

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA
RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE KASDI MERBAH OUARGLA

Faculté des Sciences et de la
Technologie et Sciences de la
Matière – STSM



Département de
Mathématiques et
Informatique

N° d'ordre :

N° de Série :

MEMOIRE

Présenté pour obtenir le grade de

MAGISTER EN INFORMATIQUE

Option RSIM - Réseaux et Systèmes d'Information Multimédia

***Pour le Support des Applications
M-commerce dans les Réseaux
sans Fil***

Soutenu le 8 juin 2010 par :

Mr. Hmida DJEDIAI

Dirigée par :

Pr. Bilami Azzeddine. Université de Batna

Devant le jury

Président : Pr. Benmohammed Mohamed. Université de Constantine

Rapporteur : Pr. Bilami Azzeddine. Université de Batna.

Examineurs : Dr. Belattar Brahim. Université de Batna

Dr. Korichi Ahmed. Université de Kasdi Merbah – Ouargla –

Dr. Kazar Okba. Université de Biskra

Remerciements

Je tiens tout d'abord à remercier mon encadreur, Monsieur Bilami Azzeddine, Professeur à l'université Hadj Lakhdar de BATNA, qui a eu l'aimable volonté de m'avoir orienté et dirigé Lelong toutes les étapes de réalisation de ce travail. Ses orientations précieuses m'ont permis de découvrir un domaine de recherche important et de choisir un sujet d'actualité. Son soutien continu et ses remarques pertinentes m'ont beaucoup aidé face aux obstacles et entraves couramment rencontrés.

Je remercie également Monsieur le Professeur Benmohammed Mohamed qui m'a fait l'honneur de présider le jury de ce mémoire, ainsi que Messieurs Dr. Belattar Brahim, Dr. Kazar Okba et Dr. Korichi Ahmed, qui ont aimablement accepté de faire part à ce jury d'examen. Je les remercie tous pour l'intérêt qu'ils ont porté à mon travail.

Je suis très reconnaissant à tous mes enseignants de l'école doctorale RSIM de l'université Kasdi Merbah Ouargla. Mes remerciements sont particulièrement adressés à Monsieur Djoudi Mahiédine, maître de conférences à l'université de Poitiers, Monsieur le Professeur Benmohammed Mohamed, Monsieur le Professeur Bilami Azzeddine, Monsieur le Docteur Zidat Samir, Madame Dr Laallam Fatima Zohra, Responsable de l'école doctorale, et Monsieur Herrouz Hakim enseignant à l'université d'Ouargla, pour leurs efforts pédagogiques et administratifs afin d'atteindre un succès retentissant de notre formation.

J'adresse mes sincères remerciements à tous mes collègues de l'école doctorale, en particulier : Salah, Salim et Hocine pour les discussions scientifiques et pour leur aide et leur appui durant les années de cette étude. Je ne saurai oublier, en aucun cas, les nuits blanches et les beaux moments que nous avons passé ensemble.

Je remercie sincèrement tous mes collègues de travail: Salim, Abdlatif, Omar, Hocine, Okba, Nassima, Assia et en particulier mon directeur, monsieur Hadji Mohamed Salah pour m'avoir encouragé et aplani tant d'obstacles au cours de la phase de recherche.

Je tiens à remercier, par cette occasion, tout le staff du département de mathématique et informatique de l'université d'Ouargla, spécialement le chef de département Monsieur le Docteur Assila mostapha.

Je tiens à exprimer ma plus vive gratitude à mon fidèle ami Othman et à son équipe de travail de l'école – Alimtiiaz School –

Je remercie très spécialement mon épouse qui m'a accompagné, encouragé et soutenu pendant les moments les plus difficiles et les conditions les plus défavorables. Qu'elle trouve ici, elle et nos chers petits IchraK, Acil, Lyna et Aridj, l'expression de mes remerciements et dédicaces.

Enfin, mes remerciements éternels sont adressés à la mémoire de mes parents auxquels je dédie les fruits de mon travail. Mes prières à ALLAH qu'il leur accorde sa charité, son pardon et sa miséricorde dans son haut paradis.

Sommaire

Sommaire	i
Liste des figures	vii
Liste des tableaux	x
Introduction générale	xii
1 Chapitre 01 : Réseaux sans fil & mobiles.....	1
1.1 Introduction.....	2
1.2 Définition & Classification	3
1.3 Réseaux personnels sans fil (WPAN)	5
1.3.1 Bluetooth.....	5
1.3.1.1 Caractéristiques	6
1.3.1.2 Normes Bluetooth.....	6
1.3.1.3 Fonctionnement.....	7
1.3.1.4 Principe de communication	7
1.3.1.5 Etablissement des connexions	8
1.3.1.6 Profils Bluetooth	9
1.3.2 Infrarouges	10
1.4 Réseaux locaux sans fil (WLAN).....	11
1.4.1 WIFI (802.11)	11
1.4.1.1 Présentation du WiFi.....	12
1.4.1.2 Les différentes normes WiFi	13
1.4.1.2.1 802.11a.....	15
1.4.1.2.2 802.11b.....	16
1.4.1.2.3 802.11g.....	16
1.4.1.3 Les modes de fonctionnement du Wifi	17
1.4.1.3.1 Le mode infrastructure	17
1.4.1.3.1.1 Le roaming	18
1.4.1.3.1.2 La communication avec le point d'accès.....	19
1.4.1.3.2 Le mode ad hoc.....	19
1.5 Réseaux métropolitains sans fil (WMAN).....	20
1.5.1 WiMAX (802.16)	20
1.5.1.1 Objectifs du WiMAX	21
1.5.1.2 WiMAX fixe et WiMAX mobile	21
1.5.1.3 Applications du WiMAX	22

1.5.1.4	Les normes du WiMAX	22
1.6	Réseaux étendus sans fil (WWAN)	23
1.6.1	Le standard GSM (2G)	23
1.6.1.1	Architecture du réseau GSM	24
1.6.1.1.1	MS : Station Mobile	25
1.6.1.1.2	Le sous-système radio BSS (Base Station Subsystem)	26
1.6.1.1.3	Le sous-système réseau NSS (Network Station Subsystem)	27
1.6.1.2	Limitation de GSM pour le transfert de données	28
1.6.2	Le standard GPRS (2.5G)	29
1.6.2.1	Architecture du réseau GPRS	29
1.6.2.2	Qualité de service	30
1.6.2.3	Schémas de codages	30
1.6.2.4	Les terminaux GPRS	31
1.6.2.5	Applications GPRS	31
1.6.3	UMTS (3G ou NGN)	31
1.6.3.1	Services UMTS	32
1.6.3.2	Architecture UMTS	33
1.6.3.2.1	CN	34
1.6.3.2.2	UTRAN	35
1.6.3.2.2.1	RNC	35
1.6.3.2.2.2	Node B	36
1.6.3.2.3	UE (User Equipment)	36
1.6.3.3	Interfaces UMTS	37
1.6.4	4G	37
1.6.4.1	Quelques caractéristiques principales de la 4G	38
1.6.4.2	Les principaux défis [12]	38
1.6.4.3	Architectures proposées	39
1.6.4.4	Techniques d'accès multiple	41
1.6.4.5	Multimedia - les services de vidéo	41
1.6.4.6	Applications de 4G [11]	42
1.6.4.7	Les profits de 4G	42
1.6.4.7.1	Convergence des réseaux de téléphonie mobile cellulaires et des réseaux WLAN ..	42
1.6.4.7.1.1	Pour les opérateurs	43
1.6.4.7.1.2	Pour les utilisateurs	43
1.6.4.7.2	La technologie re-configurable	43
1.6.4.7.3	Défis de la technologie re-configurable	43
1.6.4.7.4	Les profits de cette technologie	43
1.6.4.7.4.1	Pour l'utilisateur	43
1.6.4.7.4.2	Pour l'opérateur	44
1.6.4.7.4.3	Pour les fabricants	44

1.7	Réseaux de capteurs sans fil (WSNs).....	44
1.7.1	Le standard IEEE 1451	44
1.7.2	Architecture de réseaux de capteurs sans fil.....	45
1.7.2.1	Réseau en étoile (Single Single Point-to-Multipoint)	45
1.7.2.2	Réseau maillé	45
1.7.2.3	Hybride Réseau en étoile – maillé.....	46
1.7.3	Considération de puissance dans les réseaux de capteurs sans fil	47
1.7.4	Applications des réseaux de capteurs sans fil	48
1.7.4.1	Météo, l'environnement et l'Agriculture	48
1.7.4.2	Les usines, les installations, les bâtiments et les maisons	48
1.7.4.3	Systèmes de transport et de véhicules, y compris les Robots mobiles	49
1.7.4.4	La sécurité, la santé et la médecine	50
1.7.4.5	Sécurité, Crises et militaire	51
1.8	Conclusion	52
2	Chapitre 02 : M-commerce	53
2.1	Introduction.....	54
2.2	Définition.....	55
2.3	Les avantages de m-commerce par rapport e-commerce	55
2.4	Structure d'un système m-commerce.....	56
2.5	Framework pour m-commerce.....	58
2.6	Les principaux acteurs de m-commerce	60
2.7	Quelques statistiques concernant le m-commerce	62
2.7.1	Le marché du m-commerce	62
2.7.2	Marché de l'Internet mobile	63
2.7.3	Le marché des jeux sur mobile	66
2.7.4	Nombre d'abonnés au téléphone mobile	68
2.7.5	Usages des utilisateurs de mobile	69
2.8	Les applications m-commerce.....	70
2.8.1	Les applications financiers mobiles (AMF)	72
2.8.2	La publicité sur mobile.....	73
2.8.3	Gestion des stocks mobile (MIM).....	74
2.8.4	Localisation et recherche des produits (PLS).....	75
2.8.5	Gestion des services proactive (PSM).....	75
2.8.6	Les applications de réingénierie	76
2.8.7	Vente aux enchères mobile	77

2.8.8	Services de divertissement mobile et jeux (B2C).....	77
2.8.9	Bureau mobile	77
2.8.10	Enseignement mobile à distance.....	77
2.8.11	Centre de données sans fil	77
2.9	<i>Conclusion</i>	78
3	Chapitre 03 : Défis pour les applications m-commerce dans les réseaux sans fil mobiles.....	79
3.1	<i>Introduction</i>	80
3.2	<i>Besoins des utilisateurs mobile</i>	80
3.2.1	Ubiquité (ubiquity)	81
3.2.2	Personnalisation (personalization)	81
3.2.3	Flexibilité (flexibility).....	81
3.2.4	Localisation (localization)	81
3.3	<i>Défis pour les périphériques mobiles</i>	82
3.3.1	La taille physique	82
3.3.2	La mémoire et le processeur	82
3.3.3	Input/Output (l'écran & le clavier)	83
3.3.4	La batterie (énergie)	83
3.3.5	Sécurité des données.....	83
3.3.6	Débit	84
3.3.7	Logiciel client (os et les navigateurs)	84
3.3.8	Protocoles.....	84
3.4	<i>Problèmes pour les développeurs des applications m-commerce</i>	85
3.4.1	Comment nous soutenons les tâches souhaitées par le biais d'applications sans fil?	85
3.4.2	Comment nous respectons la confidentialité des utilisateurs dans les applications basées sur l'emplacement ?	85
3.4.3	Comment-ce que nous stockons les données afin qu'il soit facilement utilisable et accessible par les applications mobiles ?	85
3.4.4	Comment garantir l'intégrité des données synchronisées entre plusieurs périphériques ?	86
3.4.5	Comment nous développons des applications robustes, complexes, inter-organisationnelles qui fonctionnent bien dans les limites de périphérique actuel et tout prévisible ?	86
3.5	<i>Problèmes pour les transporteurs</i>	88
3.6	<i>Problèmes pour l'infrastructure réseau</i>	89
3.6.1	Gestion de localité	92
3.6.2	La mobilité	94
3.6.3	La sécurité.....	95
3.6.3.1	Défis de sécurité lies aux différents composants de l'environnement m-commerce.....	95

3.6.3.1.1	Le dispositif mobile	95
3.6.3.1.2	Les fréquences radio (l'interface radio)	96
3.6.3.1.3	L'infrastructure de l'opérateur de réseau.....	96
3.6.3.1.4	Le type de l'application m-commerce.....	96
3.6.3.1.5	Les défis de sécurité liés aux ressources limitées des dispositifs mobiles [45]	96
3.6.3.2	Risques de sécurité et protection de la vie privée sur dispositifs mobiles	97
3.6.3.3	Les services de sécurité de PKI [47]	98
3.6.3.4	WPKI [47].....	99
3.6.4	La multicast.....	101
3.6.4.1	Exigences de multicast sans fil pour les applications de m-commerce	103
3.6.4.2	Multicast sans fil fiable	106
3.6.4.2.1	Exécutée par l'expéditeur. (<i>Sender-initiated</i>)	106
3.6.4.2.2	Exécutée par le récepteur (<i>Receiver-initiated</i>).....	106
3.6.4.3	Multicast sans fil sécurisée.....	106
3.7	Conclusions.....	108
4	Chapitre 04 : Un protocole DPAMR (Dual Parameters Adaptable Multicast Routing) adaptable aux applications m-commerce dans un environnement sans fil mobile	110
4.1	Introduction.....	111
4.2	Définitions techniques.....	115
4.2.1	Naive (routage par source) :	115
4.2.2	Greedy (Routage par destination) :	115
4.2.3	Mixte (Naive ou Greedy) :	115
4.2.4	JointOnly :	115
4.2.5	Joint – Leave :	115
4.3	Caractéristiques du DPAMR	116
4.3.1	Adaptable	116
4.3.2	Paramétrable	116
4.3.3	Scalable (Passage à l'échelle Scalability).....	116
4.3.4	Une taille de groupe flexible.....	116
4.4	Objectif du DPAMR.....	117
4.5	Description informelle de l'algorithme.....	118
4.6	Informations de routage	118
4.6.1	Paquet de contrôle	118
4.6.2	Tables de routage	119
4.6.2.1	La table de routage P1_Tab du nœud n.....	119
4.6.2.2	La table de routage P2_Tab du nœud n.....	120

4.7	<i>Les algorithmes du DPAMR</i>	121
4.7.1	Fonction de comparaison	121
4.7.2	L'algorithme de construction du chemin.....	122
4.7.2.1	Autour de la source	122
4.7.2.2	Autour d'un nœud intermédiaire :.....	124
4.7.3	L'algorithme de construction de l'arbre de multicast	127
4.7.3.1	Au tour de la source	128
4.7.3.2	Au tour d'un nœud intermédiaire.....	129
4.7.3.3	Au tour d'un membre n	130
4.8	<i>Description informelle de protocole DPAMR</i>	132
4.8.1	Modèle de système	132
4.8.2	Le protocole.....	133
4.8.2.1	Adjonction (Pour joindre un groupe G).....	133
4.8.2.2	Pour quitter un groupe G.....	135
4.9	<i>Conclusion</i>	137
5	Chapitre 05 : Analyse et évaluation de protocole DPAMR	138
5.1	<i>Introduction</i>	139
5.2	<i>Evaluation</i>	141
5.3	<i>Le coût total de l'arbre</i>	144
5.4	<i>Le délai moyen de l'arbre</i>	145
5.5	<i>Les chemins à risque</i>	147
5.6	<i>Les membres exclus</i>	148
5.7	<i>Conclusion</i>	149
	Conclusion générale et perspectives	xviii
	Bibliographie	xx

Liste des figures

Figure 1-01 : Classification des réseaux sans fil mobile	009
Figure 1-02 : Une classification selon l'étendue géographique, la topologie et l'infrastructure utilisée	010
Figure 1-03 : Logo de Bluetooth	011
Figure 1-04 : Un pico réseau Bluetooth	013
Figure 1-05 : Etiquette RFID	016
Figure 1-06 : Logo de HomeRF	017
Figure 1-07 : Logo de WiFi	017
Figure 1-08 : Le mode infrastructure	023
Figure 1-09 : Le réseau étendu ESS	024
Figure 1-10 : Le mode ad hoc	025
Figure 1-11 : Logo de hiperLAN2	025
Figure 1-12 : Logo de WIMAX	026
Figure 1-13 : Une zone géographique	029
Figure 1-14 : Architecture du réseau GSM	030
Figure 1-15 : Architecture vue par le grand public	030
Figure 1-16 : Architecture d'un IMSI & MSISDN	031
Figure 1-17 : Utilisation de IMSI (TMSI) avec MSISDN	032
Figure 1-18 : Le sous-système radio BSS	032
Figure 1-19 : Le sous-système réseau NSS	034
Figure 1-20 : Réseau GPRS	035
Figure 1-21 : Couverture de l'UMTS	038
Figure 1-22 : Architecture UMTS	039
Figure 1-23 : Architecture UTRAN	041
Figure 1-24 : Différents modèles d'architecture	046
Figure 1-25 : Topologie du réseau en étoile	051
Figure 1-26 : Topologie du réseau maillé	052

Figure 1-27 : Topologie du réseau hybride	052
Figure 1-28 : Consommation d'énergie d'un nœud de capteurs sans fil de jauges de contrainte de 5000-ohm	053
Figure 1-29 : Photo d'un nœud de capteur (environ trois centimètres de diamètre) sont maintenant utilisés pour la météo et surveillance des sols	054
Figure 1-30 : Une vue éclatée d'une maison marquée avec les nombreuses sociétés et produits que l'on trouve couramment dans les maisons, dont la plupart ne se prête à l'utilisation des technologies de WSNs	055
Figure 2-01 : Structure d'un système m-commerce	063
Figure 2-02 : Flux d'une requête utilisateur traitée dans un système m- Commerce	064
Figure 2-03 : Framework pour m-commerce	065
Figure 2-04 : M-commerce life cycle	066
Figure 2-05 : Estimation de l'évolution du m-commerce aux USA	068
Figure 2-06 : Evolution du nombre d'utilisateurs du paiement via mobile dans le monde	069
Figure 2-07 : Nombre d'utilisateurs d'internet mobile	069
Figure 2-08 : Les 15 à 24 ans sur mobile	070
Figure 2-09 : Part d'audience internet issue du web mobile	071
Figure 2-10 : Temps passé sur l'internet mobile par semaine	071
Figure 2-11 : Poids du marché des jeux sur mobile dans le monde	073
Figure 2-12 : Marché des services multimédias mobiles	073
Figure 2-13 : Evolution du nombre d'abonnés mobiles	075
Figure 2-14 : Usage de l'email via mobile simultanément à l'usage de PC.	075
Figure 2-15 : Usage du mobile lors des séances de shopping en magasin	076
Figure 2-16 : Evolution du marché des applications mobiles	076
Figure 2-17 : Les applications financiers mobiles	079

Figure 2-18 : La publicité sur mobile	080
Figure 2-19 : Suivi de localisation des marchandises	080
Figure 2-20 : Localisation et recherche des produits	081
Figure 2-21 : Transmission d'informations sur le vieillissement des composants automobiles aux distributeur	082
Figure 2-22 : Nombre de mobiles vendu au niveau mondial	084
Figure 3-01 : Les processus d'enregistrement et la sécurité de la transaction avec WPKI	107
Figure 4-01 : Classification des protocoles multicast	119
Figure 4-02 : La problématique	123
Figure 4-03 : Paquet de contrôle	124
Figure 4-04 : Modèle de système	138
Figure 4-05 : Joindre un groupe G – phase 01 –	139
Figure 4-06 : Joindre un groupe G – phase 02 –	140
Figure 4-07 : Quitter un groupe G – phase 01 -	141
Figure 4-08 : Quitter un groupe G – phase 02 –	142
Figure 5-01: Graphe d'un réseau wired/wireless	146
Figure 5-02 : Arbre multicast DPAMR	148
Figure 5-03 : Arbre multicast RSP	149
Figure 5-04 : Coût total de l'arbre vs son taille	150
Figure 5-05 : Délai moyen de l'arbre vs son taille	151
Figure 5-06 : Les chemins à risque vs la taille de l'arbre (V1=15ms)	153
Figure 5-07 : Les membres exclus & les limites des ressources	154

Liste des tableaux

Tableau 1-01 : Classes d'émetteurs Bluetooth	011
Tableau 1-02 : Les normes 802.11	020
Tableau 1-03 : Les différents débits en fonction de la portée	020
Tableau 1-04 : Débit & Portée de 802.11a	021
Tableau 1-05 : Débit & Portée de 802.11b	021
Tableau 1-06 : Débit & Portée de 802.11g	022
Tableau 1-07 : Catégories de WIMAX	027
Tableau 1-08 : Les normes WiMAX	028
Tableau 1-09 : Schémas de codages	036
Tableau 1-10 : Services UMTS	039
Tableau 2-01 : Marché du m-paiement dans le monde	069
Tableau 2-02 : Europe et Etats-Unis : pourcentage de la population internaute qui accède au Web par le mobile	070
Tableau 2-03 : Etats-Unis : part des 100 premiers sites Web disposant d'une version mobile	072
Tableau 2-04 : Méthode de paiement préférée des utilisateurs de téléphones mobiles pour télécharger du contenu	072
Tableau 2-05 : Revenus mondial dégagés par les services d'Entertainment sur mobile	074
Tableau 2-06 : CA mondial dégagé par les jeux sur mobiles	074
Tableau 2-07 : Les abonnés au téléphone mobile et fixe	074
Tableau 2-07 : Applications m-commerce	078
Tableau 3-01 : Exemples d'applications de m-commerce basé sur les exigences de utilisateur mobile	087
Tableau 3-02 : Certaines problèmes importantes pour les développeurs d'applications	093
Tableau 3-03 : Exigences réseau pour les applications m-commerce	096

Tableau 3-04 : Exigences l'infrastructure sans fil pour le commerce mobile	098
Tableau 3-05 : Exigences de gestion de localité pour les applications m-commerce	099
Tableau 3-06 : Classes de la précision de localité pour les applications m-commerce	100
Tableau 3-07 : Comparaison qualitative de multicast filaire et sans fil	110
Tableau 3-08 : Les applications m-commerce et les exigences du multicast	112
Tableau 4-01 : Table de routage en terme de P1	125
Tableau 4-02 : Table de routage en terme de P2	126
Tableau 5-01 : Coût total de l'arbre DPAMR et RSP vs à son taille	150
Tableau 5-02 : Délai moyen de l'arbre vs son taille (V1=15ms)	151
Tableau 5-03 : Détail de calcul de délai (DPAMR)	152
Tableau 5-04 : Détail de calcul de délai (RSP)	152
Tableau 5-05 : Les chemins à risque vs la taille de l'arbre (V1=15ms)	153

Introduction générale

Le nombre d'abonnés à la téléphonie mobile est en permanente croissance. Environ 5,3 milliards d'abonnements au téléphone mobile sont disponibles à travers le monde, dont 940 millions d'abonnements à des services 3G. C'est du moins ce qu'il ressort d'une étude menée par le Bureau de développement des télécommunications (BDT) de l'Union internationale de télécommunications(UIT) en novembre 2010. Selon la même source, l'accès aux réseaux de téléphonie mobile est maintenant disponible pour 90% de la population mondiale et 80% de la population vivant dans les zones rurales. Le même constat a également été fait dans le réseau Internet. Selon les prévisions de l'UIT, le nombre d'utilisateurs d'Internet dépassera en fin de l'année 2010, le cap de deux milliards, dont 1,2 milliard dans les pays en développement. Quant au nombre d'abonnés au haut débit, il atteindra en 2010 les 555 millions dans le monde.

En Algérie, les statistiques de l'Autorité de régulation de la poste et des télécommunications (ARPT) indiquent que l'Algérie au 31 Décembre 2008 compte 27.031 millions d'abonnés de téléphone mobile de norme GSM, soit un taux de pénétration de 79.04% contre 4.882 millions et 15.26% de taux de pénétration en 2004. Les analystes de l'ARPT ont relevé, également, que l'Algérie est en phase de devenir un marché tourné vers la mobilité téléphonique puisqu'il y a 8 abonnés mobiles pour 1 abonné fixe, contre 9 abonnés mobiles pour 1 abonné fixe au Maroc. Par contre, L'internet en Algérie est un segment qui ne connaît pas encore un réel développement. Le nombre estimé par l'ARPT est de 3.5 millions, soit un taux de pénétration de 10.23% en 2008 contre 7000.00 et 2.19% en 2003, un chiffre dit l'ARPT reste sous-évalué en raison de l'absence d'enquête et de sondage réalisé dans ce cadre.

Le nombre de SMS envoyés ces trois dernières années dans le monde a triplé, atteignant 6.100 milliards en 2010, soit près de 200.000 SMS par seconde, selon des données publiées à la fin 2010 par l'Union Internationale des Télécommunications (UIT).

Cette croissance importante est produite grâce à l'évolution rapide de différentes technologies de réseaux sans fil et mobiles qui est particulièrement poussée par l'utilisation croissante de la 3G et le développement d'applications Web 2.0 sur mobile. Où il y avait fin juillet 2008, 207 opérateurs qui proposaient un accès à un réseau HSDPA (ou 3G+), selon la GSA (Global mobile Suppliers Association) qui regroupe les principaux fournisseurs d'équipements mobiles [63], et le nombre d'utilisateurs d'Internet mobile va passer de 577

millions en 2008 à 1,7 milliard en 2012 dans le monde, selon les pronostics de Juniper Research [28].

Le marché des applications mobiles pourrait tripler d'ici à 2012 pour atteindre 17,5 milliards de dollars contre 6 milliards actuellement, selon Chetan Sharma (Mars 2010) [31]. Parmi ces applications mobiles on retrouve un grand nombre d'applications émergentes et sensibles dans la vie des humains et qui sont du domaine du commerce mobile ou m-commerce. Ces dernières permettent aux différents individus de la société que ce soient : les entreprises, les fournisseurs de services, les opérateurs mobiles et les consommateurs finaux de basculer toutes leurs habitudes et leurs opérations traditionnelles à un espace libre des contraintes de temps et d'endroit (anytime, anywhere).

Les utilisateurs e-commerce pour des applications comme e-banking ou la consultation et l'achat de produit, n'ont pas besoin d'utiliser un système d'ordinateur personnel, ils peuvent simplement avoir des équipements mobiles portables comme des PDAs et des téléphones mobiles pour réaliser une grande variété d'activités e-commerce. Le marché des technologies mobiles a eu une croissance significative dans les quelques années passées, ce qui a créé une nouvelle opportunité pour la croissance et le développement de m-commerce.

Le m-commerce pourrait atteindre 23,8 milliards de dollars aux Etats-Unis en 2015 (8,5 % de e-commerce pourrait se faire via des équipements mobiles en 2015 aux USA) selon des statistiques réalisées en avril 2010 par Coda Research Consultancy qui estime que le nombre de mobinautes sera alors de 158 millions et que le nombre de détenteurs de Smartphones atteindra 190 millions. En plus, le m-paiement devrait être employé par 190 millions de personnes en 2012 selon Gartner, ce qui représentera alors 3 % des abonnés au niveau mondial. En 2009, ce chiffre devrait croître de 70,4 % selon les prévisions, à 73,4 millions d'utilisateurs, contre 43,1 millions en 2008. (Source : Coda Research Consultancy, avril 2010) [27].

Puisqu'il y a potentiellement un nombre illimité d'applications de m-commerce, Varshney & Vetter présentent dans [24] beaucoup d'exemples de classes d'applications m-commerces comme la classe des applications financiers mobiles (B2C, B2B) qui contient par exemple les applications bancaires, courtage, et paiements pour les utilisateurs mobiles, la classe de publicité sur mobile, localisation des produits et des achats (B2C, B2B), services de divertissement mobile et jeux (B2C), enseignement à distance mobile (B2C) etc..

Nous constatons dans ce rapport et d'autres que les applications m-commerce les plus utilisées sont celles du groupe comme la publicité sur mobile, l'enseignement à distance mobile et les applications des jeux et de divertissement. Selon des chiffres donnés par L'institut Gartner [29] en Mai 2010, les jeux sur mobile représentaient 4,7 milliards de dollars en 2009. 70 à 80 % des applications mobiles téléchargées seraient ainsi des jeux, dont 60 à 70 % seraient entièrement gratuits. L'institut estime que le marché pourrait croître de 19 % en 2010, pour 5,6 milliards de dollars, et pourrait atteindre 11,4 milliards de dollars en 2014. Jupiter Research estime aussi que le marché des services multimédia représente 64 milliards de dollars en 2012 [29], la musique, les jeux et la TV mobile en sont les principaux contributeurs. Ce type d'applications du groupe qui est largement connu dans la littérature sous le nom des applications multicast ou multipoint est le domaine de recherche qui nous a intéressés dans ce mémoire de recherche.

Le support de multicast existant pour les utilisateurs fixes peut être étendu aux utilisateurs mobiles dans les environnements sans fil. Appliquant cette prise en charge de multicast sans fil est cependant difficile pour de nombreuses raisons, par exemple la bande passante disponible dans les deux directions de n'importe quel lien donné sans fil peut ne pas être égale. La mobilité de l'utilisateur engendre des problèmes comme : perte de paquets, routage incorrect, même le rejet des paquets de multicast.

Les services de formation et de divertissement à distance peuvent être proposés aux utilisateurs mobiles, ces applications nécessitent une bande passante élevée et multidiffusion sans fil presque en temps réel pour la qualité d'affichage. Les systèmes de transport intelligents impliquent le routage dynamique ou re-routage des véhicules individuels, les informations sur le trafic actuel, ainsi que les itinéraires les moins encombrants et plus directes, peuvent être diffusées aux conducteurs [55].

La communication multicast est nécessaire pour les applications m-commerce de ventes aux enchères, des jeux interactifs et autres interactions axées sur le groupe. Des problèmes majeurs sont fournis pour ces applications comme, la sécurité, la gestion de groupes (joindre, quitter et suppression du groupe), la gestion d'emplacement (routage) et modèles de tarification, beaucoup de détails liés à ces exigences sont discutés dans ce mémoire.

La Multicast sur les réseaux sans fil est un objectif important et complexe, mais plusieurs problèmes doivent être traités en court terme avant que de nombreuses applications (m-commerce) de groupe peuvent être déployées sur une grande échelle. Dans le domaine de

recherche multicast on peut trouver deux axes principaux de recherche: la sécurité et la gestion du groupe (authentification, autorisation, tarification et cryptage des trames multicast ...) et le routage multicast (construction de l'arbre, routes sous contraintes de QoS, adhésion des membres et l'acheminement des paquets...) Nous intéressons ici dans ce mémoire au deuxième axe concernant le problème de routage multicast.

La problématique :

Plusieurs protocoles de routage multicast ont été développés et implémentés sur le réseau. L'ensemble de ces protocoles sont basés d'une manière ou d'une autre sur le routage du plus court chemin utilisé traditionnellement dans le routage unicast sur internet (RIP, OSPF). Et d'autres sont basés sur les contraintes de QoS. La QoS peut être définie comme la capacité de transporter efficacement le flux de données tout en satisfaisant les exigences (les contraintes) dictées par l'utilisateur (ou l'application) et en optimisant l'utilisation des ressources disponibles. Ces exigences peuvent être des contraintes sur **le délai d'acheminement**, sur **la gigue**, sur **la bande passante nécessaire** ou sur le **taux de perte** de paquets. Plusieurs protocoles de routage multicast tenant compte de ces paramètres de QoS ont vu le jour ces dernières années.

Un problème commun à la plupart de ces protocoles de routage multicast connus dans la littérature et qui sont présentés dans ce travail est l'absence de la considération des contraintes de l'application pendant le processus de construction de l'arbre. Nous avons remarqué que la plupart de ces protocoles sont basés sur des algorithmes pendant le processus de construction de l'arbre donnant la priorité absolue à la minimisation du coût d'une part et les exigences des clients à d'autre part. Cette approche de routage peut s'avérer "dangereuse" pour les applications mobile sans fil et particulièrement les applications m-commerce qui ont des exigences particulières pour fournir un bon fonctionnement et des meilleurs services grâce à la limite des ressources dans l'environnement sans fil (bande passante delay, brève dis-connectivité.. etc.).

En effet, par exemple beaucoup de chemins calculés par ces algorithmes ont des délais très proches de la contrainte de délais imposée par l'application (par exemple les services de divertissement mobile, de l'enseignement à distance mobile), et ce à cause de la priorité donnée à la minimisation du coût ou à une exigence d'un client mobile. De tels chemins sont très risqués et leurs délais peuvent facilement dépasser la contrainte en cas

de variation de la charge dans le réseau. De plus, une marge de sécurité doit être laissée à cause de l'imprécision de l'information sur les délais dans le réseau.

Vis-à-vis de l'évolution rapide des technologies dans les environnements sans fil mobile (apparition de 4G et Smartphone par exemple) les exigences des clients sont presque abordées, donc pourquoi continuer à concevoir et développer des protocoles de routage grâce à ces contraintes (Clients). En outre, et sous le titre de hétérogénéité de groupe multicast nous contribuons à décourager les clients mobiles qui ont d'énormes ressources contre des maigres ressources détenues par les autres membres qui sont inscrits sur le même groupe (le cas des applications des jeux et divertissement interactives par exemple) d'une part, et bloquer les développeurs d'applications et les fournisseurs de continuer de mettre en œuvre au sein d'un environnement sans fil, des applications et des services avec haute qualité d'autre part.

Par conséquent nous avons proposé un nouveau protocole pour le routage sous contraintes de QoS qui tient en compte les exigences des applications en terme de délai, bande passante, gigue, taux de perte et taille de groupe ou autres contraintes qui essayent de limiter le nombre de chemins risqués et qui permet d'obtenir un certain équilibre entre la minimisation du coût et le risque à prendre par rapport aux autres contraintes des chemins afin de collaborer avec les autres composants de l'architecture (réservation de ressource, contrôle de congestion, gestion de mobilité etc.) pour améliorer le service final offert à l'utilisateur mobile.

Dans ce mémoire nous essayons de proposer un protocole paramétrable adaptable pour les communications multicast dans un environnement mobile sans fil dit **DPAMR (Dual Parameters Adaptive Multicast Routing)** qui intègre notre nouvelle approche du routage en utilisant une fonction paramétrable pour adapter les chemins de l'arbre multicast ou besoins des applications mobiles (m-application) et particulièrement les applications de commerce mobile (m-commerce). Comme implémentation pratique, nous évaluons la performance de notre proposition (DPAMR) avec l'algorithme RSP (Reverse Shortest Path) utilisé dans la plupart des protocoles de routage multicast déployés aujourd'hui. L'algorithme RSP consiste à ajouter les membres du groupe à travers le chemin inverse du plus court chemin (en coût) entre la destination et la source. Le reste de ce mémoire est organisé comme suit :

Nous commençons au premier chapitre par une description des réseaux sans fil & mobiles implémentés dans le monde (Bluetooth, WIFI, WIMAX, GSM, GPRS, EDGE, UMTS ou 3G et 4G), par un bref d'état de l'art des différents modèles, technologies, normes utilisées, caractéristiques et classification. En suite, dans le deuxième chapitre et pour mettre en évidence les aspects les plus importants du système commerce mobile nous présentons des définitions, comparaison avec le e-commerce, Framework, structure de système et quelque statistiques concernant sa situation actuelle sur le marché mondial. Le chapitre 3 est consacré à l'énumération d'une liste non exhaustive aux défis et problèmes rencontrés pour le déploiement rapide et l'omniprésence des applications m-commerce dans le monde, nous intéressons ici aux exigences de multicast imposées par les applications du groupe de m-commerce comme les services de divertissement et jeux, la publicité sur mobile et l'enseignement à distance. Nous mettons l'accent au quatrième chapitre sur notre solution DPAMR à travers une présentation détaillée de ses caractéristiques, fonctions et algorithmes utilisés et son modèle et principe de fonctionnement. Et par la suite dans le cinquième chapitre nous analysons et évaluons notre protocole, en le comparant avec l'algorithme RSP, nous avons obtenu de bons résultats concernant le coût total et le délai moyen de l'arbre multicast construit, ainsi, l'influence de notre solution pour limiter les chemins à risque et exclure les membres mobiles ayant des impacts négatifs sur les ressources limitées dans notre environnement de travail (réseaux sans fil & mobile) que ce soit la bande passante, la brève connectivité et énergie. Enfin nous terminons notre mémoire par une conclusion générale des travaux réalisés ainsi que des perspectives de recherche future.



Chapitre 01



Réseaux sans fil & mobiles

1.1 Introduction

En 1895, Guglielmo Marconi a ouvert la voie à des communications sans fil modernes en transmettant les trois points du code Morse pour la lettre 'S' sur une distance de trois kilomètres en utilisant des ondes électromagnétiques. À partir de là, les communications sans fil se sont développées en un élément clé de la société moderne. De la transmission par satellite, la radio et la télévision sur le téléphone mobile aujourd'hui omniprésents, les communications sans fil a révolutionné le fonctionnement des sociétés.

Cette révolution a été accompagnée par une autre révolution qui est la croissance rapide et significative de la soi-disant monde de l'Internet et surtout l'internet mobile qui n'est pas limité par le temps et n'a pas de place, ce fut la dernière, il a également un rôle actif dans l'évolution du mode de vie des communautés et des individus par la manière et la vitesse de communication entre eux à tout moment qu'ils veulent et, en tout endroit où ils sont.

Aujourd'hui, la majorité des ordinateurs et la quasi-totalité des appareils « mobiles » (tels que les téléphones portables, Smartphones, agendas électroniques, etc.) disposent de moyens de connexion à un ou plusieurs types de réseaux sans fil comme le Wifi, le Bluetooth ou l'Infrarouge. Ainsi, il est très facile de créer en quelques minutes un réseau « sans fil » permettant à tous ces appareils de communiquer entre eux.

Dans ce chapitre nous proposons un dossier thématique dédié à cette nouvelle technologie relative aux réseaux sans fil. que ce soit les réseaux cellulaires (GSM, GPRS, UMTS et 4G), les réseaux locaux sans fil WLANs (WI-FI, Bluetooth..) et aussi les réseaux des capteurs sans fil WSNs. Nous allons essayer de donner un aperçu général sur ces réseaux par le biais d'une présentation détaillée sur les caractéristiques, avantages, inconvénients, les mesures de sécurité et sur les différentes technologies utilisées.

1.2 Définition & Classification

Un **réseau sans fil** (en anglais Wireless network) est, comme son nom l'indique, un réseau dans lequel au moins deux terminaux (ordinateur portable, PDA, etc.) peuvent communiquer sans liaison filaire [1].

Grâce aux réseaux sans fil, un utilisateur a la possibilité de rester connecté tout en se déplaçant dans un périmètre géographique plus ou moins étendu, c'est la raison pour laquelle on entend parfois parler de "mobilité".

Les réseaux sans fil sont basés sur une liaison utilisant des ondes radioélectriques (radio et infrarouges) au lieu des câbles habituels [2]. Il existe plusieurs technologies se distinguant d'une part par la fréquence d'émission utilisée ainsi que le débit et la portée des transmissions.

Les réseaux sans fil permettent de relier très facilement des équipements distants d'une dizaine de mètres à quelques kilomètres. De plus l'installation de tels réseaux ne demande pas de lourds aménagements des infrastructures existantes comme c'est le cas avec les réseaux filaires (creusement de tranchées pour acheminer les câbles, équipements des bâtiments en câblage, goulottes et connecteurs) [2], ce qui a valu un développement rapide de ce type de technologies.

En contrepartie se pose le problème de la réglementation relative aux transmissions radioélectriques. En effet, les transmissions radioélectriques servent pour un grand nombre d'applications (militaires, scientifiques, amateurs, ...), mais elles sont sensibles aux interférences, c'est la raison pour laquelle une réglementation est nécessaire dans chaque pays afin de définir les plages de fréquence et les puissances auxquelles il est possible d'émettre pour chaque catégorie d'utilisation.

De plus les ondes hertziennes sont difficiles à confiner dans une surface géographique restreinte, il est donc facile pour un pirate d'écouter le réseau si les informations circulent en clair (c'est le cas par défaut). Il est donc nécessaire de mettre en place les dispositions nécessaires de telle manière à assurer une confidentialité des données circulant sur les réseaux sans fil.

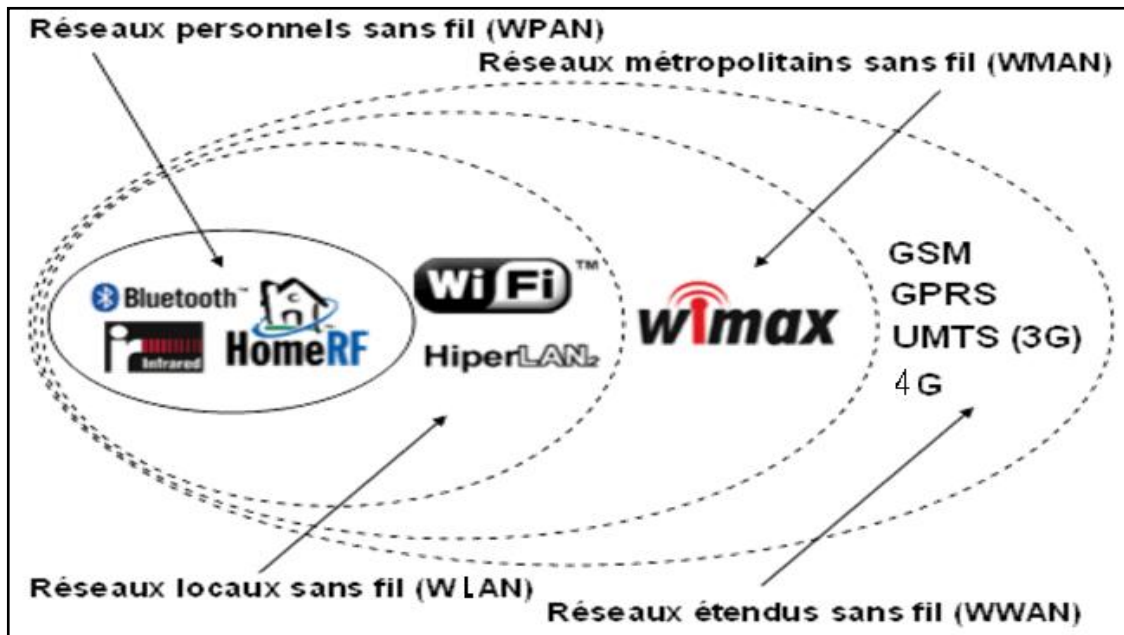


Figure 1-01 : Classification des réseaux sans fil mobile [2].

On distingue habituellement plusieurs catégories de réseaux sans fil, selon le périmètre géographique offrant une connectivité (appelée zone de couverture) (les figures 1-01 et 1-02) :

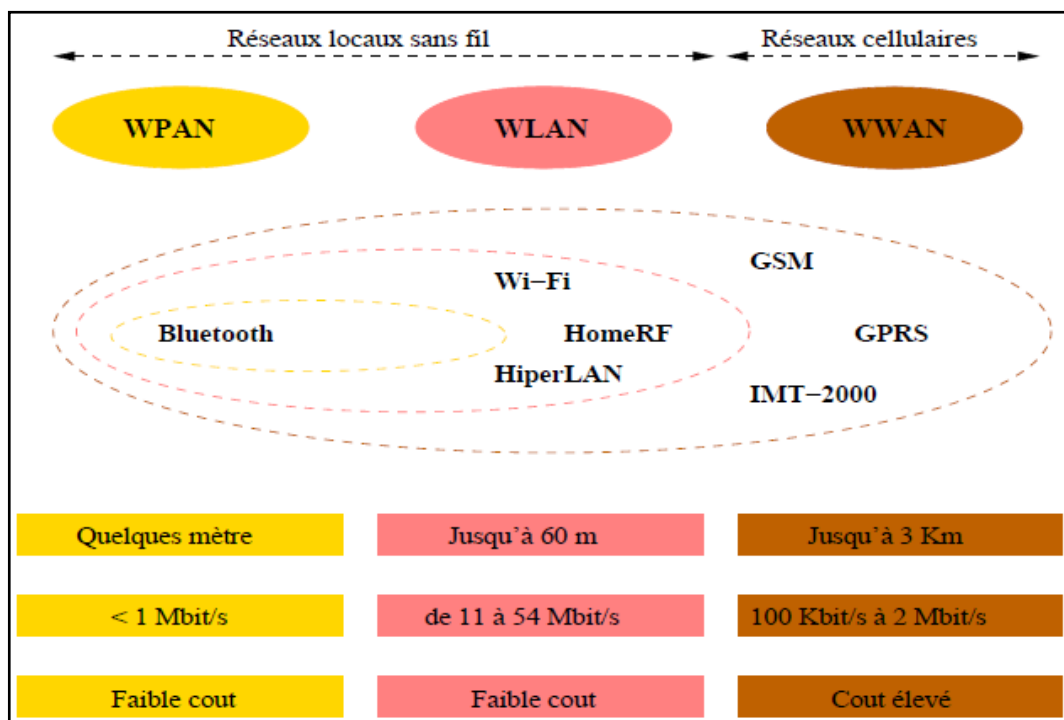


Figure 1-02 : Une classification selon l'étendue géographique, la topologie et l'infrastructure utilisée [3].

1.3 Réseaux personnels sans fil (WPAN)

Le réseau personnel sans fil (appelé également réseau individuel sans fil ou réseau domestique sans fil et noté **WPAN** pour Wireless Personal Area Network) concerne les réseaux sans fil d'une faible portée : de l'ordre de quelques dizaines mètres. Ce type de réseau sert généralement à relier des périphériques (imprimante, téléphone portable, appareils domestiques, ...) ou un assistant personnel (PDA) à un ordinateur sans liaison filaire ou bien à permettre la liaison sans fil entre deux machines très peu distantes. Il existe plusieurs technologies utilisées pour les WPAN :

1.3.1 Bluetooth

Bluetooth est une technologie de réseaux sans fils d'une faible portée permettant de relier des appareils entre eux sans liaison filaire. Contrairement à la technologie IrDa (liaison infrarouge), les appareils Bluetooth ne nécessitent pas d'une ligne de vue directe pour communiquer, ce qui rend plus souple son utilisation et permet notamment une communication d'une pièce à une autre, sur de petits espaces [3].

L'objectif de Bluetooth est de permettre de transmettre des données ou de la voix entre des équipements possédant un circuit radio de faible coût, sur un rayon de l'ordre d'une dizaine de mètres à un peu moins d'une centaine de mètres et avec une faible consommation électrique.

Ainsi, la technologie Bluetooth est principalement prévue pour relier entre-eux des périphériques (imprimantes, téléphones portables, appareils domestiques, oreillettes sans fils, souris, clavier, etc.), des ordinateurs ou des assistants personnels (PDA), sans utiliser de liaison filaire. La technologie Bluetooth est également de plus en plus utilisée dans les téléphones portables, afin de leur permettre de communiquer avec des ordinateurs ou des assistants personnels et surtout avec des dispositifs mains-libres tels que des oreillettes bluetooth.

La technologie Bluetooth a été originairement mise au point par Ericsson en 1994. En février 1998 un groupe d'intérêt baptisé Bluetooth Special Interest Group (Bluetooth SIG), réunissant plus de 2000 entreprises dont Agere, Ericsson, IBM, Intel, Microsoft, Motorola, Nokia et Toshiba, a été formé afin de produire les spécifications Bluetooth 1.0, qui furent publiées en juillet 1999.



Figure 1-03 : Logo de Bluetooth

Le nom « Bluetooth » (littéralement « dent bleue ») se rapporte au nom du roi danois Harald II (910-986), surnommé Harald II Blåtand (« à la dent bleue »), à qui on attribue l'unification de la Suède et de la Norvège ainsi que l'introduction du christianisme dans les pays scandinaves.

1.3.1.1 Caractéristiques

Le Bluetooth permet d'obtenir des débits de l'ordre de 1 Mbps, correspondant à 1600 échanges par seconde en full-duplex, avec une portée d'une dizaine de mètres environ avec un émetteur de classe II et d'un peu moins d'une centaine de mètres avec un émetteur de classe I. Le standard Bluetooth définit en effet 3 classes d'émetteurs proposant des portées différentes en fonction de leur puissance d'émission :

Classe	Puissance (affaiblissement)	Portée
I	100 mW (20 dBm)	100 mètres
II	2,5 mW (4 dBm)	15-20 mètres
III	1 mW (0 dBm)	10 mètres

Tableau 1-01 : Classes d'émetteurs Bluetooth

Contrairement à la technologie IrDA, principale technologie concurrente utilisant des rayons lumineux pour les transmissions de données, la technologie Bluetooth utilise les ondes radio (bande de fréquence de 2.4 GHz) pour communiquer, si bien que les périphériques ne doivent pas nécessairement être en liaison visuelle pour communiquer. Ainsi deux périphériques peuvent communiquer en étant situés de part et d'autre d'une cloison et, cerise sur le gâteau, les périphériques Bluetooth sont capables de se détecter sans intervention de la part de l'utilisateur pour peu qu'ils soient à portée l'un de l'autre.

1.3.1.2 Normes Bluetooth

Le standard Bluetooth se décompose en différentes normes [1] :

- IEEE 802.15.1 définit le standard Bluetooth 1.x permettant d'obtenir un débit de 1 Mbit/sec ;
- IEEE 802.15.2 propose des recommandations pour l'utilisation de la bande de fréquence 2.4 GHz (fréquence utilisée également par le WiFi). Ce standard n'est toutefois pas encore validé ;
- IEEE 802.15.3 est un standard en cours de développement visant à proposer du haut débit (20 Mbit/s) avec la technologie Bluetooth ;
- IEEE 802.15.4 est un standard en cours de développement pour des applications Bluetooth à bas débit.

1.3.1.3 Fonctionnement

Le standard Bluetooth, à la manière du WiFi utilise la technique FHSS (Frequency Hopping Spread Spectrum, en français étalement de spectre par saut de fréquence ou étalement de spectre par évansion de fréquence), consistant à découper la bande de fréquence (2.402 - 2.480 GHz) en 79 canaux (appelés hops ou sauts) d'une largeur de 1MHz, puis de transmettre en utilisant une combinaison de canaux connue des stations de la cellule.

Ainsi, en changeant de canal jusqu'à 1600 fois par seconde, le standard Bluetooth permet d'éviter les interférences avec les signaux d'autres modules radio.

1.3.1.4 Principe de communication

Le standard Bluetooth est basé sur un mode de fonctionnement maître/esclave. Ainsi, on appelle « **picoréseau** » (en anglais **piconet**) le réseau formé par un périphérique et tous les périphériques présents dans son rayon de portée. Il peut coexister jusqu'à 10 picoréseaux dans une même zone de couverture. Un maître peut être connecté simultanément à un maximum de 7 périphériques esclaves actifs (255 en mode parked). En effet, les périphériques d'un picoréseau possèdent une adresse logique de 3 bits, ce qui permet un maximum de 8 appareils. Les appareils dits en mode parked sont synchronisés mais ne possèdent pas d'adresse physique dans le picoréseau.

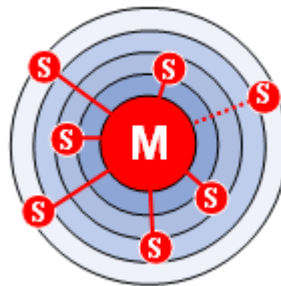


Figure 1-04 : Un picoréseau Bluetooth [3]

En réalité, à un instant donné, le périphérique maître ne peut se connecter qu'à un seul esclave à la fois. Il commute donc très rapidement d'un esclave à un autre afin de donner l'illusion d'une connexion simultanée à l'ensemble des périphériques esclaves.

Le standard Bluetooth prévoit la possibilité de relier deux piconets entre eux afin de former un réseau élargi, appelé « **réseau chaîné** » (en anglais scatternet), grâce à certains périphériques faisant office de pont entre les deux piconets.

1.3.1.5 Etablissement des connexions

L'établissement d'une connexion entre deux périphériques Bluetooth suit une procédure relativement compliquée permettant d'assurer un certain niveau de sécurité, selon le déroulé suivant :

- Mode passif
- Phase d'inquisition : découverte des points d'accès
- Synchronisation avec le point d'accès (paging)
- Découverte des services du point d'accès
- Création d'un canal avec le point d'accès
- Pairage à l'aide d'un code PIN (sécurité)
- Utilisation du réseau

En utilisation normale un périphérique fonctionne en « **mode passif** », c'est-à-dire qu'il est à l'écoute du réseau. L'établissement de la connexion commence par une phase appelée « **phase d'inquisition** » (en anglais « inquiry »), pendant laquelle le périphérique maître envoie une requête d'inquisition à tous les périphériques présents dans la zone de portée, appelés points d'accès. Tous les périphériques recevant la requête répondent avec leur adresse. Le périphérique maître choisit une adresse et se synchronise avec le point d'accès selon une technique, appelée **paging**, consistant notamment à synchroniser son horloge et sa fréquence avec le point d'accès. Un lien s'établit ensuite avec le point d'accès, permettant au périphérique maître d'entamer une phase de **découverte des services** du point d'accès, selon un protocole appelé SDP (Service Discovery Protocol).

A l'issue de cette phase de découverte de services, le périphérique maître est en mesure de créer un **canal de communication** avec le point d'accès en utilisant le protocole L2CAP. Selon les besoins du service, un canal supplémentaire, appelé RFCOMM, fonctionnant au-dessus du canal L2CAP pourra être établi afin de fournir un port série virtuel. En effet certaines applications sont prévues pour se connecter à un port standard, indépendant de tout matériel. C'est le cas par exemple de certaines applications de navigation routière prévues pour se connecter à n'importe quel dispositif GPS Bluetooth (Global Positioning System, un système de géolocalisation par satellite, permettant de connaître les coordonnées terrestres d'un appareil mobile ou d'un véhicule). Il se peut que le point d'accès intègre un mécanisme de sécurité, appelé **pairage** (en anglais pairing), permettant de restreindre l'accès aux seuls utilisateurs autorisés afin de garantir un certain niveau d'étanchéité du picoréseau. Le pairage se fait à l'aide d'une clé de chiffrement communément appelée « code PIN » (PIN signifie Personal Information Number). Le point d'accès envoie ainsi une requête de pairage au

périphérique maître. Ceci peut la plupart du temps déclencher une intervention de l'utilisateur pour saisir le code PIN du point d'accès. Si le code PIN reçu est correct, l'association a lieu. En mode sécurisé, le code PIN sera transmis chiffré à l'aide d'une seconde clé, afin d'éviter tout risque de compromission. Lorsque le pairing est effectif, le périphérique maître est libre d'utiliser le canal de communication ainsi établi !

1.3.1.6 Profils Bluetooth

Le standard Bluetooth définit un certain nombre de profils d'application (Bluetooth profiles), permettant de définir le type de services offerts par un périphérique Bluetooth. Chaque périphérique peut ainsi supporter plusieurs profils. Voici une liste des principaux profils Bluetooth :

- Advanced Audio Distribution Profile (A2DP) : profil de distribution audio avancée
- Audio Video Remote Control Profile (AVRCP) : profil de télécommande multimédia
- Basic Imaging Profile (BIP) : profil d'infographie basique
- Basic Printing Profile (BPP) : profil d'impression basique
- Cordless Telephony Profile (CTP) : profil de téléphonie sans fil
- Dial-up Networking Profile (DUNP) : profil d'accès réseau à distance
- Fax Profile (FAX) : profil de télécopieur
- File Transfer Profile (FTP) : profil de transfert de fichiers
- Generic Object Exchange Profile (GOEP) : profil d'échange d'objets
- Hardcopy Cable Replacement Profile (HCRP) : profil de remplacement de copie lourde
- Hands-Free Profile (HFP) : profil mains libres
- Human Interface Device Profile (HID) : profil d'interface homme-machine
- Headset Profile (HSP) : profil d'oreillette
- Intercom Profile (IP) : profil d'intercom (talkie-walkie)
- LAN Access Profile (LAP) : profil d'accès au réseau
- Object Push Profile (OPP) : profil d'envoi de fichiers
- Personal Area Networking Profile (PAN) : profil de réseau personnel
- SIM Access Profile (SAP) : profil d'accès à un carte SIM
- Service Discovery Application Profile (SDAP) : profil de découverte d'applications
- Synchronization Profile (SP) : profil de synchronisation avec un gestionnaire d'informations personnelles (appelé PIM pour Personal Information Manager).
- Serial Port Profile (SPP) : profil de port série

1.3.2 Infrarouges

L'abréviation **RFID** signifie « Radio Frequency IDentification », en français, « Identification par Radio Fréquence ». Cette technologie permet d'identifier un objet, d'en suivre le cheminement et d'en connaître les caractéristiques à distance grâce à une étiquette émettant des ondes radio, attachée ou incorporée à l'objet. La technologie RFID permet la lecture des étiquettes même sans ligne de vue directe et peut traverser de fines couches de matériaux (peinture, neige, etc.) [4].

L'**étiquette radiofréquence** (transpondeur, étiquette RFID), est composée d'une puce (en anglais « chip ») reliée à une antenne, encapsulée dans un support (RFID Tag ou RFID Label). Elle est lue par un lecteur qui capte et transmet l'information.

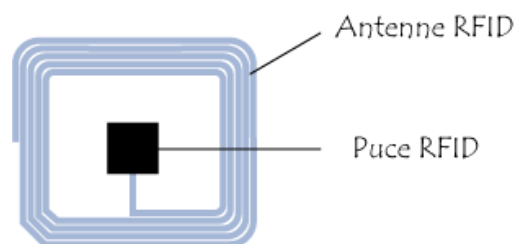


Figure 1-05 : Etiquette RFID [1]

1.3.2.1 Catégories d'étiquettes RFID :

- Les étiquettes en lecture seule, non modifiables,
- Les étiquettes « écriture une fois, lecture multiple »,
- Les étiquettes en « lecture réécriture ».

1.3.2.2 Les familles d'étiquettes RFID

- Les **étiquettes actives**, reliées à une source d'énergie embarquée (pile, batterie, etc.). Les étiquettes actives possèdent une meilleure portée mais à un coût plus élevé et avec une durée de vie restreinte,
- Les **étiquettes passives**, utilisant l'énergie propagée à courte distance par le signal radio de l'émetteur. Ces étiquettes à moindre coût sont généralement plus petites et possèdent une durée de vie quasi-illimitée. En contrepartie, elles nécessitent une quantité d'énergie non négligeable de la part du lecteur pour pouvoir fonctionner.

1.3.2.3 Exemples d'applications opérationnelles :

- Traçabilité des bouteilles de gaz (Air Liquide, AGA),

- Suivi des colis (Wal Mart),
- Suivi des vêtements de travail loués (Elis),
- Identification des animaux : remplace le tatouage (Ordicam),
- Gestion des livres d'une bibliothèque,
- Identification des bogies et wagons (SNCF).

Les applications RFID s'appuient sur différents standards dépendant des fonctionnalités exigées par les processus métier et par certaines contraintes locales (ex. : bande de fréquence de transmission ou puissance nécessaire).

La RFID permet de répondre à un grand nombre de besoins. Elle se développe bien en intra entreprise et dans la logistique. Les principales difficultés auxquelles le standard RFID doit faire face sont en voie d'être surmontées : coût de l'étiquette (plus de 0,10€ pour les moins chères), gestion de l'anti-collision en cas de lecture de nombreuses étiquettes en simultané, lecture au travers des fluides, adoption ou convergence trop lente de certains standards, remise en cause de processus anciens, problèmes de sécurité et d'éthique [1].

1.4 Réseaux locaux sans fil (WLAN)

Le réseau local sans fil **WLAN** (Wireless Local Area Network) est un réseau permettant de couvrir l'équivalent d'un réseau local d'entreprise, soit une portée d'environ une centaine de mètres. Il permet de relier entre-eux les terminaux présents dans la zone de couverture. Il existe plusieurs technologies concurrentes :

1.4.1 WIFI (802.11)

La norme IEEE 802.11 (ISO/IEC 8802-11) est un standard international décrivant les caractéristiques d'un réseau local sans fil (WLAN). Le nom **Wi-Fi** (contraction de Wireless Fidelity, parfois notée à tort WiFi) correspond initialement au nom donné à la certification délivrée par la Wi-Fi Alliance, anciennement WECA (Wireless Ethernet Compatibility Alliance) [5], l'organisme chargé de maintenir l'interopérabilité entre les matériels répondant à la norme 802.11. Par abus de langage (et pour des raisons de marketing) le nom de la norme se confond aujourd'hui avec le nom de la certification. Ainsi un réseau Wifi est en réalité un réseau répondant à la norme 802.11. Les matériels certifiés par la Wi-Fi Alliance bénéficient de la possibilité d'utiliser le logo suivant :



Figure 1-07 : Logo de Wi-Fi

Grâce au Wi-Fi, il est possible de créer des réseaux locaux sans fils à haut débit pour peu que l'ordinateur à connecter ne soit pas trop distant par rapport au point d'accès. Dans la pratique, le WiFi permet de relier des ordinateurs portables, des ordinateurs de bureau, des assistants personnels (PDA) ou tout type de périphérique à une liaison haut débit (11 Mbps ou supérieur) sur un rayon de plusieurs dizaines de mètres en intérieur (généralement entre une vingtaine et une cinquantaine de mètres) à plusieurs centaines de mètres en environnement ouvert.

Ainsi, des opérateurs commencent à irriguer des zones à forte concentration d'utilisateurs (gares, aéroports, hotels, trains, ...) avec des réseaux sans fils. Ces zones d'accès sont appelées « **hot spots** ».

1.4.1.1 Présentation du WiFi

La norme 802.11 s'attache à définir les couches basses du modèle OSI pour une liaison sans fil utilisant des ondes électromagnétiques, c'est-à-dire :

- la couche physique (notée parfois couche PHY), proposant trois types de codage de l'information.
- la couche liaison de données, constitué de deux sous-couches : le contrôle de la liaison logique (**Logical Link Control**, ou **LLC**) et le contrôle d'accès au support (**Media Access Control**, ou **MAC**)

La couche physique définit la modulation des ondes radio-électriques et les caractéristiques de la signalisation pour la transmission de données, tandis que la couche liaison de données définit l'interface entre le bus de la machine et la couche physique, notamment une méthode d'accès proche de celle utilisée dans le standard ethernet et les règles de communication entre les différentes stations. La norme 802.11 propose en réalité trois couches physiques, définissant des modes de transmission alternatifs :

Couche Liaison de données(MAC)	802.2
	802.11
Couche Physique(PHY)	DSSS FHSS Infrarouges

Il est possible d'utiliser n'importe quel protocole de haut niveau sur un réseau sans fil WiFi au même titre que sur un réseau ethernet.

1.4.1.2 Les différentes normes WiFi

La norme IEEE 802.11 est en réalité la norme initiale offrant des débits de 1 ou 2 Mbps. Des révisions ont été apportées à la norme originale afin d'optimiser le débit (c'est le cas des normes 802.11a, 802.11b et 802.11g, appelées normes 802.11 physiques) ou bien préciser des éléments afin d'assurer une meilleure sécurité ou une meilleure interopérabilité. Voici un tableau présentant les différentes révisions de la norme 802.11 et leur signification :

Nom de la norme	Nom	Description
802.11a	Wifi5	La norme 802.11a (baptisé WiFi 5) permet d'obtenir un haut débit (54 Mbps théoriques, 30 Mbps réels). La norme 802.11a spécifie 8 canaux radio dans la bande de fréquence de 5 GHz.
802.11b	Wifi	La norme 802.11b est la norme la plus répandue actuellement. Elle propose un débit théorique de 11 Mbps (6 Mbps réels) avec une portée pouvant aller jusqu'à 300 mètres dans un environnement dégagé. La plage de fréquence utilisée est la bande de 2.4 GHz, avec 3 canaux radio disponibles.
802.11c	Pontage 802.11 vers 802.1d	La norme 802.11c n'a pas d'intérêt pour le grand public. Il s'agit uniquement d'une modification de la norme 802.11d afin de pouvoir établir un pont avec les trames 802.11 (niveau liaison de données).
802.11d	Internationalisation	La norme 802.11d est un supplément à la norme 802.11 dont le but est de permettre une utilisation internationale des réseaux locaux 802.11. Elle consiste à permettre aux différents équipements d'échanger des informations sur les plages de fréquence et les puissances autorisées dans le pays d'origine du matériel.
802.11e	Amélioration de la qualité de service	La norme 802.11e vise à donner des possibilités en matière de qualité de service au niveau de la couche liaison de données. Ainsi cette norme a pour but de définir les besoins des différents paquets en termes de bande passante et de délai de transmission de telle manière à permettre notamment une meilleure

		transmission de la voix et de la vidéo.
802.11f	Itinérance (roaming)	La norme 802.11f est une recommandation à l'intention des vendeurs de point d'accès pour une meilleure interopérabilité des produits. Elle propose le protocole Inter-Access point roaming protocol permettant à un utilisateur itinérant de changer de point d'accès de façon transparente lors d'un déplacement, quelles que soient les marques des points d'accès présentes dans l'infrastructure réseau. Cette possibilité est appelée itinérance (ou roaming en anglais)
802.11g		La norme 802.11g offre un haut débit (54 Mbps théoriques, 30 Mbps réels) sur la bande de fréquence des 2.4 GHz. La norme 802.11g a une compatibilité ascendante avec la norme 802.11b, ce qui signifie que des matériels conformes à la norme 802.11g peuvent fonctionner en 802.11b
802.11h		La norme 802.11h vise à rapprocher la norme 802.11 du standard Européen (HiperLAN 2, d'où le h de 802.11h) et être en conformité avec la réglementation européenne en matière de fréquence et d'économie d'énergie.
802.11i		La norme 802.11i a pour but d'améliorer la sécurité des transmissions (gestion et distribution des clés, chiffrement et authentification). Cette norme s'appuie sur l'AES (Advanced Encryption Standard) et propose un chiffrement des communications pour les transmissions utilisant les technologies 802.11a, 802.11b et 802.11g.
802.11r		La norme 802.11r a été élaborée de telle manière à utiliser des signaux infra-rouges. Cette norme est désormais dépassée techniquement.
802.11j		La norme 802.11j est à la réglementation japonaise ce que le 802.11h est à la réglementation européenne.

Tableau 1-02 : Les normes 802.11 [7]

Les normes 802.11a, 802.11b et 802.11g, appelées «normes physiques» correspondent à des révisions du standard 802.11 et proposent des modes de fonctionnement, permettant d'obtenir différents débits en fonction de la portée.

Standard	Bande de fréquence	Débit	Portée
WiFi a (802.11a)	5 GHz	54 Mbit/s	10 m
WiFi B (802.11b)	2.4 GHz	11 Mbit/s	100 m
WiFi G (802.11g)	2.4 GHz	54 Mbit/s	100 m

Tableau 1-03 : Les différents débits en fonction de la portée (802.11)

1.4.1.2.1 802.11a

La norme 802.11a permet d'obtenir un débit théorique de 54 Mbps, soit cinq fois plus que le 802.11b, pour une portée d'environ une trentaine de mètres seulement. La norme 802.11a s'appuie sur un codage de type Orthogonal Frequency Division Multiplexing (OFDM) sur la bande de fréquence 5 GHz et utilisent 8 canaux qui ne se recouvrent pas.

Ainsi, les équipements 802.11a ne sont donc pas compatibles avec les équipements 802.11b. Il existe toutefois des matériels intégrant des puces 802.11a et 802.11b, on parle alors de matériels «**dual band**».

Débit théorique (en intérieur)	Portée
54 Mbits/s	10 m
48 Mbits/s	17 m
36 Mbits/s	25 m
24 Mbits/s	30 m
12 Mbits/s	50 m
6 Mbits/s	70 m

Tableau 1-04 : Débit & Portée de 802.11a

1.4.1.2.2 802.11b

La norme 802.11b permet d'obtenir un débit théorique de 11 Mbps, pour une portée d'environ une cinquantaine de mètres en intérieur et jusqu'à 200 mètres en extérieur (et même au-delà avec des antennes directionnelles).

Débit théorique	Portée(en intérieur)	Portée(à l'extérieur)
11 Mbits/s	50 m	200 m
5,5 Mbits/s	75 m	300 m
2 Mbits/s	100 m	400 m
1 Mbit/s	150 m	500 m

Tableau 1-05 : Débit & Portée de 802.11b

1.4.1.2.3 802.11g

La norme 802.11g permet d'obtenir un débit théorique de 54 Mbps pour des portées équivalentes à celles de la norme 802.11b. D'autre part, dans la mesure où la norme 802.11g utilise la bande de fréquence 2,4GHZ avec un codage OFDM, cette norme est compatible avec les matériels 802.11b, à l'exception de certains anciens matériels.

Débit théorique	Portée(en intérieur)	Portée(à l'extérieur)
54 Mbits/s	27 m	75 m
48 Mbits/s	29 m	100 m
36 Mbits/s	30 m	120 m
24 Mbit/s	42 m	140 m
18 Mbit/s	55 m	180 m
12 Mbit/s	64 m	250 m
9 Mbit/s	75 m	350 m
6 Mbit/s	90 m	400 m

Tableau 1-06 : Débit & Portée de 802.11g

1.4.1.3 Les modes de fonctionnement du Wifi

Il existe différents types d'équipement pour la mise en place d'un réseau sans fil Wifi :

- Les **adaptateurs sans fils** ou **cartes d'accès** (en anglais wireless adapters ou network interface controller, noté NIC) : il s'agit d'une carte réseau à la norme 802.11 permettant à une machine de se connecter à un réseau sans fil. Les adaptateurs WiFi sont disponibles dans de nombreux formats (carte PCI, carte PCMCIA, adaptateur USB, carte CompactFlash, ...). On appelle **station** tout équipement possédant une telle carte.
- Les **points d'accès** (notés **AP** pour Access point, parfois appelés bornes sans fils) permettant de donner un accès au réseau filaire (auquel il est raccordé) aux différentes stations avoisinantes équipées de cartes wifi.

Le standard 802.11 définit deux modes opératoires :

1.4.1.3.1 Le mode infrastructure

Le mode infrastructure dans lequel les clients sans fils sont connectés à un point d'accès. Il s'agit généralement du mode par défaut des cartes 802.11b.

En **mode infrastructure** chaque ordinateur station (notée **STA**) se connecte à un point d'accès via une liaison sans fil. L'ensemble formé par le point d'accès et les stations situés dans sa zone de couverture est appelé ensemble de services de base (en anglais basic service set, noté **BSS**) et constitue une cellule. Chaque BSS est identifié par un BSSID, un identifiant de 6 octets (48 bits). Dans le mode infrastructure, le BSSID correspond à l'adresse MAC du point d'accès.

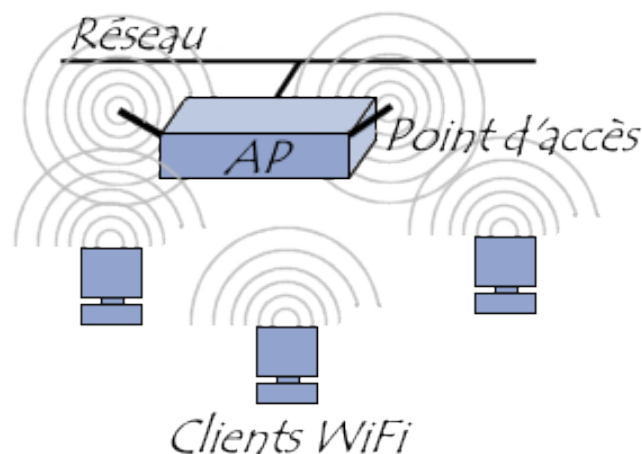


Figure 1-08 : Le mode infrastructure

Il est possible de relier plusieurs points d'accès entre eux (ou plus exactement plusieurs BSS) par une liaison appelée système de distribution (notée **DS** pour Distribution System) afin de constituer un ensemble de services étendu (extended service set ou ESS). Le système de distribution (DS) peut être aussi bien un réseau filaire, qu'un câble entre deux points d'accès ou bien même un réseau sans fil!

Un ESS est repéré par un **ESSID** (Service Set Identifier), c'est-à-dire un identifiant de 32 caractères de long (au format ASCII) servant de nom pour le réseau. L'ESSID, souvent abrégé en **SSID**, représente le nom du réseau et représente en quelque sorte un premier niveau de sécurité dans la mesure où la connaissance du **SSID** est nécessaire pour qu'une station se connecte au réseau étendu.

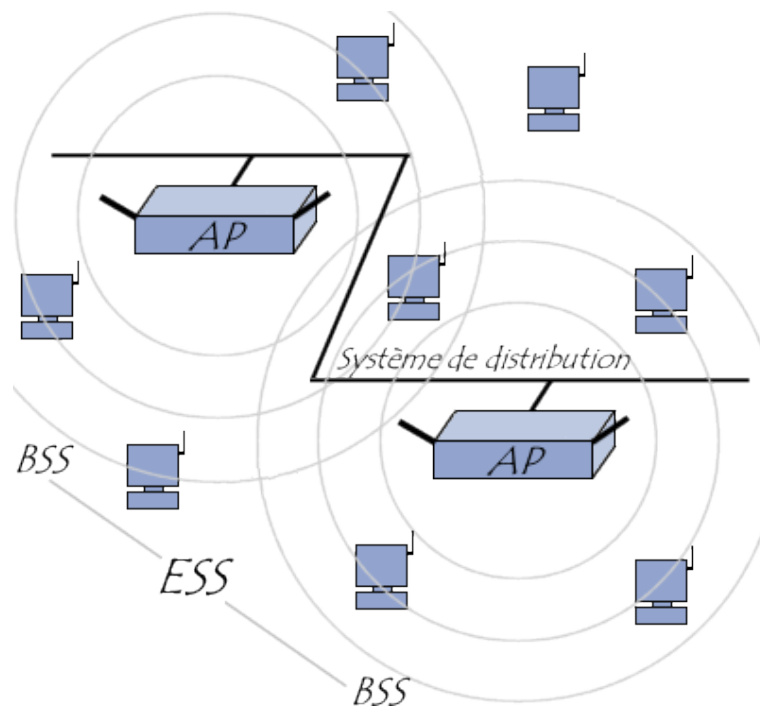


Figure 1-09 : Le réseau étendu ESS

1.4.1.3.1.1 Le roaming

Lorsqu'un utilisateur nomade passe d'un BSS à un autre lors de son déplacement au sein de l'ESS, l'adaptateur réseau sans fil de sa machine est capable de changer de point d'accès selon la qualité de réception des signaux provenant des différents points d'accès. Les points d'accès communiquent entre eux grâce au système de distribution afin d'échanger des informations sur les stations et permettre le cas échéant de transmettre les données des stations mobiles. Cette caractéristique permettant aux stations de "passer de façon transparente" d'un point d'accès à un autre est appelé itinérance (en anglais **roaming**).

1.4.1.3.1.2 La communication avec le point d'accès

Lors de l'entrée d'une station dans une cellule, celle-ci diffuse sur chaque canal une requête de sondage (probe request) contenant l'ESSID pour lequel elle est configurée ainsi que les débits que son adaptateur sans fil supporte. Si aucun ESSID n'est configuré, la station écoute le réseau à la recherche d'un SSID.

En effet chaque point d'accès diffuse régulièrement (à raison d'un envoi toutes les 0.1 secondes environ) une **trame balise** (nommée **beacon** en anglais) donnant des informations sur son BSSID, ses caractéristiques et éventuellement son ESSID. L'ESSID est automatiquement diffusé par défaut, mais il est possible (et recommandé) de désactiver cette option.

A chaque requête de sondage reçue, le point d'accès vérifie l'ESSID et la demande de débit présent dans la trame balise. Si l'ESSID correspond à celui du point d'accès, ce dernier envoie une réponse contenant des informations sur sa charge et des données de synchronisation. La station recevant la réponse peut ainsi constater la qualité du signal émis par le point d'accès afin de juger de la distance à laquelle il se situe. En effet d'une manière générale, plus un point d'accès est proche, meilleur est le débit.

Une station se trouvant à la portée de plusieurs points d'accès (possédant bien évidemment le même SSID) pourra ainsi **choisir** le point d'accès offrant le meilleur compromis de débit et de charge.

1.4.1.3.2 Le mode ad hoc

Le mode ad hoc dans lequel les clients sont connectés les uns aux autres sans aucun point d'accès. En **mode ad hoc** les machines sans fils clientes se connectent les unes aux autres afin de constituer un réseau point à point (peer to peer en anglais), c'est-à-dire un réseau dans lequel chaque machine joue en même temps le rôle de client et le rôle de point d'accès.

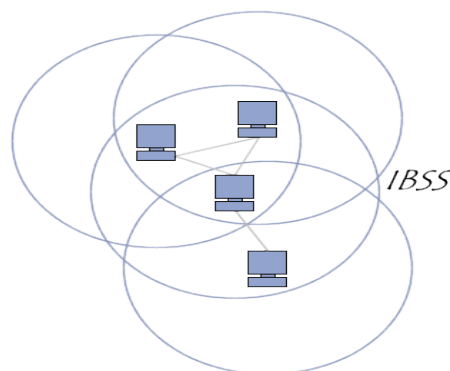


Figure 1-10 : Le mode ad hoc

L'ensemble formé par les différentes stations est appelé ensemble de services de base indépendants (en anglais **independent basic service set**, abrégé en IBSS).

Un IBSS est ainsi un réseau sans fil constitué au minimum de deux stations et n'utilisant pas de point d'accès. L'IBSS constitue donc un réseau éphémère permettant à des personnes situées dans une même salle d'échanger des données. Il est identifié par un SSID, comme l'est un ESS en mode infrastructure.

Dans un réseau ad hoc, la portée du BSS indépendant est déterminée par la portée de chaque station. Cela signifie que si deux des stations du réseau sont hors de portée l'une de l'autre, elles ne pourront pas communiquer, même si elles "voient" d'autres stations. En effet, contrairement au mode infrastructure, le mode ad hoc ne propose pas de système de distribution capable de transmettre les trames d'une station à une autre. Ainsi un IBSS est par définition un réseau sans fil restreint

1.5 Réseaux métropolitains sans fil (WMAN)

Le réseau métropolitain sans fil (**WMAN** pour Wireless Metropolitan Area Network) est connu sous le nom de **Boucle Locale Radio** (BLR). Les WMAN sont basés sur la norme IEEE 802.16. La boucle locale radio offre un débit utile de 1 à 10 Mbit/s pour une portée de 4 à 10 kilomètres, ce qui destine principalement cette technologie aux opérateurs de télécommunication [1].

La norme de réseau métropolitain sans fil la plus connue est le WiMAX, permettant d'obtenir des débits de l'ordre de 70 Mbit/s sur un rayon de plusieurs kilomètres.

1.5.1 WiMAX (802.16)

WiMAX est l'abréviation pour Worldwide Interoperability for Microwave Access. Il s'agit d'un standard de réseau sans fil métropolitain créé par les sociétés Intel et Alvarion en 2002 et ratifié par l'IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineer) sous le nom IEEE-802.16. Plus exactement, **WiMAX** est le label commercial délivré par le WiMAX Forum aux équipements conformes à la norme IEEE 802.16, afin de garantir un haut niveau d'interopérabilité entre ces différents équipements [7]. Les équipements certifiés par le WiMAX Forum peuvent ainsi afficher le logo suivant :



Figure 1-12 : Logo de WIMAX

1.5.1.1 Objectifs du WiMAX

L'objectif du WiMAX est de fournir une connexion internet à haut débit sur une zone de couverture de plusieurs kilomètres de rayon. Ainsi, dans la théorie, le WiMAX permet d'obtenir des débits montants et descendants de 70 Mbit/s avec une portée de 50 kilomètres. Le standard WiMAX possède l'avantage de permettre une connexion sans fil entre une station de base (en anglais Base Transceiver Station, notée BTS) et des milliers d'abonnés sans nécessiter de ligne visuelle directe (en anglais Line Of Sight, parfois abrégés LOS) ou NLOS pour Non Line Of Sight). Dans la réalité le WiMAX ne permet de franchir que de petits obstacles tels que des arbres ou une maison mais ne peut en aucun cas traverser les collines ou les immeubles. Le débit réel lors de la présence d'obstacles ne pourra ainsi excéder 20 Mbit/s.

1.5.1.2 WiMAX fixe et WiMAX mobile

Les révisions du standard IEEE 802.16 se déclinent en deux catégories :

- **WiMAX fixe**, également appelé IEEE 802.16-2004, est prévu pour un usage fixe avec une antenne montée sur un toit, à la manière d'une antenne TV. Le WiMAX fixe opère dans les bandes de fréquence 2.5 GHz et 3.5 GHz, pour lesquelles une licence d'exploitation est nécessaire, ainsi que la bande libre des 5.8 GHz.
- **WiMAX mobile** (en anglais WiMAX portable), également baptisé IEEE 802.16e, prévoit la possibilité de connecter des clients mobiles au réseau internet. Le WiMAX mobile ouvre ainsi la voie à la téléphonie mobile sur IP ou plus largement à des services mobiles haut débit.

Standard	Bande de fréquence	Débit	Portée
WiMAX fixe (802.16-2004)	2-11 GHz (3,5 GHz en Europe)	75 Mbits/s	10 km
WiMAX mobile (802.16e)	2-6 GHz	30 Mbits/s	3,5 km

Tableau 1-07 : Catégories de WIMAX

1.5.1.3 Applications du WiMAX

Un des usages possibles du WiMAX consiste à couvrir la zone dite du « dernier kilomètre » (en anglais « last mile »), encore appelée boucle locale radio, c'est-à-dire fournir un accès à internet haut débit aux zones non couvertes par les technologies filaires classiques (lignes xDSL telles que l'ADSL, Câble ou encore les lignes spécialisées T1, etc.).

Une autre possibilité d'utilisation consiste à utiliser le WiMAX comme réseau de collecte (en anglais backhaul) entre des réseaux locaux sans fil, utilisant par exemple le standard WiFi. Ainsi, le WiMAX permettra à terme de relier entre eux différents hotspots afin de créer un réseau maillé (en anglais mesh network).

1.5.1.4 Les normes du WiMAX

Standard	Bande de fréquence	Etat	Portée
IEEE std 802.16	Définit des réseaux métropolitains sans fil sur des bandes de fréquences supérieures à 10 GHz.	Octobre 2002	Obsolète
IEEE std 802.16a	Définit des réseaux métropolitains sans fil sur des bandes de fréquences comprises entre 2 et 11 GHz.	9 octobre 2003	Obsolète
IEEE 802.16b	Définit des réseaux métropolitains sans fil dans les bandes de fréquences comprises entre 10 et 60 GHz.		Fusionné avec 802.16a (Obsolète)
IEEE std 802.16c	Définit des options (profils) pour les réseaux métropolitains sans fil dans les bandes de fréquences libres.		juillet 2003
IEEE 802.16d (IEEE std 802.16-2004)	Révision intégrant les standards 802.16, 802.16a et 802.16c.	1 ^{er} octobre 2004	Actif
IEEE std 802.16e	Définit la possibilité d'utilisation de réseaux métropolitains sans fil avec des clients mobiles.		non ratifié
IEEE std 802.16f	Définit la possibilité d'utilisation de réseaux sans fil maillés (mesh network).		non ratifié

Tableau 1-08 : Les normes WiMAX

1.6 Réseaux étendus sans fil (WWAN)

Le réseau étendu sans fil **WWAN** (Wireless Wide Area Network) est également connu sous le nom de réseau cellulaire mobile. Il s'agit des réseaux sans fil les plus répandus puisque tous les téléphones mobiles sont connectés à un réseau étendu sans fil [8].

Les réseaux de téléphonie mobile sont basés sur la notion de **cellules**, c'est-à-dire des zones circulaires se chevauchant afin de couvrir une zone géographique.

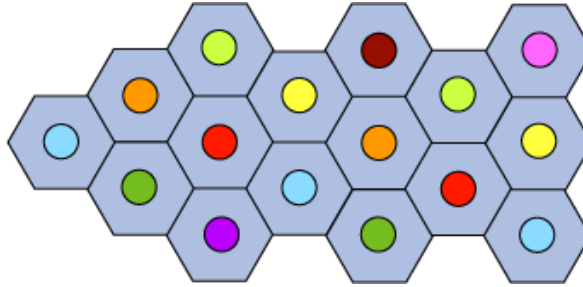


Figure 1-13 : une zone géographique [1]

Les réseaux cellulaires reposent sur l'utilisation d'un émetteur-récepteur central au niveau de chaque cellule, appelée « **station de base** » **BTS** (Base Transceiver Station). Plus le rayon d'une cellule est petit, plus la bande passante disponible est élevée. Ainsi, dans les zones urbaines fortement peuplées, des cellules d'une taille pouvant avoisiner quelques centaines de mètres seront présentes, tandis que de vastes cellules d'une trentaine de kilomètres permettront de couvrir les zones rurales.

Dans un réseau cellulaire, chaque cellule est entourée de 6 cellules voisines (c'est la raison pour laquelle on représente généralement une cellule par un hexagone). Afin d'éviter les interférences, des cellules adjacentes ne peuvent utiliser la même fréquence. En pratique, deux cellules possédant la même gamme de fréquences doivent être éloignées d'une distance représentant deux à trois fois le diamètre de la cellule.

Les principales technologies sont les suivantes :

1.6.1 Le standard GSM (2G)

Le réseau **GSM** (Global System for Mobile communications) constitue au début du 21^{ème} siècle le standard de téléphonie mobile le plus utilisé en Europe. Il s'agit d'un standard de téléphonie dit « de seconde génération » (2G) car, contrairement à la première génération de téléphones portables, les communications fonctionnent selon un mode entièrement numérique. Baptisé « Groupe Spécial Mobile » à l'origine de sa normalisation en 1982, il est devenu une norme internationale nommée « Global System for Mobile communications » en 1991 [9].

En Europe, le standard GSM utilise les bandes de fréquences 900 MHz et 1800 MHz. Aux Etats-Unis par contre, la bande de fréquence utilisée est la bande 1900 MHz. Ainsi, on qualifie de **tri-bande** (parfois noté tribande), les téléphones portables pouvant fonctionner en Europe et aux Etats-Unis et de **bi-bande** ceux fonctionnant uniquement en Europe. La norme GSM autorise un débit maximal de 9,6 kbps, ce qui permet de transmettre la voix ainsi que des données numériques de faible volume, par exemple des messages textes (**SMS**, pour Short Message Service) ou des messages multimédia (**MMS**, pour Multimedia Message Service).

1.6.1.1 Architecture du réseau GSM

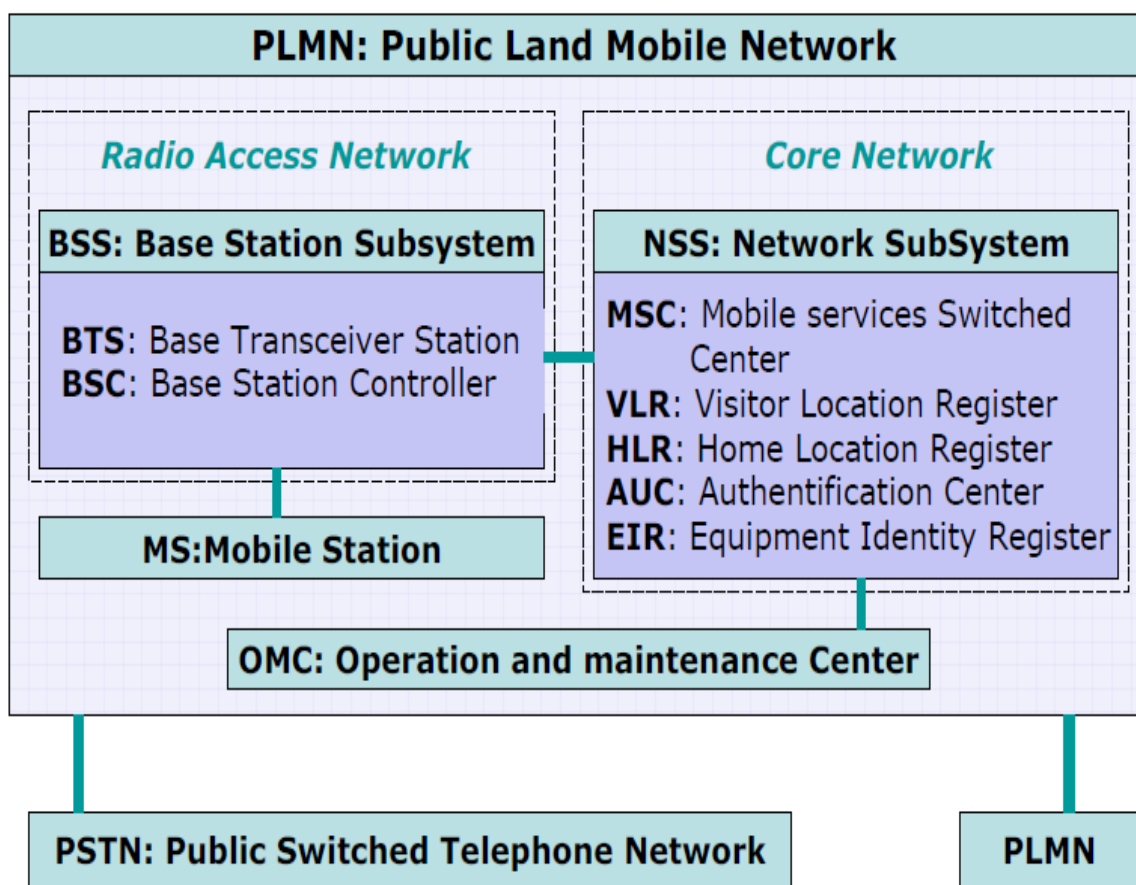


Figure 1-14 : Architecture du réseau GSM [2]

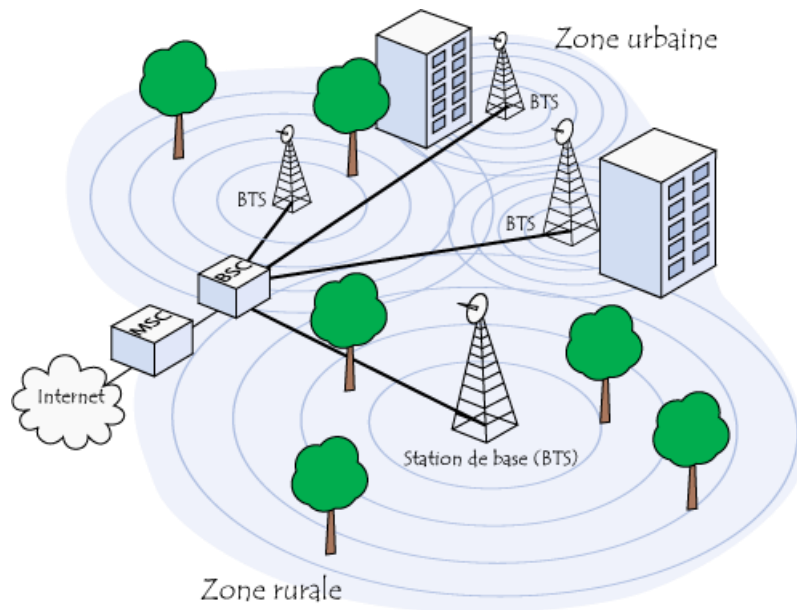
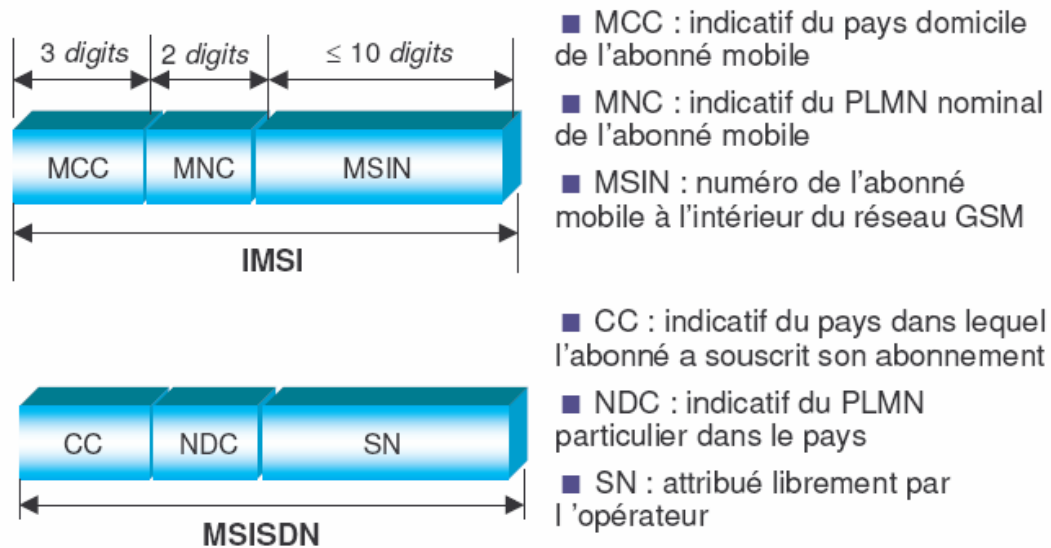


Figure 1-15 : Architecture vue par le grand public

1.6.1.1.1 MS : Station Mobile

Dans un réseau GSM, le terminal de l'utilisateur est appelé **station mobile**. Une station mobile est composée :

- D'une carte **SIM** (Subscriber Identity Module), permettant d'identifier l'utilisateur de façon unique. Chaque carte SIM est caractérisée par
 - **IMSI** (International Mobile Subscriber Identity) : un numéro d'identification permanente et unique (secret non connu par l'utilisateur). Ce numéro peut être protégé à l'aide d'une clé de 4 chiffres appelés code PIN.
 - **TMSI** (Temporary Mobile Subscriber Identity) : Identité temporaire du mobile auprès du MSC.
 - **MSISDN** (Mobile Station International ISDN Number) : Numéro international d'un abonné suivant le plan de numérotation E.164. C'est par ce numéro qu'il peut appeler ou être appelé.
 - Les algorithmes de chiffrement
- Et d'un terminal mobile, c'est-à-dire l'appareil de l'utilisateur (la plupart du temps un téléphone portable), qui est identifié par un numéro d'identification unique de 15 chiffres appelé **IMEI** (International Mobile Equipment Identity).



La carte SIM permet ainsi d'identifier chaque utilisateur, indépendamment du terminal utilisé lors de la communication avec une station de base. La communication entre une station mobile et la station de base se fait par l'intermédiaire d'un lien radio, généralement appelé **interface air** (ou plus rarement interface Um).

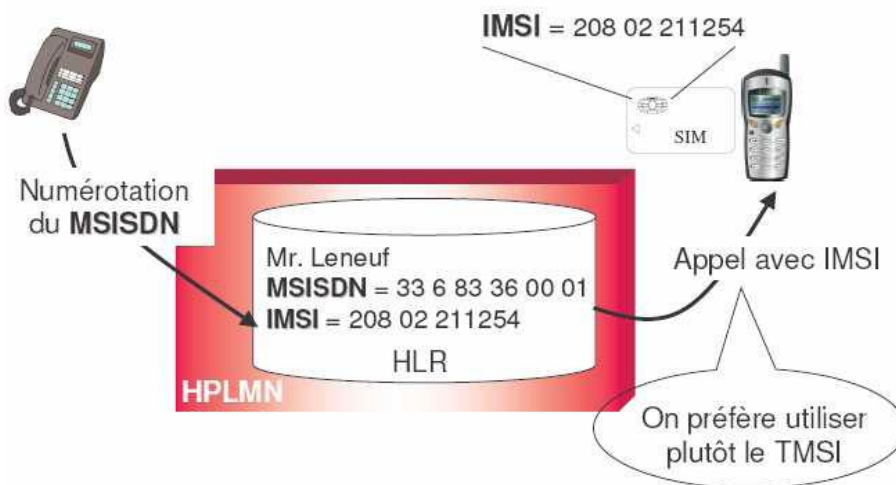


Figure 1-17 : Utilisation de IMSI (TMSI) avec MSISDN

1.6.1.1.2 Le sous-système radio BSS (Base Station Subsystem)

Gérer l'accès au réseau via l'interface air et constitue de :

- Un BTS (Base Transceiver Station): station de base d'émission et de réception, assure couverture radio d'une cellule (rayon de 200m à ~30 km), contient 1 à 8 porteur(s) radio, 8 canaux plein débit par porteur et prend en charge: modulation/démodulation, correction des erreurs, cryptage des communications, mesure qualité et puissance de réception

- Un BSC (Base Station Controller) pilote un ensemble de station de base (typiquement ~60), c'est un carrefour de communication: concentrateur de BTS et aiguillage vers BTS destinataire, prend en charge la gestion des ressources radio, affectation des fréquences, contrôle de puissance..., des appels: établissement, supervision, libération des communications, etc, et des transferts intercellulaires (handover).

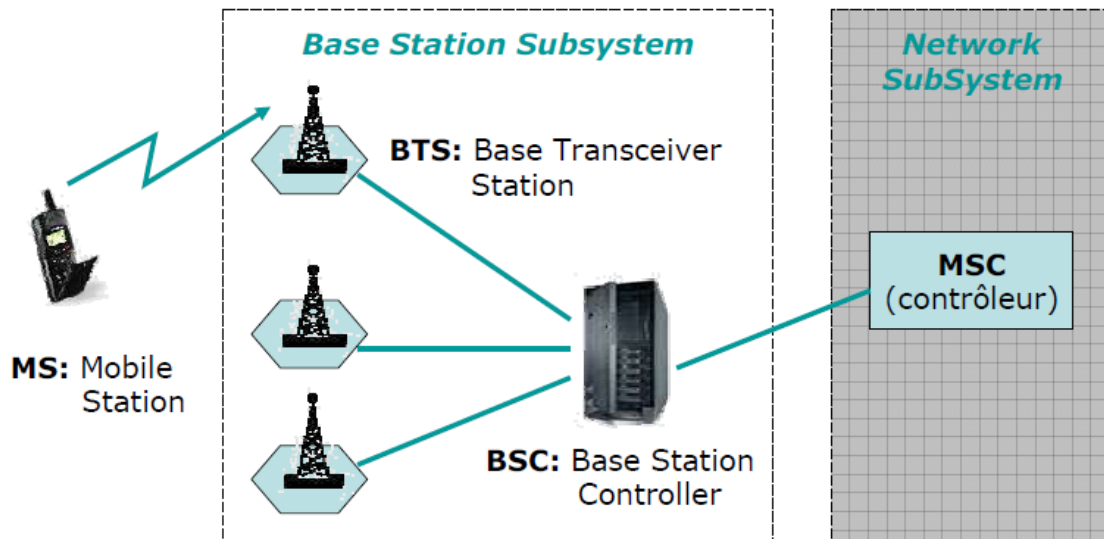


Figure 1-18 : Le sous-système radio BSS

1.6.1.1.3 Le sous-système réseau NSS (Network Station Subsystem)

Il est chargé de gérer les identités des utilisateurs, leur localisation et l'établissement de la communication avec les autres abonnés, il est constitué de :

- Un MSC (Mobile Switching Center): commutateur numérique en mode circuit chargé : d'orienter les signaux vers les BSC, établir la communication en s'appuyant sur les BD du réseau (HLR, VLR), assurer l'interconnexion avec les réseaux téléphoniques fixes (RTC, RNIS), les réseaux de données ou les autres PLMN, assurer la cohésion des BD du réseau (HLR, VLR), participer à la gestion de la mobilité et à la fourniture des téléservices et fournit 3 types de services: services de support (transmission données, commutation...), téléservices (téléphonie, télécopie...) et compléments de services (renvoi/restriction d'appels...).
- Le registre des abonnés locaux HLR (Home Location Register): base de données contenant les informations relatives aux abonnés (données statiques: IMSI, MSISDN, type abonnement... et données dynamiques: localisation, état du terminal...). Le HLR sert de référence pour tout le réseau et on note que :
 - ✓ Un HLR logique par PLMN. En pratique, plusieurs bases de données redondantes.
 - ✓ Dialogue permanent entre le HLR et les VLR.

- Le Registre des abonnés visiteurs VLR (Visitor Location Register): il s'agit d'une base de données contenant des informations sur les autres utilisateurs que les abonnés locaux (En général, un VLR par commutateur MSC). Le VLR rapatrié les données sur un nouvel utilisateur à partir du HLR correspondant à sa zone d'abonnement (même info que dans HLR + identité temporaire (TMSI) + localisation). Les données sont conservées pendant tout le temps de sa présence dans la zone et sont supprimées lorsqu'il la quitte ou après une longue période d'inactivité (terminal éteint).
- Le Centre d'authentification AUC (Autentication Center) : il s'agit d'un élément chargé de vérifier l'identité des utilisateurs et assure les fonctions de cryptage. L'AUC est souvent intégré physiquement avec le HLR.
- Le registre des terminaux EIR (Equipement Identity Register) : il s'agit d'une base de données répertoriant les terminaux mobiles, empêche l'accès au réseau aux terminaux non autorisés (terminaux volés). A chaque appel, le MSC contacte le EIR et vérifie la validité du IMEI.

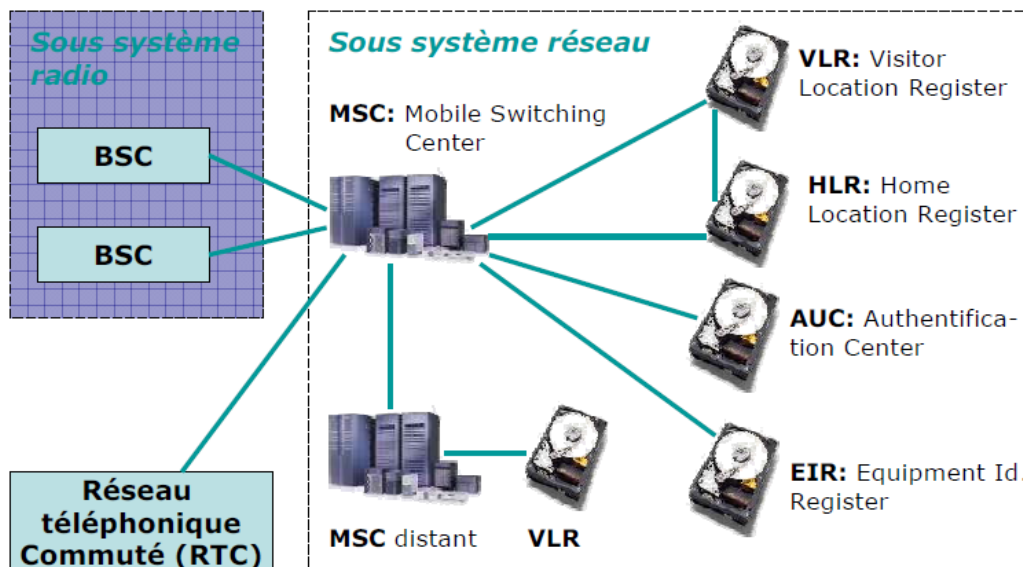


Figure 1-19 : Le sous-système réseau NSS

1.6.1.2 Limitation de GSM pour le transfert de données

- Débit de transmission limité à 9 kbps.
- Temps d'établissement long : 20 ~ 25 s.
- Facturation selon le temps de connexion et non pas en fonction du volume de données transférées.
- Pas de souplesse dans l'adaptation du débit.
- Interconnexion complexe avec les réseaux paquet.

1.6.2 Le standard GPRS (2.5G)

Le standard **GPRS** (General Packet Radio Service) est une évolution de la norme GSM, ce qui lui vaut parfois l'appellation GSM++ (ou GSM 2+). Etant donné qu'il s'agit d'une norme de téléphonie de seconde génération permettant de faire la transition vers la troisième génération (3G), on parle généralement de 2.5G pour classer le standard GPRS [8].

Le GPRS permet d'étendre l'architecture du standard GSM, afin d'autoriser le transfert de données par paquets, avec des débits théoriques maximums de l'ordre de 171,2 kbit/s (en pratique jusqu'à 114 kbit/s). Grâce au mode de transfert par paquets, les transmissions de données n'utilisent le réseau que lorsque c'est nécessaire. Le standard GPRS permet donc de facturer l'utilisateur au volume échangé plutôt qu'à la durée de connexion, ce qui signifie notamment qu'il peut rester connecté sans surcoût.

Ainsi, le standard GPRS utilise l'architecture du réseau GSM pour le transport de la voix, et propose d'accéder à des réseaux de données (notamment internet) utilisant le protocole IP ou le protocole X.25.

Le GPRS permet de nouveaux usages que ne permettait pas la norme GSM qui sont :

- La principale nouveauté est l'allocation dynamique de canal; ce qui autorise des transferts à débit variable.
- Le GPRS est capable d'allouer :
 - le même time slot à plusieurs utilisateurs : partage des ressources lors des périodes chargées
 - plusieurs time slots à un seul utilisateur (maximum 8) : atteinte de hauts débits (maximum théorique 171,2 kbits/s)
- Les canaux UL et DL sont réservés séparément et il est possible que les services GPRS et GSM utilisent alternativement le même time slot.

1.6.2.1 Architecture du réseau GPRS

L'intégration du GPRS dans une architecture GSM nécessite l'ajonction de nouveaux noeuds réseau appelés **GSN**(GPRS support nodes) situés sur un réseau fédérateur (backbone) :

- le **SGSN** (Serving GPRS Support Node, soit en français Noeud de support GPRS de service), routeur permettant de gérer les coordonnées des terminaux de la zone et de réaliser l'interface de transit des paquets avec la passerelle GGSN.

- le **GGSN** (Gateway GPRS Support Node, soit en français Noeud de support GPRS passerelle), passerelle s'interfaçant avec les autres réseaux de données (internet). Le GGSN est notamment chargé de fournir une adresse IP aux terminaux mobiles pendant toute la durée de la connexion.

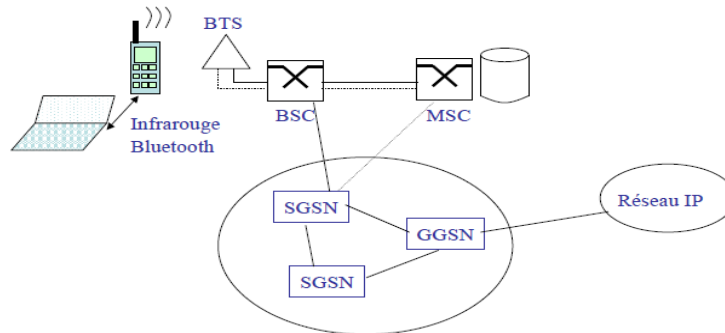


Figure 1-20 : Réseau GPRS

1.6.2.2 Qualité de service

Le GPRS intègre la notion de Qualité de Service **QoS** (Quality of Service), c'est-à-dire la capacité à adapter le service aux besoins d'une application. Les critères de qualité de service sont les suivants :

- Classe de priorité
- Classe de fiabilité (en anglais reliability). GRPS définit 3 classes de fiabilité
- Classe de délai (en anglais delay)
- Classe de débit (en anglais throughput)

1.6.2.3 Schémas de codages

Le standard GPRS définit 4 schémas de codages de canal, nommés CS-1, CS-2, CS-3 et CS-4. Chaque schéma définit le niveau de protection des paquets contre les interférences, afin d'être en mesure de dégrader le signal selon la distance des terminaux mobiles avec les stations de base. Plus la protection est grande, plus le débit est faible :

Schéma de codage	Débit	Débit	Protection
	1 slot	8 slots	
CS-1	9.05 kbit/s	72.4 kbit/s	Normale (signalisation)
CS-2	13.4 kbit/s	108.8 kbit/s	Légèrement inférieure
CS-3	15.6 kbit/s	125.6 kbit/s	Réduite
CS-4	21.4 kbit/s	171.2 kbit/s	Aucune correction d'erreur

Tableau 1-09 : Schémas de codages

1.6.2.4 Les terminaux GPRS

Les terminaux GPRS sont groupés en trois classes dont les caractéristiques sont les suivantes:

- Mobile de classe A - Attachement au GSM et au GPRS.
 - Signalisation/connexion GPRS et GSM simultanément
 - Données simultanées de Voix et de Paquets
 - Deux canaux radio sont nécessaires.
- Mobile de classe B - Attachement au GSM et au GPRS.
 - Signalisation GSM et GPRS simultanément; Connexion GSM ou GPRS exclusif (Lors d'un appel téléphonique, la connexion GPRS passe à l'état «Busy or Held»)
 - Mode Voix et Paquets à l'alternat
 - Implémentation complexe
- Mobile de classe C - Attachement au GSM ou au GPRS.
 - Signalisation/connexion GPRS OU Signalisation/connexion GSM
 - La commutation entre les deux services est manuelle
 - Implémentation simple

1.6.2.5 Applications GPRS

- Accès au Web
- Messagerie électronique
- Transfert de fichier
- Commerce électronique
- Services d'information : météo, résultats sportifs, trafic routier ... etc.

1.6.3 UMTS (3G ou NGN)

Le UMTS (Universal Mobile Telecommunication System) est un système de communications mobiles de troisième génération (3 G) qui fournit une gamme de services à large bande au monde des communications sans fil et mobiles. L'UMTS offre les communications mobiles, à faible coût et à des débits de données jusqu'à 2 Mbps. L'UMTS est conçu pour fournir des images, graphiques, communications vidéo et autres informations multimédias, ainsi que les voix et les données, aux clients mobiles sans-fil [10]. L'UMTS adopte une approche progressive vers un réseau tout IP en prolongeant le deuxième réseau GSM/GPRS de génération (2 G) et en utilisant la technologie de la large bande CDMA (Code Division Multiple Access). Le GPRS est le point de convergence entre les technologies de 2 G et le domaine de commutation de paquets de la 3 G UMTS.

1.6.3.1 Services UMTS

L'UMTS offre un soutien pour les services voix et données. Les débits suivants sont des cibles pour l'UMTS:

- Macro-cellule , 144 kbps, pour 500 km/h
- Micro-cellule , 384 kbps, pour 120 km/h
- Pico-cellule , 2 Mbps, pour 10 km/h.

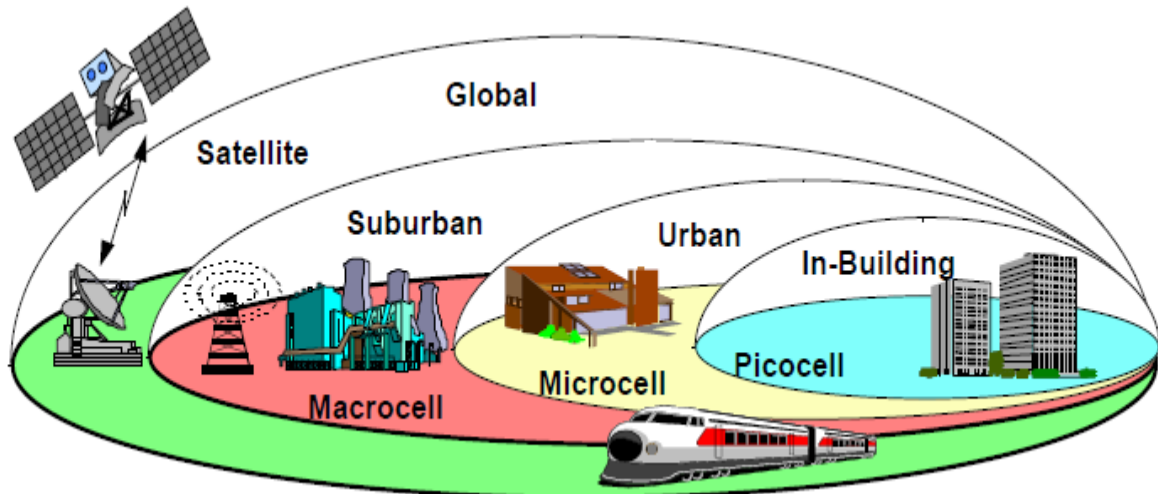


Figure 1-21 : Couverture de l'UMTS

UMTS accueille des classes de qualité de service pour quatre types de trafic :

- Classe de conversation : Voix, la téléphonie vidéo, les jeux vidéo
- Classe de streaming : multimédia, vidéo à la demande, webcast (diffusion sur le Web)
- Classe Interactive : navigation sur le web, jeux en réseau, accès à la base de données
- Classe background : E-mail, SMS, le téléchargement de fichiers

L'UMTS prend en charge les catégories de services et applications suivantes :

- L'accès à l'internet : messagerie, téléchargement de vidéo/musique, la voix / vidéo sur IP, le commerce mobile, voyage et services d'information
- Accès intranet / extranet : application d'entreprise tels que courrier/messagerie, ventes mobiles, accès de base de données entreprise, la vidéoconférence et la vidéo téléphonie
- Information personnalisée / divertissement : information (photo/vidéo/musique à télécharger), l'enseignement à distance, messagerie mobile, jeux, services de portail de voix.

- La messagerie multimédia : les extensions SMS pour les images, vidéo et musique, transfert de document
- Services de localisation : pages jaunes, commerce mobile, service de la navigation.

Class Of Service	Applications	Parameters		
		Delay	Jitter	Errors
Conversational	<ul style="list-style-type: none"> • Voice(multiple compression modes) • Telephony, VoIP • Visiophony • Elaborate Video Games 	Low transfer delay	Low jitter	Importance depends on type of compression (more important for visiphony than voice at 12.2kbit/s)
Streaming	<ul style="list-style-type: none"> • Web broadcast • Video streaming on-demand 	Transfer delay less significant	Jitter less important (make use of buffering)	idem
Interactive	<ul style="list-style-type: none"> • Database Consultation • Localization services • Simple Video Games 	Transfer delay less significant (based on round trip delay)	Not so important	Important
Background	<ul style="list-style-type: none"> • E-mail • SMS • Measurements 	Not so important	Not so important	Important

Tableau 1-10 : Services UMTS [09]

1.6.3.2 Architecture UMTS

Un réseau UMTS est construit sur trois domaines interdépendants : le réseau de base CN (Core Network), l'UTRAN (UMTS Terrestrial Radio Access Network) et l'équipement de l'utilisateur UE (User Equipment). L'architecture de l'UMTS est illustré dans la Figure 1-22.

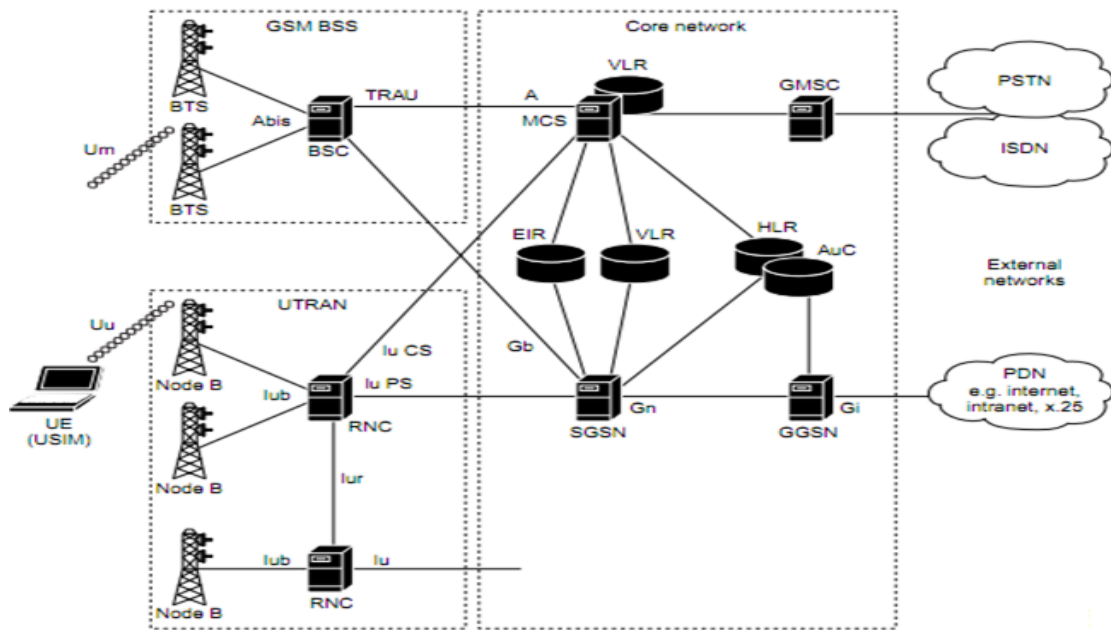


Figure 1-22 : Architecture UMTS [10]

1.6.3.2.1 CN

Le CN de l'UMTS est basé sur le réseau GSM/GPRS actuel, cependant, chaque équipement réseau doit être modifié afin de soutenir les services UMTS. Le but principal du CN est de fournir de commutation, de routage et de transit pour le trafic de l'utilisateur. Les bases de données et des fonctions de gestion de réseau se trouvent également dans le CN.

Le CN elle-même se compose de deux domaines : le domaine de la commutation par circuit et le domaine de la commutation par paquets. Le MSC, VLR et Gateway MSC sont situés dans le domaine de la commutation par circuit tandis que le SGSN et le GGSN résident dans le domaine de la commutation par paquets. Néanmoins, certaines entités comme le HLR, VLR et AUC sont partagées par les deux domaines.

Pour la transmission de la NC, ATM (Asynchronous Transfer Mode) est la technologie choisie. La commutation par circuit est gérée par le type 2 AAL (ATM Adaptation Layer), qui est conçu pour les applications sensibles aux delay et débits. D'autre part, la commutation par paquet est gérée par le type 5 AAL conçu pour le transport des trames de données pour les services de données sans connexion.

L'architecture du CN n'est pas à l'état congelé, il pourrait devoir être modifié afin de soutenir les services supplémentaires. En outre, les équipements existants tels que le MSC, VLR et SGSN peuvent être fusionnées pour devenir un MSC UMTS.

1.6.3.2.2 UTRAN

La principale différence entre les réseaux GSM/GPRS et UMTS est dans la transmission d'interface air. Le TDMA et FDMA sont utilisés dans les réseaux GSM/GPRS. La méthode d'accès interface air pour les réseaux UMTS est WCDMA, qui a deux modes de fonctionnement : FDD (Frequency Division Duplex) et TDD (Time Division Duplex). Cette nouvelle méthode d'accès air interface exige un nouvel accès réseau radio (RAN) appelé l'UTRAN (UTMS Terrestrial Radio Access Network).

Deux nouveaux éléments de réseau sont introduits dans l'UTRAN : le contrôleur de réseau radio RNC (Radio Network Controller) et le noeud B. L'UTRAN contient plusieurs sous-systèmes de réseau radio RNSs (Radio network Subsystem), et chaque RNS est contrôlée par un RNC. Le RNC se connecte à un ou plusieurs éléments de noeud B. Chaque noeud B peut fournir un service à plusieurs cellules, les éléments de réseau de l'UTRAN sont indiqués dans la Figure 1-23.

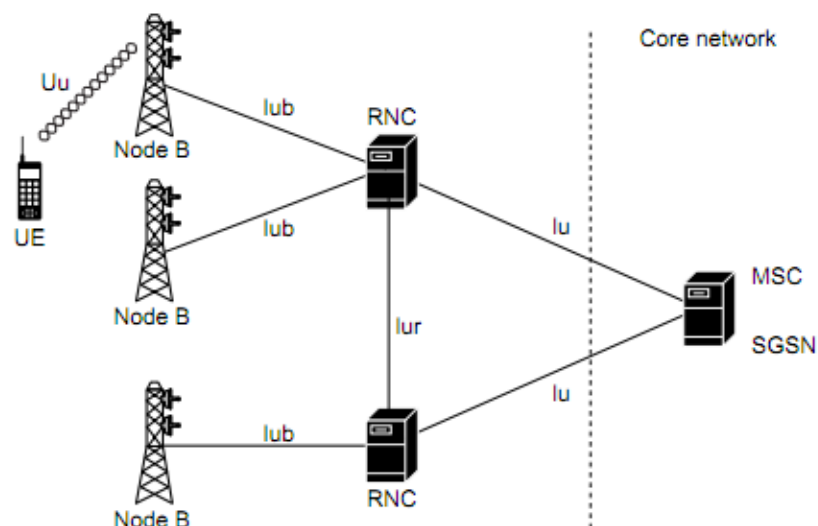


Figure 1-23 : Architecture UTRAN [10]

1.6.3.2.2.1 RNC

Le RNC dans les réseaux UMTS fournit des fonctions équivalentes à des fonctions de BSC dans les réseaux GSM/GPRS. Les principales tâches sont :

- contrôle des ressources radio
- contrôle d'admission
- Allocation des canaux
- Paramètres de contrôle de puissance

- contrôle de Handover
- Macro diversité
- Chiffrement
- Segmentation et réassemblage
- Diffusion de signalisation
- Contrôle de puissance en boucle ouverte

1.6.3.2.2 Node B

Le noeud B dans les réseaux UMTS est équivalent à la station de base BTS dans les réseaux GSM/GPRS. La fonction principale du noeud B est la conversion des données sur l'interface radio Uu. Cette fonction comprend adaptation de correction et de taux d'erreur sur l'interface air. Les fonctions du Node B comprennent:

- Air interface de transmission et réception
- Modulation et démodulation
- Canal physique de codage CDMA
- Micro diversité
- Gestion des erreurs
- Contrôle de puissance en boucle fermée
- Permet à l'UE d'ajuster sa puissance à l'aide d'une technique appelée **downlink transmission power control**.

1.6.3.2.3 UE (User Equipment)

L'UE est la combinaison de l'équipement mobile de l'abonné et la carte SIM de l'UMTS USIM (UMTS subscriber identity module). Semblable à la carte SIM dans les réseaux GSM/GPRS, le USIM est une carte qui s'insère dans l'équipement mobile et identifie l'abonné au réseau central.

La carte USIM possède les mêmes caractéristiques physiques comme la carte SIM GSM/GPRS et fournit les fonctions suivantes :

- Prend en charge de plusieurs profils utilisateur sur le USIM
- Mise à jour USIM information sur l'air
- Fournit des fonctions de sécurité
- Fournit l'authentification des utilisateurs
- Prend en charge l'inclusion des méthodes de paiement
- Prend en charge le téléchargement sécurisé de nouvelles applications

Plusieurs types d'identité pour l'UE sont pris directement à partir de la spécifications de GSM. Ces types d'identité comprennent : IMSI (International Mobile Subscriber Identity), TMSI (Temporary Mobile Subscriber Identity), P-TMSI (Packet Temporary Mobile Subscriber Identity), TLLI (Temporary Logical Link Identity), MSISDN (Mobile station ISDN), IMEI (International Mobile Station Equipment Identity) et IMEISV (International Mobile Station Equipment Identity and Software Number).

L'UE UMTS peut fonctionner dans l'un des trois modes de fonctionnement:

- PS/CS mode : l'UE est attaché au domaine de commutation par paquets (PS) et de la commutation par circuits (CS), et l'UE peut utiliser simultanément les services PS et CS.
- PS mode : l'UE est attachée au domaine du PS et utilise seulement les services de PS (mais permet de CS tels que la voix sur IP VoIP).
- CS mode : l'UE est attachée au domaine CS et utilise seulement les services de CS.

1.6.3.3 Interfaces UMTS

L'UMTS définit quatre nouvelles interfaces ouvertes (voir Figure 21) :

- Uu interface : UE au noeud B (l'interface air de l'UMTS WCDMA)
- Iu interface : RNC au GSM/GPRS (MSC/VLR ou SGSN)
- Iu-CS : Interface à la commutation par circuits
- Iu-PS : Interface à la commutation par paquets.
- Iub interface : RNC au noeud B
- Iur interface : RNC au RNC

1.6.4 4G

Pourquoi avons-nous besoin de 4 G ? Pour répondre à cette question, nous avons besoin de comprendre certaines limitations majeures de la 3 G. Certaines raisons pour une nouvelle génération de la communication mobile sont énumérées ci-dessous [11] :

- Difficulté de CDMA de fournir des débits plus élevés
- Nécessité d'une augmentation continue du débit et de bande passante pour répondre aux besoins multimédia
- Limitation du spectre et de sa répartition
- incapacité de se déplacer entre les différents services
- pour fournir un mécanisme de transport sans rupture de bout en bout
- Pour mettre en place un meilleur système à un coût réduit

1.6.4.1 Quelques caractéristiques principales de la 4G

- **Grande facilité d'utilisation et de l'itinérance mondiale** : les terminaux de l'utilisateur final doivent être compatibles avec toute technologie, à tout moment, n'importe où dans le monde. L'idée de base est que l'utilisateur puisse prendre son mobile pour n'importe quel endroit, par exemple, d'un lieu qui utilise CDMA vers un autre endroit qui emploie GSM.
- **Le support multimédia**: L'utilisateur doit être en mesure de recevoir un haut taux de services de données multimédia. Cela exige plus de bande passante et un débit plus élevé.
- **Personnalisation** : Cela signifie que n'importe quel type de personne devrait être capable d'accéder au service. Les fournisseurs de services devraient être en mesure de fournir des services personnalisés aux différents types d'utilisateurs [13].

1.6.4.2 Les principaux défis [12]

- **Terminaux utilisateurs multimode** : pour accéder aux différents types de technologies et de services, les terminaux de l'utilisateur devraient être capables de se configurer eux-mêmes dans différents modes. Ceci élimine le besoin de multiples terminaux. Techniques d'adaptation comme antennes intelligentes et logiciels radio ont été proposées pour atteindre la mobilité terminale.
- **Système sans fil de la découverte et la sélection**: L'idée principale derrière cela est le terminal utilisateur qui doit être capable de sélectionner les systèmes sans fil désirés (le système pourrait être LAN, GPS, GSM etc.). Une solution proposée pour cela consiste à utiliser une approche des logiciels radio où le terminal scanne le meilleur réseau disponible et puis télécharge le logiciel requis et le configure pour accéder au réseau particulier.
- **Terminale mobilité** : C'est un des plus grands problèmes que les chercheurs font face. Terminale de mobilité permet à l'utilisateur de parcourir à travers différentes zones géographiques qui utilisent différentes technologies. Il y a deux questions importantes liées à la mobilité terminale. L'une est gestion de localité où le système peut localiser la position du mobile pour fournir un service. Une autre question importante est la gestion de la handoff. Dans les systèmes mobiles traditionnels seulement le handoff horizontale doit être effectuée où comme dans des systèmes de 4 G le handoff horizontal et vertical doit être effectué.

- **Mobilité personnelle** : mobilité personnelle porte sur la mobilité de l'utilisateur, plutôt que les terminaux de l'utilisateur. L'idée derrière cela est, n'importe où l'utilisateur se trouve et quel dispositif qu'il utilise, il devrait être capable d'accéder à ses messages.
- **Sécurité et confidentialité** : les mesures de sécurité existantes pour les systèmes sans fil sont insuffisants pour les systèmes de 4 G. Les systèmes de sécurité existants sont conçus pour des services spécifiques. Cela ne fournit pas de souplesse pour les utilisateurs et comme la flexibilité est l'une des principales préoccupations de 4 G, des nouveaux systèmes de sécurité doit être mis en place.
- **La tolérance aux pannes**: comme nous le savons tous, les systèmes tolérants aux pannes sont de plus en plus populaits dans le monde entier. La structure actuelle du système sans fil a un arbre comme la topologie et donc si l'une des composantes subit dommage tout le système tombe en panne. Ce n'est pas souhaitable dans le cas de 4 G. Par conséquent, l'une des principales questions est de concevoir un système tolérant aux pannes pour 4 G.
- **Système de facturation**: 3 G suit principalement un forfait système basé où l'utilisateur est chargé de facturation seulement par un seul opérateur pour son utilisation selon la durée des appels, transfère données etc.. Mais dans les systèmes sans fil 4 G, l'utilisateur peut basculer entre les différents prestataires de services peut-être utiliser différents services. Dans ce cas, il est difficile pour les utilisateurs et les fournisseurs de services de s'occuper des factures distinctes. Par conséquent, les opérateurs doivent concevoir une architecture de facturation qui fournit une seule facture à l'utilisateur pour tous les services qu'il a utilisés. En outre, le projet de loi devrait être équitable pour tous les types d'utilisateurs.

1.6.4.3 Architectures proposées

- **Dispositifs multimodes** : Dans cette architecture, un terminal unique emploie plusieurs interfaces pour accéder aux différent système sans fil. Figure 23(a) montre le cadre de cette architecture. L'exigence de ce régime est que le dispositif doit intégrer le matériel requis nécessaire pour accéder à diverses technologies. Le défaut avec ceci est qu'elle augmente la complexité du dispositif utilisateur qui pourrait rendre plus cher à l'utilisateur courant. Un des avantages de cette architecture est qu'il ne nécessite pas de toute modification ou internetworking périphériques du réseau. La manipulation de QoS pour ce type d'architecture reste encore une question ouverte [14].

- **Réseau Overlay:** dans ce type d'architecture, un utilisateur peut accéder à un réseau Overlay (de superposition) qui se compose de plusieurs UAP (universal access points). Le modèle architectural pour cela est illustré dans la figure 23(b). L'UAP sélectionne un point d'accès selon le choix de l'utilisateur, la disponibilité et la QoS souhaitée. Dans ce cas le réseau overlay effectue les opérations majeures comme handoff, traduction de fréquence, content adaptation etc., au lieu du terminal cet égard. Si le réseau overlay subira une augmentation de la complexité [14].

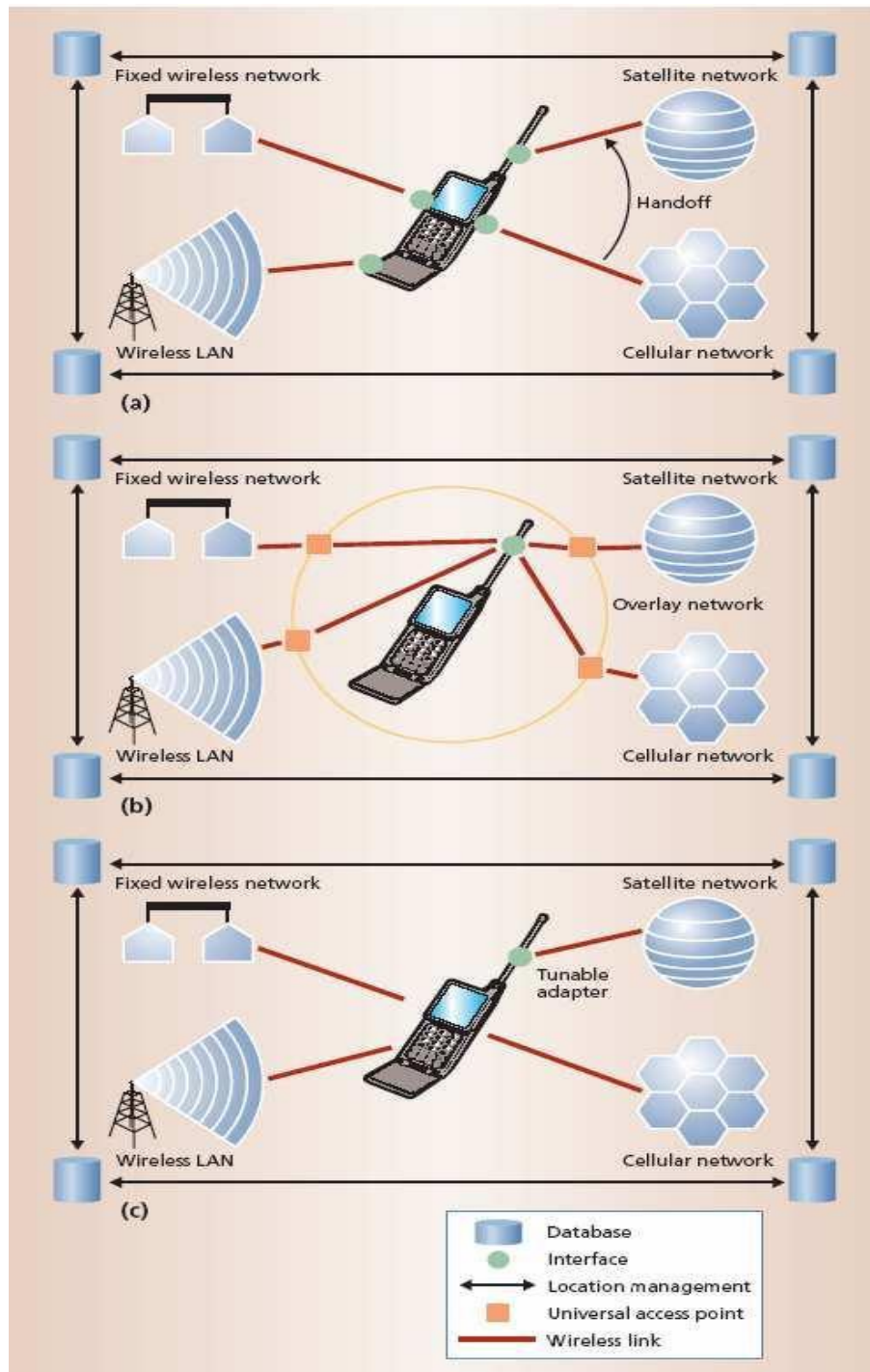


Figure 1-24 : Différents modèles d'architecture [13]

- **Protocole d'accès commun** : Cette architecture peut être utilisée si un réseau sans fil peut prendre en charge un ou deux protocoles différents. Figure 23(c) montre le cadre de ce modèle architectural. Une solution est d'utiliser sans fil ATM (Asynchronous Transfer Mode), qui pourrait avoir besoin d'interconnexion de réseaux entre les différents réseaux. Pour mettre en œuvre cette architecture tous les réseaux sans fil doivent être capables de transmettre de cellules ATM avec en-têtes supplémentaires. Cela permet à l'utilisateur de communiquer avec différents réseaux sans fil en utilisant le même protocole [14].

1.6.4.4 Techniques d'accès multiple

Dans 3 G sans fil, plusieurs techniques d'accès ont été largement basés sur CDMA et WCDMA. Mais 4 G exige une meilleure technique d'accès multiples pour réduire les MAI ((Multiple Access Interference) et l'ISI (Inter symbole interférence) et donc d'améliorer la performance des taux d'erreur. MC-CDMA est le meilleur candidat qui satisfait aux exigences des systèmes sans fil 4 G. En outre, des techniques de modulation adaptative ont été proposées pour 4 G, où le schéma de modulation est changé dynamiquement selon les estimations actuelles de canal. MC-CDMA est la combinaison hybride OFDM (Orthogonal fréquence Division Multiplexing) et CDMA. MC-CDMA avec modulation adaptative promet de répondre à la demande de 4 G concernant le débit élevé avec une basse BER (Bit Error Rate)[13].

L'idée de base du CDMA est de maintenir un sentiment d'orthogonalité parmi les utilisateurs afin d'éliminer la MAI. Ceci est fait en utilisant des codes étalement orthogonales à répandre la séquence de données. Dans MC-CDMA, ces codes de diffusion sont définis dans le domaine des fréquences. Pseudo orthogonales codes peuvent être utilisés au lieu de codes orthogonaux, augmentant ainsi le nombre d'utilisateurs qui peuvent être pris en compte. Mais pseudo orthogonale codes peuvent augmenter MAI puisque les codes de diffusion ne sont pas complètement orthogonales.

1.6.4.5 Multimedia - les services de vidéo

Les systèmes sans fil 4 G sont censés offrir des services multimédias efficaces à des débits très élevé. Fondamentalement, il y a deux types de services vidéo : bursting et streaming vidéo. Streaming vidéo est effectué lorsqu'un utilisateur requiert des services vidéo en temps réel, dans lequel le serveur fournit des données en continu à un taux de lecture. Streaming a besoin de peu de mémoire par rapport à bursting. L'inconvénient du streaming

vidéo, c'est qu'il ne tient pas d'avantage de la bande passante disponible. Même si la bande passante de tout le système est disponible pour l'utilisateur, le service streaming vidéo transmet les données uniquement à un débit de lecture particulière. Bursting est fondamentalement le téléchargement de fichier à l'aide d'un tampon et cela se fait au débit plus élevé en profitant de la bande passante disponible. Le défaut de ce type de transmission est qu'elle exige une grande mémoire. Donc, le travail est fait pour arriver à un nouveau régime qui limite les besoins en mémoire et peuvent exploiter la bande passante disponible du système

1.6.4.6 Applications de 4G [11]

- **Présence virtuelle** : Cela signifie que 4 G fournit des services de l'utilisateur en tout temps, même si l'utilisateur est hors site.
- **Navigation virtuelle**: 4 G fournit aux utilisateurs de navigation virtuelle grâce auquel un utilisateur peut accéder à une base de données des rues, bâtiments etc. des grandes villes. Cela nécessite la transmission de données à haute vitesse.
- **Télémédecine**: 4 G soutiendra la surveillance de la santé éloignée des patients. L'utilisateur ne doit pas aller à l'hôpital, mais peut obtenir de l'aide de la vidéoconférence d' un médecin à tout moment et n'importe où.
- **Tele-géotraitement applications** : il s'agit d'une combinaison de SIG (système d'information géographique) et le GPS (Global Positioning System) dans laquelle un utilisateur peut obtenir l'emplacement par interrogation.
- **Gestion de crise** : les catastrophes naturelles peuvent causer break down dans les systèmes de communication. Dans le monde d'aujourd'hui, il pourrait prendre des jours ou des semaines pour restaurer le système. Mais en 4 G, il est prévu de restaurer ces questions de crise en quelques heures.
- **Éducation** : Pour les personnes qui s'intéressent à l'éducation tout au long de vie, 4 G offre une bonne occasion. Des personnes n'importe où dans le monde, peuvent continuer leurs études en ligne de manière rentable.

1.6.4.7 Les profits de 4G

1.6.4.7.1 Convergence des réseaux de téléphonie mobile cellulaires et des réseaux WLAN

1.6.4.7.1.1 Pour les opérateurs

- Des bandes passantes plus élevées.
- Bas coût de réseaux et d'équipement.
- L'utilisation du spectre sans licence.
- L'amélioration de qualité de service.
- Des revenus plus élevés

1.6.4.7.1.2 Pour les utilisateurs

- L'accès à large bande aux services multimédia à moindre coût et où la plupart du temps nécessaire.
- Inter-réseaux itinérance.

1.6.4.7.2 La technologie re-configurable

- Afin d'utiliser la grande variété des services et des réseaux sans fil, utilisateur avec un terminal multi mode est essentiel, car il peut s'adapter aux différents réseaux sans fil en reconfigurant lui-même.
- Ceci élimine la nécessité d'utiliser plusieurs terminaux (ou plusieurs composants matériels dans un terminal).
- Le moyen le plus prometteur de mise en œuvre des terminaux multi modes est d'adopter l'approche de radio

1.6.4.7.3 Défis de la technologie re-configurable

- Problèmes de réglementation et de normalisation
- Business modèles
- Profils de préférences de l'utilisateur
- critères et les mécanismes de transfert inter-systèmes.
- Mécanismes des logiciels de téléchargement.
- Répartition flexible du spectre et le partage entre les opérateurs

1.6.4.7.4 Les profits de cette technologie

1.6.4.7.4.1 Pour l'utilisateur

- Sélectionner le réseau en fonction des exigences de service et le coût
- Se connecter à n'importe quel réseau - l'itinérance dans le monde
- L'accès à de nouveaux services

1.6.4.7.4.2 Pour l'opérateur

- Réponse aux variations de la demande de trafic (équilibre de charge)
- Correction de bugs dans les logiciels et mise à jour des terminaux
- Le développement rapide de nouveaux services personnalisés et sur mesure

1.6.4.7.4.3 Pour les fabricants

- Plate-forme unique pour tous les marchés
- Augmentation de la flexibilité et l'efficacité de production

1.7 Réseaux de capteurs sans fil (WSNs)

Réseaux de capteurs sans fils sont la clé pour rassembler les informations nécessaires par les environnements intelligents, que ce soit dans les bâtiments, services publics, industriels, maison, à bord des navires, systèmes de transport ou ailleurs. Récentes contre-mesures de guerre terroriste et guérilla exigent des réseaux distribués de capteurs qui peuvent être déployées en utilisant, par exemple des avions et ont des capacités auto-organisées [15].

1.7.1 Le standard IEEE 1451

Il existe de nombreux fabricants de capteurs et de nombreux réseaux sur le marché aujourd'hui. Il est trop onéreux pour les fabricants de faire des transducteurs spéciaux pour chaque réseau sur le marché. Différents composants fabriqués par différents fabricants devraient être compatibles. Par conséquent, en 1993 l'IEEE et le National Institute of Standards et Technology (NIST) à travailler sur une norme pour les réseaux de capteurs intelligents. IEEE 1451, la norme pour les réseaux de capteurs intelligents était le résultat. Et décrit comme suit : Réseaux de capteurs sans fil satisfont à ces exigences. Les fonctions souhaitables pour les nœuds de capteurs comprennent : facilité d'installation auto-identification autodiagnostic, fiabilité, sensibilisation à temps pour la coordination avec d'autres nœuds, certaines fonctions du logiciel et la DSP et la norme de contrôle des protocoles et interfaces réseau [16].

1.7.2 Architecture de réseaux de capteurs sans fil

1.7.2.1 Réseau en étoile (Single Single Point-to-Multipoint)

Un réseau en étoile (Figure 1-25) est une topologie de communications où une station de base unique peut envoyer ou recevoir un message à un certain nombre de nœuds distants. Les nœuds distants peuvent seulement envoyer ou recevoir un message de la station de base unique, ils ne peuvent pas envoyer des messages les uns aux autres. L'avantage de ce type de réseau pour les réseaux de capteurs sans fil est dans sa simplicité et de la capacité de garder la consommation d'énergie du nœud distant au minimum. Il permet également des communications de faible latence entre le nœud distant et la station de base. L'inconvénient d'un tel réseau est que la station de base doit être dans la gamme de transmission radio de tous les nœuds individuels et n'est pas aussi robuste que les autres réseaux en raison de sa dépendance sur un seul nœud de gérer le réseau.

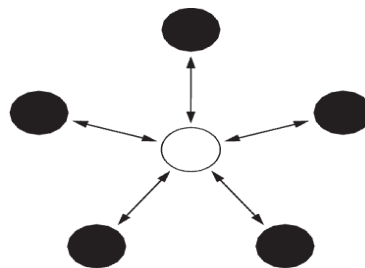


Figure 1-25 : Topologie du réseau en étoile

1.7.2.2 Réseau maillé

Un réseau maillé permet un nœud du réseau de transmettre tout autre nœud du réseau qui relève de sa gamme de transmission radio. Ceci permet de ce qu'on appelle les communications avec sauts multiples ; C'est, si un nœud veut envoyer un message à un autre nœud qui est hors de portée des communications radio, il peut utiliser un nœud intermédiaire à transmettre le message au nœud souhaité. Cette topologie de réseau a l'avantage de redondance et d'évolutivité. Si un nœud individuel échoue, un nœud distant peut toujours communiquer à tout autre nœud dans sa gamme, qui à son tour, peut transférer le message à l'endroit désiré. De plus, la plage du réseau n'est pas nécessairement limitée par la gamme entre nœuds uniques, il peut tout simplement être étendu en ajoutant plus de nœuds au système. L'inconvénient de ce type de réseau est en consommation d'énergie pour les nœuds qui implémentent les sauts de multiples communications sont généralement plus élevées que pour les nœuds qui n'ont pas cette capacité, souvent limitant la vie de la batterie. En outre, que

le nombre de sauts de communication vers une destination augmente, le temps de remettre le message augmente aussi, surtout si l'opération de faible puissance des nœuds est une exigence.

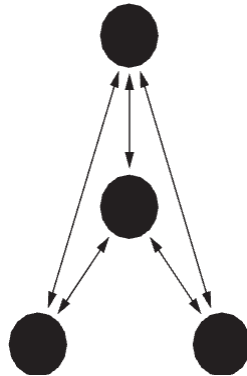


Figure 1-26 : Topologie du réseau maillé

1.7.2.3 Hybride Réseau en étoile – maillé

Un hybride entre le réseau en étoile et maillé prévoit un réseau de communications robuste et polyvalent, tout en conservant la capacité de garder les nœuds de capteurs sans fil la consommation d'énergie au minimum. Dans cette topologie de réseau, les nœuds de capteur de puissance plus bas ne sont pas activés avec la capacité de transférer des messages. Cela permet la consommation d'énergie minimum doivent être maintenus. Cependant, autres nœuds du réseau sont activés avec capacité de sauts multiples, ce qui leur permet aux messages avant des nœuds de faible puissance aux autres nœuds du réseau. En général, les nœuds avec la capacité de sauts multiples sont de puissance plus élevée et si possible, sont souvent branchés dans la ligne des canalisations électriques.

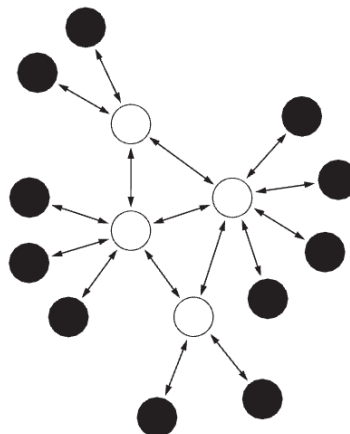


Figure 1-27 : Topologie du réseau hybride

1.7.3 Considération de puissance dans les réseaux de capteurs sans fil

La seule considération plus importante pour un réseau de capteurs sans fil est la consommation d'énergie. Bien que le concept de réseaux de capteurs sans fil se penche pratique et passionnant sur papier, si les batteries vont devoir être modifiées sans cesse, l'adoption généralisée n'aura pas lieu. Par conséquent, lorsque le nœud de capteur est conçu la consommation d'énergie doit être réduite au minimum. La figure 1-28 montre un tableau décrivant les principaux contributeurs à la consommation d'énergie dans un cadre typique nœud de capteur jauges de contrainte de 5000-ohm par rapport aux taux de mise à jour des données transmises. Notez que la plus grande consommation d'énergie est attribuable à la liaison radio elle-même.

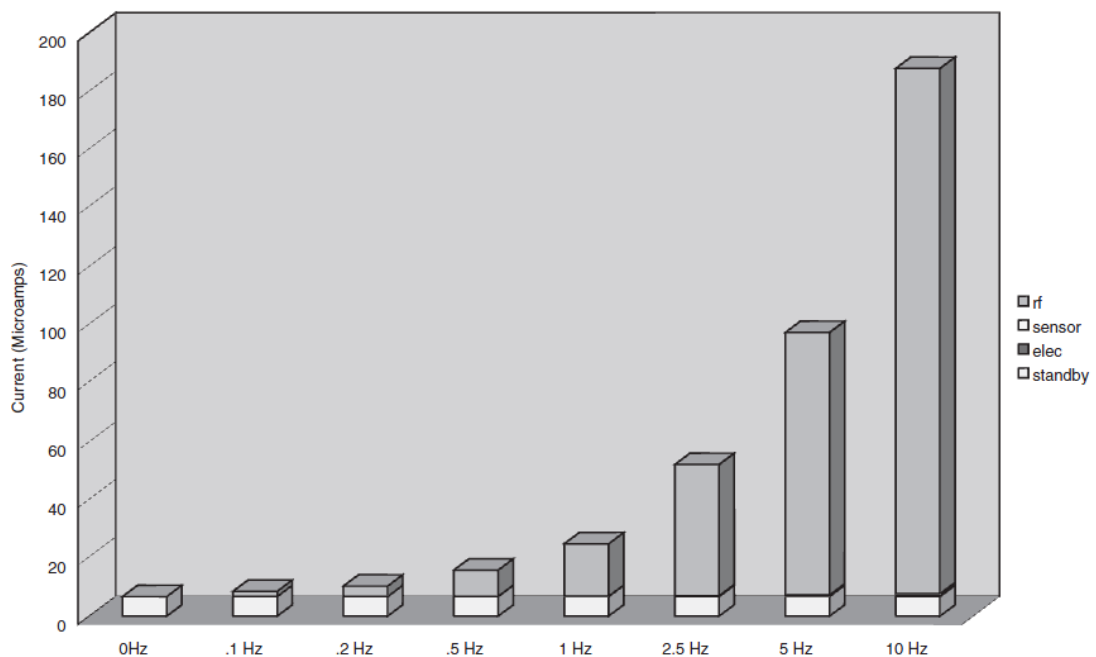


Figure 1-28 : Consommation d'énergie d'un nœud de capteurs sans fil de jauges de contrainte de 5000-ohm[17]

Il ya un certain nombre de stratégies qui peuvent être utilisés pour réduire l'offre moyenne actuelle de la radio, y compris [17]:

- Réduire la quantité de données transmises à travers la réduction et la compression de données.
- Abaisser l'émetteur-récepteur cyclique et la fréquence des transmissions de données.
- Réduire les frais généraux de frame.
- Mettre en place des mécanismes rigoureux de gestion de l'alimentation (power-down and sleep modes).
- Mettre en place une stratégie de transmission événementielle : transmettre des données seulement lorsqu'un événement de capteur se produit.

1.7.4 Applications des réseaux de capteurs sans fil

1.7.4.1 Météo, l'environnement et l'Agriculture

Il y a plusieurs avantages et défis pertinents pour l'emploi de réseaux de capteurs sans fil à l'extérieur. La principale vertu est évitant le besoin de câbles de puissance ou de données. Les principaux problèmes sont à disposition du pouvoir et des systèmes météorologiques à l'épreuve pour les applications à long terme. Éviter la croissance de bactéries et de végétation est des problèmes dans des climats plus chauds. La nécessité d'exploiter sur les plages de température large est une autre exigence pour les systèmes de plein air. Les applications en plein air primaires de réseaux de capteurs sont dans la détermination de la météo, les paramètres environnementaux et les domaines connexes de l'agriculture [18].



Figure 1-29 : Photo d'un nœud de capteur (environ trois centimètres de diamètre) sont maintenant utilisés pour la météo et surveillance des sols [17]

1.7.4.2 Les usines, les installations, les bâtiments et les maisons

Les frais élevés de fournir, de l'aide et l'élimination de l'énergie peuvent être améliorées par l'utilisation d'énergie moniteurs. Les fuites de chaleur des bâtiments peuvent être senti avec des appareils d'imagerie infrarouges qui affichent son extérieur de l'immeuble et de transmettre des informations à l'utilisateur dans le bâtiment (ou ailleurs) sans fil. La présence de températures trop élevés ou faibles dans une structure peut être déterminée à l'aide de capteurs relativement simples. La perte d'air conditionné à l'extérieur peut aussi être déterminée avec capteurs point. Thermostats sans fil dans les maisons et autres bâtiments permettent de prendre le thermostat pour les chambres qui sont occupés. Cela fournit les meilleurs et plus efficaces de contrôle de chauffage et de refroidissement de système. Tel un thermostat pourrait inclure un moyen sans fil pour ouvrir ou fermer les événements dans différentes pièces de la maison de reconnaître ou d'anticiper le taux d'occupation. Un tel dispositif serait

quelque chose comme une télécommande pour une télévision, mais il utiliserait radio fréquence plutôt que des technologies de la communication infrarouge. Toutes les structures occupés par des personnes ou des animaux peuvent être équipés de surveiller leur présence et certaines de leurs activités. L'emplacement des enfants ou des animaux à l'intérieur ou à proximité des structures peut être surveillée à l'aide réseaux de capteurs sans fil.



Figure 1-30 : Une vue éclatée d'une maison marquée avec les nombreuses sociétés et produits que l'on trouve couramment dans les maisons, dont la plupart ne se prête à l'utilisation des technologies de WSNs[18]

1.7.4.3 Systèmes de transport et de véhicules, y compris les Robots mobiles

Actuel terrestres, marines et air et futurs espace-systèmes de transport sont tous les candidats pour la surveillance des réseaux et des systèmes de capteurs sans fil. Il y a beaucoup d'intérêt dans les systèmes de l'autoroute « intelligent » en Europe, le Japon et les Motivations des États-Unis pour rendre les systèmes de route plus efficace à inclure la sécurité, l'enregistrement des temps de déplacement et réduction de la pollution. Connaissance de la charge de trafic actuelle et de la vitesse sur les régions géographiques est nécessaire. Imageurs peuvent fournir ces données si elles sont combinées avec des ordinateurs suffisamment capables disposant d'un logiciel d'analyse adéquate. Des capteurs peuvent également être

utilisées pour fournir des informations sur le trafic. Cela déjà fait à 4000 endroits sur l'autoroute allemande. Les données provenant de capteurs montés sur des passages supérieurs sont relayées en utilisant le système de téléphonie cellulaire GSM. Surveillance des conditions dans les voitures et les trains peut être fait avec les WSNs. Systèmes de capteurs sans fil local peuvent être employées pour les voitures dans les triages, même en l'absence d'un réseau de suivi qui s'étend sur une grande région. Contrôle du trafic aérien est un défi très différent que suivant des voitures, des camions ou des trains. Actuellement, les radars au sol et dans les plus grosses avions sont employées pour détecter la présence d'avions dans une région. L'utilisation d'appareils d'imagerie infrarouges et capteurs acoustiques dans les systèmes sans fil sur et près des aéroports peut influencer sur la sécurité, contrôle de la circulation et lutte contre le bruit. L'emploi de nombreuses petites stations de météo avec des liaisons sans fil intérieur et près des aéroports pourrait permettre la détection des conditions de cisaillement du vent qui peuvent compromettre les débarquements [18].

1.7.4.4 La sécurité, la santé et la médecine

La sécurité des personnes dans presque n'importe quel paramètre peut être améliorée par l'utilisation de réseaux de capteurs sans fil. Surveillance de la sécurité des travailleurs employés dans des conditions difficiles, c'est déjà une demande importante des systèmes de capteurs sans fil. Moniteurs de stress thermique sont offerts à la vente par dix entreprises, certaines qui sont sans fil. Il est prévu que les systèmes sans fil similaires avec des moniteurs chimiques ou biologiques seront développés dans les années à venir, le produit chimique et les biocapteurs deviennent plus capable et fiable [19].

Systèmes de capteurs sans fil offrent de nombreuses possibilités pour la surveillance des personnes allant des personnes en bonne santé, y compris ceux ayant des conditions telles que le diabète qui requièrent une attention continue, à des personnes gravement malades dans les unités de soins intensifs hôpital. Un autre exemple est l'utilisation des systèmes de capteurs sans fil pour surveiller les personnes âgées à leur domicile sera une industrie en pleine croissance aux Etats-Unis dans un proche avenir.

La sécurité des aliments et l'eau est certainement essentielle à la bonne santé et d'éviter les problèmes médicaux. La capacité de place des moniteurs sans fil alimentaire-fraîcheur dans des emballages individuels en est la perspective. Ils pourraient être interrogé à la caisse pour assurer la fraîcheur, même si le personnel du magasin et des clients n'étaient pas au courant de la vieille nourriture ou nuls.

1.7.4.5 Sécurité, Crises et militaire

La sécurité physique des personnes et des choses, qui allant des objets précieuses aux grandes installations, est une exigence de routine qui peut souvent être améliorée à l'aide de réseaux de capteurs sans fil. La sécurité des événements politiques et sportifs de haut-profil est très importante. Imageurs visibles et infrarouges et capteurs point sont couramment utilisés pour la surveillance constante-sécurité de zones, les périmètres et conditions. Détection d'intrusion est habituellement le principal objectif de ce contrôle, que ce soit dans les maisons, bureaux, usines, les autres bâtiments, frontières, aux ports ou aéroports. Surveillance des installations potentiellement dangereuses, notamment les centrales nucléaires et les usines chimiques et les sites de stockage, est aussi un grand intérêt. Bon nombre des systèmes sont branchés maintenant, mais une connectivité sans fil a certains des mêmes avantages pour la sécurité et de la sécurité, comme elle le fait pour la surveillance dans les hôpitaux. L'installation moins cher, plus facile de remplacement que les technologies évoluent et reconfiguration rapide sont parmi les attractions de la technologie sans fil pour la sécurité, par exemple le Département de Homeland Security avait un programme initial appelé opération sécuritaire Commerce de systèmes de surveillance et de communications de prototype pour les conteneurs. Un autre exemple l'armée américaine se développe un système, appelé le Remote Readiness Asset Prognostic and Diagnostic System, pour surveiller les conditions au sein de missiles et munitions bidons. Température, humidité, choc, vibrations, et, éventuellement, d'autres facteurs seront surveillés par un interrogateur à main sans fil.

1.8 Conclusion

Nous avons discuté dans ce chapitre quelques concepts de base liés aux réseaux sans fil en expliquant en détail ses différentes propriétés, avantages, inconvénients, l'architecture et les technologies utilisées dans chacun d'eux et les différences existant entre eux.

Nous avons cité cinq types de base, nous avons commencé avec les réseaux personnelle sans fil (WPANs) et puis les réseaux locaux sans fil (WLANs), les réseaux métropolitains, les réseaux de capteurs avant de terminer avec une présentation plus détaillée sur les réseaux WWANs surtout l'UMTS (3G) et son successeur 4G. Ces dernières technologies sont les plus utilisées de nos jours, et sont très répandus dans plusieurs secteurs sensibles de notre vie, en particulier le secteur économique.

Beaucoup de sociétés économiques commencent à saisir les opportunités de ces technologies, les impacts du Web (internet) et du e-commerce, les avancées technologiques et leurs applications continuent, elles représentent des progrès importants dans la technologie et la gestion des affaires liées aux individus, aux sociétés, aux gouvernements et aux autres entités. Un secteur significatif de ce progrès est le développement du commerce électronique mobile qui englobe des activités interactives liées aux transactions commerciales conduites par des réseaux de communication interfacés avec des dispositifs Wireless mobiles. Ces systèmes du commerce électronique mobile fournissent aux différentes sociétés industrielles, et aux utilisateurs finaux la possibilité de réaliser des activités économiques indépendamment du temps et de leurs emplacements (n'importe quand et n'importe où).

Dans le chapitre suivant nous présentons des définitions, caractéristiques, structure et framework de ce secteur économique de commerce mobile (M-commerce). Nous citons aussi dans ce chapitre quelques applications de m-commerce les plus connus dans le marché avec des chiffres clés pour définir la situation actuelle de m-commerce dans le marché mondial.



Chapitre 02

M-commerce

2.1 Introduction

Au chapitre précédant nous constatons une évolution et croissance importantes de différentes technologies réseaux sans fil et mobiles. Cette croissance tire l'attention de différents individus de la société particulièrement la société économique que ce soit : les entreprises commerciales, les fournisseurs de services, les opérateurs mobile et les consommateurs finaux de basculer toutes leurs habitudes et leurs opérations traditionnelles dans un espace libre de la contrainte de temps et d'endroit. Cette dernière opportunité est possible avec un grand secteur économique émergent et sensible dans la vie des humains qui a apparu dans les dernières années c'est le commerce mobile.

Les utilisateurs e-commerce pour des applications comme e-banking ou la consultation et l'achat de produit, n'ont pas besoin d'utiliser un système d'ordinateur personnel, ils peuvent simplement avoir des équipements mobiles portables comme des PDAs et des téléphones mobiles pour réaliser une grande variété d'activités e-commerce. Le marché des technologies mobiles a eu une croissance significative dans les quelques années passées, ce qui a créé une nouvelle opportunité pour la croissance et le développement de m-commerce.

Le m-commerce est un domaine technologique intéressant, relativement nouveau, sa croissance est rapide avec un grand potentiel d'applications.

Les applications m-commerce ont deux principales caractéristiques : mobilité et accessibilité. La mobilité implique la portabilité par exemple les utilisateurs peuvent réaliser des transactions en temps réel avec des dispositifs mobiles. Avec m-commerce, les utilisateurs peuvent être atteints à n'importe quel moment via leurs dispositifs mobiles.

Les dispositifs mobiles deviennent un composant technologique critique de la nouvelle économie numérique. Les transactions n'ont pas de places fixes, elles peuvent être n'importe quand, n'importe où et touchent toute personne utilisateur d'un terminal mobile. Ces nouvelles formes technologiques mobiles vont rapidement transformer le marché du commerce. Les partisans du commerce mobile sont optimistes du changement d'utilisation des terminaux mobiles. Ces derniers qui étaient utilisés pour effectuer des communications simples, vont devenir les principaux outils de paiement de transactions [20].

2.2 Définition

Il ya différentes définitions de m-commerce. Lehman définit le m-commerce comme l'utilisation des équipements mobiles portables pour communiquer, informer, traiter et même distraire avec du texte et des données numériques à travers des connexions et des réseaux publics (internet) et privés (intranet) [21].Durlacher Research utilise une définition assez large et plus significative : m-commerce concerne toute transaction monétaire conduite via un réseau de télécommunication mobile [21].

Le m-commerce définir n'importe quel type de transaction d'une valeur économique qui est menée par le biais d'un terminal mobile qui utilise un réseau de télécommunications sans fil pour la communication avec l'infrastructure de commerce électronique. Le M-commerce fait référence aux activités de commerce électronique s'appuyant exclusivement ou partiellement sur les transactions de commerce électronique mobile. M-commerce opère partiellement dans un environnement différent qu'E-commerce menée dans Internet fixe, en raison des spécificités et les contraintes de terminaux mobiles et les réseaux sans fil [22]. Dans [23] S.Schwiderski-Groshe & H.Knospe, le m-commerce est un domaine d'applications important pour les dispositifs mobiles, permettant à des utilisateurs de réaliser des transactions commerciales de n'importe quel endroit où ils sont. Ces applications exigent un niveau élevé de sécurité.

2.3 Les avantage de m-commerce par rapport e-commerce

Le terme e-commerce ou commerce électronique désigne les affaires commerciales effectuées sur l'Internet comme l'achat et la vente de marchandises.

Le terme m-commerce, mobile commerce ou mobile e-commerce, est tout le e-commerce en Wireless, dans lequel des dispositifs mobiles sont utilisés pour faire du business sur internet dans le marché des transactions B2B et B2C. Le m-commerce est un sous ensemble du e-commerce. Avec la généralisation des téléphones mobiles (et autres dispositifs mobiles), les services du m-commerce auront un avenir prometteur, essentiellement dans le marché des transactions B2C.

En comparaison avec e-commerce, le m-commerce offre les avantages suivants :

- **L'Ubiquité** (omniprésence) : Le dispositif de l'utilisateur final dans m-commerce est mobile ce qui lui permet d'accéder à l'application m-commerce en temps réel et de n'importe quel emplacement (mobilité) [23].

- **L'accessibilité** : elle est liée à l'Ubiquité et permet à l'utilisateur d'être accessible de n'importe où et à n'importe quel moment. C'est le principal avantage du m-commerce par rapport au e-commerce [23].
- **La sécurité** : dépend du dispositif mobile utilisé. L'équipement mobile offre un certain niveau de sécurité. Par exemple, la carte SIM utilisée dans les téléphones mobiles stocke des informations confidentielles comme la clé d'authentification de l'utilisateur [23].
- **Localisation** : L'opérateur de réseau peut localiser les utilisateurs de téléphones mobiles en utilisant des systèmes de positionnement comme GPS ou via les technologies des réseaux GSM ou UMTS. Ce service de localisation inclut aussi des informations sur l'environnement : les hôtels, les restaurants, les heures de voyages. [23].
- **Commodité** : la taille et le poids des dispositifs mobiles, leur Ubiquity et leur accessibilité, les rendent un outil idéal pour la réalisation des activités personnelles [23].
- **Personnalisation** : Les dispositifs mobiles ne sont pas partageables entre les utilisateurs, donc il est possible d'ajuster l'équipement mobile aux besoins de l'utilisateur et ses voeux (thèmes d'affichage, sonneries...). L'opérateur du réseau mobile peut offrir des services personnels à ses utilisateurs en fonction de leurs traditions, leurs cultures et leurs emplacements [23].

2.4 Structure d'un système m-commerce

La figure 2-01 montre la structure d'un système de commerce mobile et donne un exemple typique basé sur une technologie actuellement disponible (Hu, Lee, & Yeh, 2004) [25]. L'infrastructure de réseaux des systèmes m-commerce comprend les réseaux filaires et Wireless. Un système de m-commerce est multidisciplinaire et peut être implémenté en plusieurs manières. La figure suivante inclut six types de composants : (i) les applications m-commerce (ii) les dispositifs à main mobiles (iii) mobile middleware (iv) les réseaux sans fil (v) les réseaux filaires, et enfin (vi) les ordinateurs hôtes [25].

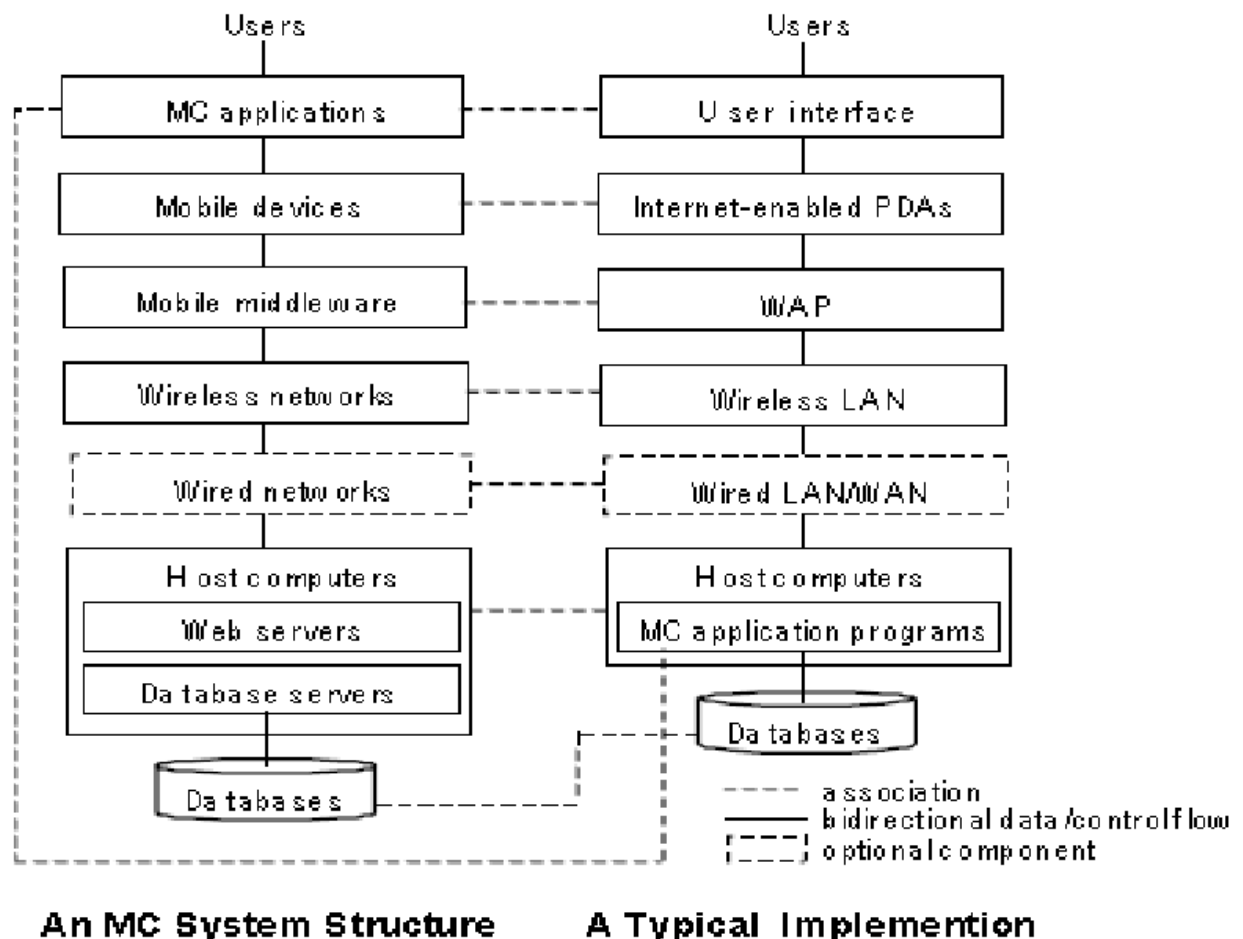


Figure 2-01 : Structure d'un système m-commerce [25]

- **Les applications m-commerce:** Un fournisseur de contenu met en œuvre une application en fournissant deux interfaces de programmes : Interface côté client (client-side programs) comme les interfaces utilisateur qui font partie des micro browsers installés sur les dispositifs mobiles des utilisateurs, et une interface côté serveur (server-side programs), comme l'accès et la mise à jour de la base de données résidante sur les ordinateurs hôtes.
- **Les dispositifs mobiles portables :** Ces dispositifs présentent des interfaces aux utilisateurs mobiles finaux, qui spécifient leurs requêtes sur ces interfaces. Les dispositifs retransmettent les requêtes utilisateur aux autres composants du système et affichent les résultats sur leurs interfaces.
- **Mobile Middleware:** C'est une passerelle qui diffuse le contenu des sites internet sur les écrans des dispositifs mobiles. Une passerelle mobile (ex. : Passerelle WAP) doit supporter une variété d'O.S, de langages de balises(HTML), de micro browsers et de protocoles. Une passerelle mobile doit aussi encrypter la communication pour offrir un certain niveau de sécurité des transactions.

- **Les réseaux sans fil mobiles** : Le commerce mobile est possible principalement à cause de la disponibilité des réseaux sans fil. Les requêtes de l'utilisateur sont transmises vers le point d'accès sans fil le plus proche (dans le cas d'un environnement de réseau local sans fil) ou vers une station de base (dans le cas d'un environnement de réseau cellulaire).
- **Les réseaux filaires**: Ce composant est optionnel pour un système m-commerce. Cependant des ordinateurs hôtes (serveurs) sont généralement connectés à des réseaux filaires comme internet. Les requêtes utilisateurs sont routées vers ces serveurs en utilisant des mécanismes de transport et de sécurité offerts par ces réseaux filaires.
- **Les ordinateurs hôtes** : Ils stockent et traitent toute l'information gérée par les applications m-commerce. Ils contiennent aussi les programmes des applications m-commerce. Les ordinateurs hôtes incluent trois principaux composants : Les serveurs Web, les serveurs de base de données et les programmes d'application (le support software).

La figure 2-02 schématise le graphe de flux d'une requête utilisateur dans un système m-commerce.

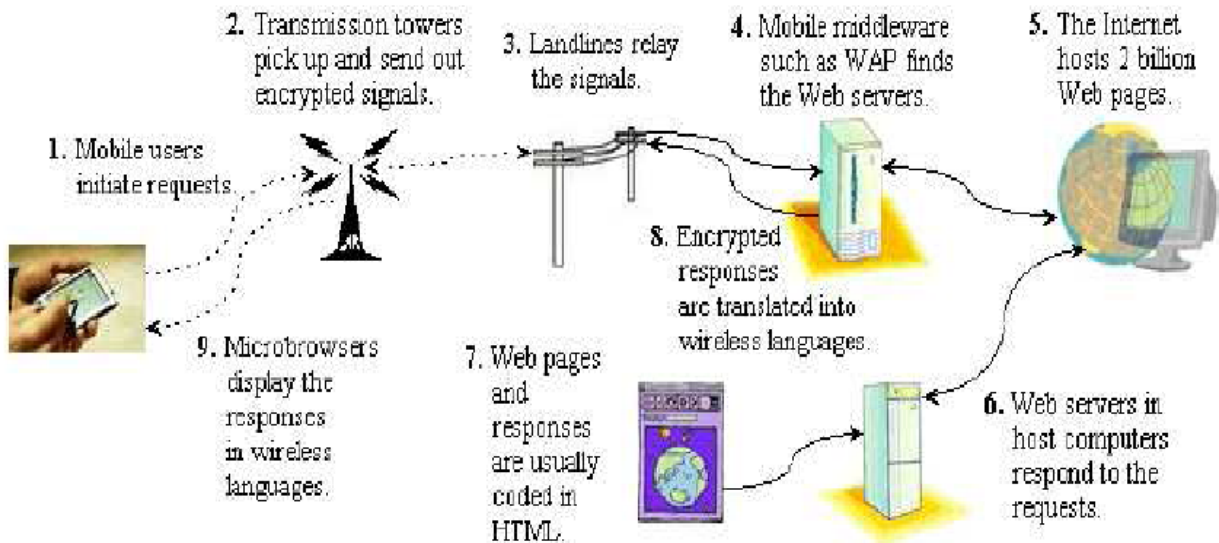


Figure 2-02 : Flux d'une requête utilisateur traitée dans un système m-commerce [25]

2.5 Framework pour m-commerce

Le framework proposé dans [24] définit plusieurs couches fonctionnelles, ce qui simplifie la conception et le développement, afin que différentes parties (fournisseurs, prestataires de services et les concepteurs) puissent se concentrer sur des calques individuels.

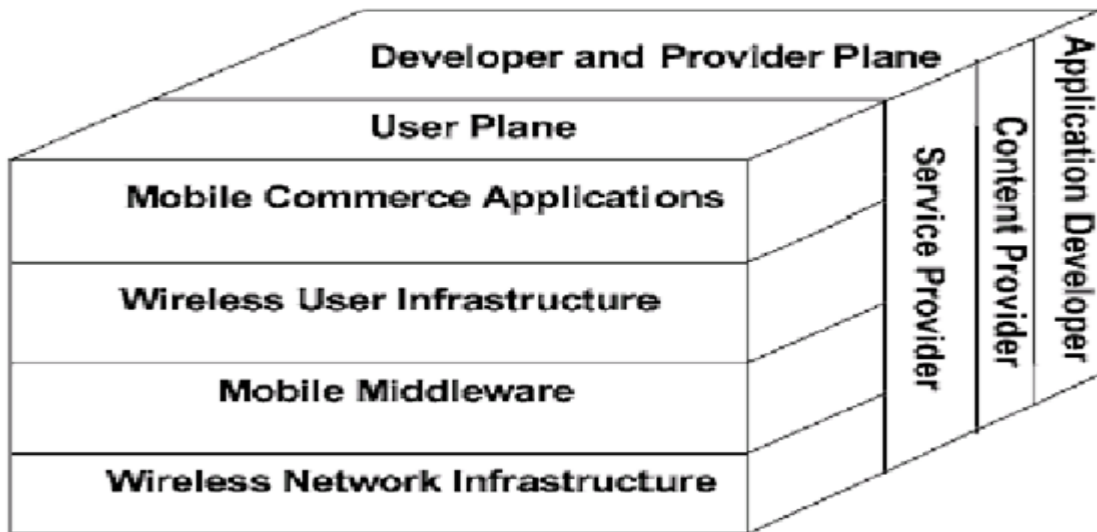


Figure 2-03 : framework pour m-commerce [24]

Le framework a quatre niveaux : les applications m-commerce, l'infrastructure de l'utilisateur, le middleware et l'infrastructure de réseau. Le framework prend en considération les capacités générales de périphériques mobiles sans tenir compte de n'importe quel périphérique en particulier, donc les développeurs d'applications peuvent obtenir un niveau d'abstraction et ne pas avoir à vous soucier de la manière dont l'infrastructure sous-jacente a été fournie et assumer une certaine fonctionnalité fournie par les calques sous-jacents.

L'élaboration d'un framework ouvert permet :

- le développement des spécialités et des services qui peuvent être élaborés de façon ad hoc
- l'interopérabilité des applications et des produits issus de différents fournisseurs.
- fournit également un plan de développement qui adresse les besoins des développeurs d'applications, les fournisseurs de contenu et les prestataires de services.
- Il peut y avoir plusieurs calques dans ce plan ont été un fournisseur d'application peut regrouper des contenus d'autres développeurs de fournir des services pour les fournisseurs de contenu. De même les fournisseurs de contenu peuvent créer leurs services à l'aide d'applications diverses aux développeurs d'applications ou des fournisseurs de contenu.

Le cycle de vie de m-commerce et les interactions entre les différents prestataires est comme illustré ci-dessous [24].

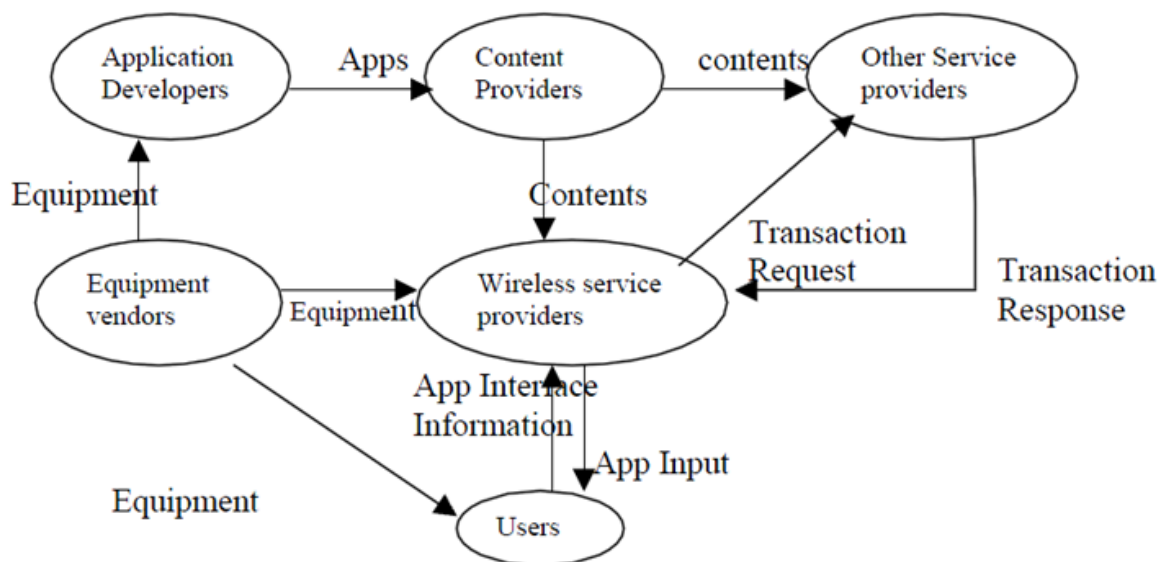


Figure 2-04 : M-commerce life cycle[24]

2.6 Les principaux acteurs de m-commerce

Il y a beaucoup d'acteurs du marché m-commerce. Sa chaîne de valeur peut être groupée dans quatre catégories majeures [26] :

- Les promoteurs ou développeurs de technologies
 - Les développeurs d'applications m-commerce
 - Les prestataires de services
 - Et les clients finaux (consommateurs)
- a) **Vendeurs de Plate-forme Technologiques** : Ils livrent les systèmes d'exploitation et les micros navigateurs pour des dispositifs mobiles (téléphones intelligents, communicator...). Actuellement, les O.S dominants dans les terminaux mobiles sont : Windows CE de Microsoft et Palm OS de Symbian. Phone.com domine le marché des micros browsers sur dispositifs mobiles. Mais Nokia et Ericsson commercialisent leurs propres micros browsers.
 - b) **Vendeurs d'Équipement d'Infrastructure** : Ils développent les équipements d'infrastructure de réseaux mobiles. Les principaux fournisseurs sont Lucides, Motorola, Ericsson, Siemens et Nokia. Ces sociétés ont développé des solutions pour les données mobiles et Internet mobile.
 - c) **Vendeurs de Plate-forme D'application** : Les applications internet mobiles s'appuient sur la disponibilité d'infrastructure middleware, comme les passerelles WAP au site de l'opérateur mobile ou au site du client d'entreprise. Des vendeurs de plate-forme d'application sont ces sociétés qui développent ces passerelles WAP, comme Phone.com, Nokia et Ericsson.

- d) **Développeurs d'application**: se sont les sociétés qui développent des applications pour l'environnement mobile. A présent, la plupart de ces applications sont construites sur des plates formes O.S : Windows CE et Palm OS.
- e) **Fournisseurs de contenus** : Le réseau mobile est un nouveau canal de distribution pour ces fournisseurs de contenu comme Reuters, Yahoo et Excite. Ils construisent leurs propres portails mobiles ou forment des alliances avec des opérateurs de réseaux mobiles.
- f) **Assembleurs de contenu** (Content Aggregators) : ce sont les sociétés qui font l'assemblage des données disponibles pour la distribution aux dispositifs sans fil. La valeur ajoutée est la livraison du contenu dans le package le plus approprié.
- g) **Les portails mobiles** : Ils sont formés de l'assemblage des applications (incluant e-mail, calendrier, messagerie instantanée) et le contenu des différents fournisseurs. Les portails mobiles sont caractérisés par un haut degré de personnalisation et de localisation par rapport aux portails internet classiques. Le succès des applications m-commerce dépend de la facilité d'utilisation de la diffusion de l'information pertinente au bon moment.
- h) **Opérateurs de réseaux mobiles** : ce sont ces compagnies qui fournissent des services de télécommunication mobile, comme Mannesmann, Orange en Europe, PCCW et Hutchison en Asie.
- i) **Prestataires de services Mobiles** : ils fournissent des services à leurs clients via le réseau mobile et ne possèdent pas nécessairement d'infrastructure. Cependant, le nombre croissant de services fournis a été acquis par les grands opérateurs de réseau pour renforcer leur position au marché de m-commerce.
- j) **Vendeurs de terminaux mobiles** (combinés) : des géants comme Nokia, Motorola, Ericsson...
- k) **Les clients** : D'après une étude conduite par Nokia, les principaux consommateurs du marché de m-commerce sont [26] :
 - Les adolescents (18 ans et moins)
 - Les étudiants (19 - 25 ans)
 - Les jeunes hommes d'affaires (25 ans à 36 ans)

Les marchés de business peuvent être divisés dans trois catégories principales d'organisation qui manifestent des besoins distincts de m-commerce [26] :

- Ventes de produits et services financiers : Sociétés industriels et banques
- Les services d'études et de consultation : bureaux d'études
- Les services de logistique comme le transport et le courrier

2.7 Quelques statistiques concernant le m-commerce

2.7.1 Le marché du m-commerce

Le m-commerce pourrait atteindre 23,8 milliards de dollars aux Etats-Unis en 2015 (8,5 % de l'e-commerce pourrait se faire via mobile en 2015 aux USA) selon Coda Research Consultancy qui estime que le nombre de mobinautes sera alors de 158 millions et que le nombre de détenteurs de smartphones atteindra 190 millions. Le m-commerce américain représenterait alors 20 % du m-commerce mondial, 8,5 % du commerce électronique aux Etats-Unis, mais seulement 0,5 % du commerce tous canaux confondus outre-Atlantique (voir figure .2-05).

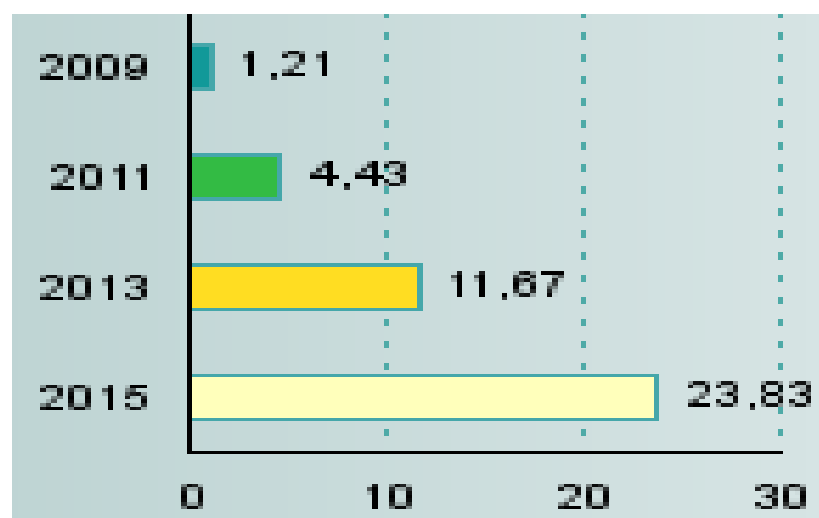


Figure 2-05 : Estimation de l'évolution du m-commerce aux USA (en milliards de \$)

(Source : Coda Research Consultancy, avril 2010) [27]

Dans la figure 2-06 et le tableau 2-01, le m-paiement devrait être employé par 190 millions de personnes en 2012 selon Gartner, ce qui représentera alors 3 % des abonnés au niveau mondial. En 2009, ce chiffre devrait croître de 70,4 % selon les prévisions, à 73,4 millions d'utilisateurs, contre 43,1 millions en 2008.

Années	Valeur en Euros
2003	2,6 milliards
2009	17 milliards

Tableau 2-01 : marché du m-paiement dans le monde (source : Idate, Nov 2004) [27]

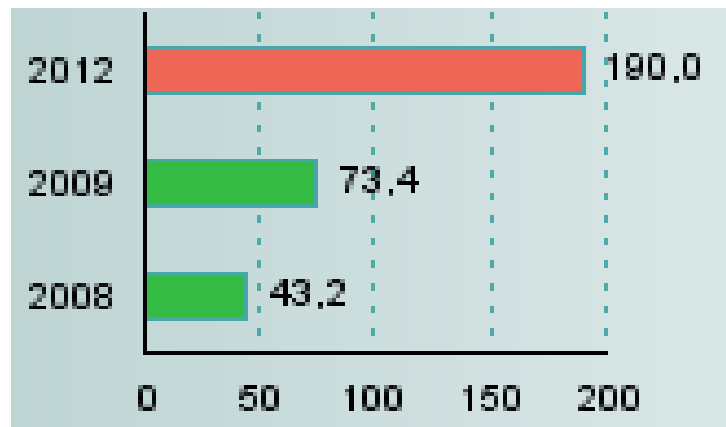


Figure 2-06 : Evolution du nombre d'utilisateurs du paiement via mobile dans le monde (en millions) (source : Gartner, mai 2009) [27]

2.7.2 Marché de l'Internet mobile

Le nombre des utilisateurs d'Internet mobile va passer de 577 millions en 2008 à 1,7 milliard en 2012 dans le monde, selon les pronostics de Juniper Research. La demande est particulièrement poussée par le développement d'applications Web 2.0 sur mobile et l'utilisation croissante de la 3G (voir figure 2-09 et tableau 2-02).

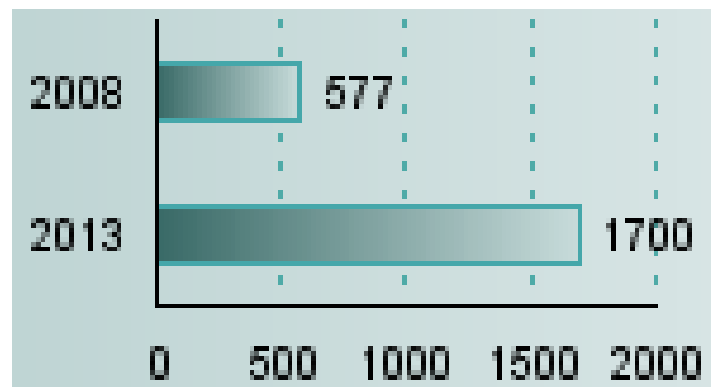


Figure 2-07 : Nombre d'utilisateurs d'internet mobile - en millions- (Source : Juniper Research, Juin 2008) [28]

Pays	Pourcentage de la population internaute qui accède au Web par le mobile
Allemagne	34 %
Italie	34 %
France	28 %
Espagne	26 %
Royaume-U	24 %
Etats-Unis	19 %

Tableau 2-02 : Europe et Etats-Unis : pourcentage de la population internaute qui accède au Web par le mobile (Source : ComScore, oct. 2006) [28]

Une croissance de 107% des 15 - 24 ans utilisateurs de réseaux sociaux sur mobile, la figure 2-08 montre que, par rapport à 2009, les utilisateurs de mobiles sont deux fois plus nombreux à naviguer sur les réseaux sociaux. La tendance est fortement à la hausse pour les messages instantanés et les e-mails, au détriment du temps consacré à ces activités sur ordinateur (-32 % et -3 %). Les 15 - 24 ans représentent 18 % de la population internautes française et 20 % du temps passé en ligne par l'ensemble des internautes.

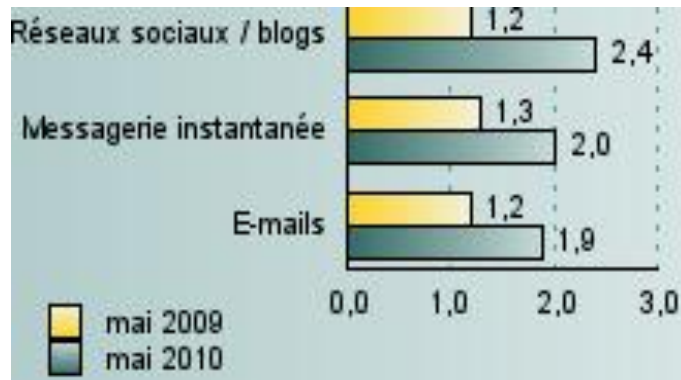


Figure 2-08 : Les 15 à 24 ans sur mobile - en million – (source : ComScore, juillet 2010) [28]

Selon Quantcast, l'Internet mobile pourrait générer 1,8 % de l'audience Internet mondiale fin 2010, soit 0,85 point de mieux que fin 2009. La progression sera plus rapide aux Etats-Unis où l'Internet mobile fournira 2,3 % de l'audience Internet fin 2010 (+ 1 point).

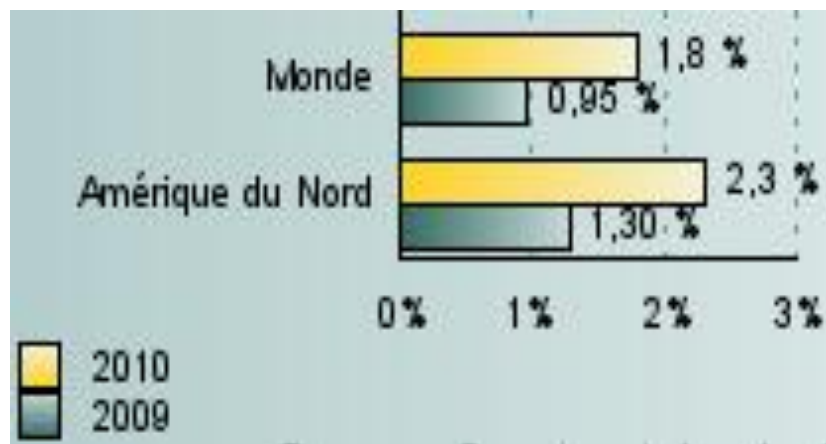


Figure 2-09 : Part d'audience internet issue du web mobile (Source : Quantcast, Jan 2009) [28]

La figure 2-10 montre que l'Internet mobile est encore loin du succès de son homologue "fixe" en nombre d'utilisateurs, mais aussi en termes de consommation. Aux Etats-Unis, plus de 61 % des mobinautes se connectent moins de 2 heures par semaine depuis leur téléphone portable (6 mobinautes américains sur 10 surfent moins de 2 heures par semaine depuis leur mobile). 22 % surfent entre 2 et 4 heures et seulement 2 % plus de 10 heures.

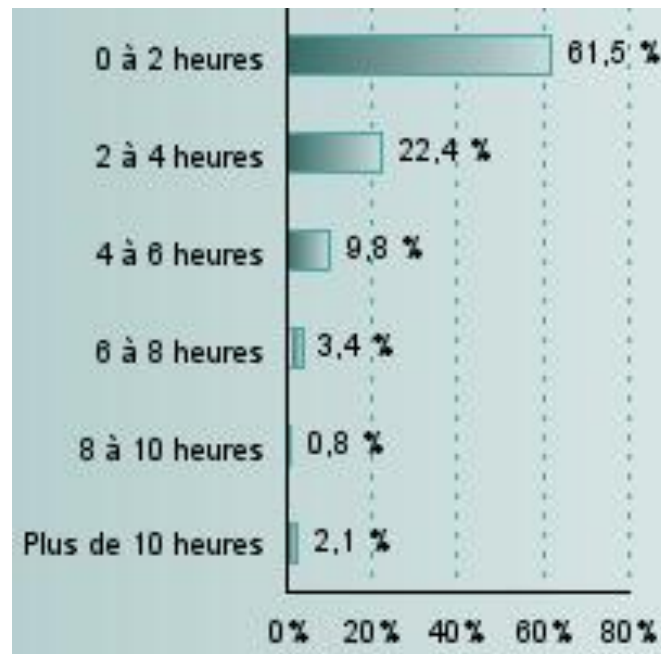


Figure 2-10 : Temps passé sur l'internet mobile par semaine (Azuki Systems, Sept 2008)
[28]

A la fin de cette partie, nous examinons dans les tableaux 2-03 et 2-04 quelques chiffres récentes relatifs aux classements des sites web mobiles et les moyens de paiement mobile préférés dans le monde (m-paiement).

Indicateurs	Pourcentage de sites
Sites qui n'ont pas de version mobile	58 %
Sites qui ont une version mobile	42 %
Parmi ceux qui ont une version mobile : ceux qui ont une fonction d'auto-détection d'un accès via le mobile	16 %

Tableau 2-03 :Etats-Unis : part des 100 premiers sites Web disposant d'une version mobile (Source : Rareplay, 2007) [28]

Moyens de paiement	Asie-Pacifique	Europe	Amérique du Nord	Amérique du Sud
Carte prépayée	54 %	35 %	5 %	62 %
SMS ou appel d'un numéro surtaxé	22 %	11 %	1%	4 %
Transaction sur le site Wap mobile	17 %	4 %	0 %	0 %
Ajout sur la facture mensuelle	16 %	25 %	50 %	8 %
Transaction via le site Web	11%	4 %	5 %	6 %
Souscription régulière	7 %	6 %	15 %	2 %
Paiement par carte de crédit	7 %	3 %	14 %	12 %

Tableau 2-04 : Méthode de paiement préférée des utilisateurs de téléphones mobiles pour télécharger du contenu (Source : TNS/Ibope/Synovate, juillet 2005) [28]

2.7.3 Le marché des jeux sur mobile

Les jeux sur mobile représentaient 4,7 milliards de dollars en 2009 selon Gartner. 70 à 80 % des applications mobiles téléchargées seraient ainsi des jeux, dont 60 à 70 % seraient entièrement gratuits. L'institut estime que le marché pourrait croître de 19 % en 2010, à 5,6 milliards de dollars, jusqu'à atteindre 11,4 milliards de dollars en 2014.

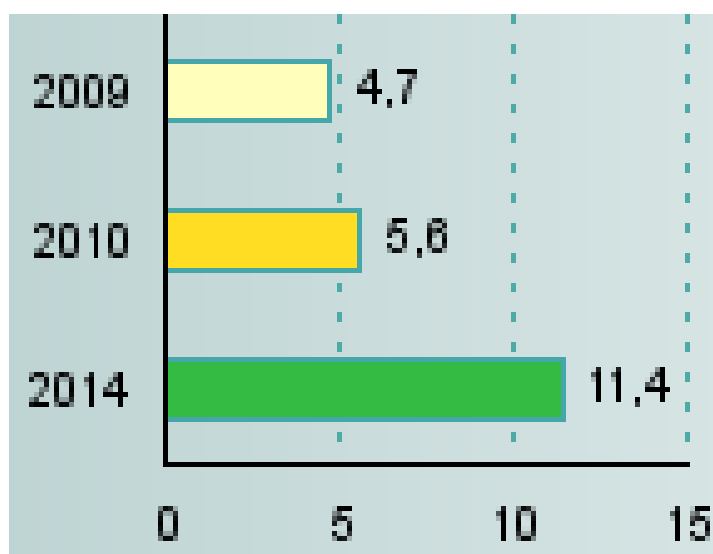


Figure 2-11 : Poids du marché des jeux sur mobile dans le monde (Source : Gartner, Mai 2010) [29]

Le marché des services multimédia est estimé à 64 milliards de dollars pour 2012 par Jupiter Research. En 2007, il s'est élevé à 20 milliards. La musique, les jeux et la TV mobile en sont les principaux contributeurs. L'Asie, et particulièrement la Chine, représente à elle seule 8,5 milliards de dollars en 2007, 21,3 en 2012.

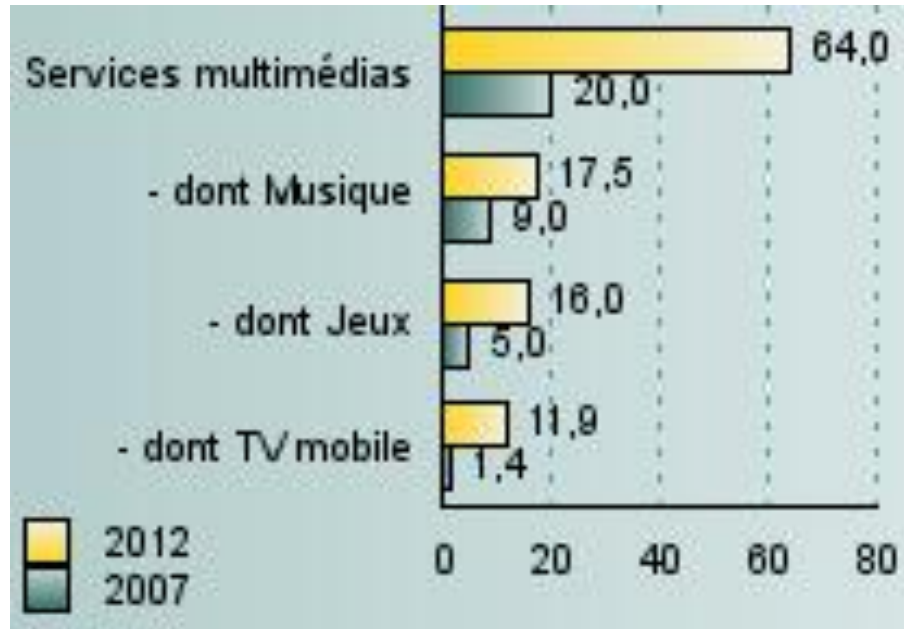


Figure 2-12 : Marché des services multimédias mobiles -en milliards de \$- (Source : Jupiter Research) [29]

Les tableaux 2-05 et 2-06 illustrent des statistiques relatives aux revenus et chiffre d'affaire mondial dégagés par les services de divertissement et les jeux sur mobile

Catégories	2005	2006 (estimations)
Musique	5,539	6,819
Jeux	2,381	4,018
Paris	1,157	2,135
Vidéos	1,450	2,517
Personnalisation	4,315	4,647
Adulte	0,974	1,255
Total	15,816	21,392

Tableau 2-05 : Revenus mondial dégagés par les services de divertissement sur mobile -en milliards de \$- (Source : Informa Telecom & media Oct 2006) [29]

Année	Marché en valeur (en \$)
2003	1,1
2008	4,2
2010	6,4

Tableau 2-06 : CA mondial dégagé par les jeux sur mobiles (Source : Screen Digest, Nov 2004) [29]

2.7.4 Nombre d'abonnés au téléphone mobile

Indicateurs	1995	2001	2002
Abonnés téléphone mobile	90,7	946,3	1.143,6
Croissance	-	+ 943,3 %	+ 20,8 %
Abonnés téléphone fixe	689,3	1.046,1	1.100,0
Croissance	-	+ 51,7 %	+ 5,1 %

Tableau 2-07 : les abonnés au téléphone mobile et fixe -en millions-(Source : International Telecommunication Union , Nov 2003) [30]

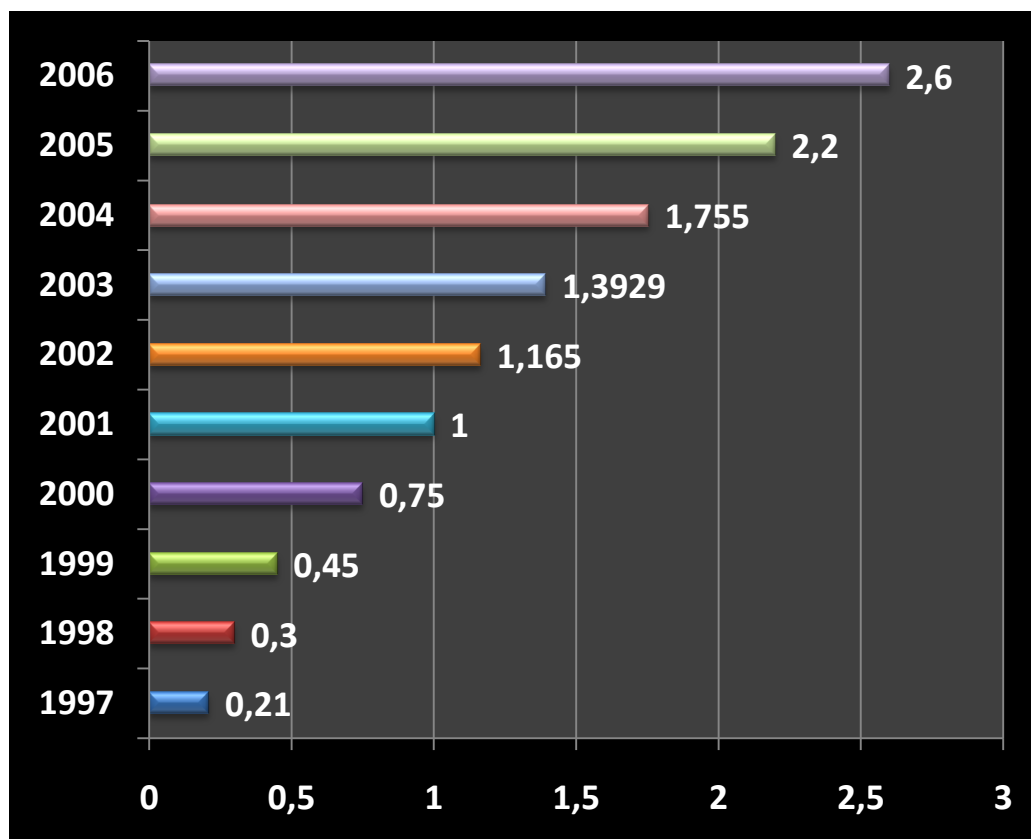


Figure 2-13 : évolution du nombre d'abonnés mobiles (En milliards) [30]

2.7.5 Usages des utilisateurs de mobile

En moyenne, 68 % des individus utilisent fréquemment ou occasionnellement l'e-mail via mobile alors même qu'ils sont devant leur ordinateur, révèle une enquête internationale menée par e-Dialog. Une moyenne qui varie largement suivant les pays, de 54 % aux Etats-Unis, à 63 % en Europe ou encore 76 % en Asie-Pacifique. En effet, il n'est pas rare que, dans certains pays comme le Japon, l'e-mailing via mobile domine face au SMS.

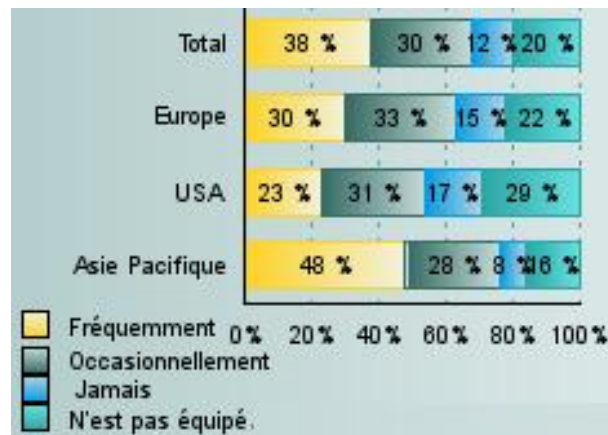


Figure 2-14 : Usage de l'email via mobile simultanément à l'usage de PC (Source: e-Dialog, Juin 2010) [31]

Une étude mondiale réalisée par Motorola démontre que 51,4 % des internautes utilisent leur téléphone mobile pour s'informer sur les produits à acheter lorsqu'ils sont en magasin. Outre le fait d'appeler un proche (30,8 %) ou de lui envoyer un SMS (21,3 %) ou un MMS (16,3 %), plus de 14 % des répondants à l'enquête indiquent qu'ils utilisent leur portable pour chercher des informations sur le produit via Internet ou bien comparer les prix avant d'acheter. 6,9 % vont même jusqu'à finalement acheter en ligne et non dans le magasin où ils se trouvent.

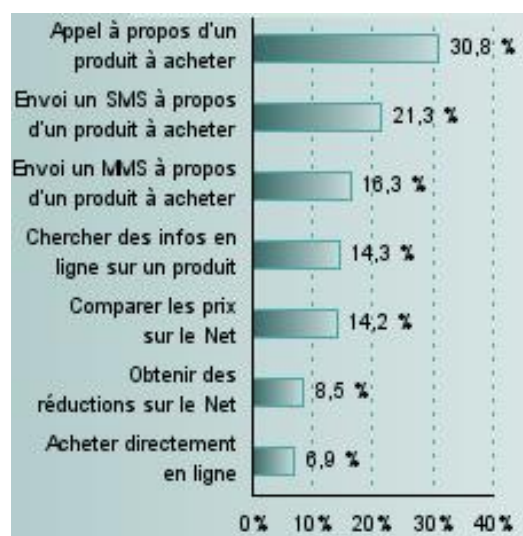


Figure 2-15 : Usage du mobile lors des séances de shopping en magasin (Source: Motorola, Jan 2010) [31]

2.8 Les applications m-commerce

Le marché des applications mobiles pourrait tripler d'ici 2012 pour atteindre 17,5 milliards de dollars contre 6 milliards actuellement, selon Chetan Sharma. Cela représentera alors 50 milliards d'applications téléchargées, contre 6 milliards aujourd'hui.

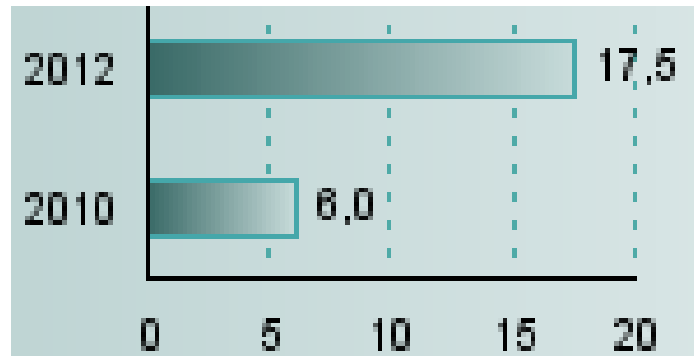


Figure 2-16 : Evolution du marché des applications mobiles -en million de \$- (Source : Chetan Sharma, Mars 2010) [31]

Michael & Achim [34] ont constaté que les trois questions de base doivent recevoir une réponse pour chaque application, avant qu'une version mobile de l'application sera construite.

- Est-ce de réels avantages pour le client d'avoir accès à l'application à tout moment et depuis n'importe où ?
- Est-ce-que le traitement de la demande peut être réduit à une interface utilisateur simple avec peu d'interactions simples?
- Il est possible de personnaliser les informations requises sur les limitations du périphérique de sortie et en maintenant les fonctionnalités de base de l'application?

Puisqu'il y a potentiellement un nombre illimité d'applications de m-commerce, nous tentons de présenter quelque classes importantes d'applications et de fournir des exemples au sein de chaque classe. Selon un rapport dans [24] Varshney & Vetter présentent beaucoup de telles classes d'applications et d'exemples.

Classe d'applications	Détails	Exemples
Les applications financiers mobiles (B2C, B2B)	Applications où le périphérique mobile devienne un puissant moyen financier	Bancaires, courtage, et paiements pour les utilisateurs mobiles.
La publicité sur mobile (B2C)	Applications en ce qui concerne l'infrastructure sans fil et les périphériques dans un support marketing puissant.	Utilisateur spécifique et emplacement sensibles publicités.

<p>Gestion des stocks Mobile (B2C, B2B)</p>	<p>Applications tentent de réduire la quantité de stock nécessaire par la gestion interne et de stock-sur-déplacement.</p>	<p>Suivi de localisation des marchandises, boîtes, troupes et personnes.</p>
<p>Localisation des produits et des achats (B2C, B2B)</p>	<p>Applications permettant de trouver l'emplacement des produits et des services qui sont nécessaires.</p>	<p>Trouver localisation d'une voiture de nouveau utilisé de certains modèles, les couleurs et les fonctionnalités.</p>
<p>Gestion des services proactive (B2C, B2B)</p>	<p>Les applications tentent de fournir aux utilisateurs des informations sur les services qu'ils devront dans un très proche avenir.</p>	<p>Transmission des informations liées aux composants de vieillissement (automobile) à des fournisseurs.</p>
<p>Wireless business re-engineering (B2C, B2B)</p>	<p>Applications qui se concentrent sur l'amélioration de la qualité des services d'entreprise à l'aide de périphériques mobiles et sans fil infrastructure.</p>	<p>Réclamation instantanées-paiements effectués par les compagnies d'assurance.</p>
<p>Vente aux enchères mobile ou enchères inversée (B2C, B2B)</p>	<p>Applications permettant aux utilisateurs d'acheter ou de vendre certains éléments à l'aide de multidiffusion de la prise en charge de l'infrastructure sans fil.</p>	<p>Compagnies aériennes en compétition pour acheter un créneau horaire de débarquement au cours de la congestion de la piste (une solution proposée pour les problèmes de congestion du trafic aérien).</p>

Services de divertissement mobile et jeux (B2C)	Applications fournissant les services de divertissement aux utilisateurs sur par événement ou l'abonnement de base.	Vidéo-au-Demande, audio-à la demande et des jeux interactifs.
Bureau mobile (mobile office) (B2C)	Applications afin d'offrir l'environnement de bureau complet pour toute où les utilisateurs mobiles à tout moment.	Travail des embouteillages, aéroport et conférences.
Enseignement à distance mobile (B2C)	Prise en charge des applications étendant l'éducation distance/virtuel pour les utilisateurs mobiles partout.	En prenant une classe à l'aide de streaming audio et vidéo.
Centre de données sans fil (B2C, B2B)	Applications prenant en charge de la grande quantité de données stockées pour être accessibles aux utilisateurs mobiles pour prendre des décisions "intelligentes".	Des informations détaillées sur un ou plusieurs produits peuvent être téléchargées par les fournisseurs.

Tableau 2-08 : Applications m-commerce [24]

2.8.1 Les applications financiers mobiles (AMF)

Les applications financières mobiles sont susceptibles d'être l'un des éléments les plus importants du m-commerce. Elles pourraient entraîner une variété d'applications telles que le service mobile de services bancaires et de courtage, transfert d'argent mobile et micro-paiement mobile, comme illustré à la figure 2-17. Ces services peuvent transformer un périphérique mobile en un outil commercial, remplacement de banque, ATM et cartes de crédit en laissant un utilisateur conduire des transactions financières avec d'argent mobile [24].

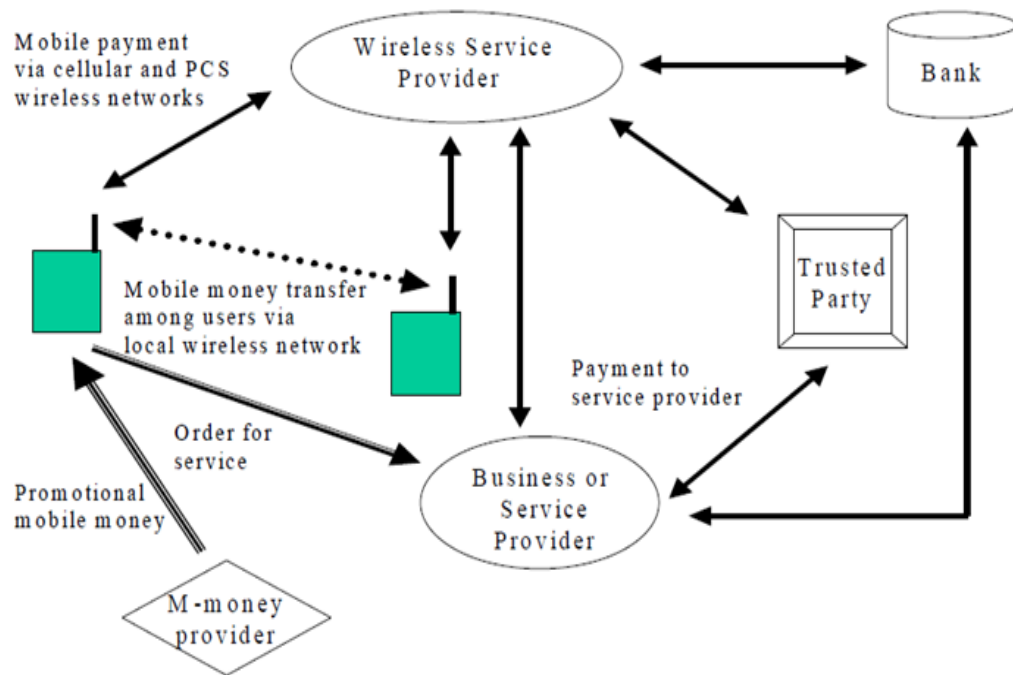


Figure 2-17 : Les applications financières mobiles [33]

2.8.2 La publicité sur mobile

La publicité mobile est également une classe très importante d'applications m-commerce. À l'aide d'informations démographiques collectées par les fournisseurs de services sans fil et des informations sur la localisation actuelle des utilisateurs mobiles, la publicité peut être effectuée. Les messages de publicité peuvent être personnalisés en fonction des informations fournies par l'utilisateur à un stade antérieur de consultation ou par l'histoire des habitudes d'achat des utilisateurs [32]. Les publicités envoyées à un utilisateur peuvent également être sensibles à la localisation et peuvent informer un utilisateur pour différentes promotions en cours (magasins, centres commerciaux et restaurants) dans les zones environnantes, comme illustré à la figure 2-18. Les messages peuvent être envoyés à tous les utilisateurs situés dans une zone donnée, qu'un message spécifique à l'utilisateur peut être envoyé indépendamment de l'emplacement actuel de l'utilisateur.

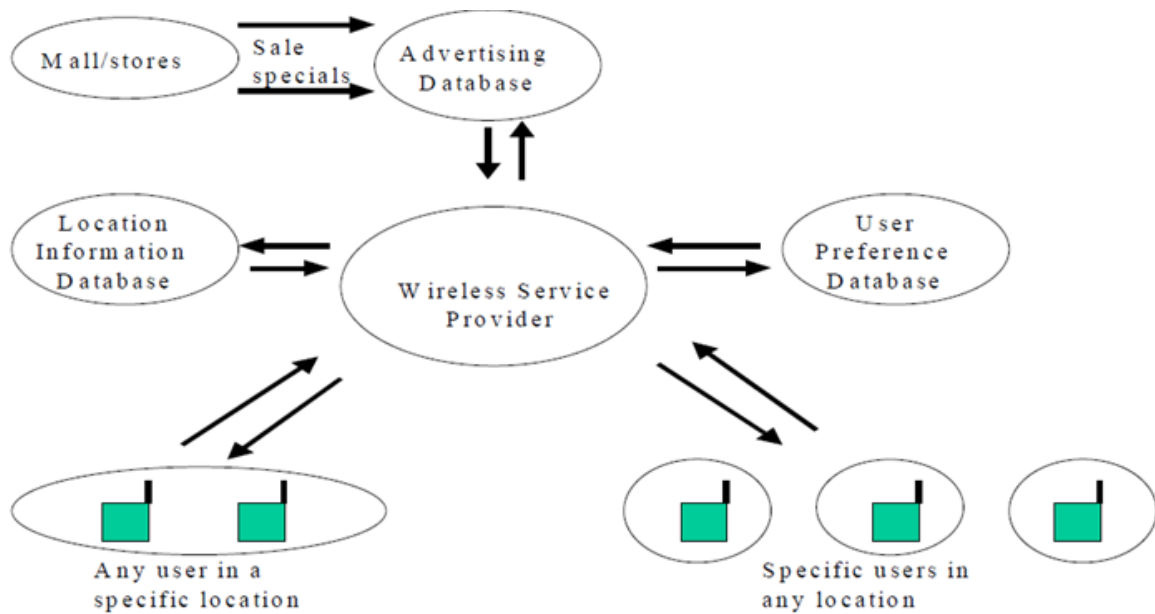


Figure 2-18 : la publicité sur mobile [33]

2.8.3 Gestion des stocks mobile (MIM)

Cette classe d'applications implique le suivi de localisation des biens, services et peut-être même des personnes. Le suivi des marchandises peut nous aider à déterminer le moment de la livraison au client, par conséquent améliorer le service à la clientèle et obtenir un avantage concurrentiel sur les autres entreprises prestataires de services [24]. L'application gestion de stock peut réduire la quantité d'espace de stock et de prix pour les fournisseurs et les magasins et peut également réduire le délai entre lorsqu'une commande est passée et les marchandises sont livrées (figure 2-19).

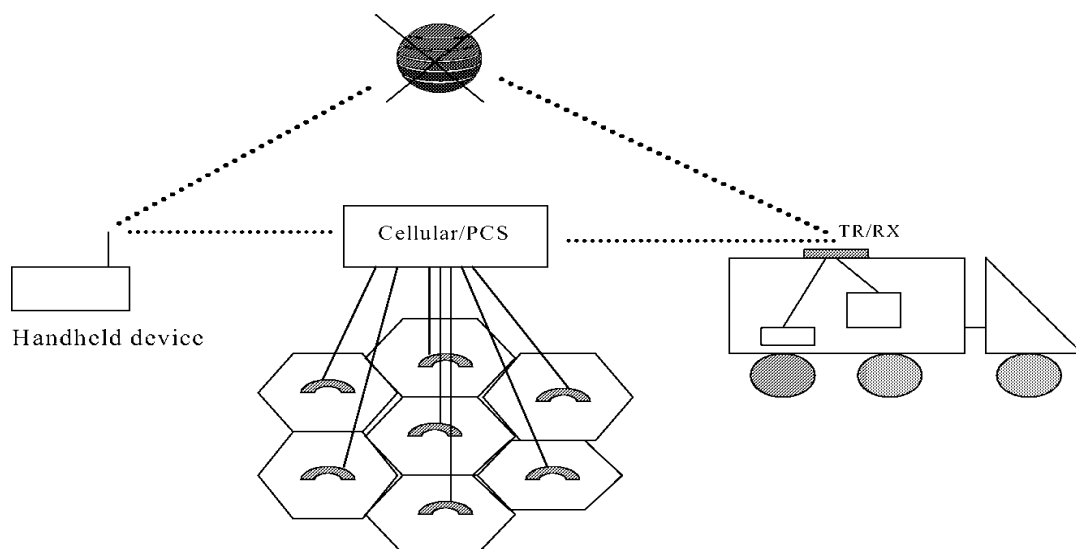


Figure 2-19 : Suivi de localisation des marchandises[33]

2.8.4 Localisation et recherche des produits (PLS)

Cette classe d'applications comprend la localisation d'un élément dans un domaine particulier ou un emplacement. C'est un peu différent de la classe d'applications précédente ; comme ici, nous sommes intéressés à la recherche d'un élément avec certaines spécifications, et s'il est disponible dans une zone donnée ou non. Actuellement, beaucoup de gens vont à plusieurs magasins pour trouver un élément (certaines marques/taille de téléviseur, magnétoscope ou une automobile) et de comparer les prix et les fonctionnalités. À l'aide d'un périphérique mobile (tel que un Smartphone mobile) et une base de données centralisée / distribuée contenant des informations sur les produits, un utilisateur doit être capable de trouver la localisation exacte d'un magasin dans lequel se trouve un certain élément [33]. Une liste d'emplacements et de distance à partir d'un point spécifié peut également être affichée. Après que l'utilisateur peut acheter en ligne à l'aide d'un navigateur sur son appareil mobile.

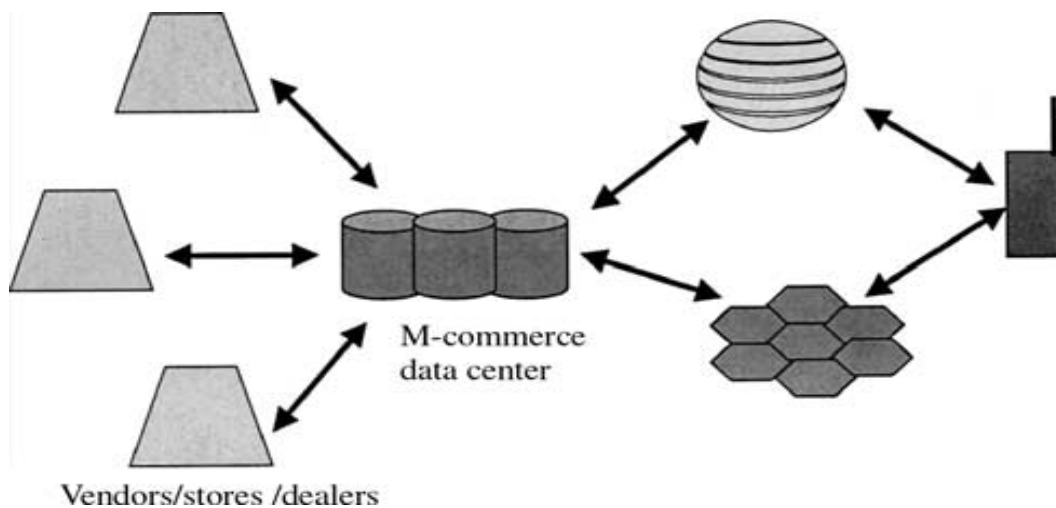


Figure 2-20 : Localisation et recherche des produits [24]

2.8.5 Gestion des services proactive (PSM)

Cette classe d'applications est basée sur la collecte des informations pertinentes sur les besoins actuels ou futurs de l'utilisateur et de fournir des services proactive aux utilisateurs. Une telle demande peut impliquer la collecte des informations sur les composants de vieillissement d'une automobile (voir la figure 2-21). De nombreux fournisseurs, y compris les boutiques de concessionnaires/réparation automobile peuvent accroître leur activité en acquérant des informations sur le vieillissement des composants d'une automobile. Informations peuvent être collectées et utilisées par les concessionnaires automobiles pour commander des composants (réduisant ainsi les coûts de stock). Dans un scénario plus élaboré, plusieurs distributeurs/magasins peuvent concourir pour les entreprises en offrant des

rabais ou des taux plus bas. Ces informations peuvent également être collectées et analysées par les fabricant pour améliorer la conception et la fabrication de produits futurs. Ce service pourrait même être offert dans le cadre de la garantie pour les voitures neuves ou peut être acheté par les propriétaires actuels d'automobiles. Cela permettrait de réduire les niveaux d'anxiété des propriétaires et d'améliorer les conditions générales d'automobiles sur la route menant à un nombre réduit d'embouteillages, accidents et même des morts [24].

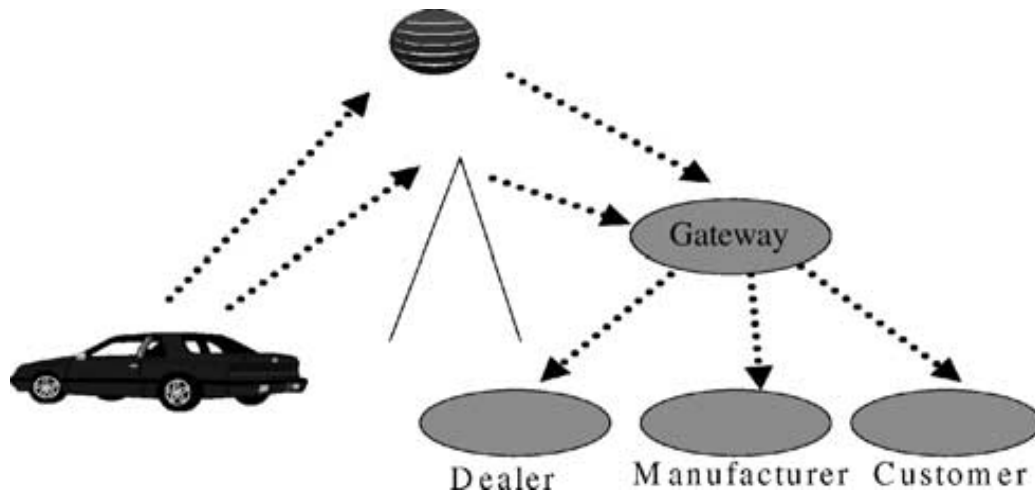


Figure 2-21 : Transmission d'informations sur le vieillissement des composants automobiles aux distributeur [33].

2.8.6 Les applications de réingénierie

Plusieurs situations d'entreprises d'assurance impliquent l'aller aux locaux des clients, prise de notes d'une situation particulière, remontant à l'office et puis prendre des actions appropriées. Ce processus prend beaucoup de temps et n'est pas très efficace. Pour améliorer cette pratique commerciale, une entreprise sans fil réingénierie d'application qui permet le règlement des sinistres sur place peut être utilisée. Dans un tel scénario, un expert en sinistres va à la place du client, prend des photos et les stocke dans son dispositif mobile pour le téléchargement de la base de données de l'entreprise. Et puis, l'expert en sinistres télécharge les informations nécessaires (information du profil et de la couverture du client) à partir de base de données de la compagnie d'assurance. À l'aide d'une petite imprimante connectée à l'appareil mobile, il imprime une vérification de la demande. Tout ce processus est effectué en quelques minutes au lieu de jours. La vitesse de ce type de service peut augmenter de manière significative la rentabilité et les points forts concurrentiels de l'entreprise [32].

2.8.7 Vente aux enchères mobile

Inclut des applications qui permettent aux utilisateurs d'acheter ou de vendre certains éléments à l'aide de support de multicast de l'infrastructure sans fil. Ces applications nécessitent que l'appartenance au groupe ne doit pas être altérée par la brève dis-connectivité sans fil ou de connectivité intermittente comme observée dans de nombreux réseaux sans fil d'aujourd'hui. Un exemple pourrait être les avions concurrents d'acheter une tranche de temps d'atterrissage lors de congestion de la piste (une solution proposée au problème de congestion du trafic aérien) [33].

2.8.8 Services de divertissement mobile et jeux (B2C)

Se sont des applications fournissant des services de divertissement pour les utilisateurs sur un événement ou par abonnement de base. Il s'agit notamment de la vidéo à la demande, audio-à la demande et des jeux interactifs. Il semble que les jeux mobiles deviendront un des pilotes de l'Internet sans fil, surtout si les problèmes de la gestion du groupe et le temps de réponse peuvent être résolus.

2.8.9 Bureau mobile

Une application fournit un environnement de bureau complet pour les utilisateurs mobiles n'importe où et à tout moment, y compris les embouteillages, aéroport et conférences. Bien que pas aussi excitant que de nombreuses autres applications mobiles, il s'agit d'une application utile pour les voyageurs d'affaires et les travailleurs en déplacement.

2.8.10 Enseignement mobile à distance

Etend la prise en charge de l'éducation virtuelle à distance pour les utilisateurs mobiles partout dans le monde permettant une classe en utilisant de streaming audio et vidéo. Cette application serait très utile si la mobilité utilisateur pourrait être prise en charge dans un ou plusieurs réseaux sans fil pour permettre la continuité de la connectivité.

2.8.11 Centre de données sans fil

L'application prend en charge une grande quantité de données stockées pour être accessibles aux utilisateurs mobiles pour prendre des décisions intelligentes comme des informations détaillées sur un ou plusieurs produits peuvent être téléchargées. C'est une application importante qui est très attrayante pour les gestionnaires et les décideurs qui ont à prendre certaines décisions alors que sur le déplacement et sous la pression du temps.

2.9 Conclusion

M-commerce vient de passer son infanterie et devient plus mature. Dispositifs commencent à avoir plus de CPU puissant, plus de mémoire et de fonctionnalités plus avancées que même les ordinateurs de bureau n'a pas eu avant 5 ans. Les périphériques de futur utilisateur sans fil mobile, surnommés des appareils portatifs sans fil universels, aura de nombreuses fonctionnalités, tout en visant à établir des communications, améliorer l'éducation, fournir des divertissements, fournir des renseignements et effectuer des transactions commerciales pour les utilisateurs mobiles.

En outre, les téléphones intelligents (Smartphone) deviennent moins chers et il y a une explosion dans leurs ventes au cours des dernières années (figure 2-22). Cela entre avec la meilleure bande passante et les réseaux de commutation par paquets, donne un grand coup de pouce dans le commerce mobile, ce qui était juste un rêve avant quelques années et maintenant devient la vie quotidienne. M-commerce devrait évoluer significativement à l'avenir, surtout si l'on tient compte de l'implémentation actuelle de systèmes 3 G et le futur déploiement de systèmes de 4 G, qui permet l'interconnexion d'une multitude de divers réseaux sans fil, tels que WWAN, WMAN, WLAN, et de WPAN.

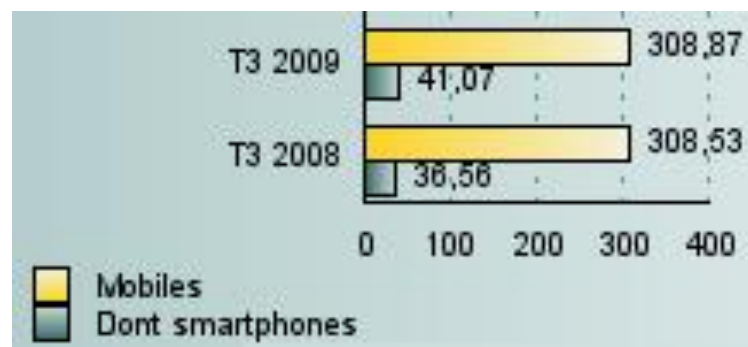


Figure 2-22 : Nombre de mobiles vendu au niveau mondial –en million –
(Source:Gartner, Nov 2009) [35]

Commentaire. Au troisième trimestre 2009, les ventes de mobiles ont cru de 0,1 % au niveau mondial par rapport à l'année dernière, selon Gartner, avec 308,87 millions d'unités. A côté de cela, la vente de smartphones augmente de 12,8 % sur la même période, à 41,07 millions d'unités.

Bien que la croissance et l'omniprésence de cette révolution sans fil continue semble inévitable, mais il est clair qu'il ya encore une série de barrières et des défis de réaliser une utilisation généralisée du commerce mobile, en particulier celles relatives aux caractéristiques des appareils mobiles (CPU, mémoire, énergie et capacité d'affichage..) et l'infrastructure réseau (débit, bande passante, routage, sécurité et mobilité..) et ce que nous allons discuter en détail dans le chapitre suivant.



Chapitre 03

**Défis pour les
applications m-
commerce dans les
réseaux sans fil
mobiles**

3.1 Introduction

L'informatique mobile présente différents défis aux chercheurs en sciences informatiques et d'autres domaines de l'ingénierie. Le commerce mobile est un domaine émergent de l'informatique mobile et a certaines différences inhérentes d'e-commerce traditionnel. Cela nécessite des adaptations et modifications au cadre existant d'e-commerce pour travailler dans un environnement sans fil. Ce chapitre résume les différents problèmes des applications mobiles en général et les applications de m-commerce en particulier.

Il existe de nombreux problèmes importants qui doivent être résolus avant que des applications de commerce mobile peuvent être déployées. Citons notamment les problèmes liés aux infrastructures réseaux sans fil et mobile (la bande passante disponible, fiabilité de réseaux, la zone de couverture, gestion de mobilité (Handoff horizontal et vertical) et les problème de multicasting (gestion des groupes, authentification et autorisation des membres et les routages multicast) et sécurité ...), types et caractéristiques des différents périphérique mobiles (taille, capacité de stockage (mémoire) et calcul (CPU), affichage et consommation d'énergie..) et des problèmes liés à l'utilisateur mobile lui-même concernant la personnalisation et la flexibilité, en plus de cela les défis liés aux différents acteurs de commerce mobile que ce soit les développeurs d'applications, les fournisseurs des services et contenu ou les opérateurs mobiles.

La maturité des différentes applications m-commerce et son déploiement rapide nécessitent la prise en charge de tous ces problèmes et de trouver des solutions efficaces et réalisables au plutôt possible. Nous essayons dans le reste de ce chapitre de citer une liste non exhaustive à ces problèmes.

3.2 Besoins des utilisateurs mobile

La compréhension des exigences des utilisateurs mobiles, est nécessaire pour la conception et le développement d'applications et de services de m-commerce. M-commerce inclut des fonctions et des caractéristiques qui sont différentes d'E-commerce, et celles-ci doivent être prises en considération lors de la conception et le développement d'applications et de services de m-commerce. Le tableau 3-01 fournit des exemples d'applications de m-commerce liées aux exigences des utilisateurs mobiles.

3.2.1 Ubiquité (ubiquity)

Les utilisateurs mobiles doivent avoir la possibilité de recevoir des informations et effectuer des transactions en temps réel, indépendamment de leur emplacement. M-commerce peut être présent dans n'importe quel endroit ou plusieurs endroits simultanément.

3.2.2 Personnalisation (personalization)

L'énorme quantité d'informations, services et applications présentées sur Internet est d'une grande importance, mais nécessaire pour les utilisateurs mobiles différents services et applications doivent être personnalisés en fonction de leurs préférences.

3.2.3 Flexibilité (flexibility)

Les utilisateurs mobiles devraient être capables de s'engager dans des activités telles que recevoir de l'information et effectuer des transactions avec facilité.

3.2.4 Localisation (localization)

Les utilisateurs mobiles devraient avoir accès à l'information et le service local. Les prestataires doivent connaître l'emplacement des utilisateurs mobiles afin de promouvoir leurs produits et services directement à leurs clients dans un environnement local [36].

Exigence	Exemples d'applications
Ubiquité	Les cours des actions - Météo
Personnalisation	Publicité - Ventes aux enchères
Flexibilité	Achat de marchandises bancaire
Localisation	Service à la clientèle - Annuaire local

Tableau 3-01 : Exemples d'applications de m-commerce basé sur les exigences de l'utilisateur mobile [36]

3.3 Défis pour les périphériques mobiles

On peut distinguer 4 catégories d'équipements mobiles [26] :

- Téléphone mobile avec voix seulement (ex. : Motorola StarTac).
- Smartphone : Téléphone mobile avec applications ajoutées et connectivité PC. Combiner la technologie téléphone mobile et PDA dans un seul équipement.
- Communicator : Un terminal de type PDA (Personnel Digital Assistant) avec un téléphone portable intégré ou attaché supportant les données numériques et la voix. Par exemple : Nokia communicator 9110, Palm V11x.
- Laptop PC : Ordinateur PC portable ou notebook. Exemple : Sony vaio.

Il y a aussi des nouveaux téléphones mobiles intelligents pour exploiter pleinement les technologies nouvelles : WAP, GPRS et UMTS.

Ces dispositifs présentent des caractéristiques : meilleur affichage, petit clavier, autonomie de batterie plus longue et supportant des micro-browsers. Ils prennent en charge la messagerie et le multimédia mobiles : télécharger et écouter de la musique, assister à des vidéos-conférences, participer aux jeux interactifs, réaliser des transactions commerciales avec paiement automatique à partir du terminal mobile.

Cependant, ces dispositifs comportent de nombreuses limitations comparés aux ordinateurs PC classiques [25] :

3.3.1 La taille physique

Il faut réduire au maximum la taille et le poids de ces appareils pour qu'ils soient transportés facilement. Le volume réduit de ces appareils ne permet pas d'agrandir la taille des écrans, ou augmenter la capacité des batteries.

3.3.2 La mémoire et le processeur

La puissance des processeurs et la capacité de stockage sur les appareils mobiles sont limitées par la taille et la capacité de la batterie de l'appareil. Ainsi, les appareils doivent fonctionner avec un stockage limité disponible. Le défi est de réduire la taille du programme. Cela peut être fait en utilisant les langages de script interprétés au lieu du code objet compilé, qui sont généralement plus grands que le code source.

3.3.3 Input/Output (l'écran & le clavier)

La contrainte sur la taille des dispositifs informatiques mobile place une limite à la taille des interfaces utilisateur. Cela exige que les interfaces utilisateurs soient petites et fonctionnelles. Les interfaces des utilisateurs traditionnelles de windows utilisées sur les plus gros appareils ne sont pas bien adaptées pour un petit écran. Si de nouvelles interfaces qui sont hautement fonctionnelles et sont adaptables sur les dispositifs hétérogènes sont nécessaires. En outre, les appareils mobiles n'ont aucun moyen disponible pour entrer des données comme des dispositifs de calcul traditionnels, cela exige la reconnaissance vocale sophistiqué et des techniques de reconnaissance pour l'entrée d'utilisateur et écriture [37].

3.3.4 La batterie (énergie)

La course à fabriquer des dispositifs plus petits, plus légers et plus rapide a entraîné dans des dispositifs qui sont légers et portables. Ils sont devenus si petits que les utilisateurs peuvent les transporter dans leurs poches ou leur bracelet au poignet. Cependant, cela a mis une pression considérable sur les concepteurs d'applications, les batteries sont la principale source de poids dans un ordinateur portable [37]. L'autonomie de ces appareils portables est très faible résultant de recharges fréquentes. Cela a généré la nécessité de développer des applications qui permettent de conserver la vie de la batterie, de trafic montant faible, et des mécanismes d'économie d'énergie.

Les périphériques mobiles de demain seront plus puissant, moins lourds et comprennent de nouvelles interfaces pour l'utilisateur et aux nouveaux réseaux. Toutefois, un problème majeur, qui n'a pas été résolu encore, est l'approvisionnement en énergie. Le plus de fonctionnalités intégrées à un périphérique (écran couleur, vibreur, fonction main libre...), exigent plus d'énergie. Par conséquent, plus les performances du périphérique, plus vite elle draine les piles. En outre, la transmission de données sans fil consomme beaucoup d'énergie.

3.3.5 Sécurité des données

Les appareils mobiles étant portable sont enclins au risque de dommages physiques, l'accès non autorisé, perte de données et le vol. Après avoir uniquement des données essentielles sur les dispositifs et les mécanismes pour le maintien de l'intégrité des données dans ces scénarios permet de réduire ces risques. Cela pourrait être manipulé en ayant des mécanismes de cryptage, magasins de sauvegarde de données et

l'authentification des utilisateurs. Les mécanismes de sauvegarde utilisent des systèmes de fichiers comme coda ou echo pour répliquer des fichiers médias sécurisée chaque fois que les périphériques sont connectés au réseau câblé, bien que les modifications de données entre les sauvegardes ne soient pas protégées.

3.3.6 Débit

Les périphériques mobiles ont des contraintes plus élevés sur la bande passante disponible par rapport aux ordinateurs traditionnels. La bande passante du réseau peut être livrée soit en augmentant le pas de cellules ou en réduisant la puissance d'émission pour accueillir plus de cellules. Un logiciel de compression technique peut être utilisé pour réduire le trafic. Les demandes doivent être capables de s'adapter à diverse disponibilité de bande passante.

3.3.7 Logiciel client (os et les navigateurs)

Les périphériques sans fil forcent les développeurs à revoir attentivement les systèmes d'exploitation et d'autres types de logiciel résidents sur une variété de plates-formes. Des systèmes d'exploitation tels que Symbian, EPOC ont été créés pour fonctionner à l'aide de la quantité limitée de mémoire disponible dans les téléphones mobiles. Autres systèmes d'exploitation à des fonctions limitées, tels que Pocket PC de Microsoft (Windows CE) et PalmOS de Palm, ont été développés pour les périphériques portables. Symbian et Palm ont convenu de collaborer sur des technologies qui pourraient entraîner la combinaison éventuelle des deux systèmes d'exploitation. Des navigateurs mobiles spécifiques, tels que Pocket Internet Explorer ont été également créés pour fonctionner avec des écrans plus petits. Bien que le logiciel de périphérique mobile actuel réponde à certains besoins, ses fonctionnalités sont restées toujours limitées [38].

3.3.8 Protocoles

Le WAP (Wireless Application Protocol) permet aux périphériques sans fil, tels que les téléphones portables et ordinateurs de poche, l'accès à Internet [8]. De nombreux périphériques compatibles WAP sont sur le marché. Follement populaire i-mode du Japon, produit par NTT DoCoMo, est un système sans fil complet qui inclut son propre protocole et de services pour ses clients. Il ne fonctionne qu'avec des sites de Web spécialement conçus et n'a pas vraiment d'accès à Internet. Protocoles spécialisés d'I-mode sont basées sur HTML compact (cHTML), un sous-ensemble du

langage HTML standard. Autres sites Web utilisent Wireless Markup Language (WML), basé sur XML, ce qui n'est pas compatible avec HTML et agit comme un langage de description de page au sein de WAP [8]. Encore une autre langue qui peuvent être utilisées pour l'affichage des portions de texte des pages Web sur les appareils sans fil, mais qui n'est pas basé sur XML, est HDML (Handheld Device Markup Language).

3.4 Problèmes pour les développeurs des applications m-commerce

3.4.1 Comment nous soutenons les tâches souhaitées par le biais d'applications sans fil?

L'examen de cette question consiste à explorer les différentes méthodes et métaphores pour utiliser m-commerce. Par exemple, les services peuvent être fournis par le biais d'applications simples interagissant avec les téléphones mobiles ou via des applications plus complexes connectées pour ordinateurs de poche. Le développement d'applications mobiles est également plus difficile que le développement d'applications réseau câblés, car les applications mobiles sont contextuelles, généralement utilisées dans des environnements dynamiques et reçoivent une attention plus limitée de l'utilisateur [6]. Car une métaphore pour PC de bureau avec des dossiers, des icônes et onglets, donc communes dans le monde de l'informatique câblé, ne fonctionne pas nécessairement bien sur des périphériques mobiles limités [39], une nouvelle métaphore devrait être trouvé.

3.4.2 Comment nous respectons la confidentialité des utilisateurs dans les applications basées sur l'emplacement ?

Même sans GPS, l'identification de l'emplacement avec les applications de m-commerce peut devenir possible. Une technologie proposée pour amener le service d'appel d'urgence (appelé 911 amélioré ou "E-911" aux États-Unis) pour les utilisateurs de téléphone mobile. Cette technologie pourrait être utilisée pour des applications de m-commerce, telles que les directions de services marchands, livraison de pizza et informations de trafic approprié. L'emplacement des utilisateurs peut également être utilisé pour cibler les clients du marché dans les domaines commerciaux, tels que les épiceries et les centres commerciaux etc....

3.4.3 Comment-ce que nous stockons les données afin qu'il soit facilement utilisable et accessible par les applications mobiles ?

L'Extensible Markup Language (XML), balises de données et met le contenu en contexte, est une solution possible à ce problème. Un autre est lié au Markup Language (RML), qui agit comme un format intermédiaire entre les langages, tels que HTML et WML et permet le balisage automatique de tous les langages de balisage [40]. La sortie est générée sans égard pour le langage de balisage initial. Autres solutions peuvent aussi exister, ou être découvertes, et qui fonctionnent mieux dans certaines situations.

3.4.4 Comment garantir l'intégrité des données synchronisées entre plusieurs périphériques ?

Lorsque les clients mobiles sont synchronisés avec d'autres périphériques (tels que les ordinateurs de bureau), des modifications (calendriers, par exemple) au sein de chaque périphérique sont envoyées aux autres périphériques conformément aux règles de priorité. La prolifération actuelle des technologies de synchronisation non interopérables crée des obstacles au développement de m-commerce robuste. Un consortium d'entreprises de technologie globale, y compris les fabricants d'appareil sans fil, élabore actuellement un standard pour la synchronisation des données entre les périphériques mobiles de clients et d'autres plates-formes. SyncML, un protocole de synchronisation basé sur XML, est conçu pour s'assurer que les téléphones mobiles, pagers et autres appareils mobiles peuvent synchroniser leurs données avec les applications réseau, Bureau des calendriers, et autres emplacements où l'information est stockée [41]. Les entreprises doivent déterminer si les normes de données qu'ils emploient et la communication des données entre différents périphériques mobiles, tels que l'intégrité des données peuvent être assurées lorsque la synchronisation est utilisée avec plusieurs plates-formes et périphériques mobiles.

3.4.5 Comment nous développons des applications robustes, complexes, inter-organisationnelles qui fonctionnent bien dans les limites de périphérique actuel et tout prévisible ?

Alors que la plupart des applications de m-commerce initiales semblent être visant le marché B2C, B2B et applications intranet sont également possibles. Les technologies sans fil et m-commerce peuvent faciliter la restructuration des activités organisationnelles. Les entreprises qui utilisent un juste-à-temps (JIT) approche de fabrication, peuvent suivre le stock par le biais de transmetteurs sans fil et peuvent également suivre l'emplacement des véhicules apportant des matériaux à traiter. BRUNIMAT ou les machines de copie peuvent être mis en réseau sans fil et peuvent

appeler automatiquement pour plus de fournitures ou de maintenance. Les techniciens de service peuvent affecter dynamiquement les nouvelles tâches et envoient des informations sur le problème pendant qu'ils sont en déplacement. Les commerciaux peuvent aller littéralement n'importe où dans le champ et les accès aux informations sur les produits et les comptes clients, même si les applications sont maintenant toujours soumises à des contraintes de périphériques sans fil actuels, telles que la bande passante limitée, petits écrans et un manque de normalisation. Toutes ces applications mobiles d'entreprise sont complexes, par conséquent leur développement nécessite une planification soignée, analyse, conception et mise en œuvre [41].

Les problèmes importants pour les développeurs d'applications de m-commerce sont présentés dans le tableau 3-02.

Problème	Commentaire
Exigences de traitement et de stockage réseau	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Exigences de la bande passante et de retard (les applications en temps réel vs temps non réel) ➤ Les capacités des terminaux mobiles ➤ Multicast pour les communications de groupe ➤ Stockage et traitement asymétrique vs symétrique
Développement d'applications	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Utilisation de n'importe quel Software Développement Kit (SDK) existant ➤ Simulation de l'environnement dans lequel l'application sera utilisée ➤ Nombre maximum d'utilisateurs simultanés ➤ La taille du code de l'application ➤ Prise en charge des transactions sécurisées
Compatibilité et interopérabilité	<ul style="list-style-type: none"> ➤ L'indépendance des technologies sous-jacentes d'accès sans fil ➤ Indépendance depuis les fonctionnalités de périphérique ➤ L'interopérabilité avec IP ➤ Compatibilité avec Wireless Application Protocol (WAP)
Caractéristiques souhaitables	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Prise en charge de la connectivité intermittente ➤ Adaptation à l'environnement utilisateur et réseau ➤ Prise en charge des transactions "atomiques" ➤ Mise à jour aisée ➤ Appel de fonctions spécifiées par l'utilisateur

Tableau 3-02 : Certains problèmes importants pour les développeurs d'applications

3.5 Problèmes pour les transporteurs

Les transporteurs Wireless peuvent jouer un rôle très actif et important dans les applications de m-commerce en raison du fait qu'un utilisateur mobile va effectuer toutes les opérations de m-commerce par le biais de leurs réseaux. En outre, un utilisateur mobile est susceptible de préférer une seule facture commune pour la voix, données et services de m-commerce. Les fournisseurs de services peuvent également servir d'agrégateurs de contenu, mais ne sont pas susceptibles d'agir en tant que fournisseur de contenu en raison de leur mettre l'accent sur les aspects de service de m-commerce et de mise en réseau ou une application. Un fournisseur de services peut aussi agir comme une chambre de compensation pour les fournisseurs de contenu et d'applications dans la publicité et la distribution de leurs produits à ses clients. Cependant, il existe de nombreuses techniques et non techniques haies (tels que le prix des transactions de commerce mobile) qui doivent être résolus avant que les transporteurs peuvent devenir des acteurs majeurs dans ce domaine émergent.

- Actuellement, il existe de nombreuses différentes normes pour l'accès aux réseaux sans fil. Les normes utilisées dans les systèmes PCS aux États-Unis et les systèmes cellulaires en Europe sont considérablement différentes. Cela affecte directement l'interopérabilité et l'itinérance mondiale des utilisateurs mobiles. Cela pourrait être un obstacle majeur pour certaines transactions de m-commerce impliquant plusieurs réseaux sans fil [24].
- Différences dans les normes avec autres intérêts ont conduit à des retards dans le déploiement de la prochaine génération (4 G) des systèmes sans fil et mobiles. Cependant, une fois que les réseaux 4 G sont déployés dans le monde entier, l'itinérance mondiale devrait devenir une réalité. Pour le moment, les utilisateurs mobiles peuvent utiliser des téléphones multifonctions et multi-bandes de naviguer sur plusieurs continents.
- La migration à 4 G dans le monde entier est toujours dépendante de la perception des opérateurs des besoins du marché, des incitations possibles pour les transporteurs et les opérateurs, récupération sur les investissements réalisés dans les systèmes sans fil existant de deuxième et troisième génération et perçu les menaces aux transporteurs sans fil de monopole dans de nombreux pays.
- Parce que plusieurs transporteurs sont susceptibles d'être impliqué dans la réalisation d'une transaction de commerce mobile, une autre question est de savoir comment diviser les revenus parmi plusieurs transporteurs.

3.6 Problèmes pour l'infrastructure réseau

En plus des périphériques mobiles mis en réseau, la prise en charge des réseaux sans fil est cruciale dans la réalisation d'applications m-commerce. Il y a eu des avancées significatives dans les réseaux sans fil et mobiles au cours des dernières années en termes de protocoles, normes, technologies et qualité de service. Dans cette section, nous présentons et discutons les exigences de réseau sans fil pour diverses applications de commerce mobile.

Les applications financières mobiles exigent la localisation d'un périphérique, utilisateur, ou un bâtiment au regard de l'emplacement actuel de l'utilisateur pour effectuer des transactions financières. En raison de la valeur potentielle de ces opérations, très haut niveau de fiabilité de l'infrastructure sans fil peut être exigé. Pour autoriser un utilisateur à rendre ces transactions depuis n'importe où et à tout moment, la possibilité de naviguer sur plusieurs réseaux sans fil peut être très utile. De même, de nombreuses autres applications m-commerce tels que la publicité mobile, gestion des stocks mobile, localisation des produits et gestion de service proactif peuvent nécessiter une prise en charge de la gestion de localisation. Publicité mobile doit avoir un multicast asymétrique pour envoyer des messages à certains utilisateurs dans certains endroits, mais ce multicast n'a pas à être en temps réel. Aussi pour la publicité mobile, exigences de fiabilité du réseau ne peuvent être strictes comme la perte de certains messages peut être tolérée. Pour de nombreuses applications de m-commerce comme divertissement mobile et les services de l'éducation à distance, un besoin en termes de bande passante et de delay peut être important [24]. Les exigences spécifiques de chacune des applications m-commerce sont illustrées dans le tableau 3-03.

Classe d'applications	Exigences des réseaux sans fil
Les applications mobiles financières (B2C, B2B)	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Gestion de localité ➤ Fiabilité de réseau ➤ Roaming (Gestion de handoff) ➤ Sécurité
La publicité sur mobile (B2C)	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Gestion de localité ➤ Multicast ➤ Roaming (Gestion de handoff)
Gestion des stocks Mobile (B2C, B2B) / Localisation des produits et des achats (B2C, B2B)	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Gestion de localité ➤ Fiabilité de réseau

	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Multicast ➤ Roaming (Gestion de handoff)
Gestion proactive service (B2C, B2B)	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Gestion de localité ➤ Fiabilité de réseau ➤ Roaming (Gestion de handoff)
Office mobile (B2C) / Sans fil refonte (B2C, B2B)	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Roaming (Gestion de handoff) ➤ Fiabilité de réseau ➤ Gestion de localité
Vente aux enchères mobile ou enchères inversée (B2C, B2B)	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Multicast ➤ Gestion de localité ➤ Fiabilité de réseau ➤ Roaming (Gestion de handoff)
Services de divertissement mobile et jeux (B2C) / Enseignement mobile à distance (B2C)	<ul style="list-style-type: none"> ➤ QoS ➤ Multicast ➤ Roaming (Gestion de handoff) ➤ Gestion de localité ➤ Sécurité
Centre de données sans fil (B2C, B2B)	<ul style="list-style-type: none"> ➤ QoS ➤ Gestion de localité ➤ Roaming (Gestion de handoff) ➤ Sécurité

Tableau 3-03 : Exigences réseau pour les applications m-commerce [24]

De la présentation qui précède, il apparaît que les applications de commerce mobile présenterait cinq exigences clés de mise en réseau : prise en charge de la gestion de localité (l'emplacement), mobilité (la possibilité de naviguer sur plusieurs réseaux sans fil - gestion de handoff), sécurité, fiabilité de réseau et qualité de service et prise en charge de la multicast. Ces cinq conditions réseau sont traduites dans des attributs plus spécifiques, comme illustré dans le tableau 3-04.

Exigences des réseaux sans fil	Attributs
Gestion de localité	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Suivi d'emplacement pour déterminer l'emplacement d'un objet. ➤ Précision d'emplacement et le temps de réponse ➤ Fréquence de recherche d'emplacement ➤ Suivi d'emplacement horizontal et vertical
Mobilité (Roaming (Gestion de handoff))	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Handoff entre plusieurs réseaux sans fil ➤ Le suivi des utilisateurs sur les réseaux
Sécurité	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Authentification et autorisation des utilisateurs mobiles ➤ Fiabilité et intégrité de données ➤ Cryptage ➤ Sécurité multicast
QoS et Fiabilité de réseau	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Exigences de bande passante ➤ Delay et delay variation ➤ Caractéristiques de pertes tolérables ➤ Impact et la fréquence de la défaillance d'un composant ➤ Conception à tolérance de pannes ➤ L'accès des utilisateurs à plusieurs réseaux ➤ Niveaux de disponibilité du réseau
Multicast	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Prise en charge de la multicast dans l'infrastructure des réseaux sans fil ➤ Prise en charge de la multicast dans les réseaux sans fil ad hoc (beaucoup plus difficiles en raison de la topologie dynamique et d'autres facteurs) ➤ Connectivité de groupe dans le cadre de la mobilité/échec ➤ Synchronisation/atomicité des opérations de plusieurs utilisateurs

Tableau 3-04- Exigences l'infrastructure sans fil pour le commerce mobile [42]

3.6.1 Gestion de localité

Pour plusieurs applications, la prise en charge pour la gestion de localité est l'exigence principale. Ces applications comprennent les applications financières mobiles, la publicité mobile, gestion de service proactif, recherche de l'emplacement de produit, Wireless business re-engineering, Gestion des stocks et bureau mobile.

Les exigences de gestion de localité sont divisées en précision d'emplacement, niveau de réseau, performances (le temps de réponse), une évolutivité réseau (couverture), nombre de périphériques/entités impliquées et type de communication (tableau 3-05). Comme on peut constater que bien que plusieurs applications partagent de nombreux attributs communs, il existe d'autres différences nécessitant une classification distincte. Par exemple, les applications financières mobiles et la gestion des stocks mobiles nécessitent un emplacement de haute précision, mais le nombre de périphériques/entités impliqués peut-être très différent [33].

Applications	Précision de l'emplacement	Niveau de réseau	Le temps de réponse	Couverture sans fil	Périphériques impliqués	Type de communication
Les applications mobiles financières	Mètres	sous-cellule	Secondes	Local	Peu	unicast
La publicité sur mobile	Des 100 de mètres	cellule	Minutes	Local	Plusieurs	multicast
Gestion des stocks Mobile	Mètres	sous-cellule	Secondes	à l'échelle nationale	Plusieurs	multicast
Localisation des produits et des achats	Kilomètres	plusieurs-cellules	Heures	Local	Peu	unicast
Wireless business re-engineering	Des 100 de mètres	cellule	Minutes	à l'échelle nationale	Peu	unicast
Vente aux enchères mobile ou enchères inversée	Des 100 de mètres	cellule	Secondes	Local, possible à l'échelle	Plusieurs	multicast en temps réel avec la

				nationale		participati on des utilisateur s actifs
Services de divertissement mobile et jeux	Des 100 de mètres	cellule	Minutes	Local	Plusieurs	Multicast en temps réel
Enseignement à distance mobile	Des 100 de mètres	cellule	Minutes	l'échelle nationale	Plusieurs	Multicast en temps réel
Bureau mobile	Des 100 de mètres	cellule	Minutes	à l'échelle nationale	Peu	unicast
Centre de données sans fil	Des 100 de mètres	cellule	Minutes	Local		unicast

Tableau 3-05 : Exigences de gestion de localité pour les applications m-commerce [43]

Le niveau et la précision de la gestion d'emplacement requis par les différentes applications de m-commerce varie sur une plage incluant : Réseaux, zone de localisation (cluster), cellule et niveaux de sous-cellule (tableau 3-06). Les applications telles que la publicité mobile suffisent pour savoir si les utilisateurs sont dans une zone donnée et des informations sur l'emplacement précis ne sont donc pas nécessaires, donc pour ces applications, la macro emplacement peut être suffisante lorsque la résolution est une zone couverte par une masse des cellules. D'autre part, une application comme la publicité spécifique de l'utilisateur a besoin de connaître l'emplacement de certains utilisateurs à une résolution égale à la taille de cellule, il est nécessaire qu'une application peut avoir besoin de connaître la station de base qui peut envoyer le message à un utilisateur donné [44].

Classe	Précision
Réseau	L00s Km
Cluster	1 Km
Cellule	100s meters
Sous- Cellule	1 meter

Tableau 3-06 : Classes de la précision de localité pour les applications m-commerce [44]

Il faut noter que les systèmes de gestion de l'emplacement utilisés dans les réseaux sans fil existant traitent les informations d'emplacement qui sont précises à un niveau de zone de l'emplacement. Par conséquent, de nombreuses applications de m-commerce peuvent être nécessaires d'une précision plus d'informations sur l'emplacement de l'ordre de quelques mètres. Cette précision ne peut être obtenue avec les systèmes de gestion de l'emplacement existant. Cependant, aux États-Unis, les systèmes cellulaires et transporteurs PCS sont tenus de fournir les 911 centres avec les informations de l'emplacement précise à moins de 100 mètres. Les solutions possibles d'après U. VARSHNEY [33] incluent l'utilisation des systèmes de GPS, l'utilisation de plusieurs stations de base pour extraire les informations précises sur l'emplacement.

3.6.2 La mobilité

La gestion de mobilité est un paramètre très important dans les réseaux actuels, puisque les utilisateurs sont de plus en plus mobiles en raison du déploiement massif des technologies sans fil. Cette nouvelle génération de clients qui cherchent à communiquer durant leurs déplacements sans aucune contrainte de connectivité, sans aucun logiciel additionnel à installer et où le changement de réseau est complètement transparent, a poussée la communauté des chercheurs à proposer une nouvelle architecture plus adéquate à leurs besoins.

Dans les réseaux sans fil et mobile, le challenge est de préserver les connexions ouvertes d'un client mobile quelque soit le type de ses déplacements. La gestion de la mobilité dans les réseaux sans fil est répartie en deux phases : une phase de détection et localisation et une phase de transition. La première phase consiste à détecter le plus instantanément possible les clients lors de leurs déplacements et de déterminer leur position dans le réseau à tout moment et avec une bonne précision (*c.-à-d.*, avoir une vue réaliste du réseau). La deuxième phase complète la première en mettant à jour les informations de routage afin de réduire au minimum le temps de déconnexion, éviter la perte de paquets et maintenir les connexions déjà ouvertes.

Dans un tel contexte, le déplacement d'un client abouti souvent sur un changement de sous-réseau, par conséquent l'adresse IP du client n'aura aucune signification dans le réseau visité. Le fait de changer l'adresse IP du client à chaque changement de Point d'Accès n'est pas une bonne solution, car toutes les connexions TCP seront perdues et toutes les applications stockant l'adresse IP souffriront. Pour

résoudre ce problème, différentes solutions ont été présentées, telles que Mobile IP [48], [49] et le mécanisme de RendezVous [50]. Ces approches, permettent aux clients de maintenir la même identité (adresse IP) pendant la visite d'autres sous-réseaux, comme elles permettent aussi leur localisation. Depuis sa conception, plusieurs améliorations ont été apportées à la version originale de Mobile IP. On peut citer HMIP [51], qui consiste à hiérarchiser ses agents pour éviter un surcoût de signalisation dans les cas où un client s'éloigne de son réseau mère ; comme on peut citer FMIP [52], qui consiste à anticiper le déplacement d'un client afin d'obtenir sa nouvelle adresse temporaire avant son déplacement réel. Dans d'autres solutions comme HAWAII [53] et Cellular IP [54], le client lui-même envoie un paquet de mise à jour à la passerelle du réseau après un déplacement, ce qui permet aussi aux routeurs sur le chemin de mettre à jour leur table de routage.

Ces solutions et autres abordent la gestion de mobilité avec de bonnes performances. Néanmoins, elles peinent à être réellement et largement déployées en raison de leur nécessité de modifier la pile protocolaire ou d'installer un logiciel supplémentaire dans l'équipement de l'utilisateur mobile.

3.6.3 La sécurité

Sans environnement sécurisé, m-commerce ne serait pas possible, particulièrement pour les transactions invoquant des transferts monétaires.

3.6.3.1 Défis de sécurité liés aux différents composants de l'environnement m-commerce

Il y a plusieurs challenges de sécurité dépendant des différents points de vue du participant dans un scénario m-commerce. Ces challenges de sécurité sont liés aux paramètres suivants [23] :

3.6.3.1.1 Le dispositif mobile

Les données confidentielles de l'utilisateur sur son mobile devront être protégées contre les accès non autorisés. Les mécanismes de sécurité employés incluent :

- L'authentification utilisateur (ex. PIN ou mot de passe d'authentification).
- Stockage sécurisé des données confidentielles et personnelles (ex. carte SIM dans les téléphones mobiles).
- Et la sécurité du système d'exploitation installé sur le dispositif mobile.

3.6.3.1.2 Les fréquences radio (l'interface radio)

L'accès au réseau de télécommunication nécessite la protection des données transmises en termes de confidentialité, intégrité et authenticité. En particulier, les données personnelles de l'utilisateur devront être protégées de l'écoute. Plusieurs mécanismes de sécurité existent pour les différentes technologies de réseau mobile (2G, 3G, 4G et autres systèmes).

3.6.3.1.3 L'infrastructure de l'opérateur de réseau

Des mécanismes de sécurité de l'utilisateur final se réalisent souvent durant l'accès réseau pour augmenter la sécurité des données de l'utilisateur. Mais l'utilisateur recevra des services (y compris la sécurité) en fonction de ses paiements. L'opérateur du réseau facture les services supplémentaires de sécurité offerts à l'utilisateur.

3.6.3.1.4 Le type de l'application m-commerce

les applications m-commerce, spécialement celles invoquant des paiements, devront être sécurisées pour assurer les consommateurs, les marchands et les opérateurs de réseau, par exemple dans un scénario de paiement, les deux parties doivent s'authentifier l'une à l'autre avant de valider un paiement, en plus le client devra avoir l'assurance de la livraison des marchandises et services achetés. En plus de l'authenticité, la confidentialité et l'intégrité, la non-répudiation (l'engagement dans la transaction-signature numérique) est importante.

3.6.3.1.5 Les défis de sécurité liés aux ressources limitées des dispositifs mobiles [45]

- Moins de puissance de traitement sur les dispositifs mobiles : Processeurs assez lents par rapport à ceux des PC (micro-processeurs de l'ordre de 10 MHz à 200 MHz), les opérations d'encryptage consomment les batteries (CPU intensive). Les protocoles de sécurité exigent des traitements qui dépassent les ressources limitées des dispositifs mobiles (débit faible et courte vie de batterie).
- Moins de mémoire (les clés, les certificats utilisés pour réaliser les signatures électroniques, etc... nécessitent de l'espace du stockage).
- Peu dispositifs ont des accélérateurs de cryptage ou un support d'authentification biométriques (la biométrie est une technique avancée de l'identification).
- Pas de protection contre le flashage de la mémoire (la mémoire peut être falsifiée ou flashée s'il le stockage n'est pas sécurisé). Le stockage de clés et de certificats sera plus sécurisé dans la carte SIM ou WIM (Wireless Identity Module).

- Les primitives du système d'exploitation (OS) embarqué sur dispositif mobile, n'ont pas le support de contrôle d'accès (exemple : Palm OS). Ces OS ne fournissent pas les mécanismes de base d'un OS multitâches et sécurisé tels que : protection de la mémoire, contrôle d'accès aux fichiers, authentification des principaux ressources, privilèges différenciés des utilisateurs et des processus, *sandboxes* pour des codes malicieux, authentification par biométrie, etc...
- Le virus est un grand problème pour les dispositifs Wireless, et plus important que les réseaux filaires actuels. Les *hackers* peuvent utiliser des dispositifs volés pour créer et diffuser un virus, ensuite ces dispositifs seront physiquement détruits, et ça sera impossible de tracer l'origine du virus ou identifier son créateur [20].

3.6.3.2 Risques de sécurité et protection de la vie privée sur dispositifs mobiles

Le domaine du m-commerce est en train d'introduire des nouveaux risques de sécurité qui doivent être étudiés afin de viabiliser un système sécurisé pour les consommateurs, ou clients mobiles [46] :

- Les dispositifs mobiles tels que téléphones cellulaires, assistants personnels (PDA), etc. peuvent former un type de réseau ad hoc, c'est-à-dire, une collection de nœuds *peer-to-peer* qui se communiquent entre eux sans une infrastructure fixe. Un utilisateur malintentionné peut déranger ces utilisateurs de terminaux mobile par un téléchargement de contenu mauvais, d'une mauvaise information ou tout simplement d'un déni de service.
- La communication sans fil offre une parfaite couverture pour des utilisateurs malintentionnés. Les clients mobiles sont difficiles d'être tracés puisque les terminaux mobiles se déplacent constamment dedans et dehors des zones sans fil, donc des attaques venus des terminaux mobiles seront probablement les méthodes préférées pour s'infiltrer dans des réseaux fixes, notamment si la capacité de ces terminaux mobiles s'en accroîtra.
- Le risque de perte ou vol. Un des majeurs problèmes que nous avons avec des dispositifs mobiles d'aujourd'hui est l'absence d'un bon mécanisme pour authentifier un client mobile particulier à un terminal mobile particulier.

- Le risque de la vie privée pour les clients mobiles est certain. Des compagnies comme *Double-click* et *Engage* sont en train de tracer de millions de clients mobiles, par l'entremise de sites Web qui se connectent avec leurs dispositifs mobiles, en identifiant des renseignements personnelles telles que des numéros de téléphone ainsi qu'en les utilisant pour faire de telemarketing direct offline.
- Un autre risque correspond à certaines applications m-commerce qui s'utilisent avec des préférences personnelles afin de fournir des services à valeur ajoutée comme par exemple en spécifiant nos cuisines préférées, un fournisseur de contenu sans fil pourra télécharger des renseignements (incluant les indications) sur des restaurants dans une ville inconnue, directement dans notre dispositif mobile. De cette façon les *marketers* peuvent déterminer la localisation géographique de ce client mobile avec un considérable degré de précision, ce qu'implique que ce type de service soit quand même envahissant.

3.6.3.3 Les services de sécurité de PKI [47]

La PKI sur l'internet filaire et son extension WPKI pour les réseaux sans fil, fournissent les meilleurs mécanismes de sécurité des applications m-commerce.

La PKI (Public Key Infrastructure) est un ensemble de règles, de processus, de logiciels, de matériels et des technologies qui utilisent la cryptographie à clé publique et la gestion de certificat pour garantir la sécurité de la communication. La PKI a des services de confiance qui permettent le transfert sécurisé de l'information et supportent une grande variété d'applications m-commerce. Pour fournir la sécurité des applications m-commerce, une PKI doit assurer les règles suivantes :

- **La confidentialité:** la communication entre les deux parties doit être secrète. La confidentialité est réalisée par des techniques de cryptographie.
- **L'intégrité :** il faut s'assurer que les données transmises n'ont pas été modifiées ou altérées. L'intégrité est assurée par une signature numérique.

- **L'authentification** : un processus fiable qui permet d'identifier les identités des parties impliquées dans la communication. La signature numérique permet aussi de réaliser l'authentification.
- **La non-répudiation** : il faut s'assurer que les accords constituent un engagement légal qui ne peut être renié, en d'autres termes il doit être impossible pour des parties communicantes de nier ou de fausser les signatures numériques et les accords. La cryptographie à clé publique avec un certificat et une signature numérique assurent la non-répudiation.

3.6.3.4 WPKI [47]

Le principe fondamental de la PKI n'a pas changé dans les environnements sans fil. L'accès à un dispositif PTD à travers l'interface radio, pose certains défis. Les PTDs ont généralement des ressources limitées avec une bande passante plus faible. Le protocole TCP/IP et les services PKI sont des solutions qui nécessitent un calcul plus intensif. Ces solutions ne sont pas donc appropriées aux environnements sans fil. A l'exception de ces problèmes, les éléments de base de la PKI et le certificat sont les mêmes.

Les solutions WPKI utilisent des agents réseau pour s'occuper de certaines tâches. Les dispositifs mobiles ont des ressources limitées, ils doivent être au minimum capables de réaliser la fonction de signature numérique pour établir la WPKI. Les agents réseau peuvent exécuter toutes les autres tâches comme la validation, l'archivage et la livraison de certificat. Les clés privées peuvent être stockées dans le serveur proxy ou dans les WIM/SWIM des PTDs. Malheureusement la solution WIM/SWIM exige plus de performance pour générer des paires de clés par l'utilisateur final.

Le manque de standards est une barrière pour le développement de la WPKI. L'établissement de la confiance dans une WPKI est crucial pour le succès des applications m-commerce exploitant les opportunités offertes par les PTDs. Cette confiance est obtenue par une technologie fiable et un cadre légal basé sur une législation internationale de la PKI .

Un utilisateur final non encore enregistré avec PKI et tente de se connecter à un fournisseur de service ou un serveur de contenu. Le fournisseur de service exige des signatures numériques sur ses transactions et sécurise ses communications, il notifie l'utilisateur qu'il doit contacter un portail PKI en lui

fournissant son identification (PKI ID) comme l'URL, le nom de l'autorité de certification (CA) etc. . Le diagramme de la figure 3-01 montre les principaux composants techniques et le flux opérationnel d'une WPKI.

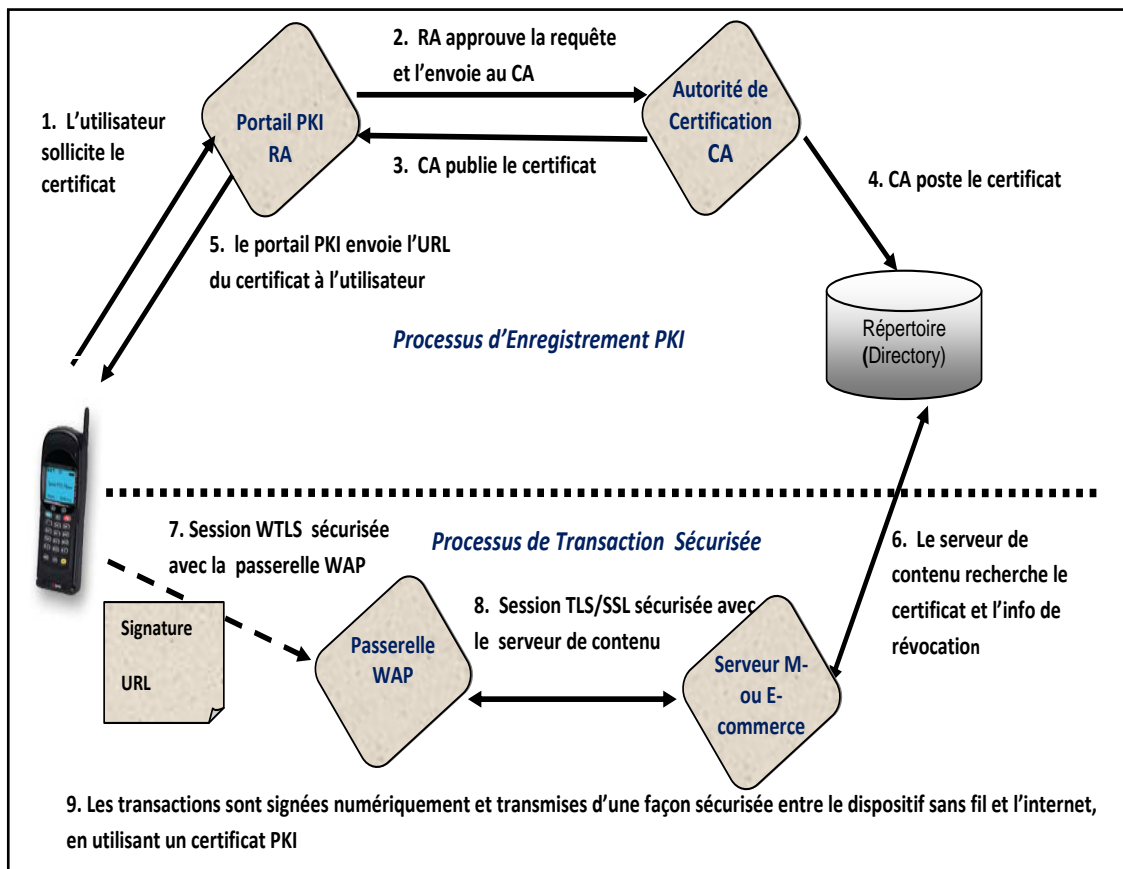


Figure 3-01 : les processus d'enregistrement et la sécurité de la transaction avec WPKI [46]

La WPKI a optimisé en particulier les protocoles PKI, le format de certificat, les clés et les algorithmes cryptographiques

Les défis futurs sont :

- Etablir la confiance dans la WPKI, car le succès des applications sans fil dépend de cette WPKI.
- Mettre en place une infrastructure pour fournir les services WPKI et qui seront accessibles à l'utilisateur final par quelques boutons de son dispositif, pour réaliser les solutions de sécurité.
- Enfin, une législation mondiale de la PKI est nécessaire pour généraliser m-commerce à travers le monde.

3.6.4 La multicast

La Multicast sur les réseaux sans fil est un objectif important et complexe, mais plusieurs problèmes doivent être traités avant que de nombreuses applications de groupe peuvent être déployées sur une grande échelle.

Multicasting est une méthode plus efficace de la prise en charge de la communication de groupe qu'unicasting ou de broadcasting, car elle permet la transmission et le routage des paquets vers plusieurs destinations en utilisant moins de ressources réseau. Avec le déploiement généralisé des réseaux sans fil, les capacités de l'amélioration rapide des périphériques mobiles et une plus en plus sophistiquée force travail mobile dans le monde entier, les fournisseurs de contenu et prestataires de services sont plus intéressés par prenant en charge les communications multicast sur les réseaux sans fil.

Les services de formation et de divertissement à distance peuvent être proposés aux utilisateurs mobiles, ces applications nécessitent une bande passante élevée et multidiffusion sans fil presque en temps réel pour la qualité d'affichage. Systèmes de transport intelligents impliquent le routage dynamique ou reroutage des véhicules individuels, les informations sur le trafic actuel, ainsi que les itinéraires moins de temps et plus directes peuvent être multidiffusion aux conducteurs [55].

Le support de multicast existant pour les utilisateurs fixes peut être étendu aux utilisateurs mobiles dans les environnements sans fil. Appliquant cette prise en charge de multicast sans fil est cependant difficile pour de nombreuses raisons (tableau 3-07), par exemple la bande passante disponible dans les deux directions de n'importe quel lien donné sans fil peut ne pas être égal. Mobilité de l'utilisateur : perte de paquets, incorrects de routage, même le rejet des paquets de multicast.

Défi	Multicast filaire	Multicast sans fil	Possibilités de prise en charge de la multicast mobile et sans fil
Type de liens	des caractéristiques symétriques et fixes des liens de	éventuellement des liens asymétriques ou unidirectionnels de différents liens point à point et de performances dans les cellulaires et les pcs	la conception de nouveaux protocoles pour traiter l'asymétrie de route et les liens unidirectionnelles sans informations de chemin inverse (histoire

	diffusion		possible et les systèmes basé sur la prévision)
Bande passante	abondant	limitée et variable	protocoles d'adapter la gestion de l'adhésion et l'acheminement des mises à jour de la quantité de bande passante disponible et la mobilité de l'utilisateur
Topologie	fixe	fixe dans les réseaux avec infrastructure, dynamique dans les réseaux ad hoc	protocoles pour une topologie fixe et l'évolution par "détection" changements topologiques
Perte de paquets	peu fréquent (<1%)	fréquentes et variables (1%–30% basé sur des liens)	contrôle d'erreur avec retransmission possible de l'utilisateur voisins (s)
Change ment de l'appartenance au groupe	uniquement lorsqu'un utilisateur quitte ou joint à un groupe	lorsqu'un utilisateur se déplace vers un autre emplacement	protocoles avec frais réduit pour la gestion de l'appartenance
Routage	structure de routage fixe tout au long de la session de multicast	structure de routage sous réserve de changements dus à la mobilité de l'utilisateur	protocoles qui pourraient adapter dynamiquement le routage vers la structure actuelle et les ressources disponibles
Sécurité	moins complexe en raison de l'utilisateurs fixes et liens filaires	plus complexe en raison de l'utilisation possible de la broadcasting et de liaisons sans fil	techniques de chiffrement et de sécurité dans la gestion de l'appartenance au groupe et de routage

Qualité de service	Routes individuels peuvent utiliser RSVP	en raison de la mobilité des utilisateurs, RSVP peut causer des frais excessifs	conception de nouveaux protocoles de QoS "soft" sous diverses conditions de lien et de la mobilité
Fiabilité	utilisation éventuelle d'un protocole de couche de transport (comme le multicast file transfer protocol)	plus complexe en raison de liens sans fil et la mobilité des utilisateurs; interaction indésirable possible des protocoles de couches de transport et de lien	conception de nouveaux protocoles qui pourrait permettre à un ou plusieurs différents systèmes de retransmission à une ou plusieurs couches de protocole

Tableau 3-07 : Comparaison qualitative de multicast filaire et sans fil [55].

3.6.4.1 Exigences de multicast sans fil pour les applications de m-commerce

Les communications multicast sont nécessaires pour les applications m-commerce de ventes aux enchères, des jeux interactifs et autres interactions axées sur le groupe (tableau 3-08). Des problèmes majeurs sont fournis pour ces applications comme, la sécurité et fiabilité de multicast sans fil, gestion de groupes (joindre, quitter et suppression du groupe), la gestion d'emplacement (routage), fiabilité et modèles de tarification.

Application m-commerce	Type de communication et nombre d'entités	Exigences du multicast et le temps de réponse	Autre défis de multicast
Vente aux enchères mobile, jeux interactifs, Services financiers	Multicast en temps réel avec la participation active de plusieurs utilisateurs	Sécurité et fiabilité de multicast sans fil sont les principales exigences. Très faible délai requis (quelques centaines ms d'une seconde).	Durée de la session de multicast peut être long et impliquer plusieurs joueurs dans différents réseaux.

		Suppression du groupe en raison de la connectivité intermittente ou brève dis-connectivité affecte considérablement au résultat possible.	
La publicité sur mobile	Asymétrique multicast non en temps réel, impliquant des centaines ou plusieurs utilisateurs	<p>Les exigences en matière de fiabilité et de qualité de service ne sont pas significatives.</p> <p>Temps de réponse longue de quelques minutes est tolérable.</p> <p>Connectivité intermittente ou brève dis-connectivité peut être tolérée, comme plusieurs retransmissions/tentatives sont possibles en raison de la durée des temps de réponse.</p>	<p>Quelques messages peuvent être envoyés sans une session de multicast.</p> <p>Sécurité n'est pas un problème majeur, mais pour certains, la vie privée peut être, comme les informations sur les habitudes d'achat peuvent être enregistrées.</p>
Services de divertissement mobile, de l'enseignement à distance mobile	Asymétrique multicast en temps réel, impliquant plusieurs utilisateurs	<p>Une bande passante élevée et très faible délai requis (tels que quelques centaines ms pour une seconde).</p> <p>Les interruptions de service en raison de la connectivité intermittente ou brève dis-connectivité affecte considérablement l'expérience globale des utilisateurs.</p>	La session de multicast peut être considérablement longue (> 1 heure).

Gestion des services proactive	Asymétriques multicast non en temps réel impliquant quelques utilisateurs	Les exigences de multicast sont simples. Sécurité et qualité de service n'est pas des problèmes. Temps de réponse de minutes est tolérable. Connectivité intermittente ou brève dis-connectivité est tolérable en raison d'un temps de réponse longue.	Un ou plusieurs messages peuvent être envoyés sans session de multicast explicite. Les utilisateurs devraient être autorisés à opt-in (ou opt-out).
Systèmes de recommandation de produit	Asymétrique multicast non en temps réel, impliquant potentiellement grand nombre utilisateurs	Les exigences de multicast sont simples. Fiabilité et qualité de service n'est pas des problèmes majeurs. Temps de réponse de minutes est tolérable. Pour certains utilisateurs, la vie privée peut être un problème, selon les produits et services recommandés.	L'authentification des utilisateurs, l'exactitude des informations et des conflits d'intérêts possibles doit être adressée..
Gestion des stocks Mobile, Localisation des produits et des achats	Unicast/multicast impliquant quelques utilisateurs	Les exigences en matière de fiabilité et de qualité de service ne sont pas significatives. Temps de réponse de quelques secondes est tolérable.	Si la multicast n'est pas disponible, une série d'étapes de unicast peut effectuer la transaction. Précision de l'emplacement peut être un facteur important.

Tableau 3-08 : Les applications m-commerce et les exigences du multicast.

3.6.4.2 Multicast sans fil fiable

La fiabilité de bout en bout nécessite une détection de la perte de paquets, avec reprise sur erreur. La perte de paquets peut être détectée par l'un des deux approches :

3.6.4.2.1 Exécutée par l'expéditeur. (*Sender-initiated*)

Les récepteurs renvoient des remerciements pour les paquets reçus correctement, des temporisateurs peuvent être utilisés pour détecter les pertes de paquets à l'expéditeur. Cependant, si chaque récepteur envoie un accusé de réception d'un paquet qu'il reçoit, l'implosion de feedback peut se produire.

3.6.4.2.2 Exécutée par le récepteur (*Receiver-initiated*)

Des accusés de réception négatifs sont utilisés par les récepteurs pour informer l'expéditeur au sujet de la perte de paquets via les accusés de réception négatifs.

La récupération de perte peut être effectuée par le biais de retransmission sélective pour les récepteurs qui n'ont pas reçu les paquets. Il se fait soit en mettant en place un groupe de récepteurs, divisant le groupe en clusters et les clusters désignées chefs de responsables de la retransmission, soit par la retransmission locale, localisation d'un récepteur voisin qui a reçu correctement les paquets. Le clustering est surtout utile lorsque le type de groupe est dense, bien qu'aucune de ces hypothèses ne peuvent être effectuées pour les utilisateurs mobiles.

3.6.4.3 Multicast sans fil sécurisée

Les problèmes de sécurité en multicast sans fil surviennent en raison de l'utilisation de liaisons sans fil qui sont à risque d'être écoutées, manque de contrôle sur les récepteurs, et l'utilisation des inondations pour la construction de tree/mesh. Les risques de sécurité incluent la perte complète de service, de voler des informations.

Les problèmes de sécurité peuvent être résolus dans un certain nombre de moyens, par exemple,

- Les paquets de multicast sans fil peuvent être cryptées à l'aide des systèmes symétrique (clé privé) ou asymétriques (clé publique). Mais la distribution des clés et des processus de réinscription, à la lumière de la mobilité des utilisateurs et les changements de l'adhésion, peuvent créer des frais importants de traitement et de réseau.
- Groupe de clé de chiffrement, un protocole de gestion de groupe-clé offre en toute sécurité une clé commune à tous les utilisateurs d'un groupe multicast [10].
- L'authentification du groupe est implicitement fournie par la possession de la clé, l'authentification de l'expéditeur peut être fournie par le biais d'autres moyens, y compris la signature numérique.
- Pare-feux peut fournir une multicast sans fil sécurisée, s'ils ajoutent la complexité importante et peuvent rendre l'interaction de l'utilisateur et la collaboration plus difficile si les utilisateurs sont répartis sur différents réseaux.

3.7 Conclusions

Après les deux sections précédentes les réseaux sans fils & mobile et le m-commerce avec ses applications émergentes , nous présentons dans ce chapitre une liste des défis et problèmes qui empêchent et entravent le déploiement rapide de ces applications, que ce soit les barrières liées aux infrastructures réseaux sans fils notamment en ce qui concerne en général : la fiabilité du réseau, la zone de couverture, l'interopérabilité entre les réseaux (cellulaire comme GSM, UMTS et la nouvelle technologie 4G et les réseaux locaux sans fils WLAN et personnels), la bande passante disponible ou en particulier la gestion de localité, sécurité et la gestion des groupes et le routage multicast.

En plus d'une foule d'autres problèmes que nous considérons de moins en moins que son prédécesseur liés aux périphériques mobile (téléphone mobile, PDAs, pagers, micro portables et les Smartphones...) concernant ses fonctionnalités d'entrées/sorties et ses capacités de stockage et calcul d'une part, et les différents principaux acteurs de commerce mobile surtout les fournisseurs des services et contenu , les développeurs d'applications, les opérateurs mobiles et les consommateurs mobiles finaux comme les modèles de tarification et les exigences de chacun d'eux à l'autre et les réglementations législatives dans le monde entier.

Avec l'apparence des nouveaux équipements mobiles qui sont nommés les téléphones intelligents ou les Smartphones, nous pouvons dire que les problèmes liés à ces périphériques sont abordés à un niveau acceptable et nous considérons suffisants pour les besoins actuels des utilisateurs surtout si on sait se caractériser par des multi-interfaces pour interfacer tous les types de réseaux et bénéficier des bons services disponibles. En outre, ils sont capables de faire des configurations et reconfigurations automatiques pour basculer entre le mode commutation par circuit et le mode commutation par paquet, sans oublier les améliorations liées à l'augmentation de la taille du mémoire, la puissance de calcul du CPU et le design pour l'affichage et facilité d'utilisation et portabilité.

En plus, la naissance de la nouvelle technologie 4G joue son rôle pour résoudre des nombreux questions liées aux différents acteurs de m-commerce et l'infrastructure réseau que ce soit la bande passante , la mobilité, la fiabilité et disponibilité des réseaux..(pour plus de détails, voir le 1^{er} chapitre la section 6).

Malgré tout cela, nous constatons qu'il ya encore une série de questions nécessitant un plus des recherches et d'interventions pour que le m-commerce devienne un outil traditionnel dans le monde entier et répond à tous les besoins de ses clients notamment les défis de sécurité, gestion de localité et les problèmes de multicast. Nous proposons dans le chapitre suivant notre contribution concernant le routage multicast pour les applications mobile (m-application) et particulièrement les applications de commerce mobile (m-commerce) intitulé DPARM (Dual Parameters Adaptable Multicast Routing).



Chapitre 04

Un protocole DPAMR (Dual Parameters Adaptable Multicast Routing) adaptable aux applications m-commerce dans un environnement sans fil mobile

4.1 Introduction

Le domaine de recherche de multicast est constitué essentiellement de deux parties, la première partie concerne **la gestion du groupe** par exemple le protocole IGMP (Internet Group Management Protocol). La deuxième partie concerne **la construction d'un arbre multicast** selon lequel s'effectuera l'acheminement du trafic de la source vers tous les membres du groupe, c'est le rôle des protocoles de routage multicast. Plusieurs protocoles de routage multicast ont été développés et implémentés sur le réseau. Ces protocoles peuvent être classés en deux catégories :

- Arbre par source : permettant de construire un arbre par source c'est le cas de DVMRP, MOSPF, PIM-DM et SSM
- Arbre partagé : pour l'ensemble des sources du groupe c'est le cas de CBT et PIM-SM.

L'ensemble de ces protocoles sont basés d'une manière ou d'une autre sur le routage du plus court chemin utilisé traditionnellement dans le routage unicast sur internet (RIP, OSPF). Et d'autre sont basés sur les contraintes de QoS.

La QoS peut être définie comme la capacité de transporter efficacement le flux de données tout en satisfaisant les exigences (les contraintes) dictées par l'utilisateur (ou l'application) et en optimisant l'utilisation des ressources disponibles. Ces exigences peuvent être des contraintes sur **le délai d'acheminement**, sur **la gigue**, sur **la bande passante nécessaire** ou sur le **taux de perte** de paquets. Plusieurs protocoles de routage multicast tenant compte de ces paramètres de QoS ont vu le jour ces dernières années. Ces protocoles se basent essentiellement sur deux algorithmes : « **Naive Algorithm** » et « **Greedy Algorithm** » (la figure 4-01).

Le rôle d'un protocole de routage multicast avec QoS est de construire un arbre entre les sources et les destinations d'un groupe, satisfaisant ainsi les contraintes imposées par les membres et l'application tout en utilisant d'une manière efficace les ressources du réseau. La qualité d'un tel chemin ou d'un tel arbre sera déterminante pour la réussite des autres composants de l'architecture (réservation de ressource, contrôle de congestion, etc.) et donc pour le service final offert à l'utilisateur.

Dans [56], Waxman a présenté un algorithme paramétrable qui permet de choisir entre les deux méthodes Naive ou Greedy, pendant l'ajout d'un nouveau membre. Dans [57] Bauer et Verma ont présenté ARIES, un algorithme semblable à celui de Waxman mais qui intègre en plus un mécanisme périodique de réarrangement de l'arbre. Dans [58], Doar et Leslie ont étudié l'approche Naive et ont montré à l'aide de simulations que cette approche produit des arbres qui sont à 50% plus cher que ceux produits par l'heuristique statique KMB. Dans [59], Faloutsos a étudié le comportement de deux approches Naive et Greedy dans des réseaux asymétriques en utilisant différents types de sessions (statique, JoinOnly, Join-Leave). Il a montré que l'algorithme Greedy permet d'obtenir de meilleures performances dans le cas des sessions Statique et JoinOnly, mais le gain est moins intéressant dans le cas des sessions Join-Leave. Faloutsos a aussi proposé le protocole de routage dynamique avec qualité de service appelé QoSMIC (Quality of Service sensitive multicast Internet protoCol) [60]. QoSMIC utilise l'approche Greedy pour construire l'arbre : un nouveau membre commence par diffuser localement une requête d'adhésion vers l'arbre déjà construit. Si un nœud de l'arbre reçoit cette requête il génère une réponse qu'il envoie à ce nouveau membre. Ainsi, le nouveau membre peut avoir plusieurs propositions de chemins, il choisira donc le meilleur chemin suivant ses besoins en QoS. Si cette recherche locale ne donne pas un chemin acceptable, une requête est envoyée au gestionnaire du groupe (Manager) qui prend la responsabilité de proposer des chemins pour le nouveau membre. Dans [61], Carlberg et Crowcroft ont proposé le protocole YAM (Yet another multicast protocol) qui utilise aussi l'approche Greedy. Avec YAM, l'ajout d'un nouveau membre se fait en trois phases, (1) Une recherche multi-chemins est lancée pour chercher des chemins possibles pour raccorder le nouveau membre, (2) Les propositions sont envoyées en retour au demandeur (3) Celui-ci confirme le chemin qui répond au mieux à ses besoins en QoS. Dans [62] Chen et al. ont proposé le protocole QAMRP (QoS-Aware multicast Routing Protocol) qui combine les deux méthodes Naive et Greedy. Quand un nouveau nœud veut se raccorder à l'arbre, il commence par vérifier si le plus court chemin qui mène à la source satisfait les contraintes de QoS. Si c'est le cas, ce chemin sera utilisé pour connecter le nouveau membre, sinon celui-ci déclenche la recherche multi-chemins vers l'arbre multicast.

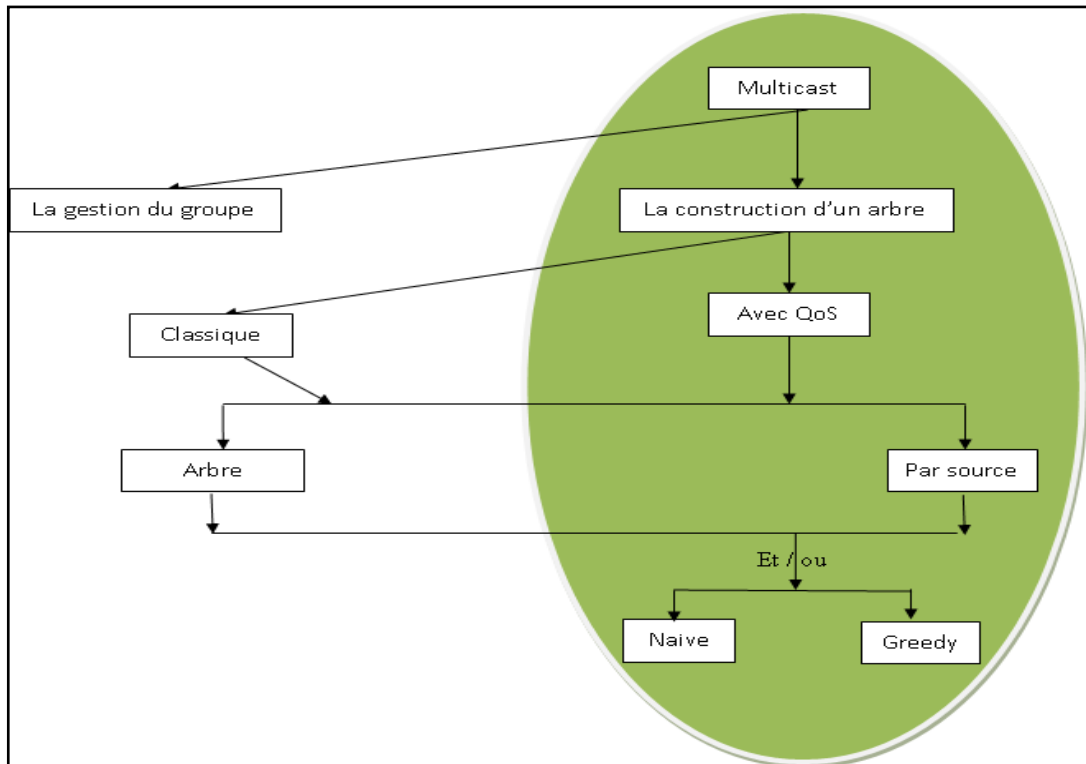


Figure 4-01 : Classification des protocoles multicast

Un problème commun à la plupart des protocoles de routage multicast présentés ci-dessus est l'absence de la considération des contraintes de l'application pendant le processus de construction de l'arbre. Nous avons remarqué que la plupart de ces protocoles sont basés sur des algorithmes pendant le processus de construction de l'arbre donnent la priorité absolue à la minimisation du coût d'une part et les exigences des clients à d'autre part. Cette approche de routage peut s'avérer "dangereuse" pour les applications mobile sans fil et en particulièrement les applications m-commerce ou ont des exigences particuliers pour fournir un bon fonctionnement et meilleurs service grâce à la limite des ressources dans l'environnement sans fil (bande passante delay, brève connectivité .. etc.

En effet, par exemple beaucoup de chemins calculés par ces algorithmes ont des délais très proches de la contrainte de délais imposée par l'application (par exemple les services de divertissement mobile, de l'enseignement à distance mobile), et ce à cause de la priorité donnée à la minimisation du coût ou à une exigence d'un client mobile. De tels chemins sont très risqués et leurs délais peuvent facilement dépasser la contrainte en cas de variation de la charge dans le réseau. De plus, une marge de sécurité doit être laissée à cause de l'imprécision de l'information sur les délais dans le réseau.

Vis-à-vis de l'évolution rapide des technologies dans les environnements sans fil mobile (apparition de 4G et Smartphone par exemple) les exigences des clients sont presque insatiables, donc il reste à concevoir et développer des protocoles de routage grâce à ces contraintes (Clients). En outre, et sous le titre de hétérogénéité de groupe multicast nous contribuons à décourager les clients mobiles qui ont d'énormes ressources grâce à des maigres ressources détenues par les autres membres qui sont inscrits sur le même groupe, le cas des applications de jeux et de divertissement interactives par exemple d'une part, et bloquer les développeurs des applications et les fournisseurs de services continus en œuvre au sein d'un environnement sans fil des applications et des services avec haute qualité d'autre part.

Par conséquent nous avons proposé un nouveau protocole pour le routage sous contraintes de QoS qui tient en compte les exigences des applications en termes de délai, bande passante, gigue, taux de perte et taille de groupe ou autres contraintes qui essaient de limiter le nombre de chemins risqués et qui permettent d'obtenir un certain équilibre entre la minimisation du coût et le risque à prendre par rapport à l'autre contrainte des chemins, afin de collaborer avec les autres composants de l'architecture (réservation de ressources, contrôle de congestion, gestion de mobilité etc.) pour améliorer le service final offert à l'utilisateur mobile.

Dans ce chapitre nous essayons de proposer un protocole paramétrable adaptable pour les communications multicast dans un environnement mobile sans fil dit **DPAMR (Dual Parameters Adaptive Multicast Routing)** qui intègre notre nouvelle approche de routage en utilisant une fonction paramétrable pour adapter les chemins de l'arbre multicast ou les besoins des applications mobiles (m-application) en particulier les applications de commerce mobile (m-commerce) qui sont illustrées dans le chapitre précédent (tableau 3-08), (la zone verte dans la figure 4-01 détermine l'axe de recherche ou nous sommes intervenus avec ce travail).

4.2 Définitions techniques

Les trois modes de routage multicast qui sont utilisés par la plupart des protocoles de routage multicast sous contraintes de QoS sont :

4.2.1 Naive (routage par source) :

Lorsqu'un nœud veut se connecter à l'arbre, celui-ci est attaché à travers le plus court chemin qui le relie à la source. Ce type de routage est utilisé par la plupart des algorithmes de routage multipoint classiques (DVMRP, PIM, MOSPF,...).

4.2.2 Greedy (Routage par destination) :

Chaque nouveau nœud est attaché au nœud de l'arbre qui lui est le plus proche. Ce type de routage est utilisé, par exemple, par le protocole YAM [61].

4.2.3 Mixte (Naive ou Greedy) :

Chaque nouveau membre commence par faire une recherche locale pour s'accrocher à l'arbre (partie Greedy). Si aucun nœud d'attachement n'est trouvé, le nouveau nœud sera attaché à travers le plus court chemin qui le relie à la source (partie Naive). Ce type de routage est utilisé, par exemple, par le protocole QoSMIC [60].

Il y a deux types de sessions multicast :

4.2.4 JointOnly :

Les participants adhèrent au groupe et restent dans l'arbre jusqu'à la fin de la session. C'est le cas par exemple d'une session de travail coopératif où les participants restent, en général, jusqu'à la fin de la réunion.

4.2.5 Joint – Leave :

Les participants sont libres de rejoindre et de quitter le groupe à tout moment. C'est le cas par exemple des jeux en groupe sur Internet où les joueurs peuvent entrer dans le jeu et en sortir librement.

4.3 Caractéristiques du DPAMR

4.3.1 Adaptable

Comme nous déjà vu dans le chapitre précédent, les applications m-commerce à des exigences particulières au communication multicast (tableau 3-08), notre protocole utilise un mécanisme des sélections des chemins et une fonction de comparaison (**Comparer**) afin de produire une arbre de routage adaptable à ces contraintes et éliminer les chemins « risque » qui ne répond pas à ces exigences.

4.3.2 Paramétrable

Grâce aux paramètres **P1, P2, V1, V2, Cof et Tg** notre protocole est paramétrable en deux façons :

- peut fonctionner en deux mode :
 - Mono paramètre ($P2=V2=Cof=0$)
 - Duel paramètres ($P1, P2, V1, V2$ et $Cof \neq 0$)
- peut fonctionner avec plusieurs applications à des contraintes différentes il suffit de changer les valeurs de ces paramètres

4.3.3 Scalable (Passage à l'échelle Scalability)

Un groupe multicast peut être constitué de milliers vers de millions de participants. La taille du groupe pose le problème de passage à l'échelle (scalability) au niveau routage. Notre protocole de routage est scalable au niveau du nombre de messages de contrôle utilisés.

4.3.4 Une taille de groupe flexible

Un groupe multicast peut être constitué d'un petit nombre des nœuds, comme il peut être constitué de millions de nœuds. Par exemple, une application de vente aux enchères mobile, jeux interactifs, services financiers, l'enseignement à distance mobile, peut faire intervenir quelques individus travaillant sur un même projet. Au maximum, il y aura quelques dizaines de participants. Aussi dans le cas d'une publicité sur mobile, le nombre de participants peut atteindre quelques centaines. En revanche, dans le cas d'un système de recommandation de produit ou d'une diffusion d'un concert sur Internet, le groupe multicast peut atteindre plusieurs millions de récepteurs (tableau 3-08). Pour garantir cette flexibilité notre protocole ajoute un autre paramètre **Tg** permet les m-applications de construire des groupes adaptables à son comportement.

4.4 Objectif du DPAMR

La construction d'un arbre de routage multicast efficace entre la sources (m-application) et les destinations mobiles d'un groupe (clients mobiles), satisfaisant les contraintes imposées par l'application. L'efficacité de l'arbre dépendra des paramètres que l'on veut optimiser. Il peut s'agir d'un arbre de coût minimum, d'un arbre de délai minimum ou d'un arbre avec contrainte de bande passante ...etc. L'efficacité suppose aussi une bonne utilisation des ressources limitées du réseau sans fil (bande passante et brève dis-connectivité) et prend en considération les limites des clients mobiles (mémoire, calcul et énergie).

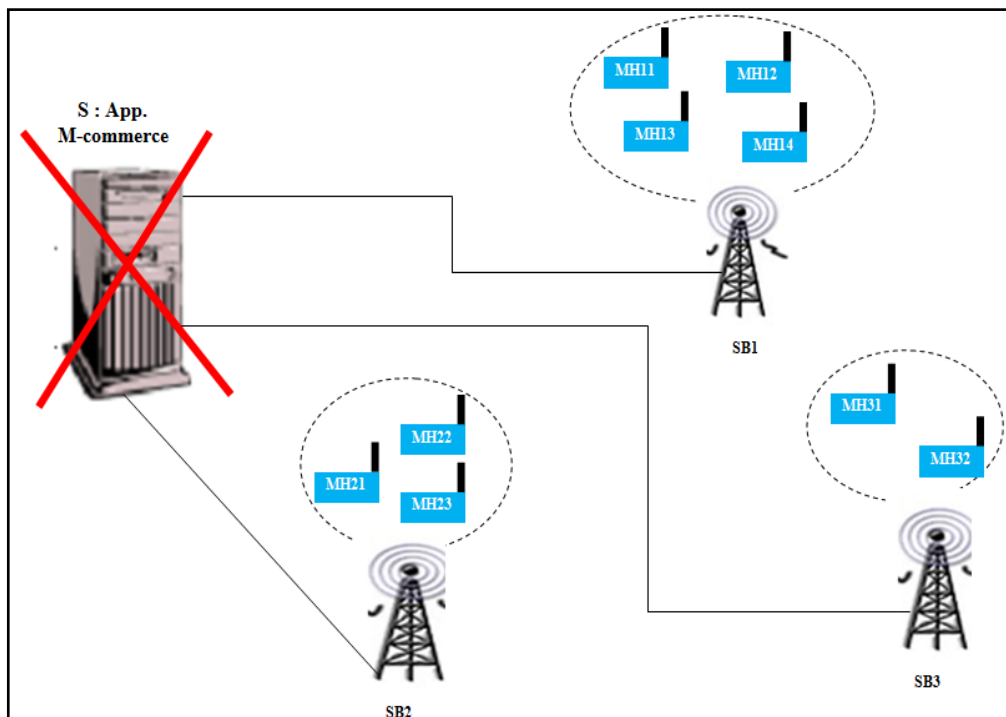


Figure 4-02 : la problématique

Nous détaillons dans ce qui suit le protocole DPAMR. Nous commençons par une description informelle de notre algorithme de routage point-à-point qui permet de calculer le chemin entre un nouveau membre et la source S et nous présentons ensuite des informations de routage nécessaires maintenues par chaque routeur. Puis, nous présentons la fonction de sélection utilisée par notre algorithme de routage point-à-point pour choisir un chemin satisfaisant les contraintes imposées. Enfin, nous détaillons les processus de construction des chemins et l'arbre de multicast.

4.5 Description informelle de l'algorithme

Notre algorithme de routage point-à-point fonctionne de la façon suivante: lorsqu'une source S lance la recherche d'un chemin vers une destination D qui satisfait les deux contraintes P1 et P2, elle commence par vérifier dans ses tables de routage (P1_Tab et P2_Tab) si le plus court chemin en P1 ou P2 vers D satisfait l'une de ces contraintes. Si ce n'est pas le cas alors il n'existe pas de chemin acceptable et le processus s'arrête. Sinon, elle vérifie si le plus court chemin en P1 vérifie aussi la contrainte de P2 et si le plus court chemin en P2 vérifie aussi la contrainte de P1. Si les deux cas sont vérifiés, la source choisie le chemin à moindre coût. Sinon, si l'un des deux cas est vérifié, la source choisie le chemin qui vérifie cette cas. Sinon (les deux cas ne sont pas vérifiés), la source utilise une fonction de comparaison (que nous avons définie et que nous détaillons plus loin) pour déterminer lequel des deux chemins est à retenir. Une fois que ce chemin est sélectionné, un message d'exploration est envoyé vers le prochain nœud sur le chemin retenu. Un nœud intermédiaire recevant ce message exécute les mêmes actions que celles décrites ci-dessus et peut, par conséquent, changer le chemin suivi jusqu'ici, si la fonction de comparaison décide ainsi (passer du chemin le plus court en P1 vers le chemin le plus court en P2 ou vice versa).

4.6 Informations de routage

4.6.1 Paquet de contrôle

@Source	@Dest	P1	V1	P2	V2	Cof	Tg
---------	-------	----	----	----	----	-----	----

Figure 4-03 : paquet de contrôle

- **@Source** : adresse de source de l'arbre (par exemple : @ de m-application)
- **@Dest** : adresse de nœuds qui viennent de rejoindre le groupe (@ de client mobile (MH) connecter à une station de base (BS) par exemple)
- **P1 et P2** : type des contraintes exigé par l'application, bande passante, délai, taux de perte...etc (doit être fixe pour chaque application), les valeurs de P2, V2 et Cof dot être égal à Zéro pour les applications à mono paramètre
- **V1** : la valeur exigée par l'application pour la contrainte P1
- **V2** : la valeur exigée par l'application pour la contrainte P2

- **Cof** : Coefficient à une valeur fixer par l'application permet de régler la proportion des gains souhaitée entre le P1 et le P2.
- **Tg** : La valeur maximum d'une taille de groupe pour une application donnée

4.6.2 Tables de routage

Nous considérons que chaque nœud du réseau maintient les informations suivantes :

- La valeur de P1, P2 et le coût de chacun de ses liens.
- Deux tables de routage P1_Tab et P2_Tab

Les deux tables de routages P1_Tab et P2_Tab sont construites à l'aide d'un protocole de routage point-to point comme RIP ou OSPF.

4.6.2.1 La table de routage P1_Tab du nœud n

Est constituée de $(\text{Card}(N) - 1)$ entrées, avec une entrée par destination dans le réseau. L'entrée du nœud destination $d \in N (n \neq d)$ contient les informations suivantes (tableau 4-01) :

- d_i : L'identité du nœud destination ($d_i \in N (n \neq d_i)$)
- $ns_i = \text{NS}(\text{ChP1}(n, d_i))$: le prochain nœud sur le chemin $\text{ChP1}(n, d_i)$
- $VP1_i = V_{p1}(\text{ChP1}(n, d_i))$: la valeur de P1 de bout-en-bout du chemin $\text{ChP1}(n, d_i)$
- $VP2_i = V_{p2}(\text{ChP1}(n, d_i))$: la valeur de P2 de bout-en-bout du chemin $\text{ChP1}(n, d_i)$
- $C_i = C(\text{ChP1}(n, d_i))$: le coût total du chemin $\text{ChP1}(n, d_i)$

Destination	Nœud suivant	Valeur de P1	Valeur de P2	Cout
d_1	ns_1	$VP1_1$	$VP2_1$	C_1
d_2	ns_2	$VP1_2$	$VP2_2$	C_2
d_3	ns_3	$VP1_3$	$VP2_3$	C_3
.
.
.
d_{n-1}	ns_{n-1}	$VP1_{n-1}$	$VP2_{n-1}$	$C_{\text{card}(N)-1}$

Tableau 4-01 : Table de routage en termes de P1

4.6.2.2 La table de routage P2_Tab du nœud n

Est constituée de $(\text{Card}(N) - 1)$ entrées, avec une entrée par destination dans le réseau. L'entrée du nœud destination $d \in N$ ($n \neq d$) contient les informations suivantes (tableau 4-02)

- d_i : L'identité du nœud destination ($d_i \in N$ ($n \neq d_i$))
- $ns_i = NS(\text{ChP2}(n, d_i))$: le prochain nœud sur le chemin $\text{ChP2}(n, d_i)$
- $VP1_i = V_{p1}(\text{ChP2}(n, d_i))$: la valeur de P1 de bout-en-bout du chemin $\text{ChP2}(n, d_i)$
- $VP2_i = V_{p2}(\text{ChP2}(n, d_i))$: la valeur de P2 de bout-en-bout du chemin $\text{ChP2}(n, d_i)$
- $C_i = C(\text{ChP2}(n, d_i))$: le coût total du chemin $\text{ChP2}(n, d_i)$

Destination	Nœud suivant	Valeur de P1	Valeur de P2	Cout
d_1	ns_1	$VP1_1$	$VP2_1$	C_1
d_2	ns_2	$VP1_2$	$VP2_2$	C_2
d_3	ns_3	$VP1_3$	$VP2_3$	C_3
.
.
.
$d_{\text{card}(N)-1}$	$ns_{\text{card}(N)-1}$	$VP1_{\text{card}(N)-1}$	$VP2_{\text{card}(N)-1}$	$C_{\text{card}(N)-1}$

Tableau 4-02: Table de routage en terme de P2

Tel que :

ChP1(n,d) : plus court chemin en terme de P1 entre n et d

ChP2(n,d) : plus court chemin en terme de P2 entre n et d

4.7 Les algorithmes du DPAMR

4.7.1 Fonction de comparaison

Le cas où aucun chemin de la source vers les destinations satisfait les deux contraintes P1 et P2 au même temps, nous avons utilisé une fonction de comparaison permet de comparer deux chemins et de choisir celui qui donne le meilleur compromis entre deux contraintes P1 et P2.

Supposons que nous disposons les deux chemins Ch1 satisfais la contrainte de P1 ($V_{p1}(Ch1) < V1$) et Ch2 satisfais la contrainte de P2 ($V_{p2}(Ch2) < V2$) entre un nœud source s et un nœud destination d. Supposons aussi que $V_{p1}(Ch1) < V_{p1}(Ch2)$ et $V_{p2}(Ch1) > V_{p2}(Ch2)$, ce qui signifie que le chemin Ch1 est plus intéressant en terme de P1 mais qu'il est aussi plus coûteux en terme de P2 et le chemin Ch2 est plus intéressant en terme de P2, mais qu'il est aussi plus coûteux en terme de P1.

Comme $V_{p1}(Ch1) < V_{p1}(Ch2)$, nous définissons la notion de P1_gain du chemin Ch1 par rapport au chemin Ch2 pour évaluer le gain en P1 si nous choisissons Ch1 plutôt que Ch2 :

$$P1_gain(Ch1, Ch2) = \frac{V_{p1}(Ch2) - V_{p1}(Ch1)}{V_{p1}(Ch2)} = 1 - \frac{V_{p1}(Ch1)}{V_{p1}(Ch2)}$$

De la même façon, comme $V_{p2}(Ch1) > V_{p2}(Ch2)$ nous définissons la notion de P2_gain du chemin Ch2 par rapport au chemin Ch1 pour évaluer le gain en P2 si nous choisissons Ch2 plutôt que Ch1 :

$$P2_gain(Ch2, Ch1) = \frac{V_{p2}(Ch1) - V_{p2}(Ch2)}{V_{p2}(Ch1)} = 1 - \frac{V_{p2}(Ch2)}{V_{p2}(Ch1)}$$

Le nœud source s choisit le chemin Ch1 (le chemin avec le meilleur cout en terme P1) au lieu du chemin Ch2 (le chemin avec le meilleur coût en terme P2) si l'inégalité suivante est vérifiée :

$$P1_gain(Ch1, Ch2) \geq Cof * P2_gain(Ch2, Ch1)$$

Cette Fonction de comparaison traduit l'idée suivante:

Si, avec une petite perte en P2, on peut gagner beaucoup en P1, alors il vaut mieux choisir le chemin avec le cout minimum en termes de P1, sinon on choisira le chemin de coût minimum en termes de P2

Le code de fonction est le suivant :

Function Comparer (Ch1 , Ch2 , Cof)
if P1_gain (Ch1 , Ch2) >= Cof * P2_gain (Ch2 , Ch1) then Return (1) else Return (2) endif

4.7.2 L'algorithme de construction du chemin

4.7.2.1 Autour de la source

Le processus de construction du chemin commence quand le nœud source s décide de calculer un chemin vers le nœud destination d. L'algorithme suivant est exécuté par le nœud source :

Chemin_S(s, d)
Begin
If P2=0 then /* Mono paramètre */ If $V_{p1}(CHP1(s, d) < V1$ then Chemin_S(s, d) \leftarrow CHP1(s, d) Exist \leftarrow true Exit (le chemin est calculé) Else Exist \leftarrow false Exit (Pas de chemin possible) Endif
Else /* Dual paramètre */
If ($V_{p1}(CHP1(s, d) < V1$ and $V_{p2}(CHP1(s, d) < V2$)) or ($V_{p1}(CHP2(s, d) < V1$ and $V_{p2}(CHP2(s, d) < V2$)) then Satisf \leftarrow 2 Exist \leftarrow true
Else
If $V_{p1}(CHP1(s, d) < V1$ and $V_{p2}(CHP2(s, d) < V2$ then Satisf \leftarrow 1 Exist \leftarrow true
Else Satisf \leftarrow 0 Exist \leftarrow false
Endif
Endif

```

if  $V_{p1}(CHP1(s, d) < V1$  and  $V_{p2}(CHP1(s, d) < V2$  then /* les deux contraintes sont satisfais
                                     par  $CHP1(s,d)$  */
    If  $V_{p1}(CHP2(s, d) < V1$  and  $V_{p2}(CHP2(s, d) < V2$  then /* les deux contraintes sont
                                     satisfais par  $CHP2(s,d)$  */
        On choisir le chemin qui a un cout minimum :  $\min(C(CHP1(s,d) ,$ 
         $C(CHP2(s,d))$ 
         $N_{suiv} \leftarrow NS(\text{chemin qui a un cout minimum})$ 
    Else /* les deux contraintes sont satisfais uniquement par  $CHP1(s,d)$  */
         $N_{suiv} \leftarrow NS(CHP1(s,d))$ 
    End if
Else /* un ou les deux contraintes ne sont pas satisfais par  $CHP1(s,d)$  */
    If  $V_{p1}(CHP2(s, d) < V1$  and  $V_{p2}(CHP2(s, d) < V2$  then /* les deux contraintes sont
                                     satisfais uniquement par  $CHP2(s,d)$  */
         $N_{suiv} \leftarrow NS(CHP2(s,d))$ 
    Else
        If  $V_{p1}(CHP1(s, d) < V1$  and  $V_{p2}(CHP2(s, d) < V2$  then /* la contrainte P1 est
                                     satisfais par  $CHP1(s,d)$  et la contrainte P2 est satisfais par  $CHP2(s,d)$  */
            if comparer ( $CHP1(s, d)$  ,  $CHP2(s, d)$  , Cof) = 1 then /* le gain de P1
                                     est mieux Cof fois de P2, alors on choisit  $CHP1(s,d)$  */
                 $N_{suiv} \leftarrow NS(CHP1(s, d))$ 
            Else /* le cas contraire, alors on choisit  $CHP2(s,d)$  */
                 $N_{suiv} \leftarrow NS(CHP2(s, d))$ 
            End if
        Endif
    Endif
endif /* Dual paramètre */
endif /* Mono paramètre */

If Satisf = 0 then
    Exit (Pas de chemin possible)
Else
     $V_{p1\_Chemin} \leftarrow V_{p1}(s, N_{suiv})$ 
     $V_{p2\_Chemin} \leftarrow V_{p2}(s, N_{suiv})$ 
     $Chemin \leftarrow s + N_{suiv}$ 
     $Msg \leftarrow (d, V1, V2, Cof, Chemin, V_{p1\_Chemin}, V_{p2\_Chemin}, Satisf, mode)$ 
    If  $N_{suiv} \diamond d$  then
        Passer message msg à  $N_{suiv}$  ( exécuter  $Chemin\_I(N_{suiv}, d)$  )
    Else
         $Chemin\_S(s, d) \leftarrow Chemin$ 
        Exit ( le chemin est calculé )
    Endif
Endif
End

```

La source s commence par vérifier si l'application à **mono paramètre** ou non

- A. Si c'est le cas, la source vérifie sa satisfassions de contrainte **P1**, si positif, alors elle dispose d'un seul chemin en **P1** vers d , donc le chemin est existé sinon le processus est arrêté et le nœud d est refusé

- B. Sinon (**dual paramètre**),
- 1- Calculer la valeur de variable **satisf** qui indique le nombre de contraintes satisfais (1 ou 2 si le chemin est existé sinon 0)
 - 2- La source **s** commence de vérifier si le plus court chemin en **P1** vers **d** (**CHP1(s,d)**), satisfait les deux contraintes **P1** et **P2**, et fait la même chose pour le chemin le plus court en **P2**, si c'est le cas la source dispose alors de deux chemins possible (satisfont au même temps les deux contraintes **P1** et **P2**) vers **d**, donc elle utilise le cout pour sélectionner le meilleur chemin et initialise le variable **Nsuiv** avec **NS(le chemin avec le cout minimum)**
 - 3- Sinon (2), si les deux contraintes sont satisfais par l'un des deux chemins **CHP1(s,d)** ou **CHP2(s,d)**, la source dispose alors un seul chemin possible, alors elle initialise le variable **Nsuiv** avec **NS(CHP1(s,d))** ou **NS(CHP2(s,d))**
 - 4- Sinon (3), si l'un des deux contraintes satisfais par l'un des deux chemins ($v_{p1}(\text{CHP1}(s,d)) < V1$) et ($v_{p2}(\text{CHP2}(s,d)) < V2$), et pour but de non exclu les membre qui veut joindre le groupe avec une seul contrainte, la source utilise la fonction de comparaison (**comparer**) pour sélectionner le mialeur chemin, si le gain en **P1** est plus grand que **Cof** fois le gain en **P2**, alors la source choisit le chemin le plus court en terme de **P1** **CHP1(s,d)** et initialise le variable **Nsuiv** avec **NS(CHP1(s, d))**, sinon la source choisit le chemin le plus court en terme de **P2** et initialise le variable **Nsuiv** avec **NS(CHP2(s, d))**
- C. A la fin, la source vérifie la valeur de **satsf**, si **satisf=0**, alors pas de chemin possible et le processus s'arrête, sinon la source initialise le reste des variables **V_{p1}_Chemin**, **V_{p2}_Chemin** et **Chemin** avec **V_{p1}(s, Nsuiv)**, **V_{p2}(s, Nsuiv)** et **Chemin + Nsuiv**. Le **V_{p1}_Chemin** et le **V_{p2}_Chemin** indiquent les valeur de bout-en-bout de **P1** et **P2** cumulés à chaque pas de construction du chemin. La source construit ensuite le message **msg** qui contient l'ensemble de ces variables et l'envoie au nœud voisin **Nsuiv**..le processus arrête avec réussi dans le cas où le nœud voisin est la destination **d**

4.7.2.2 Autour d'un nœud intermédiaire :

Quand un nœud intermédiaire $i \neq d$ reçoit un message **msg**, il exécute la procédure suivante pour décider des actions à faire Tel que :

ChP1(n,i,d) : plus court chemin en terme de P1 entre n et d à travers une nœud intermédiaire i

ChP2(n,i,d) : plus court chemin en terme de P2 entre n et d à travers une nœud intermédiaire i

Chemin_I(i, d)

Begin

If P2=0 **then** /* Mono parameter - un appel à partir de Joindre_G(n, s) - */

If $V_{p1}(\text{ChP1}(s, i) + V_{p1}(\text{ChP1}(i, d) < V1$ **then**

Chemin_I(i, d) \leftarrow ChP1(i, d)

Exist \leftarrow true

Satisf \leftarrow 1

Exit (le chemin est calculé)

Else

Exist \leftarrow false

Exit (Pas de chemin possible)

Endif

Else /* Dual paramètre */

If mode = Greedy and flag **then**

If $(V_{p1}(\text{ChP1}(s, i) + V_{p1}(\text{ChP1}(i, d) < V1$ **and**

$V_{p2}(\text{ChP1}(s, i) + V_{p2}(\text{ChP1}(i, d) < V2)$ **or**

$(V_{p1}(\text{ChP2}(s, i) + V_{p1}(\text{ChP2}(i, d) < V1$ **and**

$V_{p2}(\text{ChP2}(s, i) + V_{p2}(\text{ChP2}(i, d) < V2)$ **then**

Satisf \leftarrow 2

Else

If $V_{p1}(\text{ChP1}(s, i) + V_{p1}(\text{ChP1}(i, d) < V1$ **and**

$V_{p2}(\text{ChP2}(s, i) + V_{p2}(\text{ChP2}(i, d) < V2)$ **then**

Satisf \leftarrow 1

Else

Satisf \leftarrow 0

Endif

Endif

Endif

if $V_{p1_Cumul} + V_{p1}(\text{ChP1}(i, d) < V1$ **and** $V_{p2_Chemin} + V_{p2}(\text{ChP1}(i, d) < V2$ **then**

/* les deux contraintes sont satisfais par ChP1(s,i,d) */

If $V_{p1_Chemin} + V_{p1}(\text{ChP2}(i, d) < V1$ **and** $V_{p2_Chemin} + V_{p2}(\text{ChP2}(i, d) < V2$

then /* les deux contraintes sont satisfais par ChP2(s,i,d) */

On choisir le chemin qui a un cout minimum : $\min(C(\text{ChP1}(s,i,d), C(\text{ChP2}(s,i,d)))$

Nsuiv \leftarrow NS(chemin qui a un cout minimum)

Else /* les deux contraintes sont satisfais uniquement par ChP1(s,i,d) */

Nsuiv \leftarrow NS(ChP1(i,d))

End if

Else /* un ou les deux contraintes ne sont pas satisfais par ChP1(s,i,d) */

If $V_{p1_Chemin} + V_{p1}(\text{ChP2}(i, d) < V1$ **and** $V_{p2_Chemin} + V_{p2}(\text{ChP2}(i, d) < V2$

then /* les deux contraintes sont satisfais uniquement par ChP2(s,i,d) */


```

    Nsuiv ← NS(CHP2(i,d))
Else
  If  $V_{p1\_Chemin} + V_{p1}(CHP1(i, d) < V1$  and
     $V_{p2\_Chemin} + V_{p2}(CHP2(i, d) < V2$  then /* la contrainte P1 est satisfais
      par CHP1(s,i,d) et la contrainte P2 est satisfais par CHP2(s,i,d) */
    if comparer (CHP1(s,i, d) , CHP2(s,i, d) , Cof) = 1 then /* le gain de
      P1 est mieux Cof fois de P2, alors on choisit CHP1(i,d) */
      Nsuiv ← NS(CHP1(i, d) )
    Else /* le cas contraire, alors on choisit CHP2(i,d) */
      Nsuiv ← NS(CHP2(i, d) )
    End if
  Endif
Endif
endif /* Dual paramètre */
endif /* Mono paramètre */

If Satisf =0 then
  Exit (Pas de chemin possible)
Else
   $V_{p1\_Chemin} \leftarrow V_{p1\_Chemin} + V_{p1}(i, Nsuiv)$ 
   $V_{p2\_Chemin} \leftarrow V_{p2\_Chemin} + V_{p2}(i, Nsuiv)$ 
  Chemin ← Chemin + Nsuiv
  Flag ← false
  Msg ← (d, V1, V2 , Cof, Chemin,  $V_{p1\_Chemin}$ ,  $V_{p2\_Chemin}$ , Satisf , mode , exist)
  If Nsuiv <> d then
    Passer message msg à Nsuiv ( exécuter Cemin_I(Nsuiv , d)
  Else
    If mode = Naive then
      Chemin_S( s, d) ← Chemin
    Else
      Chemin_I( i, d) ← Chemin
    Endif
    Exit ( le chemin est calculé )
  Endif
Endif
Endif
End

```

- A. Si le nœud **i** reçu un appel à partir de **Joindre_G(n , s)**, elle commence par vérifier si l'application à **mono paramètre** ou non
1. Si c'est le cas, le nœud vérifie sa satisfassions de contrainte **P1**, si positif, alors elle dispose d'un seul chemin en **P1** vers **d**, donc le chemin est existé sinon le processus est arrêté et le nœud **d** est refusé
 2. Sinon (**dual paramètre**), le nœud **i** commence par regarder le flag **flag** (pour minimiser le calcul en cas reçu un message **msg** en mode Greedy) , si la valeur est **True** alors elle Calcule la valeur de variable **satisf** qui indique le nombre de contraintes satisfais (1 ou 2 si le chemin est existé sinon 0), sinon le fait pas.

- B. Si le nœud **i** reçu un appel à partir de **Joindre_G(n , s)** ou un message **msg** à partir d'une nœud précédente
- 1- Le nœud **i** commence de vérifier si le plus court chemin en **P1** vers **d** (**CHP1(s,i,d)**), satisfait les deux contraintes **P1** et **P2**, et fait la même chose pour le chemin le plus court en **P2** (**CHP2(s,i,d)**), si c'est le cas la source dispose alors de deux chemins possible (satisfont au même temps les deux contraintes **P1** et **P2**) vers **d**, donc elle utilise le cout pour sélectionner le meilleur chemin et initialise le variable **Nsuiv** avec **NS(le chemin avec le cout minimum)**
 - 2- Sinon (1), si les deux contraintes sont satisfais par l'un des deux chemins **CHP1(s,i,d)** ou **CHP2(s,i,d)**, la source dispose alors un seul chemin possible, alors elle initialise le variable **Nsuiv** avec **NS(CHP1(i,d))** ou **NS(CHP2(i,d))**
 - 3- Sinon (2), si l'un des deux contraintes satisfais par l'un des deux chemins ($v_{p1}(\text{CHP1}(s,i,d)) < V1$) et ($v_{p2}(\text{CHP2}(s,i,d)) < V2$), et pour but de non exclu les membre qui veut joindre le groupe avec une seul contrainte, la source utilise la fonction de comparaison (**comparer**) pour sélectionner le miauleur chemin, si le gain en **P1** est plus grand que **Cof** fois le gain en **P2**, alors le nœud **i** choisit le chemin le plus court en terme de **P1** **CHP1(s,i,d)** et initialise le variable **Nsuiv** avec **NS(CHP1(i, d))**, sinon la source choisit le chemin le plus court en terme de **P2** **CHP2(s,i,d)** et initialise le variable **Nsuiv** avec **NS(CHP2(i, d))**
 - 4- A la fin, le nœud vérifie la valeur de **satisf**, si **satisf=0**, alors pas de chemin possible et le processus s'arrête, sinon le nœud initialise le reste des variables **Vp1_Chemin**, **Vp2_Chemin**, **Chemin** et **flag** avec **Vp1_Chemin + Vp1(i, Nsuiv)**, **Vp2_Chemin + Vp2(i, Nsuiv)**, **Chemin + Nsuiv** et **false**. Le nœud construit ensuite le message **msg** qui contient l'ensemble de ces variables et l'envoie au nœud voisin **Nsuiv**.le processus arrête avec réussi dans le cas où le nœud voisin est la destination **d**

4.7.3 L'algorithme de construction de l'arbre de multicast

Nous présentons dans ce paragraphe les algorithmes de construction de l'arbre du multicast en utilisant la technique de routage multicast mixte (Naive et Greedy) dans le cas de sessions Join-Only.

4.7.3.1 Au tour de la source

<pre> Joindre_G(n , s) Begin Reponse ← false If reçu une requête Join_Req(n ,s) then If arbre = \emptyset then /* pour le premier membre */ initialiser l'arbre à la source s Nbr ← 0 Endif If Nbr < Tg then If P2=0 then /* Mono parameter */ If $V_{p1}(CHP1(s,d) < V1$ then Reponse ← true Endif Else /* Dual parameters */ If $V_{p1}(CHP1(s, n) < V1$ or $V_{p2}(CHP2(s, n) < V2$ then Reponse ← true Endif Endif End if If reponse then Envoyer à n une réponse Join_Rep(n,s) Else Envoyer à n une réponse Refu_Rep(n,s) /* les contraintes ne sont pas satisfais ou le groupe est plein */ endif Endif End </pre>

Quand la source reçoit une demande **Join_Req(n,s)**, pour ajouter un membre **n** à l'arbre sur la source **s**, la source :

- A. Commence par vérifier si l'arbre est vide (pas encore construire), elle l'initialise avec la valeur **s**
- B. Vérifie la taille de groupe, si atteint son nombre limité avec **Tg** la jointure de membre **n** au groupe **G** sur **s** est refusé et la source envoyer une réponse **Refu_Rep(n ,s)** à le membre **n**
- C. Si ce n'est pas le cas la source **s** vérifie les contraintes, si elles sont satisfaites, alors la source envoie une réponse **Join_Rep(n,s)**, sinon elle envoie une réponse **Refu_Rep(n ,s)**

4.7.3.2 Au tour d'un nœud intermédiaire

<pre> Joindre_G(n , i) Begin Reponse ← false If reçu une requête Join_Req(n ,i) then If Nbr < Tg then If P2=0 then /* Mono parameter */ If $V_{p1}(CHP1(s, i) + V_{p1}(CHP1(i, n) < V1$ then Reponse ← true Endif Else /* Dual parameters */ If $V_{p1}(CHP1(s, i) + V_{p1}(CHP1(i, n) < V1$ or $V_{p2}(CHP2(s, i) + V_{p2}(CHP2(i, n) < V2$ then Reponse ← true Endif Endif End if If reponse then Envoyer à n une réponse Join_Rep(n,i) Else Envoyer à n une réponse Refu_Rep(n,i) /* les contraintes ne sont pas satisfais ou le groupe est plein */ endif Endif End </pre>
--

Quand le nœud *i* reçoit une demande **Join_Req(n,i)**, pour ajouter un membre **n** à l'arbre sur la source **s**, à travers le nœud **i** (**mode Greedy**) le nœud :

- A. Vérifie la taille de groupe, si atteint son nombre limité avec **Tg** la jointure de membre **n** au groupe **G** sur **s** est refusé et le nœud **i** envoie une réponse **Refu_Rep(n ,i)** au membre **n**
- B. Si ce n'est pas le cas le nœud **i** vérifie les contraintes, si elles sont satisfaites, alors le nœud envoie une réponse **Join_Rep(n,i)**, sinon elle envoie une réponse **Refu_Rep(n ,i)**

4.7.3.3 Au tour d'un membre n

Avec la technique mixte un nouveau membre cherche d'abord à s'accrocher à l'arbre en utilisant l'algorithme Greedy, mais en limitant le diamètre de sa recherche de **D** sauts. Si cette recherche locale n'aboutit pas, le nouveau nœud s'accroche à l'arbre avec l'algorithme Naive, c'est à dire à travers le plus court chemin vers la source.

Joindre_G(n)**Begin**Satsf_1 $\leftarrow \emptyset$ Satsf_2 $\leftarrow \emptyset$ Mode \leftarrow GreedyFlag \leftarrow true**For** tout nœud vi de l'arbre à distance D de n **Do** */* Méthode de Greedy */*Envoyer une requête **Join_Req(n,i)** à le nœud i**If** reçu une réponse **Refu_Rep(n,i)** **then**

Passer à le noeud suivant

Else */* Join_Rep(n,i) */*calculer le chemin **Chemin_I(vi , n)****If** exist **then****If** satisf = 2 **then**Satsf_2 \leftarrow satsf_2 + vi**else**satsf_1 \leftarrow satsf_1 + vi**endif****endif****endif****endfor****if** satsf_2 $\neq \emptyset$ **then** */* le cas ou plusieurs nœud vi vérifier les deux contraintes P1 et P2 */*Choisir parmi ces vi (vi \in satsf_2) le nœud d'attachement v offrant le coût minimum: $C(\text{Chemin_I}(v, n)) = \min(C(\text{Chemin_I}(vi, n)))$ ajouter n à l'arbre à travers **Chemin_I(v,n)**Nbr \leftarrow Nbr + 1

exit

Else**If** satsf_1 $\neq \emptyset$ **then** */* le cas ou plusieurs nœud vi vérifier une seul contrainte P1 out P2 */*Choisir parmi ces vi (vi \in satsf_1) le nœud d'attachement v offrant le coûtminimum : $C(\text{Chemin_I}(v, n)) = \min(C(\text{Chemin_I}(vi, n)))$ ajouter n à l'arbre à travers **Chemin_I(v,n)**Nbr \leftarrow Nbr + 1

exit

```

Else /* Méthode de Naive */
    Mode ← Naive
    Envoyer une requête Join_Req(n,s) à la source s
    If reçu une réponse Refu_Rep(n,s) then
        n est refusé
        exit
    Else
        Calculer le chemin Chemin_S(s,n)
        If exist then
            ajouter n à l'arbre à travers Chemin_S(s,n)
            Nbr ← Nbr + 1
            exit
        Else
            n est refusé
            exit
        endif
    endif
endif
End

```

Quand un membre **n** devient joindre un groupe **G** faire :

- A. Pour tous nœud **i** de l'arbre à distance **D** (**D** sauts) de **n**, le membre **n** envoyer une demande **Join_Req(n,i)** à le nœud **i** (**Mode Greedy**)
- B. Si le membre **n** reçu plusieurs réponses **Join_Rep(n,i)**, le membre **n** dispose alors plusieurs chemins possible, donc il utilise le nombre de contraintes satisfaites sinon le cout pour sélectionner le meilleur chemin et la jointure est terminée en réussite
- C. Si aucune **Join_Rep(n,i)** reçu, le membre **n** envoyer une demande **Join_Req(n,s)** à la source **s** (**Mode Naive**)
- D. Si le membre **n** reçu une réponse **Join_Rep(n,s)**, le membre **n** dispose un chemin possible, et la jointure est terminée en réussite
- E. Si le membre **n** reçu une réponse **Refu_Rep(n,s)**, donc la jointure est pas possible, le membre **n** est refusé et le processus s'arrête jusqu'au nouveau demande de jointure

4.8 Description informelle de protocole DPAMR

4.8.1 Modèle de système

Pour nécessité d'explication de notre protocole nous proposons le modèle système de l'architecture de réseau illustré dans la figure 4-04 .

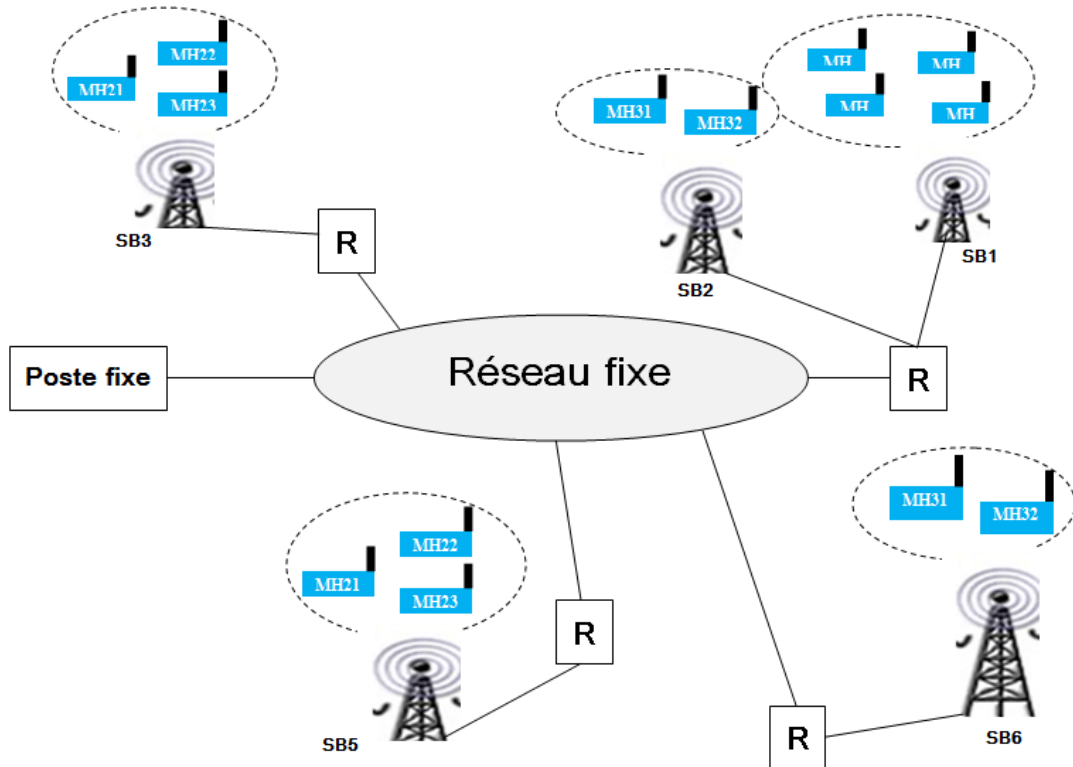


Figure 4-04 : Modèle de système

- 1- MH : Mobile Host.
- 2- SB : Stations de Base
- 3- R : Routeur puissants

Une unité mobile ne peut être, à un instant donné, directement connectée qu'à une seule station de base. Elle peut communiquer avec les autres sites à travers la station à laquelle elle est directement rattachée. Elle peut à tout moment changer de cellule, une procédure spécifique appelée Handoff sera alors exécutée par les BSs des deux cellules.

Les stations de base sont interconnectées entre eux avec des liens sans fil et au réseau fixe à travers des routeurs R avec des liens filaires, ils sont munis d'une interface de communication sans fil (Cellule de communication) pour la communication directe avec les sites mobiles (Mobile Host: MH).

Ce sont des stations fixes puissants dotées d'un espace de stockage, un processeur efficace et énergie stable, Donc les messages multicast peuvent être mémorisés au niveau des BSs qui assurent la livraison de ces messages aux MHs et même les opérations de joindre et de quitter le groupe multicast peuvent être gérées localement par les BSs.

4.8.2 Le protocole

- Chaque MH maintient l'identification de son SB le numéro de séquence du dernier message reçu.
- Chaque station de base SB maintient en plus de ses tables dd routage une structure des données Tab_G contient les informations concernant les groupes ou il a un chemin sur son source S et les mobile hosts de son zone de couverture participant à ce groupe
- Quand un MH se déplace à une autre station de base , les informations d'état concernant le MH et les numéros de séquence des messages délivrés sont transmis au nouveau SB comme partie du handoff. Si la nouvelle SB n'est pas membre du groupe, elle doit d'abord joindre le groupe puis demande à la source tous les messages non délivrés.

4.8.2.1 Adjonction (Pour joindre un groupe G)

- A. Quand un MH veut joindre un groupe multicast, il envoie une requête $Join_Req(ID,G,S)$ à sa station de base SB

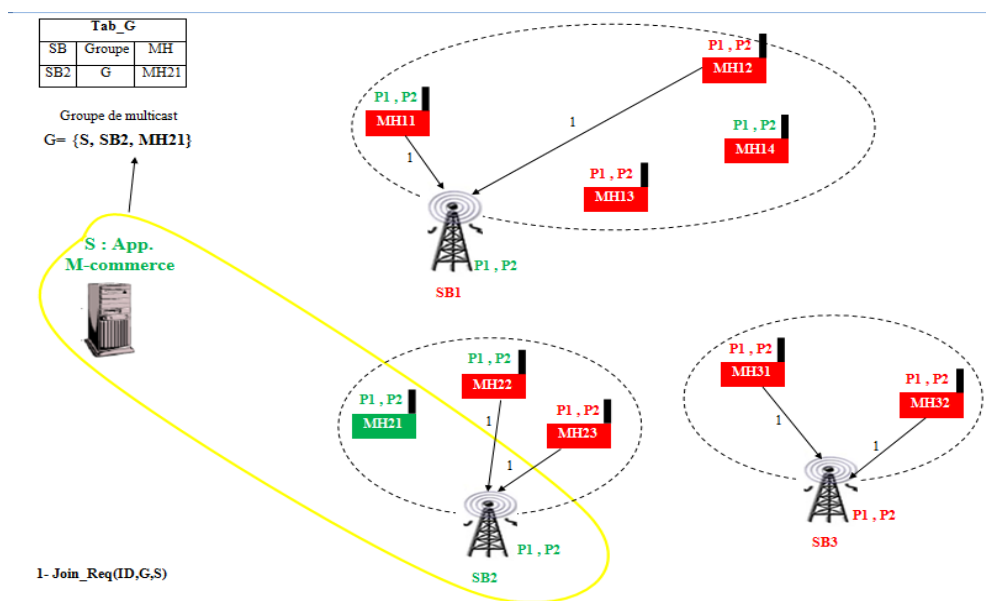


Figure 4-05 : joindre un groupe G – phase 01 -

B. La station de base SB vérifie sa table de routage multicast

1- Si le chemin de groupe G vers la source S existe, donc elle vérifie si le mobile hoste identifié par l'identificateur ID est répond au contraintes (P1 et P2) imposé par la source S

a- Si, c'est le cas la station de base SB :

- i- Ajoute le nœud mobile MH à sa structure des données Tab_G avec les informations nécessaires
- ii- Envoie une réponse Join_Rep(ID,G,S) à la mobile MH
- iii- Le mobile hoste MH(ID) commence à faire les échanges des messages avec les autre membres de groupe G

b- Sinon, la station de base SB envoie une réponse Ref_Rep(ID,G,S) à le nœud mobile MH

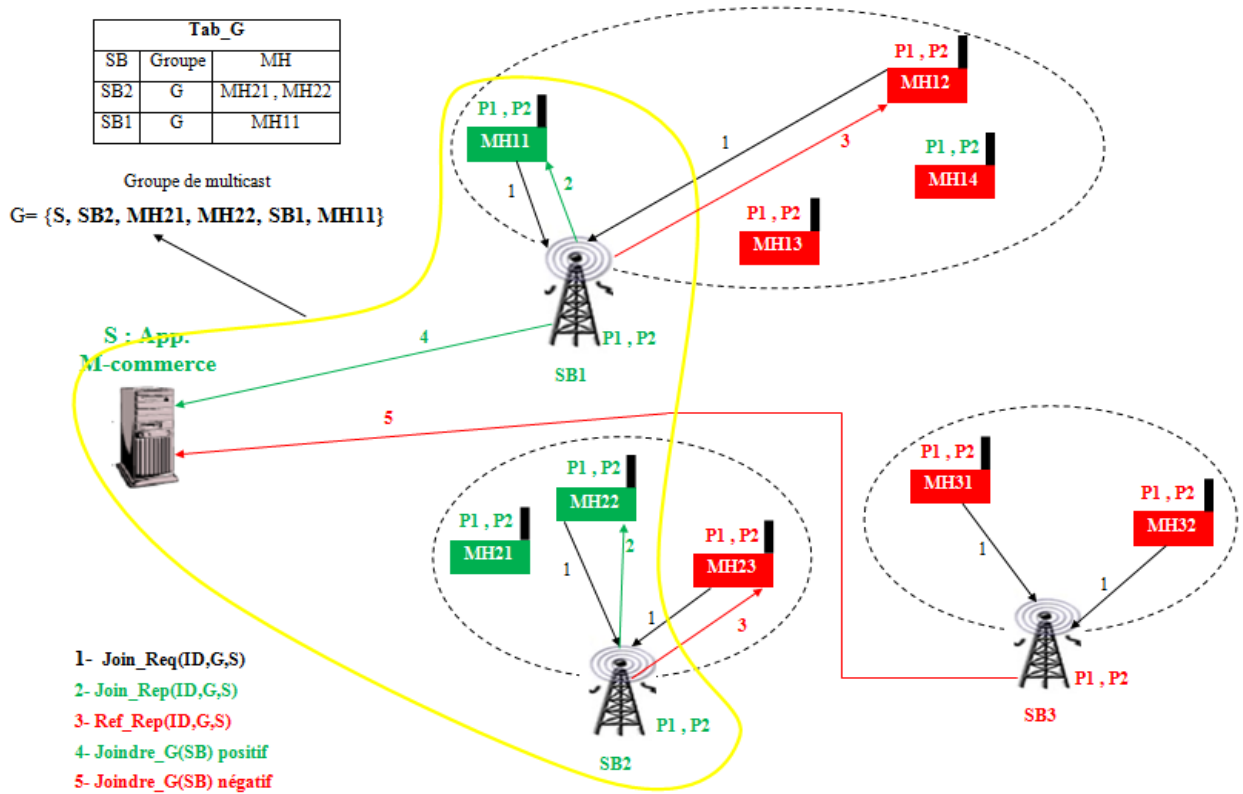


Figure 4-06 : joindre un groupe G – phase 02 –

2- Sinon, (pas de chemin avec la source S), sa signifie que le nœud SB n'est pas dans l'arbre de groupe G sur la source S, Donc elle cherche de construire un chemin avec la source S, elle exécute le processus

Joindre_G(SB)

a- Si le résultat de processus **Joindre_G(SB)** est positif, la station de base SB faire

- i- Ajoute le groupe G avec les informations nécessaire à sa structure des données Tab_G
- ii- Go to (1)
- b- Sinon, la station de base SB envoie une réponse Ref_Rep(ID,G,S) à le nœud mobile MH

4.8.2.2 Pour quitter un groupe G

A. Quand un MH veut quitter un groupe multicast, il envoie une requête Leave_Req(ID,G,S) à sa station de base SB

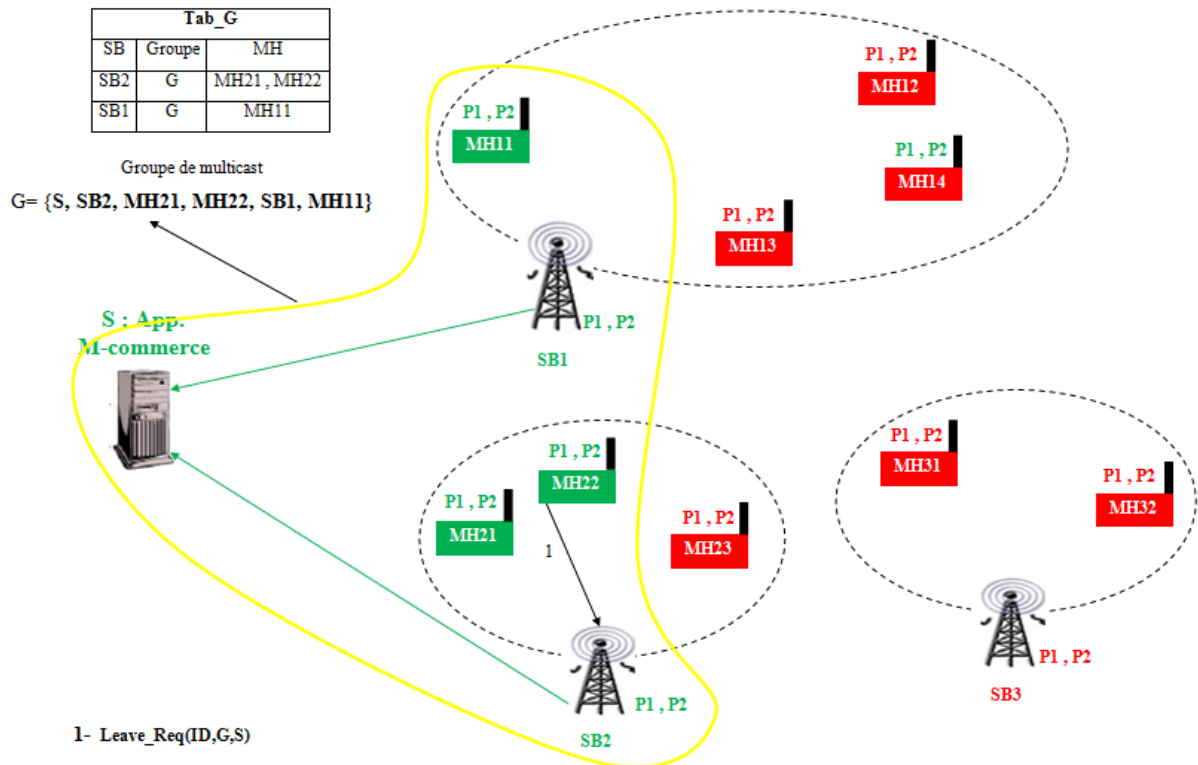


Figure 4-07 : Quitter un groupe G – phase 01 -

B. La station de base SB faire :

- 1- Supprimer l'entrée correspond à ce mobile hoste ID de sa structure des données Tab_G
- 2- Envoie une réponse Leave_Rep(ID,G,S) à la mobile MH
- 3- Si sa structure des données Tab_G est vide, elle exécute le processus Quitter_G(SB)

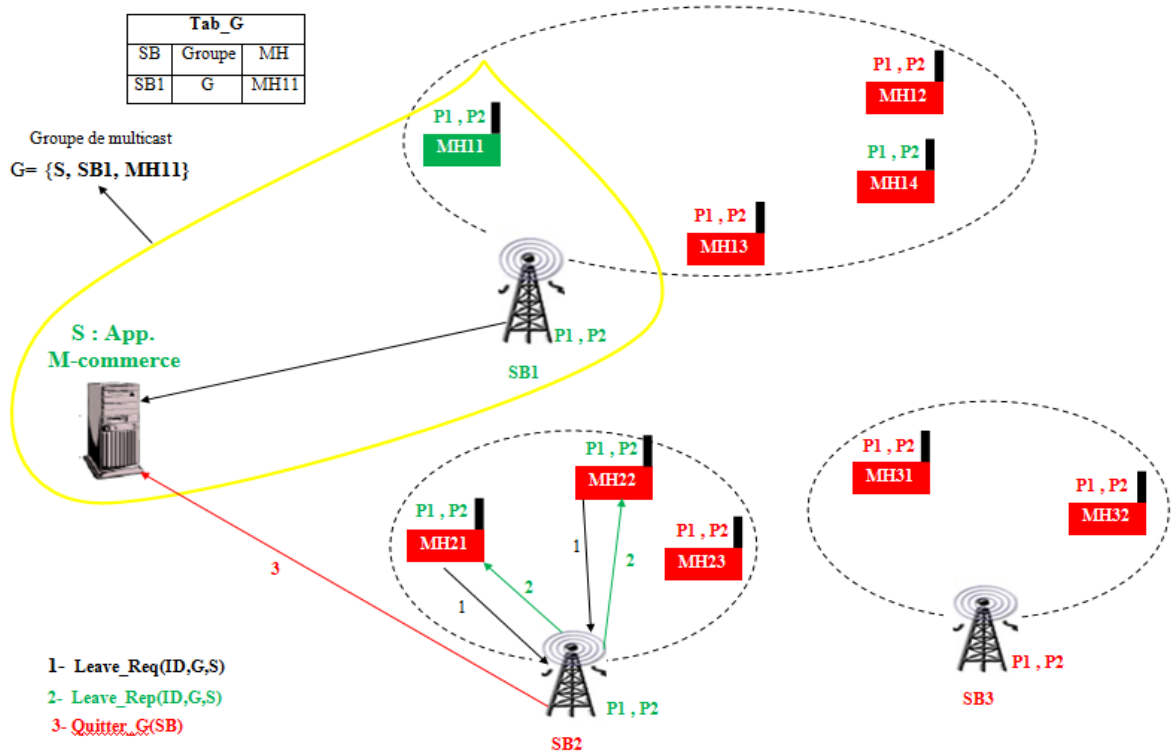


Figure 4-08 : Quitter un groupe G – phase 02 -

4.9 Conclusion

Dans ce chapitre nous avons présenté un aperçu général non exhaustive sur les protocoles de routages multicast que ce soit classique ou avec contraintes de QoS, et que nous nous somme intéressé au protocoles de routage avec QoS, et après avoir mis l'accent sur l'influence des différentes algorithmes utiliser au sein de ces derniers sur l'efficacité de l'arbre de multicast et l'utilisation des ressources réseaux disponible, nous avons proposé un protocole de routage multicast sous contrainte de QoS dit DPAMR.

Contrairement aux protocoles présentés dans la littérature dans ce domaine, le protocole DPAMR ne donne pas la priorité absolue à la minimisation du coût ou aux contraintes imposées par le client. En effet, donner la priorité à ces contraintes mène toujours à la construction de chemins très proches des contraintes de QoS ou la taille de groupe imposée par les applications de m-commerce. De tels chemins sont à risque, surtout dans des réseaux sans fil dont la charge évolue rapidement et les ressources (bande passante) sont limitées. En utilisant un algorithme permet de construire des chemins point to point que ce soit avec mono ou dual paramètres, ce dernier utilise une fonction de comparaison paramétrable au but de choisir le meilleur chemin en cas ou une seul contrainte est satisfais et n'exclu pas les clients ayant cette compétence. DPAMR donne une flexibilité à l'administrateur du réseau pour fixer sa préférence entre les exigences imposées par les applications et construire des arbres avec un gain important en termes de cout moyen de ces contraintes avec des pertes raisonnables en coût total et le nombre de clients adhéres.

Le but final est d'essayer de proposer une solution de routage multicast complète, efficace, satisfaisante et convaincante à toutes les acteurs des applications mobile et surtout les applications de m-commerce que ce soit les clients, les marchands, les développeurs des applications, les fournisseurs de service ou les opérateurs mobiles.



Chapitre 05

**Analyse et
évaluation du
protocole
DPAMR**

5.1 Introduction

Nous avons comparé notre algorithme du protocole DPAMR avec l'algorithme RSP (Reverse Shortest Path) utilisé dans la plupart des protocoles de routage multicast déployés aujourd'hui. L'algorithme RSP consiste à ajouter les membres du groupe à travers le chemin inverse du plus court chemin (en coût) entre la destination et la source.

Nous avons étudié le comportement du protocole DPAMR en termes de coût et de délai, donc, c'est le cas de DPAMR au mode mono paramètre. Nous avons évalué ces protocoles sur des réseaux de 100 nœuds, lorsque le groupe multicast représente 80% d'entre eux (figure 5-01). Dans chaque évaluation, les performances de deux protocoles DPAMR et RSP sont analysés avec les paramètres suivants :

- $P2=V2=0$, donc pour DPAMR avec mono paramètre
- $P1= \text{Delay}$, donc nous essayons d'évaluer la contrainte de délai imposé par quelques applications m-commerce comme par exemple vente aux enchères mobile, jeux interactifs, Services financiers
- $D=2$, pour la recherche locale
- $V1 = 15\text{ms}$
- $D(\text{MH}) = d * \text{Nb}(\text{MH})$ (le delay d'un MH est le delay d pour un seul MH connecté à une station de base SB) * le nombre de MH connectés à la SB, par exemple : si le delay d'un MH1 qui est le seul connecté à la station de base SB1 est égal à $d=1\text{ms}$, donc s'il y a un autre MH2 devient connecté à SB1 le delay de chacun est $D(\text{MH})=d*2=2\text{ms}$, alors pour n MH connectés le delay de chacun (MH1, MH2, ..., MHn) est $n*d = n \text{ ms}$
- Le cout (sous forme d'utilisation d'un lien ou une valeur monétaire) d'un ensemble de MHs sur une station de base SB donnée est constante, parce que les MHs sont connectés sur l'air, donc, par exemple si le cout pour un seul MH connecté à une SB donnée est égal a $C \$$ alors le cout pour n MH connectés à la même SB est toujours $C \$$

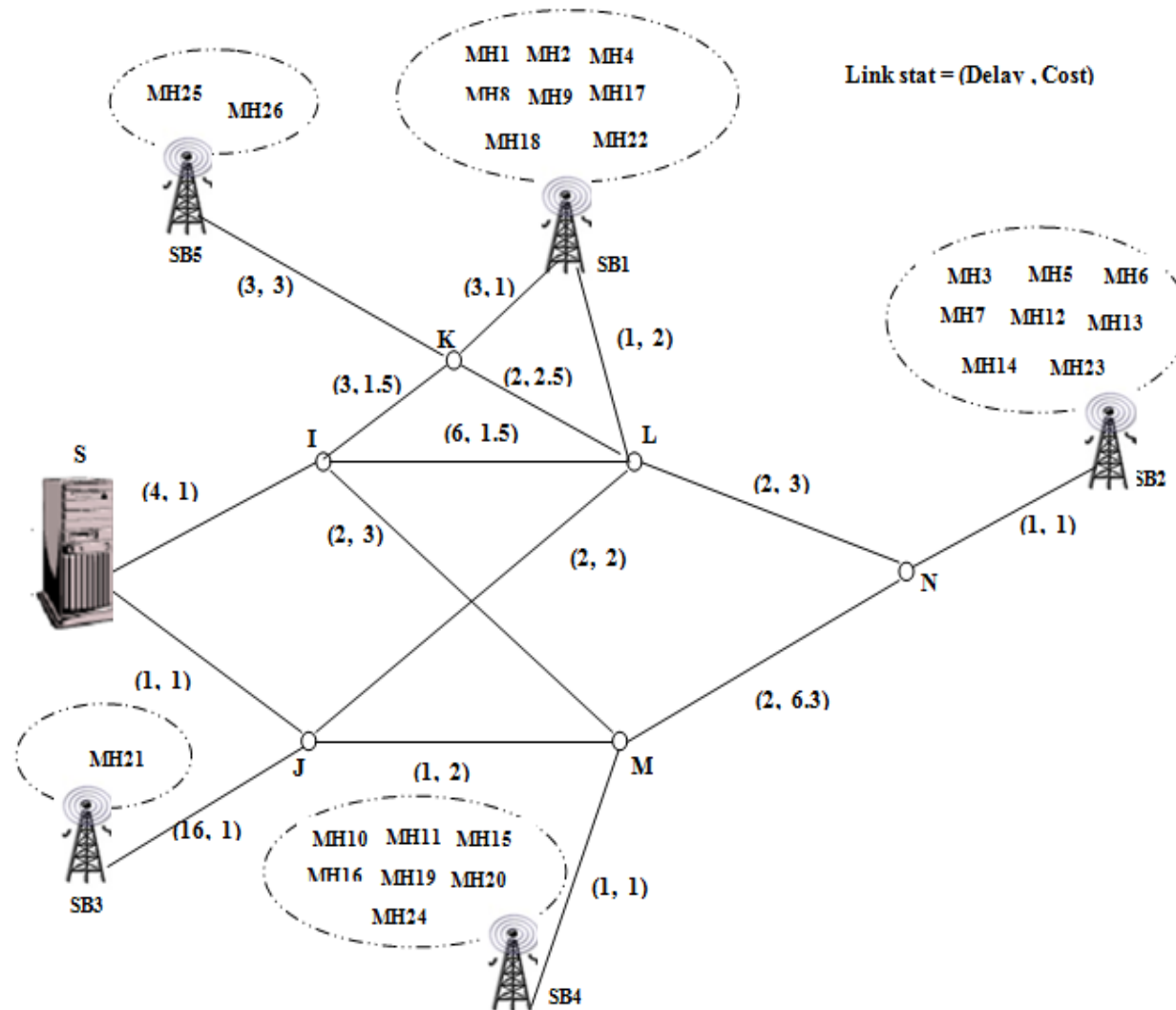


Figure 5-01: Graphe d'un réseau wired/wireless

5.2 Evaluation

Dans la figure 5-01 le réseau est constitué de deux types de réseaux : un réseau filaire (wired network) contient des routeurs puissants, des serveurs et des postes fixes ...etc, d'une part, et un réseau sans fil mobile (wireless mobile network) contient des stations de bases et connecté au réseau filaire. Dans les figures 5-02 et 5-03 nous présentons l'arbre multicast pour les deux protocoles DPAMR et RSP successivement.

Les liens en vert dans la figure 5-02 représentent l'arbre multicast de DPAMR et aussi les mobiles hôtes en vert représentent les membre de cet arbre par contre les mobiles hôtes en rouge représentent les membre exclus par notre protocole pour des raisons liées soit à la contrainte imposée par l'application (m-commerce) dans notre cas si le délai est 15ms (MH21 par exemple) ou bien limiter les chemins à risque et la prise en charge des ressources limités dans le réseau sans fil mobile (le cas de MH22, MH23 et MH24).

Par contre, dans la figure 5-03 nous remarquons que ces membres (MH21, MH22, MH23 et MH24 par exemple) sont autorisés par RSP pour joindre son arbre de multicast. Nous attirons l'attention ici, que dans la figure 5-03 les liens et les membres qui constituent l'arbre sont colorés en rouge grenat.

Dans ce chapitre, nous commençons d'évaluer le coût total et le délai moyen de chacune des arbres multicast, ensuite on donne des résultats liés aux chemins à risque atteignant une valeur qui dépasse valeur imposée par l'application, en fin on termine avec des chiffres concernant les membres qui sont exclus par notre protocole et qui n'ont pas vérifié la contrainte. Pour tout cela nous écrivons des petits codes avec le langage de développement DELPHI pour obtenir des résultats et ensuite on les représente sous forme de graphes simples avec le tableur de Microsoft Excel.

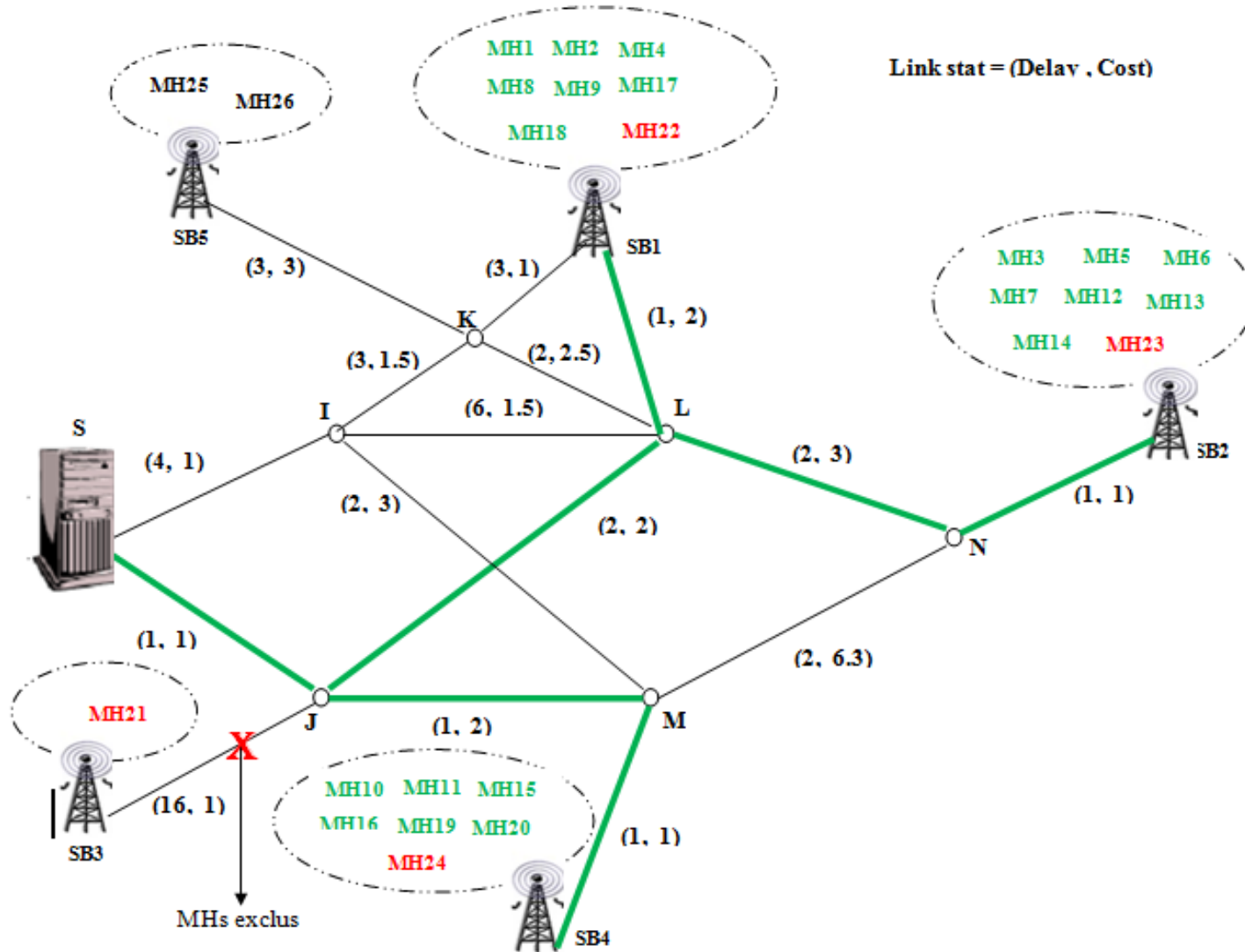


Figure 5-02 : Arbre multicast DPAMR

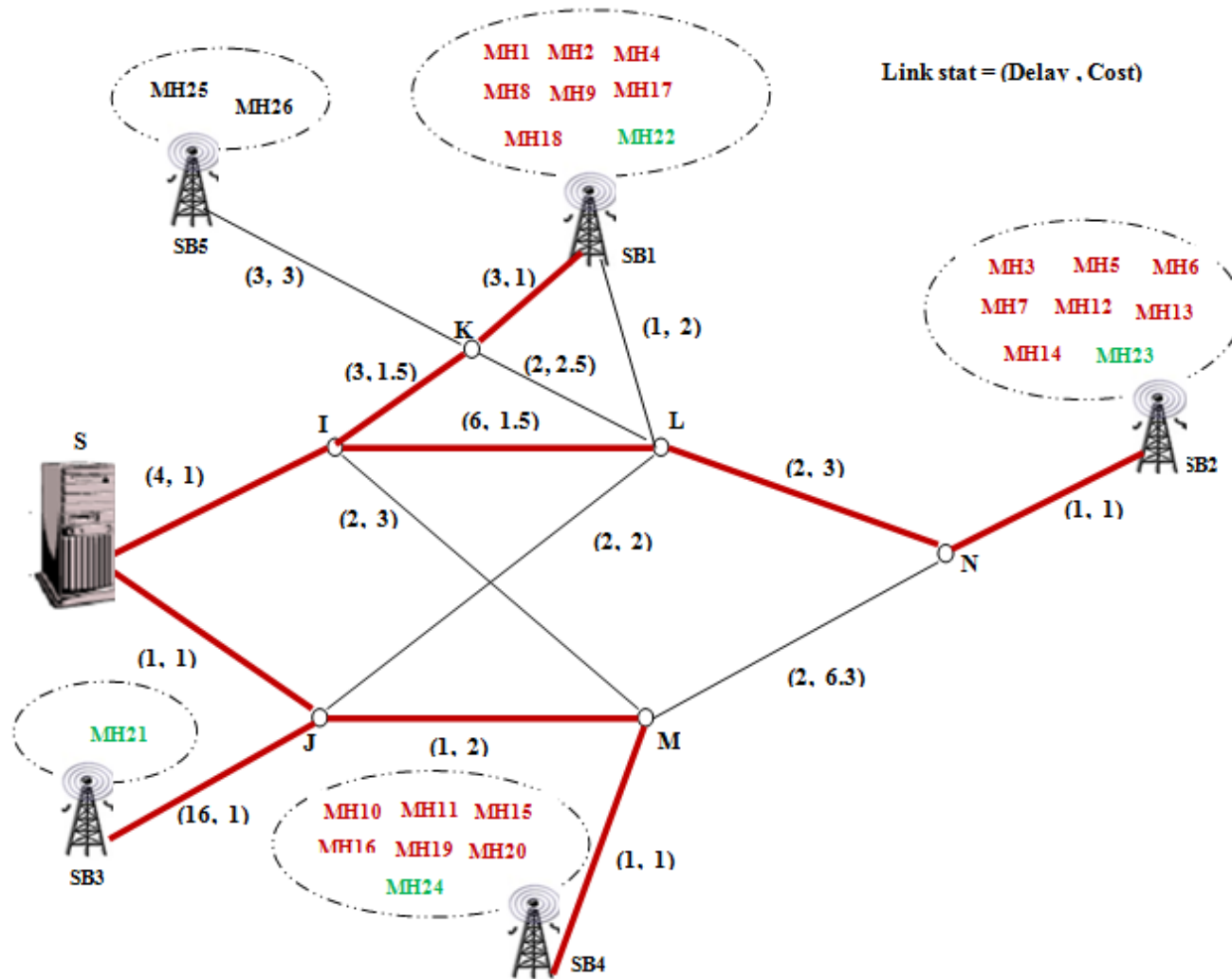


Figure 5-03 : Arbre multicast RSP

5.3 Le coût total de l'arbre

On suppose que les membres du groupe sont répartis sur les trois stations de bases SB1, SB2 et SB4. Tout au long de la session, les valeurs du cout total de l'arbre sont calculées à chaque adhésion d'un nouveau membre mobile au groupe multicast.

Détail de Tg		0.SBi	1.SB1	2.SB1	2.SB1 et 1.SB2	3.SB1 et 4.SB2	5.SB1 , 4.SB2 et 2.SB4	5.SB1 , 7.SB2 et 4.SB4	7.SB1 , 7.SB2 et 6.SB4
Tg		0	1	2	3	7	11	16	20
Cout	DPAMR	0	9	9	14	14	18	18	18
	RSP	0	4.5	4.5	11	11	16	16	16

Tableau 5-01 : Coût total de l'arbre DPAMR et RSP versus sa taille

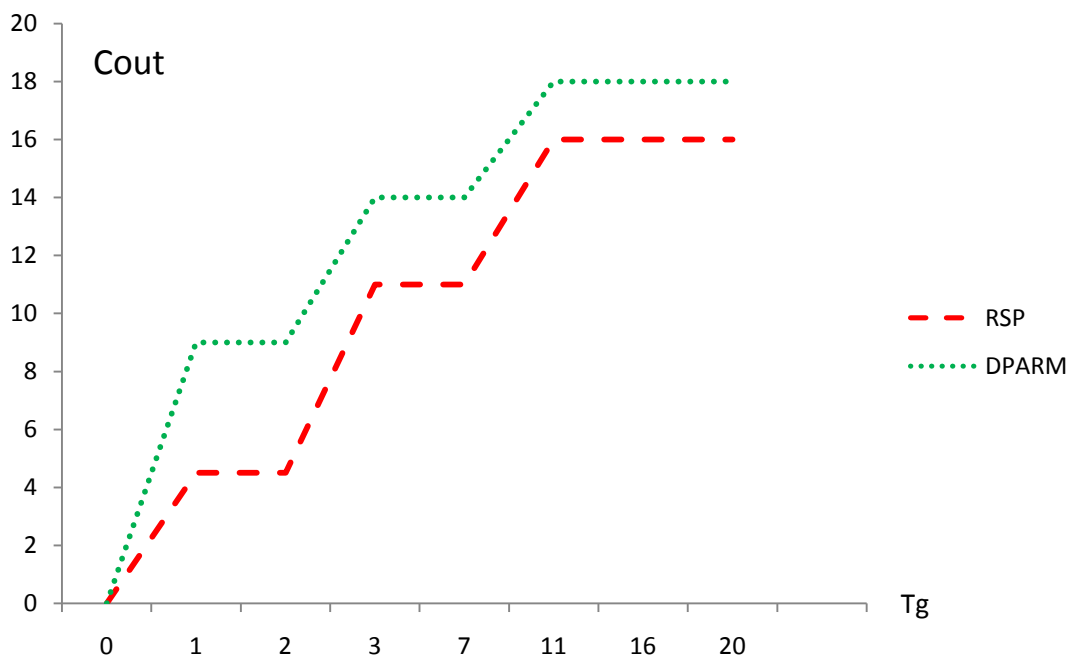


Figure 5-04: Coût total de l'arbre versus sa taille

La figure 5-04 présente le coût total des arbres obtenus par les deux algorithmes DPAMR et RSP. Nous constatons que le coût total de DPAMR est acceptable par rapport au gain important obtenu par celui-ci (le coût total est à peu près le même pour les deux algorithmes). Ainsi, nous remarquons que, à partir de membre MH11 connecté au station de base SB4 le cout devient presque stable. DPAMR obtient ce gain de cout grâce à sa

favorisation du chemin avec le moindre cout au cas ou les algorithmes Chemin_S et Chemin_I trouvent plusieurs chemins satisfaisant la contrainte de délai V1 d'une part et dû à la méthode de NAIVE appliquée au sein de ces algorithmes d'autre part.

5.4 Le délai moyen de l'arbre

On suppose que les membres du groupe sont répartis sur les trois stations de bases SB1, SB2 et SB4. Tout au long de la session, la valeur du délai moyen de l'arbre est calculée à chaque adhésion d'un nouveau membre mobile au groupe multicast.

Détail de Tg		0.SBi	1.SB1	2.SB1	2.SB1 et 1.SB2	3.SB1 et 4.SB2	5.SB1 , 4.SB2 et 2.SB4	5.SB1 , 7.SB2 et 4.SB4	7.SB1 , 7.SB2 et 6.SB4
Tg		0	1	2	3	7	11	16	20
Délai	DPAMR	0	4	5	5.33	6.57	6.81	10	11
	RSP	0	11	12	12.66	15.28	14.27	15.68	16.25

Tableau 5-02 : Délai moyen de l'arbre versus sa taille (V1=15ms)

Pour bien comprendre le tableau 5-02 voir son détail dans les tableaux 5-03 et 5-04

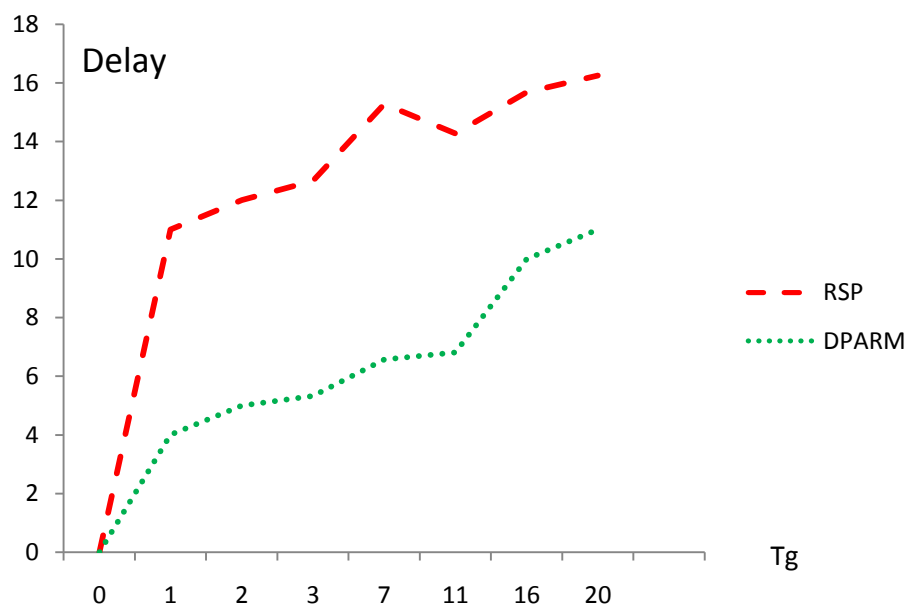


Figure 5-05: Délai moyen de l'arbre versus sa taille

La figure 5-05 présentent le délai moyen des arbres obtenus par les deux algorithmes DPAMR et RSP. Nous constatons que l'algorithme DPAMR donne de

Chapitre 05 : Analyse et évaluation de protocole DPAMR

meilleurs résultats au niveau du délai moyen entre la source et les destinations. Pour un groupe de 20 membres, DPAMR permet un gain de 32% à 63% en délai moyen par rapport à l'algorithme RSP. Ce gain est dû à la priorité donnée par DPAMR à la minimisation du délai pendant le processus de construction des chemins.

Station de base	MH	Délai			Tg	DM
		Source à SB	SB à MH	Total		
SB1	1.SB1	1*3	1*1	4	1	4
SB1	2.SB1	2*3	2*2	10	2	5
SB1 et SB2	2.SB1 et 1.SB2	2*3 + 1*5	2*2 + 1*1	16	3	5.33
SB1 et SB2	3SB1 et 4.SB2	3*3 + 4*5	3*3 + 4*4	46	7	6.57
SB1, SB2 et SB4	5.SB1 , 4.SB2 et 2.SB4	5*3 + 4*5 + 2*5	5*5 + 4*4 + 2*6	75	11	6.81
SB1, SB2 et SB4	5.SB1, 7.SB2 et 4.SB4	5*3 + 7*5 + 4*5	5*5 + 7*7 + 4*4	160	16	10
SB1, SB2 et SB4	7.SB1, 7.SB2 et 6.SB4	7*3 + 7*5 + 6*5	7*7 + 7*7 + 6*6	220	20	11

Tableau 5-03: détail de calcul de délai (DPAMR)

Station de base	MH	Délai			Tg	DM
		Source à SB	SB à MH	Total		
SB1	1.SB1	1*10	1*1	11	1	11
SB1	2.SB1	2*10	2*2	24	2	12
SB1 et SB2	2.SB1 et 1.SB2	2*10 + 1*13	2*2 + 1*1	38	3	12.66
SB1 et SB2	3SB1 et 4.SB2	3*10 + 4*13	3*3 + 4*4	107	7	15.28
SB1, SB2 et SB4	5.SB1 , 4.SB2 et 2.SB4	5*10 + 4*13 + 2*5	5*5 + 4*4 + 2*6	157	11	14.27
SB1, SB2 et SB4	5.SB1, 7.SB2 et 4.SB4	5*10 + 7*13 + 4*5	5*5 + 7*7 + 4*4	251	16	15.68
SB1, SB2 et SB4	7.SB1, 7.SB2 et 6.SB4	7*10 + 7*13 + 6*5	7*7 + 7*7 + 6*6	325	20	16.25

Tableau 5-04: détail de calcul de délai (RSP)

DM : Délai moyen = Total/Tg

5.5 Les chemins à risque

Nous supposons qu'un chemin à 10% près de la contrainte est un chemin à risque, en effet il suffit que le réseau subisse une augmentation de charge, pour qu'un tel chemin viole la contrainte de délai. Alors dans notre cas ($V1=15ms$) les chemins ayant un délai supérieur ou égal à 13.5ms sont des chemins à risque.

Tg		0	1	2	3	7	11	16	20
Chemins risques	RSP	0	0	0	1	4	9	12	14
	DPAMR	0	0	0	0	0	0	0	0

Tableau 5-05 : les chemins à risque versus la taille de l'arbre ($V1=15ms$)

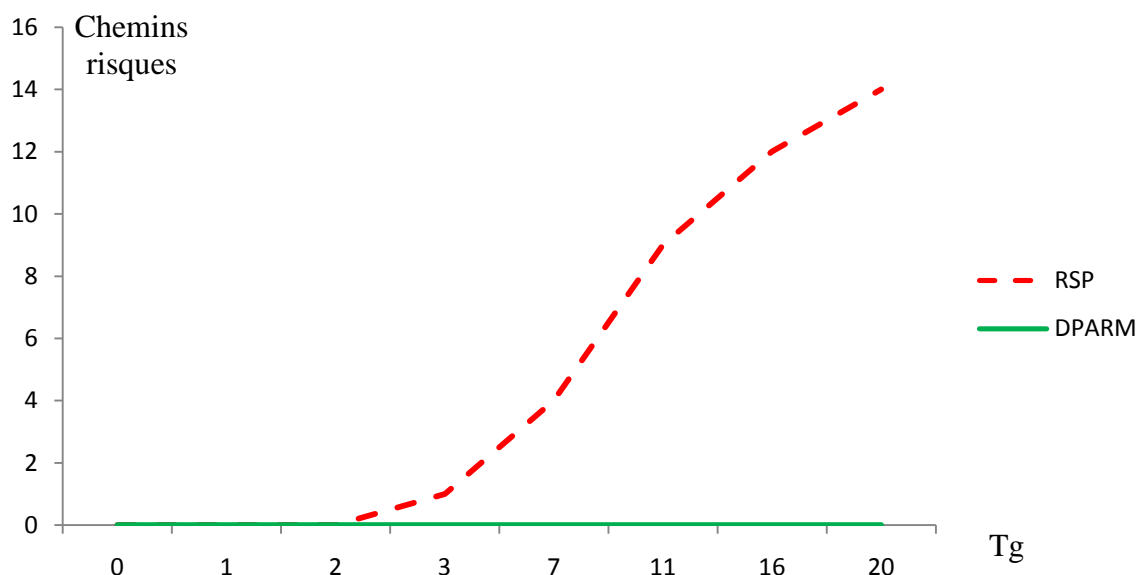


Figure 5-06: les chemins à risque versus la taille de l'arbre ($V1=15ms$)

Dans la figure 5-06, nous présentons la distribution des chemins à risque suivant leur délai de bout-en-bout vs la taille de l'arbre. La contrainte de délai étant $V1=15ms$. Nous remarquons que 100% des chemins produits par DPAMR ont des délais dans l'intervalle [4ms, 12ms] c'est-à-dire 0 chemins à risque, tandis que RSP produit de 33% à 82% des chemins ont des délais plus de 13.5ms pour un arbre ayant une taille de 20 membres. Donc DPAMR donne une meilleure distribution du délai en évitant les chemins de délai proches de la contrainte et en favorisant les chemins de délai éloignés de la contrainte et RSP peut atteindre à moyen de 57.5% des chemins à risque pour un arbre de multicast donnée.

5.6 Les membres exclus

Notre protocole DPAMR est adaptatif aux contraintes imposées par les applications M-commerce, le cas est claire dans la figure 5-02 où le mobile MH21 ne peut pas rejoindre le groupe grâce à son délai (19ms) qui dépasse la valeur de contrainte de délai (V1=15ms). Autrement ce n'est pas le cas pour RSP.

Notre protocole prend en considération les limites des ressources dans les réseaux sans fil. La preuve qui confirme cette propriété est quand les membres MH22, MH23 et MH24 qui sont connectés aux stations de bases SB1, SB2 et SB4 respectivement, s'il veut tout élément de ces derniers à rejoindre le groupe ne peut pas, par-ce-que le réseau est en surcharge pour chacune des stations de bases SB1, SB2 et SB4 (figure 5-07).

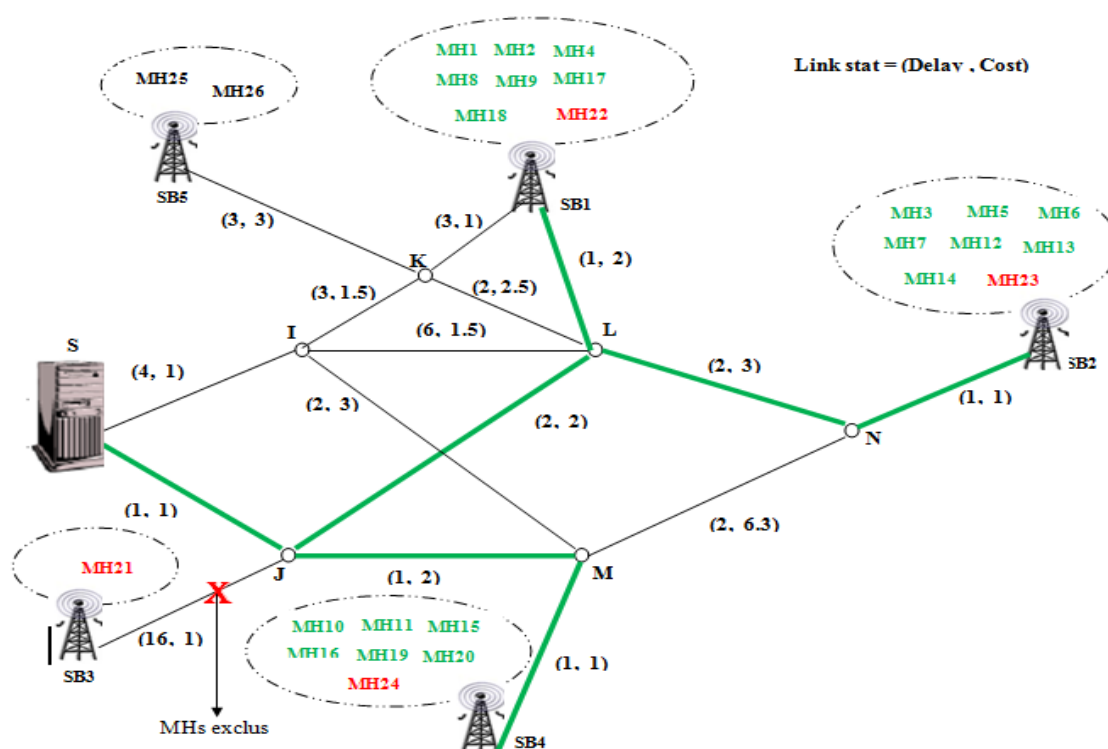


Figure 5-07 : Les membres exclus & les limites des ressources

5.7 Conclusion

Dans ce dernier chapitre, nous avons comparé notre protocole DPAMR en mode mono paramètre ($P2=V2=Cof=0$) en choisissant le cas de contrainte de délai exigé par la plupart des applications m-commerce connues aujourd'hui (tableau 3-08 dans le chapitre 03) avec le protocole RSP utilisé dans la plupart des protocoles de routage multicast déployés aujourd'hui. Nous constatons que DPAMR produit des chemins avec un délai moyen beaucoup plus intéressant par rapport à RSP, tout en ayant un coût total acceptable. D'autre part, DPAMR produit beaucoup moins de chemins risqués ayant des délais proches de la contrainte, avec la méthode de calcul paramétrable, DPAMR donne la possibilité d'adapter le routage suivant la stabilité de charge dans le réseau et suivant la précision des informations de délai.

Conclusion générale et perspectives

Dans ce mémoire nous avons montré à travers un état de l'art les différentes technologies des réseaux sans fil & mobile utilisé aujourd'hui dans le monde, et ces supports pour les applications mobiles (m-application) particulièrement les applications commerce mobile (m-commerce) surtout les supports qui sont liés aux infrastructures réseaux. Nous sommes intéressés dans ce travail au support de multicast en raison de la grande partie occupée par les applications de groupe (publicité sur mobile, enseignement à distance, le service de divertissement et jeux et le transport intelligent...) dans le domaine des applications m-commerce et ses utilisations qui évoluent en croissance rapide.

Nous sommes intéressé beaucoup plus à un point bien précis dans ce domaine de recherche qui est le routage, nous avons présenté un aperçu général non exhaustif sur les protocoles de routages multicast que ce soit classique ou avec contraintes de QoS. Nous constatons que la majorité de ces protocoles ont un principe de base commun qui est la prise en charge des contraintes de QoS imposées par le client qui sont liées dans la plupart des cas au minimisation du coût de chemin pendant le processus de construction de l'arbre multicast, donc, ils ne prennent pas en compte et en considération les exigences et les contraintes imposées par l'application.

Nous avons remarqué que cette approche de routage peut s'avérer "dangereuse" pour les applications mobile sans fil et particulièrement les applications m-commerce qui ont des exigences particuliers pour fournir un bon fonctionnement et meilleurs service grâce à la limite des ressources dans l'environnement sans fil (bande passante delay, brève connectivité .. etc. En effet, donner la priorité à ces contraintes mène toujours à la construction de chemins très proches des contraintes de QoS ou la taille de groupe imposées par les applications de m-commerce. De tels chemins sont à risque, surtout dans des réseaux sans fil dont la charge évolue rapidement et les ressources (bande passante) sont limitées.

Nous avons proposé un protocole de routage multicast sous contrainte de QoS dit **DPAMR (Dual Parameters Adaptive Multicast Routing)**, qui est contrairement à ces protocoles ne donne pas la priorité absolue à la minimisation du coût ou aux contraintes imposées par le client mais prend en charge les besoins d'applications et les ressources limités dans le réseau sans fil & mobile.

Nous avons utilisé un algorithme fonctionnant en deux modes : mono et dual paramètre qui permet de construire des chemins point-à-point, et utilise une fonction de comparaison paramétrable pour choisir le meilleur chemin en cas où une seule contrainte est satisfaite, et n'exclut pas les clients ayant cette compétence. DPAMR donne une flexibilité à l'administrateur du réseau pour fixer sa préférence entre les exigences imposées par les applications et construire des arbres avec un gain important en termes de coût moyen de ces contraintes avec des pertes raisonnables en coût total et en nombre de clients adhérents.

A la fin de ce mémoire nous avons comparé notre protocole DPAMR en mode mono paramètre (le cas de contrainte de délai exigée par les plupart des applications m-commerce) avec le protocole RSP utilisé dans la plupart des protocoles de routage multicast déployés aujourd'hui. Nous constatons que DPAMR produit des chemins avec un délai moyen beaucoup plus intéressant par rapport à RSP, tout en ayant un coût total acceptable. D'autre part, DPAMR produit beaucoup moins de chemins risqués ayant des délais proches de la contrainte. Avec la méthode de calcul paramétrable, DPAMR donne la possibilité d'adapter le routage suivant la stabilité de charge dans le réseau et suivant la précision des informations de délai.

Evidemment il reste encore de nombreux problèmes liés à notre protocole de routage multicast DPAMR. En particulier, nous souhaitons réaliser sa mise en œuvre dans un cadre réel, par exemple sur Ethernet, TCP/IP ou ATM, afin de valider expérimentalement le bénéfice réel apporté par DPAMR dans chaque cas. Nous souhaitons aussi réaliser des simulations de DPAMR avec des contraintes doubles. Une autre perspective en plus est d'améliorer notre solution pour prendre en charge le routage avec multi-contraintes.

Le but final est d'essayer de proposer une solution de routage multicast complète, efficace, satisfaisante et convaincante à tous les acteurs des applications mobiles et surtout les applications de m-commerce que ce soit les clients, les marchands, les développeurs des applications, les fournisseurs de service ou les opérateurs mobiles.

Bibliographie

- [01] Contributeurs de Wikipédia, " *Réseau sans fil [Internet]* ". Wikipédia, l'encyclopédie libre; 18 février 2011, Disponible à l'adresse : http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=R%C3%A9seau_sans_fil&oldid=62407937
- [02] H.BADIS, " *Les réseaux mobiles et sans fil - Réseaux Cellulaires* ", IGM, Université de Paris-Est Marne-la-Vallée, 2010
- [03] H.WANG, " *Overview of Bluetooth Technology* ", Département de génie électrique State College, PA 16802, 03 juillet 2001
- [04] G.GAUSSORGUES, " *Caractérisation des systèmes infrarouges* ", Techniques de l'Ingénieur, traité Électronique, 2005
- [05] J.ANZEVI, " *Les réseaux sans fil –WIFI* ", CUI Université de Genève , 2007
- [06] Contributeurs de Comment Ça Marche, " *WMAN Réseaux métropolitains sans fil* ", Comment Ça Marche Informatique, 14 octobre 2008, Disponible à l'adresse : <http://www.commentcamarche.net/contents/wireless/wman.php3>
- [07] S.OMEROVIC, " *WiMax Overview* ", Faculté de génie électrique de l'Université de Ljubljana, Slovénie, 2004
- [08] Contributeurs de Cisco Mobile Exchange (CMX) Solution Guide " *Overview of GSM, GPRS, and UMTS* ", Cisco Systems, Inc, 31 Décembre 2002
- [09] B.CARBONE, " *Routing protocols for interconnecting cellular and ad-hoc networks* ", Département d'Informatique université libre de bruxelles, 2006
- [10] K.W.RICHARDSON, " *UMTS overview* ", Journal d'ingénierie l'électronique et de la communication, Juin 2000
- [11] A.RANA, K.KAUR & A.AGGARWAL, " *wireless network (3G & 4G)* ", AIMT, Ambala, Université Kurukshetra, Mai 2010
- [12] T.MIKI, T.OHYA, H.YOSHINO and N.UMEDA, " *The Overview of the 4th Generation Mobile Communication System* ", Journal IEEE, 2005
- [13] J.AHMAD, B.GARRISON, J.GRUEN, C.KELLY, and H.PANKEY, " *4G Wireless Systems* ", Next-Generation Wireless Working Group , 02 Mai 2003
- [14] S.SUMAN, " *4G mobile communication system* ", l'école de l'université de Cochin génie de la science et la technologie, Août 2008

-
- [15] F. L.LEWIS, "*Wireless Sensor Networks*", ARO Research Grant DAAD 2004
- [16] IEEE 1451, "*A Standard Smart Transducer Interface*", Sensors Expo Philadelphia, October 2001.
- [17] C.TOWNSEND & S.ARMS, "*Wireless Sensor Networks: Principles and Applications*", MicroStrain, Inc, 10/02/2004
- [18] D.J.Nagel, "*Wireless Sensor Systems and Networks: Technologies, Applications, Implications and Impacts*", Center for Strategic and International Studies, 19 Mai 2006
- [19] Y.LI, "*Models and Applications of Wireless Networks in Rural Environments*", Département d'informatique Université du Western Cape Nov 2004
- [20] P.TARASEWICH, C.NICKERSON & M.WARKENTIN, "*Issues In Mobile E-Commerce*", Communications of the Association for Information Systems, 2002
- [21] L.ANTOVSKI & M.GUSEV, "*M-Commerce Services*", Institute of Informatics, Faculty of Natural Sciences and Mathematics, Methodius University, Macedonia, October 2003
- [22] A.TSALGATIDOU, J.VEIJALAINEN & E PITOURA, "*challenges in mobile electronic Commerce*", Proceedings of IeC 2000. 3rd Int. Conf. on Innovation through E-Commerce, November 2000
- [23] S.SCHWIDERSKI-GROSHE & H.KNOSPE, "*Secure M-Commerce*", Information Security Group, Royal Holloway, University of London, T-Systems Nova GmbH, Germany, October 2002
- [24] U.VARSHNEY & R.VETTER, "*Mobile Commerce: Framework, Applications and Networking Support*". ACM Mobile Networks and Applications, 2002
- [25] .H.WEN-CHEN, "*Fundamentals of Mobile Commerce Systems*", IGI Global ; 2009
- [26] H.CHANG-TSEH, "*Mobile Commerce: Assessing New Business Opportunities*", University of Southern Mississippi, Communication of the IIMA, 2007

- [27] Le Journal du Net, "*Le marché du m-commerce*", 26/04/2010,
Disponible à l'adresse :
http://www.journaldunet.com/cc/05_mobile/mobile_mcomm_mde.shtml
- [28] Le Journal du Net, "*Marché de l'Internet mobile*", 01/10/2010,
Disponible à l'adresse :
http://www.journaldunet.com/cc/05_mobile/mobile_internet_mde.shtml
- [29] Le Journal du Net, "*Le marché des jeux sur mobile*", 07/06/2010,
Disponible à l'adresse :
http://www.journaldunet.com/cc/05_mobile/mobile_jeu_mde.shtml,
- [30] Le Journal du Net, "*Nombre d'abonnés au téléphone mobile*", 19/01/2009,
Disponible à l'adresse :
http://www.journaldunet.com/cc/05_mobile/mobile_abonnes_mde.shtml,
- [31] Le Journal du Net, "*Usages des utilisateurs de mobile*", 12/07/2010,
Disponible à l'adresse :
http://www.journaldunet.com/cc/05_mobile/mobile_profil_mde.shtml
- [32] A.A.ECONOMIDES & A.POMPORTSIS, "*infrastructures for mobile commerce applications*", 25-01 2006
- [33] U.VARSHNEY, "**Location management for mobile commerce applications in wireless internet environment**", ACM Mobile Networks and Applications, Août 2003
- [34] M.SEMRAU & A.KRAISS, "*Mobile commerce for financial services -killer applications or dead end?*", ACM Mobile Networks and Applications, Avril 2001
- [35] Le Journal du Net, "*Le marché de la téléphonie mobile*", 22/03/2010,
Disponible à l'adresse :
http://www.journaldunet.com/cc/05_mobile/mobile_marche_mde.shtml,
- [36] A.ANDREOU, C.CHRYSOSTOMOU, C.LEONIDOU,
S.MAVROMOUSTAKOS, A.PITSILLIDES, G.SAMARAS & C.SCHIZAS, "*Mobile commerce applications and services : a design and development approach*", Department of Computer Science, University of Cyprus, 2002
- [37] S.k.PALLIKONDAN, "*Infrastructure support for mobile computing*", Department of Computer Science and Engineering University of Texas, 2003
- [38] T.PETER, "*Wireless devices for mobile commerce: user interface design and usability*", IGI Publishing Hershey, 2003

-
- [39] P TARASEWICH, R NICKERSON & M WARKENTIN, "*Issues in mobile e-commerce*", Communications of the Association for Information Systems, 2002
- [40] S SAHA, M JAMTGAARD, & J VILLASENOR, "*Bringing the wireless internet to mobile devices*", IEEE Computer Society Press, Juin 2001
- [41] Contributeurs de IBM, "*Building an industry-wide mobile data synchronization protocol*", IBM, 01 avril 2002
- [42] T PETER, C ROBERT & W MERRILL, "*Wireless/mobile e-commerce : technologies, applications, and issues*", Seventh Americas Conference on Information Systems, 2001
- [43] U VARSHNEY, "*Location management support for mobile commerce applications*", ACM Mobile Networks and Applications, 2001
- [44] U VARSHNEY, "*Addressing location issues in mobile commerce*", IEEE, 2001
- [45] J.VESCIO, "*Introduction to m-commerce*", Yodlee.com Inc., Août 2000
- [46] C.BRAZ, "*La sécurité dans le cadre du m-commerce*", Université de Montréal, Avril 2003
- [47] CHAN YEON YEUN & T.FARNHAM, "*Secure M-Commerce with WPKI*", Toshiba Research Europe Limited, Toshiba Telecommunication Research Laboratory, England, October 2001
- [48] C.PERKINS, "*IP Mobility Support for IPv4, RFC 3344*", IETF, Août 2002
- [49] D.JOHNSON., C.PERKINS.& J.ARKKO, "*Mobility support in ipv6, RFC 3775*", IETF, 2004.
- [50] EGGERT L.& LIEBSCHM, "*Host Identity Protocol (HIP) Rendez vous Mechanisms , draft-eggert-hip-rendezvous*", IETF, Juillet 2004
- [51] C.CASTELLUCCIA, "*HMIPv6 : A Hierarchical Mobile IPv6 Proposal*", ACM Mobile Computing and Communication Review (MC2R), 2000.
- [52] R.KOODLI, "*Fast Handovers for Mobile IPv6, rfc 4068*", IETF, juillet 2005
- [53] R.RAMJEE, K.VARADHAN, L.SALGARELLI., S.THUEL, S.WANG & T.LA PORTA, "*HAWAII : A Domain-based Approach for Supporting Mobility in Wide-Area Wireless Networks*", IEEE/ACM Transactions on Networking, 2002

-
- [54] A.CAMPBELL, J.GOMEZ, S.KIM, A.VALKO, C.WAN & Z.TURANYI, "*Design, Implementation, and Evaluation of Cellular IP*", IEEE Personal Communications, 2000
- [55] U VARSHNEY, "*Multicast over wireless networks*", communications of the ACM, Décembre 2002
- [56] B.WAXMAN, "*Performance evaluation of multipoint routing algorithm*", INFOCOM '93, IEEE, 01 Avril 1993
- [57] F.BAUER & A.VARMA, "*ARIES: A rearrangeable edge-base online Steiner algorithm*", INFOCOM '96, IEEE, 28 Mars 1996
- [58] M.DOAR & L.LESLIE, "*How bad is naive multicasting*", INFOCOM '93, IEEE, 01 Avril 1993
- [59] M.FALOUTSOS, "*The greedy, the Naive, and the optimal multicast routing: from theory to internet Protocols*", Doctoral Dissertation University of Toronto Canada, 1999
- [60] M.FALOUTSOS, A.BANERJEA & R.PANKAJ, "*QoS-MIC: Quality of Service sensitive Multicast Internet protocol*", ACM SIGCOMM Computer Communication Review, 04 Octobre 1998
- [61] K.CARLBERG & J.CROWCROFT, "*Building Shared Trees Using a one-to-many Joining mechanism*", ACM SIGCOMM Computer Communication Review, 01 Janvier 1997
- [62] S.CHEN, K.NAHRSTEDT & Y.SHAVITT, "*A QoS-Aware Multicast Routing Protocol*", IEEE, 06 Août 2002
- [63] Le Journal du Net, "*Le marché de la téléphonie 2,5G et 3G*", 01/09/2008, Disponible à l'adresse : http://www.journaldunet.com/cc/05_mobile/mobile_umts_mde.shtml.