

# Fourniture de services adaptables dans les environnements mobiles

*Ouahiba Fouial et Isabelle Demeure*

Département Informatique et Réseaux

GET - Ecole Nationale Supérieure des Télécommunications - CNRS UMR 5141, LTCI

46 rue Barrault

75634 Paris Cedex 13, France

{ouahiba.fouial, isabelle.demeure}@enst.fr

## RESUME

La mise en oeuvre d'une plate-forme de fourniture de services pour les futurs réseaux de télécommunications mobiles est aujourd'hui encore un problème complexe. L'utilisateur doit pouvoir accéder à des services personnalisés depuis des terminaux possédant des caractéristiques très différentes : téléphones portables, assistants électroniques, ordinateurs portables, etc. Nous présentons dans cet article la plate-forme *CASP*, une infrastructure de fourniture de services pour environnements mobiles, qui permet la gestion flexible et le déploiement facile de services. Du point de vue de l'utilisateur, *CASP* permet la découverte, le téléchargement et l'exécution de services sensibles au contexte. Elle assure également l'adaptabilité de ces services au contexte d'exécution, tout en offrant la meilleure qualité de service possible pour l'utilisateur.

**MOTS CLES** : fourniture de services, découverte de services, sensibilité au contexte, adaptabilité, environnements mobiles

## 1. INTRODUCTION

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. Une grande variété de services sera proposée non seulement par des opérateurs réseau mais aussi par des fournisseurs de services.

Les environnements qui supporteront ces systèmes de fourniture de services, présentent une hétérogénéité importante, une grande variabilité et de nombreuses possibilités d'évolution, aussi bien au niveau des moyens d'exécution que des moyens de communication. En effet, les ressources offertes au niveau du terminal peuvent être extrêmement différentes selon que l'on utilise un assistant personnel, un ordinateur portable, un téléphone portable ou une station de travail. Il est donc nécessaire de réaliser la fourniture de services en fonction du type du terminal.

Les réseaux de communication présentent des infrastructures et des performances bien différentes et très hétérogènes (réseaux filaires, réseaux sans fil). De plus, ces éléments sont soumis à d'importantes variations au cours du temps. La disponibilité des ressources peut également varier considérablement dans le temps.

En plus de ces caractéristiques liées à la nature des environnements mobiles, l'utilisateur mobile veut pouvoir accéder, à partir de différents points de connexion, à des services personnalisés auxquels il a souscrit et qui peuvent éventuellement prendre en compte la localisation du terminal. Ainsi, la fourniture et l'exécution des services doivent nécessairement prendre en compte le contexte de l'utilisateur et ses besoins pour garantir le respect de la qualité de service souhaitée.

La problématique de la fourniture de services dans les futurs réseaux mobiles a été relevée par différentes instances de normalisation. Plusieurs travaux de standardisation ont traité cette problématique selon différents points de vue : terminal, réseau de l'opérateur ou fournisseur de services. Les solutions orientées terminal (telles que MExE [12], WAP [20] et iMode [4]) s'intéressent à l'adaptabilité des services aux différents terminaux mobiles. Les solutions et les architectures orientées réseau (telles que CAMEL [2], SPIRITS [9] et PINT [18]) s'intéressent aux problèmes liés à la fourniture et au contrôle des services dans des réseaux hétérogènes. Enfin, les solutions orientées fournisseur de services (telles que OSA [16] et les Web Services [10]) offrent des interfaces réseau permettant aux fournisseurs de services d'accéder aux fonctionnalités et aux capacités du réseau quelle que soit sa nature.

Le constat relevé actuellement est l'absence d'une vision globale de cette problématique. En effet, les standards et les travaux de normalisation existants traitent partiellement la fourniture de services (selon le point de vue terminal mobile, opérateur réseau ou fournisseur de services). Ainsi, il n'existe pas de solution complète qui réponde aux besoins de tous les acteurs impliqués dans le processus de fourniture de services.

Contrairement aux travaux de normalisation, la plupart des propositions issues du domaine de la recherche, disposent d'une vision globale de la problématique de fourniture de services et intègrent les principaux acteurs à savoir : l'utilisateur mobile, le terminal mobile, les fournisseurs de services et éventuellement l'opérateur réseau. Cependant, comme cette problématique combine plusieurs domaines de recherche (mobilité, hétérogénéité, personnalisation, gestion de la QoS, adaptabilité, découverte de services, sensibilité au contexte, etc.), ces solutions ne traitent qu'une partie des besoins que nous avons identifiés dans cet article. Certaines solutions comme CAMELEON [3], MONTAGE [14] et SOMA [1], s'intéressent à l'applicabilité des agents mobiles pour la personnalisation des services et la nomadicité des utilisateurs dans les environnements mobiles [8].

Ces travaux ne sont plus d'actualité puisque la technologie agents mobiles est actuellement en perte de vitesse. D'autres solutions, relativement récentes, telles que VESPER [11] et CESURE [17], s'intéressent plus à la sensibilité au contexte et à l'adaptabilité des services. Néanmoins, l'adaptabilité assurée est souvent statique et n'est pas réalisée dynamiquement selon le changement dynamique de l'environnement. De plus, le contexte est souvent représenté soit, par les ressources réseau, soit par les capacités du terminal.

L'objectif des travaux présentés dans cet article est de donner des éléments de solution à la problématique de la fourniture de services dans les environnements mobiles. La section suivante présente les principaux besoins à prendre en compte lors de la construction d'une plate-forme de fourniture de services dont les usagers sont mobiles. L'infrastructure CASP, que nous proposons, est décrite dans la section 3. Les sections 4, 5 et 6 présentent respectivement : la gestion du contexte dans CASP, le système de découverte de services sensibles au contexte utilisé dans CASP et la gestion de l'adaptabilité dans CASP. Enfin, la section 7 présente la mise en oeuvre et l'évaluation de notre plate-forme. La conclusion fait un rapide bilan de l'apport de ce travail et propose des perspectives de recherche.

## **2. BSOINS DE LA FOURNITURE DE SERVICES**

Les principales contraintes techniques que le concepteur d'une plate-forme de fourniture de services pour environnements mobiles doit prendre en compte sont :

### **2.1 Mobilité**

Un système de fourniture de services doit prendre en charge les utilisateurs itinérants en leur permettant d'accéder aux services fournis toujours de la même façon, à partir de n'importe quel terminal, même s'ils se déplacent. Grâce à cette fonctionnalité, l'utilisateur du système peut utiliser ses services quel que soit le terminal utilisé et dans n'importe quel réseau qu'il visite, de la même manière et avec les mêmes

caractéristiques que lorsqu'il se trouve dans son réseau d'abonnement. Il dispose donc d'un environnement personnalisé de services qui le suit partout où il se déplace. Le VHE (Virtual Home Environment) [19] est un concept d'environnement de services personnalisés qui a été défini pour les futurs réseaux de télécommunications mobiles. Il supporte l'idée d'une universalité du service qui s'adapte, d'une part aux paramètres de personnalisation de l'utilisateur, et d'autre part, à son terminal et son réseau d'accès.

## **2.2 Personnalisation de services**

La personnalisation des services offre aux utilisateurs le moyen de définir et de modifier la manière dont les services leurs sont livrés afin de satisfaire leurs préférences.

## **2.3 Sensibilité au contexte**

La possibilité d'utiliser des informations sur le contexte est cruciale pour le développement d'applications mobiles adaptatives. Dans le cadre de la fourniture de services, les applications sensibles au contexte sont capables de fournir aux utilisateurs mobiles des services sur mesure qui répondent au mieux aux besoins de l'environnement.

## **2.4 Découverte de services sensibles au contexte**

Compte tenu du nombre, de la variabilité et de la diversité des services qui seront disponibles aux utilisateurs mobiles dans les futurs réseaux de communication, il s'avère indispensable de concevoir un mécanisme intelligent, efficace et flexible pour la découverte et la fourniture personnalisées des services aux utilisateurs mobiles.

## **2.5 Adaptabilité**

On appelle « adaptation » ou « adaptabilité » d'un système, un changement dans le système pour prendre en compte un changement dans l'environnement du système [6].

L'adaptabilité dans le contexte de notre travail correspond à la capacité d'harmoniser le service avec son environnement. Elle concerne simultanément la prise en compte du contexte d'exécution et les fonctionnalités requises par l'utilisateur afin de garantir le respect de la qualité du service [7].

## **3. ARCHITECTURE DE FOURNITURE DE SERVICES SENSIBLES AU CONTEXTE**

Dans cette section, nous présentons la plate-forme CASP (*Context Aware Service Provision*) de fourniture de services. Cette plate-forme a été développée dans le cadre du projet Européen IST MOBIVAS [5, 13]. L'architecture réseau prévue pour supporter cette plate-forme comprend trois entités de base : le terminal mobile (TM), l'opérateur réseau (OR) et les fournisseurs de services à valeur ajoutée (FSs).

Le terminal mobile est le dispositif qui permet à l'utilisateur de communiquer avec le réseau, de découvrir les services et de les télécharger. Les fournisseurs de services offrent leurs services en connectant l'infrastructure de leur réseau à celle de l'opérateur réseau.

Comme le montre la figure Fig.1, la plate-forme CASP est constituée des trois composants suivants [6] :

1. La *Composante FS* (installée chez le Fournisseur de Services), gère l'ensemble des services à proposer aux utilisateurs mobiles par le fournisseur de services FS.
2. Le *Médiateur de Services (MS)*, fait partie du réseau de l'opérateur. Il intervient dans le processus de découverte et de recherche de services. Il gère la coordination des fonctions nécessaires pour une découverte de services personnalisés et sensibles au contexte.

Deux bases de données sont associées au Médiateur de Services : la *BD\_Utilisateurs* et la *BD\_Services*. La première base de données contient des informations sur l'ensemble des abonnés de la plate-forme CASP. La deuxième base de données contient les informations qui décrivent l'ensemble des services proposés par la plate-forme CASP.

3. Le dernier élément est localisé sur le terminal mobile. Il s'agit de la *Composante EUT (End User Terminal)*. Elle représente l'environnement d'exécution des services CASP sur le terminal mobile.

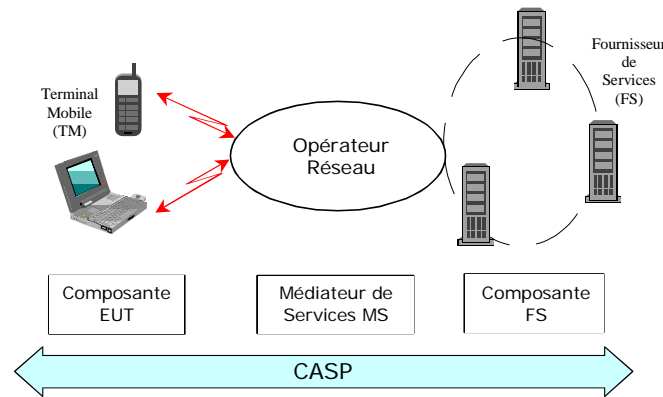


Fig.1 : Architecture réseau supportant la plate-forme CASP

#### 4. GESTION DU CONTEXTE DANS CASP

Par contexte, nous faisons référence dans CASP, de manière minimale, mais néanmoins illustrative, à l'utilisateur et à son environnement physique. Afin de permettre la sensibilité au contexte, un modèle doit être défini pour l'acquisition, l'analyse, la sauvegarde et l'échange d'informations contextuelles.

Le modèle utilisé dans CASP est basé sur l'utilisation de profils écrits en XML. Quatre profils ont été définis dans CASP : le **Profil Utilisateur** pour décrire les préférences de l'utilisateur, le **Profil Terminal** pour décrire les capacités du terminal, le **Profil Localisation** pour préciser la localisation du terminal et enfin, le **Profil Ressources Réseau** pour décrire les ressources réseau disponibles [6].

Le contexte dans CASP est utilisé dans deux phases différentes de la fourniture de services :

- Durant la phase de découverte de services afin de ne proposer à l'utilisateur que les services qui répondent à ses préférences, qui peuvent s'exécuter sur son terminal et qui utilisent éventuellement la localisation du terminal (s'il s'agit de services basés sur la localisation).
- Durant l'exécution du service sur le terminal en adaptant dynamiquement le service aux changements qui interviennent dans le contexte afin de proposer la meilleure qualité possible du service à l'utilisateur.

#### 5. DECOUVERTE DE SERVICES SENSIBLES AU CONTEXTE

Nous présentons dans cette section le système de découverte de services utilisé dans CASP. Nous montrons, en particulier, comment ce système assure les fonctionnalités de base qu'un système de découverte de services doit offrir ; à savoir : la description des services, la gestion de l'annuaire de services, l'annonce des nouveaux services et, la découverte de services [6].

##### 5.1 Description des services

Chaque service proposé par un Fournisseur de Services est décrit par un *Profil Service*. Ce profil est fourni par le Fournisseur du Service, géré par le Médiateur de Services et stocké dans la BD\_Services. Le profil

service contient tous les attributs et les caractéristiques qui peuvent identifier le service et le décrire suffisamment pour être découvert par les utilisateurs.

Le service dans CASP peut avoir plusieurs versions (*Proxy*). Celles-ci diffèrent entre elles, par exemple, par le tarif de la version proposée ou par les capacités du terminal nécessaires à l'exécution de cette version sur le terminal.

## 5.2 Utilisation d'annuaire

La plate-forme CASP utilise le Médiateur de Services comme annuaire central pour gérer toutes les descriptions de services disponibles et toutes les informations d'identification des utilisateurs abonnés. Le Médiateur de Services gère deux types de bases de données : une base de données des utilisateurs et une base de données des descriptions de services qu'offre cet annuaire.

## 5.3 Déploiement et annonce des services

Le processus de déploiement et d'annonce de services englobe l'ensemble des messages nécessaires pour l'introduction et la suppression des services de la plate-forme CASP. Les composants impliqués dans ce processus sont le Médiateur de Services et les Fournisseurs de Services. Ils interagissent pour l'accomplissement des tâches suivantes : enregistrement, désenregistrement et mise à jour des services.

## 5.4 Découverte de services sensibles au contexte

Grâce à une interface graphique personnalisable que propose la plate-forme CASP sur le terminal, les utilisateurs mobiles peuvent découvrir et sélectionner des services enregistrés dans la BD\_Services.

Le contexte que nous utilisons dans le cadre de la découverte de services est représenté par les paramètres suivants : les capacités du terminal, les préférences de l'utilisateur et la localisation du terminal. Le Médiateur de Services utilise ces informations pour filtrer la BD\_Services et pour ne proposer à l'utilisateur que les services personnalisés qui répondent à ses besoins et qui peuvent s'exécuter sur son terminal.

La personnalisation permet de fournir des services adaptés aux préférences de l'utilisateur. Elle est réalisée grâce à l'utilisation du "Profil Utilisateur", dont une partie est stockée dans la BD\_Utilisateurs (au niveau du Médiateur de Services).

L'utilisateur peut ainsi, accéder à des services personnalisés à partir de n'importe quel terminal (fixe ou mobile, limité ou puissant). En permettant aux utilisateurs d'utiliser des services personnalisés indépendamment du terminal utilisé, CASP assure la **mobilité personnelle** et réalise ainsi le concept **VHE**.

Les informations sur les capacités du terminal et sa localisation sont envoyées au Médiateur de Services avec chaque requête de découverte de services.

La localisation du terminal, introduite par l'utilisateur sous forme de "Profil Localisation", permet au Médiateur de Services de proposer à l'utilisateur des services qui sont basés sur ce type d'informations (service météo par exemple).

Les capacités du terminal, envoyées sous forme de "Profil Terminal", permettent au Médiateur de Services de ne proposer à l'utilisateur que des services qui peuvent s'exécuter sur son terminal.

# 6. GESTION DE L'ADAPTATION DANS CASP

## 6.1 Concept de service téléchargeable

Dans CASP, les services proposés par les Fournisseurs de Services sont composés de deux parties : une partie mobile (téléchargeable) et une partie stationnaire (optionnelle). Cette dernière reste au niveau du Fournisseur du Service et implante les fonctionnalités du service qui nécessitent des ressources non disponibles sur le terminal mobile. La partie téléchargeable est constituée d'une interface graphique du service et des fonctionnalités de base qui permettent à l'utilisateur d'accéder au service et d'assurer la communication avec la partie stationnaire, si cette dernière existe.



- Un service basé sur la localisation du terminal, appelé *Locator*. Il s'agit d'un service d'envoi de messages qui permet de localiser la position géographique d'autres utilisateurs qui se trouvent dans le voisinage du terminal.
- Un service Lecteur Multimedia appelé *Mobiplay* qui permet de télécharger des fichiers multimédia du réseau et de les exécuter sur le terminal.

Deux versions de chaque service ont été utilisées : une basée sur MIDP pour le terminal de capacités limitées, et une autre, basée sur Java pour le terminal puissant.

Tous les modules et toutes les interactions entre les composants de la plate-forme CASP ont été implémentés et validés avec succès dans le cadre du projet MOBIVAS. Toutes les fonctionnalités ont été testées pour illustrer le mécanisme de découverte et de fourniture de services sensibles au contexte. Néanmoins, les résultats des évaluations temporelles de certaines opérations de CASP (tel que le téléchargement des services) effectuées pour un seul utilisateur, montrent que la plate-forme ne peut pas passer à l'échelle dans sa version actuelle. Les performances sont, en effet, lourdement affectées par le protocole de sécurité développé dans MOBIVAS et intégré dans CASP.

Les évaluations temporelles ne mettent pas en cause les concepts de notre système de découverte de service sensibles au contexte. Une solution serait de tester la validité de ces concepts sur n'importe quel système de découverte de services qui passe à l'échelle.

## 8. CONCLUSION ET PERSPECTIVES DE RECHERCHE

Cet article traite de la découverte et la fourniture de services adaptatifs dans les environnements mobiles. Il a pour but de proposer l'architecture CASP qui permet aux usagers mobiles de découvrir, de télécharger et d'exécuter des services sensibles au contexte. Les services proposés sont adaptés aux préférences de l'utilisateur, aux capacités de son terminal, à la localisation de l'utilisateur, et enfin, aux ressources réseaux disponibles.

Dans cet article, nous nous sommes intéressés, en particulier, au système de découverte de services sensibles au contexte de CASP. Nous avons démontré, par l'utilisation de divers terminaux, services et versions de services, la pertinence de CASP. Nous avons montré, également, que notre plate-forme permet d'assurer la découverte et la fourniture de services sensibles au contexte.

Nous développons actuellement, un système d'adaptation dynamique de services multimédia sur le terminal mobile. Ce système sera, par la suite, intégré dans la plate-forme CASP. La solution proposée est basée sur une approche à base de composants et sur l'utilisation de serveurs intermédiaires entre les fournisseurs de services et les terminaux mobiles [6].

## 9. BIBLIOGRAPHIE

1. P. Bellavista and A. Corradi and C. Stefanelli : The ubiquitous provisioning of internet services to portable devices. *Pervasive Computing*, IEEE, 1(3) : 81–87, July–Sept 2002.
2. CAMEL : 3GPP TS 22.078 v5.5.0. Customised Applications for Mobile network Enhanced Logic (CAMEL). Service description, Stage 1. December, 2001.
3. CAMELEON : ACTS CAMELEON project home page. <http://www.comnets.rwth-aachen.de/~cameleon/>.
4. Herman Chung-Hwa Rao and Di-Fa Chang and Yih-Farn Chen and Ming-Feng Chen : iMobile, a proxy-based platform for mobile services. In *Wireless Mobile Internet*, pages 3–10, 2001.
5. Definition, Identification and Requirements of Downloadable VAS. Deliverable D–2.1.1, MOBIVAS Project (IST–1999–10206), April 2000.
6. O. Fouial : Découverte et fourniture de services adaptatifs dans les environnements mobiles. Mémoire de thèse, Ecole Nationale Supérieure des Télécommunications (ENST), Département Informatique et Réseaux, Avril 2004.

7. O. Fouial, K. Abi Fadel and I. Demeure : Adaptative Service Provision in Mobile Computing Environments. Second IEEE Workshop on Applications and Services in Wireless Networks (ASWN 2002), Paris, France, 3-5 July 2002.
8. O. Fouial, N. Boukhatem and I. Demeure : Mobile agents, a suitable support for service provision in mobile computing environment. *Studia Informatica Universalis Review, Hors Série OPODIS'2001*, pp.33-54, 2001. Numéro ISSN Collection Informatique : 1621-0875.
9. V. Gurbani and A. Brusilovsky and I. Faynberg and H.L. Lu and M. Unmehopa and K. Vemuri and J. Gato : The SPIRITS Protocol. IETF Internet-Draf, April 2003. <http://search.ietf.org/internet-drafts/draftgurbani-spirits-protocol-03.txt>.
10. H. Kreger : Web Services Conceptual Architecture. Technical Report, IBM, WCSA 1.0, 2001.
11. A. Liotta and A. Yew and C. Bohoris and G. Pavlou : Delivering Service Adaptation with 3G Technology. In 13th IFIP/IEEE International Workshop on Distributed Systems : Operations and Management (DSOM'2002), pages 108–120, Montreal, Canada. October, 2002. Springer.
12. MExE : 3G TS 23.057, "3rd Generation Partnership Project ; Technical Specification Group Terminals; Mobile Station Application Execution Environment (MExE) ; Functional description ; Stage 2 (3G TS 23.057 version 3.0.0)".
13. MOBIVAS : Downloadable MOBILE Value-Added Services through Software Radio and Switching Integrated Platforms. <http://mobivas.cnl.di.uoa.gr>.
14. MONTAGE : ACTS MONTAGE project home page. <http://montage.ccrle.nec.de>.
15. M. Nilson and J. Hjelmcaand and H. Ohto : Composite Capabilities/Preference Profiles : Requirements and Architecture. W3C Working Draft, 21 July 2000.
16. OSA : Services and System Aspects, Service Aspects, Stage1 : Service Requirement for the Open Service Access (OSA). Technical Report TS 22.127 v4.1.0, 3rd Generation Partnership Project, Mars 2001.
17. Marie Claude Pellegrini and Olivier Potonniée and Raphaël Marvie and Sébastien Jean and Michel Riveill : Cesure, une plate-forme d'applications adaptables et sécurisées pour usagers mobiles. In *Calculateurs parallèles, Evolutions des plate-formes orientées objets répartis*, 12(1) : 113–120, 2000.
18. S. Petrack and L. Conroy : The PINT Service Protocol, Extensions to SIP and SDP for IP Access to Telephone Call Services. RFC 2848, June 2000.
19. VHE : 3G TS 23.127 3.0.0 (2000-03). "3rd Generation Partnership Project ; Technical Specification Group Services and System Aspects ; Virtual Home Environment/Open Service Architecture".
20. WAP Forum : Wireless Application Protocol : Wireless Markup Language Specification, WAP Forum, 1998.