

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE DES TELECOMMUNICATIONS

PARIS

MEMOIRE

présenté en vue d'obtenir

le grade de docteur de l'Ecole Nationale Supérieure des Télécommunications

Spécialité informatique et réseaux

par

Ouahiba FOUIAL

Découverte et fourniture de services adaptatifs dans les environnements mobiles

Soutenue le 30 Avril 2004

JURY

PRESIDENT : Mr Hervé GUYENNET de l'université de Franche Comté

RAPPORTEURS : Mr Guy BERNARD de l'INT
Mme Dominique GAÏTI de l'université de Troyes

EXAMINATEURS : Mme Nadia BOUKHATEM de l'ENST Paris (co-encadrante de thèse)
Mme Isabelle DEMEURE de l'ENST Paris (directrice de thèse)
Mr Frank SINGHOFF de l'université de Bretagne Occidentale

À la mémoire de mon père

À ma mère

À Karim

À mes sœurs et à mes frères

« L'extraordinaire nous attire un instant, la simplicité nous retient plus longtemps, parce que c'est en elle seule que réside l'essentiel.»

Garry Winograd,

« L'imagination est plus importante que le savoir.»

Albert Einstein,

Remerciements

Contrairement à ce que pourrait laisser penser la présence de mon nom seul sur la couverture, ce mémoire est avant tout le reflet d'un travail collectif. Je précise ceci, non pas pour me dédouaner des imperfections inévitables d'une telle étude, mais pour que chacun de ceux qui ont contribué de près ou de loin à ce travail trouve ici une juste reconnaissance.

Je tiens à exprimer mes plus vifs remerciements à Mme Isabelle Demeure qui fut pour moi une directrice de thèse attentive et disponible malgré ses charges nombreuses. Sa compétence, sa clairvoyance, son charisme, son dynamisme m'ont beaucoup appris. J'ai bénéficié d'une grande liberté dans mon travail et elle m'a offert une ouverture vers d'autres domaines que l'informatique, ouverture que j'ai beaucoup appréciée. J'ai beaucoup appris à son contact.

Je suis extrêmement reconnaissante à Nadia Boukhatem, ma co-encadrante, pour l'aide qu'elle m'a fournie à mes débuts dans la recherche et pour ses avis toujours éclairés, ainsi que pour son attitude très confiante envers moi. Je tiens à la remercier, tant pour sa contribution au développement et à la présentation des idées décrites dans ce mémoire, que pour son soutien et pour la confiance qu'elle m'a témoignée tout au long de ces années de thèse.

Je remercie les deux rapporteurs de ce mémoire, Mr Guy Bernard de l'INT et Mme Dominique Gaïti de l'université de Troyes, ainsi que Mr Hervé Guyennet de l'université de Franche Comté qui a bien voulu présider la soutenance.

Je remercie Mr Frank Singhoff pour l'attention qu'il a accordée à mon travail, pour le temps qu'il a bien voulu consacrer à ce mémoire et enfin, pour ses questions et remarques constructives et intéressantes.

J'ai évidemment beaucoup de remerciements à adresser à tous ceux qui ont un jour ou l'autre croisé mon chemin, que ce soit à l'ENST ou non.

Je remercie tous les membres du département Infres, en particulier les thésards et le personnel administratif, pour le climat sympathique dans lequel ils m'ont permis de travailler. J'adresse un clin d'oeil complice à mes camarades thésards et je leur souhaite tout le courage pour finir leur thèse.

J'adresse une pensée toute particulière aux différentes personnes qui ont partagé leur bureau avec moi pendant les années de thèse. Je pense particulièrement à Frank, Philippe, Basma, Sergio, Aliou, Jérôme, Hasnaa et enfin Barhoum.

À Rola, merci pour ton amitié précieuse. Je n'oublierai jamais les moments qu'on a passés ensemble. T'es vraiment une amie formidable et exceptionnelle !

Je remercie spécialement Salim, pour son aide quotidienne et sa disponibilité qui m'ont embellie la vie même lorsque le travail semblait insurmontable. Je le remercie pour ses

encouragements généreux et la confiance en moi qu'il m'a toujours transmise grâce à son caractère chaleureux. Ils m'ont été très précieux durant ma thèse.

Merci à mes amis pour l'affectueuse amitié dont ils ont toujours fait preuve. Je pense particulièrement à Jacques, Mohamad, Ahmad, Hasnaa, Rana, Hazar, Dany, Habib, Mehand, Yacine et Selma.

Un merci tout particulier à ma très chère amie Dalila pour sa disponibilité, pour son soutien, pour son aide et pour nos discussions passionnées!. Une pensée très affectueuse pour mon ami Ibrahim qui a fait de moi une personne heureuse. Son amitié, son soutien et son aide m'ont été indispensables, en particulier dans les derniers mois de ma thèse.

Les mots simples étant les plus forts, j'adresse toute mon affection à mes nombreux et merveilleux frères et sœurs. Malgré mon éloignement depuis de (trop!) nombreuses années, leur intelligence, leur soutien, leur confiance, leur amour me portent et me guident tous les jours. Est-ce un bon endroit pour dire ce genre de choses? Je vous aime beaucoup.

Je souhaite terminer en remerciant trois personnes exceptionnelles. Je réserve une reconnaissance particulière à mon cher défunt père, avec la plus grande douleur de ne plus l'avoir parmi nous, pour l'amour et le soutien incomparables dont il m'a fait preuve depuis ma naissance.

Je dois à ma mère de m'avoir donné les moyens de réaliser mes rêves, même les plus fous et de n'avoir jamais remis en question mes choix de vie. L'amour et la confiance qu'elle m'a toujours témoignés m'ont permis, non seulement de traverser ces années de thèse très difficiles, mais également d'effacer mes doutes et d'acquérir une vision réaliste de la vie. Son soutien et son enthousiasme n'ont d'égal que l'amour qu'elle me porte. Merci infiniment mama.

Je ne serais pas parvenue à réaliser ce travail sans le total dévouement de mon frère Karim. Ses encouragements, sa disponibilité et sa présence ont été (et sont toujours) indispensables. Qu'il trouve ici (bien que ces mots soient dérisoires) le témoignage de tout mon estime et tout mon amour. Merci Kerroum. Tu es simplement le meilleur frère au monde!

Résumé

Avec l'avènement de la troisième génération, les réseaux de télécommunications mobiles entrent dans une nouvelle phase de leur évolution, d'un réseau omniprésent axé sur la téléphonie mobile, vers des systèmes de fourniture de services à grande échelle. Ces systèmes doivent permettre à des usagers (éventuellement mobiles) d'accéder à leurs services et leur environnement personnalisés quels que soient le réseau et le terminal qu'ils utilisent.

Le constat actuel est que la mise en place de la fourniture de services pour ces systèmes nécessite la conception d'une plate-forme distribuée complexe faisant intervenir des éléments hétérogènes (grand choix de réseaux, plusieurs types de terminaux de capacités différentes, multiples opérateurs réseau et fournisseurs de services, contenus de services hétérogènes, etc.).

Par ailleurs, l'évolution des terminaux mobiles (ordinateurs portables, assistants personnels, téléphones portables, etc.) et des réseaux mobiles (émergence des réseaux sans fil) permet le développement d'applications fondées sur la mobilité. L'environnement d'exécution de ces applications doit prendre en compte la variété des équipements et des ressources (ex : bande passante) ainsi que la mobilité de l'utilisateur. De plus, les usagers mobiles veulent pouvoir personnaliser les services et les utiliser de la même manière qu'en environnement fixe et ce, quel que soit le service à traiter et quelles que soient les capacités du terminal utilisé.

L'objectif de cette thèse est de donner des éléments de solution à ces problèmes. Elle traite de la découverte et la fourniture de services adaptables dans les environnements mobiles. Elle a pour but de proposer une architecture permettant aux usagers mobiles de découvrir et d'exécuter des services sensibles au contexte de leur exécution. Les services proposés sont adaptés aux préférences de l'utilisateur, aux capacités de son terminal, à sa localisation, et enfin, aux ressources réseau disponibles.

Dans un premier temps, nous nous intéressons à l'utilisation des agents mobiles pour la fourniture de services dans les environnements mobiles. Ce modèle, bien adapté aux contraintes des environnements mobiles, s'avère intéressant, principalement, dans les applications qui entraînent la consultation de plusieurs services successifs sur le réseau (ex : visite de plusieurs prestataires de services dans le cadre d'une découverte de services).

Par la suite, nous proposons une plate-forme de fourniture de services sensibles au contexte appelée CASP (Context Aware Service Provision). Dans cette plate-forme, la sensibilité au contexte est prise en compte dans les deux phases de fourniture de services suivantes : la découverte de services et l'exécution du service sur le terminal mobile.

La découverte de services permet à ces derniers de se faire connaître et aux terminaux mobiles de les découvrir automatiquement. Les systèmes de découverte de services actuellement disponibles ne sont pas sensibles au contexte et ne prennent pas en considération

les paramètres qui changent selon le contenu dynamique de l'environnement mobile. Dans la plate-forme CASP, nous proposons un mécanisme de découverte de services qui permet à l'utilisateur mobile de personnaliser la fourniture de services et de l'adapter à ses exigences. Ce mécanisme, mis en œuvre par un élément médiateur entre l'utilisateur mobile et les fournisseurs de services, permet de ne proposer à l'utilisateur que les services qui sont adaptés à ses préférences, aux capacités de son terminal et à sa localisation. La liste des services proposés à l'utilisateur contient d'autres informations qui peuvent être utiles à l'utilisateur (description du service, tarifs indicatifs, etc). L'implémentation de ce mécanisme de découverte de services est basée sur des concepts tels que VHE (Virtual Home Environment) et les profils, et utilise des outils standard tels que XML et CC/PP (Composite Capabilities/ Preference Profiles).

La sensibilité au contexte dans la plate-forme CASP est également utilisée pour adapter les services, une fois découverts par l'utilisateur, à leur environnement d'exécution (besoins des usagers, caractéristiques techniques du terminal, localisation du terminal et ressources du réseau). Cette adaptation est réalisée au moment de l'exécution du service sur le terminal mobile. La solution proposée est basée sur l'utilisation de serveurs intermédiaires (Serveur Proxy) entre le terminal mobile et le fournisseur du service. Un service multimédia a été développé pour valider les concepts proposés dans cette thèse.

Enfin, nous terminons par une ouverture sur l'utilisation d'une approche de conception de services à base de composants qui offre une vue modulaire des services. Chaque service est constitué d'un ensemble de composants interconnectés, pouvant être supervisés et reconfigurés si nécessaire. L'adaptation des services est alors réalisée au moment de l'accès au service et au moment de son exécution sur le terminal.

L'adaptation au moment de l'accès au service consiste à sélectionner et assembler les composants du service en fonction du contexte. L'adaptation du service au moment de son exécution consiste à changer dynamiquement la composition du service suite aux variations qui surviennent dans l'environnement.

Mots clefs

Fourniture de services, environnements mobiles, agents mobiles, découverte de services, sensibilité au contexte, adaptabilité des services, composabilité des services

Abstract

With the advent of the third generation, mobile telecommunication networks enter a new phase of their evolution, from an omnipresent network centered around mobile telephony, towards large scale service provisioning systems. These systems have to allow (possibly mobile) users to get and use their services and personalized environment whatever the network and the terminal they use.

The settlement of service provisioning for these systems requires the design of a complex distributed platform using heterogeneous elements (large choice of networks, several types of terminals of different capabilities, multiple network operators and service providers, heterogeneous service contents, etc.). In addition, the evolution of mobile terminals (laptops, personal digital assistants, mobile phones, etc.), and mobile networks (emergence of the wireless networks) allows the development of applications based on mobility. Consequently, the execution environment of such applications is itself very fluctuating, in terms of bandwidth, of end user terminal capabilities and terminal location, etc. Moreover, mobile users may want to be able to personalize their services and to use them in the same way as in regular or wired environment and this, whatever the type and the volume of the service to be treated, independently of the terminal used and its capabilities.

The aim of this thesis is to address these issues and provide solutions to them. It handles aspects of discovery and provision of adaptable services in mobile environments, having for goal to propose a platform that makes it possible to mobile users to discover and run context aware services. Services are adapted to user preferences, to user location, to terminal capabilities, and finally, to available network resources.

At first, we focus on the use of mobile agents for service provisioning in mobile environments. This model, well adapted to the constraints of mobile environments, proves to be particularly interesting for applications which involve consultation of several successive service providers on the network in the context of service discovery.

In the sequel, we propose CASP (Context Aware Service Provision), a context aware platform for service provision. In this platform, context awareness is addressed in the two following service provision phases : service discovery and service execution on the mobile terminal.

Service discovery allows services to be published and mobile terminals to discover them automatically. Service discovery systems, currently available, are not context aware and do not consider parameters which change according to the dynamic contents of mobile environment. In our CASP platform, we propose a service discovery mechanism that allows the mobile user to personalize the service provision and to adapt it to his/her requirements. This mechanism, implemented by a mediator between the mobile user and service providers, provides the user only with services which are adapted to his/her preferences, to the

terminal capabilities and to the user location. The list of suggested services contains other information useful to the user (service description, indicative rate, etc.). The implementation of this service discovery mechanism is based on concepts such as VHE (Virtual Home Environment) and profiles, and uses standard tools such as XML and CC/PP (Composite Capabilities/ Preference Profiles).

Context awareness in CASP is also used for adaptation of services, once discovered by the user, to their execution environment (users needs, terminal design features, terminal location and network resources). This adaptation is ensured at service runtime on the mobile terminal. The proposed solution is based on the use of intermediate servers (proxies) between the mobile terminal and the service provider. A multimedia service was developed to validate the concepts proposed in this thesis.

To end, we conclude by an introduction on the use of a component-based service design approach which offers a modular aspect to services. Each service consists of a set of interconnected components, able to be supervised and reconfigured if necessary. Service adaptation is then ensured at service access time and service runtime. Service adaptation at access time consists of the selection and the assembly of service components according to the context. Service adaptation at runtime consists in dynamically changing the service composition according to the context variations.

Keywords

Service provision, mobile environments, mobile agents, service discovery, context awareness, service adaptability, service composability.

Table des matières

1	Introduction et contributions de cette thèse	1
1.1	Problématique	2
1.2	Besoins de la fourniture de services	3
1.3	Contributions de cette thèse	4
2	État de l'art et motivations	9
2.1	Concepts généraux	9
2.1.1	Quelques définitions	9
2.1.2	Les acteurs de la fourniture de services	10
2.1.3	Exemples de services offerts	10
2.1.4	Organismes de standardisation et standards existants	11
2.1.4.1	3GPP	11
2.1.4.2	UMTS	11
2.1.4.3	Virtual Home Environment (VHE)	12
2.2	Besoins de la fourniture de services	13
2.2.1	Mobilité	13
2.2.2	Choix du paradigme de communication	14
2.2.3	Déploiement et gestion des services	15
2.2.4	Personnalisation de services	15
2.2.5	Sensibilité au contexte	15
2.2.6	Découverte de services sensible au contexte	16
2.2.7	Adaptabilité	17
2.3	Technologies existantes liées à la fourniture de services	18
2.3.1	Fourniture de services dans des réseaux hétérogènes	18
2.3.2	Environnements d'exécution de services	19
2.3.2.1	WAP	19
2.3.2.2	iMode	19
2.3.2.3	MExE	20
2.3.2.4	SIM Application Toolkit	21
2.3.3	Plates-formes unifiées et interfaces ouvertes	21
2.3.3.1	Le modèle OSA/Parlay	21
2.3.3.2	Les Web Services	22

2.3.3.3	Comparaison des modèles OSA/Parlay et les Web Services	23
2.4	Analyse de l'existant	24
2.4.1	Travaux autour de la personnalisation, la mobilité et le VHE	24
2.4.2	Travaux autour de la sensibilité au contexte, l'adaptabilité dynamique et la composabilité des services	26
2.4.3	Conclusion sur les travaux de recherche existants	27
2.5	Conclusions et motivations de cette thèse	28
3	Les agents mobiles et la fourniture de services dans les environnements mobiles	31
3.1	Contexte	31
3.2	Définition du code mobile	32
3.3	Classification des paradigmes du code mobile	32
3.4	Comparaison entre Java RMI et les agents mobiles	34
3.4.1	Java RMI versus Agents Mobiles	34
3.4.1.1	Java RMI	34
3.4.1.2	Agents Mobiles	35
3.4.2	Étude comparative	36
3.4.2.1	Scénario d'application	36
3.4.2.2	Le modèle Java RMI	38
3.4.2.3	Le modèle agent mobile	39
3.4.2.4	Comparaison des deux modèles	41
3.4.2.5	Analyse du modèle analytique	42
3.4.2.6	Résultats expérimentaux et analyses	43
3.4.3	Travaux similaires	44
3.5	Agents mobiles pour la fourniture de services dans les environnements mobiles	47
3.5.1	Architecture générique pour la fourniture de services	47
3.5.2	Scénario de fourniture de services basé sur les agents mobiles	48
3.5.3	Les agents mobiles pour une plate-forme de fourniture de services	52
3.6	Conclusion	53
4	CASP : plate-forme de fourniture de services sensible au contexte	55
4.1	Introduction	56
4.2	Gestion de la sensibilité du contexte	56
4.2.1	Sensibilité au contexte	56
4.2.2	Gestion du contexte	56
4.2.3	Représentation des informations contextuelles	58
4.3	Architecture de fourniture de services sensible au contexte	58
4.3.1	Composants de la plate-forme CASP	59
4.3.2	Gestion de l'utilisateur	59
4.4	Gestion du contexte dans CASP	61
4.5	Gestion des profils dans CASP	63
4.5.1	Intérêt des profils	63

4.5.2	Les profils dans CASP	64
4.5.2.1	Profil Utilisateur	64
4.5.2.2	Profil Terminal	64
4.5.2.3	Profil Service	64
4.5.2.4	Profil Sécurité	65
4.5.3	Hébergement des profils	67
4.5.4	La négociation des capacités et du contenu	68
4.6	Outils utilisés pour le développement de CASP	68
4.7	Conclusion	69
5	La recherche et la découverte de services	71
5.1	Quelques concepts	72
5.2	Classification des systèmes de recherche et de découverte de services	72
5.3	Principales fonctionnalités d'un protocole de recherche ou de découverte de services	74
5.3.1	Description du service	74
5.3.2	Utilisation de répertoire ou d'annuaire central	74
5.3.3	Déclaration de services	75
5.3.4	Découverte de services	75
5.3.5	Gestion de la dynamique du système	75
5.4	Techniques de découverte ou de recherche de services	75
5.5	Systèmes de recherche de services	76
5.6	Protocoles de découverte de services	77
5.6.1	Service Location Protocol (SLP)	77
5.6.2	Le service lookup de Jini	80
5.6.3	Universal Plug and Play (UPnP) et Simple Service Discovery Protocol (SSDP)	82
5.6.4	Salutation	83
5.6.5	Secure Service Discovery Service (SSDS)	85
5.6.6	Bluetooth-SDP	86
5.6.7	MOCA	88
5.6.8	Universal Description Discovery and Integration (UDDI)	89
5.7	Comparaison entre les différents protocoles	91
5.7.1	Descriptions de services	91
5.7.2	Découverte de services	93
5.7.3	Gestion et évaluation des requêtes	93
5.7.4	Gestion de la dynamique	94
5.8	Limites des systèmes existants pour les environnements mobiles	94
5.8.1	Non exploitation du contexte	94
5.8.2	Manque de description détaillées des services	94
5.8.3	Absence de formalismes communs de description des services	95
5.9	Conclusion	95

6	Découverte de services sensibles au contexte	97
6.1	Découverte de services sensibles au contexte	98
6.1.1	Description des services	98
6.1.2	Utilisation d'annuaire	99
6.1.2.1	Répartition de l'annuaire	99
6.1.2.2	Gestion de la nomadicité	101
6.1.3	Déploiement et annonce des services	101
6.1.3.1	Enregistrement des services	101
6.1.3.2	Désenregistrement des services	101
6.1.3.3	Mise à jour des services	101
6.1.4	Découverte de services sensibles au contexte	102
6.1.4.1	Gestion de la sensibilité au contexte	102
6.1.4.2	Déroulement d'une session de découverte de services	102
6.1.4.3	Interactions associées à la découverte de services	103
6.1.5	Gestion de la dynamique	106
6.2	Conclusion	106
7	Conception et mise en œuvre de la plate-forme CASP	107
7.1	Les composants de la plate-forme CASP	107
7.1.1	Médiateur de Services	108
7.1.2	Composante FS	109
7.1.3	Composante EUT	110
7.1.4	Fourniture de services dans le cas de nomadicité	112
7.2	Mise en œuvre de CASP	112
7.2.1	Environnement de développement	113
7.3	Scénarios d'évaluation de CASP	114
7.3.1	Environnement d'évaluation	114
7.3.2	Tests et Scénarios	114
7.3.2.1	Scénario 1	115
7.3.2.2	Scénario 2	115
7.3.2.3	Scénario 3	116
7.4	Evaluation des performances de CASP	116
7.5	Discussion	117
7.6	Conclusion	118
8	L'adaptabilité dans les environnements mobiles	119
8.1	Introduction	119
8.2	Analyse conceptuelle de la notion d'adaptabilité	120
8.2.1	Qu'est ce l'adaptabilité ?	120
8.2.2	Fonctionnalités requises pour l'adaptation	121
8.2.3	Dynamisme de l'adaptabilité	122
8.2.3.1	Adaptation statique	122

8.2.3.2	Adaptation spécifiée statiquement mais effectuée dynamiquement	122
8.2.3.3	Adaptation spécifiée et effectuée dynamiquement	122
8.3	Fourniture adaptative des services	122
8.3.1	Pourquoi adapter les services ?	122
8.3.2	Adapter les services à quoi ?	123
8.3.3	Adaptation des services	123
8.4	Les systèmes adaptables dans les environnements mobiles	124
8.4.1	L'adaptabilité dans l'informatique mobile	124
8.4.1.1	Approches masquant la mobilité aux applications	124
8.4.1.2	Approches intégrant l'adaptabilité aux applications	126
8.4.2	L'adaptabilité dans l'informatique omniprésente	127
8.5	Conclusion	127
9	Fourniture adaptative des services multimédia	129
9.1	Fourniture adaptative des services	129
9.1.1	Concept de service téléchargeable	130
9.1.2	Gestion de l'adaptabilité	131
9.1.3	Description de l'architecture	131
9.1.3.1	Terminal mobile	132
9.1.3.2	Serveur Proxy	133
9.1.3.3	Fournisseur de Services (FS)	134
9.2	Mise en œuvre de l'application MADSSERV	134
9.2.1	Scénario d'application	134
9.2.2	Description de la plate-forme développée	134
9.2.2.1	Simulateur des composants de CASP manquants	134
9.2.2.2	Serveur Proxy	135
9.2.2.3	Gestionnaire de Services	135
9.2.2.4	Gestionnaire d'adaptabilité	136
9.2.2.5	Terminal Mobile	137
9.3	Implémentation de MADSSERV	137
9.3.1	Définition des niveaux de qualité	137
9.3.2	Ressources utilisées	138
9.3.2.1	Ressources utilisées du côté terminal mobile	138
9.3.2.2	Ressources utilisées du côté Serveur Proxy	138
9.4	Expérimentation	138
9.5	Évaluation de performances	139
9.5.1	Lancement d'un terminal (client)	139
9.5.2	Changement de qualité sur un client	140
9.5.3	Lancement de plusieurs clients et changements de qualités	140
9.5.4	Surcharges du serveur avec 13 clients connectés simultanément	141
9.5.5	Surcharges du serveur avec 40 clients	141
9.5.6	Discussion	141

9.6	Travaux similaires	142
9.7	Conclusion	143
10	Vers l'adaptabilité dynamique des services basée sur la composabilité	145
10.1	Définitions et concepts de base	145
10.2	Composition de services dans le cadre de la fourniture de services	146
10.3	Architecture pour l'adaptation dynamique des services basée sur la composabilité	147
10.4	Scénario d'adaptation dynamique de services	149
10.5	Travaux similaires et conclusion	150
11	Conclusions et perspectives	153
A	Gestion des profils dans CASP : exemples de profils utilisés	171
A.1	Profil Terminal	171
A.1.1	Plate-forme matérielle	171
A.1.2	Plate-forme logicielle	172
A.1.3	Caractéristiques du réseau	172
A.1.4	Navigateur	172
A.2	Profil Sécurité	172
B	Spécifications détaillées des différentes interfaces de la plate-forme CASP	175
B.1	Interfaces impliquées dans la fourniture et la découverte de services	176
B.1.1	L'interface FS-MES	176
B.1.2	L'interface MES-MGBDS	177
B.1.3	L'interface MGIU-TM	177
B.1.4	L'interface MGIU-MGBDS	181
B.1.5	L'interface MGIU-MGBDU	181
B.1.6	L'interface MES-MGBDU	182
B.1.7	L'interface TM-FS	183
B.2	Interfaces impliquées dans le cas de nomadicité	185
B.2.1	L'interface MGIU (MSV)-MGN (MSP)	186
B.2.2	L'interface MGN-MGBDU	187
B.2.3	L'interface MGN-MGBDS	187
C	Publications associées à cette thèse	189
C.1	Article dans une revue	189
C.2	Communications internationales avec comité de lecture	189
C.3	Conférences et colloques avec actes à diffusion restreinte	190
C.4	Participation aux livrables de projets	190

Table des figures

2.1	Le concept VHE	12
2.2	Le VHE et l'environnement nominal	13
2.3	Les trois classes spécifiées par MExE	20
2.4	Rôle de l'interface OSA	22
2.5	Suite de protocoles impliqués dans l'implémentation des Web Services	23
3.1	Modèle Java RMI et modèle AMs	36
3.2	Diagrammes de communication dans les modèles Java RMI et AMs	37
3.3	Nombre de serveurs en fonction de la taille des données pour que les AMs soient plus performants (selon le modèle analytique)	42
3.4	Taille des données en fonction du nombre de serveurs pour que les AMs soient plus performants (selon le modèle analytique)	43
3.5	Comparaison entre Java RMI et AMs (1 Serveur)	44
3.6	Comparaison entre Java RMI et AMs (4 Serveurs)	45
3.7	Comparaison entre Java RMI et AMs (6 Serveurs)	45
3.8	Comparaison entre Java RMI et AMs (9 Serveurs)	46
3.9	Architecture du réseau de fourniture de services	48
3.10	La fourniture de services basée sur les AMs dans le cas de nomadicité	50
4.1	Consommation des informations contextuelles produites par les capteurs	57
4.2	Architecture réseau supportant la plate-forme CASP	59
4.3	Les composants de la plate-forme CASP	60
4.4	Exemple XML d'une entrée de la BD_Utilisateurs	62
4.5	Exemple XML du Profil Service	66
4.6	Gestion des profils dans CASP	67
5.1	Classification de la découverte de services	73
5.2	Agents SLP et leurs interactions	79
5.3	Découverte de services sans le DA	79
5.4	Enregistrement de services dans Jini	81
5.5	Découverte de services dans Jini	82
5.6	Utilisation du service dans Jini	82
5.7	Architecture de Salutation	84

5.8	Protocole SDP dans Bluetooth	87
6.1	Annuaire central dans CASP	99
6.2	Annuaire réparti dans CASP	100
6.3	Interactions nécessaires pour la formulation du Menu LS	104
6.4	Interactions nécessaires pour la formulation du "Menu des Services Favoris"	105
7.1	Les composants de la plate-forme CASP	108
7.2	Modules internes du MS	109
7.3	Modules internes de la composante FS	110
7.4	Modules internes de l'EUT	111
7.5	Environnement de développement de la plate-forme CASP	113
7.6	Plate-forme de test	115
9.1	Gestion de l'adaptabilité dans la plate-forme CASP	130
9.2	Utilisation des Serveurs Proxies	132
9.3	Composants responsables de la gestion de l'adaptation dynamique dans CASP	133
9.4	Modules développés pour assurer l'adaptation des services	135
9.5	Simulateur (3 clients connectés)	136
9.6	Madsserv terminal	137
10.1	Assemblage des composants	146
10.2	Architecture globale d'adaptation dynamique	147
10.3	Exemple de composition de service	149
10.4	Scénario d'adaptation dynamique de services	149
A.1	Exemple de Profil Terminal utilisé dans CASP	173
B.1	Interactions entre les composants de la plate-forme CASP	175
B.2	Interfaces impliquées dans la fourniture et la découverte de services (pas de nomadicité)	176
B.3	Interfaces impliquées dans le cas de nomadicité	185

Liste des tableaux

4.1	Les paramètres d'une entrée de la BD_Utilisateurs	61
4.2	Les paramètres d'un Profil Service	65
5.1	Comparaison des principaux protocoles de découverte de services	92
7.1	Evaluation du temps dans CASP (un seul utilisateur)	117