

50346
2006
15

THESE

Présentée et soutenue publiquement le 07 avril 2006

En vue de l'obtention du grade de



DOCTEUR DE L'UNIVERSITE DES SCIENCES ET TECHNOLOGIES DE LILLE

Discipline : Informatique

Par

Vincent CHEVRIN

L'Interaction usagers/services, multimodale et multicanale : une première proposition appliquée au domaine du e-Commerce

Composition du jury

<i>Président :</i>	Pr Philippe Mathieu	LIFL, Université de Lille I, CNRS
<i>Rapporteurs :</i>	Pr Michel Beaudoin-Lafon DR Jean Caelen	LRI, Université de Paris-Sud, CNRS CLIPS, IMAG Grenoble, CNRS
<i>Examineurs :</i>	Pr Christophe Kolski Mr Yves Bayart	LAMIH, Université de Valenciennes, CNRS Directeur e-Commerce 3 Suisses International
<i>Directeur de thèse :</i>	Pr Alain Derycke	TRIGONE, Université de Lille I
<i>Codirecteur de thèse :</i>	Dr José Rouillard	TRIGONE, Université de Lille I

REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier *Michel Baudoin-Lafon* et *Jean Caelen* pour m'avoir fait l'honneur de rapporter mon document de thèse et de m'avoir apporté leur regard sur mon travail. Je tiens aussi à remercier *Christophe Kolski* et *Yves Bayart* pour m'avoir fait l'honneur d'examiner ce document, ainsi que *Philippe Mathieu* pour m'avoir fait l'honneur d'accepter la présidence du jury de thèse.

Je tiens aussi à remercier l'ensemble de l'équipe NOCE au sein de laquelle j'ai trouvé un cadre intellectuel et humain agréable et propice à un travail de qualité. Plus particulièrement, je tiens à remercier *Alain Derycke*, mon directeur de thèse, et *José Rouillard*, mon co-directeur, pour l'ensemble du travail de formation et d'accompagnement qu'ils ont effectué tout au long de ces travaux et pas seulement d'un point de vue recherche, mais également humain. Leurs conseils et leur implication m'ont permis de travailler dans les meilleures conditions. Je tiens aussi à remercier les autres membres de l'équipe, pour tous les moments agréables que nous avons pu partager. Je remercie aussi *Sébastien Sockeel* pour son aide précieuse et *Thomas Vantroys* pour son aide dans certains domaines obscurs de l'informatique ;-).

Je tiens également à remercier *Yves Bayart*, non seulement pour avoir rendu cette thèse possible, mais également pour ses précieux conseils. J'ai également une pensée particulière pour *Joëlle Lesaffre* qui a permis de faciliter la gestion de mes contacts avec la Cité Numérique et je l'en remercie.

Ces travaux n'auraient pu être possibles sans un financement, je remercie donc le groupe 3 Suisses International au travers de son directeur du e-Commerce *Yves Bayart*, ainsi que la Région Nord Pas-de-Calais pour avoir cofinancé ces travaux.

Merci également à tous mes amis pour les bons moments passés et qui m'ont permis d'évacuer la pression quand cela devenait nécessaire. Tout particulièrement, merci à *Olikk* pour nos intenses parties de Squash et merci à *Olivier* qui m'a toujours soutenu dans les moments difficiles.

Par ailleurs, je n'aurais pu réussir mes études sans ma famille. J'ai une pensée toute particulière pour mes parents, sans qui, ces lignes n'existeraient pas, et qui depuis toujours m'ont accordé leur soutien, leur confiance et m'ont toujours appuyé pour que je puisse aller au bout de mes choix, consacrant temps et argent, pour m'éveiller et m'encourager dans mes passions.

Finalement, je tiens à remercier tout particulièrement *Eva*, qui depuis le DEA, m'a soutenu et compris dans mes choix. Je la remercie pour sa patience et sa compréhension malgré les moments difficiles à vivre avec une personne totalement investie dans son travail, et n'arrivant pas toujours à faire la part des choses.

Cette liste n'est en aucun cas exhaustive, et que ceux qui auraient été oubliés ne m'en tiennent pas rigueur.

Lille, le 15 mars 2006.

A mes parents

SOMMAIRE

REMERCIEMENTS	3
SOMMAIRE	7
INTRODUCTION	11
PARTIE I	19
UNE INTRODUCTION AUX DIFFERENTES FACETTES DE L'INTERACTION EN E-COMMERCE : UNE APPROCHE MULTI-DOMAINES	19
CHAPITRE 1 : E-COMMERCE, M-COMMERCE ET INTERACTION	21
1.1 INTRODUCTION AU E-COMMERCE	21
1.2 LA GESTION DE LA RELATION CLIENT	24
1.3 LA PLACE DE LA CONNAISSANCE DANS LE E-COMMERCE	26
1.4 UN ASPECT INTERACTIONNEL ET TRANSACTIONNEL	28
1.4.1 REPRESENTATION SIMPLIFIEE DU E-COMMERCE	28
1.4.2 DISCUSSION	29
1.5 QUELQUES APPROCHES DE MODELISATION DU E-COMMERCE	30
1.5.1 DU COTE DES RECHERCHES EN MODELISATION DES ORGANISATIONS ET DES SYSTEMES D'INFORMATION	30
1.5.2 LES DIFFERENTES TACHES EN E-COMMERCE	34
1.5.3 L'EXEMPLE DE DECOMPOSITION EN DIFFERENTES PHASES AVEC L'AUTOMATE VOCAL CHOUCHOUTEL DE 3 SUISSES INTERNATIONAL	36
1.5.4 DECOMPOSITION DES PHASES EN TACHES ELEMENTAIRES	39
1.6 LES EVOLUTIONS TECHNOLOGIQUES ET ECONOMIQUES DU E-COMMERCE	41
1.6.1 UN TERRAIN ECONOMIQUE PROPICE	41
1.6.2 L'IMPACT DU SANS FIL ET LA MONTEE EN PUISSANCE DE LA MOBILITE « ELECTRONIQUE »	41
1.6.3 LE POTENTIEL DE L'INTERACTION MULTIMODALE	42
1.7 ETAT DE L'ART ET PRATIQUES DU M-COMMERCE	43
1.8 TENDANCES	45
1.8.1 IHM ET MOBILITE	45
1.8.2 IHM ET E-COMMERCE	46
1.8.3 LE E-COMMERCE, L'INTERACTION ET LA CONFIANCE	48
1.9 CONCLUSIONS ET CE QU'IL FAUT RETENIR DE CE CHAPITRE	49
CHAPITRE 2 : LE MARKETING INTERACTIF MULTICANAL ET MULTIMODAL	51
2.1 LE MARKETING DIRECT ET LE MULTICANAL	51
2.1.1 PRESENTATION DE SCENARIOS D'INTERACTIONS MULTICANALES	52
2.1.2 SYNTHESE DES DIFFERENTS SCENARIOS D'INTERACTIONS MULTICANALES	56

SOMMAIRE

2.1.3 QUELQUES EVALUATIONS DE SITES DANS LE CONTEXTE DU MARKETING DIRECT	57
2.1.4 LE CAS DU TRAITEMENT DES APPELS TELEPHONIQUES	58
2.2 BILAN SUR LE MARKETING DIRECT ET LE MULTICANAL	66
2.3 LE POTENTIEL DES STANDARDS ET TECHNOLOGIES MULTIMODAL INTERACTION POUR LE MARKETING	67
2.3.1 LES EVOLUTIONS DES STANDARDS DU WEB AU TRAVERS DU W3C	67
2.4 ANALYSE DE PROTOTYPES MULTIMODAUX ET MULTICANAUX (ETUDES EXPLORATOIRES)	74
2.4.1 UN PREMIER PROTOTYPE MULTIMODAL SUR UN SCENARIO DE E-COMMERCE	74
2.4.2 UN SECOND PROTOTYPE PLUS AXE SUR LES INTERACTIONS MULTICANALES	75
2.4.3 DISCUSSION SUR LES APPORTS DE CES DEUX PROTOTYPES A NOTRE DEMARCHE	77
2.5 SYNTHESE D'UNE PREMIERE COMPARAISON MULTICANALE/MULTIMODALE	78
2.6 CONCLUSION ET CE QU'IL FAUT RETENIR DE CE CHAPITRE	80
<u>PARTIE II</u>	83
<u>MODELISATION ET CONCEPTION D'UNE INFRASTRUCTURE LOGICIELLE D'INTERMEDIATION</u>	83
<u>CHAPITRE 3 : UNE APPROCHE THEORIQUE DE LA MODELISATION DES INTERMEDIATIONS MULTICANALES ET MULTIMODALES</u>	85
3.1 RETOUR SUR LES HYPOTHESES DE TRAVAIL	85
3.1.1 CLASSIFICATION DES HYPOTHESES DE TRAVAIL	85
3.1.2 REGROUPEMENT DES HYPOTHESES	88
3.1.3 LES ENSEIGNEMENTS A RETENIR DE CES HYPOTHESES	90
3.2 UN MODELE D'ANALYSE ET DE PREDICTION DES PROPRIETES DES CANAUX	92
3.2.1 LA COOPERATION DANS L'INTERACTION COGNITIVE	94
3.2.2 L'ACCEPTANCE DES MEDIAS PAR L'USAGER	96
3.2.3 L'ASPECT SOCIAL DES CANAUX	98
3.2.4 UNE PREMIERE SYNTHESE EN TERME DE PROPRIETES DES CANAUX	101
3.2.5 NOTRE CADRE D'ANALYSE DES CARACTERISTIQUES DES CANAUX APPLIQUE AU SCENARIO 1	103
3.3 UNE APPROCHE TAXINOMIQUE POUR MODELISER L'ESPACE PROBLEME DES INTERACTIONS MULTICANALES ET MULTIMODALES EN TENANT COMPTE D'UN CONTEXTE PARTICULIER	105
3.3.1 LA TAXINOMIE GENERALE	105
3.4 VERS UN MODELE ONTOLOGIQUE DE L'INTERMEDIATION DANS LE CADRE DE L'INFRASTRUCTURE UMR	114
3.4.1 ONTOLOGIES EN IHM	114
3.4.2 ONTOLOGIES POUR LE « CONTEXT-AWARE »	115
3.4.3 ONTOLOGIES POUR LA MULTIMODALITE	118
3.4.4 NOTRE PROPOSITION D'UN MODELE ONTOLOGIQUE AVEC LE FORMALISME ORM	118
3.5 CONCLUSION	121
3.5.1 BILAN DU CHAPITRE	121
3.5.2 LES RECHERCHES SE POURSUIVENT DANS L'AXE DE CE CHAPITRE	122
<u>CHAPITRE 4 : VERS UNE ARCHITECTURE LOGICIELLE POUR UMR : CONCEPTS, OUTILS DE CONCEPTION ET D'IMPLEMENTATION</u>	123

4.1 IMPACT DE L'APPROCHE SOA	123
4.1.1 RETOUR SUR LA CHAINE DE VALEUR DU E-COMMERCE	123
4.1.2 LES APPROCHES E-SERVICES	124
4.1.3 LES STANDARDS DES WEB SERVICES (PERSPECTIVES TECHNOLOGIQUES)	126
4.1.4 LA DEMARCHE SOA	127
4.1.5 NOTRE VISION DES E-SERVICES	129
4.2 L'IMPACT DE L'EVOLUTION DES RESEAUX INTELLIGENTS, TERMINAUX VIRTUELS, ET AUTRES TRAVAUX DU MEME ORDRE.	134
4.3 UNE VUE GENERALE DE L'ARCHITECTURE LOGICIELLE	137
4.4 LE CHOIX DES SMA	140
4.4.1 GESTION DE L'IHM ET SMA	142
4.4.2 LES SMA ET LE GENIE LOGICIELLE DES IHM	143
4.4.3 MOBILITE ET SMA	144
4.4.4 E-COMMERCE ET SMA	145
4.4.5 MULTIMODALITE ET SMA	146
4.4.6 ORCHESTRATION, COMPOSITION OU CHOREGRAPHIE DE SERVICES ET SMA	147
4.4.7 SYNTHESE DES RAISONS POUR LESQUELLES NOUS AVONS UTILISE UN SYSTEME MULTI-AGENTS POUR IMPLEMENTER NOTRE INFRASTRUCTURE	148
4.4.8 ETUDE DE DIFFERENTES PLATES-FORMES DISPONIBLES ET CHOIX DE CELLE UTILE DANS NOTRE DEVELOPPEMENT	149
4.4.9 BILAN SUR NOTRE CHOIX TECHNOLOGIQUE DES SMA	149
4.5 CONCLUSION	150
<u>PARTIE III</u>	<u>153</u>
<u>UNE PREMIERE REALISATION D'UN MIDDLEWARE D'INTERMEDIATION POUR LES INTERACTIONS UBIQUITAIRES : EVALUATION, COMPARAISON AVEC DES PROJETS ANALOGUES ET MISE EN PERSPECTIVE</u>	<u>153</u>
<u>CHAPITRE 5 : MISE EN ŒUVRE DE L'ARCHITECTURE LOGICIELLE</u>	<u>155</u>
5.1 LE CADRE TECHNIQUE DU DEVELOPPEMENT	156
5.2 LES TECHNOLOGIES ET OUTILS UTILISES POUR L'IMPLEMENTATION	157
5.2.1 LES OUTILS LOGICIELS	157
5.2.2 LES OUTILS MATERIELS	159
5.3 UNE REALISATION EN SPIRALE	160
5.4 FORMALISATION UML DU DEMONSTRATEUR	168
5.5 CONCLUSION	177
5.5.1 BILAN DE LA REALISATION TECHNIQUE	177
5.5.2 PERSPECTIVES	179
<u>CHAPITRE 6 : ETUDE COMPARATIVE DE NOTRE SOLUTION</u>	<u>183</u>
6.1 COMPARAISON AVEC DES SYSTEMES EXISTANT	184
6.1.1 KIRUSA	184
6.1.2 LA SOLUTION CONTACT MULTICANAL DE FRANCE TELECOM	186
6.1.3 MATIS [MULTIMODAL AIRLINE TRAVEL INFORMATION SYSTEM]	187
6.1.4 SMARTKOM	189

SOMMAIRE

6.1.5 LA SOLUTION « HUMAN-SYSTEM INTERACTION CONTAINER » DE THALES	191
6.1.6 LA SOLUTION MAIS (MULTICHANNEL ADAPTATIVE INFORMATION SYSTEM)	192
6.1.7 BILAN DE LA COMPARAISON	193
6.2 EXPERIMENTATION EXPERTE	196
6.2.1 EXPERIMENTATION EXPERTE DE L'INFRASTRUCTURE AVEC DEUX SCENARIOS D'USAGE	196
6.2.2 DEMARCHE POUR UNE EVALUATION ERGONOMIQUE DE LA PLATE-FORME UBILEARN	198
6.2.3 RETOUR SUR LE PROBLEME DE L'EVALUATION PRECOCE DES INFRASTRUCTURES	199
6.3 CONCLUSION	199
<u>CHAPITRE 7 : CONCLUSION</u>	<u>201</u>
7.1 BILAN	201
7.2 LES PERSPECTIVES A COURT ET MOYEN TERME	204
7.3 LES PERSPECTIVES A LONG TERME	205
7.4 SITUATION DE LA THESE PAR RAPPORT AUX TRAVAUX RECENTS DANS LA COMMUNAUTE IHM	208
<u>BIBLIOGRAPHIE</u>	<u>209</u>
<u>WEBOGRAPHIE</u>	<u>225</u>
<u>TABLE DES FIGURES</u>	<u>227</u>
<u>LISTE DES TABLEAUX</u>	<u>229</u>
<u>ANNEXE 1</u>	<u>231</u>
<u>VISUALISATION DES DIFFERENTS SERVICES DU DEMONSTRATEUR SUR LES DIFFERENTS CANAUX DISPONIBLES</u>	<u>231</u>
<u>ANNEXE 2</u>	<u>241</u>
<u>VISUALISATION DES DIFFERENTS SERVICES DU PROTOTYPE D'INTERACTION MULTICANAL SUR LES DIFFERENTS CANAUX DISPONIBLES</u>	<u>241</u>

INTRODUCTION

Contexte de la thèse :

Cette thèse à dominante Interaction Homme-Machine (IHM) s'inscrit dans un contexte pluridisciplinaire. En effet, le problème posé fait appel à des connaissances non seulement en IHM et en conception des systèmes informatiques, mais aussi à des connaissances dans des domaines aussi variés que le marketing, le e-Commerce, la conception centrée sur l'usage, les sciences du management et de la communication.

De même, la dimension industrielle est significative. En effet, ces travaux ont été co-financés par la Région Nord Pas-de-Calais d'une part, et le groupe 3 Suisses International d'autre part. Pendant ces trois ans, nous avons collaboré avec la Cité Numérique qui est une filiale de 3 Suisses International. La problématique initiale de ces recherches a été énoncée par ce groupe industriel au travers de son directeur du e-Commerce, monsieur Yves Bayart, également professeur associé à l'Université de Lille II.

Le Groupe 3 Suisses International est un acteur majeur de la Vente à Distance (VAD), il regroupe 23 enseignes dans les domaines suivants :

- Textile et Maison : 3 Suisses, Becquet, Blanche Porte, Body Bloom, Venca, etc. ;
- Cosmétique : Le Club des Créateurs de Beauté ;
- Bureau : Bruneau, Otto Office, Orga System ;
- Finance : Cofidis, Banque Cofevi ;
- Service aux entreprises : Cité Numérique, Mondial Relay, Contentia, Cogemag.

La Cité Numérique est un véritable carrefour de compétences et de savoir-faire dans l'édition multi-supports (supports imprimés et supports en ligne). C'est également la Cité Numérique qui s'occupe de la mise en place et de la maintenance des différents canaux de communication avec les clients (l'Audiotel, le Minitel, les centres d'appels, les e-Mails, etc.). Nous reviendrons sur une définition d'un canal dans le Chapitre 3.

Cette collaboration fructueuse nous a permis de réaliser à quel point les industriels sont à la pointe de la technologie, et sont parfois même en avance sur les idées d'usages vues par les chercheurs, tant par leurs réalisations techniques, que par la création de scénarios futuristes et pertinents. Par exemple, le Click & Paper [Wiziway] permet aux utilisateurs, à l'aide d'une souris améliorée et d'un catalogue papier augmenté de codes barres, de cliquer sur cette souris déposée sur un code barre de ce catalogue. Cette action provoque l'ouverture d'une page Internet dédiée au produit, sur le navigateur Web de l'utilisateur. Cette technologie utilise donc à la fois Internet et des catalogues papiers, donnant ainsi un maximum de visibilité aux prestataires de l'organisation et assurant à la fois la pertinence et la rapidité de mise en relation entre l'organisation et son client. Nous parlons en effet de prestataire, car cette technologie est réservée au BtoB (Business to Business, terme défini au Chapitre 1), car celle-ci reviendrait trop cher à mettre en œuvre en BtoC (Business to Customer, terme défini au chapitre 1).

Ce groupe 3 Suisses international a financé partiellement nos travaux pour plusieurs raisons :

- Faciliter la veille technologique sur plusieurs domaines, comme par exemple les technologies vocales ;

INTRODUCTION

- Evaluer des prototypes *ad hoc* en utilisant ces nouvelles technologies (point précédent) ;
- Conduire des études empiriques sur les différents canaux de communications et plus particulièrement sur les Serveur Vocaux Interactifs (SVI) dans différents domaines comme la Banque, la Téléphonie, et plus assidûment sur les grandes enseignes de VAD en France ;
- Sous-traiter des études « bibliographiques » poussées sur certains domaines, comme par exemple le « mobile commerce » que nous écrivons « m-Commerce » ;
- Etudier la pertinence des technologies utilisées dans ces domaines (point précédent) par rapport à la littérature et non pas par des tests auprès des usagers. En effet, le laboratoire Trigone n'est pas en mesure de faire ce genre d'évaluation, car pour un groupe comme 3 Suisses International, cette évaluation n'est significative qu'à partir du moment où au moins 50 000 clients ont testé le système. Cette partie là sera donc laissée aux soins de notre partenaire¹. Les scénarios d'usages et les résultats de ces évaluations resteront bien évidemment confidentiels et n'apparaîtront pas dans ce manuscrit.

Outre cet aspect industriel, ces travaux se sont déroulés au sein de l'équipe NOCE (Nouveaux Outils pour la Coopération et l'éducation) du laboratoire Trigone, dirigé par Alain Derycke, Professeur des Universités. Ce laboratoire est pluridisciplinaire et mène depuis 1992 des travaux de recherche et de développement dans le domaine des systèmes sociotechniques favorisant l'apprentissage coopératif. Il a, de plus, acquis une grande expertise de recherche dans le domaine du Travail Coopératif Assisté par Ordinateur (TCAO). Il a également développé de nombreuses approches de la conception des systèmes interactifs tant pour le travail coopératif que pour la recherche d'information. Des travaux sur la théorie de l'activité y ont aussi été menés avec la thèse de Grégory Bourguin [Bourguin 2000], et plus récemment dans [Bourguin & Derycke 2005]. Aujourd'hui, ce laboratoire veut se donner les moyens d'être plus présent au niveau international dans le domaine des EIAH (Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain). La dimension de recherche sur les interactions et les usages des technologies de l'information et de la communication y sont très présentes.

La Figure 1 montre, de manière schématique, notre vision des choses, et la place de cette thèse au sein de ce vaste projet.

¹ Lorsque nous parlerons de notre partenaire, il s'agira du groupe 3 Suisses International, soit en sa qualité de groupe, soit via un interlocuteur de ce groupe.

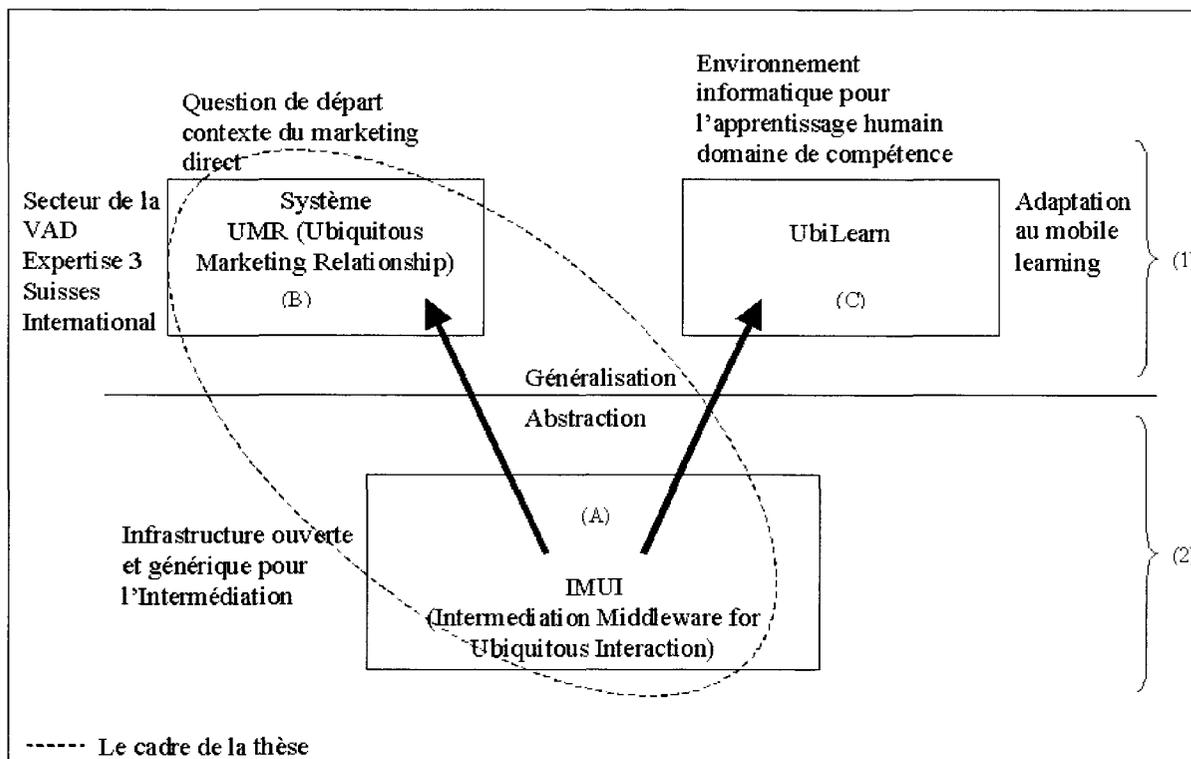


Figure 1 : Schématisation du projet de plate-forme d'expérimentation global

- (1) Domaine dépendant : avec des sources de connaissances sur le métier (domaine), et « context-aware »² ;
- (2) Domaine indépendant : Sans source de connaissances, et aucun contexte.

(A) IMUI signifie « *Intermediation Middleware for Ubiquitous Interaction* ». Dans ce projet, nous allons traduire le potentiel ouvert par l'apparition de nouveaux canaux de communication, en particulier dans le domaine du sans fil. C'est la base de notre architecture logicielle. A ce niveau, elle est générique, car elle est indépendante du domaine et elle n'inclut aucune source de connaissances et n'a aucune source de contexte.

(B) UMR signifie « *Ubiquitous Marketing Relationship* ». A ce niveau, l'architecture logicielle devient dépendante du domaine. Dans le cas d'UMR, les sources de connaissance sont issues du domaine du marketing direct. Par exemple par une interface avec les systèmes de Gestion de Relation Client (GRC) ou les outils de prédiction basés sur le Datawarehouse.

(C) UbiLearn est l'équivalent d'UMR pour le domaine du e-Learning (ou e-Formation). Le laboratoire étant orienté vers les Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain (EIAH), et ayant de l'expertise et des connaissances particulières dans ce domaine, il est évident que les efforts futurs seront portés vers cette communauté, tout en gardant le côté générique de l'architecture logicielle pour les partenaires éventuels venant d'autres secteurs d'activité.

² Dans notre démarche, nous prendrons la vision de [Dey et al. 1999] et [Dey & Abowd 2000]. Néanmoins, il existe d'autres visions, notamment plus axées sur les réseaux de telecom, comme [Ericsson].

Cette thèse est exploratoire d'un projet futur à plus grande échelle. En effet, l'ambition serait de réunir des partenaires sur le plan national autour d'un projet tel que le Réseau National de Recherche en Télécommunications (RNRT) ou le Réseau National des Technologies Logicielles (RNTL). Ces recherches peuvent en constituer le socle pour une bonne partie et donne les premiers éléments quant à sa faisabilité. Ce projet futur viserait à concevoir et implémenter une plate-forme générique d'expérimentation des usages dans le cadre des interactions avec les nouvelles technologies qui émergent très rapidement. Nous signifions par générique, le fait de pouvoir gérer n'importe quel domaine métier, comme le e-Commerce, le e-Learning, le e-Gouvernement, la e-Santé, etc., avec une très grande variété de modalités, cognitives, communicationnelles, technologies d'interaction entre les usagers et les services produits par ce domaine.

Dans ce manuscrit, nous allons employer les termes architecture et infrastructure. L'architecture sera l'architecture logicielle qui est encore en cours de conception et qui sera à terme l'architecture logicielle de IMUI. L'infrastructure logicielle représente ici l'ensemble cohérent des services, moyen de communications, et mécanismes généraux qui sont mis en œuvre à partir de cette architecture logicielle.

Problématique :

Avant de présenter le plan de cette thèse, nous allons résumer la problématique de ces travaux. Le but de ce projet de recherche est d'étudier l'impact de la « multicanalité » sur les interactions personnes-organisations en tenant compte d'un certain contexte³, ce qui sous-entend que nous nous plaçons dans un contexte métier particulier ; en l'occurrence, le marketing direct. Néanmoins, l'approche est générique et pourra être la même pour d'autres domaines comme le e-Learning ou la e-Santé⁴. Cela soulève de nombreux problèmes et questions :

- Qu'est-ce qu'une Intermédiation (contient l'interaction mais ne s'y réduit sans doute pas) multicanale dans un suivi d'usage ?
- Le problème de la fluidité lors des changements de canaux (modalités) ;
- La capacité à tenir les évolutions des scénarios d'interaction avec des efforts minimaux (co-évolution [Bourguin & Derycke 2005]) ;
- Est-ce que les modèles/architectures logicielles des IHM fait dans une perspective plutôt microscopique, pourront s'étendre à des points de vue plus macroscopiques ?
- Quels sont les besoins en terme d'instruments futurs pour l'expérimentation des usages ?

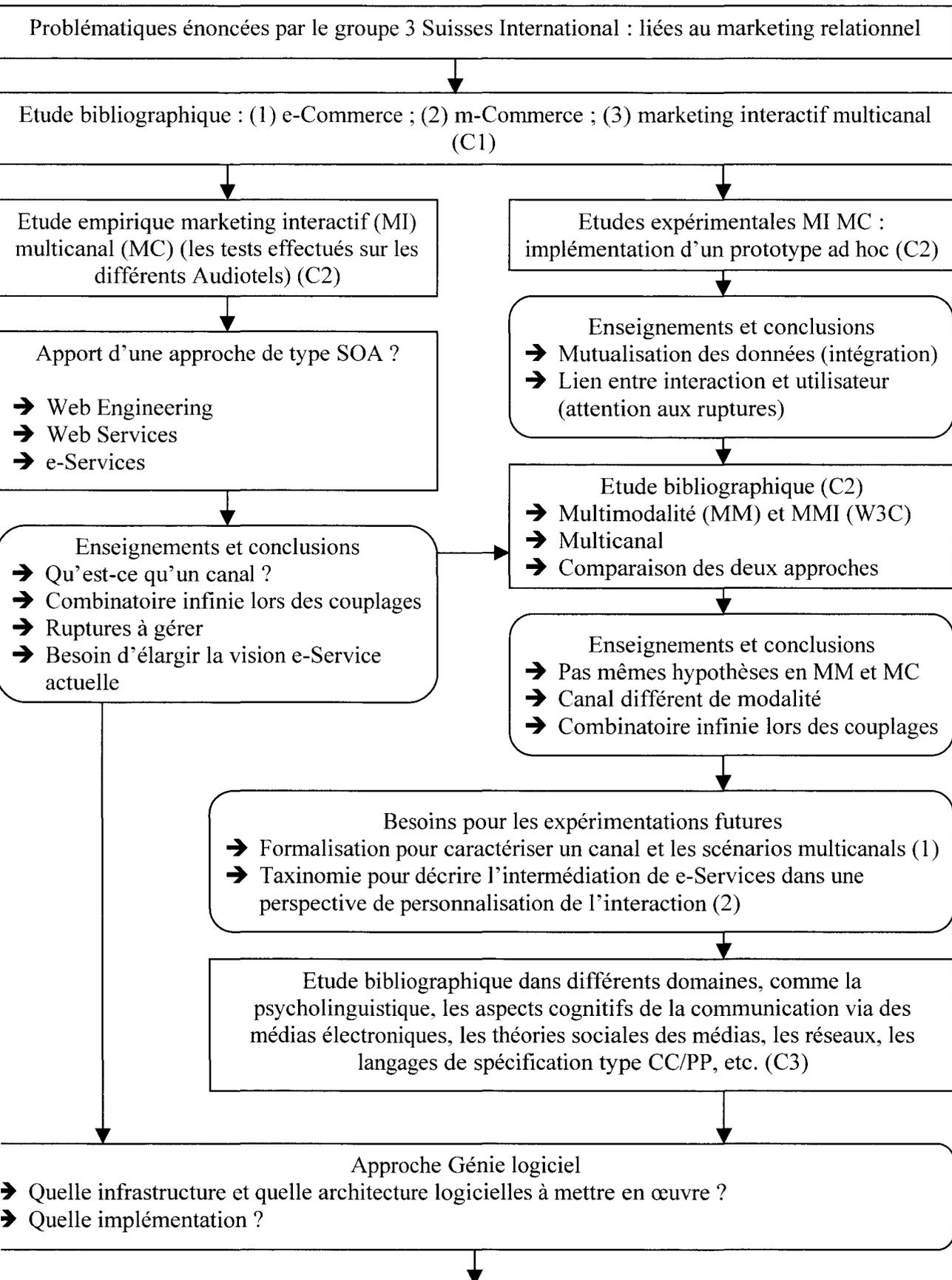
Pour cela, nous avons traité trois points principaux :

- L'élaboration d'un cadre d'analyse pour cerner l'espace problème qui est complexe ;
- La proposition d'une infrastructure logicielle, socle pour la conception d'une architecture logicielle ;
- L'implémentation d'un démonstrateur extensible traitant l'ensemble de l'espace problème de manière générique pour partie, sinon *ad hoc*.

Pour bien comprendre notre démarche scientifique, nous avons fait un schéma récapitulatif visible sur la Figure 2.

³ Dans cette thèse, nous emploierons le terme contexte pour parler du "context-aware".

⁴ Voir EUCUE (Evaluation des Usages dans des contextes Ubiquitaires et Evolutifs), un projet collectif de recherche du contrat de plan Etat-Région Nord Pas-de-Calais 2005-2007.



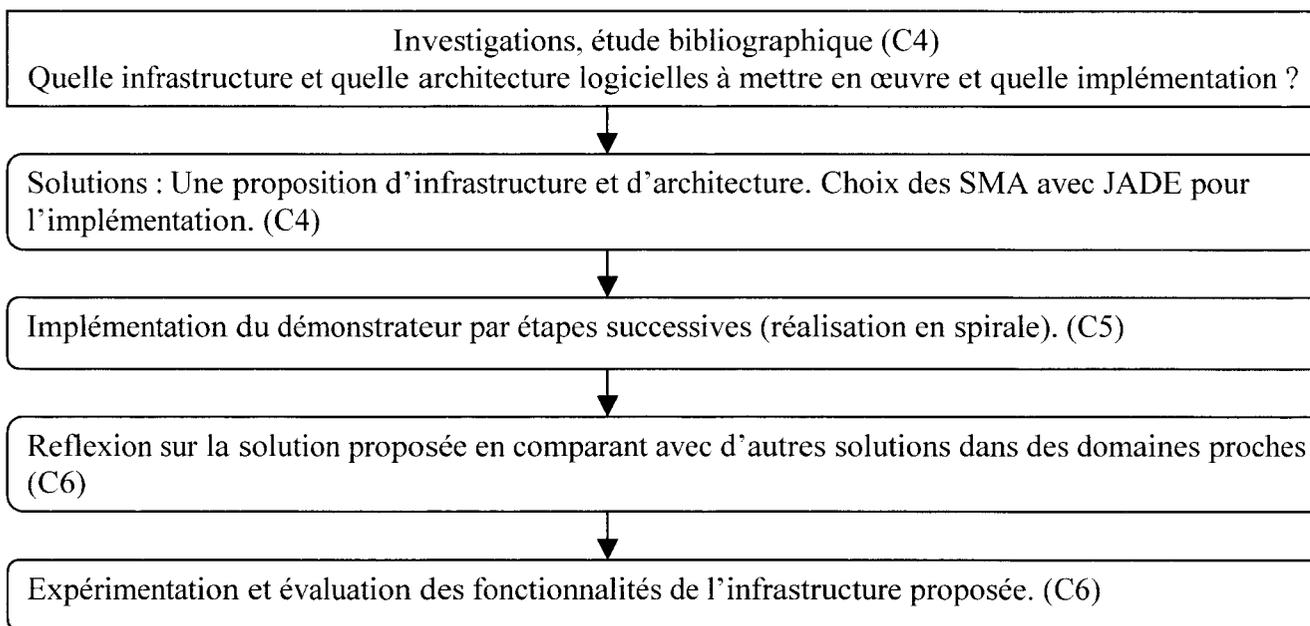


Figure 2 : Schématisation de notre démarche scientifique tout au long de la thèse

La Figure 3 est la légende de la Figure 2.

Action	Résultat	Notes
C1 : Chapitre 1 ; C2 : Chapitre 2 ; C3 : Chapitre 3 ; C4 : Chapitre 4 ; C5 : Chapitre 5 ; C6 : Chapitre 6.		<p>(1) Ce qui a donné lieu à une étude bibliographique sur différentes approches, à savoir :</p> <ul style="list-style-type: none"> a. La coopération cognitive ; b. L'aspect « acceptation » des canaux ; c. L'aspect social des canaux. <p>Ces trois approches sont le socle de notre cadre théorique du chapitre 3.</p> <p>(2) C'est la taxinomie du chapitre 3 et qui cerne notre espace problème.</p>

Figure 3 : légende de la Figure 2

Plan de la thèse :

Le chapitre 1 introduit les concepts de e-Commerce, m-Commerce et leur besoins et caractéristiques en ce qui concerne l'interaction. Nous passons en revue plusieurs concepts et courants de pensée de ces différents domaines. Enfin, nous extrayons de ce chapitre des hypothèses qui nous serviront dans la suite de la thèse et notamment dans le chapitre 3.

Le chapitre 2 introduit le marketing interactif multimodal et multicanal. Nous commençons par présenter des scénarios d'interactions multicanales dans le cadre du marketing direct. Ensuite, nous étudions quelques canaux utilisés par notre partenaire et plus généralement par les enseignes de VAD. Le potentiel des technologies sur les interactions multimodales (Multimodal Interaction ou MMI en anglais) étudiées par le W3C (World Wild Web Consortium) [W3C] est alors évoqué. Dans ce cadre, nous analysons les premiers

prototypes que nous avons implémentés, dans un but exploratoire, de manière *ad hoc*, lors des premières années de la thèse pour explorer ce domaine. Nous exposons ensuite une comparaison entre interaction multicanale et interaction multimodale. Enfin, nous extrayons de ce chapitre des hypothèses qui nous serviront dans la suite de la thèse et notamment dans le chapitre 3.

Dans le chapitre 3, nous commençons par analyser les hypothèses issues des deux premiers chapitres et nous les organisons de manière à les utiliser pour fonder un cadre théorique. Nous proposons ensuite une taxinomie des moyens d'interaction. Celle-ci n'est pas une nouvelle proposition parmi celles qui existent déjà, comme CC/PP (Composite Capabilities/Preferences Profile) [CC/PP] par exemple, mais c'est plutôt un travail transverse qui tente de mutualiser tous les travaux faits dans les domaines qui touchent cette thèse. Enfin, nous proposons les prémisses d'une approche plus formalisée des interactions multicanales (et multimodales).

Dans le chapitre 4 nous abordons synthétiquement l'impact d'une démarche orientée e-Services interactifs (e-SI) sur notre infrastructure. Nous argumentons l'intérêt de choisir ce type d'approche dans nos travaux. Nous abordons ensuite un problème d'actualité : la description de l'interactivité des e-Services (nous introduisons également la notion de composition de e-Services Interactifs). Nous étudions ensuite l'architecture logicielle à mettre en place pour supporter une plate-forme telle que IMUI. Nous présentons alors quelques pistes sur les réseaux de télécommunication de demain qui tendent à fournir des services et des propriétés génériques (comme l'Itinérance Universelle⁵) pouvant être utiles pour la communauté IHM, et également, pour nos travaux. Ensuite, nous donnons une vue générale de l'infrastructure telle qu'elle est définie aujourd'hui. Pour terminer le chapitre, nous argumentons nos choix en ce qui concerne les outils utilisés pour l'implémentation logicielle et matérielle.

Dans le chapitre 5, nous décrivons notre implémentation actuelle de la plate-forme IMUI. Nous commençons par donner le cadre technique du développement, ensuite nous présentons les technologies que nous avons utilisées. Nous exposons alors notre démarche d'implémentation et nous formalisons ensuite le fonctionnement du démonstrateur à l'aide d'UML (Unified Modeling Language). Enfin, nous présentons nos conclusions sur l'état actuel du démonstrateur et nos perspectives de développement.

Dans le chapitre 6, nous faisons tout d'abord une étude comparative de notre solution. Nous étudions pour cela, de manière critique, plusieurs systèmes existants, proches de nos travaux. Ensuite, nous présentons une « expérimentation experte⁶ » des fonctionnalités de notre infrastructure. Nous revenons alors sur les problèmes d'actualité sur l'évaluation précoce des infrastructures. Enfin, nous proposons une première démarche pour l'évaluation de la future plate-forme UbiLearn. Nous parlerons également de l'évaluation de la plate-forme d'expérimentation finale.

Pour terminer, en guise de conclusion, nous résumons ce que nous avons pu apporter pour la communauté des IHM, mais aussi pour notre partenaire, et pour le laboratoire. Nous décrivons enfin comment nous voyons l'avenir de ces travaux et quelles sont nos perspectives dans le cadre de projets de recherches régionaux et nationaux.

⁵ Universal Roaming en anglais, terme que nous approfondirons au chapitre 4.

⁶ Nous reviendrons sur cette notion dans le chapitre 6.

Partie I

Une introduction aux différentes facettes de l'interaction en e-Commerce : une approche multi- domaines

Chapitre 1 : e-Commerce, m-Commerce et Interaction

1.1 Introduction au e-Commerce

Le commerce électronique ou e-Commerce (on trouve aussi le terme EC dans la littérature) est un domaine multidisciplinaire. Il affecte la manière dont les interactions métiers se déroulent, il influence la manière dont les utilisateurs finaux négocient, passent commande, paient pour des biens et services, et il soulève des questions au niveau juridique.

Initialement, le commerce électronique était considéré comme l'utilisation d'infrastructures technologiques étroitement liées à Internet, et à son développement technologique et économique [Dioniso et al. 2001]. De nos jours, les organisations opèrent dans un marché partagé, le e-Commerce est vu comme le moyen de gérer l'information tout au long de la chaîne de valeur pour augmenter la valeur perçue par le client et optimiser l'efficacité de cette chaîne de valeur [Yang & Papazoglou 2000]. Etant donnée une infrastructure technologique, nous pouvons voir le commerce électronique comme l'ensemble des relations virtuelles que les agents économiques ont avec tous les autres au travers de cette infrastructure. Nous pouvons déjà donner une première définition étendue du e-Commerce : « *The carrying out of business activities that lead to an exchange of value, where the parties interact electronically, using network or telecommunications technologies* » [Jones et al. 2000].

Dépendant de la nature des parties, les applications de e-Commerce tombent dans une des deux principales catégories bien connues des relations métiers (voir par exemple [Shaw et al. 2000]) :

- Les relations Business-to-Business (B2B), où le client est une autre organisation et la nature des relations est caractérisée par une stabilité à long terme ;
- Les relations Business-to-Customer (B2C), où un individu interagit à distance avec le système au travers d'un réseau de télécommunication. Mais aussi le contact de voisinage ou face à face, où il y a un contact physique entre l'acheteur et le vendeur. Nous pouvons évoquer l'exemple des lieux de vente augmentés comme les cabines d'essayage chez Prada [Nielsen & Graham 2005].

Dans cette thèse, nous considérons exclusivement les relations B2C. Pour une classification plus précise des applications au sujet de ce champ, voir [Dioniso et al. 2001].

Le commerce électronique est donc devenu une des clefs de voûte de la réussite des organisations. Aujourd'hui, il existe plusieurs définitions concurrentes du e-Commerce. Selon [Holsapple and Singh 2000], il en existe cinq. A partir de celles-ci, ces auteurs ont construit une taxinomie du commerce électronique que l'on peut considérer sur la Figure 4.

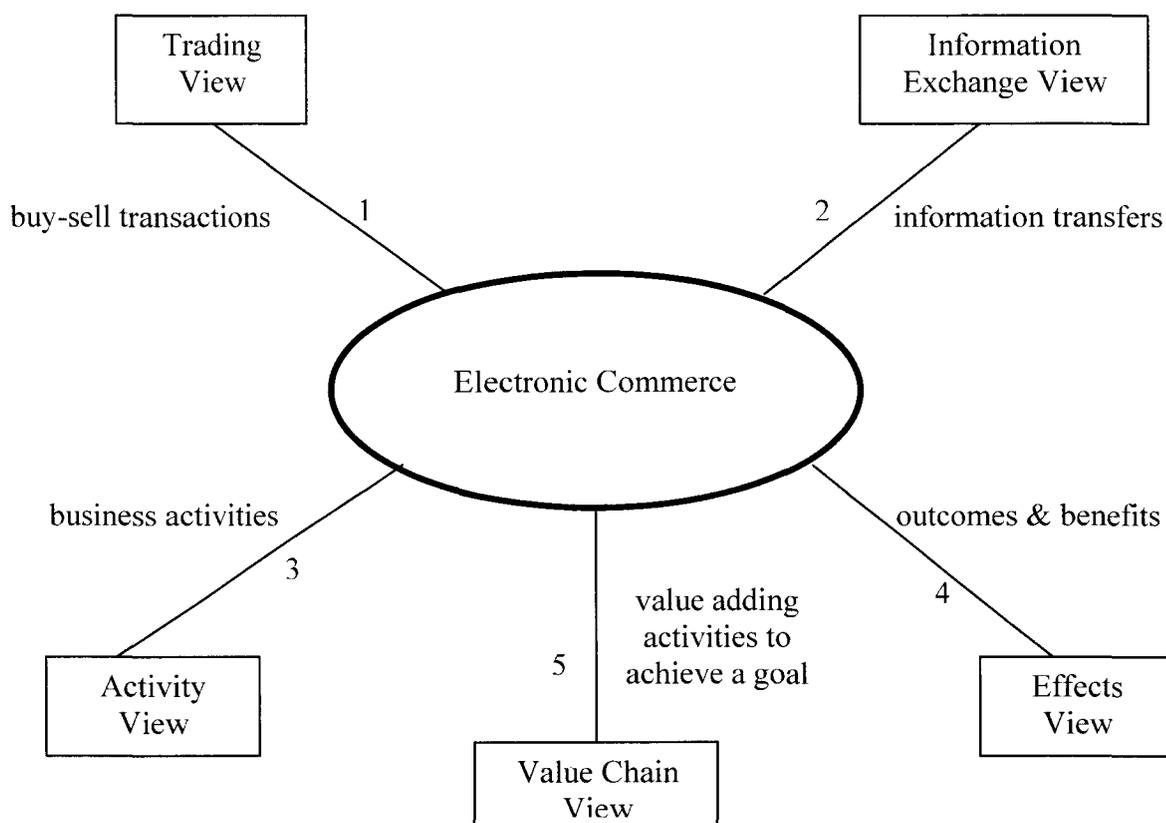


Figure 4 : cinq perspectives sur le e-Commerce (source [Holsapple and Singh 2000])⁷

- 1) La perspective *Trading View* est celle qui vient le plus naturellement à l'esprit, c'est celle qui note un échange de produits et de marchandises en utilisant des transactions électroniques. C'est celle que donne par exemple [Gardner 1994] : « *Electronic commerce is the communication of any object of commercial interchange by electronic means* ».
- 2) La perspective *Information Exchange View* sous-entend qu'il y a un lien entre les organisations et les clients. En réalité, le commerce électronique implique non seulement les échanges de produits et marchandises, mais également d'informations. Pour une transaction donnée, le flux de matériel (produit acheté par exemple) est secondaire comparé au flux d'informations qui le permet, le facilite et le guide. [Holsapple and Singh 2000] donnent huit définitions de divers auteurs se reportant à cette vision du e-Commerce. Nous reprendrons celle de [Kumar 1998] pour illustration : « *EC is concerned with providing electronic solutions to all activities of information communication between two parties* ».
- 3) La perspective suivante, dite « *Activity View* » montre que la définition du e-Commerce va au-delà de la simple activité de commerce. Cette notion (de commerce) est étendue pour englober également les activités de non-commerce. Cela signifie que le e-Commerce implique l'utilisation de technologies des activités comme l'exécution de transactions, les efforts de post et de pré-vente, et d'autres activités auxiliaires [Applegate et al. 1996]. Adam et Yesha [Adam & Yesha 1995] donnent une définition de cette vue : « *Electronic commerce can be defined as the entire collection of actions support commercial activities on a network* ». La vue de l'activité du e-Commerce est plus expansive que celle de la vue du commerce traditionnel et complète la vue de l'échange d'informations.

⁷ Nous n'avons pas traduit ce schéma pour ne pas altérer, même partiellement, les propos des auteurs.

- 4) *The Effect View* est la quatrième perspective du e-Commerce recensée par [Holsapple and Singh 2000]. Selon ces auteurs, les trois catégories précédentes concernent les aspects du *quoi* et du *comment* du commerce électronique. Ils se portent sur ce qui est fait (transactions commerciales, autres activités) et comment elles sont faites (via des technologies basées sur les échanges d'information). Aucun de ces aspects ne traite de l'aspect *pourquoi* du e-Commerce. Ce qui est considéré ici est la production de valeur, les bénéfices apportés par le e-Commerce. Les effets de celui-ci sont apparus dans tous les domaines des affaires, des services consommateurs à la gestion du produit [Kalota & Whinston 1996]. Il facilite les nouveaux types de processus d'affaire pour atteindre et interagir avec les consommateurs. Le e-Commerce peut réduire les coûts, abaisser les durées de cycle de production, augmenter la rapidité de réponse des consommateurs vers l'organisation et inversement, et améliorer la qualité des services. Nous donnons une des définitions, celle de [Kumar 1998], concernant *The Effect View* : *"In a broader sense, e-commerce can be considered as another business methodology that helps organizations to improve customer service, reduce cost, improve quality, and thereby create competitive advantage for the organization"*.
- 5) La cinquième et dernière perspective est la suivante : *The Value Chain View*. Le rôle des intermédiaires est discuté dans ce point de vue. Nous prendrons comme illustration la définition de [Wingland 1997] : *« Electronic commerce denotes the seamless application of information and communication technology from its point of origin to its endpoint along the entire value chain of business processes conducted electronically and designed to enable the accomplishment of a business goal. These processes may be partial or complete and may encompass business-to-business as well as business-to-consumer and consumer-to-business transactions »*. La chaîne de valeur rassemble en fait tous les acteurs (intermédiaires) permettant d'accomplir (entièrement) un service. Plus précisément, la chaîne de valeur comprend l'établissement de liens directs avec les partenaires commerciaux, que ce soit « en amont » avec les fournisseurs ou « en aval » avec les distributeurs et les revendeurs. L'exemple le plus utilisé dans ce contexte est celui du tourisme en ligne. Le tour opérateur délègue alors différents services à des tiers pour proposer une offre globale au client. Ces services peuvent être : la réservation de billets (avion, etc.), la réservation d'une location de voiture à destination du client, la réservation de chambres d'hôtel et autres services, comme des assurances, expéditions..., etc.

Cette taxinomie n'est pas exhaustive et pourrait être enrichie. [Holsapple and Singh 2000] proposent à partir de celle-ci de donner une définition intégrative de ces cinq points de vue : *« EC is an approach to achieving business goals in which technology for information exchange enables or facilitates execution of activities in and across value chains as well as supporting decision making that underlies those activities. »*. Ici, l'emphase est mise sur la prise de décision qui est omniprésente tout au long des activités au sein de la chaîne de valeur et qui, nous le verrons plus loin, est également un point névralgique, du côté des IHM.

Par ailleurs, il faut relativiser ces définitions. En effet, les professionnels du e-Commerce seront plus réservés sur une définition finie. Les évolutions technologiques, sociales ou encore économiques font sans cesse évoluer le e-Commerce et donc, sa propre définition.

Avant de parler d'un point essentiel du e-Commerce : la gestion de la connaissance, nous devons introduire la Gestion de la Relation Client (GRC) ou « Customer Relationship Management » (CRM) en anglais. La GRC apparaît comme un concept crucial lorsque l'on aborde le domaine du e-Commerce. C'est le point que nous étudions dans la section suivante.

1.2 La Gestion de la Relation Client

Les origines de la GRC sont issues du concept de *Marketing Relationship* (MR) [Levitt 1983]. Le *marketing relationship* est un effort intégré pour identifier, construire et maintenir un réseau avec des clients individuels pour un bénéfice mutuel des deux parties (client et organisation) [Shani & Chalasani 1992]. Le *marketing relationship* est fondamentalement stratégique et manque d'une vue holistique⁸ sur les processus métiers, cependant, il est considéré comme important [Parvatiyar & Seth 2000]. La GRC est née parce que les entreprises sont passées d'une stratégie centrée produit (amélioration de leurs produits, de leur fonctionnement interne), le client étant relégué en arrière plan, à une stratégie centrée client. Aujourd'hui, toutes les entreprises se veulent attentionnées envers leurs clients. Pour être concis, la GRC combine les technologies et les stratégies commerciales pour offrir aux clients les produits et les services qu'ils attendent. C'est la capacité à **identifier**, à **acquérir** et à **fidéliser** les meilleurs clients dans l'optique d'augmenter le chiffre d'affaire et les bénéfices. Identifier, acquérir et fidéliser, sont les trois phases du cycle de vie du client selon [Bueren et al. 2004].

Dans les cinquante dernières années, ce changement d'orientation (produit vs client) a entraîné de profondes mutations des stratégies des entreprises. Aujourd'hui, les réflexions ne se tournent donc plus vers le produit, mais plutôt autour d'une politique visant à donner toujours plus de satisfaction aux clients. A partir des années 1990 est apparu le concept de One-to-One [Peppers & Rogers 1998], [Pepper & Rogers 1999]. Dans ce cas, la « réalisation » du produit est adaptée à chaque client. Il est bien sûr illusoire de croire que les entreprises peuvent se permettre de personnaliser la présentation d'un produit pour chaque client, mais elles se tournent vers des systèmes de communautés, de tribus de personnes, catégorisant leurs clients. La personnalisation se faisant donc sur un groupe de personnes et/ou selon des événements (anniversaire, etc.).

[Bueren et al. 2004] considèrent que la conception et la gestion de la relation client contribue à renforcer la position compétitive d'une entreprise par l'augmentation de la loyauté des clients. Par ailleurs, les processus de GRC sont typiquement complexes et seulement structurés pour une certaine ampleur. Par conséquent, ils peuvent être considérés comme des processus de connaissance intensive [Eppler et al. 1999]. Si l'on veut pouvoir adresser les flux de gestion de connaissance du client à travers tous les canaux de communication ou même utiliser cette connaissance, il faut impérativement développer une vue intégrée des processus de GRC. Cette dernière aide alors les organisations à améliorer la profitabilité de leurs interactions avec les clients et en même temps permet des interactions qui apparaissent plus amicales au travers d'une personnalisation. Pour réussir avec la GRC, les organisations ont besoin de faire correspondre les produits et les campagnes pour les clients et prospects – en d'autres termes, gérer intelligemment le cycle de vie du client.

Jusqu'à récemment, la plupart des logiciels de GRC étaient focalisés sur la simplification de l'organisation et la gestion des informations sur les clients et ainsi sur la création d'une base d'informations (client) qui présente une image consistante de la relation du client avec l'organisation. Ces logiciels fournissaient également les informations dans des applications spécifiques comme l'automatisation de la force de vente et les services clients dans lesquels

⁸ Qui présente le caractère de la totalité. Dans l'usage actuel, le terme holistique s'applique à toute démarche globalisante ou syncrétique où divers éléments, habituellement isolés, sont regroupés et coordonnés pour l'obtention plus efficace d'un résultat visé.

l'organisation « touche » le client. Si l'on voulait définir la GRC dans son sens le plus large, on pourrait simplement dire que c'est un échange d'informations transversales, avec un recoupement d'informations sur les clients provenant des différentes interactions (avec le client). C'est la raison pour laquelle cela nous intéresse du point de vue des Interactions Homme-Machine (IHM). En pratique, cela requiert l'utilisation d'informations sur les clients et prospects de l'organisation pour interagir plus efficacement avec eux dans toutes les étapes de la relation. Pour une lecture plus généraliste sur la GRC, nous conseillons au lecteur de s'intéresser aux travaux de Lefébure et Venturi dans [Lefébure & Venturi 2000].

Après avoir introduit le concept de GRC, ci-dessus, nous allons aborder à présent la gestion de la connaissance qui est un aspect fondamental du e-Commerce ; d'ailleurs, selon [Holsapple & Singh 2000], la vue de l'échange d'information peut être améliorée en considérant aussi la gestion de la connaissance. Nous allons voir comment ces auteurs proposent de perfectionner leur proposition de définition en allant en ce sens.

1.3 La place de la connaissance dans le e-Commerce

Les entreprises qui se centrent sur le client ont à mobiliser beaucoup de connaissances, comme par exemple celles demandées par le client (renseignements sur les produits, etc.). Elles doivent aussi traiter la connaissance qui transite du client à l'organisation et également posséder des connaissances sur les clients. En conséquence, la connaissance est considérée comme une ressource critique dans la concurrence du 21^{ème} siècle [Drucker 1999], [Davenport & Prusak 1998]. L'utilisation de la connaissance pour supporter les processus métiers est du ressort de la gestion de connaissance. L'application des concepts et des technologies de la gestion de la connaissance dans le contexte de la GRC est alors un champ de recherche approprié (voir [Romano & Fjermestad 2003]). Une autre perspective du e-Commerce peut donc être identifiée et peut être ajoutée à la taxinomie de [Holsapple & Singh 2000]. En effet, selon nous la gestion de la connaissance est une perspective importante du e-Commerce. Elle va bien au-delà de la notion d'échange d'information, et il en est de même pour le e-Commerce, nous en sommes persuadés.

Il faut éviter des amalgames souvent commis et bien différencier les données, les informations et la connaissance. D'après [Gantz 1998], les données qui ont une pertinence peuvent être considérées comme de l'information, et une information au sein d'un contexte comme une source de connaissance. Pour être plus clair, une donnée est un fait objectif ; une information est une collection de données organisée pour former un message ; une connaissance implique l'homme porteur [Raoul 2002].

Le e-Commerce n'est pas un simple problème d'échanges électroniques d'informations, mais plutôt un problème de gestion de la connaissance. En outre, la connaissance ici n'est pas que descriptive (*know what*), mais également procédurale (*know how*), c'est-à-dire que la procédure est faite étape par étape pour effectuer une tâche. Et enfin la connaissance peut être inférentielle (*know why*), ce qui spécifie qu'une conclusion peut être tirée quand une situation spécifique existe. La gestion de la connaissance concerne alors la manière dont les hommes et les machines représentent et manipulent ces types de connaissances.

Il y a deux principales catégories de travaux sur la gestion de la connaissance, les modèles orientés épistémologie et les modèles orientés ontologie [Bueren et al. 2004] :

- Epistémologique, [von Foerster 1984], [Watzlawik et al. 1967], [Bueren et al. 2004], [Polanyi 1966], [Nonaka & Konno 1998], [Boisot 1987] et [McLoughlin & Thorpe 1993]. Dans ce cas les individus acquièrent leurs connaissances en observant et en interprétant leur environnement.
- Ontologiques : on pourrait voir la connaissance comme une « boîte noire ». Les caractéristiques de la connaissance sont définies au travers de sa relation avec un univers construit sur le discours [Bueren et al. 2004]⁹.

Les processus orientés modèles de la gestion de la connaissance sont focalisés sur les caractéristiques de la connaissance durant son cycle de vie. Ils analysent les relations et les variables environnementales qui influencent le processus de développement, de la dissémination, de la modélisation et de l'utilisation de la connaissance. Des exemples de processus orientés modèles de gestion de la connaissance sont fournis par exemple par Probst

⁹ L'essor du Web sémantique avec RDF (Ressource Description Framework), OWL (Web Ontology Language), les ontologies, fait émerger une nouvelle vision du e-Business [Communications of ACM 2005].

[Probst et al. 1999] et Wiig [Wiig 1995]. La plupart des modèles de gestion de la connaissance développés ces dernières années incluent les caractéristiques des deux vues (épistémologique et ontologique). Nonaka et Konno ont intégré une dimension ontologique de l'agent en 1994 [Hedlund & Nonaka 1993] et ils essaient de coller entièrement aux deux vues [Nonaka & Konno 1998]. Le modèle de processus basé sur la gestion de la connaissance de Demarest [Demarest 2001] ou celui de Blessing [Blessing 2001], se focalisent, par définition, sur l'exécution de la connaissance explicitée. Cependant, un modèle entièrement équilibré n'a, *a priori*, toujours pas été créé [McAdam & McCreedy 1999].

Le champ de la gestion de la connaissance est concerné par les techniques, directives, principes, et systèmes (technologiques ou non technologiques) pour gérer efficacement les ressources de connaissances organisationnelles. Pendant un grand nombre d'années, les organisations ont formellement et explicitement géré la connaissance par le biais de systèmes informatiques comme gestion du système d'information (connaissance descriptive), de systèmes de support de décision (connaissance descriptive et procédurale), et de systèmes experts (connaissance inférentielle). L'effort de production peut être facilité par des systèmes informatiques interactifs d'aide à la décision. Ceux-ci sont capables de stocker et manipuler des représentations de connaissances. Les systèmes interactifs d'aide à la décision sont de plus en plus déployés sur le Web pour promouvoir le e-Commerce en fournissant la connaissance requise pour la prise de décision, par les acteurs humains ou les agents du système, dans des activités de la chaîne de valeurs [Holsapple et al. 1999]. De nouvelles technologies pour gérer les connaissances continuent d'émerger [Holsapple & Joshi 1999], [Holsapple and Singh 2000].

Selon nos investigations et nos convictions personnelles, la gestion de la connaissance est un aspect fondamental à prendre en compte dans la définition intégrative du e-Commerce. Dans [Holsapple and Singh 2000], les auteurs ont reformulé leur définition pour tenir compte du concept de gestion de la connaissance : « *EC is an approach to achieving business goals in which technology is used to **manage knowledge for purposes** of enabling or facilitating execution of activities in and across value chains as well the making of decisions that underlies those activities.* ». Cette vision du e-Commerce, de type modèle de connaissances est fondamentale. Elle nous permet également de nous rapprocher de certains travaux actuels en IHM. C'est le cas des approches du genre Model-Based [Paterno & Mancini 2000]. Nous pensons que les modèles à base de gestion de la connaissance peuvent être très intéressants, notamment sur les connaissances qui concernent les clients. Ainsi, les systèmes dotés de telles connaissances pourront adapter non seulement leurs contenus, mais également leurs comportements et plus généralement l'interaction globale en fonction de la cible visée, en l'occurrence, le client [Derycke & Rouillard 2002], voire dans d'autres systèmes, le citoyen (e-Gouvernement), l'apprenant (e-Formation), etc.

De même, l'intégration de la GRC et de la gestion de la connaissance, deux des points clefs du domaine du e-Commerce, sont fondamentaux pour utiliser la connaissance de manière efficace et pertinente. Nous détaillons ce point dans le rapport d'étude remis au groupe 3 Suisses International [Chevrin 2006]. Dans ce même rapport, nous analysons un exemple pratique tiré de [Holsapple & Singh 2000] : un système de consultant en ligne de Ernest & Young [Ernie].

La nouvelle proposition de définition du commerce électronique, donnée par Holsapple et Singh [Holsapple & Singh 2000], intègre non seulement les catégories traditionnelles du commerce électronique, mais souligne également les caractéristiques essentielles de celui-ci

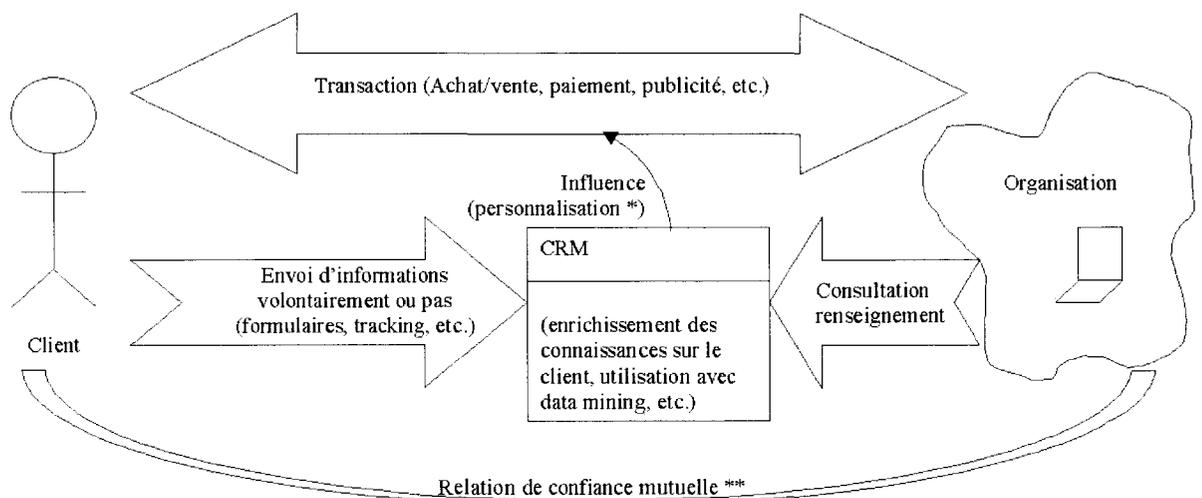
dans un contexte d'organisations conduites par la connaissance dans une économie de connaissance. Selon ces auteurs, la définition orientée gestion de la connaissance peut être bénéfique dans un grand nombre de domaines : « *This unified, KM-oriented definition can benefit practitioners, policymakers, researchers, educators, and developers by providing a common, organized foundation for understanding, performing, developing, and instructing EC* ». Par exemple, pour ces chercheurs, la définition donne un fond commun pour l'utilisation d'une terminologie commune. Jusqu'ici, les recherches en commerce électronique et les recherches en gestion de la connaissance ont été faites de manière étanche et séparée. La définition met l'accent sur le fait que les deux domaines doivent être étudiés conjointement : « *The definition calls attention to a need for investigations of the interplay between KM and EC* ».

Après avoir vu l'aspect gestion de la connaissance du commerce électronique, nous allons voir plus précisément l'aspect interactionnel et transactionnel de celui-ci. C'est l'objet de la section suivante.

1.4 Un aspect interactionnel et transactionnel

1.4.1 Représentation simplifiée du e-Commerce

Dans cette thèse, nous ne considérerons que l'aspect BtoC (Business to Customer) du e-Commerce, comme nous l'avons dit précédemment. En effet, c'est cet aspect qui ouvre le plus de perspectives de recherches étant donné le nombre de types d'interactions possibles. Dans la cas du BtoB, les échanges se font via des systèmes internes et représentent en quelques sortes un sous-ensemble des possibilités que l'on trouve en BtoC. D'ailleurs, la demande de notre partenaire (3 Suisses International) concerne les interactions BtoC et non BtoB, car ces dernières posent moins de problèmes au niveau de l'interaction. Dans cette perspective, la Figure 5 est une représentation simplifiée de ce que peut être le commerce électronique en BtoC.



* Vers le Itol ?

*** Manière entre autres de garantir la loyauté, la fidélité

Figure 5 : Représentation simplifiée du e-Commerce

Plusieurs informations importantes ressortent de ce schéma. Tout d'abord, le BtoC doit être au cœur d'une relation de confiance entre le client et l'organisation. Cela ne se fait pas à court terme, mais au fur et à mesure d'interactions entre les deux parties. Ces interactions

multiples permettent à l'organisation de mieux connaître ses clients et ainsi d'adapter ses actions afin d'affiner le processus de mise en confiance et donc de fidélisation du client. Les connaissances accumulées servent en partie à personnaliser l'offre d'un produit ou d'un service au client.

Il faut faire un rappel important ici : le e-Commerce est un prolongement naturel de la VAD qui est, nous le précisons, un mode d'achat anxigène¹⁰. Il est évident que l'accent doit être mis pour lutter contre ces effets auprès du consommateur !

Le « tracking », sur la Figure 5, correspond au suivi (par le client) de ses commandes, etc. D'un autre côté, l'entreprise peut également « pister » le client pour connaître les pages visitées, le temps passé, etc.

Le « Data mining » s'emploie en marketing pour l'analyse des données dans le but de sélectionner différentes informations à propos, par exemple, des habitudes d'achat des consommateurs sur le Web.

1.4.2 Discussion

En e-Commerce, dans la relation entre l'organisation et le client, il existe une composante « interactionnelle » forte. C'est à ce niveau que doit se construire une relation de confiance, primordiale, entre les deux parties. En effet, celle-ci est nécessaire pour assurer la loyauté du client d'une part et le bon déroulement des transactions d'autre part. Les transactions sont toutes les opérations marketing qui vont être effectuées entre le client et l'organisation, par exemple, l'envoi de publicité, l'achat/vente de produits ou services, etc. Lors d'une interaction il n'y a donc pas forcément de transaction, mais une transaction, s'effectue toujours dans une interaction. Les évolutions technologiques et économiques du e-Commerce ont transformé ou plutôt amélioré, en quelques sortes, ces aspects interactionnels et transactionnels. En effet, les nouveaux périphériques de communication (téléphones cellulaires, PDA, etc.) multiplient les possibilités d'interaction. Au niveau des transactions, l'effort est fait sur les services qui se développent sur ces nouveaux canaux de communication. Ce travail doit se poursuivre afin de proposer des services de qualité. Ces services doivent alors évoluer sans cesse étant donné l'évolution constante du e-Commerce, tant au niveau technologique, qu'économique et le poids de la concurrence. Nous allons développer ce point plus loin dans ce chapitre, mais avant cela, la section suivante met en évidence des patterns de tâches existants en e-Commerce.

¹⁰ Information sur laquelle insiste par notre partenaire.

1.5 Quelques approches de modélisation du e-Commerce

1.5.1 Du côté des recherches en modélisation des organisations et des systèmes d'information

Goldkuhl [Goldkuhl 1996], [Goldkuhl 1998] a introduit le modèle BAT (Business Action Theory) pour décrire les interactions en e-Commerce. Ce modèle est basé sur six phases et détaille les interactions entre un fournisseur et un client. Les phases sont : 1) la phase des pré requis business, 2) la phase de recherche de contact et d'exposition, 3) la phase de proposition et d'établissement de contact, 4) la phase contractuelle, 5) la phase de remplissage et 6) la phase d'accomplissement. La Figure 6 schématise le modèle BAT. Ce modèle commence avec les pré requis du client et du fournisseur, passe au travers d'une communication métier (avec des offres, des négociations, des contrats, etc.), ensuite par le remplissage (à travers la livraison et le paiement) et termine avec la satisfaction ou non du client, voire de possibles réclamations¹¹. Si nous comparons ces six phases avec les trois phases globales décrites dans le Tableau 1, il apparaît que l'avant vente regroupe les phases 1 et 2 du modèle BAT, la vente représente les phases 3 et 4, et enfin l'après vente représente les phases 5 et 6.

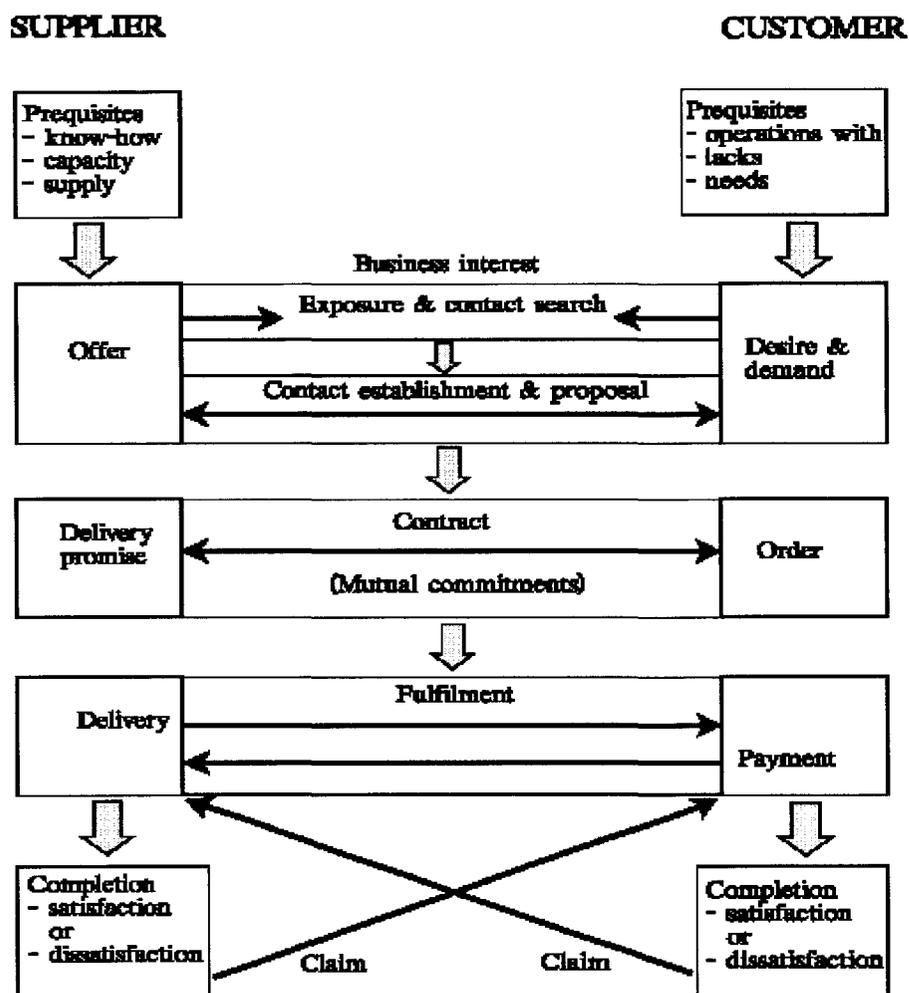


Figure 6 : Le modèle d'interaction métier BAT'98 (source [Goldkuhl 1996], [Goldkuhl 1998])

¹¹ Il faut noter que chaque phase implique l'échange de « documents » qui seront électroniques dans le cas qui nous intéresse. Nous reviendrons sur cette notion de document et ses transformations au cours de la thèse.

Il est important de préciser que Goldkuhl fait partie de la communauté LAP (Language Action Perspective) et s'inscrit dans le courant de modélisation des organisations et des systèmes d'information de type « conversationnel » (basé sur des actes de langages avec des valeurs et des normes). Cet auteur a donc travaillé sur des modèles de conversation, c'est-à-dire des jeux de langage entre interlocuteurs. Cela peut être très intéressant pour nous, en particulier pour caractériser plus précisément une interaction.

Dans un autre courant de recherche, les travaux de van Welie et van der Veer [van Welie & van der Veer 2003] montrent que l'on peut décrire des patterns d'activités e-Commerce réutilisables. Un site de e-Commerce a une vocation première de commercialisation, cependant, il est également soumis à d'autres expériences comme la mise en place de communautés (entre acheteurs, pour comparer les expériences, satisfactions, etc.) ou encore la fourniture d'informations sur les produits. [van Welie et van der Veer 2003]) décrivent un exemple de pattern pour le commerce que nous pouvons voir sur la Figure 7.

Shopping Experience

Buy it Now!

 **Add To Cart**

As you order, each item will be listed in your Shopping Cart in the upper right corner. You may make changes or Checkout.

Safe Shopping Guarantee!

[Add to wishlist](#)

From www.fds.com

Partie visualisation du « pattern », ici c'est la cas d'un service de remplissage de caddie

Users want to look for products of interest and potentially purchase them

You are building a web site where you sell products, typically an e-Commerce site but it can also be a site with paid content. The sort of products that you are trying to sell may vary a lot, ranging from books, electronics, to holiday and clothes. Some products can be delivered directly by downloading it and others will have to be delivered 'later' by some logistical process. No matter what product you are trying to sell, there are well known aspects to shopping that apply to all products and to all ways of shopping.

Create an online shopping experience that matches off-line shopping experiences

Shopping involves several fundamental activities that apply to both online and offline shopping activities. These activities needs to be supported for each type of product and domain. How to do that best is largely domain dependent, but some basic ideas can be defined:

- **Discovering.** People need to know what they can buy in the store, as far as they don't already know it. Even if they have been in the store before they need to be informed of new products that are for sale. Even if there are no new products to sell, there may be products that should be brought under the users attention because of other reasons e.g. because they are discounted, very popular etc. Use Hotlists.
- **Browsing.** Most people like to browse through the store for seeing what they have and whether something attracts their attention. Browsing is made easier when products are categorized in ways that customers expect them to be. The categories allow them to browse in a specific manner that is a bit more directed than no structure at all. Use structured navigation such as a Double Tab with Breadcrumbs so that people are fully aware of where they are and where they can go to.
- **Comparing.** Often people do not know exactly which product they want. They may have several options that they want to compare using a Product Comparison or Product Configurator.
- **Trying.** When people try a product they want to make sure it is the right product for them. Trying is all about 'seeing' certain aspects of the product. In many cases it is even possible to 'interact' with the product by 'virtually touching it', seeing close-ups, table of contents or a preview of a part of the object. Sometimes it may also be possible to try the real thing with some limitations on the use of it. In other words, create a Virtual Product Display.
- **Asking Opinions.** Many shops have shop assistants that help customers to find the right product for them. Online this is difficult to achieve but one could create Product Advisors or collect recommendations/ratings/comments of other people that bought the product.
- **Choosing.** Choosing is not the same as buying. Customers may choose several products and before they actually start buying, discard several of them at the last minute. Give them a place to keep products they may want to buy such as a Shopping cart or wish list

Partie description du « pattern »

Figure 7 : Un extrait du pattern de l'expérience du BtoC (source [van Welie et van der Veer 2003])

Ces mêmes auteurs proposent un graphe simplifié (pour la lisibilité) des différents patterns associés dans le cas du « shopping » (voir Figure 8). Dans ce graphe, tous les types de relations inter patterns sont montrés en utilisant un arc direct.

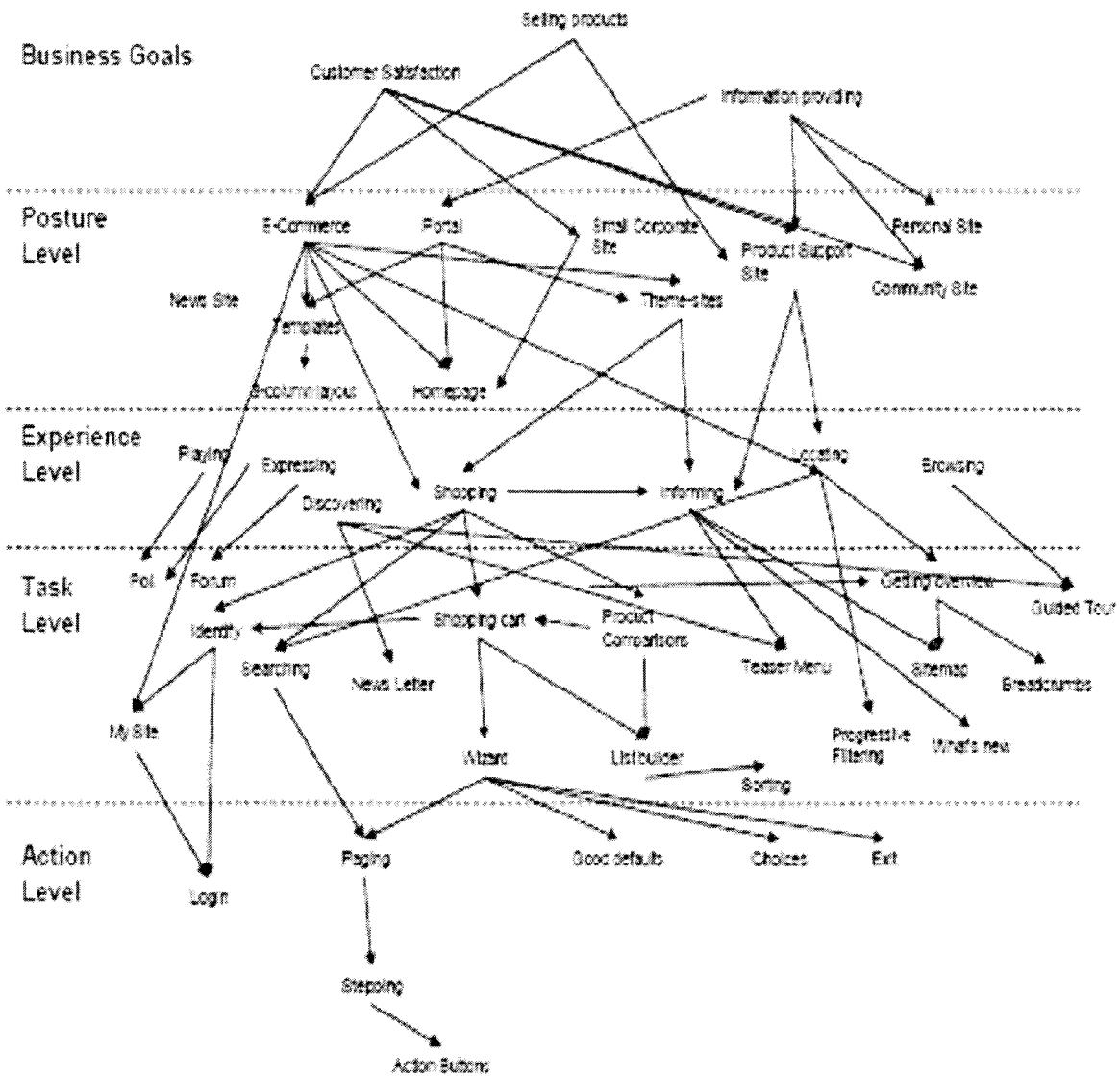


Figure 8 : Un langage partiel de pattern pour la conception de site Web (centré autour du "shopping")
 (source [van Welie et van der Veer 2003])

Le constat, très important, que nous pouvons faire ici, de nos investigations, est que le commerce électronique est vu comme un ensemble de tâches organisables. Notre point de vue va en ce sens et nous voyons même le e-Commerce comme une collection de services, dont nous verrons une définition plus loin dans cette thèse. Pour le moment, nous pouvons décrire un service comme une encapsulation de tâches élémentaires groupées de manière à former un tout cohérent et autonome. Nous verrons dans le chapitre 2 qu'une étude empirique que nous avons réalisée au cours de la thèse, valide également cette idée.

Van Wellie, le co-auteur de ces travaux, est un chercheur en IHM, qui a commencé par étudier et proposer des patterns pour les IHM dans sa thèse de doctorat [van Welie 2001]. Ce n'est qu'après, qu'il a essayé d'appliquer ses travaux sur le e-Commerce.

1.5.2 Les différentes tâches en e-Commerce

Selon ce que nous venons de voir, le commerce électronique peut être considéré comme un large domaine décomposable en un grand nombre de tâches plus ou moins atomiques. Dans un premier temps, nous pouvons, selon nous et d'après nos investigations, dégager trois phases principales dans le processus d'interaction entre un client et une organisation dans le cadre du e-Commerce :

- L'avant vente ;
- La vente¹² ;
- L'après vente.

Au sein de ces trois phases, nous allons trouver des activités utilisateurs qui pourront être effectuées à l'aide d'artefacts électroniques et, bien entendu, via différents supports de gestion de contenus. Le Tableau 1 montre cela et permet de mettre en évidence la multiplication des contenus (formats et mécanismes d'échanges différents) et la multiplicité des « canaux » utilisés. Ce tableau regroupe les tâches éventuelles d'un client, mais pas d'un vendeur (nous pourrions faire un tableau en se plaçant des tâches éventuelles d'un vendeur, mais nous avons essentiellement porté notre effort du côté du client).

Nous avons séparé les phases d'avant vente, vente et après vente car en fonction de celles-ci, nous distinguons les activités de l'utilisateur de manière non exhaustive. Cela nous permet d'avoir un premier aperçu des différents patterns de tâches d'un client. Enfin, chaque phase contenant ces activités se réalise au travers de divers médias (nous en avons cité certains). Ce tableau, fruit de nos investigations et de nos réflexions, traduit le fait qu'il soit possible de décomposer le e-Commerce en un ensemble de tâches (services). Cela nous permet de penser qu'une modélisation formelle (tout du moins semi-formelle avec un langage comme UML par exemple) de ce domaine est envisageable. Nous n'avons pas effectué ce travail dans cette thèse, car cela n'était pas notre priorité. Néanmoins, nous pouvons noter que des travaux récents sur le web engineering [Koch et al. 2003] donnent une représentation UML d'Amazon. Cela vise à améliorer la conception d'applications dans ce domaine.

¹² Achat à proprement parler ou usage d'un service (e-Commerce).

Phases	Activités Utilisateurs	Accès
Avant vente	<ul style="list-style-type: none"> - Voir promotion - Accepter promotion - Rechercher produit - Comparer Produit - Evaluer Produit - etc. 	<ul style="list-style-type: none"> - Télévision - Appel téléphonique - e-Catalogue - Forum - SMS¹³, EMS¹⁴, MMS¹⁵ - Formulaire électronique - Document Rich Media - Moteur de comparaison - Simulateurs - etc.
Vente	<ul style="list-style-type: none"> - Accepter vente - Commander produits - Négocier le prix¹⁶ - Choisir et informer le moyen de paiement - Choisir et informer le mode de livraison - Confirmer l'achat - Conserver une trace - Constituer un dossier - Retrouver un achat (historique) - etc. 	<ul style="list-style-type: none"> - SMS - Appel téléphonique - Audiotel + Dual Tone Multi Frequency (DTMF) - Formulaire - Boîte de dialogue - Système d'authentification - Annuaire - e-Mail/SMS notification - etc.
Après vente	<ul style="list-style-type: none"> - Accepter la livraison - Renvoyer le produit - Mettre en œuvre le produit - Développer des usages - Réclamer - Faire dépanner - Revendre le produit - Acheter des compléments au produit - Partager à propos des usages - etc. 	<ul style="list-style-type: none"> - Document Rich Media - etc.

Tableau 1: Les différentes phases en e-Commerce (d'un client)

¹³ (Short Message Service). Message court (jusqu'à 160 caractères) appelé aussi Texto qui s'échange entre tous les téléphones mobiles.

¹⁴ (Enhanced Message Service) Evolution qui permet d'envoyer des SMS composés de texte, de logos ou icônes et de sons simples. Pour pouvoir envoyer des EMS, le téléphone mobile appelant ainsi que celui du correspondant doivent être compatibles avec le service EMS.

¹⁵ (Multimedia Messaging Service) Message que l'on peut composer avec des photos, images, sons, animations mais aussi du texte. La taille limite d'un MMS est de 300Ko. Il est possible d'envoyer des MMS depuis un téléphone mobile compatible vers les téléphones mobiles de correspondants ou vers leur adresse e-Mail. C'est un sous-ensemble de SMIL utilisé pour le Web.

¹⁶ Soit via un mécanisme réel de négociation (devis) soit via une recherche de diminution (achat en quantité, utilisation de coupons, code réduction, etc.).

1.5.3 L'exemple de décomposition en différentes phases avec l'automate vocal Chouchoutel de 3 Suisses International

Dans notre collaboration avec la Cité Numérique, nous avons pu vérifier que le e-Commerce est vu comme un assemblage de différentes tâches (services). Par exemple, nous pouvons donner la décomposition (en activités) du comportement d'un client lorsqu'il commande un produit via un automate (transactionnel), comme nous pouvons le voir sur la Figure 9.

Nous rappelons ici, qu'il faut bien faire la différence entre le SVI (Serveur Vocale Interactif), ici Chouchoutel, et les autres canaux. En effet, le SVI est 100% transactionnel, tandis que les autres canaux sont pour parti transactionnels et offrent en plus de la séduction. Chouchoutel à alors pour vocation d'être chaleureux, et évidemment le moins anxiogène possible. C'est un point fondamental pour notre partenaire, ainsi que pour toutes les enseignes proposant un automate vocal proche de Chouchoutel.

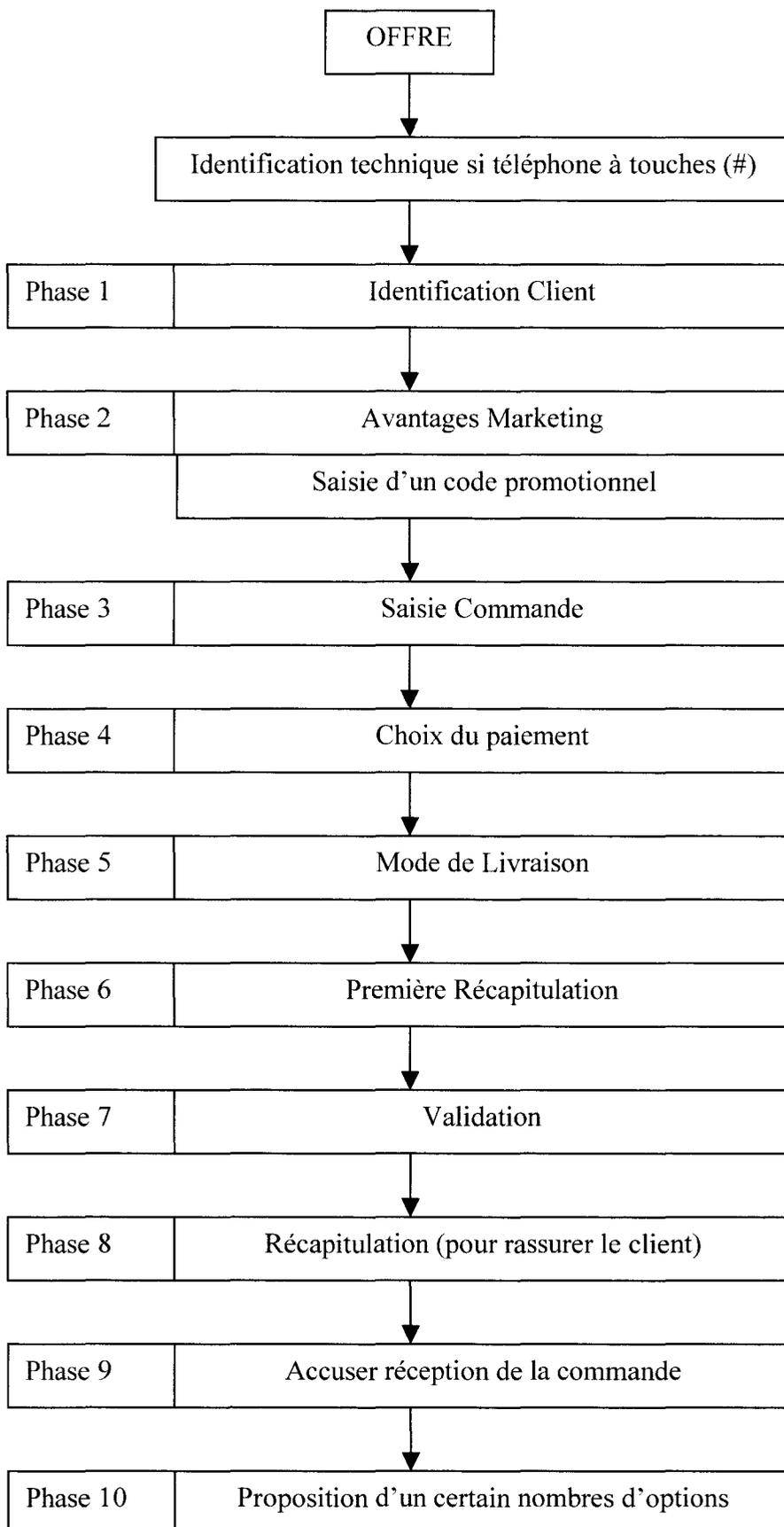


Figure 9 : Comportement d'un automate (transactionnel) lorsqu'un client commande un produit dans le cas du marketing direct proposé par le groupe 3 Suisses International

Phase 1 : L'identification se fait par exemple grâce à un numéro client de neuf chiffres et les quatre premières lettres de son nom ou son code postal complet (cela pour des raisons de sécurité, pour le client). Cette phase est exécutée automatiquement à cet endroit (début de commande) pour les médias « froids » qui sont relativement pauvres en information et exigent de l'utilisateur une plus grande participation (comme le téléphone). Pour les médias « chauds » qui sont riches en information (comme le Web), cette phase peut se faire juste avant la phase de paiement.

Phase 2 : Cette tâche est fondamentale. La saisie du code « chouchou » permet de remonter à l'action commerciale qui a poussé à l'achat. Le code « Chouchou » est fourni par l'organisation aux clients pour leur faire bénéficier d'avantages comme des réductions. Il y a des avantages dits « neutres » (qui ne donnent droit à rien...) et qui servent uniquement à isoler l'offre pour laquelle le client s'est manifesté.

Phase 3 : La saisie de la commande. Celle-ci se fait grâce à la référence du produit composée de sept chiffres. Ensuite, la taille est demandée, sur trois chiffres (gestion des tailles difficiles, il faut effectivement considérer la literie, les bonnets de soutien gorge, etc.). Enfin, la quantité est demandée. Il faut alors montrer une attention particulière aux articles livrés par lots....

Phase 4 : Le choix du paiement. Il y a deux cas de figure :

- 1- Paiement par carte privative. Ce paiement n'est proposé que dans le cas où le client est porteur ouvert (pas d'interdit) d'une telle carte. Dans un souci de sécurité, la date de naissance est demandée. Ensuite, le client doit sélectionner ses modalités de paiement ou de remboursement :
 - Fin de mois ;
 - Trois fois sans frais ;
 - Dix fois avec frais.
- 2- Autre paiement
 - CB. En ce qui concerne la carte bancaire, le client doit entrer les 17 chiffres du numéro de sa carte, ensuite sa date de validité, et enfin il doit saisir le cryptogramme visuel (trois chiffres au dos de la CB).
 - A la livraison.

Phase 5 : La livraison. Cette phase comporte beaucoup d'exceptions et dépend essentiellement des choix précédents effectués par le client, notamment du profil client, et du profil commande (un produit ou plusieurs, etc.). Ce choix doit déterminer la modalité de la livraison. Celle-ci peut être :

- 24h dans un relais (3500 à 4000 adresses en France pour 3 Suisses France) ;
- 24h à domicile ;
- Une partie en un délai normal (plus de 24h) et l'autre partie en 24h (express) ;
- A domicile à une adresse provisoire, etc.

Phase 6 : La première récapitulation. Cette phase va récapituler l'ensemble de la commande, ainsi que les avantages dont le client va bénéficier. De plus, une date et une heure seront données, à partir desquelles le client pourra être livré.

Phase 7 : C'est la validation, le client valide effectivement sa commande ou pas.

Phase 8 : De nouveau un récapitulatif de la commande. Celle-ci sert à rassurer le client en lui confirmant que sa commande est bien passée.

Phase 9 : Accuser réception de la commande. Cela peut être fait par exemple par :

- Message vocal ;
- e-Mail ;
- Courrier ;
- SMS ;
- Opératrice : dans ce cas, il peut y avoir une négociation dans la date et l'heure de la livraison.

Cette phase sert à rassurer le client en lui confirmant que sa commande est bien prise en compte, comme durant la phase 8...

Phase 10 : Cette phase se trouve au niveau de la post vente. On va proposer un certain nombre d'options au client, comme par exemple :

- Parrainage ;
- Ouvrir une carte privative (si cela n'est pas déjà fait évidemment...) ;
- Remplir un questionnaire de qualification.

Cette décomposition en différentes phases montre bien que sur un aspect strictement pratique et dans un cas réel (industriel) de grande taille (le processus de commande d'un grand groupe de VAD : 3 Suisses International) le noyau fonctionnel des applications est composé de plusieurs phases, que nous pouvons appeler services (ici cela est fait de façon *ad hoc* et les services ne sont pas réutilisables). C'est notre vision des choses : décomposer le noyau fonctionnel en différents e-Services et les composer en fonction de l'interaction mais aussi, et cela semble très important en e-Commerce, selon l'envie du client (Self-service [Benatallah et al. 2003]). Nous aborderons ce domaine dans le chapitre 4. Il semble intéressant, ici, de pouvoir donner des patterns de tâches élémentaires si l'on veut concevoir des services réutilisables. Pour cela, nous allons maintenant étudier plus particulièrement la composition de l'une de ces phases (le remplissage du panier).

1.5.4 Décomposition des phases en tâches élémentaires

Ces phases, que l'on peut en quelques sortes assimiler à des services (nous revenons sur l'aspect service dans le chapitre 4), peuvent à leur tour être décomposées en tâches élémentaires du point de vue de l'interaction avec l'utilisateur du système. Si nous prenons l'exemple d'un service comme le remplissage du caddie par un utilisateur (client), nous le modélisons (décomposition abstraite) comme illustrée sur la Figure 10. La légende de la Figure 10 est donnée dans la Figure 11.

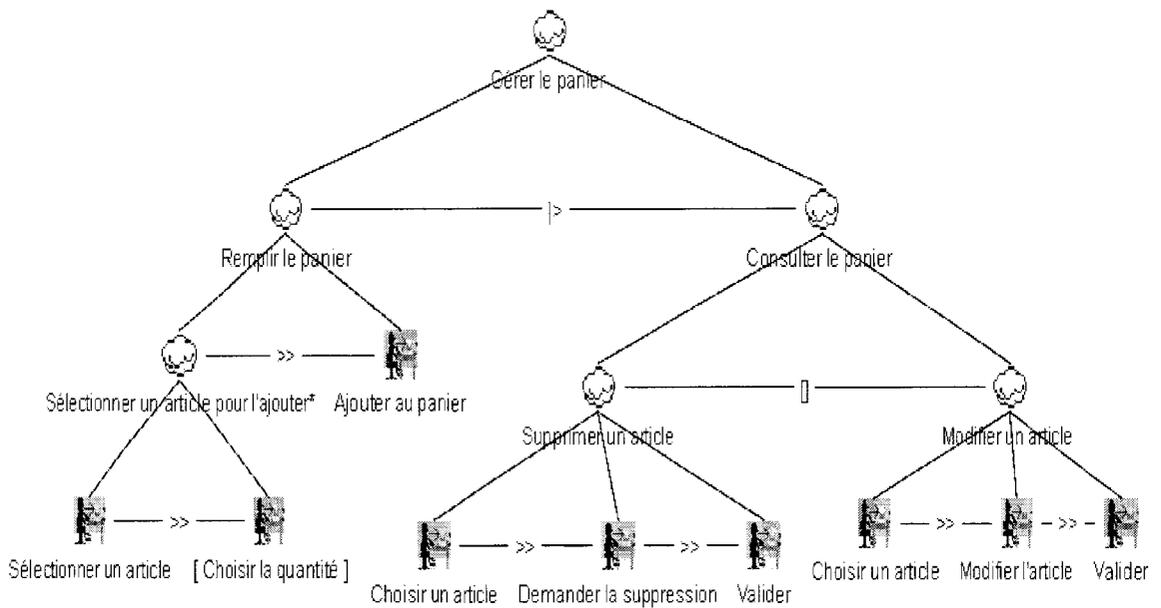


Figure 10 : Modélisation du service « remplissage panier » à l'aide de l'outil CTTE¹⁷ utilisant CCT¹⁸ [Paternö et al. 1997]

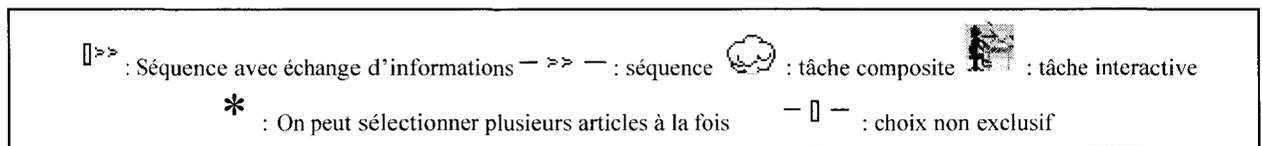


Figure 11 : Légende pour la lecture des modélisations CTT

Ce service est bien entendu dépendant d'un domaine métier, le marketing direct. On pourrait prendre l'exemple d'un service « d'identification », qui lui, est indépendant du domaine. En effet, un tel service peut être utilisé pour qu'un utilisateur accède à ses comptes bancaires sur Internet, par téléphone, ou bien à ses e-Mails, etc.

Nous montrons, ici, qu'un service est composé, au minimum, d'un modèle de tâches abstrait.

Dans la section suivante, nous allons voir que le e-Commerce a beaucoup évolué depuis son apparition, et que les progrès technologiques des périphériques ou appareils de communication jouent un rôle très important dans cette évolution.

¹⁷ ConcurTaskTreesEnvironment.

¹⁸ ConcurTaskTrees.

1.6 Les évolutions technologiques et économiques du e-Commerce

1.6.1 Un terrain économique propice

Dans nos travaux [Chevrin 2006] nous montrons que le terrain économique actuel est propice au développement du e-Commerce. Nous nous basons notamment sur les études de [Heitzmann & Dayan 2004] ou encore [Lohse 2000].

Ce que nous pouvons retenir de notre synthèse, c'est que même si les marchands deviennent plus attractifs, il ne faut pas négliger l'aspect « utilisabilité¹⁹ » des outils qu'ils mettent à disposition de leurs clients.

Les sites en ligne ont un autre avantage, celui de stimuler les ventes en magasins. Cela est un point important. Ainsi, il ne faut pas négliger les possibilités de moderniser les points de vente (par exemple par le biais de cabines d'essayage de vêtements augmentées par l'informatique [Nielsen & Graham 2005]).

Cependant, il faut rester prudent quant au développement massif du haut débit pour Internet. En effet, si au Canada, leader du haut débit, beaucoup de transactions se font par Internet (bancaire, etc.), le e-Commerce n'est pas du tout développé. Cela peut notamment s'expliquer au niveau culturel, car les commerces de proximité sont, depuis longtemps, privilégiés, et ainsi entrés dans les mœurs. Il est donc important de noter que le simple développement d'Internet ne peut suffire au développement du e-Commerce.

Nous pouvons ainsi considérer que le terrain économique est propice au bon développement du e-Commerce. De plus, d'autres arguments viennent conforter cette idée. Par exemple, l'arrivée du « sans fil » a, de surcroît, ouvert de nouvelles opportunités pour tous les acteurs de ce secteur. C'est cet aspect que nous étudions dans le point suivant.

1.6.2 L'impact du sans fil et la montée en puissance de la mobilité « électronique »

La généralisation des réseaux sans fils et la multiplication des « Devices Utilisateurs²⁰ » (DU) dits mobiles, transforment en profondeur les applications informatiques, notamment celles marchandes, tant dans leur conception que dans leurs usages. Cela ouvre des perspectives intéressantes pour les professionnels de la Vente à Distance. Un nouveau concept naît même de ces évolutions, c'est le « mobile commerce ». En effet, à l'image de la montée en puissance du e-Commerce qui a pour principale origine le formidable développement du réseau Internet, le m-Commerce pourrait trouver une place de choix dans les outils de MD (Marketing Direct). Cela est renforcé par la croissance phénoménale du nombre de téléphones portables mis en circulation. En 2004, il y a deux fois plus d'abonnés aux opérateurs de téléphones mobiles, que d'utilisateurs d'Internet. Cela signifie qu'il y a le double de clients potentiels au m-Commerce ! (Comparativement au e-Commerce).

¹⁹ Dans sa définition de la norme ISO 9241 qui est « le degré selon lequel un produit peut être utilisé, par des utilisateurs identifiés, pour atteindre des buts définis avec efficacité, efficacité et satisfaction, dans un contexte d'utilisation spécifique ». Les trois critères de l'utilisabilité soulignés par cette définition sont l'efficacité, l'efficacité et la satisfaction. L'efficacité désigne le fait que le produit permet à ses utilisateurs d'atteindre le résultat prévu. L'efficacité ajoute la notion de moindre effort ou de temps minimal requis pour atteindre ce résultat. La satisfaction finalement a trait au confort et à l'évaluation subjective de l'interaction pour l'utilisateur.

²⁰ Terme qui sera défini plus formellement dans le chapitre 3.

De plus, des systèmes de communication comme le SMS, l'EMS et plus récemment le MMS provoquent l'engouement du public. Des possibilités de services à valeur ajoutée s'ouvrent alors. En effet, les professionnels du marketing voient dans les SMS un bon moyen de créer des services à forte valeur ajoutée via les opérateurs de télécommunication en incitant leurs clients à envoyer des SMS (renforcé avec les SMS+²¹ [Converge Online 2003], qui arrivent sur le marché). Des jeux comme ceux proposés par Pepsi (<http://www.pepsi.fr/>)²² ont même prouvé l'intérêt de ces nouveaux moyens de communication de plus en plus à la mode et plus seulement chez les plus jeunes.

Nous avons développé plus largement ce point dans [Chevrin 2006]. Ce qu'il faut retenir ici, c'est que la mobilité des DU ouvre des opportunités nouvelles, notamment en ce qui concerne l'enrichissement du contexte de l'utilisateur ce qui permet de réaliser une géolocalisation performante et ainsi améliorer les stratégies de géomarketing. Pour nous, cela signifie prendre en compte ces nouvelles pistes afin d'en tenir compte dans notre infrastructure logicielle et notre architecture logicielle.

1.6.3 Le potentiel de l'interaction multimodale

Dans le cadre du e-Commerce, un nouveau concept arrivé tout droit du domaine des IHM, la multimodalité, commence à émerger. Bien sûr, les deux domaines n'ont pas forcément la même définition de ce terme.

Les interactions multimodales sont étudiées depuis plusieurs années en IHM. Par contre, c'est une nouvelle inspiration dans le cadre du e-Commerce. Néanmoins, de véritables applications n'ont jamais vraiment été trouvées, mis à part certains domaines en particulier, comme par exemple la chirurgie²³, ou dans les cas de handicaps. Ce concept a donc du mal à trouver sa place dans le domaine industriel et nous ne pouvons affirmer qu'il pourrait permettre une plus grande qualité des sites de e-Commerce ou encore permettre une plus grande utilisabilité et par-là une meilleure attractivité. En effet, des recherches dans le cadre des IHM sur la multimodalité par Sharon Oviatt [Oviatt 1999] et d'autres chercheurs [Oviatt et al. 2003] relativisent l'engouement porté à ce mouvement. Par ailleurs, des études sont faites sur l'utilisation d'avatars [Jalali-Sohi & Baskaya 2001] assistant le client et pouvant être interrogés via plusieurs modalités. De plus, rappelons que dans cette thèse, l'accent sera mis prioritairement sur la « multicanalité²⁴ » et pas sur la multimodalité.

Le potentiel de l'interaction multimodale pour le e-Commerce est donc à explorer. Dans cette optique et en considérant l'apparition d'appareils mobiles, nous allons étudier un cas particulier qui nous semble très intéressant dans notre domaine d'étude : le m-Commerce. Celui-ci est un proche « parent » du e-Commerce, mais dans un contexte de mobilité.

²¹ Par exemple basés sur VoiceXML.

²² Jeu de football par SMS.

²³ Lorsque le chirurgien opère avec ses deux mains, il doit pouvoir utiliser d'autres modalités, comme la voix, un geste (pression du pied sur une pédale, par exemple), etc. pour exprimer ou pour effectuer une action...

²⁴ Ce terme n'existe pas dans la langue française, mais nous l'utilisons pour signifier le domaine multicanal, comme le terme multimodalité est employé pour signifier le domaine multimodal.

1.7 Etat de l'art et pratiques du m-Commerce

Dans le rapport d'étude [Chevrin 2006], nous avons étudié en détail le m-Commerce. Ici, nous tirerons simplement les enseignements relatifs à cette étude qui ont une importance pour notre problématique de thèse ainsi que sur la conception de notre infrastructure logicielle et de notre architecture logicielle.

Tout d'abord, nous constatons que les professionnels du marketing devraient voir le m-Commerce comme un nouveau domaine qui s'ouvre à eux, une opportunité qu'il paraît important qu'ils saisissent. Dans un cadre plus général, il apparaît que l'informatique ubiquitaire²⁵ [Weiser 1993] peut avoir des avantages certains dans de nombreux domaines, comme le e-Commerce, la e-Formation, etc. Néanmoins, la contre performance du WAP peut être préjudiciable étant donné la mauvaise image laissée aux clients. Cependant, l'arrivée de l'iMode, du GPRS et de l'UMTS est une opportunité qui semble prometteuse pour inverser cette tendance (cela a d'ailleurs déjà commencé).

Par ailleurs, un débat est engagé pour définir exactement ce qu'est le m-Commerce et sa position par rapport au e-Commerce. Les travaux d'autres chercheurs [Kalakota et al. 1996], [Dholakia et al. 2003] et [Veijalainen et al. 2003] traitent de ce sujet assez récent. En ce qui nous concerne, nous n'entrerons pas dans ce débat dans le cadre de nos travaux. Ce que nous pouvons retenir, c'est qu'il n'existe, à ce jour, aucune définition unifiée du m-Commerce et que beaucoup de contradictions apparaissent dans la littérature. **Ce qui est intéressant et impératif pour nous, c'est de gérer ces deux domaines dans une seule et même architecture logicielle.** En effet, il paraît illusoire de concevoir, dans le cadre du marketing direct, deux systèmes parallèles pour gérer m-Commerce et e-Commerce. Sur ce point, il y a d'ailleurs déjà des avancées que nous devons noter ici, particulièrement en ce qui concerne l'intérêt tout particulier porté aux centres d'appels, par les professionnels du marketing direct. En effet, si le vocal est le canal le plus usité aujourd'hui pour la prise de commande, les centres d'appels devenant multicanaux, se voient de plus en plus munis de systèmes permettant la gestion des SMS, des e-Mails, et des systèmes de visioconférence²⁶, etc. Cela entraîne la gestion parallèle du e-Commerce et du m-Commerce, tout en restant évidemment sans rupture pour le client, c'est-à-dire « seamlessness » pour les chercheurs en IHM. Cela signifie que la transition de e-Commerce à m-Commerce au sein des applications doit être transparente pour les clients / prospects ou plus généralement, pour les utilisateurs du système.

De plus, certains chercheurs se sont penchés sur l'état du m-Commerce : ce qu'il pourrait être aujourd'hui, ce qu'il est réellement et ce qu'il pourrait devenir. C'est le cas de [Stafford & Thomas 2003]. Quelques auteurs, comme [Jarvenpaa et al. 2003], [Lee & Benbasat 2003], ou encore [Viswanath et al. 2003], mettent un frein à l'engouement pour le m-Commerce, ou plus précisément, ils rappellent qu'il reste du chemin à parcourir et bien des obstacles (par exemple les contraintes techniques des objets mobiles...) à lever avant de faire du m-Commerce l'égal du e-Commerce (au niveau intérêt qu'y portent les clients, du chiffre d'affaires, etc.). Ces auteurs et d'autres, comme [Rao & Minakakis 2003], [Sarker & Wells 2003] et [Tarasewich 2003] donnent des pistes de recherches pour améliorer l'utilisabilité des

²⁵ On peut parler également de « Pervasive Computing » ou de « Ambient Intelligence ». Ici nous ne nous focalisons pas sur la définition, mais sur le courant de pensée.

²⁶ Par exemple dans les CAF (Caisse d'Allocations Familiales) et les CPAM (Caisse Primaire d'Assurance Maladie) de l'Allier pour les déficients auditifs, <http://www.moulins.ameli.fr/151/DOC/152/article.html>.

services fournis via les appareils mobiles, tout en tenant compte de leurs caractéristiques particulières.

Nous pouvons scinder ces pistes en deux groupes :

- Techniques : les auteurs disent qu'il faut absolument tenir compte des caractéristiques techniques des appareils afin de formater les contenus de manière adaptée ;
- Stratégique : le m-Commerce va au-delà de la miniaturisation des pages Web. Les services proposés en m-Commerce ne sont pas les mêmes que ceux proposés en e-Commerce.

Il y a un point qui est, selon nous, important à retenir ici. En effet, les scénarios de plus en plus complexes de commerce, qu'il soit mobile, électronique, ou autre... se multiplient. Par exemple, un client peut très bien effectuer sa commande via le Web et payer via un portail WAP. Il est donc nécessaire de mettre en place une plate-forme d'intermédiation entre les volets e-Commerce et m-Commerce. La convergence de ces deux domaines est, pour nous, incontournable. C'est pourquoi, nous reformulons, ici, les deux points fondamentaux au centre des différences entre ces deux domaines et dont nous devons tenir compte dans notre infrastructure logicielle et notre architecture logicielle :

- L'adaptation au périphérique utilisé, ce qui fait référence au domaine de la plasticité [Thévenin 2001] (« de surface ») des interfaces ;
- Le(s) service(s) rendu(s) par le biais du ou des appareils utilisés.

Cette réflexion est très importante pour nous car elle va influencer la conception de notre infrastructure logicielle ainsi que notre architecture logicielle. En effet l'ensemble e-Commerce – m-Commerce doit être géré et cela complexifie notre travail de manière significative. C'est un des aspects non négligeables qui légitime les travaux que nous avons fourni pour la réalisation du cadre théorique que nous présentons dans le chapitre 3.

Avant de clore ce premier chapitre, et après avoir présenté certains aspects du marketing direct, nous allons dégager quelques questions de recherches liées aux différents concepts abordés précédemment. C'est l'objet de la prochaine section.

1.8 Tendances

Nous avons jusque là explicité certains concepts et notions dans le cadre du commerce électronique, mais aussi dans le cadre du mobile commerce, et plus largement autour du marketing direct. Cette thèse s'inscrit totalement dans ces domaines de recherche. Néanmoins, nos travaux sont fortement orientés vers les Interactions Homme-Machine. A partir de là, nous pouvons d'ores et déjà dégager plusieurs questions de recherches transverses à ces différentes matières. Plus précisément, nous pouvons explorer trois points de vue :

- IHM et mobilité ;
- IHM et e-Commerce ;
- Le e-Commerce, l'interaction et la confiance ;

Nous allons, dans cette section, étudier respectivement ces trois cas.

1.8.1 IHM et mobilité

La généralisation des réseaux sans fil et la multiplication des DU ultra légers transforment en profondeur les applications informatiques, tant dans leur conception que dans leur usage. Nous passons progressivement de l'informatique confinée aux systèmes ambiants, de la station de travail sédentaire aux espaces interactifs adaptatifs assemblés de manière opportuniste. Les notions d'ubiquité et de mobilité sont fondamentales dans la vision de l'informatique évanescence, pervasive, ubiquitaire ou ambiante (disappearing computer, pervasive computing [Satyanarayanan 2001], ubiquitous computing [Weiser 1991] et [Weiser 1993], ambient intelligence [Ducatel et al. 2001], nomadic computing [Bagrodia et al. 1995] et [Cross-industry working team 1995]).

L'intégration de technologies mobiles et la montée en puissance d'Internet vont permettre le développement de nouvelles applications dites context-aware. Concernant ce domaine, de nouvelles informations vont être à prendre en compte, notamment les données spatio-temporelles relatives à l'utilisateur. En effet, les services et applications ont besoin de tenir compte des caractéristiques spécifiques des environnements mobiles. Les appareils mobiles, actuels ou à venir, ont une grande implication dans la conception des interfaces utilisateur. Ces DU partagent un problème commun : tenter de donner à leurs usagers, un accès à des services et des ressources qui demandent une grande puissance de calcul au travers de petites interfaces, avec de petits écrans, des qualités audio médiocres, etc. Ils introduisent également de nouveaux challenges tels que la conception d'applications en tenant compte des réseaux d'accès intermittents et chers, de la géolocalisation et de la sensibilité au contexte. En plus des conditions de mobilité et de taille, les périphériques mobiles sont utilisés par une plus large population que les PCs traditionnels et ce, sans « entraînement » préalable. En outre, un simple usager est susceptible de posséder simultanément plusieurs DU mobiles [Dunlop & Brewster 2002] et ceux-ci peuvent interagir entre eux pour la réalisation de tâches différentes.

Les DU mobiles apportent cinq challenges aux concepteurs en IHM :

- **Concevoir en vue de la mobilité** : Comme les utilisateurs sont mobiles, ils n'auront pas beaucoup d'accessoires autour d'eux (par exemple des notes sur les bureaux), ils devront travailler avec de petits DU, et ils seront très loin d'avoir un environnement de travail idéal, d'autant plus qu'il sera susceptible de changer totalement avec les mouvements de l'utilisateur (mobilité).
- **Concevoir pour une population hétérogène (novice/expert)** : Les utilisateurs n'auront, dans la plupart des cas, aucune formation formelle pour utiliser leurs technologies (périphériques), qu'ils considèrent comme des DU à utiliser (de manière la plus intuitive possible), plutôt que des ordinateurs à configurer, maintenir, etc.
- **Concevoir pour des équipements d'entrée/sortie limitées** : Les tailles d'écran vont s'améliorer en résolution, en termes de couleurs et de pixels par cm, mais ils seront toujours de petite taille étant donné leur nécessité de portabilité. On peut d'ailleurs s'apercevoir que les DU mobiles tendent à être de plus en plus petits et légers et surtout hétérogènes. En ce qui concerne le son, nous avons vu que la qualité en sortie est bien souvent médiocre et en entrée la reconnaissance de la parole est généralement limitée. Les claviers sont limités en taille et en nombre de touches. En ce qui concerne les autres systèmes de pointage, ils sont habituellement difficiles à utiliser, surtout dans un contexte de mobilité. De plus ils sont hétérogènes, ce qui ne facilite pas le travail des concepteurs.
- **Conception pour les informations de contexte (incomplètes et changeantes)** : Au travers de divers sondes et réseaux, les DU mobiles peuvent avoir conscience (« aware ») de leur contexte, comme par exemple la position courante de l'utilisateur via un système GPS.
- **Conception pour le traitement multitâche des utilisateurs en cas d'événements prévus ou non pour la plupart des utilisateurs** : Le multitâche et le support pour l'interruption d'une tâche sont un des points forts dans la conception pour les ordinateurs de bureau. Avec les DU mobiles, les opportunités et la fréquence des interruptions sont probablement plus grandes étant donné les environnements dans lesquels les DU sont utilisés. Dans ce cadre, il faut regarder du côté des événements de l'activité moderne. On peut considérer deux sortes d'événements [Collet et al. 2004] : les événements imprévus, souvent résultant d'une défaillance et les événements provoqués, qui sont émis pour un but précis. Les concepteurs d'IHM devraient donc idéalement prévoir ces différents événements. Néanmoins, toutes les possibilités peuvent être difficilement prévues à l'avance. Dans ce cas, un processus d'assistance à l'utilisateur en cas d'événement néfaste devrait être prévu afin de l'aider à résoudre le problème.

1.8.2 IHM et e-Commerce

Internet et le World Wild Web ont révolutionné nos vies au quotidien et la manière dont le « business » est conduit. Depuis 1997, le Web a évolué vers un système utilisé par les entreprises et est devenu un véritable modèle économique à part entière. Le Web utilisé pour le e-Commerce continue à évoluer encore aujourd'hui et ce depuis plusieurs années. Par ailleurs, les mentalités ont également évolué en ce qui concerne les utilisateurs et en l'occurrence les clients. En effet, si hier encore, on pouvait admettre des bas débits et des qualités de sites médiocres, aujourd'hui il en est tout autre. En effet, avec l'arrivée du haut et très haut débit, et en admettant une évolution des mentalités due à la forte croissance du nombre des utilisateurs d'Internet, les professionnels du marketing direct doivent mener de gros efforts pour maintenir l'intérêt du client pour leurs sites. Cela est accentué par un

phénomène de grande concurrence et l'évolution des compétences des internautes qui savent maintenant comparer aisément et rapidement les qualités, prix, etc. A partir de là, nous constatons que trois domaines inhérents aux IHM sont indispensables pour une bonne qualité de site :

- La conception des interfaces ;
- L'utilisabilité ;
- La confiance.

On peut aisément constater qu'aujourd'hui, la plupart des sites de e-Commerce posent des problèmes d'utilisabilité au sens de Nielsen [Nielsen 2000]. Un gros travail, surtout au niveau ergonomique, est à fournir dans le domaine du e-Commerce si les organisations ne veulent pas voir leurs clients se désintéresser de leurs sites. L'utilisabilité peut être définie en termes de plusieurs critères standards : la possibilité de trouver un chemin au travers du Web, ou plus précisément au travers des différents liens d'un site, localiser l'information désirée, toujours savoir où l'on se trouve et ce que l'on peut faire (dans l'arborescence du site), et enfin, un aspect très important, faire tout cela avec un minimum d'effort. En effet, un utilisateur qui va passer trop de temps sur un site à cause de son utilisabilité réduite risque d'abandonner. Nous avons vu précédemment que L. Lohsé [Lohsé 2000] a travaillé sur l'ergonomie et l'utilisabilité des sites de e-Commerce. D'autres chercheurs comme Bastien, Scapin et Leulier se sont intéressés plus largement à l'ergonomie des sites Web en général [Bastien et al. 1998].

La conception des sites Web est primordiale dans une orientation e-Commerce. Nielsen a beaucoup travaillé sur l'utilisabilité des sites Web, par exemple dans [Nielsen & Mack 1994] ou [Nielsen 1993]. Il décrit alors un certain nombre d'erreurs qui peuvent survenir sur ces sites la plupart du temps [Nielsen 1999]. On peut trouver par exemple, des temps de téléchargement lents, des couleurs de lien non-standards, des barres de scroll trop longues, etc. Il propose alors un certain nombre de guides pour réaliser des sites de meilleure qualité essentiellement en terme d'ergonomie.

Dans le contexte du e-Commerce, il est également important de comprendre les processus mis en œuvre lorsque des internautes (clients potentiels) vont sur un site Web pour acheter des articles ou services. Ceux-ci se basent sur la notion fondamentale que les sites devraient être faciles à la navigation et à la compréhension. Néanmoins, les concepteurs de site web devraient aussi comprendre le processus d'achat et devraient créer des designs qui feraient de l'achat, un acte facile à réaliser. [Miles et al. 2000] commencent à adresser ce problème en suggérant qu'un site de e-Commerce est un type de « système de support à la décision » qui supporte l'étape de décision d'achat. Ces étapes incluent : i) rechercher les produits qui répondent aux critères de l'acheteur, via la navigation disponible ou les aides de recherche ; ii) gérer les critères de recherche (de nouvelles informations peuvent amener l'acheteur à réévaluer les critères du produit et à l'augmenter ou le raffiner) ; et iii) la comparaison des produits. Cette approche de type aide à la décision sear aussi la notre.

[Nah & Davis 2000] donnent quelques suggestions pour les futures recherches dans le domaine de la conception des sites Web afin de supporter de manière efficace les décisions d'achat de l'acheteur. Ils ont groupé ces recherches sous les trois comportements majeurs d'achat :

- La recherche des produits ;
- La gestion des critères de recherche ;
- La comparaison du produit.

Pour plus de détail sur ce point, nous invitons le lecteur à voir les travaux de [Nah et Davis 2002].

1.8.3 Le e-Commerce, l'interaction et la confiance

Nous allons maintenant parler de confiance en e-Commerce. Un des facteurs fondamentaux du manque d'entrain de la part de beaucoup de personnes à fournir des informations ou à acheter en ligne, est « *the fundamental lack of faith (or trust) between most businesses and consumers on the Web* » [Hoffmann et al. 1999]. Autrement dit, la confiance est primordiale pour les relations d'échange en ligne. [Keen 1997] avance que le manque de confiance des consommateurs est la plus grande barrière significative au e-Commerce à long terme. Nous pouvons donc nous poser une question fondamentale en ce qui concerne le succès du e-Commerce à partir d'une perspective IHM : comment les technologies peuvent-elles être élaborées pour inspirer confiance aux consommateurs ? Pour répondre à cette question, il faut s'intéresser au concept de confiance des consommateurs dans les environnements en ligne. Ce n'est pas l'objet de cette thèse, c'est pourquoi nous n'irons pas plus loin dans cette perspective²⁷.

Précédemment dans ce chapitre, nous avons introduit la notion de rupture de l'interaction entre le client et l'organisation. **Selon nous, c'est un point très important en ce qui concerne la confiance. En effet, lorsqu'elles surviennent, elles peuvent créer, chez le client, une impression de défaillance du côté de l'organisation. Cela peut se répercuter par la perte de confiance du client. C'est pourquoi, il est impératif que les ruptures soient évitées autant que faire se peut. Il faut également prévoir des mécanismes de récupération de l'interaction, ou du dialogue dans le cas où l'une de ces ruptures surviendrait.** Si le dialogue est restauré avec le client, alors l'organisation a une possibilité de garder une bonne image envers le client. Selon le préjudice occasionné par la rupture, l'organisation pourra éventuellement envisager de faire un geste commercial à son client (frais de ports gratuits, etc.). L'essentiel est de garder la confiance des clients. Nous devons tenir compte de ce constat dans la conception de notre infrastructure logicielle et dans son architecture logicielle.

²⁷ Néanmoins, pour en savoir plus sur ce sujet, on peut par exemple consulter les travaux de [Nah & Davis 2002].

1.9 Conclusions et ce qu'il faut retenir de ce chapitre

Ce chapitre nous a permis d'introduire le e-Commerce et le m-Commerce et de faire le lien avec l'interaction (celle qui est au cœur de la relation Client-Organisation dans un contexte BtoC). Nous avons également pu établir quelques concepts de bases qui vont nous servir tout au long de ce manuscrit.

Nous avons donné ici des informations essentielles pour comprendre la suite de nos travaux. Dans ce chapitre, nous pouvons tirer un certain nombre d'informations que nous avons rassemblé sous la forme d'hypothèses de travail synthétisées dans la Figure 12.

- H1 : Le e-Commerce est l'utilisation d'une source de connaissance informatique pour satisfaire les transactions.
- H2 : Nous nous focalisons sur le BtoC / marketing direct car c'est là, avec le « grand public » qu'il y aura le plus de richesse, et le plus de problèmes, dans la conception de l'IHM.
- H3 : La collaboration et le maintien d'un contexte commun sont fondamentaux dans le cadre de la gestion de la connaissance, au cours d'une interaction.
- H4 : Intégrer les recherches en gestion de la connaissance et celles sur le e-Commerce et les étudier conjointement est très important.
- H5 : Le e-Commerce et le m-Commerce doivent être gérés sur une même et seule plate-forme à l'image des nouveaux centres d'appels, même si dans ce cas le vocal reste le canal le plus usité aujourd'hui.
- H6 : Les travaux dans le domaine de « l'Intelligence Ambiante » vont améliorer la gestion du contexte d'interaction (lieu bruité, localisation, contexte psychologique, etc.).
- H7 : Les ruptures d'interaction sont un réel problème auquel doivent faire face les professionnels du marketing direct. Ces ruptures peuvent apparaître notamment lors d'un changement de canal.
- H8 : Le m-Commerce n'est pas le e-Commerce en situation de mobilité, mais bien un nouveau domaine à part entière, possédant un marché propre et nécessitant un nouveau modèle économique.
- H9 : L'essor du m-Commerce n'est pas seulement lié aux améliorations techniques, mais également à la pertinence, au nombre et à la qualité des services offerts.
- H10 : Le potentiel de la multimodalité est à nuancer. En effet, il faut trouver de nouveaux usages qui bénéficieraient des avantages de la multimodalité pour le e-Commerce, et plus particulièrement pour améliorer la qualité des interactions Client-Organisation.
- H11 : La modélisation des organisations et des systèmes d'information peut être de type « conversationnelle » ou « dialogique ».
- H12 : Les ruptures ont une influence sur la confiance des clients envers l'organisation. Une rupture peut ainsi diminuer la confiance d'un client et donc une baisse de sa loyauté.
- H13 : Les grands services du marketing direct (commande, réclamation, service après vente (SAV)), peuvent être décomposés en phases autonomes pouvant être composées en fonction de l'interaction proposée.
- H14 : La composition des phases (H13) peut être faite, quelques fois, sur l'initiative du client, c'est le Self-Service.

Figure 12 : Les hypothèses à retenir du chapitre 1

La Figure 12 récapitule des hypothèses de travail et constats sur lesquels nous nous baserons durant cette thèse. L'élaboration de ces hypothèses de travail et constats s'est faite à long terme. En effet, ils résultent non seulement d'études bibliographiques relativement poussées dans différents domaines (IHM, e-Commerce, m-Commerce, modèles de tâches,

context-aware, multimodalité, etc.), mais également d'échanges avec nos partenaires qui nous ont ainsi apporté leur expérience du terrain en matière de VAD (le e-Commerce est un prolongement naturel de la VAD). Ainsi, ce premier chapitre nous permet de tirer quelques enseignements importants pour cette thèse.

Les professionnels du e-Commerce et du m-Commerce et les chercheurs en IHM ont grand intérêt à se rapprocher et à collaborer. Cela doit passer par une mise en place d'un vocabulaire commun et permettra d'avoir une base commune de connaissance. En effet, aujourd'hui, multicanal ou même multimodal, ont des significations différentes selon le domaine que l'on étudie. Nous donnerons notre propre définition d'un canal dans le chapitre 3.

Outre ces constats, nous pouvons dire que notre apport scientifique dans ce chapitre est triple :

- (1) Nous avons jeté un pont entre IHM et VAD, ce qui, à ce jour reste original, selon nos investigations (tout du moins en France) ;
- (2) Les hypothèses de travail que nous avons élaborées résultent d'un long travail, et amorcent en quelques sortes, le cahier des charges des besoins actuels des professionnels de la VAD, auxquels les chercheurs en IHM sont susceptibles de pouvoir répondre et cela sur trois plans :
 - a. Théorique : proposer des modèles (formels ou semi-formels) de leurs différentes problématiques ;
 - b. Conceptuel : proposer des solutions au niveau des architectures logicielles et des infrastructures logicielles ;
 - c. Conseils en terme d'implémentation : les outils à utiliser, les tests de faisabilité, etc.
- (3) Nous pouvons dégager trois questions de recherches plus scientifiques et pertinentes au niveau des IHM grâce à ces investigations et à ces hypothèses (auxquelles nous essayerons de répondre tout au long de cette thèse) :
 - a. Comment intégrer les canaux au sein d'une plate-forme ? Cette question s'étend naturellement à la question de la gestion des interactions multicanales.
 - b. Est-il possible de gérer efficacement une interaction de manière « seamless » pour le client ? Si oui, comment ?
 - c. Comment gérer le découpage du processus d'exécution des canaux par un ensemble de services réutilisables et agencés (ordre d'exécution) en fonction du canal utilisé (et pourquoi pas d'autres paramètres...) ?

Il faut émettre une limitation sur la gestion des ruptures en ce qui concerne les applications de e-Commerce. En effet, la réparation de l'interaction se fait avec une limitation que les professionnels de la VAD soulignent : ils ne peuvent pas garantir la disponibilité d'un article au-delà d'un certain temps (très court) car cela dépend des stocks, dont la gestion est un point délicat. Le seul cas d'exception est lorsque le client a terminé sa transaction (il a payé sa commande).

Nous pouvons à présent entrer plus profondément dans le cœur de notre thématique. L'objet du chapitre suivant est le marketing, et en particulier son aspect multicanal.

Chapitre 2 : Le Marketing Interactif Multicanal et Multimodal

L'objet de ce chapitre est double. En effet, nous voulons tout d'abord présenter ce qu'est le marketing interactif multicanal, problématique générale et cœur de cette thèse, mais également mettre l'accent sur les différentes significations du terme multicanal, selon le domaine où l'on se place.

Dans la première section de ce chapitre, nous parlons de marketing direct et de multicanal. A l'aide de scénarios, nous précisons ce que nous entendons par multicanal. Nous étudions des cas pratiques, comme les centres d'appels ou encore l'Audiotel. Dans la seconde section nous dressons un bilan de la première section et des questions de recherches qui en découlent. Dans la troisième section nous portons un regard critique sur le potentiel des standards et technologies « MultiModal Interaction » (MMI). Ces technologies pourraient être utilisées, par exemple, dans le cadre du marketing. Nous terminons cette section par la présentation de deux prototypes expérimentaux. Dans la quatrième et dernière section, nous donnons quelques éléments synthétiques d'une comparaison entre approches multicanales et multimodales.

2.1 Le marketing direct et le multicanal

Pour être rigoureux, il faut réellement différencier les vues IHM des vues marketing en terme de multicanal. En effet, pour les professionnels du marketing direct, un canal est un système de distribution homogène. Selon eux, il existe trois grands canaux de distribution :

- La vente directe : l'entreprise est en contact physique avec sa cible finale – entreprises ou consommateurs – et vend ses produits ou services sans aucun intermédiaire ;
- La vente indirecte : l'entreprise commercialise son offre par l'intermédiaire de réseaux externes ;
- La vente à distance : elle s'opère de façon indirecte, mais la cible finale est contactée par téléphone (télévente), courrier (mailing) ou Internet.

C'est en utilisant ces trois canaux que l'entreprise, peut, le plus facilement avec plus de succès et moins de frais pour l'organisation, couvrir la totalité de son marché. En effet, plus les entreprises toucheront de clients, plus elles pourront espérer faire du bénéfice. Il est vrai qu'aucun canal à l'heure actuelle ne couvre la totalité du marché, c'est-à-dire qu'aucun canal ne propose tous les services mis à disposition par ces entreprises, et ce n'est pas, en réalité, le but du multicanal, bien au contraire. En effet, plutôt que d'avoir un « super » canal couvrant tous les services offerts par l'entreprise, il est préférable de diversifier et spécialiser plusieurs canaux. Les professionnels voient ici une opportunité de concentrer une cible par canal²⁸.

En IHM, nous allons nous placer à un grain plus fin et nous intéresser plus particulièrement à la vente à distance. En effet, au sein de ce canal, au sens du marketing, on peut distinguer plusieurs canaux de communication distincts (téléphone, Internet, magasins, etc.). C'est également le cas dans le domaine du marketing direct qui est une stratégie de communication qui s'inscrit dans une logique d'entreprise. Le marketing direct au coup par coup n'existe pas. Tout au plus s'agit-il de mailings ou d'opérations utilisant certaines techniques du marketing direct. Elles sont souvent facteur de désorganisation et rarement rentables. Une opération de prospection qui ne serait suivie d'aucune autre campagne

²⁸ Salon de la Vente à Distance : VAD Lille Grand Palais du 13 au 15 Octobre 2004.

(promotion, relance, information, fidélisation...) serait comme un pont construit sans aucune route pour y accéder. Les opérations programmées doivent voir leur objectif clairement défini et s'enchaîner de manière logique. Elles doivent avoir été pensées pour s'intégrer à l'organisation et à la capacité de production de l'entreprise, ainsi qu'à ses possibilités de suivi commercial. Cette intégration dans l'organisation de l'entreprise est primordiale car il ne sert à rien de remplir des dizaines ou des centaines de fiches contact, si au bout de deux semaines les neuf dixièmes d'entre elles restent inexploitées (ou plutôt, si cela sert la concurrence, car l'image de cette entreprise qui a monté une opération mais qui n'est pas capable de la suivre en sortira ternie). Les campagnes se renforcent mutuellement pour remplir plusieurs objectifs au fil du temps (prospection, fidélisation, augmentation des ventes moyennes, diversification...) et établissent un lien durable, individualisé et riche avec chaque personne qui constitue une cible.

En marketing direct, mais également en IHM, nous allons donc parler de canaux de communication, diversifiés et hétérogènes qui sont susceptibles d'être utilisés à des fins commerciales (vente, publicité, Hotline, SAV²⁹, etc.). Nous pourrions bien évidemment étendre notre champ d'action à d'autres domaines, comme le e-Learning par exemple.

2.1.1 Présentation de scénarios d'interactions multicanales

Nous présentons ici, cinq scénarios d'interactions multicanales dans le cadre du marketing direct. Ces scénarios vont permettre de discerner plus facilement les différents problèmes en la matière. Nous résumons ensuite, dans le Tableau 2, les différents cas de figure qui se présentent.

Scénario 1 : De la recherche du produit à la validation et confirmation de la commande

Considérons l'interaction globale entre un client et une organisation spécialisée dans le marketing direct lors d'un acte d'achat. Imaginons ce client désirant acheter une paire de baskets bien précise, ainsi qu'une paire de chaussettes.

Il va d'abord y avoir une phase de recherche du produit (on considère que le client va acheter dans cette organisation précise et pas dans une autre). Celle-ci va se dérouler via un catalogue papier. Lorsque le client a repéré les différents articles, il va essayer d'obtenir plus d'informations sur le catalogue numérique du site Internet de l'organisation. Néanmoins, arrivé sur ce site de commerce électronique, il ne trouve pas les renseignements qu'il désire, et il est complètement désorienté. Il n'arrive pas à retrouver les articles qu'il a vu sur le catalogue papier.

Une solution s'offre à lui. Il peut demander à une conseillère de l'aider dans sa tâche en prenant le contrôle de son ordinateur à distance et en étant en même temps en conversation téléphonique avec lui. Il opte pour cette solution en cliquant sur un bouton pour signaler à l'organisation qu'il est en difficulté. Une conseillère (disponible) va alors le rappeler par téléphone (possibilité de passer par le réseau IP au cas où le client n'aurait qu'une ligne téléphonique pour le modem et le téléphone, nous considérons ici que le modem est ADSL³⁰ ou que le client dispose de deux lignes téléphoniques distinctes) et va prendre le contrôle de

²⁹ Service Après Vente.

³⁰ Signifie « *Asymmetric Digital Subscriber Line* » en anglais, mais la définition française est « Ligne d'abonné numérique à débit asymétrique ». La traduction officielle est : « raccordement numérique asymétrique » (RNA) ou « liaison numérique à débit asymétrique ».

l'ordinateur à distance. Nous sommes alors ici dans une situation de co-browsing. La conseillère peut montrer au client comment accomplir sa tâche en expliquant, par téléphone, ce qu'elle fait. Le client, quant à lui, peut visualiser les actions sur son ordinateur, écouter les explications de la conseillère et pourquoi pas poser des questions. Ils remplissent donc ensemble le caddie virtuel.

Ce dernier contient maintenant tous les articles dont il a besoin. La conseillère peut alors laisser le client reprendre le contrôle de sa machine et terminer la conversation téléphonique. Après cette phase de remplissage du « panier », le client peut valider sa commande. Dès lors, il peut passer à la phase de paiement. Le système lui propose plusieurs possibilités pour effectuer cette tâche :

- Via le Web par carte bancaire ;
- Par l'envoi d'un chèque ;
- Via le téléphone : Serveur Vocal Interactif par carte bancaire ;
- Via le téléphone : Conseillère par carte bancaire ;
- Via le WAP par carte bancaire.

Le client décide de payer avec sa carte bancaire, mais à l'aide d'une conseillère « humaine » représentant l'organisation. Il appelle donc l'organisation avec son téléphone. Nous considérons que l'entreprise possède un CTI³¹ (Computer Telephony Integration) couplé à son centre d'appels. Cette technologie permet d'authentifier le client par son numéro de téléphone et de présenter les informations le concernant à la conseillère concernée. Ainsi, celle-ci accueille le client en lui indiquant qu'il a une commande validée mais pas encore payée. Le client communique alors son code de carte bancaire pour effectuer cette tâche, ainsi que sa date de validité et le cryptogramme (les trois derniers chiffres du numéro se trouvant au dos de la CB). La conseillère lui donne ensuite les modalités et les délais de livraisons.

Un peu plus tard, le client reçoit un SMS sur son téléphone portable lui indiquant que sa commande a bien été validée et payée et la date à partir de laquelle il pourra être livré.

Le lendemain, il constate que l'organisation lui a envoyé un e-Mail, donnant des informations complémentaires au SMS, lui proposant de voir les images des articles commandés et plusieurs offres promotionnelles du moment, etc.

Quelques jours plus tard, il est livré. Peu de temps après, il reçoit un nouveau SMS lui demandant s'il est satisfait de sa commande, le cas échéant de rappeler un numéro. Une publicité pour des sonneries et logos accompagne ce SMS.

Dans ce scénario, nous trouvons du couplage synchrone et asynchrone de canaux. Ces propriétés sont importantes pour la suite de nos travaux. En effet, gérer ces différents types de couplages est complexe. Nous détaillerons cela plus loin dans ce manuscrit.

Scénario 2 : Géolocalisation de clients

Un client d'un groupe de vente de vêtements passe à proximité de l'un de ses magasins. Il reçoit alors un SMS, contenant un tag spécial équivalent à un code barre (ce genre de tag est déjà utilisé au Japon avec le système felicica [BNP 2005]), quelques informations lui indiquant qu'il peut avec celui-ci, bénéficier d'une remise de 15% sur sa prochaine commande, ainsi qu'un numéro de téléphone à utiliser s'il désire plus d'informations.

³¹ Siebel (<http://www.siebel.com/>) et Cisco (<http://www.cisco.com/>) sont des leaders dans ce domaine.

Lorsqu'il rentre chez lui, il appelle une conseillère pour savoir comment utiliser son code barre. Celle-ci lui dit alors qu'il peut bénéficier de 15% de remise sur sa commande grâce à la lecture optique du tag présent sur le SMS, en allant chercher sa livraison dans un des points de vente du groupe.

Le client décide de consulter le site de e-Commerce du groupe. Il trouve quelques articles qui l'intéressent et demande un paiement à la livraison, dans un des magasins de l'enseigne.

Quelques jours plus tard, il reçoit un e-mail lui précisant que son colis est arrivé au magasin. Il va alors chercher ses articles munis de son SMS. Arrivé au magasin, il paye et obtient sa réduction de 15%, ainsi que son colis.

Dans ce scénario, nous trouvons de la géolocalisation et du couplage asynchrone de canaux. En outre, nous pouvons noter la présence d'une technologie particulière utilisant des tags sur SMS. Dans ce cas, nous pouvons faire le parallèle avec la version non électronique de ce scénario avec les coupons de réduction que l'on reçoit par courrier postal.

Scénario 3 : Cas de ruptures (involontaires ou pas) dans une interaction

Un individu attend son train dans une gare possédant des bornes WiFi. Comme il a du temps devant lui, il décide de regarder le catalogue numérique d'un groupe de Vente à Distance via son PDA. Il décide de remplir son caddie virtuel de différents articles qui lui semblent intéressants. Son train arrive, il met alors volontairement un terme à l'interaction avec l'organisation. Le soir, de chez lui, il se connecte à Internet et consulte, via son navigateur Web, installé sur son PC, le « panier » qu'il a rempli quelques heures plus tôt. Il regarde alors en détail les articles qu'il avait sélectionnés, et peut faire le tri, ayant des informations plus précises sur les produits. Il commence donc à remplir son caddie virtuel. A ce moment, une coupure du réseau survient (le client n'ayant pas validé son panier), c'est ce qu'on peut appeler une rupture involontaire de l'interaction entre le client et l'organisation. Le client ne peut donc pas continuer la transaction sur ce canal et décide de passer sa commande via le téléphone. Comme il est déjà plus de 22h, il arrive directement sur le SVI (Serveur Vocal Interactif) de l'organisation. C'est alors un automate vocal qui va continuer la transaction. La machine demande tout d'abord au client de s'authentifier. Lorsque cette tâche est accomplie, l'automate détecte que le client a déjà rempli un caddie virtuel. Le SVI demande ainsi au client s'il désire modifier son panier, recommencer une autre commande, ou simplement payer. Celui-ci décide de retirer un article puis de payer, ce qu'il fait à l'aide de sa carte bancaire. Il choisit ensuite une livraison à domicile. Enfin, il confirme sa commande et met un terme à l'interaction en raccrochant son téléphone.

Le lendemain, lorsque le client consulte ses e-Mails sur son lieu de travail, il constate que l'organisation lui a envoyé un message lui confirmant sa commande, récapitulant son contenu et son montant total et lui indiquant qu'il sera livré dans les 72 heures.

Le lendemain, il reçoit un SMS lui annonçant que suite à un problème de stock, sa commande arrivera plus tard que prévu. Pour en savoir plus, le SMS incite le client à appeler un numéro de téléphone. Il compose alors ce numéro, et là une conseillère lui indique pourquoi il y a ce retard et en profite pour lui indiquer qu'il peut recevoir la promotion de la semaine en même temps que sa commande s'il la prend tout de suite. Le client n'est alors pas intéressé. La conseillère lui donne ensuite le nouveau délai de livraison et ils mettent un terme à l'interaction.

Quelques jours plus tard, il reçoit sa commande avec un bon de réduction de 10 % à valoir sur sa prochaine commande pour compenser le retard de la livraison.

Dans ce scénario, nous trouvons du couplage asynchrone de canaux, et différentes ruptures dans l'interaction, dont l'une, involontaire, est due à des problèmes techniques (réseaux).

Scénario 4 : Rappel automatique en cas de rupture

Un client regarde une émission de télé-achat d'un groupe de VAD sur sa télévision interactive, par exemple diffusée en MPEG4 via le satellite, l'ADSL ou la TNT (Télévision Numérique Terrestre). A l'aide de son PDA³², il enregistre les codes barres associés aux différents produits qui apparaissent sur son écran. Cela lui permet de remplir facilement son caddie virtuel. Lorsqu'il a terminé, il valide son « panier ». Ensuite, pour plus de confort, il va sur son ordinateur, se connecte au site de commerce électronique du groupe via son navigateur Web et consulte sa commande qu'il va payer en ligne. Pour cela, il utilise sa carte bancaire. Il est sur le point de choisir son mode de livraison, lorsqu'une coupure réseau survient. Il est alors frustré et inquiet, puisqu'il a payé sa commande, mais n'a pas indiqué le mode de livraison. L'organisation doit repérer cette rupture à ce moment de la transaction. Le système va alors rappeler le client sur son téléphone portable. Un automate va lui demander s'il désire toujours valider sa commande et ensuite va le guider pour qu'il puisse choisir un mode de livraison. Le client demande ainsi à être livré dans un relais³³ du groupe (près de chez lui). L'interaction se termine.

Quelques instants plus tard, le client reçoit un SMS, lui confirmant sa commande, son choix de livraison et la date à partir de laquelle il pourra venir retirer son colis au relais.

Dans ce scénario, nous trouvons du couplage asynchrone de canaux, une rupture involontaire de l'interaction due à des problèmes réseaux. Nous observons deux points techniques particuliers, l'utilisation d'un PDA comme un lecteur de code barre et un rappel automatique du client par le système en cas de rupture « suspecte ».

Scénario 5 : Changement de canal en fonction du « contexte » d'interaction

Un individu est chez lui, un matin. Il regarde le catalogue papier d'un groupe de VAD. Il écrit quelques références d'articles sur un coin de feuille et part travailler en bus. Arrivé à son bureau, il décide de passer sa commande via le Web (qu'il ne possède pas chez lui). Néanmoins, il ne désire pas mettre son numéro de carte bancaire sur la machine de son bureau. Il décide donc de choisir son mode de livraison, à domicile et de faire une « pause » dans la transaction afin de payer plus tard, par téléphone. Le soir, il reprend le bus pour rentrer chez lui, et profitant du trajet, il appelle le SVI de l'organisation afin de payer et valider sa commande. Néanmoins, il s'aperçoit très vite que le milieu où il se trouve est bien trop bruyé pour réaliser sa tâche. Il va donc à nouveau interrompre la transaction. Quelques instants plus tard, il reçoit un SMS lui indiquant les différents moyens d'interagir avec l'organisation pour terminer sa transaction s'il le désire (le système ayant détecté une

³² Il faut faire l'hypothèse, ici, que le PDA est équipé d'une connexion WiFi et que l'utilisateur possède une ligne Internet.

³³ Un relais est un lieu géographique où les clients peuvent venir retirer leurs colis. Il peut être installé chez n'importe quel commerçant. Par contre, un relais n'est pas un point de vente, il sert uniquement de lieu de stockage des colis en attente d'être retirés. De plus, le commerce abritant le relais n'appartient pas au groupe de VAD.

commande en cours et plusieurs ruptures au moment du paiement). Il remarque ainsi qu'il peut réaliser cette opération via le WAP de son téléphone portable (ce qu'il ignorait auparavant). Il s'authentifie donc et entre ensuite les coordonnées de sa carte bancaire afin de terminer la transaction débutée quelques heures auparavant.

Plus tard dans la soirée, il reçoit un SMS lui indiquant que sa commande est bien enregistrée. Ce message lui indique qu'il peut savoir à tout moment où en est sa commande en appelant un numéro de téléphone spécifique.

Dans ce scénario, nous trouvons du couplage asynchrone de canaux. De plus, le système là encore détecte une rupture de l'interaction. Le contexte (environnement bruité) contribue au changement de canal pour terminer la transaction.

2.1.2 Synthèse des différents scénarios d'interactions multicanales

Dans ces différents scénarios, nous trouvons plusieurs cas de figure intéressants. Nous résumons tout cela dans le Tableau 2.

Particularité\Scénarios	1	2	3	4	5
Couplage asynchrone de canaux	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui
Couplage synchrone de canaux	Oui	Non	Non	Non	Non
Rupture volontaire de l'interaction	Non	Non	Oui	Non	Oui
Rupture involontaire de l'interaction	Non	Non	Oui	Oui	Non
Géolocalisation	Non	Oui	Non	Non	Non
Reprise automatique de l'interaction sur l'initiative du système	Non	Non	Non	Oui	Oui
Prise en compte du « contexte »	Non	Non	Non	Non	Oui

Tableau 2 : Récapitulatif des différents cas de figure présents dans nos cinq scénarios

Nous pouvons remarquer que la prise en compte du contexte n'est pas encore très répandue, néanmoins, des travaux sont effectués dans le domaine de « l'Intelligence Ambiante » notamment au sein de « l'Information Society Technologies Advisory Group » (ISTAG) [ISTAG]. Des scénarios plus riches en la matière devraient progressivement apparaître. D'ailleurs, l'ISTAG propose des scénarios futuristes « d'Intelligence Ambiante » dans [Ducatel et al. 2001].

De plus, il y a un point important à souligner : de plus en plus de DU apparaissent pour le grand public. On peut par exemple citer l'extrême diversité des téléphones portables, des PDA, bientôt la télévision interactive, les smartphones de plus en plus évolués, etc. avec des réseaux hétérogènes comme le WAP, le iMode, etc. Cette croissance exceptionnelle ouvre des perspectives pour les professionnels du marketing direct, car ils vont pouvoir multiplier les canaux de communication, et les moyens de toucher le client. Néanmoins cela augmente aussi la complexité, non seulement des couplages de canaux, mais également de leur intégration. En effet, si l'on considère les canaux qui existent à l'heure actuelle, la combinatoire des possibilités de couplage de ces canaux est infiniment grande. Cela va donc poser un problème, non seulement de gestion des interactions multicanales, mais également de prédiction des couplages intéressants et qui ont du sens. Une étude des usages sur une multitude de cas paraît utopique. Le cadre théorique, que nous présentons dans le chapitre 3 est un élément dans la résolution de ce problème.

Pour conclure sur ces scénarios, il faut également souligner le fait que dans un cas réel de rupture lors du remplissage du caddie, l'organisation ne peut pas assurer la réparation de l'interaction, si celle-ci se fait tardivement. En effet, nous touchons ici au problème délicat de la gestion des stocks. Ainsi, un article disponible en stock à l'instant t , peut se trouver indisponible à l'instant $t+1$. La gestion est difficile lors d'une simple commande, une rupture, allongeant le temps de la transaction (soldée par le paiement), complexifie encore le problème. C'est pourquoi, les politiques des organisations seront de garantir les stocks d'une transaction terminée (paiement effectué) et pas d'une interaction.

Ici, nous présentons synthétiquement le marketing multicanal. Nous allons donc tout d'abord présenter quelques-uns des canaux utilisés dans le cadre du marketing direct. C'est l'objet des deux prochaines sections.

2.1.3 Quelques évaluations de sites dans le contexte du marketing direct

Le développement des technologies et des infrastructures autour d'Internet fait du e-Commerce un enjeu primordial pour les professionnels de la VAD. Effectivement, on a vu depuis ces dernières années, une accélération dans l'apparition des sites proposant de la vente, du paiement, du suivi commande, des réclamations, etc., en ligne. Ainsi, de plus en plus de services sont disponibles via le Web. Un nouveau modèle économique est né, celui du Web. A l'inverse du minitel qui est exclusivement textuel ou presque, le web permet d'afficher des images et animations pouvant par exemple illustrer un produit. Le catalogue papier n'est alors plus la seule offre des groupes de VAD, elle en possède maintenant une autre via un catalogue numérique riche et différent. Celui-ci a beaucoup d'avantages :

- Accès direct aux informations ;
- Recherche par produit, trie par prix, etc. ;
- Calcul automatique du montant du caddie virtuel (panier) ;
- Possibilité de lier plusieurs images et agrandissements des produits, mettre des animations. Pour résumer, utiliser tous les médias pour améliorer la présentation des produits.

Dans le rapport d'étude [Chevrin 2006] remis au groupe 3 Suisses International, nous avons comparé trois pages d'accueil de trois sites de commerce électronique différents pour essayer d'identifier leurs points communs, et ainsi tenter de dégager des priorités liées à la VAD. Nous avons étudié en parallèle les sites de 3 Suisses France (www.3suisses.fr), La Redoute (www.laredoute.fr) et la CAMIF (www.camif.fr) qui sont les trois leaders français du marketing direct généraliste. Dans nous [Chevrin 2006] n'entrons pas dans le détail, néanmoins, il faut savoir qu'il existe des travaux en ce qui concerne la manière d'analyser les pages d'accueils par Nielsen et Tahir [Nielsen & Tahir 2002]. Gerald Lohsé [Lohsé 2000] s'est penché, quant à lui, sur l'utilisabilité des sites Web de e-Commerce.

Ce qu'il faut retenir ici, c'est ce qui paraît, pour ces professionnels, important de mettre en valeur sur leurs sites de e-Commerce. Ce que nous pouvons noter tout d'abord, c'est que l'offre commerciale est toujours mise en avant sur la zone principale du site, c'est-à-dire au centre. Sur les périphéries, nous retrouvons à peu de choses près les mêmes éléments :

- Un moteur de recherche ;
- Une mise à disposition de services proposés par l'enseigne, sur le site ;
- Une mise à disposition de différents services extérieurs à l'enseigne (météo, horoscope, actualités, etc.) ;

- Bien entendu, les promotions sont mises en valeur et bien en relief pour attirer directement l'œil du client ou du prospect ;
- Enfin, chacune des enseignes a ses propres particularités. Par exemple, dès la page d'accueil de la Camif, les clients ont la possibilité de s'identifier. Les non-clients peuvent alors s'enregistrer comme nouveaux clients en remplissant un formulaire.

Les services proposés sur le web sont sensiblement les mêmes d'une enseigne à l'autre, les noms diffèrent, mais dans le fond, ils sont tous quasi équivalents. Il y a alors un aspect très important selon nous pour ces grands groupes : se démarquer des autres, fidéliser ses clients face à des concurrents qui ont les mêmes offres ou presque et sur un réseau (Internet) où il est très facile de passer d'une enseigne à l'autre, de consulter les différents catalogues et les mettre en concurrence directe.

De plus, ces sites doivent évoluer rapidement pour toujours proposer de nouvelles offres aux clients, ne pas les laisser avec une présentation vieillissante. Par ailleurs, il faut tout de même faire attention de ne pas bouleverser les habitudes du client. Les tâches (services) (rechercher un produit, contacter le service après vente (SAV), etc.) doivent respecter le même processus, même si le site évolue (dans le cas contraire, le client devrait réapprendre le processus à suivre pour accéder à chaque service à chaque évolution).

Enfin, il faut bien comprendre que le Web est le média le plus riche et le plus facilement extensible et modifiable rapidement et à moindre coût. A partir de là, nous pouvons facilement imaginer le Web comme le canal de base, les autres canaux étant des déclinaisons plus ou moins spécialisées pour des services particuliers.

2.1.4 Le cas du traitement des appels téléphoniques

La VAD a vu apparaître de nouveaux canaux au fil du temps. Cette apparition s'est accélérée depuis plusieurs années (de plus en plus de DU arrivent sur le marché). Cela crée des opportunités pour ce secteur d'activité. En effet, le but est de multiplier les modes de contact et de commande avec le client. Aujourd'hui, un serveur vocal interactif permet non seulement la prise de commande, mais également de renseigner sur le suivi des livraisons et d'optimiser le SAV. Des techniques d'envoi d'e-Mails ou de SMS sont également utilisées pour confirmer une commande (par exemple).

On constate également que certains services ne sont pas toujours disponibles via un serveur vocal pour des raisons stratégiques, technologiques ou simplement ergonomiques. Par ailleurs, ces services sont disponibles, au minimum, via le site Web. Il semblerait néanmoins (nous nous basons sur les informations de notre partenaire) que cela ne soit qu'une question de temps et que l'on migre dans les prochaines années vers un service téléphonique complet et de très haute qualité via des serveurs vocaux interactifs et des centres d'appels de « nouvelle génération »³⁴.

Dans le cadre de notre collaboration avec la Cité Numérique, filiale du groupe 3 Suisses International, nous avons eu l'occasion d'étudier la Vente Par Téléphone (VPT) que ce soit par l'Audiotel ou par les centres d'appels.

³⁴ Nous ne pouvons en dire plus pour des raisons de confidentialité.

Dans la suite de ce document, nous allons étudier la VPT, d'une part, via les centres d'appels et d'autre part, via l'Audiotel.

2.1.4.1 Les centres d'appels

La Vente Par Téléphone ne se déroule pas seulement via des automates vocaux, bien au contraire. En effet, les professionnels concernés ne comptent pas remplacer leurs centres d'appels (et tous les conseillers « humains ») par un automate vocal « super sophistiqué ». En effet, même si beaucoup d'enseignes investissent énormément dans des technologies vocales, le conseiller « humain » reste le principal outil de vente. Cela est facilement compréhensible. En effet, un automate vocal destiné à la VAD est un outil performant, mais il n'est pas forcément adapté aux techniques de marketing, et de plus, il ne peut s'adapter aux différents problèmes que peut rencontrer le client. Prenons deux exemples simples illustrant respectivement ces deux constats :

- Tout d'abord, un automate ne peut pas sentir³⁵ l'état émotionnel dans la voix du client, par exemple, s'il est énervé, ou s'il est de bonne humeur, seul un « humain » pourra plus ou moins le déceler. Ainsi, un conseiller peut prendre l'initiative de proposer ou non un produit en promotion, pour compléter la commande du client. Par exemple, pour une personne ayant commandé un aspirateur, le conseiller pourra, au cours du dialogue, demander si elle ne désire pas en plus un ou plusieurs lots de sacs (recharges pour l'aspirateur) en promotion.
- Ensuite, il est possible qu'un client soit en difficulté. Dans ce cas, face à un automate, le problème peut parfois être insoluble et l'interaction peut se solder par l'abandon de la commande, ce qui doit être à tout prix évité, car cela est préjudiciable pour l'entreprise. Si le client est face à un conseiller « humain », celui-ci va pouvoir entamer un dialogue ouvert avec le client et bien souvent va pouvoir résoudre le problème en laissant une bonne impression à celui-ci, ce qui peut avoir pour mérite, de surcroît, de renforcer la fidélité de ce client en lui donnant le plus de satisfaction possible. Dans ce cas de figure, qui est directement lié à l'hypothèse H7 donnée dans le chapitre 1, le but sera de rétablir le dialogue. Cela sera étudié plus en détail dans le chapitre 3.

Ce constat révèle l'importance de tenir compte, dans notre infrastructure et notre architecture logicielles, de la place de l'humain (au sein de l'organisation) dans une interaction entre une personne et une organisation.

Grâce à notre collaboration avec la Cité Numérique, nous avons eu l'occasion de pouvoir visiter un des centres de VPT de 3 Suisses France. Pour des raisons évidentes de confidentialité, nous ne détaillerons pas ce que nous avons vu. Néanmoins, cette expérience sur le terrain nous fait comprendre encore un peu mieux pourquoi les professionnels de la VAD investissent sur leurs centres d'appels et ne s'intéressent pas seulement aux automates vocaux. Ces serveurs vocaux interactifs interviennent lorsque les centres d'appels sont fermés (la nuit) ou surchargés. Il existe bien évidemment un numéro direct qui permet d'avoir accès à ces serveurs pour les clients habitués et qui désirent utiliser ce service.

De plus en plus, les serveurs vocaux interactifs viennent se greffer en frontal des centres d'appels pour accueillir les clients et prospects, afin de les diriger vers les bons services du centre d'appel. Cela permet de désengorger les services, et notamment ceux à valeur ajoutée,

³⁵ Des recherches sont en cours dans ce domaine, mais rien, à notre connaissance, n'est disponible pour le grand public.

c'est-à-dire, en particulier ceux qui gèrent les commandes. Par exemple un serveur frontal demandera à la personne :

- Etes-vous déjà client ?
- Que désirez-vous faire ?
 - o Passer commande ;
 - o Entrer en contact avec le SAV (Service Après Vente) ;
 - o Consulter vos commandes en cours ;
 - o Faire une réclamation ;
 - o etc.
- etc.

Durant cette visite, nous avons également eu l'occasion de voir comment les e-Mails entrants et sortants sont traités. Là encore, la confidentialité nous impose de ne pas dévoiler ce que nous avons vu et appris. Néanmoins, il existe des cas que nous pouvons citer dans ce domaine, par exemple Joupi [Joupi] qui utilise une technologie de Sight Up [Sight Up] pour automatiser le traitement d'e-Mails. Sight Up MailRelation est une solution de gestion d'e-Mails entrants. Cette solution offre les principales fonctionnalités suivantes selon les dires de l'entreprise : (1) la gestion du flux d'e-Mails par intelligence artificielle ; (2) le routage des e-Mails en fonction des éléments contenus (sémantique) dans le message ; (3) la composition intuitive de réponse par intelligence artificielle et proposition automatique aux agents (humains) ; (4) l'enregistrement et l'indexation des nouvelles réponses rédigées par les agents (humains) ; (5) l'intégration à la GRC ; (6) l'interface est entièrement disponible sur le Web.

Un autre moyen de communication très prisé chez les professionnels de la VAD est le SMS. Cette fonction, encore peu utilisée il y a quelques années, est devenue un véritable phénomène et actuellement des milliards de ces messages sont envoyés chaque mois en Europe. Cette effervescence a ouvert des opportunités que veulent saisir les groupes de VAD. Ils souhaitent utiliser ces SMS pour proposer des services à valeur ajoutée. Le scénario suivant est représentatif de ce que tendent à faire ces entreprises :

Imaginons que sur un catalogue, le DVD du film « Les choristes » soit en vente à un prix X. Une campagne SMS va être lancée (sur des personnes qui ont donné leur accord, ou ayant souscrit à ce service). Ce SMS va alors demander aux clients s'ils veulent acheter ce DVD. La confirmation sera envoyée par SMS. Il faut bien noter l'aspect événementiel de cette démarche marketing. Dans ce cas, c'est très simple, le produit est pré-vendu, c'est-à-dire qu'il n'a pas besoin d'être décrit, les clients savent exactement ce qu'est le produit. Un DVD est pré-vendu, alors qu'un vêtement ne l'est pas, les coloris, tailles, etc. sont des variables importantes pour le client et qu'il doit choisir. Nous pouvons imaginer un cas plus complexe. Un client a passé une commande il y a 15 jours avec plusieurs articles dont une chemise qui n'était plus disponible. La livraison est donc faite sans cette chemise. Plus tard, quand elle est de nouveau en stock, le client reçoit un SMS lui demandant s'il désire la recevoir. Ici le problème est plus complexe pour deux raisons : la première est que le produit n'est plus pré-vendu, il a besoin d'être décrit, et ensuite, il ne s'agit plus de lancer une campagne sur un ensemble de clients volontaires, mais de gérer une alerte de rentrée en stock. Néanmoins, cela est un scénario extrêmement porteur avec des enjeux importants.

Ce mode d'interaction et de confirmation par SMS permet au client d'effectuer un achat de manière simple et rapide. On peut imaginer que ce DVD qui n'aurait peut-être pas intéressé le client dans un point de vente ou sur un catalogue (il faut passer la commande, ou aller à la caisse juste pour un DVD) et qui est disponible en quelques pressions sur son téléphone

portable en envoyant un SMS va devenir plus attrayant pour le client. Il paraît donc vraisemblable que les professionnels de la VAD veuillent de plus en plus se tourner vers de telles solutions. De plus, ils vont se focaliser sur des interactions qui vont aboutir à une transaction et pas seulement à un échange de données, ce qui n'aurait pour eux, aucune valeur ajoutée.

Une question se pose alors : on remarque bien que le cas de la confirmation (réponse positive d'achat du DVD par exemple) est facile à détecter, mais il en est tout autrement de la non-confirmation (réponse négative). Comment trancher alors ? En fait, il existe des formules statistiques et des modèles mathématiques qui déterminent le temps maximum d'attente avant de décider que c'est une réponse négative. Ces constatations, que nous devons prendre en compte dans nos travaux, complexifient l'élaboration de notre infrastructure et de notre architecture logicielles.

Dans le cadre de notre collaboration avec la Cité Numérique, il nous a été demandé de réaliser une étude sur l'Audiotel car notre partenaire désirait changer de stratégie dans le cadre de ce canal. Nous livrons ici une synthèse de ces travaux. Néanmoins, quelques aspects resteront tout de même confidentiels.

2.1.4.2 L'Audiotel

L'Audiotel désigne en réalité un Serveur Vocal Interactif (SVI) qui est simplement un serveur informatique dédié à la téléphonie.

Ce genre de serveur peut gérer automatiquement des appels téléphoniques entrants et sortants. Le rôle d'un serveur vocal peut être multiple. A la base, il sert à renseigner les appelants, et plus généralement, permet la gestion des appels de manière automatisée et plus ou moins « intelligente ». Cela permet par exemple de soulager certains services, comme les renseignements, qui reçoivent, en effet, un grand nombre d'appels causant parfois des surcharges.

Le serveur vocal peut interagir de plusieurs manières avec l'appelant :

- En sortie : synthèse vocale (statique ou dynamique), messages préenregistrés, transfert d'appel.
- En entrée : le clavier téléphonique, avec le DTMF (Dual Tone Multi-Frequency), la reconnaissance de la Parole.

Dans [Chevrin 2006] nous avons fait un point plus détaillé sur les SVI.

Dans cette thèse, nous allons plutôt nous attarder sur une étude que nous avons menée. En effet, en septembre 2004 nous avons testé et comparé plusieurs SVI. Cette étude empirique visait principalement à nous renseigner sur deux points :

- Les services fournis par ce type de système ;
- Les technologies vocales (reconnaissance de la parole, synthèse de la parole, messages préenregistrés) utilisées.

Pour mener à bien cette étude, nous avons réellement passé des commandes dans plusieurs groupes de Vente à Distance. Nous pouvons recenser ces groupes et les serveurs Audiotels correspondants :

- 3 Suisses France, via Chouchotel ;
- La Redoute, via Redoutel ;
- Blanche Porte, via Blantel ;
- Camif ;

Dans [Chevrin 2006], nous détaillons le déroulement et les résultats de cette étude. Ici, nous nous contenterons de tirer les enseignements qui s'imposent.

Avant de commencer nos tests, nous avons pu profiter de l'expérience de notre partenaire qui a soulevé l'intérêt de la vulgarisation des téléphones portables. En effet, les utilisateurs ne sont plus démunis face aux répondeurs, etc. Ainsi, l'Audiotel est passé d'un canal qui demandait de l'apprentissage, à un canal qui semble « simple d'utilisation » à une majorité de clients.

Nous avons pu faire une première constatation face aux résultats de nos tests : les services délivrés par les différentes enseignes ne sont pas forcément les mêmes. Nous pouvons voir un récapitulatif de cela dans le Tableau 3. Nous nous sommes aussi aperçus que la possibilité de passer une commande via un automate vocal n'est possible que pour trois de ces entreprises, à savoir : 3 Suisses France, La Redoute et Blanche Porte. Il est également intéressant de noter les différentes technologies utilisées par ces différentes enseignes.

Tout d'abord, Redoutel s'est pourvu de la reconnaissance de la parole (septembre 2004). Ainsi, les clients ne désirant plus taper sur leur clavier téléphonique (DTMF), peuvent interagir vocalement avec l'automate de La Redoute. Les autres enseignes que nous avons étudiés n'ont pas opté pour cette technique, essentiellement dans un but stratégique selon nous. Là encore, nous ne pouvons divulguer les informations issues de notre partenaire. Néanmoins, il est évident qu'introduire de la reconnaissance de la parole dans tout le squelette d'un serveur vocal interactif reste un coût non négligeable. D'autre part, on peut également souligner le fait que cette technologie n'est pas encore tout à fait fiable à 100%, même si les progrès effectués en la matière sont impressionnants depuis quelques temps [Telisma]. Ce qui reste en suspend, c'est la stratégie que vont adopter les entreprises³⁶ qui possèdent un automate vocal à plus ou moins long terme. Les avantages d'utiliser cette nouvelle technologie sont les suivants :

- Le premier, d'ordre ergonomique, est le fait qu'avec l'apparition de nouveaux périphériques, tels que les téléphones portables, les téléphones sans fils, avec les touches, les écouteurs et les haut-parleurs situés sur le même appareil, le DTMF risque de devenir très rapidement un gros défaut d'ergonomie pour ces applications vocales [Vocal], ce que nous a confirmé notre partenaire. En effet, l'utilisateur devra tantôt avoir l'appareil près de son oreille et tantôt taper sur les touches du clavier, n'ayant plus accès à l'écoute...
- Le second est lié au premier dans le sens où les entreprises veulent la plus grande ergonomie possible pour leurs interfaces dédiées aux utilisateurs finaux, donc, à leurs clients. En effet, le fait de laisser la possibilité d'utiliser le DTMF ou la reconnaissance de la parole laisse plus de liberté au client. Ainsi, les gens qui se sentent plus à l'aise pour donner leur date de naissance (par exemple) en

³⁶ Pour des raisons de confidentialité évidentes, nous ne divulgerons pas la stratégie que compte adopter notre partenaire.

disant : « vingt six, neuf, mille neuf cent soixante dix sept » plutôt que de taper tous ces chiffres sur le clavier de leur téléphone seront davantage satisfaits, plus à l'aise et donc plus enclin à passer une commande. Cela peut, à plus long terme, contribuer à fidéliser les clients.

. Il faut bien comprendre que pour un groupe tel que 3 Suisses International, dont le secteur d'activité est la vente à distance, il paraît clair que la première priorité en ce qui concerne l'interface Homme-Machine est qu'elle soit la plus « rentable » possible pour lui. Ce qui signifie, qu'elle soit la plus proche possible des attentes des clients. Cela légitime le choix de certains grands groupes de VAD. Notamment la réserve en ce qui concerne l'utilisation de nouvelles technologies, comme la synthèse de la parole, qui semble être de plus en plus performante. Nous discutons de ce point important après le Tableau 3 qui récapitule les différents services proposés par les enseignes que nous avons étudiées.

	3Suisses France	La Redoute	Blanche Porte	Camif
Passer une commande	Oui	Oui	Oui	Non
Suivi Commande	Oui	Oui	Oui	Oui
Suivi retour	Oui	Oui	Oui	Non
Messages d'information, pub, etc.	Oui	Oui	Oui	Non
Premier tri de client selon leur but	Non	Oui	Oui	Oui
Informations sur les points de livraison	Non	Oui	Non	Non
Consulter un compte de crédit	Non	Oui	Non	Non
Aide d'utilisation du service	Non	Non	Oui	Non
Consulter un compte de crédit	Non	Oui	Non	Non
Paiement par carte bancaire	Oui	Oui	Oui	Non

Tableau 3 : Services proposés par les différentes enseignes

Nous avons pu nous apercevoir que la synthèse de la parole n'est pas encore utilisée (d'après notre étude empirique de 2004) par ces professionnels du marketing direct. Pourtant, il semble que la qualité des systèmes s'est bien améliorée depuis quelques années. De plus, il existe, *a priori*, de lourds inconvénients à utiliser des morceaux préenregistrés par une personne.

La synthèse de la parole permet :

- La mise à jour rapide et peu coûteuse de l'ensemble du squelette de l'automate vocal. Cela est un gain de temps et d'argent considérable lorsque l'on sait que plus de 150 messages doivent être réenregistrés chaque mois. Par exemple, des dizaines de relais apparaissent et disparaissent chaque mois. Cela fait un grand nombre de nouvelles adresses à entrer sous forme vocale ;

- La technologie actuelle a atteint une qualité très performante chez certains fournisseurs ;
- Une limitation serait évidemment le coût de transition des systèmes existants au système text-to-speech (TTS), et bien entendu, l'achat de la solution et du matériel adéquat. Néanmoins, cela reste, selon nous, un bon investissement **si nous nous limitons à ces constatations.**

L'utilisation de messages vocaux préenregistrés a par contre plusieurs contraintes et défauts :

- Le coût lié au paiement de la personne qui enregistre les messages ;
- Le coût lié à la mise à jour et à la maintenance (recherche des messages à modifier) des messages ;
- La personne peut être malade (enrhumée), elle vieillit, etc., ce qui entraîne inévitablement un changement de sa voix. C'est pourquoi, tous les messages du squelette n'ont pas forcément la même intonation, prosodie, ton, etc. Cela reste un inconvénient majeur, surtout lorsque le client passe d'un message enregistré il y a cinq ans à un message enregistré il y a deux mois !
- La personne (en général quelqu'un choisit pour sa diction) peut être indisponible pendant plusieurs semaines, ce qui entraîne un retard dans la mise à jour des messages.

D'après ce constat, on peut se demander pourquoi, aucune des entreprises de VAD ne s'approprie cette technologie. Il en est d'ailleurs de même pour d'autres secteurs, comme par exemple le secteur bancaire. Il y a une raison à cela, mais pour la comprendre aisément, il faut là encore se placer d'un point de vue stratégique et marketing, plutôt que d'un point de vue IHM. En effet, la raison pour laquelle cette technologie a du mal à percer dans ces domaines est la suivante : la voix que les clients entendent est, en quelque sorte, l'image de marque de l'enseigne, celle-ci a été choisie parmi des dizaines, voire des centaines, pour représenter tel ou tel groupe. L'aspect intime, chaleureux est pesé très soigneusement. Pour la VAD, une voix féminine sera préférée, tandis que dans le secteur bancaire, c'est une voix masculine qui reflétera l'image de la banque. Dans ces conditions, nous imaginons plus facilement pourquoi, les automates vocaux gardent de nos jours, malgré les constants progrès technologiques, des voix préenregistrées et pas des systèmes permettant de générer de la synthèse de la parole. Néanmoins, nous pensons que les avancées sont telles dans ce domaine, que bientôt, les professionnels de la VAD pourront trouver « leur image de marque » dans des voix synthétiques indiscernables ou presque d'une véritable parole humaine (par exemple les solutions proposées par le groupe Acapela [Elan] composé de trois leaders européens des technologies vocales : Babel Technologies, Infovox et Elan Speech).

L'étude faite dans ce rapport d'étude [Chevrin 2006] n'est pas exhaustive, mais elle met en avant les techniques les plus connues en matière de reconnaissance et de synthèse vocale. En ce qui nous concerne, nous ne serons que des utilisateurs de ces systèmes, c'est pourquoi nous n'entrerons pas plus loin dans les détails. Il faut néanmoins savoir qu'il existe un grand nombre de recherches menées à l'heure actuelle.

Ce qu'il faut retenir tout de même ici, c'est qu'il semblerait que certaines solutions de synthèse comme de reconnaissance vocale fournissent des résultats plus que satisfaisants. En ce qui concerne la synthèse vocale, il existe déjà des solutions proches de la voix humaine, néanmoins, c'est au niveau de la reconnaissance que des progrès sont encore à faire. Il existe effectivement de petits systèmes à vocabulaire très limité qui ont un taux de reconnaissance proche de 100%. Néanmoins, il est utopique de croire qu'un système fiable à 100% peut

exister si l'on emploie un vocabulaire très vaste et prenant en compte plusieurs domaines. De plus, un des problèmes des professionnels du marketing est que leurs clients peuvent avoir un accent, être très jeune, plus âgé, etc. ce qui complexifie grandement le problème.

Au niveau des langages de description du canal vocal, nous pensons que le langage VoiceXML est une des solutions très sérieusement envisageable dans ce contexte et que celui-ci devrait s'imposer comme standard de conception de dialogues vocaux.

Ensuite, nous notons qu'avec les progrès des DU « téléphoniques » (comme le smart phone), il y a une bonne adéquation entre le développement des interactions vocales et la téléphonie mobile.

Enfin, il semblerait que le téléphone, et pas seulement dans le secteur du marketing direct, tel que nous le connaissons aujourd'hui, est en train de se transformer. De plus en plus, la voix sur IP (Internet Protocol) devrait s'imposer. Les professionnels de la VAD veulent prendre en compte la réalité de ces changements. Les centres d'appels s'adaptent pour devenir plus performants et tendent à intégrer plusieurs canaux, comme les SMS, EMS, MMS ou encore les e-Mails, etc. et plus seulement les appels vocaux.

Un des constats majeurs que nous faisons ici, est que le canal vocal est primordial. Ce canal sera donc traité avec le plus grand soin dans notre infrastructure logicielle et notre architecture logicielle.

Nous avons donc exploré le marketing direct et le multicanal au travers de scénarios, d'évaluations de sites et d'études d'exemples pragmatiques. Tout cela nous amène à certaines constatations. L'objet du point suivant est de synthétiser sous forme d'un bilan toutes ces constatations.

2.2 Bilan sur le marketing direct et le multicanal

Nous avons donc vu que l'utilisation de différents canaux dans le domaine de la VAD est naturel et adapté, et cela s'accélère avec l'apparition de nouveaux DU. Par ailleurs, on remarque que ces différents canaux se juxtaposent au coup par coup lors de leur apparition. Il n'y a pas vraiment de communication possible entre eux. De plus, les données doivent être convenablement traitées pour devenir connaissances. Il est donc nécessaire de refondre les systèmes d'information et d'intégrer les canaux de communication de manière « seamlessness ». En effet, lors d'une interaction entre un client et une entreprise, il peut y avoir des ruptures dans la communication, comme nous l'avons illustré avec les scénarios vus au début de ce chapitre. Cela peut être très frustrant pour le client et provoquer une perte d'opportunité de vente pour l'entreprise [Derycke et al. 2003]. La Figure 13 résume l'interaction client – organisation telle que nous la schématisons par le biais d'un système multicanal.

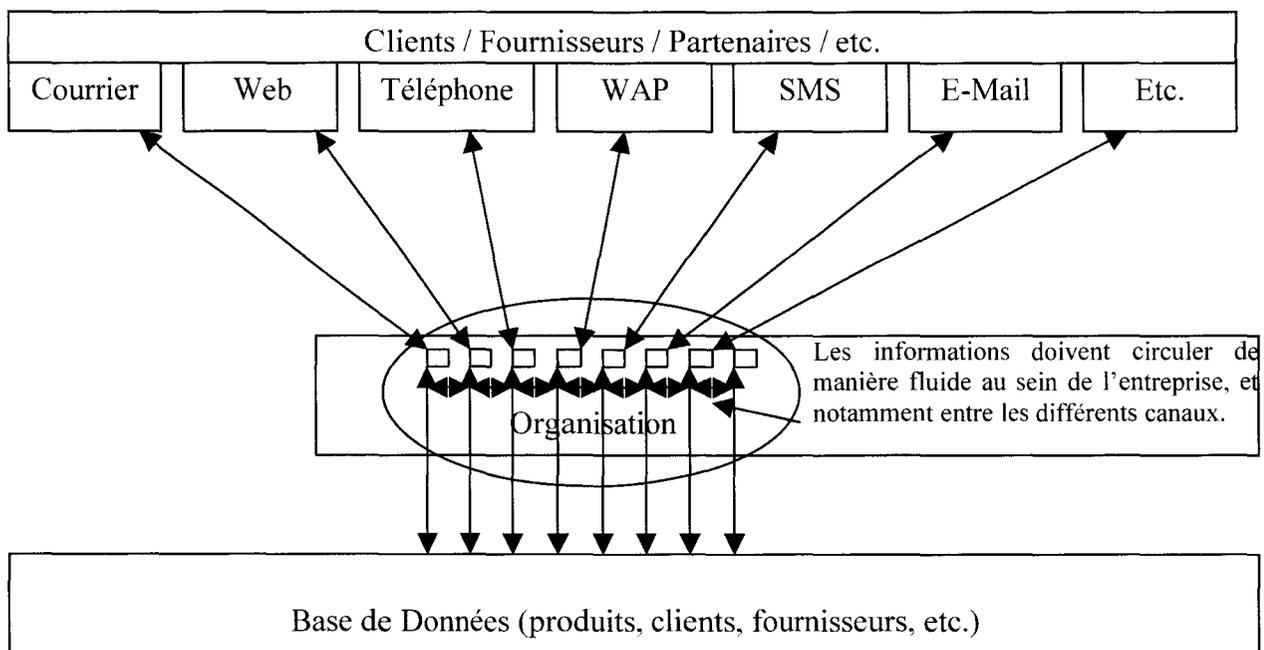


Figure 13 : L'Interaction client - organisation via une architecture multicanale

Aujourd'hui, les grands groupes de marketing direct tendent à mettre en place de telles architectures. On peut par exemple citer Siebel [Siebel] qui offre des solutions de GRC multicanale aux entreprises. Il existe également d'autres solutions, comme les portails multicanaux, etc. Comme nous l'avons dit précédemment, chaque canal est créé indépendamment des autres, ce qui pose non seulement des problèmes de rupture lors des interactions clients - organisation, mais aussi des problèmes liés à la maintenance de tous ces canaux qui représente un coût très élevé pour les entreprises.

Si le marketing direct se tourne vers des solutions multicanales, en IHM, beaucoup de travaux se déroulent dans le domaine de la multimodalité. Des consortiums comme le W3C, fournissent des standardisations de langages tendant à exploiter au mieux les possibilités de la multimodalité. Ces travaux dans le domaine des IHM peuvent-ils être des bases pour le marketing direct ? Existe-t-il un potentiel pour la VAD dans le domaine des technologies MMI ? C'est le point que nous développons maintenant.

2.3 Le potentiel des standards et technologies MultiModal Interaction pour le marketing

2.3.1 Les évolutions des standards du Web au travers du W3C

De nombreux langages ont été proposés pour spécifier des représentations multimodales. Cette section décrit quelques-uns de ces langages (une étude plus approfondie est disponible dans le rapport d'étude [Chevrin 2006]).

Le W3C a créé un groupe dans le domaine des interactions multimodales en février 2002. Celui-ci a pour but le développement de langages basés sur XML [XML] pour la synchronisation de modalités multiples via de nombreux médias avec un maximum de capacités. Le groupe travaille à partir des spécifications W3C tel que XHTML, SMIL, XForms, « Markup for speech synthesis », SALT, VoiceXML, EMMA, InkML, etc.

Tout d'abord nous présentons les langages gérant les interactions vocales. Puis, nous parlons des langages gérant le visuel. Nous voyons ensuite le cas de la gestion de la modalité gestuelle. Nous passons alors au cas des langages multimédias. Nous terminons enfin par les langages multimodaux.

2.3.1.1 Les langages gérant les interactions vocales

Dans cette section, nous abordons VoiceXML, SALT (Speech Application Language Tags) et SSML (Speech Synthesis Markup Language).

i) VoiceXML

VoiceXML [VoiceXML 2004] est un langage basé sur XML et permettant la création de dialogues vocaux sur téléphone. Il peut être considéré comme l'équivalent d'HTML dans le domaine vocal. Il permet de créer des applications que l'on peut contrôler par la voix ou par les touches d'un clavier numérique (DTMF), typiquement en utilisant un simple téléphone possédant des touches (tous les serveurs vocaux font une vérification technique avant toute interaction en demandant à l'utilisateur de taper sur la touche #). Il permet ainsi de simplifier la création de sites Web vocaux. La communication entre l'utilisateur et le serveur se fait en utilisant une interface vocale. Le serveur utilise le DTMF et la reconnaissance vocale pour gérer les requêtes de l'utilisateur.

En sortie, la synthèse vocale ainsi que la lecture de fichiers audio préenregistrés permet de délivrer du contenu à l'utilisateur. Le serveur VoiceXML permet ainsi d'avoir accès aux ressources Internet au moyen d'un téléphone.

La Figure 14 illustre un exemple d'architecture d'un serveur VoiceXML.

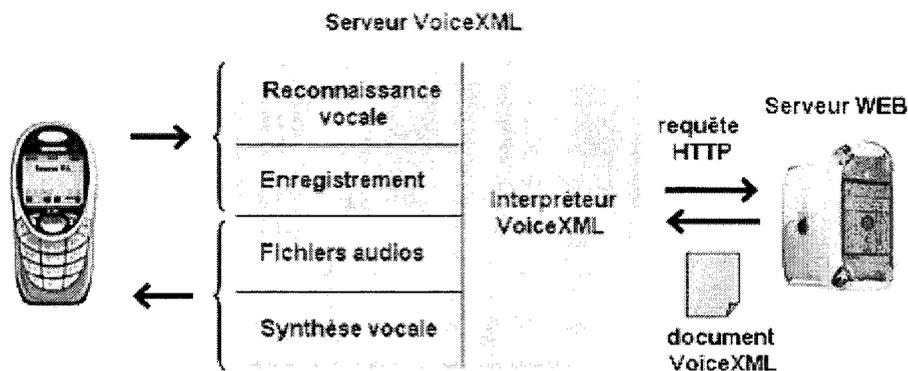


Figure 14 : Exemple d'architecture d'un serveur VoiceXML³⁷

Pour plus de détail sur le langage VoiceXML (version 1.0), consulter l'ouvrage de José Rouillard [Rouillard 2004], membre de l'équipe NOCE (Nouveaux Outils Pour la Coopération et l'Education) du laboratoire Trigone et co-directeur de cette thèse. Nous sommes équipés au laboratoire, depuis 2002, d'un Serveur Vocal Interactif (SVI) que nous présentons au chapitre 5. Ce serveur utilise VoiceXML comme langage de description des interactions vocales. Le lecteur comprendra donc aisément que nous avons une expertise particulière dans ce langage, ainsi que de l'équipement adéquat à son utilisation au début de cette thèse.

ii) SALT

SALT [Salt 2002] est une extension du langage HTML et d'autres langages qui ajoute une interface pour la parole et la téléphonie dédiée à des applications web. SALT est une collection d'éléments XML qui sont utilisés pour l'ajout d'une interface vocale à un document source.

SALT utilise DOM (Domain Object Model), qui est l'interface standard de gestion de contenu. Cela signifie que du côté du client, les langages de scripts peuvent être accessibles et peuvent manipuler des éléments de SALT. Les éléments SALT peuvent être utilisés dans un environnement SMIL2.0 (Synchronized Multimedia Integration Language). Dans ce cas, les systèmes de contrôle de temps sont ajustés sur les temps de début et de fin des éléments <listen> et <prompt> de SALT.

iii) SSML

SSML [SSML 2002] est un langage basé sur le langage XML et sert aux applications de génération de synthèse vocale. Il permet de convertir des types en entrée vers un synthétiseur vocal. Il permet aussi de contrôler des paramètres comme le volume, l'intonation, la vitesse ou encore la fréquence de la voix.

³⁷ Tirée d'un rapport de stage d'étudiants en Master 2 e-Services (2003-2004).

2.3.1.2 Les langages gérant les interactions visuelles

Dans cette section nous étudions les langages APML (Affective Presentation Markup Language) et MPML (Multimodal Presentation Markup Language).

i) APML

APML [De Carolas et al. 2002] est l'un des langages utilisés dans le projet MagiCster, dont le but est de créer un agent conversationnel intelligent. Il permet de décrire les mouvements que l'agent doit effectuer pendant le dialogue. Il spécifie la façon de communiquer les actions et non les actions à réaliser.

ii) MPML

MPML [Tsutsui et al. 2002] est un langage basé sur le langage SMIL qui supporte les fonctions de contrôle verbales et les agissements d'un agent intelligent (comme les agents Microsoft Office).

2.3.1.3 Les langages gérant les interactions gestuelles

Dans cette section, nous présentons le langage InkML (Ink Markup Language Tags).

InkML [InkML], proposé par le W3C est un langage qui permet une représentation de l'écriture à main levée. Il est donc possible de connaître l'ordre chronologique des données écrites (application possible de cette capacité : reconnaître un chemin sur un plan). Dans le but de la reconnaissance et de l'authentification de l'écriture, InkML permettrait de gérer l'inclinaison du stylet et la force appliquée sur celui-ci.

Les firmes Hardware (Palm, PocketPC...) et Software (WindowsPocket, PalmOS...) utilisant l'outil « encre digitale » ont créé des formats qui leurs étaient propres. Le fait qu'un format public et portable n'existe pas, a limité sérieusement le stockage, la transmission, le traitement et la représentation de l'encre digitale parmi les machines hétérogènes du marché. En réponse à ce manque, le langage InkML (Ink Markup Language) est proposé. C'est un format de données neutre (portable) et simple, qui vise à échanger l'encre digitale entre les différentes applications.

2.3.1.4 Les langages multimédias

Dans cette section nous présentons SMIL (Synchronised Multimedia Integration Language).

SMIL [SMIL1 2001] est un métalangage pour les présentations multimédias. Le but de SMIL est de donner un format d'intégration pour la représentation de modalités simples. Cela permet donc aux développeurs de spécifier quelles informations représenter et quand.

Il est basé sur le langage XML et se définit avec une DTD. Tous les médias utilisés pour la présentation sont référencés dans un fichier SMIL. Un peu sur le même fonctionnement que l'intégration des applets et des images dans une page HTML, SMIL permet l'intégration d'images, de sons, de vidéos, d'animations et de textes formatés. Là où l'on peut déjà voir une

différence entre HTML et SMIL, c'est que SMIL permet d'introduire la notion de temps, de découpage en séquences, de transition...

SMIL supporte les affichages avec des spécifications spatiales et temporelles.

Une version SMIL 2.0 est disponible [SMIL2 2005]. C'est une révision majeure de SMIL 1.0, modifiée notamment pour permettre la réutilisation de la syntaxe et de la sémantique de SMIL dans d'autres langages XML, en particulier ceux qui ont besoin de représenter la synchronisation. Par exemple, les composants SMIL 2.0 sont utilisés pour intégrer des synchronisations dans XHTML et SVG. Alors que SMIL 1.0 était essentiellement un langage multimédia autonome, SMIL 2.0 est conçu essentiellement pour intégrer le multimédia aux contenus du Web.

2.3.1.5 Les langages multimodaux

Dans cette section nous présentons M3L (MultiModal Markup Language), X+V (XHTML plus Voice) et EMMA (Extended MultiModal Annotation markup language).

i) M3L

M3L [Wahlster et al. 2001] est un langage XML utilisé pour représenter toutes les informations qui proviennent des différents composants de SmartKom [SmartKom], système que nous présentons dans le chapitre 6. M3L est utilisé pour l'échange de données multimodales complexes, d'informations segmentées, pour la synchronisation et pour la définition des priorités des informations dans les résultats d'opérations.

ii) X + V

X+V [X+V 2004] est un langage XML pour le développement d'applications multimodales. Ce langage a été créé face aux demandes croissantes d'applications vocales pour les mobiles et les PDA. Contrairement au langage VoiceXML, X+V utilise à la fois le vocal et le visuel, ce qui offre de nouvelles possibilités de développement d'interfaces pour les mobiles.

X+V combine le langage XHTML [XHTML] et une partie du langage VoiceXML (voir Figure 15). Le code des deux langages est séparé, ce qui simplifie le développement et permet de développer le visuel indépendamment du vocal. Rappelons que XHTML est un langage HTML réajusté pour respecter totalement les règles XML. Ensemble, ces deux langages permettent aux développeurs d'ajouter de la voix en entrée et en sortie aux traditionnelles pages Web.

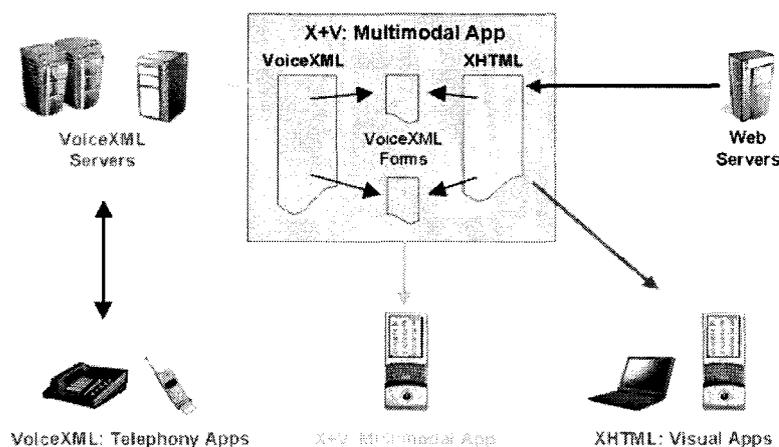


Figure 15 : Architecture du langage X+V [X+V 2004]

IBM propose une implémentation de cette norme [X+V]. Le système est prévu pour gérer la combinaison de plusieurs canaux entrants (clavier, voix, écran tactile) au sein d'une même session ouverte d'un internaute - à condition bien sûr que le site Web fasse appel côté serveur à la technologie d'IBM.

Nous avons testé X + V sur le navigateur Web Opéra qui exploite le langage d'IBM afin de proposer une solution complète pour le web vocal. Trois applications étaient alors disponibles dont un simulateur de commande de pizza. La seule langue disponible était l'anglais, et la reconnaissance de la parole était correcte (selon notre propre appréciation et sans évaluation particulière). Au moment où nous avons utilisé le système, celui-ci n'était disponible que sur le protocole http, sur un navigateur Web, ce qui le limite considérablement. Des évolutions sont, *a priori*, prévues sur ce point.

iii) EMMA

EMMA [EMMA1] est un langage qui permet une représentation sémantique de toutes les informations récupérées en entrée (humaine) pour les intégrer au sein d'une application multimodale.

Dans une architecture multimodale, EMMA interprète chaque modalité en entrée. Chacune de ces entrées est reconnue et interprétée par des modalités spécifiques (reconnaissance vocale, gestuelle, de l'écriture, clavier, souris, ...). Toutes ces informations récupérées, qui sont propres à chacune des modalités, sont ensuite représentées dans un langage commun qui est EMMA. Chacune des modalités d'entrée convertit donc les informations recueillies en une représentation EMMA.

Selon le W3C, EMMA pourrait devenir un langage commun entre les différents composants d'un système multimodal. Ceci permettrait aux développeurs de créer des plateformes multimodales plus fiables et moins chères pour l'intégration de chaque type de composants, mais à l'heure actuelle rien n'est acquis et *a priori*, aucune implémentation de ses spécifications n'est disponible.

2.3.1.6 Ce qu'il faut retenir sur ces langages issus des recherches dans le domaine MMI

Le W3C contribue à l'effort de standardisation du Web en produisant et en mettant à disposition de tous, des spécifications appelées recommandations, décrivant les composantes technologiques issues des travaux de conception. De récentes recherches en ce sens ont permis la création de langages multimodaux basés sur XML. Cela permet d'interagir sur différentes modalités à partir d'une seule spécification. Les langages comme EMMA et M3L en sont des exemples.

Le Tableau 4 récapitule les langages que nous avons mentionnés.

Langages	Description	Flux générés
SMIL	Génération de présentations multimodales (modalités simples) et intégration d'images, son, vidéos, animation, ...	Multimédias (sortie)
SSML	Conversion de types en entrée vers un synthétiseur vocal	Voix (entrée/sortie)
VoiceXML	Dialogue avec synthèse vocale, reconnaissance et DTMF	Voix, DTMF (entrée/sortie)
SALT	Extension HTML avec inclusion parole et téléphonie (DTMF)	Voix, DTMF (entrée/sortie)
InkML	Représentation de l'écriture à main levée	Gestes (entrée)
APML	Création d'agents conversationnels intelligents et description des mouvements	Visuel (sortie)
MPML	Basé sur SMIL supporte des fonctions de contrôle verbales et d'agissements d'un agent	Visuel (sortie)
M3L	Langage de spécification multimodale (gestes, voix, visuel, ...)	Multimodal (sortie)
EMMA	Langage de spécification multimodale (gestes, voix, visuel, ...)	Multimodal (entrée)
X + V	Langage de spécification multimodale (voix et visuel)	Multimodal (entrée/sortie)

Tableau 4 : Récapitulatif des différents langages pour le MMI

Les langages les plus avancés sur le plan de la gestion de la multimodalité sont M3L et EMMA. Néanmoins, M3L est un langage propriétaire et EMMA ne semble pas abouti pour le moment. Pour ce qui est du langage X + V, qui est aussi multimodal (en entrée et en sortie), il y a un problème de taille. En effet, son application multimodale ne s'applique actuellement que sur un seul canal à cause de l'utilisation de logiciels spécifiques et sur les autres canaux, on utilise uniquement le visuel ou le vocal (et cela est un « ou exclusif »).

La Figure 16 apporte des éléments que nous avons synthétisés pour une meilleure compréhension de la portée de ces différents langages.

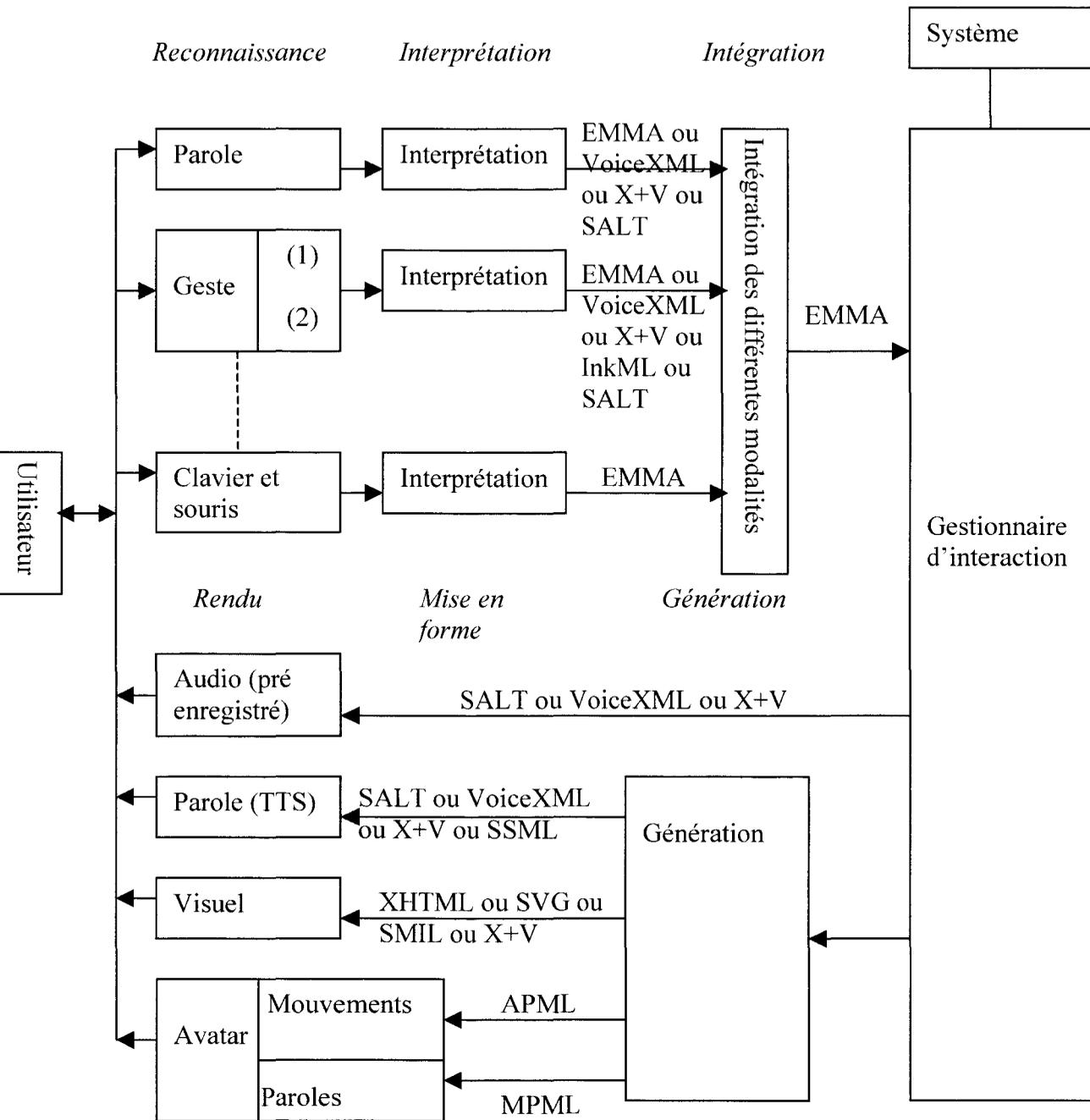


Figure 16 : Représentation des différents langages présentés (adaptée de différentes sources de www.w3c.org)

Sur la Figure 16 nous avons scindé le geste en deux parties : (1) le geste que l'on effectue avec un stylo par exemple : on fait une action d'écriture, l'interprétation sera de l'ordre de la reconnaissance de l'écriture. Dans ce cas, EMMA et InkML peuvent être utilisés ; (2) le geste que l'on exécute lorsque l'on tape sur le clavier d'un téléphone (DTMF). Dans ce cas, VoiceXML ou X+V peuvent être utilisés. Les documents décrivant EMMA actuellement disponibles ne nous permettent pas de dire si ce langage est capable de gérer le DTMF.

De plus, M3L n'apparaît pas sur la Figure 16, car étant propriétaire, nous n'avons pas assez d'information pour le placer.

En conclusion, nous pouvons dire que le W3C concentre ses efforts de standardisation dans le cadre des interactions multimodales, principalement sur le Web. Cependant, le besoin, dans cette thèse, est l'intégration de manière générique les différents canaux, c'est-à-dire mutualiser les données quelle que soit leur provenance. Il faut même aller plus loin en disant que les travaux menés en multimodalité ne sont pas forcément adaptables dans le cadre de la « multicanalité ». Dans [Chevrin et al. 2006], nous faisons une première tentative de comparaison entre multicanal et multimodal. Dans la fin de ce chapitre, nous donnons quelques conclusions sur cette comparaison.

2.4 Analyse de prototypes multimodaux et multicanaux (études exploratoires)

Nous avons acquis une certaine expérience, au cours de cette thèse, en ce qui concerne les interactions multicanales (et multimodales). Cette expérience, nous l'avons développée, pour partie, au travers d'implémentations de prototypes. Nous revenons sur ces prototypes pour montrer notre cheminement tout au long de nos recherches et nous aboutirons sur un certain nombre de constats et de recommandations pour développer une plate-forme supportant les interactions multicanales (et multimodales).

2.4.1 Un premier prototype multimodal sur un scénario de e-Commerce

Ce prototype est un simulateur de site multimodal de marketing direct, sur le réseau Internet, mettant en jeu des multimodalités en entrée et en sortie. Il s'agit donc d'un site web, sur lequel l'utilisateur peut effectuer une recherche de produits en utilisant le langage naturel. Le résultat des requêtes orales est visible sur un navigateur Web traditionnel.

Ce travail, antérieur à cette thèse est décrit en détail dans [Derycke & Rouillard 2002]. C'est pourquoi nous ne présenterons pas ce prototype, mais nous en tirons ici quelques enseignements.

L'originalité de ce travail à l'époque était de coupler des langages hétérogènes, en l'occurrence, le HTML et le VoiceXML. Celui-ci nous a permis de pointer un problème majeur, qui à notre connaissance, n'a jamais été abordé dans le domaine des IHM, si l'on veut développer des applications multicanales. En effet, la mutualisation de données provenant de différents DU n'étant pas forcément sur le même réseau (téléphone sur GSM et Web sur http (HyperText Transfer Protocol)) pose de gros problèmes de conception et d'implémentation. Nous sommes conscient que nous n'avons pas l'expertise nécessaire pour résoudre un problème de cette ampleur, de manière générique, qui demande de bonnes connaissances en réseaux et télécommunications. Nous avons néanmoins dégagé des pistes que nous explorons dans le chapitre 4, en ce qui concerne les réseaux intelligents du futur.

2.4.2 Un second prototype plus axé sur les interactions multicanales

Le second prototype, que nous avons nous-mêmes implémenté, est un simulateur de vente de produits via le Web, le téléphone ou le WAP. Nous pouvons présenter deux concepts importants dans notre démarche :

- La session : contient les opérations (tâches) inachevées ;
- Les tâches (services [Chevrin et al. 2005a] et [Chevrin et al. 2004]) : un utilisateur peut réaliser plusieurs tâches dans sa session. En marketing direct une tâche peut être une commande, en e-Formation, un exercice en ligne... Tant que la session contient des tâches non terminées et que l'utilisateur est connecté, on ne la ferme pas.

Ainsi, ce prototype permet de gérer plusieurs types de problèmes. Tout d'abord, un mécanisme de persistance des données (mémoire) assure la reprise d'une interaction là où elle s'est arrêtée lors d'une rupture volontaire ou pas. Ensuite, le système gère la fusion du flux d'interaction, c'est-à-dire que le client peut utiliser plusieurs canaux/modalités pour accomplir ses tâches, et c'est le système qui se charge de synchroniser et « d'assembler » les données pour lui, de manière transparente. La Figure 69 montre un exemple de ce que l'on peut faire (en terme de multicanalité) avec ce prototype. Cette application correspond à un fichier de spécification bien précis qui comporte :

- Une tâche itérative pour le remplissage du panier ;
- Une tâche simple pour le paiement ;
- Une tâche simple pour la livraison.

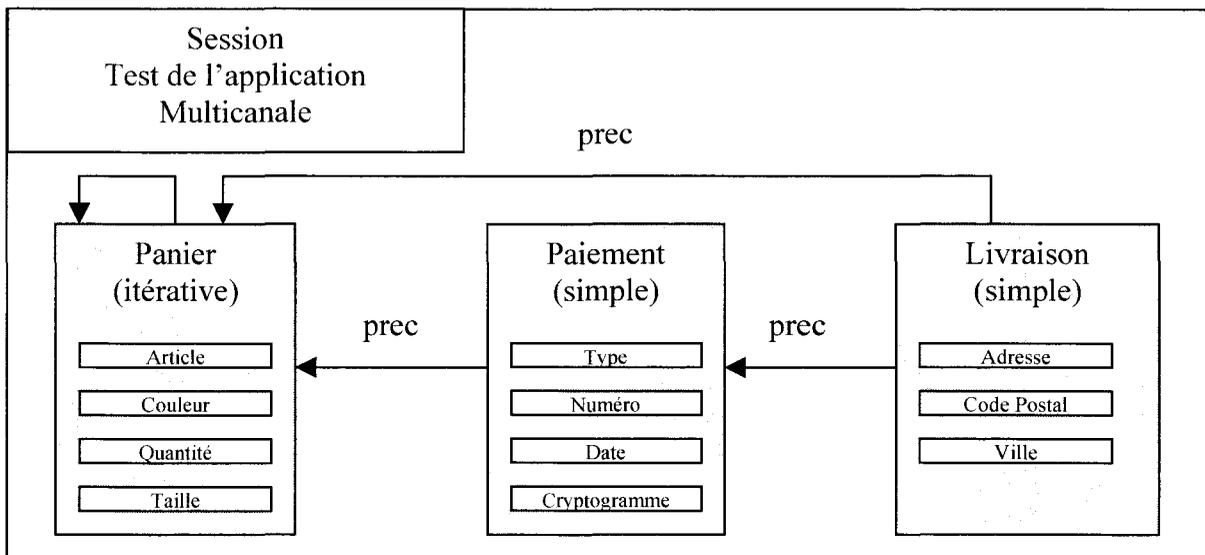


Figure 17 : Schéma des tâches à effectuer

La tâche de livraison comporte certaines contraintes au niveau des champs à remplir. Sa spécification est représentée sur la Figure 18.

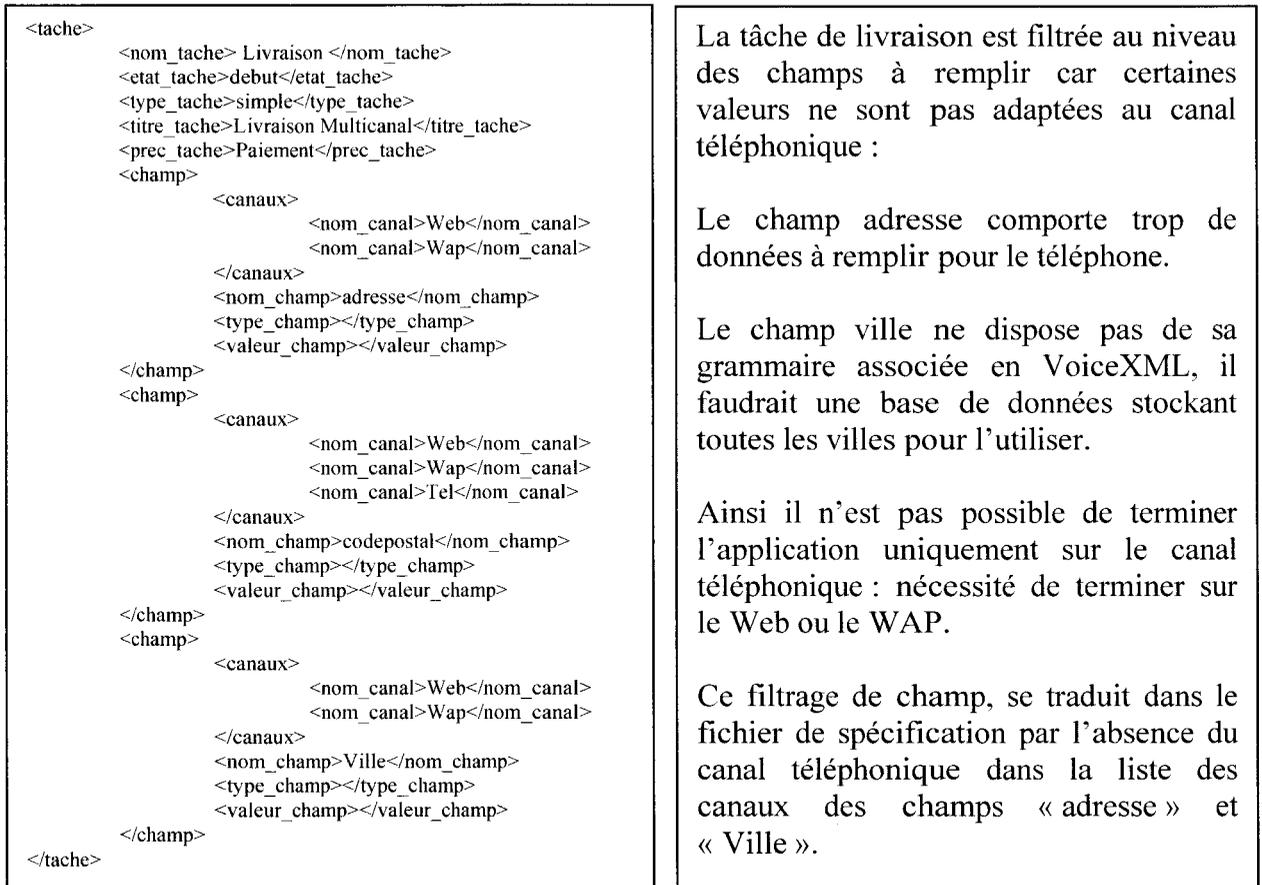


Figure 18 : Spécification XML de la tâche de livraison

Dans l'annexe 2 de cette thèse, nous présentons respectivement le rendu des services sur les canaux Web, WAP et Vocal. Ensuite, nous présentons un scénario d'utilisation multicanale avec rupture de l'interaction lors de l'utilisation du prototype.

On peut ainsi voir au cours de la présentation de ce prototype que le système permet d'interagir sur les tâches au travers des différents canaux. Il faut noter que la phase d'identification est obligatoire à la connexion entre les canaux pour retrouver les données correspondantes à l'utilisateur. C'est en fait une partie du contexte de l'interaction qui doit être mémorisée. Enfin les interactions et la possibilité de couplage ne sont pas identiques selon le canal utilisé, il faut donc bien spécifier le degré de couplage avant de pouvoir utiliser le système.

Les canaux Web et téléphone ont un couplage par champs de saisie, il est donc possible d'effectuer une tâche en parallèle sur les deux canaux. Si des données concurrentes arrivent, c'est la dernière valeur qui sera prise en compte. Cela est géré de manière *ad hoc*, le problème de la mutualisation des données n'est donc pas réglé de manière générique et « propre » au niveau de l'implémentation. Le canal WAP étant moins abouti que les autres, le couplage s'effectue uniquement par tâches et donc si l'utilisateur n'a pas fini sa tâche lors d'une rupture ou d'un changement de canal, il perdra alors les champs saisis. Il faut donc bien prendre en compte les possibilités de chaque canal pour assurer une bonne cohérence des données.

2.4.3 Discussion sur les apports de ces deux prototypes à notre démarche

Ces deux premiers prototypes contribuent à étudier de manière exploratoire le problème du couplage des canaux (et des modalités). A la suite de leur conception, nous avons pu mettre en évidence certains problèmes de divers types.

Tout d'abord, il y a des limitations d'ordres technologiques. En effet, aucun langage gérant la « multicanalité », n'existe, à notre connaissance, même si nous avons vu que beaucoup de travaux sont faits actuellement dans le domaine de la multimodalité et que le consortium W3C porte un grand intérêt et travaille beaucoup sur le MMI.

Ensuite, la prise en compte d'éléments dynamiques nous oblige à garder un lien entre l'interaction et l'utilisateur (persistance des données, notion de session). Ainsi, lors d'une rupture, d'un couplage, d'un découplage ou simplement d'un changement de canal, l'utilisateur aura chaque fois besoin de s'identifier pour pouvoir récupérer le contexte de l'interaction. Cela pose un problème majeur pour la réalisation de ce type de plate-forme. Néanmoins, les travaux sur les réseaux intelligents du futur que nous verrons au chapitre 4, pourraient bien apporter des solutions à ce type de problème par le biais des opérateurs de réseaux à valeurs ajoutées

De plus, nous pointons de nouveau l'aspect mutualisation des données provenant de DU sur des réseaux hétérogènes. Il faut bien comprendre que cela est un problème complexe. Ici, nous l'avons réglé de manière *ad hoc*.

Enfin, implémenter une telle plate-forme implique de lourds efforts de développement. C'est pourquoi, le rôle de cette thèse consiste pour partie à amorcer un travail de conception d'une infrastructure logicielle et d'une architecture logicielle (abordée dans le chapitre 4), et de développer un démonstrateur ayant la plupart des fonctions (avec des capacités minimales) de la plate-forme IMUI (Intermediation Middleware for Ubiquitous Interaction).

2.5 Synthèse d'une première comparaison multicanale/multimodale

Pour étudier conjointement le multicanal et le multimodal, nous avons choisi de les comparer sur un cadre de référence. Nous avons utilisé les propriétés CASE³⁸ et CARE³⁹ [Nigay & Coutaz 1997], dont [Caelen 2000] fait un bon résumé. Cette comparaison nous permet d'identifier certains liens entre ces deux domaines. Pour en savoir plus sur cette comparaison, nous invitons le lecteur à consulter nos travaux dans [Chevrin 2006].

Nous tenons tout de même à rappeler ici que cette thèse s'inscrit principalement dans une approche multicanale de l'interaction. Néanmoins, les perspectives du projet plus global prennent en compte l'aspect multimodal. C'est pourquoi, nous amorçons ici un axe de recherche que nous limitons volontairement au minimum.

Ainsi, dans cette section, nous faisons une première synthèse d'une comparaison entre multimodalité et « multicanalité ».

On peut constater que les deux domaines sont *a priori* proches. Néanmoins, nous pouvons distinguer deux points non négligeables de divergence entre les deux. Tout d'abord, au niveau des temporalités, ensuite, au niveau des hypothèses technologiques.

i) Des temporalités différentes

En multimodalité, l'interaction a un cycle de vie très court, de l'ordre de la seconde, voire de la milliseconde. En multicanal, il en est tout autrement : une interaction peut durer un petit laps de temps (une seconde) ou plus longtemps (une minute, une journée, un mois, etc.). On peut s'apercevoir de cela lorsque l'on a un entrelacement temporel des modalités/canaux non parallèle (séquentiel). Il n'y a donc pas de frontière figée entre multicanal et multimodal, mais plutôt une continuité. On va alors considérer que les interactions dont le grain de synchronisation entre les canaux est petit seront dites multimodales, et progressivement, avec l'élargissement du grain temporel, on va glisser vers le multicanal. Il ne faut pas oublier que le multicanal est issu du domaine du marketing direct (pour notre étude) et que, ce concept a pour intérêt de toucher plus facilement, plus durablement et plus efficacement le client. Le multicanal a donc, ici, pour vocation, de construire une « bonne » relation avec le client. Pour résumer, le multimodal peut être qualifié à l'échelle d'une application, tandis que le multicanal apparaît à l'échelle d'un domaine d'application. Nous rappelons tout de même ici la limitation introduite sur les ruptures au niveau de la gestion des stocks et l'engagement des organisations envers les clients (sujet abordé dans le chapitre 1).

ii) Des hypothèses technologiques différentes

La seconde différence que nous avons décelée est que les hypothèses technologiques des deux domaines sont très différentes.

En multimodalité, il semblerait que les hypothèses soient les suivantes :

- Utilisation de plusieurs modalités sur un même DU, tout problème réseau est alors exclu. De plus la mutualisation (pour la fusion ou fission) des données est faite en local ;

³⁸ Concurrente, Alternee, Synergique, Exclusive.

³⁹ Complémentarité, Assignation, Redondance, Equivalence.

- Dans les cas où il y a utilisation de plusieurs DU, le réseau est homogène. S'il y a nécessité de mutualiser (pour la fusion ou fission) des données, cela est fait via un serveur unique au travers de ce réseau homogène.

Les cas d'utilisation de ce genre de système trouvent un sens dans des domaines comme la chirurgie, les salles augmentées, la domotique, etc. Néanmoins, dans le domaine du e-Commerce ces applications n'ouvrent pas, *a priori*, réellement de perspectives sur l'évolution de leurs plates-formes gérant les interactions avec leurs clients.

En multicanal, il semblerait que l'hypothèse soit la suivante :

- Utilisation de plusieurs modalités sur plusieurs DU supportés par des réseaux hétérogènes. Nous verrons dans le chapitre 3 que pour nous, un DU associé à un réseau est appelé un canal ;

Les cas d'utilisation de ce genre de système trouvent un sens dans des domaines comme le e-Commerce, le e-Learning, la e-Santé, etc. En somme, toutes les grandes applications industrielles à visée grand public sont concernées.

2.6 Conclusion et ce qu'il faut retenir de ce chapitre

Dans ce chapitre, nous avons d'abord étudié le marketing interactif multicanal au travers de scénarios, d'évaluations de sites de e-Commerce, mais également au travers de l'expérience que nous avons pu acquérir grâce à notre partenaire, par exemple en ce qui concerne l'Audiotel et les centres d'appels.

Ensuite, nous avons présenté le potentiel des standards et technologies MMI pour le marketing au travers de l'étude de différents langages de spécification. Néanmoins, nous sommes dans une optique multicanale et dans une telle infrastructure logicielle, les travaux sur la multimodalité, même s'ils peuvent nous aider à comprendre certains mécanismes, auront leurs limitations.

Dans un troisième temps, nous avons introduit les prototypes que nous avons conçus pour explorer plus en avant le marketing interactif multimodal et multicanal. Ils nous ont permis de dégager un certain nombre d'enseignements que nous avons récapitulés.

De plus, nous avons tenté de montrer les différences entre multimodalité et « multicanalité ». Pour plus de détails, consulter [Chevrin 2006].

Enfin, nous pouvons noter une conclusion importante : l'intégration des canaux est fondamentale pour le développement cohérent, efficace et stable des futures applications en marketing direct. Cette intégration doit être conçue de manière générique et pas de manière *ad hoc*, car le système doit pouvoir gérer de nouveaux canaux. De plus le système doit pouvoir être réutilisé pour n'importe quelle application dans différents domaines (e-Formation...).

La figure 19 récapitule des hypothèses de travail et des constats tirées du chapitre 2.

- H15 : Le terme multicanal n'a pas la même signification en marketing et en IHM.
- H16 : Les travaux dans le domaine de « l'Intelligence Ambiante » vont améliorer la gestion du contexte d'interaction (lieu bruité, localisation, contexte psychologique, etc.).
- H17 : Les offres, en terme de services et d'accessibilité à ces services, des grands groupes de marketing direct sont proches. Leur but est de se démarquer de leurs concurrents et de garder coûte que coûte la loyauté de leurs clients.
- H18 : Même avec les progrès des DU « téléphoniques », il restera une bonne adéquation entre le développement des interactions vocales et la téléphonie mobile.
- H19 : Il faut rester prudent quant aux utilisations de la multimodalité dans le cadre du e-Commerce. En effet, la multimodalité se base sur des hypothèses contradictoires avec les contraintes des applications e-Commerce.
- H20 : L'identification du client est un moment clef de l'interaction. « L'identité numérique » est un enjeu important pour le futur et pose des questions de société.
- H21 : Le problème de la gestion des réseaux hétérogènes est difficile mais nécessaire. Et il faut s'intéresser dans ce cadre, aux réseaux intelligents du futur (télécommunications).
- H22 : Il y a deux différences fondamentales entre multimodalité et « multicanalité ». Premièrement au niveau des temporalités et deuxièmement au niveau des hypothèses technologiques.
- H23 : La diversité toujours grandissante des canaux entraîne une grande complexité au niveau de leur couplage.

Figure 19 : Les hypothèses à retenir du chapitre 2

Ces nouveaux constats et hypothèses de travail s'ajoutent à ceux du chapitre 1.

Comme dans le chapitre 1, l'élaboration de ces hypothèses de réflexion et constats a été un travail de longue haleine. En effet, elles résultent non seulement d'études bibliographiques plus ou moins poussées dans différents domaines (IHM, marketing direct, context-aware, réseaux de télécommunication, multimodalité, etc.), mais également d'échanges avec nos partenaires qui nous ont ainsi apporté leur expérience du terrain en matière de marketing direct. Nous avons aussi effectué des études empiriques sur différents canaux de VAD. A ce stade de nos travaux, nous avons également fait un gros effort conceptuel au niveau de la place d'un canal au sein d'une interaction et des contraintes inhérentes au couplage de plusieurs canaux (de manière synchrone ou asynchrone). Ainsi, ce deuxième chapitre nous permet de tirer quelques enseignements importants pour cette thèse.

Il faut bien mesurer l'importance du décalage entre IHM et marketing direct en ce qui concerne la définition d'un canal. En effet, l'hypothèse de travail H15, qui est d'ailleurs un constat, nous place dans une situation délicate. Tout d'abord, il n'existe pas de définition précise et stable d'un canal, que ce soit en marketing direct ou en IHM. Nous proposons alors une première définition, côté IHM, de ce terme dans le chapitre 3.

Par ailleurs, nous pouvons dire que notre apport scientifique dans ce chapitre est triple :

- (1) Nous apportons des éléments scientifiques pour l'étude de la complexité de la gestion des interactions multicanales ;
- (2) Les hypothèses de travail que nous avons élaborées dans ce chapitre étoffent le cahier des charges des besoins actuels des professionnels de la VAD, amorcé dans la conclusion du chapitre 1.
- (3) Nous pouvons dégager trois questions de recherches plus scientifiques et pertinentes au niveau des IHM grâce à ces investigations et à ces hypothèses (auxquelles nous essayerons de répondre tout au long de cette thèse) :
 - a. Comment caractériser un canal de manière à pouvoir être prédictif sur son utilisabilité au niveau technique, ergonomique, social, etc. en fonction d'une tâche à réaliser ? Cela peut être étendu à la prédiction, de la même manière, d'un système résultant du couplage de N canaux (synchrone ou asynchrone) ;
 - b. Une de nos hypothèses de travail (H22), que nous avons formulé suite à l'étude des prototypes *ad hoc* que nous avons développés, est à vérifier ;
 - c. La place du vocal est, en marketing direct, indiscutable⁴⁰. Comment vont évoluer les tendances en la matière ? Les stratégies des professionnels de la VAD sont parfois en contradiction avec certaines pratiques (utilisation de reconnaissance de la parole, synthèse vocale, etc.). En est-il de même pour tous les domaines (e-Formation, e-Santé, etc.) ? Que peut-on en tirer comme enseignement(s) pour la direction à prendre dans nos recherches dans le cadre des IHM ?

Dans le chapitre suivant, nous proposons un cadre théorique pour la modélisation des interacteurs multicanaux (et multimodaux) en marketing direct. Nous proposons également une taxinomie de l'intermédiation entre l'utilisation de canaux via une interaction personnalisée et des e-Services Interactifs⁴¹.

⁴⁰ Dans cette thèse nous ne répondrons que partiellement à ces questions concernant le vocal, étant donné que la stratégie en la matière de notre partenaire doit rester confidentielle.

⁴¹ Ce terme sera défini dans le chapitre 4 de ce manuscrit.

Partie II

Modélisation et conception d'une infrastructure logicielle d'intermédiation

Chapitre 3 : Une Approche théorique de la modélisation des intermédiations multicanales et multimodales

3.1 Retour sur les hypothèses de travail

Les chapitres 1 et 2 nous ont permis de mettre en évidence un certain nombre d'hypothèses de travail. Dans cette première section, nous revenons sur ces hypothèses. Dans un premier temps nous allons les classer par domaines dans lesquels elles s'appliquent. Ensuite, nous allons les regrouper pour former des hypothèses globales. Enfin, nous tirerons les enseignements qui s'imposent.

3.1.1 Classification des hypothèses de travail

Pour classer ces hypothèses (voir Tableau 5), nous avons choisi les domaines suivants⁴² :

- Commerce/marketing ;
- Interaction ;
- Interprétation des termes/concepts.

Commerce/marketing	Interaction	Interprétation des termes/concepts
H1 : Le e-Commerce est l'utilisation d'une source de connaissance informatique pour satisfaire les transactions.	H3 : La collaboration et le maintien d'un contexte commun sont fondamentaux dans le cadre de la gestion de la connaissance au cours d'une interaction.	H11 : La modélisation des organisations et des systèmes d'information peut être de type « conversationnelle » ou « dialogique ».
H2 : Nous nous focalisons sur le BtoC / marketing direct car c'est là, avec le « grand public » qu'il y aura le plus de richesse, et le plus de problèmes, dans la conception de l'IHM.	H7 : Les ruptures d'interaction sont un réel problème auquel doivent faire face les professionnels du marketing direct. Ces ruptures peuvent apparaître notamment lors d'un changement de canal.	H10 : Le potentiel de la multimodalité est à nuancer. En effet, il faut trouver de nouveaux usages qui bénéficieraient des avantages de la multimodalité pour le e-Commerce, et plus particulièrement pour améliorer la qualité des interactions Client-Organisation.
H4 : Intégrer les recherches en gestion de la connaissance et celles sur le e-Commerce et les étudier conjointement est très important.	H12 : Les ruptures ont une influence sur la confiance des clients envers l'organisation. Une rupture peut ainsi diminuer la confiance d'un client et donc une baisse de sa loyauté.	H15 : Le terme multicanal n'a pas la même signification en marketing et en IHM.

⁴² Même si une hypothèse pourrait relever de plusieurs domaines, nous ne l'avons classées qu'une seule fois.

Commerce/marketing	Interaction	Interprétation des termes/concepts
<p>H5 : Le e-Commerce et le m-Commerce doivent être gérés sur une même et seule plateforme à l'image des nouveaux centres d'appels, même si dans ce cas le vocal reste le canal le plus usité aujourd'hui.</p>	<p>H16 : Les travaux dans le domaine de « l'Intelligence Ambiante » vont améliorer la gestion du contexte d'interaction (lieu bruité, localisation, contexte psychologique, etc.).</p>	<p>H19 : Il faut rester prudent quant aux utilisations de la multimodalité dans le cadre du e-Commerce. En effet, la multimodalité se base sur des hypothèses contradictoires avec les contraintes des applications e-Commerce.</p>
<p>H6 : La transition e-Commerce/m-Commerce et inversement, au sein des applications doit être transparente pour les utilisateurs.</p>	<p>H18 : Même avec les progrès des DU « téléphoniques », il restera une bonne adéquation entre le développement des interactions vocales et la téléphonie mobile.</p>	<p>H21 : Le problème de la gestion des réseaux hétérogènes est difficile mais nécessaire. Et il faut s'intéresser dans ce cadre, aux réseaux intelligents du futur (télécommunications).</p>
<p>H8 : Le m-Commerce n'est pas le e-Commerce en situation de mobilité, mais bien un nouveau domaine à part entière, possédant un marché propre et nécessitant un nouveau modèle économique.</p>	<p>H20 : L'identification du client est un moment clef de l'interaction. « L'identité numérique » est un enjeu important pour le futur et pose des questions de société.</p>	<p>H22 : Il y a deux différences fondamentales entre multimodalité et « multicanalité ». Premièrement au niveau des temporalités et deuxièmement au niveau des hypothèses technologiques.</p>
<p>H9 : L'essor du m-Commerce n'est pas seulement lié aux améliorations techniques, mais également à la pertinence, au nombre et à la qualité des services offerts.</p>		<p>H23 : La diversité, toujours grandissante, des canaux entraîne une grande complexité au niveau de leur couplage.</p>
<p>H13 : Les grands services du marketing direct (commande, réclamation, service après vente (SAV), peuvent être décomposés en phases autonomes pouvant être composées en fonction de l'interaction proposée.</p>		
<p>H14 : La composition des phases (H13) peut être faite sur l'initiative du client, c'est le Self-Service.</p>		

Commerce/marketing	Interaction	Interprétation des termes/concepts
H17 : Les offres (en terme de services et d'accessibilité à ces services) des grands groupes de marketing direct sont proches. Leur but, se démarquer des autres et coûte que coûte garder la loyauté de leurs clients.		

Tableau 5 : Répartition des hypothèses de travail par domaine

Le Tableau 5 permet de différencier les hypothèses qui sont apparues grâce à l'étude du domaine du marketing direct, et plus précisément en BtoC⁴³. Nous constatons alors une nouvelle fois que le caractère industriel de cette thèse augmente la pertinence et la complexité de la problématique, qui, nous le rappelons, est principalement basée sur les interactions multicanales tenant compte d'un certain contexte (et tout ce que cela implique, comme l'intégration des canaux par exemple). Evidemment, l'axe prédominant IHM de cette thèse nous apporte également des hypothèses. Enfin, nous avons pu dégager d'autres hypothèses qui se situent plus à un niveau d'interprétation des termes et d'un début de « définition » pour certaines. L'hypothèse H11 traite plutôt de la modélisation que de l'interprétation.

Certaines de ces hypothèses peuvent être regroupées pour former des hypothèses plus globales. C'est ce que nous allons montrer dans la section suivante.

⁴³ Hypothèse H2.

3.1.2 Regroupement des hypothèses

Le Tableau 6 synthétise le travail de regroupement des hypothèses.

Anciennes hypothèses	Nouvelles hypothèses	Enseignements
H1 + H3 + H4	La coopération et le maintien d'un contexte commun entre le client et l'organisation sont fondamentaux en e-Commerce et plus généralement pour l'usage de e-Services.	Le besoin de caractériser les canaux en terme de propriétés communicationnelles, intentionnelle (marketing, apprentissage) et d'adéquation avec l'activité menée.
H5 + H6 + H8 + H9	La gestion du e-Commerce et du m-Commerce se fait de manière naturelle et transparente si l'on suit une approche de type composition dynamique d'e-Services.	Ces deux regroupements peuvent être à nouveau regroupés ensemble. Cela fait émerger une nouvelle hypothèse plus générale qui est : l'utilisation d'e-SI et de leur composition dynamique au cours de l'interaction sont adaptés à notre projet.
H11 + H13 + H14 + H17 + H21	Une approche e-Services Interactifs ⁴⁴ (e-SI) est adaptée aux organisations. La composition de ces e-SI peut être régie par des règles. Ces règles pourraient tirer des avantages des travaux dans le domaine de « l'Intelligence Ambiante » et les travaux sur les réseaux intelligents du futur (télécommunications).	
H7 + H12	Les ruptures au cours de l'interaction sont un problème fondamental, et particulièrement en marketing direct.	Nous avons besoin de mécanismes de persistance des données (à grain fin) au cours de l'interaction (conforte le choix des SMA qui sera fait plus tard). Et nous avons également besoin de mécanismes de détection de ces ruptures et d'un système de réparation automatique de celles-ci.

⁴⁴ Ce terme sera défini dans le chapitre 5.

Anciennes hypothèses	Nouvelles hypothèses	Enseignements
H10 + H20	La multimodalité, seule, ne va pas améliorer les interactions Client-Organisation, mais elle peut être source de services innovants et attractifs. Néanmoins, pour cela, il faut trouver les bons usages.	La multimodalité peut être introduite dans certains e-Services, en gardant bien à l'esprit les études de Sharon Oviatt [Oviatt 2003]. En effet, il ne faut pas concevoir un système multimodal sans avoir auparavant étudié si cela est adapté ou pas au cas d'utilisation. Par contre, l'accent peut être mis sur le multicanal, car dans ce cas, les organisations mettent déjà beaucoup de moyens dans ce domaine.
H15 + H23	Il y a deux différences fondamentales entre multimodalité et « multicanalité » (pris au sens IHM du terme). Premièrement au niveau des temporalités et deuxièmement au niveau des hypothèses technologiques.	Il ne faut en effet pas confondre multicanal et multimodal. Le multicanal sous-entend, entre autres, de prendre en compte toutes les contraintes que posent l'hétérogénéité des systèmes, des plates-formes, des réseaux, etc.
H2 – H17 – H18 – H19 – H21 – H23	Ces hypothèses sont indépendantes et sont décrites dans la suite de cette section.	

Tableau 6 : Regroupement des hypothèses et synthèse

H2 est entièrement liée au domaine du marketing direct. Néanmoins, elle est fondamentale pour cette thèse. Le fait de nous être placé dans le cadre du BtoC nous a permis de rencontrer des problèmes que nous n'aurions jamais discernés autrement. Nous énumérons ici quelques particularités du BtoC qui ont fait la richesse des problèmes posés :

- L'hétérogénéité du public visé par les interactions ;
- Dans ce cas, la Gestion de la Relation Client prend un sens plus important, étant donné le point précédent et surtout le très grand nombre de clients et prospects⁴⁵ ;
- La complexité de l'interaction est plus grande en BtoC du point de vue des informations pertinentes sur le client ou prospect à enregistrer par l'organisation [Lefébure & Venturi 2000] ;
- C'est là que le multicanal, le multimodal, les ruptures vont jouer un rôle important et vont être le plus difficiles à gérer. En effet, en BtoB les techniques de prospection, d'interaction et de fidélisation sont différentes. Une organisation va alors être en relation avec un nombre relativement limité d'organisations clientes ; on est loin des millions de clients et prospects potentiels en BtoC. De plus, en BtoB, le paiement ne

⁴⁵ Néanmoins, la GRC est tout de même utilisée en BtoB.

- s'effectue que périodiquement (transactions longues) et l'interlocuteur est unique, on fidélise pour une seule personne, qui est donc privilégiée (cadeaux, etc.) ;
- L'utilisateur est souvent un utilisateur occasionnel qui doit pouvoir accéder aux services offerts sans apprentissage préalable ;
 - L'utilisateur, grand public, est plus versatile quant aux canaux qu'il souhaite pouvoir employer.

H17 est également fortement liée au marketing direct, et plus généralement aux organisations commerciales qui connaissent une concurrence. Celle-ci nous permet de mettre l'accent sur un point important : le besoin d'évolutivité rapide des applications (sites Web, Serveurs Vocaux Interactifs (SVI), etc. pour toujours être compétitif.

H18 et H20 ne sont pas liées à un domaine métier particulier. Ces hypothèses sont claires et ne demandent *a priori* pas de détail supplémentaire.

H23 est une hypothèse importante. En effet, cette diversité nous a fait prendre conscience que l'espace problème permettant de gérer la complexité des scénarios mettant en jeu des canaux (pouvant être couplés) dans une interaction et tenant compte d'un certain contexte (règles et connaissances du domaine, profil de l'utilisateur, rôle, etc.) ne pouvait être étudié sans un cadre théorique pertinent (support efficace pour modéliser l'espace problème).

L'étude de ces hypothèses nous a fait prendre conscience d'un certain nombre de points importants. Dans la section suivante, nous en présentons deux qui nous paraissent fondamentaux.

3.1.3 Les enseignements à retenir de ces hypothèses

Si nous récapitulons notre travail jusque là, nous pouvons dégager quatre points principaux :

- Etudes bibliographiques ;
- Rencontres et discussions avec des professionnels de la VAD ;
- Etudes expérimentales :
 - o En implémentant des scénarios ;
 - o En testant des services existants (passer une commande par Audiotel, etc.).
- Réflexions.

Ces différents travaux nous ont permis de réaliser certains apports scientifiques (vus dans les chapitres précédents ou à voir de manière plus approfondie dans les chapitres qui viennent) :

- Nous avons jeté un pont entre IHM et marketing direct : on tire des enseignements de ces deux domaines, les besoins sont mutuels. Il faut alors collaborer pour mutualiser nos compétences et connaissances respectives :
 - o Les industriels sont plus pratiques, et ont une grande expérience professionnelle sur le terrain (et à très grande échelle) ;
 - o Les Scientifiques apportent ce que l'on pourrait qualifier d'abstraction. Nos travaux ont une orientation plus scientifique. Nous tentons de développer des modèles génériques à partir des expériences sur le terrain (réutilisables dans d'autres domaines, ce qui a un grand intérêt dans un but de généralisation. Néanmoins, cela reste un travail long et difficile. Dans ce chapitre, nous donnons une bonne amorce au niveau théorique. Ce travail est transverse à divers domaines et pas seulement IHM et marketing direct.
- Nous avons dégagé un « cahier des charges » bien étoffé pour proposer des solutions au niveau infrastructure et architecture logicielles (cela sera vu dans le chapitre 4) ;

- Nous avons fourni un travail important (chapitres précédents) sur la notion de multicanal encore mal connue en IHM (attention aux amalgames avec la multimodalité). Ici, nous donnons une première définition formalisée de ce terme. De plus, notre partenaire, porte un grand intérêt à définir clairement et formellement ce qu'est une interaction personne-organisation multicanale et plus précisément, comment définir un canal ;

Suite à ces travaux, nous allons également pouvoir émettre des conseils sur la conduite à suivre dans les recherches concernant les interactions vocales pour la VAD, domaine dans lequel nous avons acquis des compétences durant cette thèse (pour partie, dues à l'apport des connaissances de notre partenaire⁴⁶). Nous pourrions étendre cela à d'autres domaines (à valider par des experts). Cela nous amènera à donner l'orientation de nos recherches (perspectives) en la matière.

Si l'on revient à l'étude de nos hypothèses, nous pouvons tirer trois enseignements principaux qui découlent directement ou pas des apports scientifiques prés cités :

- (1) Le besoin de caractériser les canaux en terme de propriétés communicationnelles, intentionnelles (marketing, apprentissage) et d'adéquation avec l'activité menée. Cela nous est suggéré par le regroupement des hypothèses H1, H3 et H4. C'est pourquoi nous avons décidé d'étudier diverses théories (plus loin dans ce chapitre) sur lesquelles nous avons pu nous baser pour bâtir un cadre Théorique solide ;
- (2) Le besoin d'un modèle ontologique ou tout au moins taxinomique de représentation de l'espace problème permettant de gérer la complexité des scénarios mettant en jeux des canaux dans une interaction et en tenant compte d'un certain contexte. Ce constat fait suite à l'hypothèse H23. C'est pourquoi, nous avons construit une taxinomie balayant de manière transverse l'ensemble des travaux concernant les domaines que nous approchons dans cette thèse ;
- (3) L'utilisation d'e-SI et de leur composition dynamique au cours de l'interaction est adaptée à notre projet. Ce constat fait suite au regroupement des hypothèses (H5 + H6 + H8 + H9 + H11 + H13 + H14 + H17 + H21).

Ces trois enseignements nous amènent à travailler sur trois axes. D'une part, l'élaboration d'un modèle d'analyse et de prédiction des propriétés des canaux. D'autre part, sur la production d'une taxinomie citée dans le deuxième point ci-dessus. Nous étudions respectivement ces deux points maintenant. Le troisième axe, lié aux e-SI, n'est pas étudié dans ce chapitre, mais sera abordé dans la suite de ce manuscrit (chapitre 4).

⁴⁶ Ainsi que sa stratégie en la matière pour les années à venir.

3.2 Un modèle d'analyse et de prédiction des propriétés des canaux

Les enseignements que nous avons tirés de nos hypothèses de travail, ainsi que notre expérience en matière de recherche dans le TCAO et les IHM multimodales [Derycke et Rouillard 2002], [Bourguin et al. 2001] nous ont conduit à considérer trois points de vue sur l'interaction multicanale qui correspondent à deux champs théoriques distincts relatifs aux « médias » et un champ théorique relatif à l'adéquation entre la tâche et le média utilisé :

- Une approche plus « interactionnelle » où les canaux interviennent dans des processus cognitifs complexes entre personnes engagées, plus ou moins directement, dans une activité jointe ;
- Une approche que l'on peut qualifier de « Théorie de l'information » où, suivant les travaux de Shannon ou de Pierce, les canaux sont caractérisés par leurs propriétés intrinsèques, comme leur pouvoir de représentation symbolique, la richesse des médias, et l'adéquation à la tâche de l'utilisateur ;
- L'approche « acceptation » du media par l'usager, quelle que soit son adaptation à la tâche.

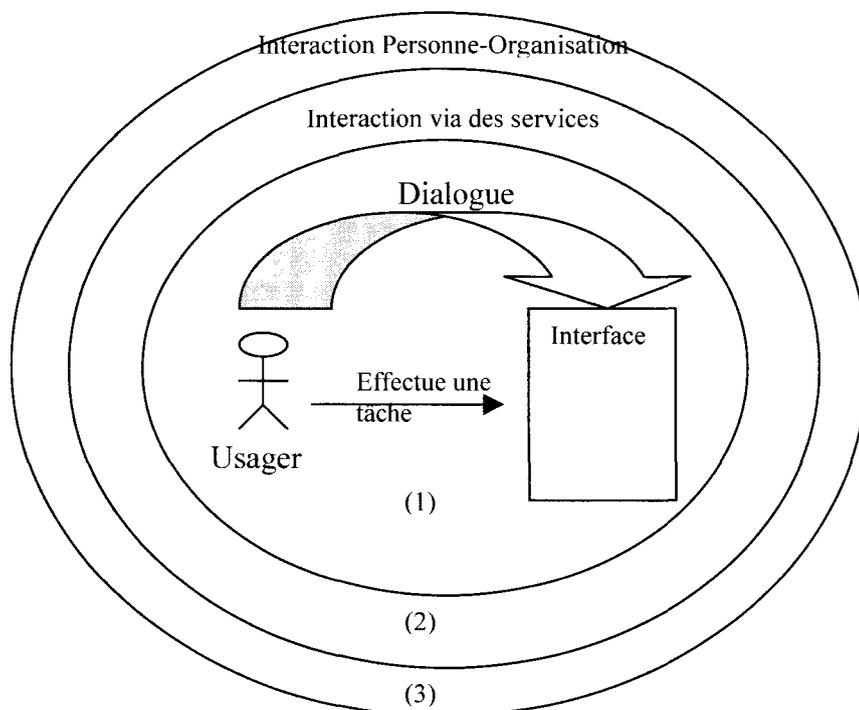


Figure 20 : Schématisation de l'interaction à plus ou moins gros grain

Il faut différencier plusieurs vues (cf. Figure 20) de l'interaction au niveau de la granularité avec laquelle on l'étudie :

- A grain très fin⁴⁷, on considère l'interaction comme une situation où l'usager effectue une tâche via un média électronique⁴⁸. Nous sommes dans une approche « interactionnelle » où les caractéristiques des canaux vont avoir une incidence sur l'interaction et où les « théories de l'information » vont avoir un rôle important. Dans ce cadre, l'adéquation à la tâche est également un aspect important. Si l'on arrive à modéliser ce niveau d'interaction, cela pourra nous servir à mesurer

⁴⁷ (1) sur la Figure 20.

⁴⁸ Ce sont les deux premiers points énumérés au début de cette section.

qualitativement l'utilisation de tel ou tel média en fonction de ses caractéristiques et en fonction de la tâche de l'utilisateur ;

- A un grain plus large⁴⁹, l'interaction comprend plus de contraintes. En effet, celle-ci se déroule au sein d'une intermédiation entre des services et des canaux. Il faut alors tenir compte de toutes les caractéristiques des canaux, telles que les réseaux, le matériel, etc., mais aussi le contexte⁵⁰ de l'interaction. C'est à ce niveau que va intervenir la taxinomie présentée plus loin dans ce chapitre ;
- Au grain de plus haut niveau⁵¹, nous sommes dans le cas d'une interaction Personne-Organisation. Ici, il faut ajouter les règles et les politiques issues de l'organisation. Dans ce cadre, c'est l'aspect « acceptance » qui va jouer un rôle important⁵². Il est important de tenir compte de cet aspect, pas forcément dans la modélisation, mais lors des évaluations. Il faut bien noter que ce n'est pas parce qu'un média est adapté à une tâche, qu'il va être « accepté » par les usagers (éthique, culture, etc.).

Il nous semble intéressant d'explorer ces trois cas de figure. En effet, si l'on arrive à produire un cadre d'analyse qui prend en compte ces trois aspects, nous pourrions caractériser plus finement une interaction Personne-Organisation. Cette étape est fondamentale si l'on veut pouvoir être prédictif quant à l'utilisation des canaux en fonction de la tâche de l'utilisateur, mais également en fonction d'un contexte global⁵³. Nous rappelons, ici, car il nous semble que cela est très important pour comprendre notre démarche scientifique qui nous a amenée à étudier ces différentes théories, que la complexité des interactions multicanales et multimodales est en partie liée à l'explosion combinatoire des couplages de canaux et de modalités envisageables. Il est certain que prévoir chaque couplage est impossible. Dans ces conditions, deux solutions s'offraient à nous :

- Restreindre le domaine d'étude sur quelques canaux et modalités. Cela va à l'encontre du caractère spécifique de cette thèse, et également de notre ambition de mettre en place une plate-forme d'expérimentation⁵⁴ à vocation assez large ;
- Etablir un cadre d'analyse permettant de faire des pronostics sur les couplages possibles en prenant en compte l'ensemble des contraintes et caractéristiques (des canaux, de l'interaction, du contexte, etc.). Solution que nous avons retenue, car extensible et permettant de bâtir un socle solide pour mener à bien la conception d'une architecture logicielle générique telle que IMUI.

Dans les trois sections qui suivent nous allons présenter respectivement les trois approches présentées en début de section, à savoir ; la coopération dans l'interaction cognitive ; l'aspect « acceptance » des canaux ; et leurs aspects sociaux. Nous ferons ensuite une synthèse et nous concluons en précisant ce que nous apporte cette analyse.

⁴⁹ (2) sur la Figure 20.

⁵⁰ Au sens "context-aware" du terme dont nous avons déjà parlé précédemment dans ce manuscrit.

⁵¹ (3) sur la Figure 20.

⁵² C'est le premier point énuméré au début de cette section.

⁵³ Prenant en compte l'aspect "context-aware" et l'aspect règles et politiques de l'organisation.

⁵⁴ Cela sera argumenté dans la conclusion générale de cette thèse.

3.2.1 La coopération dans l'interaction cognitive

Des travaux dans le domaine de la psycholinguistique ont été menés par Clark, Brennan et d'autres collègues [Daft & Lengel 1984], [Clark & Brennan 1991] qui s'interrogeaient à propos des caractéristiques principales de la communication. Leurs conclusions démontrent qu'évidemment cet acte de communication demande une certaine collaboration entre les interlocuteurs : « *The lesson is that communication is a collective activity. It requires the coordinated action of all the participants. Grounding is crucial for keeping that coordination on track.* » [Clark & Brennan 1991]. Clark parle alors d'activité jointe, en effet, il faut au minimum deux personnes pour qu'une interaction puisse avoir lieu. Selon lui, une activité jointe est définie comme l'ensemble des « *activités qui impliquent plus d'un participant.* » [Mastrogiacomio 2002]. De plus, « *le composant atomique de l'activité c'est l'action.* » : une activité progresse vers son objectif grâce à une série d'actions jointes. Clark identifie alors trois catégories d'actions :

- Les actions autonomes ou actions individuelles ;
- Les actions participatives ou actions effectuées par un individu participant à une activité de groupe ;
- Les actions jointes : c'est l'association – en coordination – de deux ou plusieurs actions participatives.

Pour collaborer et se coordonner, les participants ont besoin de partager un certain nombre d'informations, c'est ce qu'ils appellent le *common ground*. Toujours selon Clark, il existe deux catégories de *common ground* : le *communal common ground* et le *personal common ground*. Ce « fond commun » doit changer, évoluer au cours des différentes communications. Par ailleurs, ces mises à jour ne sont pas faisables correctement sans un processus. Ce processus est appelé *grounding*. Clark le définit ainsi : « *...to ground a thing, is to establish it as a part of common ground well enough for current purposes* ». Ce qui signifie que les interacteurs (émetteurs et récepteurs) travaillent ensemble pour atteindre la croyance mutuelle, en d'autres termes, les interacteurs créent ensemble leur fond commun de connaissances. Clark et Brennan ont étudié le *grounding* au travers de différents médias (téléphone, e-mail, etc.). Il semblerait alors que l'effort requis pour mener à bien une conversation soit différent selon le média utilisé. Ils ont donc déterminé huit contraintes ou propriétés ainsi que onze coûts liés aux médias. Les propriétés sont livrées dans le Tableau 7, et les coûts dans le Tableau 8.

Co-présence	A et B partagent le même environnement physique
Visibilité	A et B se voient mutuellement
Audibilité	A et B communiquent en parlant
Co-temporalité	B reçoit à peu près au même moment ce que A produit
Simultanéité	A et B peuvent envoyer et recevoir au même moment
Séquentialité	Le tour de parole de A et le tour de parole de B doivent respecter une certaine séquence
Possibilité de revoir	B peut revoir le message de A
Possibilité de correction	A peut corriger le message destiné à B

Tableau 7 : Contraintes liées à une communication entre deux personnes A et B.

Formulation	Facilité de décider exactement quoi dire
Production	Exprimer ou taper le message
Réception	Ecouter ou lire le message (inclut l'attention et les temps d'attente)
Compréhension	Interpréter le message dans le contexte
Démarrage	Initialiser une conversation (inclut le fait d'obtenir l'attention des autres participants)
Délai	Le receveur attend durant la formulation
Non-synchronisation	« Timing » peu précis voir impossible
Changement d'émetteur	Changement de « speaker »
Manifestation	Présenter un objet pour illustrer le discours
Fautes	Produire une erreur
Réparation	Réparer une erreur

Tableau 8 : Coûts liés à une communication entre deux personnes

Les contraintes et les coûts dépendent évidemment du média utilisé pour conduire la communication, et les coûts ne sont pas indépendants entre eux. Les coûts de formulation et de production sont supportés par l'émetteur, tandis que les coûts de réception et de compréhension sont supportés par le récepteur. Quant aux sept autres coûts, ils sont supportés par les deux. Pour chaque coût, certaines contraintes sont plus importantes que d'autres. Par exemple, le coût de non-synchronisation est bien plus lourd si l'on utilise des médias dépourvus d'audibilité, de visibilité ou de simultanéité et à plus forte raison, dépourvus de contemporanéité.

D'après Clark, « *c'est le principe du moindre effort collaboratif qui aide deux personnes à choisir le média qui leur convient le mieux dans une situation donnée. Les personnes choisissent le média qui réduit le plus l'effort de grounding.* » [Clark 1997]. Selon lui, le moindre effort collaboratif signifie que dans une conversation, les participants essaient de minimiser leurs efforts de collaboration – le travail que les deux font se fait à partir d'une acceptation mutuelle de la collaboration.

Enfin, il semblerait que certaines caractéristiques du grounding puissent être appliquées à la collaboration Homme-Machine [Traum 1998]. D'ailleurs, de nombreux travaux en la matière sont basés sur ce concept, notamment en ce qui concerne les dialogues structurés [Heeman et al. 1998], ou encore les communications via des média électroniques, les systèmes collaboratifs [Dillembourg et al. 1996], [Traum 1999], ou encore les systèmes de dialogue en langage naturel [Paek & Horvitz 2000].

Cette approche présente des limites dues à la granularité des éléments d'interaction étudiés, les illocutions langagières et les mécanismes de Turn-Taking. Il semble néanmoins possible d'étendre le concept de Grounding à des actions jointes plus conséquentes [Mastrogiacomo 2002]. De même la dimension plus sociale et plus affective peut être introduite par la théorie de l'intersubjectivité dans les mécanismes de collaboration comme correctifs aux modèles tirés de la psycholinguistique [Matusov 1996]. Ce point reste à approfondir car cette théorie possède, au travers de ses références aux travaux de Vygotsky des racines communes avec la théorie de l'activité que nous avons déjà mise à profit, au sein du laboratoire Trigone, pour la conception des systèmes interactifs [Bourguin et al. 2001].

Cette partie théorique, va nous permettre, entre autres, de caractériser les canaux en terme de propriétés cognitives que l'interaction, via un canal, va provoquer chez l'utilisateur.

3.2.2 L'acceptance des médias par l'utilisateur

Dans cette section, nous allons nous employer à explorer certaines théories sur l'acceptance des médias par l'utilisateur. Nous allons étudier le modèle TAM (Task Acceptance Model) qui est souvent associé à la TTF (Task-Technology Fit). Ce dernier est plutôt un modèle social, et il nous fera la transition vers les modèles dédiés à cela comme la MRT (Media Richness Theory), etc.

3.2.2.1 TAM (Task Acceptance Model)

Le TAM [Davis 1985], [Davis et al. 1989] est une adaptation spécifique du modèle théorique de l'action raisonnée (Theory of Reasoned Action : TRA) [Fishbein & Ajzen 1980] afin d'étudier les usages des technologies de l'information (IT). Le TRA et son successeur, la théorie du comportement planifié (Theory of Planned Behavior : TPB) [Ajzen 1985] sont bien connus, et ont été largement employés dans l'étude de comportements spécifiques. Généralement, ces théories (TRA, TAM), énoncent qu'un comportement est déterminé par l'intention d'exécuter celui-ci. Les comportements et intentions se sont révélés être hautement corrélés [Davis 1985], [Fishbein & Ajzen 1980]. L'intention, elle-même, est déterminée par l'attitude à l'égard du comportement.

Les recherches de Davis étudient les variables qui déterminent ou influencent l'attitude à l'égard de l'utilisation de la technologie de l'information. Le TAM identifie la facilité d'utilisation perçue et l'utilité perçue comme des variables clefs indépendantes [Davis 1989]. La facilité d'utilisation perçue influence aussi l'utilité perçue. Le TAM inclut la très importante hypothèse que le comportement est volontaire, c'est-à-dire qu'il reste à la décision de l'utilisateur. Le TAM a été testé dans plusieurs études d'utilisation de technologies de l'information, [Davis et al. 1989], [Straub et al 1997], etc.

3.2.2.2 TTF (Task Technology Fit)

Le noyau du modèle Task-Technology Fit est une construction formelle connue comme la Task-Technology Fit. (TTF), qui est l'association des capacités de la technologie aux demandes de la tâche, c'est-à-dire, la capacité de la technologie de l'information à supporter une tâche [Goodhue and Thompson 1995]. Les modèles TTF ont quatre constructions principales :

- Caractéristiques de la tâche ;
- Caractéristique de la technologie.

Ces deux constructions affectent la troisième :

- Construction du Task-Technology Fit (Ajustement tâche-technologie).

Ce qui affecte la variable de résultat :

- Performance ou utilisation.

Les modèles TTF énoncent que la technologie de l'information sera utilisée si, et seulement si, les fonctions disponibles à l'utilisateur (Fit) supportent les activités de l'utilisateur. Rationnels, les utilisateurs expérimentés choisiront les outils et méthodes qui leur permettent de terminer leur tâche avec le meilleur bénéfice net. La technologie de l'information qui n'offre pas d'avantage suffisant ne sera pas employée.

Une addition commune au modèle TTF est le « Individual Abilities » (Work Adjustment Theory) c'est-à-dire les capacités individuelles [Goodhue 1988], [Goodhue & Thompson 1995]. L'inclusion des capacités individuelles est supportée par :

- La théorie de l'ajustement du travail à partir de laquelle TTF était originalement dérivée.
- Les études récentes sur la gestion des systèmes d'information (MIS) dans lesquelles l'expérience avec des technologies de l'information particulière est généralement associée à une plus grande utilisation de celles-ci. [Guinan et al. 1997], [Thompson et al. 1994].

3.2.2.3 Relation entre TTF et TAM

Ces deux modèles majeurs, le TAM [Davis 1989] et le mode TTF [Goodhue 1995] ont été combinés dans un modèle (complet) [Dishaw and Strong 1999]. L'argument général pour combiner les modèles est qu'ils capturent deux aspects différents des choix des utilisateurs pour utiliser la technologie de l'information.

TAM, et les modèles attitude/comportement sur lesquels il est basé, suppose que les croyances et les attitudes des utilisateurs à l'égard d'une technologie de l'information particulière déterminent largement le comportement d'utilisation de celle-ci.

Les critiques notent que les utilisateurs utilisent régulièrement des technologies de l'information (IT) qu'ils n'aiment pas, et cela, parce qu'elles améliorent la performance de leur travail. Les modèles TTF adoptent une approche rationnelle en supposant que les utilisateurs choisissent d'utiliser l'IT qui fournit des bénéfices, comme améliorer leur performance de travail, sans regarder à leur attitude à l'égard du IT [Goodhue 1995]. Les aspects, attitude à l'égard du IT, sont susceptibles d'affecter les choix de l'utilisateur pour employer celui-ci.

Dans le modèle combiné, le TTF construit sert d'antécédent au modèle TAM élaboré [Goodhue 1995], (utilité perçue et facilité d'utilisation perçue), et également d'effets directs sur l'utilisation de logiciels. Le modèle combiné représente une autre étude qui aide les chercheurs à comprendre les antécédents du TAM, cela aide les dirigeants à comprendre comment fournir le logiciel qui est perçu pour être utile et facile à utiliser. Comme effets directs, les caractéristiques des tâches et le Task-Technology Fit provenant du modèle TTF affectent directement l'utilisation. C'est une contribution majeure de TTF au modèle combiné, puisque TAM considère seulement indirectement comment les outils logiciels supportent la tâche utilisateur à travers la construction de l'utilité perçue. Ainsi, TAM se focalise plus sur la technologie que sur la capacité de la technologie à supporter les utilisateurs afin qu'ils accomplissent leurs tâches, ce qui est le noyau du modèle TTF.

Le résultat de la combinaison des modèles fournit un meilleur modèle d'utilisation de l'IT qu'un modèle d'attitude ou d'ajustement fournit séparément [Dishaw and Strong 1999]. Il y avait un rapport fort et statistiquement très significatif entre Task-Technology Fit (TTF) et facilité d'utilisation perçue (et à travers la facilité d'utilisation perçue à l'utilité perçue), les deux étant prédictif de l'utilisation d'outil dans le modèle TAM.

Ce qu'il faut bien retenir ici, c'est que même si un média est tout à fait adapté à une tâche, il ne sera pas forcément accepté par l'utilisateur. Cela va être indispensable lors du choix de l'utilisation d'un canal. En effet, il ne faudra pas obliger un usager à utiliser tel ou tel

dispositif⁵⁵, même si celui-ci a été détecté comme le plus adapté. Il faudra tenir compte de plusieurs critères, et toujours proposer à l'utilisateur et non pas imposer⁵⁶ de choix. Cette stratégie, est par ailleurs, celle adoptée fermement par notre partenaire.

3.2.3 L'aspect social des canaux

Dans cette section, nous allons introduire la théorie de la richesse des média (MRT ou Media Richness Theory). Une de ses critiques nous amènera à l'introduction de son évolution possible par la théorie de la synchronicité des médias (Theory of Media Synchronicity).

La MRT élaborée par [Daft & Lengel 1984] est fortement basée sur la théorie de la présence sociale [Short et al. 1976], et donc sur la présomption que l'augmentation de la richesse d'un média est liée à l'augmentation de la présence sociale. La théorie de la présence sociale implique une distinction entre les médias personnels, sensibles et sociaux et ceux impersonnels, insensibles et peu sociaux. C'est en quelque sorte, l'importance avec laquelle un individu perçoit psychologiquement son ou ses interlocuteurs.

La MRT (Media Richness Theory) est basée sur le prédicat suivant : les performances (d'une communication) peuvent être améliorées en utilisant les différents médias selon leurs caractéristiques par rapport à une tâche donnée. On distingue deux catégories :

- 1- Equivoque : Il y a plusieurs interprétations possibles du message. La gestion de celui-ci demande une certaine négociation entre les interacteurs afin de converger vers un consensus sur une interprétation ;
- 2- Incertitude : Il y a un cadre de référence pour interpréter le message. Ici, il manque juste des informations.

Les performances sont alors augmentées quand les membres d'une équipe (au sein d'une organisation) utilisent des médias « riches » pour les tâches équivoques, et des médias « moins riches » pour les tâches d'incertitude.

Selon cette théorie, tous les médias n'auraient donc pas la même capacité à rendre de l'information (lors d'une interaction). Par exemple, les médias utilisant le langage naturel seraient riches, *a priori*.

La MRT définit alors la qualité d'un média en terme de partage d'information. Il y a quatre critères qui définissent les différents médias :

- 1- Le feedback : capacité d'un média à supporter une communication bidirectionnelle rapide ;
- 2- La multiplicité des signes : tous les signes permettant de communiquer, que ce soit des signes verbaux (haussement du ton de la voix) ou non verbaux (hochement de tête par exemple) sont susceptibles d'enrichir la communication ;
- 3- La variété du langage : l'utilisation de différents langages (scientifique, académique, littéraire, humoristique, etc.) permet de valoriser un échange ;
- 4- La personnalisation : la transcription des sentiments, des émotions est d'autant plus forte que le média est riche.

La communication face à face est considérée comme le média le plus riche étant donné son feedback immédiat, ses multiples signaux d'entrée, l'utilisation du langage naturel et sa

⁵⁵ C'est un canal ou une combinaison de plusieurs canaux.

⁵⁶ Dans certains cas cela peut être nuancé. Par exemple, en e-Learning, un professeur peut contraindre des étudiants à utiliser un canal pour effectuer une tâche, etc.

nature hautement personnelle. A l'inverse, les médias ne transportant que des données numériques sont évalués comme les plus pauvres sur le continuum de richesse (Figure 21).

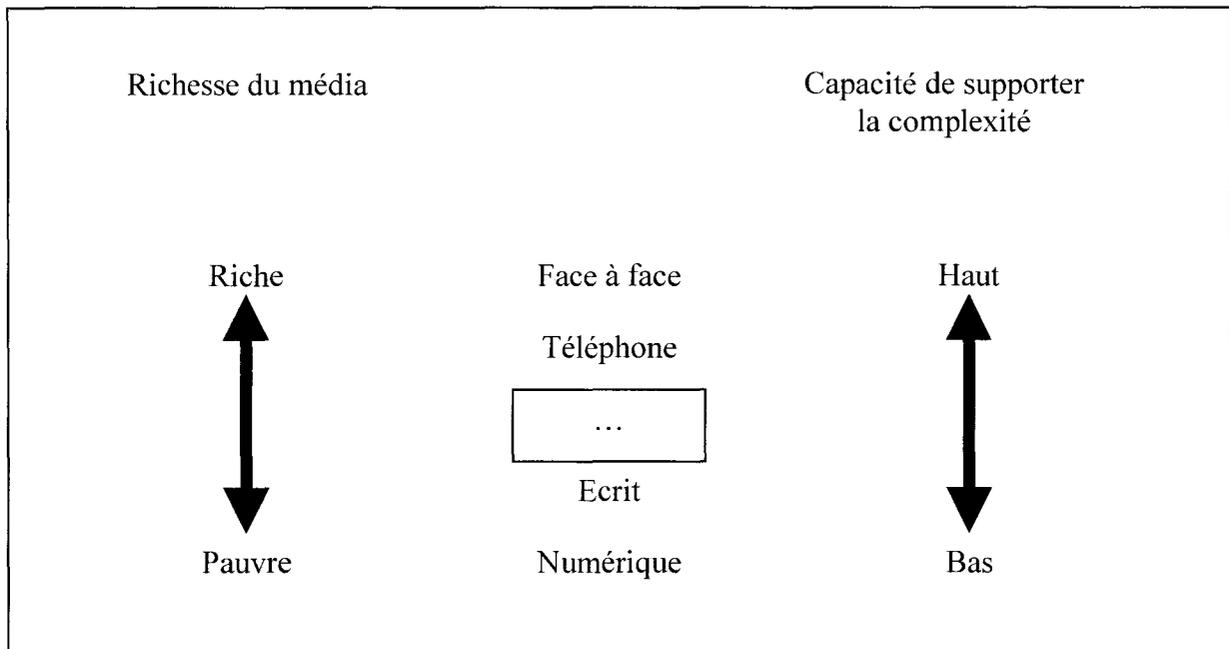


Figure 21 : Le continuum de la richesse des médias adapté de [Daft & Lengel 1984]

Si l'on en juge par cette représentation, le face à face est plus riche que l'e-Mail mais, certains points ne vont pas dans ce sens. Par exemple :

- Il y a une multitude de choses que l'on peut faire dans un e-mail que l'on ne peut pas faire en face à face, comme ajouter une pièce jointe, des images, des vidéos, des liens, etc. ;
- Les gens se familiarisent avec l'e-Mail (personnalisation des messages, signature, etc.) ;
- Dans un collège d'étudiants, une étude a montré qu'il était très utilisé. En effet, la présence sociale étant moins forte, les étudiants sont plus à l'aise pour s'exprimer, ils écrivent des choses qu'ils n'auraient peut-être pas dites face à face... On peut faire un constat similaire avec les blogs sur Internet.

De plus, la théorie de la richesse des médias ne tient pas compte du contexte ni de la personne qui utilise le média. Il semblerait néanmoins que les relations entre la tâche à accomplir et les médias utilisés soient importantes, par exemple, dans certains cas, l'e-mail peut être préféré au face à face. De plus, Daft et Lengel [Daft & Lengel 1984] suggèrent que la perception des utilisateurs de leur environnement, et leur place dans la structure sociale déterminera comment ils vont choisir de communiquer. Par exemple, un employé qui va entrer en contact avec son supérieur hiérarchique ne le fera peut être pas via le même média que le cas de figure inverse...

Cependant, cette approche a des failles. Certains travaux tentent d'identifier ses faiblesses et d'améliorer cette théorie. C'est ce que nous allons tenter d'expliquer maintenant.



Il y a des critiques récentes de cette approche. Des tests empiriques effectués sur la MRT par Dennis et Valacich [Dennis & Valacich 1999] n'ont pas été très convaincants, notamment sur des médias électroniques récents. Ensuite, il semblerait que la MRT soit insuffisante pour expliquer que le choix d'un individu s'est porté sur un média plutôt qu'un autre. De plus, d'après Dennis et Valacich [Dennis & Valacich 1999] cette théorie est vieillissante si l'on considère l'émergence de nouveaux médias depuis quelques années. Ces chercheurs formulent alors une nouvelle théorie appelée « Théorie de la synchronicité des médias ». Dans ce contexte, la synchronicité des médias signifie que deux personnes travaillent ensemble sur la même activité en même temps et ont une « concentration » partagée. La communication entre deux personnes peut être caractérisée ici par cinq propriétés des médias qui peuvent affecter cette communication :

- 1- L'urgence du feedback : propriété issue de la MRT, ayant donc la même signification ;
- 2- La variété des symboles : nombre de « manières » selon lesquelles l'information peut être communiquée. Quand les symboles verbaux et non verbaux sont absents, il y a une perte de la présence sociale de telle façon que le communicant a plus l'impression de communiquer avec un objet plutôt qu'avec une personne ;
- 3- Parallélisme : Cela réfère au nombre de communication(s) qui peuvent avoir lieu en même temps (sur le même média évidemment) ;
- 4- « Rehearsability » : Capacité de relire un message avant de l'envoyer ;
- 5- « Reprocessability » : Possibilité de réexaminer (ou retraiter) les messages dans le contexte de la communication.

Nous remarquons donc que deux approches de l'interaction, l'une comme le grounding d'origine psycholinguistique, et l'autre d'origine psychologie sociale, présentent une certaine analogie. Les concepts de « concentration » et de grounding ont sans doute des racines communes. Ces caractéristiques permettent de supporter les deux processus de communication (transport et convergence) à travers les trois fonctions de groupe (production, bien être du groupe, support des membres).

Les tâches sont donc décomposées en deux processus fondamentaux de communication : le transport et la convergence. Le transport est l'échange d'informations, suivi par une délibération sur leurs significations. En général, les médias à basse synchronicité sont préférés pour le transport. La convergence sert à atteindre une compréhension partagée de l'information. Les médias à haute synchronicité sont préférés pour la convergence. Par exemple, les médias possédant un haut feedback et un parallélisme bas permettront un haut degré de synchronicité (meilleur pour les processus de convergence). En revanche, les médias possédant un feedback bas et un parallélisme haut, permettront un bas degré de synchronicité (meilleur pour les processus de transport/délibération).

	Feedback	Variété des symboles	Parallélisme	Possibilité de revoir	Possibilité de correction
Face à face	Haut	Bas-Haut	Bas	Bas	Bas
Téléphone	Moyen	Bas	Bas	Bas	Bas
Messagerie électronique	Bas-Moyen	Bas-Haut	Moyen	Haut	Haut
Message manuscrit	Bas	Bas-Moyen	Haut	Haut	Haut

Tableau 9 : caractéristiques de différents médias

D'après le Tableau 9, on peut tirer trois conclusions [Dennis & Valacich 1999] :

- 1- Il n'existe pas de média dit « le plus riche » (c'est-à-dire ayant toutes les propriétés à « Haut ») ;
- 2- Un média peut avoir différents paramètres qui peuvent influencer sur la richesse (configurations, options payantes ou non, etc.) ;
- 3- Un classement figé des médias selon leur richesse est peu approprié, il faut tenir compte d'un ensemble de paramètres pouvant se résumer au contexte d'interaction (tâche effectuée, utilisateur, environnement, etc.). Cette hypothèse sera l'un des fondements de notre conception d'une plate-forme pour l'intermédiation.

Cette partie théorique, couplée avec la TTF, va nous permettre, entre autres, de caractériser les canaux intrinsèquement, afin de pouvoir faire une estimation des meilleurs dispositifs en fonction d'une tâche donnée.

3.2.4 Une première synthèse en terme de propriétés des canaux

Le Tableau 10 présente les relations entre les propriétés issues des différentes théories que nous avons étudiées précédemment.

Grounding (Psycholinguistique)	Théorie de la richesse des médias	Théorie de la synchronicité des médias	Discussion
Co-présence	La variété des symboles	La variété des symboles	(1)
Visibilité			
Audibilité			
Co-temporalité	Le feedback immédiat	Le feedback immédiat	(2)
Simultanéité	*	*	(3)
Séquentialité	*	*	
Possibilité de revoir	*	« Rehearsability »	(4)
Possibilité de correction	*	« Reprocessability »	
Co-présence	La personnalisation	*	(5)
*	*	Parallélisme	(6)
Co-présence	La variété du langage		(7)
Visibilité			
Audibilité			

Tableau 10 : Relations entre les différentes propriétés issues des différents concepts et théories

(1) Selon nous, il existerait une relation entre les trois propriétés issues de la psycholinguistique (la co-présence, la visibilité et l'audibilité) et la propriété commune aux deux théories des médias, la variété des symboles. En effet, on peut remarquer que si l'on considère les médias possédant ces propriétés de *grounding*, ils seront plus disposés à posséder une valeur « haute » de la propriété de variété des symboles. Par exemple, considérons le cas concret du téléphone. Il ne possède que la propriété d'audibilité et possède la valeur « moyenne » au niveau de la variété des symboles. Prenons maintenant le cas du

face à face. Dans ce cas, les trois propriétés de Clark sont engagées, et la valeur de la propriété de variété des symboles est « haute » ;

(2) Il semblerait que la co-temporalité et le feedback immédiat soient deux propriétés semblables. Elles représentent toutes les deux le concept de retour d'information « rapide » au cours de l'interaction ;

(3) La simultanéité ne trouve pas d'équivalent dans les théories des médias ;

(4) La séquentialité ne trouve pas d'équivalent dans les théories des médias ;

Cela s'explique tout simplement par le fait que dans les théories des médias que nous considérons (richesse et synchronicité), l'interaction n'est pas étudiée dans son ensemble, mais simplement d'humain à média et de média à humain. En revanche, en psycholinguistique, l'interaction (la communication) est vue comme un acte collaboratif et est traitée de bout en bout (entre les locuteurs) ;

(5) La propriété de personnalisation de la MRT peut, selon nous, être mise en relation avec la co-présence (Clark). En effet, la transmission (perception) des sentiments, émotions, etc., sera d'autant plus facile si l'on est proche (géographiquement, c'est-à-dire dans la même pièce) de la personne avec qui l'on interagit. De même, on pourrait faire une relation, mais cette fois-ci de manière moindre, avec l'audibilité et la visibilité. Il est à noter que dans le contexte actuel de la recherche en IHM et sur les usages, Intelligente Ambiente et Pervasive Computing, le développement d'une co-présence « numérique » est un enjeu important pour la conception des systèmes futurs ;

(6) La propriété de parallélisme de la théorie de la synchronicité des médias ne trouve pas d'équivalent dans les autres domaines. Cette propriété est très intéressante car elle va être très utile pour considérer les interactions multicanales ;

(7) De la même manière que pour le cas (1), on peut, selon nous, mettre en relation la variété du langage et les trois propriétés issues du *grounding* : la co-présence, l'audibilité et la visibilité.

Il faut bien comprendre que notre apport, ici, n'est pas un simple paraphrasage de théories diverses. En fait, nous mixons des champs « cognitifs » relatifs aux individus et des champs « médias » relatifs intrinsèquement aux médias afin d'avoir une vision globale d'une interaction (on a une vue intérieure et extérieure et sur ce que cela induit sur les participants et comment ces participants peuvent induire des choses...) cela fait partie intégrante du « context-aware ». Il faut se remémorer en tête que la problématique de la thèse est fortement axée sur les interactions multicanales. Aujourd'hui, les canaux sont innombrables. La gestion de l'ensemble de ces canaux dans une optique d'intégration, mais également de combinaison (utilisation de différents canaux, au sein d'une même interaction, de manière synchrone ou pas) n'est possible que si l'on considère la combinatoire gigantesque qu'entraînent ces combinaisons possibles. Pour tenir compte de celle-ci, il est hors de question de tester ou même de simuler chaque cas. Il est en effet plus raisonnable et plus pertinent de concevoir un cadre Théorique permettant de caractériser ces combinaisons de canaux. Ainsi, nous pouvons prédire le comportement d'un dispositif⁵⁷ pour un scénario donné. Ce sont ces raisons qui nous ont motivées à étudier ces différentes théories et à les comparer pour faire sortir des éléments pertinents pour caractériser un dispositif. Ensuite, en fonction des besoins de tel ou tel scénario, nous pouvons analyser de manière plus ou moins fine, le degré d'adaptation du dispositif proposé. Nous voyons un exemple d'analyse de scénario dans la section suivante.

⁵⁷ Ici, c'est une combinaison ou un couplage de plusieurs canaux.

3.2.5 Notre cadre d'analyse des caractéristiques des canaux appliqué au scénario 1

Nous nous intéressons au scénario 1, vu au chapitre 2, car il a la particularité de simuler un couplage synchrone et un couplage asynchrone des canaux. Les quatre autres scénarios du chapitre 2 font intervenir des caractéristiques qui ne concernent pas les canaux intrinsèquement.

Notons que l'ensemble des résultats inscrits dans le Tableau 11 relève de notre propre interprétation. Ces résultats peuvent évidemment être discutés et ouvrir sur des débats enrichissants.

Correspondance des propriétés dans le Tableau 12 :

P1 : la variété des symboles ; P2 : le feedback immédiat ; P3 : la simultanéité ; P4 : la séquentialité ; P5 : la possibilité de revoir ; P6 : la possibilité de correction ; P7 : la personnalisation ; P8 : la variété du langage ; P9 : le parallélisme.

Le Tableau 11 synthétise les résultats de l'application des propriétés des canaux au scénario 1. Dans ce tableau, PS signifie que la propriété n'a pas de sens pour le canal ou la tâche exécutée.

Phase	Canal / canaux	Propriétés								
		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9
Recherche produit	Catalogue papier	Bas	Haut	PS	PS	PS	PS	Bas	Haut	Haut
Recherche produit	Catalogue numérique	Moyen	Haut	PS	PS	PS	PS	Bas	Haut	Haut
Remplissage du Caddie	Catalogue numérique + téléphone (IP, GSM, etc.) via une conseillère humaine	Haut	Haut	Bas	Haut	Bas	Bas	Moyen – Haut	Haut	Bas
Paiement	téléphone (GSM, etc.) via une conseillère humaine	Haut	Haut	Bas	Haut	Bas	Bas	Moyen – Haut	Haut	Bas
Accusé de réception commande	SMS + e-Mail	Bas	Bas	PS	PS	Haut	Haut	Bas	Haut	Haut
Publicité	SMS	Bas	Bas	PS	PS	Haut	Haut	Bas	Bas	Haut

Tableau 11 : Application des propriétés du cadre théorique au scénario 1

Dans le Tableau 11 nous caractérisons les canaux utilisés au cours des différentes phases qu'exécute le client, de la recherche du produit jusqu'à l'après vente. Cela est intéressant, car pour chaque phase, nous pouvons observer, grâce aux propriétés, quelles vont être les conditions « interactionnelles » et « communicationnelles » du client lors de l'exécution de chaque phase. Par exemple, lors de la phase de paiement qui est importante (nécessité de ne pas avoir de rupture, etc.) on peut remarquer que le client est en bonne condition, car il a un feedback rapide, il y a une grande variété du langage, et une grande variété des symboles, et enfin, la personnalisation est importante (transcription des sentiments, etc.). De ce constat, nous retenons que le client va pouvoir être en confiance, guidé, et il y aura en plus une grande présence sociale, ce qui peut améliorer les conditions commerciales.

L'intérêt ici est de caractériser des scénarios soumis, en analysant chaque phase du processus envisagé, et en essayant de trouver le meilleur canal (ou dispositif résultant du couplage de canaux) pour chacune des phases. Cela ne peut se faire qu'en analysant le besoin de chaque phase (besoin de présence sociale, de beaucoup d'informations, etc.).

Ce cadre théorique est en cours d'évolution, les propriétés doivent être enrichies (pas assez de propriétés pour le moment). Ceci est un travail difficile et qui demande des ressources humaines importantes. En effet, les propriétés sont issues de divers domaines, comme nous avons pu le voir. A terme, ce cadre d'analyse, qui est incorporé au sein de la taxinomie que nous présentons dans la section suivante, pourra servir à prédire et à construire des scénarios mettant en jeu les meilleurs canaux en fonction des tâches de l'utilisateur. C'est, à notre avis, une bonne méthode, rigoureuse, flexible et extensible, pour pouvoir concevoir des systèmes adaptés, étant donné la complexité grandissante causée par la multiplication rapide des DU disponibles et utilisables par les clients et il semble que nous sommes les premiers à nous aventurer dans cette voie. Ce problème de la complexité est donné par l'hypothèse H23.

Ce cadre d'analyse doit être incorporé dans un modèle taxinomique plus étendu, tenant compte de l'ensemble de l'espace problème que suscite le domaine des interactions multicanales, au sein d'un contexte particulier.

Nous présentons ce modèle taxinomique dans la section suivante.

3.3 Une approche taxinomique pour modéliser l'espace problème des interactions multicanales et multimodales en tenant compte d'un contexte particulier

3.3.1 La taxinomie générale

Cet espace problème est vaste et il y a beaucoup d'éléments à prendre en compte, dans divers domaines (IHM, psycholinguistique, etc.). Comme nous l'avons vu dans la section précédente, le cadre d'analyse est une partie de cet espace problème. Après investigation et consultation de la littérature de différents domaines, nous nous sommes rendu compte que des travaux étaient effectués sur des parties, considérées comme isolées, de notre espace problème. Notre vision d'une intermédiation englobe effectivement un grand nombre de travaux divers que nous mentionnerons plus loin dans ce chapitre. Notre ambition n'est pas de proposer une nouvelle taxinomie parmi celles existantes. Nous voulons plutôt essayer de donner une grille de lecture transverse de tous ces travaux et de fédérer des classifications ou des ontologies partielles existantes.

La Figure 22 représente les quatre axes de notre taxinomie.

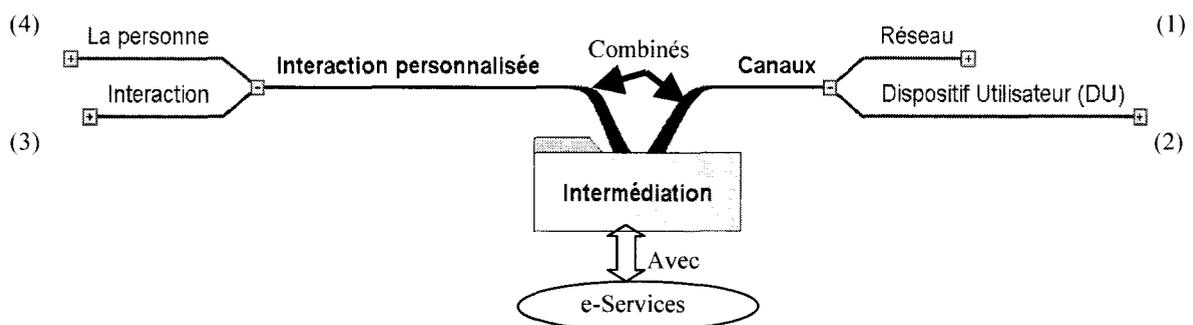


Figure 22 : Taxinomie de l'espace problème

Pour modéliser cette taxinomie nous avons choisi de tracer une carte, qui pourrait être un « TopicMap »⁵⁸ [Goslar et al. 2004]. Pour cela, nous avons utilisé le logiciel OpenMind de MatchWare [MatchWare] qui permet notamment de dresser ce genre de carte. La partie e-SI n'est pas détaillée dans cette taxinomie étant donné la richesse des travaux existants dans ce domaine. Les quatre domaines impliqués sont en forte interaction ; ils introduisent des contraintes sur la composition des modalités et des canaux et, bien sûr, sur l'intermédiation. Il y a des caractéristiques qui permettent la représentation des connaissances que l'on a de l'interaction selon quatre grandes catégories :

- Les réseaux et protocoles d'accès avec leurs normes et leurs contraintes. C'est la branche (1) de la Figure 22 ;
- Les catégories « physiques » comme le matériel et les logiciels présents chez l'utilisateur. C'est la branche (2) de la Figure 22 ;

⁵⁸ Un topic map représente une information en utilisant des « sujets » (*topics* en anglais) qui représentent tout concept, tel qu'une personne, un groupe de personnes, une couleur, un pays, une organisation, un module logiciel, un fichier individuel, des événements, des « associations » qui représentent les relations entre ces « sujets », et des « occurrences » qui représentent des relations entre des sujets et des ressources informationnelles qui s'y rapportent. Cela semble donc adapté à nos besoins et procure une bonne lisibilité.

- La connaissance des mécanismes d'interaction : les aspects sémiotiques, ergonomiques, les aspects conversationnels avec le Grounding [Clark 1997], l'adéquation à tâche/médias... C'est la branche (3) de la Figure 22 ;
- Toutes les informations liées à l'utilisateur (profils, identité numérique, etc.) ainsi que les données qui lui sont associées. C'est la branche (4) de la Figure 22.

Cette taxinomie nous a demandé un important travail de recherche collectif au sein de l'équipe. La Figure 22 ne montre qu'une partie du travail. Nous allons maintenant présenter chacune des branches de cette taxinomie plus précisément et nous ferons chaque fois référence aux travaux qui peuvent y être reliés.

3.3.1.1 La partie « canaux »

Nous pouvons maintenant préciser plus finement ce qu'est un canal si l'on observe la Figure 22. En fait, pour nous, c'est l'association d'un Dispositif Utilisateur (DU) et d'un réseau. La partie canal a un aspect concret et technologique. Ces deux parties sont développées dans les deux sections suivantes.

3.3.1.1.1 La partie des réseaux et protocoles d'accès avec leurs normes et leurs contraintes des canaux (branche (1) sur la Figure 22)

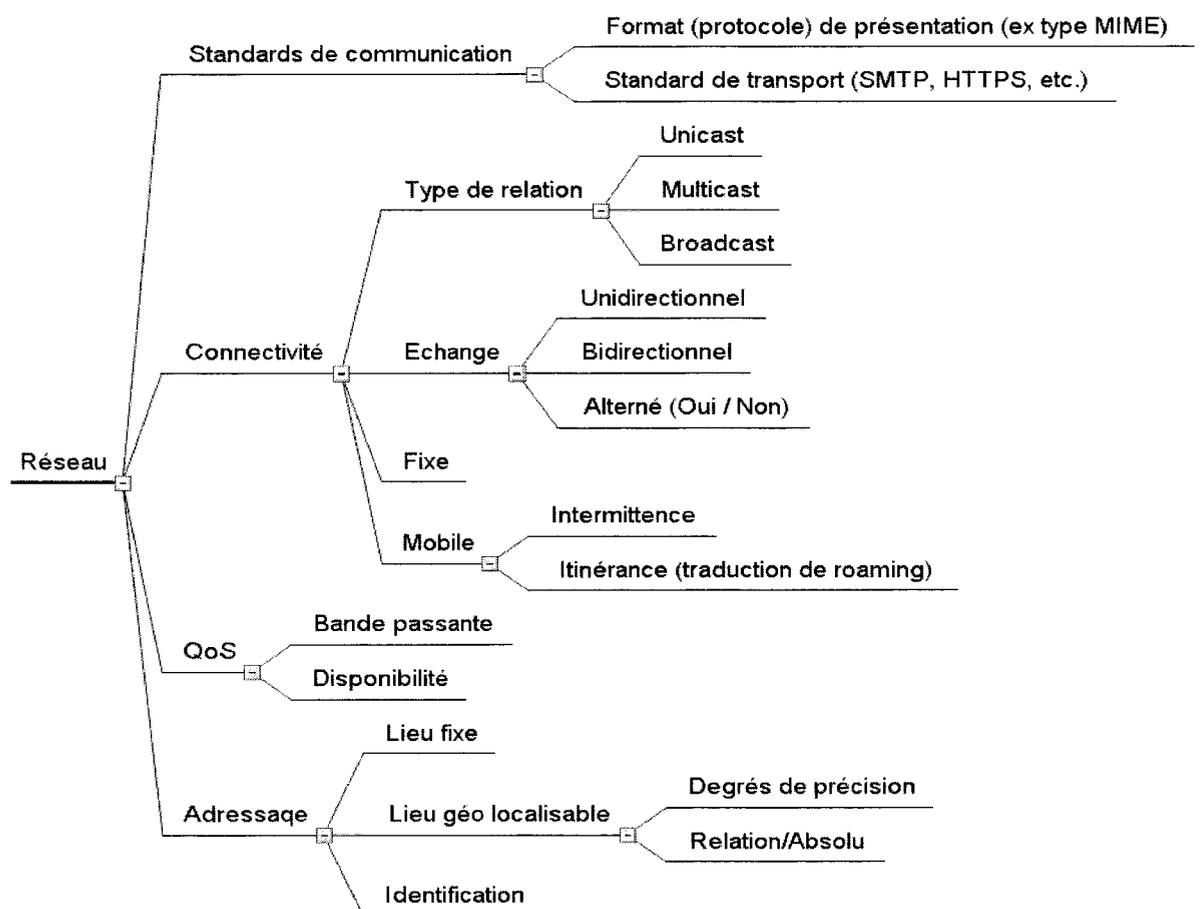


Figure 23 : La partie réseau d'un canal

La Figure 23 montre la partie réseau d'un canal au sein de la taxinomie.

L'un des aspects les plus difficiles dans la gestion des composants dans un réseau distribué est l'hétérogénéité des éléments à gérer. Récemment, de gros efforts ont été faits pour permettre aux fournisseurs de décrire leurs produits de manière uniforme, afin de fournir un accès facile à l'information et de la documentation détaillée des ressources réseau (matérielles et logicielles). Les standards suivants sont la preuve de cette tendance [MAIS 2003b] :

- SNMP (Simple Network Management Protocol) ;
- DMI (Desktop Management Interface) ;
- RMON (Remote (network) MONitoring) ;
- WBEM (Web-Based Enterprise Management) ;

Cette partie de la taxinomie est entièrement prise en compte dans le projet MAIS (Multichannel Adaptive Information Systems). D'ailleurs, pour en savoir plus, nous renvoyons le lecteur aux travaux du projet MAIS [MAIS 2003b].

3.3.1.1.2 Le Dispositif Utilisateur (DU) (branche (2) sur la Figure 22)

La Figure 24 montre la partie Dispositif Utilisateur (DU) d'un canal au sein de la taxinomie.

Cette partie de la taxinomie est supportée en grande partie dans le projet CC/PP (Composite Capabilities/Preferences Profile) [CC/PP] du groupe de travail Device Independence (DI) [DI] du W3C. CC/PP est un système pour exprimer les capacités d'un DU et les préférences de l'utilisateur. CC/PP est un framework générique permettant à un terminal de décrire ses caractéristiques, son contexte et les préférences de l'utilisateur. Il y a quatre briques de base :

- Structure : générique ;
- Vocabulaire : spécifique à l'application ;
- Protocole de transport : en partie spécifique à l'application ;
- Règles de traitement : en partie générique mais utilisant le vocabulaire.

Sa structure est basée sur RDF (Ressource Description Framework) [RDF]. En ce qui concerne le vocabulaire, il nous semble qu'il y a trois points à souligner :

- Il est spécifique aux aspects concernant la présentation de contenu ;
- Il est en cours de recommandation (au moment de l'écriture de ces lignes) ;
- Son but est d'uniformiser les tentatives précédentes :
 - o SMIL (Synchronized Multimedia Integration Language) ;
 - o CSS (Cascading Style Sheets) Media Queries ;
 - o Conneg⁵⁹ (Content Negotiation Working Group) pour couvrir la négociation de contenu dans et hors HTTP.

Il existe une instance complète de CC/PP pour les terminaux Wap : UAProf. Le vocabulaire et les règles de traitement sont définis par le WAP Forum et le protocole est Whhttp (Wireless Profiled http). Notons une convergence entre l'organisme en charge du développement du standard WAP (l'OMA) et celui en charge du développement du Web (le W3C). Pour plus de détails sur ce domaine, nous invitons le lecteur à voir les travaux du W3C [CC/PP].

⁵⁹ Formé par l'IETF (Internet Engineering Task Force).

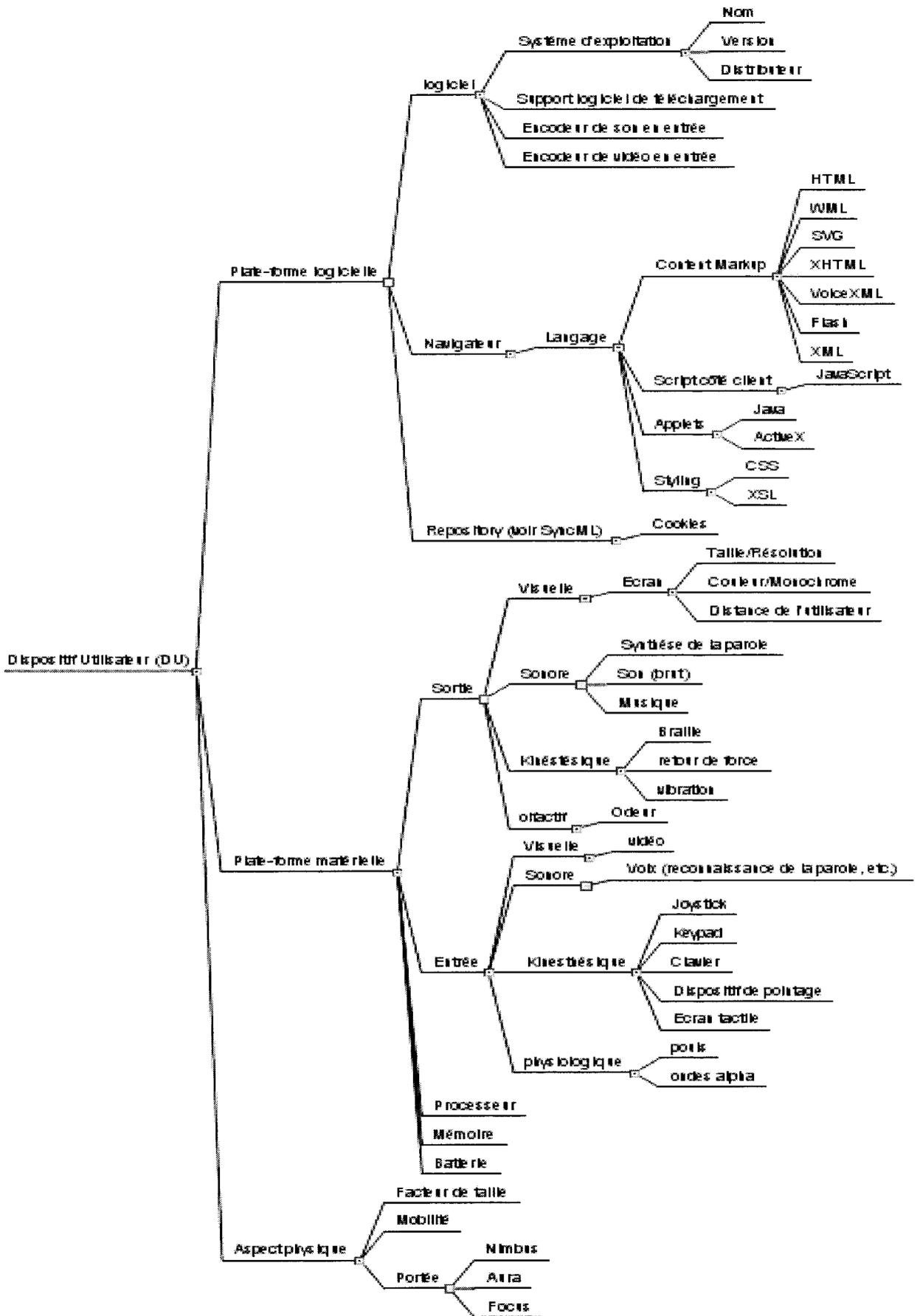


Figure 24 : La partie DU d'un canal

En ce qui concerne la plate-forme logicielle, nous pouvons nous inspirer, pour notre taxinomie, des travaux de OMA (Open Mobile Alliance) -WAP Alliance [OMA]. OMA a pour but de permettre aux abonnés mobiles d'utiliser des services mobiles inter-opérables à travers les marchés, les opérateurs et les terminaux mobiles en définissant un standard ouvert pour permettre aux applications et aux services d'être construits, déployés, gérés efficacement et sérieusement dans un environnement multi-distributeurs.

Notons que dans la branche aspect physique, le concept de « portée » (avec ses dimensions Aura, Nimbus, Focus), c'est-à-dire la dimension géométrique de la communication, nous est propre et s'inspire des caractéristiques proposés pour le TCAO par S. Benford et son équipe [Benford et al. 1993]. Dans cette branche, nous pourrions aussi nous intéresser à la Réalité Augmentée, qui pourrait prendre de l'ampleur dans le contexte de l'Intelligence Ambiante. Dans ce domaine, les travaux de E. Dubois [Dubois 2001] et R. Chalon [Chalon 2004] peuvent nous inspirer.

Après avoir vu la partie concrète, technologique de la taxinomie, c'est-à-dire la partie canal, nous allons maintenant aborder la partie abstraite, le côté humain de cette taxinomie, c'est-à-dire la partie interaction personnalisée.

3.3.1.2 La partie interaction personnalisée

Dans cette partie, nous verrons respectivement l'interaction et la personne. C'est l'objet des deux prochaines sections.

3.3.1.2.1 L'interaction (branche (3) sur la Figure 22)

La Figure 25 montre la partie Interaction au sein de la taxinomie.

La partie Règles d'interaction est supportée par notre cadre d'analyse [Chevrin et al. 2003], présenté au début de ce chapitre. Nous avons vu que ce travail doit être continué et notre cadre d'analyse enrichi.

En ce qui concerne les systèmes multimodaux, il existe plusieurs classifications :

- La classification de Foley [Foley 1984]. Celle-ci se limite aux dispositifs d'entrée qui permettent d'accomplir une tâche graphique ;
- L'espace de conception de Frölich [Frölich 1991]. Celui-ci englobe aussi bien les modalités d'entrée que de sortie ;
- La taxinomie de Bernsen [Bernsen 1993] ;
- La classification CARE, déjà étudiée au chapitre 2.

Il existe d'autres travaux en multimodalités, sur d'autres plans, comme ceux de S. Oviatt [Oviatt et al. 2003], ceux de L. Nigay et J. Coutaz [Nigay & Coutaz 1993] ou encore ceux de Y. Bellik et D. Teil [Bellik & Teil 1992], [Bellik 1995] qui ont, entre autres, élargi la vision de CARE⁶⁰.

⁶⁰ CARE que nous avons étudié dans [Chevrin 2006] et que nous mentionnons dans le chapitre 2.

Dans nos travaux, nous nous sommes inspirés de ces différentes études, notamment de CARE et de la classification de Frölich [Frölich 1991]. Celles-ci nous permettent d'introduire la notion de modalité dans notre taxinomie.

En ce qui concerne la partie de la théorie de l'activité, nous avons des compétences dans le laboratoire, au travers de travaux anciens [Bourguin 2000], mais également très récents [Bourguin & Derycke 2005].

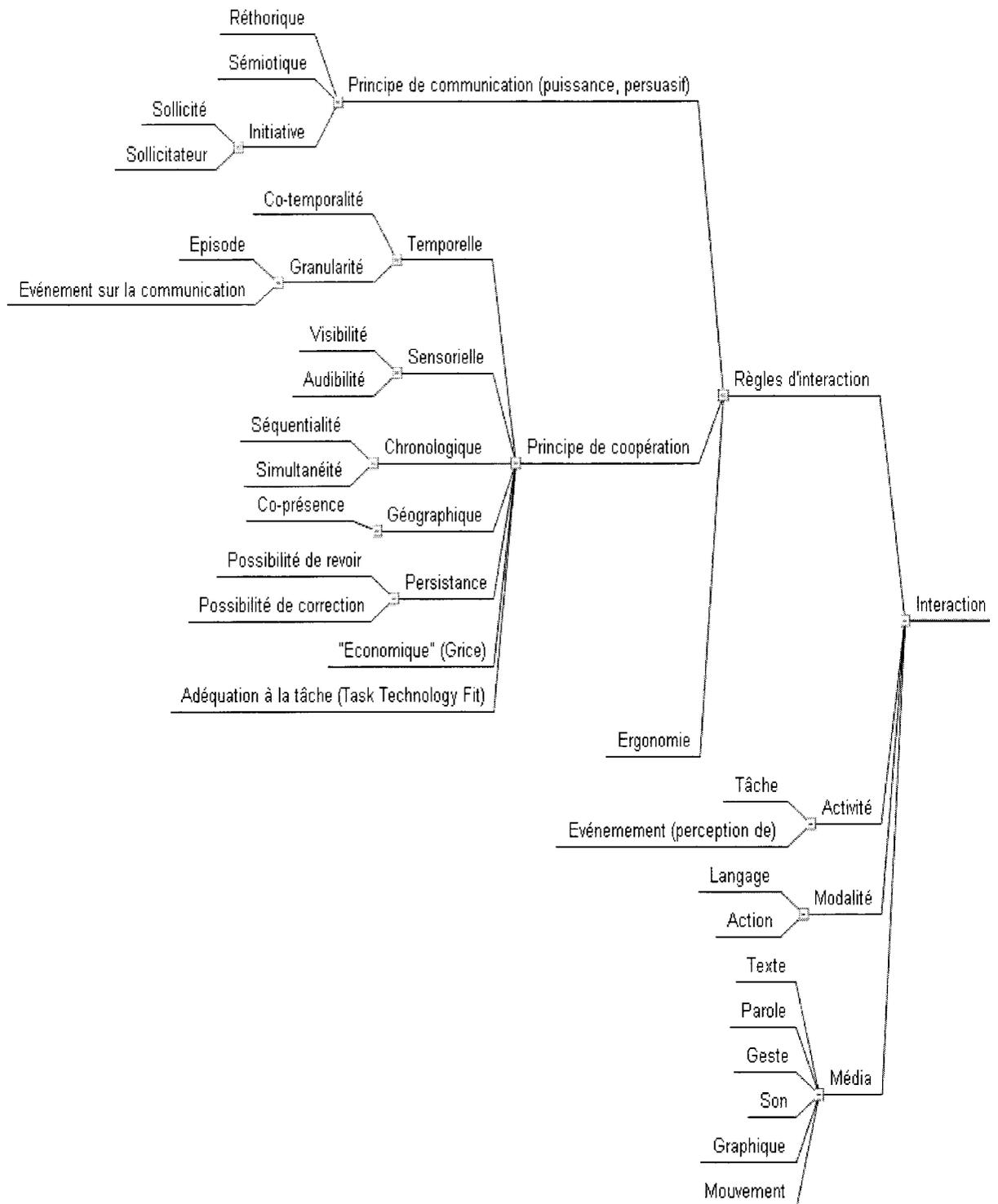


Figure 25 : La partie Interaction de la taxinomie

3.3.1.2.2 La partie personne (branche (4) sur la Figure 22)

La Figure 26 montre la partie Interaction au sein de la taxinomie.

CC/PP que nous avons déjà mentionné précédemment (gère la partie DU) supporte partiellement la partie personne de la taxinomie. Avec CC/PP, un utilisateur avec des préférences spécifiques (ou des caractéristiques particulières, comme un handicap par exemple, etc.) peut spécifier que bien que son navigateur manipule des millions de couleurs, il peut personnellement en distinguer seulement quelques-unes. On peut aussi imaginer un utilisateur ayant un moyen de navigation préféré (clavier, souris, stylet, etc.). Nous pouvons multiplier les exemples de ce genre.

En ce qui concerne l'aspect démographique, psycho-démographique et interne (état psychologique, etc.) les membres du projet MAIS ont fourni des efforts conséquents en ce sens en travaillant sur la définition d'une typologie utilisateur [MAIS 2003a]. Ces auteurs s'inspirent de la nouvelle « Classification of Functioning, Disability and Health » (ICF) proposée par le « World Health Organization (WHO)» [MAIS 2003a] qui approche le problème de la définition du statut de la santé de l'utilisateur et de ses capacités dans une voie plus intégrée et plus complète.

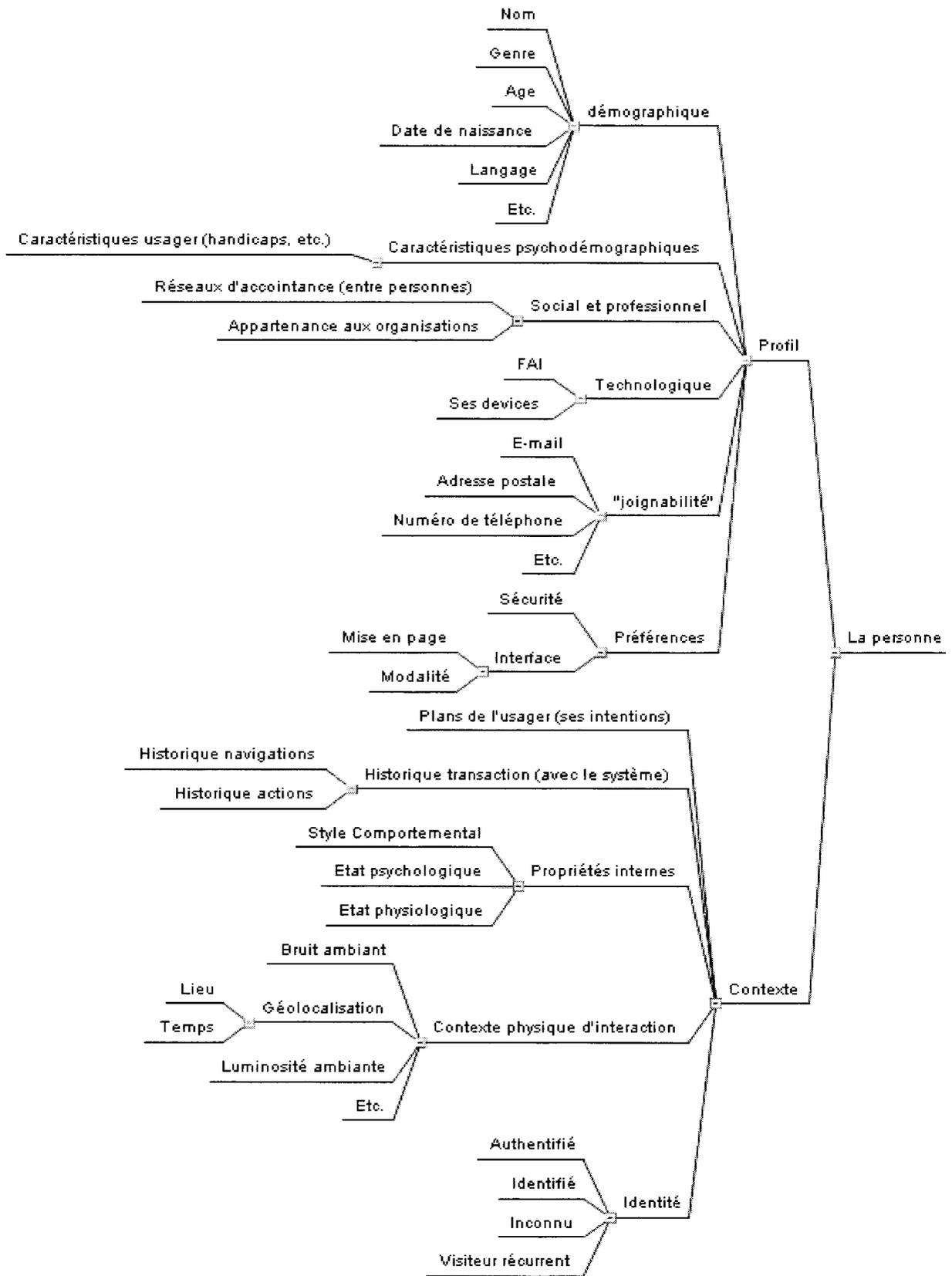


Figure 26 : Partie personne de la taxinomie

Dans Figure 26, « joignabilité » est le terme que nous utilisons pour traduire « reachability ». C'est d'ailleurs une propriété importante pour le développement du m-Commerce.

En ce qui concerne l'identité numérique de la personne, des travaux existent, comme Liberty Alliance [Liberty Alliance 2005] fondé mi 2001. L'identité numérique représente le noyau de toute relation métier de haut niveau – à partir des relations avec les clients et les partenaires afin de comprendre les besoins des employés et des DU qui accèdent aux valeurs des données et des informations. L'identité encapsule des attributs et des caractéristiques pour le développement et le déploiement de Web Services. Les entreprises doivent tenir compte des problèmes émergents de la gestion des identités et des données. Il en est de même pour les technologies d'identification et d'authentification. Une gestion efficace de l'identité diminue les coûts, augmente la sécurité, empêche la menace toujours croissante d'usurpation d'identité, etc., mais surtout devrait permettre la fourniture de services personnalisés.

La Figure 27 représente l'ensemble de notre taxinomie, et une indication sur les travaux transverses qu'elle englobe.

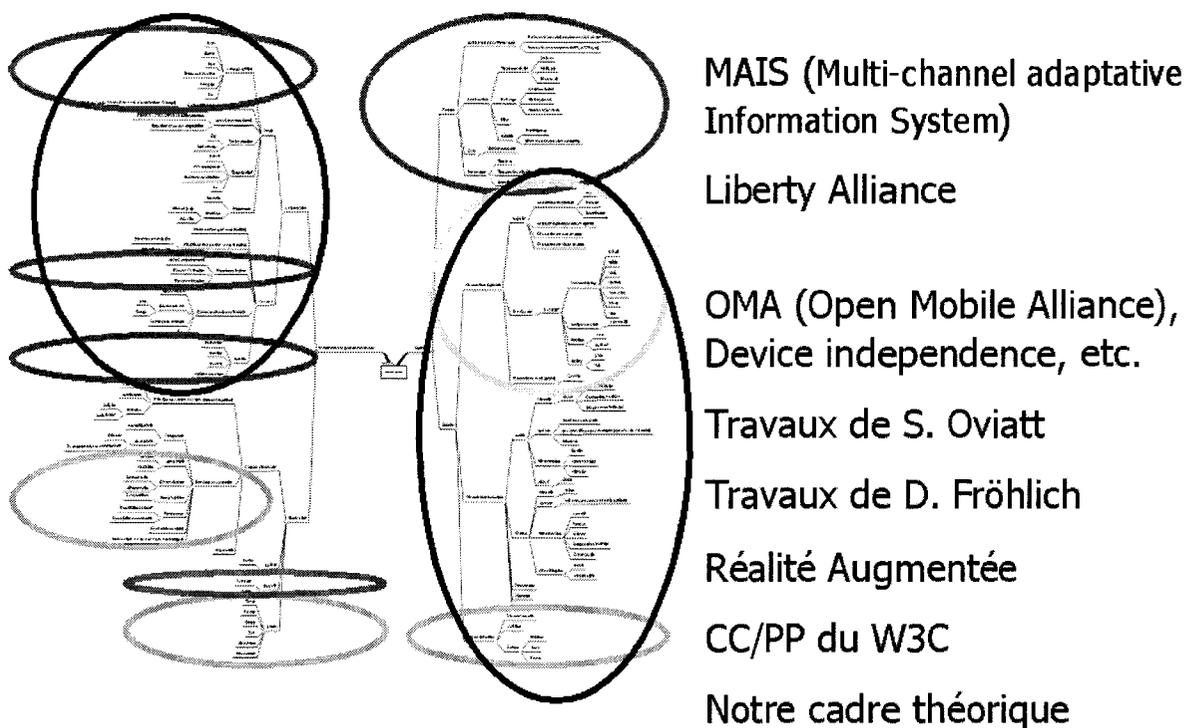


Figure 27 : Une vue étendue de la taxinomie et des études transverses qui la composent

Nous n'avons pas la prétention de dire que ce travail est achevé. Il reste encore à enrichir un peu le modèle sur certains aspects en concertation avec des experts de chacun des domaines que nous abordons. Effectuer un modèle taxinomique nécessite de nombreuses sources de connaissances. De plus, celles-ci doivent être rassemblées, en constituant un groupe de travail élargi, et ordonnées. En effet, un tel modèle se veut assez exhaustif.

Concevoir un modèle ontologique de tout cet espace problème (que supporte notre modèle taxinomique) mobiliserait plusieurs dizaines de personnes pendant plusieurs années. Nous n'avons donc pas l'intention de mener seul un tel projet. Par contre, nous pouvons prendre un sous-ensemble du modèle, qui nous intéresse particulièrement, et construire une ontologie⁶¹. C'est ce point que nous abordons dans la section suivante.

⁶¹ Celle-ci servira notamment de socle pour l'élaboration de notre architecture logicielle.

3.4 Vers un modèle ontologique de l'intermédiation dans le cadre de l'infrastructure UMR

Nous allons voir synthétiquement dans cette section qu'il existe déjà des modèles ontologiques en IHM, pour le « context-aware » et pour la multimodalité. Dans le rapport d'étude [Chevrin 2006], nous avons présenté de manière plus détaillée ces ontologies. Ensuite nous proposons quelques pistes de travail, ainsi que la démarche que nous souhaitons suivre pour élaborer un modèle ontologique de l'intermédiation dans le cadre de l'infrastructure UMR (voir Figure 1).

3.4.1 Ontologies en IHM

On peut faire référence, dans ce cadre, à l'ontologie des modèles de tâches que van Welie a modélisés dans sa thèse [van Welie 2001] et que nous montrons sur la Figure 28.

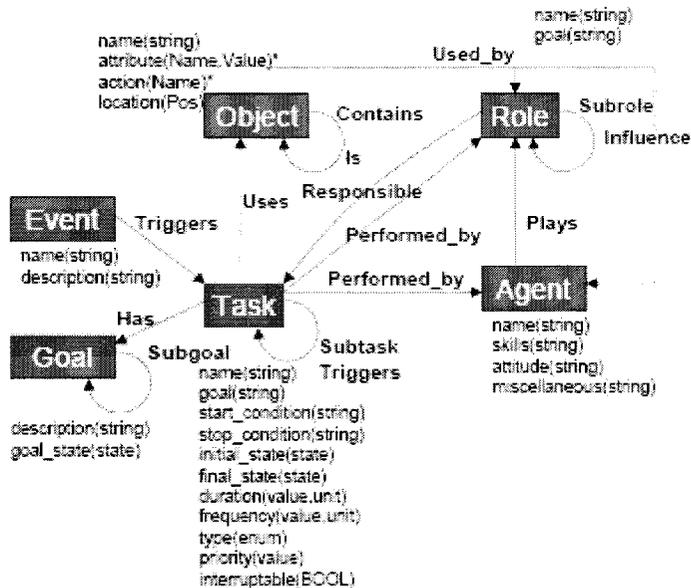


Figure 28 : Ontologie du monde des tâches (source [van Welie 2001])

Selon [van Welie 2001] :

- Une tâche (Task) est une activité exécutée par des agents pour atteindre un but ;
- Un but (Goal) est un état désiré dans le monde des tâches ou du système ;
- Un rôle (Role) est une collection significative de tâches exécutées par un ou plusieurs agents ;
- Un objet (Object) fait référence à une entité physique ou non physique ;
- Un agent (Agent) est une entité qui est considérée comme active ;
- Un événement (Event) est un changement dans l'état du monde de la tâche à un moment donné.

Dans le même esprit, ConcurTaskTrees [Paternö et al. 1997], est un modèle ontologique des tâches utilisateur. Nous pourrions également mettre dans la même catégorie les modèles d'activités proposés par notre laboratoire en se fondant sur la théorie de l'activité [Bourguin 2000] et [Bourguin & Derycke 2005].

3.4.2 Ontologies pour le « Context-Aware »

Dans ce domaine spécifique de la représentation de connaissances sur le contexte, on peut citer SOUPA [Chen et al. 2004] qui est une ontologie pour les applications pervasives et ubiquitaires exprimée en utilisant le langage OWL (Web Ontology Language). SOUPA consiste en deux ensembles de documents ontologiques : SOUPA Core et SOUPA Extension. SOUPA Core définit un vocabulaire générique qui est universel pour les différentes applications pervasives. SOUPA Extension définit un vocabulaire additionnel pour supporter les types spécifiques d'applications et fournit des exemples pour les extensions futures de l'ontologie. SOUPA se concentre sur les aspects spatio-temporels du contexte.

Karen Henricksen, quant à elle, propose une modélisation du contexte pour les applications pervasives [Henricksen et al 2002]. Pour sa modélisation, elle utilise ORM⁶² (Object Role Modeling) [Nijssen & Halpin 1989], qu'elle a enrichi. La Figure 29 présente le scénario qu'elle utilise pour ensuite le modéliser. La Figure 30 montre le résultat de sa modélisation avec ORM.

Bob has finished reviewing a paper for Alice, and wishes to share his comments with her. He instructs his communication agent to initiate a discussion with Alice. Alice is in a meeting with a student, so her agent determines on her behalf that she should not be interrupted. The agent recommends that Bob either contact Alice by email or meet with her in half an hour. Bob's agent consults his schedule, and, realizing that he is not available at the time suggested by Alice's agent, prompts Bob to compose an email on the workstation he is currently using, and then dispatches it according to the instructions of Alice's agent. A few minutes later, Alice's supervisor, Charles, wants to know whether the report he has requested is ready. Alice's agent decides that the query needs to be answered immediately, and suggests that Charles telephones her on her office number. Charles' agent establishes the call using the mobile phone that Charles is carrying with him.

Figure 29 : Scénario utilisé par K. Henricksen pour le modéliser ensuite (source [Henricksen et al. 2002])

⁶² Fondé sur le formalisme Entité-Relation.

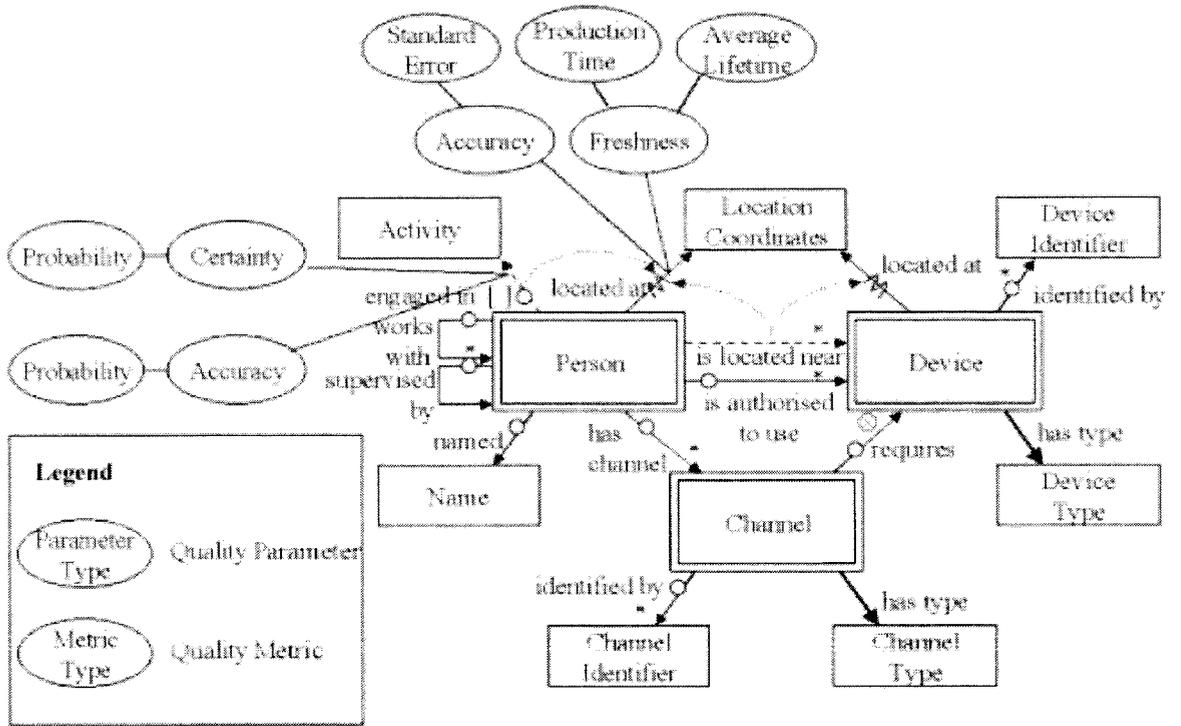


Figure 30 : Modélisation du contexte pour le scénario étudié (source [Henricksen et al. 2002])

Sur ce schéma nous pouvons observer que les entités sont la personne, le canal et le device. Nous pouvons déjà constater qu'à notre différence⁶³, le canal et le device sont deux entités séparées, alors que pour nous, le canal est composé d'un device (DU selon notre appellation), et d'un ou des réseaux (voir taxinomie et Figure 34). Ensuite, dans ce modèle, l'activité n'est qu'un attribut de la personne. Pour nous, l'activité doit être une entité à part entière et fait partie du contexte de l'interaction. Dans ce domaine, nous voulons, dans un temps plus lointain, travailler plus en détail sur la modélisation de l'activité sous forme de modèles de tâches.

Pour modéliser ainsi le contexte, K. Henricksen [Henricksen et al. 2002] a enrichi ORM. Ainsi, elle ajoute des associations, dont elle distingue deux catégories : les statiques et les dynamiques, dédiées au contexte, ainsi que des contraintes structurelles sur ces associations.

Une thèse en Tunisie, en co-tutelle avec le laboratoire Trigone, prolonge cet aspect du travail.

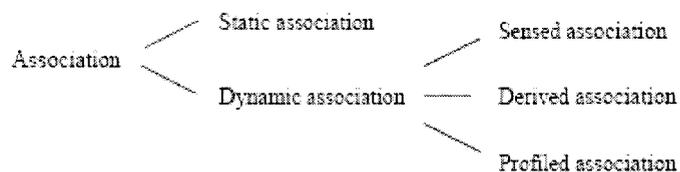


Figure 31 : Classification pour les associations de contexte (source [Henricksen et al. 2002])

⁶³ Et à la différence du projet MAIS qui a la même approche que nous en ce qui concerne les canaux (DU associé(s) à un ou des réseaux).

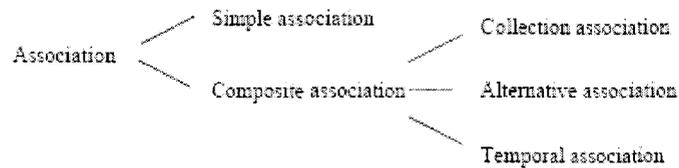


Figure 32 : Contraintes structurelles sur les associations de contexte (source [Henricksen et al. 2002])

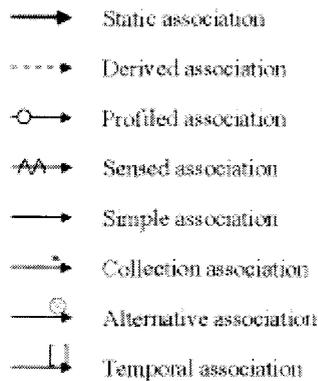


Figure 33 : Légende indiquant les symboles utilisés pour les différentes associations et contraintes (source [Henricksen et al. 2002])

On notera par exemple que la « sensed association » (voir Figure 31 et Figure 33) correspond à des capteurs logiciels ou matériels, ou encore la « collection association » (voir Figure 32 et Figure 33) signifie qu'une entité peut être simultanément associée à plusieurs attributs et/ou d'autres entités, par exemple une personne peut travailler avec plusieurs autres, et peut avoir plusieurs canaux de communication. Pour en savoir plus, nous invitons le lecteur à regarder les travaux de K. Henricksen [Henricksen et al. 2002].

En tenant compte de ces associations, nous pouvons dire que selon la modélisation de la Figure 30, c'est l'utilisateur qui donne son nom (« profiled association »). Pour ce qui est de la localisation du canal, c'est un capteur logiciel ou matériel qui fournit l'information (coordonnées géographiques dans ce cas) car l'association est une « sensed association »...

3.4.3 Ontologies pour la multimodalité

Dans ce domaine, on peut citer, par exemple, les travaux de Obrenovic et Starcevi [Obrenovic & Starcevi 2004] qui présentent une ontologie de la multimodalité avec le formalisme UML. Dans le cadre de nos futures recherches, nous pourrions nous inspirer de ces études et construire un modèle ontologique de la multimodalité (couplage de modalités) à partir de notre taxinomie. UML paraît, par ailleurs, un bon outil pour ce genre de travail. Mais là encore, c'est sans doute un travail à mener au sein d'un groupe de travail.

3.4.4 Notre proposition d'un modèle ontologique avec le formalisme ORM

Pour concevoir ce modèle ontologique (Figure 34), nous nous sommes basés sur les travaux de [Henricksen et al 2002]. Ce modèle présenté nous servira de méta-modèle de gestion de l'architecture logicielle. Notre choix s'est porté sur ORM plutôt que sur UML, pour le moment. En effet UML semble assez universel comme langage de description pour les processus de conception de logiciels et il a fait l'objet de production d'outils de modélisation assez puissant. Cependant, ORM⁶⁴ se focalise sur les types relations autant que sur les types objets, faisant de lui un formalisme qui facilite la spécification des contraintes et des annotations complexes sur les relations. De même, la modélisation des schémas de données (ou de documents) est sans doute mieux exprimée avec des formalismes à objet dérivés du modèle Entité-Relation. L'un des avantages de ce formalisme retenu est le fait qu'il nous permette de discuter plus aisément avec des interlocuteurs qui font partie du domaine applicatif. Néanmoins, nous sommes face à un problème complexe. En effet, le choix du degré de granularité jusqu'auquel nous détaillons le modèle n'est pas un choix facile. En effet, si nous affinons trop le grain, le modèle devient très vite surchargé et par là beaucoup trop complexe. Une des pistes que nous suivons est l'approche modulaire des connaissances du projet MAIS [MAIS]. Dans ce cas, ces chercheurs ont éclaté l'ensemble du modèle et ont développé chaque « bloc » séparément. C'est dans cette direction que nous menons nos travaux actuels.

Par ailleurs, un travail de fond sur ce domaine est en cours au sein de l'équipe NOCE du laboratoire Trigone.

⁶⁴ Castelyen utilise ORM dans des approches web engineering ubiquitaires [Casteleyn 2005].

Nous reviendrons en détail sur ces entités dans le chapitre 4.

Ce que l'on peut faire remarquer, c'est la similitude entre notre approche et celle du projet MAIS⁶⁵. En effet, nous avons une vision des canaux très proche et nous considérons que le contexte peut être délivré par des services.

De plus, nous considérons que le canal est utilisé par un utilisateur dans une activité donnée. Nous allons pouvoir ultérieurement inférer sur cela. En effet, nous avons vu que la TTF (Task-Technology Fit) traitait de l'adéquation du canal à la tâche. Ainsi, nous allons pouvoir ajouter des contraintes sur cet aspect, tout en gardant à l'esprit la TAM (Task Acceptance Model) et le fait que l'utilisateur doit avoir la décision finale, le système ne faisant que l'assister et l'inciter à utiliser le meilleur canal en fonction de sa tâche.

Nous pouvons imaginer introduire d'autres contraintes par rapport à K. Henricksen [Henricksen et al. 2002]. En effet, les « politiques » de l'organisation vont avoir une incidence sur la composition dynamique des e-SI.

Toutes ces contraintes pourront être formalisées sous forme de règles (système expert, grammaire, etc.) et utilisées par nos agents logiciels⁶⁶.

Nous n'avons pas la prétention de dire que le modèle que nous proposons est achevé. Néanmoins, nous ne pouvons pas utiliser de méthode « top down » pour créer un tel modèle. C'est à force de réflexion et avec l'expérience accumulée au cours de la conception et l'implémentation que nous pourrions enrichir ce modèle de manière pertinente et au fur et à mesure. Nous avons donc opté pour une approche « bottom up », ce qui nous permettra d'être beaucoup plus efficace.

Le modèle que nous présentons ici se situe quelque part entre la proposition de K. Henricksen [Henricksen et al. 2002] et celle du projet MAIS [MAIS 2003c].

⁶⁵ Projet que nous avons mentionné lorsque nous avons présenté notre taxinomie, et que nous étudierons un peu plus en détail dans le chapitre 6.

⁶⁶ Nous introduirons cela dans le chapitre 4.

3.5 Conclusion

3.5.1 Bilan du chapitre

Le travail présenté dans ce chapitre est un socle théorique afin de modéliser notre espace problème qui est très vaste. Il y a un grand intérêt à modéliser comme nous le faisons, car cela va permettre de formuler des règles de décisions (à partir de sources de connaissances). Cela est en corrélation avec les hypothèses H1, H3 et H4. Ainsi, nous pouvons utiliser ces règles dans les agents logiciels (nous abordons ce sujet dans les chapitres 4 et 5), comme nous commençons à le faire dans notre démonstrateur (pour le moment de manière minimale). Cela apporte de la dynamique au système tant au point de vue du « context-aware » et de la personnalisation en fonction de ce contexte, que des règles métiers, la composition de services (actuellement nous utilisons essentiellement des règles pour la composition de services), etc.

De plus, **ce cadre théorique nous permet d'être prédictif quant aux propriétés, en termes d'usage et de communication, d'un scénario en fonction du canal utilisé lors de l'interaction.** Cela va dans le sens de notre problématique de gestion des interactions multicanales et de la combinatoire que cela engendre et répond à l'une des questions que nous posions dans la conclusion du chapitre 2. Pour le moment, nos prédictions se limitent aux caractéristiques intrinsèques des canaux, mais cela nous permet d'ores et déjà d'étudier assez finement des scénarios.

La taxinomie que nous avons élaborée est pertinente sur quatre points :

- a) Nous pouvons discuter plus facilement de notre problématique avec notre partenaire et éventuellement d'autres chercheurs, etc. En effet cette taxinomie sert de base commune de connaissance, permettant d'éviter les ambiguïtés et faux sens sur certains termes et concepts ;
- b) Nous avons caractérisé, à travers elle, une formalisation de ce qu'est, pour nous, un canal. De cette manière, nous avons pu mieux cerner la distance existante entre IHM et marketing direct au niveau de cette définition. Cela est très important, ce terme étant au cœur de la problématique de cette thèse, qui plus est, « à cheval » sur les deux domaines ;
- c) Nous avons décrit de manière conceptuelle (simplifiée, voir Figure 34) notre infrastructure logicielle. A partir de cette réflexion, nous allons pouvoir proposer une première architecture logicielle (nous voyons cela dans le chapitre suivant) ;
- d) A partir, de cette architecture logicielle, nous allons pouvoir implémenter un démonstrateur. Nous présenterons ce point dans le chapitre 5.

Enfin, nous pouvons proposer une première définition généralisée d'un canal :

Un canal d'interaction avec une organisation, est constitué de l'union :

- **D'un moyen d'acheminement (d'information / de documents, de produits tangibles, de services, etc.) vers une localisation spécifique (fixe, mobile), ayant des caractéristiques spécifiques (délai d'acheminement, temporalité, qualité de services dont la disponibilité, la fidélité, les coûts, etc.) ;**
- **Et d'un dispositif d'interaction avec l'utilisateur (client, citoyen, apprenant, etc.) et présentant des propriétés « modales » (utilisation du langage naturel ou non, action directe, etc.), des propriétés temporelles, et une certaine « affordance » (aspect sémiotique et métaphorique, schéma d'usage ou mode d'emploi).**

Notons que cette définition évolutive a pour ambition de jeter un pont entre les communautés marketing et IHM. De plus, les premières propriétés que nous avons spécifiquement dérivées des champs théoriques (voir Figure 25), telles que celles issues du grounding ou des travaux sur les propriétés spatiales de la collaboration (notion de nimbus, focus, aura [Benford et al. 1993], [Greenhalgh & Benford 1997]) ; semblent s'appliquer tant au e-Commerce (ou e-Formation) qu'au commerce plus traditionnel (ou à la formation en salle de classe) ; voire même du commerce utilisant les retombées de la Réalité Augmentée.

3.5.2 Les recherches se poursuivent dans l'axe de ce chapitre

Nous n'avons pas la prétention de dire que ce travail est entièrement achevé aujourd'hui. C'est pourquoi, il paraît important de compléter ce travail.

En effet, dans la perspective de la plate-forme d'expérimentation attendue, notre modèle prédictif devra permettre d'analyser finement les scénarios fournis et de proposer les dispositifs les plus pertinents à utiliser dans tel ou tel cas d'usage

De plus, nous pourrions étendre notre modèle aux rôles, activités, etc. Dans ces domaines nous avons, au sein du laboratoire, des compétences [Bourguin & Derycke 2005] en ce qui concerne les activités et [Marvie et al. 2005] autour de la notion de rôles et l'adaptation qui peut en découler.

Nous pourrions même aller plus loin en étudiant un peu plus l'ingénierie des modèles (compétence dans le laboratoire avec X. Le Pallec [Le Pallec 2002] et des compétences dans le domaine MDA (Model Driven Architecture)).

Il faut continuer d'avancer dans ces travaux dans deux perspectives :

- Confrontation avec l'expérience ;
- Création d'une communauté d'intérêt (par exemple le projet régional MIAOU⁶⁷) pour continuer à améliorer, non seulement la taxinomie, mais également les modèles ontologiques ébauchés.

Enfin, le modèle ontologique va nous permettre de donner une vue globale de l'architecture logicielle dédiée à la gestion des interactions multicanales personnalisées en fonction d'un certain contexte dans une vision orientée services (voir les hypothèses H5 + H6 + H8 + H9 + H11 + H13 + H14 + H17 + H21). La taxinomie cartographie notre espace problème.

Dans le chapitre suivant, nous présentons les impacts d'une démarche orientée e-Services sur nos travaux, ainsi que notre infrastructure logicielle et notre architecture logicielle.

⁶⁷ Modèles d'Interaction et Architectures Orientées Utilisateurs.

Chapitre 4 : Vers une architecture logicielle pour UMR : concepts, outils de conception et d'implémentation

Nous avons montré, dans le chapitre précédent et dans certaines de nos publications, comme [Chevrin et al. 2003], que la complexité des interactions multicanales (et multimodales) réside notamment dans l'existence d'un très grand nombre de couplages potentiels, de canaux et/ou de modalités.

Dans l'ensemble des chapitres précédents, nous avons donné toute la matière nécessaire à l'élaboration d'une infrastructure logicielle, ainsi que d'une architecture logicielle, permettant de répondre à notre problématique et à l'ensemble de l'espace problème énoncé. L'objet de ce chapitre est de proposer cette architecture logicielle.

Nous allons dans un premier temps discuter de l'impact des approches orientées services (SOA) sur nos travaux. Ensuite, nous verrons comment nous pouvons compter sur une très probable évolution des réseaux pour limiter et simplifier un certain nombre de problèmes liés aux transformations et adaptations aux différents DU. Nous exposerons alors une vue générale de notre architecture logicielle. Enfin, nous expliquerons et argumenterons nos choix en ce qui concerne l'implémentation de cette architecture logicielle.

4.1 Impact de l'approche SOA

L'approche « Service Oriented Architecture » (SOA) commence à susciter un grand intérêt. SOA est une manière de réorganiser les applications et les infrastructures logicielles dans un ensemble de services interagissant entre eux.

Dans cette section, nous allons étudier si le SOA pour le e-Commerce est une approche intéressante. Ensuite, nous parlerons des différentes approches e-Services. Ce terme est utilisé dans bien des domaines et sa définition reste ambiguë dans certains cas. Nous verrons par ailleurs quels sont les standards utilisés dans le cadre des Web Service et la définition que nous en donnons parallèlement aux e-Services. Nous reviendrons alors sur la démarche SOA en entrant plus dans le détail, tout en restant synthétique. Enfin, nous donnerons notre propre signification des e-Services dans le cadre d'une vision plus interactionnelle qui est la nôtre.

4.1.1 Retour sur la chaîne de valeur du e-Commerce

Nous avons vu dans le chapitre 1 que l'on peut identifier le e-Commerce comme un ensemble de patterns de tâches. La chaîne de valeur (nous en avons parlé dans le chapitre 1 et nous avons donné un exemple) du e-Commerce peut, *a priori*, selon nous, être décomposée en un groupe de services. Cela est susceptible d'apporter beaucoup d'avantages dans ce domaine. En effet, selon une large littérature, SOA réduit les coûts et améliore l'efficacité. Par ailleurs, l'évolution des applications monolithiques vers des systèmes multicanaux basés sur le concept de SOA a ouvert des opportunités pour la consolidation et la migration des applications. Cela provoque une réduction des coûts et une amélioration de l'efficacité de l'organisation. Cela est possible depuis que SOA définit les services métiers de manière indépendante des applications « legacy » et packagées [Artix 2004].

La décomposition de la chaîne de valeur en un ensemble de services, et plus particulièrement le fait de s'appuyer sur le concept SOA, apporte plusieurs avantages au e-

Commerce. Tout d'abord, les coûts de maintenance sont réduits grâce à l'éclatement du noyau fonctionnel en plusieurs services indépendants. Il est en effet plus aisé de mettre à jour certains services selon les besoins, que de réimplanter l'ensemble du noyau fonctionnel. Ensuite, une approche orientée service permet plus de flexibilité au sein des applications. Prenons un exemple relativement simple pour justifier cela. Dans le cadre du e-Commerce, nous pouvons considérer plusieurs canaux de vente via lesquels, le client va effectuer une série de tâches. Aujourd'hui, les organisations proposent différents canaux qui sont implémentés de manière *ad hoc*. Cela signifie que chaque canal est associé à une implémentation spécifique des services auxquels il a accès. Dans ce cas, une orientation SOA est très intéressante, car elle permet d'implémenter les services une fois pour toutes et chaque canal « va chercher » ceux dont il a besoin, lorsqu'il en a besoin. On peut alors imaginer que les services seraient appelés suivant un ordre dynamique en fonction de l'interaction et du contexte de celle-ci. C'est ce que nous verrons dans le chapitre suivant et que nous appellerons la composition dynamique des services. Des e-Services génériques, liés au e-Commerce, ont commencé à apparaître. On peut citer le e-Catalogue destiné, en simplifiant, à construire, publier, vendre et promouvoir des produits sur Internet. Ou encore le e-Tracking (pour le suivi de la logistique). Nous reviendrons sur de tels exemples un peu plus loin dans ce mémoire.

Enfin, une approche orientée service permet aux organisations de déléguer une partie des services à des tiers, ou même de partager ces services avec d'autres organisations. Par exemple un service d'authentification sécurisée, ou un service de paiement avec cryptage des données et sécurité SSL, est fourni par un tiers pour plusieurs organisations qui n'ont plus dans ces conditions, qu'à s'occuper du maintien de ces services.

Il est donc vraisemblable que le secteur du e-Commerce a beaucoup à gagner à migrer vers des architectures orientées services. Dans ce cadre, un service peut être vu comme une « boîte noire » autonome, permettant de réaliser une ou plusieurs tâches, comme par exemple s'authentifier, remplir un caddie, payer, réclamer, etc.

Par ailleurs, il n'existe pas de définition unifiée de ce qu'est un service ou plus précisément un e-Service, tout du moins, selon la littérature que nous avons consultée. Dans la section suivante, nous revenons sur ce terme et nous essayons d'en donner une définition en adéquation avec notre cadre de travail. Pour cela nous avons utilisé différentes définitions existantes dans la littérature de différents domaines.

4.1.2 Les approches e-Services

Il apparaît clairement que le terme « e-Service », ou même « service » est toujours confus et renvoie à différentes significations selon la communauté dans laquelle il est utilisé. Nous sommes d'accord avec [Baida et al. 2004] en ce qui concerne la suggestion qu'au moins trois perspectives sur les e-Services doivent être comprises afin de fournir une terminologie partagée pour les e-Services :

- Un point de vue métier (business) ;
- Un point de vue technologique (informatique) ;
- Un point de vue informationnel.

En ce qui nous concerne, nous voulons ajouter un point de vue plus interactionnel (IHM), qui, comme le point de vue informationnel, peut construire un pont entre la vue business et la vue technologique. Nous pouvons affirmer cela car cette perspective interactionnelle prend

sérieusement en compte le point de vue du client, comme une interface utilisateur. C'est une approche orientée client où l'utilisabilité est un des facteurs clef pour le succès du business. De plus, elle prend aussi en compte le point de vue technologique. Il faut également bien comprendre que nous privilégions les perspectives business et marketing par rapport à celles plus technologiques.

Voyons donc maintenant un peu plus en détail les différents points de vues que nous venons de citer :

i) La perspective business :

Un e-Service peut être défini comme « *the provision of services over electronic network* » [Rust & Kannan 2003] où les réseaux électroniques ont une signification plus large qu'Internet, et incluent les réseaux sans fil, les Kiosques, ATM, etc. Progressivement le commerce électronique s'est centré vers les services. Cela est justifié par le fait que c'est une approche plus orientée client, permettant une plus grande efficacité en ce qui concerne la satisfaction des besoins du marché, et de manière plus compétitive. Pour [Rust & Kannan 2003] cela est réalisé comme suit : « *uses of two ways dialogues to build customized services offerings, counting on knowledge about the customer to build strong customer relationships* ». C'est la même stratégie que celles développées dans le marketing 1to1 [Peppers & Rogers 1997]. Nous retenons de cette analyse que :

- D'une part, les services peuvent être composés dynamiquement soit sur l'initiative du système inférant à partir de connaissances acquises sur le client (par une relation d'apprentissage [Peppers & Rogers 1997]) soit simplement par le client/utilisateur de ce système. Par ailleurs, le client/utilisateur peut être assimilé, par extension, à un co-producteur du service (notion de self-services [Benatallah et al. 2003]).
- D'autre part, la portée d'une approche e-Service pour le commerce électronique est d'étendre les canaux en amont et en aval d'une organisation en direction de ses clients, ou utilisateurs, où les canaux ne sont pas seulement le Web ou même purement supportés par Internet.

ii) La perspective technologique :

La définition de ce qu'est un e-Service, ou même un service, est fortement influencée par le mouvement qui se situe dans des domaines proches de l'ingénierie du web et le développement de beaucoup de standards liés aux services web. D'ailleurs, dans ce domaine, la plupart du temps, le terme e-Service est utilisé comme synonyme pour Web Service. Dans les travaux de [Baida et al. 2004], une des définitions mentionnées est la suivante : « *loosely coupled, reusable software components that encapsulate discrete functionality and are distributed and programmatically accessible over standards Internet protocols* ». Nous pouvons être d'accord avec cette définition, à la condition que les standards mentionnés puissent être élargis à ceux, par exemple, des téléphones sans fil, etc. Nous pouvons remarquer que les canaux, mentionnés ci-dessus, sont parfois catégorisés, en informatique (aspect technologique) comme « *information-providing service* ».

iii) La perspective IHM :

Le concept de e-Service n'est pas encore mature dans ce domaine, et il existe peu de définitions. Ces définitions oscillent entre la perspective business et la perspective technologique. Avec les approches centrées sur le web, dans la plupart des interfaces utilisateur pour le commerce électronique, il est clair que l'emphase est aussi portée sur le point de vue des services web, où la traditionnelle séparation des parties qui existe en

développement logiciel IHM – séparation du noyau fonctionnel (le modèle) de la présentation (la vue), et du contrôle du dialogue (le contrôleur) – est gardée. Bien sûr, cette question sera plus aiguë dans le cas d'une connexion d'un portail web à des Web Services, utilisant par exemple des protocoles standards dans la suite « Web Services for Interactive Applications » (WSIA) [WSIA] qui assurent l'accès aux Web Services depuis différents types d'applications Internet, tel qu'un navigateur Web ou tout autre format de diffusion (WAP, etc.). WSIA est le fruit de la combinaison de deux initiatives : « Web Services User Interface » (WSUI) [WSUI 2002] et « Web Services Experience Language » (WSXL) [WSXL 2002].

C'est la perspective IHM qui va mutualiser les définitions. Le chapitre précédent donne l'état de nos travaux en la matière. Dans la section suivante, nous allons introduire les standards des Web Services.

4.1.3 Les standards des Web Services (perspectives technologiques)

Pour débiter cette section, nous pouvons donner une définition du terme Web Service formulée par [Srivastava & Koehler 2003], chercheurs chez IBM : *“Web Services are defined as self-contained, modular units of application logic which provide business functionality to other applications via an Internet connection. Web Services support the interaction of business partners and their processes by providing a stateless model of « atomic » synchronous or asynchronous message exchanges. These « atomic » message exchanges can be composed into longer business interactions by providing message exchange protocols that show the mutually visible message exchange behavior of each of the partners involved. The issue of how Web Services are to be described can be resolved in various ways.”*

Pour être plus synthétique, nous pouvons reprendre la définition de Mark Colan, Web Service and XML Chief Advocate chez IBM, les Web Services sont des *« applications modulaires basées sur Internet qui exécutent des tâches précises et qui respectent un format spécifique »*. [Lejeune & Fermé 2001].

Selon ces mêmes auteurs, cette citation apporte trop peu d'information pour comprendre précisément la nature d'un Web Service. En synthétisant leurs propos, nous pouvons donner deux définitions distinctes :

- Une définition non informatique, le terme « Web Service » décrit une fonctionnalité commerciale exposée par une entreprise sur Internet afin de fournir un moyen d'utiliser ce service à distance ;
- Une définition détaillée tenant compte des aspects opérationnels, les Web Services sont des applications modulaires qui peuvent être décrites, publiées, localisées et invoquées dans un réseau. L'objectif initial d'un Web Service est de permettre l'utilisation d'un composant applicatif de manière distribuée. Plus clairement, cela consiste à permettre l'utilisation d'une application à distance. En fait, les Web Services facilitent l'invocation de certains traitements depuis Internet. Le modèle logiciel proposé contient à la fois un nouveau mode de développement et une nouvelle méthode de fourniture de services.

Nous ajoutons à ces définitions que les Web Services sont des « programmes » qui sont appelés par d'autres « programmes » et qui ne sont en aucun cas en interactivité directe avec l'utilisateur du système.

La présentation « boîtes noires » des Web Services permet un haut niveau de modularité et d'interopérabilité. L'avantage du modèle de message est qu'il permet de s'abstraire de l'architecture, du langage ou encore de la plate-forme qui prendra en charge le service : il suffit juste que le message respecte une structure donnée pour qu'il puisse être utilisé. Cela permet un couplage lâche au travers d'un échange asynchrone de messages.

Dans la définition de [Srivastava & Koehler 2003], les auteurs soulignent le fait que la description des Web Services est un problème qui peut être résolu de différentes manières. En pratique, les Web Services s'appuient sur un triplet de standards qui sont « Web Service Description Language » (WSDL), « Simple Object Access Protocol » (SOAP) et « Universal Description, Discovery and Integration » (UDDI).

Plus précisément :

- WSDL est une norme dérivée de « eXtensible Markup Language » (XML) qui permet la description de l'interface d'utilisation d'un Web Service. Ce standard est donc équivalent à la partie publique d'une classe ou à l'en-tête d'un programme C.
- SOAP est un protocole permettant l'invocation de méthodes à distance par l'échange de messages XML. SOAP est utilisé pour différentes opérations, de l'échange de données aux fonctionnalités distantes de type RPC (Remote Procedure Calling).
- UDDI est un protocole d'annuaire permettant de trouver le Web Service que l'on recherche, mais aussi d'en annoncer la disponibilité.

Maintenant que nous avons présenté sommairement ce qu'est un Web Service, nous allons introduire plus précisément le concept SOA. Ce concept nous intéresse car il pourrait bien nous aider à solutionner les problèmes découlant des hypothèses H13 et H14 énoncées dans la conclusion du chapitre 1 (décomposition en phases autonomes des grands services du MD).

4.1.4 La démarche SOA

4.1.4.1 Présentation

La démarche SOA n'est pas entièrement nouvelle. C'est un concept qui prend forme au début des années 1990. Néanmoins depuis 2000, les serveurs d'application J2EE et .NET, les Web Services (WSDL-SOAP) et les besoins d'exposition de services métier donnent une nouvelle impulsion à l'architecture orientée services.

Pour construire des applications prêtes à être intégrées, le modèle de service compte sur les architectures orientées service. SOA est une manière de réorganiser les applications logicielles qui sont isolées et de supporter une infrastructure au sein d'un ensemble de services interconnectés, chacun accessible au travers d'interfaces standards et de protocoles d'échange de messages. Une fois que tous les éléments d'une architecture logicielle d'entreprise sont en place, les applications existantes et futures pourront accéder à ces services selon leurs besoins, sans nécessiter des solutions point à point compliquées, basées sur des protocoles propriétaires impénétrables. Cette approche architecturale est particulièrement applicable quand de multiples applications « tournent » sur des technologies variées, et que les plates-formes ont besoin de communiquer avec chacune des autres. De cette manière, les entreprises peuvent mixer et associer les services pour exécuter des transactions métiers avec un minimum d'effort de programmation. Selon [Pallos 2001], un service est un groupement logique de composants requis pour satisfaire une demande métier particulière. Dans ce cadre, un composant est un programme qui a un but dans sa « vie ».

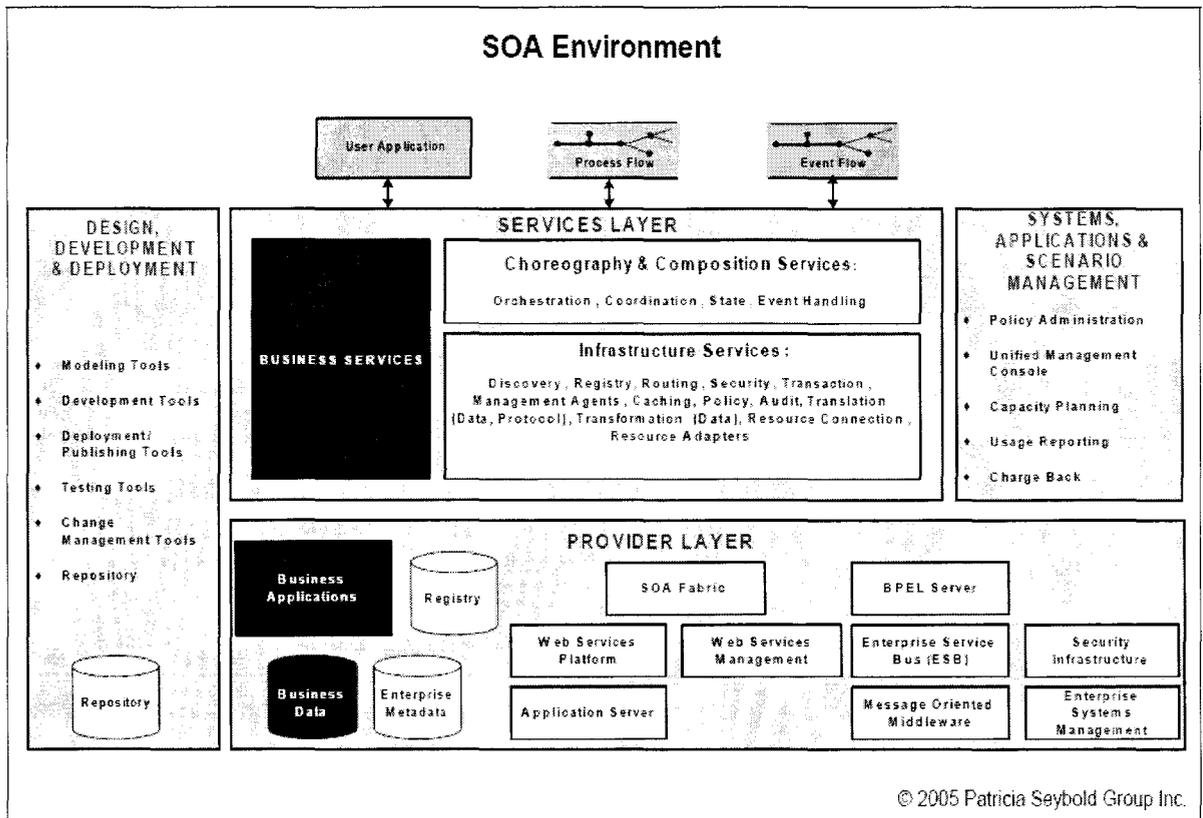


Figure 35 : L'environnement technique SOA (source [Michelson 2005])

La Figure 35 montre l'environnement technique SOA, utilisant l'orientation service. On peut également voir le noyau des services SOA au centre du diagramme, supportant la chorégraphie et la composition et des fonctions d'infrastructures (découverte, sécurité, etc.).

4.1.4.2 Utilisation

- Utiliser SOA amène des bénéfices certains. Nous en donnons une liste non exhaustive ici :
- Il minimise l'investissement initial et permet la réutilisation. En effet, un service métier est l'agrégation de composants existants, la responsabilité de la compatibilité parmi ces composants n'est pas du ressort des développeurs, mais plutôt du framework SOA. L'utilisation de composants existants est donc possible quel que soit le langage de programmation de son implémentation. De plus, ces composants peuvent « tourner » sur des architectures diverses ;
 - Les nouvelles initiatives supportent le développement rapide de nouveaux services métiers via la réutilisation de services existants (des services peuvent appeler d'autres services) et composants toutes les fois où cela est possible. Cela permet un gain de temps et d'argent non négligeable pour les organisations ;
 - Les demandes métiers évoluent et de nouveaux besoins apparaissent. Le coût de création de technologie pour satisfaire ces besoins est réduit quand des portions des flux de processus peuvent être agrégés dans l'organisation [Pallos 2001].
 - Etant donné que l'on réutilise les composants pour créer de nouveaux services métiers, on minimise le risque de défaillances, car il y a toutes les chances que ces composants continuent de fonctionner correctement ;
 - SOA fournit une représentation claire du processus d'exécution des composants dans un service métier particulier. Cela permet de surveiller le déroulement du processus et le cas échéant de le modifier (selon les besoins) ;

- Les architectures centrées programme font que l'application entière représente une « boîte noire ». La réutilisation, ou la modification paraît dans ce cas difficile. Avec une approche centrée processus, il existe une granularité plus ou moins fine disponible. Cette granularité permet d'intervenir plus facilement au sein du processus et la réutilisation ou la modification devient plus aisée.

Tous ces bénéfices ne sont pas dus exclusivement au fait que l'on adhère à une approche SOA. En effet, un point essentiel de notre infrastructure est que l'ensemble du système peut être représenté par une intermédiation entre des e-Services, Web Services et e-Services Interactifs qui interagissent entre eux et l'utilisateur par le biais de différents canaux. Dans ces conditions, le noyau fonctionnel est éclaté en plusieurs e-Services Interactifs, le contexte est géré via différents e-Services, de même que le domaine métier et les règles de l'organisation. Nous reviendrons sur ce point dans la partie 4.3 de ce chapitre.

Après cette description de l'approche SOA, nous allons proposer notre vision des e-Services. Nous donnons donc dans la section suivante, une définition de ce qu'est, pour nous, qui jetons un pont entre IHM et marketing direct, un e-Service et plus précisément, un e-Service Interactif, c'est-à-dire un e-Service accessible et utilisable directement par un humain.

4.1.5 Notre vision des e-Services

Dans la section 4.1.2, nous avons vu que nous étions d'accord sur le fait qu'il existe plusieurs vues distinctes des e-Services. En ce qui concerne nos travaux, nous sommes plutôt intéressés par le point de vue interactionnel. Dans cette section nous allons tenter de définir ce qu'est, dans cette perspective, un e-Service, que nous appellerons alors dans ce cadre précis, un e-Service Interactif (e-SI). Une proposition de définition pourrait alors être la suivante : **un e-Service Interactif est vu comme une collection de tâches utilisateur. Ces tâches sont groupées de manière à avoir un sens pour l'activité qui est effectuée (par l'utilisateur). Ce groupement doit également maintenir une cohérence du point de vue métier, règles de marketing et management.** Cela est étroitement lié à l'utilisation de patrons (patterns) de conception spécifiques pour la conception des interfaces utilisateur en e-Commerce [van Duyne et al. 2002].

4.1.5.1 Motivations

Lors du compte rendu de l'étude empirique des canaux de communication de groupes de marketing direct en France, nous avons fait un certain nombre de constats dont certains nous intéressent ici :

- Tous les canaux sont constitués d'une succession de « phases ». En effet, nous avons vu dans le chapitre 1 (voir Figure 9) l'enchaînement de différentes phases au cours d'un processus de passage de commande par un client ;
 - Après plusieurs concertations avec notre partenaire, nous nous sommes rendus compte que l'aspect figé de ce processus (différent pour chaque canal) était assez inadapté pour une bonne gestion de l'ensemble des canaux. En effet, chaque canal possède son propre processus implémenté de manière *ad hoc* au sein de l'organisation. Ces conditions entraînent une nouvelle implémentation dans plusieurs situations, comme l'ajout d'un nouveau canal, l'ajout d'un nouveau service, ou tout simplement une modification dans la structure du processus de l'un des canaux.
- Nous sommes parfaitement en accord avec notre partenaire pour dire que les e-**

SI doivent être composés dynamiquement en fonction de l'interaction (et particulièrement en fonction du canal utilisé dans le cas du marketing direct). En somme, nous nous tournons vers une approche Service Oriented Architecture.

Nos besoins en matière de description pour l'invocation et la composition de e-Services interactifs sont légèrement différents de ceux des courants principaux des Web Services, parce que les besoins en ce qui concerne la dynamique sont différents. En effet, dans le cas de Web Services standards (WSDL et UDDI) le but est de pouvoir découvrir (à l'exécution) un e-Service à la volée, répondant à un besoin particulier (louer une voiture par exemple) avec la possibilité de passer par un service de « brokering », mais le workflow est lui statique et modélisé à la conception. Dans notre cas, dans un premier temps, il n'y a pas de réel besoin de découverte de e-Services à la volée, car même les e-Services extérieurs⁶⁸ sont connus lors de la conception [Chevrin et al. 2005a].

Plus génériquement, cette approche e-Service Interactif est également motivée par notre vision plus globale (multicanale) de l'interaction entre un usager et une organisation offrant plusieurs services. Même si la technologie des Web Services peut être utilisée (mais pas forcément), pour la concrétisation des e-SI, il faut les démarquer d'un Web Service classique. En effet, il faut bien voir que l'objectif d'une approche e-SI, suivi d'une intermédiation complexe, est de favoriser la réutilisation de ces e-SI dans de nombreuses configurations de dispositifs (canal ou couplage de canaux) pour des cibles différentes (public, audience [De Troyer 2001]) et pour des organisation différentes (généricité).

Si l'on s'intéresse de près à la littérature, il apparaît clairement que ce que nous appelons e-SI est proche de ce que d'autres (dans l'ingénierie du Web) appellent Web Applications, comme [Koch & Kraus 2003] par exemple. Dans le domaine de l'ingénierie du Web (avec ses méthodes et formalismes, comme UWE [Kock & Krauss 2003], ou encore OOHDM [OOHDM] par exemple, souvent issues des hypermédias) est une source d'inspiration importante, surtout maintenant que ces chercheurs s'intéressent aux Web Applications Ubiquitaires (synonyme de Context-Aware, Pervasive, etc.). Cependant, il y a des différences car :

- Dans tous les cas, la technique d'interaction est de type navigationnelle (suivre des liens) et la présentation de type visuelle (même s'ils ne considèrent pas que le HTML, mais aussi le cHTML ou le WML [WML]). Ils ne prennent donc pas en compte que l'interaction puisse être vocale, ni même multimodale (utilisation de l'oral, du gestuel, etc.) ;
- La plupart du temps, les travaux se focalisent sur des modèles pour la phase de conception avec assez peu d'éléments pour l'exécution, et chaque Web Application peut être développée de façon *ad hoc*.

De plus, nous savons que notre approche devra suivre au moins les deux directives suivantes :

- Les e-SI devront être adaptés dans la couche intermédiation pour qu'ils soient « context-aware » et adaptés aux canaux de communication. Néanmoins, il serait appréciable que cette adaptation soit faite à partir des descriptifs fournis par l'e-SI (auto-descriptif, semblable à l'introspection) et que l'e-SI présente des propriétés qui permettent de modifier, de l'extérieur, certains éléments affectant son comportement vu de l'utilisateur ;

⁶⁸ C'est-à-dire délivrés par des tiers.

- Il faut également tenir compte du potentiel que pourront offrir les organisations à supporter le self-service configurable (My-Organisation) par l'utilisateur lui-même.

Dans cette thèse nous n'allons pas donner une définition formelle d'un e-SI, car cela sort du cadre de notre travail. Néanmoins, nous pouvons donner nos premiers fondements, prémisses de travaux en cours au sein du laboratoire et en continuation de cette thèse.

4.1.5.2 Les fondements d'un modèle conceptuel d'e-SI

Dans cette section, nous allons décrire synthétiquement nos premières investigations en ce qui concerne la réalisation d'un modèle conceptuel d'un e-SI.

i) Quelques règles de base :

- Un service possède une intention (une offre de services, très peu différente de la notion de valeur dans la modélisation « business ») ;
- L'utilisateur possède une motivation à utiliser le service afin de satisfaire des besoins (matériels ou intellectuels) ;
- L'e-SI, après concrétisation et contextualisation, sert de médiateur entre l'utilisateur et sa motivation. C'est le But, au sens de la Théorie de l'Activité [Bourguin & Derycke 2005] ;
- Il en résulte qu'un e-SI est un cas particulier d'un instrument informatisé qui possède donc deux faces : une face fonctionnelle (vers la transformation du monde) et une face sémiotique (reconnaissance, système de signes, déclencheurs de schèmes d'usages, etc.) ;
- L'usage d'un service, ou d'une combinaison de services, implique l'engagement des deux parties (utilisateur et e-SI) dans une transaction (plus ou moins longue). Cela implique de bonnes propriétés transactionnelles et une notion d'historicité de la transaction (persistance) ;
- Une transaction avec un e-SI est une transaction symbolique [Zacklad 2005], impliquant toujours l'échange autour de documents ;
- Ces documents servent à la fois de production du guidage dans le service (information sur le service) et de production de données pour le service et de résultats par le service (informations pour le service). Il conviendra peut être de distinguer la notion de documents (intelligible pour l'humain) des données ? Tous les deux peuvent être computationnels ;
- La vision du document électronique, qui est au cœur de la transaction, est assez large (interface de type web, formulaire, simulateur...) ;
- Les documents électroniques pourront être caractérisés par les trois points de vues décrits dans [RTPDOC].

ii) La notion de transaction au cœur du problème :

Cette notion doit être approchée selon deux points de vue :

- Système : les Web Applications sont des applications informatiques transactionnelles ;
- Social : la transaction au sens commercial ou non, la négociation de sens... Nous allons, ici, faire le lien avec notre cadre théorique, vu au chapitre 3. En effet, les propriétés issues du grounding vont nous être très utiles pour caractériser les futurs e-Services.

De plus, une transaction a des propriétés. On peut citer les deux suivantes :

- Durée, sessions, asynchrone (comme l'e-Mail) ou synchrone au sens de l'utilisateur ; ici encore, nous pouvons faire le lien avec notre cadre Théorique du chapitre 3. En effet, les propriétés issues du grounding vont nous être très utiles. Asynchrone en entrée (requête sous forme d'e-Mail ou SMS traité automatiquement) ou en sortie (notification...) et de formes mixtes ;
- Une transaction peut être très longue et ne pas avoir de fin programmée (exemple d'un abonnement à une source d'information).

iii) Bilan et perspectives :

Dans le cadre de cette thèse, nous n'avons pas l'ambition de traiter ce problème de manière conceptuelle. Néanmoins, nous avons besoin du concept de e-SI pour la poursuite des travaux. C'est pourquoi, nous avons simplement introduit le concept et la direction dans laquelle nous nous dirigeons pour la suite de nos recherches. Ici, et plus particulièrement dans le chapitre 5, nous implémentons les e-SI de manière *ad hoc*.

Par ailleurs, nous savons que le concept de document est important et nous travaillons actuellement avec comme support des travaux tels que [RTPDOC]. Dans ce cadre, nous pouvons d'ores et déjà annoncer que nos investigations vont porter sur l'adaptation des différents points de vue de [RTPDOC] dans le cadre de notre problématique :

- 1) Aspects pragmatiques : de nombreuses transactions impliquent la notion de documents :
 - a. les catalogues, lettres personnalisées, les contrats, bon de commande, publicité, les mails, les pages HTML, les factures... pour le e-commerce ;
 - b. les ressources pédagogiques, les plans de cours... pour le e-Learning.
- 2) Le document comme trace : (persistance électronique ou papier) dans de nombreux cas les usagers transforment en trace persistante des documents, y compris ceux électroniques qui sont éphémères (sauvegarde d'un page Web localement, formulaire avant soumission, etc.). D'où la plupart du temps la possibilité d'ajouter dans l'interface la possibilité « d'imprimer/exporter » (sur imprimante ou sur support électronique) dans un format compatible (exemple : suppression des menus et autres bandeaux publicitaires). Ce besoin de persistance justifie une approche multicanale avec des e-Mails par exemple pour les confirmations.
- 3) La place du document comme trace dans une conversation verbale synchrone, par exemple si la transaction est faite au travers d'un centre d'appels téléphonique. Il y a, dans ce cas, plusieurs documents mis en jeu : le catalogue, voire le bon de commande papier pré-rempli, la carte bancaire ou de fidélité, du côté du client, le document/interface sur le poste de travail du téléacteur (pouvant contenir une fiche de script de dialogue avec le client, un accès au catalogue version électronique, etc., dans le cas d'un outil de GRC). De plus si l'interaction est de type Audiotel, il peut y avoir un stockage de documents texte (TTS) ou d'enregistrements sonores (format MPEG4 par exemple) en sortie. Il faut remarquer que s'il est très rare que l'utilisateur rende persistants les éléments d'une conversation verbale (enregistrement) cela change si :
 - a. On veut bien considérer le cas du répondeur téléphonique et des boîtes vocales ;
 - b. Il y aura, du côté du service, de plus en plus de retranscription automatique du dialogue (éléments pertinents) grâce à la reconnaissance vocale et au traitement du langage naturel au sein du Centre d'Appels.

- c. Il y aura de plus en plus de formats d'échange multimédia comme SMIL qui vont rendre hybrides les conversations avec un système.

Le rôle du document en tant que trace joue plusieurs rôles actifs au sein d'une transaction entre un usager et une organisation via un ou des e-SI. Il y a tout d'abord la fonction de trace (pour soi-même, pour l'organisation ou pour un tiers), ensuite la localité de la trace (chez le fournisseur, chez le client ou chez un tiers) et la légalité de la trace (informatique et liberté et confidentialité des informations...).

Enfin, il nous reste des problèmes à résoudre en ce qui concerne la question de ce qui entre ou pas dans la composition d'un e-SI. Ce problème, de la granularité et de la généricité (pour la réutilisation) est vraiment complexe. Il y a deux dimensions à prendre en compte :

- L'aspect fonctionnel (que propose le service, c'est-à-dire le quoi ?) ;
- L'aspect interaction (c'est-à-dire le comment ?).

Ici il faut se démarquer des simples objets métiers, comme le calcul d'un prêt (pouvant être un Web Service non interactif) ou des applications Web complètes (des Web Applications).

Dans [Chevrin 2006], nous donnons des pistes de travaux sur les e-SI. Il semble que ceux-ci sont mal adaptés à nos besoins, c'est pourquoi, nous nous tournons aujourd'hui vers d'autres travaux issus du domaine du Web Engineering, qui semblent plus adaptés à notre problématique. Dans cette thèse, nous n'irons pas plus loin dans le domaine des e-SI. Néanmoins, notons que notre laboratoire fait des efforts dans ce contexte, et notamment dans le cadre de thèse en co-tutelle avec la Tunisie⁶⁹.

4.1.5.3 Quelques exemples imaginés de e-SI

Nos premières investigations pour la re-factorisation de la chaîne de valeur en commerce électronique pour le marketing direct nous ont permis de distinguer plusieurs exemples de e-Services Interactifs basiques :

- e-Catalog, [Paik & Benatallah 2002], [Benatallah et al. 2004] qui est utilisé pour la recherche et la sélection de produits à acheter. Cela peut être un catalogue en ligne basique avec de simples outils de recherche, par exemple par catégories de produits. Mais cela peut être aussi un système plus intelligent basé sur des systèmes de recommandations, etc. ;
- e-Order est le remplissage du panier électronique ou le formulaire de commande, et la tâche de paiement avec les différentes possibilités et les négociations de crédits... [van Welie & van der Veer 2003] ;
- e-Tracking est dédié à l'interaction avec les divers acteurs de la chaîne d'approvisionnement (*A quelle étape de la livraison en est ma commande ?*) ;
- e-Communities pour avoir des contacts avec d'autres clients et ainsi pour pouvoir partager des expériences au sujet de l'utilisation de produits et/ou de services ;
- e-Profile afin de fournir le moyen pour les clients/utilisateurs de personnaliser leur interface, pour donner des informations et des préférences pour les différents réseaux et périphériques d'interaction utilisés ;
- etc.

⁶⁹ Nous reviendrons sur ce point plus loin dans ce manuscrit.

Ces e-SI sont simplement des exemples et nous pourrions en proposer d'autres issus du e-Commerce, et même dans d'autres domaines comme celui du e-Learning [Derycke et al. 2005] ou encore celui du e-Banking, etc.

Pour résumer, le SOA est particulièrement adapté à notre approche e-Services. Tout d'abord pour le domaine du e-Commerce. Rappelons-nous en effet, des enseignements du chapitre 1 et les travaux de [van Welie & van der Veer 2003] sur les patterns (en e-Commerce).

Après cette étude des impacts SOA sur nos travaux, nous allons jeter un regard sur les fournisseurs télécoms et sur leurs travaux sur les réseaux dits « intelligents ».

4.2 L'impact de l'évolution des réseaux intelligents, terminaux virtuels, et autres travaux du même ordre.

Les besoins changeants des consommateurs pour les services de communication étendent les opportunités pour les opérateurs de réseaux, les fournisseurs de services et les entreprises. Nous pouvons opposer deux visions futuristes (plus ou moins proches) de l'évolution des Dispositif Utilisateur de communication. La première consiste à penser que toutes les fonctionnalités qui aujourd'hui sont disséminées sur plusieurs DU seront réunies sur un seul « super DU ». Cette vision est controversée. Selon certains chercheurs [Bhaskaran et al. 1999], [Vanem et al. 2003], il serait plus facilement gérable et utilisable de multiplier les DU, permettant à chacun de réaliser quelques services très spécifiques, un peu comme dans les « appliances » proposées par D. Norman [Norman 1993]. Pour faciliter la gestion de tous ces DU et donner le plus de flexibilité et de possibilités aux usagers, plusieurs systèmes ont été proposés. Ces systèmes visent à englober tous les services réseaux des différents DU pour les intégrer et proposer des services mettant en œuvre plusieurs de ces réseaux aux usagers, de manière « seamlessness », c'est-à-dire transparente pour l'utilisateur (client).

L'un des problèmes que nous exposons lors de [Derycke 2004] est celui de l'hétérogénéité des réseaux et le rôle que vont jouer les opérateurs de télécoms pour gérer les opérations au sein même des réseaux et pas seulement à leur périphérie, par exemple, la transformation de flux vocaux en texte (je laisse un message vocal sur le répondeur téléphonique d'un ami et il est automatiquement transformé en texte [Rouillard & Truillet 2005] pour lui être transmis par e-Mail, parce qu'il a configuré son profil ainsi), etc.

Dans [Chevrin 2006], nous avons étudié trois de ces systèmes :

- Le Terminal Virtuel [Vanem et al. 2002], [Vanem et al. 2003], [Thanh et al. 2002] ;
- Iceberg [Bhaskaran et al. 1999] ;
- Enfin, nous avons étudié le cas du groupe Parlay [Parlay], [Parlay 2005].

Dans cette thèse, nous allons nous baser sur ces précédents travaux pour discuter de notre intérêt à porter un regard sérieux sur ces réseaux « intelligents » à venir. Il apparaît clairement par ces trois approches, que des recherches sont faites en ce qui concerne les réseaux, afin d'intégrer les différents DU de manière dynamique et automatique. Il existe plusieurs avantages à cela :

- L'utilisation et l'administration des DU deviennent simplifiées ;
- Eviter la création de « super » DU sur lesquels l'administration et l'utilisation deviendraient très complexes ;
- Limiter la complexité due à l'hétérogénéité des réseaux ;
- etc.

D'après notre étude dans [Chevrin 2006], les architectures présentées semblent proches et les auteurs respectifs arrivent à des conclusions similaires quant aux outils et normes à utiliser afin de mettre en place ces architectures. De plus, les ambitions des trois systèmes semblent les mêmes, ou tout du moins très proches.

Les opérateurs télécoms deviennent progressivement des fournisseurs de services à valeur ajoutée. Ces services se situent essentiellement, pour le cas que nous étudions ici, au niveau des réseaux. Cela ouvre des perspectives importantes dans le cadre des IHM, et notamment dans un domaine particulier qui est le « context-aware ». En effet, cette gestion approfondie des réseaux telle que nous venons de la présenter nous amène à penser qu'à terme, les opérateurs pourront gérer partiellement la fourniture de connaissances des contextes, au travers de l'utilisation de services fournis en interne ou par des tiers. C'est le cas de l'identité numérique de l'utilisateur proposée par Liberty Alliance (voir par exemple [Liberty Alliance 2005]). Bien sûr la géolocalisation pourra enrichir ce contexte, tout comme la nature des DU utilisés, des réseaux, etc. Il faut bien comprendre que cela est fondamental pour nous, car si les opérateurs se chargent partiellement de cette tâche, la communauté IHM pourra alors utiliser ces services qui seront gérés de manière bien plus cohérente au sein même des réseaux.

Enfin, il faut signaler que ces nouveaux services, liés aux contextes, et fournis par les opérateurs de télécommunication, ont eux-mêmes des interfaces de type Web Service. Ils pourront donc s'interfacer de la même façon que les e-Services Interactifs destinés directement à l'utilisateur au sein de notre architecture logicielle IMUI.

De plus, pour mettre en place l'infrastructure finale IMUI, nous aurons besoin de faire appel à des services extérieurs réglant tous les problèmes de gestion de réseaux hétérogènes⁷⁰. Nous pourrons, alors, utiliser d'autres services fournis par ces tiers, en fonction des besoins (transformations des flux de données au sein même des réseaux, comme passer de la voix au texte ou inversement, gestion de la mutualisation de données provenant de différents DU supportés par des réseaux différents). Ce constat nous conforte dans l'idée de bâtir notre infrastructure sur un middleware d'intermédiation pour les différents types d'interactions que nous désirons supporter.

Il faut bien comprendre les enjeux liés à ces travaux. En effet, les interactions deviennent de plus en plus complexes, notamment à cause de l'hétérogénéité des réseaux mis en place pour les différents DU. Ces travaux visent à permettre d'assurer une continuité de services

⁷⁰ Dans le domaine des réseaux de télécommunication, nous n'avons pas de compétence particulière dans le laboratoire. Ce type de service peut donc être très intéressant pour nous et ainsi éviter des développements lourds, complexes et inutiles.

entre ces réseaux, de manière transparente pour l'utilisateur et pourraient également satisfaire nos besoins exposés dans l'hypothèse H7 donnée dans la conclusion du chapitre 1.

Nous pouvons déduire de cela, trois points importants :

- La transformation des documents numériques au sein même des réseaux (entre réseaux hétérogènes) est gérée par les opérateurs. Par exemple, la gestion des transformation de flux de données (par exemple de l'audio vers du texte, comme la transformation d'un message vocal sur un répondeur en un e-Mail, etc.) ;
- Il y a une identification numérique avec la gestion d'un profil dynamique (gestion également de la sécurité, l'opérateur se définissant comme un tiers de confiance entre l'utilisateur et les fournisseurs de services). Et la gestion des sessions de bout en bout, quels que soit les types de réseaux utilisés (GSM, etc.), grâce à de nouveaux protocoles, comme SIP (IETF) ;
- La gestion de l'itinérance Universelle⁷¹. Cette nouvelle fonction d'itinérance permet de ne pas interrompre un service - de la musique par exemple - sur un ordinateur ou sur un téléphone portable alors que celui-ci change automatiquement de réseau (on peut noter que cela peut être intéressant pour la gestion efficace des ruptures). Nous pouvons citer ici le système Wengo (www.wengo.fr). Celui-ci permet de passer du réseau GSM de son téléphone portable personnel, au réseau IP, grâce à la Wenbox. Cela permet d'utiliser la voix sur IP via son téléphone portable personnel (à condition qu'il soit équipé du WiFi), lorsqu'il est à proximité de sa Wenbox.

Nous allons maintenant aborder l'aspect général de l'architecture UMR.

⁷¹ Universal Roaming en anglais.

4.3 Une vue générale de l'architecture logicielle

Dans le projet UMR, nous avons une conception complètement orientée utilisateur. D'un point de vue systémique, nous sommes donc centrés « usager » et usages. Cinq entités entrent alors en interaction : l'utilisateur, l'organisation, l'activité, le canal et enfin le contexte. Nous pouvons retrouver ces entités sur la Figure 36. **Cette figure est une vue systémique dérivée du modèle conceptuel de la Figure 34 présentée dans le chapitre 3.**

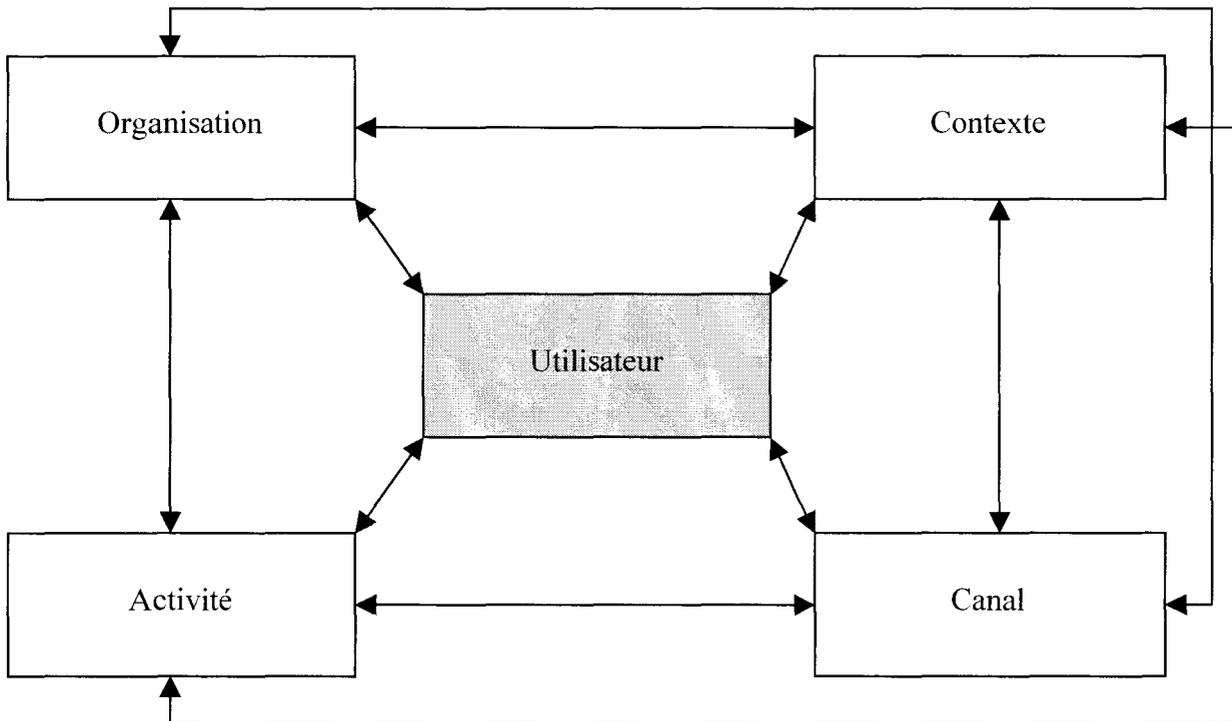


Figure 36 : Vue systémique centrée utilisateur de l'infrastructure logicielle UMR

L'utilisateur, c'est-à-dire la personne, est donc l'entité centrale. Une personne peut être vue selon différentes perspectives, par exemple, si l'on se place en e-Commerce, nous aurons affaire à un client, en e-Learning, à un apprenant, etc. Il faut donc rester suffisamment abstrait pour définir le concept de personne. Plusieurs points de vue sont à retenir : (1) l'identité numérique, (2) ses caractéristiques, handicap et santé et (3) son profil d'utilisateur. Ainsi, celui-ci évolue dans un contexte qu'il alimente en partie, soit consciemment (remplissage de formulaires, etc.), soit inconsciemment (le système détecte un certain nombre de paramètres, comme les pages qu'il visite, les heures auxquelles il se connecte, etc.). Cette partie a été mentionnée dans le chapitre 3, lorsque l'on a introduit la définition d'une typologie utilisateur dans le cadre du projet MAIS [MAIS 2003a].

L'organisation est perçue comme une collection de e-Services Interactifs. Elle possède des règles internes régissant son comportement (polices, qu'elle peut enrichir, modifier, etc. à tout moment), et les usagers ont une perception de l'organisation par son usage (« ses valeurs »).

L'activité ou les activités dans la ou lesquelles la personne est engagée est vue comme une suite d'actions jointes, entre le système et l'utilisateur [Chevrin et al. 2003]. Sur cette

partie, nous renvoyons le lecteur au chapitre 3, plus précisément sur le cadre théorique qui montre l'importance de la collaboration des acteurs dans une interaction.

Le canal est une association entre un DU et un ou des réseaux de communication. C'est le canal qui va faire « l'interface » entre l'utilisateur et le système. C'est au travers du canal utilisé que l'on va pouvoir adapter l'interface présentée à l'utilisateur. Pour une adaptation de surface, nous pourrions utiliser le langage PlasticML, par exemple [Rouillard 2003]. Le canal est décrit en détail dans le chapitre 3, et notamment dans notre proposition de taxinomie.

Le contexte a été défini par [Dey & Abowd 2000], mais on peut trouver d'autres définitions comme : « *Context is any information that can be used to characterize the situation of an entity. An entity is a person, place, or object that is considered relevant to the interaction between a user and an application, including the user and application themselves.* » [Ericsson 2003]. En d'autres termes, notre architecture logicielle UMR se veut « context-aware ». Nous pourrions, en plus de la définition de [Dey & Abowd 2000], nous intéresser à la définition suivante du context-aware : « *A system is context-aware if it uses context to provide relevant information and/or services to the user, where relevancy depends on the user's task.* » [Ericsson 2003]. Il existe d'ores et déjà des ontologies restreintes en ce qui concerne le « context-aware », comme par exemple, CC/PP [CC/PP 2003] qui est une description des « capacités d'un appareil » et des préférences d'un utilisateur ; ou encore SOUPA [Chen et al. 2004] qui est une ontologie pour les applications pervasives et ubiquitaires exprimée en utilisant le langage « Web Ontologie Language » (OWL). On peut notamment représenter des informations sur le profil d'une personne. Là encore, nous renvoyons le lecteur sur la partie portant sur la taxinomie du chapitre 3 où nous clarifions tout cela en faisant une étude transverse des différents travaux de notre champs d'étude.

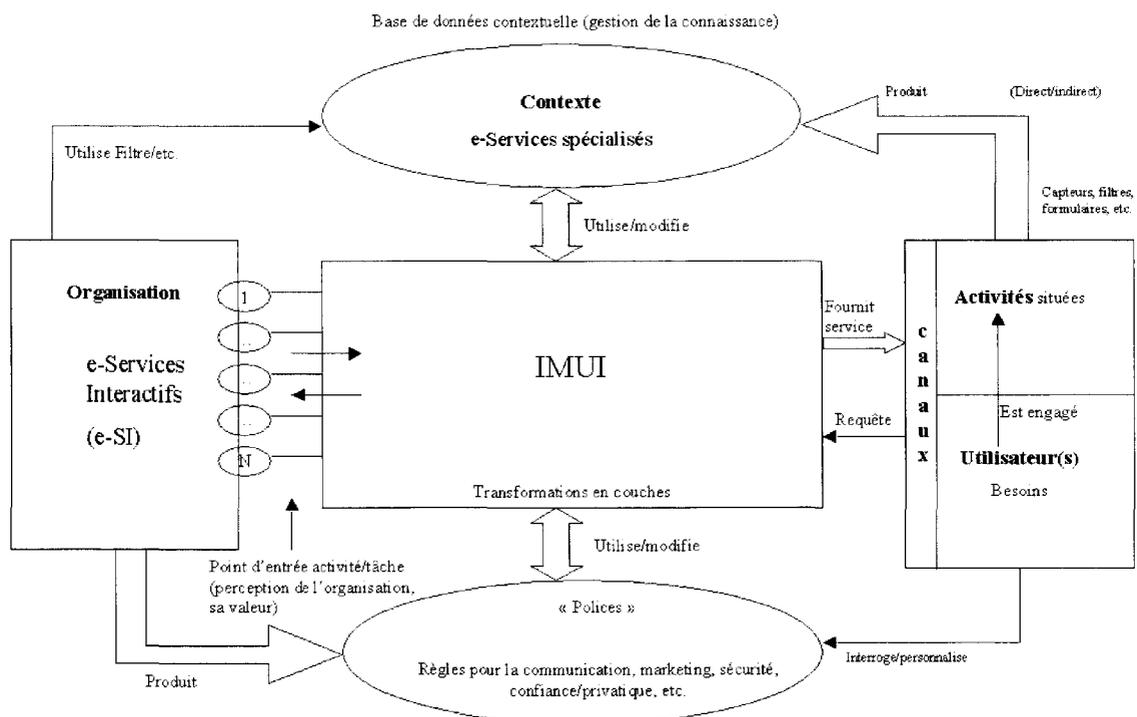


Figure 37: Vue synthétique de l'architecture logicielle UMR

Le cœur de cette architecture, c'est l'intermédiation entre l'organisation éclatée en plusieurs e-Services Interactif (e-SI) et l'utilisateur qui utilise un ou plusieurs canaux au cours d'une interaction personnalisée (voir Figure 37). Cette intermédiation va s'effectuer par le biais de transformations successives (de type XML couplé à « Extensible Stylesheet Language » (XSL [XSL])) du flux d'interaction (les documents, les données, etc.) et du flux de contrôle (les interacteurs, etc.).

Pour comprendre comment nous sommes arrivés finalement à la première spécification de cette infrastructure logicielle, il faut se remettre en tête le point de départ de cette thèse. La problématique de base est inhérente au marketing relationnel, issu de notre partenaire (3 Suisses International). Nous voulons apporter ici une contribution ambitieuse dans ce domaine. En effet, notre infrastructure a pour objectif de gérer non seulement l'intégration des canaux utilisés par les clients de manière automatique et générique, mais également de gérer les ruptures hypothétiques d'une interaction entre un client et l'organisation. Par ailleurs, nous sommes allés plus loin que cela encore, en nous inspirant de courants de pensées récents, comme l'approche SOA, pour proposer une infrastructure générique et flexible. En effet, l'utilisation d'une approche « tout est service » nous apporte les avantages que nous avons cités lors de la présentation de l'approche SOA. Cela permet aussi de déléguer certains services à des tiers, comme par exemple Liberty Alliance pour certains aspects du contexte, etc. L'intermédiation de tous ces services doit aboutir à une interaction personnalisée de qualité (améliorée) entre l'utilisateur et l'organisation. De plus, l'architecture finale visée a pour but de supporter une plate-forme générique (c'est-à-dire que le domaine métier est un paramètre) d'expérimentation de scénarios nouveaux et de permettre d'étudier de manière exploratoire de nouveaux usages, sans avoir à développer d'application particulière, mais simplement en éditant ces scénarios dans notre plate-forme pour effectuer une expérimentation socio ergonomique afin d'analyser les meilleures solutions (scénarios) à mettre en place. Ceci sera précisé dans la conclusion.

La section suivante va détailler nos choix en ce qui concerne l'implémentation de cette architecture logicielle.

4.4 Le choix des SMA

Pour l'implémentation de notre architecture logicielle, en particulier le cœur « IMUI », nous avons choisi de nous baser sur un cadre multi-agents. Dans cette section, nous développons dans un premier temps ce que sont les technologies agents et multi-agents. Nous justifions notre choix. Enfin, nous présentons la plate-forme multi-agents que nous avons retenue pour l'implémentation.

Avant d'entrer dans le vif du sujet, nous tenons à souligner le fait que notre équipe au sein du laboratoire n'avait aucune compétence particulière en terme d'agents ou de système multi-agents. C'est pourquoi, nous sommes entrés en contact avec l'équipe Systèmes Multi-Agents et Coopération (SMAC) du Laboratoire d'Informatique Fondamentale de Lille (LIFL). De plus, nous participons au projet de recherche MIAOU basé sur les IHM, supporté par le contrat de plan Etat-Région Nord Pas-de-Calais. Ainsi nous avons pu dialoguer et soumettre notre idée d'implémenter notre architecture logicielle avec des agents en utilisant une plate-forme SMA dédiée. Nos diverses entrevues nous ont confortés dans nos choix. Nous reviendrons sur la collaboration avec cette équipe dans les perspectives du chapitre 5.

Dans [Chevrin 2006], nous rappelons synthétiquement ce que sont des agents logiciels et les Systèmes Multi-Agents (SMA). Nous invitons donc le lecteur à consulter ce document pour plus de détails à ce sujet.

Il est tout de même utile de dire ici qu'il y a un grand nombre de définitions possible du terme « agent » selon l'approche ou la vision que nous avons. Comme le souligne Jeffrey Bradshaw [Bradshaw 1997], *one person's intelligent agent is another person smart object*. Pour nous situer par la suite, nous donnons également dans la Figure 38 la typologie d'agents de [Nwana 1996] ou quatre types d'agents peuvent être dérivés à partir des attributs primaires [Bradshaw 1997], [Nwana 1996] : Collaboratif, Apprentissage Collaboratif, Interface, Intelligent.

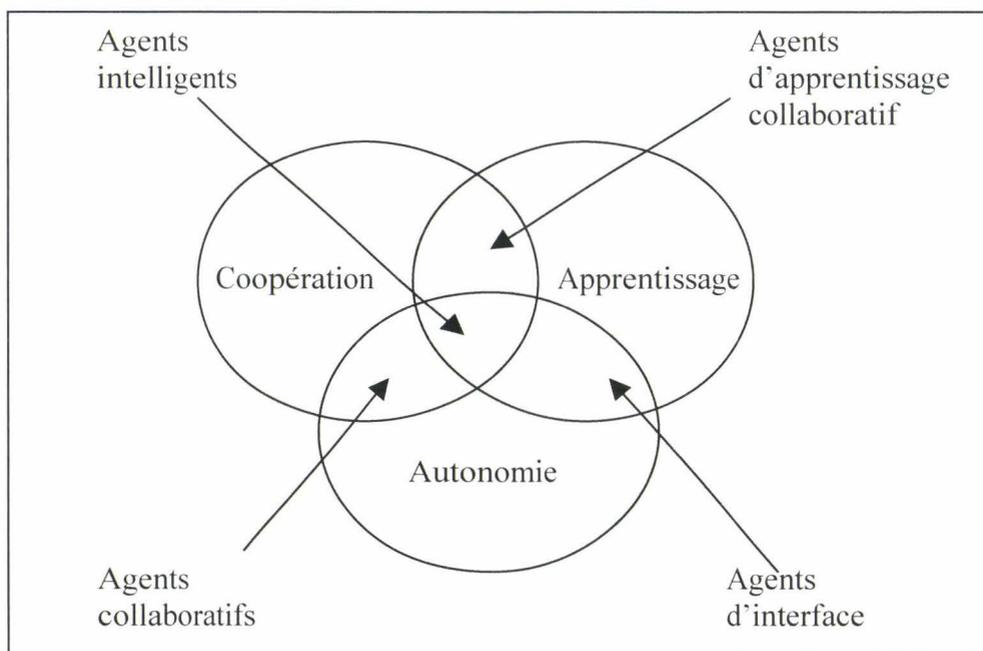


Figure 38 : typologie basée sur la dimension d'attribut primaire de Nwana source [Nwana 1996]

En outre, un agent ne « vit » pas seul, il doit exister au sein d'une communauté d'agents pour être utile et utilisable. C'est ce que l'on va appeler un système multi-agents.

Ici, nous allons plutôt nous concentrer sur les motivations qui nous ont poussées à utiliser un SMA pour implémenter un démonstrateur basé sur notre infrastructure logicielle. Il est clair que d'autres possibilités d'implémentations étaient possibles et candidates et que notre choix aurait pu se porter sur d'autres types de solutions technologiques. Nos investigations nous poussent à croire que les SMA sont une solution adaptée à nos besoins et aux contraintes que nous avons, dans un premier bilan, synthétisés dans les points ci-après [Chevrin et al. 2004]. De plus, cette solution nous semble la plus viable à long terme et la plus à même de nous mener à notre réalisation de plate-forme finale, mais cela dépasse le cadre de cette thèse.

- (1) Les agents peuvent encapsuler les connaissances et les traitements ou compétences des composants décrits dans l'approche modulaire ;
- (2) La capacité de ces SMA à gérer des interactions multimodales a déjà été mise en évidence par des travaux passés de Moran et Park [Moran & Park 1997] ;
- (3) La dynamique est obtenue d'une part par le comportement proactif des agents et d'autre part par la possibilité de créer des réseaux d'agents après négociation et recherche d'acointances ;
- (4) Le potentiel de tels systèmes à supporter un grand nombre de sessions personnalisées simultanées et toutes différentes (chaque utilisateur est alors représenté par une collection d'agents instanciée à la demande) ;
- (5) Le potentiel de ces systèmes pour assurer une personnalisation automatique des informations, par exemple en fonction de son appartenance à un groupe de comportements identifiés (le filtrage collaboratif) ;
- (6) La possibilité de faire migrer du code côté client, via la mobilité des agents logiciels, afin le cas échéant de gérer la coordination des canaux et modalités au niveau même de la plate-forme présente chez l'utilisateur (PC, PDA, téléphone mobile...).
- (7) Nous pouvons par ailleurs noter l'intérêt pour les SMA dans des domaines comme le e-Commerce afin d'assurer des tâches distribuées et nécessitant des protocoles de négociation entre partenaires affiliés.
- (8) Cette approche nous semble appropriée pour développer la plate-forme⁷² ouverte, générique et souple dédiée à l'expérimentation de nouveaux usages.

Il existe en effet un grand nombre d'avantages à utiliser ce genre de système pour réaliser la plate-forme logicielle que nous désirons mettre en place à terme. Nous allons maintenant reprendre ces avantages de manière synthétique. Une version plus détaillée de cette étude est disponible dans [Chevrin 2006]. Tout d'abord, nous verrons l'utilité des SMA pour la gestion des IHM. Puis nous discuterons du génie logiciel des IHM et les SMA. Ensuite, nous étudierons les possibilités offertes dans le cadre de la mobilité. Puis, la question de la place des agents en e-Commerce sera abordée. Ensuite, nous verrons les atouts des SMA dans le cadre de la gestion de la multimodalité. Enfin, nous aborderons le problème de l'orchestration de services via un SMA.

⁷² Nous faisons une petite parenthèse ici pour signaler que cette vision s'intègre totalement dans des projets tels que EUCUE (Evaluation des Usages dans des Contextes Ubiquitaires et Evolutifs, un projet collectif de recherche du contrat de plan Etat-Région Nord Pas-de-Calais 2005-2007).

4.4.1 Gestion de l'IHM et SMA

Il existe dans ce cadre certains travaux qui tendent à montrer que l'utilisation d'agents logiciels peut être un atout pour la personnalisation des interfaces, notamment, [Cena & Torre 2004] qui montrent l'amélioration des performances et de la personnalisation de l'interaction avec un système de centre d'appels.

Pazzani et Billsus [Pazzani & Billsus 1999] expliquent que les agents logiciels sont un moyen élégant et efficace, d'une part pour assister l'utilisateur dans sa navigation sur un site Web. Par exemple quand un utilisateur regarde un document (soit une page Web en HTML ou un papier en postscript ou PDF), il peut demander des recommandations pour avoir des documents liés, etc., et d'autre part, les agents établissent un profil de l'utilisateur s'enrichissant au cours de ses navigations, permettant au système, non seulement de lui faire des recommandations, mais également de lui éviter de redonner des informations qu'il aurait déjà entré auparavant. Dans cette même branche de recherche, nous trouvons [Perkowitz & Etzioni 1998], [Armstrong et al. 1995], [Joachims et al. 1997], [Rhodes & Starner 1996] et [Budzik et al. 1998].

[Schiaffino & Amandi 2004] travaillent quant à eux, spécifiquement sur les problèmes de personnalisation des interfaces. Ils proposent l'utilisation d'agents d'interface gérant l'interaction. Ils font alors toute une série d'évaluations et de tests pour étudier l'impact de ces systèmes sur les utilisateurs finaux et ainsi voir s'ils sont bien acceptés ou pas et dans quelles mesures. Ils dénombrent ainsi huit problèmes majeurs qui doivent être traités par les agents d'interface :

- Découvrir le type d'assistant que chaque utilisateur désire ;
- Apprendre l'assistance particulière requise par les différents utilisateurs selon le contexte ;
- Analyser la tolérance des utilisateurs face aux erreurs des agents ;
- Découvrir quand interrompre l'utilisateur (« context-awareness ») et quand ne pas l'interrompre ;
- Découvrir combien de commandes l'utilisateur veut déléguer à l'agent ;
- Fournir le moyen de donner un feedback simple (mais utile) à l'utilisateur ;
- Fournir le moyen de capturer autant que possible le feedback implicite ;
- Fournir le moyen de contrôler et d'inspecter le comportement de l'agent.

Les auteurs proposent des solutions adaptées à chacun de ces problèmes.

les agents animés (avatars) sont un autre pan d'étude de ce domaine. Ceux-ci guident et conseillent les utilisateurs. Le premier exemple qui vient à l'esprit est bien entendu le célèbre avatar de Microsoft⁷³, pouvant prendre l'apparence de Merlin l'enchanteur, d'un trombone et bien d'autres formes. Cet avatar répond aux questions des utilisateurs sur les divers outils et applications Microsoft. On peut encore citer cybelle, disponible sur www.agentland.com (disponible en anglais et en français) et qui donne des informations sur les SMA en répondant aux questions des utilisateurs. Dans ce cadre, nous pouvons également citer, entre autres, [Cole et al. 1998], [Scholer et al. 2000], [Bindiganavale et al. 2000], [Rickel & Johnson 1999] et [Beskow et al. 2004]. Ce courant est très important selon nous, car ce peut être un moyen performant d'assister l'utilisateur, de le guider, de l'aider, etc. et pas seulement en e-Commerce, mais également dans d'autres domaines, comme le e-Learning, etc.

⁷³ MSA pour Microsoft Agent.

4.4.2 Les SMA et le génie logicielle des IHM

Joëlle Coutaz [Coutaz 1987], est à l'origine du modèle d'architecture logicielle Présentation, Abstraction et Contrôle (PAC). Les objectifs de ce modèle sont décrits dans le Tableau 12.

Objectifs	Descriptions
Assurer la modularité	Le modèle définit précisément les entités qui entrent en jeu dans un système interactif ainsi que les liens entre eux.
S'appuyer sur le modèle langage	Le modèle du langage propose un découpage des niveaux lexicaux, syntaxiques et sémantiques des interfaces. Le modèle PAC conserve cette approche.
Permettre le multi-file d'activité	Ce modèle est adapté aux interactions simultanées avec l'utilisateur tant en entrée qu'en sortie.

Tableau 12 : Les objectifs du modèle d'architecture logicielle PAC

PAC est un modèle à agents. L'entité de base est appelée agent PAC et c'est la brique de base d'une architecture logicielle construite sur ce modèle. Chaque agent est constitué de trois constituants : (1) la Présentation, (2) l'Abstraction, (3) le Contrôle.

- La Présentation définit l'image du système, c'est-à-dire son comportement en entrée comme en sortie vis-à-vis de l'utilisateur ;
- L'Abstraction désigne les concepts et les fonctions du système ;
- Le Contrôle maintient la cohérence entre les facettes Présentation et Abstraction.

En tant que modèle, PAC propose une décomposition d'un logiciel informatique qui possède une interface et laisse le soin à l'architecte de plaquer ce modèle sur sa problématique.

[Ouadou 1994] avec le modèle Agent Multi-Facettes (AMF) propose d'affiner les agents PAC dans le cas d'une application mono-utilisateur en rajoutant des facettes gérant l'aide à l'utilisateur ou les erreurs. Samaan et Tarpin-Bernard [Samaan & Tarpin-Bernard 2004] proposent une démarche capable d'intégrer les paramètres du contexte dans un processus de génération automatique ou semi-automatique des interfaces. Pour la description et la manipulation du modèle d'interaction, ils se sont basés sur le modèle AMF.

[Petit-Rozé 2003] s'intéresse quant à elle à une organisation multi-agents appliquée à un système d'information multimodal pour le transport terrestre de personnes. Cette organisation multi-agents sert à personnaliser l'information. Nous reviendrons sur le problème de la multimodalité à la section 4.4.5.

4.4.3 Mobilité et SMA

Selon [Sanneck et al. 2001], les tendances actuelles en ce qui concerne les communications peuvent être classées par grands domaines :

- Solutions : recherche de solutions pour le business électronique, le business mobile et les applications d'entreprise ;
- Services et contenu : personnalisation accrue des services ;
- Equipements : équipements plus petits et plus puissants ;
- Réseaux : convergence des réseaux (télécommunication, Internet, TV et réseaux locaux).

Ces tendances reflètent la mobilité accrue dans notre entourage : la mobilité personnelle, la mobilité du terminal, et la mobilité du code. La prochaine génération de réseau sera haut débit et omniprésente.

Il existe à ce jour, un certain nombre de travaux basés sur les systèmes multi-agents dans le domaine de la mobilité. Par exemple, il y a l'étude sur la communication des agents mobiles dans un contexte de réseau wireless avec des propositions de solutions [Helin et al. 1999], l'utilisation des agents « intelligents » pour la gestion des réseaux hétérogènes [Gürer et al. 1998], la proposition d'une architecture multi-agents pour gérer le m-Commerce [Gregory & Guo 2001], la définition d'un scénario de référence utilisant des agents fixes et mobiles pour garantir la QoS entre un serveur et un terminal mobile [Anastasi et al. 2000], l'implémentation d'un service d'opérations bancaires à domicile basée sur l'application des agents mobiles [Hartmann & Song 1999].

Selon nous, un autre aspect est important dans le cadre de la mobilité, c'est la notion de persistance des transactions, suite aux problèmes d'intermittence des réseaux sans fil. Il semblerait en effet que ce problème ait contribué à s'orienter vers de nouveaux middlewares. En effet, ceux de type CORBA [CORBA] ont un couplage fort et synchrone, ce qui ne permet pas de gérer la persistance des transactions. Par contre, des middlewares de types Tuples [Mamei et al. 2003], mais également multi-agents sont adaptés.

Les principaux freins de l'utilisation de SMA pour la mobilité sont, vraisemblablement, tous les problèmes de sécurité qui sont engendrés par cette mobilité du code.

4.4.4 e-Commerce et SMA

Selon plusieurs travaux, les agents logiciels représentent la prochaine étape d'accès simplifié, particulièrement dans le domaine du commerce électronique [Roth et al. 2000]. En effet, les agents logiciels permettent aux utilisateurs de leur déléguer des tâches complexes [Wooldridge & Jennings 1995].

Habituellement, le commerce est presque entièrement conduit par des interactions humaines : les humains décident quand acheter des produits, comment ils sont disposés à payer, etc. Mais en principe, il n'y a aucune raison à ce que le commerce ne puisse être automatisé. Cela signifie que les décisions commerciales à faire peuvent être placées dans les « mains » d'agents logiciels. La prise de décision (les décisions entraînent le fait que l'organisation va faire des bénéfices, ou pas, ce qui fait que cette tâche est très importante) est déléguée à la responsabilité d'un programme informatique. Il est alors probable que certaines organisations commerciales ne soient pas enthousiasmées. A cela, nous pouvons objecter que c'est exactement ce qui se passe actuellement dans certains secteurs des compagnies : « *that is precisely what happens today in electronic trading of stocks and shares.* » [Jennings & Wooldridge 1998]. Un premier exemple est celui de [Chavez et Maes 1996]. Ces derniers décrivent un simple « *electronic marketplace* » (marché électronique) appelé Kasbah. Ce système réalise le marché en créant des agents acheteurs et vendeurs pour chaque marchandise devant être vendue ou achetée. Les transactions commerciales prennent place par les interactions des agents.

D'autres chercheurs se sont illustrés dans ce domaine, par exemple, d'après [Pivk & Gams 2000] la technologie agent est la prochaine étape pour surmonter des imperfections en e-Commerce, à savoir : la réussite de bons systèmes informatiques supportant le e-Commerce demande le jugement et la connaissance d'experts tels que les acheteurs, les négociateurs de contrat et les spécialistes du marketing [Fingar 1998]. Selon [Pivk & Gams 2000], il est utile d'explorer les rôles des agents comme médiateurs en commerce électronique dans le contexte d'un cadre commun. Bien sûr, le e-Commerce couvre une large palette de problèmes, et certains vont au-delà de la simple portée du modèle comportemental du consommateur qui achète. Par ailleurs, il y a une variété de théories et modèles descriptifs du comportement qui tente de cerner le comportement d'achat, tels que le modèle Nicosia, le modèle Howard-Sheth, le modèle Engel-Blackwell, le modèle Bettman et le modèle Andreasen [Maes et al. 1999]. Ces modèles se décomposent en six étapes fondamentales pour le processus d'achat, ce qui indique également là où les technologies d'agent s'appliquent à l'expérience d'achats :

- L'identification ;
- « Product brokering » ;
- « Merchant Brokering » ;
- La négociation ;
- Le paiement et la livraison ;
- L'évaluation du produit.

Toujours selon [Pivk & Gams 2000], nous pouvons identifier le rôle des agents comme médiateurs en commerce électronique si l'on considère ces six étapes. Les agents sont bien adaptés pour la médiation des comportements du consommateur.

D'autres chercheurs comme [Gleizes & Glize 2002], qui travaillent sur le projet « *Agentbased BROkerage Services in Electronic commerce* » (ABROSE), s'intéressent aux phases de courtage et de négociation du commerce électronique. Nous avons vu

précédemment que le e-Commerce s'est beaucoup développé grâce aux facilités offertes par Internet avec lequel la quantité de produits offerte croît sans cesse. Par conséquent, un utilisateur a besoin d'un outil pour le guider dans cette recherche du bon interlocuteur. Le système ABROSE intervient au niveau de la phase de recherche de ce bon interlocuteur pour apporter une aide pour le courtage en proposant à un client une liste de fournisseurs de services pertinents pour son besoin, et en permettant la publicité ciblée pour les nouvelles offres de fournisseurs. La fonction de courtage d'ABROSE est un logiciel développé selon la technique des « Adaptative Multi-Agents Systems » (AMAS) déjà utilisé pour simuler des marchés électroniques [Guessoum et al. 2004]. L'architecture d'ABROSE est constituée d'un ensemble imbriqué de systèmes multi-agents adaptatifs. Tout usager (client ou fournisseur) dispose d'un agent qui le représente. Cet agent possède une gestion de profil incrémentale sur lui-même et sur d'autres agents qui sont mis à jour automatiquement lors des transactions effectuées par l'utilisateur. Son originalité vient notamment de sa gestion automatique du profil utilisateur et de l'utilisation de l'expérience de toutes les transactions pour améliorer la fonction de médiation.

4.4.5 Multimodalité et SMA

De nombreux travaux et réflexions dans le domaine nous portent à croire que les SMA sont une façon élégante et adaptée pour tenter de résoudre les problèmes liés aux systèmes multimodaux. Dans cette sous section, nous allons nous intéresser particulièrement à des travaux conséquents qui légitiment cette idée. Nous allons en effet présenter « Open Agent Architecture » (OAA) de [Moran & Park 1997] développée au sein du centre d'Intelligence Artificielle (IA) du « Stanford Research Institute » (SRI), situé à Menlo Park (CA).

Nous pouvons citer d'autres travaux qui utilisent d'autres SMA pour gérer la multimodalité. Par exemple [Djenidi et al. 2004a], [Djenidi et al. 2004b] proposent une architecture générique multi-agents pour des environnements logiciels multimédias et multimodaux. Ils focalisent leur centre d'intérêt essentiellement sur la voix, mais aussi sur le pointage, le click souris, etc.

Pindorf [Pinsdorf 2002] propose quant à lui un système de dialogue pour agents logiciels mobiles qui permet des interactions multimodales. L'utilisateur interagit avec l'agent par le biais d'un dialogue complexe, lequel est traduit dans un langage de communication agent. Cette solution permettrait de résoudre le problème de la compréhension du langage naturel pour les agents logiciels mobiles.

PAC-Amodeus [Nigay 1993] réutilise le modèle Arch et décrit son contrôleur de dialogue avec une hiérarchie d'agents PAC. L'adaptateur de domaine et la présentation de Arch communiquent directement avec chaque agent PAC à travers son abstraction et sa présentation. L'objectif de PAC-Amodeus est de combiner les avantages du modèle Arch, qui intègre des aspects de génie logiciel comme la modifiabilité et la portabilité, et du modèle PAC, qui permet de structurer efficacement le contrôleur de dialogue. Le modèle PAC-Amodeus a été employé pour modéliser des plates-formes multimodales [Nigay 1994].

4.4.6 Orchestration, composition ou chorégraphie de services et SMA

Les notions d'orchestration et de composition de services sont de plus en plus en vogue et il émerge des solutions à ces problèmes depuis quelques années.

Certains travaux, comme [Buhler et al. 2003] qui travaillent sur les workflows adaptatifs, [Preist et al. 2001] et [Preist et al. 2003] et [Ermolayev et al. 2003] qui travaillent sur la composition de services, ou encore [Blanchet et al. 2005] qui travaillent sur l'orchestration et la chorégraphie de services, nous laissent penser que les solutions multi-agents permettent plus de flexibilité et de dynamique dans ces domaines. Il existe différentes manières d'orchestrer ou de composer des services, comme par exemple [Benatalah et al. 2002], ou [Zeng et al. 2003].

Blake [Blake 2001], [Blake 2002], [Blake 2003] a particulièrement travaillé sur l'orchestration de Web Service via des workflows flexibles à base d'agents logiciels.

Le point culminant de tous les travaux pertinents sur le sujet a fait émerger un nouveau domaine appelé « software agent-oriented workflow ». Ces dernières années, ce terme a été conçu comme un domaine où les agents vont être utilisés pour remplir les rôles du workflow. Cette direction a mené à plusieurs approches et systèmes « software agent-oriented workflow », par exemple [Chen et al. 2000], [Meng & Helal 2000], [Rouiller et al. 2000], [Singh & Huhns 1999] et [Tarumi et al. 1997]. De plus, plusieurs workshops et conférences ont été dédiés aux workflow orientés agent.

Par exemple, le système WorkWeb [Tarumi et al. 1997] est un « software agent-oriented workflow » qui gère et contrôle les ressources des bureaux. On traite alors celles qui se produisent dans une société opérationnelle quotidiennement. Ce processus consiste en un workflow pour accomplir le rapport des dépenses, les allocations de ressources humaines, les processus d'évaluation, etc. WorkWeb est une architecture basée agent qui gère de manière autonome chaque processus workflow. Le système compte sur la communication de toutes les instances du workflow pour assurer l'optimalité du système.

L'approche WARP [Blake 2001] diffère de celle de WorkWeb pour différentes raisons. Le système WorkWeb manipule la coordination parmi divers threads dans l'opération du workflow. Dans le système WorkWeb, le « Workflow Management System » (WFMS) est statique et les services sont fixés. WARP utilise une approche compositionnelle « bottom-up » qui coordonne un ensemble changeant de services.

Singh et Huhns [Singh & Huhns 1999] permettent aux concepteurs de workflow de spécifier des règles temporelles au sein des interactions du workflow. Ces règles sont incorporées dans les agents qui gèrent les rôles individuels au sein du workflow.

Nous allons maintenant présenter, dans les sections à venir, les différentes plates-formes que nous avons pu recenser et celle que nous avons retenue pour l'implémentation de notre prototype expérimental.

4.4.7 Synthèse des raisons pour lesquelles nous avons utilisé un système multi-agents pour implémenter notre infrastructure

Nous récapitulons synthétiquement les raisons pour lesquelles nous avons choisi d'utiliser un système multi-agents pour implémenter notre démonstrateur. Cette synthèse est reproduite dans le Tableau 13.

SMA et ...	Avantages	Quelques illustrations
IHM	Assistance à l'utilisateur ; Personnalisation par apprentissage.	Les avatars, la personnalisation.
Mobilité	Les agents logiciels peuvent être mobiles et migrer vers les DU de l'utilisateur. Ils sont de par ce fait, toujours « proches » de l'utilisateur.	Fonction de connexion du SMA à un téléphone mobile par exemple.
e-Commerce	Les utilisateurs peuvent déléguer des tâches aux agents logiciels. Ces derniers représentent l'utilisateur qui les a « paramétrés » pour suivre des consignes en fonction de l'action qu'a à mener cet agent.	Le projet ABROSE. Achat/vente aux enchères par des agents logiciels au nom d'une personne.
Multimodalité	La mobilité des agents ; L'extensibilité.	Les applications implémentées avec OAA.
Workflow pour la composition dynamique de services	Flexibilité ; Dynamicité ; Connaissance des agents et apprentissage.	Les travaux de Blake vont en ce sens.

Tableau 13 : Synthèse des avantages à utiliser un SMA pour implémenter notre démonstrateur

Un dernier point important qui nous conforte dans le choix des SMA est notre hypothèse H1, énoncée dans la conclusion du chapitre 1. En effet, les agents peuvent encapsuler des connaissances, ce qui pourrait faciliter la satisfaction de cette hypothèse en offrant une certaine modularité aux bases de connaissances.

4.4.8 Etude de différentes plates-formes disponibles et choix de celle utile dans notre développement

Pour développer des agents, il est nécessaire, voire crucial, de choisir la plate-forme adéquate selon ses besoins et ses contraintes. Actuellement, plusieurs systèmes ont été développés pour la réalisation d'agents. Si nous pouvons constater une très large gamme de plates-formes diverses arrivées en masse, elles ne répondent pas toutes aux critères que nous nous sommes fixés. Dans cette section, nous essayons de dresser un état de l'art des différentes plates-formes existantes avec leurs caractéristiques.

Dans [Chevrin 2006], nous proposons une comparaison de plusieurs plates-formes à base d'agents, les raisons pour lesquelles nous avons choisi JADE [JADE] pour l'implémentation, ainsi qu'une présentation de ce système. Nous pouvons résumer ici quelques points forts, selon nous, de JADE (liste non exhaustive) :

- Adhère à la norme FIPA pour la gestion de la communication entre agents ;
- Développé en Java ;
- Communauté active, documentation abondante et renouvelée régulièrement ;
- Effort porté sur la migration d'agents vers des objets nomades (téléphones portables, PDA, etc.) ;
- De plus en plus utilisé par des entreprises (Motorola, Telecom Italia, etc.).

4.4.9 Bilan sur notre choix technologique des SMA

Il faut bien comprendre que dans cette thèse, nous n'apportons rien au domaine des SMA. Cette technologie, nous l'utilisons pour les raisons précitées dans ce chapitre, mais nous ne n'apportons pas d'innovation majeure dans ce domaine, si ce n'est, l'utilisation d'un SMA pour implémenter un démonstrateur basé sur une architecture logicielle originale. Par contre, en nous projetant dans l'avenir, c'est-à-dire en sortant du cadre de cette thèse, nous pourrions éventuellement, à terme, émettre des critiques constructives sur le système que nous avons utilisé : JADE. Par extension, et avec une étude sérieuse en amont, nous pourrions éventuellement, également, émettre des besoins à la communauté SMA. Cela n'est pas à l'ordre du jour, mais n'est pas totalement exclus.

Ce choix, des SMA, pour l'implémentation, s'est fait de manière réfléchie et tournée vers les futures implémentations. Il est en effet contestable d'avoir utilisé la technologie SMA pour le démonstrateur tel qu'il est actuellement, et le choix d'autres technologies aurait pu faciliter le développement, tant en temps, qu'en complexité. Néanmoins, si l'on élargit notre réflexion à la plate-forme finale que nous désirons concevoir, ce choix est beaucoup moins critiquable et prend tout son sens. En ce qui nous concerne, et au vue de nos investigations, notre choix, est selon nous, pertinent et adapté.

4.5 Conclusion

Ce chapitre nous a donc permis d'identifier les premières fondations d'une architecture logicielle pour supporter la plate-forme que nous voulons concevoir.

Il faut bien voir que nos principales préoccupations, sont :

- a) Gérer des interactions multicanales ;
- b) Intégrer l'ensemble des différents canaux (avec une gestion optimisée des ruptures) ;
- c) Fournir au client une interaction personnalisée par le biais d'une intermédiation de différents services constituant l'architecture logicielle (noyau fonctionnel, domaine métier, règles de l'organisation, contexte, etc.).

Nous allons dans le sens de l'approche SOA. Pour le moment nos investigations dans le domaine des e-Services Interactifs restent limitées. Néanmoins, nous projetons de travailler ces aspects dans l'optique d'une vision IHM du domaine. Dans ce cadre, plusieurs projets de stages et une thèse en co-tutelle avec l'INSAT (Institut National des Sciences Appliquées et Technologie) de Tunis sont en cours.

En partant de problèmes réels (vus en introduction) proposés par notre partenaire, dans le cadre du e-Commerce, nous proposons une architecture logicielle, basée sur le cadre théorique et la taxinomie vus au chapitre 3. Ainsi nous apportons une solution viable, flexible, générique et extensible, non seulement à notre partenaire, mais également aux problèmes rencontrés dans le domaine du Mobile Learning [Derycke et al. 2005], [Chevrin et al. 2006] et certainement d'autres domaines (e-Santé, etc.).

Avec cette architecture logicielle nous touchons à trois domaines distincts :

- a) Le multicanal, où nous sommes, semble-t-il, originaux dans notre approche, et où nous apportons des solutions, notamment sur l'intégration des canaux et la gestion des ruptures au cours d'une interaction. Nous travaillons également sur l'utilisation synchrone de canaux (nous reviendrons sur ce point plus loin dans cette thèse) ;
- b) Le génie logiciel. En effet, nous proposons une infrastructure logicielle originale qui va, à terme, mener à la formalisation précise d'une architecture logicielle, basée sur notre cadre théorique et sur la taxinomie fournie dans le chapitre 3 ;
- c) Les SMA. Dans notre démarche, nous utilisons cette technologie et nous n'apportons rien de réellement innovant à cette communauté pour le moment. Il n'est pas exclu, à terme, de formuler des critiques sur JADE, et de proposer des contributions à la communauté de développement de JADE.

Par ailleurs, dans ce chapitre, nous avons également abordé un point, qui est, selon nous, très important, portant sur les travaux concernant les réseaux intelligents du futur. Dans ce cadre, nous avons pu remarquer que certains problèmes posés actuellement en IHM pourraient être résolus par ces nouvelles solutions proposées par les opérateurs de télécommunications. Cette prise de conscience de l'importance des réseaux est fondamentale pour la suite de nos travaux.

De plus, en étudiant les interactions multicanales et multimodales, nous avons vu l'importance des liens entre les humains, les DU, les réseaux, etc. Lorsque l'on prend l'un des plus simples cas de multimodalité comme celui énoncé par [Bolt 1980] : « Put that here », plusieurs hypothèses implicites sont faites :

- La requête est destinée à un DU unique ;
- Les données ne passent pas par un réseau, ou alors seulement par un réseau homogène.

Les travaux passés sur la multimodalité ont été réalisés dans un contexte qui est donc totalement différent du nôtre. En effet, nos hypothèses ne sont pas les mêmes :

- La requête peut être destinée à un ou plusieurs DU ;
- Les données transitent par des réseaux qui peuvent être hétérogènes ;
- Des contraintes spécifiques aux DU mobiles sont à prévoir (comme le niveau de batterie, les zones de couverture de réseaux, etc.) et peuvent entraîner des ruptures au cours de l'interaction et qu'il est impératif de gérer au mieux.

Nous reviendrons plus en détail sur ce problème plus loin dans ce manuscrit.

Enfin, ce chapitre nous a permis de justifier nos choix quant à l'utilisation de JADE pour implémenter notre démonstrateur. Ce choix ne s'est, bien entendu, pas fait dans l'optique restrictive de notre démonstrateur. En effet, c'est notre ambition d'implémenter une plate-forme générique d'expérimentation de nouveaux usages dans le cadre de projets comme EUCUE, dont nous avons déjà parlé précédemment, qui nous a poussés à réfléchir aux solutions pertinentes, évolutives et flexibles pour ce projet.

Néanmoins, nos prétentions sur cette plate-forme nous ont poussés à nous projeter dans le futur et nos investigations ont montré que l'une des technologies adéquates pour nos besoins était celle que nous avons retenue, c'est-à-dire un SMA que nous avons choisi de déployer à l'aide de JADE.

Le chapitre suivant est dédié à l'étude de la mise en œuvre de l'architecture logicielle.

Partie III

**Une première réalisation d'un middleware
d'intermédiation pour les interactions ubiquitaires :
évaluation, comparaison avec des projets analogues
et mise en perspective**

Chapitre 5 : Mise en œuvre de l'architecture logicielle

Dans ce chapitre, nous allons décrire le démonstrateur d'application multicanale que nous avons implémenté. Celui-ci est orienté e-Commerce étant donné les tenants de cette thèse, mais nous verrons qu'il est générique et qu'il peut s'étendre à d'autres domaines, comme par exemple, le e-Learning.

Ainsi, nous allons présenter ici un démonstrateur et des prototypes. La raison à cela est que notre démonstrateur a été réalisé par étapes successives (cycle de développement incrémental inspiré de [Rouillard 2000], approche que nous détaillerons plus loin dans ce chapitre). A chaque étape nous avons réalisé un prototype opérationnel qui est une amélioration de la version de l'étape antérieure. Nous différencions alors, pour plus de clarté, démonstrateur⁷⁴ et prototype⁷⁵.

La réalisation du démonstrateur s'est faite sous ma responsabilité avec le soutien de Sébastien Sockeel, ingénieur de recherche du laboratoire Trigone.

Ce démonstrateur a pour vocation de montrer la pertinence, non seulement dans nos choix de conception de l'architecture logicielle, mais également dans nos choix techniques. Notre ambition va bien plus loin que ce démonstrateur, et dépasse largement le cadre de cette thèse. Néanmoins, pour que le lecteur comprenne bien l'utilité de cette implémentation, nous allons maintenant nous projeter dans l'avenir pour avoir une vision de ce que l'on attend de ce prototype qui est, nous l'espérons, le balbutiement d'une plate-forme d'expérimentation de nouveaux scénarios d'usages : Nous espérons ainsi mettre en place une plate-forme d'intermédiation entre des e-Services du côté back office, c'est-à-dire le noyau fonctionnel de l'application, et une interaction personnalisée multicanale et multimodale du côté front office, c'est-à-dire l'interface utilisée par l'utilisateur. Nous développerons cette initiative dans les perspectives que nous donnons à la fin de ce chapitre.

Par ailleurs, notre argumentaire sera articulé selon le plan suivant : pour commencer, nous donnons le cahier des charges que nous nous étions fixés pour ce prototype, dans le cadre de la thèse. Puis, nous listons les technologies utilisées afin de mettre en place le prototype. Ensuite, nous parlerons du cycle de développement que nous avons adopté. Enfin, Nous donnerons certains diagrammes UML afin de formaliser l'implémentation et nous expliquerons le fonctionnement du démonstrateur.

⁷⁴ Prototype opérationnel à l'instant où nous écrivons ces lignes, mais avec ses perspectives d'améliorations et modifications, toujours selon notre cycle de développement.

⁷⁵ Prototype opérationnel à un instant t de notre cycle de développement. Un prototype n'a pas de perspective, étant un état du démonstrateur à un instant donné.

5.1 Le cadre technique du développement

Pour commencer ce chapitre, nous allons donc brièvement donner le cahier des charges que nous nous étions fixé pour la réalisation de notre démonstrateur.

En réalisant cette implémentation, nous avons suivi les briques de l'architecture logicielle que nous avons présentée dans le chapitre précédent. Ainsi, nous avons pu commencer à la préciser et à l'affiner. Le but de ce démonstrateur est évidemment de gérer les quatre facettes, de manière minimale, ainsi que le cœur de l'application, capable de faire le lien entre ces quatre facettes. Nous rappelons synthétiquement que les facettes sont :

- Le noyau fonctionnel (back office) éclaté en e-Services interactifs ;
- Le côté utilisateur avec l'utilisation de canaux de manière synchrone et asynchrone. Cette partie doit également gérer la multimodalité ;
- L'aspect prise en compte du contexte au sens de l'utilisateur, c'est-à-dire avec l'utilisation de base de données utilisateur et gestion du contexte d'interaction ;
- L'aspect prise en compte du contexte au sens de l'entreprise, c'est-à-dire ses politiques et ses règles de fonctionnement.

De plus, ce démonstrateur doit pouvoir gérer la composition des services dynamiquement en fonction du canal utilisé. Les différents canaux que nous voulons viser sont le Web, le WAP et le vocal. Ce dernier devra être implémenté via deux solutions :

- La première via un simulateur (VoiceServerSDK Websphere d'IBM), en utilisant un casque et un micro pour simuler le téléphone ;
- La seconde via le serveur vocal interactif (SVI) du laboratoire, par l'intermédiaire de n'importe quel téléphone compatible avec les SVI, c'est-à-dire comportant des touches DTMF (Dual Tone Multi-Frequency).

Enfin, la vocation de ce démonstrateur n'est pas, à ce stade de la recherche, d'être testé et évalué par des utilisateurs. Il faut bien comprendre que le stade de développement pour une évaluation est précoce⁷⁶. De plus, la plate-forme que nous désirons mettre en place a pour cible deux types d'utilisateurs. Ce sont d'une part des industriels (tous domaines confondus), ou des professionnels dans l'éducation, etc. qui veulent expérimenter des scénarios particuliers, et d'autre part, les utilisateurs, clients, étudiants qui vont utiliser ces applications simulées par notre plate-forme gérant les scénarios.

La principale caractéristique technique que nous mettons en avant est l'utilisation d'agents logiciels pour l'implémentation.

Cette description très brève de notre cahier des charges pour ce démonstrateur nous amène directement à la seconde section de ce chapitre, à savoir la description des outils que nous avons utilisés pour son implémentation, tant au niveau logiciel que matériel.

⁷⁶ Nous reviendrons sur ce problème de l'évaluation précoce des infrastructures dans la conclusion de ce chapitre et dans le chapitre 6.

5.2 Les Technologies et outils utilisés pour l'implémentation

Pour réaliser ce prototype, nous avons dû employer un certain nombre de technologies, logicielles comme matérielles, mais également utiliser plusieurs langages de programmation.

Dans [Chevrin 2006] nous avons fait une liste exhaustive des outils employés ainsi qu'une description synthétique et les raisons pour lesquelles nous l'avons employé. Ici, nous reprenons quelques éléments pertinents, en commençant par les outils logiciels, puis les outils matériels.

5.2.1 Les outils logiciels

Tout d'abord, nous soulignons que notre démonstrateur a été développé en parallèle sous deux systèmes d'exploitation :

- Windows 2000 ;
- Linux, distribution Debian.

L'application peut également tourner sur des versions différentes de Windows, notamment XP et 98. La portabilité sur différentes distributions de Linux et d'Unix paraît facilement envisageable.

Quant aux DU, ils peuvent être équipés de n'importe quel système d'exploitation et de n'importe quel navigateur pour le mode Web. En ce qui concerne le téléphone, la version implémentée⁷⁷ pour le serveur vocal du laboratoire est disponible de n'importe quel téléphone à touche (demande d'appuyer sur la touche # pour vérification, comme tous les serveurs vocaux traditionnels).

Dans le rapport d'étude [Chevrin 2006], nous passons en revue les outils que nous avons utilisés pour l'implémentation du démonstrateur, à savoir : XML, XSL, PlasticML, Java, JADE, XHTML, WML, VoiceXML, VoiceServerSDK d'IBM, Openwave WAP simulator plug-in et enfin Eclipse. Dans cette partie, nous allons nous intéresser un peu plus particulièrement à PlasticML.

5.2.1.1 Description de PlasticML

PlasticML [Rouillard 2003] est un langage de description abstraite d'interaction Homme-Machine basé sur XML. Ce langage à balise permet de décrire des éléments d'entrées et de sorties d'interfaces, générique, c'est-à-dire sans faire référence au périphérique qui sera utilisé lors de l'interaction. Grâce à des transformations avec XSLT, les documents en PlasticML sont traduits automatiquement vers des langages idoines (HTML pour le Web, WML pour le WAP, VoiceXML pour le téléphone).

⁷⁷ Néanmoins, la dernière version du prototype (P5) n'est pas implémentée sur ce serveur étant donné sa limitation due au fait qu'il n'est pas en phase avec la spécification VoiceXML 1.0.

5.2.1.2 Pourquoi avoir choisi PlasticML ?

Nous avons fait le choix d'utiliser PlasticML pour trois raisons :

- Ce langage convient parfaitement aux contraintes que nous avons pour produire notre prototype, à savoir : il possède une DTD étendue capable de supporter nos besoins en terme de description des différents e-Services ;
- Cette solution gère les langages cibles comme le HTML, le WML, et surtout le VoiceXML. Nous mettons l'accent sur ce dernier langage, car beaucoup de solutions affirment gérer cette technologie (vocale), mais si l'on regarde plus attentivement, il s'avère que peu de systèmes le font réellement, en tout cas en ce qui concerne les solutions open source. Même dans le cas des langages approuvés par le W3C, bien souvent les spécifications ne sont pas implémentées de manière exhaustive, et notamment sur la question du vocal ;
- Ce langage a été réalisé au sein du laboratoire Trigone, et nous avons pu disposer du code source et des compétences nécessaires pour l'utiliser dans de bonnes conditions. De plus, il nous est maintenant facile de le faire évoluer pour rester cohérent avec nos besoins futurs ;
- Nous pourrions à terme émettre des critiques constructives sur PlasticML pour tenter de l'améliorer.

5.2.1.3 Bilan et remarques sur PlasticML

Bien qu'adapté à nos besoins, PlasticML reste limité dans certains cas, nous faisons ici une liste non exhaustive des points à améliorer à plus ou moins long terme. Nous avons pu émettre ces critiques suite à l'utilisation que nous en avons fait lors de l'implémentation du démonstrateur. Il y a trois aspects que nous synthétisons ici :

- L'hétérogénéité des langages cibles (HTML et WML sont visuels et VoiceXML auditif par exemple) et l'approche adoptée par PlasticML pour l'adaptation des données XML, à savoir : XSL, fait que PlasticML est difficile à étendre de manière simple. On arrive rapidement à des cas de figure où l'on est obligé de modifier la DTD. Cela, est semble-t-il, dû à l'utilisation de XSL, qui devient très complexe lorsque l'on réalise des services plus complexes (comme le remplissage du caddie par exemple) ;
- L'aspect graphique (dans le sens esthétique, disposition à l'écran, etc.) est difficilement gérable ;
- Il serait intéressant d'intégrer à PlasticML, un module lui permettant de gérer plusieurs flux XML de manière synchrone et de délivrer plusieurs résultats simultanément (fichiers VoiceXML, WML, etc.). Cela permettrait, à terme, de gérer de manière plus cohérente la fusion et la fission des données sur différents canaux.
- L'utilisation de XSL donne à PlasticML des limitations :
 - o XSL est un langage qui n'autorise pas les effets de bord (pas de réaffectation de variables) ;
 - o On ne peut pas bien gérer la présentation du document de sortie, et notamment au niveau des espaces. Cela nous pose un problème sur le canal vocal ;
 - o Néanmoins, XSL est portable sur toutes les plates-formes, tous les langages, et on peut créer des feuilles de style à la volée ;

Selon nous, il faudrait réfléchir à une amélioration de XSL. Sur ces différents points (limitations de XSL), nous sommes d'ailleurs aperçus que d'autres chercheurs [de Andrade et al. 2004] s'étaient, eux aussi, heurtés à ces différents problèmes. Leur point de vue était alors également d'apporter des améliorations à XSL.

5.2.2 Les outils matériels

Outre les ordinateurs (PC), avec les configurations, caractéristiques, nous allons présenter le Serveur Vocal Interactif (SVI) que nous avons utilisé pour déployer l'une des deux versions vocales que nous avons implémentées sur ce prototype (l'autre étant celle implémentée sur VoiceServerSDK d'IBM). Ce serveur vocal est celui du laboratoire Trigone, et il est basé sur la plate-forme Phonic 3.0 de la société Idylic [Idylic]. La plate-forme est codée en Java et repose sur des standards tels que VoiceXML. L'installation se fait sur Windows 2000 ou NT. Ce serveur supporte :

- La synthèse de la parole via le langage SSML (Speech Synthesis Markup Language) et le moteur d'Elan Informatique (version Tempo) ;
- La reconnaissance de la parole via le moteur de Telisma (version PhilSoft).

L'architecture des applications VoiceXML est décrite dans la Figure 39. Nous décrivons les deux solutions étudiées.

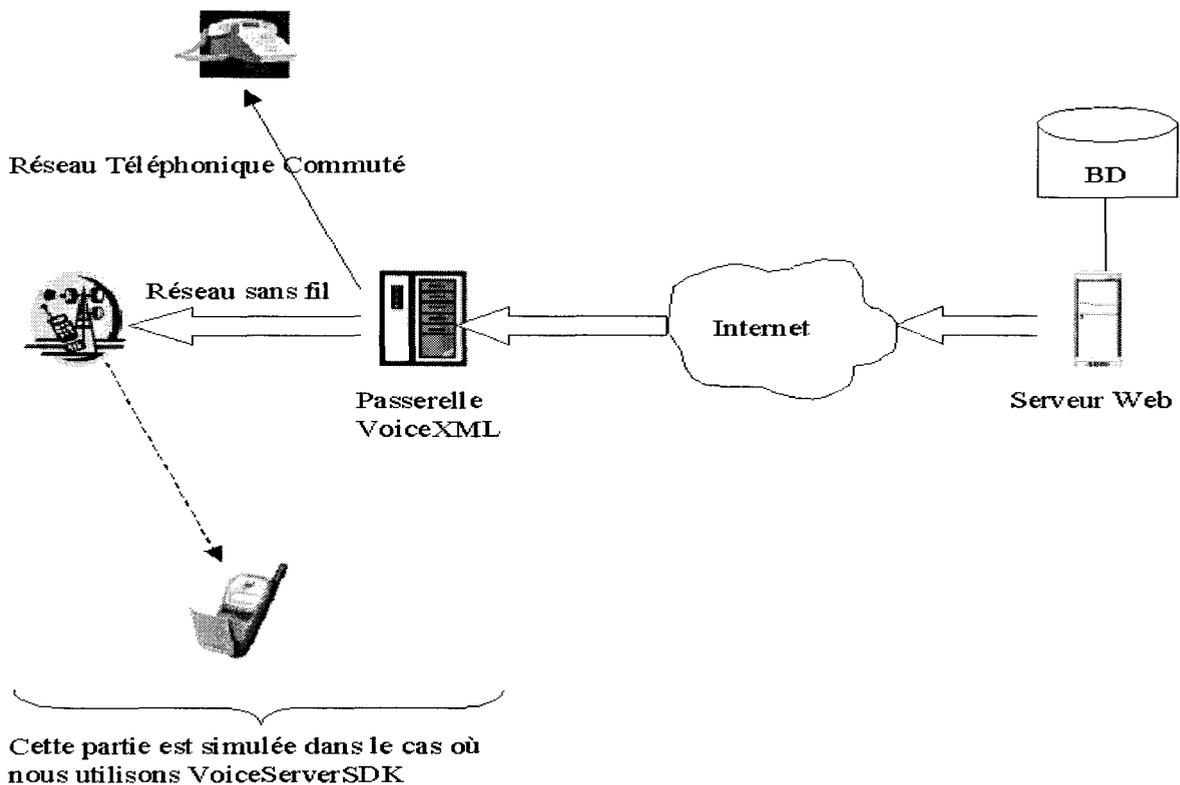


Figure 39 : Architecture mise en place pour supporter des applications VoiceXML

Pour plus de détails sur ce serveur vocal, nous recommandons au lecteur de consulter le site de Idylic [Idylic] ou de se référer au livre de José Rouillard [Rouillard 2004].

5.3 Une Réalisation en spirale

Le développement de notre démonstrateur ne s'est pas fait en une seule étape. En fait, pour arriver au stade où il est aujourd'hui, nous avons effectué plusieurs étapes successives comme le montre la Figure 40. C'est ce que l'on appelle un cycle de développement incrémental en spirale (inspiré de la thèse de José Rouillard [Rouillard 2000]). Cette réalisation fait suite à l'implémentation de nombreux prototypes dont certains ont été décrits dans des publications [Derycke & Rouillard 2002], [Derycke et al. 2003], [Rouillard 2002], [Chevrin 2004], [Chevrin et al. 2005].

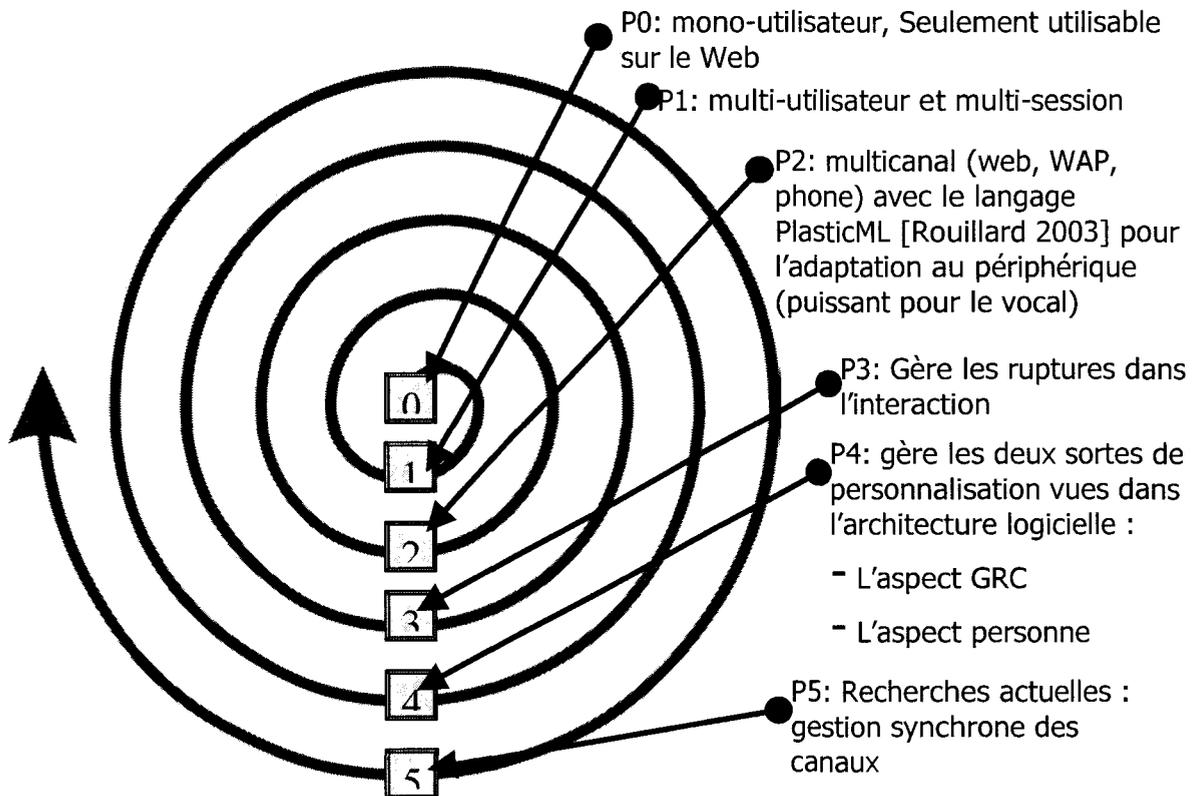


Figure 40 : Réalisation de notre démonstrateur par étapes successives

Nous avons donc implémenté six prototypes opérationnels successifs. Sur la Figure 40 nous avons schématisé cela par une spirale car chaque version possède les fonctionnalités de la précédente. Nous allons maintenant en dire un peu plus sur chacun de ces prototypes.

1) Le premier prototype, P0, a eu pour but de créer une application disponible sur le Web uniquement, et permettant d'exécuter plusieurs services successivement :

- Entrer dans l'application ;
- S'identifier / ou se créer un compte s'il n'existe pas encore ;
- Remplir son caddie ;
- Payer ;
- Avoir le récapitulatif de sa commande ;
- Arriver sur l'écran de sortie de l'application.

Cette première version n'est accessible que par un utilisateur à la fois. Les difficultés auxquelles nous avons dû faire face sont les suivantes :

- Tout d'abord, nous n'avons pas de compétences sur les technologies des SMA dans le laboratoire. Nous avons donc dû nous former, non seulement à la philosophie agents, mais également au framework JADE, que nous avons utilisé pour implémenter ces agents. Il est évident que la configuration et la collaboration des différents outils utilisés ont également été un travail important et fastidieux ;
- Ensuite, la première difficulté technique apparue au niveau de l'implémentation a été la communication entre la plate-forme, en l'occurrence JADE, et la Servlet. Pour cela nous nous sommes inspirés des travaux de Fabien Gandon [JADE-Servlet] avec quelques modifications en fonction de nos besoins. Nous détaillons le principe lors de la description du diagramme de classe UML de la Figure 46. L'architecture est quant à elle détaillée dans la Figure 41.

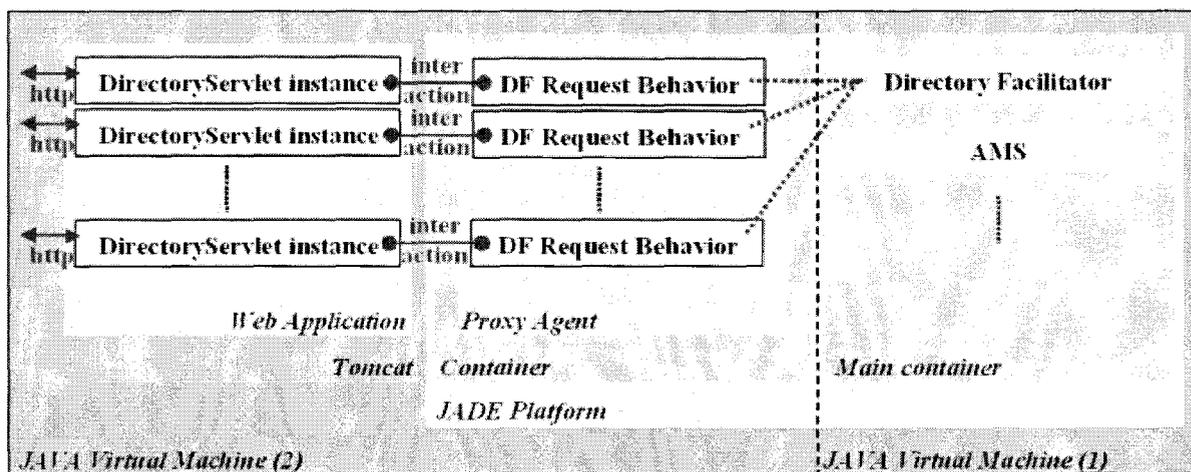


Figure 41 : Communication entre une servlet et la plate-forme JADE (Source [JADE-Servlet]⁷⁸)

2) Le second prototype, P1, qui est donc une amélioration du prototype P0, gère les accès multi-utilisateurs et multi-sessions.

Il est multi-utilisateurs, donc plusieurs personnes peuvent se connecter au site simultanément. Notre application à base d'agents est d'ailleurs efficace en ce qui concerne l'accès multi-utilisateurs. En effet, certains agents sont créés par utilisateur, d'autres par session. Dans cette version, nous avons dû faire face à deux problèmes :

- L'affichage des données au bon utilisateur. Pour résoudre ce problème, nous avons créé un mécanisme qui permet de créer autant d'exemplaires de l'agent d'affichage que de requêtes ;
- Nous avons, naturellement, fait de même pour l'agent *utilisateur*, c'est-à-dire qu'un utilisateur possède son propre agent, et une session possède également son propre agent. Cela nous a posé un sérieux problème. En effet, si l'agent *affichage* peut se « suicider » dès qu'il n'est plus sollicité, il n'en est rien pour les agents *utilisateur* et *session*. Nous avons donc dû créer des agents spécialement dédiés à la suppression d'agents. Ce sont les agents *ramasse miette réveil* et *ramasse miette*. Le fonctionnement est traduit sur la Figure 42.

⁷⁸ Ce travail a été réalisé par Fabien Gandon, INRIA – Sophia Antipolis.

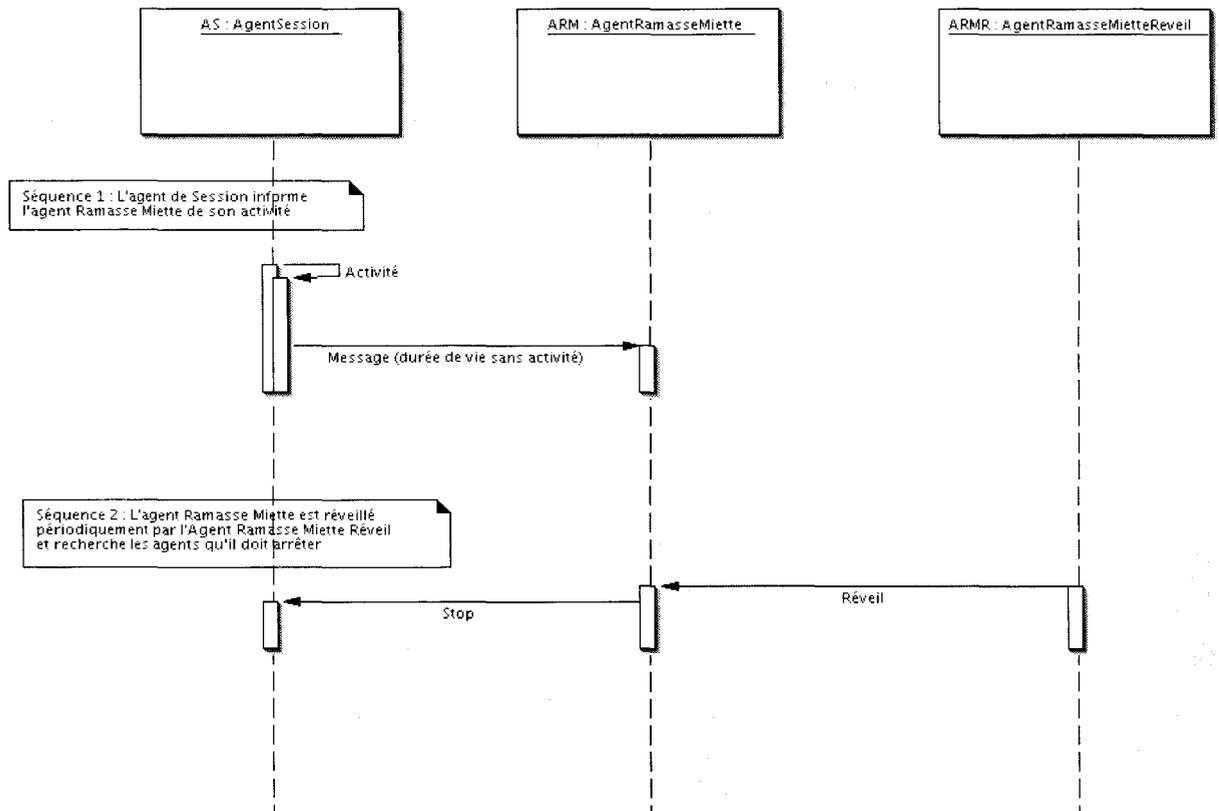


Figure 42 : Diagramme de séquence représentant le fonctionnement des agents ramasse miette et agent ramasse miette réveil

Séquence 1 : dès que l'agent *session* est en activité, il envoie un message à l'agent *ramasse miette*. Le mécanisme est le même pour l'agent *utilisateur*. Ce message contient sa durée de vie s'il n'a plus d'activité.

Séquence 2 : l'agent *ramasse miette réveil* envoie périodiquement un message à l'agent *ramasse miette* pour qu'il détermine tous les agents à tuer.

Dans cette version, c'est l'agent *Listener Canal* qui crée l'agent *session* avec un objet Synchroniseur (objet Java partagé et synchronisé) pour être sûr qu'il est bien créé lorsqu'il lui envoie un message. L'agent *session* crée l'agent *utilisateur* dès que l'utilisateur est authentifié (voir la Figure 52) avec un objet Synchroniseur pour les mêmes raisons que lorsque l'agent *Listener Canal* crée l'agent *session*.

3) Le prototype P2 est une amélioration conséquente de la version P1. Cette amélioration s'est déroulée en trois temps :

- Gestion du canal WAP ;
- Gestion du canal Vocal, via Websphere VoiceServerSDK d'IBM ;
- Gestion du canal Vocal, via le serveur vocal interactif du laboratoire Trigone.

C'est dans cette version que nous avons enrichi l'application du langage PlasticML et de ses feuilles de style XSL, l'une pour le WAP (géré avec WML), une autre pour le Web (géré avec HTML), et la dernière pour le vocal (géré avec VoiceXML 1.0). Pour ce qui est de la solution vocale via le serveur vocal interactif du laboratoire Trigone, nous avons développé une nouvelle feuille de style XSL dans PlasticML.

De plus, nous avons implémenté plusieurs classes permettant d'associer le bon fichier XSL avec les fichiers XML en fonction du canal utilisé et permettant également d'effectuer l'association de ces fichiers (XML + XSL).

La partie concernant l'implémentation du canal vocal a été la plus difficile et plus longue car nous avons développé deux solutions complètement distinctes pour les trois raisons suivantes :

- Le VoiceServerSDK Websphere que nous utilisons est un simulateur de SVI. C'est un système de voix par « l'Internet Protocol » (IP). En revanche, en utilisant le SVI du laboratoire, nous passons par un véritable serveur indépendant et l'interaction se fait via un téléphone par Réseau Téléphonique Commuté⁷⁹ (RTC), GSM, etc. ;
- Le VoiceServerSDK Websphere est complètement compatible avec VoiceXML 1.0. Par contre, le SVI du laboratoire, ne respecte pas totalement les spécifications de VoiceXML 1.0. De plus, la feuille de style XSL dédiée au canal vocal de PlasticML est adaptée à VoiceXML 1.0, donc tout à fait adaptée à VoiceServerSDK Websphere ;
- Le VoiceServerSDK Websphere permet de créer des grammaire vocales dynamiquement avec de simples fichiers textes ou directement dans le code VoiceXML. Le SVI du laboratoire, bien que beaucoup plus performant en ce qui concerne la reconnaissance de la parole, ne permet pas de créer des grammaires vocales (fichiers .gkz) dynamiquement. Nous sommes obligés de les créer spécialement à chaque fois que nous avons besoin de nouveaux mots à reconnaître. Cette opération demande tout un processus manuel (dans le sens où le programmeur doit effectuer les opérations lui-même, sur la machine serveur).

Ces trois raisons nous ont suffi pour décider qu'il serait intéressant d'implémenter les deux solutions. C'est donc ce que nous avons fait. Néanmoins, en raison de lourds problèmes de développement dus au fait que le SVI ne supporte pas la spécification VoiceXML 1.0, nous n'avons pas implémenté cette solution aux derniers prototypes. Cependant, le laboratoire va se doter d'un nouveau Serveur Voival Interactif, compatible avec la version 2.0 de VoiceXML, au cours de l'année 2006. Nous pourrions alors reprendre l'implémentation sur ce nouveau serveur.

En ce qui concerne le canal WAP, nous n'avons pas eu de problème particulier, si ce n'est que nous ne passons pas par un serveur dédié au WAP, mais via un serveur Web avec des émulateur WAP comme Openwave que nous avons présenté précédemment. Nous avons également testé l'application sur Firefox (avec le plug-in WAP) avec succès. Néanmoins, nous ne sommes pas certains, que notre application tourne sur tous les émulateurs existants, du fait des différentes implémentations des spécifications du WML. Par ailleurs, il semble que cela n'ait pas réellement d'importance, car notre but est que le système fonctionne sur un opérateur WAP réel ; une seule version de la feuille de style XSL sera alors nécessaire. La solution serait donc évidemment de s'équiper d'appareils WAP, et de passer par un fournisseur d'accès pour tester l'application. Une solution encore meilleure serait de se doter d'un serveur WAP ou plus naturellement de trouver un partenaire fournissant ces services. L'architecture d'un tel système est montrée sur la Figure 43.

⁷⁹ C'est le réseau utilisé pour les téléphones fixes. Appelé Public Switched Telephone Network (PSTN) en anglais.

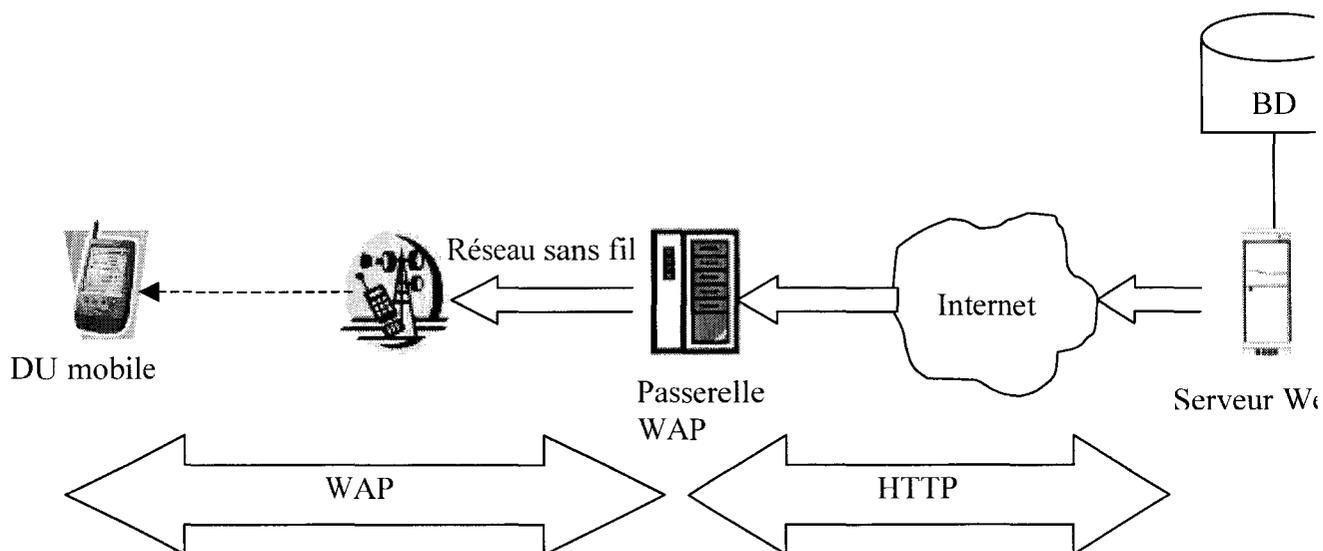


Figure 43 : Architecture WAP schématisée

Lorsque nous avons étudié notre architecture logicielle nous avons vu que nous distinguons deux parties, le côté usager, c'est-à-dire l'utilisateur du système que nous pouvons appeler la personne, et le côté organisation, à l'origine des e-Services interactifs. Ces deux parties possèdent un aspect personnalisation. Pour la personne, c'est ce que nous pouvons appeler en IHM, le « context-aware ». En ce qui concerne l'organisation, il s'agit plutôt de règles, ou politiques issues de l'organisation, par exemple, dans le cadre d'une organisation e-Commerce, ce sera la GRC. Dans notre prototype P3, nous avons ajouté un agent : l'agent *GRC*. Nous avons également amélioré l'agent *utilisateur*. Ces deux agents gèrent respectivement la prise en compte du contexte du côté personne et du côté organisation. Ces agents pourraient être connectés, à terme, à des outils « context-aware » et GRC pour être efficaces et pertinents. Un exemple de prise en compte du contexte est par exemple visible dans la Figure 58 (dans l'Annexe 1), où l'on peut noter que l'application est automatiquement traduite en anglais (sur les canaux Web et WAP, pour ce qui est du vocal, l'utilisateur a choisi la langue française⁸⁰) en fonction des caractéristiques du profil de l'utilisateur. Un exemple de prise en compte du contexte au niveau de la GRC est l'offre d'une remise de 20% à un client...

5) Le prototype P4 a été conçu pour gérer les ruptures dans l'interaction. Il résulte d'une amélioration au niveau de la gestion des sessions introduites dans le prototype P2. Ici, les ruptures peuvent être récupérées par n'importe quel canal, quelle qu'elle soit. Notre élément atomique pour les ruptures est le service, c'est-à-dire que lorsqu'un utilisateur a terminé un service et qu'une rupture se produit, il pourra se reconnecter au site, par le canal qu'il souhaite, s'identifier et continuer la succession des services là où il en était resté. C'est un point très important si l'on se réfère aux hypothèses H7 et H12. En effet, dans le cadre du e-Commerce, ce service de récupération de l'interaction est nécessaire et doit être performant. Dans ce prototype nous ne récupérons l'interaction que si l'utilisateur en a l'initiative. Pour

⁸⁰ Avec les technologies que nous utilisons actuellement, il n'est pas possible de changer de langue à l'exécution. Par contre, nous avons commencé à tester de nouvelles solutions plus adaptées dans ce cas, comme VoxPilot (<http://www.voxpilot.com/>).

être clair, le client peut récupérer l'interaction là où elle s'est arrêtée, mais seulement s'il fait l'effort de recontacter l'organisation (ici simulée par le démonstrateur). Nous verrons dans les perspectives à la fin de ce chapitre que nous voulons aller plus loin dans la gestion des ruptures. Un service inachevé devra être recommencé. Nous travaillons sur un grain plus fin où l'unité atomique serait le champ saisi⁸¹ (au sein même d'un service). C'est l'agent *utilisateur* qui permet cette gestion des ruptures (en enregistrant les services déjà terminés par l'utilisateur)...

- 6) Le prototype P5 vise à gérer l'utilisation synchrone de plusieurs canaux (en utilisant différentes modalités ou pas). Cela est une réalisation difficile. La raison de cette difficulté d'implémentation est la suivante : nous devons impérativement faire de l'envoi de données (PUSH) du serveur vers le client pour implémenter cette solution multicanale synchrone. Cela pose des problèmes techniques à notre niveau :
- Nous utilisons différentes solutions propriétaires dans le cas du vocal et un émulateur en ce qui concerne le WAP, donc il est difficile, voire impossible d'intervenir directement sur le code. Dans ces conditions, il paraît difficile de faire du PUSH du client vers le serveur ;
 - Il faut intervenir directement sur les réseaux, ce qui n'est pas tout à fait notre spécialité. Pour le moment, nous sommes dans une phase exploratoire pour voir s'il existe des solutions adaptables à notre problème.

Pour illustrer ce problème, prenons un scénario concret utilisant la capacité multicanale synchrone. Un utilisateur est connecté au système par l'intermédiaire d'un navigateur Web et d'un téléphone. Le service auquel il accède lui demande de remplir un formulaire, l'utilisateur dit alors par téléphone « vert » et le système doit alors rafraîchir la page affichée sur le navigateur pour faire apparaître « vert » dans le premier champ du formulaire. Ce scénario est schématisé en Figure 44.

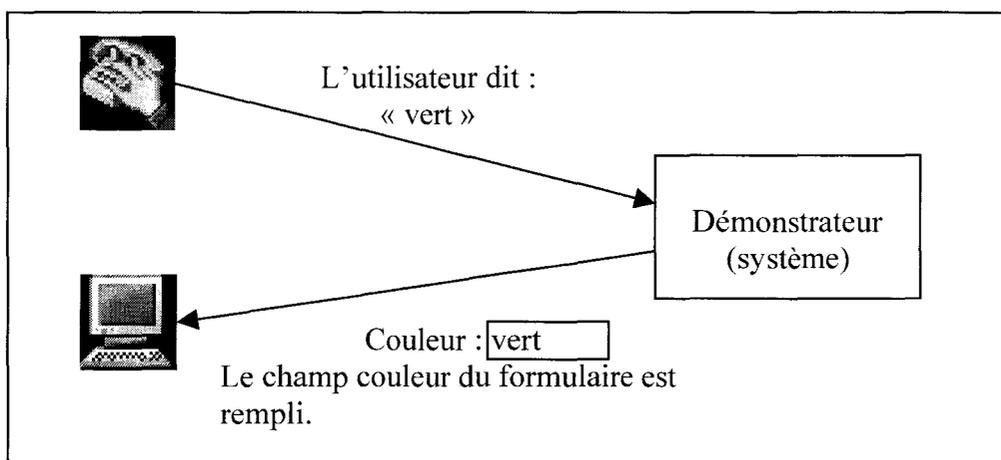


Figure 44 : Multicanalité synchrone

Ce cas concret d'utilisation de la « multicanalité » synchrone n'est évidemment qu'un exemple volontairement simple, mais il permet malgré tout de pointer la difficulté. En effet, il faut que le système soit capable d'envoyer au canal Web (navigateur Web), de l'information non sollicitée par ce canal (c'est en effet, dans notre exemple, le canal vocal, c'est-à-dire le téléphone, qui envoie de l'information). Il faut donc que notre système soit capable de pousser (PUSH) de l'information sur un canal. Or, nous avons privilégié, pour notre implémentation,

⁸¹ Le prototype que nous avons développé de manière *ad hoc* avec des objets java et que nous avons présenté dans le chapitre 2 (section 2.4.2), gère cette granularité.

l'utilisation d'un serveur d'applications qui fonctionne en mode Client –Serveur en utilisant le protocole http : les canaux sont des clients et le système est le serveur. Dans une telle configuration, c'est toujours le client qui décide d'envoyer des informations au serveur pour que celui-ci lui réponde et il n'est pas possible à notre connaissance, pour le serveur, d'envoyer des données non sollicitées. Bien entendu, une manière peu propre de détourner le problème consiste à effectuer un rafraîchissement forcé de la page web de manière cyclique (toutes les N secondes). Mais nous cherchons une solution plus élégante pour résoudre ce verrou technologique.

Le stade actuel de notre démonstrateur est donc le prototype P5, mais l'utilisation synchrone de canaux n'est pas implémentée de manière générique. Dans la partie perspective, nous parlerons des évolutions à court terme comme à long terme que nous envisageons pour arriver, au final, à une plate-forme générique d'expérimentation de nouveaux usages.

Avant d'étudier ce démonstrateur à l'aide du langage UML (semi-formel), la Figure 45, qui n'est pas du tout formelle, présente la structure générale du système implémenté, avec les différents agents afin que le lecteur en ait une vision globale avant d'entrer dans une présentation plus formelle.

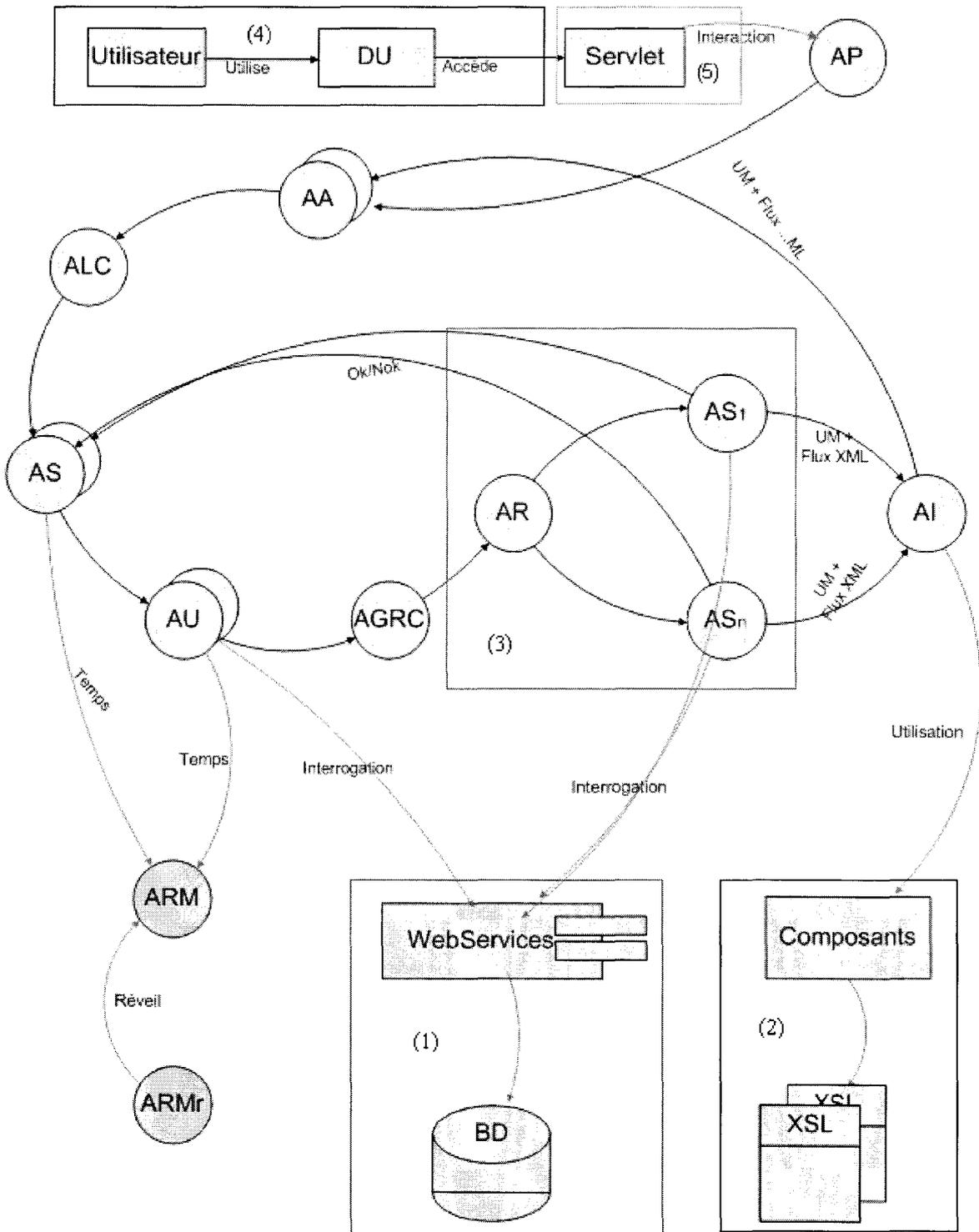


Figure 45 : Vue globale, non formelle, de la structure du démonstrateur

La légende de la Figure 45 est la suivante :

AP : Agent Proxy ; AA : Agent Affichage ; ALC : Agent Listener Canal ; AS : Agent Session ; AU : Agent Utilisateur ; AGRC : Agent GRC ; AR : Agent Règles ; ARM : Agent Ramasse Miettes ; ARMr : Agent Ramasse Miette réveil ; ASx : Agent Service X ; AI : Agent Interface.

Les Agents AA, AS et AU sont multiples lors d'une interaction. Nous revenons sur ce point plus loin dans ce chapitre.

Nous retrouvons bien, dans ce schéma, les différents concepts importants de la Figure 34 (vue conceptuelle de l'infrastructure logicielle décrite dans le chapitre 3) et de la Figure 37 (représentation synthétique de l'architecture logicielle proposée dans le chapitre précédent). Nous pouvons alors retrouver sur la Figure 45 : la partie (1) représente la gestion du domaine métier (avec l'agent AGRC), ainsi que la gestion du contexte (avec l'agent AU) ; la parties e-SI (organisation) est représentée dans le cadre (3) ; la partie canaux (avec les transformations dans le cadre (2)) dans le cadre (4) ; la partie (5) est le lien entre les canaux du client et le système.

5.4 Formalisation UML du démonstrateur

Dans cette section, nous allons présenter le prototype, d'une part, de manière plus formelle en utilisant UML, et d'autre part, en expliquant son fonctionnement à l'aide de copies d'écrans et d'extraits de dialogues.

Pour commencer, la Figure 46 montre un diagramme de classe simplifié des classes mises en jeu au sein de l'application. Ce diagramme montre néanmoins les classes principales. Tous les agents héritent de la classe AgentGénérique, celle-ci héritant de la classe Agent implémentée dans le framework JADE. L'agent d'Interface interagit avec les classes composant afin de gérer les différentes présentations en fonction des canaux utilisés. La Figure 47 montre cela. Les agents représentant les services peuvent appeler des services Web. Ces services web ont accès à différentes bases de données Mysql. Sur le diagramme de la Figure 46 nous avons représenté l'agent *authentication* qui appelle l'objet « Client » qui lui-même accède aux services web. La liaison entre JADE et la servlet est réalisée par l'agent *Proxy*. Le principe réside dans le fait que la requête de la servlet est transmise à l'agent Proxy dans un objet Interaction.

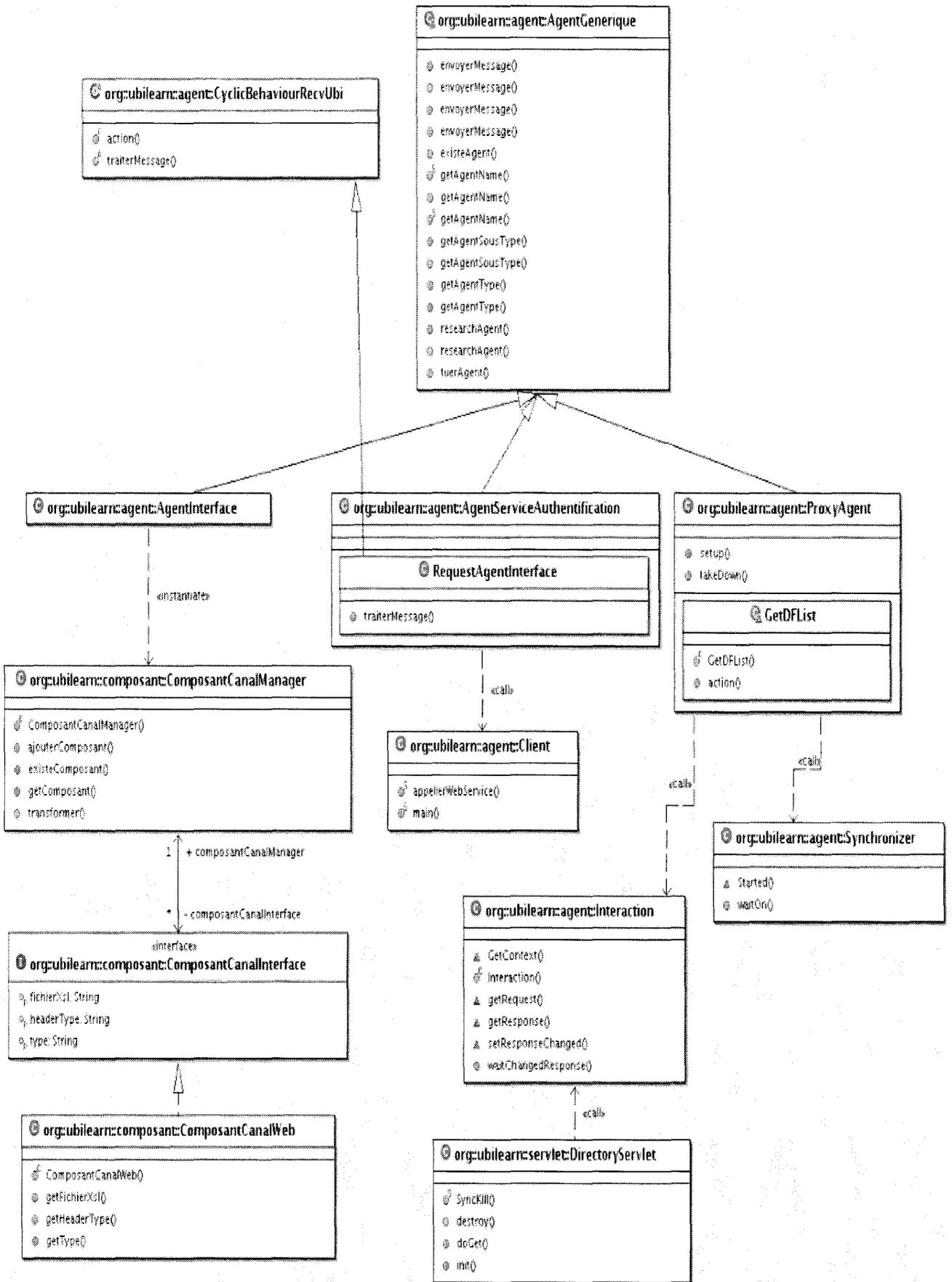


Figure 46 : Diagramme de classe simplifié du démonstrateur

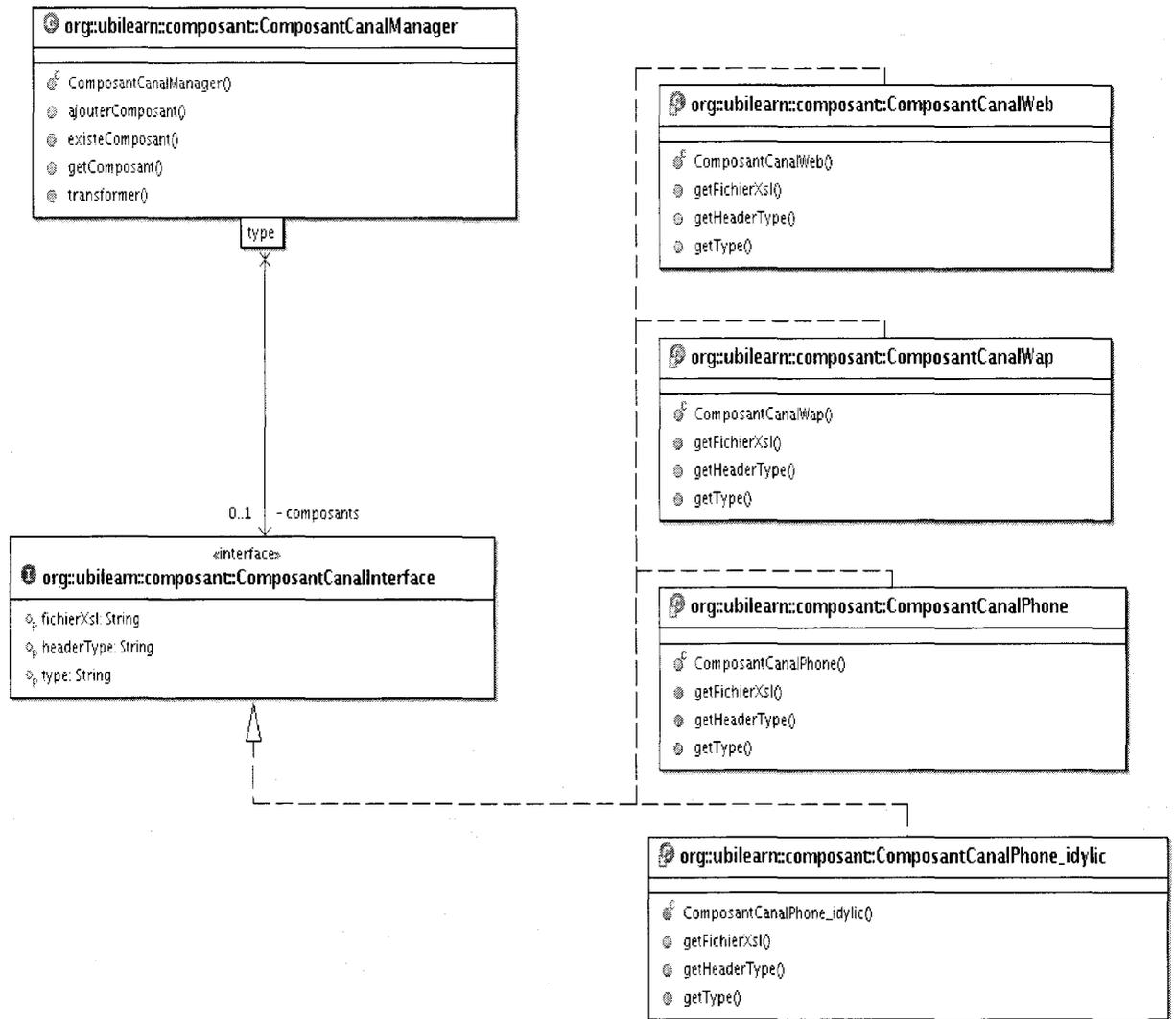
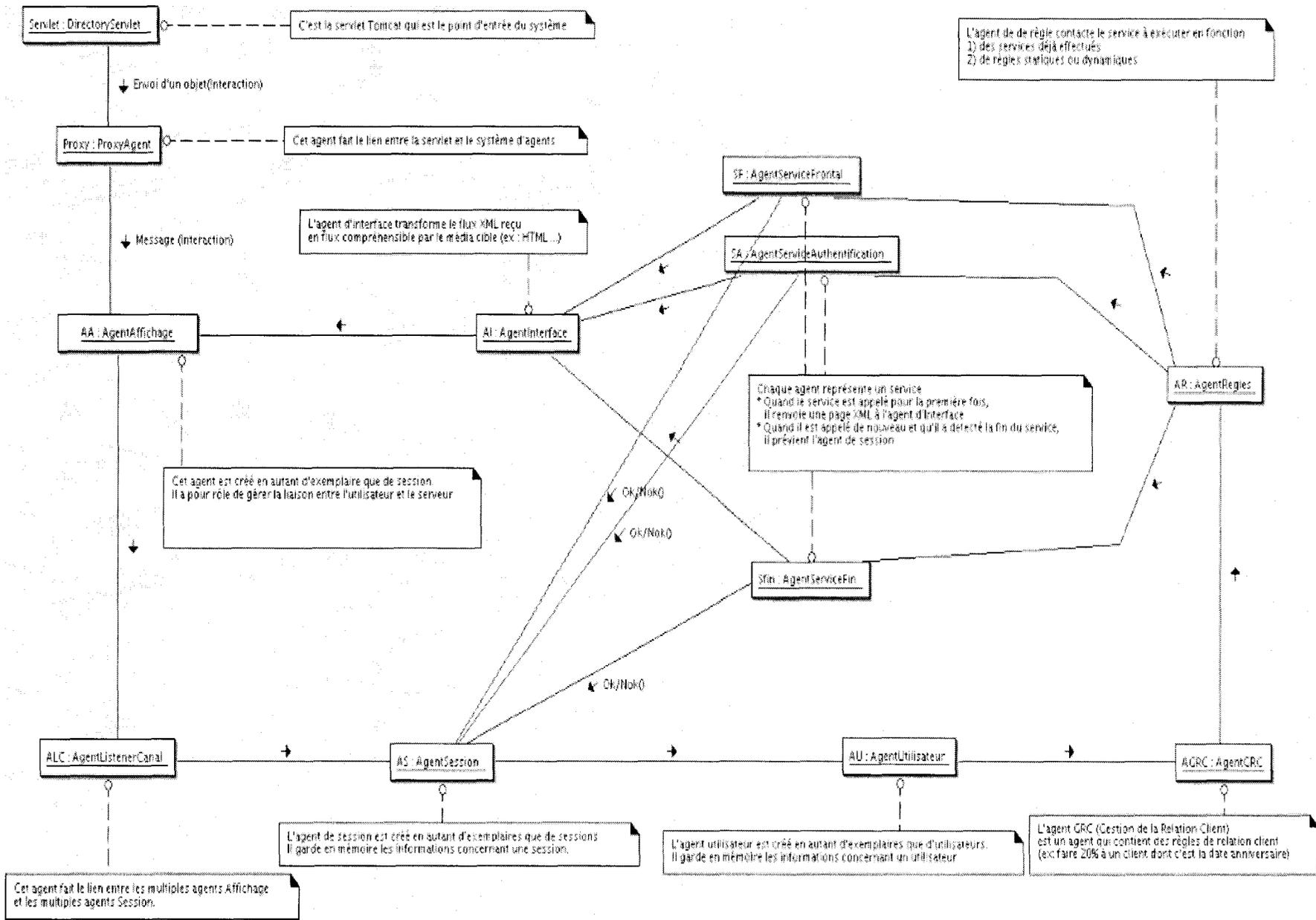


Figure 47 : Diagramme de classe détaillé des Composants

Figure 48 : Diagramme de Collaboration du démonstrateur



Sur la Figure 48, nous pouvons voir un diagramme UML de Collaboration de l'application représentant les agents mis en jeu pour l'élaboration d'une réponse à une requête. Sa lecture est aisée, mais nous allons le décrire tout de même ici.

L'entrée du système (vue de l'utilisateur) est une servlet appelée *DirectoryServlet*. Celle-ci est en relation avec le système multi-agents (notre application) grâce à l'agent *proxy*. Cet agent crée et lance la plupart des agents du système sauf les agents *affichage*, *session* et *utilisateur*.

L'agent *affichage* qui comme son nom l'indique a pour fonction de gérer l'affichage est créé par l'agent *proxy* et en autant d'exemplaires qu'il y a de requêtes (équivalent au nombre de sessions en cours). L'agent *affichage* se supprime lui-même dès qu'il a terminé sa fonction d'affichage. L'agent *Listener Canal* fait le lien entre les multiples agents *affichage* et les multiples agents *session*. L'agent *session* est créé en autant d'exemplaires que de sessions. Cet agent garde en mémoire les informations concernant une session. L'agent *utilisateur* est créé en autant d'exemplaires que d'utilisateurs. Cet agent garde en mémoire les informations concernant un utilisateur.

L'agent *GRC* contient des règles de relation client (ex : faire 20% de réduction à un client dont c'est l'anniversaire). A terme, cet agent sera interfacé avec ces règles.

L'agent *règles* contacte le service à exécuter en fonction des services déjà effectués et de règles statiques ou dynamiques. L'agent *interface* transforme le flux XML reçu en flux compréhensible par le canal cible. On passe alors d'un état abstrait à un état concret. Cette transformation est effectuée en une seule étape, mais on peut imaginer faire d'autres transformations au préalable via des feuilles XSL, par exemple, comme nous en avons parlé précédemment dans ce manuscrit. Sur ce point, nous pourrions regarder et nous inspirer des travaux sur COCOON [Cocoon] ou plus récemment, sur AMACONT [Hinz & Zoltan 2004]. Chaque service est représenté par un agent. Quand le service est appelé pour la première fois il renvoie une page XML à l'agent d'Interface, quand il est appelé de nouveau et qu'il a détecté la fin du service (et donc qu'il s'est effectué jusqu'au bout sans erreur) il prévient l'agent *Session*.

Le diagramme d'activité UML de la Figure 49 présente l'enchaînement des différents e-Services interactifs en fonction du canal utilisé. La visualisation des différents services en fonction du canal utilisé est disponible dans l'Annexe 1.

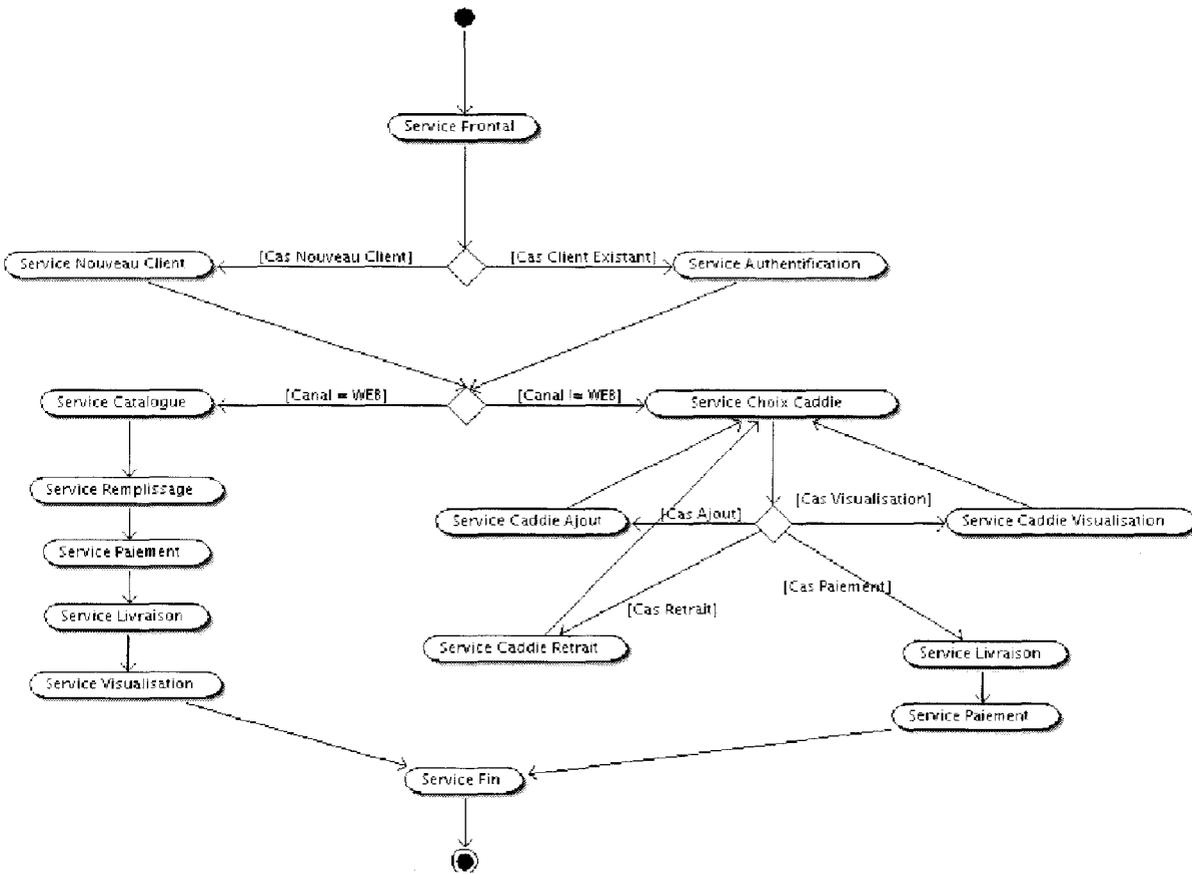


Figure 49 : Diagramme d'activités de l'enchaînement des différents e-Services interactifs

Il est évident que le choix de la composition des services est arbitraire et volontairement simpliste pour ne pas compliquer le dialogue et bien monter les mécanismes que nous pouvons mettre en jeu. Naturellement, nous pouvons complexifier fortement le scénario, en utilisant plusieurs paramètres permettant de décider le processus d'exécution des services, comme par exemple des informations sur le client, ou des données issues de la GRC (dans notre cas d'utilisation, mais cela pourrait être des données provenant d'un autre domaine, comme le e-Learning, la e-Santé, la e-Administration, etc.), ou du contexte. Nous pouvons également enrichir l'application en introduisant d'autres services, etc.

La Figure 50 montre la succession d'échanges entre les canaux et notre démonstrateur (que nous appelons serveur UbiLearn sur la Figure 50 et sur la Figure 51). Nous n'avons pas représenté tous les mécanismes mis en oeuvre derrière ce serveur dans un souci de clarté. Nous allons donc détailler l'ensemble d'une interaction entre un utilisateur et l'application du début à la fin en considérant que tout se déroule convenablement. Nous commenterons en donnant des extraits de dialogue ou les écrans correspondants aux requêtes et réponses du client.

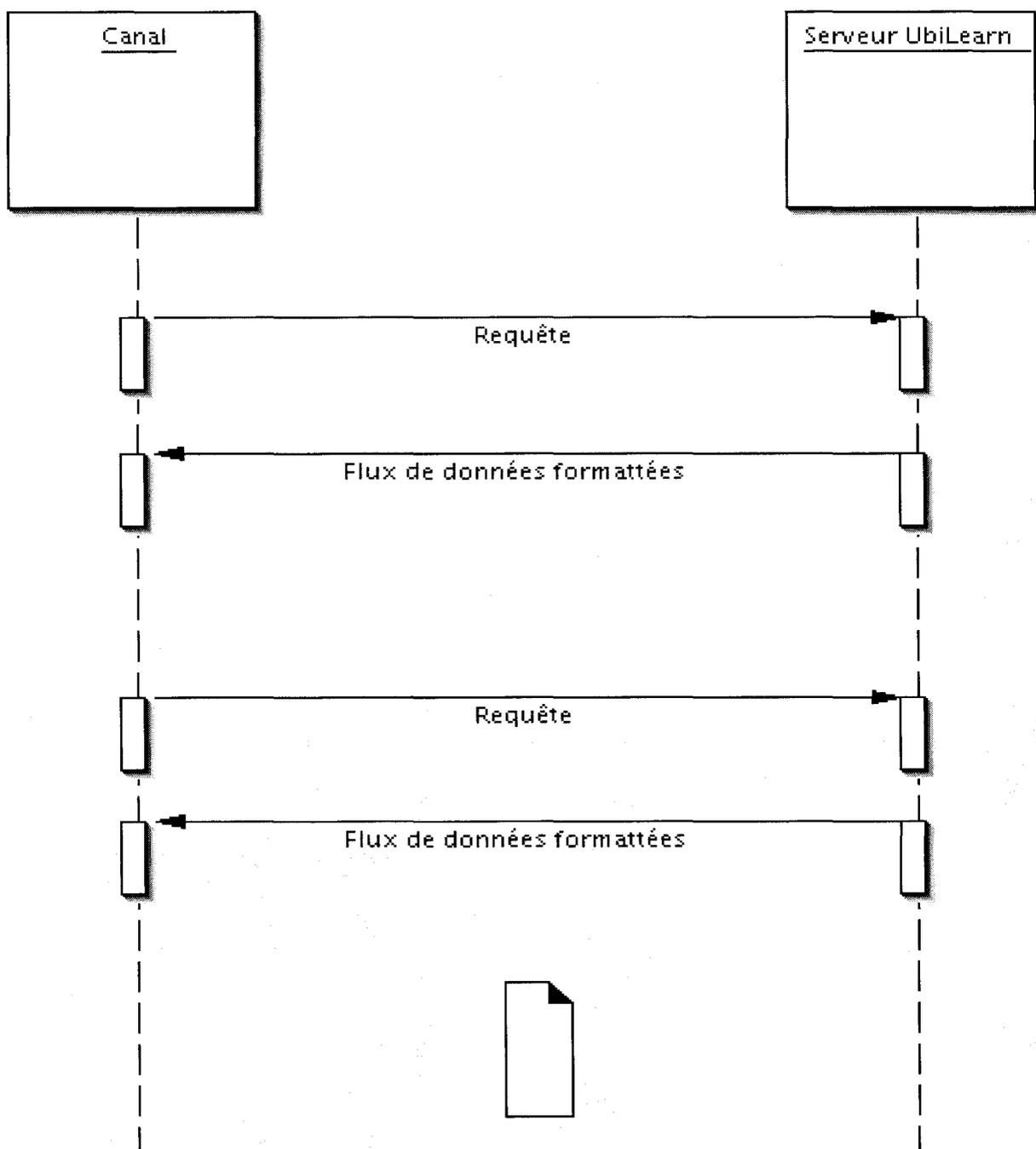


Figure 50 : Diagramme de séquence représentant les échanges entre les canaux et le serveur UbiLearn

Lorsque l'utilisateur s'authentifie (voir la Figure 52), la machine détecte, grâce à son profil utilisateur (accès à une base de données client) que celui-ci préfère avoir le site en langue anglaise, ou tout simplement que ce client est anglophone. Elle présente donc les données en fonction de cela et traduit les pages en langue anglaise. Là encore l'exemple est volontairement simpliste pour la clarté des explications, et ici aussi nous pouvons complexifier les scénarios aisément. Pour cela, il suffit simplement d'enrichir les données contextuelles.

La Figure 51 montre un cas où l'interaction se déroule mal, et où une rupture intervient à un moment donné. Par exemple l'utilisateur est en train d'utiliser l'application avec son téléphone portable et il est hors d'une zone de couverture du réseau ou bien sa batterie devient

trop faible. Il a alors la possibilité de reprendre l'interaction là où elle s'est interrompue, soit par le même canal soit par un autre de son choix.

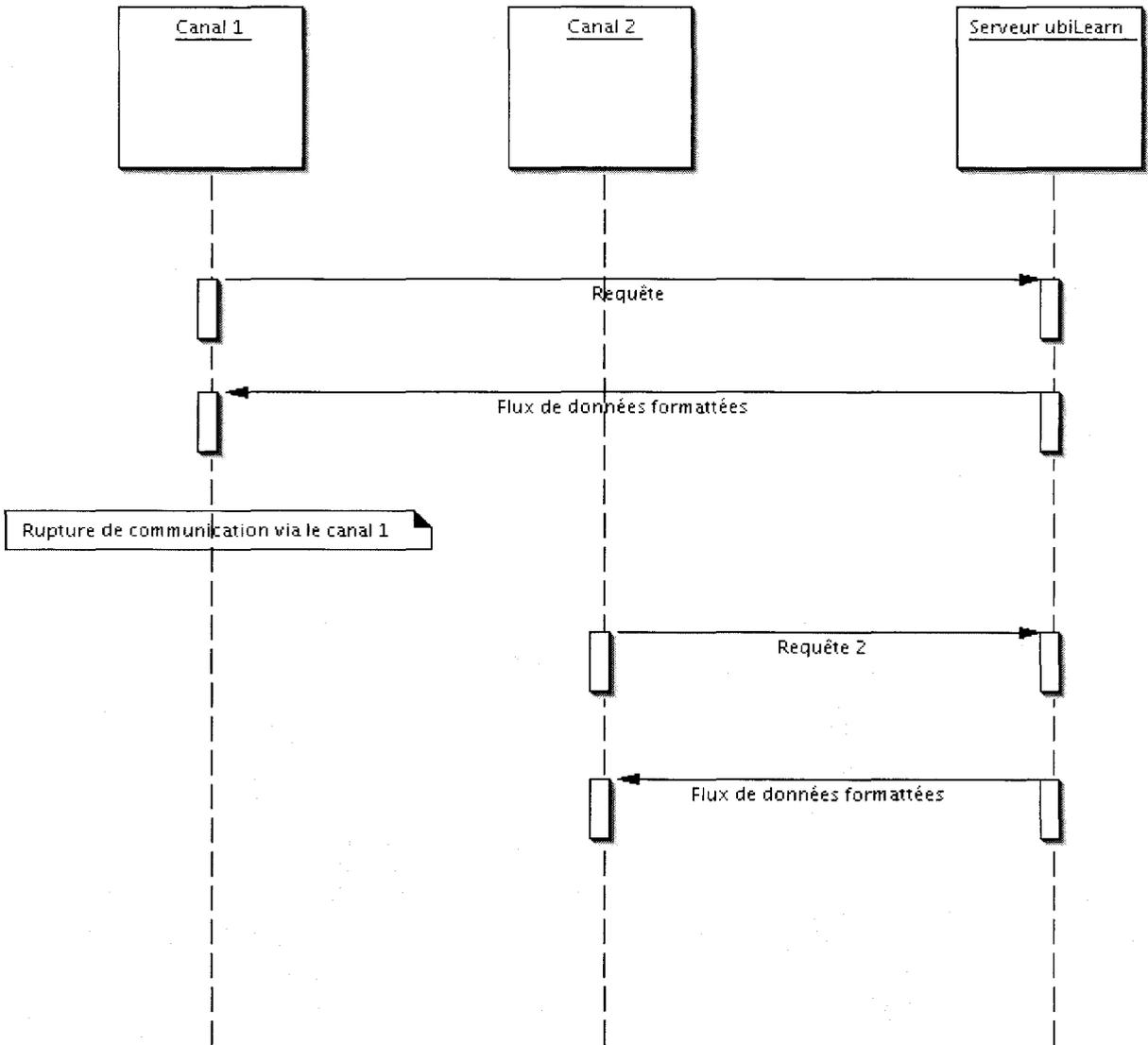


Figure 51 : Représentation d'une rupture et d'une récupération de l'interaction avec un diagramme de séquence

5.5 Conclusion

5.5.1 Bilan de la réalisation technique

Dans ce chapitre, nous avons présenté notre démonstrateur d'application multicanale avec composition de e-Services. Le domaine métier que nous avons choisi est le e-Commerce. Néanmoins, au stade d'implémentation de ce démonstrateur, il nous serait très facile de remplacer les services e-Commerce par des services d'autres domaines métier. Dans le cas du e-Learning, nous avons déjà exploré certaines pistes. Par exemple dans nos travaux [Derycke et al. 2005] et [Chevrin et al. 2006] nous présentons le contexte du projet UbiLearn ainsi que ses enjeux. En effet, si tout au long de cette thèse nous avons argumenté le fait que notre projet est porteur dans le cadre du e-Commerce, nous pensons qu'il l'est également dans le cadre du e-Learning. Comme nous avons pu le mentionner précédemment, la grande différence va se situer au niveau des bases de connaissances et des e-SI mobilisés.

Notre réalisation a pour vocation de montrer l'implémentabilité de notre architecture logicielle. Après une importante phase d'investigation et de réflexion, nous avons opté pour une solution à base d'agents logiciels pour construire le cœur de l'application.

Nous nous sommes alors heurtés à des problèmes technologiques. Nous avons pu en résoudre la plupart, comme nous l'avons vu dans le premier point de ce chapitre, tel que la communication entre un agent et une servlet, l'affichage d'informations sur différents types de canaux, et provenant d'agents logiciels, ou encore la destruction d'agents par d'autres agents, etc.

Néanmoins, nous avons également vu que certains points sont encore en cours d'étude et d'implémentation. Il reste, par exemple, du travail en ce qui concerne l'implémentation de l'utilisation synchrone de canaux. Nous verrons dans les perspectives, comment nous envisageons l'avenir et l'évolution du démonstrateur. Nous voulons d'ailleurs aborder ici un point très important pour nous : la difficulté de mettre en place un système multicanal :

- Tout d'abord, rappelons que, selon nous, les systèmes multimodaux aujourd'hui sont restreints sur un DU et ne fonctionnent pas via un réseau hétérogène. L'application est installée sur un DU et c'est sur ce DU que l'application fonctionne de manière multimodale, en local ;
- Ce que nous voulons gérer, avec notre plate-forme, c'est de la « multicanalité » synchrone ;
- Le problème de l'hétérogénéité des réseaux se pose alors. Nous ne sommes plus simplement en local, mais l'application a besoin de faire transiter des données via un ou plusieurs réseaux ;
- La difficulté de gérer une architecture client serveur nous pose également problème ici. En effet, un client interagit avec l'application (via un réseau) qui se trouve à distance sur un serveur. Ici, nous avons besoin en quelque sorte d'une communication « bidirectionnelle » que les technologies actuelles ne nous offrent pas (selon nos investigations). En fait, il semblerait qu'il n'y ait pas toutes les couches fonctionnelles pour gérer les réseaux hétérogènes. Et cela nécessite de bonnes compétences en télécommunications. C'est là que notre étude sur les réseaux intelligents du futur prend tout son sens, car l'émergence de nouvelles solutions pourront peut être résoudre ces problèmes dans le futur. Cela confirme notre hypothèse H22 donnée dans la conclusion du chapitre 2, à savoir que la gestion de la multicanalité est sensiblement différente de la gestion de la multimodalité.

Cela est véritablement un problème fondamental de notre architecture logicielle et du développement futur de la plate-forme d'expérimentation. Dans ce domaine, nous allons devoir porter un effort très important et nous aurons besoin d'alliances avec des spécialistes des réseaux et des communications, d'une part pour nous apporter leurs compétences techniques et théoriques et d'autre part pour nous fournir les moyens matériels et logiciels. C'est dans ce cadre que les travaux de [PARLAY 2005] pourraient nous être utiles.

Pour terminer ces conclusions, nous voudrions donner ici, un sens à l'état actuel de ce démonstrateur. Tout d'abord, toutes les fonctions que nous nous étions fixées dans le cahier des charges sont réalisées à l'exception de l'utilisation synchrone de canaux qui pose de lourds problèmes d'implémentation. Nous estimons le temps de résolution de ces problèmes dans la partie « perspectives » de la section suivante.

Ensuite, nous n'avons pas la prétention de dire qu'il est à un stade terminal de son cycle de développement, mais il nous permet trois choses :

- Mettre en place le cœur de ce qui sera une plate-forme d'expérimentation. Nous avons en effet implémenté de manière minimale chaque partie de la plate-forme finale ;
- D'évaluer un planning pour la réalisation complète du démonstrateur et arriver à son stade ultime de développement ;
- Fournir un premier outil de comparaison avec d'autres systèmes existants. Nous ferons d'ailleurs cette comparaison dans le chapitre suivant.

L'implémentation du démonstrateur correspond à plus de 8000 lignes de codes Java, XML, XSL et SQL (Structured Query Language). En terme de performance, nous n'avons pas mis l'accent sur la tenue à la montée en charge du nombre d'utilisateurs. Au niveau actuel du démonstrateur, c'est-à-dire le prototype P5, plusieurs utilisateurs peuvent se connecter en même temps sur le système. Néanmoins, notre but n'est pas, même à long terme de régler ce genre de problème. Le but de notre projet final, c'est-à-dire la plate-forme d'expérimentation de nouveaux usages, ne nécessite pas d'être performant au niveau du nombre de connexions simultanées.

Nous n'avons pas réalisé d'évaluation de notre démonstrateur avec des utilisateurs finaux. La raison est que ce démonstrateur n'est que la première étape du projet qui doit aboutir à la plate-forme finale dont nous venons de parler. Evaluer le démonstrateur avec des usagers à l'heure actuelle serait prématuré. Cette problématique de l'évaluation précoce des infrastructures de communication (pendant leur conception et leur déploiement) est un problème de recherche qui a fait l'objet d'un intérêt au niveau mondial⁸², on peut par exemple citer les travaux de [Dray & Siegel 2004] et [Bartek & Cheatham 2003]. Nous reviendrons sur ce problème dans le chapitre 6.

Nous attirons l'attention du lecteur sur le point de l'étude des « usages » sur des technologies aussi innovantes telles que les interactions multicanales, multimodales, le « context-aware », etc. Dans ce cadre, nous pouvons citer les travaux de [Caelen et al. 2004], mais également pointer à nouveau le projet EUCUE qui est tourné vers ces perspectives. Sur un plan national, cette plate-forme pourrait être réalisée dans le cadre d'un projet RNRT ou RNTL⁸³. Il existe d'autres projets de recherches dans ce domaine, nous pouvons citer le projet RNRT⁸⁴ COUCOU [COUCOU] (Conception participative Orientée Usage de services de

⁸² Problème déjà abordé dans le projet EUCUE.

⁸³ Réseau National de recherche et d'innovation en Technologies Logicielles.

⁸⁴ Réseau National de Recherche en Télécommunications.

Communication et d'objets Ubiquistes). « *Ce projet consiste à mettre en place une plate-forme de test et validation par les usages de maquettes constituées d'objets communicants et de services associés* ». La plate-forme proposée (COUCOU) s'appuie sur deux structures déjà existantes à Grenoble : la plate-forme Multicom du CLIPS-IMAG et le laboratoire IDEAS LAB (Interactive Devices for Emerging Applications and services Lab) sur les objets communicants, notamment en collaboration avec France Telecom R&D.

Nous ne terminerons pas ce chapitre sur ces conclusions, mais sur nos perspectives en ce qui concerne l'évolution du démonstrateur, et nos ambitions à long terme. C'est l'objet de la section suivante.

5.5.2 Perspectives

En ce qui concerne les perspectives envisagées pour ce prototype, nous allons axer notre argumentaire selon trois temporalités. Tout d'abord, nous parlerons des travaux en cours et envisagés à court terme. Ensuite, nous avancerons un plan de travail à moyen terme, là nous nous projeterons un peu plus loin dans le temps. Enfin, nous parlerons de nos ambitions pour le long terme, et nous envisagerons non plus un système à but démonstratif, mais plutôt une plate-forme à but expérimental. En fait, ces perspectives concernent les points encore non implémentés (ou partiellement) de la Figure 34 du chapitre 3 (par exemple l'aspect activité(s) / tâche(s)).

5.5.2.1 Les perspectives à court terme

Tout d'abord, le travail que nous effectuons à l'heure actuelle est orienté vers la recherche d'une solution pour gérer le problème de la composition des e-Services. Pour le moment, c'est, comme nous l'avons vu, un agent qui gère cela à l'aide de règles qu'il connaît. Nous voulons connecter cet agent à un workflow flexible qui se chargerait alors de toute la stratégie composition de service. Déléguer cette partie à ce type de workflow est très avantageux, car il existe des systèmes qui le font très bien, Thomas Vantroys en cite quelques-uns dans [Vantroys 2003]. Dans ce cadre, nous pouvons envisager d'utiliser COW [Peter & Vantroys 2005], réalisé au sein du laboratoire, ce qui nous donne toutes les compétences et les droits requis pour l'utiliser et l'adapter à nos besoins. Néanmoins, nous avons également d'autres pistes. En effet, les travaux dans le cadre du « software agent-oriented workflow », comme par exemple ceux de Brian Blake [Blake 2001], [Blake 2003], [Blake 2004] que nous avons déjà cités dans le chapitre 4 semblent également adaptés à nos besoins. Les travaux de Benatallah et al. [Benatallah et al. 2005], Maamar et al. [Maamar et al. 2005], que nous avons également décrits précédemment sont des sources d'inspiration que nous ne manquerons pas d'approfondir. Dans ce cadre, une étudiante en dernière année d'école d'ingénieur à l'INSAT de Tunis travaille actuellement sur ce sujet, sous notre co-direction.

Cette amélioration correspondra au prototype P6, si l'on suit notre perspective en spirale. De la même façon, nous voulons connecter l'agent Utilisateur, à un système de gestion du « context-aware ». En ce qui concerne l'agent *GRC*, cela est plus complexe et nous sommes entre le moyen terme et le long terme, car celui-ci doit devenir générique afin de pouvoir recevoir des informations de différents systèmes, comme la GRC en e-Commerce, mais aussi des systèmes dans le cadre du e-Learning, e-Gouvernement, etc. Cela correspondra au prototype P7, dans notre spirale.

5.5.2.2 Les perspectives à moyen terme

A moyen terme, nous avons une ambition principale : améliorer le système de règles de l'agent Règles. En effet, pour le moment les règles sont statiques et ne peuvent être changées que manuellement et ne peuvent être ajoutées à l'exécution (ce qui est le cas actuellement à partir du prototype P3). Ici, nous devons faire un point pour clarifier le problème. Nous avons un certain nombre de règles, comme par exemple le ou les canaux utilisés par l'utilisateur, qui ont des valeurs variables. Elles sont fixées au moment de la conception, et nous ne reviendrons pas sur ce fait. En effet, ajouter des règles automatiquement à l'exécution sort de nos perspectives, en tous les cas à moyen terme. Néanmoins, des pistes de recherches existent dans le domaine des systèmes d'inférence « context-aware ». De plus, l'utilisation de services de « context-aware » délivrés par des tiers (des services fournis par Liberty Alliance, étudié dans le chapitre 3, par exemple) peut également être envisagée. Nous désirons travailler à moyen terme, sur l'élaboration d'un système permettant de proposer de nouveaux paramètres, pour une règle donnée, à l'administrateur du système, qui décidera ou pas le bien fondé de les ajouter ou pas (un fait un générateur automatique de règles). C'est à ce stade que nous parlerons du prototype P8. Dans ce cadre, il nous sera nécessaire de nous rapprocher d'équipes spécialisées, comme SMAC du LIFL.

5.5.2.3 Les perspectives à long terme, nos ambitions

Dans nos perspectives à long terme, nous ne parlerons plus de prototype, mais plutôt d'une plate-forme générique d'expérimentation dont nous allons donner les spécifications et les raisons d'être maintenant.

Revenons sur l'un de nos principaux objectifs de départ : être prédictif par rapport aux canaux à utiliser pendant l'interaction et en fonction du contexte, et donc d'événements extérieurs ou non au système. La réciproque nous intéresse également. C'est-à-dire que l'on se pose la question : comment va se dérouler l'interaction si l'on utilise ce canal ou cette combinaison de canaux, etc. ? Notre cadre théorique, présenté au chapitre 3, répond en partie à ces problèmes. Néanmoins, celui-ci doit être enrichi. Par ailleurs, pour le faire évoluer de manière efficace et pertinente, il faudra fournir un travail pluridisciplinaire (informatique, marketing, psychologie, ergonomie, etc.).

Notre démonstrateur ne permet pas encore de « tester » réellement des applications ou scénarios de type futuristes, comme par exemple utiliser un tag numérique implanté dans une montre, etc. C'est pourquoi, nous désirons mettre en place cette plate-forme générique pour expérimenter de nouveaux usages. Générique dans le sens où les e-Services interactifs pourront être de n'importe quel type. Ce sont des objets métiers et chaque domaine pourra fournir ses propres services à partir du moment où il respectera la DTD que nous utilisons. Par exemple, nous pourrions envisager des scénarios dans le domaine de la e-Formation. Imaginons le processus d'inscription à une formation. Celui-ci serait composé de différents e-Services, comme (1) demander un dossier d'inscription ; (2) remplir un dossier d'inscription ; (3) renvoyer un dossier d'inscription ; (4) Obtenir un accusé de réception du dossier d'inscription ; (5) payer les droits d'inscription, etc.

De plus, l'objectif de cette plate-forme est l'expérimentation, car elle servira exclusivement à tester de nouveaux scénarios et à étudier leur utilisabilité, leur viabilité, leur pertinence, etc., via notre plate-forme.

Bien évidemment, la réalisation d'une telle plate-forme dépasse de loin les capacités de travail d'un laboratoire de recherche unique. Si ce projet se met en place, il faudra lui donner les moyens financiers et humains, sans oublier des partenaires capables et susceptibles de fournir de « vrais » scénarios futuristes.

Nous pouvons citer en quelques points les spécifications ou plutôt fonctions de cette plate-forme :

- Multicanale, avec la possibilité d'ajouter de nouveaux périphériques (avec une simple feuille de style XSL par exemple) ;
- La gestion de l'utilisation synchrone de canaux (avec, pourquoi pas, une modalité différente par canal) ;
- La gestion des ruptures devra se faire jusqu'à un grain très fin (le champ semble être l'unité atomique la plus petite que l'on puisse gérer sur l'ensemble des canaux, car il faut rester cohérent et laisser le même grain sur tous les canaux). Nous renvoyons le lecteur aux hypothèses H7 et H12 dans ce domaine. De plus, nous voulons non seulement réparer les ruptures, c'est-à-dire reprendre l'interaction là où elle s'est « cassée », mais cela sur l'initiative de l'organisation qu'elle soit représentée par un agent humain ou logiciel (actuellement la rupture est réparée si le client fait l'effort de recontacter l'organisation) ;
- Les agents de personnalisation, qu'il s'agisse du côté personne ou du côté organisation, devront être capables de se connecter à n'importe quel système de personnalisation. La seule condition ici est que ces systèmes devront bien sûr envoyer des données formatées d'une certaine manière pour être comprises par l'agent. Ces systèmes pourront être des outils de GRC puissants, des systèmes experts ou de data mining, etc. ;
- La plate-forme sera opérationnelle quels que soient les e-Services introduits au sein de celle-ci (quel que soit le domaine métier) ;
- La composition des e-Services Interactifs se fera à l'aide d'un workflow dynamique qui recevra, à l'exécution, les directives à appliquer au processus par un agent de règles. Ces règles seront composées de paramètres implémentés à la conception. Dans ce cadre nous pouvons citer à nouveau les travaux de Benatallah et al. [Benatallah et al. 2005] et de Maamar et al. [Maamar et al. 2005] Les valeurs de ces paramètres seront variables selon l'interaction et donc pendant l'exécution, mais de nouvelles valeurs pourront également apparaître à l'exécution ;
- Au niveau technique, le cœur du système sera, comme notre démonstrateur, implémenté à l'aide d'agents logiciels ;
- Différenciation des services en fonction des canaux : c'est-à-dire faire une adaptation au DU de manière « intelligente » en fonction du e-Service exécuté ;
- Fournir une adaptabilité en fonction du passage à l'échelle du système. Cela pourrait être géré en partie par la création automatique d'un nouvel exemplaire de chaque agent du système en fonction du nombre de connexions. Ainsi, nous aurions plusieurs groupements autonomes d'agents pouvant, par exemple, être répartis sur plusieurs machines. Néanmoins, notre ambition sur cette plate-forme n'étant pas de gérer un grand nombre de connexions simultanées, mais plutôt d'expérimenter de nouveaux usages, nous ne porterons, sur ce plan, qu'un effort modéré par rapport aux autres points.

Nous terminons ainsi la présentation de notre démonstrateur. Dans le chapitre suivant, nous tentons de l'évaluer en le comparant à d'autres systèmes existants et nous réalisons une « expérimentation experte » de celui-ci.

Chapitre 6 : Etude Comparative de notre solution

Dans ce chapitre, nous faisons, dans un premier temps, une comparaison très synthétique entre nos objectifs (et bien entendu ceux que nous avons déjà atteints avec notre démonstrateur) et des solutions existantes, issues du monde de la recherche ou d'autres à vocation plus commerciale. Une comparaison plus détaillée est disponible dans le rapport d'étude [Chevrin 2006].

Dans cette comparaison, nous étudions plusieurs systèmes multicanaux. Certains gèrent également l'utilisation de e-Services, comme dans notre architecture logicielle. Ce sont des solutions proches de la nôtre. Nous allons donc présenter ici :

- Kirusa et la solution Contact Multicanal de France Telecom qui sont des plates-formes industrielles à but commercial ;
- MATIS, SmartKom, Le « Human Interaction Container » (HIC) de Thalès et MAIS, qui sont des projets de recherche.

Dans un deuxième temps, nous ne faisons pas une évaluation avec des utilisateurs en situation réelle de notre démonstrateur, ce qui serait un peu prématuré par rapport à la plate-forme finale attendue⁸⁵, mais nous faisons une « expérimentation experte⁸⁶ » à partir d'un scénario. Nous cherchons à évaluer ici des critères comme :

- L'intégration des canaux ;
- La gestion des ruptures, avec possibilité d'utiliser un autre canal pour récupérer l'interaction.

Nous donnons ensuite une démarche pour une future évaluation de la future plate-forme UbiLearn.

Nous reviendrons enfin sur le problème de l'évaluation précoce des infrastructures.

⁸⁵ Nous avons abordé ce sujet dans le chapitre précédent, et nous y revenons à la fin de ce chapitre.

⁸⁶ Nous appelons « Expérimentation experte », une évaluation menée par des scientifiques, en l'absence d'utilisateurs réels, à partir d'une grille d'analyse et guidée par des scénarios d'usages significatifs (simulant le comportement d'un usager). Et ceci par analogie avec les évaluations ergonomiques expertes basées sur des Interactions Homme-Machine telles que proposées par [Nielsen 1993].

6.1 Comparaison avec des systèmes existant

6.1.1 KIRUSA

Kirusa [Kirusa] est une entreprise qui développe des plates-formes multimodales offrant aux fournisseurs de services mobiles et des applications combinant la voix et le visuel d'où son aspect multimodal. Avec la plate-forme Kirusa, les utilisateurs de technologie mobile peuvent utiliser simultanément la voix, du texte, des graphiques, un clavier ou un stylet pour accéder à des services et applications sans fil. La plate-forme utilise la technologie sans fil et accède à des réseaux à haut débit (2.5G et 3G). Elle est compatible avec les technologies plus anciennes (2G) et avec des langages standard comme VoiceXML, WML, cHTML, et HTML. Kirusa s'est associé à Atos Origin pour offrir des solutions multimodales en Europe de l'Ouest.

Kirusa a résolu des obstacles majeurs pour que les applications multimodales soient efficaces :

- La synchronisation de la voix et des navigateurs visuels ;
- L'exécution et l'optimisation des modes d'échange et de l'activité pour différents médias et la configuration des canaux ;
- L'expression et l'interprétation pour des applications multimodales ;
- Factures, opérations, administration, maintenance, et approvisionnement.

Kirusa propose trois types de modalités :

- **La Modalité séquentielle** qui permet aux utilisateurs de jongler entre le mode visuel et vocal. Elle offre un certain avantage pour les différentes étapes d'une application quand celle-ci s'avère plus efficace dans un mode plutôt que dans un autre. Par exemple dans une application de navigation, il est plus facile de donner le nom d'un endroit de vive voix que de le taper, mais il est préférable de le voir sur une carte que d'écouter les nombreuses directions à prendre. L'échange entre les modes visuel et vocal se fait par l'application ou par l'utilisateur lui-même. C'est la propriété Alternée des propriétés CASE vues au chapitre 2.
- **La modalité simultanée**, où le dispositif a deux modes actifs permettant à l'utilisateur d'utiliser la communication vocale et visuelle de manière simultanée. Par exemple pour une application routière, l'utilisateur peut pointer une rue sur la carte et dire « planifie moi une route pour cette rue ». Pour une application bancaire, il dit « transfère 500 euros du compte 123 au compte 789 », et cela remplit les champs correspondants. Le résultat de la transaction peut être délivré de manière vocale et visuelle après confirmation. C'est la propriété Synergique des propriétés CASE.
- **La modalité via SMS** permet aux utilisateurs de compléter une application multimodale. Par exemple si l'on demande la liste des hôtels dans un rayon de 1 Km, il est possible de visionner la liste par SMS et de demander des informations vocales sur l'un d'eux. Ce cas est un peu particulier car il relève d'une modalité de sortie, à savoir la liste des hôtels par SMS, et d'une modalité d'entrée, à savoir demander des informations vocales sur l'un de ces hôtels. Il n'y a pas réellement de multimodalité et on est plutôt dans le cas de la multimodalité exclusive de CARE, selon nous.

La première constatation que nous pouvons faire est qu'au niveau de la gestion annoncée⁸⁷ de la multimodalité, cette solution est plus avancée que notre démonstrateur. En effet, nous avons encore des limitations au niveau de la gestion de la multimodalité, notamment en ce qui concerne le couplage du pointage et du vocal où l'on se place en situation de multimodalité d'entrée synergique si l'on se réfère à CASE. Des démonstrations sont disponibles sur le site Internet de Kirusa [Kirusa]. D'après ces démonstrations et l'étude que nous avons menée, nous pouvons dire que Kirusa gère tous les cas de multimodalité en sortie selon les propriétés CARE.

Kirusa est une plate-forme que nous trouvons, *a priori*, performante et innovante, mais elle est tournée exclusivement sur la gestion d'applications multimodales. Cette gestion de la multimodalité se fait grâce à un moteur dédié. Nous n'avons aucune information sur le fonctionnement de ce moteur et il est exclu de pouvoir réutiliser ce moteur pour notre propre application étant donné le caractère confidentiel d'une telle solution, ce qui est parfaitement compréhensible pour une solution qui se veut commerciale. Maintenant, il faut bien comprendre que la gestion de la multimodalité est le seul objectif de cette solution. Il est complètement exclu de gérer par exemple la personnalisation ou encore l'adaptation de contenu en fonction de paramètres autres que le DU cible. De plus, elle ne résout pas la question de factoriser les services proposés par l'organisation comme une collection de e-SI. En fait, la solution Kirusa reste ciblée sur une application disponible sur un DU en permettant d'utiliser toutes sortes de modalités (d'entrée) conjointement ou pas. Evidemment, cette solution peut être qualifiée de multicanale car elle est capable d'adapter un contenu à un DU cible, néanmoins, elle est incapable de mutualiser les flux de différents DU de manière synchrone ou pas, comme c'est le cas dans les approches multi-devices de l'informatique ubiquitaire [Seffaf & Javahery 2004]. Donc pour nous, cette solution ne peut être déclarée multicanale au sens où nous l'employons (c'est une solution plus proche d'un portail multicanal comme MobileAware). Nous dirons plutôt que la solution supporte l'adaptation au DU cible. Les utilisateurs de cette solution sont les abonnés à des services de téléphonie. Notre solution a donc une ampleur bien plus large que Kirusa et des ambitions plus grandes. Néanmoins, nous rappelons ici que la plate-forme que nous visons est à but expérimental et ouverte, et non pas commerciale.

⁸⁷ Nous n'avons pas pu tester cette plate-forme.

6.1.2 La solution Contact Multicanal de France Télécom

Toutes les informations que nous donnons ici sont issues du site de France Telecom [FT].

Contact Multicanal est une solution, commercialisée le 14 Octobre 2004 [Contact Multicanal], permettant de gérer et piloter de façon unifiée l'ensemble des contacts entrant d'une entreprise : téléphonie traditionnelle (N°Accueil et N°Audiotel), téléphonie Internet, Chat, rappel téléphonique et e-Mail.

Les services proposés sont les suivants :

- **Accessibilité** : les clients communiquent facilement tout en ayant le choix du mode de contact
 - o Quel que soit le mode de contact qu'ils utilisent, ils sont toujours accueillis par un message d'accueil ;
 - o Ils reçoivent un accusé de réception leur signalant que leur demande a bien été prise en compte et sera traitée ;
 - o Ils peuvent également être prévenus du temps d'attente estimé.
- **Qualité de service** :
 - o La qualité de service allouée à chaque canal de contact est paramétrable ;
 - o Grâce à la fonction ACD⁸⁸, les contacts et toutes les informations pertinentes sont immédiatement présentés à la personne compétente et disponible pour les traiter.
- **Accompagnement / Assistance et enseignement à distance** :
 - o via la messagerie instantanée et le développement multimédia (push de page, co-browsing, visioconférence), il est possible de proposer aux clients de nouveaux services créant ainsi une relation de proximité avec eux.
- **Suivi des contacts** :
 - o Accès à l'historique des contacts et transfert de tous les contacts, accompagnés de leur contexte, à un expert externe.

Pour être synthétique, cette plate-forme fédère l'ensemble des flux entrants (téléphone, e-Mail, web, fax, etc.) qui sont ensuite présentés sur un même poste de travail. Donc, à la différence de Kirusa, l'objectif de cette plate-forme est dans la gestion des interactions multicanales et non pas multimodales. On peut dire que cette solution est une évolution des centres d'appels et des plates-formes pour les supporter. De plus, le but ici est de gérer un flux entrant vers le système, donc le problème de la gestion de DU de sortie n'est pas traité. En fait le destinataire est un employé qui possède un DU standard (vraisemblablement une station de travail de type PC) livré avec la solution logicielle. Evidemment cette solution est professionnelle (visant non pas les particuliers, mais les groupes de VAD, les banques, etc.), commercialisée et de qualité, mais si l'on garde toute proportion, nous pouvons dire que notre prototype gère les interactions multicanales de la même manière et mutualise l'ensemble des flux entrants quels que soient les canaux utilisés. Il est clair que nous ne gérons pas la même diversité de canaux dans la version actuelle de notre démonstrateur.

Cette solution commerciale est, comme Kirusa, ciblée sur un domaine spécifique. Néanmoins, à la différence de Kirusa, qui traite d'un sujet que nous ne maîtrisons pas encore totalement techniquement, nous sommes plus avancés en ce qui concerne la mutualisation de données provenant de canaux multiples. De plus, dans ce domaine nous gérons également en

⁸⁸ Automatic Call Distribution : système assurant les fonctions de routage et de distribution des appels téléphoniques entrants.

partie la gestion des ruptures de l'interaction, domaine, qui n'est à notre connaissance, pas du tout abordé par cette solution et qui nous paraît être fondamental pour les groupes de VAD. Nous pouvons faire référence ici à nos hypothèses H7 et H12.

6.1.3 MATIS [Multimodal Airline Travel Information System]

MATIS (1991) est un système multimodal d'information sur les transports aériens de type synergique. Il a été développé sur machine NeXT avec le système de reconnaissance de la parole Sphinx développé par la Carnegie Mellon University (CMU) à Pittsburgh.

Avant d'étudier ce système, nous voulons faire un point sur les motivations qui nous ont poussées à regarder un système qui date de 1991. Les raisons sont multiples et nous donnons ici les principales :

- MATIS, même s'il est ancien, est un système gérant l'ensemble des propriétés CASE en ce qui concerne la multimodalité (parole + geste) ;
- MATIS a permis de réaliser une étude sur l'architecture logicielle des systèmes multimodaux ainsi que sur l'intégration des modalités : mécanisme de fusion des événements dans le cadre du projet de recherche AMODEUS [Nigay et al. 1994], [Nigay et al. 1993] : « Notre travail s'oriente vers la modélisation de l'incertitude au sein du mécanisme de fusion pour résoudre complètement les expressions déictiques. Le problème de la fusion ou de la fission des informations en sortie par exemple n'a pas été abordé. Notre étude actuelle sur les interfaces en sortie est restée à un niveau conceptuel et doit être approfondie. Notre support pour ces travaux sera le système MATIS. ». Les expressions déictiques sont : ici, là, ceci, ça, cela, voici, voilà, un, une, des, le la, les, etc. Les outils multimodaux lors de la fusion de données doivent pouvoir remplacer ces expressions par leur valeur réelle. Exemple : « this city » par « Boston » dans le cas de MATIS. Ce travail de Laurence Nigay est l'un des premiers concernant la multimodalité en France, avec ICPdraw, LIMSIdraw, VoicePaint, IODE... [Caelen 2000] ;

Par ailleurs, la multimodalité en France a fait son apparition pour la première fois à Grenoble au sein du Laboratoire CLIPS (Communication Langagière et Interaction Personne-Système) sous la direction de Jean Caelen. Aujourd'hui les projets dans ce domaine continuent, notamment au sein du projet RNRT PVE⁸⁹ (Portail Vocal Entreprise).

MATIS peut gérer plusieurs modalités en entrée. L'utilisateur peut utiliser une de ces modalités ou en combiner deux. Pour clarifier la suite nous utiliserons le couple <d, f> [Nigay 1995] pour symboliser la modalité : d représentant le dispositif physique d'entrée utilisé pour spécifier une expression au système, et f représentant le formalisme interprété par le système.

L'utilisateur peut changer, à tout moment, de modalité. Avec MATIS, toutes les modalités ont le même pouvoir d'expression.

Pour résumer, MATIS permet l'usage exclusif, alterné, concurrent et synergique (les propriétés CASE) des modalités en entrée. L'utilisateur peut changer de modalité à son gré. Il n'y a pas de multimodalité en sortie, les données sont affichées dans les fenêtres.

⁸⁹ Pour en savoir plus, consulter la page Web http://www.telecom.gouv.fr/rnrt/projets/res_01_5.htm

Laurence Nigay [Nigay 1994] précise que le modèle d'architecture conceptuel appliqué à MATIS est PAC-Amodeus. PAC-Amodeus reprend les composants du modèle ARCH [UIMS 92] dont il organise le composant Contrôleur de Dialogue en une hiérarchie d'agents PAC (Présentation, Abstraction, Contrôle) [Coutaz 87]. Pour plus de détails sur MATIS, on pourra aller voir les travaux de Laurence Nigay [Nigay 1994].

Le système MATIS a permis une étude sur l'architecture logicielle des systèmes multimodaux ainsi que sur l'intégration des modalités (mécanisme de fusion des événements et références multimodales) en entrée. Le fait que le contrôleur de dialogue soit indépendant des modalités rend l'application MATIS très flexible. Pour MATIS, ajouter ou supprimer une modalité implique de modifier seulement les composants « Niveau bas d'interaction » et « Techniques de présentation ».

Nous ne sommes plus dans le cadre d'une solution commerciale comme Kirusa et Contact Multicanal, mais dans un projet de recherche qui date de plus de 10 ans. Ce système gère parfaitement tous les cas de multimodalité en entrée, mais pas du tout en sortie. Notre première remarque sera équivalente à celles faites sur les solutions précédentes : on ne cible ici qu'un domaine très précis, en l'occurrence, comme nous l'avons dit, la gestion des différents cas de multimodalité en entrée selon les propriétés CASE. Ici encore, l'approche et les attentes sont très différentes des nôtres. Par exemple, l'aspect multicanal n'apparaît pas du tout. En ce qui concerne l'architecture logicielle utilisée, nous pouvons trouver des similitudes. En effet, nous avons vu que le modèle sous-jacent à MATIS est PAC, et celui-ci a comme principe directeur le concept d'agents. Mais PAC n'a jamais fait l'objet de la production d'un framework générique et open source basé sur un SMA semi-industriel (JADE dans notre cas).

Par ailleurs, même si ce système est intéressant et que nous pouvons en tirer des enseignements, on ne peut pas dire que cela constitue une infrastructure pour les interactions multimodales et multicanales. En effet, il n'y a pas de système d'intermédiation (Middleware) extensible. C'est un développement spécifique à une application et avec un noyau fonctionnel unique, à la différence de notre infrastructure d'intermédiation qui est multi-noyaux fonctionnels au travers des multiples e-Services Interactifs. De plus, il n'y a pas de considération sur l'hétérogénéité des plates-formes ni sur celle des réseaux. C'est une discussion que nous avons déjà eue collectivement lors de la réunion de l'AS Plasticité à Namur en août 2004 [Derycke 2004].

6.1.4 SMARTKOM

SmartKom [Wahlster 2003] est un projet visant à implémenter un système de dialogue multimodal financé à hauteur de 16,5 millions d'euros⁹⁰ par le Ministère allemand de l'Education et de la Recherche (BMBF). Ce projet a été piloté par le Centre de recherche allemand sur l'intelligence artificielle (DFKI) et a débuté en 1999 et s'est terminé en 2003. *A priori*, le projet n'est pas commercialisé. Des démonstrations sont disponibles sur le site Web du projet [SmartKom].

SmartKom combine la voix, les gestes et les expressions faciales en entrée et en sortie. Le but est de tester de nouveaux concepts d'interaction Homme-Machine. Il s'agit de réduire les préjugés que peuvent ressentir des novices à l'égard de tout ce qui traite des technologies de l'information. L'interface doit en conséquence être adaptative et auto-explicative. L'idée principale est de développer un noyau qui pourra être utilisé dans diverses applications et divers scénarios. Le système SmartKom 2.0 se compose de trois versions qui sont très différentes au premier abord mais qui effectuent de nombreuses tâches en commun. Ces trois versions sont présentées dans le Tableau 14.

<i>image mobile scénario</i>	SmartKom-Mobile utilise un PDA en entrée (iPAQ), il offre des services mobiles personnalisés avec un système de navigation totalement commandé par la voix tels que les planificateurs de route avec une navigation interactive qui indique le chemin à suivre au sein des villes. Il fournit aussi des informations sur les monuments croisés en chemin.
<i>image public scénario</i>	SmartKom-Public est un système d'information multimodal pour les aéroports, les gares et autres lieux publics où les gens pourraient trouver aisément des informations sur les hôtels, restaurants et théâtres. Les utilisateurs ont aussi la possibilité d'accéder à leurs applications personnalisées via « wideband channels ».
<i>image home scénario</i>	SmartKom-Home/Office est un portail d'informations multimodal. Il offre un guide télé électronique, un service de contrôle électronique sur certains appareils comme les VCR et DVD, et permet l'accès à certaines applications standard comme le téléphone et l'email.

Tableau 14 : Les trois versions du système SmartKom 2.0

L'architecture de SmartKom est basée sur le langage XML qui est devenu ces dernières années la meilleure solution en ce qui concerne l'échange d'informations pour des applications spécifiques. Dans SmartKom la solution adoptée s'appelle M3L (MultiModal Markup Language). C'est un langage XML qui permet la gestion de toutes les données provenant des différentes interfaces mais en simplifiant la complexité du système de dialogue multimodal. Au lieu d'utiliser des langages XML différents provenant des différentes sources d'informations, il permet de créer un langage unique et cohérent qui inclut toutes les structures des différents flots de données (différents médias). Ainsi pour une bonne utilisation et permettre une certaine organisation, la définition de ce langage se décompose en quarante schémas de spécifications. Dans [Herzog et al. 2003] Par exemple, les mots, les gestes, les hypothèses au sujet d'expressions faciales, la fusion des informations des différents médias, le plan de présentation et le contexte sont tous représentés dans M3L.

⁹⁰ Ce qui est considérablement plus que le coût de notre projet de thèse.

Le lecteur aura remarqué que ce langage porte le même nom que celui utilisé dans le système Kirusa. Malgré nos recherches, nous ne savons pas si c'est le même langage, ou simplement un même nom pour deux langages différents. Néanmoins, nous penchons pour cette deuxième solution, car il n'y a, *a priori*, aucun lien entre Kirusa et SmartKom. De plus, l'un est un produit commercial, et l'autre un projet de recherche.

Si l'on fait une comparaison entre notre démonstrateur et ce projet SmartKom, nous pouvons trouver des points communs et des différences.

i) Les points communs

Il semble que nos deux solutions tendent à utiliser des sources de connaissances pour nourrir l'interaction. Par ailleurs, leur vision est plus étroite et leur système est plus centré sur la gestion du dialogue. Cela peut être très intéressant pour nous, et ce « module » pourrait être intégré à notre infrastructure sous forme de service.

Le système SmartKom gère les multimodalités Synergique et Séquentielle selon CASE, et les multimodalités Complémentarité, Redondance et Equivalence selon CARE. Cela signifie que dans ce domaine il est plus avancé que notre démonstrateur pour le moment. Néanmoins, ce point nous permet de faire la transition avec les différences.

ii) Les différences

SmartKom, ne fournit de la multimodalité que sur un DU à la fois. Ici encore, l'hypothèse d'un réseau homogène est faite. De plus, même si plusieurs DU peuvent être utilisés, on ne peut pas dire que le système soit multicanal, car il n'y a pas de mutualisation des données entre les différents canaux. Sur ce dernier point, nous sommes alors plus avancés.

6.1.5 La solution « Human-System Interaction Container » de Thalès

Thalès est un des leaders mondiaux des systèmes aéronautiques, de défense et de sécurité. La solution que nous allons présenter se situe dans le domaine du contrôle aérien. Celle-ci étant à visée commerciale, nous n'avons pas eu accès aux mêmes détails que dans les projets de recherche pure et industrielle. Nous avons découvert ce projet récemment au travers de sa participation à un atelier du W3C autour du MMI et de EMMA (2004).

Ce projet est mené sous la direction de Célestin Sedogbo. Celle-ci met en avant le concept nouveau de « Human-System Interaction Container » (HIC) [Lard et al. 2004] qui introduit une évolution dans le champ des IHM. En effet, on passe d'une perspective centrée application à une perspective centrée utilisateur à travers l'adoption orientée service de l'interface et des capacités de l'interface utilisateur. Le HIC a été désigné pour proposer une infrastructure d'interaction offrant le découplage nécessaire entre l'application, l'interaction et les logiques de présentation afin de permettre une interaction adaptative intelligente et facile d'intégration aux nouvelles modalités d'interaction et aux nouveaux appareils. Il semble que le sujet de la thèse de Jérôme Lard (commencée en 2003 *a priori*), doctorant au LRI (Laboratoire de Recherche en Informatique) et employé par la société Thalès soit en relation avec ce projet.

A travers l'adoption d'une approche centrée utilisateur pour la gestion de l'interaction, le HIC préfigure le futur des systèmes IHM [Sedogbo 2004] où les usagers vont avoir à collaborer et interagir via un ensemble hétérogène d'appareils et de modalités. En terme de développement et de gestion logicielle, le HIC facilite le travail des concepteurs: *“In terms of software development and management, the HIC as an interaction middleware offers the HCI designers an open framework enabling them to design an interaction system that meets business requirements such as enhanced user support and easy integration of new devices, without implying important changes to the application, which is a major requirement of THALES system designers and developers.”* [Sedogbo 2004].

Cette proposition de Thalès apparaît très proche de la nôtre. Les différences notables sont les suivantes :

- Le domaine d'application. Nous nous voulons générique, tandis que Thalès est fortement axé sur les systèmes d'arme et le trafic aérien. Néanmoins, il semblerait que le HIC soit réutilisable pour d'autres applications qui nécessitent des interactions Personne-Système [Lard & Sedogbo 2004] : *« Cette plate-forme couplée à un nouveau patron de conception logiciel permettra à tout concepteur d'interfaces de concevoir un système interactif, s'adaptant aux différents contextes d'utilisation et à diverses applications »*. Par ailleurs, par application, ils veulent sans doute dire application classique qui est développée en Windows OLE, .NET. En effet, leur domaine d'intérêt est ciblé sur la gestion du trafic aérien et de ce point de vue, ils n'ont aucune raison de vouloir être générique. Ce concept de multi-applications se rapproche en fait de notre vision « multi-noyaux fonctionnels » (le noyau fonctionnel étant éclaté en plusieurs e-Services). Pour nous un e-Service peut être le remplissage du caddie virtuel, nous nous situons donc à un grain plus fin. Pour nous, un domaine d'application sera le e-Commerce, le e-Learning, etc. ;
- Même si *a priori* leur implémentation est basée sur des agents logiciels [Sedogbo 2004] : *« The HIC internal flow processing architecture is also based on a community of agents dedicated to the processing of interaction and implementing the various interaction services, as well as on a resource management facility which ensures real-*

time access to interaction resources such as activity state, dialogue history or UI contexts », la communication entre ces agents est effectuée par iROS [Lard et al. 2004]. En ce qui nous concerne, nous avons fait le point sur le mode de communication entre les agents que nous utilisons au travers de JADE. Avec le peu d'information que nous possédons sur l'implémentation du HIC, il nous est très difficile de faire une étude comparative entre les deux solutions et encore plus de dire laquelle est susceptible d'être la plus performante ;

Mis à part ces différences, nos deux visions sont proches, notamment au niveau du middleware d'interaction qui permet l'intermédiation entre des services (processus métiers) et la présentation dynamique en fonction du « context-aware ».

De plus, nous pouvons noter l'intérêt porté par ces auteurs aux initiatives MMI du W3C. En particulier, ces chercheurs ont contribué à un Workshop du W3C sur les MMI [Sedogbo 2004].

Ce projet est contemporain à ma thèse et nous n'avons eu connaissance, la toute première fois, de ces travaux qu'au travers des contributions de C. Sedogbo [Sedogbo 2004] et de celle de J. Lard et C. Sedogbo [Lard & Sedogbo 2004], donc en fin d'année 2004.

6.1.6 La Solution MAIS (Multichannel Adaptative Information System)

MAIS⁹¹ est un projet de trois ans qui s'est terminé en novembre 2005. Nous pouvons donc faire la même remarque pour le projet de Thalès : il est contemporain à cette thèse et il s'est déroulé en parallèle et a été fondé par le « Basic Research Funds » (programme FIRB) d'un département d'éducation Italien (MIUR). *A priori* le projet est tout particulièrement orienté vers les réseaux de télécommunications.

Ce projet étudie l'adaptativité à tous les niveaux dans les systèmes d'information, du niveau de l'application au niveau réseau et périphérique. Plusieurs niveaux d'adaptativité sont considérés et en particulier les besoins posés par les systèmes d'information multicanaux et les systèmes pour les utilisateurs ayant des handicaps sont étudiés.

Le but du projet MAIS est le développement de modèles, méthodes et outils qui permettent l'implémentation de systèmes d'information adaptatifs multicanaux capables de fournir des services en respectant différents types de réseaux et de périphériques d'accès. La conception et l'implémentation de systèmes d'information adaptatifs multicanaux présente divers problèmes de recherche inter-disciplinaire, comme ils concernent les technologies matérielles et logicielles, aussi bien que les technologies de communication et de réseau, et aussi des méthodologies de développement.

MAIS est un vaste projet qui couvre beaucoup d'aspects des interactions Homme-Machine. Leurs travaux pourront être une grande source d'inspiration pour nous pour les raisons suivantes :

- Le concept de e-Services apparaît clairement, ainsi que la notion de qualité de service (QoS) ;
- Beaucoup de branches de notre taxinomie sont abordées dans ce projet (voir le chapitre 3 pour plus de détails) ;

⁹¹ Il s'agit d'un consortium regroupant plusieurs équipes de recherche d'universités Italiennes.

- Le niveau de personnalisation ne concerne pas seulement le DU, mais également la personne. Ainsi, l'aspect « context-aware » est très présent dans cette approche ;
- Les réseaux sont abordés comme faisant partie intégrante de l'espace problème, et en aucun cas la supposition d'un système homogène, utopique à notre avis, n'est envisagée. Dans ce domaine, ils sont beaucoup plus avancés et compétents que nous car il s'agit d'équipes de recherche qui, pour certaines, sont spécialisées dans les couches logicielles de réseaux de télécommunication.

6.1.7 Bilan de la comparaison

	Kirusa	Contact Multicanal	MATIS	SmartKom	HIC de Thalès	MA IS	Notre démonstrateur
Gestion MM en entrée	Toutes	Aucune	Toutes	Synergique et Séquentielle	Oui (pas de précision)	Non	Concurrente et Exclusive
Gestion MM en sortie	Aucune	Aucune	Aucune	Complémentarité, Redondance et Equivalence	Oui (pas de précision)	Non	Redondance et Equivalence
Gestion des ruptures	Non	NC (mais Gestion d'un suivi des interactions)	Non	Non	NC	NC	Oui
Mutualisation des données provenant des différents canaux	Non	NC	Non	Non	NC	NC	Oui
Gestion MC	Non	Oui	Non	Non	Oui	Oui	Oui
Adaptation aux réseaux	Non	Non	Non	Non	Non	Oui	Pas pour le moment
Impact d'une approche type SOA/Web Services	Faible	Faible	Nul	Nul	Moyenne	Fort e	Forte
Composition de services	Non	Non	Non	Non	NC	NC	Oui
« Context-Aware »	Non	Faible	Non	Non	Non	Oui	Oui
Adaptation au DU	Oui	Oui	Non	Oui	Oui	Oui	Oui
Adaptation au métier	Ind	Ind	Ind	Ind	NC (a priori prévu dans les spécifications)	Oui	Oui

Tableau 15 : Tableau récapitulatif de la comparaison entre les plates-formes étudiées et notre démonstrateur

Légende du Tableau 15 :

MM : Multimodal ; MC : Multicanal ; Adaptation au métier : domaine d'application ;
NC : Nous ne savons pas ; Ind : indépendant

La plate-forme d'expérimentation que nous voulons mettre en place doit donc gérer un ensemble de problèmes. Notre démonstrateur quant à lui gère l'ensemble de ces problèmes de manière limitée, mais cela nous permet de mieux cibler le travail à effectuer et également de pouvoir effectuer ces travaux en parallèle et pourquoi pas lancer d'autres travaux sur des parties précises de la plate-forme. Nous reprendrons cette idée dans la conclusion générale de ce mémoire.

Nous allons récapituler l'ensemble des caractéristiques gérées par les différentes solutions que nous venons de voir, ainsi que celle de notre démonstrateur. Nous noterons également les perspectives de chacun s'il y en a (à notre connaissance). Cela est traduit dans le Tableau 15. Sur ce tableau, nous pouvons remarquer que nos ambitions pour notre plate-forme sont plus étendues que les autres solutions. Il y a un point important que nous tenons à aborder, c'est le cas de la multimodalité. Comme nous le précisons dans le chapitre 5, nous avons une vision plus large de la multimodalité utilisée en situation multicanale. Nous n'avons pas fait de distinction dans ce tableau récapitulatif, car à l'heure actuelle, selon nous, il n'existe pas de système gérant ce genre de problème. Par ailleurs, c'est un point qui nous intéresse très fortement et nous attirons l'attention du lecteur sur le fait que notre objectif n'est pas de gérer la multimodalité sur un DU, mais bien en situation d'interaction multicanale, c'est-à-dire via plusieurs DU, et impliquant un ensemble de réseaux hétérogènes. C'est ce que nous expliquons dans les conclusions du chapitre 5. Nous manquons de compétences en réseaux et télécommunications pour le moment. Pour la suite du développement de ce projet, nous devons trouver des partenaires, qui, comme MAIS, sont des experts dans ce domaine. C'est à ce prix que nous pourrions avancer efficacement dans la gestion des réseaux pour pouvoir maîtriser parfaitement les interactions multicanales et multimodales.

En ce qui concerne la gestion du multicanal, quatre solutions sont concernées. Pour ce qui est des réseaux, seul MAIS gère l'adaptativité.

Quant à la gestion des ruptures, les auteurs des différents travaux n'en parlent pas réellement directement, c'est pourquoi nous ne pouvons pas trancher si oui ou non certaines solutions les gèrent ou pas. Il en est de même pour la mutualisation des données provenant de différents canaux.

Enfin, d'autres projets très récents, comme AMACONT [Hinz & Zoltan 2004], dans le domaine des Web Application sont assez proches de notre approche du point de vue des e-SI. Et qui proposent également, une solution de transformation (génération) de documents électronique par étapes successives via un « pipeline » du type du framework Cocoon [COCOON] dans la suite Apache. La Figure 53 montre l'architecture retenue pour le projet AMACONT. Les éléments de transformation sont alors : le profil du Dispositif d'Interaction⁹² utilisé ; le profile de l'utilisateur (identifié) ; et enfin, les préférence de l'utilisateur (via son profile).

⁹² Le « Device » sur la Figure 53, et différent de la notion de canal que nous avons définie dans le chapitre 3.

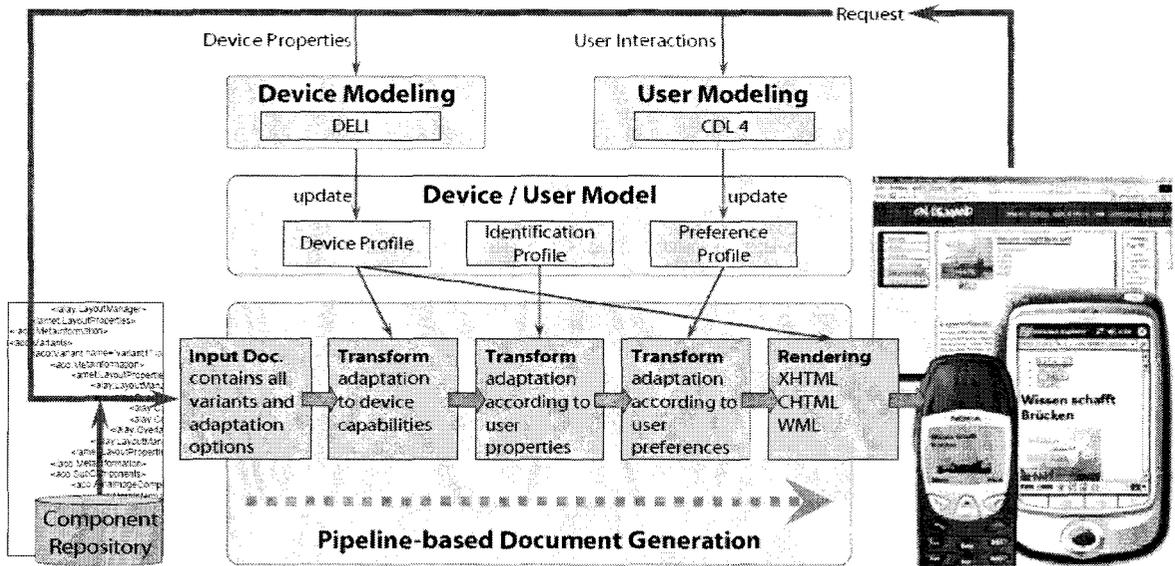


Figure 53 : Transformation par étapes successives (via un pipeline) dans le projet AMACONT (source [Hinz & Zoltan 2004])

6.2 Expérimentation Experte

Selon nous, il y a trois niveaux d'expérimentation :

- La validation de l'infrastructure, qui peut être faite à l'aide du démonstrateur et de scénarios d'usage pour tester les propriétés de cette infrastructure. Nous faisons une telle évaluation dans la section suivante ;
- L'évaluation ergonomique de la future plate-forme UbiLearn, ce qui est précoce à ce stade de nos travaux. Néanmoins, nous pouvons donner un premier protocole de la manière dont nous pourrions procéder lorsque nous serons arrivés à ce stade, c'est l'objet de la section 6.2.2 ;
- L'évaluation de la plate-forme d'expérimentation que nous voulons mettre en place, à terme. Pour mener une telle évaluation, il nous faudra collaborer avec des spécialistes dans le domaine des usages. On peut citer COUCOU [COUCOU], travaux proches de cela ;

Dans la section 6.2.3, nous reviendrons sur le problème de l'évaluation précoce des infrastructures.

6.2.1 Expérimentation experte de l'infrastructure avec deux scénarios d'usage

Pour cette expérimentation experte, nous allons nous baser sur deux scénarios distincts que nous énonçons maintenant :

Scénario 1 : L'utilisateur se connecte par le canal Web, il n'est pas encore client. Il remplit alors un formulaire pour la création de son nouveau profil client. Il consulte ensuite le catalogue. Il remplit son caddie virtuel avec 2 T-Shirts. Il choisit ensuite de payer. A cet instant, nous simulons une rupture. Le client va alors reprendre l'interaction, mais cette fois-ci via son téléphone. Il s'identifie. Tout de suite le système reprend l'interaction là où la rupture s'est produite. Le client est alors routé sur le service choix de la livraison (sur le canal vocal, ce service intervient avant le service paiement, contrairement au canal Web). Le client choisit le mode livraison à domicile. Ensuite le service paiement est lancé, le client entre les chiffres de son code de carte bleue via les touches de son téléphone (DTMF) et valide son paiement et donc sa commande. Le client est routé vers le service de fin qui le remercie de sa visite et le salue.

Scénario 2 : L'utilisateur se connecte par le canal vocal, il est déjà client. Il remplit son caddie virtuel avec 2 T-Shirts. Il choisit ensuite de payer. A cet instant, nous simulons une rupture. Le client va donc reprendre l'interaction, mais cette fois-ci via le canal Web. Il s'identifie. Tout de suite le système reprend l'interaction là où la rupture s'est produite. Le client est alors routé sur le service paiement (sur le canal Web, ce service intervient avant le service livraison, contrairement au canal vocal). Le client entre alors les chiffres de son code de carte bleue via les touches de son clavier et valide son paiement et donc sa commande. Ensuite, le service livraison est lancé, le client choisit le mode livraison à domicile et valide. Le système récapitule alors le caddie du client. Le client valide ce service de visualisation⁹³ et est automatiquement routé vers le service de fin qui le remercie de sa visite et le salue.

⁹³ En vocal et en WAP le service visualisation du panier est facultatif (s'effectue à la demande du client...).

Le Tableau 16 résume les fonctionnalités de notre démonstrateur que nous avons évaluées, et la manière dont elles sont gérées (générique, *ad hoc* ou mixte). Ce tableau est une première ébauche de la grille d'évaluation dont nous parlions au début de ce chapitre. Celle-ci sera étoffée⁹⁴ dans la poursuite des travaux sur le projet IMUI.

Notre démonstrateur supporte parfaitement ces deux scénarios distincts. Cela montre plusieurs choses :

- L'intégration des canaux est faite et de surcroît de manière non *ad hoc*. En effet, l'ajout d'un nouveau canal ne nécessite que l'addition d'une feuille de style XSL au sein de PlasticML, qui est complètement autonome par rapport à notre démonstrateur. Donc, l'ajout d'un nouveau canal ne nécessite pas de modification de notre infrastructure ;
- La gestion des ruptures, qui est, nous le rappelons ici, très importante dans le cadre du marketing direct, est faite de manière non *ad hoc*, mais la réparation est sur l'initiative de l'utilisateur. En effet, lors de la rupture, c'est l'utilisateur qui recontacte l'organisation via le démonstrateur. Dans ce cas, le système détecte bien la rupture et l'état de l'interaction avant celle-ci. Il faut savoir que la granularité de la persistance des données est le service. Un service non validé est un service non effectué pour le système. Une rupture peut être réparée via n'importe quel canal, quel que soit le canal utilisé lors de la rupture. Dans le cas où l'on ajouterait un nouveau canal, aucune modification de l'infrastructure n'est nécessaire et la gestion des ruptures sera toujours opérationnelle, même sur le nouveau canal ;
- La composition dynamique des e-SI est supportée, mais est faite de manière *ad hoc* pour partie. Si l'on ajoute un nouveau canal, il aura, par défaut, le comportement du Web vis à vis de la composition des e-SI. Si l'on veut modifier son comportement (l'ordre d'exécution des e-SI), il faudra apporter des modifications minimales (quelques minutes pour une personne connaissant le système) à l'agent de règles ;
- L'aspect multicanal asynchrone est géré, l'explication est la même que pour la gestion des ruptures ;
- L'aspect multicanal synchrone n'est pas géré de manière générique comme nous l'avons vu dans le chapitre 5 ;
- Si l'on désire ajouter un nouveau service (e-SI), il y a un effort d'implémentation minimale à modérer en fonction du comportement de ce service. Il faut implémenter un agent supportant le service (quelques minutes), le fichier XML décrivant ce service (quelques minutes), et introduire ce service dans les différents workflows de l'agent de règles (quelques minutes voire un peu plus en fonction du comportement) ;

Gestion générique	Gestion partiellement générique (mixte)	Gestion <i>ad hoc</i>
Intégration des canaux	La composition dynamique de e-SI	Le context-aware
La gestion des ruptures, réparation par l'utilisateur	L'ajout de e-SI	Les règles de l'organisation
Supporte l'ajout de nouveaux canaux	Le domaine métier	

Tableau 16 : Les fonctionnalités évaluées du démonstrateur (ébauche d'une grille pour l'évaluation de notre infrastructure)

⁹⁴ Pas dans cette thèse.

La lecture attentive du Tableau 16 permet de voir que nous répondons aux questions posées (parfois partiellement) dans le chapitre 1. A savoir :

- Le problème de l'intégration des canaux et de la gestion multicanale ;
- La gestion des ruptures ;
- La gestion de la composition des e-SI.

6.2.2 Démarche pour une évaluation ergonomique de la plate-forme UbiLearn

L'utilisation de cette plate-forme se fera par de véritables utilisateurs, autrement dit, des étudiants, des enseignants, etc. et toutes les personnes susceptibles d'intervenir dans le domaine de la e-Formation. De plus, les e-SI seront également réels, pertinents et adaptés à la e-Formation. Dans ces conditions, une évaluation ergonomique de l'infrastructure est possible.

Il s'agit ici d'évaluer l'utilisabilité et non les usages. Il faut néanmoins noter ici, le manque de critères pour évaluer l'utilisabilité d'une infrastructure de e-Formation. Il n'existe pas d'heuristique d'évaluation pour ces nouvelles combinaisons⁹⁵. En effet, en ce qui concerne les sites Web, on peut faire référence à Nielsen [Nielsen & Tahir 2002] par exemple. Par contre, dans notre cas, il faut trouver de bons critères, nous même. Cela est un travail non trivial et qui demande de l'expertise. Nous donnerons donc ici quelques critères, mais nous ne serons pas exhaustifs :

- L'utilisabilité des différents canaux individuellement (là on peut reprendre des critères de canaux ayant été traités dans la littérature, pour les autres, il faut en proposer...) ;
- Regarder les canaux qui sont le plus soumis aux ruptures, et les canaux les plus utilisés pour réparer une interaction rompue ;
- Regarder si plusieurs canaux sont utilisés lors d'une interaction :
 - o De manière synchrone ou de manière asynchrone ;
- Analyser s'il y a un lien entre les e-SI effectués et le ou les canaux utilisés ;
- Avoir un retour sur la composition dynamique des e-SI ;
 - o Besoin de plus de flexibilité (self-service) ou pas ;
 - o Perturbation au niveau de l'utilisabilité ;
- Regarder si un utilisateur choisit toujours le ou les mêmes canaux ;

Evidemment, cette évaluation se fera auprès d'utilisateurs réels (il devra y en avoir un nombre significatif aux yeux de la communauté des EIAH, et cela pourrait se faire à grande échelle au niveau de l'Université des Sciences et Technologies de Lille, ou à plus grande échelle encore, régionale, voire nationale), et nous devons collaborer avec des ergonomes pour analyser les résultats.

Dans une dernière section, nous allons revenir sur le problème de l'évaluation précoce des infrastructures.

⁹⁵ Le travail a commencé collectivement dans le programme de recherche régionale EUCUE.

6.2.3 Retour sur le problème de l'évaluation précoce des infrastructures

Nous nous situons directement dans la problématique soulignée par [Edwards et al. 2003] qui posent la question de l'évaluation des infrastructures. Ces auteurs insistent sur les bienfaits de la création d'infrastructures du point de vue de la généricité des concepts et mécanismes qu'elles supportent, mais aussi sur la difficulté liée à leur évaluation. Les infrastructures ne sont en effet pas directement des applications utilisables en situation concrètes, mais elles possèdent des propriétés qui vont fortement influencer les applications qui seront créées grâce à elles. Ainsi, nous pouvons, comme nous l'avons fait, exploiter une expérimentation experte de l'infrastructure, afin de valider dans un premier temps, non pas l'utilisabilité de l'infrastructure auprès d'utilisateur réels, mais la faisabilité conceptuelle et technique de l'ensemble des fonctions et propriétés dont doivent hériter les applications supportées par cette infrastructure. Dans notre évaluation, nous avons pu montrer qu'un certain nombre des fonctionnalités prévues sont supportées par l'infrastructure actuelle, cela par le biais de notre démonstrateur, qui implémente ces fonctionnalités de manière générique, partiellement *ad hoc* ou complètement *ad hoc*.

6.3 Conclusion

Dans ce chapitre nous faisons une validation de notre infrastructure par le biais de deux techniques.

La première consiste en une comparaison de notre démonstrateur avec des solutions existantes, industrielles ou de recherche. Sur ce plan, nous avons vu que nous touchons un champs très large de fonctionnalités et que nous sommes originaux sur certains aspects (comme par exemple l'utilisation synchrone et asynchrone de canaux, etc.).

La seconde consiste en une évaluation experte de notre infrastructure. Celle-ci à permis de montrer les aspects génériques de l'infrastructure et la faisabilité technique des fonctionnalités que nous avons dès le départ dans notre « cahier des charges ».

Enfin, nous revenons à la fin de ce chapitre, sur un problème ouvert et d'actualité, l'évaluation précoce des infrastructures. Nous démontrons alors, pourquoi nous ne pouvons pas, au stade de nos travaux, effectuer une évaluation ergonomique pertinente et qui a un sens.

Le chapitre suivant conclut cette thèse.



Chapitre 7 : Conclusion

7.1 Bilan

Avant tout, rappelons les quatre points clefs qui ont été abordés durant cette thèse et que nous allons reprendre dans cette conclusion : (1) un pont entre IHM et MD a été jeté ; (2) Nous avons élaboré un cadre théorique des interactions multicanales et nous avons proposé une définition du terme canal ; (3) Nous avons élaboré une infrastructure logicielle sur le modèle de notre cadre Théorique ; (4) enfin, nous avons implémenté un démonstrateur sur les bases de cette architecture logicielle pour montrer la faisabilité des fonctionnalités prévues.

Par ailleurs, pour conclure efficacement ces travaux, je pense qu'il faut revenir en arrière, tout au début de cette thèse. Le premier contact avec notre partenaire, plus particulièrement avec Yves Bayart, directeur e-Commerce du groupe 3 Suisses International et professeur associé à l'Université de Lille II, nous a donné l'occasion de voir les questions de recherche auxquelles ce partenaire voulait que nous réfléchissions.

Avant toute investigation, notre partenaire nous a présenté l'ensemble des canaux utilisés par le groupe, leurs parts de marché, leurs modèles économiques, etc. Ces informations concernant le groupe 3 Suisses International, ne sont pas divulguées ici, étant donné le caractère confidentiel de certaines d'entre elles, mais nous nous en sommes largement inspirés dans le cadre de cette thèse.

Le principal axe de réflexion qui nous a été proposé initialement était celui concernant la modernisation du service d'Audiotel de 3 Suisses France. Ensuite la répercussion pourrait s'effectuer dans les filiales possédant un Serveur Vocal Interactif (SVI). Pour cela, nous avons dressé un premier plan de travail :

- Tout d'abord, étudier l'Audiotel de manière empirique, et dégager un état de l'art de ce canal en France. Cette étude ne s'est pas limitée à l'écoute des différents services proposés par les grands groupes de Vente à Distance (VAD) de France, mais ce fut une véritable étude de tout le cycle de vie d'une commande, de la recherche du produit (sur un canal quelconque) jusqu'à l'après vente, avec des tests sur les retours de produits, appels aux Services Après Vente (SAV), etc. ;
- Ensuite, étudier les nouvelles technologies qui peuvent être utilisées sur ce canal (reconnaissance et synthèse de la parole...). Dans ce cadre un état de l'art de ces technologies est disponible dans le rapport d'étude [Chevrin 2006] ;
- Etudier alors des solutions possibles pour faciliter la gestion des ruptures au cours de l'interaction, préjudiciable pour l'organisation [Derycke & Rouillard 2002] ;
- Enfin, proposer un ensemble de conseils pour améliorer Chouchotel, c'est-à-dire l'Audiotel ou plus précisément le SVI de 3 Suisses France.

Du côté du laboratoire, nous nous intéressons depuis plusieurs années [Derycke & Rouillard 2002] aux interactions multicanales et multimodales personnes-organisations en particulier. Nous suivions également le courant de recherche sur le « contexte » de l'interaction (« Context-Aware » [Dey et al. 1999], [Dey & Abowd 2000], [Ericsson 2003]).

C'est de la confrontation de ces deux types d'attentes que notre projet a pris une ampleur plus importante pour englober la problématique de l'intégration d'autres canaux/vecteurs du commerce que l'Audiotel seul.

Nous avons alors les bases nécessaires pour effectuer la tâche qui nous était demandée. Cette étude empirique, que nous avons présentée synthétiquement dans le chapitre 2 et de manière plus détaillée dans [Chevrin 2006], nous a permis de découvrir des problèmes que nous n'imaginions pas. D'un simple⁹⁶ problème de gestion de l'Audiotel, nous avons dégagé une question bien plus générale et qui ne touche pas seulement le domaine du marketing direct, mais bien d'autres, comme le e-Learning, la e-Santé, etc. En effet, suite à cette étude, nous nous sommes rendu compte que l'approche multicanale que nous étudions de manière scientifique, mais avec des scénarios sans doute trop académiques, posait bien plus de problèmes que nous ne l'avions imaginé. Nous avons alors poussé plus loin nos investigations. C'est ainsi que nous avons étudié, toujours de manière empirique, d'autres canaux utilisés par ces groupes de VAD. Par exemple, nous avons observé en détail les services offerts via les sites Web (synthétiquement dans le chapitre 2 et de manière plus détaillée dans [Chevrin 2006]).

Ensuite, notre partenaire nous a montré le fonctionnement de ses centres d'appels, du Minitel et nous a expliqué leurs projets en ce qui concernait le WAP et les nouvelles générations de réseaux qui arrivaient (GPRS et UMTS), dans la perspective de leur commercialisation. Enfin, nous avons discuté du phénomène des SMS, EMS et MMS. L'étude des différents services fournis par ces canaux nous a montré plusieurs autres éléments importants :

- **Le canal utilisé pour l'interaction entre le client et l'organisation influence l'ordonnancement des services proposés. Cela était sans doute le résultat le plus surprenant, puisqu'en général, le postulat qui est fait suggère l'indépendance entre le service et les mécanismes d'interaction (dialectique).** De plus, tous les services ne sont pas disponibles sur tous les canaux. Par ailleurs, certains services sont plus importants que d'autres, dans le sens où ils ont une valeur ajoutée tant pour le fournisseur que pour l'utilisateur ;
- Si un service est disponible sur deux canaux différents, il a le même comportement global sur ces deux canaux, bien qu'ils soient tous deux implémentés de façon *ad hoc*. Ainsi, des services uniques plus universels pourraient être utilisés par tous les canaux ;
- L'utilisation de plus en plus de canaux n'est pas de l'initiative des professionnels de la VAD, mais des clients eux-mêmes. Nous pouvons citer Yves Bayart sur ce sujet : « *Car avant même que les entreprises se disent « multicanal » c'est le consommateur lui-même qui est spontanément devenu « multicanal »* » [Irepp]. Autrement dit, les industriels doivent s'adapter aux clients, mais ils n'ont pas forcément prévu toutes les évolutions, ce qui les met dans une situation délicate. En effet leurs différents canaux sont gérés de manière quasi-hermétique entre eux et la mutualisation des données se fait de manière difficile et pas toujours efficace au travers de bases de données « legacy ». Cela rejoint un des points importants de cette thèse, à savoir, l'intégration des canaux.

A partir de ce constat, nous avons réalisé qu'il y avait une véritable question de recherche derrière ces problèmes industriels. Nous avons donc décidé de modéliser l'espace problème de manière plus formelle. Cela permettait également d'avoir une base commune de réflexion avec notre partenaire, mais aussi avec d'autres chercheurs de domaines différents (marketing, recherches sur les usages, etc.). Construire une taxinomie nous a paru un moyen efficace de réaliser cela. De plus, le problème de la complexité du couplage des canaux, en terme de combinatoire, nous a poussé à étudier les canaux plus en profondeur afin de dégager des propriétés spécifiques permettant de les caractériser.

⁹⁶ Dans le sens d'unique, car ce problème est en réalité très complexe.

A partir de cela, nous avons commencé à élaborer une infrastructure, prémisses d'une architecture logicielle générique permettant de gérer les interactions multicanales en tenant compte du contexte de l'utilisateur (« context-aware ») et des règles et politiques de l'organisation (issues de la GRC pour notre cas d'étude, le marketing direct). L'autre aspect de cette infrastructure est la gestion des services et de leur composition. Pour cela, nous avons opté pour une approche SOA en ajoutant le concept de composition de e-Services.

Cette architecture est générique, car les problèmes que nous soulevons ne sont pas conscris au domaine de la VAD. Par exemple, le e-Learning peut tirer profit de ces travaux. D'ailleurs, la transition vers les EIAH (Environnement Informatique pour l'Apprentissage Humain) est prévue. En effet, le laboratoire Trigone possède de l'expertise et de l'intérêt dans ce domaine. De plus, nous avons été confortés dans notre approche, étant donné l'intérêt suscité par des industriels de domaines différents de notre partenaire lors de conférences et participations à des Actions Spéciales (AS) du CNRS, etc. Les plates-formes que nous avons vues au chapitre 6, comme le HIC de Thalès et le projet MAIS, nous confortent également dans la direction que nous avons fait prendre à nos travaux. Enfin, le W3C s'intéresse aussi à ces différents problèmes via des groupes de travail comme Device Independance (DI), Web Service Activity, etc. Nous avons eu l'occasion d'en discuter lors de la visite de Max Froumentin⁹⁷ dans notre laboratoire en 2005.

A ce stade, nous avons les premières bases théoriques, mais il nous manquait une investigation plus pratique du problème. Nous n'avions, au commencement de ce travail, pas d'idée précise sur les difficultés techniques posées pour implémenter une telle infrastructure. Pour nous donner un aperçu de l'étendue de ces difficultés, nous avons implémenté différents prototypes de manière *ad hoc* [Derycke et al. 2003], [Chevrin et al. 2005b]. Nous avons alors soulevé plusieurs problèmes :

- La gestion de la « multicanalité » est complexe à gérer. Cela pour deux raisons en particulier : (1) nous sommes dans un contexte industriel (conditions réelles) ; (2) l'utilisation synchrone de canaux pose des problèmes d'implémentation. En effet l'hétérogénéité des applications et des réseaux rend la tâche de mutualisation et de transfert des données complexe ;
- La composition dynamique des services à l'exécution, et non pas à la conception, est un point qui reste délicat. En effet, cela est un sujet brûlant qui est apparu dans la littérature récemment, et pour le moment, aucune solution évidente ne résout réellement ce problème, selon nos investigations ;
- La persistance des données entre les différentes sessions (moment où l'utilisateur est connecté au système) nous contraint à faire des choix technologiques plus restreints (CORBA par exemple, ne peut pas être utilisé, par contre les Tuples ou les agents logiciels sont des solutions adaptées) ;
- La gestion des ruptures de l'interaction⁹⁸ se fait de manière satisfaisante en utilisant des outils adaptés gérant la persistance des données (comme les agents logiciels). Néanmoins, la réparation de la rupture, c'est-à-dire la reprise du contact avec l'utilisateur est plus complexe. En effet, le système doit détecter la rupture et déterminer si elle était volontaire ou pas, puis choisir un canal adéquat pour la réparation...

⁹⁷ Co-responsable du "MultiModal Interaction Working Group" et du "Voice Browser Working Group" au W3C.

⁹⁸ Qui peut intervenir en cas de coupure réseau, par exemple en quittant une zone de couverture du réseau d'un téléphone mobile.

Après réflexion et choix des bons outils de développement dans une optique ambitieuse d'implémentation d'une plate-forme d'expérimentation pour la collaboration précompétitive des entreprises, nous avons choisi d'implémenter un premier démonstrateur avec un cycle de développement en spirale. Chaque étape du développement a donné lieu à un prototype stable qui gère une partie de l'infrastructure vue au chapitre 2. Le prototype P5 montre la faisabilité de la résolution des problèmes suivants :

- La gestion multicanale avec mutualisation des données et récupération de l'interaction en cas de rupture (granularité au niveau du service). Dans ce cas, le système ne recontacte pas encore automatiquement l'utilisateur ;
- La gestion de la persistance des données pendant un temps paramétrable entre les sessions ;
- La composition dynamique des e-Services à l'exécution, mais pour le moment cela est implémenté de manière *ad hoc*, mais l'ajout de services demande un effort d'implémentation relativement faible.

7.2 Les perspectives à court et moyen terme

Les perspectives dans les mois à venir seront essentiellement orientées sur six axes de développement menés par le laboratoire Trigone :

- Mettre en place un plan de travail pour discuter de la taxinomie avec un groupe de chercheurs, afin de trouver un consensus et faire avancer le cadre d'analyse. Cela pourrait se dérouler dans la cadre du projet régional TAC (Technologies Avancées pour la Communication) MIAOU par exemple ;
- Enrichir notre démonstrateur de plusieurs e-Services complexes, avec une présentation soignée et provenant de domaines différents comme le e-Learning ou la e-Santé (certains étant indépendants du domaine, comme l'identification par exemple) ;
- Trouver des solutions pour composer les e-Services de manière dynamique à l'exécution. Dans ce cadre, le travail a déjà commencé avec la thèse de Ichraff Tirelill, (2004-2007) et la thèse de Jihen Malek (2005-2008) en co-tutelles⁹⁹ entre le laboratoire Trigone et la Tunisie¹⁰⁰. De plus, une étudiante en dernière année d'école d'ingénieur à l'INSAT de Tunis fait son stage de fin d'étude au laboratoire actuellement, sur la possibilité de greffer un moteur de workflow flexible (à base d'agents ?) sur notre démonstrateur. Ces travaux se déroulent dans le cadre du projet UbiLearn et devraient mobiliser les connaissances et l'expertise acquise au sein du laboratoire au travers des travaux de recherche de Thomas Vantroys [Vantroys 2003] ;
- Améliorer la gestion des ruptures et permettre au système de recontacter l'utilisateur par le premier canal disponible trouvé. Si la rupture n'est pas réparée, un journal doit être édité et mis à disposition de tous les canaux. Si l'utilisateur reprend contact avec l'organisation, celle-ci doit prendre en compte le fait que la rupture n'est toujours pas réparée (faire un geste commercial en marketing direct, etc.). Si l'utilisateur ne reprend pas contact, le système doit régulièrement essayer de réparer la rupture.
- Le cadre d'analyse doit être enrichi de manière significative, ainsi que le modèle ontologique¹⁰¹. Les canaux doivent pouvoir être caractérisés par plusieurs propriétés pertinentes. Il faut élargir le champ de ces propriétés. Par exemple, il faudrait se baser sur l'adéquation à la tâche [Gebauer et al. 2005]. Il reste beaucoup à faire pour ce cadre d'analyse, et cela pourrait se faire en concertation avec des chercheurs d'autres

⁹⁹ Co-direction : Pr Alain Derycke et Dr Mona Laroussi.

¹⁰⁰ Université de Manouba.

¹⁰¹ Représenté sur la Figure 34 du chapitre 3.

domaines (marketing, psychologie, etc.). Cela pourra être fait dans le cadre du programme régional EUCUE (2005-2007) ;

- Le dernier point, est celui de la gestion du couplage synchrone de canaux. Même si l'hétérogénéité des réseaux est un frein, il semblerait que des solutions soient envisageables. Une des pistes que nous suivons actuellement est le protocole d'initiation de session SIP (Session Initiation Protocol) [Singh et al. 2003] et qui pourrait être utilisé dans ce cadre. Dans ce domaine, nous pourrions nous tourner également vers des solutions au sein des réseaux de télécommunications, comme le projet OSA du groupe Parlay [PARLAY] que nous avons détaillé dans [Chevrin 2006] lorsque nous avons parlé des réseaux intelligents du futur.

Par ailleurs, nous espérons que ces travaux pourront être utilisés pour aller plus loin et aboutir à une plate-forme expérimentale semi-industrielle.

7.3 Les Perspectives à long terme

Le domaine que nous avons abordé dans cette thèse est assez nouveau pour la communauté IHM, et il ouvre, selon nous, des perspectives intéressantes que nous livrons ici. Cette thèse, à dominante IHM, avec un fort caractère industriel, visait dans un premier temps à jeter un pont solide entre les IHM et le marketing direct, ce qui, selon nous n'avait pas encore été réalisé. Après quelques mois d'investigations, le sujet a pris une nouvelle ampleur et nous avons eu l'ambition de mettre en place une véritable plate-forme semi-industrielle, bien évidemment à plus long terme que la thèse, qui devenait alors plus pluridisciplinaire et plus originale.

Tout d'abord, le projet de réaliser une plate-forme générique d'expérimentation des usages des interactions multicanales (et multimodales), et en utilisant une composition dynamique de e-Services Interactifs¹⁰², demande des ressources financières, humaines et au niveau des connaissances qui dépassent largement les possibilités d'une seule équipe de recherche.

La première perspective, qui est importante, est alors de concevoir un projet national RNRT ou RNTL avec des partenaires : (1) Industriels tels que 3 Suisses International, EDF, etc. ; (2) Un ou plusieurs opérateur(s) de Télécoms, tel que France Télécom ; (3) Une SSII capable de fournir des développeurs pour gérer l'implémentation ; (4) Des laboratoires de recherche de divers domaines (ergonomie, IHM, psychologie, usages, etc.) ; (6) Une organisation capable de manager l'ensemble du projet.

Voyons maintenant les différentes tâches que nous pouvons mettre en perspective.

Pour commencer, parlons de l'aspect composition dynamique des e-Services Interactifs. Dans ce domaine, nous avons vu que deux thèses sont en cours en Tunisie et qu'une troisième pourrait démarrer en 2006. Il y a en effet beaucoup de travail sur ce thème. Il faut faire émerger un langage de spécification de l'interactivité des e-Services, ainsi qu'un langage de spécification de leur composition. Ichraff Tirelill [Hadjouni et al. 2005] travaille dans ce sens et particulièrement sur une description formelle de Web Services adaptables (dans des scénarios avec mobilité) et sur des algorithmes de composition dynamique de ces Web

¹⁰² Ces e-SI étant abstraits et devenant concrets par des transformations successives en fonction du contexte (courant « context-aware »).

Services à l'exécution. Ces travaux sont orientés e-Learning (collaboratif) et s'intègrent totalement dans le projet UbiLearn. Jihen Malek quant à elle s'intéresse plus particulièrement à un middleware pour l'adaptation du contexte dans le cadre de l'apprentissage mobile et collaboratif [Malek et al. 2006]. Là encore, ces travaux s'intègrent totalement dans UbiLearn. Notre idée est de leur fournir notre infrastructure, ainsi que notre démonstrateur, pour qu'elles puissent avancer sur la partie e-Services Interactifs et composition dynamique de ces e-Services. La thèse qui pourrait démarrer en 2006 reprendrait alors ces travaux de modélisation pour une implémentation un peu plus poussée ou une adaptation d'une solution existante, par exemple en utilisant un workflow flexible à base d'agents logiciels comme le propose Blake dans [Blake 2004] par exemple. Sur ce point, une étude bibliographique poussée est indispensable étant donné l'engouement récent sur ce thème, et la multiplication des travaux intéressants en la matière. De plus, dans ce domaine, il faut encore aller plus loin, et ne pas se contenter de mettre de la dynamicité dans les valeurs, mais également dans les règles de composition. Cela suppose d'utiliser des systèmes d'apprentissage automatique et un système de validation semi-automatique des nouvelles règles trouvées (le système suggère de nouvelles règles et l'humain juge ceux qui sont intéressantes pour valider leur incorporation ou pas).

Du point de vue de la « multicanalité », il reste également beaucoup de travail. Dans ce domaine, il faut, selon nous, porter notre intérêt sur les réseaux de télécommunications. En effet, les réseaux étant hétérogènes, nous manquons d'un système pour les gérer. Le problème aujourd'hui, pour gérer les interactions multicanales, est qu'il est complexe d'envoyer des données d'un serveur vers un client si l'on n'est pas dans un cas où le réseau est homogène et sans créer de solution *ad hoc*. Notre volonté est de créer une solution générique et flexible permettant de supporter des interactions multicanales à partir de n'importe quels couplages de canaux. Dans le domaine de la multimodalité, on peut noter certains travaux concernant l'utilisation de la multimodalité sur des DU tels que des PDA, des téléphones mobiles, des Smartphones, etc. Dans cette voie, nous pouvons citer le projet récent MONA [Anegg et al. 2004].

Le domaine des réseaux de télécommunications est, selon nous, adéquat pour gérer certains aspects du contexte (type de réseau, DU, mobilité, etc.) et certaines transformations (gestion de text-to-speech, etc.). De plus, les opérateurs de Télécoms pourront gérer cela sous forme de e-Services (non interactifs ceux-là, mais utilisés par d'autres e-Services Interactifs ou pas) que nous pourrions utiliser dans notre infrastructure comme n'importe quel e-Service. L'infrastructure doit en effet être capable de gérer des e-Services fournis par des tiers. Nous gérons de manière satisfaisante l'adaptation au canal cible, mais nous ne nous sommes peu investis dans le vaste champ du « context-aware », même si nous avons toujours mentionné que cela doit être géré dans la plate-forme. Dans ce cadre, il peut être intéressant de collaborer avec l'équipe RAIHM (Raisonnement Automatique et Interaction Homme-Machine) dirigée par le professeur Christophe Kolski. Cette équipe fait partie du LAMIH (Laboratoire d'Automatique, de Mécanique et d'Informatique Industrielles et Humaines) de l'Université de Valenciennes. Nous sommes d'ailleurs déjà en collaboration avec eux au sein du projet régional TAC MIAOU. Dans le cadre de ce projet, nous pourrions peut être déjà commencer à améliorer notre démonstrateur, chacun des participants apportant ses connaissances et compétences.

L'aspect intermédiation entre les différents services est géré par un SMA implémenté avec JADE. Cette partie doit être améliorée. Les agents, pour le moment essentiellement réactifs, doivent progressivement devenir « intelligents ». En effet, pour gérer les sources de connaissances au niveau métier et au niveau « context-aware », ces agents vont devoir prendre

des décisions et savoir quels agents contacter pour engendrer les bonnes transformations des e-Services Interactifs. Par exemple si l'agent de connaissance du profil utilisateur réalise que cet utilisateur a le rôle de professeur, il doit appeler et renseigner l'agent qui gère les rôles pour qu'il puisse adapter les e-Services Interactifs exécutés en conséquence, etc. Bien entendu, nous devons ajouter ou améliorer un grand nombre d'agents, par exemple :

- L'agent de règles, connecté à un système expert générant des règles basées sur notre cadre d'analyse, et à un système de composition des e-Services ;
- Un agent pour chaque grande caractéristique du contexte (profil utilisateur, environnement, géolocalisation, rôle, etc.) ;
- L'agent GRC doit être ré implémenté de manière abstraite pour accepter n'importe quelle source de connaissance métier et il doit pouvoir être connecté à n'importe quel système gérant ces connaissances (outils de GRC, outils de LMS (Learning Management System), etc.) ;
- Pour gérer la « scalability¹⁰³ » (tenue à la charge, c'est-à-dire à de multiples connexions simultanées au système), nous pouvons imaginer dupliquer l'ensemble du SMA en autant d'exemplaires que nécessaire. Ces différentes duplications doivent pouvoir être distribuées sur des machines différentes ;
- Un agent administrateur, pour assister l'administrateur à effectuer certaines tâches sur le système, comme ajouter un nouveau service, etc.
- Un agent entièrement dédié aux ruptures, gardant en mémoire les ruptures en court de réparation. Cet agent doit pouvoir faire appel à un agent réparation ;
- Un agent réparation, qui est chargé de réparer les ruptures. Il doit trouver le canal qui va permettre de réparer une rupture. Chaque fois qu'il essaie de réparer une rupture, il doit tenir informé l'agent de rupture et lui notifier si la rupture a été réparée ou pas ;

Evidemment cette liste n'est pas exhaustive et elle grandira au fur et à mesure de l'avancement du projet. La conception et l'implémentation du cœur de l'architecture logicielle étant basées sur des technologies agents logiciels, nous aimerions collaborer plus étroitement avec l'équipe SMAC du LIFL, dont nous avons parlé au chapitre 4.

La partie cadre d'analyse, taxinomie peut être également améliorée. Il serait intéressant de migrer progressivement d'un modèle taxinomique à un modèle ontologique. Ceci est un travail à long terme et qui nécessite l'intervention d'une communauté de chercheurs et d'industriels conséquente. Dans ce domaine, il semblerait que le Web sémantique commence à avoir un impact non négligeable sur notre domaine de recherche. Des travaux comme [Chen & Finin 2003], [Chen et al. 2004], sur l'élaboration d'ontologies pour le « context-aware » dans le cadre de l'informatique pervasive appuient cette idée.

La plate-forme finale sera dédiée à l'expérimentation des usages de scénarios faisant intervenir des interactions complexes. Ces scénarios seront fournis par des industriels, des concepteurs de solutions en e-Learning, du personnel de santé, etc., selon le domaine visé. Pour qu'ils puissent décrire leurs scénarios de manière simple, et donc sans effort de programmation, nous pensons qu'il serait intéressant de mettre en place un éditeur de scénarios. L'utilisateur pourrait alors construire ses scénarios en quelques clics de souris. Par ailleurs, une fois ces scénarios entrés dans la plate-forme, il faudra faire des évaluations auprès des utilisateurs finaux, c'est-à-dire des clients, des patients, des étudiants, etc. Les résultats de ces évaluations devront être analysés. Cela relève de compétences particulières pour aboutir à des résultats sérieux et exploitables. C'est pourquoi, une collaboration avec des

¹⁰³ La mise à l'échelle.

experts en usages et évaluations est nécessaire. Dans ce cadre, notre ambition est de créer une véritable communauté de recherche sur cette thématique nouvelle, par la mise en commun d'un cadre théorique et méthodologique et de divers outillages nécessaires à l'expérimentation des nouveaux usages en situation réelle : que ce soit pour l'observation et le recueil de données ou pour l'analyse et l'interprétation de ces résultats. La mutualisation réside sans doute dans les aspects méthodologiques et les outillages (conceptuels et instrumentaux) des recherches sur les usages dans une perspective résolument anthropotechnologique et centrée sur l'innovation en matière de STIC (Sciences et Technologies de l'Information et de la Communication). L'accent sera porté notamment sur les processus de co-construction et de co-évolution des infrastructures et des services impliquant les usagers. En effet les nouvelles propositions en matière de technologies logicielles distribuées (middleware, Web Services, réseaux de télécommunication intelligents) font apparaître des potentiels de composition dynamique et de déploiement à la demande des « infostructures » qui doivent être évaluées quant à leur utilisabilité et à leur appropriation par les usagers. Cette étude peut se faire dans le cadre du projet régional EUCUE (Evaluation des Usages dans des Contextes d'e-Services Ubiquitaires et Evolutifs) qui est proche d'un des thèmes du projet SVL, dans lequel notre laboratoire est déjà impliqué¹⁰⁴.

7.4 Situation de la thèse par rapport aux travaux récents dans la communauté IHM

Certaines questions vives de la recherche actuelle en IHM nous confirment que nous avons eu de bonnes intuitions au début de cette thèse, et que le travail que nous avons accompli semble original, innovant et dans la mouvance actuelle de la recherche de la communauté IHM mondiale. Nous avons identifié deux types de questionnements :

- Celui de l'impact sur les IHM de la nouvelle vague de l'informatique ubiquitaire, mobile, pervasive, etc. Nous pouvons citer des travaux comme [Raatikainen et al. 2002] ou [Grimm et al. 2004] qui sont représentatifs de cela. Dans ce cadre, il faut rappeler l'émergence du m-Commerce dans le domaine du marketing direct, et qui entre complètement dans cette vague, mais d'un point de vue complètement industriel ;
- Celui de l'interaction dans le contexte d'une nouvelle voie de développement autour du concept d'Intelligence Ambiante qui est certainement un thème majeur pour le développement des TIC (Technologies de l'Information et de la Communication). L'ISTAG a fait un important travail sur le sujet au niveau européen [Ducatel et al. 2001]. On peut noter également l'appel à projet RNRT en 2005 sur ce sujet, ainsi qu'un numéro spécial de la revue ACM Interactions spécialement dédié à l'Intelligence Ambiante. Enfin, des travaux récents comme [de Ruyter & Aarts 2004] traitent de ce thème de recherche. Nous pouvons donc dire que ce sujet est d'actualité et doit être étudié sérieusement.

Pour terminer, nous tenons à ajouter que cette thèse pluridisciplinaire peut être le socle pour un vaste projet qui pourrait fédérer des recherches dans la Région Nord Pas-de-Calais, notamment dans le cadre du futur Pôle de Compétitivité Industrie du Commerce qui a été labellisé par le gouvernement en juillet 2005, et pourquoi pas au niveau national. Nous espérons donc que cette thèse n'est pas un aboutissement, mais au contraire un commencement.

¹⁰⁴ Le laboratoire TRIGONE est membre fondateur du réseau européen d'excellence Kaléidoscope dans le domaine du « *Technology Enhanced Learning* » retenu pour 4 ans (2004-2007). Il est en charge des plusieurs sous projets, dont celui du « *Shared Virtual Laboratory* » (SVL), qui présente un volet usage et instrumentation des expérimentations des technologies pour la e-Formation.

Bibliographie

[Adam & Yesha 1995] Adam, N.R., Yesha, Y., Electronic Commerce: An overview, In Electronic Commerce, N.R. Adam and Y. Yesha, Eds. Berlin, Allemagne: Springer-Verlag, pp. 5-12. September 1995.

[Anastasi et al. 2000] Anastasi, G., La Corte, A., Puliafito, A., Tomarchio, O. An agent-based approach for QoS provisioning to mobile users in the Internet. In the 4th World Multiconference on Systemics, Cybernetics and Informatics (SCI 2000), Orlando (Florida-USA), July 2000.

[Anegg et al. 2004] Anegg, H., Dangl, T., Jank, M., Niklfeld, G., Pucher, M., Schatz, R., Simon, R., Wegscheider, F. Multimodal Interfaces in Mobile Devices - The MONA Project, www2004 Conference, Workshop on Emerging Applications for Mobile and Wireless Access, New York, USA. 2004.

[Ajzen 1985] Ajzen, I. From Intentions to Actions: A Theory of Planned Behavior., In Action Control: From Cognition to Behavior, Kuhl, J. and Beckmann, J., Editors, New York: Springer Verlag, pp. 11-39, 1985.

[Applegate et al. 1996] Applegate, L.M., Holsapple, C.W., Kalakota, R., Radermacher, F.J., et Whinston, A.B., Electronic commerce: Building blocks of new business opportunity, Journal of Organizational Computing and Electronic Commerce, vol. 6, no 1, pp. 1-10, 1996.

[Armstrong et al. 1995] Armstrong, R., Freitag, D., Joachims, T., and Mitchell, T. WebWatcher: A learning apprentice for the World Wide Web, in Proc.1995 AAAI Spring Symposium on Information Gathering from Heterogeneous, Distributed Environments, Stanford, AAAI Press, 1995.

[Artix 2004] IONA Technologies PLC. Using Artix and Service-Oriented Architecture for Multi-Channel Access. February 2004.

[Bagrodia et al. 1995] Bagrodia, R., Chu, W.W. et Kleinrock, L. Vision, Issues, and Architecture for Nomadic Computing, IEEE Personal Communications, pp. 14-27. December 1995.

[Baida et al. 2004] Baida, Z. Gordijn, J. Omelayenko, B., Akkermans, H. A Shared Service Terminology for Online Service Provisioning. Proceedings of the Sixth International Conference on Electronic Commerce (ICEC04), Delft, The Netherlands, 2004.

[Bartek & Cheatham 2003] Bartek, V., Cheatham, D. Experience Remote Usability testing. IBM research laboratory, 10p. Janvier 2003.

[Bastien et al. 1998] Bastien, J.M.C., Leulier, M. et Scapin, D.L. (1998). L'ergonomie des sites Web. in Créer et maintenir un service Web, cours INRIA 28 Sept — 2 Oct 1998, Pau (France), ADBS Editions : Paris.

[Bellik & Teil 1992] Bellik, Y., Teil, D. Les types de multimodalités. Actes IHM'92. 4èmes Journées sur l'ingénierie des interfaces Homme-Machine, Paris, 30 Nov - 2 Déc 1992.

[Bellik 1995] Bellik, Y. Interfaces Multimodales : Concepts, Modèles et Architectures, Thèse de Doctorat en informatique, Université Paris XI, Orsay, 1995.

[Benatallah et al. 2002] Benatallah, B., Dumas, M., Fauvet, M.C., Rabhi, F. Towards Patterns of Web Services Composition, In Patterns and Skeletons for Parallel and Distributed Computing, Editors: F.A. Rabhi and S. Gortatch, Springer: London, 2002. pp. 265-296.

[Benatallah et al. 2003] Benatallah, B., Sheng, Q.Z., Dumas, M.: The Self-Serv Environment for Web Services Composition. IEEE Internet Computing 7(1): 40-48. 2003.

[Benatallah et al. 2004] Benatallah, B., Hacid, M-S., Paik, H-Y., Rey, C., Toumani, F. Peering and Querying e-Catalog Communities. ICDE 2004: 846. 2004.

[Benatallah et al. 2005] Benatallah, B., Dumas, M., Sheng, Q. Facilitating the Rapid Development and Scalable Orchestration of Composite Web Services. Distributed and Parallel Databases 17(1): 5-37. 2005.

Bibliographie

- [Benford et al. 1993] Benford, S. D., Prinz, W., Mariani, J., Rodden, T. R., Navarro, L., Bignoli, E., Brown, C. G. and Naslund, T., MOCCA - A Distributed Environment for Collaboration, in Proc. Telepresence'93, Lille, France, March 1993.
- [Bernsen 1993] Bernsen N., Taxonomy of HCI Systems: State of the Art, ESPRIT BR GRACE, deliverable 2.1, 1993. Kloster Irsee, Germany. 2004.
- [Bhaskaran et al. 1999] Bhaskaran Raman, Helen J. Wang, Jimmy S. Shih, Anthony D. Joseph, and Randy H. Katz : The Iceberg Project: Defining the IP and Telecom Intersection. IEEE IT Professional, Nov/Dec 1999.
- [Bindiganavale et al. 2000] Bindiganavale, R., Schuler, W., Allbeck, J., Badler, N., Joshi, A., and Palmer, M. Dynamically Altering Agent Behaviors Using Natural Language Instructions. Autonomous Agents, pp. 293-300, New York. 2000. ACM Press.
- [Blake 2001] Blake, M.B. Agent-based Workflow Configuration and Management of On-line Services, Proceedings at the International Conference on Electronic Commerce Research (ICECR-4), Dallas, TX, November 2001.
- [Blake 2003] Blake, M.B. Coordinating Multiple Agents for Workflow-Oriented Process Orchestration, Information Systems and E-Business Management Journal Vol. 1, No. 2, pp 387-405, December 2003, Springer.
- [Blake 2004] Blake, M.B. Forming Agents for Business Process Orchestration, Hawaii International Conference on System Sciences (Track on Workflow and Web Services) (HICSS-37) Jan 2004.
- [Blanchet et al. 2005] Blanchet, W. Eleni Stroulia, Renee Elio. Supporting Adaptive Web-Service Orchestration with an Agent Conversation Framework. Proceedings of the third IEEE International Conference on Web Services (ICWS 2005), July 11-15 2005, Orlando, Florida.
- [Blessing 2001] Blessing, D., Content Management für das Business Engineering - Fallbeispiele, Modelle und Anwendungen für das Wissensmanagement bei Beratungsunternehmen, Dissertation, Universität St. Gallen, St. Gallen, 2001.
- [BNP 2005] Atelier groupe BNP Paribas. La puce Felica de Sony dessine son avenir en Occident. (<http://www.atelier.fr/mobilite/puce,felica,sony,dessine,avenir,occident-29235-16.html>). 22/02/2005.
- [Boisot 1987] Boisot, M., Information and Organizations: The Manager as Anthropologist, Fontana / Collins, Londre, 1987.
- [Bolt 1980] Bolt, R.A. Put-that-here : voice and gesture at the graphic interface. Computer Graphics, 14, 262-270, 1980.
- [Bourguin 2000] Bourguin, G. Un support informatique à l'activité coopérative fondé sur la Théorie de l'Activité : le projet DARE. Thèse de Doctorat en informatique. USTL. 2000.
- [Bourguin et al. 2001] Bourguin, G., Derycke, A, Tarby. J.C. Beyond the Interface: Co-Evolution inside Interactive Systems – A proposal founded on Activity Theory. Proceedings of IHM-HCI 2001 conference, Lille France, 10-14 september 2001, People and computer XV – Interaction without Frontiers, Blandford, Vanderdonckt, Gray (eds), Springer Verlag, pp. 297-310. 2001.
- [Bourguin & Derycke 2005] Bourguin, G., Derycke, A. Co-evolution inside Interactive Systems - Reflections about results coming from the Activity Theory for supporting Collective and Distributed Practices. RIHM, vol6, N°1. 2005. pp 1-31.
- [Bradshaw 1997] Bradshaw, J. Software Agents, AAAI Press, Menlo Park, California, 1997.
- [Budzik et al. 1998] Budzik, J., Hammond, K. J., Marlow, C., and Scheinkman, A. "Anticipating information needs: Everyday applications as interfaces to Internet information sources," in Proc.1998 World Conference on the WWW, Internet, and Intranet, AACE Press, 1998.

- [Bueren et al. 2004] Büren, A., Schierholz, R., Kolbe, L., Brenner, W. Customer Knowledge Management - Improving Performance of Customer Relationship Management with Knowledge Management. Proceedings of the 37th Hawaii Conference on System Science (HICSS), Big Island, Hawaii, 2004.
- [Buhler et al. 2003] Buhler, P., Vidal, J., Verhagen, H. Adaptive Workflow = Web Services + Agents. ICWS 2003: Las Vegas, Nevada, USA. 2003.
- [Caelen 2000] Caelen J. 10 ans de recherches... en multimodalité(s). Colloque sur les Interfaces Multimodales - 09/10 Mai 2000. IRIT. Toulouse.
- [Caelen et al. 2004] Caelen, J., Darses de Montmollin, F., Karsenty, L. et al. Le consommateur au coeur de l'innovation. Paris : CNRS éd., 2004 (14-Bayeux : Impr. moderne de Bayeux). - 212 pages. (CNRS sociologie ; 1242-8671). ISBN 2-271-06280-2 (br.). 2004.
- [Casteleyn 2005] Casteleyn, S. Designer Specified Self Re-Organizing Web Sites. Thèse de doctorat en informatique. Université de Bruxelles. Belgique. 2005.
- [Cena & Torre 2004] Cena, F., Torre, I. Increasing performances and personalization in the interaction with a call center system. In: Nunes, Nuno Jardim, Rich, Charles (ed.): International Conference on Intelligent User Interfaces 2004. January 13-16, 2004, Funchal, Madeira, Portugal. p.226-228. 2004.
- [Chalon 2004] Chalon, R. Réalité Mixte et Travail Collaboratif : IRVO, un modèle de l'interaction Homme-Machine. Ecole Centrale de Lyon. Thèse de doctorat en Informatique. 16 décembre 2004.
- [Chavez & Maes 1996] Chavez, A., Maes, P. Kasbah: An agent marketplace for buying and selling goods. Proceedings of First International Conference on the Practical Application of Intelligent Agents and Multi-Agent Systems, London, UK. 1996.
- [Chen et al. 2000] Chen, Q., Hsu, M., Dyal, U., and Griss, M. Multi-Agent Cooperation, Dynamic Workflow and XML for E-Commerce Automation, Proceedings of the 4th International Conference of Autonomous Agents (Agents 2000) Barcelona, Spain, June 2000.
- [Chen & Finin 2003] Chen H. and Finin T An Ontology for Context-Aware Pervasive Computing Environments, Workshop on Ontologies and Distributed Systems at 18th International Conference on Artificial Intelligence, August 2003, Acapulco, Mexico.
- [Chen et al. 2004] Chen, H., Perich, F., Finin, T., and Joshi, A., SOUPA: Standard Ontology for Ubiquitous and Pervasive Applications. In Proceedings of the First Annual International Conference on Mobile and Ubiquitous Systems: Networking and Services (MobiQuitous 2004), Boston, MA, 2004.
- [Chevrin 2004] Chevrin, V. Les interactions multimodales et multicanal dans UMR. Rencontre Jeunes Chercheurs IHM – Lacanau. 2004.
- [Chevrin et al. 2003] Chevrin, V., Derycke, A., Rouillard, J., Un Cadre Théorique pour la Caractérisation des Interactions Multicanal en E-Marketing, IHM 2003, Caen, pp. 97-104, 2003.
- [Chevrin et al. 2004] Chevrin, V., Derycke, A., Rouillard, J. L'Architecture Logicielle UMR pour les interactions Multicanaux et Multimodales avec les e-Services. IHM 2004, Namur, Belgique, pp. 199-202, 2004.
- [Chevrin et al. 2005a] Chevrin, V., Derycke, A., Rouillard, J. Some issues for the Modelling of Interactive E-Services from the Customer Multi-Channel Interaction Perspectives. IEEE 05 International IEEE international conference on e-Technology, e-Commerce and e-Service, IEEE Press, Hong Kong, pp. 256-259, 2005.
- [Chevrin et al. 2005b] Chevrin, V., Rouillard, J., Derycke, A., Multi-channel and multi-modal interactions in E-marketing: Toward a generic architecture for integration and experimentation, HCI International 2005, Las Vegas, 2005.
- [Chevrin 2006] Chevrin, V. Etudes Techniques des Diverses Approches pour le e-Commerce Multicanal : Premières Recommandations en vue d'établir un Système d'Intermédiation Généralisé. Rapport d'études 3 Suisses International. 2006.

Bibliographie

- [Chevrin et al. 2006] Chevrin, V., Derycke, A., Rouillard, J. Project UBI-Learn: an Intermediation Infrastructure Multi-channel Access to Future LMS. Conference IEEE, AICT/ICIW 2006, 19-24 February 2006, La Guadeloupe, France, 6 pages.
- [Clark & Brennan 1991] Clark, H. and Brennan, S. Grounding in Communication. In *Perspectives on Socially Shared Cognition*. Edited by L.B. Resnick, J. M. Levine and S. D. Teasley. 1991.
- [Clark 1997] Clark, H. *Using Language*. Cambridge University Press, 1997.
- [Cole et al. 1998] Cole, R., Carmell, T., Connors, P., Macon, M., Wouters, J., de Villiers, J., Tarachow, A., Massaro, D., Cohen, M., Beskow, J., Yang, J., Meier, U., Waibel, A., Stone, P., Fortier, G., Davis, A., and Soland, C. Intelligent animated agents for interactive language training. In *STiLL: ESCA Workshop on Speech Technology in Language Learning*, Stockholm, Sweden, May 1998.
- [Collet et al. 2004] Collet, L., Delacourt, V., Derycke A., Approche événementielle de l'activité collaborative et intégration à une plate-forme pair à pair. *IHM'04*. Namur, Belgique, pp.203-206. 2004.
- [Communications of ACM 2005] The Semantic e-Business Vision. *Communications of ACM*. December 2005/vol. 48, No 12. 2005.
- [Converge Online 2003] Converge Online. Guide d'utilisation du SMS avec So.PHONE V1.0. 2003.
- [Coutaz 1987] Coutaz, J. PAC: an Implementation Model for Dialog Design, *Proceedings of Interact'87*, H-J. Bullinger, B. Shackel ed., North Holland, Stuttgart, (Sept. 1987), pp. 431-436. 1987.
- [Cross-Industry Working Team 1995] Cross-Industry Working Team, *Nomadcity in the NII*, Disponible sur <http://www.lk.cs.ucla.edu/LK/lkxiwt/>. 1995.
- [Daft & Lengel 1984] Daft, R. L. and Lengel, R. H. 1984. Information Richness: A New Approach to Managerial Behavior and Organization Design. In Staw, B. M., & Cummings, L. L. (eds.) *Research in Organizational Behavior* (pp. 191-233), 6. 1984.
- [Davenport & Prusak 1998] Davenport, T. H. and Prusak, L., *Working Knowledge: How Organizations Manage What They Know*, 1st ed., Harvard Business School Press, Boston, 1998.
- [Davis 1985] Davis, F.D., Jr. A Technology Acceptance Model for Empirically Testing New End-User Systems: Theory and Results, Unpublished Doctoral Dissertation, Massachusetts Institute of Technology, 1985.
- [Davis 1989] Davis, F.D. .Perceived Usefulness, Perceived Ease of Use, and User Acceptance of Information Technology., *MIS Quarterly* (13:3), 1989, pp. 318-339. 1989.
- [Davis et al. 1989] Davis, F.D., Bagozzi, R.P., and Warshaw, P.R. User Acceptance of Computer Technology: A Comparison of Two Theoretical Models. *Management Science* (35:8), 1989, pp. 982-1003. 1989.
- [de Andrade et al. 2004] de Andrade, A.R., Munson E.V., Pimentel, Maria da G.: A document-based approach to the generation of web applications. *ACM Symposium on Document Engineering 2004*: 45-47.
- [De Carolas et al. 2002] De Carolas, B., Carofiglio, V., Bilvi, M., and Pelachaud, C. APML, a mark-up language for believable behavior generation, <http://www.vhml.org/workshops/AAMAS/papers/decarolis.pdf>, 2002.
- [de Ruyter & Aarts 2004] de Ruyter, B., Aarts, E. Ambient intelligence: visualizing the future. *AVI 2004*: pp203-208. 2004.
- [De Troyer 2001] De Troyer, O. Audience-driven Web Design. *Information Modeling in the New Millennium*, pp. 442-462. 2001.
- [Demarest 2001] Demarest, M., *Knowledge Management - An Introduction*, <http://www.noumenal.com/marc/km1.pdf>, 27.9.2001.

- [Dennis & Valacich 1999] Dennis, A. R. and Valacich, J. S. Rethinking Media Richness: Towards a Theory Of Media Synchronicity. Proceedings of the 32nd Hawaii International Conference on System Sciences, 1999.
- [Derycke 2004] Derycke, A. A chacun sa Plasticité : la Composition Dynamique des e-Services, au service de l'Interaction. AS Plasticité. Namur, Belgique. 2004.
- [Derycke et al. 2003] Derycke, A., Rouillard, J., Chevrin, V., Bayart, Y. When Marketing meets HCI: Multi-channel customer relationships and multimodality in the personalization perspective. HCI International 2003. Heraklion, Crete, Greece, Volume 2, pp. 626-630, Lawrence Erlbaum Associates. 2003.
- [Derycke et al. 2005] Derycke, A., Chevrin, V., Rouillard, J. Intermédiations Multicanales et Multimodales pour l'E-Formation : l'Architecture du Projet Ubi-Learn, EIAH 2005, Montpellier, 2005.
- [Derycke & Rouillard 2002] Derycke, A. et Rouillard, J. La Personnalisation de l'Interaction dans des Contextes Multimodaux et Multicanaux : une Première Approche pour le Commerce Electronique, IHM 2002, Poitiers, pp. 97-104. 2002.
- [Dey et al. 1999] Dey, A., Salbert, D., Abowd, G., Futakawa, M. The conference Assistant: Combining Context Awareness with wearable Computing. 3rd International Symposium on Wearable Computers, October 19-19, San Francisco, California, pp. 21. 1999.
- [Dey & Abowd 2000] Dey, A., Abowd, G. Toward a Better Understanding of Context and Context-Awareness. In proceedings of CHIA'00 workshop on context-Awareness. 2000.
- [Dholakia & Dholakia 2003] Dholakia, R., Dholakia, N. Mobility and Markets: Emerging Outlines of m-Commerce. Journal of Business Research, 2003.
- [Dillembourg et al. 1996] Dillembourg, P., Traum, D. and Schneider, D. Grounding in Multi-modal Task-Oriented Collaboration. In proceedings of the EuroAI&Education Conference, Lisbon, Portugal, pp. 401-407. 1996.
- [Dishaw and Strong 1999] Dishaw, M.T. and Strong, D.M. .Extending the Technology Acceptance Model with Task-Technology Fit Constructs. Information and Management (36:1), 1999, pp. 9-21.
- [Djenidi et al. 2004a] Djenidi H., Lévy N., Ramdane-Cherif A., Tadj C. Generic Multi-Agents Architecture for Multimedia Multimodal Software Environment. International Journal of Object Technology, Vol. 3, no. 8, September-October 2004, pp. 147-168.
- [Djenidi et al. 2004b] Djenidi H., Ramdane-Cherif A., Tadj C., Lévy N. Generic Pipelined Multi-Agents Architecture for Multimedia Multimodal Software Environment. Journal of Object Technology. Vol. 3, No. 8, September-October 2004.
- [Dray & Siegel 2004] Dray, S., Siegel, D. Remote Possibilities ? International usability at a distance. Interaction, ACM magazine, pp 10-17. march-april 2004.
- [Drucker 1993] Drucker, P. Post Capitalist Society. New York: HarperCollins, 1993.
- [Drucker 1999] Drucker, P. F., "Knowledge Worker Productivity – The Biggest Challenge", California Management Review, Vol. 41, No. 2, pp. 79-94. 1999.
- [Dubois 2001] Dubois, E., "Chirurgie Augmentée : un Cas de Réalité Augmentée; Conception et Réalisation Centrée sur l'Utilisateur", Thèse de Doctorat en informatique. Université Joseph Fourier, Grenoble, juillet 2001.
- [Ducatel et al. 2001] Ducatel K., Bogdanowicz, M., Scapolo, F., Leijten, J. et Burgelman, J-C. Scenarios for Ambient Intelligence in 2010, Technical report, ISTAG, February 2001.
- [Dunlop & Brewster 2002] Dunlop, M.D. et Brewster, SA. The challenges of mobile devices for human computer interaction. Personal and Ubiquitous Computing. 6 (4). pp. 235-236. 2002.

Bibliographie

- [Edwards et al. 2003] EDWARDS, K., Belloti, V., Dey, A.K., Newman, M. Stuck in the middle: the challenges of user-centred design and evaluation of the infrastructure. Proceedings of CHI'2003 ACM conference, April, 5-10 2003, Ft Lauderdale, Florida, ACM Press, pp 297-304. 2003.
- [Eppler et al. 1999] Eppler, M., Seifried, P. and Röpneck, A., "Improving Knowledge Intensive Processes through an Enterprise Knowledge Medium", ACM SIGCPR Conference on Computer Personnel Research, New Orleans, USA, pp. 222-230. 1999.
- [Ericsson 2003] ERICSSON, Context-aware services. <https://doc.telin.nl/dscgi/ds.py/Get/File-27859>. 30 novembre 2003.
- [Ermolayev et al. 2003] Ermolayev, V.A., Keberle, N.G., Plaksin, S.L. Towards Agent-Based Rational Service Composition - RACING Approach, In: M.Jeckle, L.-J.Jang (Eds.): Proceedings of the International Conference ICWS-Europe 2003, LNCS 2853, September 23-24, Erfurt, Germany, 2003.
- [Fingar 1998] Fingar, P. A CEO's Guide to eCommerce Using Object-Oriented Intelligent Agent Technology, June, 1998. Available at: <http://home1.gte.net/pfingar/eba.htm>.
- [Fishbein & Ajzen 1980] Fishbein, M. and Ajzen, I. Understanding Attitudes and Predicting Social Behavior, Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall, 1980.
- [Foley 1984] Foley J., Wallace V., Chan P., The human Factors of computer Graphics interaction technics, IEEE computer Graphics and Applications, 4(11), 1984, pp. 13-48.
- [Frohlich 1991] Frolich D., The Design Space of Interfaces, Multimedia Systems, Interaction and Applications, In Proceedings of 1st Eurographics Workshop, April 18-19 1991, Stockholm, Suède, pp. 53-69. 1991.
- [Gantz 1998] Gantz, J. Knowledge management: Some 'there' there. Computerworld, vol. 32, pp. 33-34, Oct. 12, 1998.
- [Gardner 1994] Gardner, P., Electronic Trading: A practical Handbook. Palo Alto, CA: Digital, 1994.
- [Gebauer et al. 2005] Gebauer, J., Shaw, M., and Gribbins, M. Towards a Specific Theory of Task-Technology Fit for Mobile Information Systems. University of Illinois at Urbana-Champaign, College of Business. Working paper. 2005.
- [Gleize et al. 2000] Gleizes, M-P., Link-Pezet, J., Glize, P. An Adaptative Multi-Agent Tool for Electronic Commerce. Workshop on Knowledge Media Networking, IEEE Ninth International Workshop on Enabling Technologies : Infrastructure for Collaborative Enterprises (WET ICE 2000), 14-16 June 2000, Gaithersburg, Maryland.
- [Gleizes & Glize 2002] Gleizes, M-P., Glize, P. ABROSE: Multi Agent Systems for Adaptive Brokerage - Fourth International Bi-Conference Workshop on Agent-Oriented Information Systems (AOIS-2002), 27-28 May 2002, Toronto (Ontario, Canada) at CAiSE'02.
- [Goldkuhl 1996] Goldkuhl, G., Generic Business Frameworks and Action Modelling. In: Verharen E., Rijst N. van, Dietz J. (eds.) Proceedings of the International Workshop on the Language/Action Perspective on Communication Modeling, Oisterwijk, The Netherlands. 1996.
- [Goldkuhl 1998] Goldkuhl, G., The six phases of Business Processes – Business Communication and the Exchange of Value, Accepted to The 12th Biennial ITS –ITS'98) conference – Beyond convergence, Stockholm. 1998.
- [Goodhue 1995] Goodhue, D.L. Understanding User Evaluations of Information Systems. Management Science (41:12), 1995, pp. 1827-1844.
- [Goodhue and Thompson 1995] Goodhue, D.L. and Thompson, R.L. Task-Technology Fit and Individual Performance. MIS Quarterly (19:2), 1995, pp. 213-236.

- [Goodhue 1988] Goodhue, D.L. Supporting Users of Corporate Data: The Effect of I/S Policy Choices, Unpublished Doctoral Dissertation, Massachusetts Institute of Technology, 1988.
- [Goslar et al. 2004] Goslar, K., Schill, A. Modeling Contextual Information Using Active Data Structures. EDBT Workshops 2004, Heraklion, Crete, Greece, pp. 325-334. 2004.
- [Greenhalgh & Benford 1997] Greenhalgh, C., and Benford, S. Boundaries, awareness and interaction in collaborative virtual environments. In Sixth IEEE Workshops on Enabling Technologies: Infrastructure for Collaborative Enterprises (WETICE), Cambridge, June 1997. IEEE Computer Society.
- [Gregory & Guo 2001] Gregory, S., and Guo, Z. The Architecture of Mobile Agent in Wireless Environment, Macau IT Congress, 2001.
- [Grimm et al. 2004] Grimm, R., Davis, J., Lemar, E., MacBeth, A., Swanson, S., Anderson, T., Bershad, B., Borriello, G., Gribble, S., Wetherall, D.. System support for pervasive applications. ACM Trans. Comput. Syst. 22(4): 421-486 (2004).
- [Guessoum et al. 2004] Guessoum, Z., Rejeb, L., and Durand, R. Using adaptive Multi-Agent Systems to Simulate Economic Models, AAMAS'04, ACM, pp. 68-76, New York City, July 2004.
- [Guinan et al. 1997] Guinan, P.J., Coopridge, J.G., and Sawyer, S. .The Effective Use of Automated Application Development Tools,. IBM Systems Journal (36:1), 1997, pp. 124-139.
- [Gürer et al. 1998] Gürer, D., Lakshminarayan, V., and Sastry, A. An Intelligent Agent-Based Architecture for the Management of Heterogeneous Networks, presented at DSOM '98, Newark, Delaware. 1998.
- [Hadjouni et al. 2005] Hadjouni, M., Tirellil, I., and Laroussi, M. Collaborative Platform for Mobile Learning Based on e-Services. Conference IADIS international "Mobile Learning 2005", Isafas, Borg, Kommers, Bonamo (eds) 28-30 June 2005, Qawra, Malta, pp 226-230.
- [Hartmann & Song 1999] Hartmann, J., and Song, W. Agent technology for future mobile networks. Second Annual UCSD Conference on Wireless Communications in cooperation with the IEEE Communications Society, San Diego, USA, March 1999.
- [Häussler et al. 2003] Häussler J, Jöst M, Zipf A : GIS Support for Multi-Modal Mobile Map Interaction. Poster submission for COIST, Germany, 2003.
- [Hedlund & Nonaka 1993] Hedlund, G. et Nonaka, I., "Models of Knowledge Management in the West and Japan", in: Lorange, B., Chakravarthy, B., Roos, J. and Van de Ven, H. (Eds.), Implementing Strategic Processes, Change, Learning and Cooperation, Macmillan, London, pp. 117-144. 1993.
- [Heeman et al. 1998] Heeman, P. A., Johnston, M., Denney J. and Kaiser, E. Beyond Structured Dialogues: Factoring Out Grounding. Proceedings of the International Conference on Spoken Language Processing (ICSLP-98). Sydney, Australia. 1998.
- [Heitzmann & Dayan 2004] Heitzmann, R. et Dayan, M. Tableau de bord du commerce électronique. Mission pour l'Economie Numérique. Ministère délégué à l'industrie – DiGITIP. Services des études et des statistiques industrielles (Sessi). Avril 2004.
- [Helin et al. 1999] Helin, H., Laamanen, H., and Raatikainen, K. Mobile Agent Communication in Wireless Networks. In Proceedings of the European Wireless'99/ITG'99. pp. 211-216, October 1999.
- [Henricksen et al 2002] Henricksen, K., Indulska, J., and Rakotonirainy, A., Modeling context information in pervasive computing systems. In 1st International Conference on Pervasive Computing, volume 2414 of Lecture Notes in Computer Science, pp 167-180, 2002.
- [Herzog et al. 2003] Herzog, G., Kirchmann, H., Merten, S., Ndiaye, A., Poller, P. MULTIPLATFORM Testbed: An Integration Platform for Multimodal Dialog Systems. German Research Center for Artificial Intelligence. Erwin-Schrödingers-Straße, D-67608 Kaiserslautern, Germany.

Bibliographie

- [Hinz & Zoltan 2004] Hinz, M., Zoltan, F. AMACONT: A System Architecture for Adaptive Multimedia Web Applications. *Berliner XML Tage 2004*: 65-74.
- [Hoffman et al. 1999] Hoffman, D.L., T.P. Novak, et M. Peralta, "Building Consumer Trust Online," *Communications of the ACM*, Vol. 42, No. 4:80-85, April 1999.
- [Holsapple & Joshi 1999] Holsapple, C.W. et Joshi, K.D. Knowledge selection: Concepts, issues, and technologies. In *Handbook on knowledge Management*, J. Liebowitz, Ed. Boca Raton, FL: CRC, pp. 7.1-7.17. 1999.
- [Holsapple & Singh 2000] Holsapple, C. Singh, M., *Electronic Commerce:from a Definitional Taxinomy Towards a Knowledge-Management View*. In *journal of Organizational Computing and Electronic Commerce*, 10(3), pp 149-170. 2000.
- [Holsapple et al. 1999] Holsapple C.W., Joshi, K.D, et Singh, M. Decision support applications in electronic commerce. In *Handbook on Electronic Commerce*, M. Shaw et al., Eds. Berlin, Allemagne : Springer-Verlag, pp. 543-566. 1999.
- [Jalali-Sohi & Baskaya 2001] Jalali-Sohi, M., Baskaya, F., *A multimodal shopping assistant for home E-commerce*, FLAIRS-2001, Key West, Florida, 2001.
- [Jarvenpaa et al. 2003] Jarvenpaa, S.L., Lang, K.R., Takeda, Y., Tuunainen, V.K. *Mobile Commerce at Crossroads*, *Communications of the ACM*, 46, 12, pp. 41-44. December 2003.
- [Jennings & Wooldridge 1998] Jennings, N., and Wooldridge, M. *Applications of intelligent agents*. Chapter 1 in *Agent Technology: Foundations, Applications, and Markets*. Springer, 1998.
- [Joachims et al. 1997] Joachims, T., Freitag, D., and Mitchell, T. *WebWatcher: A tour guide for the World Wide Web*, *Proceedings of International Joint Conference on Artificial Intelligence (IJCAI)*, Nagoya, Aichi, Japan 1997.
- [Jones et al. 2000] Jones, S., Wilikens, M., Morris, P. and Maresa, M. *Trust Requirements in E-Business*, *Communications of the ACM*, vol 43, no. 12. December 2000.
- [Kalakota et al. 1996] Kalakota, R., and Whinston, A.B. *Frontiers of Electronic Commerce*. Addison-Wesley, Reading, MA. 1996.
- [Kalota & Whinston 1996] Kalota, R. et Whinston, A.B., *Fontiers of Electronic Commerce*. Reading, MA: Addison-Wesley, 1996.
- [Keen 1997] Keen, P.G.W. "Are you ready for 'Trust' Economy," *ComputerWorld*, Vol. 31, No. 16:80, April 21, 1997.
- [Koch & Kraus 2003] Koch, N. and Kraus, A. *Towards a Common Metamodel for the Development of Web Applications*. In *Third International Conference on Web Engineering (ICWE 2003)*. J.M. Cueva Lovelle, B.M. Gonzalez Rodriguez, L. Joyanes Aguilar, J.E. Labra Gayo and M.P. Paule Ruiz, editors, LNCS 2722, Springer Verlag, 497-506, July 2003.
- [Kumar 1998] Kulmar, P. *MGMT 539-Electronic commerce course home page*, Iowa State University, Ames. Disponible à l'adresse : <http://www.public.iastate.edu/>. 1998.
- [Lard & Sedogbo 2004] Lard, J., Sedogbo, C. *Architectures Logicielles Appliquées à l'Interaction Personne-Système*. Rencontre Jeunes Chercheurs IHM – Lacanau. 2004.
- [Lard et al. 2004] Lard, J., Sedogbo, C., Bisson, P. *Advances in Software Architecture Design Applied to Human Computer Interaction*. Processing. SIM'04, Semantic Intelligent Middleware for the Web and the grid. Proceeding of ECAI – Workshop. Valencia – Spain. 23-27 August 2004.
- [Lee & Benbasat 2003] Lee, Y.E. and Benbasat, I. *Interface Design for Mobile Commerce*, *Communications of the ACM*, 46, 12, pp. 49-52. 2003.

- [Lefébure & Venturi 2000] Lefébure, R. et Venturi, G., Gestion de la relation client. Panorama des produits et conduite de projets. Eyrolles. Deuxième tirage 2000.
- [Lejeune & Fermé 2001] Lejeune, Y., Fermé, A. Les Web Services. Micro Application. 2001.
- [Levitt 1983] Levitt, T., After the Sale is Over. Harvard Business Review, Vol. 63, No. 5, Sept/Oct, pp. 87-93. 1983.
- [Le Pallec 2002] Le Pallec, X. Des services d'adaptation de modèles pour la coopération de méta-systèmes : application aux groupware flexibles. Thèse de doctorat en informatique. USTL. 2002.
- [Liberty Alliance 2005] Whitepaper on Liberty Protocol and Identity Theft. February 20, 2005.
- [Lohse 2000] Lohse, G., Usability and Profits in the Digital Economy. People and Computers XIV-Usability or else. Proceedings of 200. Sharon Mc Donald, Yvonne Waerm and Gilbert Cockton (Eds). Spring. PP : 3-15. 2000.
- [Maamar et al. 2005] Maamar, Z., Mostéfaoui, S. K., Yahyaoui, H. Toward an Agent-Based and Context-Oriented Approach for Web Services Composition - Appendices. IEEE Trans. Knowl. Data Eng. 17(5). 2005.
- [Maes et al. 1999] Maes, P., Gutmann, R., Moukas, A. Agents that Buy and Sell: Transforming Commerce as we Know It, Communications of the ACM, Vol. 42, No.3, pp.81-91, ACM Press, March 1999.
- [MAIS 2003a] MAIS project. D.7.3.1 Deliverable. Definition of User Typologies. 2003.
- [MAIS 2003b] MAIS project. Report 3.1.1. – The MAIS Reflective Architecture. 2003.
- [MAIS 2003c] MAIS project. Technical report R1.3.1. Model Requirements: Architectural Model, Functional Model, Context Model, Metamodel. 2003.
- [Malek et al. 2006] Malek, J., Laroussi, M., Derycke, A. A Middleware for Adapting Context to Mobile and Collaborative Learning. Conference IEEE Percom 2006, Pisa, Italy, Workshop: Persuasive Learning PerEl'06, 13-17 March 2006, 5 pages.
- [Mamei et al. 2003] Mamei, M., Zambonelli, F., Leonardi, L. Tuples On The Air: A Middleware for Context-Aware Computing in Dynamic Networks. ICDCS Workshops 2003, pp 342-347. 2003.
- [Marvie et al. 2005] Marvie, R., Le Pallec, X., and Tarby, J-C. Defining and Controlling Modeling Processes. Université des Sciences et Technologies de Lille. Working paper. 2005.
- [Mastrogiacommo 2002] Mastrogiacommo, S. Utilisation de zones de travail partagées asynchrones pour améliorer la compréhension mutuelle dans les groupes de projets distribués. Thèse de doctorat en informatique de gestion. Université de Lausanne. Ecole des hautes études commerciales. 2002.
- [Matusov 1996] Matusov, E. Intersubjectivity Without Agreement. In Mind, Culture and Activity. Vol. 3, N°1, pp. 24-45. 1996.
- [McAdam & McCreedy 1999] McAdam, R. et McCreedy, S., A critical review of knowledge management models, The Learning Organization, Vol. 6, No. 3, pp. 91-100. 1999.
- [McLoughlin & Thorpe 1993] McLoughlin, H. et Thorpe, R., "Action learning – a paradigm in emergence: the problems facing a challenge to traditional management education and development", British Journal of Management, No. 4, pp. 19-27. 1993.
- [Meng & Helal 2000] Meng, J. and Helal, S. An Ad-Hoc Workflow System Architecture Based on Mobile Agents and Rule-Based Processing, Proceedings of the 2000 International Conference of Artificial Intelligence (IC'AI2000) Las Vegas, NV June 2000.

Bibliographie

- [Michelson 2005] Michelson, B., Sr. VP and Consultant, Patricia Seybold Group. Service-Oriented World, Cheat Sheet. A Guide to Key Concepts, Technology, and More... Patricia Seybold Group Report. June 2, 2005.
- [Miles et al. 2000] Miles, G.E., A. Howes, and A. Davies, "A Framework for Understanding Human Factors in Web-Based Electronic Commerce, International Journal of Human-Computer Studies, Vol. 52, No. 1:131-163, 2000.
- [Moran & Park 1997] Moran, D., Park, S. Multimodal User Interfaces in The Open Agents Architecture. Proceedings IUI'97 ACM conference, Orlando, Florida, 8p.
- [Nah et Davis 2002] Nah, F. et Davis, S. HCI Research Issues in E-Commerce. The Journal of Electronic Commerce Research, 3 (3), 98-113. 2002.
- [Nielsen & Graham 2005] Nielsen, I., Graham, P. A Simple Secret for Design. Interaction ACM. Intelligent Ambiente, pp. 48-50. 2005.
- [Nielsen & Mack 1994] Nielsen, J., and Mack, R. L. (Eds.). Usability Inspection Methods. John Wiley & Sons, New York, NY, 1994.
- [Nielsen & Tahir 2002] Nielsen, J., Tahir, M. L'art de la page d'accueil : 50 sites web passés au crible. Editions Eyrolles. 2002.
- [Nielsen 1993] Nielsen, J. Usability Engineering. Academic Press, Boston, 1993.
- [Nielsen 1999] Nielsen, J., Who Commits the 'Top Ten Mistakes' of Web Design? Jacob Nielsen's Alertbox, 1999.
- [Nielsen 2000] Nielsen, J. Designing Web Usability: The Practice of Simplicity. New Riders Publishing, Indianapolis, 2000.
- [Nigay & Coutaz 1993] Nigay, L., Coutaz, J. A design space for multimodal interfaces: concurrent processing and data fusion Proceedings of INTERCHI'93, Amsterdam, S. Ashlung, K. Mullet, A. Henderson, E. Hollnagel, T. White Eds., ACM New York Publ., pp. 172-178. 1993.
- [Nigay & Coutaz 1997] Nigay, L., Coutaz, J. Multifeature Systems: The CARE Properties and Their Impact on Software Design. Intelligence and Multimodality in Multimedia Interfaces, AAAI Press (1997).
- [Nigay 1993] Nigay, L. PAC-Amodeus, A Software Architecture Model for Multimodal Systems, In ACM Conference on Human Factors in Computing Systems, INTERCHI'93, Adjunct Proceedings, Amsterdam, S. Ashlung, K. Mullet, A. Henderson, E. Hollnagel, T. White Eds., ACM New York Publ. Avril, 1993.
- [Nigay 1994] Nigay, L. Conception et modelisation logicielles des systemes interactifs : application aux interfaces multimodales. Thèse de doctoraten informatique. Grenoble. 28 janvier 1994.
- [Nigay 1995] Nigay L. MATIS : un système multimodal d'informations sur les transports aériens. In Proceedings of IHM'95, CEPAD Publ. pp. 131-132. 1995.
- [Nigay et al. 1993] Nigay, L., Coutaz, J., Salber, D. MATIS: A Multimodal Airline Travel Information System. European ESPRIT Project Amodeus-2 Technical Report SM/WP 10. 1993.
- [Nigay et al. 1994] Nigay, L., Coutaz, J., Salber, D. Preliminary PAC Analysis of the ECOM Interface, Document du projet AMODEUS 2 WP SM/IR4, mars 1994.
- [Nijsen & Halpin 1989] Nijssen, G.M. and Halpin, T.A., Conceptual Schema and Relational Database Design, Prentice Hall, Sydney. 1989.
- [Nonaka & Konno 1998] Nonaka, I. et Konno, N., The concept of "Ba": Building a foundation for Knowledge Creation, California Management Review, Vol. 40, No. 3, pp. 40-55. 1998.

- [Norman 1993] Norman, D.A. Things That Make Us Smart: Defending Human Attributes in the Age of the Machine. Perseus Books, 1993,
- [Nwana 1996] Nwana, H., Software Agents: An Overview, Knowledge Engineering Review, Vol. 11, No. 3, pp. 1-40, September 1996.
- [Obrenovic & Starcevi 2004] Obrenovic, Z., Starcevi, D. Modeling Multimodal Human-Computer Interaction. IEEE Computer 37(9): pp 65-72. 2004.
- [Ouadou 1994] Ouadou, K. E. AMF : un modèle d'architecture multi-Agents Multi-Facettes pour interfaces homme-machine et les outils associés. Thèse de Doctorat en informatique, Ecole Centrale de Lyon. 1994.
- [Oviatt 1999] Oviatt, S.L. Ten myths of multimodal interaction, Communications of the ACM, Vol. 42, No. 11, November, pp. 74-81. 1999.
- [Oviatt 2003] Oviatt, S.L. Multimodal interfaces. In The Human-Computer Interaction Handbook: Fundamentals, Evolving Technologies and Emerging Applications, J. JACKO AND A. SEARS, Eds. Lawrence Erlbaum Assoc., Mahwah, NJ, chap.14, pp. 286-304. 2003.
- [Oviatt et al. 2003] Oviatt, S.L., R. Coulston, S. Tomko, B. Xiao, R. Lunsford, M. Wesson, L. Carmichael, Toward a Theory of Organized Multimodal Integration Patterns during Human-Computer Interaction, Proceedings of the International Conference on Multimodal Interfaces, Vancouver, ACM Press, pp. 44-51. 2003.
- [Paek & Horvitz 2000] Paek, T. and Horvitz, E. Grounding Criterion: Toward a formal Theory of Grounding, Technical Report MSR-TR-2000-40. Microsoft Research. 2000.
- [Paik & Benatallah 2002] Paik, H-Y., Benatallah, B. Building Adaptive E-Catalog Communities Based on User Interaction Patterns. IEEE Intelligent Systems 17(6): 44-52. 2002.
- [Pallos 2001] Pallos, M. Service Oriented architecture: A Primer, EAI Journal, December 2001.
- [Parlay 2005] Published By The Parlay Group and written in collaboration with Ericsson AB, Montreal, Canada. Parlay Business Values: Parlay/OSA — A Key Element of Modern Service Delivery Platforms. January 2005.
- [Parvatiyar & Sheth 2000] Parvatiyar, A., et Sheth, J.N. The Domain and Conceptual Foundations of Relationship Marketing, in: Sheth, J.N. and Parvatiyar, A. (Eds.), Handbook of Relationship Marketing, Sage Publications, Londre. 2000.
- [Paternö & Mancini 2000] Paternö, F. Mancini, C. Model-Based Design of Interactive Applications. In Intelligence, pp. 27-37. winter 2000.
- [Paternö et al. 1997] Paternö, F., Mancini, C., Meniconi, S., ConcurTaskTrees: A Diagrammatic Notation for Specifying Task Models. Proceedings Interact'97, pp.362-369, July'97, Sydney, Chapman&Hall.
- [Pazzani & Billsus 1999] Pazzani, M.J., Billsus, D. Adaptive web site agents. Proceedings of the third annual conference on Autonomous Agents, p.394-395, April 1999, Seattle, Washington, United States.
- [Peppers & Rogers 1997] Peppers, D., Rogers, M. The one to one future: Building relationships one customer at a time. New York: Doubleday. 1997.
- [Peppers & Rogers 1998] Peppers, D., Rogers, M. Le One-to-One: Valorisez votre Capital-client. Les Editions d'Organisation, Paris. 1998.
- [Peppers & Rogers 1999] Peppers, D. Rogers, M. Dorf, B. The One-to-One fieldbook: the Complete Toolkit of a 1to1 Marketing Program. Doubleday, Random House, NY. 1999.
- [Perkowitz & Etzioni 1998] Perkowitz, M., and Etzioni, O. Adaptive web sites: Automatically synthesizing web pages, in Proc. AAAI98, 1998.

Bibliographie

- [Peter & Vantroys 2005] Peter, Y., Vantroys, T. Platform Support for Pedagogical Scenarios. *Educational Technology & Society*, Volume 8, Issue 3, 2005. Special Issue on "Authoring of Adaptive Hypermedia".
- [Petit-Rozé 2003] Petit-Rozé C. Organisation multi-agents au service de la personnalisation de l'information, application à un système d'information multimodale pour le transport terrestre de personnes. Thèse de Doctorat en informatique, Université de Valenciennes et du Hainaut-Cambrésis, Valenciennes, janvier. 2003.
- [Pinsdorf 2002] Pinsdorf, U. Travelling Actors - Multimodal Interaction with Mobile Agents . In Proceedings of 10th International Conference on Software, Telecommunications & Computer Networks (SoftCOM 2002), pages 355-360, IEEE Communication Society, Ministry of Science and Technology Republic of Croatia and University of Split, R. Boskovic, HR-21000 Split, Croatia, October 2002.
- [Pivk & Gams 2000] Pivk, A. and Gams, M. Intelligent Agents in E-commerce. *Electrotechnical Review*, Vol. 67(5), pp. 251-260, 2000.
- [Polanyi 1966] Polanyi, M., *The Tacit Dimension*, Doubleday, New York, 1966.
- [Preist et al. 2001] Preist, C. and Byde, A. and Bartolini, C. and Piccinelli, G. Towards Agent-based Service Composition through Negotiation in Multiple Auctions. Technical Report. HP Technical Report. 2001.
- [Preist et al. 2003] Preist, C., Bartolini, C., and Byde, A. Towards Agent-based service composition through negotiation in multiple auctions. Technical report, HP Labs. 17 pages. 2002.
- [Probst et al. 1999] Probst, G. J. B., Raub, S. et Romhardt, K., *Wissen managen - Wie Unternehmen ihre wertvollste Ressource optimal nutzen*, 3. ed., Gabler, Wiesbaden, 1999.
- [Raatikainen et al. 2002] Raatikainen, K., Christensen, H. B., Nakajima, T. Application Requirements for Middleware for Mobile and Pervasive Systems. *ACM SIGMOBILE Mobile Computing and Communications Review*, 6, 4 (Oct 2002) pp. 16 - 24.
- [Rao & Minakakis 2003] Rao B. and Minakakis L. Evolution of mobile location-based services. *Commun. ACM*, 46(12):61-65, 2003.
- [Raoul 2002] Raoul, C., *Introduction à la gestion des connaissances et des competences*. Knowledge Management. Vinci Consulting. http://www.vinci-consulting.com/publications/Document/sor0101a_univ_paris_panth%E9on_sorbonne.pdf.
- [Rhodes & Starner 1996] Rhodes, B., and Starner, T. Remembrance agent: A continuously running automated information retrieval system, in Proc. First Int. Conf. The Practical Application of Intelligent Agents and Multi Agent Technology, pp. 487-495, 1996.
- [Rickel & Johnson] Rickel, J., Johnson, L. Animated Agents for Procedural Training in Virtual Reality: Perception, Cognition, and Motor Control, in: *Applied Artificial Intelligence* 13, pp. 343-382, 1999.
- [Romano & Fjermestad 2003] Romano, N. C. and Fjermestad, J., *Electronic Commerce Customer Relationship Management: A Research Agenda*, *Information Technology and Management*, Vol. 4, 2003, pp. 233-258.
- [Roth et al. 2000] Roth, V., Jalali, M., Hartmann, R., and Roland, C. An Application of Mobile Agents as Personal Assistants in Electronic Commerce. In Proc. 5th Conference on the Practical Application of Intelligent Agents and Multi-Agents (PAAM 2000) (Manchester, UK, April 2000), pp. 21-132.
- [Rouillard 2000] Rouillard, J. *Hyperdialogue sur Internet. Le système HALPIN*. Thèse de doctorat en Informatique. UJF, Grenoble. 11 janvier 2000.
- [Rouillard 2002] Rouillard, J. A multimodal E-commerce application coupling HTML and VoiceXML, WWW 2002, The Eleventh International World Wide Web Conference, Waikiki Beach, Honolulu, Hawaii, USA, 2002.
- [Rouillard 2003] Rouillard, J., *HCI International 2003, Plastic ML and its toolkit*, Heraklion, Crete, Greece, Volume 4, pp. 612-616, 2003.

- [Rouillard 2004] Rouillard, J. VoiceXML. Le langage d'accès à Internet par téléphone. Eds Vuibert. Paris, 2004.
- [Rouillard & Truillet 2005] Rouillard, J., Truillet, P. Enhanced VoiceXML, HCI International 2005, Las Vegas.
- [Rouiller et al. 2000] Rouiller, A., Silva R., and Meira, L. An Agent-Based Foundation for Adaptive Multi-Company WFMS, Proceedings of the 2000 International Conference of Artificial Intelligence (IC'AI2000), Las Vegas, NV June 2000.
- [Rust & Kannan 2003] Rust, R. Kannan, P.K. E-service: a New Paradigm for Business in the Electronic Environment. Communication of the ACM, June 2003, vol. 46, N°6, pp 37-42.
- [Salt 2002] Speech Application Language Tags (SALT). 1.0 Specification, SALT Forum. <http://www.saltforum.org/>, 15 juillet 2002.
- [Samaan & Tarpin-Bernard 2004] Samaan K., Tarpin-Bernard, F. Task models and Interaction models in a Multiple User Interfaces generation process. 3rd International SIGCHI Workshop on Task Models and Diagrams for user interface design (TAMODIA). Prague, République tchèque, 15-16 nov. 2004.
- [Sanneck et al. 2001] Sanneck, H., Berger, M., and Bauer, B. Application of agent technology to next generation wireless/mobile networks. In Proceedings of the Second World Wireless Research Forum, Helsinki, Finland, May 2001.
- [Sarker & Wells 2003] Sarker S. and Wells J. P., Understanding: Mobile handheld device use and adoption., in Communications of the ACM, vol. 46: Association for Computing Machinery, pp. 35-40. 2003.
- [Satyanarayanan 2001] Satyanarayanan, M. Pervasive Computing: Vision and Challenges, IEEE Personal Communications, pp. 10.17. August 2001.
- [Schiaffino & Amandi 2004] Schiaffino S., Amandi A. User-Interface agent interaction : Personalization Issues, International journal of Human-computer studies vol 60, pp. 129-148, 2004.
- [Scholer et al. 2000] Scholer, A.; Angros, R., Jr.; Rickel, J.; and Johnson, W. L. Teaching Animated Agents in Virtual Worlds. Paper presented at the AAAI Spring Symposium on Smart Graphics, Stanford, California. 2000.
- [Sedogbo 2004] Sedogbo, C. Human-system Interaction Container Paradigm - Sedogbo, Grisvard, Praud – Thales. <http://www.w3.org/2004/02/mmi-workshop/>. 2004.
- [Shani & Chalasani 1992] Shani, D., et Chalasani, S. Exploiting niches using relationship marketing, The Journal of Consumer Marketing, Vol. 9, No 3, pp. 33-42. 1992.
- [Shaw et al. 2000] Shaw, M., Blanning, R., Strader, T., Whinston, A. (Editors) Handbook of Electronic Commerce, 2000 Springer.
- [Short et al. 1976] Short, J., Williams, E. and Christie B. (1976). The Social Psychology of Telecommunications. New York: Wiley. 1976.
- [Singh & Huhns 1999] Singh, M. and Huhns, M. Multiagent Systems for Workflow, International Journal of Intelligent Systems in Accounting, Finance and Management, Volume 8, pp. 105-117. 1999.
- [Singh et al. 2003] Singh, K., Nambi, A., and Schulzrinne, H. Integrating VoiceXML with SIP services, ICC 2003 - Global Services and Infrastructure for Next Generation Networks, Anchorage, Alaska, May 2003.
- [SMIL1 2001] Synchronized Multimedia Integration Language (SMIL 2.0). Recommendation, W3C SYMM Working Group. <http://www.w3.org/TR/2001/REC-smil20-20010807/>. Aout 2001.
- [SMIL2 2005] Synchronized Multimedia Integration Language (SMIL 2.0). Recommendation, W3C SYMM Working Group. <http://www.w3.org/TR/2005/REC-SMIL2-20050107/>. Janvier 2005.
- [Srivastava & Koehler 2003] Srivastava, B., Koehler, J. ICAPS 2003 Workshop on Planning for Web Services, pp 28-35, Trento, Italy, June 2003.

Bibliographie

- [SSML 2002] Speech Synthesis Markup Language Specification. Working Draft, 5 W3C Voice Browser Working Group. <http://www.w3.org/TR/2002/WD-speech-synthesis-20020405/>, avril 2002.
- [Stafford & Thomas 2003] Stafford, T.F., et Gillenson, M.L. Mobile Commerce: What It Is and What It Could Be, *Communications of the ACM*, 46, 12, pp. 33 – 34. 2003.
- [Seffaf & Javahery 2004] Seffaf, A., Jahavary, H. .Multiple User Interfaces: Multi-Devices, Cross-Platform and Context-Awareness. Ahmed Seffaf, Homa Javahery (eds), John Wiley, 2004.
- [Straub et al 1997] Straub, D., Keil, M., and Brenner, W. .Testing the Technology Acceptance Model Across Cultures: A Three Country Study. *Information & Management* (33:1), pp. 1-11. 1997.
- [Tarasewich 2003] Tarasewich, P, Designing Mobile Commerce Applications. *Communications of the ACM*, 46, 12, PP. 57-60, 2003.
- [Tarumi et al. 1997] Tarumi, H., Kida, K., Ishiguro, Y., Yoshifu, K., and Asakura, K. WorkWeb System --- Multi-Workflow Management with a Multi-Agent System, *Proceedings of ACM International Conference on Supporting Group Work (Group'97)*, pp. 299-308. Nov. 1997.
- [Thanh et al. 2002] Do Van Thanh, Erik Vanem, Tore E. Jonvik, Do Van Tran. Extending the « Always-on » Concept to Heterogeneous Devices. ISSLS 14-18 April 2002, SEOUL, KOREA.
- [Thévenin 2001] Thévenin, D. Adaptation en Interaction Homme-Machine : le cas de la plasticité, Thèse de doctorat, Grenoble en informatique. 2001.
- [Thompson et al. 1994] Thompson, R.L., Higgins, C.A., and Howell, J.M. Influence of Experience on Personal Computer Utilization: Testing a Conceptual Model,. *Journal of Management Information Systems*, 1994, pp. 167-187.
- [Traum 1998] Traum D. R. On Clark and Schaefer's Contribution Model and its applicability to Human-Computer Collaboration, In *proceedings of COOP'98 Workshop on Use of Clark's Models of Language for the design of Cooperative Systems*, May 1998.
- [Traum 1999] Traum D. R.. Computational Models of Grounding in Collaborative Systems. In *working notes of AAAI Fall Symposium on Psychological Models of Communication*, p. 124-131, November, 1999.
- [Tsutsui et al. 2002] Tsutsui, T., Saeyor, S., and Ishizuka, M. MPML: A multimodal presentation markup language with character agent control functions. In: *Proceedings of WebNet 2000 World Conference on the WWW and Internet*. San Antonio, TX. <http://www.miv.t.utokyo.ac.jp/papers/santiWebNet2000.pdf>, 2002.
- [UIMS 92] The UIMS Workshop Tool Developers : A Metamodel for the Runtime Architecture of an Interactive System, *SIGCHI Bulletin*, 24, 1, (Janvier 1992), pp. 32-37. 1992.
- [van Duyne et al. 2002] van Duyne, D., Landay, J., Hong, J. The Design of Sites : Patterns, Principles, and Processes for Crafting. July 2002. Addison-Wesley, 75 Arlington Street, Suite 300, Boston, MA 0211.
- [van Welie & van der Veer 2003] van Welie, M. van der Veer, G.C. Pattern Languages in Interaction Design: Structure and Organization. In: *Proceedings of Interact '03*, 1-5 September, Zürich, Switzerland, Eds: Rauterberg, Menozzi, Wesson, pp. 527-534, IOS Press, Amsterdam, The Netherlands. 2003.
- [van Welie 2001] van Welie, M., Task-based User Interface Design. Ph.D. Thesis, SIKS Dissertation Series No. 2001-6.
- [Vanem et al. 2002] Vanem, E., Dao Van Tran, Tore E. Jonvik, Do Van Thanh, The Device Unifying Service for Intelligent User Support and Automatic Device Configuration. ISSLS 14-18 April 2002, SEOUL, KOREA.
- [Vanem et al. 2003] Erik Vanem, Dao Van Tran, Pal Lokstad, Tore E. Jonvik, Do Van Thanh : Virtual Terminal as an XML Web Service *Proceedings of The Third International Workshop on Web Based Collaboration (WBC 2003)*, Prague, Czech Republic, Sept 1-5, 2003. pp. 225-229.

- [Vantroys 2003] Vantroys, T. Du langage métier au langage technique, une plate-forme flexible d'exécution de scénarios pédagogiques. Thèse de doctorat en informatique, USTL. 2003.
- [Veijalainen et al. 2003] Veijalainen, J., Terziyan, V., Tirri, H. Transaction Management for M-Commerce at a Mobile Terminal. HICSS-36 conference, Minitrack on Mobile E-commerce. Hawaii Jan 6-11, IEEE CS. 2003.
- [Viswanath et al. 2003] Viswanath V., Ramesh, V. et Massey, A.P. Understanding usability in mobile commerce. *Communication of the ACM*, 46, 12, pp.53-56. 2003.
- [VoiceXML 2004] Voice Extensible Markup Language (VoiceXML) Version 2. Working Draft, W3C Voice Browser Working Group. <http://www.w3.org/TR/voicexml20/>, march 2004.
- [von Foerster 1984] von Foerster, H., "Principles of self-organization in socio-managerial context", in: Ulrich, H. and Probst, G. J. B. (Eds.), *Self-organization and Management of Social Systems*, Springer-Verlag, Berlin, pp. 2-24. 1984.
- [Wahlster 2003] Wahlster, W. SmartKom: Modality Fusion for a Mobile Companion based on Semantic Web Technologies. Cyber Assist Consortium Second International Symposium - Information Environment for Mobile and Ubiquitous Computing Era. Tokyo, 25 March 2003.
- [Wahlster et al. 2001] Wahlster, W., Reithinger, N., and Blocher, A. SmartKom: Towards Multimodal Dialogues with Anthropomorphic Interface Agents, SmartKom project, <http://www.smartkom.org/reports/Report-NR-15.pdf>. 2001.
- [Watzlawik et al. 1967] Watzlawik, P., Beavin, J. H. et Jackson, D. D., *Pragmatics of Human Communication: A Study of Interactional Patterns, Pathologies, and Paradoxes*, W. W. Norton & Company, New York, London, 1967.
- [Weiser 1991] Weiser, M. The Computer for the Twenty-First Century, *Scientific American*, pp. 94.104. 1991.
- [Weiser 1993] Weiser, M. Some Computer Science Issues in Ubiquitous Computing, *Communications of the ACM*, pp. 74.84. 1993
- [Wiig 1995] Wiig, K. M., *Knowledge Management A Trilogy – Volume 3. Knowledge Management Methods: Practical Approaches to Managing Knowledge*, Schema Press, Arlington, 1995.
- [Wingland 1997] Wingand R.T., *Electronic commerce: Definition, theory, and context*. The Information Society, vol. 13, no. 1, pp. 1-15, 1997.
- [Wooldridge & Jennings 1995] Wooldridge, M., Jennings, N. R. *Intelligent Agents: theory and Practice*. In *Knowledge Engineering Review* 10(2), 1995.
- [WSUI 2002] Web Service User Interface 1.0. Working Draft. July 26, 2002.
- [WSXL 2002] Web Service Experience Language. Version 2. IBM Note. 10 April 2002
- [X+V 2004] XHTML+Voice Profile 1.2. W3C working drafts <http://www.voicexml.org/specs/multimodal/x+v/12/>. Mars 2004.
- [Zacklad 2005] Zacklad, M. Transactions communicationnelles symboliques : innovation et création de valeur dans les communautés d'action. Article, A paraître in, Lorino, P., Teulier, R. (2005), « Entre la connaissance et l'organisation, l'activité collective », Maspéro, Paris. 30 janvier 2005.
- [Yang et Papazoglou 2000] Yang, J., Papazoglou, M.P. Interoperation support for Electronic Business, *Communications of the ACM*, vol. 43, no. 6. 2000.
- [Zeng et al. 2003] Zeng, L., Benatallah, B., Lei, H., Ngu, A., Flaxer, D., Chang, H. Flexible Composition of Enterprise Web Services, *Electronic Markets - The International Journal of Electronic Commerce and Business Media*, Vol. 13(2), 2003.

Webographie

[CC/PP] <http://www.w3.org/Mobile/CCPP/>

[Cocoon] <http://cocoon.apache.org/fr/>

[Contact Multicanal] http://www.noticias.info/Archivo/2004/200410/20041014/20041014_36204.shtm

[CORBA] <http://www.corba.org/>

[COUCOU] <http://www.idylic.com/us/index.htm>

[DI] <http://www.w3.org/2001/di/>

[Elan] <http://www.elan.fr/>

[EMMA 1] <http://www.w3.org/TR/emma/>

[Ernie] <http://ernie.ey.com>

[FT] <http://www.francetelecom.com/fr/>

[Idylic] <http://www.idylic.com/us/index.htm>

[InkML] <http://www.w3.org/TR/2004/WD-InkML-20040928/>

[Irepp] http://www.irepp.com/article.php3?id_article=70

[ISTAG] <http://www.cordis.lu/ist/istag.htm>

[JADE] <http://JADE.tilab.com/>

[JADE-Servlet] <http://www.idylic.com/us/index.htm>

[Joupi] <http://www.joupi.com>

[Kirusa] <http://www.kirusa.com>

[MAIS] <http://black.elet.polimi.it/mais/>

[MatchWare] <http://www.matchware.com/>

[OMA] <http://www.openmobilealliance.org/>

[OOHDM] <http://www.telemidia.puc-rio.br/oohtm/oohtm.html>

[Parlay] <http://www.parlay.org/>

[RDF] <http://www.w3.org/RDF/>

[RTPDOC] <http://rtp-doc.enssib.fr/>

[Siebel] <http://Siebel.com>

[Sight Up] <http://www.sightup.com/>

[SmartKom] <http://www.smartkom.org/>

[Telisma] <http://www.telisma.com/>

Webographie

[Vocal] <http://www.01net.com/article/article/185407.html>

[W3C] <http://www.w3c.org/>

[Wiziway] <http://www.wiziway.com/>

[WML] <http://www.officieldunet.com/index.php?pid=243>

[WSIA] <http://www.oasis-open.org>

[X+V] <http://www-128.ibm.com/developerworks/library/wi-xvlanguage/>

[XHTML] <http://www.w3.org/TR/xhtml1/>

[XML] <http://xmlfr.org/>

[XSL] <http://www.w3.org/Style/XSL/>

Table des Figures

Figure 1 : Schématisation du projet de plate-forme d'expérimentation global	13
Figure 2 : Schématisation de notre démarche scientifique tout au long de la thèse	16
Figure 3 : légende de la Figure 2.....	16
Figure 4 : cinq perspectives sur le e-Commerce (source [Holsapple and Singh 2000]).....	22
Figure 5 : Représentation simplifiée du e-Commerce.....	28
Figure 6 : Le modèle d'interaction métier BAT'98 (source [Goldkuhl 1996], [Goldkuhl 1998]).....	30
Figure 7 : Un extrait du pattern de l'expérience du BtoC (source [van Welie et van der Veer 2003]).....	32
Figure 8 : Un langage partiel de pattern pour la conception de site Web (centré autour du "shopping") (source [van Welie et van der Veer 2003]).....	33
Figure 9 : Comportement d'un automate (transactionnel) lorsqu'un client commande un produit dans le cas du marketing direct proposé par le groupe 3 Suisses International.....	37
Figure 10 : Modélisation du service « remplissage panier » à l'aide de l'outil CTTE utilisant CCT [Paternö et al. 1997]	40
Figure 11 : Légende pour la lecture des modélisations CTT.....	40
Figure 12 : Les hypothèses à retenir du chapitre 1	49
Figure 13 : L'Interaction client - organisation via une architecture multicanale	66
Figure 14 : Exemple d'architecture d'un serveur VoiceXML.....	68
Figure 15 : Architecture du langage X+V [X+V 2004].....	71
Figure 16 : Représentation des différents langages présentés (adaptée de différentes sources de www.w3c.org).....	73
Figure 17 : Schéma des tâches à effectuer	75
Figure 18 : Spécification XML de la tâche de livraison.....	76
Figure 19 : Les hypothèses à retenir du chapitre 2.....	80
Figure 20 : Schématisation de l'interaction à plus ou moins gros grain	92
Figure 21 : Le continuum de la richesse des médias adapté de [Daft & Lengel 1984]	99
Figure 22 : Taxinomie de l'espace problème.....	105
Figure 23 : La partie réseau d'un canal.....	106
Figure 24 : La partie DU d'un canal.....	108
Figure 25 : La partie Interaction de la taxinomie	110
Figure 26 : Partie personne de la taxinomie	112
Figure 27 : Une vue étendue de la taxinomie et des études transverses qui la composent.....	113
Figure 28 : Ontologie du monde des tâches (source [van Welie 2001])	114
Figure 29 : Scénario utilisé par K. Henricksen pour le modéliser ensuite (source [Henricksen et al. 2002])	115
Figure 30 : Modélisation du contexte pour le scénario étudié (source [Henricksen et al. 2002])	116
Figure 31 : Classification pour les associations de contexte (source [Henricksen et al. 2002]).....	116
Figure 32 : Contraintes structurelles sur les associations de contexte (source [Henricksen et al. 2002])	117
Figure 33 : Légende indiquant les symboles utilisés pour les différentes associations et contraintes (source [Henricksen et al. 2002]).....	117
Figure 34 : Modèle ontologique simplifié de l'intermédiation dans le cadre de l'infrastructure UMR avec le formalisme ORM	119
Figure 35 : L'environnement technique SOA (source [Michelson 2005]).....	128
Figure 36 : Vue systémique centrée utilisateur de l'infrastructure logicielle UMR.....	137
Figure 37: Vue synthétique de l'architecture logicielle UMR	138
Figure 38 : typologie basée sur la dimension d'attribut primaire de Nwana source [Nwana 1996].....	140
Figure 39 : Architecture mise en place pour supporter des applications VoiceXML.....	159
Figure 40 : Réalisation de notre démonstrateur par étapes successives	160
Figure 41 : Communication entre une servlet et la plate-forme JADE (Source [JADE-Servlet]).....	161
Figure 42 : Diagramme de séquence représentant le fonctionnement des agents ramasse miette et agent ramasse miette réveil	162
Figure 43 : Architecture WAP schématisée	164
Figure 44 : Multicanalité synchrone.....	165
Figure 45 : Vue globale, non formelle, de la structure du démonstrateur	167
Figure 46 : Diagramme de classe simplifié du démonstrateur	169
Figure 47 : Diagramme de classe détaillé des Composants	170
Figure 48 : Diagramme de Collaboration du démonstrateur	171
Figure 49 : Diagramme d'activités de l'enchaînement des différents e-Services interactifs.....	173
Figure 50 : Diagramme de séquence représentant les échanges entre les canaux et le serveur UbiLearn.....	174

Table des Figures

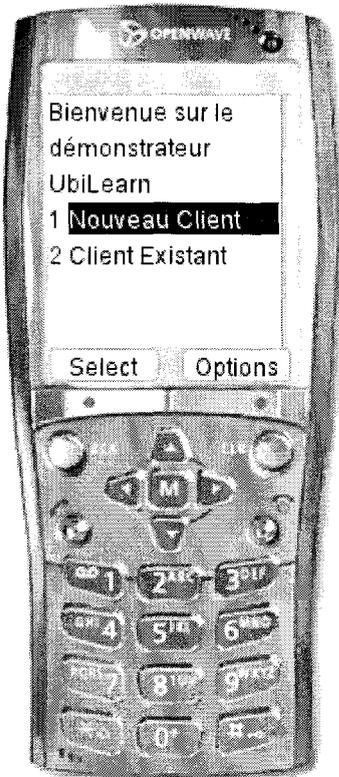
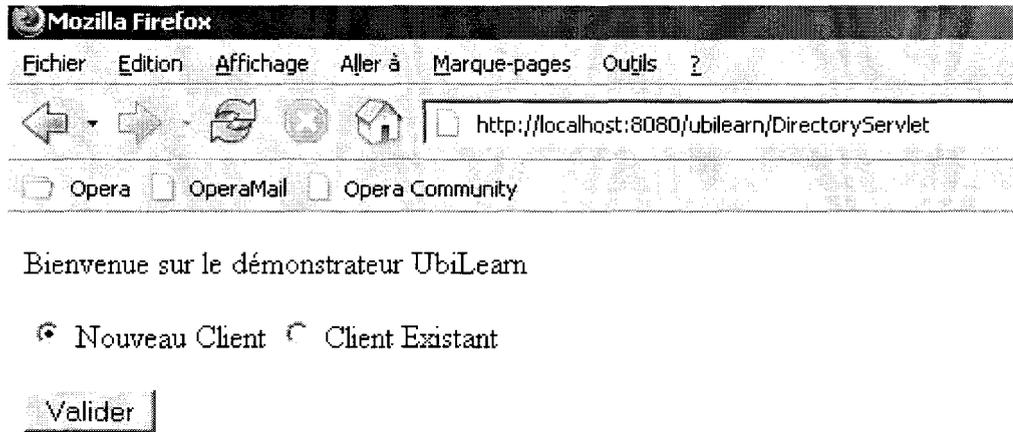
Figure 51 : Représentation d'une rupture et d'une récupération de l'interaction avec un diagramme de séquence	175
Figure 52 : Diagramme de séquence représentant le fonctionnement du service Authentification.....	176
Figure 53 : Transformation par étapes successives (via un pipeline) dans le projet AMACONT (source [Hinz & Zoltan 2004])	195
Figure 54 : Exécution du service Frontal sur le Web, le WAP et le Vocal	231
Figure 55 : Exécution du service Nouveau Client sur le Web, le WAP et le Vocal.....	232
Figure 56 : Exécution du service Authentification sur le Web, le WAP et le Vocal.....	233
Figure 57 : Exécution du service Nouveau Client sur le Vocal.....	233
Figure 58 : Exécution du service Remplissage Caddie sur le Web, le WAP et le Vocal	234
Figure 59: Exécution du service Visualisation Caddie sur le Web, le WAP et le Vocal	235
Figure 60 : Exécution des services Ajout et suppression produit sur le Web, le WAP et le Vocal.....	236
Figure 61 : Exécution du service Paiement sur le Web, le WAP et le Vocal.....	237
Figure 62 : Exécution du service Paiement sur le Web, le WAP et le Vocal.....	237
Figure 63 : Exécution du service Fin sur le Web, le WAP et le Vocal	238
Figure 64 : Catalogue disponible sur le canal Web.....	239
Figure 65 : Identification via le canal Web	241
Figure 66 : Commande via le Web	242
Figure 67 : Commande par la voix (téléphone).....	243
Figure 68 : Livraison par le canal WAP.....	244
Figure 69 : Exemple d'utilisation (tâche de paiement) du prototype en multicanal avec le téléphone, le Web et le WAP.....	245

Liste des Tableaux

Tableau 1 : Les différentes phases en e-Commerce (d'un client)	35
Tableau 2 : Récapitulatif des différents cas de figure présents dans nos cinq scénarios	56
Tableau 3 : Services proposés par les différentes enseignes	63
Tableau 4 : Récapitulatif des différents langages pour le MMI	72
Tableau 5 : Répartition des hypothèses de travail par domaine	87
Tableau 6 : Regroupement des hypothèses et synthèse	89
Tableau 7 : Contraintes liées à une communication entre deux personnes A et B.	94
Tableau 8 : Coûts liés à une communication entre deux personnes	95
Tableau 9 : caractéristiques de différents médias	100
Tableau 10 : Relations entre les différentes propriétés issues des différents concepts et théories	101
Tableau 11 : Application des propriétés du cadre théorique au scénario 1	103
Tableau 12 : Les objectifs du modèle d'architecture logicielle PAC	143
Tableau 13 : Synthèse des avantages à utiliser un SMA pour implémenter notre démonstrateur	148
Tableau 14 : Les trois versions du système SmartKom 2.0	189
Tableau 15 : Tableau récapitulatif de la comparaison entre les plates-formes étudiées et notre démonstrateur .	193
Tableau 16 : Les fonctionnalités évaluées du démonstrateur (ébauche d'une grille pour l'évaluation de notre infrastructure).....	197

ANNEXE 1

Visualisation des différents services du démonstrateur sur les différents canaux disponibles



Machine : Bienvenue sur le démonstrateur UbiLearn.
M : Si vous êtes un client existant, dites client existant, sinon dites nouveau client.
Utilisateur : Nouveau client

Figure 54 : Exécution du service Frontal sur le Web, le WAP et le Vocal

Mozilla Firefox

Fichier Edition Affichage Aller à Marque-pages Outils ?

http://localhost:8080/ubilearn/DirectoryServlet?idSession=2&idUtilisateur=-1&canal=WEB&serviceLance=Service-Frontal&

Opera OperaMail Opera Community

Nouveau client

Votre numéro d'abonné

Votre mot de passe

Votre prénom

Votre nom

Votre sexe

Votre langue

Votre date de naissance

OPERA

Votre numéro d'abonné

Votre mot de passe

Edit Options

OPERA

Votre prénom

Votre nom

Votre sexe

Edit Options

OPERA

Votre sexe

Votre langue

Votre date de

Edit Options

OPERA

Votre langue

Votre date de naissance

Valider Options

M : Tapez un numéro d'identification à neuf chiffres sur le clavier de votre téléphone.
 C : 123456789.

M : Tapez un code secret de quatre chiffres minimum
 U : 1234

M : Prononcez votre prénom
 U : Vincent

M : Prononcez votre nom
 U : Chevrin

M : Donnez votre sexe. Dites M si vous êtes un homme, F, sinon.
 U : M

M : Quelle est votre langue préférée ? Dites français pour français, anglais pour anglais.
 U : Français

M : Quelle votre date de naissance ? Par exemple : 14 6 1985
 U : 26 9 1977

M : Validez-vous ce formulaire ?
 U : Oui

Figure 55 : Exécution du service Nouveau Client sur le Web, le WAP et le Vocal

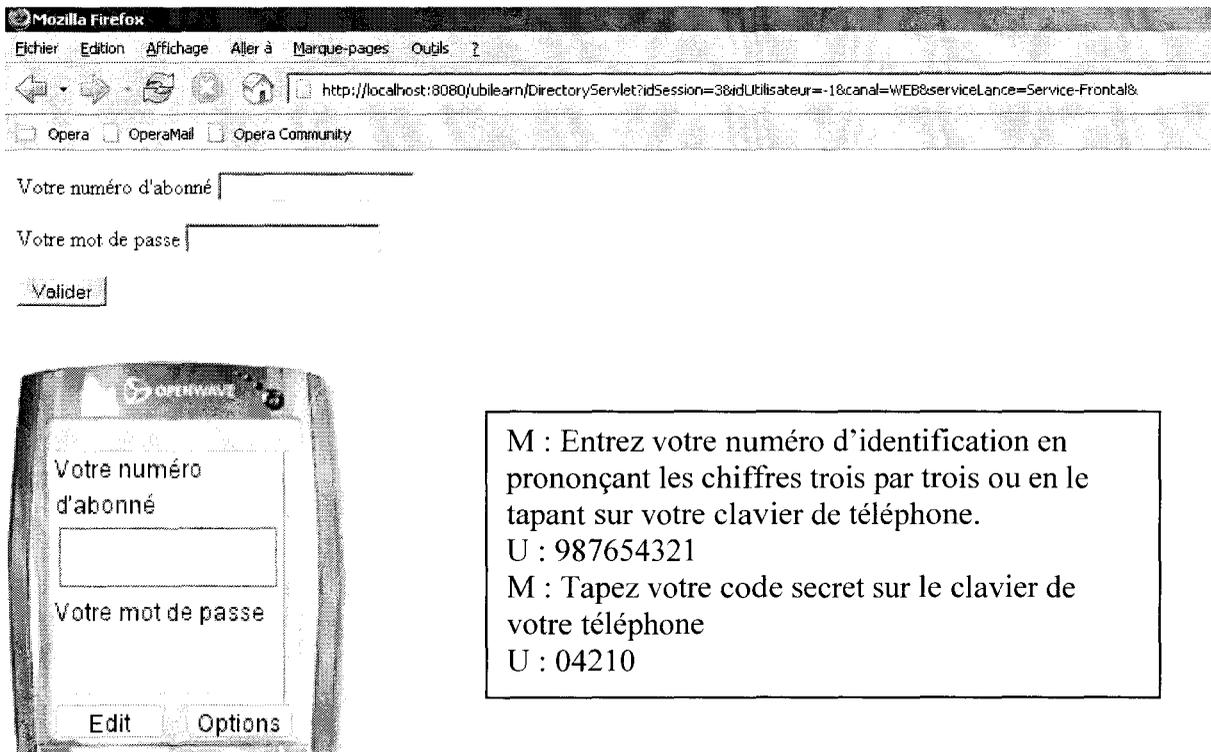


Figure 56 : Exécution du service Authentification sur le Web, le WAP et le Vocal

Remarque sur la Figure 55 : Nous avons rendu ce service indisponible sur le canal vocal pour des raisons ergonomiques. Il semble assez difficile et laborieux de remplir un tel formulaire via un automate vocal. Si le client désire tout de même effectuer ce service par le canal vocal, il sera automatiquement routé vers une conseillère « humaine ». Donc, si le client est sur le canal vocal et qu'il dit être nouveau client, nous aurons un dialogue similaire à celui de la Figure 57.

M : Vous êtes un nouveau client. Pour vous enregistrer nous devons vous mettre en relation avec l'une de nos conseillères. Désirez-vous être mis en relation avec l'une de nos conseillères ?
 U : Oui

Figure 57 : Exécution du service Nouveau Client sur le Vocal

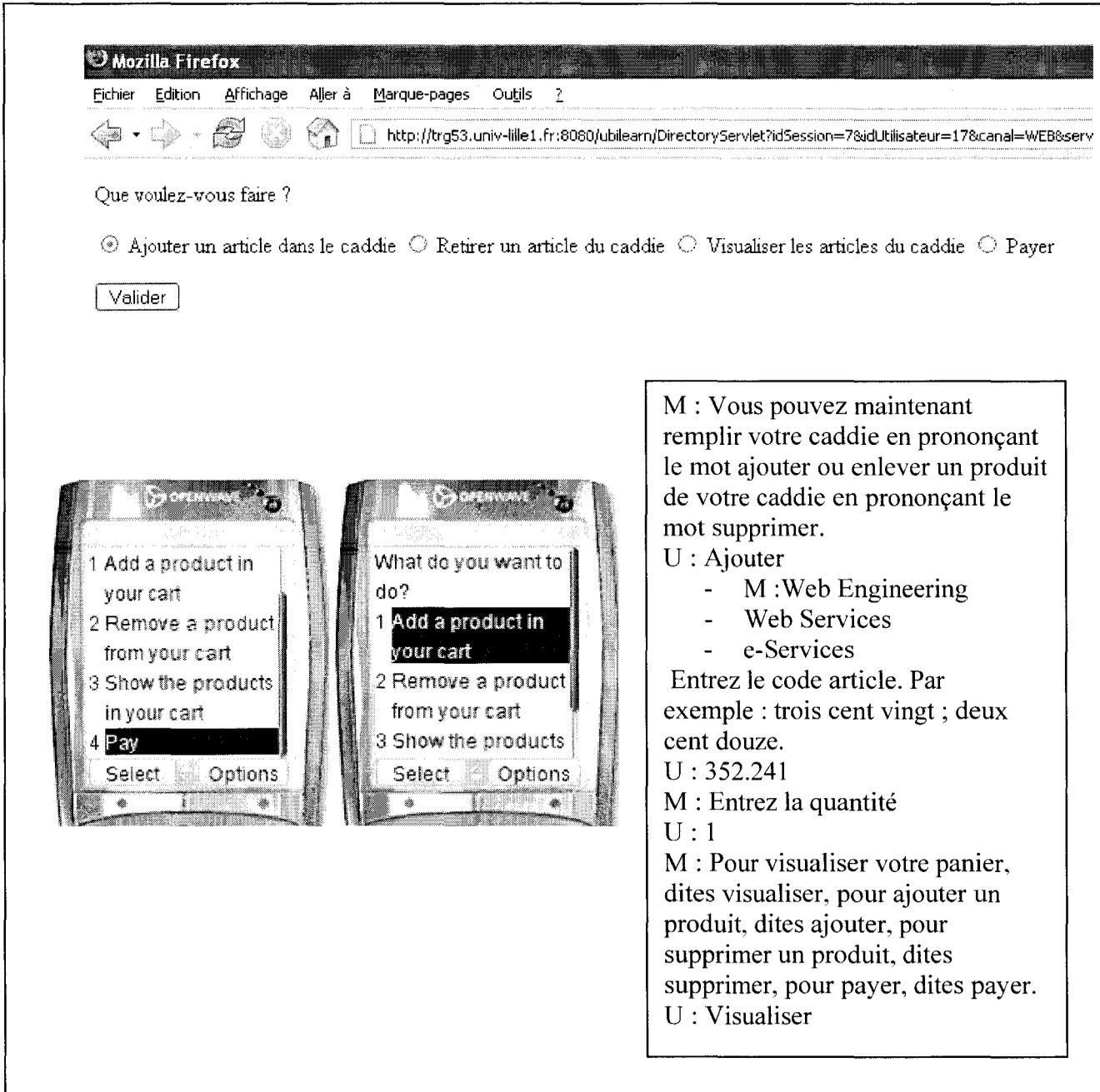


Figure 58 : Exécution du service Remplissage Caddie sur le Web, le WAP et le Vocal

Comme nous l'avons vu précédemment, le contexte est différent dans les trois cas de figure de la Figure 58. Pour le WAP et le Web, le client a choisi la langue anglaise, pour le vocal, il a choisi la langue française.

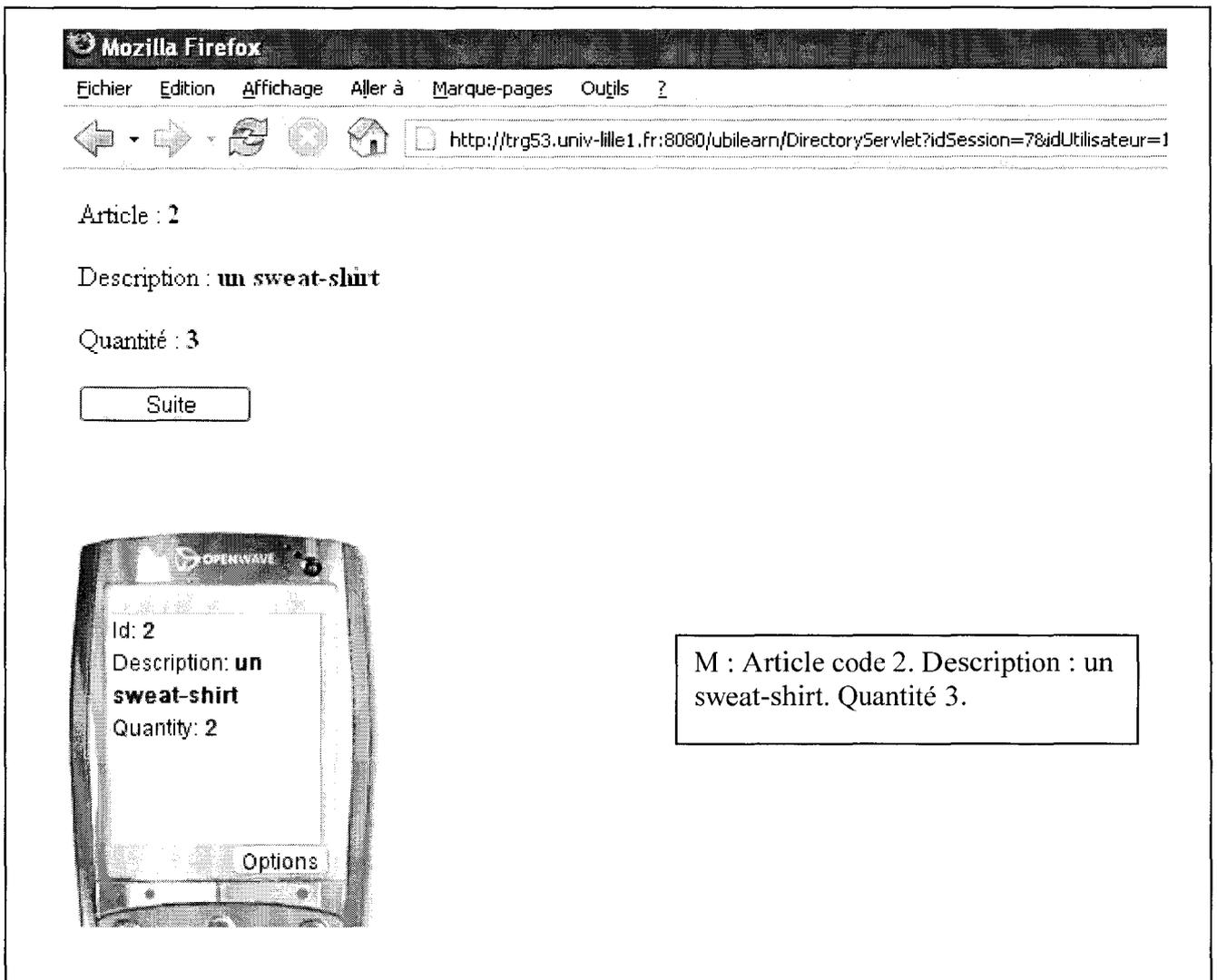
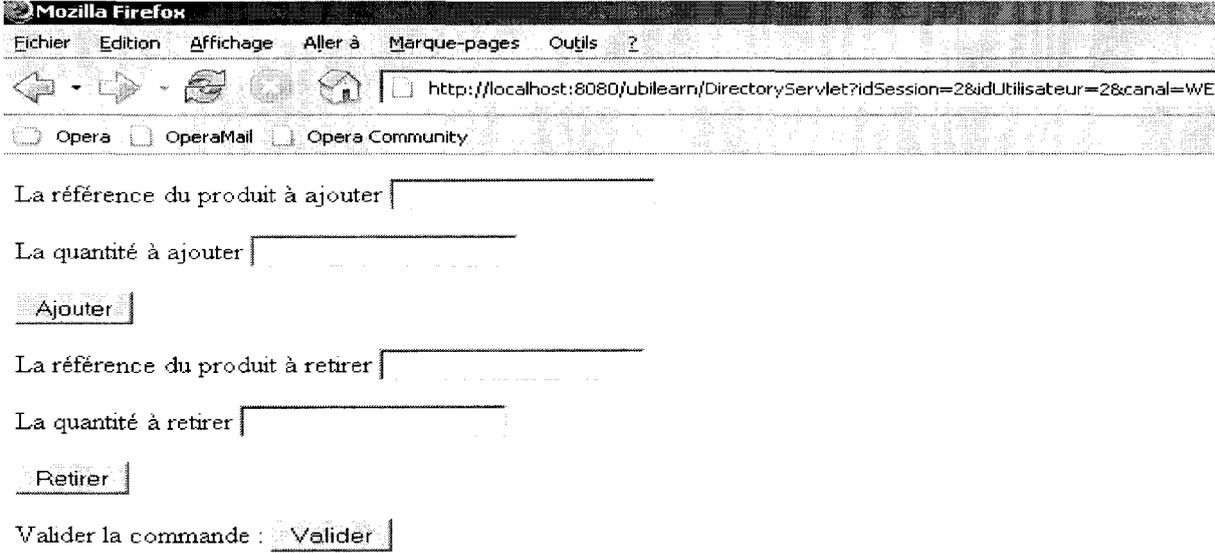


Figure 59: Exécution du service Visualisation Caddie sur le Web, le WAP et le Vocal



La référence du produit à ajouter

La quantité à ajouter

La référence du produit à retirer

La quantité à retirer

Valider la commande :

Service Ajouter
M : Entrez le code produit trois chiffres à la fois. Par exemple : trois cent vingt ; deux cent douze.
U : 352.241
M : Entrez la quantité
U : 1
M : Pour visualiser votre panier, dites visualiser, pour ajouter un produit, dites ajouter, pour supprimer un produit, dites supprimer, pour payer, dites payer.

Service Supprimer
M : Entrez le code produit trois chiffres à la fois. Par exemple : trois cent vingt ; deux cent douze.
U : 352.241
M : Entrez la quantité
U : 1
M : Pour visualiser votre panier, dites visualiser, pour ajouter un produit, dites ajouter, pour supprimer un produit, dites supprimer, pour payer, dites payer.

Figure 60 : Exécution des services Ajout et suppression produit sur le Web, le WAP et le Vocal

Remarque : Ces deux services sont agrégés dans un même service dans le cas du Web. Pour le WAP et le Vocal, ces services sont distincts. En effet, le Web permet de valider une série de champs déterminés au contraire du WAP et du Vocal. De plus, cela semble plus cohérent et plus ergonomique, pour le Web, d'agréger ces deux services.

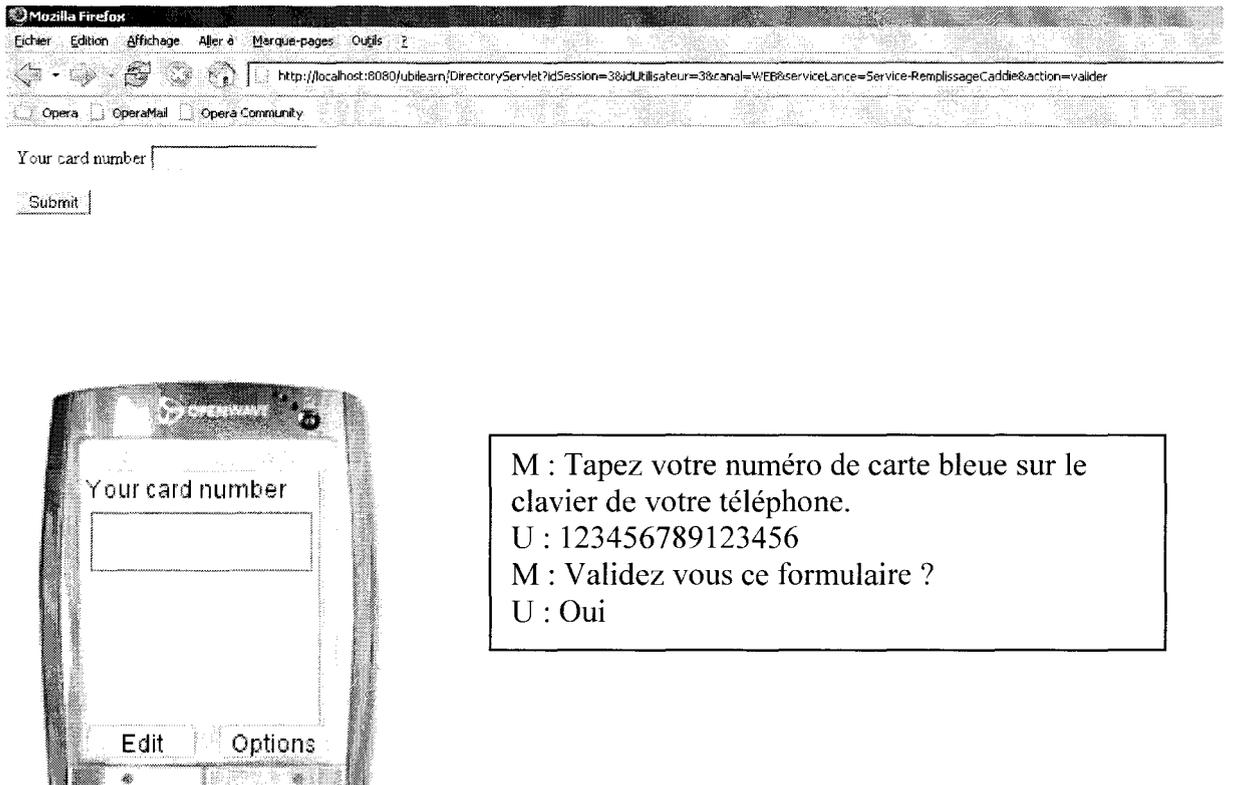


Figure 61 : Exécution du service Paiement sur le Web, le WAP et le Vocal

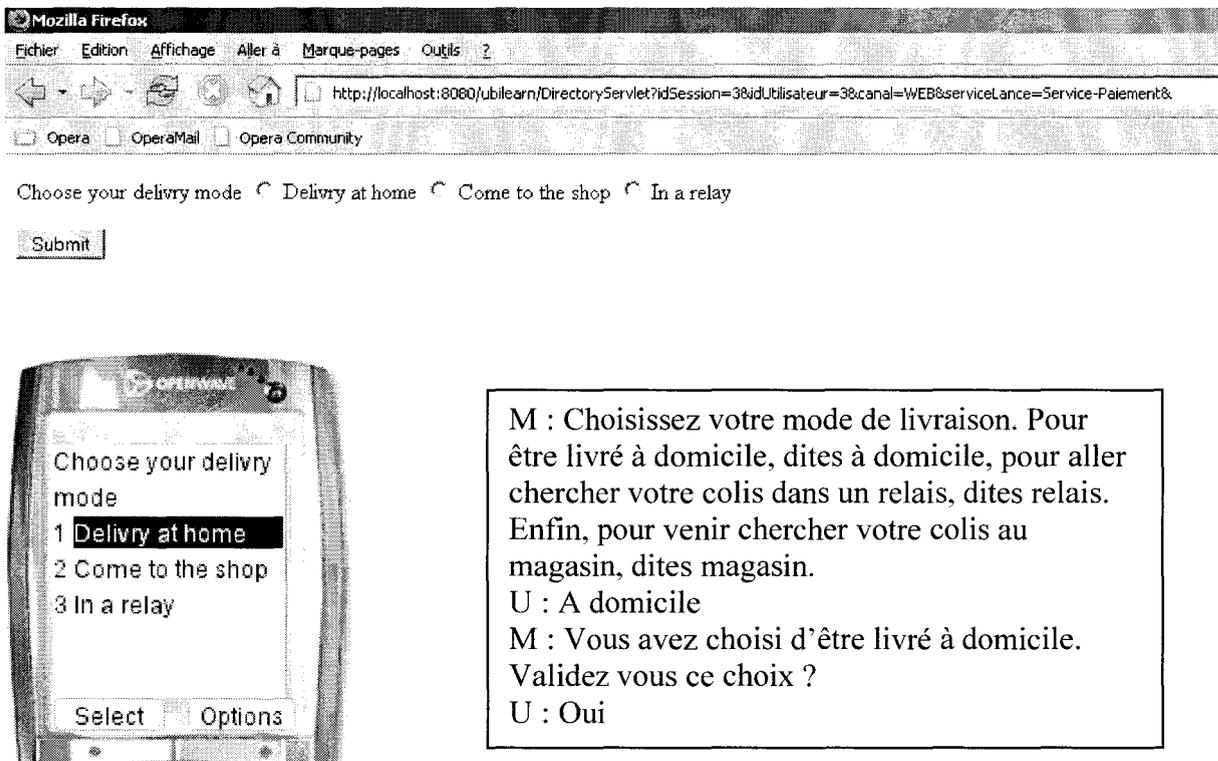


Figure 62 : Exécution du service Paiement sur le Web, le WAP et le Vocal

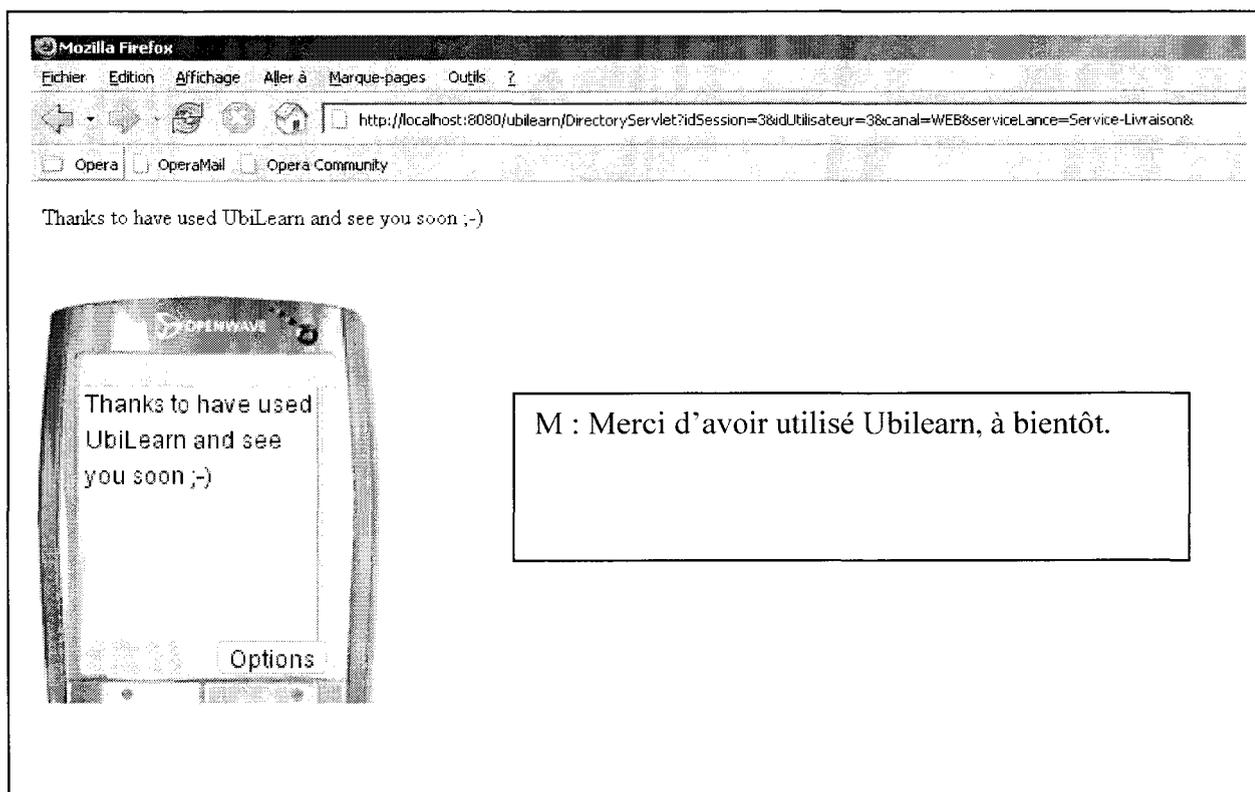
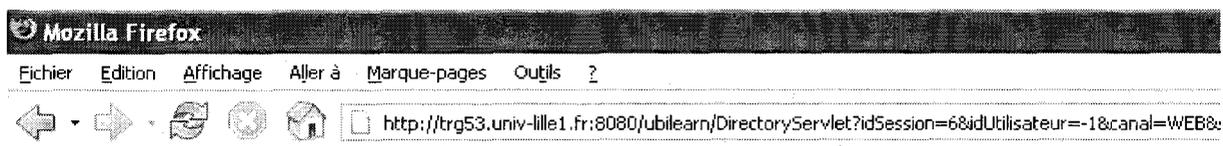


Figure 63 : Exécution du service Fin sur le Web, le WAP et le Vocal



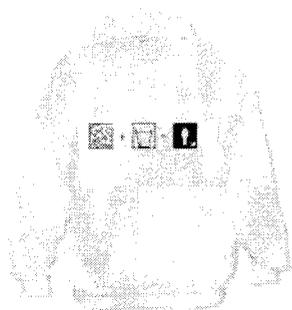
Identifiant de l'Article : 1

Description : un T-Shirt 'ouverture facile'



Identifiant de l'Article : 2

Description : un sweat-shirt classique



Identifiant de l'Article : 3

Description : un sac mou

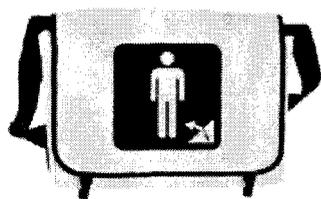


Figure 64 : Catalogue disponible sur le canal Web

ANNEXE 2

Visualisation des différents services du prototype d'interaction multicanal sur les différents canaux disponibles

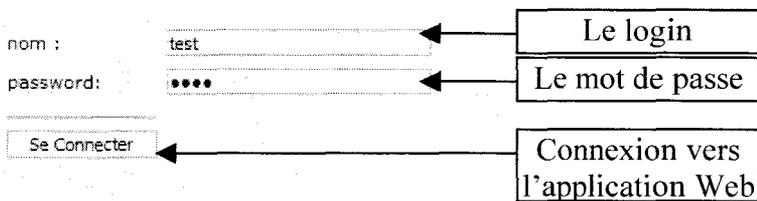
Le canal Web

1) L'identification

Bienvenue dans le site de commande Multicanal !
Veuillez Vous identifier



Identification



OK

NON

Retour à la page de Login

Bienvenue dans le site de commande Multicanal !
Veuillez Vous identifier

Identification Autorisée

Login : test
password : test

Se Connecter

Arrivée sur l'application

Site de commandes Multicanal
Application de test pour l'interaction Multicanal

Application Multicanal

nouvelle tâche :

tâche en cours :

Tâche terminée :

Tâches: commande

Tâches:

Tâches: x

selectionner

selectionner

selectionner

selectionner

créer commande

finir commande

Le processus de Login permet à l'utilisateur de se connecter à l'application et de se voir attribuer une session. Cette étape est essentielle et obligatoire pour le retrouver après rupture. La page de Login étant celle de l'interface Web, il continue alors sur la servlet Web.

Après sa connexion il peut :

- Commencer sa commande
- Continuer sa commande là où il s'était arrêté

Figure 65 : Identification via le canal Web

2) La commande

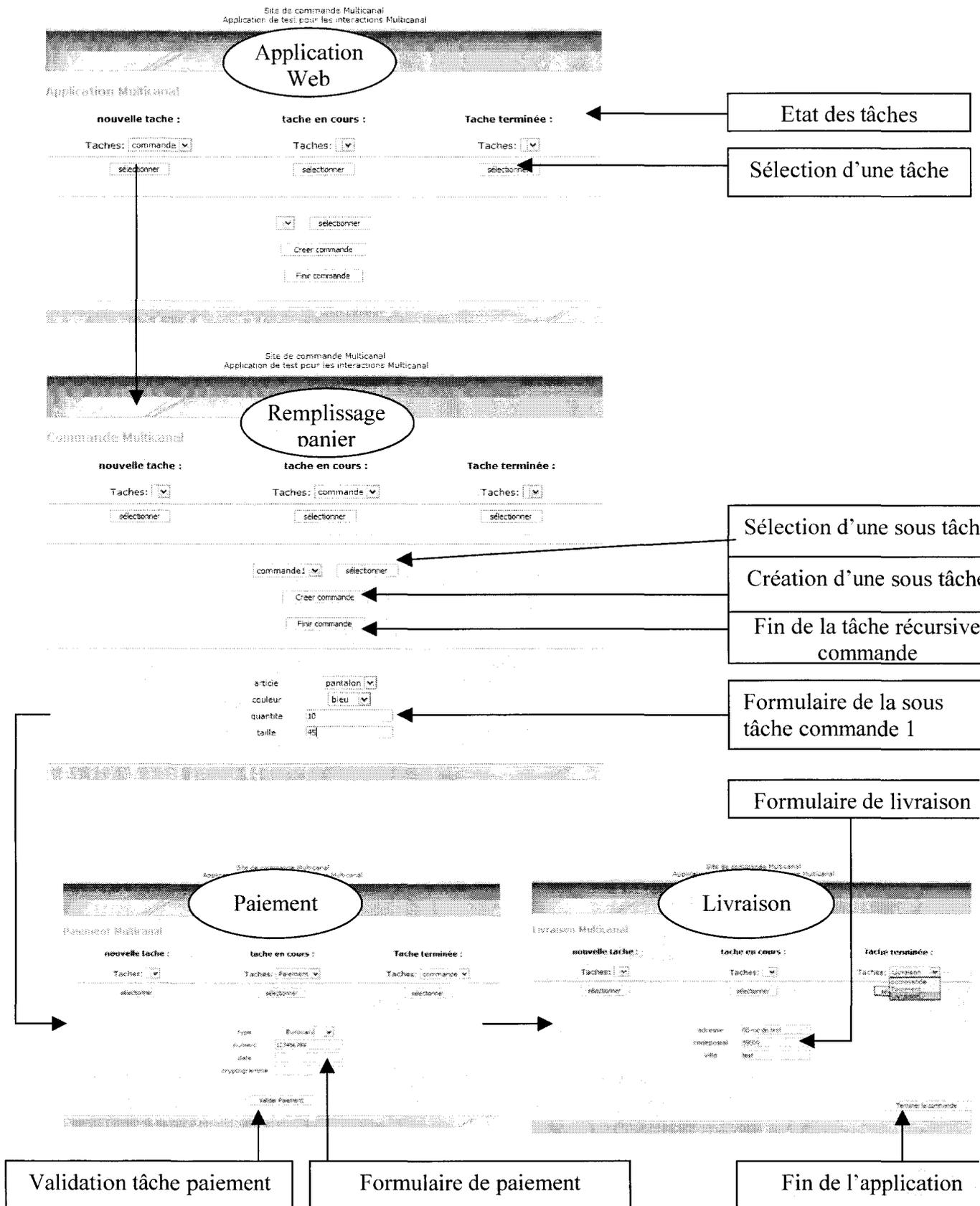


Figure 66 : Commande via le Web

Le canal Vocal

(U : utilisateur, S : Système, ---- : étape facultative)

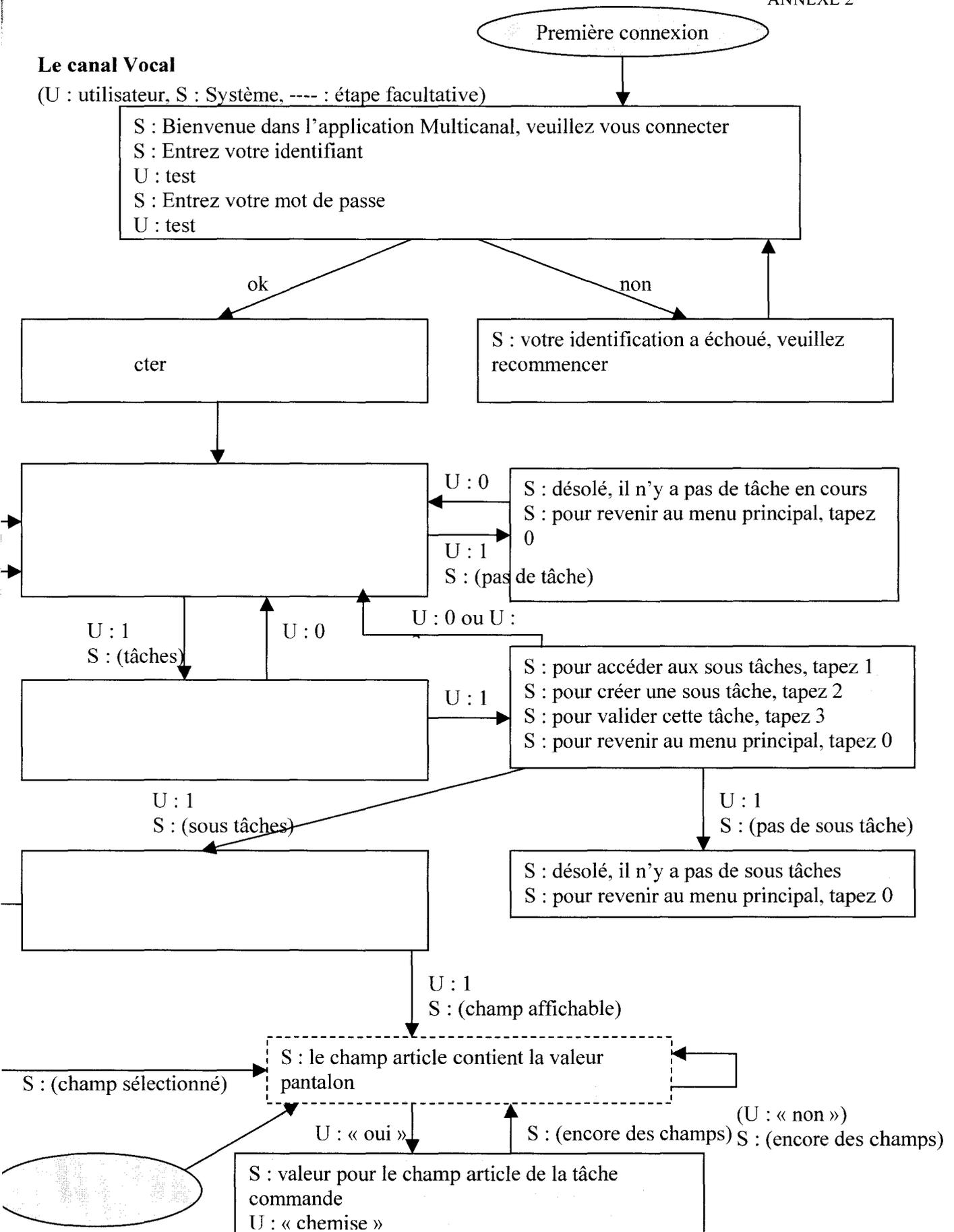


Figure 67 : Commande par la voix (téléphone)

Le canal WAP

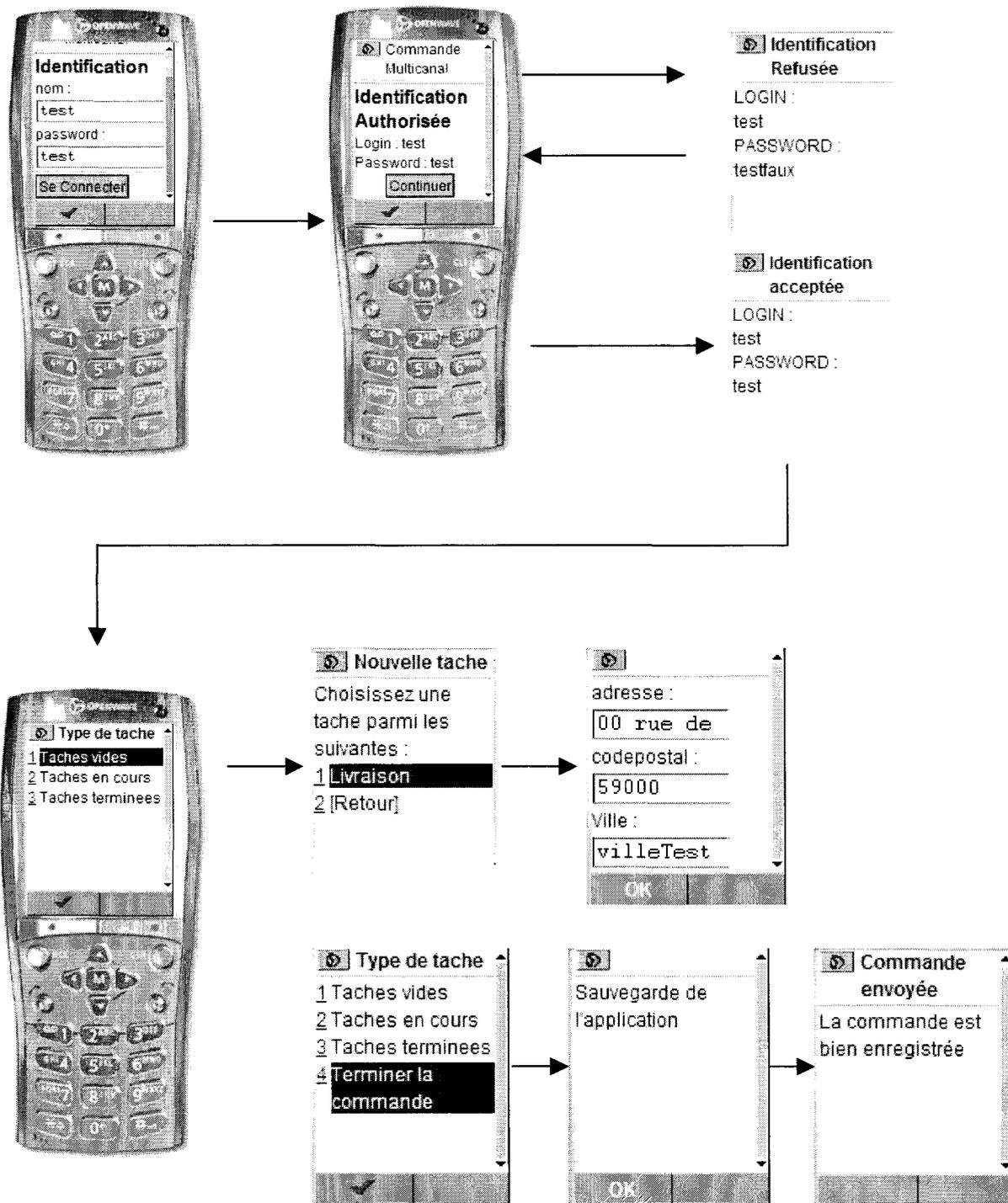


Figure 68 : Livraison par le canal WAP

Les trois canaux

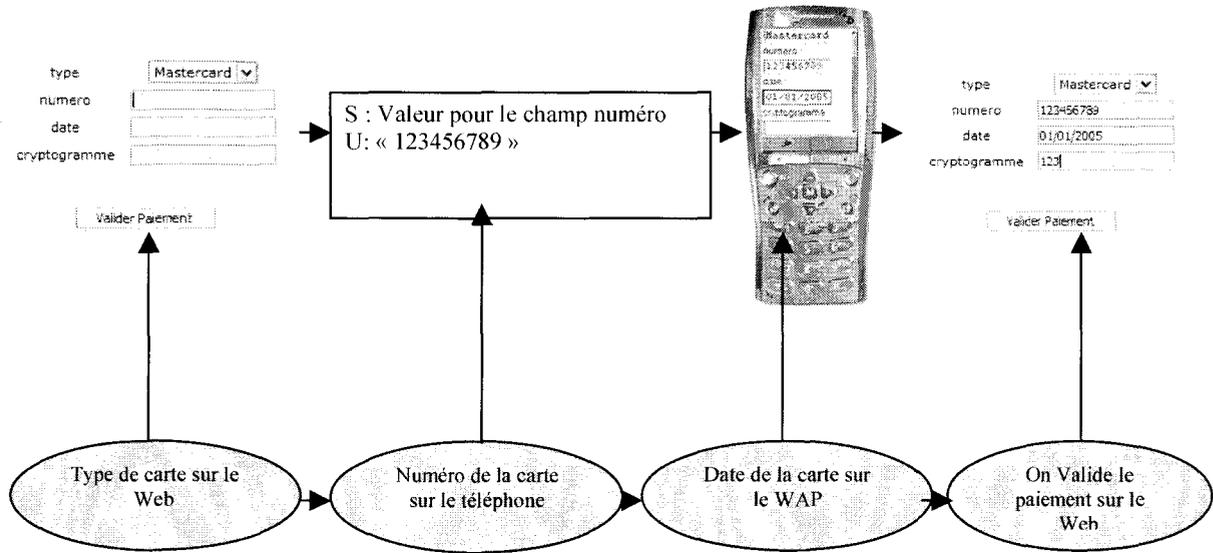


Figure 69 : Exemple d'utilisation (tâche de paiement) du prototype en multicanal avec le téléphone, le Web et le WAP

Sur la Figure 69, un client effectue une tâche de paiement via notre application. Il commence par remplir le premier champ par le canal Web. Il remplit le second champ à l'aide du canal vocal. Le troisième champ est saisi sur le canal Wap. Et enfin le client revient sur le canal Web pour valider le paiement. L'application rassemble toutes les données des différents canaux pour former un tout cohérent, elle fait alors une fusion du flux d'interaction. Dans le cas où c'est le système qui décompose le flux d'interaction vers différents canaux (utilisés par le client), on se place dans une situation de fission du flux d'interaction.

Ce prototype gère uniquement la fusion du flux d'interaction avec une certaine granularité et pas la fission.