

 **Groupe 2 RAMPE – Rapport final de la phase 2**

Subvention – 226-75-001-2005-6443 article 05 – ESIEE – 30/12/2005

Ministère des Transports, de l'Équipement, du Tourisme et de la Mer
 Direction générale de la Mer et des Transports
 Mission développement durable, stratégie, recherches et études générales
 Dossier DGMT 2005 DECISION DE SUBVENTION du projet RAMPE phase 2

Référentiel d'assistance aux personnes Aveugles pour leur Mobilité dans les transports publics et les Pôles d'Echange Phase 2

	Nom et Service	Date	Signature
Etabli par	G. Baudoin, O. Venard ESIEE	Mai 2007	
	M. Garel, A. Paumier LUMIPLAN	Mai 2007	
	Gérard Uzan, M. Sayah THIM Paris 8	Mai 2007	
Approuvé par			

CLASSIFICATION CONSORTIUM CLEARANCE LEVEL	FORMAT SIZE	NUMÉRO DOCUMENT / DOCUMENT NUMBER	PAGE
CONFIDENTIEL CONFIDENTIAL	A4	ESIEE/DRD/070922_RAMPE2_RapportFinal	1

EVOLUTIONS SUCCESSIVES

INDICE	DATE	MODIFIE PAR	OBJET
1	07-09-2007	G. Baudoin	Intégration des 3 parties du rapport.
2	02-12-2007	G. Baudoin	Remise en forme
3	26-12-2007	G. Baudoin	Numéros figures et tableaux + ajout biblio et annexes.
4	29-01-2008	G. Baudoin, O. Venard	Correction

CLASSIFICATION CONSORTIUM CLEARANCE LEVEL	FORMAT SIZE	NUMÉRO DOCUMENT / DOCUMENT NUMBER	PAGE
CONFIDENTIEL CONFIDENTIAL	A4	ESIEE/DRD/070922_RAMPE2_RapportFinal	2

Table des matières

1. INTRODUCTION.....	7
1.1 OBJECTIF GENERAL ET ASPECTS ADMINISTRATIFS.....	7
1.1.1 Objectifs et phases.....	7
1.1.2 Partenaires, remplacement du LEI par le laboratoire THIM.....	8
1.2 LE SYSTÈME RAMPE À LA FIN DE LA PHASE 1	8
1.3 DESCRIPTION SUCCINCTE DU PROGRAMME DES TRAVAUX DE LA PHASE 2	9
1.4 COLLECTIVITE RETENUE POUR L'EXPERIMENTATION DE LA PHASE 2	10
2. PARTENARIAT AVEC LE SYTRAL ET LE RESEAU TCL, DETERMINATION DU SITE PRECIS DE L'EXPERIMENTATION.....	11
2.1 CONTRAINTE POUR LE CHOIX DU PARCOURS.....	11
2.2 CHOIX DU PARCOURS DEFINITIF.....	12
2.2.1 Description détaillée des différents tronçons	14
2.3 PLANIFICATION DE LA PRE-EXPERIMENTATION ET DE L'EXPERIMENTATION SUR SITE	18
2.4 ASSISTANCE FOURNIE PAR LE SYTRAL ET TCL KEOLIS	19
3. PREMIERS TESTS DU SYSTEME RAMPE EN EXTERIEUR A COTE DE L'ESIEE	21
3.1.1 Principaux résultats.....	22
4. RESTRUCTURATION ET PORTAGE DE L'APPLICATION SUR UNE NOUVELLE GENERATION DE PDA	24
4.1 CHOIX DU PDA ET ENVIRONNEMENT DE DEVELOPPEMENT LOGICIEL ET MATERIEL.....	24
4.2 NOUVELLE ARCHITECTURE DE L'APPLICATION SUR PDA	24
4.2.1 Règles de développement pour la nouvelle version du logiciel.....	25
4.3 LES PRINCIPAUX MODULES DE L'APPLICATION RAMPE SUR PDA	26
4.3.1 Interface homme machine.....	27
4.3.2 Contrôle de l'application – modélisation par machine d'états	28
4.3.3 Analyse XML	35
4.3.4 Synthèse de parole.....	36
4.3.5 Contrôleur réseau (bas niveau).....	36
4.3.6 Contrôleur des services réseau (haut niveau)	37
4.4 FONCTIONNALITES SUPPORT : PARALLELISME – FONCTIONNEMENT MULTI-TACHES	37
4.5 DISTRIBUTION DES DONNEES DANS LE PROJET.....	40
4.5.1 Structures de données.....	40
4.6 JOURNAL D'EVENEMENTS	41
4.7 EXEMPLE DE FICHIERS XML UTILISES DANS RAMPE.....	41
4.7.1 Exemple de fichier de configuration.....	41
4.7.2 Exemple de fichier de langage.....	42
5. REPLICATION DES BORNES	45
5.1 ARCHITECTURE MATERIELLE DE LA BORNE	45
5.1.1 Intégration de la borne sur le réseau TCL	45

CLASSIFICATION CONSORTIUM CLEARANCE LEVEL	FORMAT SIZE	NUMÉRO DOCUMENT / DOCUMENT NUMBER	PAGE
CONFIDENTIEL CONFIDENTIAL	A4	ESIEE/DRD/070922_RAMPE2_RapportFinal	3

5.1.2	Intégration de l'annonce sonore.....	47
5.1.3	Électronique de la borne	50
5.1.4	Télécommande de déclenchement EO-EDPS.....	53
5.1.5	Architecture logicielle de la borne	54
5.1.6	Simulateur de SIV sur PDA	55
5.1.7	Comportement du matériel en phase d'expérimentation.....	60
6.	PRE-EXPERIMENTATION A LYON POUR LA MISE AU POINT DU CADRE TECHNIQUE DE L'EXPERIMENTATION	63
6.1	INSTALLATION DES BORNES SUR LE PARCOURS DE TEST	63
6.2	DESCRIPTION DE LA PRE-EXPERIMENTATION	63
6.3	POINT D'ACCUEIL POUR LE PARCOURS RETOUR	64
6.4	QUELQUES ENSEIGNEMENTS APPORTES PAR LA PRE-EXPERIMENTATION	64
7.	EXPERIMENTATION SUR SITE.....	67
7.1	RESULTATS ET ANALYSE DES MESURES EFFECTUEES SUR LE RESEAU WIFI	67
7.1.1	Enjeu.....	67
7.1.2	Introduction.....	67
7.1.3	Technique de mesure	68
7.1.4	Présentation des résultats de mesure.....	70
7.1.5	Données dynamiques	74
7.1.6	Conclusions	75
7.2	RAPPEL DE LA PROBLEMATIQUE	76
7.3	METHODOLOGIE	76
7.3.1	Les sujets	76
7.3.2	Le matériel.....	76
7.3.3	Le protocole expérimental.....	76
7.4	RESULTATS ERGONOMIQUES	80
7.4.1	Résultats relatifs à l'âge et aux caractéristiques générales des sujets	81
7.4.2	Résultats concernant le déplacement des sujets	82
7.4.3	Réaction à la perturbation.....	90
7.4.4	Comportements relatifs à la manipulation des dispositifs.....	91
7.4.5	Observations.....	93
7.4.6	Suggestions faites par les sujets	95
7.4.7	Suggestions à retenir	97
7.5	SYNTHESE	97
7.6	RECOMMANDATIONS D'AMELIORATION	101
8.	SYNTHESE, CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES	105
9.	PUBLICATIONS ET ACTIONS DE VALORISATION	109
9.1	PUBLICATIONS SCIENTIFIQUES	109
9.1.1	Ouvrages.....	109
9.1.2	Conférences internationales avec actes.....	109
9.1.3	Publications, conférences et colloques nationaux.....	109
9.2	SITE WEB ET VIDEO.....	109
9.3	PRESSE NATIONALE	110

CLASSIFICATION CONSORTIUM CLEARANCE LEVEL	FORMAT SIZE	NUMÉRO DOCUMENT / DOCUMENT NUMBER	PAGE
CONFIDENTIEL CONFIDENTIAL	A4	ESIEE/DRD/070922_RAMPE2_RapportFinal	4

9.4	PARTICIPATIONS A DES MANIFESTATIONS PUBLIQUES	110
10.	BIBLIOGRAPHIE POUR LA PHASE 2	111
11.	ANNEXES.....	112
11.1	ANNEXE 1 : PRESENTATION DE RAMPE AU SYTRAL LE 12 MAI 2006.....	113
11.2	ANNEXE 2 : PRESENTATION DE RAMPE A KEOLIS TCL.....	118
11.3	ANNEXE 3 : 4 PAGES DE PRESENTATION DE RAMPE.....	124
11.4	ANNEXE 4 : FICHES DE QUESTIONNAIRE	128
11.5	ANNEXE 5 : GRILLES DE PRISE DE NOTES DURANT L'EXPERIMENTATION.....	131
11.5.1	<i>Grille de prise de notes utilisée pour le PDA</i>	<i>131</i>
11.5.2	<i>Grille de prise de notes utilisée pour la télécommande.....</i>	<i>131</i>

CLASSIFICATION CONSORTIUM CLEARANCE LEVEL	FORMAT SIZE	NUMÉRO DOCUMENT / DOCUMENT NUMBER	PAGE
CONFIDENTIEL CONFIDENTIAL	A4	ESIEE/DRD/070922_RAMPE2_RapportFinal	5

CLASSIFICATION CONSORTIUM <i>CLEARANCE LEVEL</i>	FORMAT <i>SIZE</i>	NUMÉRO DOCUMENT / <i>DOCUMENT NUMBER</i>	PAGE
CONFIDENTIEL <i>CONFIDENTIAL</i>	A4	ESIEE/DRD/070922_RAMPE2_RapportFinal	6

1. Introduction

Dans le cadre du programme PREDIT, les services aux personnes à mobilité réduites ont constitué un axe permanent de recherche et d'innovation pour la sécurité, l'information et l'orientation des personnes déficientes sensorielles et plus particulièrement les personnes aveugles et malvoyantes, qui sont les plus handicapées par une information essentiellement fondée sur l'affichage et l'information visuelle.

Sur ce thème, deux projets ont été successivement soutenus par le PREDIT, BIOVAM puis RAMPE. BIOVAM a été centré sur une analyse des besoins en information et orientation des PAM en zone d'accès multimodale aux réseaux ferrés (métro et RER).

RAMPE poursuit la démarche de services, amorcée par BIOVAM, en spécifiant, développant, et enfin évaluant, des choix technologiques pour un système d'information aux propriétés à la fois transférables, intégrables aux systèmes SAE-SIV et porteur d'innovations pour de nouveaux services pour tous.

1.1 Objectif général et aspects administratifs

1.1.1 Objectifs et phases

L'objectif de la recherche est de développer et expérimenter un système interactif d'assistance et d'information auditive aux personnes aveugles pour favoriser leur autonomie et leur mobilité dans les transports publics. Ce système est destiné à équiper les points d'arrêt des transports collectifs (bus, tramway) ou à être installé dans un pôle d'échanges.

La recherche se décompose en 2 phases principales : la phase 1 allant de l'analyse des besoins à la réalisation des prototypes, la phase 2 allant de l'implantation in situ aux évaluations. La décision de subvention de la phase 1 a été notifiée à l'ESIEE par la DTT en décembre 2003. La phase 1 a démarré le 5 janvier 2004 pour une durée de 14 mois. Elle s'est achevée le 14 juin 2005 avec la remise des rapports et des justificatifs financiers.

La seconde phase, objet de ce pré-rapport, est consacrée à l'expérimentation in situ sur arrêts de bus isolés et en pôles d'échanges en partenariat avec une collectivité territoriale. L'objectif est de déboucher en fin de phase deux sur des outils concrets et opérationnels qui pourront être mis en place par les collectivités.

La phase 2 a été notifié le 16 janvier 2006 par la décision de subvention, numéro 226, d'un montant total de 135 000 € TTC pour l'ensemble des travaux et pour une durée des travaux de 18 mois.

La date de commencement d'exécution de la recherche pour la phase 2 a été fixée au 09/03/2006.

CLASSIFICATION CONSORTIUM CLEARANCE LEVEL	FORMAT SIZE	NUMÉRO DOCUMENT / DOCUMENT NUMBER	PAGE
CONFIDENTIEL CONFIDENTIAL	A4	ESIEE/DRD/070922_RAMPE2_RapportFinal	7

1.1.2 Partenaires, remplacement du LEI par le laboratoire THIM

La recherche comprend un maître d'ouvrage, CCIP/ESIEE, associé à deux partenaires sous-traitants LUMIPLAN et un laboratoire d'ergonomie (le LEI de l'université de Paris 5 pour la phase 1, puis le laboratoire THIM de l'université Paris 8 pour la phase 2). Le remplacement du LEI par le laboratoire THIM se justifie par le fait que Gérard Uzan a quitté le LEI pour rejoindre THIM.

1.2 Le système RAMPE à la fin de la phase 1

Le système RAMPE est constitué de deux parties principales : les équipements aux arrêts et le dispositif porté par l'utilisateur. Deux solutions ont été étudiées lors de la phase 1, à savoir, en allant du système le plus simple au plus complexe :

- Système d'information sonore à synthèse vocale situé à l'arrêt et déclenché par télécommande.
- Système où l'utilisateur est muni d'un PDA doté d'une application intelligente utilisant une synthèse vocale et communiquant par WIFI avec les bornes. L'application sur PDA s'adapte automatiquement au type de système d'information voyageurs disponible aux arrêts et réagit aux informations temps-réel. Le système est capable de gérer les situations complexes telles que les sites multi-points d'arrêt ou multi-lignes, les effets de proximité côte à côte ou face-à-face des points d'arrêts, la simultanéité d'utilisation ou d'arrivée de bus. Cette solution offre plus de possibilités de services et d'extensions futures.

Dans les deux cas, La borne se signale auditivement pour l'orientation de la personne aveugle.

La première phase de la recherche a comporté une analyse des besoins, une étude théorique du déplacement par bus, l'établissement des spécifications d'utilisation du système ainsi que la conception et la réalisation des prototypes.

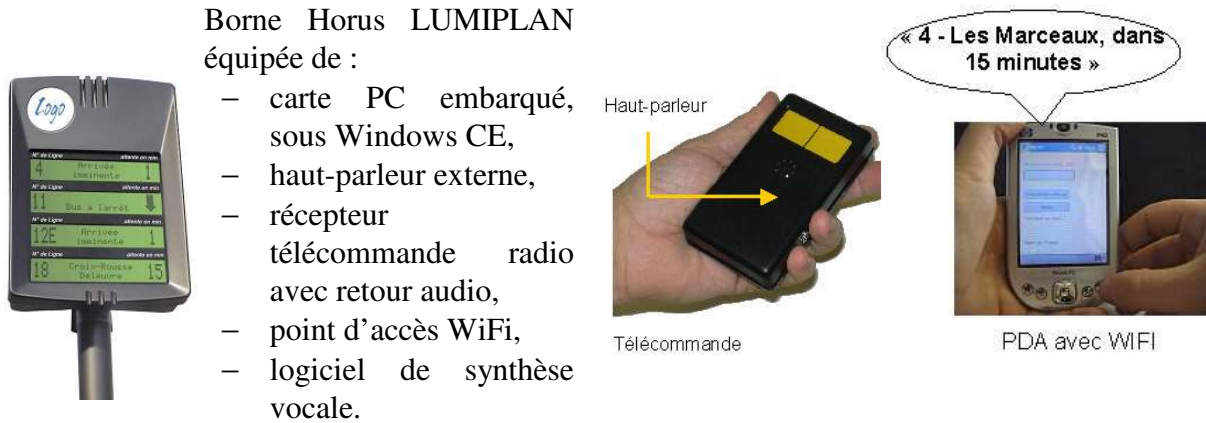
L'analyse théorique a mis en évidence la multiplicité des causes d'incertitude, la complexité des configurations (infrastructure, SIV ...) et la nécessité d'un système robuste, viable in situ et d'une interface auditive la plus efficiente possible. Elle a conduit à une formalisation du déplacement en 4 zones spatiales et de la diffusion d'information en 3 niveaux de temporalité.

La phase 1 s'est achevée avec le développement et la validation technique et fonctionnelle des prototypes aussi bien pour le dispositif porté par l'utilisateur que pour les équipements installés aux arrêts.

Le choix de technologies non spécifiques : PDA, WiFi, XML a été effectué de façon à faciliter le déploiement du système et les interactions avec d'autres services.

CLASSIFICATION CONSORTIUM CLEARANCE LEVEL	FORMAT SIZE	NUMÉRO DOCUMENT / DOCUMENT NUMBER	PAGE
CONFIDENTIEL CONFIDENTIAL	A4	ESIEE/DRD/070922_RAMPE2_RapportFinal	8

La figure ci-dessous est une photo de la borne installée aux arrêts et des deux types de dispositifs qui peuvent être portés par l'utilisateur.



Borne Horus LUMIPLAN équipée de :

- carte PC embarqué, sous Windows CE,
- haut-parleur externe,
- récepteur télécommande radio avec retour audio,
- point d'accès WiFi,
- logiciel de synthèse vocale.

1.3 Description succincte du programme des travaux de la phase 2

Dans la phase 2, le système a été placé dans un environnement réel :

- dans la rue (bruit ambiant classique urbain aux sens radioélectrique et acoustique)
- près d'un réseau de bus (bruit supplémentaire),
- au milieu d'usagers voyants (évaluation de la gêne ou de l'intérêt occasionnés),
- en mode de déplacement (angoisse de rater le bus, de prendre le bon bus, ..., impact du temps d'attente sur l'incertitude poussant à attendre le prochain bus),
- avec des usagers non voyants non initiés au dispositif.

Nous avons cherché à évaluer la capacité du système RAMPE en terme de :

- Détection des arrêts,
- Sélection d'un arrêt en présence de plusieurs arrêts proches,
- Orientation vers l'arrêt sélectionné,
- Prise d'information,
- Actualisation de l'information ; c'est-à-dire : la personne est-elle toujours en situation de savoir ce qui s'est passé ou ce qui se passe,
- L'autonomie : la personne est-elle bloquée ? Doit-elle demander de l'aide ou arrive-t-elle à effectuer son objectif avec le dispositif ?
- La gêne pour les riverains et les autres usagers.

Par contre, nous n'avons pas comme objectif d'évaluer :

- La fiabilité des informations transmises (on ne veut pas évaluer le SIV lui-même) ni les caractéristiques d'exploitation des arrêts et des bus,
- Le dispositif à l'intérieur et en sortie du véhicule. Nous en observerons les potentialités sans en évaluer les performances car le système n'a pas été conçu avec cet objectif

CLASSIFICATION CONSORTIUM CLEARANCE LEVEL	FORMAT SIZE	NUMÉRO DOCUMENT / DOCUMENT NUMBER	PAGE
CONFIDENTIEL CONFIDENTIAL	A4	ESIEE/DRD/070922_RAMPE2_RapportFinal	9

La phase 2 a été découpée en trois étapes :

Phase P2.1

- Définition des scénarios d'évaluation et constitution des groupes de sujets pour les tests.
- Mise en place du cadre technique d'évaluation
- Implantation expérimentale de services d'information sur site :
 - o réplique de la borne existante,
 - o portage de l'application sur un nouveau PDA plus rapide et de plus grande autonomie,
 - o Réglage des paramètres.
- Pré-expérimentation sur site avec un ou deux sujets et mise au point.

Phase P2.2

- Campagne de tests par passation de sujets déficients visuels utilisant les dispositifs et groupe de contrôle sans handicap visuel.
- Traitement des résultats : fiches de notes ergonomiques, encodages des vidéos et analyses statistiques.

Phase P2.3

- Etablissement du bilan de l'expérimentation : évaluation de la pertinence et de l'acceptabilité du dispositif. Délimitation des conditions d'utilisation.
- Recommandations sur d'éventuelles modifications et compléments à apporter au système.
- Recommandations pour un déploiement général de dispositifs de même type sur d'autres sites.

1.4 Collectivité retenue pour l'expérimentation de la phase 2

Lors de la phase 1, des contacts ont été établis avec plusieurs autorités organisatrices, opérateurs de transports et associations afin de définir un site d'expérimentation in situ et d'évaluation. Le SYTRAL nous a exprimé par écrit son intérêt pour participer à l'expérimentation du système à Lyon. Nous avons été d'autant plus intéressés par une expérimentation à Lyon que la ville est déjà équipée par Lumiplan.

CLASSIFICATION CONSORTIUM CLEARANCE LEVEL	FORMAT SIZE	NUMÉRO DOCUMENT / DOCUMENT NUMBER	PAGE
CONFIDENTIEL CONFIDENTIAL	A4	ESIEE/DRD/070922_RAMPE2_RapportFinal	10

2. Partenariat avec le SYTRAL et le réseau TCL, détermination du site précis de l'expérimentation

Gilles Godard, Directeur Général du SYTRAL, après nous avoir confirmé l'intérêt du SYTRAL pour l'expérimentation de RAMPE, nous a mis en contact avec Madame Laurence Barberia, chef de projet à la direction de l'exploitation au SYTRAL, pour le pilotage de l'expérimentation sur le plan exploitation (situation la plus réelle possible, définition des arrêts, relations avec les associations, protocole de test, suivi clientèle et évaluation).

Nous avons rencontré L. Barberia une première fois le 12 mai 2006 à Lyon pour lui présenter le projet et comment nous envisagions l'expérimentation ainsi que pour examiner avec elle le soutien que le SYTRAL pouvait apporter.

D'autres rencontres ont ensuite eu lieu au SYTRAL en présence de différents représentants du SYTRAL ou de KEOLIS (réseau TCL) le 26 juin 2006 et le 25 septembre.

L'annexe 1 donne la présentation de RAMPE faite au SYTRAL le 12 mai. La figure 1 issue de cette présentation illustre le type de parcours que nous recherchions pour l'expérimentation ainsi que le support demandé au SYTRAL.

2.1 Contrainte pour le choix du parcours

- Nous voulions évaluer les deux types de dispositifs utilisateurs, la télécommande et le PDA, de manière symétrique. Mais nous ne voulions pas faire venir plusieurs fois la même personne. Nous avons donc décidé de faire effectuer un aller et retour, l'un avec le PDA et l'autre avec la télécommande (un utilisateur sur deux commençant par le PDA et réciproquement). Le parcours est donc formé de deux demi-parcours sur lesquels chaque sujet teste alternativement un dispositif puis l'autre.
- Nous souhaitons d'autre part que chaque demi-parcours comprenne un changement avec correspondance. Chaque demi-parcours correspond donc à deux lignes de bus.
- Pour ne pas biaiser le test par une connaissance des lignes, les lignes des parcours aller et retour sont différentes. Il y a donc en tout 4 lignes de bus différentes : 2 à l'aller et 2 au retour. Le parcours total est formé d'un demi-parcours aller et d'un demi-parcours retour, chaque demi-parcours comprenant deux tronçons correspondant à deux lignes de bus différentes.
- Pour que chaque test ait une durée raisonnable, il fallait que les tronçons de parcours ne comptent qu'un petit nombre d'arrêts.
- Pour des raisons techniques (en particulier alimentation électrique), les bornes RAMPE sont installées à la place de bornes VISULYS. Il faut donc que les tronçons retenus soient équipés de bornes visulys.
- Pour accueillir, former et questionner les sujets de l'expérimentation, il faut que les extrémités de chaque demi-parcours soient proches de locaux propices à l'accueil.

CLASSIFICATION CONSORTIUM CLEARANCE LEVEL	FORMAT SIZE	NUMÉRO DOCUMENT / DOCUMENT NUMBER	PAGE
CONFIDENTIEL CONFIDENTIAL	A4	ESIEE/DRD/070922_RAMPE2_RapportFinal	11

- Compte tenu des budgets disponibles, nous ne pouvons disposer que de 5 bornes RAMPE non connectées au SIV temps réel. Une borne au minimum étant nécessaire à chaque extrémité, il reste trois bornes pour la zone de correspondance. Nous avons donc choisi d'utiliser une même place de correspondance pour l'aller et le retour et de faire en sorte que le trajet retour revienne au point de départ. Le trajet total constitue donc une sorte de huit formé de 4 tronçons de ligne avec deux extrémités communes et une correspondance centrale situées sur une même place.

Sur les cinq bornes RAMPE, on dispose de 2 vraies bornes avec affichage et de 3 bornes sans affichage mais avec la bonne hauteur de mât, les haut-parleurs, l'application RAMPE et le point d'accès WiFi.

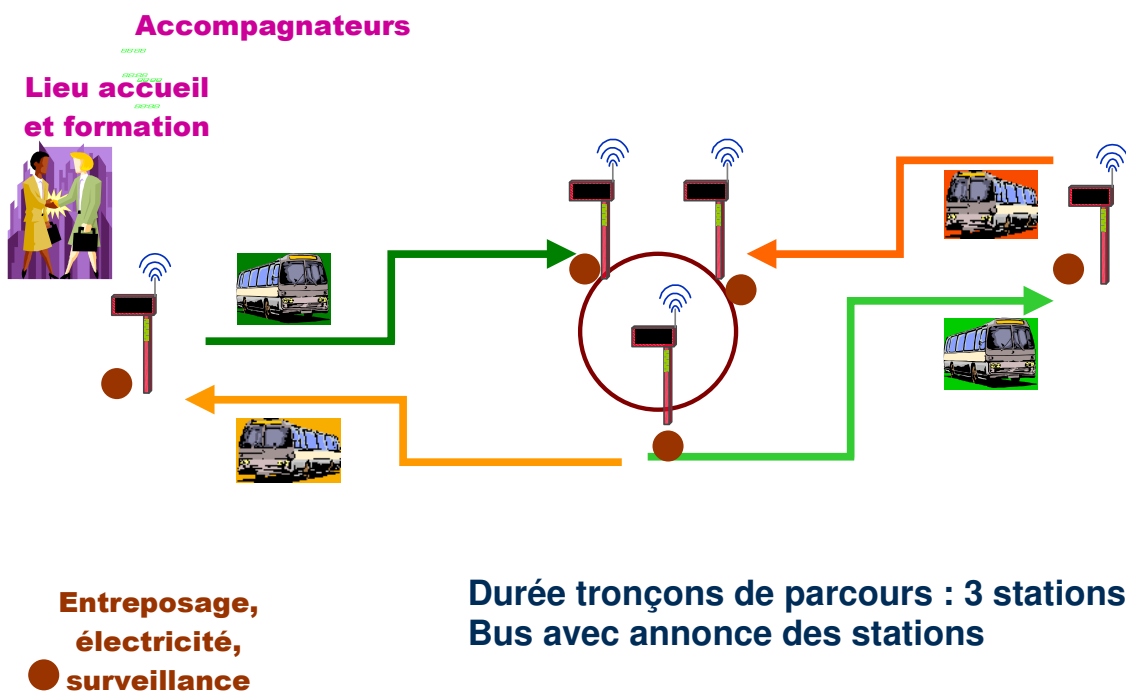


Figure 1 : Type de parcours recherché pour l'expérimentation et infrastructure nécessaire.

2.2 Choix du parcours définitif

À partir d'une liste d'implantation des bornes VISULYS sur le réseau TCL, nous avons effectué une première pré-sélection en ne retenant que les lignes suffisamment équipées.

La contrainte du trajet en huit formé de 4 lignes de bus différentes a ensuite réduit les choix possibles.

Nous avons profité de nos différents déplacements à Lyon pour les réunions avec le SYTRAL, pour tester différents parcours possibles.

Nous avons plus particulièrement testé 4 trajets :

CLASSIFICATION CONSORTIUM CLEARANCE LEVEL	FORMAT SIZE	NUMÉRO DOCUMENT / DOCUMENT NUMBER	PAGE
CONFIDENTIEL CONFIDENTIAL	A4	ESIEE/DRD/070922_RAMPE2_RapportFinal	12

- Autour de la place Charpennes. Nous n'avons pas retenu ce site car les arrêts de bus ne sont pas situés sur la place elle-même. Ils sont dans des rues adjacentes.
- Autour de la gare de Vaise. Nous n'avons pas retenu ce site car les bornes à la gare de Vaise sont intégrées dans le mobilier (cloisons) et ne sont pas facilement démontables.
- Autour de la croix Rousse. Nous n'avons pas retenu ce site car les rues y sont étroites et la probabilité de perdre du temps à cause d'un bus bloqué par un obstacle nous a paru importante.
- Autour de Grange Blanche (place d'Arsonval). C'est le site que nous avons finalement retenu.

Le parcours retenu est composé des tronçons suivants :

ALLER :

- Départ de la station la station Place Henry : bus 28 vers Grange Blanche
- Changement à Grange-Blanche, bus 79 vers A. Parré-Laennec
- Descente à A. Parré-Laënnec,

RETOUR

- Départ de A. Parré-Laënnec, bus 38 vers Grange Blanche
- Changement à Grange Blanche, bus 34 vers Feuillat-Lacassagne.
- Descente à Feuillat-Lacassagne et retour à pieds au dépôt des pins.

Le synoptique du parcours retenu est donné figure 2.

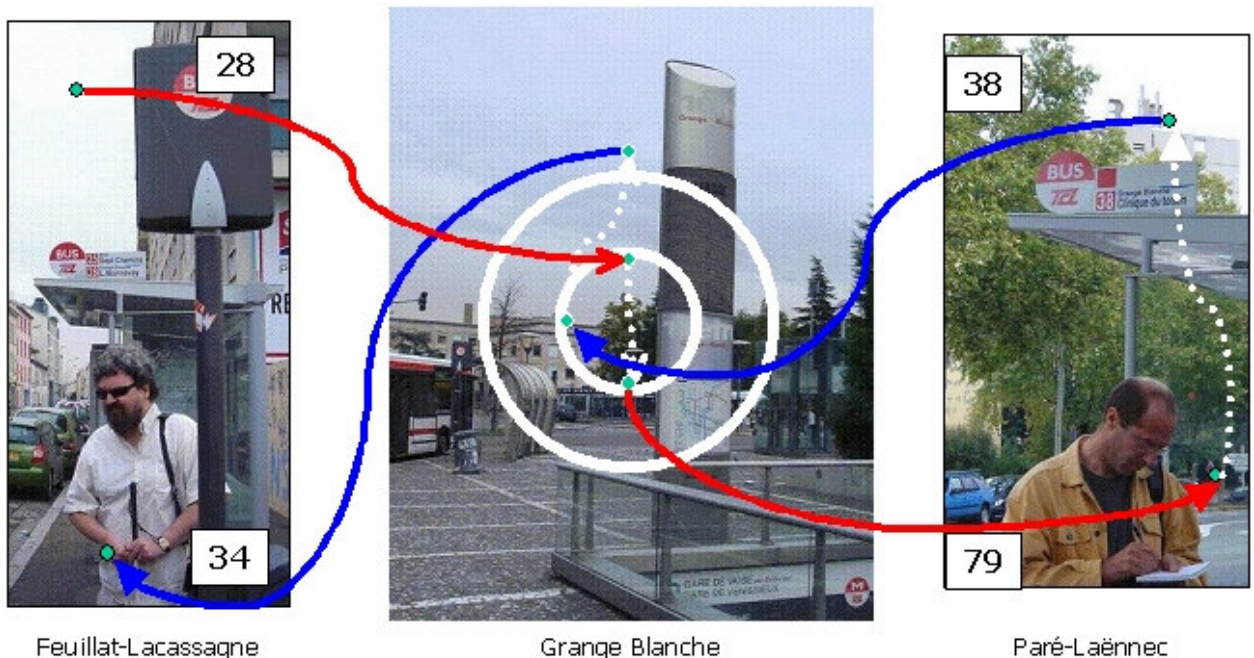


Figure 2 : synoptique du parcours retenu pour l'expérimentation à Lyon

CLASSIFICATION CONSORTIUM CLEARANCE LEVEL	FORMAT SIZE	NUMÉRO DOCUMENT / DOCUMENT NUMBER	PAGE
CONFIDENTIEL CONFIDENTIAL	A4	ESIEE/DRD/070922_RAMPE2_RapportFinal	13

2.2.1 Description détaillée des différents tronçons

2.2.1.1 Parcours ALLER :

Le parcours aller va de Place-Henry à Parré-Laënnec en changeant à Grange Blanche avec les bus 28 puis 79.

- Du dépôt des pins à l'arrêt Place-Henry : 3 minutes, même trottoir.



Mur du dépôt des pins



Arrêt Place-Henry ligne 28

- À l'arrêt départ Place-Henry qui est équipé d'une borne RAMPE : prendre la ligne 28, direction Laurent Bonnevey.
Remarque : 2 lignes s'arrêtent à l'arrêt la 25 et la 28.
- Descendre à Grange Blanche, durée du parcours environ 5 minutes



Arrêt Place-Henry ligne 28



Arrêt Grange Blanche ligne 28

L'arrêt d'arrivée du 28 et celui du départ du 79 sont équipés de bornes RAMPE.

- Correspondance à Grange Blanche : de l'arrêt de la 28 à l'arrêt de la 79

CLASSIFICATION CONSORTIUM CLEARANCE LEVEL	FORMAT SIZE	NUMÉRO DOCUMENT / DOCUMENT NUMBER	PAGE
CONFIDENTIEL CONFIDENTIAL	A4	ESIEE/DRD/070922_RAMPE2_RapportFinal	14



Arrêt Grange Blanche ligne 28



Arrêt Grange Blanche ligne 79

Changer de l'arrêt du 28 vers l'arrêt du 79 direction Décines Chassieu sur la même place.

- De la place Grange Blanche à l'arrêt Parré-Laënnec avec le 79, durée du parcours environ 8 minutes.



Arrêt Grange Blanche ligne 79



Arrêt Parré-Laënnec ligne 79

L'arrêt Parré-Laënnec à l'arrivée du 79 n'est pas équipé de borne RAMPE.
La ligne 79 n'a pas une périodicité très régulière. À certaines périodes de la journée, l'attente est un peu longue (20 minutes).

2.2.1.2 Parcours retour :

Le parcours retour va de Parré-Laënnec à Feuillat-Lacassagne en changeant à Grange Blanche avec les bus 38 puis 34.

CLASSIFICATION CONSORTIUM CLEARANCE LEVEL	FORMAT SIZE	NUMÉRO DOCUMENT / DOCUMENT NUMBER	PAGE
CONFIDENTIEL CONFIDENTIAL	A4	ESIEE/DRD/070922_RAMPE2_RapportFinal	15

- De la maison des parents à l'arrêt Parré-Laënnec (de la ligne 38) : 2 minutes, même trottoir

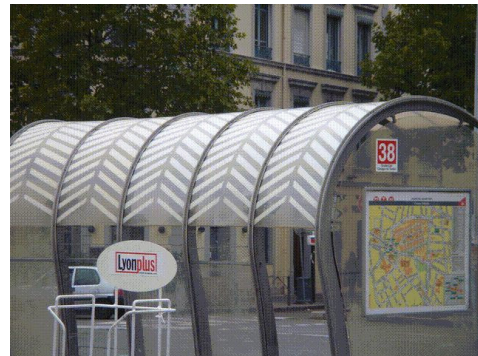


Maison des parents et les 2 arrêt Parré-Laënnec *Arrêt Parré-Laënnec ligne 38 : trajet retour*

- À l'arrêt Parré-Laënnec qui est équipé d'une borne, prendre la ligne 38 direction clinique du Tonkin. Il y a une seule ligne à cet arrêt.
- Descendre à Grange-Blanche : durée du parcours environ 5 minutes.



Arrêt Parré-Laënnec ligne 38



Arrêt Grange Blanche ligne 38

- Correspondance à Grange Blanche : de l'arrêt du 38 à l'arrêt du 34.



Arrêt Grange Blanche ligne 38



Arrêt Grange Blanche ligne 34

CLASSIFICATION CONSORTIUM CLEARANCE LEVEL	FORMAT SIZE	NUMÉRO DOCUMENT / DOCUMENT NUMBER	PAGE
CONFIDENTIEL CONFIDENTIAL	A4	ESIEE/DRD/070922_RAMPE2_RapportFinal	16

Changer de l'arrêt d'arrivée du 38 à l'arrêt de départ du 34 direction Charpennes.

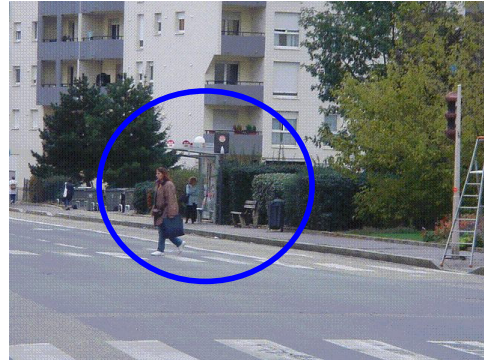
L'arrêt à l'arrivée du 38 n'est pas équipé.

L'arrêt de départ du 34 est situé à l'extérieur de la place. Double traversée avec plot central entre arrêt ligne 38 direction clinique du Tonkin et arrêt ligne 34 direction Charpennes. Zone très dangereuse.

- De la place Grange Blanche à l'arrêt Feuillat-Lacassgne avec le 34, durée du parcours environ 4 minutes



Arrêt Grange Blanche ligne 34



Arrêt Feuillat-Lacassgne ligne 34

Les figures suivantes donnent :

- Une vue aérienne de la place d'Arsonval Grange Blanche où on a indiqué la position des arrêts utilisés lors de l'expérimentation,
- Un plan de bus où figurent les lignes utilisées lors de l'expérimentation.



Vue aérienne de la place d'Arsonval Grange Blanche

CLASSIFICATION CONSORTIUM CLEARANCE LEVEL	FORMAT SIZE	NUMÉRO DOCUMENT / DOCUMENT NUMBER	PAGE
CONFIDENTIEL CONFIDENTIAL	A4	ESIEE/DRD/070922_RAMPE2_RapportFinal	17



Lignes de bus utilisées sur le parcours

2.3 Planification de la pré-expérimentation et de l'expérimentation sur site

Nous avons procédé en deux temps en effectuant :

1. une pré-expérimentation pour mettre au point les aspects techniques sur le site réel.
2. puis une expérimentation avec des personnes aveugles.

Le planning a été établi après vérification des périodes de vacances, de stages des étudiants et des contraintes industrielles :

1. pré-expérimentation en février : 2 jours, le lundi 26 et le mardi 27 février,
2. expérimentation en avril, durée 2 semaines : du 16 au 27 avril.

Le nombre de personnes mobilisées pour l'expérimentation (en dehors des sujets aveugles) a été de 8 ou 9 selon les jours :

- 2 chercheurs de l'ESIEE accompagnés de 2 étudiants stagiaire ingénieurs
- 1 chercheur de Paris8 accompagné de 2 ou 3 étudiants stagiaires ergonomes
- 1 ingénieur de Lumiplan
- 1 stagiaire du SYTRAL (sur 4 jours) ou de KEOLIS (sur 3 jours).

Ce nombre important de personnes était nécessaire lors de l'expérimentation, pour assurer différentes fonctions telles que :

CLASSIFICATION CONSORTIUM CLEARANCE LEVEL	FORMAT SIZE	NUMÉRO DOCUMENT / DOCUMENT NUMBER	PAGE
CONFIDENTIEL CONFIDENTIAL	A4	ESIEE/DRD/070922_RAMPE2_RapportFinal	18

- 4 à 5 personnes autour de la personne aveugle pendant le déplacement : une personne accompagnatrice, une pour filmer l'expérience, deux pour la prise de notes et le chronométrage à usage ergonomique, une pour assurer la sécurité du groupe.
- 2 personnes pour les aspects techniques pendant le déplacement : veiller au bon fonctionnement technique des bornes, envoyer les messages urgents, mesurer les variations du spectre radioélectrique, enregistrer les échanges de trames réseaux, faire des mesures de niveau sonore.
- 1 ou 2 personnes au point d'accueil : aller chercher et raccompagner les personnes aveugles, effectuer la formation sur les dispositifs (télécommande et PDA), donner les consignes de parcours, effectuer le questionnaire final.

2.4 Assistance fournie par le SYTRAL et TCL KEOLIS

Une fois le parcours établi, L. Barberia nous a mis en contact avec Monsieur Bernard Brisac de TCL (KEOLIS).

Nous avons rencontré Monsieur Bernard Brisac au dépôt des pins le 9 février 2007 pour discuter des aspects pratiques de la pré-expérimentation et de l'expérimentation.

B. Brisac nous a présenté les relations entre les différents acteurs des transports lyonnais (Sytral, Kéolis ...) pour préciser à qui s'adresser pour les différentes questions qui peuvent se poser pour l'expérimentation de RAMPE.

Nous avons mis au point avec B. Brisac et L. Barberia les aspects pratiques de l'expérimentation. Nous avons demandé au SYTRAL et au réseau TCL une assistance pour :

1. L'autorisation de démonter de vraies bornes pour les remplacer par des bornes RAMPE, ce qui entraîne de perdre les horaires temps-réel pendant la durée de l'expérimentation,
2. L'entreposage des bornes démontées et remplacées par des bornes RAMPE. B. Brisac nous a autorisé à entreposer les bornes au dépôt des Pins.
3. Les lieux d'accueil des sujets de l'expérimentation. Bernard Brisac nous a proposé d'installer un point d'accueil au dépôt des Pins dans le local au rez-de-chaussée du dépôt, local qui sert de salle de repos aux conducteurs de bus.
4. La mise à disposition de personnel pour l'assistance aux sujets de l'expérimentation. Le SYTRAL et KEOLIS ont mis à notre disposition 7 journées d'accompagnateurs.
5. La possibilité de garer un véhicule sur la place de correspondance (place d'Arsonval appelée aussi place Grange Blanche). KEOLIS a pris en charge la demande d'autorisation à la mairie pour garer un véhicule sur la place Grange Blanche pendant les 2 semaines de l'expérimentation. KEOLIS a mis à notre disposition une plaque à déposer dans le véhicule pour l'identifier pendant l'expérimentation.
6. La mise à disposition de gilets verts avec les logos SYTRAL et TCL pour identifier les personnes participant aux expériences.
7. La mise à disposition par le SYTRAL de passes de transport gratuits : passes hebdomadaires pour l'ensemble de l'équipe et passes journaliers pour les sujets des tests.
8. Fiches horaires : transmission par KEOLIS des fiches horaires sous forme électronique.

CLASSIFICATION CONSORTIUM CLEARANCE LEVEL	FORMAT SIZE	NUMÉRO DOCUMENT / DOCUMENT NUMBER	PAGE
CONFIDENTIEL CONFIDENTIAL	A4	ESIEE/DRD/070922_RAMPE2_RapportFinal	19

9. Communication sur l'expérimentation avec les usagers des transport, les conducteurs de bus, la presse. Prise en charge par KEOLIS de l'affichage à prévoir aux arrêts de bus pour informer les usagers pendant les expérimentations.

CLASSIFICATION CONSORTIUM <i>CLEARANCE LEVEL</i>	FORMAT <i>SIZE</i>	NUMÉRO DOCUMENT / <i>DOCUMENT NUMBER</i>	PAGE
CONFIDENTIEL <i>CONFIDENTIAL</i>	A4	ESIEE/DRD/070922_RAMPE2_RapportFinal	20

3. Premiers tests du système RAMPE en extérieur à côté de l'ESIEE

À la fin de la phase 1, le système RAMPE n'avait pas été expérimenté en extérieur. Tous les tests avaient eu lieu en laboratoire ou à l'intérieur de halls de conférences.

Une première expérimentation en extérieur a été effectuée à côté de l'ESIEE le 17 mai 2006 afin de mettre au point les principaux aspects techniques avant la pré-expérimentation et l'expérimentation à Lyon.

Ce test a été effectué avant la fin du portage de l'application sur le nouveau PDA et a donc été réalisé avec les anciens PDAs.

Il s'agissait en particulier :

- D'évaluer la portée sonore du carillon émis par la borne et d'optimiser la position des haut-parleurs sur les bornes. Plus précisément tester la position du haut-parleur (HP) par rapport à l'utilisateur :
 - Le HP émet vers l'utilisateur
 - Le HP émet en sens inverse de la direction de l'utilisateur.
 - Le HP émet perpendiculairement à la direction de l'utilisateur
- D'évaluer l'efficacité en terme d'orientation de différents carillons,
- D'évaluer la portée de la connexion WiFi
- D'évaluer l'influence de différents obstacles ou interférences sur la liaison WiFi : interférences causées par un bus arrêté entre l'utilisateur et la borne, masquage par un groupe de personne, interférences générées par les autres points d'accès WiFi n'appartenant pas au système RAMPE,
- Effectuer les premiers tests d'usage en extérieur dans le but d'affiner le cahier des charges des modifications logicielles à effectuer dans la nouvelle version de l'application sur PDA,
- De tester différentes façons de tenir le PDA (boutons vers le haut ou vers le bas par exemple), PDA dans la main ou dans une poche ...
- De tester l'intérêt de la fonctionnalité de réglage du niveau sonore du PDA par balayage de l'écran avec le pouce,
- De tester l'utilisation du PDA avec et sans oreillette,
- D'évaluer le nombre de répétitions utiles du carillon de la borne et les temps de latence entre les différents choix possibles pour l'utilisateur.

Une borne alimentée sur batterie a été installée d'abord derrière l'ESIEE dans un environnement calme aussi bien au niveau sonore qu'au niveau radio. Puis elle a été installée devant l'ESIEE à côté d'un arrêt de bus (l'arrêt CROUS) dans un environnement moyennement bruyant mais très chargé en points d'accès WiFi (nombreuses résidences d'étudiants à proximité).

CLASSIFICATION CONSORTIUM CLEARANCE LEVEL	FORMAT SIZE	NUMÉRO DOCUMENT / DOCUMENT NUMBER	PAGE
CONFIDENTIEL CONFIDENTIAL	A4	ESIEE/DRD/070922_RAMPE2_RapportFinal	21

3.1.1 Principaux résultats

Une des leçons apprises de ce premier test est la nécessité de sauvegarder les fichiers de « logs » de l'application sur PDA pour mieux analyser a posteriori ce qui s'est passé d'un point de vue technique lors d'un incident.

Niveaux sonores mesurés au sonomètre derrière l'ESIEE :

- Sans voiture : 45 à 50 dBa
- Avec voiture normalement bruyante : 55 à 60 dBa
- Discussion à 2 personnes à 1 m : 65 dBa.

Niveaux sonores mesurés au sonomètre devant l'ESIEE près de l'arrêt de bus CROUS

- Ambiance calme sans véhicule : 55 dBa
- Avec passage de voitures : 70 à 75 dBa
- Arrivée bus et redémarrage jusqu'à l'arrière du bus passant devant l'arrêt : 65 dBa
- Arrière du bus passe devant nous en accélérant : de 75dBa à 85 dBa selon l'accélération.

Réglage du niveau sonore du PDA (oreillette collée au sonomètre) :

- Niveau sonore par défaut (version v16d du logiciel) : 55 dBa. Ce niveau est jugé un peu faible et sera apporté à : 70 dBa.
- Le seuil minimum sonore est de 0 dBa (silence). Il y a un risque de confusion avec panne. Il faut donc fixer un seuil minimal non nul : 40 à 50 dBa
- Seuil haut : corriger qualité de la saturation.

Test du PDA avec ou sans oreillettes :

- Le confort acoustique est meilleur avec des oreillettes, mais elles gênent l'orientation.
- Pour une utilisation sans oreillette, il faut porter le PDA à l'oreille comme un téléphone.

Carillon de la borne et orientation par rapport à la borne :

- En milieu peu bruyant (derrière l'ESIEE), on entend la borne jusqu'à environ 30m.
- Près de l'arrêt de bus, on entend la borne à seulement une quinzaine de mètres.
Niveau sonore à 8 pas de la borne :
 - A 45° face au HP (Haut-parleur) borne: bien (50 à 55 dBa)
 - À 90° : niveau moyen
 - À 45° dos au HP borne : niveau presque inaudible
- Niveau sonore à 1 pas de la borne :
 - Face au HP borne : 63 dBa
 - À 90° : 60 dBa
 - Dos au HP borne : 54 dBa.
- Le carillon choisi permet de s'orienter efficacement par rapport à la position de la borne.

Liaison WIFI :

- Coupure ponctuelle de la connexion WIFI deux fois à 50 m en s'éloignant de la borne.

CLASSIFICATION CONSORTIUM CLEARANCE LEVEL	FORMAT SIZE	NUMÉRO DOCUMENT / DOCUMENT NUMBER	PAGE
CONFIDENTIEL CONFIDENTIAL	A4	ESIEE/DRD/070922_RAMPE2_RapportFinal	22

- Le niveau de puissance WiFi varie beaucoup même si le niveau moyen baisse quand on s'éloigne de la borne
- Les deux PDA utilisés pendant les tests sont de même modèle HP iPAQ 4150. Cependant, les seuils de niveaux WiFi à utiliser ne sont pas les mêmes pour les 2 PDA.
- Masquage par les obstacles
- Derrière l'épi central de l'ESIEE le PDA ne reçoit plus la liaison WIFI (distance 30 m).
- De même à 30m une camionnette (assez haute) masque la liaison WiFi.
- Par contre, 4 personnes à quelques mètres devant l'utilisateur ne gênent pas la réception WIFI par le PDA.
- 21 points d'accès WiFi détectés devant l'ESIEE près de l'arrêt de bus au lieu de 10 derrière l'école (mesures faites avec le logiciel Netstumbler).
- Puissance reçue :
- Près de la borne : -40dBm reçu de la borne et -70dBm reçu des interférents.
- En face de l'arrêt (autre côté de la rue) on reçoit -50dBm de la borne.

Application PDA :

- Ne diffuser le signal de vie (bip qui signale périodiquement que l'application est en fonctionnement) qu'en l'absence de synthèse vocale ou de génération d'autres sons.
- Message vocal : remplacer « pas d'arrêt disponible » qui est confondu avec « un arrêt ... » par des messages qui prêtent moins à confusion comme « rien à l'horizon ». Messages bien discriminants et bien synthétisés (attention aux préfixe « in » « un »)
- CLIC LONG : il faudrait que le PDA émette un son qui indique à la personne qu'elle peut relâcher la touche.
- Améliorer l'application pour raccourcir le temps nécessaire à la connexion à WiFi.

La photo de la figure 3 illustre les premiers tests devant l'ESIEE..



Figure 3 : Premiers test devant l'ESIEE.

CLASSIFICATION CONSORTIUM CLEARANCE LEVEL	FORMAT SIZE	NUMÉRO DOCUMENT / DOCUMENT NUMBER	PAGE
CONFIDENTIEL CONFIDENTIAL	A4	ESIEE/DRD/070922_RAMPE2_RapportFinal	23

4. Restructuration et portage de l'application sur une nouvelle génération de PDA

4.1 Choix du PDA et environnement de développement logiciel et matériel

Le PDA utilisé pour la phase 1 de RAMPE, le iPAQ 4150 de HP, étant devenu obsolète, il a été nécessaire d'effectuer le portage de l'application sur un nouveau PDA.

Nous avons choisi le PDA HP iPAQ hx2490 pour sa puissance de calcul, son autonomie, ses possibilités d'extension, sa robustesse aux chocs et ses interfaces radio. Il dispose en particulier d'une interface WiFi et d'une interface Bluetooth.

Le système d'exploitation est le logiciel Microsoft Windows Mobile version 5.0 pour Pocket PC.

Nous avons utilisé le langage de programmation Microsoft embedded Visual C++ avec les extensions MFC (Microsoft Foundation Class). Ce langage a été sélectionné pour sa bonne intégration avec différentes versions de Windows CE – système d'exploitation supporté par une majorité de PDAs. Il est prévu de remplacer les MFC à court terme par un autre environnement.

L'application RAMPE comprend le dispositif porté par l'utilisateur et l'équipement installé dans les bornes. Pour tester les développements de l'application sur PDA, nous avons eu besoin de simuler les bornes. D'un point de vue matériel, le simulateur de borne est formé d'un PC raccordé à des points d'accès (routeurs) Wifi du commerce de type Linksys WRT54xx. D'un point de vue logiciel, nous avons développé une application PC simulant le fonctionnement d'une borne.

4.2 Nouvelle architecture de l'application sur PDA

Nous avons effectué le portage de l'application RAMPE en cherchant à faciliter les extensions futures de l'application en terme de portabilité et de robustesse. Nous avons complètement repensé l'architecture du logiciel et réécrit l'application.

Suite aux observations lors des tests faits devant l'ESIEE, nous avons en particulier fortement diminué le temps nécessaire pour la connexion à WiFi.

Les améliorations ont porté sur les points suivants :

- Restructuration de l'architecture du logiciel pour la rendre la plus modulaire possible.
- Amélioration de la fiabilité vis à vis des mauvaises manipulations éventuelles de l'utilisateur et vis à vis des extensions ou modifications de logiciel.
- Ajout de nouvelles fonctionnalités en particulier en ce qui concerne l'interface homme machine (IHM).

CLASSIFICATION CONSORTIUM CLEARANCE LEVEL	FORMAT SIZE	NUMÉRO DOCUMENT / DOCUMENT NUMBER	PAGE
CONFIDENTIEL CONFIDENTIAL	A4	ESIEE/DRD/070922_RAMPE2_RapportFinal	24

4.2.1 Règles de développement pour la nouvelle version du logiciel

Une particularité du développement logiciel au sein d'un environnement académique (en l'occurrence ici l'ESIEE) est la participation de plusieurs étudiants à l'écriture du code, étudiants ayant des niveaux d'expérience et de compréhension de la programmation très divers. La tâche de coordination et de supervision pour les pilotes du projet est donc délicate et doit s'appuyer sur des règles de développement robustes. Les règles suivantes sont particulièrement importantes.

4.2.1.1 Faible couplage entre les modules logiciels

Une modification d'une partie du logiciel (module) ne doit pas avoir d'effets (si possible) sur les autres parties.

Cette règle est de la plus haute importance dans ce contexte de développement académique. Elle permet en effet de partager et de distribuer les tâches entre les divers programmeurs étudiants ou enseignants sans qu'il soit nécessaire pour chacun de ces différents acteurs de connaître en détail le travail des autres.

4.2.1.2 Définition précise des interfaces des différents modules logiciels

Les modules doivent coexister sans connaître les détails de chacun d'eux mais en s'appuyant sur une définition précise de leurs interfaces.

Cette définition précise des interfaces permet de plus de remplacer un module par un autre de même fonctionnalité : par exemple remplacer une interface réseau correspondant à une technologie radio WiFi par une interface réseau de technologie Bluetooth.

4.2.1.3 Une tâche par module

Chaque module doit être en charge d'une fonction précise pour que la conception reste simple et facile à comprendre.

4.2.1.4 Gérer la complexité en décomposant en éléments plus simples

Pour faciliter la conception et la compréhension du code, les objets complexes sont décomposés en objets plus simples correspondant chacun à un module.

4.2.1.5 Favoriser la robustesse et la simplicité à l'optimisation

Ne pas chercher à optimiser trop tôt le logiciel.

Une optimisation du logiciel trop précoce dans la phase de développement conduit souvent à un code difficile à comprendre, à maintenir et à réutiliser par un nouveau développeur. Le projet étant encore dans une phase de recherche, l'accent est mis sur la robustesse et la facilité à faire évoluer le code plutôt que sur les performances en terme de vitesse d'exécution ou d'occupation mémoire.

4.2.1.6 Documentation

Fournir une documentation de qualité est indispensable comme pour tout projet informatique, mais de façon encore plus critique quand le nombre de développeurs est important et la qualification des développeurs très variable. Nous avons choisi entre autres d'utiliser l'outil « doxygen » en appui de cette tâche de documentation.

CLASSIFICATION CONSORTIUM CLEARANCE LEVEL	FORMAT SIZE	NUMÉRO DOCUMENT / DOCUMENT NUMBER	PAGE
CONFIDENTIEL CONFIDENTIAL	A4	ESIEE/DRD/070922_RAMPE2_RapportFinal	25

4.3 Les principaux modules de l'application RAMPE sur PDA

L'application RAMPE a été décomposée en un petit nombre de modules indépendants qui coopèrent, à savoir :

- L'interface homme machine
- L'analyseur XML
- La synthèse de parole (TTS)
- Le contrôleur réseau.

La figure 4 décrit les relations et communications entre ces différents modules.

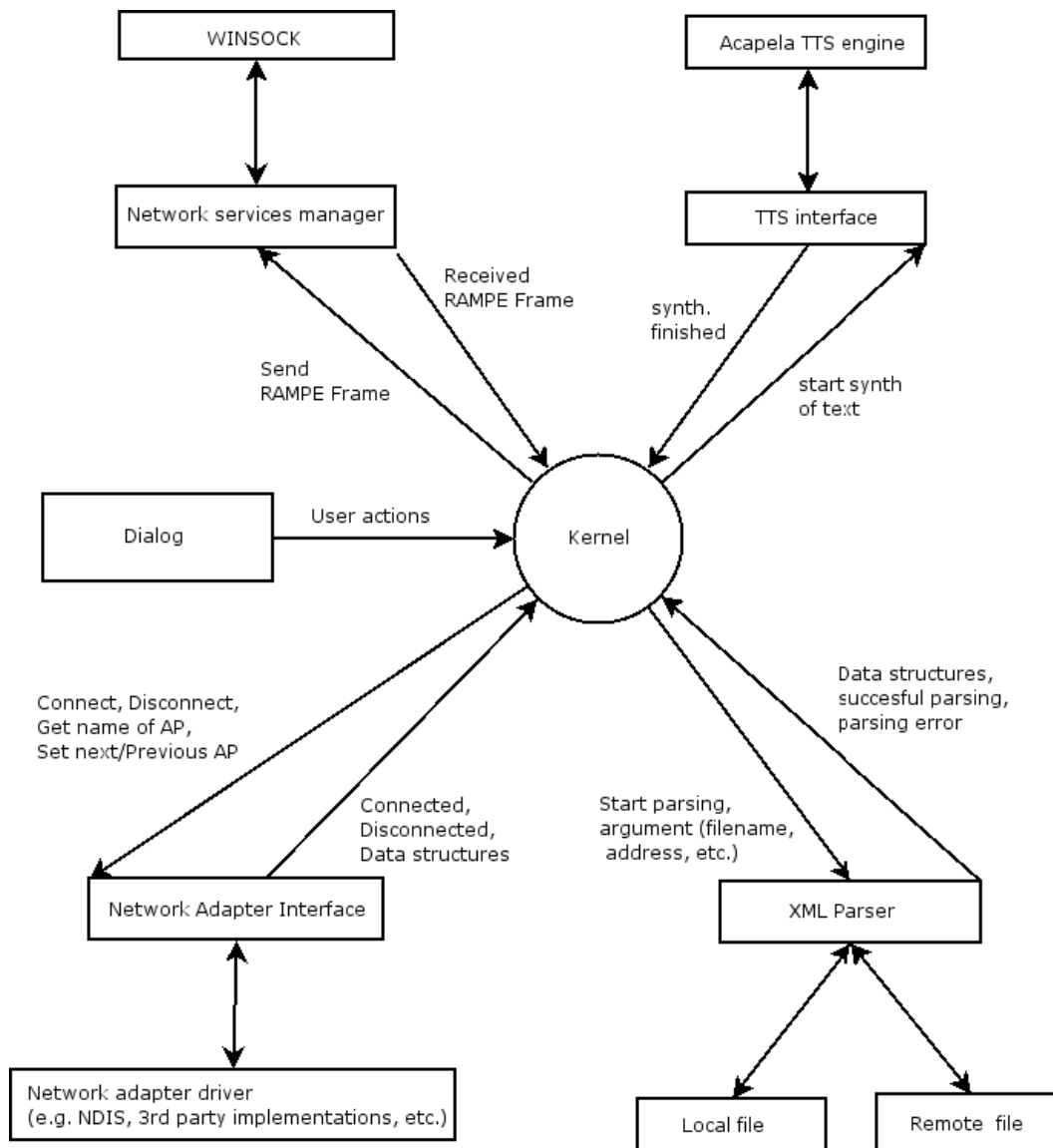


Figure 4 : bloc digramme de l'application RAMPE

CLASSIFICATION CONSORTIUM CLEARANCE LEVEL	FORMAT SIZE	NUMÉRO DOCUMENT / DOCUMENT NUMBER	PAGE
CONFIDENTIEL CONFIDENTIAL	A4	ESIEE/DRD/070922_RAMPE2_RapportFinal	26

4.3.1 Interface homme machine

L'application RAMPE est destinée aux personnes aveugles. Aussi l'utilisation d'une interface utilisateur graphique (GUI) n'a t-elle pas de sens. RAMPE s'appuie cependant sur un dialogue GUI qui affiche des informations de test destinées à la mise au point de l'application et qui capture les événements clavier (touches enfoncées) et à les mouvements sur l'écran tactile. Les spécifications et l'ergonomie de cette interface ont été mises au point lors de la phase 1 [1] du projet.

4.3.1.1 Sorties de l'interface

Un des objectifs de RAMPE est de s'appuyer sur des matériels les plus génériques possibles (PDA du commerce entre autres). Les sorties audio sont largement disponibles sur les PDA et constituent donc un bon moyen de de présenter l'information à une personne aveugle.

Pour le moment, les sorties audio sont utilisées de deux façons dans RAMPE :

- L'utilisation de sons courts (bips, jingles) pour présenter à l'utilisateur des événements généraux qui n'ont pas besoin de paramètres particuliers (retour sonore lors de l'appui sur une touche, découverte de l'existence d'une borne à proximité, etc)
- Synthèse de parole pour apporter une information précise et détaillée (noms des arrêts, numéros des lignes, horaires, messages de perturbation etc).

4.3.1.2 Entrées de l'interface

L'application RAMPE s'exécutant sur un PDA du commerce sans interface spécifique destinée aux aveugles, les entrées disponibles pour les commandes de l'utilisateur sont les touches de fonction, l'écran du PDA et éventuellement les entrées audio. Compte tenu du niveau sonore élevé en environnement urbain et de la puissance de calcul nécessaire aux logiciels de reconnaissance vocale, nous avons décidé de ne pas utiliser les entrées audio.

Les actions prises en compte dans l'application sont :

- le balayage de l'écran avec le pouce pour monter ou descendre le volume sonore de la sortie audio,
- l'utilisation des touches de fonction (les boutons) du PDA selon l'analyse ergonomique effectuée dans la phase 1 du projet. Le fonctionnement de ces touches dépend de l'état dans lequel se trouve l'application au moment où les touches sont utilisées. De plus les touches proches sont regroupées d'un point de vue fonctionnel.

La figure 5 représente l'utilisation des touches du PDA.

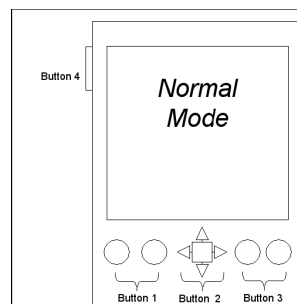


Figure5 : Utilisation des touches du PDA

CLASSIFICATION CONSORTIUM CLEARANCE LEVEL	FORMAT SIZE	NUMÉRO DOCUMENT / DOCUMENT NUMBER	PAGE
CONFIDENTIEL CONFIDENTIAL	A4	ESIEE/DRD/070922_RAMPE2_RapportFinal	27

4.3.2 Contrôle de l'application – modélisation par machine d'états

Les applications orientées IHM s'appuient généralement sur une fenêtre de dialogue graphique. L'utilisation d'une fenêtre avec ses différents composants (menu, boutons, listes etc) permet au développeur de contrôler toutes sortes d'applications.

Mais cette technique ne peut s'appliquer pour une IHM destinée à un utilisateur aveugle. Aussi la conception du contrôle de l'application a-t-elle mis en œuvre une approche totalement différente. La méthode utilisée repose la modélisation de l'application RAMPE à l'aide d'une machine d'états finie (FSM). Cette machine d'états réagit aux actions de l'utilisateur (appui des touches de fonction par exemple) et aux événements internes de l'application (messages issus des sous-systèmes). Et selon l'état dans lequel se trouve la machine d'états, elle répond en effectuant l'action adéquate.

Cette machine d'états peut être schématisée par des phases fonctionnelles différentes correspondant à des objectifs différents et à des actions possibles différentes. Ces phases ont en enchaînement chronologique logique mais il est toujours possible de retourner d'une phase à la phase précédente. Ces phases sont les suivantes :

Surveillance et détection de la présence de points d'arrêts : dans cette phase, l'interface fournit une information sur l'existence d'arrêts (bornes) à proximité (c'est-à-dire à portée de liaison WiFi). Puis, à la demande de l'utilisateur, une liste détaillée de ces points d'arrêt peut être fournie.

Sélection d'un arrêt : l'utilisateur choisit l'arrêt qui l'intéresse et la liaison WiFi entre le PDA et la borne s'établit.

Guidage-déplacement vers un point d'arrêt sélectionné : L'utilisateur a choisi un arrêt et l'application s'est connectée à cet arrêt (connexion au sens réseau). L'utilisateur peut faire carillonner la borne située à l'arrêt vers lequel il veut se déplacer. Il obtient ainsi une information acoustique de localisation de l'arrêt. L'utilisateur peut rester à ce stade de l'application et recevoir les éventuels messages urgents envoyés par la borne (arrivée d'un bus, perturbations).

Consultation des données disponibles pour un point d'arrêt : la phase suivante possible est celle de la consultation des données disponibles à l'arrêt. Cette phase s'effectue généralement lorsque l'utilisateur est arrivé à l'arrêt et qu'il attend un bus. Dans cette phase de consultation, l'application peut fournir des informations structurelles sur l'arrêt (celles qui sont généralement affichées sur les panneaux) comme les numéros de lignes, les horaires, les arrêts sur une ligne. La navigation dans ces informations est découpée en plusieurs niveaux modélisés par différents états. La consultation est interrompue par l'arrivée des éventuels messages urgents envoyés par la borne. Elle reprend après l'acquiescement des messages urgents par l'utilisateur.

Toutes les phases sont constituées de plusieurs états. Les plus importants de ces états sont décrits ci-dessous.

La figure 6 représente ces différentes phases de l'application RAMPE. Dans cette figure et les suivantes, on a utilisé les abréviations suivantes correspondant à des expressions en anglais.

CLASSIFICATION CONSORTIUM CLEARANCE LEVEL	FORMAT SIZE	NUMÉRO DOCUMENT / DOCUMENT NUMBER	PAGE
CONFIDENTIEL CONFIDENTIAL	A4	ESIEE/DRD/070922_RAMPE2_RapportFinal	28

- ACK : Acknowledge (acquiescement).
- LC : long click (clic long).
- NS : New station (nouvelle station, c'est-à-dire nouvelle borne).
- ZS : Zero station (pas de station).
- AP : Access point (point d'accès WiFi).

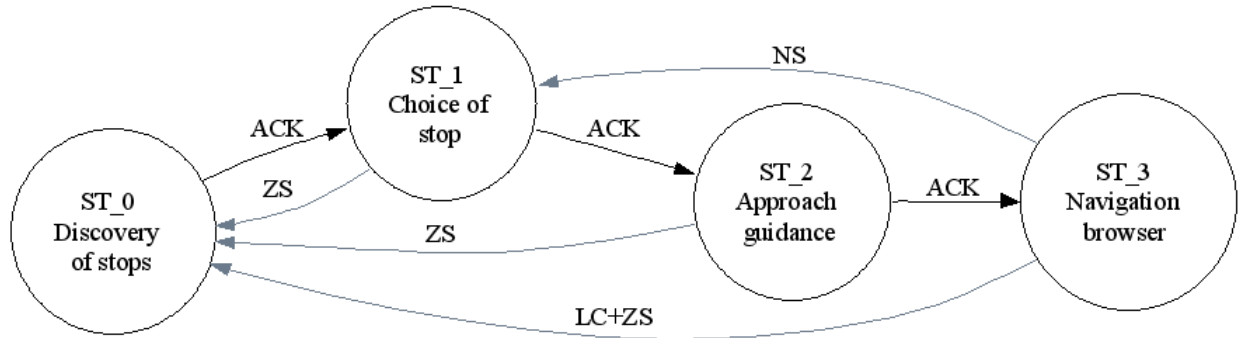


Figure 6 : les différentes phases de l'application RAMPE

4.3.2.1 Surveillance et détection de la présence de points d'arrêts

C'est l'état initial de RAMPE. L'utilisateur est informé de la présence éventuelle d'un ou de plusieurs arrêts à proximité par l'émission d'un bip « simple » dans le cas d'un arrêt unique ou par l'émission d'un bip « composé » dans le cas d'arrêts multiples. D'un point de vue machine d'états, on distingue 3 états : pas d'arrêt, un arrêt, plusieurs arrêts.

Si l'utilisateur le souhaite, il peut en appuyant sur une touche du PDA, progresser dans l'application qui passe alors dans l'état suivant.

La figure 7 décrit ce comportement.

4.3.2.2 Sélection d'un arrêt

Après la découverte de l'existence d'arrêts à proximité, à la demande de l'utilisateur, une liste détaillée de ces points d'arrêt peut être fournie. La synthèse vocale va alors énoncer en boucle le nom et la direction principale des arrêts. Le nombre de fois où ces messages sont répétés est spécifié dans un fichier de configuration qui sera présenté plus loin. Ensuite soit l'utilisateur sélectionne l'un des arrêts en pressant une touche du PDA pendant l'énonciation de l'arrêt concerné soit l'application retourne à l'état précédent.

La figure 8 décrit cette phase de sélection d'un arrêt.

CLASSIFICATION CONSORTIUM CLEARANCE LEVEL	FORMAT SIZE	NUMÉRO DOCUMENT / DOCUMENT NUMBER	PAGE
CONFIDENTIEL CONFIDENTIAL	A4	ESIEE/DRD/070922_RAMPE2_RapportFinal	29

4.3.2.3 Guidage-déplacement vers un arrêt

Si la connexion à l'arrêt sélectionné s'est effectuée avec succès, l'application passe dans la phase de guidage pendant laquelle l'utilisateur fait sonner la borne pour se guider vers elle. Il peut répéter cette action un certain nombre de fois. Le nombre maximal de répétitions est fixé dans le fichier de configuration (décrit plus loin) de l'application. Il peut ensuite attendre l'arrivée d'éventuels messages diffusés par la borne pour prévenir de perturbations ou d'événements comme l'arrivée d'un bus.

La figure 9 détaille cette phase.

4.3.2.4 Consultation des données disponibles pour un point d'arrêt

Si l'utilisateur le souhaite, il peut en pressant une touche du PDA recevoir des informations détaillées sur l'arrêt sélectionné. L'information est présentée selon différents niveaux : d'abord les numéros de lignes, les directions et les temps d'attente respectifs pour ces lignes, puis pour la ligne choisie les principaux arrêts sur la ligne (on a appelé squelette l'ensemble de ces arrêts principaux), puis tous les arrêts sur la ligne à partir de l'arrêt choisi.

À chaque étape, l'utilisateur peut sélectionner un item pour obtenir plus d'information, attendre la fin de l'énonciation (répétée un nombre de fois précisé dans le fichier de configuration) ou bien interrompre le processus et retourner à l'étape précédente.

Les diagrammes des figures 10 et 11 décrivent ce processus.

CLASSIFICATION CONSORTIUM CLEARANCE LEVEL	FORMAT SIZE	NUMÉRO DOCUMENT / DOCUMENT NUMBER	PAGE
CONFIDENTIEL CONFIDENTIAL	A4	ESIEE/DRD/070922_RAMPE2_RapportFinal	30

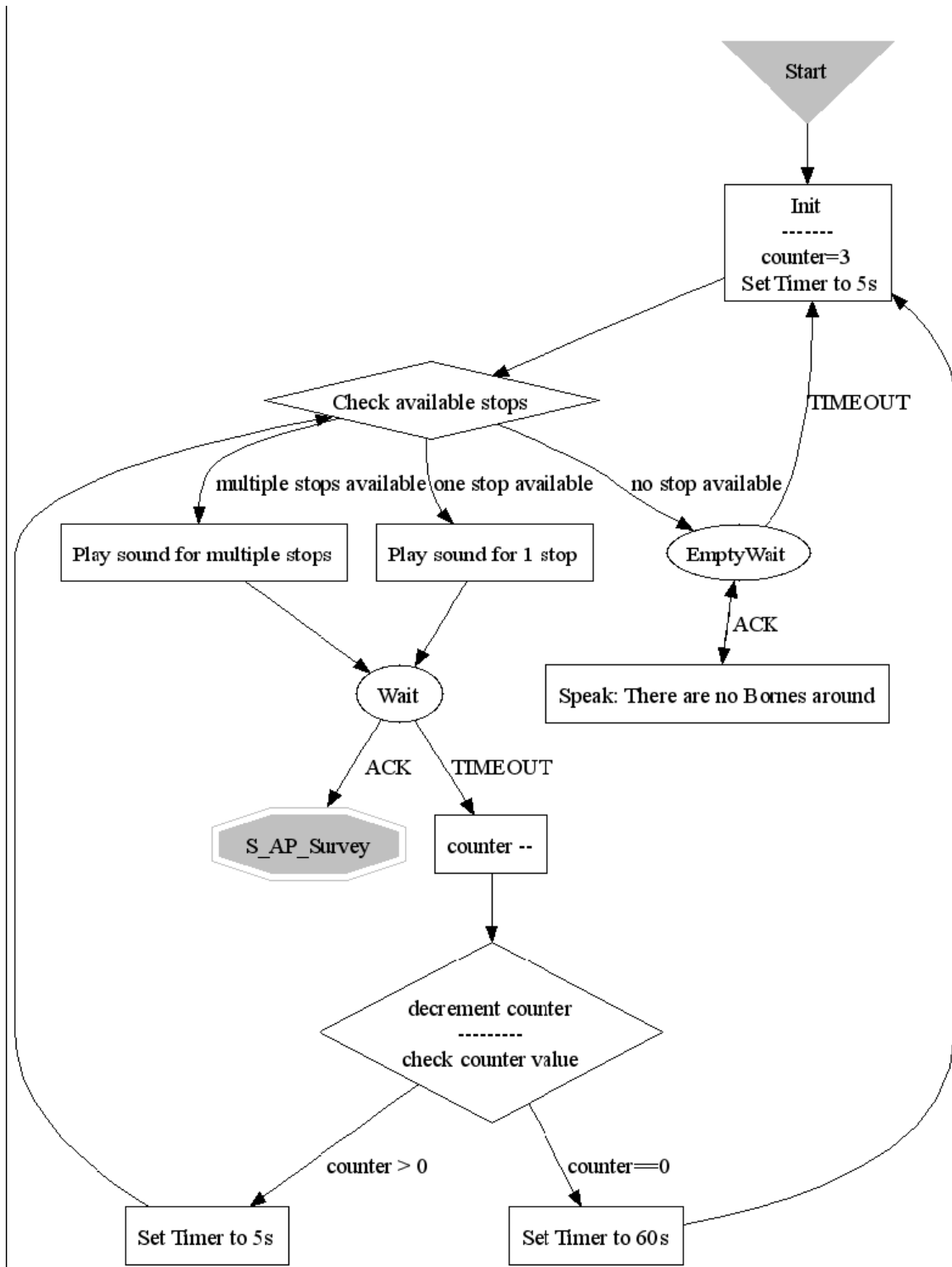


Figure 7 : Phase de surveillance et de détection de la présence d'arrêts

CLASSIFICATION CONSORTIUM CLEARANCE LEVEL	FORMAT SIZE	NUMÉRO DOCUMENT / DOCUMENT NUMBER	PAGE
CONFIDENTIEL CONFIDENTIAL	A4	ESIEE/DRD/070922_RAMPE2_RapportFinal	31

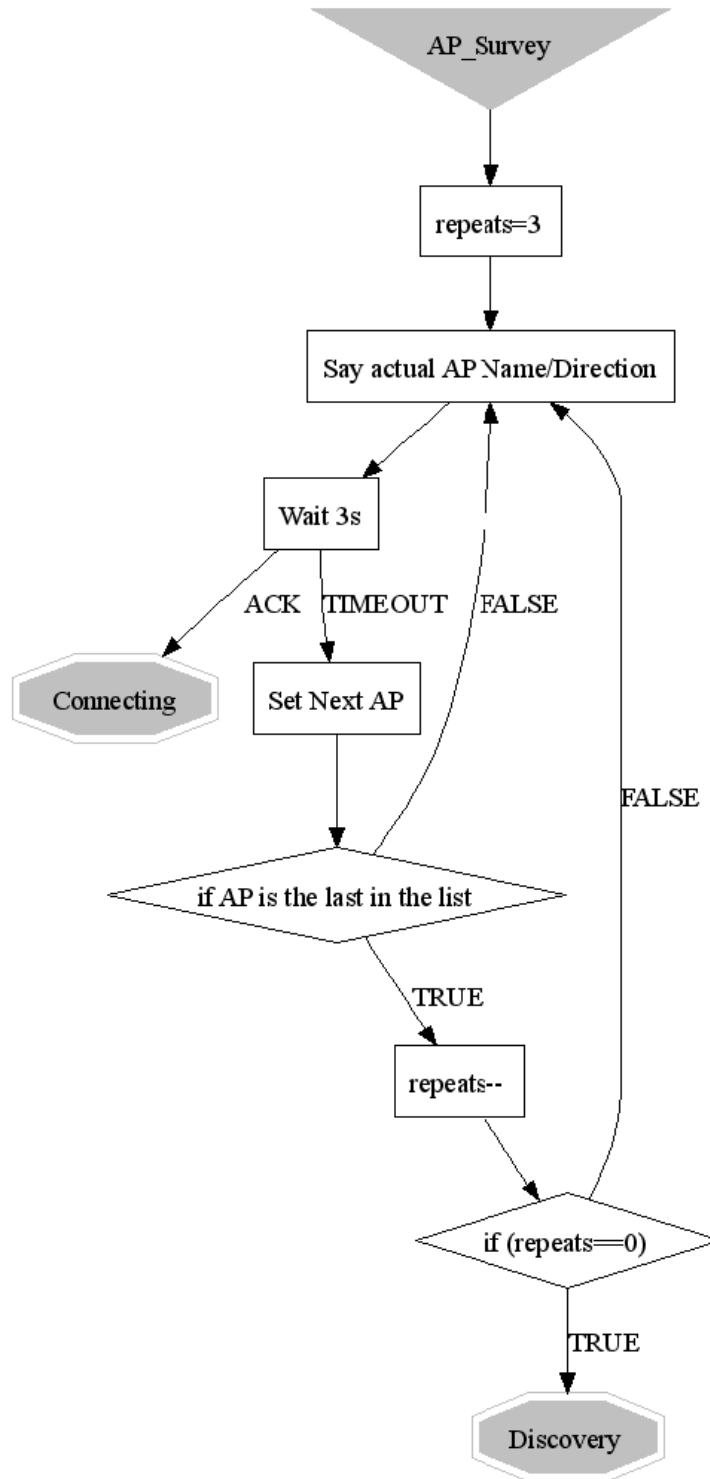


Figure 8 : Phase de sélection d'un arrêt

CLASSIFICATION CONSORTIUM CLEARANCE LEVEL	FORMAT SIZE	NUMÉRO DOCUMENT / DOCUMENT NUMBER	PAGE
CONFIDENTIEL CONFIDENTIAL	A4	ESIEE/DRD/070922_RAMPE2_RapportFinal	32

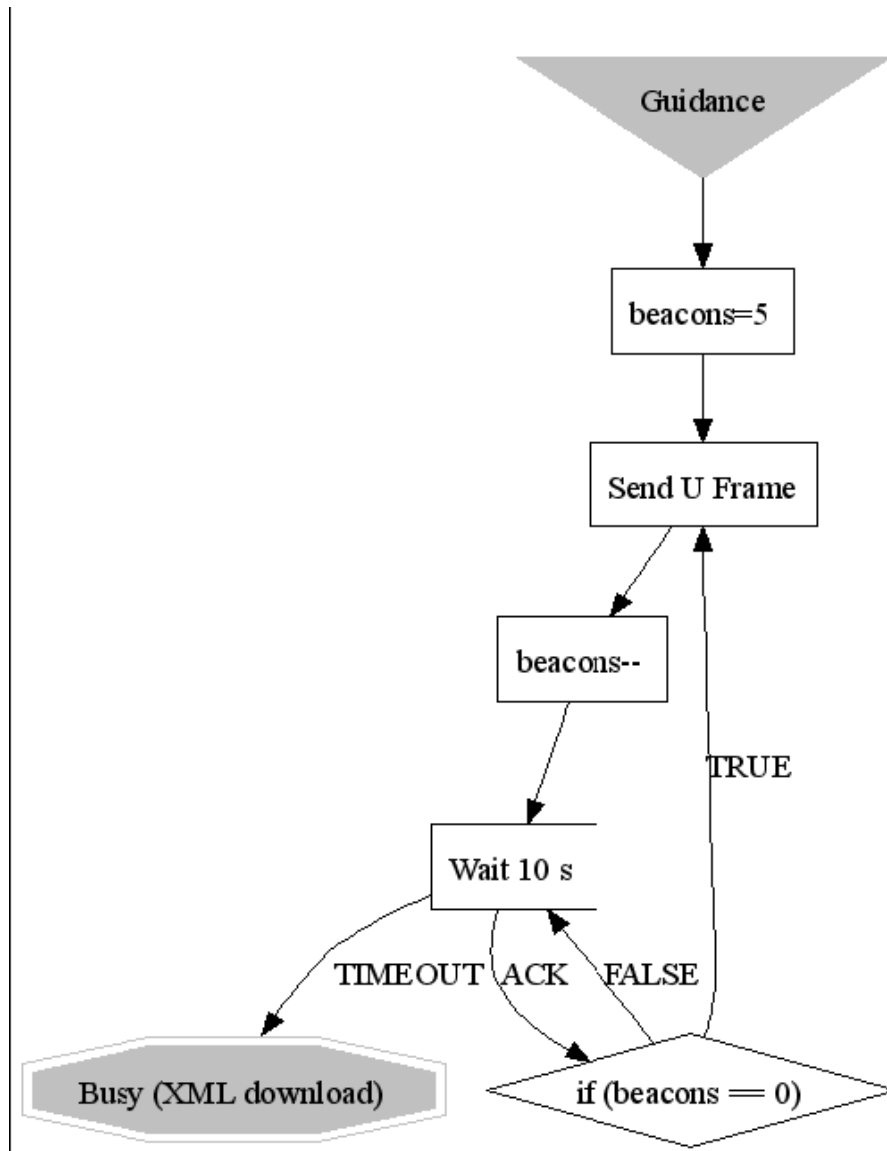


Figure 9: phase de guidage

CLASSIFICATION CONSORTIUM CLEARANCE LEVEL	FORMAT SIZE	NUMÉRO DOCUMENT / DOCUMENT NUMBER	PAGE
CONFIDENTIEL CONFIDENTIAL	A4	ESIEE/DRD/070922_RAMPE2_RapportFinal	33

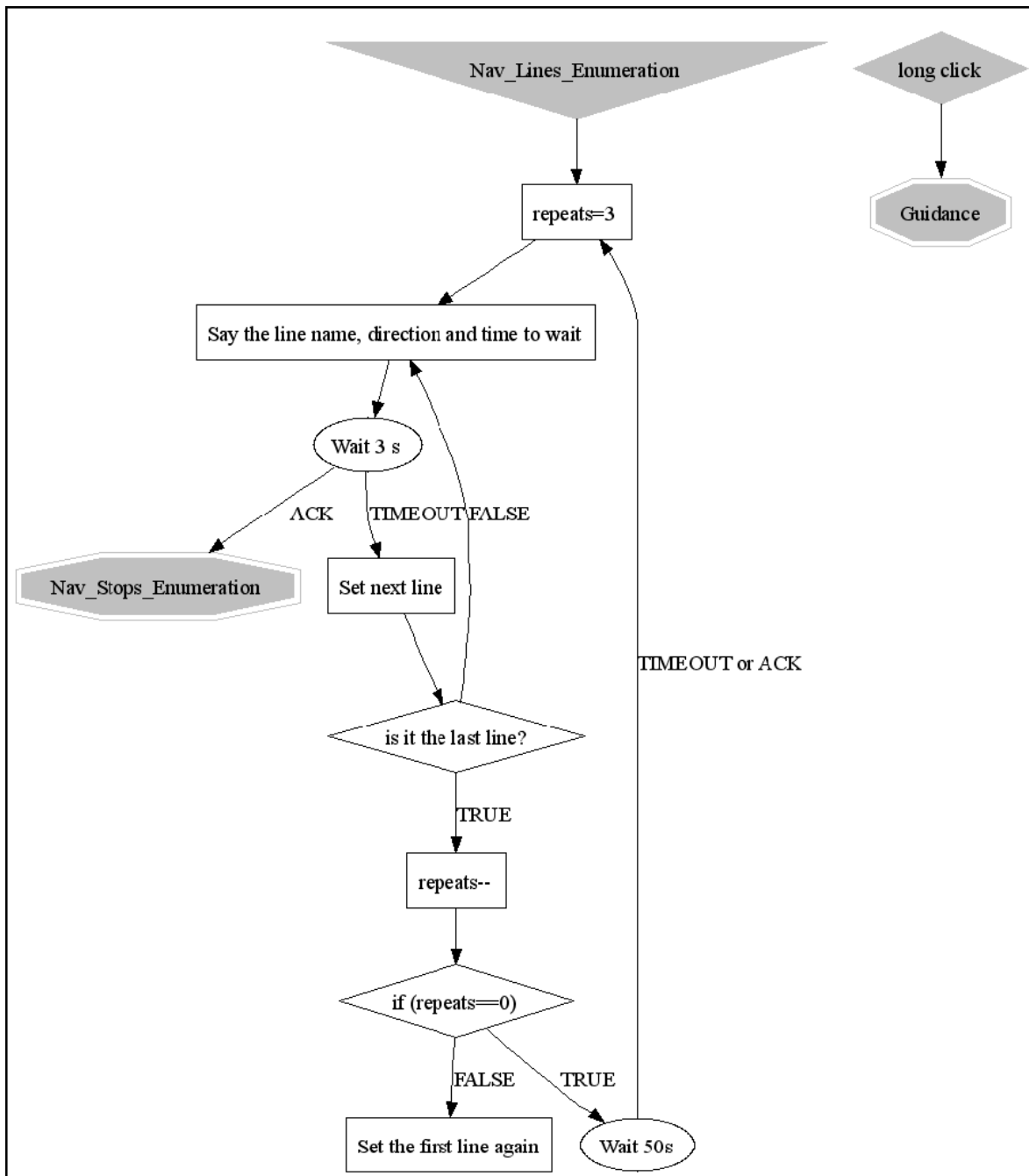


Figure 10 : Consultation des informations disponibles à l'arrêt : les lignes

CLASSIFICATION CONSORTIUM CLEARANCE LEVEL	FORMAT SIZE	NUMÉRO DOCUMENT / DOCUMENT NUMBER	PAGE
CONFIDENTIEL CONFIDENTIAL	A4	ESIEE/DRD/070922_RAMPE2_RapportFinal	34

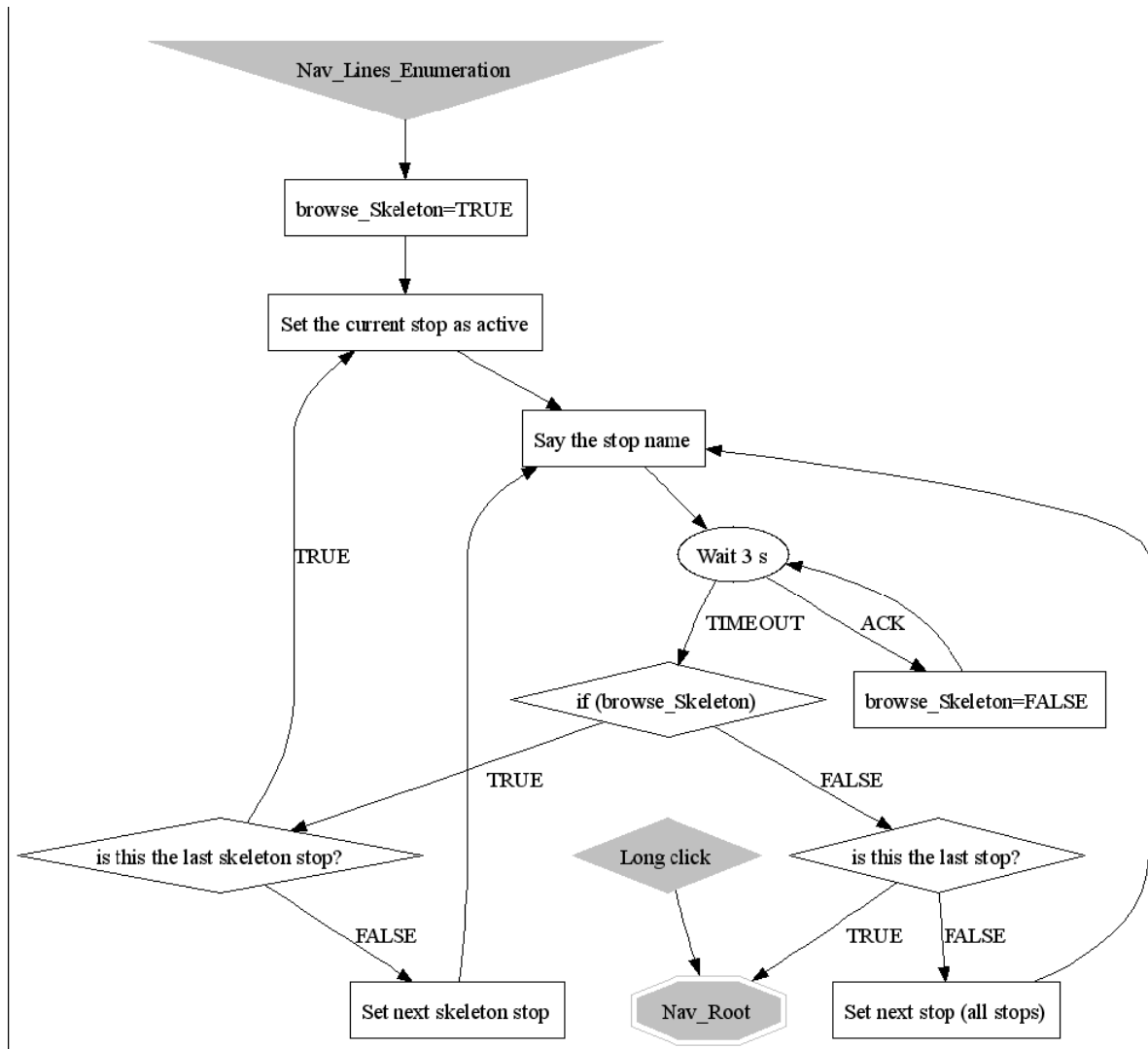


Figure 11 : Consultation des informations disponibles à l'arrêt : les arrêts

4.3.3 Analyse XML

La plupart des informations dans RAMPE sont structurées à l'aide du langage XML. L'application RAMPE utilise trois types de fichiers de données :

- Le fichier envoyé par la borne et contenant les informations sur l'arrêt. Le nom de ce fichier est **rampe.xml**.
- Le fichier de configuration de l'application. Le nom de ce fichier est **config.xml**. Tous les paramètres qui affectent le comportement de l'application et qui peuvent être modifiés sont stockés dans ce fichier. Ce fichier de configuration permet de modifier facilement les différents paramètres (durée des différentes temporisations, les nombres de répétitions possibles etc.) lors de la mise au point de l'expérimentation sans avoir à recompiler l'application.

CLASSIFICATION CONSORTIUM CLEARANCE LEVEL	FORMAT SIZE	NUMÉRO DOCUMENT / DOCUMENT NUMBER	PAGE
CONFIDENTIEL CONFIDENTIAL	A4	ESIEE/DRD/070922_RAMPE2_RapportFinal	35

- Le fichier appelé fichier de langage qui contient l'ensemble des messages destinés à la synthèse vocale. L'application lit et analyse ce fichier ce qui permet une grande souplesse pour le changement des messages sans avoir à recompiler l'application. En particulier, bien que pour le moment, RAMPE soit francophone, on peut imaginer d'étendre l'application à d'autres langues. Ce fichier est appelé **lang-XX.xml** (où XX est le nom de la langue utilisée).

Pour le moment, l'analyse syntaxique xml est effectuée à l'aide du logiciel « MS XML parser » en mode DOM. Comme le développement direct avec « MS xml parser » est difficile pour un utilisateur novice il existe un mécanisme d'encapsulation qui prend en charge les questions de gestion de la mémoire, d'initialisation, de chargement des données et qui fournit à l'utilisateur les fonctions nécessaires pour le parcours et l'analyse de l'arbre xml. L'analyse de chaque fichier devient alors un travail mécanique et simple.

4.3.4 Synthèse de parole

Par souci de qualité de la voix de synthèse, nous avons choisi d'utiliser un logiciel commercial de synthèse de parole fourni par la société Acapela (société créée par la fusion d'Elan Speech, Infovox et Babel technologies). La parole synthétique est de très bonne qualité. Le défaut de cette approche est que l'utilisation de ce logiciel est soumise à licence à la différence du reste de l'application RAMPE. Le remplacement de ce logiciel par un logiciel de synthèse libre et de bonne qualité serait intéressant.

De façon à respecter les règles de développement logiciel énoncées précédemment, nous avons construit un module de synthèse vocale par encapsulation des API d'Acapela. Même si le logiciel d'Acapela dispose d'interfaces bien conçues, cette approche nous permettra dans le futur de changer simplement de logiciel de synthèse si nécessaire.

4.3.5 Contrôleur réseau (bas niveau)

Les aspects réseau sont essentiels dans l'application RAMPE.

Pour le moment, il n'y a qu'un seul type de technologie réseau utilisé par RAMPE, à savoir WiFi. Mais dans le futur, on envisage d'utiliser d'autres technologies réseau comme Bluetooth. Aussi le développement logiciel réseau doit-il être le plus évolutif possible.

L'interface d'un adaptateur général (appelée ici CnetworkAdapter) est concentrée en une classe unique. Cette classe fournit une interface (mais seulement une interface, et ceci à travers ses membres virtuels) pour toutes les fonctions qui pourraient être nécessaires.

Certaines de ses fonctions membres sont purement virtuelles, puisque leurs appels sont considérés comme nécessaires pour chaque adaptateur réseau (par exemple activation, désactivation, connexion ...) alors que d'autres peuvent être optionnelles ou réalisables seulement par certains dispositifs matériels (par exemple une liste des hôtes disponibles a une signification pour WiFi et Bluetooth mais pas pour Ethernet ou une liaison USB).

CLASSIFICATION CONSORTIUM CLEARANCE LEVEL	FORMAT SIZE	NUMÉRO DOCUMENT / DOCUMENT NUMBER	PAGE
CONFIDENTIEL CONFIDENTIAL	A4	ESIEE/DRD/070922_RAMPE2_RapportFinal	36

4.3.6 Contrôleur des services réseau (haut niveau)

L'application RAMPE sur PDA a besoin d'échanger des données avec les bornes en plus du fichier rampe.xml.

Pour le moment, cette communication s'appuie sur un protocole créé à cet effet au-dessus de TCP/UDP. Il utilise un simple encodage ASCII pour transférer des structures de données appelées trames. Les trames sont de 3 types :

- **Trames U** (U comme Utilisateur) : connexions TCP du PDA vers la borne pour faire sonner la borne lors de la phase de guidage.
- **Trames V** (V comme Véhicules) datagramme UDP, diffusé de la borne vers les PDA. Il transporte un message urgent (arrivée d'un bus par exemple).
- **Trames R** (R comme Rafraîchissement) datagramme UDP diffusé de la borne vers les PDA pour informer ses clients que le fichier de données rampe.xml dans la borne a été modifié.

L'implémentation logicielle correspondante est faite à 2 endroits :

- la classe CrampePacket qui crée et analyse la structure des trames,
- la classe CrampeSocket qui encapsule au dessus de WINSOCK socket.

Comme les connections sont entrantes et sortantes, RAMPE doit pouvoir se comporter comme un serveur ou comme un client. Aussi le gestionnaire de services réseau a-t-il été créé de façon à permettre à l'application de gérer ses connexions et à procurer un haut niveau d'abstraction.

4.4 Fonctionnalités support : parallélisme – fonctionnement multi-tâches

Dans ce type d'applications, il est nécessaire que plusieurs processus (on dira threads par la suite) puissent s'exécuter en parallèle ou au moins donner l'impression d'une exécution parallèle. Il faut, par exemple, maintenir à une valeur raisonnablement faible les temps d'attente nécessaires à la prise en compte des actions de l'utilisateur.

Lors du développement des aspects multi-tâches de l'application RAMPE, la plus grande difficulté rencontrée est venue des MFC. En effet, il y a 2 types de threads dans les MFC, appelés respectivement thread « worker » et thread « UI ». Le thread « worker » est supposé être déclenché pour une action consommatrice de temps puis revenir de façon presque similaire à une fonction ordinaire (simplement exécutée en tâche de fond). Le thread « UI » est supposé passer la plupart de son temps à attendre une action de l'utilisateur transmise au thread comme un message et à réagir à cette action.

Malheureusement, ces 2 types de threads nécessitent d'être appelés à partir de fonctions globales ou statiques. De plus, les threads « UI » demandent une définition des messages codée dans le logiciel. Ces limitations gênent l'utilisation de ces mécanismes dans une hiérarchie de classes.

CLASSIFICATION CONSORTIUM CLEARANCE LEVEL	FORMAT SIZE	NUMÉRO DOCUMENT / DOCUMENT NUMBER	PAGE
CONFIDENTIEL CONFIDENTIAL	A4	ESIEE/DRD/070922_RAMPE2_RapportFinal	37

Nous avons travaillé à développer un environnement parallèle robuste tout en conservant un code simple, c'est-à-dire aussi proche que possible d'un style de programmation non-parallèle. La solution développée a consisté à encapsuler les appels MFC à l'intérieur de classes (créées dynamiquement) pour permettre leur insertion dans la hiérarchie de classes. Cette approche a permis de d'autres améliorations dans le système de messages en particulier en permettant d'utiliser n'importe quel type de messages pour les threads. Les 2 types de threads originaux ont été conservés tout en leur ajoutant certaines caractéristiques.

- Le “**Cthread**” remplace le thread “UI”. Il est capable d'envoyer et de recevoir des messages (de type défini par l'utilisateur) et assure qu'à l'intérieur de la classe héritée le message sera traité séquentiellement – permettant ainsi au développeur d'écrire un code linéaire classique sans avoir à se soucier de son exécution parallèle.
- Le “**CworkerThread**” remplace le thread “worker”. Il peut être utilisé de la même façon que l'original (avec seulement l'obligation de l'hériter comme une classe plutôt que de l'appeler comme une fonction) en écrasant la fonction virtuelle Execute().

Pour éviter d'avoir à coder dans le logiciel les définitions des messages, nous avons créé un mécanisme de remplacement. La conception de toutes les classes pour le traitement parallèle (multi-threading) s'appuie sur des modèles (templates) permettant au développeur d'envoyer un message de type quelconque (qui a la sémantique d'une valeur et peut être ajusté dans un container STL). L'ensemble du mécanisme est raisonnablement simple (environ 500 lignes de code), facile à comprendre et utiliser.

Les 2 classes Cthread et CworkerThread ont été conçues comme des classes modèles (template).

- **Le thread CThread** est une classe template avec un paramètre représentant le type de message accepté par le thread. Il fournit principalement une fonction purement virtuelle OnMessage(CMyMessageMsg). Cette fonction doit être définie par l'utilisateur et représente l'action effectuée après la réception du message. Les messages sont envoyés grâce à la fonction SendMessage(CMyMessageMsg), qui est appelée au moment de l'exécution du thread appelant (la raison de ce comportement est la possibilité d'envoyer les messages dans une file d'attente si le thread appelé est occupé).
- **Le thread CWorker** est une simplification de la fonction ci-dessus. Il n'accepte aucun message. Il fournit une fonction qui doit être réécrite : Execute(). Cette fonction travaille comme une boucle principale de thread. Elle fournit optionnellement la fonction Done(), qui peut être appelée après la fin du travail du thread pour envoyer un message indiquant le résultat de l'opération.

Pour choisir de quelle classe hériter, une règle empirique simple est la suivante :

- Si on considère une partie de code assez longue (typiquement encapsulation d'une fonctionnalité complète comme le réseau, la synthèse vocale) qui a besoin d'interagir avec

CLASSIFICATION CONSORTIUM CLEARANCE LEVEL	FORMAT SIZE	NUMÉRO DOCUMENT / DOCUMENT NUMBER	PAGE
CONFIDENTIEL CONFIDENTIAL	A4	ESIEE/DRD/070922_RAMPE2_RapportFinal	38

l'utilisateur ou d'autres parties de l'application, on doit l'encapsuler dans une classe qui (parmi d'autres) hérite de la classe Cthread.

- Si on a considère seulement une action consommatrice de temps qui ne nécessite pas d'interactions, mais qui ne doit pas bloquer le thread principal (par exemple téléchargement du fichier rampe.xml venant de la borne et analyse syntaxique du fichier), l'utilisation du thread Cworker est recommandée.

Pour partager des variables entre threads, on peut utiliser la classe CSerializer. On accède alors à chaque variable partagée par l'intermédiaire des méthodes Get et Set. La protection de l'accès (utilisant des mutex) est alors réalisée par le modèle lui-même.

La figure 12 illustre le diagramme de classe correspondant.

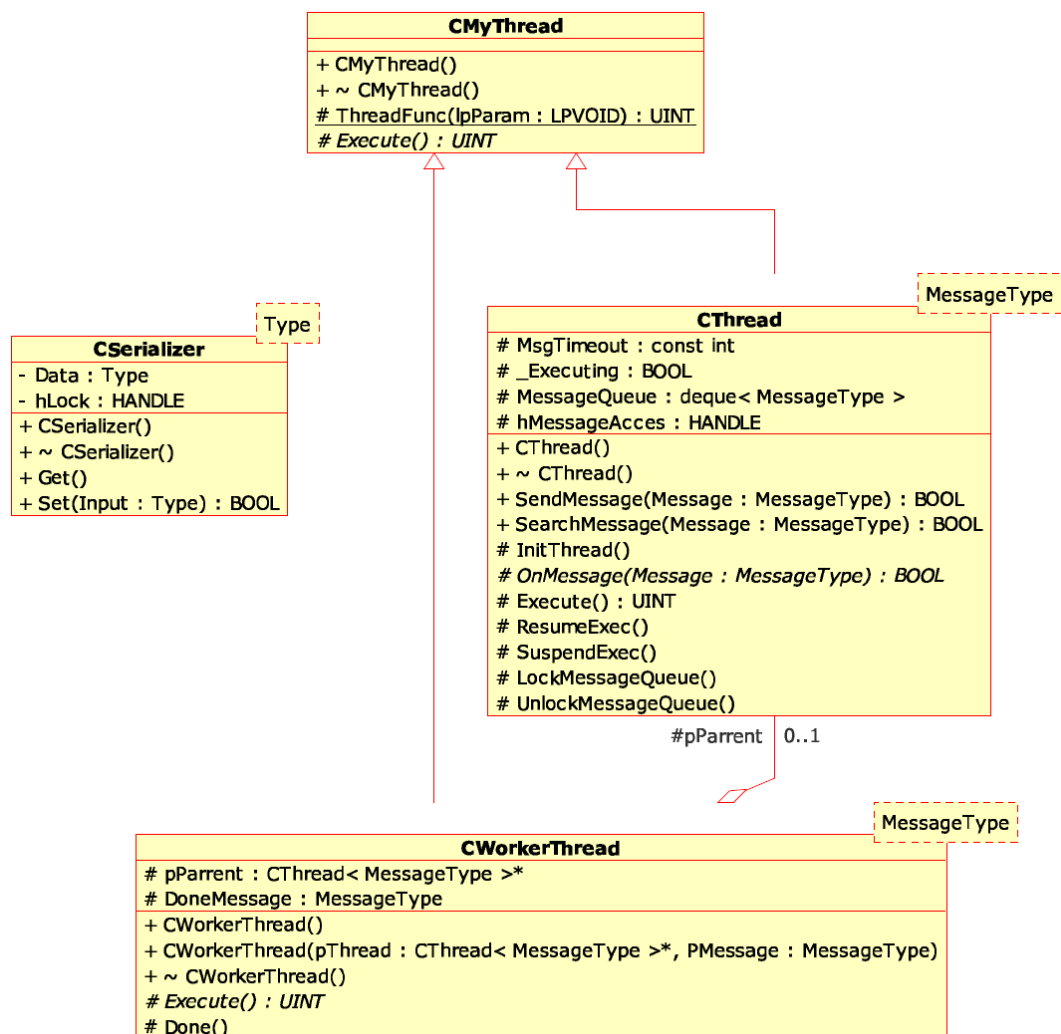


Figure 12 : Structures pour le traitement parallèle - Diagramme de classe

CLASSIFICATION CONSORTIUM CLEARANCE LEVEL	FORMAT SIZE	NUMÉRO DOCUMENT / DOCUMENT NUMBER	PAGE
CONFIDENTIEL CONFIDENTIAL	A4	ESIEE/DRD/070922_RAMPE2_RapportFinal	39

4.5 Distribution des données dans le projet

Les données provenant des différents fichiers xml doivent être distribuées dans l'application. Cette distribution peut se faire de manière classique, par exemple en utilisant des variables globales. Cette approche a l'avantage d'être simple mais elle a les inconvénients suivants :

- **Introduction d'un couplage entre les modules** : en présence d'un nombre élevé de variables, l'utilisation de ces variables dans les différents modules devient délicate. En effet, les modules peuvent alors dépendre de variables définies dans d'autres modules, ce qui introduit un niveau de couplage entre les modules.
- **Inexactitude des constantes** : Comme dans certains endroits du code, par exemple lors de l'analyse syntaxique des fichiers xml, toutes les données doivent être accessibles en écriture, il est tentant pour un programmeur peu expérimenté de conserver ces données accessibles en écriture dans l'ensemble du code et éventuellement d'autoriser leur modification. Le programmeur doit alors faire très attention à l'utilisation correcte des données.
- **Nécessité de conventions fortes pour la désignation des noms de variables** : Si ces conventions ne sont pas établies de façon précises et respectées scrupuleusement dans tout le code, la lecture du code peut devenir difficile.

Pour ces différentes raisons, nous avons choisi d'utiliser une autre solution que celle des variables globales.

4.5.1 Structures de données

Les données partagées, quel que soit leur type et leur origine (fichier rampe.xml, fichier de configuration ou de langage) vérifient les caractéristiques suivantes :

- À l'exception des variables isolées, on peut les structurer sous la forme d'un arbre.
- La plupart des accès se feront en lecture. Bien que l'écriture soit parfois nécessaire elle sera beaucoup moins fréquente.
- Elles auront toujours (ou on pourra leur donner) une sémantique de valeur.

Nous nous sommes attachés à deux aspects du problème :

- Créer une structure pour le stockage des données
- Créer un niveau d'abstraction pour protéger les données.

On comprend facilement qu'une structure idéale pour stocker ce type de données serait soit un type structuré soit un type container STL en cas de nécessité de comportement dynamique.

CLASSIFICATION CONSORTIUM CLEARANCE LEVEL	FORMAT SIZE	NUMÉRO DOCUMENT / DOCUMENT NUMBER	PAGE
CONFIDENTIEL CONFIDENTIAL	A4	ESIEE/DRD/070922_RAMPE2_RapportFinal	40

Quelle que soit la structure de stockage des données, le mécanisme de protection peut être le même.

Une classe générale d'encapsulation a été créée. Elle contient les données accessibles en écriture. Par souci de protection, le mécanisme de constantes C++ (mot clé « const ») a été choisi. En donnant à l'utilisateur un accès par défaut retournant des constantes, on évite une modification accidentelle de la valeur des données tout en conservant la possibilité d'accéder en écriture aux données mais en forçant l'utilisateur à le demander explicitement..

4.6 Journal d'événements

Pour un projet de recherche soumis à de nombreuses évolutions, il est important de disposer de journaux d'événements qui présentent les différents événements au fur et à mesure de leur apparition de façon à aider le développeur à comprendre ce qui se passe au cours de l'exécution de l'application et ainsi d'identifier d'éventuels dysfonctionnements.

Deux moyens sont utilisables dans le PDA pour fournir ce service de journal d'événements : soit l'affichage à l'écran, soit l'écriture dans un fichier journal. On peut associer un niveau de priorité (ou un type) aux appels à enregistrement d'un texte dans le journal d'événements de façon à éventuellement diminuer la quantité d'information affichée. Les besoins de supervision sont en effet différents selon qu'on est en phase de mise au point de l'application ou en phase de test et d'évaluation avec des sujets aveugles. De plus, comme chaque niveau de priorité est identifié à l'aide d'un préfixe, ce système facilite la lisibilité du journal d'événements.

4.7 Exemple de fichiers xml utilisés dans RAMPE

4.7.1 Exemple de fichier de configuration

On donne ici un exemple de fichier de configuration avec les différents paramètres qui peuvent être modifiés pour changer le comportement de l'application.

```
<?xml version=""1.0"" standalone=""no""?>
<RAMPEConfig Lang=""Francais""Version=""1.0"">
<Global>
<IPAQVersion>2410</IPAQVersion>
<AckOnRight Value=""TRUE""/>
</Global>
<Languages DefaultLang=""FR"">
<FR Path=""\\RAMPE\\Lang-FR.xml""/>
</Languages>
<Network>
<HTTPTimeout>3000</HTTPTimeout>
<WEPKey UseWEP=""TRUE"">
CC74B5BE2BD30A533385339335
</WEPKey>
<RampeSSID Prefix=""RAMPE"" Separator=""/""
```

CLASSIFICATION CONSORTIUM CLEARANCE LEVEL	FORMAT SIZE	NUMÉRO DOCUMENT / DOCUMENT NUMBER	PAGE
CONFIDENTIEL CONFIDENTIAL	A4	ESIEE/DRD/070922_RAMPE2_RapportFinal	41

```

MinSignal=""-10"" MaxSignal=""-90""/>
<BSSIDList MaxReferences=""5"" UpdateInterval=""5""
MinReferences=""1""/>
<HTTPServer Hostname=""192.168.0.169""
Path=""/rampe.xml"" Port=""80""/>
<TCPServer IP=""192.168.0.168""/>
</Network>
<FSM>
<S_Discovery WatchdogTimeout=""5"" PauseTimeout=""60""/>
<S_AP_Survey ShortWait=""2"" AssociationTimeout=""30""
Repetitions=""3""/>
<S_Navigation EnumerationWait=""3"" StandartWait=""3""/>
<S_Guidance Beacons=""5"" BeaconTimeout=""10"">
<!--The ""beacon timeout"" attribute is not timeout for
the state as whole, yet only a period of time, that
each beacon gives to the user (is not added - only
the last one counts) -->
</S_Guidance>
</FSM>
</RAMPEConfig>

```

4.7.2 Exemple de fichier de langage

On donne ici un exemple de fichier de langage contenant les différents messages à synthétiser par la synthèse vocale.

```

<RampeLang Version=""1.0"" Name=""FR"">
<Errors>
<No_Bornes_Available>
Pas de Bornes disponible!
</No_Bornes_Available>
<No_Bornes_Available>
Pas d'arrêt disponible!
</No_Bornes_Available>
<No_Bornes_Available>
Il n'y a pas d'arrêt ici!
</No_Bornes_Available>
<No_Bornes_Available>
Aucun arrêt en vue!
</No_Bornes_Available>
<Connection_Retry>
l'arrêt ne repond pas, je r'eesseye
</Connection_Retry>
<Connection_Retry>
l'arrêt ne r'epond pas, patientez
</Connection_Retry>
<Error_Back_To_Discovery>
Je recommence.
</Error_Back_To_Discovery>

```

CLASSIFICATION CONSORTIUM CLEARANCE LEVEL	FORMAT SIZE	NUMÉRO DOCUMENT / DOCUMENT NUMBER	PAGE
CONFIDENTIEL CONFIDENTIAL	A4	ESIEE/DRD/070922_RAMPE2_RapportFinal	42

```

<Error_Getting_XML>
les informations de l'arret sont d'effectueus
</Error_Getting_XML>
<Error_Getting_XML>
les informations de l'arret sont inutilisables
</Error_Getting_XML>
<Error_Getting_XML>
l'arret ne me donne pas d'informations.
</Error_Getting_XML>
41
<Error_No_Bus_Going_Today>
Fin de service
</Error_No_Bus_Going_Today>
</Errors>
<Messages>
<Stop_Direction_2s>
Arret %s. vers, %s
</Stop_Direction_2s>
<Wellcome_at_Rampe>
Bienvenue a RAMPE
</Wellcome_at_Rampe>
<Wellcome_at_Rampe>
Bienvenue
</Wellcome_at_Rampe>
<Goodbye>
Au revoir
</Goodbye>
<XML_OK>
les informations de l'arret sont disponibles.
</XML_OK>
<Skeleton_List_Done>
Liste des arrêts principaux.
</Skeleton_List_Done>
<All_Stops_List_Done>.
C'est tout.
</All_Stops_List_Done>
<All_Stops_Prefix_1s>
%s
</All_Stops_Prefix_1s>
<Skeleton_Prefix_1s>
%s
42
</Skeleton_Prefix_1s>
<Stop_Name_Street_2s>
%s, %s.
</Stop_Name_Street_2s>
<Line_Direction_2s>
ligne %s, vers %s

```

CLASSIFICATION CONSORTIUM <i>CLEARANCE LEVEL</i>	FORMAT <i>SIZE</i>	NUMÉRO DOCUMENT / <i>DOCUMENT NUMBER</i>	PAGE
CONFIDENTIEL <i>CONFIDENTIAL</i>	A4	ESIEE/DRD/070922_RAMPE2_RapportFinal	43


```

</Line_Direction_2s>
<Going_To_Discovery>
je recommence.
</Going_To_Discovery>
<Going_In_Time_1d>
<!-- message, that is appended behind the
line number/direction. States in how many
minutes (%d parameter) the line goes -->
dans %d minutes
</Going_In_Time_1d>
<All_Stops_List_Starting>
Je commence tout les arrêts.
</All_Stops_List_Starting>
<Skeleton_List_Starting>
Je commence skeleton.
</Skeleton_List_Starting>
</Messages>
<StateNames>
<Discovery>D'écouverte des arrêts</Discovery>
<Discovery>Recherche des bornes</Discovery>
<Guidance>Navigation vers borne</Guidance>
<AP_Survey>D'écouverte des arrêts.</AP_Survey>
<Nav_Root>Navigation</Nav_Root>
<Nav_Lines>Navigation</Nav_Lines>
<Nav_Stops>Navigation</Nav_Stops>
<Silent_Mode>Silencio</Silent_Mode>
<State_Message_1s1d>
Vous etes a %s et vous avez %d bornes disponible.
</State_Message_1s1d>
</StateNames>
</RampeLang>
    
```

CLASSIFICATION CONSORTIUM CLEARANCE LEVEL	FORMAT SIZE	NUMÉRO DOCUMENT / DOCUMENT NUMBER	PAGE
CONFIDENTIEL CONFIDENTIAL	A4	ESIEE/DRD/070922_RAMPE2_RapportFinal	44

5. Réplication des bornes

Durant la phase d'expérimentation, nous utilisons cinq bornes de type RAMPE qui ont nécessité une réplication et une amélioration du prototype de la phase 1.

5.1 Architecture matérielle de la borne

5.1.1 Intégration de la borne sur le réseau TCL

5.1.1.1 Borne standard

Le caisson du panneau est composé :

- d'un coffret interne en acier traité, il peut s'ouvrir par la face avant,
- d'une coque d'habillage extérieur,
- d'une pièce de raccordement avec le mât (cf figure 13).

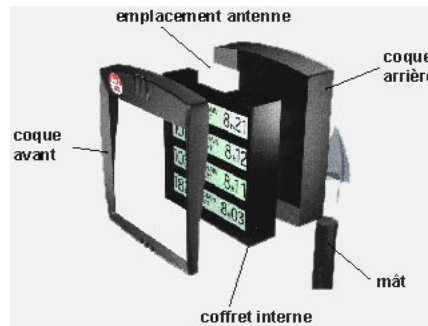


Figure 13 : Vue éclatée d'une borne HORUS

La technologie d'affichage utilisée est à base de cristaux liquides LCD avec un affichage translectif positif (caractère sombre sur fond clair) permettant un fonctionnement de jour avec un très fort contraste et de nuit avec un rétro-éclairage. Le verre LCD utilisé est un verre graphique de 24 x 144 pixels (cf figure 14). Les capacités du verre graphique de 24 x 144 pixels permettent de l'utiliser avec des formats et tailles de polices différentes, voire d'afficher de petits symboles (cf figure 15).

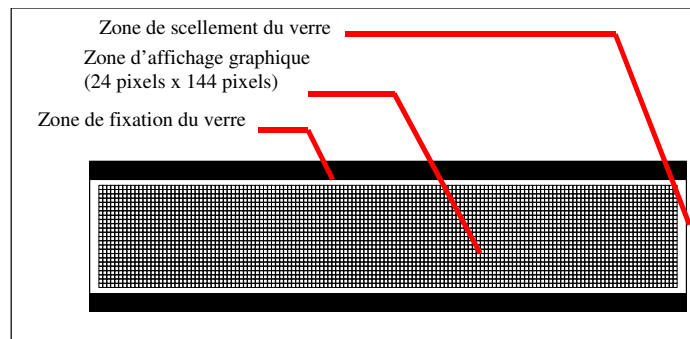
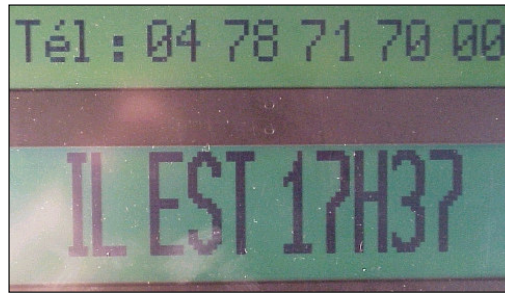


Figure 14 : Verre graphique LCD de borne HORUS

CLASSIFICATION CONSORTIUM CLEARANCE LEVEL	FORMAT SIZE	NUMÉRO DOCUMENT / DOCUMENT NUMBER	PAGE
CONFIDENTIEL CONFIDENTIAL	A4	ESIEE/DRD/070922_RAMPE2_RapportFinal	45

Police 8 x 5 avec 2 lignes d'affichage de 24 caractères par verre



Police 24 x 7 avec une ligne d'affichage de 18 caractères par verre

Figure 15 : Affichage sur verre

5.1.1.2 Borne RAMPE

La borne fabriquée et modifiée pour le projet RAMPE est une évolution du panneau d'affichage standard HORUS. Ce dernier permet l'affichage et la diffusion en temps réel d'informations de temps d'attente de véhicules reçues du Système d'Informations Voyageurs (SIV) par l'intermédiaire du réseau radio en configuration standard. Étant donné que le but de l'expérimentation n'était pas de tester le SIV, les bornes RAMPE n'étaient pas reliées au réseau radio. Les fichiers de données ont été saisis de manière théorique et transférés dans les bornes.

La borne HORUS est celle utilisée à Lyon par le réseau de transports en commun TCL.

La nature de l'expérimentation, deux semaines de mise en fonctionnement sur site, nous a imposé une constitution robuste et en harmonie avec le réseau TCL (lieu de l'expérimentation) pour concevoir une borne s'intégrant parfaitement au réseau (cf figure 16. L'architecture du réseau TCL ne devant pas être détériorée par l'implantation des bornes RAMPE, il a fallu concevoir une mécanique qui facilite l'échange des bornes durant les phases de tests. La conception mécanique générale de la borne a permis l'intégration de tous les éléments constituant l'architecture matérielle. Cette configuration permet d'une part de pouvoir proposer des bornes de la gamme HORUS avec des système d'annonce sonore mais aussi de pouvoir faire évoluer des bornes déjà installées vers ce type de montage.



Figure 16 : Borne Horus de type « RAMPE »

CLASSIFICATION CONSORTIUM CLEARANCE LEVEL	FORMAT SIZE	NUMÉRO DOCUMENT / DOCUMENT NUMBER	PAGE
CONFIDENTIEL CONFIDENTIAL	A4	ESIEE/DRD/070922_RAMPE2_RapportFinal	46

5.1.2 Intégration de l'annonce sonore

La conception de la pièce mécanique pour les annonces sonores (cf figure 17) permet de réaliser une intégration sur site de manière aisée entre la noix et le mât des panneaux existants.

Cette pièce permet donc de modifier des panneaux standards pour les faire évoluer avec une solution d'annonce sonore.

Cette configuration est très intéressante car elle laisse une place à l'évolutivité des panneaux qui peuvent accueillir cette annonce sonore même une fois déployés sur site.

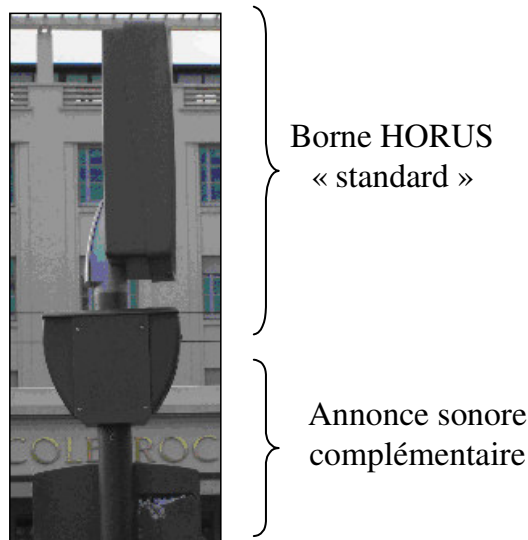


Figure 17 : Pièce mécanique supportant la partie annonces sonores

De manière à améliorer la diffusion des messages sonores émis par la borne, nous avons utilisé deux haut-parleurs afin de couvrir une surface sonore la plus importante possible.

Ce choix a été entériné suite à des essais réalisés en extérieur avec des personnes malvoyantes. L'objectif était de définir une configuration permettant d'effectuer le meilleur compromis entre rendu sonore et contraintes matérielles. La conclusion de ces tests a conduit au fait qu'il était nécessaire de prévoir au moins deux haut-parleurs pour obtenir un niveau sonore suffisant sur une surface assez importante.

La figure 18 permet de mettre en évidence le positionnement de la borne par rapport à son environnement urbain :

- affichage perpendiculaire au trottoir : facilite la visibilité pour les usagers à l'attente à l'arrêt,
- annonces sonores diffusées dans la continuité du trottoir : assure une diffusion optimale quelle que soit la provenance de la personne malvoyante sur le trottoir.

CLASSIFICATION CONSORTIUM CLEARANCE LEVEL	FORMAT SIZE	NUMÉRO DOCUMENT / DOCUMENT NUMBER	PAGE
CONFIDENTIEL CONFIDENTIAL	A4	ESIEE/DRD/070922_RAMPE2_RapportFinal	47



Figure 18 : Positionnement et orientation de la borne dans son environnement urbain

L'annonce sonore sur la borne sert à guider la personne mal voyante jusqu'à la borne. Dans ce contexte il était important d'avoir une diffusion sonore couvrant la plus grande surface possible. La solution des 2 haut-parleurs dos à dos semble appropriée même si une diffusion sur 360° avec quatre haut-parleurs serait préférable pour des sites avec des trottoirs larges ou pour un accès depuis le trottoir opposé à celui où se trouve la borne. En effet, pour ces deux cas de figure il est plus difficile d'entendre le son émis puisque la source de diffusion n'est pas orientée vers la personne malvoyante.

Le son produit par la borne est un jingle qui a été travaillé pour être particulièrement bien audible et identifiable dans un milieu ambiant perturbé. Étant à la base de la localisation de la borne pour les malvoyants, il était très important d'avoir un son bien adapté à ce type de guidage. Le son émis ne devait pas être couvert ou confondu avec des bruits usuels.

Ce système d'annonce sonore présente aussi l'avantage d'intégrer un micro d'ambiance qui détecte le bruit ambiant pour adapter le volume sonore de la sortie. Cependant, nous restons soumis aux contraintes législatives en matière de bruit sur la voie publique.

Le son émis peut ainsi varier et rester audible même dans un environnement sonore perturbé. Le bon fonctionnement de ce système a pu être mis en évidence lors de la pré-expérimentation où des relevés ont été effectués à l'aide d'un sonomètre. Les tableaux suivants montrent l'adaptabilité du niveau sonore diffusé par la borne en fonction du bruit ambiant. Le parcours de l'expérimentation a permis de tester l'adaptabilité du son en fonction de contraintes des différents sites. Cette modulation du volume sonore est rendue indispensable pour une implantation au cœur du trafic urbain.

CLASSIFICATION CONSORTIUM CLEARANCE LEVEL	FORMAT SIZE	NUMÉRO DOCUMENT / DOCUMENT NUMBER	PAGE
CONFIDENTIEL CONFIDENTIAL	A4	ESIEE/DRD/070922_RAMPE2_RapportFinal	48

Place Henry ligne 28 :

Le site de Place Henry est caractérisé par une grande avenue très roulante avec des feux. Le niveau sonore du bruit ambiant en circulation est très élevé car les véhicules se déplacent assez vite avec des démarrages aux feux juste devant les arrêts de bus.

Événement	Départ bus	Bus à l'arrêt	Pas de circulation	Circulation devant arrêt	Jingle borne sans nuisances externes	Jingle borne avec nuisances externes
Niveau sonore dB	89	77	70	76	/	91

Grange Blanche ligne 79 direction Chassieu Collège :

La place Grange Blanche est très caractéristique puisqu'il s'agit d'un pôle d'échanges (bus, métro et tramway). La circulation y est très dense avec des arrêts qui sont vraiment très proches des voies de circulation. Le niveau de bruit ambiant y est très élevé avec un flot de véhicules quasi permanent.

Événement	Départ bus	Bus à l'arrêt	Pas de circulation	Circulation devant arrêt	Jingle borne sans nuisances externes	Jingle borne avec nuisances externes
Niveau sonore dB	94	82	72	79	88	/

Grange Blanche ligne 28 direction Lauret Bonnevey :

Événement	Départ bus	Bus à l'arrêt	Pas de circulation	Circulation devant arrêt	Jingle borne sans nuisances externes	Jingle borne avec nuisances externes
Niveau sonore dB	86	74	72	78	82	/

Grange Blanche ligne 34 direction Charpennes :

Événement	Départ bus	Bus à l'arrêt	Pas de circulation	Circulation devant arrêt	Jingle borne sans nuisances externes	Jingle borne avec nuisances externes
Niveau sonore dB	88	75	70	78	77	81

A. Parré Laënnec ligne 38 direction Chassieu Collège :

L'arrêt A. Parré Laënnec se trouve dans une zone résidentielle plus calme où le trafic urbain n'est pas continu. On y retrouve logiquement les niveaux sonores de diffusion les plus faibles en particulier en l'absence de circulation.

Événement	Départ bus	Bus à l'arrêt	Pas de circulation	Circulation devant arrêt	Jingle borne sans nuisances externes	Jingle borne avec nuisances externes
Niveau sonore en dB	91	73	60	69	87	/

CLASSIFICATION CONSORTIUM CLEARANCE LEVEL	FORMAT SIZE	NUMÉRO DOCUMENT / DOCUMENT NUMBER	PAGE
CONFIDENTIEL CONFIDENTIAL	A4	ESIEE/DRD/070922_RAMPE2_RapportFinal	49

5.1.3 Électronique de la borne

Par rapport à une borne standard de type Horus, la borne version RAMPE a une électronique différente reposant sur l'architecture de la figure 19.

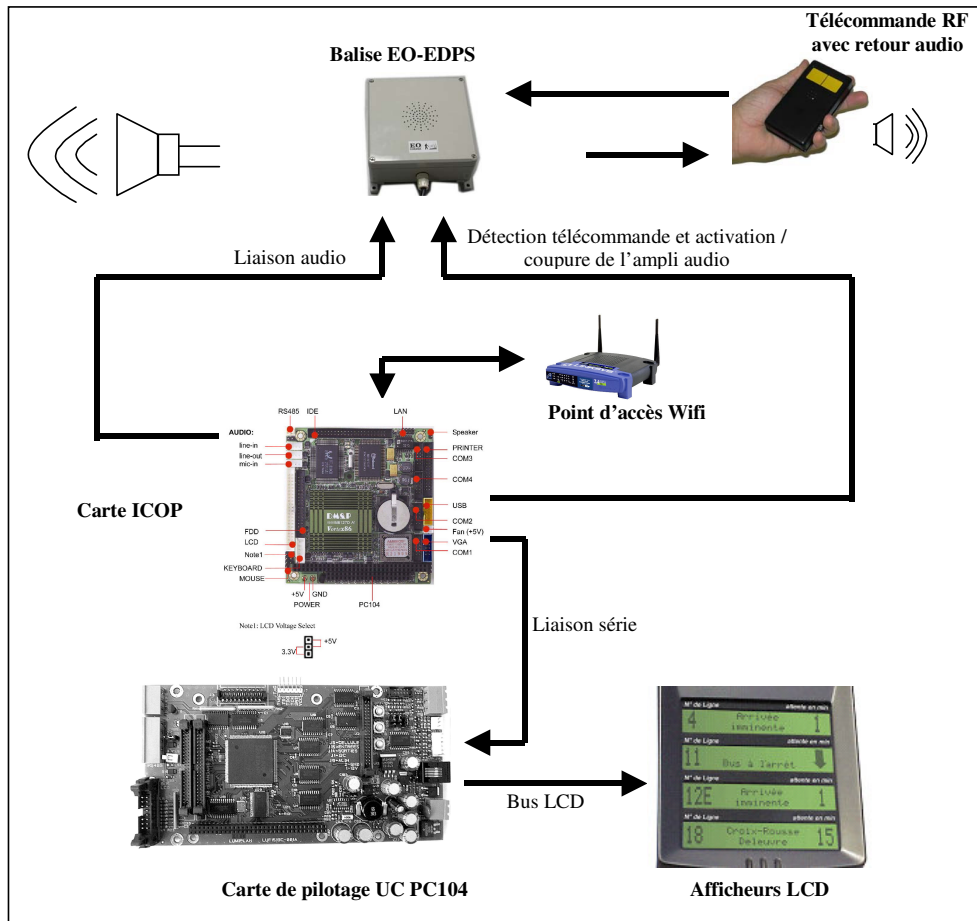


Figure 19 : Architecture matérielle de la borne RAMPE

L'intégration dans le caisson s'opère tel que le montre la photo de la figure 20.

Une carte de type PC anime la borne. Cette carte gère les données, l'affichage des horaires de passage. Elle pilote également la synthèse vocale ainsi que la carte audio pour l'amplification et l'activation des annonces sonores.

La nature des périphériques gérés par la borne ainsi que les données qui y sont stockées ont nécessité l'utilisation d'une carte de type PC plus puissante et plus évolutive qu'une carte borne à micro processeur classique en gardant des dimensions très acceptables.

A présent, nous allons détailler les caractéristiques techniques des éléments présents dans la borne RAMPE.

CLASSIFICATION CONSORTIUM CLEARANCE LEVEL	FORMAT SIZE	NUMÉRO DOCUMENT / DOCUMENT NUMBER	PAGE
CONFIDENTIEL CONFIDENTIAL	A4	ESIEE/DRD/070922_RAMPE2_RapportFinal	50

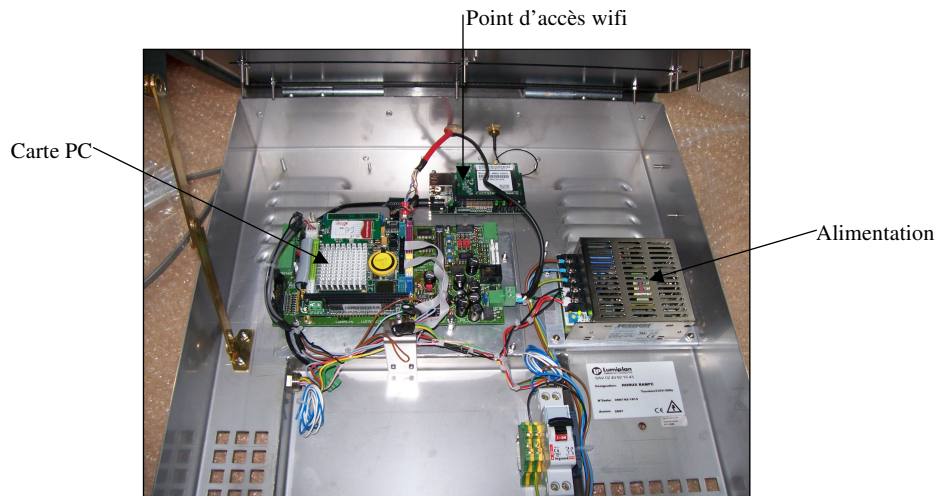


Figure 20 : Caisson interne de la borne RAMPE

5.1.3.1 La carte ICOP

La carte PC ICOP 6071 (cf figure 21) est équipée d'un processeur de type VORTEX à 200MHz avec 128 Mo de RAM. Elle comprend :

- un canal Ethernet
- 4 ports série
- un processeur audio
- une sortie VGA
- une sortie LCD
- un contrôleur pour disques IDE
- un contrôleur floppy

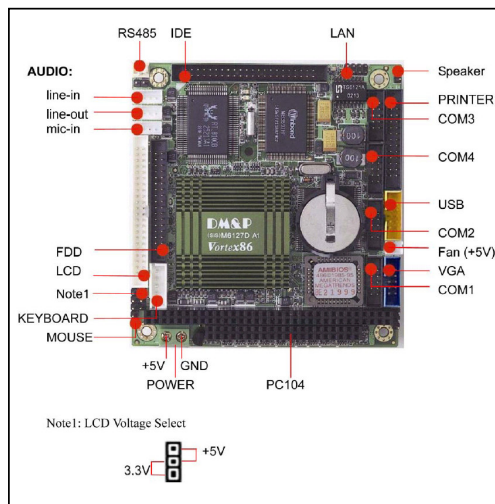


Figure 21 : la carte PC ICOP 6071

CLASSIFICATION CONSORTIUM CLEARANCE LEVEL	FORMAT SIZE	NUMÉRO DOCUMENT / DOCUMENT NUMBER	PAGE
CONFIDENTIEL CONFIDENTIAL	A4	ESIEE/DRD/070922_RAMPE2_RapportFinal	51

Elle supporte une gamme de température d'utilisation industrielle (de -20°C à 60°C) et est de taille très compacte (10 x 10cm environ). Elle s'alimente en 5V.

Pour gérer la carte, le système d'exploitation Windows CE 4.2 est utilisé. Ce système d'exploitation optimisé pour utiliser peu de ressources de la carte, permet de personnaliser les fonctionnalités de Windows à utiliser afin de réduire l'espace occupé sur le disque par Windows. Une carte mémoire Flash peut être ajoutée en lieu et place du disque dur afin de réduire l'encombrement du système et de minimiser les risques de pannes liés aux pièces mécaniques des disques durs.

5.1.3.2 La carte de pilotage UC PC104

Cette carte conçue par LUMIPLAN comporte un FPGA. Le fonctionnement de la logique programmable de ce composant est décrit en langage VHDL. Elle permet d'afficher sur les verres du panneau HORUS un affichage généré par la carte ICOP. L'affichage est une recopie vidéo de la sortie LCD de la carte ICOP vers les verres LCD. La recopie est gérée de manière indépendante par le FPGA Elle réalise également toutes les interfaces entre les entrées-sorties matérielles et la carte PC via le bus PC104.

5.1.3.3 Le routeur Wifi

Le point d'accès Wifi Linksys WRT54G (cf figure 22) a été intégré à la borne pour lui adjoindre la possibilité de récupération ou d'envoi de données par Wifi. Il est compatible 802.11g, soit une vitesse théorique de 54Mbps/s variant suivant la distance de connexion et les obstacles pouvant se trouver entre l'émetteur et le récepteur.

Il comporte un service serveur DHCP qui est utilisé pour accepter les connexions entrantes des PDA avec attribution d'adresse IP automatique. Il est paramétré pour qu'une fois le PDA connecté au routeur, le routeur soit "transparent" pour que le PDA puisse initialiser les dialogues TCP directement avec la carte ICOP.

Rappel : Pour identifier facilement les points d'accès Wifi du projet RAMPE, les routeurs sont configurés pour avoir un SSID de la forme : RAMPEstation/direction.

Exemple : RAMPEpart-dieu/sud, RAMPEpart-dieu/nord

Ce système permet de différencier les points d'accès Wifi présents sur un pôle d'échange et ainsi de faciliter l'identification des arrêts.



Figure 22 : routeur Wifi Linksys

CLASSIFICATION CONSORTIUM CLEARANCE LEVEL	FORMAT SIZE	NUMÉRO DOCUMENT / DOCUMENT NUMBER	PAGE
CONFIDENTIEL CONFIDENTIAL	A4	ESIEE/DRD/070922_RAMPE2_RapportFinal	52

5.1.3.4 La balise EO-EDPS

Pour rendre la borne RAMPE compatible avec les télécommandes de déclenchement de feux pour aveugles, nous avons choisi d'intégrer le matériel d'une société spécialisée dans ces systèmes, la société EO-EDPS.

Cette balise dispose :

- d'un récepteur radio sensible aux fréquences normalisées des télécommandes déjà existantes
- d'un amplificateur audio avec un haut-parleur étanche de 5W
- d'un micro permettant de capter le niveau du bruit ambiant
- d'un émetteur radio audio pour renvoyer le signal audio vers les télécommandes qui disposent d'un récepteur radio audio et d'un haut-parleur interne ainsi qu'une prise jack pour brancher éventuellement un casque.

La commande de la balise par la carte PC s'effectue par liaison série. Par cette liaison, il est possible de demander l'état de la balise (Détection appui sur télécommande, défauts...). Les différentes sorties audio sont activables indépendamment. On peut sélectionner uniquement le retour dans la télécommande, ou activer également les haut-parleurs du module d'annonce sonore. Si les haut-parleurs externes sont activés, le retour dans la télécommande est automatiquement activé.

La balise possède également une entrée audio par laquelle est transmis le son de la carte PC avant d'être amplifié et transmis éventuellement à la télécommande.

La balise est configurée pour jouer en permanence à un niveau supérieur de 10dB au niveau sonore ambiant, avec un minimum de 55dB (niveau d'une conversation).

5.1.4 Télécommande de déclenchement EO-EDPS

L'un des deux dispositifs de déclenchement des annonces sonores repose sur une télécommande identique à celle utilisée pour les déclenchements de feux de circulation (cf figure 23).

Elle est composée :

- De deux boutons, le bouton de droite permettant d'actionner la balise, et le bouton de gauche de couper le haut-parleur intégré,
- D'un récepteur audio RF, permettant de recevoir les informations émises par la balise,
- D'un haut parleur, celui-ci restitue le message sonore envoyé par la balise.



Figure 23 : La télécommande EO-EDPS

CLASSIFICATION CONSORTIUM CLEARANCE LEVEL	FORMAT SIZE	NUMÉRO DOCUMENT / DOCUMENT NUMBER	PAGE
CONFIDENTIEL CONFIDENTIAL	A4	ESIEE/DRD/070922_RAMPE2_RapportFinal	53

5.1.5 Architecture logicielle de la borne

5.1.5.1 Schéma explicatif

Le schéma de la figure 24 permet de comprendre les fonctions imbriquées servant à faire fonctionner l'application RAMPE.

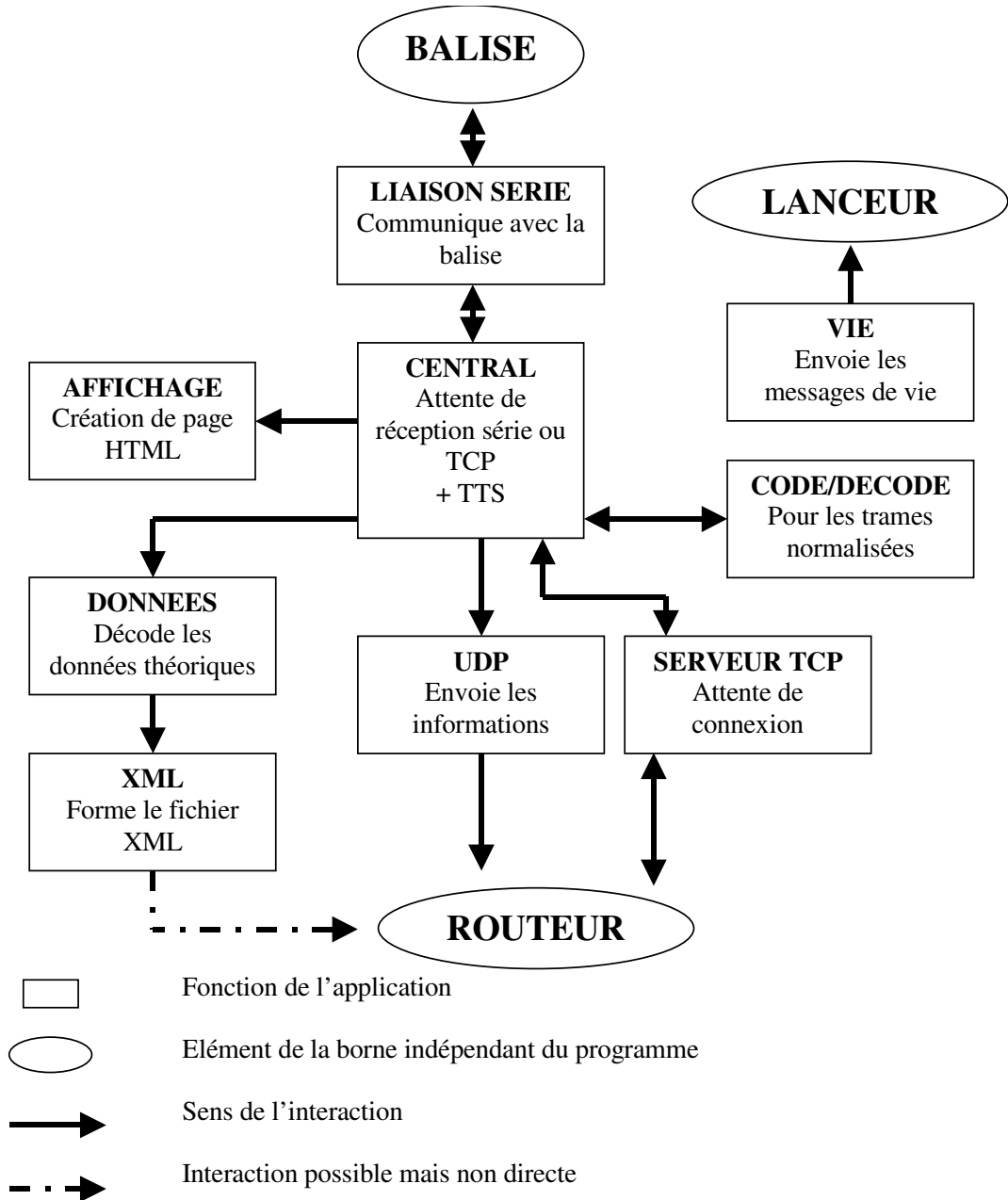


Figure 24 : Schéma explicatif de l'application RAMPE

CLASSIFICATION CONSORTIUM CLEARANCE LEVEL	FORMAT SIZE	NUMÉRO DOCUMENT / DOCUMENT NUMBER	PAGE
CONFIDENTIEL CONFIDENTIAL	A4	ESIEE/DRD/070922_RAMPE2_RapportFinal	54

5.1.5.2 Logiciel de synthèse vocale (TTS : Text To Speech)

Dans le cadre du projet RAMPE, la personne aveugle peut obtenir des informations vocales en temps réel via son PDA ou via la borne par la télécommande.

La borne effectue la synthèse vocale pour les messages vocaux transmis à la télécommande, alors que pour les messages transmis par le PDA le logiciel de synthèse vocale est dans le PDA.

Après une étude des différents logiciels existants, celui de la société Acapella (anciennement Elan Speech) s'est avéré être le meilleur pour l'application. Il donne un résultat naturel et offre le choix de la langue et de la voix de synthèse (féminine ou masculine par exemple).

5.1.6 Simulateur de SIV sur PDA

5.1.6.1 Principe

Tous les tests partent du principe que les bornes RAMPE vont réagir comme si elles étaient connectées sur un SIV réel. Ceci suppose en particulier qu'elles réagissent aux événements réels du réseau de bus. Ces événements sont, en particulier :

- L'annonce des temps d'attente pour les prochains bus,
- l'arrivée réelle d'un bus à l'arrêt où l'aveugle attend,
- l'annonce d'une perturbation sur le réseau qui empêche le bus d'arriver ou annonce des problèmes de circulation amenant à la déviation d'une ligne.

Étant donné qu'il a été décidé de ne pas réaliser le logiciel complet de la borne permettant de dialoguer avec le serveur car ce dialogue est complexe et propre à chaque ville, l'expérimentation a été effectuée en mode de simulation de réseau : les bornes sont installées en mode autonome, sans connexion au réseau, donc sans transmission de données. Seuls les horaires théoriques sont chargés dans les bornes, ce qui leur permet de cycler sur les annonces de temps d'attente classiques.

Pour simuler les événements réels du réseau afin de tester l'intérêt de tel ou tel dispositif, nous avons développé des logiciels de simulation du serveur SIV. Ces logiciels permettent, grâce à une interface utilisateur, d'envoyer à la borne des messages de perturbations, de retard, d'arrivée de bus comme le ferait le vrai serveur.

La première version de ce logiciel tourne sur PC portable, il permet de saisir les événements et d'espionner les réponses de la borne et du PDA RAMPE.

La figure 25 illustre l'interface de dialogue de l'application simulateur de SIV PC.

CLASSIFICATION CONSORTIUM CLEARANCE LEVEL	FORMAT SIZE	NUMÉRO DOCUMENT / DOCUMENT NUMBER	PAGE
CONFIDENTIEL CONFIDENTIAL	A4	ESIEE/DRD/070922_RAMPE2_RapportFinal	55

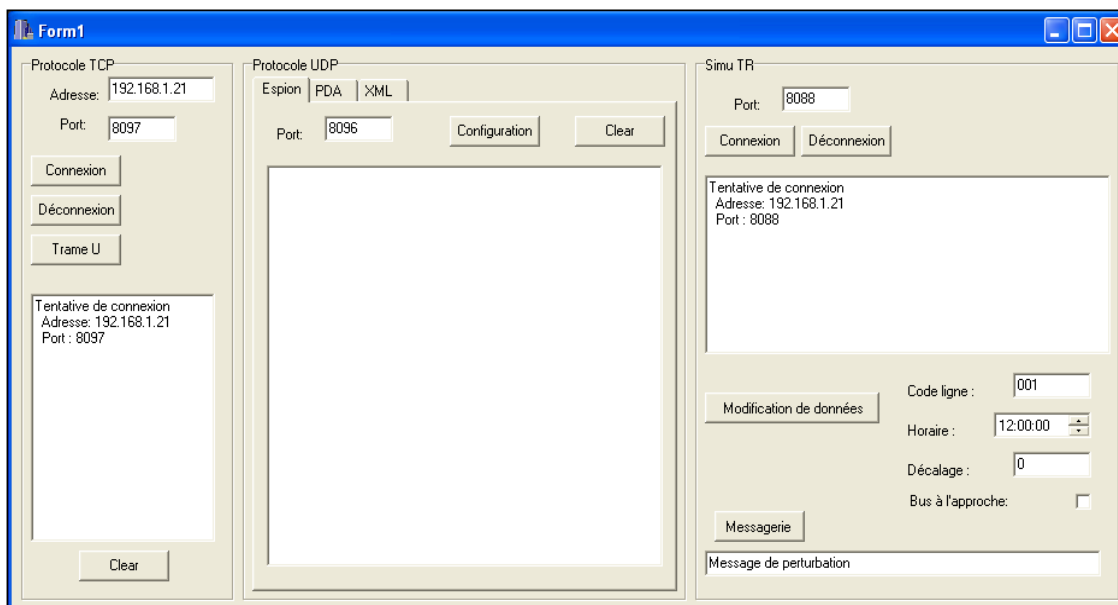


Figure 25 : Logiciel simulateur de SIV sur PC

Afin de faciliter les tests sur site, en évitant d’avoir à déplacer un PC portable, nous avons choisi de développer une version plus simple du logiciel sur un PDA. En effet, tous les messages et perturbations du serveur SIV sont envoyés par des trames TCP/IP en WiFi vers la borne. Les PDA RAMPE disposant aussi de cette interface WiFi, il suffit de leur faire envoyer les mêmes trames TCP/IP.

Pour simplifier l’utilisation de ce logiciel, nous avons limité les actions possibles à

- l’envoi de messages de perturbation,
- l’envoi de trame U destinées à faire sonner la borne,
- l’envoi de messages d’arrivée de bus.

Le programme est implanté sur le même type de PDA que celui utilisé pour l’application RAMPE mais sur des appareils distincts parce que l’application RAMPE prend toutes les touches du PDA en charge.

L’application est développée en C++ sous Microsoft Visual studio 2005, avec le SDK Windows mobile Pocket 5.0.

L’application n’est pas dédiée au protocole et au format des trames qui sont utilisées dans le système RAMPE, les trames sont pré-calculées sur une autre machine et stockées dans des fichiers binaires individuels dans le PDA simulateur de SIV.

La connexion WiFi se fait à la main, aussi bien en termes de paramétrage que de choix du routeur (donc choix de l’arrêt visé).

CLASSIFICATION CONSORTIUM CLEARANCE LEVEL	FORMAT SIZE	NUMÉRO DOCUMENT / DOCUMENT NUMBER	PAGE
CONFIDENTIEL CONFIDENTIAL	A4	ESIEE/DRD/070922_RAMPE2_RapportFinal	56

5.1.6.2 Installation du logiciel

Ce paragraphe vise à décrire le mode opératoire pour installer l'application de simulation de SIV sur le PDA.

Les étapes s'enchaînent de la manière suivante :

- créer un répertoire RAMPE sous la racine (Mon appareil\RAMPE) puis venir y copier l'exécutable.
- copier les fichiers .bin dans le même répertoire (ce sont les trames TCP/IP).
- copier les fichiers .art dans le même répertoire (ce sont les descriptifs des arrêts).
- copier les fichiers .dat dans le même répertoire (ce sont les données horaires et lignes).

5.1.6.3 Utilisation du logiciel

Choix de l'arrêt WiFi grâce à l'utilitaire IPAQ Wireless

Après avoir décrit la procédure d'installation du logiciel, nous allons maintenant développer l'utilisation du logiciel.

- 1) Se connecter en WiFi sur le routeur de la borne choisie
 - cliquer sur Démarrer- IPAQ Wireless
 - Le bouton rond WiFi peut avoir 3 couleurs:
 - vert : le PDA est connecté à un point d'accès WiFi
 - gris avec un bouton croix blanche sur fond rouge : il est déconnecté
 - marron : il cherche à se connecter à un point d'accès
 - Choisir le point d'accès WiFi correspondant à la borne à laquelle on veut se connecter.
 - dans IPaq Wireless, cliquer sur paramètres, on voit la liste des SSID WiFi présents et non présents (mémorisés) ;
 - choisir le bon SSID en fonction de la borne
 - Grange Blanche/Chassieu
 - Grange Blanche/Charpennes
 - Grange Blanche/Vieux Lyon
 - etc.
 - cliquer sur le SSID avec un appui long, faire "se connecter",
 - attendre qu'il marque "connecté",
 - faire OK en haut à droite,
 - le bouton WiFi est passé en vert,
 - pour fermer IPAQ Wireless, faire OK en haut à droite.

Remarque : Pour vérifier qu'on est sur le bon point d'accès WiFi, cliquer sur « Gestionnaire », il indique le nom du point d'accès où il est connecté.

- 2) Lancer le logiciel
 - Faire "demarrer"- "explorateur de fichiers" choisir le répertoire \mon appareil\RAMPE,
 - Lancer PDASIV (fig 26).

CLASSIFICATION CONSORTIUM CLEARANCE LEVEL	FORMAT SIZE	NUMÉRO DOCUMENT / DOCUMENT NUMBER	PAGE
CONFIDENTIEL CONFIDENTIAL	A4	ESIEE/DRD/070922_RAMPE2_RapportFinal	57

- Cliquer sur "Init UDP", cela lance l'ouverture des sockets Windows et du port UDP 8095, on doit avoir comme réponse,
- OK pour init de winsock2, socket UDP créé.
- Fermer la fenêtre "socket espion créé" en faisant OK (cf figure 27).
- cliquer sur "init TCP SIV", on doit avoir comme réponse "connecté sur 192.168.0.169 sur 8088", en cas d'erreur de connexion, on a un message d'erreur.



Figure 26 : Application SIV sur PDA Figure 27 : Création de la fenêtre « Socket espion créé »

Remarque : la zone de messages du bas indique si tous les fichiers messages (trames) et les fichiers arrêts ont bien été chargés sans erreur.

A ce stade, le PDA est prêt à envoyer des informations à la borne.

- 3) Choisir l'arrêt où on se trouve
 - On peut choisir l'arrêt où on se trouve dans la liste du bas (cf figure 28). Ceci permet pour l'instant surtout de revoir les horaires théoriques de passage des bus à cet arrêt (cf figure 29).

CLASSIFICATION CONSORTIUM CLEARANCE LEVEL	FORMAT SIZE	NUMÉRO DOCUMENT / DOCUMENT NUMBER	PAGE
CONFIDENTIEL CONFIDENTIAL	A4	ESIEE/DRD/070922_RAMPE2_RapportFinal	58

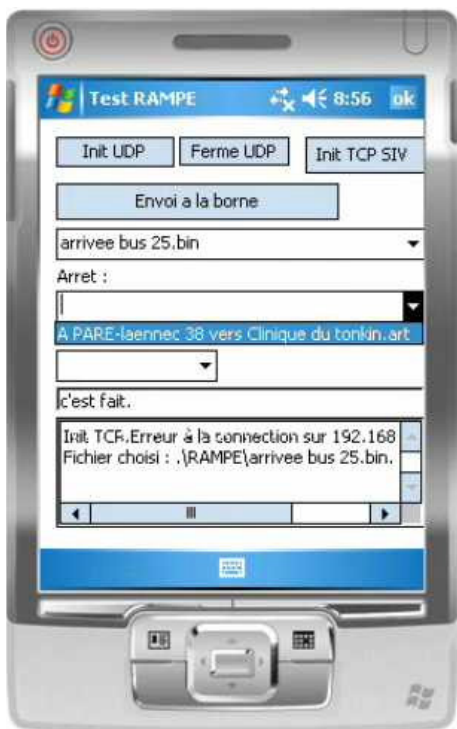


Figure 28 : Sélection de l'arrêt

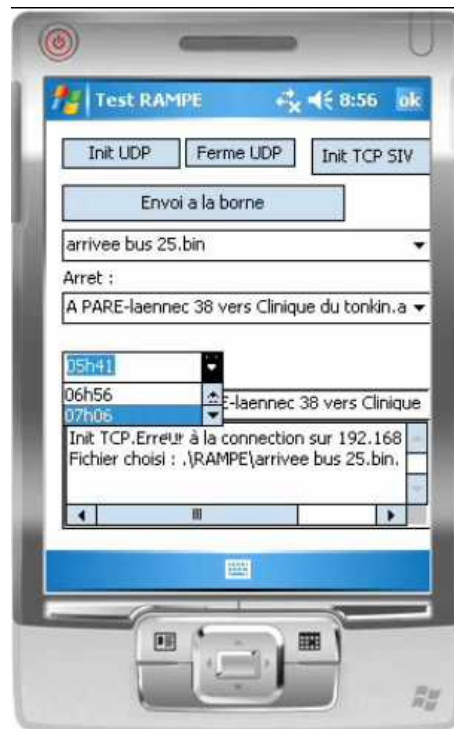


Figure 29 : Liste des horaires à l'arrêt

4) Simulation des évènements réseau

- Cette fonctionnalité sert à simuler l'arrivée d'un bus quand l'aveugle est à l'abri bus ou au poteau d'arrêt et que le bus se présente à proximité.
 - Dans la liste déroulante la plus haute (cf figure 30), choisir le fichier bin du message à envoyer, par exemple 'arrivee du bus 25.bin' ou "trameU.bin"
 - Cliquer au moment d'envoyer le message sur le bouton "Envoi à la borne". On doit voir en bas "Fichier choisi .\Rampe\.....bin."

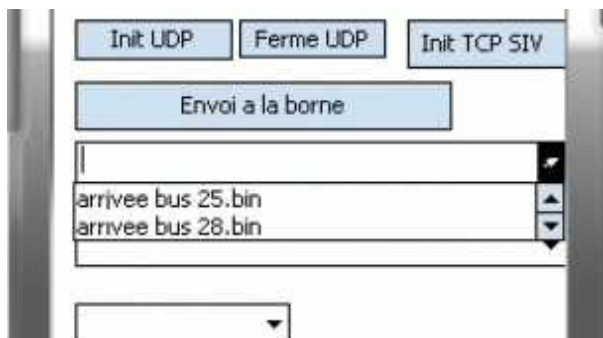


Figure 30 : Liste déroulante de sélection d'évènements

CLASSIFICATION CONSORTIUM CLEARANCE LEVEL	FORMAT SIZE	NUMÉRO DOCUMENT / DOCUMENT NUMBER	PAGE
CONFIDENTIEL CONFIDENTIAL	A4	ESIEE/DRD/070922_RAMPE2_RapportFinal	59

5) Faire sonner la borne

- Bien que ce ne soit pas absolument nécessaire dans l'application, un message permet de faire sonner la borne. On envoie pour cela une trame U (cf figure 31).

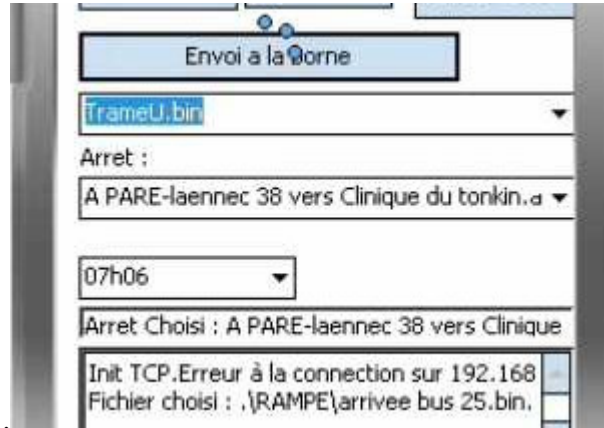


Figure 31 : Envoi d'une trame U

- à la fin d'utilisation, cliquer sur "Ferme UDP"

5.1.7 Comportement du matériel en phase d'expérimentation

Lors de l'expérimentation, nous avons été confrontés à quelques problèmes d'activation de l'annonce sonore de la balise EO-EDPS.

Sur certaines bornes, après un certain temps de bon fonctionnement, l'annonce sonore n'était diffusée. L'interface WIFI entre la borne et le PDA fonctionnait toujours correctement mais la balise EO-EDPS ne diffusait plus de jingle à la connexion. Un reset complet de la borne, ou uniquement un reset de la balise de gestion des annonces sonores, permettait au système de retrouver un cycle de fonctionnement correct.

Sur les 5 bornes, 3 présentaient ce comportement anormal..

Afin d'isoler le problème, la balise d'annonce sonore d'une borne ayant ce défaut a été échangée avec celle d'une borne sans anomalie. Nous avons pu constater que le problème se déplaçait avec la balise. Nous avons donc investigué du côté de la balise.

Les versions de microprocesseurs présents sur les cartes n'étant pas homogènes, nous nous sommes rapprochés de la société EODPS afin d'uniformiser les versions logicielles avec celle qui fonctionnaient bien.

Malgré ces changements, le défaut constaté a persisté. En espionnant le port série de commande de la carte PC, nous avons pu mettre en évidence que la commande était bien envoyée à la balise mais que le comportement de la balise ne correspondait pas au fonctionnement nominal. De plus, la balise ne nous signalait pas l'appui sur la télécommande lorsque nous le lui demandions. Nous n'avons pas réussi à corriger le problème avant la fin de l'expérimentation, ce qui a alourdi cette

CLASSIFICATION CONSORTIUM CLEARANCE LEVEL	FORMAT SIZE	NUMÉRO DOCUMENT / DOCUMENT NUMBER	PAGE
CONFIDENTIEL CONFIDENTIAL	A4	ESIEE/DRD/070922_RAMPE2_RapportFinal	60

dernière en rendant nécessaire des resets réguliers des 3 bornes concernées par cette anomalie de fonctionnement.

Suite à l'expérimentation, nous avons travaillé en collaboration avec la société EODPS afin de soumettre les balises à des tests plus poussés pour essayer de trouver la provenance du défaut.

Après analyse, le problème a été résolu du côté de la balise après une optimisation de la gestion du port série. Cette amélioration logicielle permet de mieux répondre aux sollicitations répétées de la liaison série.

La société EODPS nous a également fait part d'améliorations qui pourraient être effectuées dans le logiciel de la borne afin d'optimiser la communication avec la balise. Ces modifications vont être effectuées et testées afin d'optimiser et fiabiliser le fonctionnement du système RAMPE.

Les modifications sont essentiellement basées sur la fréquence d'interrogation de la balise et sur les types de trames envoyées à la balise.

D'autre part, les télécommandes ont également posé certains problèmes en ce qui concerne la distance de déclenchement et la qualité du retour audio. On a pu constater que la qualité de fonctionnement n'était pas homogène d'une télécommande à une autre. Il est donc nécessaire de poursuivre l'évolution de la télécommande pour améliorer la qualité de service en terme de qualité audio, de portée et de sensibilité aux parasites radiofréquence.

CLASSIFICATION CONSORTIUM <i>CLEARANCE LEVEL</i>	FORMAT <i>SIZE</i>	NUMÉRO DOCUMENT / <i>DOCUMENT NUMBER</i>	PAGE
CONFIDENTIEL <i>CONFIDENTIAL</i>	A4	ESIEE/DRD/070922_RAMPE2_RapportFinal	61

CLASSIFICATION CONSORTIUM CLEARANCE LEVEL	FORMAT SIZE	NUMÉRO DOCUMENT / DOCUMENT NUMBER	PAGE
CONFIDENTIEL CONFIDENTIAL	A4	ESIEE/DRD/070922_RAMPE2_RapportFinal	62

6. Pré-expérimentation à Lyon pour la mise au point du cadre technique de l'expérimentation

La pré-expérimentation a consisté à mettre en place les 5 bornes RAMPE le long du parcours dans la configuration finale de l'expérimentation et à faire les premiers essais.

L'objectif était d'une part de valider et affiner certains aspects techniques (valeurs de paramètres) et d'autre part d'évaluer la faisabilité de l'expérimentation sur le site retenu du point de vue de la sécurité des personnes et de l'organisation à mettre en place.

6.1 Installation des bornes sur le parcours de test

Dépose et remplacement par 5 bornes RAMPE des 5 bornes situées aux arrêts :

- 1 borne à Feuillat-Lacassagne (vers Grange Blanche),
- 3 bornes à Grange-Blanche :
 - arrivée du 28 venant de Feuillat-Lacassagne direction Bron,
 - départ du 79 allant vers A. Parré-Laennec (direction Décines-Chassieu)
 - départ du 34 vers Feuillat-Lacassagne (direction Charpennes)
- 1 borne à A. Paré-Lanec : départ du 38 direction Clinique du Tonkin

Pour le parcours de l'expérimentation, il a été décidé de partir de l'arrêt Place Henry plutôt que de l'arrêt Feuillat-Lacassagne car l'arrêt Place-Henry est plus près du dépôt des Pins.

6.2 Description de la pré-expérimentation

Le parcours a été effectué deux fois en alternant le PDA et la télécommande entre l'aller et le retour.

- Une personne utilisait le dispositif (PDA ou télécommande).
- Une personne enregistrait une vidéo des principaux moments (pieds et mains de la personnes aveugle).
- Deux personnes prenaient des notes à usage ergonomique,
- Une personne s'occupait des aspects techniques : PDA, enregistrements de la puissance WiFi et des trames réseaux échangées.
- Deux personnes précédaient le groupe en voiture et s'occupaient des aspects techniques : fonctionnement des bornes + enregistrements sonomètre.

Remarques :

Nous voulions aussi utiliser cette pré-expérimentation pour tester certains points comme le comportement de l'application quand on est dans le bus et qu'on passe devant une borne équipée, même si ce point n'est pas testé avec des sujets aveugles dans la phase d'expérimentation. Nous avons fait quelques tests de fonctionnement à l'intérieur du bus. Par exemple, au départ de

CLASSIFICATION CONSORTIUM CLEARANCE LEVEL	FORMAT SIZE	NUMÉRO DOCUMENT / DOCUMENT NUMBER	PAGE
CONFIDENTIEL CONFIDENTIAL	A4	ESIEE/DRD/070922_RAMPE2_RapportFinal	63

Grange Blanche avec le bus 79 : le PDA reçoit bien le nom de 2 bornes : Bron, et Charpennes (Chassieu pas toujours) mais ne se connecte pas.

Les usagers nous confondaient avec des employés de TCL et nous posaient beaucoup de questions d'orientation.

Remarques techniques :

La borne installée à A. Paré-Laennec ne marchait pas correctement (problème lié à la sonnerie).

6.3 Point d'accueil pour le parcours retour

Nous avons repéré un lieu pour le point d'accueil sur le trajet retour (au départ de A. Paré-Laennec) bien situé entre la fin du trajet aller et le début du trajet retour.

Il s'agit de la maison des parents située boulevard Ambroise Paré, 5 rue des artisans, 69008.

Nous avons rencontré Madame Hélène Ducret qui nous a donné les coordonnées de l'association qui gère cette maison. Il s'agit de l'ALBEC : association régionale Léon Bérard pour les enfants cancéreux. Nous sommes très reconnaissants à cette association de nous avoir donné son accord.

6.4 Quelques enseignements apportés par la pré-expérimentation

Parcours à Grange Blanche

Nous avons découvert qu'il était possible d'éviter le morceau de parcours très dangereux à Grange Blanche sur le trajet retour entre l'arrivée du 38 et le départ du 34 (trajet faisant traverser une contre-allée et une route). Il est en effet possible de faire la traversée en sous-sol en passant par le souterrain du métro en utilisant l'ascenseur éventuellement.

Mais nous n'avons pas retenu cette possibilité pendant l'expérimentation car elle induisait un niveau de complexité dans le parcours entre deux arrêts qui aurait « brouillé » les objectifs de l'expérimentation.

Arrêts des bus

Lors du premier quart de trajet, le bus 28 à l'arrivée à Grange Blanche ne s'arrête pas toujours à son arrêt mais parfois devant l'arrêt du 38 car il est gêné par un autre véhicule.

Annonces sonores dans les bus

Les annonces sonores dans les bus n'étaient pas toujours en fonctionnement. L'expérimentation finale doit en tenir compte.

CLASSIFICATION CONSORTIUM CLEARANCE LEVEL	FORMAT SIZE	NUMÉRO DOCUMENT / DOCUMENT NUMBER	PAGE
CONFIDENTIEL CONFIDENTIAL	A4	ESIEE/DRD/070922_RAMPE2_RapportFinal	64

Modifications à apporter à l'application sur le PDA :

Nous avons traité différemment le cas où il n'y a qu'une ligne à l'arrêt de bus des cas où il y a plusieurs lignes. Après test, il a été décidé de traiter le cas où il y a deux 2 lignes à un arrêt de bus de la même façon que le cas où il n'y a qu'une seule ligne. C'est-à-dire d'énoncer en boucle pour les 2 lignes successivement : numéro + destination + nombre de minutes à attendre.

Nous avons observé qu'il fallait allonger la durée pendant laquelle la personne aveugle peut refaire sonner la borne et autoriser 5 sonneries au lieu de 3.

Communication avec les bornes pour l'envoi des messages urgents

Les messages urgents sont envoyés vers les bornes à partir de PC. Mais les PC sont un peu lourds et la manipulation n'est pas facile à faire en déplacement piéton. On a donc décidé de développer une application permettant de communiquer avec les bornes à partir d'un PDA.

Oreillettes Bluetooth

Il serait pratique de pouvoir utiliser des oreillettes Bluetooth avec le PDA aussi bien pour l'utilisateur aveugle que pour l'ergonome (pour qu'il sache ce qu'entend la personne aveugle).

Utilisation du PDA

Une bonne façon de tenir le PDA pour la personne aveugle semble être de le tenir avec les boutons vers le haut et de porter à l'oreille la face sans écran comme un téléphone. On peut alors le manipuler facilement d'une seule main.

Il a été décidé de découper le couvercle du nouveau PDA pour faire en sorte de laisser les boutons apparents mais éviter que l'utilisateur ne lance diverses applications en manipulant l'écran tactile.

Fichier log des bornes

Il serait intéressant d'enregistrer les fichiers de log des bornes pour analyse ultérieure.

Son des télécommandes

On a constaté qu'il fallait améliorer le son des télécommandes pour que les messages vocaux soient mieux compris dans l'environnement bruyant de la rue.

On a aussi observé qu'il faudrait ne pas diffuser la sonnerie de la borne dans la télécommande car cela gêne l'orientation de la personne vers la borne.

CLASSIFICATION CONSORTIUM CLEARANCE LEVEL	FORMAT SIZE	NUMÉRO DOCUMENT / DOCUMENT NUMBER	PAGE
CONFIDENTIEL CONFIDENTIAL	A4	ESIEE/DRD/070922_RAMPE2_RapportFinal	65

CLASSIFICATION CONSORTIUM <i>CLEARANCE LEVEL</i>	FORMAT <i>SIZE</i>	NUMÉRO DOCUMENT / <i>DOCUMENT NUMBER</i>	PAGE
CONFIDENTIEL <i>CONFIDENTIAL</i>	A4	ESIEE/DRD/070922_RAMPE2_RapportFinal	66

7. Expérimentation sur site

Dans cette section, nous décrivons l'expérimentation sur site. Nous commençons par exposer les résultats de mesures techniques liées au réseau WiFi puis nous présentons les résultats liés aux observations ergonomiques.

Première partie : analyse technique

7.1 Résultats et analyse des mesures effectuées sur le réseau WiFi

7.1.1 Enjeu

On peut définir du point de vue technique les qualités d'un service par sa disponibilité et sa fiabilité. Un service comme l'application RAMPE repose sur plusieurs segments technologiques (PDA, application embarquée, synthèse vocale, réseau sans fil, ...). Les caractéristiques de chacun d'eux auront un impact sur la qualité du service rendu par l'application perçue par l'utilisateur.

Parmi les technologies mobilisées, certaines sont à l'usage exclusif de l'application comme le PDA sur lequel fonctionne le programme de l'application RAMPE (celui-ci est une ressource que l'on peut considérer entièrement dédiée à l'application RAMPE) et d'autres technologies sont partagées entre plusieurs utilisateurs potentiels, c'est le cas du réseau WiFi, élément technologique clé de l'application RAMPE puisque c'est lui qui permet à un utilisateur de se connecter à la ressource d'information. La disponibilité (possibilité de se connecter) et la fiabilité (possibilité de recevoir les informations qui ont été transmises) de ce réseau est donc un élément clé qui déterminera les performances d'une application.

7.1.2 Introduction

Le WiFi est une technologie de réseau radio, elle est dans son principe vulnérable à toutes sortes de perturbations. Le WiFi¹ est caractérisé par une transmission répartie sur 14 canaux de 20MHz dans la bande ISM² des 2.45GHz, l'écart entre deux canaux est de 5MHz. La transmission sur un canal pourra donc être perturbée par une transmission sur le même canal, mais aussi sur les canaux voisins. Chaque réseau WiFi est caractérisé par un nom (SSID) et un numéro de canal (1 à 14) et il peut exister plusieurs réseaux WiFi (plusieurs SSID) sur le même canal. La bande ISM de 2.45GHz est aussi utilisée par d'autres réseaux sans fil tel que Bluetooth. Il faut souligner que les fours micro-ondes (souvent présents dans les étals de restauration rapide qui peuvent être à proximité des points d'arrêt de transport ou sur les quais dans le cas du RER) fonctionnent aussi dans cette bande et leurs fuites peuvent être des sources de perturbation.

¹ Rapport RAMPE I

² Instrumentation, Scientifique, Médical

CLASSIFICATION CONSORTIUM CLEARANCE LEVEL	FORMAT SIZE	NUMÉRO DOCUMENT / DOCUMENT NUMBER	PAGE
CONFIDENTIEL CONFIDENTIAL	A4	ESIEE/DRD/070922_RAMPE2_RapportFinal	67

La disponibilité du réseau WiFi dépendra bien évidemment de son taux d'occupation et puisqu'il s'agit d'un réseau radio cette caractéristique aura aussi un impact sur sa fiabilité puisque plus le taux d'utilisation sera élevé plus il y a aura de « collisions » entre les transmissions de réseaux WiFi différents et donc de données perdues lors de leurs transmissions.

Les perturbations sur la couche physique peuvent donc être de deux ordres : soit des perturbations provoquées par des applications ou des phénomènes non liées à des technologie de transmission utilisées par des particuliers ou bien des perturbations causées par une utilisation accrue de transmission utilisant un protocole de réseau sans fil (WiFi, Bluetooth, ZigBee, ...).

7.1.3 *Technique de mesure*

Les mesures radio ont été effectuées pendant l'expérimentation à l'aide d'un analyseur de spectre de marque COGNIO (spectrum expert). Cet appareil permet de réaliser des mesures dédiées à la bande ISM de 100MHz autour de 2.45GHz.

Les données collectées à l'aide de cet appareil sont de deux types : une cartographie de la puissance d'émission du point d'accès situé dans le poteau d'arrêt autour de celui-ci ; et un relevé de l'évolution du spectre radio tout au long de chaque parcours du scénario d'expérimentation.

7.1.3.1 *Caractéristiques de l'analyseur de spectre³*

L'analyseur de spectre « spectrum expert » est constituée d'une carte d'acquisition « temps-réel » et d'un logiciel exploitant les données collectées par la carte d'acquisition. Ce logiciel permet de collecter un certain nombre de statistiques réseau, d'identifier les types de transmission, de réaliser des post-traitements sur les données collectées et de les afficher.

7.1.3.1.1 *Caractéristiques de la carte d'acquisition*

La carte d'acquisition réalise une analyse fréquentielle (périodogramme moyenné) dans une bande de 20MHz sur une fenêtre temporelle de 256 points, la fréquence d'échantillonnage est donc de 40MHz et la résolution fréquentielle de 156KHz. Une mesure correspond au moyennage de 5000 transformées de Fourier. Outre ce moyennage les données collectées comprennent aussi la valeur maximale parmi ces 5000 transformées de Fourier. La totalité de la bande des 2.45GHz est représentée en réalisant des analyses successives et en décalant la fenêtre fréquentielle d'analyse. La mise à jour de l'analyse de la totalité de la bande est effectuée chaque seconde.

7.1.3.1.2 *Représentation des données*

Le logiciel d'interface permet de représenter les données d'analyse spectrale sous différentes formes et de collecter des données d'environnement réseau. La figure 32 montre les différents types d'analyse et d'affichage que l'on peut réaliser. La fenêtre « real-time FFT » correspond à l'affichage des données brutes élaborées par la carte d'acquisition. La fenêtre « FFT duty cycle »

³ Les caractéristiques présentées sont extraites et extrapolées des données constructeur.

CLASSIFICATION CONSORTIUM CLEARANCE LEVEL	FORMAT SIZE	NUMÉRO DOCUMENT / DOCUMENT NUMBER	PAGE
CONFIDENTIEL CONFIDENTIAL	A4	ESIEE/DRD/070922_RAMPE2_RapportFinal	68

représente, pour une fenêtre temporelle d'une seconde, le pourcentage de temps pendant lequel un signal supérieur de 20dB au plancher de bruit a été observé, cela peut être vu comme un indicateur d'occupation de la ressource « réseau sans-fil ». Les fenêtres « Swept spectrogram » permettent de représenter la puissance du signal ou le taux d'occupation, au sens défini ci-dessus dans leur évolution temporelle. Chaque ligne de la représentation graphique correspondant à un intervalle d'une seconde, les fenêtres représentées sur la figure 32 correspondent environ à une fenêtre temporelle de 200 secondes. La figure de gauche affichant la valeur maximale (parmi les 5000 acquises chaque seconde) montre une activité dans le canal 3 centré sur 2.422GHz, la figure de droite montre que cette activité correspond à une occupation de la ressource « réseau sans fil » presque négligeable.

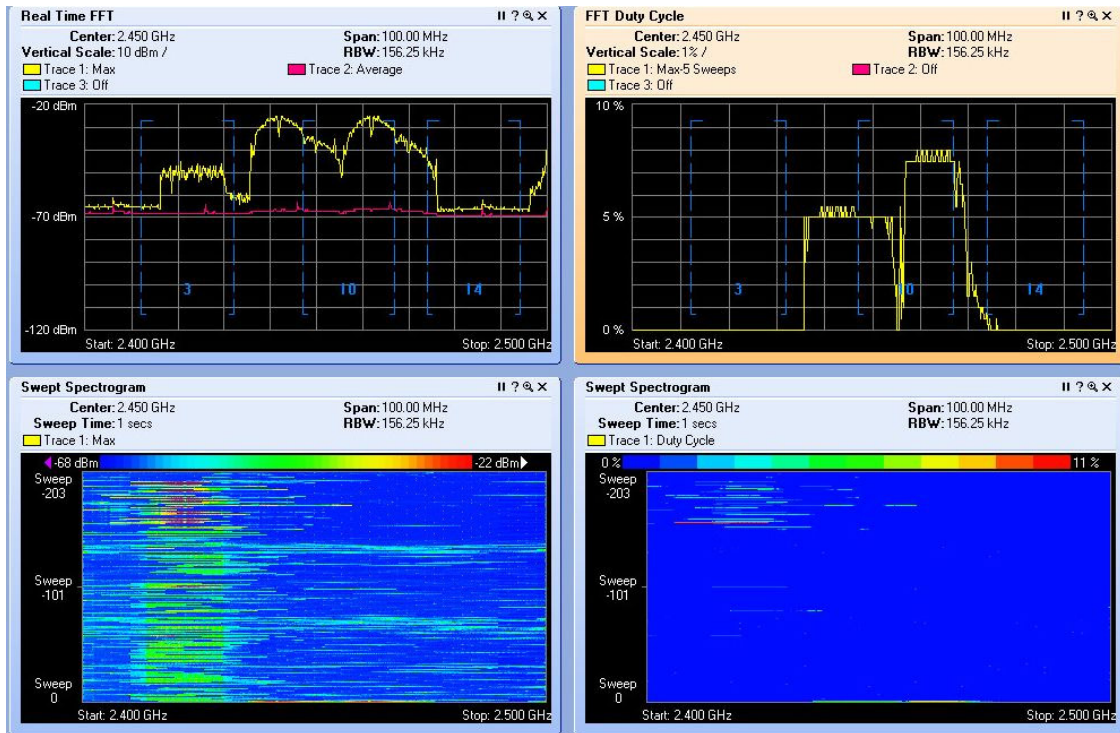


Figure 32 : Représentation des données d'analyse fréquentielle.

La figure 33 représente les données d'environnement réseau qu'il est possible de collecter avec cet outil. Le réseau WiFi étant organisé avec des canaux recouvrant, la transmission de données ou au moins la présence d'un point d'accès sur un canal représente une source d'interférences potentielles pour les 6 canaux adjacents situés de part et d'autre du canal de ce point d'accès. Si plusieurs points d'accès constituent des sources potentielles d'interférences, celles-ci s'ajoutent.

La première sous-figure informe pour chaque canal de la présence d'un point d'accès, de la puissance reçue mesurée de ce/ces points d'accès, de la puissance maximale théorique des points d'accès situés sur canaux voisins interférents, du nombre de points d'accès détectés sur ce canal et du nombre de point d'accès interférents.

CLASSIFICATION CONSORTIUM CLEARANCE LEVEL	FORMAT SIZE	NUMÉRO DOCUMENT / DOCUMENT NUMBER	PAGE
CONFIDENTIEL CONFIDENTIAL	A4	ESIEE/DRD/070922_RAMPE2_RapportFinal	69

Les deux sous-figures du bas représentent ces données sous forme graphique, celle de gauche en fonction de la puissance du signal du (des) point(s) d'accès et du niveau d'interférence théorique maximum et celle de droite d'un point de vue quantitatif en dénombrant pour chaque canal le nombre de points d'accès présents et le nombre d'interférents potentiels.

Channel	Center Frequency (MHz)	802.11 Present?	Total Channel Utilization (%)	Wi-Fi Device Max Power (dBm)	Interferer Max Power (dBm)	Wi-Fi ACI Max Power (dBm)	Wi-Fi Device(s)	Interferer(s)	Wi-Fi ACI
1	2412	✓	0	-54.0	N/A	-41.0	4	0	4
2	2417		0	N/A	N/A	-37.0	0	0	9
3	2422	✓	0	-37.0	N/A	-58.0	1	0	11
4	2427	✓	0	-78.0	N/A	-37.0	3	0	9
5	2432	✓	0	-71.0	N/A	-41.0	1	0	8
6	2437	✓	0	-78.0	N/A	-47.0	3	0	6
7	2442		0	N/A	N/A	-64.0	0	0	12
8	2447	✓	0	-64.0	N/A	-68.0	1	0	11
9	2452		0	N/A	N/A	-64.0	0	0	11
10	2457	✓	0	-64.0	N/A	-68.0	4	0	4
11	2462	✓	0	-73.0	N/A	-64.0	3	0	5
12	2467		0	N/A	N/A	-68.0	0	0	7
13	2472		0	N/A	N/A	-74.0	0	0	7
14	2484		0	N/A	N/A	N/A	0	0	0

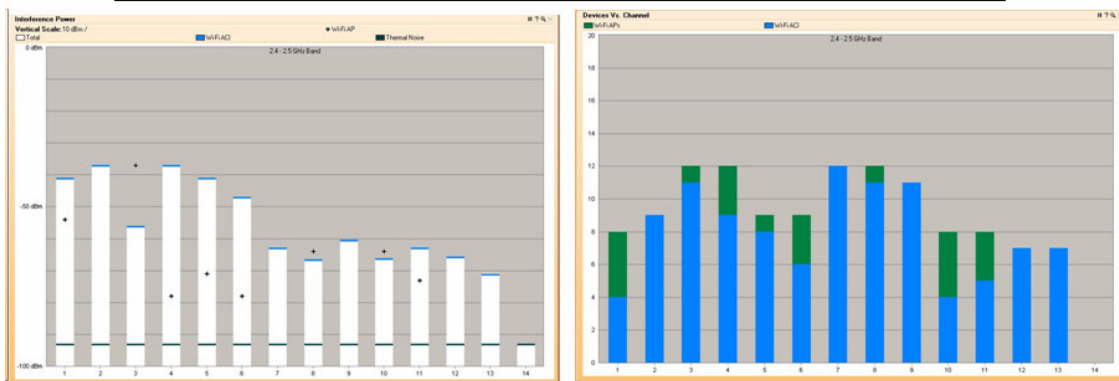


Figure 33 : Représentation des données d'environnement réseau.

7.1.4 Présentation des résultats de mesure

7.1.4.1 Introduction et avertissement

Les données ont été collectées durant l'expérimentation sur 4 des 5 sites équipés pour l'expérimentation : l'arrêt Place Henri direction Laurent Bonneval, l'arrêt Paré-Laënnec direction clinique du Tonkin, L'arrêt Grange blanche direction charpennes et l'arrêt Grange Blanche direction Bron-ville. Des difficultés techniques ne nous ont pas permis de collecter des mesures à l'arrêt Grange Blanche direction Chassieu.

La quantité de données collectées au cours de cette expérimentation étant limitée, elles ne permettent pas de tirer des conclusions générales avec un niveau de certitude suffisant, elles permettent cependant d'ébaucher un profil de l'utilisation de la ressource « réseau sans fil » dans un environnement urbain et de sa disponibilité à rendre des services d'usage général tels que ceux offerts par l'application RAMPE. L'évolution de l'utilisation de cette ressource et de sa gestion dans les années à venir pourra être déterminante pour la qualité des services en direction du public qui utiliseront des technologies de réseau sans fil.

CLASSIFICATION CONSORTIUM CLEARANCE LEVEL	FORMAT SIZE	NUMÉRO DOCUMENT / DOCUMENT NUMBER	PAGE
CONFIDENTIEL CONFIDENTIAL	A4	ESIEE/DRD/070922_RAMPE2_RapportFinal	70

Les données recueillies et présentées concernent deux types de mesures, une analyse statique de la puissance reçue dans un rayon autour de chacun des 4 points d'accès pour lesquels des mesures ont été effectuées, une analyse plus dynamique effectuée sur les données collectées autour de l'arrêt place Henri, direction Laurent Bonnevey.

7.1.4.2 Analyse statique de puissance

La puissance reçue (RSSI pour Receive Signal Strength Indicator) est une grandeur que l'on retrouve pour tout les réseaux sans fil.

Dans ce paragraphe nous présentons les mesures effectuées sur quatre des cinq sites de l'expérimentation. La figure 34 représente la puissance de signal reçue autour de chacun des quatres points d'accès.

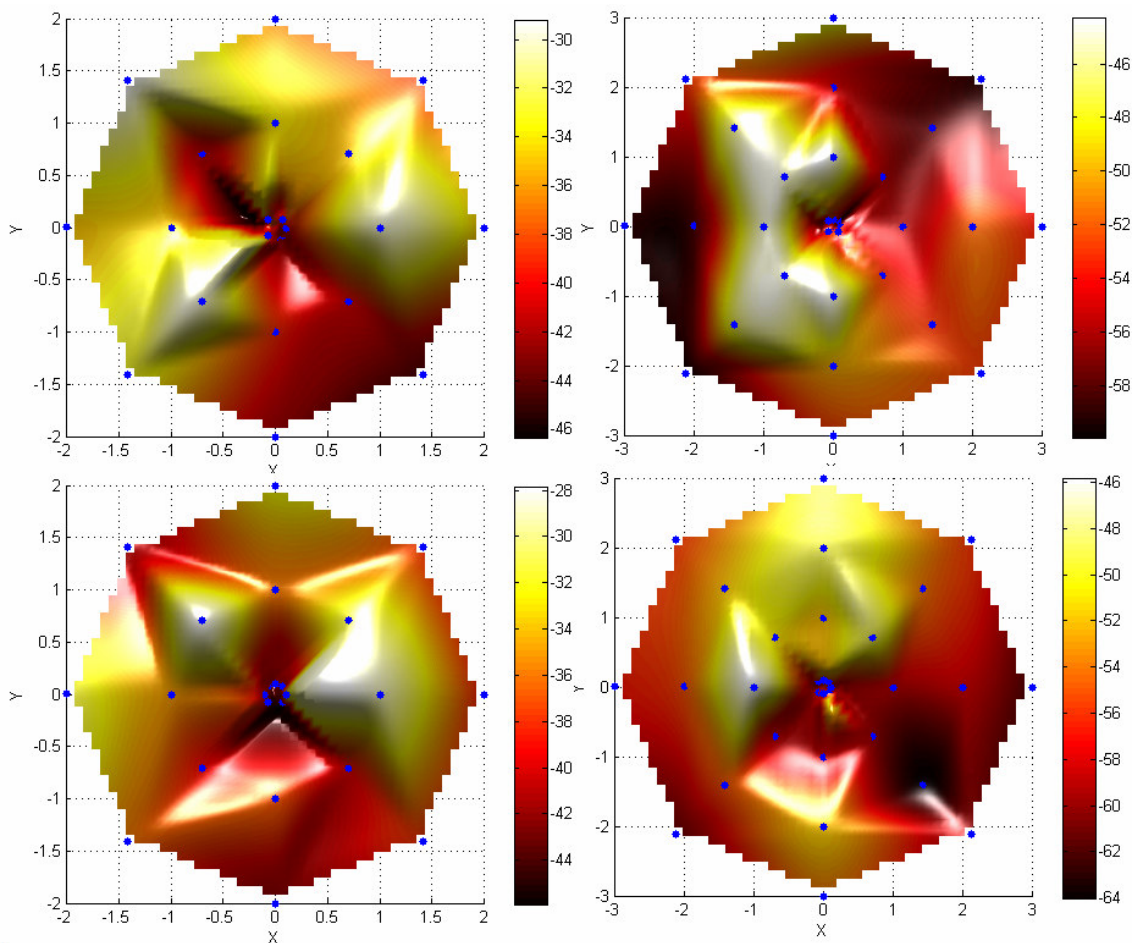


Figure 34 Puissance du signal reçue, les points bleus correspondent aux points de mesure
L'échelle des couleurs à la puissance reçue en dBm, les axes X et Y sont en mètres.
Le centre de chaque figure représente la position du point d'accès.

Le graphique en haut à gauche correspond aux mesures réalisées à l'arrêt place Henri direction Laurent Bonnevey dans un rayon de 2 mètres autour du point d'accès. Celui en bas à gauche à

CLASSIFICATION CONSORTIUM CLEARANCE LEVEL	FORMAT SIZE	NUMÉRO DOCUMENT / DOCUMENT NUMBER	PAGE
CONFIDENTIEL CONFIDENTIAL	A4	ESIEE/DRD/070922_RAMPE2_RapportFinal	71

l'arrêt Grange Blanche direction Bron-Ville lui aussi correspondant à des mesures effectuées dans un rayon de 2 mètres autour du point d'accès. En haut à droite, nous trouvons les mesures effectuées autour de l'arrêt Paré-Laënnec direction clinique du Tonkin dans un rayon de 3 mètres et en bas à droite les mesures de l'arrêt Grange blanche direction Charpennes.

L'ensemble des ces sites ont été équipés avec des composants similaires voire identiques, les différences entre les différents graphiques sont de deux ordres d'une part une dynamique de variation des puissances du même ordre à chaque arrêt mais avec une différence de 15dB entre les différents niveaux maximums et d'autre part une différence du motif représentant la cartographie de la puissance reçue. Cette dernière différence vient vraisemblablement de la disposition des antennes à l'intérieur des bornes équipant les points d'arrêt. La dispersion des mesures peut en partie aussi s'expliquer par le fait que la longueur d'onde aux fréquences mesurées est de l'ordre de 12cm ce qui peut entraîner des mesures de puissance relativement différentes pour des petites variations de positions.

L'ensemble des mesures effectuées sur chacun des sites ont les caractéristiques suivantes : on a suivant la distance (0 à 3m) ou suivant l'angle une dynamique de mesure de 15 à 18dB donc une très grande variabilité de la puissance mesurée à proximité du point d'accès, cette caractéristique rend très difficile l'utilisation directe du RSSI pour en déduire une information de distance, cependant cette donnée reste pertinente à un niveau macroscopique comme l'illustre la figure 35.

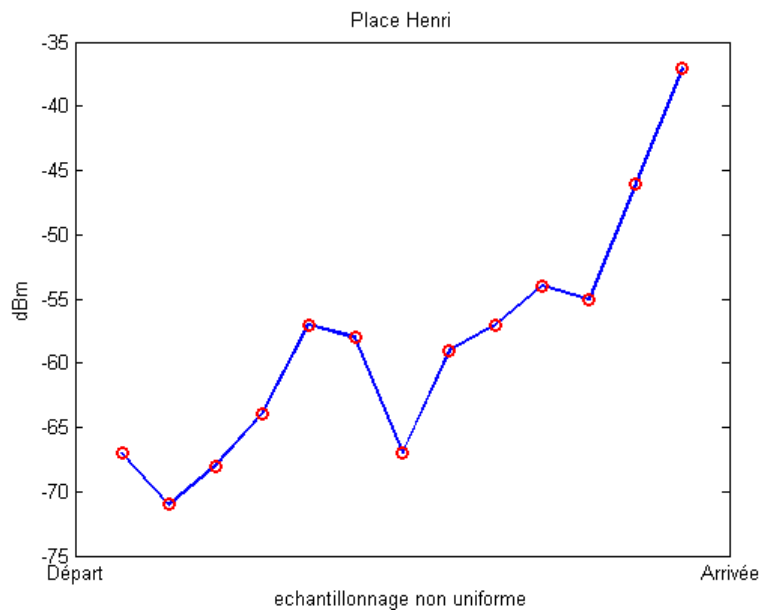


Figure 35 : Mesures de la puissance reçue correspondant au trajet d'approche vers l'arrêt place Henri direction Laurent Bonnevey à partir de la sortie du dépôt des pins ce qui correspond à un trajet d'environ 50m.

CLASSIFICATION CONSORTIUM CLEARANCE LEVEL	FORMAT SIZE	NUMÉRO DOCUMENT / DOCUMENT NUMBER	PAGE
CONFIDENTIEL CONFIDENTIAL	A4	ESIEE/DRD/070922_RAMPE2_RapportFinal	72

7.1.4.3 Analyse du réseau WiFi

Une seconde série de données a été collectée sur les différents sites permettant d'analyser l'usage du réseau WiFi dans le temps. Nous allons développer ici l'analyse des données recueillies à l'arrêt place Henri direction Laurent Bonnevey.

7.1.4.3.1 Caractéristiques du site

Le site sur le lequel se trouve l'arrêt place Henri semble être un site principalement résidentiel, nous n'avons pas identifié de site important d'immeubles de bureau. Le principal site d'activité semble être le dépôt des pins. Le profil d'utilisation du réseau WiFi sur ce site sera donc principalement de type domestique plus que professionnel. on pourra considérer par hypothèse qu'une utilisation de WiFi dans un contexte professionnel sera plus uniformément répartie au cours de la journée.

Les données analysées ont été collectées sur trois jours : mercredi, jeudi et vendredi à 9h18, 11h54, 16h28, 18h41 et 18h55.

7.1.4.3.2 Données quantitatives

Le point d'accès situé au point d'arrêt était configuré sur le canal 3. Sur l'ensemble des données collectées nous n'avons jamais détecté un autre point d'accès sur ce canal. Par contre le canal 11 qui est en général celui sur lequel les équipements sont configurés par défaut par les constructeurs était en comparaison « sur-occupé »⁴ puisqu'on a dénombré jusqu'à 9 points d'accès sur ce canal.

Le nombre de points d'accès sur un site est un indicateur d'activité potentielle, car hormis l'émission de trame balise qui reste optionnelle, il peut très bien n'y avoir aucun trafic utile. Sur le site de l'arrêt place Henri, le nombre de points d'accès détecté sur l'ensemble des canaux a varié de 16 à 35 (sur d'autres sites ce nombre a pu monter jusqu'à 60).

Compte tenu de la répartition des ressources fréquentielle dans un réseau WiFi, le canal 3 subira les interférences potentielles des points d'accès configurés sur les canaux 1, 2, 4, 5 et 6 ; le nombre de points d'accès interférents potentiels a varié de 9 à 15 points d'accès.

L'ensemble des données a été collecté à proximité du point d'accès situé à l'arrêt place Henri (puissance reçue de 32 à 35dB). Le niveau d'interférences encore une fois ne dépend pas seulement du nombre de points d'accès en interférence mais aussi de leurs répartitions ainsi que du trafic réel sur ceux-ci. C'est ce qu'illustre les deux relevés des figures 36 et 37. Dans les deux cas nous avons dans le canal 3 un point d'accès, celui de l'application RAMPE, et neuf points d'accès interférents, mais répartis différemment entre les canaux interférents suivant l'heure. Ces différences aboutissent respectivement à un C/I⁵ de ~35dB et de ~23 dB pour les figures 36 et 37. Sur ce site le C/I était en moyenne de 40dB.

⁴ La présence de point d'accès n'implique pas nécessairement une utilisation du canal.

⁵ Rapport porteuse sur interférent.

CLASSIFICATION CONSORTIUM CLEARANCE LEVEL	FORMAT SIZE	NUMÉRO DOCUMENT / DOCUMENT NUMBER	PAGE
CONFIDENTIEL CONFIDENTIAL	A4	ESIEE/DRD/070922_RAMPE2_RapportFinal	73

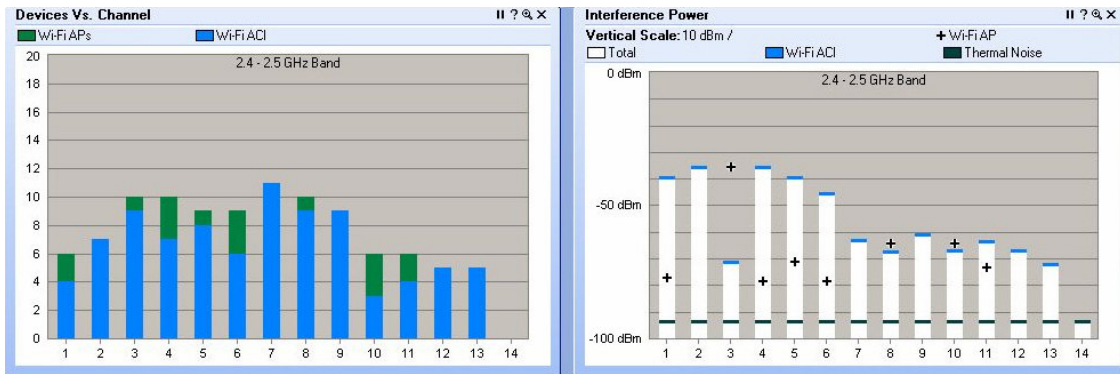


Figure 36 : Données relevées le mercredi à 16h28.



Figure 37 : Données relevées le mercredi à 18h55.

7.1.5 Données dynamiques

La représentation de l'évolution temporelle de l'utilisation du réseau WiFi permet de mieux se rendre compte de la disponibilité ou de la saturation de cette ressource. L'analyse menée ci-dessus sur le niveau des interférents est une approche conservatrice dans le sens où elle considère qu'un point d'accès interférent introduit une interférence ce qui n'est vrai que dans le cas où il émet. L'analyse des données temporelles permet de mieux se rapprocher de la réalité du niveau d'occupation du réseau au travers des deux représentations d'une part la puissance de signal pour une certaine fréquence en fonction du temps et d'autre part le taux de transmission en fonction du temps (on rappelle que ce taux de transmission est défini pour chaque intervalle d'une seconde comme la fraction de temps pendant laquelle le niveau de signal est supérieur de 20dB au plancher de bruit).

La principale activité WiFi pendant la campagne de mesures sur ce site était due à l'application RAMPE, comme l'illustre le graphique 38 où l'on voit clairement sur la partie gauche le tracé d'activité correspondant au canal 3, les données représentées sur ce graphique correspondent à la valeur maximum parmi les 5000 transformées de Fourier calculées par la carte d'acquisition, il s'agit donc de valeurs qui peuvent être très « furtives » telles que des trames balises. Ce graphique doit être lu en concordance avec celui de droite représentant le taux d'activité. Il

CLASSIFICATION CONSORTIUM CLEARANCE LEVEL	FORMAT SIZE	NUMÉRO DOCUMENT / DOCUMENT NUMBER	PAGE
CONFIDENTIEL CONFIDENTIAL	A4	ESIEE/DRD/070922_RAMPE2_RapportFinal	74

apparaît alors que l'activité sur le canal 3 est très sporadique puisqu'elle correspond à un taux d'utilisation de l'ordre de 3% dans chaque intervalle d'une seconde. On peut noter que vers le « sweep » 130 il y a une activité sur le canal 5 correspondant à un taux d'activité de l'ordre de 10% correspondant certainement à un faible transfert de données.

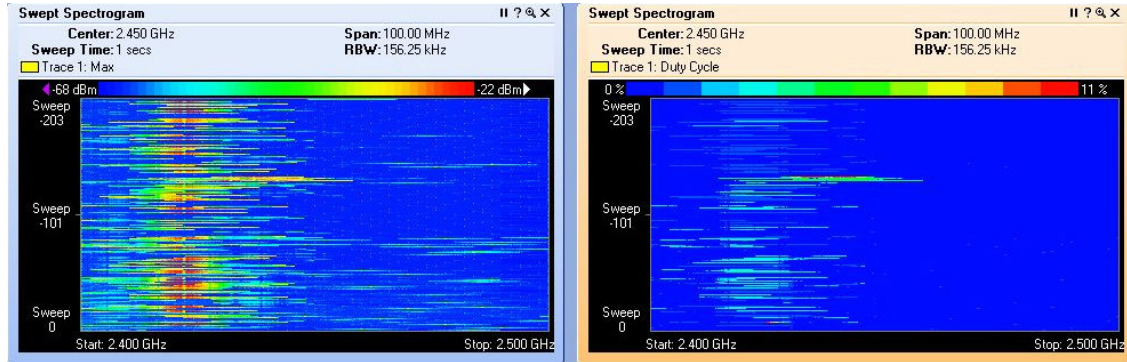


Figure 38 : représentation fréquentielle de l'activité du réseau WiFi dans le temps

Lors de cette campagne de mesures il y avait 22 points d'accès « actifs » sur le site qui n'étaient bien sûr pas tous à proximité, le graphe de gauche laisse apparaître une activité sur l'ensemble de la bande des 100MHz même si en terme d'intensité elle apparaît principalement sur le canal 3, le graphe de droite permet de souligner la très grande disponibilité du réseau.

7.1.6 Conclusions

Le réseau WiFi n'est jamais apparu tout au long de l'expérimentation comme un chaînon vulnérable du système d'assistance RAMPE, cela est parfaitement confirmé par le dépouillement des mesures effectuées. Les données collectées nous renseignent sur le très fort déploiement de points d'accès WiFi en environnement urbain, puisque sur les sites nous constatons couramment une trentaine de points d'accès actifs. Cependant cette présence de nombreux points d'accès ne se traduit pas aujourd'hui par un trafic effectif qui pourrait poser de vrais problèmes d'interférence et de disponibilité.

Le profil d'utilisation de WiFi en environnement urbain est aujourd'hui compatible avec son utilisation pour offrir un service comme RAMPE, cependant les années à venir verront certainement une forte évolution de l'utilisation de la bande ISM qu'il sera vraisemblablement nécessaire de connaître et de suivre afin de déterminer la méthodologie permettant de déployer des services fiables utilisant cette ressource.

CLASSIFICATION CONSORTIUM CLEARANCE LEVEL	FORMAT SIZE	NUMÉRO DOCUMENT / DOCUMENT NUMBER	PAGE
CONFIDENTIEL CONFIDENTIAL	A4	ESIEE/DRD/070922_RAMPE2_RapportFinal	75

Deuxième partie : analyse ergonomique

7.2 Rappel de la problématique

Le projet RAMPE devait satisfaire à une double demande : l'utilisation d'une technologie ouverte utilisant des protocoles de communications adoptés dans les transports et permettant la personnalisation effective de l'information et l'utilisation d'une technologie plus modeste exploitant les dispositifs de déclenchement de feux sonores déjà utilisés par les déficients visuels. Compte tenu des propriétés de chaque dispositif qui seront détaillées plus loin, il nous a semblé nécessaire de faire une évaluation parallèle des deux dispositifs en extrayant leurs limites et leurs apports dans leur rôle d'assistance technologique. Aussi avons nous évalué cette assistance à travers les comportements de sujets utilisant le dispositif en situation d'écologie contrôlée (au plus proche du réel en milieu urbain).

7.3 Méthodologie

7.3.1 Les sujets

- 24 aveugles,
- 8 voyants.

7.3.1.1 Contact avec les associations pour la constitution des groupes de sujets

Le contact avec une association, « amitié des déficients visuels », interlocutrice relais de l'ensemble des associations s'est particulièrement bien établi et la cohésion entre associations et les différents acteurs de l'expérimentation a été excellente..

7.3.2 Le matériel

- Matériel nécessaire à l'expérimentation : caméras vidéo, PDA, bornes aux arrêts de bus, un sonomètre, un analyseur de spectre radio, un enregistreur de trames réseaux, PCs portables, batteries de rechanges et leurs chargeurs pour la caméra et les PC.
- Matériel faisant objet d'évaluation : l'application portée sur les PDA, l'application développée aux bornes d'arrêt, boîtier télécommande pour les feux sonores.

7.3.3 Le protocole expérimental

7.3.3.1 Les itinéraires

- Une marche à pied du dépôt TCL vers l'arrêt Place-Henry de la ligne 28,
- De Place-Henry vers Grange Blanche : ligne 28,
- Traversée à pied de la place Grange Blanche,
- De Grange Blanche vers la Maison des Parents (arrêt Parré-Laënnec) : ligne 79,
- Marche à pied de la maison des parents vers l'arrêt Parré-Laënnec du 38,

CLASSIFICATION CONSORTIUM CLEARANCE LEVEL	FORMAT SIZE	NUMÉRO DOCUMENT / DOCUMENT NUMBER	PAGE
CONFIDENTIEL CONFIDENTIAL	A4	ESIEE/DRD/070922_RAMPE2_RapportFinal	76

- De l'arrêt Parré-Laënnec vers Grange Blanche : ligne 38,
- Traversée à pied de la place Grange Blanche et traversée de la chaussée vers l'arrêt du 34,
- De l'arrêt Grange Blanche du 34 vers Feuillat -Lacassagne : ligne 34.
- Retour à pied au dépôt TCL.

7.3.3.2 Description du scénario de l'expérimentation

Le scénario de l'expérimentation comprend les 4 phases suivantes.

7.3.3.2.1 Phase d'apprentissage

Elle consiste à faire manipuler les deux équipements portés alternativement par chaque sujet à chaque demi-parcours. Nous effectuons un contre balancement de l'utilisation de dispositifs, la moitié des sujets utilise le PDA sur la moitié du parcours et le PDA sur la seconde partie, l'autre moitié utilise la télécommande sur la première partie et le PDA sur la seconde.

Les sujets manipulent chacun des dispositifs pour en connaître le fonctionnement et le maîtriser suffisamment durant l'expérience. Les dispositifs n'étant pas complexes d'utilisation, cette phase est brève. Elle consiste à leur apprendre à utiliser les touches du dispositif, à leur demander d'identifier à l'aide de l'équipement la présence d'une borne, d'effectuer une exploration de l'information et d'écouter le dispositif en situation non perturbée et au calme.

7.3.3.2.2 Phase de réalisation du premier demi parcours

Par la consigne ci-dessous chaque sujet est invité :

- en sortant du dépôt à trouver l'arrêt de bus du départ, à vérifier à l'aide du dispositif que l'arrêt est bien celui qu'il doit utiliser
- à prendre le bus ligne 28 pour descendre à l'arrêt Grange Blanche d'où il devra reprendre le bus 79 vers Parré Laennec. On précise que ce n'est pas l'arrêt habituel du 79 mais que suite à des travaux, l'arrêt du 79 a été temporairement déplacé et réuni avec l'arrêt d'arrivée du 28.
- A Grange blanche, le sujet reçoit un message lui annonçant que la perturbation est terminée et qu'il faut prendre le 79 à son arrêt habituel.
- Événement bis : si après 2 minutes, le sujet ne prend pas d'initiative pour changer d'arrêt de bus, un compère intervient pour lui indiquer explicitement la fin de perturbation sans le guider à l'arrêt. Le compère utilise une phrase du type : vous attendez peut-être le 79 ! l'arrêt est un petit peu plus loin sur la place. Puis il disparaît.

7.3.3.2.3 Phase de réalisation du deuxième demi parcours

- De la Maison des Parents et à l'aide du dispositif, le sujet doit trouver l'arrêt Paré-Laennec de la ligne 38,

CLASSIFICATION CONSORTIUM CLEARANCE LEVEL	FORMAT SIZE	NUMÉRO DOCUMENT / DOCUMENT NUMBER	PAGE
CONFIDENTIEL CONFIDENTIAL	A4	ESIEE/DRD/070922_RAMPE2_RapportFinal	77

- Il doit descendre à Grange Blanche et se rendre compte ou non de la difficulté à rejoindre l'arrêt du 34 et de l'ensemble des voies complexes à traverser.
- Un compère peut lui proposer de l'aider à traverser les différentes voies vers le trottoir de l'arrêt du 34.
- Le sujet doit ensuite trouver l'arrêt du 34 à l'aide du dispositif pour descendre à proximité du dépôt à l'arrêt Feuillat-Lacassagne..

7.3.3.2.4 Questionnaire permettant d'obtenir des informations sociométriques

Le questionnaire permet au sujet, à la fin de l'expérimentation, d'une manière personnelle et anonyme :

- de donner une restitution de la représentation du parcours effectué
- de rendre compte des difficultés rencontrées par la personne dans le parcours,
- de rendre compte des difficultés d'utilisation de différents dispositifs et de préciser leurs limites et leurs apports. (cf. fiche questionnaire en annexe).

7.3.3.3 Nature des observations et indicateurs retenus

Les données sont issues d'un encodage direct effectué par un(e) ergonome. Un traitement analogue des vidéos a été effectué. L'enregistrement vidéo ne s'effectue pas sur l'ensemble du parcours mais seulement sur les situations d'approche aux arrêts et d'utilisation du dispositif. Ils se focalisent sur le comportement général du sujet, plus précisément l'orientation, les expressions verbales et physiologiques d'attention aux messages des dispositifs et à l'environnement du sujet.

Les indicateurs retenus sont :

- ❖ Des indicateurs généraux de déplacement :
 - Identification,
 - Primo localisation,
 - Orientation vers l'arrêt avec maintien de la localisation,
 - Abandon,
 - Perdition.
- ❖ Des indicateurs de prise d'information et propres au déclenchement de la perturbation :
 - Consultation du dispositif pour information (délai d'attente : rappel et acquittement du message d'urgence),
 - Vérification du bon arrêt à la descente du transport (par consultation et par voix orale),
 - Indicateurs de perdition,
 - Indicateurs d'inquiétude.

CLASSIFICATION CONSORTIUM CLEARANCE LEVEL	FORMAT SIZE	NUMÉRO DOCUMENT / DOCUMENT NUMBER	PAGE
CONFIDENTIEL CONFIDENTIAL	A4	ESIEE/DRD/070922_RAMPE2_RapportFinal	78

- ❖ Des indicateurs liés à la manipulation des dispositifs :
 - la fréquence d’interrogation du dispositif,
 - la durée d’écoute du dispositif,
 - le lien entre écoute et manipulation.

7.3.3.4 Les consignes

7.3.3.4.1 Consignes d’introduction

Dans cette étude, vous allez utiliser 2 dispositifs pour trouver votre chemin en effectuant un parcours impliquant leur utilisation.

À travers votre comportement, ce ne sera pas vous qui serez évalué mais uniquement les dispositifs. Ne soyez pas inquiets si vous n’arrivez pas à trouver votre chemin. Pour que l’évaluation des dispositifs soit la plus objective possible, notre équipe est autour de vous tout au long du parcours mais seule l’expérimentatrice pourra intervenir en cas de complication. Aucun passant ou voyageur ne pourra vous aider sur votre demande ou sur son initiative.

À la fin de cette utilisation, quelques questions vous seront posées concernant votre déplacement et l’utilisation de ces équipements. Les informations communiquées seront totalement anonymes : vous serez le sujet X.

7.3.3.4.2 Apprentissage concernant le PDA

Voici un dispositif qui comporte trois fonctions majeures : il détecte les arrêts de bus autour de vous, il vous permet d’obtenir les informations sur les lignes et les horaires correspondants, il vous informe en temps réel sur les arrêts de bus et sur d’éventuelles perturbations.

Nous allons vous présenter le dispositif et vous faire essayer les trois fonctions. Le dispositif est un PDA c’est-à-dire un petit ordinateur de la taille d’un téléphone. Sur ce PDA, nous avons installé une application logicielle qui PDA qui permet de communiquer, grâce à une liaison radio, avec les balises intégrées aux arrêts de bus. L’appareil comporte un écran, des boutons et un petit haut-parleur. Vous pouvez tenir le PDA de différentes façons. Prenez le temps de repérer la position des boutons et de choisir la façon de le tenir qui vous convient le mieux.

Le principe consiste à écouter l’appareil quand vous en avez besoin ou quand il veut vous alerter. Vous pouvez repérer les différents boutons grâce à la croix centrale. Cette croix centrale et tous les boutons à sa droite jouent le même rôle et vous serviront pour les 3 fonctions. Les boutons à la gauche de la croix centrale ne servent qu’à rendre le PDA silencieux. Il restera alors en veille pour vous informer d’une arrivée de bus ou d’une perturbation..

⇒ faire manipuler l’appareil et les boutons en question. Montrer les différentes façons de prendre l’appareil en main.

CLASSIFICATION CONSORTIUM CLEARANCE LEVEL	FORMAT SIZE	NUMÉRO DOCUMENT / DOCUMENT NUMBER	PAGE
CONFIDENTIEL CONFIDENTIAL	A4	ESIEE/DRD/070922_RAMPE2_RapportFinal	79

7.3.3.4.3 *Apprentissage concernant la télécommande*

Ce dispositif comporte 2 boutons et un haut-parleur.

Le premier bouton déclenche le signal sonore de la borne et vous donne en une séquence unique les informations qui sont diffusée par le haut-parleur de la télécommande. Cette télécommande utilise le même principe que les télécommandes pour les répétiteurs de feux de circulation. Elle déclenche donc tous les arrêts autour de vous ainsi que les feux de circulation sonores.

Le second bouton a pour effet de couper le haut-parleur de la télécommande.

⇒ Présenter la télécommande et la faire manipuler).

7.3.3.4.4 *Consigne de parcours 1*

- Vous devez vous rendre à La Maison des Parents.
- Prenez la 28 à l'arrêt Place Henry vers Laurent Bonnevey.
- Vous descendrez à Grange Blanche.
- Vous restez **au même arrêt** pour prendre la ligne 79 qui est **exceptionnellement** à cet arrêt suite à des travaux, pour descendre à l'arrêt Ambroise Paré - Laennec. Un des membres de l'équipe viendra alors à votre rencontre.

7.3.3.4.5 *Consigne de parcours 2*

A l'aide de ce dispositif,

- Vous prendrez la ligne 38 vers Clinique du Tonkin.
- Vous descendrez à Grange Blanche.
- Vous rejoindrez l'arrêt du 34 vers Charpennes.
- Vous descendrez à Feuillat-Lacassagne. Là un membre de l'équipe viendra à votre rencontre.

7.4 Résultats ergonomiques

L'expérimentation a été effectuée avec 23 sujets: 20 avec canne, 2 avec chien et 1 avec canne électronique. Nous avons envisagé de faire passer 24 sujets non voyants et 12 sujets voyants. Compte tenu des contraintes de planification et de quelques incidents techniques ponctuels, nous n'avons pu faire passer que 23 sujets non-voyants et 8 sujets voyants. Dans la suite de la présentation des résultats, les sujets sont numérotés selon leur ordre de passage.

CLASSIFICATION CONSORTIUM CLEARANCE LEVEL	FORMAT SIZE	NUMÉRO DOCUMENT / DOCUMENT NUMBER	PAGE
CONFIDENTIEL CONFIDENTIAL	A4	ESIEE/DRD/070922_RAMPE2_RapportFinal	80

Parmi les 23 sujets non voyants, nous avons dû séparer 3 sujets (S15, S18 et S23) lors des analyses statistiques, 2 sujets avec chien (S15, S18) et 1 sujet qui avait un handicap auditif (S23). Les statistiques (en dehors de celles portant sur l'âge) ont donc porté sur 20 sujets aveugles.

En ce qui concerne les 8 sujets voyants, 4 ont effectué les tests dans la même période que les sujets aveugles (en avril 2007) et 4 les ont effectués en juillet 2007.

7.4.1 Résultats relatifs à l'âge et aux caractéristiques générales des sujets

Les tableaux 1 et 2 donnent les caractéristiques générales des sujets : âge, genre, cécité précoce ou tardive.

Sujet	Âge (ans)	Genre	Cécité
1	62	F	tardif
2	50	F	précoce
3	44	F	précoce
4	46	M	tardif
5	46	M	tardif
6	69	F	précoce
7	41	M	précoce
8	27	F	précoce
9	50	F	précoce
10	63	M	tardif
11	64	F	précoce
12	55	M	tardif
13	47	F	précoce
14	65	F	précoce
15	24	M	précoce
16	43	F	précoce
17	52	M	précoce
18	62	F	précoce
19	40	M	précoce
20	63	F	tardif
21	52	M	précoce
22	54	M	tardif
23	30	M	précoce

Tableau 1 : Caractéristiques des sujets

Moyenne générale (ans)	49,96
Écart Type général (ans)	12,37
Moyenne sujets aveugles précoces	47,50
Écart type sujets aveugles précoces	13,45
Moyenne sujets aveugles tardifs	54,33
Écart type sujet aveugles tardifs	7,50

Tableau 2 : Caractéristiques moyennes des sujets

Les sujets sont répartis en 16 aveugles précoces et 7 aveugles tardifs.

L'âge moyen est de 50 ans avec un écart type de 12 ans. L'âge moyen est de 47 ans pour les aveugles précoces et de 54 ans pour les aveugles tardifs.

CLASSIFICATION CONSORTIUM CLEARANCE LEVEL	FORMAT SIZE	NUMÉRO DOCUMENT / DOCUMENT NUMBER	PAGE
CONFIDENTIEL CONFIDENTIAL	A4	ESIEE/DRD/070922_RAMPE2_RapportFinal	81

Les résultats vont maintenant être présentés selon trois axes :

- Le comportement de prise d'information et de déplacement des sujets
- Les situations classées en deux catégories : simple arrêt et pôle d'échange
- La manipulation des dispositifs.

7.4.2 Résultats concernant le déplacement des sujets

Les résultats qui suivent concernent les temps mis par le sujet à réaliser une tâche. Ces temps sont exprimés en secondes. L'origine des temps est la même pour toutes les tâches (on accumule le temps).

On distingue 4 étapes :

- Etape 1 : Trouver place Henri
- Etape 2 : Faire correspondance 28 79
- Etape 3 : Trouver l'arrêt Paré-Laënnec
- Etape 4 : Faire correspondance 38 34. On verra plus loin que cette étape a été découpée en 2 sous-étapes pour l'analyse des résultats.

Les tâches mesurées sont :

- Identification : y a t il un arrêt ?
- Localisation : primo localisation de l'arrêt. Première fois où le sujet manifeste qu'il a entendu la borne et indique où il pense qu'elle se situe.
- Orientation : le sujet se dirige jusqu'à l'arrêt.

Plus précisément :

Avec la télécommande :

- Identification : entendre une sonnerie de borne.
Si pôle d'échanges : faire sonner n'importe quel arrêt.
- Localisation : le sujet fait sonner sa borne et le message dans la télécommande est le bon.
- Orientation : la personne est arrivée à l'arrêt et elle est certaine d'y être (confirmation par ses gestes).

Avec le PDA

- Identification : entendre le ou les bip(s) du PDA.
- Localisation : le sujet fait sonner sa borne.
- Orientation : le sujet est arrivé à l'arrêt et il est sûr d'y être (confirmation par ses gestes).

CLASSIFICATION CONSORTIUM CLEARANCE LEVEL	FORMAT SIZE	NUMÉRO DOCUMENT / DOCUMENT NUMBER	PAGE
CONFIDENTIEL CONFIDENTIAL	A4	ESIEE/DRD/070922_RAMPE2_RapportFinal	82

Pour les sujets voyants, il n'était pas possible de distinguer les 3 tâches. Les temps ont donc été globalisés.

7.4.2.1 Photos des 4 étapes

Les figures 39 à 43 sont des photos des sites de chacune des 4 étapes permettant de mieux appréhender la complexité relative des différentes étapes.

L'étape 4 est illustrée par 2 photos. En effet, dans cette l'étape, on descend du bus 38 et on recherche l'arrêt du bus 34. Or l'arrêt du bus 38 est sur le terre-plein central de la place alors que l'arrêt du 34 est à l'opposé et en dehors du terre-plein central. Pour atteindre l'arrêt du 34, il faut traverser successivement une voie réservée aux bus puis deux routes séparées par un petit terre-plein. Par souci de sécurité, nous avons presque toujours aidé les sujets à traverser.

D'autre part, la portée radio de la télécommande est trop limitée pour activer la borne du 34 quand on est sur le terre-plein central de la place alors que le PDA est capable de le faire.



Figure 39 : Site de l'étape 1, départ Place Henri



Figure 40 : Site de l'étape 2, descente du 28 puis déplacement sur la Place Grange Blanche

CLASSIFICATION CONSORTIUM CLEARANCE LEVEL	FORMAT SIZE	NUMÉRO DOCUMENT / DOCUMENT NUMBER	PAGE
CONFIDENTIEL CONFIDENTIAL	A4	ESIEE/DRD/070922_RAMPE2_RapportFinal	83



Figure 41 : Site de l'étape , à côté de la maison des parents, début du trajet retour, déplacement vers l'arrêt du 38.



Figure 42 : Site de l'étape 4, Grange Blanche : endroit de la traversée vers l'arrêt du 34



Figure 43 : Site de l'étape 4, Grange Blanche, après la traversée –trottoir du 34

CLASSIFICATION CONSORTIUM CLEARANCE LEVEL	FORMAT SIZE	NUMÉRO DOCUMENT / DOCUMENT NUMBER	PAGE
CONFIDENTIEL CONFIDENTIAL	A4	ESIEE/DRD/070922_RAMPE2_RapportFinal	84

7.4.2.2 Identification de la présence d'une borne

Sujets	Étape 1 en s	Étape 2 en s	Étape 3 en s	Étape 4 en s
S1	41	30	10	27
S2	37	28	10	22
S3	2	6	4	40
S4	1	12	75	1
S5	8	37	6	44
S6	20	63	6	1
S7	16	1	49	85
S8	13	129	19	7
S9	9	12	29	3
S10	14	1	1	52
S11	2	24	6	7
S12	6	2	275	62
S13	23	4	1	4
S14	63	1	20	27
S16	12	10	12	13
S17	8	5	15	1
S19	36	98	1	19
S20	1	22	22	121
S21	15	30	18	55
S22	1	1	1	1
Moyenne	16,4	25,8	29,0	29,6
Écart type	16,4	34,3	60,7	32,5
Moyenne PDA	8,4	13,3	8,9	11,6
Écart type PDA	5,8	12,5	7,2	10,9
Moyenne télécommande	24,4	38,3	49,1	47,6
Écart type télécommande	19,8	44,5	82,6	37,3

Tableau 3 : Temps d'identification de la présence d'au moins une borne

Légende du tableau

PDA

Télécommande

Les résultats du tableau 3 sont représentés graphiquement sur la figure 44.

Ce type de figure sera utilisé par la suite. Les barres verticales représentent l'écart type d'une variable. La croix au centre de la barre verticale représente la valeur moyenne de cette variable. Et les ronds (une dizaine à chaque fois) représentent les valeurs prises par la variable pour chacun des sujets. L'axe des ordonnées représente le temps qui est exprimé en secondes.

CLASSIFICATION CONSORTIUM CLEARANCE LEVEL	FORMAT SIZE	NUMÉRO DOCUMENT / DOCUMENT NUMBER	PAGE
CONFIDENTIEL CONFIDENTIAL	A4	ESIEE/DRD/070922_RAMPE2_RapportFinal	85

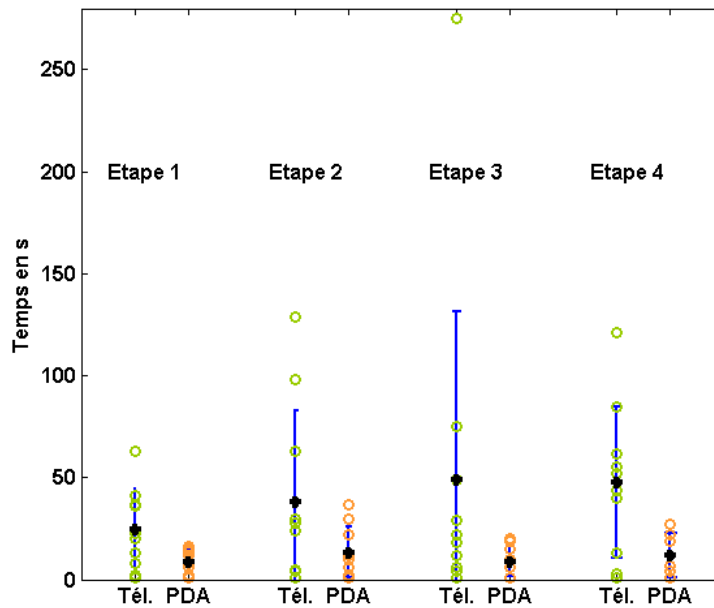


Figure 44 : Temps pour l'identification de la présence d'au moins une borne

On observe clairement sur cette figure que le PDA permet une identification de la présence d'une borne plus rapidement que la télécommande.

Par ailleurs, les résultats sont moins dispersés pour le PDA.

7.4.2.3 Primo-localisation de la borne utile

Le tableau 4 et la figure 45 donnent les temps pour la primo-localisation de la borne recherchée. Dans cette section, on distingue les 2 sous-étapes de la phase 4 (avant et après la traversée).

- Dans la 1^{ère} sous-étape, le sujet se déplace sur le terre-plein central de la place où se trouve l'arrêt du 38 dont il vient de descendre.
- Dans la 2^{ème} sous-étape, le sujet se déplace sur le trottoir où se trouve l'arrêt du 34.

Comme indiqué précédemment, la portée radio de la télécommande est trop faible pour pouvoir déclencher la borne du 34 lorsque le sujet est sur le terre-plein central. Nous avons donc eu 2 façons de procéder après la descente du 38.

- Pour la télécommande, nous avons laissé les sujets descendre du bus 38 et commencer à chercher l'arrêt du 34 pendant un temps assez court. Puis nous leur avons expliqué qu'il était impossible de détecter l'arrêt avec la télécommande et nous leur avons fait traverser la rue.
- Pour le PDA, nous avons laissé les sujets descendre du bus 38 et chercher le 34. Puis lorsqu'ils avaient détecté l'arrêt du 34 en recevant le message identifiant l'arrêt 34, nous les avons aidés à traverser.

CLASSIFICATION CONSORTIUM CLEARANCE LEVEL	FORMAT SIZE	NUMÉRO DOCUMENT / DOCUMENT NUMBER	PAGE
CONFIDENTIEL CONFIDENTIAL	A4	ESIEE/DRD/070922_RAMPE2_RapportFinal	86

Sujets	Étape 1 en s	Étape 2 en s	Étape 3 en s	Étape 4 en s avant traversée	Étape 4 en s après traversée
S1	44	300	159	350	50
S2	93	270	13	286	75
S3	132	287	48	Impossible	212
S4	164	145	115	Impossible	108
S5	86	311	16	Impossible	111
S6	50	380	120	306	53
S7	48	312	63	Impossible	200
S8	130	242	55	65	31
S9	30	402	40	Impossible	172
S10	94	413	133	Impossible	101
S11	18	63	32	260	110
S12	90	275	314	Impossible	141
S13	75	247	23	455	58
S14	309	258	65	423	52
S16	53	290	73	Impossible	88
S17	56	200	75	653	74
S19	88	559	115	312	464
S20	19	363	52	Impossible	75
S21	30	510	18	Impossible	102
S22	20	489	36	229	89
Moyenne	81,5	315,8	78,3	333,9	118,3
Écart type	67,3	120,4	69,7	155,3	94,9
Moyenne PDA	74,6	330,8	69,3	333,9	105,6
Écart type PDA	47,5	98,3	48,0	155,3	127,9
Moyenne télécommande	88,3	300,8	87,2	impossible	131,0
Écart type télécommande	84,8	143,1	88,2	impossible	48,0

Tableau 4 : Temps pour la primo-localisation de la borne

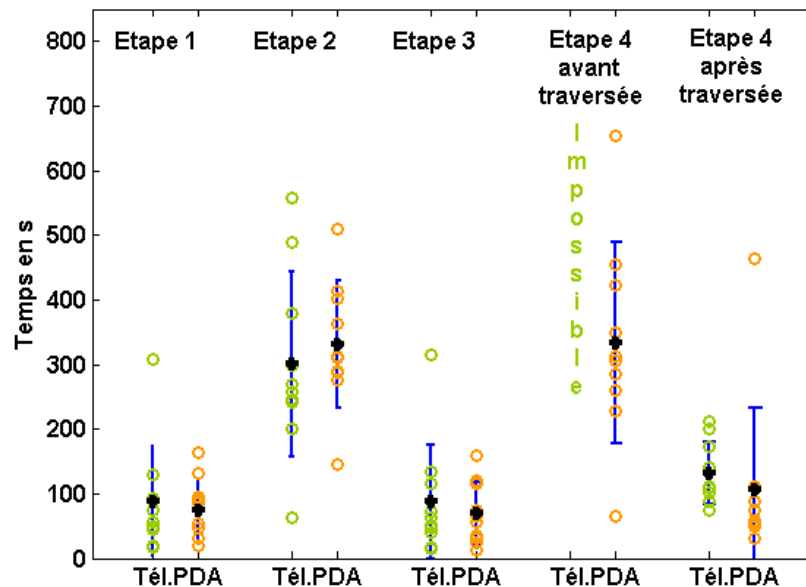


Figure 45 : Temps pour la primo-localisation de la borne.

CLASSIFICATION CONSORTIUM CLEARANCE LEVEL	FORMAT SIZE	NUMÉRO DOCUMENT / DOCUMENT NUMBER	PAGE
CONFIDENTIEL CONFIDENTIAL	A4	ESIEE/DRD/070922_RAMPE2_RapportFinal	87

7.4.2.4 Orientation vers la borne (maintien de la localisation)

Le tableau 5 et la figure 46 représentent le temps global pour arriver jusqu'au bon arrêt de bus.

Le tableau 6 regroupe de manière synthétique les temps globaux pour arriver au bon arrêt de bus en donnant pour chacune des 4 étapes les résultats pour les personnes voyantes, les personnes aveugles avec l'un ou l'autre des dispositifs, les personnes aveugles avec le PDA, les personnes aveugles avec la télécommande.

Sujets	Étape 1 en s	Étape 2 en s	Étape 3 en s	Étape 4 après traversée en s
S1	44	449	295	126
S2	130	365	196	179
S3	194	324	104	765
S4	259	330	360	178
S5	240	427	128	260
S6	144	568	150	106
S7	77	450	370	290
S8	403	420	102	107
S9	86	567	150	326
S10	197	530	479	111
S11	47	117	41	169
S12	115	414	533	199
S13	368	350	87	481
S14	342	258	109	84
S16	103	411	170	116
S17	77	438	125	120
S19	313	612	283	500
S20	19	455	118	129
S21	120	555	70	116
S22	151	680	210	182
moyenne	171,5	436,0	204,0	227,2
écart type	114,3	129,8	138,5	173,7
MIN	19,0	117,0	41,0	84,0
MAX	403,0	680,0	533,0	765,0
moyenne PDA	141,0	446,3	159,8	205,4
écart type PDA	77,6	84,7	84,3	153,9
MIN PDA	19,0	324,0	41,0	84,0
MAX PDA	259,0	567,0	295,0	500,0
moyenne télécommande	201,9	425,7	248,2	249,0
écart type télécommande	139,7	167,7	170,4	197,3
MIN Télécommande	44	117	70	111
MAX télécommande	403	680	533	765

Tableau 5 : Temps d'orientation vers la borne : temps global pour arriver au bon arrêt de bus.

CLASSIFICATION CONSORTIUM CLEARANCE LEVEL	FORMAT SIZE	NUMÉRO DOCUMENT / DOCUMENT NUMBER	PAGE
CONFIDENTIEL CONFIDENTIAL	A4	ESIEE/DRD/070922_RAMPE2_RapportFinal	88

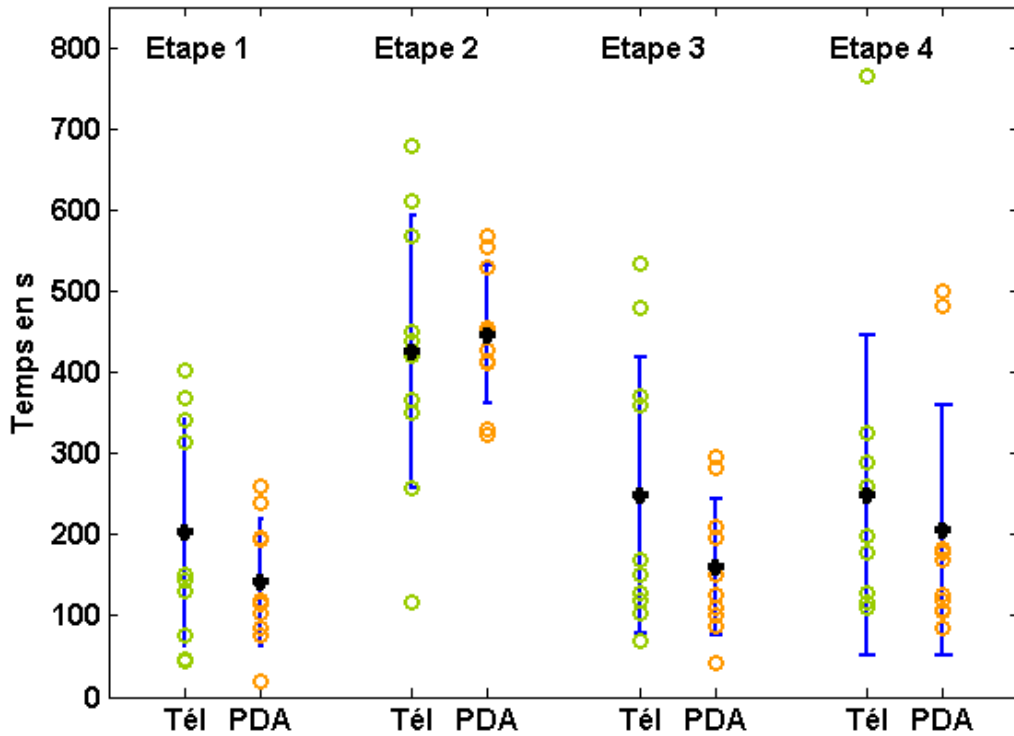


Figure 46 : Temps d'orientation vers la borne : temps global pour arriver au bon arrêt de bus.

		Voyants en s	non voyants en s	PDA en s	Télécommande en s	Rapport temps aveugle/voyant
Étape 1	Temps global	8	171	141	202	22
	Écart type	7	114	78	140	
	MIN	1	19	19	44	
	MAX	19	403	259	403	
Étape 2	Temps global	101	436	446	426	4
	Écart type	210	130	85	168	
	MIN	20	117	324	117	
	MAX	620	680	567	680	
Étape 3	Temps global	15	204	160	248	14
	Écart type	9	138	84	170	
	MIN	7	41	41	70	
	MAX	36	533	295	533	
Étape 4	Temps global	39	227	205	249	6
	Écart type	30	174	154	197	
	MIN	7	84	84	111	
	MAX	83	765	500	765	
Total 4 étapes		162	1039	953	1125	

Tableau 6 : Comparaison des temps d'orientation vers la borne.

CLASSIFICATION CONSORTIUM CLEARANCE LEVEL	FORMAT SIZE	NUMÉRO DOCUMENT / DOCUMENT NUMBER	PAGE
CONFIDENTIEL CONFIDENTIAL	A4	ESIEE/DRD/070922_RAMPE2_RapportFinal	89

7.4.2.5 Abandons et vérifications

Tous les sujets ont poursuivi l'expérimentation jusqu'au bout.

Avec les deux dispositifs, 100% des sujets aveugles ont vérifié dès la descente du bus, à l'aide des dispositifs, s'ils étaient arrivés au bon arrêt.

Avec le PDA, chaque fois que le temps l'a permis, les sujets aveugles ont vérifié que leur arrêt de destination était bien sur la ligne qu'ils voulaient prendre.

7.4.3 Réaction à la perturbation

Le tableau 8 et la figure 47 indiquent le temps mis par le sujet à se rendre compte de la perturbation.

Il s'agit de la perturbation qui est simulée au début de l'étape 2. Dans les consignes, on a indiqué aux sujets, qu'en raison de travaux, la ligne 79 est au même arrêt que la ligne 28. Les sujets s'attendent donc à ne pas avoir à changer d'arrêt. Or lorsqu'ils descendent du 28, on simule une fin de perturbation et la borne envoie aux sujets un message indiquant la fin de perturbation et les invitant à prendre le 79 à son arrêt habituel.

On constate que les résultats sont beaucoup moins dispersés pour le PDA que pour la télécommande. Le rapport des écarts-types est de 2,7

Une des principales raisons est sans doute la meilleure qualité du son du PDA. En effet, les sujets ne comprenaient pas toujours le message délivré par la télécommande.

Sujets	Temps perturbation
S1	130
S2	104
S3	120
S4	120
S5	136
S6	183
S7	150
S8	203
S9	82
S10	140
S11	34
S12	97
S13	58
S14	1
S16	84
S17	37
S19	321
S20	108

CLASSIFICATION CONSORTIUM CLEARANCE LEVEL	FORMAT SIZE	NUMÉRO DOCUMENT / DOCUMENT NUMBER	PAGE
CONFIDENTIEL CONFIDENTIAL	A4	ESIEE/DRD/070922_RAMPE2_RapportFinal	90

S21	30
S22	74
Moyenne	110,6
Écart type	71,6
Moyenne PDA	106,7
Écart type PDA	35,4
Moyenne télécommande	114,5
Écart type télécommande	97,6

Tableau 8 : temps pour se rendre compte de la perturbation.

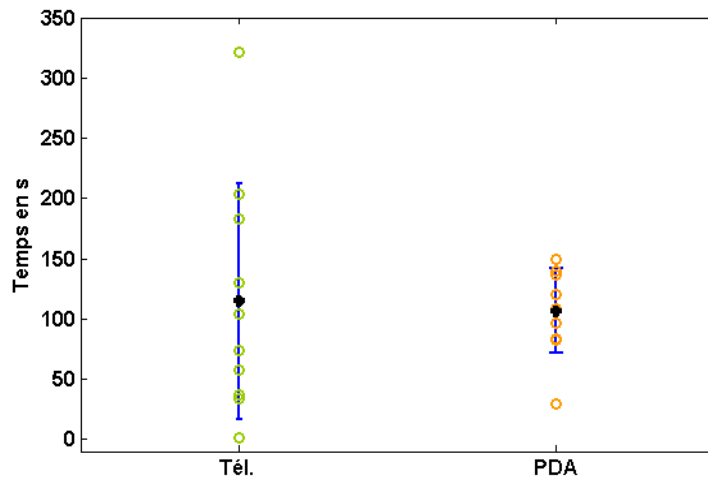


Figure 47 : temps pour se rendre compte de la perturbation.

7.4.4 Comportements relatifs à la manipulation des dispositifs

On donne dans les tableaux 9 et 10 le nombre d'interrogations des dispositifs effectuées pour la réalisation de chaque tâche et ceci respectivement pour les étapes 1 et 2 puis pour les étapes 3 et 4. On ne constate pas de différence significative entre la télécommande et le PDA.

	Étape 1			Étape 2		
	identification	localisation	orientation	identification	localisation	orientation
S1	1	1	1	1	1	1
S2	1	1	1	1	6	1
S3	4	1	6	1	9	6
S4	1	1	3	1	3	1
S5	2	3	9	2	13	5
S6	1	2	2	1	8	2
S7	1	1	4	3	4	4
S8	2	6	8	7	3	9
S9	1	2	4	1	15	2
S10	2	5	3	1	10	5
S11	1	1	1	1	2	3

CLASSIFICATION CONSORTIUM CLEARANCE LEVEL	FORMAT SIZE	NUMÉRO DOCUMENT / DOCUMENT NUMBER	PAGE
CONFIDENTIEL CONFIDENTIAL	A4	ESIEE/DRD/070922_RAMPE2_RapportFinal	91

S12	1	3	3	1	5	5
S13	3	2	7	2	4	4
S14	2	3	3	1	4	3
S16	1	1	2	1	10	2
S17	1	3	1	1	3	4
S19	2	7	1	1	6	3
S20	1	1	1	1	6	2
S21	1	2	2	1	2	13
S22	2	3	4	1	9	6
Moyenne	1,55	2,45	3,30	1,50	6,15	4,05
Écart type	0,83	1,76	2,45	1,40	3,84	2,93

Tableau 9 : nombre d'interrogations pour la réalisation de chaque tâche.

	Étape 3			Étape 4		
	identification	localisation	orientation	identification	localisation	orientation
S1	1	3	10	3	2	1
S2	1	2	3	3	4	3
S3	1	4	4	3	4	9
S4	2	1	1	2	3	3
S5	1	1	6	3	2	14
S6	1	6	2	1	3	3
S7	2	1	4	3	8	5
S8	1	4	6	1	8	7
S9	2	1	9	2	4	5
S10	1	1	9	1	4	2
S11	1	1	1	1	9	4
S12	6	1	4	1	3	5
S13	1	2	10	1	8	8
S14	1	4	3	2	9	2
S16	1	2	2	2	4	3
S17	2	5	1	1	14	1
S19	3	4	5	1	7	8
S20	1	2	4	4	4	1
S21	4	4	4	8	17	1
S22	1	2	1	1	15	1
Moyenne	1,70	2,55	4,45	2,20	6,60	4,30
Écart type	1,30	1,57	3,02	1,67	4,43	3,44
	1	1	1	1	2	1
	6	6	10	8	17	14

Tableau 10 : nombre d'interrogations pour la réalisation de chaque tâche.

7.4.4.1 Consultation de l'arborescence

Pour la consultation de l'information sur la télécommande, tout appui sur le bouton de la télécommande déclenche à la fois la borne la plus proche, le contenu informationnel de l'arrêt et éventuellement associé à ce contenu l'événement de perturbation. Nous avons constaté que la télécommande est essentiellement utilisée comme déclencheur de borne. La consultation auditive

CLASSIFICATION CONSORTIUM CLEARANCE LEVEL	FORMAT SIZE	NUMÉRO DOCUMENT / DOCUMENT NUMBER	PAGE
CONFIDENTIEL CONFIDENTIAL	A4	ESIEE/DRD/070922_RAMPE2_RapportFinal	92

des contenus ne s'arrêtant qu'à l'énonciation du numéro de la ligne utile ou la perplexité du sujet écoutant jusqu'au bout sans entendre ce numéro. Il n'y a donc pas d'écoute en compréhension des messages mais une écoute interrogative sur un point particulier.

Pour le PDA, la consultation de l'information concernant les arrêts disponibles et la liste des arrêts associés a été pratiquée par 20 sujets. Nous avons pu identifier qualitativement à la suite des observations effectuées par les expérimentateurs(trices) et de remarques effectuées par les sujets que la présentation de l'information devait être à la fois complétée et modifiée dans son articulation (niveau de présentation /ajout d'informations de correspondance, ,,). Les sujets ont expérimenté la fonctionnalité du PDA permettant de découvrir séparément les arrêts et les lignes à proximité (20 sujets sont allés jusqu'à l'arborescence de description des lignes passant à un arrêt).

7.4.4.2 Erreurs de manipulation

Sur les 20 sujets et même sur les 23 sujets, nous avons eu à constater qu'une seule erreur de manipulation par un sujet qui a, sans intention, éteint le PDA.

7.4.4.3 Comportements des dispositifs dans les interactions

Les sujets sollicitent les dispositifs pour faire sonner la borne et obtenir les informations concernant l'arrêt qu'ils recherchent. Il y a eu 23 situations dans lesquelles la télécommande a donné les informations concernant l'arrêt le plus proche pas forcément recherché et même rarement car c'est souvent celui de descente. Nous avons pu ainsi apprécier dans la tâche de correspondance l'efficacité de l'application sur PDA qui annonce de façon isolée et interrogeable tous les arrêts disponibles.

7.4.5 Observations

7.4.5.1 Les incidents techniques

Il s'agit ici des incidents techniques propres aux dispositifs dans leurs conditions normales de fonctionnement et d'utilisation.

7.4.5.1.1 Pour la télécommande

- Interférences sur la fréquence "sociale" avec d'autres communications sans relations (conversation, musique ...),
- Saturation de la section audio de la télécommande rendant inintelligible tout message parlé;
- Détection et information sur l'arrêt le plus proche et non sur l'arrêt souhaité par le sujet induisant des erreurs;

CLASSIFICATION CONSORTIUM CLEARANCE LEVEL	FORMAT SIZE	NUMÉRO DOCUMENT / DOCUMENT NUMBER	PAGE
CONFIDENTIEL CONFIDENTIAL	A4	ESIEE/DRD/070922_RAMPE2_RapportFinal	93

7.4.5.1.2 Pour les deux dispositifs

- La présence d'un bus arrêté préalablement à l'arrivée d'un sujet, ne permet pas de le détecter par les dispositifs actuels;
- Le module EO-EDPS utilisé pour la balise sonore, ne réagissait parfois pas aux sollicitations rapprochées ou restait silencieux après une période de non-sollicitation prolongée. Cela n'a pas affecté l'expérimentation par préparation et déclenchement "en magicien d'oz" dans ces situations.

7.4.5.2 L'impact de l'environnement et des effets d'ambiance urbaine

- Les niveaux sonores élevés (autour de 85 dBa) sous la forme de bruit de fond (moteurs, roulements, des pneus sur la chaussée) ou de signaux d'avertissement (sirène) saturent le canal auditif et rendent les dispositifs limités en puissance sonore ou en taille de diffuseurs. Rappelons qu'une rue "calme" se situe aux alentours de 60/65 dBa, une circulation continue produit un bruit d'environ 75/78 dBa, les sirènes, camions, véhicules à échappement défectueux entraînent une élévation du niveau sonore jusque vers 85 dBa.
- Nous avons pu observer, sans le quantifier directement, l'impact de la disposition des mobiliers urbains dans la (dés)orientation des sujets. Les stratégies de suivi de trottoir adoptées par certains sujets s'avèrent optimales dans l'orientation dans des situations simples arrêt unique, ligne unique et absence d'entraves (arbres, potelets, mobilier urbain, ...), mais posent des problèmes de sécurité et, comme nous l'avons observé, des "pertitions" dans l'orientation dans le pôle d'échanges rattrapé par l'usage des dispositifs et pour un sujet par l'intervention de l'expérimentatrice.
- L'environnement radioélectrique n'affecte que la télécommande
- La quatrième étape a mis en relief la nécessité de tenir plus particulièrement compte de l'existence de chaussées entre le sujet et l'arrêt recherché localisé par la borne sonore. Il en va à la fois de la sécurité des sujets (et de ce point de vue les comportements sécuritaires ont été bien mis en oeuvre) que de l'impossibilité avec les dispositifs de trouver le cheminement de traversée (en l'occurrence, plusieurs traversées en surface ou par souterrain étaient possibles).

7.4.5.3 L'impact et les effets du pôle d'échange

- Avec la télécommande, la borne qui sonne n'est pas celle recherchée,
- Avec la télécommande, plusieurs bornes sonnent en même temps,
- Avec la télécommande, les feux sonores sonnent en même temps que la borne.

7.4.5.4 Stratégie de guidage, d'orientation et de contournement d'obstacles

- Présence de comportements sans stratégie et de stratégies optimales,

CLASSIFICATION CONSORTIUM CLEARANCE LEVEL	FORMAT SIZE	NUMÉRO DOCUMENT / DOCUMENT NUMBER	PAGE
CONFIDENTIEL CONFIDENTIAL	A4	ESIEE/DRD/070922_RAMPE2_RapportFinal	94

- Stratégie de déplacement : guidage haptique rapide par le bord du trottoir,
- Un sujet a traversé par un cheminement sonore guidé par les feux sonores,
- Immobilisation pour l'écoute des messages verbaux quel que soit le dispositif,
- Exploitation du signal de la borne pendant l'avancée vers la borne,
- Hypovigilance et absence de réaction à l'annonce de la perturbation.

7.4.5.5 Manipulation des dispositifs

7.4.5.5.1 PDA

- Absence de validation haptique de l'appui (validation sonore seulement)
- La fonction silence sur le PDA a été exploitée.

7.4.5.5.2 Télécommande

- Intelligibilité difficile de la télécommande : voix saturée.
- La manipulation de la télécommande déclenche les bornes aux arrêts et les répéteurs de feux de circulation.
- L'écoute simultanée des feux de circulation et de la borne perturbe le sujet
- Parfois interruption intempestive du message vocal du dispositif par des perturbations radios liées à d'autres utilisations de la même bande de fréquence.
- Lorsqu'un utilisateur de la télécommande a fait sonné la borne et écoute le message vocal envoyé par les bornes, tous les autres utilisateurs reçoivent simultanément le même message et pendant la durée de ce message il n'est possible pour personne de faire sonner la borne.
- Selon le déplacement du sujet sur le pôle d'échanges, le sujet a pu être induit en erreur par la télécommande" qui oriente le sujet sur un arrêt non recherché (situation d'arrêts côte à côte distants d'une quinzaine de mètres).

7.4.5.5.3 Observations communes aux deux dispositifs

L'utilisation des écouteurs perturbe l'orientation et la localisation

7.4.6 Suggestions faites par les sujets

Nous présentons les suggestions faites par les sujets au cours des questionnaires de fin d'expérience en les classant par fréquence de suggestion.

CLASSIFICATION CONSORTIUM CLEARANCE LEVEL	FORMAT SIZE	NUMÉRO DOCUMENT / DOCUMENT NUMBER	PAGE
CONFIDENTIEL CONFIDENTIAL	A4	ESIEE/DRD/070922_RAMPE2_RapportFinal	95

7.4.6.1 Concernant la télécommande

- Diminuer la taille de la télécommande,
- Améliorer la qualité sonore,
- Améliorer la voix de la télécommande en se rapprochant de la qualité de la voix du PDA,
- Modifier les informations en fonction de leur nombre de manière analogue au PDA,

7.4.6.2 Concernant le PDA

- Réduire la taille du PDA,
- Prévoir une pochette,
- Donner des informations sur les correspondances,
- Isoler le bouton d'activation du signal sonore des boutons de navigation, de lignes et d'arrêts,
- Attribuer un bouton séparé pour le volume,
- Éviter de tourner en boucle dans le menu,
- Alléger le poids du PDA,
- Prévoir une liaison avec une oreillette sans fil Bluetooth,
- Renforcer la perception tactile des boutons,
- Prévoir une oreillette sans fil,
- Envoyer un feedback indiquant la boucle atteinte dans l'arborescence,
- Focaliser les informations sur la ligne qui intéresse.

7.4.6.3 Suggestions communes

- Le dispositif pourrait fonctionner à l'intérieur des bus et plus généralement pendant toute la chaîne de déplacement,
- Meilleure localisation du sujet dans la rue,
- Accroître les reliefs des touches (boutons de commande) sur les deux dispositifs,
- Permettre la programmation d'un trajet et en obtenir des horaires estimés,

CLASSIFICATION CONSORTIUM CLEARANCE LEVEL	FORMAT SIZE	NUMÉRO DOCUMENT / DOCUMENT NUMBER	PAGE
CONFIDENTIEL CONFIDENTIAL	A4	ESIEE/DRD/070922_RAMPE2_RapportFinal	96

- Indiquer la précision par un message : « vous êtes à X mètres de l'arrêt. »,
- Alerte annonçant l'arrêt de destination du sujet à l'intérieur du bus,
- Niveau sonore plus élevé,
- Compléter l'information contenue,
- Pouvoir programmer l'appareil pour qu'il détecte un arrêt de départ.

7.4.6.4 Concernant la borne

- Changer le jingle de la borne,
- Changer le volume sonore de la borne pour optimiser la localisation.

7.4.7 Suggestions à retenir

Parmi les suggestions des sujets, nous évoquons ici seulement celles qui constituent des extensions fonctionnelles voire des fonctionnalités de dispositifs qui pourraient être intégrées. D'autres rejoignant nos observations se retrouvent dans le tableau des recommandations.

- Pouvoir programmer l'appareil pour qu'il détecte un arrêt de départ,
- Meilleure localisation du sujet dans la rue,
- Permettre la programmation d'un trajet et en obtenir des horaires estimés,
- Indiquer la précision par un message : « vous êtes à X mètres de l'arrêt. »,
- Disposer d'une continuité de l'information sur un même équipement durant la chaîne de déplacement (avant, en entrée, dans le véhicule, en sortie, dans la correspondance, à l'intérieur d'une gare/bâtiment/...);
- Alerte annonçant l'arrêt de destination du sujet.

7.5 Synthèse

Dans cette synthèse, une première partie expose les points essentiels de l'évaluation à retenir et ouvre sur une seconde partie qui expose les recommandations pour chacun des trois éléments : télécommande, PDA et borne.

Cette étude n'a pas pour objectif d'évaluer la capacité des sujets à se mouvoir de façon autonome dans la chaîne de déplacement ni à évaluer le service rendu aux personnes aveugles par les transports et les dispositifs actuellement mis en service dans ces derniers.

CLASSIFICATION CONSORTIUM CLEARANCE LEVEL	FORMAT SIZE	NUMÉRO DOCUMENT / DOCUMENT NUMBER	PAGE
CONFIDENTIEL CONFIDENTIAL	A4	ESIEE/DRD/070922_RAMPE2_RapportFinal	97

L'objectif poursuivi ici est l'évaluation de l'utilisabilité des deux dispositifs (télécommande, application sur PDA) en prenant comme principaux indicateurs les durées, le nombre d'interrogation des dispositifs pour l'indentification des arrêts de bus, leur localisation et l'orientation des sujets vers ces derniers. En exploitant des indicateurs de même nature, nous avons également évalué l'apport de ces deux dispositifs (télécommande et application sur PDA) en situation de perturbation.

L'expérimentation a été réalisée sur les transports lyonnais selon une approche expérimentale de type en écologie contrôlée. Nous avons sollicité 31 sujets dont 23 sujets aveugles (21 sujets avec canne dont 1 sujet avec canne électronique et 2 sujets avec chien) et 8 sujets voyants. Les parcours pouvaient être distribués en 4 étapes selon deux types de situation (arrêt simple et pôle d'échanges) avec une étape en pôle d'échanges présentant une perturbation simulée.

Pour l'expérimentation, nous avons prévu d'avoir des groupes équilibrés entre utilisateurs de canne et utilisateurs de chien. Dans la mesure où nous disposions d'une fenêtre temporelle étroite, nous avons réduit fortement le nombre d'utilisateurs de chien. En effet, sur le plan méthodologique, l'expérimentation s'est heurtée à l'intelligence et à l'éducation du chien qui sur un mode aveugle accompagné suivait et sollicitait l'équipe d'expérimentation comme guide sans tenir compte des instructions de la personne aveugle. Rappelons cependant que le chien ne sachant pas lire ne peut exploiter ou communiquer toutes les informations liées aux transports et non plus différencier deux arrêts entre eux.

Les résultats des deux sujets avec chien et d'un sujet présentant une surdité associée n'ont pas été retenus. Les résultats ont donc porté sur 20 sujets aveugles avec canne et 8 sujets voyants.

Aucun des sujets aveugles n'a souhaité abandonner l'utilisation d'un des dispositifs et tous les sujets ont effectué le parcours en totalité. Ils ont par contre tous mémorisé et restitué l'itinéraire en fin de parcours. Les dispositifs ont un effet structurant de la représentation d'itinéraire et pas d'effet distractif.

Les deux dispositifs ont été facilement adoptés par tous les sujets quel que soit leur âge de 24 à 69 ans. Cependant, l'efficacité obtenue avec la télécommande est plus dépendante que celle obtenue avec le PDA de la variabilité interindividuelle.

Pour les 4 étapes du parcours, l'écart de performances entre les résultats des sujets aveugles et des sujets voyants se réduit et converge fortement lorsque l'on passe d'une situation d'arrêt simple à celle d'un pôle d'échanges où nous constatons que les sujets voyants sont mis en difficulté de la même façon que les sujets aveugles équipés de dispositifs. Le rapport moyen entre le temps mis par les sujets aveugles et le temps mis par les sujets voyants pour effectuer le même déplacement a été respectivement de 22 et 14 dans les deux situations simples et de 4 et 6 dans les deux situations complexes autour de Grange Blanche. Il y a bien un effet complexité des pôles d'échanges que les dispositifs permettent de réduire. Cela confirme l'hypothèse selon laquelle la pertinence de l'application croît avec l'accroissement de complexité du pôle d'échanges et l'inscrit donc dans une perspective de conception pour tous.

CLASSIFICATION CONSORTIUM CLEARANCE LEVEL	FORMAT SIZE	NUMÉRO DOCUMENT / DOCUMENT NUMBER	PAGE
CONFIDENTIEL CONFIDENTIAL	A4	ESIEE/DRD/070922_RAMPE2_RapportFinal	98

Pratiquement dans toutes les situations envisagées, le PDA permet aux sujets d'avoir des performances meilleures qu'avec la télécommande. Certains de ces résultats restent cependant très proches en particulier en ce qui concernent les tâches de localisation et d'orientation : l'une des raisons vient du fait que ces tâches sont plus dépendantes de la qualité acoustique de la borne et de son signal sonore que du dispositif qui l'active. La moindre performance obtenue avec la télécommande pour cette tâche semble provenir :

- de l'effet distrayant du message vocal simultanément au signal de la borne,
- et de la temporisation durant laquelle le sujet ne peut réactiver la borne
- de la plus grande sélectivité du PDA qui permet de faire sonner la borne choisie et pas les autres.

Certains sujets aveugles se trouvent en arbitrage indécidable entre l'audition de la borne et une stratégie très efficace du suivi du trottoir pour rejoindre au plus vite l'arrêt. Ils adoptent plus facilement cette dernière malgré le signal entendu qui les entraîne dans une orientation erronée. (Stratégie optimisant l'orientation).

Pour la tâche d'identification, le PDA permet aux sujets d'avoir de bien meilleures performances qu'avec la télécommande. Cela semble dû à :

- une plus grande distance portée radio du PDA qui permet de détecter la présence d'une borne plus rapidement (portée d'environ 150 à 200m) par rapport à celle de la télécommande (environ 15 à 20m),
- la capacité de veille reliée par l'interface vocale du PDA,
- la nécessité pour l'utilisateur d'activer intentionnellement et répétitivement la télécommande et donc d'avoir en charge la veille.

Concernant la détection de la perturbation : le PDA permet aux sujets d'avoir de meilleures performances qu'avec la télécommande en moyenne mais surtout en terme d'écart type. Nous retrouvons ici les mêmes raisons que celles citées pour la tâche d'identification ci-dessus.

Pour toutes les tâches, le PDA permet en moyenne de meilleures performances que la télécommande et la dispersion des résultats entre sujets est plus faible pour le PDA que pour la télécommande. Dans l'étape de pôle d'échanges, le PDA apparaît plus approprié : il isole nominativement chacun des arrêts et ne produit donc pas les erreurs que peut provoquer un effet de proximité d'un arrêt sur la télécommande. Avec le PDA, l'utilisateur choisit l'arrêt alors que la télécommande active toujours l'arrêt le plus proche d'elle. Par ailleurs, la télécommande active simultanément plusieurs dispositifs proches (feux sonores, bornes, etc.).

Nous avons constaté que la caractéristique presse bouton de la télécommande facilite l'interrogation de la borne. Sur le PDA, il faudra isoler et rendre permanent la commande d'interrogation de la borne, dans l'application RAMPE.

L'ordre apparemment conventionnel de présentation : nom d'arrêt, destination, ligne, dans la chaîne du déplacement de l'information qui a été choisi pour l'application n'est pas celui du questionnement intérieur des sujets : Numéro de ligne, direction, éventuellement nom de l'arrêt.

CLASSIFICATION CONSORTIUM CLEARANCE LEVEL	FORMAT SIZE	NUMÉRO DOCUMENT / DOCUMENT NUMBER	PAGE
CONFIDENTIEL CONFIDENTIAL	A4	ESIEE/DRD/070922_RAMPE2_RapportFinal	99

L'interface de l'application RAMPE doit être modifiée en conséquence (réflexion à mener sur le message diffusé par le SSID).

Comme de nombreux autres opérateurs, les transports en commun lyonnais ont adopté un nom identique pour tous les arrêts d'un même pôle d'échanges (ici Grange Blanche) quelles que soient les lignes et les directions. Pour une localisation utile et rapide des arrêts, la priorité donnée aux numéros des lignes par rapport aux noms d'arrêts faciliterait la sélection de l'arrêt pertinent.

L'application RAMPE sur PDA propose un volume d'information sur les arrêts et les lignes supérieur à ce que diffuse la télécommande d'une manière invariante. Il en résulte un usage du PDA pour la connaissance et la représentation du réseau (autres lignes et arrêts, perturbations et horaires sur toutes les lignes,...) qui nécessite du temps d'écoute immédiat, de manipulations associées et d'immobilisation intentionnelle du sujet.

La synthèse vocale ne prononce pas correctement un certain nombre de noms propres ou d'abréviations. Il faut donc prévoir dans le code XML une rubrique (nom oral ou nom usuel écrit).

Les dispositifs n'étaient pas assez puissants acoustiquement. La télécommande ayant un son saturé et distordu, le PDA ayant un niveau sonore nécessitant un usage rapproché de l'oreille (4 sujets nous ont demandé une oreillette).

Parmi les dysfonctionnements observés sur les équipements, nous soulignons ici les principaux :

La télécommande subit des interférences radiofréquences liées à l'utilisation de la même bande de fréquences par d'autres applications (communication de parole ou musique) qui substituent aux messages d'information des communications intrusives.

Le PDA, produit standard dispose d'un écran tactile que l'application doit neutraliser. Malgré un niveau de protection contre les erreurs très élevé, un sujet a réussi à verrouiller le clavier non intentionnellement.

Même si le PDA annonce l'absence de borne détectable à son niveau ou prévient que les données d'une borne ne sont pas disponibles, aucun des deux dispositifs ne donne d'alerte au cas où la borne se met en interruption après une interrogation.

CLASSIFICATION CONSORTIUM CLEARANCE LEVEL	FORMAT SIZE	NUMÉRO DOCUMENT / DOCUMENT NUMBER	PAGE
CONFIDENTIEL CONFIDENTIAL	A4	ESIEE/DRD/070922_RAMPE2_RapportFinal	100

7.6 Recommandations d'amélioration

Parmi les dysfonctionnement observés sur les équipements, nous soulignons ici les principaux :

- La télécommande subit des interférences radiofréquences liées aux autres applications de la même bande de fréquences (communications de parole ou de musique) qui substituent aux messages d'information des communications intrusives.
- La télécommande double simultanément le signal sonore émis par la borne par un signal identique au début du message vocal, ce qui nuit à la localisation de la borne.
- La télécommande active simultanément plusieurs dispositifs proches (feux sonores et bornes).

	Dysfonctionnement ou difficulté d'utilisation	Recommandations
Télécommande	La localisation de la borne est gênée par la répétition du signal sonore de borne dans le haut-parleur de la télécommande en début de message.	Substituer à ce signal un silence de même durée en étendant éventuellement cette durée d'environ 250ms.
	Pendant toute la durée de la diffusion par la borne du message vocal d'information, il n'est pas possible de réactiver la borne pour la faire sonner.	Donner la priorité à l'activation de la borne sur la diffusion du message en situation de réactivation.
	En pôle d'échanges, la télécommande ne déclenche que les bornes suffisamment proches indépendamment des besoins de l'utilisateur et déclenche simultanément les feux sonores.	Toute recommandation rencontre ici les limites des principes de fonctionnements de la télécommande.
	Le son de la télécommande est saturé et distordu.	Redimensionner la section audio de la télécommande pour augmenter la puissance acoustique sans distorsion.
	La télécommande n'émet pas de message lors de l'interruption de la borne après une interrogation réussie.	Annoncer par un message l'échec de la nouvelle interrogation.

CLASSIFICATION CONSORTIUM CLEARANCE LEVEL	FORMAT SIZE	NUMÉRO DOCUMENT / DOCUMENT NUMBER	PAGE
CONFIDENTIEL CONFIDENTIAL	A4	ESIEE/DRD/070922_RAMPE2_RapportFinal	101

	Dysfonctionnement ou difficulté d'utilisation	Recommandations
PDA	La faiblesse du niveau sonore du PDA nécessitait un usage rapproché du visage et de l'oreille.	Sélectionner des PDA ou smart phones disposant d'une puissance acoustique suffisante pour un usage en milieu ambiant bruyant (> 75db).
	Actuellement dans une séquence de prise d'informations, l'interrogation de la borne est insuffisamment adaptative aux sollicitations fréquentes de rappel.	Isoler une commande permettant à tout instant d'interroger la borne pour sa localisation.
	Écran tactile et touches de commandes : Un sujet a réussi non intentionnellement à verrouiller les touches de commandes. Les touches au ras du clavier ont souvent été insuffisamment enfoncées, ce qui a demandé la répétition du geste. Les touches des PDA choisis ne délivraient pas de feed-back mécanique de l'appui.	Objet standard fondé sur l'utilisation d'un écran tactile et de touches souvent peu saillantes, la protection contre les erreurs déjà excellente dans l'application doit être renforcée par neutralisation et sélection d'appareils aux touches haptiquement bien marquées.
	Le PDA donne des informations de lignes selon deux modes : arrêts principaux et arrêts détaillés. La représentation mentale des sujets et leur crainte de manquer à l'écoute leur arrêt de destination nécessite une modification de la présentation des arrêts.	Inverser les modes de présentation en mettant en premier les arrêts détaillés (à partir de l'arrêt où on attend) puis en second niveau les arrêts principaux (notion de squelette des lignes). Ceci de façon à permettre à l'utilisateur de vérifier rapidement que l'arrêt où il doit descendre est bien présent sur la ligne desservie par le bus.
	Les sujets souhaitent un enrichissement des informations disponibles sur le PDA.	Le marquage de sa destination, les compléments d'informations sur les correspondances, certains horaires associés pourraient être ajoutés à l'application RAMPE pour permettre aux sujets de se construire des itinéraires/ou de mieux connaître le réseau.

CLASSIFICATION CONSORTIUM CLEARANCE LEVEL	FORMAT SIZE	NUMÉRO DOCUMENT / DOCUMENT NUMBER	PAGE
CONFIDENTIEL CONFIDENTIAL	A4	ESIEE/DRD/070922_RAMPE2_RapportFinal	102

	Dysfonctionnement ou difficulté d'utilisation	Recommandations
Borne	Détection acoustique difficile en milieu ambiant bruyant.	Améliorer l'asservissement du niveau sonore de la borne à celui du milieu ambiant avec un différentiel légèrement supérieur aux recommandations habituelles (+ 10db).

	Dysfonctionnement ou difficulté d'utilisation	Recommandations
Global	La prise d'information logique : arrêt-destination-lignes n'apparaît pas la meilleure dans la représentation mentale du voyageur. Noms identiques d'arrêts et structuration mentale de l'information rendent prioritaire le numéro des lignes par rapport aux noms des arrêts.	Substituer à l'ordre de présentation : nom d'arrêt-direction- numéro de ligne, l'ordre numéro de ligne, direction et nom d'arrêt.
	La synthèse vocale ne prononce pas correctement un certain nombre de noms propres ou d'abréviations.	Prévoir dans le code XML une rubrique (nom oral ou nom usuel écrit).
	Le niveau sonore des trois dispositifs n'est pas assez élevé.	Rendre le niveau sonore de chacun des dispositifs dépendant du niveau sonore ambiant.

Tableau 11 : Synthèse des recommandations d'amélioration.

CLASSIFICATION CONSORTIUM CLEARANCE LEVEL	FORMAT SIZE	NUMÉRO DOCUMENT / DOCUMENT NUMBER	PAGE
CONFIDENTIEL CONFIDENTIAL	A4	ESIEE/DRD/070922_RAMPE2_RapportFinal	103

CLASSIFICATION CONSORTIUM <i>CLEARANCE LEVEL</i>	FORMAT <i>SIZE</i>	NUMÉRO DOCUMENT / <i>DOCUMENT NUMBER</i>	PAGE
CONFIDENTIEL <i>CONFIDENTIAL</i>	A4	ESIEE/DRD/070922_RAMPE2_RapportFinal	104

8. Synthèse, conclusions et perspectives

Le projet RAMPE avait pour objectif de développer et expérimenter un système interactif d'assistance et d'information auditive visant à favoriser l'autonomie et la mobilité des personnes aveugles dans les transports collectifs.

Après une analyse des besoins, l'utilisation des transports de surface (bus, tramways) a été identifiée comme particulièrement complexe pour une personne aveugle et les travaux se sont focalisés sur un système destiné à équiper les points d'arrêt des réseaux de surface. RAMPE est constitué de deux parties : les équipements aux arrêts (bornes) et le dispositif porté par l'utilisateur (PDA ou télécommande). Le PDA est muni d'une application intelligente utilisant une synthèse vocale et communique sans fil par WiFi avec les bornes. Le système RAMPE vise à faciliter l'approche d'un point d'arrêt et à fournir l'information utile avant l'entrée dans un véhicule. À la descente du véhicule, il permet de vérifier le nom de l'arrêt.

Le projet a comporté deux phases. La première phase a commencé par une formalisation théorique des déplacements et de l'information nécessaire au cours des déplacements. Elle a ensuite été consacrée à la conception et au développement des prototypes : bornes et application logicielle pour le dispositif utilisateur (PDA). La deuxième phase, objet de ce rapport, a été dédiée à l'expérimentation et à l'évaluation du système en partenariat avec le SYTRAL et KEOLIS sur le réseau TCL à Lyon.

Pour réaliser l'expérimentation, il a été nécessaire de répliquer les bornes et de développer une nouvelle version de l'application logicielle pour le dispositif utilisateur. En effet, le PDA utilisé pour la phase 1 de RAMPE étant devenu obsolète, il a fallu porté l'application sur un nouveau PDA. Ce développement a été effectué en cherchant à faciliter les extensions futures de l'application en terme de portabilité et de robustesse.

En parallèle avec les développements techniques, nous avons élaboré les scénarios de l'expérimentation et recherché un parcours dans le réseau lyonnais permettant de les mettre en œuvre. De façon à pouvoir étudier les deux types de dispositifs utilisateur : PDA et télécommande, nous avons choisi d'utiliser un parcours en forme de huit avec 4 lignes de bus et une correspondance centrale située dans un pôle d'échanges.

Nous avons effectué une pré-expérimentation de deux jours en février 2007 pour mettre au point le cadre technique de l'expérimentation.

L'expérimentation a eu lieu en avril 2007 et a duré deux semaines. Elle s'est déroulée dans de très bonnes conditions et s'est achevée dans les temps grâce à la contribution de l'ensemble des acteurs concernés (SYTRAL, TCL-KEOLIS, l'association « amitiés des déficients visuels », la « maison des parents », les sujets de l'expérimentation, l'équipe du projet RAMPE). Les données (observations ergonomiques issues d'un encodage direct, mesures de niveau sonore et de puissance radioélectrique, enregistrements vidéos, questionnaires) ont été recueillies sur 23 sujets aveugles et 8 sujets voyants.

CLASSIFICATION CONSORTIUM CLEARANCE LEVEL	FORMAT SIZE	NUMÉRO DOCUMENT / DOCUMENT NUMBER	PAGE
CONFIDENTIEL CONFIDENTIAL	A4	ESIEE/DRD/070922_RAMPE2_RapportFinal	105

Nous avons ensuite analysé les résultats en terme de déplacement des sujets et de prise d'information, en terme de réaction à une perturbation et en terme de manipulation des dispositifs. Cette étude n'avait pas pour objectif d'évaluer la capacité des sujets à se mouvoir de façon autonome dans la chaîne de déplacement ni à évaluer le service rendu aux personnes aveugles par les transports et les dispositifs actuellement mis en service dans ces derniers. L'objectif poursuivi ici était l'évaluation de l'utilisabilité des deux dispositifs (télécommande, application sur PDA) en prenant comme principaux indicateurs les durées, le nombre d'interrogations des dispositifs pour l'indentification des arrêts de bus, leur localisation et l'orientation des sujets vers ces derniers. En exploitant des indicateurs de même nature, nous avons également évalué l'apport de ces deux dispositifs en situation de perturbation. Dans cette analyse, nous avons classé les situations en deux catégories : simple arrêt et pôle d'échanges.

Cette analyse nous a permis d'évaluer la pertinence et l'acceptabilité des dispositifs et de délimiter les conditions d'utilisation. Nous avons pu constater que les deux dispositifs ont un effet structurant sur la représentation des itinéraires. Pratiquement dans toutes les situations envisagées et pour toutes les tâches, le PDA permet aux sujets d'avoir des performances meilleures qu'avec la télécommande et que la dispersion des résultats entre sujets est plus faible pour le PDA que pour la télécommande. Pour les différentes étapes du parcours, l'écart de performances entre les résultats des sujets aveugles et des sujets voyants se réduit et converge fortement lorsque l'on passe d'une situation d'arrêt simple à celle d'un pôle d'échanges où nous constatons que les sujets voyants sont mis en difficulté de la même façon que les sujets aveugles équipés de dispositifs. Cela confirme l'hypothèse selon laquelle la pertinence de l'application croît avec l'accroissement de complexité du pôle d'échanges et l'inscrit donc dans une perspective de conception pour tous.

L'étude des dysfonctionnements ou difficultés d'utilisation, nous a permis de formuler un ensemble de recommandations sur les modifications et compléments à apporter pour chacun des trois éléments : télécommande, PDA et borne. On peut citer en particulier l'ordre de présentation de l'information. L'ordre qui a été choisi pour l'application correspond à la prise d'information apparemment logique : « nom d'arrêt / direction / numéros de lignes ». Mais comme de nombreux autres opérateurs, les transports en commun lyonnais ont adopté un nom identique pour tous les arrêts d'un même pôle d'échanges (ici Grange Blanche) quelles que soient les lignes et les directions. Ces noms identiques d'arrêts et la structuration mentale de l'information rendent prioritaire le numéro des lignes par rapport aux noms des arrêts. Une des recommandations consiste donc à substituer à l'ordre de présentation : « nom d'arrêt / direction / numéros de lignes » l'ordre « numéros de lignes / direction / nom d'arrêt ».

Autour d'une activité commune importante, le projet, piloté par l'ESIEE, a fédéré trois partenaires complémentaires :

- Le LEI de l'université Paris-5 pour la phase 1 qui a effectué l'analyse des besoins et contribué aux spécifications de l'interface. Pour la phase 2, le LEI a été remplacé par le laboratoire THIM qui a contribué à la définition des scénarios de l'expérimentation et à la

CLASSIFICATION CONSORTIUM CLEARANCE LEVEL	FORMAT SIZE	NUMÉRO DOCUMENT / DOCUMENT NUMBER	PAGE
CONFIDENTIEL CONFIDENTIAL	A4	ESIEE/DRD/070922_RAMPE2_RapportFinal	106

détermination du parcours, pris les contacts avec les associations de personnes aveugles, contribué à l'expérimentation et à l'analyse des résultats.

- L'ESIEE qui a contribué dans la phase 1 aux spécifications techniques de l'application et du système d'information et a développé l'application sur PDA. Dans la phase 2, l'ESIEE a contribué à la définition des scénarios de l'expérimentation et à la détermination du parcours, développé une nouvelle version de l'application logicielle sur PDA, piloté l'expérimentation et contribué à l'analyse des résultats.
- La société LUMIPLAN qui a développé dans la phase 1 l'application sur la borne en cohérence avec les SIV. Dans la phase 2, LUMIPLAN a contribué à la définition des scénarios et à la détermination du parcours, répliqué et installé les bornes sur site, et contribué à l'expérimentation.

La loi du 11 février 2005 pour « l'égalité des droits et des chances, la participation et la citoyenneté des personnes handicapées » prévoit l'accessibilité des transports et fixe des délais de mise en accessibilité. Dans ce contexte, nous nous sommes efforcés au cours du projet RAMPE d'aboutir à des outils concrets et opérationnels qui pourront être mis en place par les collectivités pour favoriser l'accessibilité des transports de surface aux déficients visuels.

Les perspectives et retombées des travaux initiés dans RAMPE sont de trois ordres :

- Contribution à la normalisation. Nous participons aux travaux de normalisation européens du comité CEN TC278/WG3/SG3 (Fr BNEVT CN03-GT7) sur les informations à destination des voyageurs aveugles : « Traveler's information for visually impaired people ».
- Travaux de recherche dans le cadre du projet ANR-PREDIT INFOMOVILLE qui a débuté en mai 2007. Le projet INFOMOVILLE, labellisé par le pôle « ville et mobilité durables », a pour objectif de développer un environnement temps-réel pour l'information, l'orientation et la sécurité des voyageurs à handicap sensoriel (visuel ou auditif) au cours de leurs déplacements dans les transports collectifs, les pôles d'échanges et de façon plus générale pour la mobilité en ville. Il envisage divers élargissements du champ de RAMPE :
 - Services rendus : assurer la continuité et l'extension du avant, pendant et après l'usage du transport, extension à différents types de transports et aux pôles d'échanges,
 - Intégration de nouvelles informations : correspondances, jonctions intermodales,
 - Élargissement du spectre des utilisateurs potentiels : handicap sensoriel visuel ou auditif,
 - Ergonomie et développement de l'interface homme-machine...
 - Élargissements de nature technologique : portabilité sur différentes plateformes, multi-connectivité (WiFi, Bluetooth, RFID...), localisation de l'utilisateur et des bornes.
 - Méthodologie et outils de prototypage rapide des applications nomades d'information, centrale mobile d'acquisition de données à l'usage des ergonomes.

CLASSIFICATION CONSORTIUM CLEARANCE LEVEL	FORMAT SIZE	NUMÉRO DOCUMENT / DOCUMENT NUMBER	PAGE
CONFIDENTIEL CONFIDENTIAL	A4	ESIEE/DRD/070922_RAMPE2_RapportFinal	107

- Déploiement de systèmes similaires dans les collectivités locales et les réseaux de transport : Pour la société LUMIPLAN, l'apport du projet RAMPE a été indéniable dans le développement des annonces sonores pour les bornes d'informations voyageur. Au fil des avancées du projet, les systèmes d'annonces sonores pour les personnes malvoyantes se sont démocratisés et ont peu à peu été intégrés dans les bornes. Plusieurs villes ont équipé leurs réseaux de transports de systèmes sonores avec des solutions LUMIPLAN : Nantes, Valence, Grenoble, Aulnay... Les technologies et les modes de déclenchements utilisés diffèrent selon les sites. Les coûts dépendent du mode de déclenchement désiré et des contraintes mécaniques, la fourchette se situant entre 600 et 3000€.

Technologies
Enregistrement de fichiers son
Text To Speech

Modes de déclenchement	Fonctionnalité
Bouton poussoir	La personne malvoyante actionne un bouton poussoir situé sur la borne afin de déclencher la diffusion.
Télécommande à fréquence normalisée	La personne malvoyante utilise une télécommande pour déclencher la diffusion.
Piloté depuis un serveur	Le serveur donne l'ordre de jouer les annonces sonores. Par exemple 1 minute avant l'arrivée du bus à l'arrêt.

La loi sur l'accessibilité amène les réseaux à réfléchir sur l'équipement de leur parc de bornes d'annonces sonores.

Les résultats de RAMPE et les travaux de recherche et développement en cours permettent d'envisager des systèmes d'annonces sonores interactives dialoguant avec l'utilisateur et préservant la continuité de la chaîne d'information au cours du déplacement.

CLASSIFICATION CONSORTIUM CLEARANCE LEVEL	FORMAT SIZE	NUMÉRO DOCUMENT / DOCUMENT NUMBER	PAGE
CONFIDENTIEL CONFIDENTIAL	A4	ESIEE/DRD/070922_RAMPE2_RapportFinal	108

9. Publications et actions de valorisation

9.1 Publications scientifiques

Les résultats des travaux du consortium RAMPE ont été acceptés pour publication dans différentes conférences nationales ou internationales.

9.1.1 Ouvrages

1. Le projet RAMPE : Système interactif d'information auditive pour la mobilité des personnes aveugles dans les transports publics, Livre des projets du carrefour PREDIT, pp. 17-19, 2006.
2. G. Baudoin, O. Venard, G. Uzan, « Les transports publics parlent aux aveugles », supplément de la revue La recherche sur le thème « Ville et mobilité durables », N° 398, pp. 71, juin 2006

9.1.2 Conférences internationales avec actes

2. J. El Sayah, G. Baudoin, O. Venard, B. El Hassan, "Architecture and Protocols of the RAMPE system- An Interactive Auditive Machine Helping Blinds in Public Transport", *2nd IEEE International Conference ICTTA'2006*, du 24 au 28 Avril 2006, Damascus, Syria.
3. A. Paumier, « Information auditive pour aveugles : le projet RAMPE », Congrès international ATEC-ITS France, févr. 2006, Paris.
4. J. El Sayah, G. Baudoin, O. Venard, B. El Hassan, "Simulation using OMNeT++ of the RAMPE system - an Interactive Auditive Machine helping blinds in Public Transport", *EUROCON' 2005, International Conference on computer as a tool*, 22 - 24 Novembre 2005 Belgrade, Serbia & Montenegro.
5. G.Baudoin, O.Venard, G.Uzan, A.Rousseau, Y.Benabou, A.Paumier, J.Cesbron, "How can blinds get information in Public Transports using PDA? The RAMPE Auditive Man Machine Interface", *Proc. 8th European conference for the advancement of assistive technology in Europe, aaate 2005*, Sept. 2005, Lille,.
6. G.Baudoin, O.Venard, G.Uzan, A.Rousseau, Y.Benabou, A.Paumier, J.Cesbron, "The RAMPE Project: Interactive, Auditive Information System for the Mobility of Blind People in Public Transports", *Proc. The 5th international conference on ITS telecommunications*, Juin 2005, Brest.

9.1.3 Publications, conférences et colloques nationaux

7. Assistance à la mobilité des personnes à handicap sensoriel : projets RAMPE et INFOMOVILLE, Revue du CNFM « la puce à l'oreille », N°24, oct. 2007.
8. G.Baudoin, O.Venard, G.Uzan, A.Paumier, J.Cesbron, "Le projet RAMPE, Système interactif d'information auditive pour la mobilité des personnes aveugles dans les transports publics", *Proc. Deuxième journée francophone mobilité et ubiquité, ubimob'2005*, pp. 169-176, Grenoble, Juin 2005.
9. G.Baudoin, O.Venard, G.Uzan, A.Rousseau, Y.Benabou, A.Paumier, J.Cesbron, "Le projet RAMPE, Référentiel d'Assistance aux personnes aveugles pour leur mobilité dans les transports publics et les pôles d'échange", *Carrefour PREDIT*, Clermont-Ferrand, Mars 2005.

9.2 Site web et vidéo

Un site web consacré au projet a été créé : <http://www.esiee.fr/~rampe>

Une vidéo d'explication du fonctionnement du système a été réalisée. Elle est disponible sur le site rampe : <http://www.esiee.fr/~rampe/RampeDemoMPEG4.avi>.

Une vidéo réalisée lors de l'expérimentation à Lyon est disponible sur demande.

CLASSIFICATION CONSORTIUM CLEARANCE LEVEL	FORMAT SIZE	NUMÉRO DOCUMENT / DOCUMENT NUMBER	PAGE
CONFIDENTIEL CONFIDENTIAL	A4	ESIEE/DRD/070922_RAMPE2_RapportFinal	109

9.3 Presse nationale

- Article d'Alain Judic dans Ouest-France du 24 mars 2005 suite au carrefour PREDIT.
- Article dans « Union des Transports Publics ».

9.4 Participations à des manifestations publiques

RAMPE a été présenté lors de diverses manifestations publiques qui ont donné lieu à des interviews, reportages ou articles de presse. On peut citer par ordre chronologique :

1. Journée WIFI de Radio-France : 11 mars 2004, maison de la radio. RAMPE a été présenté par un poster lors de cette journée organisée par Radio France et consacré à WIFI. Une interview filmée a été réalisée à cette occasion. Le fichier vidéo peut être chargé sur le site : http://www.esiee.fr/~rampe/rfwifi16_1.rm.
2. Participation au carrefour PREDIT à mi-parcours en mars 2005 à Clermont-Ferrand, Présentation de RAMPE par un poster et une présentation orale. Lors du carrefour, RAMPE a été primé dans la catégorie mobilité/services.
3. O. Venard et G. Uzan, Exposition « et voilà le travail ! Bienvenue à bord » du 12 au 29 mai 2005 au Bourget <http://www.etvoilalettravail.net/>. Nous avons réalisé un panneau pour illustrer le projet RAMPE lors de cette exposition, organisée le Comité départemental du tourisme de la Seine-Saint-Denis, le Conseil général et le Musée de l'air et de l'espace du Bourget. L'exposition était destinée au grand public pour une rencontre inédite avec la culture industrielle et technique en particulier dans le domaine des transports. Nous avons de plus participé à la conférence "les malvoyants dans les transports publics" le 23 mai 2005.
4. Road Show LUMIPLAN : Présentation de RAMPE lors des ateliers du road show organisé par LUMIPLAN à Nantes (27 mai 2005), Lyon (31 mai 2005), Paris (9 juin 2005), Aix en Provence (15 juin 2005).
5. Participation à la table ronde « mobilité » et démonstration du système RAMPE lors de la journée de présentation du projet de pôle « ville et mobilité durables ». Journée organisée par Seine et Marne Développement le 30 juin 2005 à Marne la Vallée.
6. Participation à la journée DEVINT'2005 Déficients visuels et nouvelles technologies organisée par le Polytech'Nice Sophia Antipolis (ESSI).
7. G. Baudoin. et al Le projet RAMPE Journée PREDIM-ATEC ITS d'information sur l'accessibilité aux transports des personnes à mobilité réduite, 2005
8. Présentation d'un poster lors de la manifestation organisé par la SNCF « Gare Montparnasse : laboratoire de l'accessibilité », mai à juillet 2006, Paris.
9. G. Baudoin et G. Uzan, « Systèmes d'information dans les lieux publics et les transports pour le projet RAMPE terminaux pour handicapés sensoriels. Participation au Petit déjeuner du pôle Ville et Mobilité Durables « PME : développez votre activité dans le cadre des projets innovants » , oct. 2006, Paris.
10. G. Baudoin, Participation à la table ronde « Accessibilité pour certaines populations » lors du Séminaire « transports publics et NTIC » organisé par la mission ECOTER, 30 janvier 2007, Paris.
11. G. Baudoin, « Mobilité en Ville et NTIC Voyageurs à handicap sensoriel Projets RAMPE et INFOMOVILLE », 1ères journées de l'innovation en Seine-Saint-Denis 17-17-18 octobre 2007, Bobigny.
12. G. Baudoin et G. Uzan, « Présentation des résultats d'expérimentation du projet RAMPE », Groupe d'échanges CERTU sur l'accessibilité des réseaux de transports urbains de surface, 4/2.2007, Grenoble.

CLASSIFICATION CONSORTIUM CLEARANCE LEVEL	FORMAT SIZE	NUMÉRO DOCUMENT / DOCUMENT NUMBER	PAGE
CONFIDENTIEL CONFIDENTIAL	A4	ESIEE/DRD/070922_RAMPE2_RapportFinal	110

10. Bibliographie pour la phase 2

1. ESIEE. Rampe project homepage. <http://www.esiee.fr/~rampe>.
2. O. Venard G. Baudoin. Rampe project - phase 1 final report. Accessible sur la page : <http://www.esiee.fr/~rampe/>.
3. G.Uzan G.Baudoin, O.Venard. How can blinds get information in public transports using pda? the rampe auditive man machine interface. <http://www.esiee.fr/~rampe/05-05-16-rampe-aaate.pdf>.
4. Microsoft Corporation. Msdn library. <http://msdn.microsoft.com>.
5. Doxygen, source code documentation generator tool. <http://www.doxygen.org/>.

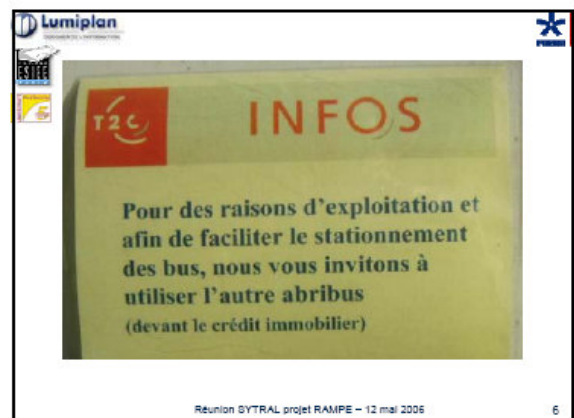
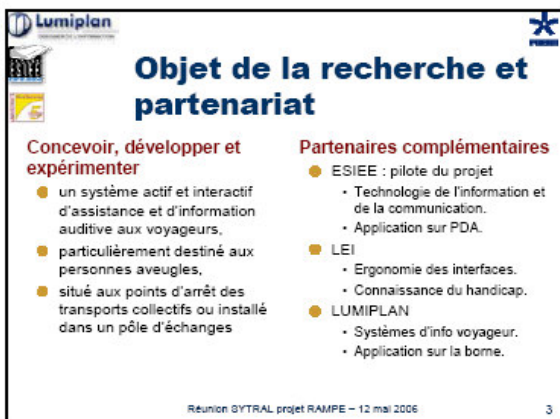
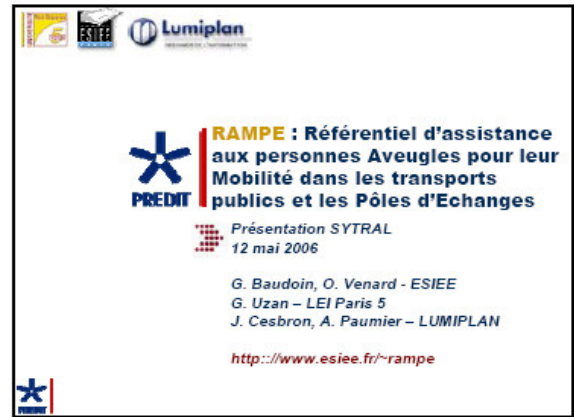
CLASSIFICATION CONSORTIUM CLEARANCE LEVEL	FORMAT SIZE	NUMÉRO DOCUMENT / DOCUMENT NUMBER	PAGE
CONFIDENTIEL CONFIDENTIAL	A4	ESIEE/DRD/070922_RAMPE2_RapportFinal	111

11. Annexes

- Annexe 1 : Présentation de RAMPE au SYTRAL le 12 mai 2006
- Annexe 2 : Présentation de RAMPE à KEOLIS TCL
- Annexe 3 : 4 pages de présentation de RAMPE
- Annexe 4 : Fiches de questionnaire
- Annexe 5 : grilles de prise de notes durant l'expérimentation

CLASSIFICATION CONSORTIUM <i>CLEARANCE LEVEL</i>	FORMAT <i>SIZE</i>	NUMÉRO DOCUMENT / <i>DOCUMENT NUMBER</i>	PAGE
CONFIDENTIEL <i>CONFIDENTIAL</i>	A4	ESIEE/DRD/070922_RAMPE2_RapportFinal	112

11.1 Annexe 1 : Présentation de RAMPE au SYTRAL le 12 mai 2006



CLASSIFICATION CONSORTIUM CLEARANCE LEVEL	FORMAT SIZE	NUMÉRO DOCUMENT / DOCUMENT NUMBER	PAGE
CONFIDENTIEL CONFIDENTIAL	A4	ESIEE/DRD/070922_RAMPE2_RapportFinal	113

Structuration du projet

Phase 1 :
De l'analyse des besoins aux spécifications et à la réalisation des prototypes
T0 = 5 janvier 2004, fin = juin 2005

Phase 2 :
De l'implantation sur site réel aux évaluations
T0 = 9 mars 2006, durée 18 mois

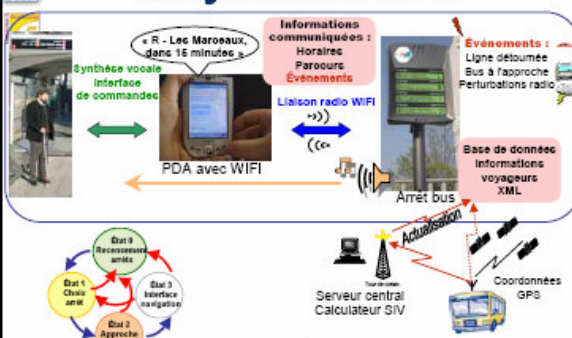
Réunion SYTRAL projet RAMPE - 12 mai 2006 7

Phase 1, analyse théorique

- Mise en évidence de :
 - La multiplicité des causes d'incertitude,
 - La complexité des configurations (infrastructure, SIV ..),
 - La nécessité d'un système robuste, viable in situ et d'une interface auditive la plus efficiente possible.
- Formalisation du déplacement en 4 zones spatiales et de la diffusion d'information en 3 niveaux de temporalité.
- Modélisation de l'application et de l'information qui devrait être utile au développement de systèmes personnalisés d'information vocale
- Spécifications d'utilisation.

Réunion SYTRAL projet RAMPE - 12 mai 2006 8

Le système RAMPE



Informations communiquées : Horaires, Parcours, Evénements

Evénements : Ligne détournée, Bus à l'approche, Perturbations radio

Base de données informations voyageurs XML

Arret bus

Coordonnées GPS


Server central, Calculateur SIV

Actuation

Etat 1: Choix arrêt, Etat 2: Approche Goudage, Etat 3: Interface navigative, Etat 4: Reconnaissance arrêt

Réunion SYTRAL projet RAMPE - 12 mai 2006 9

SIV et données disponibles à la borne



Calculateur SIV

Hors/fee

Données VISUABUS géographiques

Coordonnées GPS

Tour de bornes

Calculateur SIV

Réunion SYTRAL projet RAMPE - 12 mai 2006 10

Fin de la phase 1

Borne Horus Lumiplan

- Processeur carte PC embarqué
- Point d'accès WiFi
- Haut-Parleur externe
- Récepteur de télécommande radio avec retour audio
- logiciel de synthèse vocale

PDA avec application RAMPE

- WiFi
- Synthèse vocale
- Information personnalisée
- IHM robuste
- Configuration automatique
- S'adapte au SIV

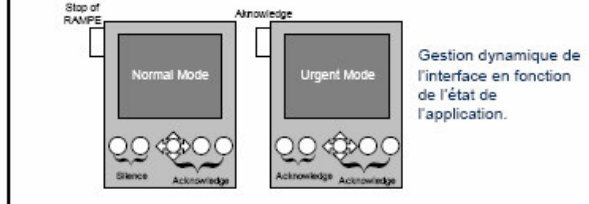
Télécommande

- 2 boutons
- Haut-Parleur

Réunion SYTRAL projet RAMPE - 12 mai 2006 11

Éléments de l'interface

- Synthèse vocale : Sayso PocketSpeech de Acapela
- Interface de commande : boutons du PDA



Gestion dynamique de l'interface en fonction de l'état de l'application.

Réunion SYTRAL projet RAMPE - 12 mai 2006 12

CLASSIFICATION CONSORTIUM CLEARANCE LEVEL	FORMAT SIZE	NUMÉRO DOCUMENT / DOCUMENT NUMBER	PAGE
CONFIDENTIEL CONFIDENTIAL	A4	ESIEE/DRD/070922_RAMPE2_RapportFinal	114

Conclusion phase 1

Phase 1 terminée :

- Bibliographie, état de l'art
- Travail théorique de formalisation et de modélisation qui a conduit aux spécifications d'utilisation.
- Développement et la validation technique des prototypes.
- Le choix de technologies non spécifiques : PDA standard, WiFi, XML facilitera le déploiement du système et les interactions avec d'autres services.
- Prise de contact avec les collectivités locales et les réseaux de transports collectifs pour élaborer le projet d'expérimentation sur site.
 - SYTRAL : Gilles Godard, lettre du président Bernard Rivalta

Réunion SYTRAL projet RAMPE – 12 mai 2006 13

Démonstration au carrefour PREDIT – 03/05



Réunion SYTRAL projet RAMPE – 12 mai 2006 14

Phase 2, expérimentation in situ – évaluation

Phase 2 consacrée à l'expérimentation in situ en partenariat avec des collectivités territoriales.

L'objectif est de déboucher en fin de phase 2 sur des outils concrets et opérationnels qui pourront être mis en place par les collectivités.

Phase 2 dans le périmètre actuel du PREDIT :

- Notification de Financement reçue
- Expérimentation durable sur un site (Lyon SYTRAL).

Réunion SYTRAL projet RAMPE – 12 mai 2006 15

Environnement réel

- dans la rue (bruit ambiant urbain aux sens radio et acoustique)
- près d'un réseau de bus (bruit supplémentaire)
- au milieu d'usagers voyants : évaluation de la gêne ou de l'intérêt occasionnés par le dispositif pour les usagers
- en mode de déplacement (angoisse de rater le bus, de prendre le bon bus, vers la bonne destination,)
- avec des usagers non voyants non initiés au dispositif.

Réunion SYTRAL projet RAMPE – 12 mai 2006 16

On cherche à évaluer la capacité de RAMPE pour :

- Détection des arrêts,
- Sélection d'un arrêt en présence de plusieurs arrêts proches
- Orientation vers l'arrêt sélectionné
- Prise d'information,
- Actualisation de l'information ; la personne est-elle toujours en situation de savoir ce qui s'est passé ou ce qui se passe
- L'autonomie : la personne est-elle bloquée ? Doit-elle demander de l'aide ou arrive-t-elle à effectuer son objectif avec le dispositif ?
- La gêne pour les riverains et les autres usagers

Réunion SYTRAL projet RAMPE – 12 mai 2006 17

On ne cherche pas à évaluer

- La fiabilité des informations transmises (on ne veut pas évaluer le SIV lui-même) ni les caractéristiques d'exploitation des arrêts et des bus,
- Le dispositif à l'intérieur et en sortie du véhicule. Nous en observerons les potentialités sans en évaluer les performances car le système n'a pas été conçu avec cet objectif.

Réunion SYTRAL projet RAMPE – 12 mai 2006 18

CLASSIFICATION CONSORTIUM CLEARANCE LEVEL	FORMAT SIZE	NUMÉRO DOCUMENT / DOCUMENT NUMBER	PAGE
CONFIDENTIEL CONFIDENTIAL	A4	ESIEE/DRD/070922_RAMPE2_RapportFinal	115

Découpage en 3 tâches

Tâche 1

- Définition des scénarios d'évaluation et constitution des groupes de sujets pour les tests
- Mise en place du cadre technique d'évaluation : par exemple simulation d'une perturbation (ligne détournée, arrêt déplacé)
- Implantation expérimentale sur site :
 - réplique de la borne existante
 - portage de l'application sur PDA sur différents PDA (variabilité des cartes Wifi, des touches de fonctions, des systèmes d'exploitation)
 - Réglage des paramètres
- Pré-expérimentation sur site avec un ou deux sujets et modifications légères éventuelles. (test de la pertinence d'un suivi dans le bus : supplément à ce qui est prévu au départ)

Réunion GYTRAL projet RAMPE - 12 mai 2006 19

Découpage en 3 tâches

Tâche 2

- Campagne de tests par passation de sujets déficients visuels avec et sans dispositif et groupe de contrôle sans handicap visuel
- Traitement des résultats : encodages des vidéos et analyses statistiques.

Tâche 3

- Valorisation : Publications, normalisation
- Bilan de l'expérimentation : évaluation de la pertinence et de l'acceptabilité du dispositif. Délimitation des conditions d'utilisation. Recommandations sur d'éventuelles modifications et compléments à apporter au système.
- Pérennisation et reproductibilité sur d'autres sites : Recommandations pour un déploiement général de dispositifs de même type sur d'autres sites.

Réunion GYTRAL projet RAMPE - 12 mai 2006 20

Scénarios

Les sujets recevront une consigne de parcours à effectuer. Par exemple :

- Découvrir ou localiser un arrêt,
- Prendre un bus et descendre à un arrêt précis,
- Effectuer un parcours avec une correspondance et s'informer sur la correspondance. (test sur l'autonomie apportée par le système).

Des observations seront réalisées sur l'usage du dispositif à l'intérieur et en sortie du véhicule

Réunion GYTRAL projet RAMPE - 12 mai 2006 21

Scénarios écologiques, complexes et contrôlés

Ecologiques	Complexes	Contrôlés
Impact de la variabilité des configurations rencontrées en environnement réel : Horaires de la journée, Facteurs climatiques, Niveau de bruit acoustique, Qualité transmission radio, Régularité des réseaux, Configuration de la voirie, Localisation des arrêts par rapport à la ligne, Fréquentation des arrêts.	Représentatifs de la diversité des situations: Arrêts simples, multilignes, multiples, face à face, perturbations : arrêt déplacé, ligne interrompue. Permettant d'évaluer l'intérêt d'un système avec PDA par rapport à la télécommande. Contrainte de complexité et de gêne.	Incidence forcée d'événements : Parcours programmés avec des stimuli simulés pour activer les situations que l'on veut tester : perturbations.

Réunion GYTRAL projet RAMPE - 12 mai 2006 22

Expérimentation

Sujets de l'évaluation

- Expérimentations sur 2 parcours :
 - 16 sujets déficients visuels avec le dispositif
 - 16 sujets déficients visuels sans dispositif
 - 16 sujets sans handicap visuel
- Sujets choisis en fonction de critères de représentativité.
- Sujets sélectionnés par leur connaissance d'un des 2 parcours et leur méconnaissance de l'autre
- Formation à l'utilisation du dispositif effectuée avant les tests

Collecte/traitement des données

- Enregistrements vidéos
- Encodage des vidéos : formaliser le comportement des sujets face aux situations rencontrées
- Données d'environnement (niveau sonore, radio), de déplacements du sujet, éventuellement données de stress...
- Questionnaires : représentation que les sujets ont de la distribution des arrêts, des lignes...

Réunion GYTRAL projet RAMPE - 12 mai 2006 23

Indicateurs

- Moments de prise d'information
- Fréquence de prise d'information
- Erreurs de représentation (au niveau de l'existence des arrêts) ou d'utilisation (ratés, fautes, lapsus)
- Pour l'interface on évalue
 - Robustesse du dispositif à rester efficace tout au long du parcours
 - Utilisabilité de l'interface en situation réelle;
 - Construction de la représentation mentale du réseau par le sujet

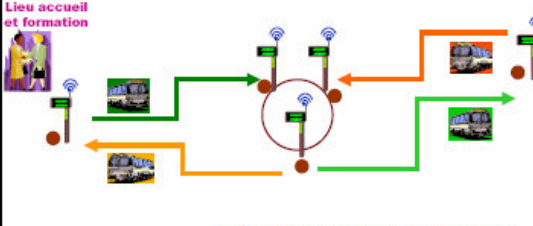
Réunion GYTRAL projet RAMPE - 12 mai 2006 24

CLASSIFICATION CONSORTIUM CLEARANCE LEVEL	FORMAT SIZE	NUMÉRO DOCUMENT / DOCUMENT NUMBER	PAGE
CONFIDENTIEL CONFIDENTIAL	A4	ESIEE/DRD/070922_RAMPE2_RapportFinal	116

Scénario - Parcours

Accompagnateurs

Lieu accueil et formation



Durée tronçons de parcours : 3 stations,
Bus avec annonce des stations

Entreposage, électricité, surveillance

Réunion SYTRAL projet RAMPE - 12 mai 2006 25

Aspects pratiques

- Pré-expérimentation : 2 jours
- Expérimentation : 2 semaines
- Au moins 1 opérateur par arrêt :
 - surveillance du matériel, aide technique
- Avec chaque sujet : 3 personnes
 - 1 expérimentateur, 1 accompagnateur, 1 vidéo.
- Locaux :
 - accueil et formation + entreposage
 - Alimentation électrique
- Personnel pour aide au montage-démontage et assistance aux sujets de l'expérimentation
- Interface avec associations aveugles
- Communication sur l'expérimentation

Réunion SYTRAL projet RAMPE - 12 mai 2006 26

Recherches et développements futurs

- Assurer la **continuité** et envisager l'extension du service **avant, durant et après l'usage du transport collectif**.
- Développement de **systèmes personnalisés d'information sonore**.
- Développement de services vocaux de guidage et d'informations géolocales sur **téléphone mobile et/ou PDA**.
- Développement d'une **méthodologie de prototypage rapide** d'applications mobiles d'information vocale personnalisée à partir de la formalisation et de la modélisation de l'information et des scénarios inspirés de RAMPE.
- Contribuer aux travaux de **normalisation** en étudiant la convergence de RAMPE vers les spécifications SIRI.

Réunion SYTRAL projet RAMPE - 12 mai 2006 27

R&D Futurs



Réunion SYTRAL projet RAMPE - 12 mai 2006 28

Contacts

ESIEE	LUMIPLAN SAS	LEI
G. Baudoin, O. Venard	J. Cesbron, A. Paumier	G. Uzan
☎ : 01.45.92.66.46 fax : 01.45.92.66.99 g.baudoin@esiee.fr	☎ : 02.40.92.15.43 fax : 02.40.92.35.43 j.cesbron@lumiplan.com	☎ : 01.42.86.21.34 fax : 01 42 96 18 58 gerard.uzan@univ-paris5.fr
ESIEE 2 Bd Blaise Pascal, BP 99 93162 Noisy le Grand Cedex	LUMIPLAN SAS Impasse Augustin Fresnel ZA Du Moulin Neuf 44815 Saint Herblain	Université de Paris 5 LEI 45 rue des St Pères 75270 Paris cedex 06

Réunion SYTRAL projet RAMPE - 12 mai 2006 29

CLASSIFICATION CONSORTIUM CLEARANCE LEVEL	FORMAT SIZE	NUMÉRO DOCUMENT / DOCUMENT NUMBER	PAGE
CONFIDENTIEL CONFIDENTIAL	A4	ESIEE/DRD/070922_RAMPE2_RapportFinal	117

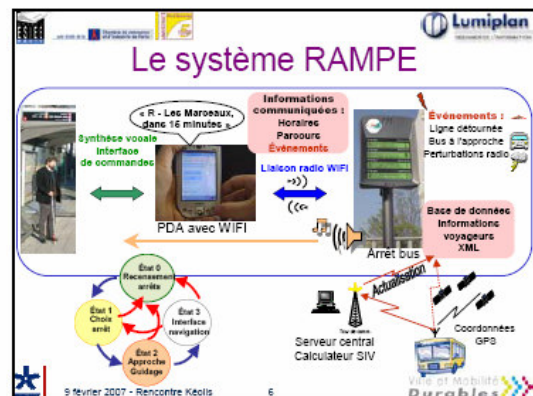
11.2 Annexe 2 : Présentation de RAMPE à KEOLIS TCL



Projet RAMPE - PREDIT

- Concevoir, développer et expérimenter
 - un système actif et interactif d'assistance et d'information auditive aux voyageurs,
 - particulièrement destiné aux personnes aveugles,
 - situé aux points d'arrêt des transports collectifs ou installé dans un pôle d'échanges
- Partenaires complémentaires
 - ESIEE : pilote du projet
 - Technologie de l'information et de la communication.
 - Application sur PDA.
 - LEI
 - Ergonomie des interfaces.
 - Connaissance du handicap.
 - LUMIPLAN
 - Systèmes d'info voyageur.
 - Application sur la borne.

9 février 2007 - Rencontre Keolis



CLASSIFICATION CONSORTIUM CLEARANCE LEVEL	FORMAT SIZE	NUMÉRO DOCUMENT / DOCUMENT NUMBER	PAGE
CONFIDENTIEL CONFIDENTIAL	A4	ESIEE/DRD/070922_RAMPE2_RapportFinal	118

Fin de la phase 1

Borne Horus Lumiplan

- Processeur carte PC embarqué
- Point d'accès WiFi
- Haut-Parleur externe
- Récepteur de télécommande radio avec retour audio
- logiciel de synthèse vocale

PDA avec application RAMPE

- WiFi
- Synthèse vocale
- Information personnalisée
- IHM robuste
- Configuration automatique
- S'adapte au SIV


Télécommande

- 2 boutons
- Haut-Parleur



9 février 2007 - Rencontre Kéolis

1ers essais des prototypes



Borne RAMPE expérimentale

PDA

Ville et Mobilité Durables

Phase 2, expérimentation in situ - évaluation

- Phase 2 consacrée à l'expérimentation sur site en partenariat avec le SYTRAL et Kéolis à Lyon.
- L'objectif est de déboucher en fin de phase 2 sur des outils concrets et opérationnels qui pourront être mis en place par les collectivités.

9 février 2007 - Rencontre Kéolis

Environnement réel

- dans la rue (bruit ambiant urbain aux sens radio et acoustique)
- près d'un réseau de bus (bruit supplémentaire)
- au milieu d'usagers voyants : évaluation de la gêne ou de l'intérêt occasionnés par le dispositif pour les usagers
- en mode de déplacement (angoisse de rater le bus, de prendre le bon bus, vers la bonne destination,)
- avec des usagers non voyants non initiés au dispositif.

9 février 2007 - Rencontre Kéolis

On cherche à évaluer la capacité de RAMPE pour :

- Détection des arrêts,
- Sélection d'un arrêt en présence de plusieurs arrêts proches,
- Orientation vers l'arrêt sélectionné,
- Prise d'information,
- Actualisation de l'information ; la personne est-elle toujours en situation de savoir ce qui s'est passé ou ce qui se passe,
- L'autonomie : la personne est-elle bloquée ? Doit-elle demander de l'aide ou arrive-t-elle à effectuer son objectif avec le dispositif ?
- La gêne pour les riverains et les autres usagers.

9 février 2007 - Rencontre Kéolis

On ne cherche pas à évaluer

- La fiabilité des informations transmises (on ne veut pas évaluer le SIV lui-même) ni les caractéristiques d'exploitation des arrêts et des bus,
- Le dispositif à l'intérieur et en sortie du véhicule. Nous en observerons les potentialités sans en évaluer les performances car le système n'a pas été conçu avec cet objectif.

9 février 2007 - Rencontre Kéolis

CLASSIFICATION CONSORTIUM CLEARANCE LEVEL	FORMAT SIZE	NUMÉRO DOCUMENT / DOCUMENT NUMBER	PAGE
CONFIDENTIEL CONFIDENTIAL	A4	ESIEE/DRD/070922_RAMPE2_RapportFinal	119

Découpage en 3 tâches

- **Tâche 1**
 - Définition des scénarios d'évaluation et constitution des groupes de sujets pour les tests
 - Mise en place du cadre technique d'évaluation : par exemple simulation d'une perturbation (ligne détournée, arrêt déplacé)
 - Implantation expérimentale sur site :
 - réplique de la borne existante
 - portage de l'application sur PDA sur différents PDA (variabilité des cartes Wifi, des touches de fonctions, des systèmes d'exploitation)
 - Réglage des paramètres
 - Pré-expérimentation sur site avec un ou deux sujets et modifications légères éventuelles.

Ville et Mobilité Durables

Découpage en 3 tâches

- **Tâche 2**
 - Campagne de tests par passation de sujets aveugles avec et sans dispositif et groupe de contrôle sans handicap visuel
 - Traitement des résultats : encodages des vidéos et analyses statistiques.
- **Tâche 3**
 - Valorisation : Publications, normalisation
 - Bilan de l'expérimentation : évaluation de la pertinence et de l'acceptabilité du dispositif. Délimitation des conditions d'utilisation. Recommandations sur d'éventuelles modifications et compléments à apporter au système.
 - Pérennisation et reproductibilité sur d'autres sites : Recommandations pour un déploiement général de dispositifs de même type sur d'autres sites.

Ville et Mobilité Durables

Scénarios

- Les sujets recevront une consigne de parcours à effectuer. Par exemple :
 - Découvrir ou localiser un arrêt,
 - Prendre un bus et descendre à un arrêt précis,
 - Effectuer un parcours avec une correspondance et s'informer sur la correspondance. (test sur l'autonomie apportée par le système).

Ville et Mobilité Durables

Expérimentation

- **Sujets de l'évaluation**
 - Expérimentation sur 2 parcours :
 - 15 sujets déficients visuels avec le dispositif
 - 15 sujets déficients visuels sans dispositif
 - 15 sujets sans handicap visuel
 - Sujets choisis en fonction de critères de représentativité.
 - de leur connaissance ou pas des 2 parcours.
 - Formation à l'utilisation du dispositif effectuée avant les tests.
- **Collecte/traitement des données**
 - Enregistrements vidéos
 - Encodage des vidéos : formaliser le comportement des sujets face aux situations rencontrées
 - Données d'environnement (niveau sonore, radio), de déplacements du sujet.
 - Questionnaires : représentation que les sujets ont de la distribution des arrêts, des lignes...

Ville et Mobilité Durables


Indicateurs

- Moments de prise d'information
- Fréquence de prise d'information
- Erreurs de représentation (au niveau de l'existence des arrêts) ou d'utilisation (ratés, fautes, lapsus)
- Pour l'interface on évalue
 - Robustesse du dispositif à rester efficace tout au long du parcours
 - Utilisabilité de l'interface en situation réelle;
 - Construction de la représentation mentale du réseau par le sujet

Ville et Mobilité Durables

Scénario - Parcours

Accompagnateurs



Lieu accueil et formation Accueil

Entreposage, électricité, surveillance

Durée tronçons de parcours : 3 stations, Bus avec annonce des stations

Ville et Mobilité Durables

CLASSIFICATION CONSORTIUM CLEARANCE LEVEL	FORMAT SIZE	NUMÉRO DOCUMENT / DOCUMENT NUMBER	PAGE
CONFIDENTIEL CONFIDENTIAL	A4	ESIEE/DRD/070922_RAMPE2_RapportFinal	120

Synoptique du parcours



28 ~5min
34 ~4min
38 ~5min
79 ~8min

Feuillat-Lacassagne Grange Blanche Parré-Laënnec

Temps global du parcours ~ 1 heure

9 février 2007 - Rencontre Kéolis 19

Parcours aller dépôt des pins -> Feuillat-Lacassagne



Dépôt des pins à l'arrêt Feuillat-Lacassagne 3 min
Même trottoir



Ligne 28
Arrêt départ Feuillat-Lacassagne
Direction Grange Blanche
Départ 10h20

9 février 2007 - Rencontre Kéolis 20

Parcours aller 28 Feuillat -Lacassagne -> Grange Blanche



Ligne 28
Feuillat-Lacassagne -> Grange Blanche
Temps de parcours : 5min
Périodicité ?



9 février 2007 - Rencontre Kéolis 21

Parcours aller 28 ->79 Correspondance Grange Blanche



Place Grange Blanche
Correspondance : ligne 28 vers ligne 79



Arrêt ligne 79 direction Décines Chassieu
Arrêt départ second tronçon
Grange Blanche -> Parré-Laënnec
Périodicité : 14 à 30 min

9 février 2007 - Rencontre Kéolis 22

Parcours aller 79 Grange Blanche -> Parré-Laënnec



Ligne 79 direction Décines Chassieu
arrivée Parré-Laënnec
temps de parcours : ~ 8 min



9 février 2007 - Rencontre Kéolis 23

Correspondance aller-retour Parré-Laënnec



Ligne 79 direction Décines-Chassieu (fin parcours aller à droite)
Ligne 38 direction clinique du Tonkin (début parcours retour à gauche)



Temps : arrêt 79 vers arrêt 38 : 1min

9 février 2007 - Rencontre Kéolis 24

CLASSIFICATION CONSORTIUM CLEARANCE LEVEL	FORMAT SIZE	NUMÉRO DOCUMENT / DOCUMENT NUMBER	PAGE
CONFIDENTIEL CONFIDENTIAL	A4	ESIEE/DRD/070922_RAMPE2_RapportFinal	121

Parcours retour 38
Parré-Laënnec -> Grange Blanche




ligne 38 direction Charpennes
Parré-Laënnec -> Grange Blanche
Temps de parcours : 5 min
Périodicité : 10 min

9 février 2007 - Rencontre Kéolis 25

Parcours retour 38 -> 34
Correspondance Grange Blanche




Grange Blanche
Double traversée avec plot central entre :
• arrêt ligne 38 direction clinique du Tonkin
• arrêt ligne 34 direction Charpennes
Zone très dangereuse

9 février 2007 - Rencontre Kéolis 26

Fin parcours retour 34
Grange Blanche -> Feuillat -Lacassagne






ligne 34 direction Charpennes
arrivée Feuillat-Lacassagne
Temps de parcours : 4 min
Périodicité : 10 min
Arrivée 11h25

9 février 2007 - Rencontre Kéolis 27

Place d'Arsonval, métro Grange Blanche



9 février 2007 - Rencontre Kéolis 28



9 février 2007 - Re 29



9 février 2007 - Rencontre Kéolis 30

CLASSIFICATION CONSORTIUM CLEARANCE LEVEL	FORMAT SIZE	NUMÉRO DOCUMENT / DOCUMENT NUMBER	PAGE
CONFIDENTIEL CONFIDENTIAL	A4	ESIEE/DRD/070922_RAMPE2_RapportFinal	122

Cadre législatif et normatif

- Environnement favorable (loi de février 2005 relative au handicap, schéma directeur) en terme de potentialité de déploiement et de mise en place par les collectivités.

Participation aux travaux de normalisation européens

- Intérêt pour transmodel, trident, siri et participation aux travaux normatifs associés :
- Au niveau français : BNEVT CN03-GT7
 - Extension de SIRI dédiée aux personnes à mobilité réduite et plus généralement aux personnes à besoins spécifiques.
- Au niveau européen : TC278/WG3/SG3 concernant l'information voyageur à destination des personnes malvoyantes.

9/2/2007 – points à aborder 1/2

- Dates à vérifier :
 - Pré-expérimentation : 26 et 27 février.
 - Expérimentation : 16 au 28 avril.
- Pose dépose entreposage des bornes
- Installation point d'accueil au dépôt :
 - Prise électrique, café y compris pour pré-expé
- Accueil A. Paré Laënnec :
 - bâtiment et possibilité de prêt bamum.
- Camionnette garée à Grange Blanche
- Voiture déplacement technique entre arrêts

9 février 2007 - Rencontre Kéolis

33

Ville of Mobility
Durables

9/2/2007 – points à aborder 2/2

- Tickets :
 - Passes 2 semaines x 10 personnes
 - Passes journaliers x 45 personnes max.
- Communication :
 - personnel kéolis (chauffeurs de bus ...)
 - Usagers (avant et pendant les manips)
- Coordination entre sytral et kéolis : à qui s'adresser pourquoi?

9 février 2007 - Rencontre Kéolis

34

Ville of Mobility
Durables

Contacts

ESIEE	LUMIPLAN SAS	LEI
G. Baudoin, O.Venard ☎ : 01.45.92.66.46 fax : 01.45.92.66.99 g.baudoin@esiee.fr ESIEE 2 Bd Blaise Pascal, BP 99 93162 Noisy le Grand Cedex	J. Cesbron, A. Paumier, M. Garel ☎ : 02.40.92.15.43 fax : 02.40.92.35.43 j.cesbron@lumiplan.com LUMIPLAN SAS Impasse Augustin Fresnel ZA Du Moulin Neuf 44815 Saint Herblain	G. Uzan ☎ : 01.49.40.73.47 fax : gerard.uzan@univ-paris5.fr Université de Paris 8 Saint-Denis

9 février 2007 - Rencontre Kéolis

35

Ville of Mobility
Durables

CLASSIFICATION CONSORTIUM CLEARANCE LEVEL	FORMAT SIZE	NUMÉRO DOCUMENT / DOCUMENT NUMBER	PAGE
CONFIDENTIEL CONFIDENTIAL	A4	ESIEE/DRD/070922_RAMPE2_RapportFinal	123

11.3 Annexe 3 : 4 pages de présentation de RAMPE

RAMPE


G. Baudoin* - O. Venard* - G. Uzan* - A. Rousseau* - Y. Benabou* - A. Paumier* - J. Cesbron*

0 - « Je suis dans la rue.
1 - Y'a-t'il des arrêts dans l'coin ?
2 - Ou précisément ?
3 - Lequel pour m'intéresser ?
4 - Quelle(s) ligne(s), ils desservent ?
5 - ... Et les lignes, elles vont où ?
6 - Tiens, celle-là, elle passe par où ?
7 - Ah oui ! Celle-là, elle passe pas loin de là où j'vais.
8 - ... D'habitude oui, mais peut-être qu'aujourd'hui non, elle peut être déviée pour travaux.
9 - Et celle-là... elle fait l'affaire...
10 - ... Quand passe le prochain de cette ligne...
11 - ... Dans 3 minutes, je l'attends.
12 - Ah, le voilà !
13 - ... Tiens ! Il ne va pas jusqu'au bout, mais il s'arrête où j'veux, j'le prends. »

Lieu non familier

0 - « Je suis dans la rue.
1 - Je me dirige rapidement vers l'arrêt de ma ligne habituelle, où est-il précisément ?
2 - C'est bizarre, je suis le seul à attendre, j'espère que ma ligne circule aujourd'hui...
3 - Quand passe le prochain bus de ma ligne ?
4 - ... Eh bien, le y'a déjà ? ... Dommage, il a son terminus rapproché, il s'arrête avant mon arrêt.
5 - Le suivant est dans... ?
6 - 20 minutes ! ... Et celui de la ligne 30 dans 2.
7 - Je prends la 30, elle me dépose pas au même endroit, il y a plus de rues à traverser sinon c'est pasel.
8 - Ah, voilà la 30, je l'prends. »

Lieu familier



Synthèse vocale Interface

Ce projet est financé par le PREDIT 3 et a été primé au Carrefour-PREDIT 2005

Contact du projet
Geneviève Baudoin
ESIEE - BP 99
93162 Noisy Le Grand Cedex
tél. : 01 45 92 66 46
fax : 01 45 92 66 99
g.baudoin@esiee.fr
<http://www.esiee.fr/~rampe>

Partenaires du projet :
ESIEE*, LEI - université Paris V*, LUMIPLAN*

Système interactif d'information auditive pour la mobilité des personnes aveugles dans les transports publics

Problématique

- Absence sur les lieux de transports publics d'une signalétique « active » ou/et « interactive ».
- Insuffisance et forme inappropriée de la signalétique passive existante (visuelle et sonore).

Objectifs

- Définir un cadre de spécifications (interface, gestion de priorités...) de dispositifs vocaux d'informations sur site, dans une interaction « temps réel » avec l'utilisateur, son environnement immédiat et des bases d'actualisation.
- Valider l'intégration de technologies de transmission, d'actualisation, traitement sélectif et diffusion sonore de l'information en temps réel.

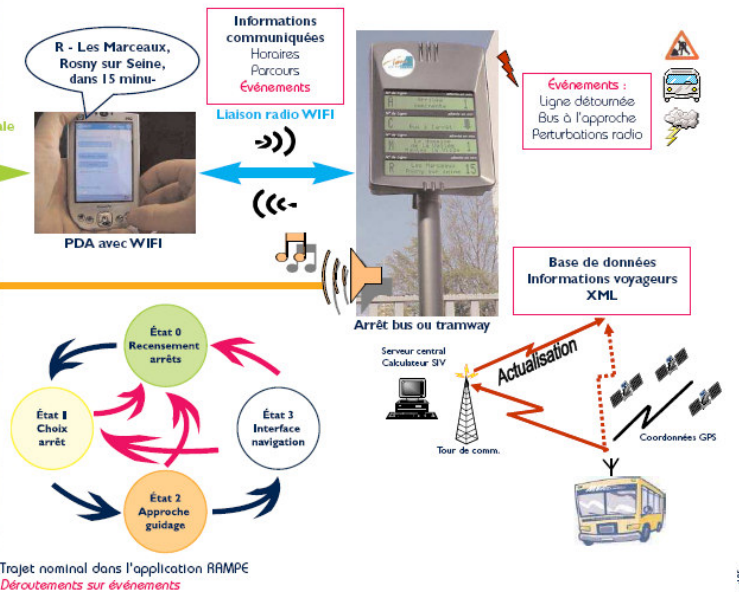
Complémentarité des partenaires

- ESIEE : pilotage du projet
 - Technologies d'information et de communication,
 - Développement de l'application sur le PDA.
- LEI :
 - Ergonomie des interfaces,
 - Connaissance du handicap.
- LUMIPLAN :
 - Systèmes d'information temps réel voyageurs,
 - Développement de l'application côté borne.

Objet de la recherche

- Concevoir, développer et expérimenter :
 - Un système actif et interactif d'assistance et d'information auditive aux voyageurs,
 - Particulièrement destiné aux personnes aveugles,
 - Installé aux points d'arrêt des transports collectifs ou dans un pôle d'échanges.

Le système RAMPE



CLASSIFICATION CONSORTIUM CLEARANCE LEVEL	FORMAT SIZE	NUMÉRO DOCUMENT / DOCUMENT NUMBER	PAGE
CONFIDENTIEL CONFIDENTIAL	A4	ESIEE/DRD/070922_RAMPE2_RapportFinal	124

RAMPE Un système d'information pour la mobilité des personnes aveugles dans les transports publics

Le projet RAMPE a débuté en janvier 2004, il est supporté par la DTT⁽¹⁾ du ministère des transports dans le cadre du programme PREDIT⁽²⁾ et du groupe opérationnel sur les services de mobilité et l'accessibilité pour les personnes à mobilité réduite.

Le projet comprend deux phases. La première a porté sur l'analyse des besoins, la spécification et la réalisation de prototype. La seconde phase est consacrée à l'expérimentation in situ.



Repérer la présence et l'emplacement d'un point d'arrêt, connaître les lignes desservies, leurs parcours et horaires, lire un affichage informant du détournement temporaire d'une ligne épargnant une attente inutile, apercevoir au loin le numéro du bus arrivant, voilà quelques-unes des tâches qu'accomplit, souvent machinalement en quelques secondes, tout usager avec ses yeux.

La personne malvoyante peut se trouver dans l'incertitude ou dans l'ignorance de tout ou partie de ces informations surtout lorsqu'elle se trouve sur des sites non familiers ou lorsqu'elle est seule.

Différents Systèmes d'Information Voyageurs (SIV) fournissent aux usagers diverses informations visuelles. L'application sur PDA du système RAMPE peut exploiter sous forme vocale ces informations et réagir aux informations temps-réel. Le système est capable de gérer les situations complexes telles que les sites multi-points d'arrêt ou multi-lignes, les effets de proximité côte à côte ou face-à-face des points d'arrêts, la simultanéité d'utilisation ou d'arrivée de bus.

Le système d'information RAMPE fournit l'information structurelle (identification des arrêts, lignes desservies, horaires,...), l'information temporaire (changement d'horaire, détournement provisoire,...) et l'information d'urgence (bus à l'approche, retard,...)

La solution RAMPE offre des possibilités de services et d'extensions futures.

(1) Direction des Transports Terrestres

(2) Programme national de recherche et d'innovation dans les transport terrestres

L'objectif du projet RAMPE est de développer et expérimenter un système interactif d'assistance et d'information auditive aux personnes aveugles pour favoriser leur autonomie et leur mobilité dans les transports publics. Ce système est destiné à équiper les points d'arrêt des transports collectifs (bus, tramway) ou à être installé dans des pôles d'échanges.

Le bus se caractérise pour le voyageur aveugle par un fort niveau d'incertitude lié à la localisation des points d'arrêt, la multiplicité des lignes desservies à un arrêt, la zone d'accostage et de transfert (extérieur de véhicule, portes et zone de seuil, lacune, quai, trottoir et plus largement zone d'accueil); incertitude aussi sur le numéro ou la destination du ou des véhicules à l'accostage.

les informations disponibles et nécessaires aux déplacements sont très nombreuses; celles strictement liées aux transports n'en sont qu'une partie, mais dont l'importance sera accrue dans certaines phases (localisation, choix d'itinéraire(s), attente en arrêt, ...). Elles sont essentielles pour qu'une personne aveugle arrive à se représenter mentalement sa situation à un instant donné.



CLASSIFICATION CONSORTIUM CLEARANCE LEVEL	FORMAT SIZE	NUMÉRO DOCUMENT / DOCUMENT NUMBER	PAGE
CONFIDENTIEL CONFIDENTIAL	A4	ESIEE/DRD/070922_RAMPE2_RapportFinal	125



La borne du point d'arrêt utilisée pour le projet RAMPE est une évolution du panneau standard Horus qui permet l'affichage et la diffusion en temps réel d'informations de temps d'attente de véhicules reçues du Système d'Information Voyageurs. Elle embarque une carte PC industrielle durcie, une carte de gestion d'affichage, des afficheurs LCD et un routeur WiFi permettant le dialogue avec les PDA du système RAMPE.



Le PDA équipé de l'application RAMPE constitue le dispositif intelligent porté par l'utilisateur aveugle. Il dispose d'une interface de communication sans fil WiFi permettant de se connecter au point d'arrêt. L'interface avec l'utilisateur utilise une synthèse vocale et les boutons du PDA, leurs fonctions sont gérées dynamiquement en fonction du contexte en intégrant une prise en compte des situations de stress. Après avoir téléchargé à partir du point d'arrêt les informations voyageurs disponibles, l'application RAMPE permet à l'utilisateur de naviguer de manière structurée dans l'ensemble des informations collectées : Choix de l'arrêt, choix de la ligne, temps d'attente, stations desservies, ... et d'obtenir un accès direct et personnalisé aux informations immédiates : bus à l'approche, retard ...

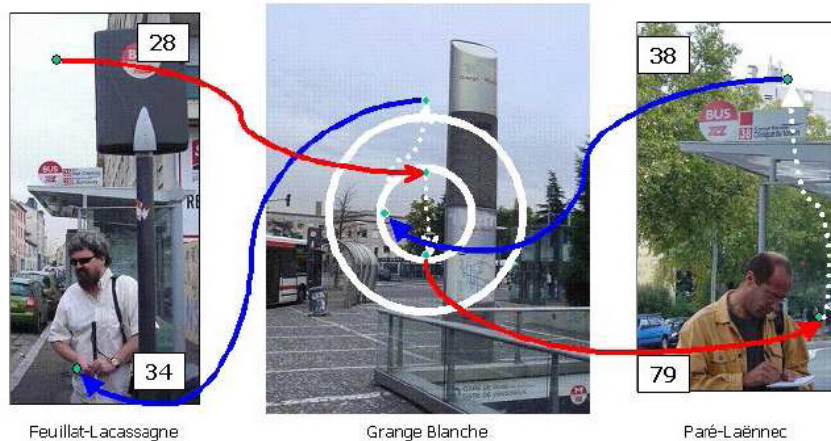
Le système RAMPE de s'insérer comme un élément de diffusion d'un Système d'Information Voyageur.

La seconde phase est consacrée à l'expérimentation in situ en partenariat avec le SYTRAL sur le réseau de bus TCL. L'objectif est de déboucher à la fin de la phase deux sur des outils concrets et opérationnels qui pourront être mis en place par les collectivités.

Le dispositif est testé par des usagers non voyants dans un environnement réel :

- dans la rue, au milieu d'usagers voyants.
- en mode de déplacement (angoisse de rater le bus, de prendre le bon bus, vers la bonne destination, impact du temps d'attente sur l'incertitude qui pousse à attendre le prochain bus).

La synthèse des résultats devra mettre en relief les contraintes et les effets de contexte qui influencent l'utilisation du dispositif en situation écologique (site réel). Elle fera apparaître les apports du dispositif ainsi que les améliorations à apporter.



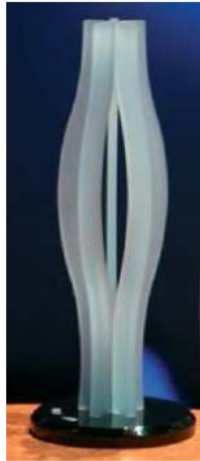
Parcours en bus réalisé pour l'expérimentation du Projet RAMPE

Le parcours choisi pour cette expérimentation correspond à un aller-retour entre les arrêts « Feuillat-Lacassagne » et « Paré-Laënnec » avec une correspondance à « Grange Blanche ». Le système d'aide au déplacement RAMPE doit permettre au voyageur aveugle de découvrir l'arrêt le plus proche et de s'orienter vers lui. Il doit l'avertir de l'arrivée d'un bus en lui indiquant son numéro.

A l'arrêt « Grange Blanche » il lui signalera l'ensemble des arrêts présents, lui permettra de choisir celui qui correspond à son trajet puis l'aidera à s'orienter vers cet arrêt.

Nous tenons à exprimer nos remerciements au SYTRAL, KEOLIS-Lyon exploitant du réseau TCL, à l'ensemble du personnel du « dépôt des pins » ainsi qu' à « la Maison des Parents », rue des artisans à Lyon pour leur concours et leur aide au bon déroulement de l'expérimentation.

CLASSIFICATION CONSORTIUM CLEARANCE LEVEL	FORMAT SIZE	NUMÉRO DOCUMENT / DOCUMENT NUMBER	PAGE
CONFIDENTIEL CONFIDENTIAL	A4	ESIEE/DRD/070922_RAMPE2_RapportFinal	126

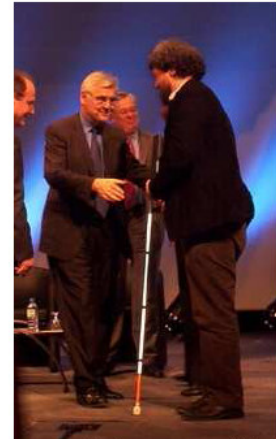


**Expérimentation du projet RAMPE
Lyon - Avril 2007**

Durant deux semaines, l'utilisation du système d'information RAMPE est testé par des usagers non voyants en collaboration avec le SYTRAL dans un environnement réel entre les arrêts « Feuillat-Lacassagne », « Grange-blanche » et « Paré-Laënnec ».

Carrefour PREDIT à mi-parcours mars 2005

Le carrefour PREDIT s'est tenu en mars 2005 à Clermont-Ferrand. Le projet RAMPE y a été présenté et primé dans la catégorie mobilité/services. A la suite des débats durant ce carrefour, le projet a aussi été désigné comme un des « quatre projets phares » soulignant ainsi la place de la recherche travaillant à favoriser l'accès des handicapés aux transports publics⁽³⁾.



François d'Aubert, ministre délégué à la recherche, lors de la remise des prix du Carrefour PREDIT

**Exposition « Bienvenue à bord »
mai 2005**

Le projet RAMPE participait à cette exposition organisée par le Comité départemental du tourisme de la Seine-Saint-Denis, le Conseil général et le musée de l'air et de l'espace du Bourget, qui visait à présenter au grand public la culture industriel et technique dans le domaine des transports. Nous avons aussi participé le 23 mai 2005 à la conférence « les mal-voyants dans les transports publics »⁽⁴⁾.

« Road-Show » Lumiplan mai-juin 2005

Le projet RAMPE a été présenté au cours d'ateliers lors du « road show » organisé par la société Lumiplan dans les villes de Nantes, Lyon, Paris et Aix en Provence en mai et juin 2005.

Pôle de compétitivité « Ville et mobilité durables »

Le projet RAMPE a été labellisé et est soutenu par le pôle de compétitivité « Ville et Mobilité Durables » (VMD)⁽⁵⁾ dont l'objectif est de concevoir et de développer des solutions durables pour la ville, l'habitat et les déplacements.

Au travers de ce projet, le pôle VMD contribue à améliorer l'autonomie et à favoriser l'intégration des personnes handicapées visuelles dans l'esprit de la loi de février 2005 « pour l'égalité des droits et des chances, la participation et la citoyenneté des personnes handicapées ».

(4) Predit Info n°12, <http://www.predit.prd.fr>.

(5) <http://www.etvoilaletravail.net>

(6) <http://www.pole-vmd.org>

RAMPE

Référentiel d'assistance aux personnes Aveugles pour leur Mobilité dans les transports publics et les Pôles d'Echanges
<http://www.esiee.fr/~rampe>



G. Baudoin, O. Venard
☎ : 01.45.92.66.46
fax : 01.45.92.66.99
g.baudoin@esiee.fr
ESIEE
2 Bd Blaise Pascal
BP 99
93162 Noisy le Grand cedex



J. Cesbron, A. Paumier
☎ : 02.40.92.15.43
fax : 02.40.92.35.43
j.cesbron@lumiplan.com
LUMIPLAN SAS
Impasse Augustin Fresnel
ZA Du Moulin Neuf
44815 Saint Herblain



UNIVERSITE
VINCENNES - SAINT-DENIS

G. Uzan
☎ : 01.49.40.73.47
fax : 01.49.40.67.83
gerard.uzan@univ-paris8.fr
THIM
Université de Paris 8
2 rue de la Liberté
93526 Saint-Denis Cedex

"How can blinds get information in Public Transports using PDA? The RAMPE Auditive Man Machine Interface", *Proc. 8th European conference for the advancement of assistive technology in Europe, aaate 2005*, Lille, Sept. 2005.

"Le projet RAMPE, Système interactif d'information auditive pour la mobilité des personnes aveugles dans les transports publics", *Proc. Deuxième journée francophone mobilité et ubiquité, ubimob'2005*, pp. 169-176, Grenoble, Juin 2005.

CLASSIFICATION CONSORTIUM CLEARANCE LEVEL	FORMAT SIZE	NUMÉRO DOCUMENT / DOCUMENT NUMBER	PAGE
CONFIDENTIEL CONFIDENTIAL	A4	ESIEE/DRD/070922_RAMPE2_RapportFinal	127

11.4 Annexe 4 : Fiches de questionnaire

QUESTIONNAIRE RAMPE : sujet non-voyant

Date :

Sujet N° :

Age :

Sexe : F M

Etes- vous un aveugle : Tardif Précoce
Depuis combien de temps ?

Utilisez-vous : Une canne Un chien Aucun

Utilisez-vous des moyens technologiques : Oui Non

Si oui, précisez :

- Bloc notes braille (modèle et marque)
- Téléphone vocal
- Dictaphone / carnet d'adresse électronique
- Ordinateur
- Usage de messagerie
- Usage du Web
- Autres

Pour vos trajets habituels, vous utilisez le :

Bus Métro Tramway Autre

Ces trajets sont :

Avec correspondance Sans correspondance

Si avec correspondance, donnez les enchaînements

Votre itinéraire :

Est unique Résulte d'un choix possible

Quelles sont les lignes de bus, de métro ou de tramway au départ de votre lieu d'habitation ?

Quelles sont les lignes de bus, de métro ou de tramway au départ de votre lieu d'activité ?

Quelles sont les lignes que vous fréquentez le plus ?

Pour quel usage?

- Activité professionnelle
- Visites familiales et amicales

CLASSIFICATION CONSORTIUM CLEARANCE LEVEL	FORMAT SIZE	NUMÉRO DOCUMENT / DOCUMENT NUMBER	PAGE
CONFIDENTIEL CONFIDENTIAL	A4	ESIEE/DRD/070922_RAMPE2_RapportFinal	128

Achats ou loisirs :

Dans laquelle de ces situations préférez-vous être accompagné ?

Vous souvenez-vous des lignes que vous avez empruntées lors de l'expérimentation?

Vous souvenez-vous des arrêts où vous êtes descendu ?

Connaissez-vous les quartiers où vous étiez ?

Connaissez-vous le parcours des lignes empruntées ?

Oui

Non

(Si aveugle tardif : avant après)

Vous arrive-t-il de faire des changements à l'arrêt Grange Blanche ?

Oui

Non

Si oui, sur quelles lignes ?

Préférez-vous un boîtier indépendant ou sur votre téléphone ?

Quelles sont les informations supplémentaires qui vous paraîtraient utiles et nécessaires sur les dispositifs ?

Quelles suggestions pouvez-vous faire sur l'attribution des boutons sur les dispositifs ?

Avez-vous des propositions d'amélioration ?

CLASSIFICATION CONSORTIUM CLEARANCE LEVEL	FORMAT SIZE	NUMÉRO DOCUMENT / DOCUMENT NUMBER	PAGE
CONFIDENTIEL CONFIDENTIAL	A4	ESIEE/DRD/070922_RAMPE2_RapportFinal	129

QUESTIONNAIRE RAMPE : sujet voyant

Date :

Sujet N° :

Age :

Sexe : F M

Avez-vous des difficultés auditives ? Oui Non

Avez-vous des difficultés visuelles ? Oui Non

Pour vos trajets habituels, vous utilisez le :

Bus Métro Tramway Optibus Véhicule personnel

Ces trajets sont :

Avec correspondance Sans correspondance

Si avec correspondance, donnez les enchaînements

Votre itinéraire : Est unique Résulte d'un choix possible

Quelles sont les lignes de bus, de métro ou de tramway au départ de votre lieu d'habitation ?

Quelles sont les lignes de bus, de métro ou de tramway au départ de votre lieu d'activité ?

Quelles sont les lignes que vous fréquentez le plus ?

Pour quel usage?

- Activité professionnelle
- Visites familiales et amicales
- Achats ou loisirs

Vous souvenez-vous des lignes que vous avez empruntées lors de l'expérimentation?

Vous souvenez-vous des arrêts où vous êtes descendu ?

Connaissez-vous les quartiers où vous étiez ?

Connaissez-vous le parcours des lignes empruntées ? Oui Non

Vous arrive-t-il de faire des changements à l'arrêt Granges Blanches ? Oui Non

CLASSIFICATION CONSORTIUM CLEARANCE LEVEL	FORMAT SIZE	NUMÉRO DOCUMENT / DOCUMENT NUMBER	PAGE
CONFIDENTIEL CONFIDENTIAL	A4	ESIEE/DRD/070922_RAMPE2_RapportFinal	130

Si oui, sur quelles lignes ?

11.5 Annexe 5 : grilles de prise de notes durant l'expérimentation

11.5.1 Grille de prise de notes utilisée pour le PDA

Tps	Comportements de déplacement										Manipulation du PDA						Événement et incident critique			Observations et commentaires	
	Localisation			Orientation			Vérif.	Oubli	Détection arrêt	Interrogation borne	Consultation arrêt	Ligne	SquT	Exh	Déplacement de la personne		Perturba*				
	O	N	P	E	J	F	I	E							O	N	E	Loc	Orien		Vérif

11.5.2 Grille de prise de notes utilisée pour la télécommande.

Tps	Comportements de déplacement										Manipulation T		Événement et incident critique			Observations et commentaires			
	Localisation			Orientation			Vérif.	Oubli	interrogation	Sonne	Déplacement de la personne		Perturba*						
	O	N	P	E	J	F	I	E			O	N	E	Loc	Orien		Vérif	Sim*	Impré

CLASSIFICATION CONSORTIUM CLEARANCE LEVEL	FORMAT SIZE	NUMÉRO DOCUMENT / DOCUMENT NUMBER	PAGE
CONFIDENTIEL CONFIDENTIAL	A4	ESIEE/DRD/070922_RAMPE2_RapportFinal	131