

**UNIVERSITE GALATASARAY  
INSTITUT DES SCIENCES SOCIALES  
DEPARTEMENT DE GESTION**

**EVALUATION DES TECHNOLOGIES FUTURES  
POUR LES OPERATEURS MOBILES DE  
TELECOM AVEC LES METHODES  
ANALYTIQUES**

**MEMOIRE DE MASTER RECHERCHE**

**Serdar Raşit ALEMDAR**

**Directeur de recherche: Doç.Dr.Gülçin BÜYÜKÖZKAN**

**Mémoire pour l'obtention du Master de Recherche "Gestion"**

**Février 2007**

## TABLE DES MATIERES

<b>I. ABREVIATIONS</b>	<b>IV</b>
<b>LISTE DE TABLEAUX</b>	<b>VI</b>
<b>LISTE DE FIGURES</b>	<b>VII</b>
<b>I. INTRODUCTION</b>	<b>1</b>
<b>A. MOTIVATION</b>	<b>1</b>
<b>B. OBJECTIFS</b>	<b>2</b>
<b>II. CONTEXTE</b>	<b>3</b>
<b>A. PRESENTATION DES TECHNOLOGIES SANS FILS</b>	<b>3</b>
1. HISTOIRE DE LA COMMUNICATION MOBILE	3
2. DES RESEAUX MOBILES DE LA TROISIEME GENERATION (3G)	6
a) cdma2000	7
b) Universel Mobile Télécommunications Systems	7
3. LES FACTEURS ECONOMIQUES FORMANT LANCEMENT D'UMTS	9
a) Coûts	10
(1) Situation Financière	10
(2) Coûts d'Infrastructure	14
(3) Marketing	15
b) Revenus	17
(1) Les Incertitudes du Services	17
(2) La Structure du Marché	22
4. EVOLUTION DES TECHNOLOGIES MOBILES	28
<b>B. TECHNOLOGIE DE WIMAX</b>	<b>31</b>
1. 802.16 INTRODUCTION	31
2. L'ARCHITECTURE DE RESEAU	32
a) Les Standards et Interopérabilité	33
b) Bandes de fréquence disponibles	34
c) Capacité et Performance de Couverture	35
3. PERSPECTIVES COMMERCIALES POUR WIMAX	38
a) Perspectives de WIMAX	38
b) Concurrence d'autres Standards	41
c) Coût	43
(1) Coût d'Equipement	44
(2) Coût du Spectre	44
(3) Coût de transport et fibre	46
<b>III. THEORIE DES OPTIONS REELLES</b>	<b>47</b>
<b>A. EVALUATION TRADITIONNELLE D'INVESTISSEMENT – DCF METHODE</b>	<b>47</b>

<b>B.</b>	<b>EVALUER DES OCCASIONS – LA METHODE D’OPTION REELLES</b>	<b>49</b>
1.	THEORIE DES OPTIONS REELLES	51
2.	CONCEPT DES OPTIONS REELLES	51
3.	TERMINOLOGIE	53
4.	FACTEURS AFFECTANT LA VALEUR D’UNE OPTION	54
5.	OPTIONS REELLES ET FINANCIERES	56
6.	TAXONOMIE DES OPTIONS REELLES	58
7.	EXERCER LES OPTIONS REELLES	59
<b>C.</b>	<b>APPLICATION D’OPTION REELLES EN REALITE</b>	<b>61</b>
<b>D.</b>	<b>LA METHODE D’OPTION REELLES CONTRE D’AUTRES APPROCHES</b>	<b>63</b>
<b>E.</b>	<b>CRITIQUE</b>	<b>65</b>
<b>IV.</b>	<b><u>UNE APPLICATION REELLE</u></b>	<b><u>66</u></b>
<b>A.</b>	<b>CONTEXTE</b>	<b>66</b>
<b>B.</b>	<b>LE MARCHE TURC</b>	<b>67</b>
1.	REGULATION DU MARCHE ET LEGISLATION	68
2.	LES OPERATEURS	69
a)	Turkcell	70
b)	Telsim	70
c)	Avea	71
3.	PERSPECTIVES	72
<b>C.</b>	<b>COMPARAISON DE DEUX ALTERNATIVE DE DEPLOIEMENT</b>	<b>73</b>
1.	PRETENTIONS COMMUNS	73
2.	ETUDE A : ALTERNATIVE DE DEPLOIEMENT D’UMTS	75
a)	Prétentions	75
b)	Résultats	78
c)	L’Analyse de Sensibilité	79
(1)	Sensibilité de la valeur totale à la Volatilité	79
(2)	Sensibilité de la valeur totale au WACC	80
(3)	Sensibilité de la valeur totale au facteur de surréservation	82
(4)	Sensibilité de la valeur totale à l’ARPU	84
3.	ETUDE B : ALTERNATIVE DE DEPLOIEMENT D’WIMAX	85
a)	Prétentions	85
b)	Résultats	88
c)	L’Analyse de Sensibilité	90
(1)	Sensibilité de la valeur totale à la Volatilité	90
(2)	Sensibilité de la valeur totale au WACC	91
(3)	Sensibilité de la valeur totale au Facteur de Surréservation	91
(4)	Sensibilité de la valeur totale à l’ARPU	92
<b>V.</b>	<b><u>CONCLUSION</u></b>	<b><u>94</u></b>
<b>VI.</b>	<b><u>PERSPECTIVES</u></b>	<b><u>96</u></b>
<b>VII.</b>	<b><u>REFERENCES</u></b>	<b><u>97</u></b>
<b>VIII.</b>	<b><u>ANNEXES</u></b>	<b><u>100</u></b>
<b>A.</b>	<b>LES ANALYSES DE SENSIBILITE POUR L’UMTS</b>	<b>100</b>
<b>B.</b>	<b>LES ANALYSES DE SENSIBILITE POUR LE WIMAX</b>	<b>102</b>

## ABREVIATIONS

<b>1G</b>	: Première Génération
<b>1xEV-DO</b>	: 1 x Evolution-Data Optimisé
<b>1x-RTT</b>	: 1 x Radio Transmission Technologie
<b>2G</b>	: Deuxième Génération
<b>3G</b>	: Troisième Génération
<b>3GPP</b>	: 3rd Génération Partenariat Project
<b>3GPP2</b>	: 3rd Génération Partenariat Project 2
<b>4G</b>	: Quatrième Génération
<b>AMPS</b>	: Advanced Mobile Phone System
<b>ARPU</b>	: Revenu Moyen par Abonné (Average Revenues Per User)
<b>ASP</b>	: Application Service Providers
<b>BPSK</b>	: Binary Phase-Shift Keying
<b>BS</b>	: Base Station
<b>BSC</b>	: Base Station Controller
<b>BWA</b>	: Broadband Wireless Access
<b>CAPEX</b>	: Capital Expéditeurs
<b>CDMA</b>	: Code Division Multiple Access
<b>CPE</b>	: Customer Premises Equipment
<b>DCF</b>	: Discounted Cash Flow - Flux de trésorerie
<b>DSL</b>	: Digital Subscriber Line
<b>DS-WCDMA</b>	: Direct Séquence WCDMA
<b>DWDM</b>	: Dense Wavelength Division Multiplexage
<b>EC</b>	: Européen Commission
<b>EDGE</b>	: Enhanced Data Rate for GSM evolution
<b>ETSI</b>	: Européen Télécommunications Standards Institute
<b>EUTRAN</b>	: Enhanced UTRAN
<b>FCC</b>	: Fédéral Communications Commission
<b>FDD</b>	: Fréquence Division Duplex
<b>FWA</b>	: Fixe Wireless Access
<b>GGSN</b>	: Gateway GPRS Support Node
<b>GPRS</b>	: General Paquet Radio Services
<b>GSM</b>	: Global System for Mobile communications
<b>HDR</b>	: High Data Rate
<b>HSCSD</b>	: High Speed Circuit Switched Data
<b>IEEE</b>	: Institute of Electric and Electroniques Ingénieurs
<b>IETF</b>	: Internet Engineering Task Force
<b>IMT-2000</b>	: International Mobile Télécommunications
<b>IP</b>	: Internet Protocol
<b>IP-DL</b>	: Idle Période-Down Link
<b>IPO</b>	: Initial Public Offering
<b>IS-95</b>	: Intérim Standard 95
<b>ISP</b>	: Internet Service Provider
<b>ITU</b>	: The International Télécommunications Union
<b>LBS</b>	: Location Basé Services

<b>LTE</b>	: Long-Terme Evolution
<b>MAC</b>	: Medium Access Control
<b>MBWA</b>	: Mobile Broadband Wireless Access
<b>MIMO</b>	: Multiple-Input Multiple-Output
<b>MISP</b>	: Mobile Internet Service Provider
<b>MSC</b>	: Mobile Switching Center
<b>MT</b>	: Mobile Terminal
<b>MVNO</b>	: Mobile Virtual Network Operateurs
<b>NMT</b>	: Nordique Mobile Téléphone
<b>NPV</b>	: Net Présent Value
<b>OC-3</b>	: Optical Carrier 3
<b>OFDM</b>	: Orthogonal Fréquence Division Multiplexage
<b>OFDMA</b>	: Orthogonal Fréquence Division Multiple Access
<b>OPEX</b>	: Opérationnel Expenditures
<b>OR</b>	: Option Réel
<b>OSI</b>	: Open Systems Interconnexion
<b>PC</b>	: Personnel Computer
<b>PSTN</b>	: Public Switch Téléphone Network
<b>QAM</b>	: Quadrature Amplitude Modulation
<b>QoS</b>	: Qualité de Service
<b>QPSK</b>	: Quadrature Phase-Shift Keying
<b>R&amp;D</b>	: Recherche et Développment
<b>RAN</b>	: Radio Access Network
<b>RF</b>	: Radio Fréquence
<b>RNC</b>	: Radio Network Controller
<b>RTT</b>	: Round Trip Time
<b>SC</b>	: Single Carrier
<b>SGSN</b>	: Serving GPRS Support Node
<b>SMS</b>	: Short Messaging Service
<b>TACS</b>	: Total Access Communications System
<b>TDD</b>	: Time Division Duplex
<b>TDMA</b>	: Time Division Multiple Access
<b>TE</b>	: Terminal Equipment
<b>TIA</b>	: Télécommunications Industrie Association
<b>TV</b>	: Télévision
<b>UE</b>	: User Equipment
<b>UMTS</b>	: Universel Mobile Télécommunications Systems
<b>UTRAN</b>	: UMTS Terrestrial Radio Access Network
<b>UWB</b>	: Ultra Wideband
<b>VOIP</b>	: Voice over IP
<b>WACC</b>	: Weighted Average Cost of Capital
<b>WAP</b>	: Wireless Application Protocol
<b>WCDMA</b>	: Wideband Code Division Multiple Access
<b>WIFI</b>	: Wireless Fidélité
<b>WiMAX</b>	: Worldwide Interopérabilité for Microonde Access
<b>WISP</b>	: Wireless Internet Services
<b>WLAN</b>	: Wireless Local Area Networks

## LISTE DE TABLEAUX

TABLEAU II-1 : ÉVOLUTION DES TECHNOLOGIES MOBILES.....	6
TABLEAU II-2 : COMPARAISON DES TECHNOLOGIES MOBILES BASEES SUR DES POSSIBILITES DE DONNEES.....	8
TABLEAU II-3 : REDEVANCES PAR HABITANT.....	12
TABLEAU II-4 : L'EPARGNE POTENTIELLE PAR LE PARTAGE DE RESEAU.....	15
TABLEAU II-1 : BANDES DE FREQUENCE DISPONIBLES POUR DES SYSTEMES DE WIMAX.....	35
TABLEAU III-1 : ENTRER LES PARAMETRES REQUIS POUR LES DEUX METHODES D'EVALUATION.....	50
TABLEAU III-2 : FACTEURS AFFECTANT LA VALEUR D'UNE OPTION.....	55
TABLEAU III-3 : APPLICATIONS DE TAXONOMIE ET DE POTENTIEL DE LA THEORIE D'OPTION REELLE SUR DES MARCHES DE CAPACITE DE TELECOMMUNICATIONS60	60
TABLEAU IV-2 : CARACTERISTIQUES ET ASSURANCE DE STATION DE BASE D'UMTS.....	75
TABLEAU IV-3: DISTRIBUTION GEOGRAPHIQUE DES STATIONS.....	76
TABLEAU IV-4 : KBITS/S UTILISE PAR UTILISATEUR PAR HEURE OCCUPEE POUR LE DOWNLINK SEULEMENT.....	76
TABLEAU IV-5 : ARTICLES DE CAPEX POUR LE CAS D'AFFAIRES D'UMTS.....	77
TABLEAU IV-6 : ARTICLES D'OPEX POUR LE CAS D'AFFAIRES D'UMTS.....	77
TABLEAU IV-7 : CAPEX ET OPEX PENDANT CINQ ANNEES.....	78
TABLEAU IV-8 : NOMBRES D'ABONNE ET REVENUS PREVUS PENDANT CINQ ANNEES	78
TABLEAU IV-9 : COUVERTURE DES EQUIPEMENTS DE WIMAX.....	85
TABLEAU IV-10: DISTRIBUTION GEOGRAPHIQUE DES STATIONS DE BASE (BS) DE WIMAX.....	86
TABLEAU IV-11: DISTRIBUTION GEOGRAPHIQUE DES EQUIPEMENTS DES LIEUX DU CLIENT (CPE) DE WIMAX.....	86
TABLEAU IV-12: ARTICLES DE CAPEX POUR CAS D'AFFAIRES DU WIMAX.....	88
TABLEAU IV-13: ARTICLE D'OPEX POUR LE CAS D'AFFAIRES DU WIMAX.....	88
TABLEAU IV-14: CAPEX ET OPEX PENDANT CINQ ANNEES.....	89
TABLEAU IV-15 : NOMBRES D'ABONNE ET REVENUS PREVUS PENDANT CINQ ANNEES	89

## LISTE DE FIGURES

FIGURE II-1 : ARCHITECTURE DE RESEAU 1G SANS FIL .....	4
FIGURE II-2 : ARCHITECTURE DE RESEAU 2G SANS FIL .....	5
FIGURE II-3 : ARCHITECTURE DE RESEAU 3G SANS FIL .....	9
FIGURE II-4 : SEQUENCE DE VALEURS POUR 3G .....	22
FIGURE II-5 : SEQUENCE DE VALEURS 3G AUGMENTEE [13].....	23
FIGURE II-6 : OPTIONS DE TECHNOLOGIE DANS LE RESEAU SANS FIL .....	30
FIGURE II-7 : ARCHITECTURE DE RESEAU DE FWA .....	33
FIGURE II-8 : CAPACITE MOYENNE DE SECTEUR EN FONCTION DE GAMME DE CELLULES POUR WIMAX .....	37
FIGURE III-1 : ANALOGIES ENTRE DES OPTIONS REELLES ET FINANCIERES.....	56
FIGURE III-2 : LA VALEUR RELATIVE DE L'OPTION D'ACHAT EUROPEENNE EN FONCTION DE LA COUT-A-VALEUR NPV METRIQUE ET DU RISQUE CUMULATIF $\sigma\sqrt{T}$ .....	63
FIGURE IV-1 : LA GEOGRAPHIE PILOT, LA PHOTO SATELLITE D'ISTANBUL.....	74
FIGURE IV-2 : SENSIBILITE DE LA VALEUR TOTALE A LA VOLATILITE .....	80
FIGURE IV-3 : SENSIBILITE DE LA VALEUR TOTALE AU WACC .....	82
FIGURE IV-4 : SENSIBILITE DE LA VALEUR TOTALE AU FACTEUR DE SURRESERVATION.....	83
FIGURE IV-5 : SENSIBILITE DE LA VALEUR TOTALE A L'ARPU.....	85
FIGURE IV-6 - SENSIBILITE DE LA VALEUR TOTALE A LA VOLATILITE .....	90
FIGURE IV-7 - SENSIBILITE DE LA VALEUR TOTALE AU WACC .....	91
FIGURE IV-8 - SENSIBILITE DE LA VALEUR TOTALE AU FACTEUR DE SURRESERVATION.....	92
FIGURE IV-9 - SENSIBILITE DE LA VALEUR TOTALE A L'ARPU.....	93

## I. INTRODUCTION

### *A. Motivation*

Les marchés de télécommunications évoluent rapidement. La nécessité de transférer l'information a augmenté énormément avec la croissance explosive de l'Internet. Les innovations technologiques ont permis de nouvelles, capacité-consommant applications tandis que la pénétration des dispositifs qui peuvent communiquer les uns avec les autres au-dessus des réseaux sans fil a augmenté rapidement. En conséquence, le besoin d'infrastructure permettant un débit plus élevé par le réseau sans fil a augmenté exponentiellement et plusieurs compagnies de télécom ont établi les réseaux massifs pour satisfaire la demande croissante d'une largeur de bande plus élevée.

La déréglementation, les développements technologiques, et l'apparition de nouvelles compagnies de télécom ont augmenté des solutions de rechange d'une largeur de bande plus élevée. Une largeur de bande plus élevée signifie de plus hauts revenus et une rentabilité le plus probablement plus élevée. Défi de l'opérateur d'aujourd'hui est de déplacer la prochaine étape de la manière optimale.

La déréglementation de l'industrie de télécom mènera (et a déjà mené dans quelques régions) à une industrie réduite en fragments, où les compagnies se concentrent sur une certaine partie de la séquence de valeurs d'industrie. Ceci force des participants du marché à changer leurs manières de faire des affaires.

Pendant que les prix de capacité diminuent, les marges des compagnies de télécom deviennent plus minces. Les nouveaux investissements dans les réseaux exigent les quantités énormes de capital auxquelles les compagnies ont actuellement un accès limité. Ainsi, il est essentiel de tenir compte de toute l'information disponible en faisant des investissements ou en restructurant des stratégies. Toutes les décisions

devraient être basées sur des analyses complètes et, par exemple, la synchronisation optimale des investissements devrait être évaluée de façon ou d'autre. Les prix du marché et l'approche d'options réels peuvent de manière significative contribuer beaucoup de des problèmes d'évaluation et de synchronisation.

## **B. Objectifs**

Des méthodes traditionnelles d'évaluation, telles que l'analyse de la valeur nette (NPV), peuvent être appliquées à beaucoup de problèmes d'évaluation, mais elles ne sont pas applicables aux cas où l'incertitude joue un rôle significatif. Les méthodes traditionnelles ignorent la valeur possible de retarder des incertitudes d'une décision et d'attente pour résoudre à l'avenir. Ainsi, quelques investissements sont plus tôt faits qu'optimaux. D'une part, quelques investissements sont abandonnés bien qu'ils devraient être effectués.

L'approche d'option réelle, cependant, prend en compte la valeur de la flexibilité pendant que quelques décisions peuvent être remises à plus tard et dans certains cas des projets peuvent être lancés avec le bas engagement d'investissement préservant l'option pour accomplir plus tard l'investissement d'une façon rapide. Le raisonnement d'option réel peut également fournir des directeurs un outil stratégique pour augmenter pro activement la valeur de nouveaux débouchés.

Cette mémoire se concentre sur la théorie d'option réelle et sur ses applications sur le marché de télécommunications. Les objectifs de cette mémoire sont:

1. pour présenter la théorie d'option réel et pour discuter son applicabilité comme outil de décision,
2. pour exemplifier quelques options réels présentent sur le marché, et
3. pour s'appliquer l'approche d'option réelle à deux a choisi des cas pour démontrer la puissance de l'option évaluant des modèles comme un outil de support de décision sur le marché de télécommunications.

## II. CONTEXTE

### A. *Présentation des Technologies Sans Fils*

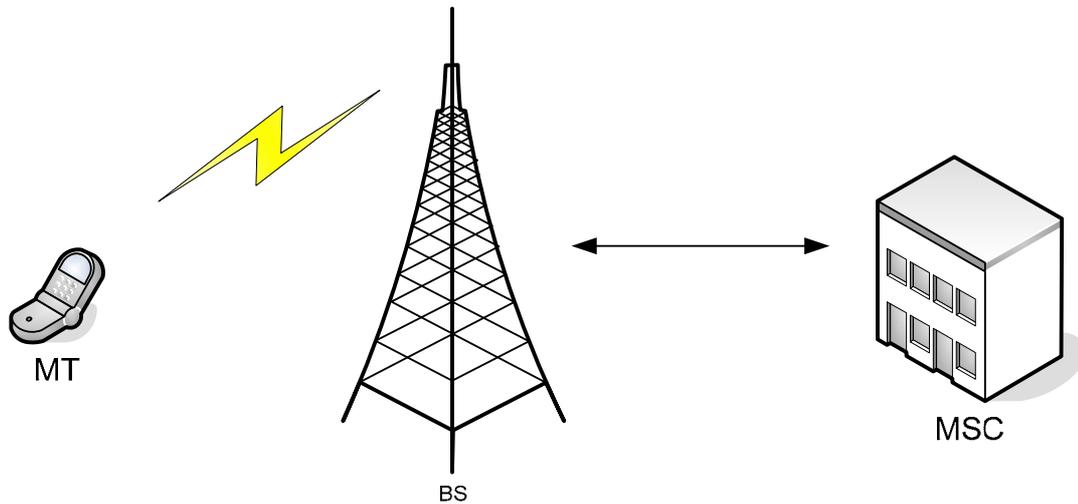
#### 1. Histoire de la Communication Mobile

Avant que nous expliquions ce qui constitue des technologies mobiles de la troisième génération (3G), nous jetons un coup d'œil à l'histoire des communications mobiles. L'évolution des systèmes mobiles a été basée sur des thèmes communs à travers différentes normes : mobilité, sécurité, errant, et service amélioré de voix.

Des réseaux mobiles de la première génération (1G) ont été conçus essentiellement pour des transmissions de voix, analogue en nature, et des services sans fil localisés. La figure II-1 montre l'architecture générique d'un réseau de radio cellulaire de première génération, qui inclut les bornes mobiles (MT), les stations de base (BS) et les centres de commutation mobile (MSC). Le MSC maintient toute l'information relative mobile et commande chaque transfert mobile. Le MSC exécute également toutes les fonctions de gestion de réseau, telles que la manipulation d'appel et le traitement, la détection d'affichage et de fraude. Le MSC est relié ensemble avec le réseau téléphonique public de commutateur (PSTN) par l'intermédiaire des troncs et d'un commutateur tandem. Les exemples des systèmes 1G principaux sont : AMPS (système anticipé de téléphone portable), TACS (système de communications total d'Access), et NMT (mobil phone nordique).

En les années 90, les systèmes de la deuxième génération (2G) ont été déployés. Le réseau 2G a présenté la nouvelle architecture de réseau. D'abord, le système 2G a réduit la charge informatique du MSC et à la place présenté le concept du contrôleur de station de base de '(BSC)' comme un mécanisme avancé de traitement d'appel. BSC s'appelle une unité de commande gauche par radio, qui permet l'interface de données entre la station de base et le MSC. En second lieu, le système 2G emploie le

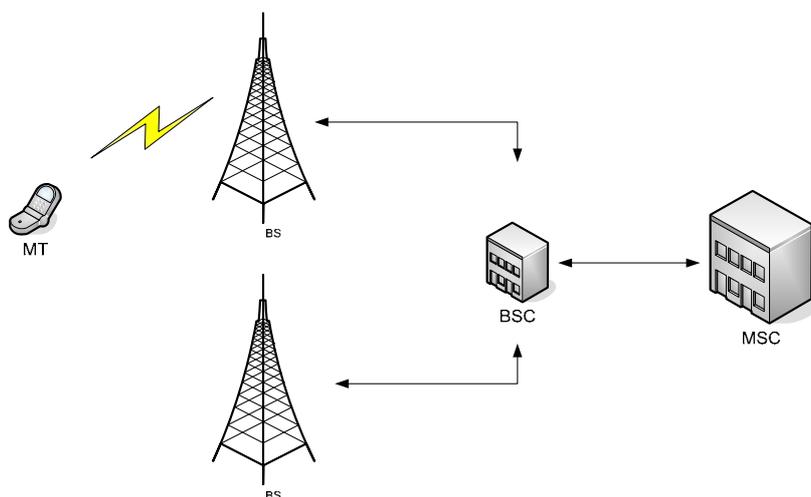
codage numérique de voix et la modulation numérique. En conclusion, le 2G fournit la voix consacrée et la signalisation entre MSCs, et entre chaque MSC et le PSTN.



**Figure II-1 : Architecture de réseau 1G sans fil**

Les systèmes 2G étaient numériques en nature, avaient augmenté des possibilités de voix par rapport aux systèmes analogues, à la meilleure gestion de spectre, au secteur plus large d'assurance, à la commutation de circuit, et à la meilleure mobilité. La technologie 2G s'est composée de : GSM (système global pour des Mobile-communications), TDMA (Access multiple temporel), et CDMA (Access multiple de division des codes). Le premier objectif de 2G était d'offrir la voix avec des possibilités supplémentaires de SMS (service messages court) et de livraison des textes. Les technologies 2G ont été déployées dans des bandes de 800, 900, 1800, et 1900 mégahertz, offrant des débits dans la gamme de 9.6Kbps à 14.4Kbps (vitesse d'un modem d'appel téléphonique). Pendant cette période de temps, le marché a éprouvé l'apparition de l'Internet. Le premier équipement a été utilisé pour se relier à l'Internet, si des débits de 9.6Kbps à 14.4Kbps. Avec l'avancement dans l'industrie de téléphonie, les nouvelles technologies ont commencé à offrir des services à bande large au-dessus de 200Kbps, en utilisant le câble et le DSL (ligne d'abonné de digital). La possibilité d'offrir les mêmes services de données employant la technologie sans fil était loin de réalité à ce moment-là. Jusqu'à la fin de 2000, les technologies mobiles ont offert seulement des services fondamentaux, tels que SMS et livraison des textes.

Vers la fin de 2000, des services de voix ont été déjà mûris. Le centre des compagnies sans fil a décalé pour augmenter des débits et pour faire disponible très les mêmes demandes des réseaux de câble à la communauté sans fil. Des avancements ont été faits aux technologies 2G pour répondre aux espérances du marché. D'ici 2001, les technologies 2.5G ont été présentées, qui étaient entre 3G et 2G. Les systèmes aiment les données avec commutation à circuit à grande vitesse (HSCSD), les services généraux de radio de paquet (GPRS), débit augmenté pour l'évolution de GSM (EDGE), et CDMA2000-1xRTT ont été présentés. Les technologies 2.5G étaient numériques dans la nature, le circuit d'offre et les services commutés emballés de données. Les technologies 2.5G ont offert des débits dans la gamme de 28.8/56.6Kbps à 384Kbps (en conditions idéales), et des services comme : le voicemail, email, les services basé à location, le Web en utilisant WAP (protocole d'application sans fil), et d'autres services d'e-commerce. Les systèmes 2.5G étaient des technologies intermédiaires aux systèmes de troisième génération (3G) qui étaient à ce moment-là dans la phase de développement ou d'essai et étaient prêts pour être déployés. 2.5G a offert une première plateforme pour des services d'offre de données, car les technologies 3G étaient prêtes. Fondamentalement, 2.5G établissaient le lien entre 2G et les technologies 3G, car il y avait retardant dans l'introduction des systèmes 3G.



**Figure II-2 : architecture de réseau 2G sans fil**

L'union de télécommunications internationale (ITU) a créé IMT-2000 (télécommunications mobiles internationales), une norme simple sous laquelle tous

systèmes de la troisième génération (3G) ont été définies [1]. Selon IMT-2000, la conception des technologies 3G devrait être basée sur l'objectif suivant [1] : une architecture prouvant la capacité maximum de réseau, applications riches contentes d'offre indépendamment de l'endroit d'utilisateur. Les caractéristiques principales des systèmes 3G sont « Toujours-sur la connectivité », « tout le réseau d'IP », et « accès global », et « les services à valeur ajoutée » [1].

**Tableau II-1 : Évolution des technologies mobiles**

Génération	Système	Objectif	Dispositifs	Applications
1G	AMPS, TACS, NMT	Voix	Analogue, Services localisés	Voix
2G	GSM, TDMA, CDMA	Voix	Digital, Roaming Messaging	Données avec commutation à circuit
2.5G	GPRS, CDMA, EDGE	Données	Toujours-sur Données de circuit/paquet	Email, Web, E-com, MMS
3G	WCDMA, cdma2000	Multimédia	Données de paquet	Vidéo, MMS, E Portails, WISP

## 2. Des réseaux mobiles de la troisième génération (3G)

L'industrie mobile suit deux normes principales : le GSM, développé par ETSI, et le CDMA se sont développés par TIA (association d'industrie de télécommunications). Actuellement, il y a deux groupes principaux de projet d'association : les 3GPP (3ème projet d'association de génération) et 3GPP2 (3ème projet 2), celui d'association de génération s'occupent du développement de ces technologies [2]. 3GPP normalise les systèmes basés par GSM, tandis que 3GPP2 normalise les systèmes basés par CDMA. Sous le parapluie IMT-2000, UMTS (systèmes mobiles universels de télécommunications) basés sur WCDMA (Access multiple de division des codes à large bande) et CDMA2000 constituent les systèmes 3G. Selon ITU, les systèmes 3G devraient fournir des débits de 144Kbps pour véhiculaire, de 384Kbps pour le piéton et de 2Mbps pour l'environnement d'intérieur afin de répondre aux exigences IMT-2000 [1].

[1] A.Selian, (2002). "3G Mobile Licensing Policy: From GSM to IMT-2000 - A Comparative Analysis", **International Telecommunications Union (ITU)**, Étude de cas, pp. 11-27.

[2] G.Patel et S.Dennett, (2000). "The 3GPP and 3GPP2 Movements Towards an All-IP Mobile Network", **IEEE Personal Communications**, Vol.7, No.4, pp. 62-64.

### **a) cdma2000**

Cdma2000 est la variante 3G des systèmes de la première génération CDMA (IS-95) qui fournissent des services augmentés. L'avantage principal des systèmes cdma2000 est qu'ils peuvent être déployés dans le même spectre qu'IS-95A et IS-95B : Par conséquent, ils n'exigent pas le spectre séparé, comme en cas de déploiements d'UMTS/WCDMA en Europe. La largeur de bande de canal de radio fréquence ( $r_f$ ) dans cdma2000 est 1.25MHz les périodes 1, 3, 6, 9, ou 12 ou multiples de sa 2.5G largeur de bande de la variante cdma2000 1x-RTT (technologie par radio de transmission) RF (1.25MHz).

L'évolution de cdma2000 est divisée en trois phases. Dans la phase I : cdma2000 1x (disponible dans le marché), fournit la voix avec commutation à circuit simultanée et les données de paquet appellent dans le même canal de RF. Elles offrent la capacité accrue de voix comparée au 1G IS-95, et les débits jusqu'à 307Kbps. Phase II : cdma2000 1xEV-D0 (mis en application par peu d'opérateurs tels que des PCs de Verizon, de Sprint et des télécom de la Corée du Sud), est basé sur la technologie sans fil élevée du débit de Qualcomm (HDR), et offre des débits dans la gamme de 2.45Mbps. Il soutient des données de commutation de paquets, et manipule des appels de voix tandis que sur des données appelle simultanément ; idéal pour fournir des services sans fil d'Internet (WISP) et des services sans fil fixés, abaisse la charge de placement, car aucun équipement de commutateur de circuit n'est nécessaire. En outre, cdma2000 1xEV-DV est la version avancée de cdma2000 1xEV-DO. Ce système offre des débits de 3Mbps à 5Mbps, à service en temps réel de données de paquet rendu possible, à données simultanées et à appels de voix possibles. En conclusion, phase III : le Multi-porteur cdma2000, c.-à-d., cdma2000 3x a lieu toujours dans la phase de recherches. Le centre primaire de ce système est de fournir 1Mbps pour véhiculaire et 2Mbps pour le trafic piétonnier. (Voir le tableau II-2)

### **b) Universel Mobile Télécommunications Systems**

UMTS est le système 3G évolutionnaire de la famille de GSM, développé par les organismes de normalisation européens. Actuellement, le groupe 3GPP est

responsable du développement et de la croissance de la technologie d'UMTS. L'interface d'air d'UMTS est basée sur l'ordre direct WCDMA (DS- WCDMA).

WCDMA a une largeur de bande de signal de RF de 5 MHz. Il peut être actionné en deux modes différents : Duplex de Division de fréquence (FDD) où la liaison montante et le downlink sont sur différents canaux de RF ; et le duplex temporel (TDD), où la liaison montante et le downlink sont sur le même canal de RF, et la séparation est réalisé à temps. Le mode de FDD sera mis en application d'abord. UMTS offre des débits dans la gamme de 144Kbps dans l'environnement rural, de 384Kpbs dans l'environnement urbain, et de 1.92Mbps dans l'environnement d'intérieur. UMTS fonctionne dans différentes bandes d'un spectre (voir le tableau II-2).

**Tableau II-2 : Comparaison des technologies mobiles basées sur des possibilités de données**

Génération	Système	Débits	Bande de Spectre
2G (Deuxième génération)	GSM CDMA (IS-136) TDMA	9.6-14.4Kbps 9.6Kbps 9.6Kbps	800, 900, 1800, 1900 MHz
2.5G (Génération intermédiaire)	GPRS EDGE cdma2000 1x-RTT	160Kbps 473.6Kbps 144Kbps	Approche de recouvrement
3G (Troisième génération)	UMTS/WCDMA	Rural : 144Kbps Urbain: 384Kbps D'intérieur: 1.92Mbps	Europe : (FDD) Liaison montante: 1920-1980MHz Downlink: 2110- 2170MHz US : Aucune attribution
famille cdma2000	cdma2000 1x	Downlink: 384Kbps Liaison montante: 144Kbps	450MHz - Roumanie (Verizon et Sprint) 1700MHz –Coré du Sud
	cdma2000 1xEV-DO	Downlink: 600Kbps Liaison montante: 144Kbps	
	cdma200 1xEV-DV	Projeté 1.2Mbps	

L'architecture de réseau d'UMTS est divisée en réseau d'accès par radio (A RAN) et réseau de noyau suivant les indications de la figure III-2. A RAN contient l'équipement d'utilisateur (UE), qui inclut l'équipement terminal (TE) et borne mobile (la TA), et le réseau d'accès par radio terrestre d'UMTS (UTRAN), qui inclut le contrôleur de réseau de Nœud-b et de radio (RNC). Le réseau de noyau (concentré sur le domaine de paquet) inclut deux nœuds de réseau : le nœud de soutien de la portion GPRS (SGSN) et le nœud de soutien du passage GPRS (GGSN). Le SGSN surveille l'endroit d'utilisateur et effectue des fonctions de sécurité et le contrôle d'accès. Le GGSN contient l'information de accès pour les utilisateurs joints de commutation de paquets et fournit à réagir réciproquement les réseaux de commutation de paquets externes.

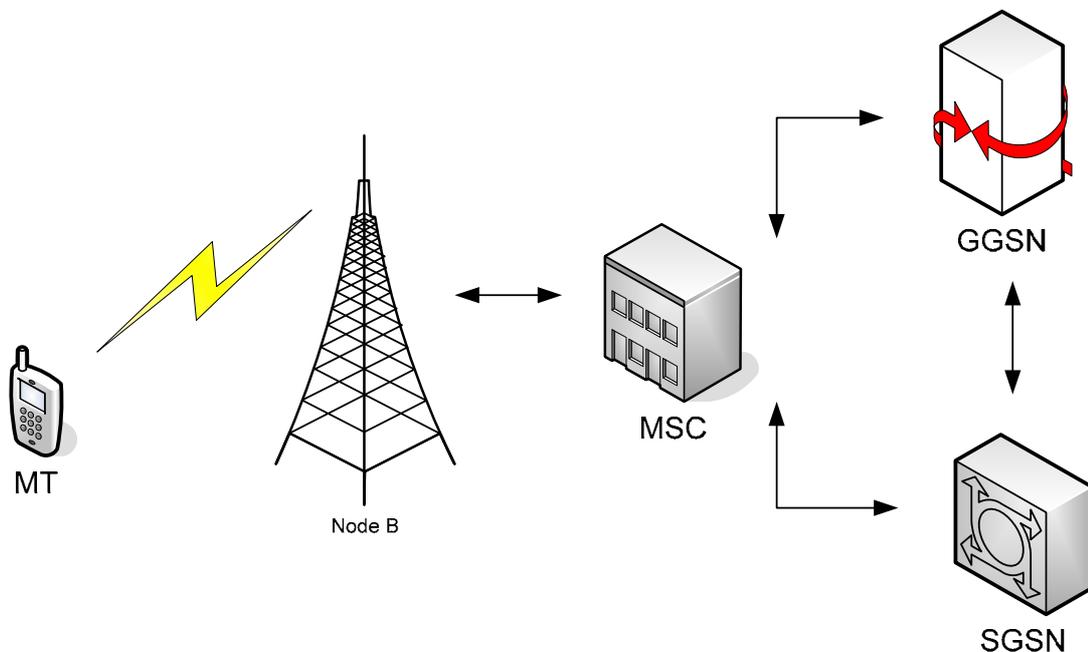


Figure II-3 : Architecture de réseau 3G sans fil

### 3. Les Facteurs Economiques formant Lancement d'UMTS

Les facteurs économiques formant le lancement d'UMTS ont été uniformément identifiés comme source la plus significative de risque pour le développement de l'infrastructure. C'est dû à l'incertitude entourant le marché pour des services mobiles de données. Des services de voix ont été adoptés avec le grand succès mais il est

incertain que les utilisateurs de services de données emploieront et combien ils coûtent disposés à payer.

Dans cette section, les conducteurs principaux des coûts de déployer des réseaux et des services d'UMTS sont discutés, y compris la situation financière courante aussi bien que les coûts pour l'infrastructure et le marketing. Plus tard, des revenus potentiels sont discutés en examinant les modèles possibles d'affaires à mettre en application par de divers joueurs aussi bien que le rôle de la vente en gros contre des revenu et la structure au détail du marché.

### **a) Coûts**

Les coûts de déployer les services 3G et les réseaux détermineront partiellement le succès de la technologie. La situation financière des opérateurs influencera à leur tour leur capacité d'encourir les coûts de roll out d'infrastructure aussi bien que les coûts de services de vente et des clients d'acquisition.

#### ***(1) Situation Financière***

Les coûts du spectre pour UMTS ont déjà été significatifs pour le développement du secteur pour plusieurs raisons. D'abord les niveaux élevés des offres ont appelé l'attention sur le secteur. En second lieu, les enchères ont examiné la résolution des participants du marché et leur attachement à la propriété de réseau. Troisièmement, le coût élevé du spectre, en combinaison avec d'autres facteurs contextuels, a pu avoir placé le secteur sur un cours vers la consolidation et la concentration suivante aussi bien que la portion comme facteur différenciant dans divers pays européens.

#### **(a) Les Coût de la Licence**

Bien que la plupart d'attention se soit concentrée sur les distributions de spectre les plus tôt et les plus chères le coût du spectre pour UMTS a changé considérablement à travers l'Europe (voir le tableau II-2). Il a été déterminé par la méthode avec laquelle les gouvernements ont distribué le spectre (dans la plupart des cas

enchères), le nombre de permis a publié, aussi bien que les plans des affaires des participants et la volonté de payer. Le niveau élevé des offres, en particulier ceux dans les enchères plus tôt de l'Européen 3G, a étonné des gouvernements et des participants. Tandis que les gouvernements tendent à expliquer le phénomène comme fonctionnement normal du marché et ainsi résultats désirés de la méthode de distribution d'enchère, il y a d'évidence anecdotique substantielle que le processus d'autorisation a été mal conçu [3].

À leurs opérateurs de noyau les explications se fondent sur le même argument mais ont certainement une interprétation différente. Les opérateurs expliquent que pour les joueurs existants sur le marché 2G les enchères de spectre ont été vues comme un permis de continuer dans ces affaires en tant qu'opérateurs mobiles de téléphonie. Ainsi, ils se sont sentis qu'ils ont dû être disposés à payer un montant significatif, légèrement soulagé par le fait qui à l'extrémité de l'enchère leurs concurrents seraient dans une situation semblable. La volonté des opérateurs de payer de telles grandes sommes soulève des questions au sujet de la valeur de la propriété de spectre et par conséquent de la propriété de réseau.

Gagner un sens de ce qui doit être accompli pour que des perspectives si optimistes lui soient réalisées est instructif pour mettre les coûts de permis dans la perspective. Si on examine le coût par habitant et coût par abonnés courants des permis il est clair que les revenus significatifs seront nécessaires pour couvrir ces coûts. Ces figures ont présenté dans le Tableau II-3 représentent les meilleur- et des cas les pires scénarios. Pour les Pays Bas dans le scénario de meilleur-cas la redevance de par-abonné est de 151 euros, alors que dans le scénario des cas les pires les honoraires sont de 397 euros. Encore, on doit considérer que ce sont simplement les coûts des permis en plus desquels tous les coûts d'investissements seront ajoutés. En outre, puisque les redevances sont fixes elles sont une plus grande charge pour de plus petits opérateurs [4].

---

[3] W.H.Melody, (2001). "Spectrum Auctions and Efficient Resource Allocation : Learning from the 3G Experience in Europe", **Info**, Vol.3, No.1, pp. 5-10.

[4] B.Duarte, (2001). "UMTS: challenges and perspectives", **Alcatel Telecommunications Review**, 1<sup>st</sup> Quarter 2001, pp. 5-9.

**Tableau II-3 : Redevances par habitant**

Pays	Population (millions)	UMTS récompense de permis processus	Nombre de permis	Charges totales d'UMTS (milliard €)	Total UMTS charges (par personne)	Nombre d'abonnés (*1000)	Charge par abonné
RU	60	Enchère	5	38	633	23919	1589
L'Allemagne	82	Enchère	6	50.8	620	23477	2164
La France	58	Concours de beauté	2	20	345	20594	971
L'Italie	57	Enchère	5	12.2	218	30080	406
Pays Bas	15	Enchère	5	2.7	151	6797	397
L'Autriche	8	Enchère	6	0.8	100	4200	190
La Suisse	7	Enchère	4	0.128	18	2943	44

Il devrait noter, cependant, que pas chacun souscrit à une perspective si pessimiste au sujet des implications des coûts de permis. Il y a ceux qui discutent cela si l'à niveau élevé des charges a comme conséquence la consolidation, ceci est peut-être le fonctionnement normal du marché dans lequel l'enchère et ses conséquences jouent un rôle de support. Il y a la possibilité que les opérateurs pourront en mesure à l'infrastructure du roll out 3G et que des services seront adoptés fournissant rapidement ces soumissionnaires réussis et encore-actionnant une position favorable sur un marché lucratif [5].

### (b) Les Tendances d'Industrie

Les redevances composent seulement une part de l'état du marché 3G courant. Nous avons identifié trois forces formant la situation actuelle. La première force formant le marché est la tendance vers une plus grande concurrence dans le secteur de télécom en général. Il y a des signes que cette tendance pourrait réellement commencer pour s'inverser elle-même mais pour le moment nous considérons les effets de la concurrence. Bien que le segment mobile soit l'un des secteurs les plus concurrentiels dans les télécom et ait eu lieu pendant un certain temps, la concurrence sur le marché fixe a représenté un grand changement pendant la dernière décennie. L'un des raisons que le marché fixe sujet pour les sociétés mobiles est qu'ils souvent complètement ou partiellement sont possédés par les

[5] Wall Street Journal, (2005). "Convergence Generation Next?", **Wall Street Journal**. Juin 25, 2005, pp. 17-22.

sociétés fixes de téléphonie. Les exemples des opérateurs fixes impliqués dans UMTS incluent British Telecom, Deutsche Telekom, France Telecom, KPN, Telefonica et Sonera. Comme la concurrence a mené ces maisons mères à poursuivre des stratégies plus risqué leur position comme sûr des investissements a détérioré.

La dépense sur des stratégies de diversification a introduit quelques parents dans le processus d'enchère déjà chargé de la dette lourde. La dette des opérateurs de télécom est un facteur qui a mené à un déclin dans des réputations de solvabilité. Cette dette préexistante combinée avec la dette encourue aux enchères est la deuxième force formant les conditions courantes sur le marché d'UMTS.

La troisième force est le déclin sur le marché de télécom en général. Ce déclin a créé une charge pour des fabricants aussi bien que des opérateurs. Il a défié des opérateurs dans leur dette réduisant des stratégies en tant que plusieurs prévus pour employer IPOs en tant que des moyens de soulever l'argent pour réduire la dette. Ces IPOs ont apporté moins capitale qu'au commencement prévu créant une plus grande pression.

Ces forces ont déjà affecté les compagnies impliquées sur le marché hollandais (France Telecom/orange (Dutchtone), British Telecom (Telfort), T-Mobile (Ben), Vodafone (Libertel), et KPN) bien que dans différentes manières. Des opérateurs de réseau qui font partie d'une alliance internationale des compagnies semblent avoir été affectés moins que KPN, dont la réputation de solvabilité descendente ont été composés par des acquisitions étrangères. Cependant, il est difficile de séparer les effets des charges de ceux de la diminution dans le secteur de télécommunication en général. Néanmoins, les charges, rétrospectivement, ont aggravé l'environnement déjà inhospitalier pour l'investissement d'infrastructure de télécom.

L'effet combiné des charges descendues et d'une croissance plus lente de l'industrie de télécom laisse des opérateurs dans une position périlleuse. La plus grande incertitude du marché recommanderait de remettre l'investissement à plus tard d'infrastructure d'UMTS jusqu'à ce que plus d'informations sur les futurs

développements soient indiquées. Cependant, le paiement de permis (et à un peu de degré, aux engagements de roll out) contraignent cette option à mesure qu'ils augmentent la pression sur des opérateurs de produire du revenu rapidement, qui exigerait un roll out rapide de l'infrastructure d'UMTS. Le réseau partageant de ce fait semble une stratégie raisonnable pour atténuer les risques résultants. Dans le milieu et de longue durée les redevances et le ralentissement sur les marchés de télécom peuvent augmenter la pression pour la consolidation de l'industrie sans fil, soulevant une foule de questions potentielles de normalisation et de concurrence.

## *(2) Coûts d'Infrastructure*

Si on considère les divers composants impliqués dans l'infrastructure du réseau 3G (les coûts d'emplacement, les lignes micro-onde, transport arrière, stations de base, etc.) il est clair que chacun de ces coûts sera affecté par des facteurs endogènes et exogènes. Par exemple, avec des coûts d'emplacement les facteurs qu'endogènes incluent si les emplacements existants peut être employé dans la nouvelle conception de réseau, les possessions immobilières existant, les accords avec des compagnies de tour, et les accords au sujet du partage d'emplacement. Les facteurs exogènes incluent, par exemple, la régulation d'environnement concernant les tours de la téléphonie mobile et tend dans des prix immobiliers.

Les coûts d'infrastructure dépendront également du coût d'équipement. Ces coûts seront les résultats d'un jeu de puissance entre les opérateurs, une partie de qui occupent une position puissante due à récent et consolidation éventuelle aussi bien que la concurrence féroce dans le secteur mobile d'équipement [6], et les fournisseurs d'équipement qui font face à des difficultés financières et compteront sur des revenus de nouvelles ventes d'équipement.

Un arrangement pour réduire des besoins de capitaux et des frais d'exploitation est partage de réseau. Plusieurs options pour le partage de réseau sont discutées à travers l'Europe, s'étendant des propositions modestes aux emplacements de part au

---

[6] B.Bath, (2005). "Wireless Services: Industry Overview", **Lehman Brothers Equity Research**, June 16, 2005.

roll out de seulement un réseau commun. L'approche adoptée en Allemagne, permettant le partage du réseau d'accès par radio tant qu'il y a séparation logique au nœud B, a beaucoup de dispositifs attrayants et semble devenir le modèle adopté par plusieurs autres nations européennes. Le potentiel d'économie de coût du partage de réseau dépend fortement du modèle de partage. L'étude de Lehman estime que le potentiel de l'épargne du partage d'emplacement est environ 5-15% de toutes les dépenses d'investissement (CAPEX) de roll out de réseau d'UMTS (voir le tableau II-4). Pour l'option de partage d'atteinte plus profonde adoptée en Allemagne, le potentiel de l'épargne est estimé d'être approximativement 40 - 50% de tout le coût du réseau d'accès par radio dans la phase initiale d'assurance et 10% de la phase de capacité [7]. Il doit maintenir dans l'esprit que le CAPEX du réseau d'accès par radio est seulement une partie de tout le CAPEX, qui est alternativement seulement une partie de tout le coût de présenter UMTS. En conséquence, le partage du réseau d'accès par radio peut raser au loin entre 6-8% de tout le coût (CAPEX et OPEX) de déploiement d'UMTS. Néanmoins, dans la courante situation financière, cette quantité peut être considérée une épargne significative.

**Tableau II-4 : L'épargne potentielle par le partage de réseau**

<b>Composants</b>	<b>pourcentage du réseau total CAPEX</b>	<b>L'épargne potentielle par le partage de réseau</b>
Coûts d'emplacement	20%	3-10%
Liens de micro-onde	5%	1-2.5%
Voyage de retour	5%	1-2.5%
Centres de commutation et de commande	15%	0%
Stations de base	40%	0%
Logiciel/facturation/électronique	15%	0%
Total	100%	5-15%

### **(3) Marketing**

La vente des services 3G expliquera une partie significative de l'investissement pour cette nouvelle technologie. Les subventions de l'appareil et les frais d'acquisition de client viendront après des investissements d'infrastructure et contribueront à la série d'investissement structurant la période de remboursement pour l'investissement.

---

[7] Ericsson, (2006). "Shared Networks: Ericsson", **Ericsson White Paper**.

### (a) Subventions de l'Appareil

Ce n'est pas clair jusqu'ici si des subventions de l'appareil sera reporté dans le marché 3G. Bien que les études modelant les marchés 3G incluent des subventions de l'appareil (l'étude de J.P. Morgan [8] attribue 11% de tous les coûts pour 3G au R-U au coût de subventions de l'appareil), les opérateurs sont uniformes en leur position qui assurent des subventions ne continueront pas. Les opérateurs discutent des subventions ne se comprennent pas pour 3G, à cause de la variété prévue dans les appareils. En outre, les subventions s'ajoutent au coût d'acquisition de client, qui dans 2G a été à peine couverte par les revenus moyens par abonné (ARPU).

La question des subventions de l'appareil dépasse les stratégies de différents opérateurs. Les divers joueurs sur le marché soutiennent et réfutent le rôle des subventions sur la diffusion mobile de téléphonie. D'une part on lui a discuté que les subventions de l'appareil causent des frais d'appel plus élevés et réduisent les avantages de la concurrence en attachant des clients à l'opérateur [6]. D'autre part, des subventions ont été attribuées à l'adoption rapide de la téléphonie mobile pendant qu'elles réduisent l'investissement exigé pour des consommateurs et rendent le service disponible à un plus large segment de la population.

De façon générale on s'attend à ce que les coûts encourus aux réseaux du roll out 3G changent de manière significative dans et à travers des pays. La position d'un joueur sur le marché et leurs rapports avec d'autres sociétés, si comme filiale ou dans un joint-venture en participation, affecteront leur capacité de négocier un prix réduit d'équipement. La dette encourue par des sociétés dans les pays où les offres d'enchère étaient volonté extrêmement élevée a moins le capital à investir dans les secteurs tels que la création ou l'acquisition contente. Ces joueurs peuvent essayer d'acquérir le contenu avec des parts plutôt que l'argent comptant [8]. L'état d'endroit et de marché des opérateurs peut également faire affecter le terme sur l'équilibre des forces parmi les opérateurs européens. Opérateurs que les grandes sommes payées

---

[8] J.P.Morgan et A.Andersen (2000). **Wireless Data: The World in Your Hand**, Londres, J.P. Morgan /Arthur Andersen.

pour le spectre ont dû raccourcir des plans internationaux d'expansion et avoir liquidés les parties des affaires qui ont été par le passé conçues pour fournir un réseau paneuropéen, tel que l'entreprise allemande d'Internet de la planète de KPN.

## **b) Revenus**

Les analyses des revenus potentiels pour des services d'UMTS ont et continueront à défier des analystes de marché car c'est jusqu'ici inconnu quels types d'applications conduiront la demande des services basés par UMTS. Une discussion des affaires modèle pour ces services comme une considération de la séquence de valeurs changeante dans des télécommunications mobiles suit.

### *(1) Les Incertitudes du Services*

La plus grande source d'incertitude dans l'arène 3G est quels modèles d'affaires se développeront et réussiront avec des données mobiles. Les données mobiles sont un produit à plusieurs facettes qui fournit une plateforme pour une grande variété de services pour des personnes aussi bien que des machines. Certaines des caractéristiques principales de ces services placeront et les personnalisations [9]. Les services dépendants de positionnement ou d'endroit, de telles directions de conduite, recommandations de stationnement ou de restaurant, seront possibles comme les opérateurs connaissent l'endroit de l'utilisateur en employant des données telles que l'identification de cellules (Cell ID), le temps allé et retour (RTT), et la période vide-Downlink (IP-DL). Des services peuvent également être personnalisés comme opérateurs ou les fournisseurs de service pourront stocker et accéder rapidement à des profils de client. Ainsi, des fournisseurs de service réussis seront exigés pour fournir l'information convenable qui est personnalisée et relié à l'endroit par un procédé de transaction qui est rapide et facile pour décréter [10].

La ponctualité d'information a réellement deux composants. D'abord, si les utilisateurs sont vraiment mobile, l'information endroit-appropriée peut ne pas être

---

[9] J.Borrel, (2001). "Gearing up for 3G", **Upside**, Vol.13, No.3, p 84-89.

[10] Nokia, (2005). "Make Money with 3G Services", **Nokia White Paper**.

utile que durant une période seulement très courte. En outre, les données mobiles d'UMTS permettent «always on» le raccordement. Les utilisateurs de SMS ou avec les raccordements fixes consacrés d'Internet sont déjà au courant des avantages de l'«always on» le raccordement. «Always on» signifie simplement que l'utilisateur établit un raccordement à l'Internet dès qu'ils mettront en marche leur appareil mobile. C'est différent du service de WAP où alimenter l'appareil permet la transmission de voix mais les utilisateurs doivent «dial-up» pour réaliser un raccordement de données. Ainsi, avec «always on» des consommateurs de raccordements s'attendra à ce que le traitement de l'information et les systèmes de récupération fonctionnent rapidement, un deuxième aspect d'opportunité.

Liée à l'opportunité est la vitesse à laquelle l'utilisateur se relie. On s'attend à ce qu'UMTS fasse disponible une gamme des vitesses de raccordement comprenant 144 kbps, 384 kbps et 2 Mbps. Comme expliqué précédemment, les vitesses sont liées à la mobilité de l'utilisateur avec des vitesses plus élevées de raccordement offrant une mobilité plus limitée.

Le défi en créant des affaires modèle pour des repos mobiles de données en rassemblant une variété de facteurs. Premier doit intégrer les dispositifs mentionnés ci-dessus de la technologie tels que son «always on» capacités, connaissant l'endroit de l'utilisateur, les diverses vitesses de raccordement et la mobilité qu'ils ont les moyens. La considération de ces facteurs exige également l'examen minutieux quant à quand les dispositifs seront disponibles et une évaluation de la probabilité qu'ils exécuteront au niveau indiqué par des fabricants d'équipement quand réellement déployé dans le réseau. En second lieu, les opérateurs et les fournisseurs de service doivent pouvoir prévoir quelles personnes de services trouveront l'objet de valeur et leurs élasticités des prix pour que ces services puissent juger si les revenus prévus justifient l'investissement exigé pour développer le service. En plus, les modèles d'affaires doivent équiper de la stratégie de la société et de son rôle désiré sur le marché.

### (a) Les Modèles de la Revenu

En se développant les affaires 3G modèlent un composant fondamental identifient les revenus potentiels. On s'attend à ce que des revenus pour les services 3G entrent dans 6 catégories: services avec préavis de communication (voix, email, SMS), la publicité, commissions sur des transactions, solutions d'affaires (également désignées sous le nom des données commerciales), services d'information et surfer, et divertissement (également désigné sous le nom des multimédia). Une catégorie additionnelle des services de machine-à-machine est incluse dans quelques modèles, bien qu'il semble y a un manque d'excédent de consensus s'il devrait être inclus dans des modèles de prévisions de revenu actuellement.

On s'attend à ce que ces services soient offerts en paquets qui combinent avec flexibilité des dispositifs de quatre secteurs : l'information, communication, productivité, et divertissement. Ces dimensions représentent des domaines de non-concurrence des services qui seront employés dans le marketing à différentes cibles. Des utilisateurs d'affaires sont susceptibles d'être intéressés à un paquet qui indique la communication, l'information et des services de productivité-augmenter tandis que le marché de la jeunesse peut être plus intéressé par la communication et le divertissement.

Rechercher sur la volonté des consommateurs de payer de tels services a constaté que 5-6% de ceux examinés étaient « très intéressé » à payer des services fournis par l'intermédiaire de leur téléphone portable (Nokia a commissionné une étude de 8 pays (États-Unis, R-U, Belgique, Italie, Danemark, Australie, Singapour, et Taiwan) avec un groupe d'approximativement 8000 individus, 1000 de chaque pays [11]. L'intérêt d'abord mesuré d'étude en recevant des services par l'intermédiaire d'un téléphone portable et des corrélations explorées d'intérêt.). Les facteurs principaux influençant cet intérêt étaient utilisation d'Internet, utilisation de téléphone portable, genre et âge. En termes de combien ils coûtaient disposés à dépenser au-dessus de leur facture mobile courante recherche a également constaté que les premiers

---

[11] Nokia, (2006). "3G Market Research: 3G Tariffing End User Study Global Findings", **Nokia White Paper**, p 44-67.

adapteurs étaient disposés à dépenser les montants suivants : 16-22 ans \$27 ; 23-34 ans \$22 ; et 35-54 ans \$22. Les services proposés par l'étude ont inclus email, réservation de billet, cartes, opérations bancaires, temps, lecture rapide d'Internet, information du trafic, planification de voyage, achats, téléchargements de musique, téléchargements vidéo, jeux vidéo et jeux de hasard. La liste est arrangée par ordre de pourcentage des répondants qui ont indiqué qu'ils sont «très prêts» pour payer un tel service.

Ainsi, les premiers adapteurs semblent être disposés à dépenser l'argent beaucoup en leurs besoins de communication avec l'email et le billet réservant les choix les plus populaires. Expérience au Japon par des appuis de service de i-mode de NTT DoCoMo cette évidence que les utilisateurs sont disposés à payer des services car les 48 pour cent de ses 18.8 millions d'abonnés payent le contenu. DoCoMo signale que les utilisateurs qui payent le contenu sans fil souscrivent à une moyenne de 2.2 services contents. Les honoraires pour chaque service sont au sujet de JPY 300 (USD 2.57) par mois. Ceci traduit en revenus annuels de JPY 30 milliard (USD 2.57 million).

Dans 3G on peut également considérer les revenus qui seront créés entre différents joueurs du marché. Les services de facturation ou la gestion de rapport de client ont fourni à l'autre application ou les fournisseurs de contenu pourraient être une source importante de revenu. En outre, les opérateurs de réseau peuvent trouver des données d'endroit ou les données de préférences de client deviennent des produits qui peuvent être lancés sur le marché aux fournisseurs d'application. La poursuite d'un tel modèle d'affaires cependant exige la sensibilité au sujet de l'intimité de client qu'autant de sociétés Internet-basées ont découverte. Nokia [10] propose la disposition de données d'endroit comme service vertical qui est inclus dans d'autres applications, toutefois les opérateurs peuvent trouver la collection et la distribution d'une telle information devient un produit en soi, partant de l'exploitation d'information pour d'autres fournisseurs d'application. Il est jusqu'ici peu clair que des capitaux du réseau 3G peuvent être employé pour produire des revenus directement et qui doit prévu libre comme base pour attirer les fournisseurs de contenu aux portails, par la suite apportant le revenu mais dans moins dirigent la façon.

### (b) Les Tarifs et la Facturation

Les modèles d'affaires développés pour des services mobiles de données doivent également indiquer les mécanismes d'établir des tarifs et de facturation. La tarification des services dans UMTS est susceptible de se composer de plusieurs composants, combinaison des frais fixe et des frais de variable. Si la concurrence efficace émerge, les tarifs refléteront fournir-et-demande caractéristiques du marché. D'une perspective de côté fournisseur, les prix devraient refléter les structures de coût des services (c.-à-d., fixe facture pour des services fixe coût, variable facture pour des coûts changeant de l'utilisation). Cependant, du côté de la demande la convenance et la transparence pour les utilisateurs joueront également un rôle en formant des tarifs. La recherche sur des tarifs a constaté que les paiements fixes et le paquet standard étaient les structures tarifaires les plus populaires [11]. Le remplissage de volume de fichier était le moindre paquet préféré comme les consommateurs se sont sentis qu'ils ont manqué de la capacité d'ordonner les volumes de fichier des téléchargements et des attachements d'email.

Des tarifs pour les services 3G seront encore compliqués par des considérations de marketing. On le prévoit par certains que les programmes de fidélité de client et les accords de partage de revenu avec les réalisateurs de contenu pourraient jouer un rôle important en déterminant les structures tarifaires [10], alors que d'autres remettent en cause la convenance de tels programmes, et par conséquent leur impact sur des tarifs pour 3G [12]. Les tarifs peuvent être pourtant davantage de compliqué par la demande des tarifs uniformes à niveau européen.

La facturation sera un composant important d'établissement et de maintien de contact de client pour n'importe quel joueur du marché 3G peut capturer ce rôle. On s'attend à ce que la facturation soit un élément d'un enchaînement des arrangements contractuels complexes entre les joueurs du marché [12]. Pour quelques clients la deuxième étape dans la facturation sera inutile, avec des services prépayés prévus pour être une option populaire dans 3G. Les deux aspects du service prépayé,

---

[12] H.Kim, (2005). "Real Options: The Value of Strategic Technology Options in Wireless Industry", **Lattanze Working Paper**.

contrôle d'utilisation de la dépense et de l'anonymat, sont susceptibles d'être séparés pour permettre une plus grande utilisation des services personnalisés.

## (2) *La Structure du Marché*

Examiner des modèles potentiels pour la séquence de valeurs mobile de données une regarde naturellement à deux chaînes existantes : la chaîne 2G mobile et celle des services d'Internet. La plupart des analystes s'attendent à ce que la chaîne mobile de données soit hybride des deux. L'évolution de la séquence de valeurs se produira simultanément avec une évolution en structure du marché et les rôles adoptés, ou dur gagnés, par une gamme des joueurs. Les deux questions sont discutées, alternativement, ci-dessous.

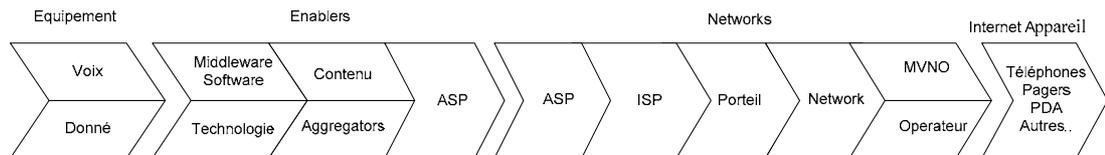
La séquence de valeurs d'Internet diffère de la séquence de valeurs mobile traditionnelle dans son emphase sur la publicité, le contenu, et les portails. Ces aspects seront incorporés à la séquence de valeurs mobile de données, avec des joueurs impliqués dans les portails, et à un moindre degré aux fournisseurs de contenu étant mieux placés pour le succès [8]. Une séquence de valeurs simple pour 3G représenté sur la figure II-4 inclura les fournisseurs de contenu, les fournisseurs d'application, les fournisseurs des portails, l'ISPs, les opérateurs de réseau, et les fournisseurs de l'appareil.



**Figure II-4 : Séquence de valeurs pour 3G**

Si on considère soigneusement la séquence de valeurs d'Internet et la gamme complète des joueurs impliqués dans les systèmes d'information de corporation comme ceux impliqués dans des entreprises commerciales d'Internet, il est clair que la position du « fournisseur d'application » sera réellement à plusieurs facettes. Une

conceptualisation de cette fonction a dénoté ce rôle en tant que «enablers» [13]. Suivant les indications de la figure II-5, les «enablers» sont des sociétés qui établissent le lien entre l'équipement, les applications et les services dont il y a trois types : fournisseurs de logiciel personnalisé, de contenu et de service d'application (ASP). L'inclusion des «enablers» dans la séquence de valeurs crée une perspective plus réaliste de ce qui sera exigé pour fournir des services mobiles de données.



**Figure II-5 : Séquence de valeurs 3G augmentée [13]**

Les rôles ou les divers liens dans la séquence de valeurs qu'une société choisit d'entreprendre combiné avec leur puissance, dérivée de l'expérience et les capitaux, formeront la structure du marché de l'industrie. Adopter de divers rôles exigera les changements cruciaux pour les joueurs existants du marché mobile tout en présentant des moyens d'une variété de nouveaux joueurs de se développer. Dans les paragraphes suivants le positionnement des opérateurs de réseau, l'équipement et les fabricants de l'appareil, les ISPs, les ASPs, et les MVNOs sont discutés.

### **(a) Les Opérateurs des Réseaux**

Opérateurs existants avec les réseaux 2G que les réseaux du lancement UMTS devront faire aux changements cruciaux de leur gamme des qualifications pour concurrencer dans l'environnement 3G. Les capitaux principaux des opérateurs dans cet environnement des affaires 3G seront leur infrastructure micro de facturation de paiement, une grande base d'utilisateur, une marque mobile établie, l'information de l'endroit des utilisateurs, les canaux établis de revendeur et l'infrastructure de réseau elle-même [10]. Bien que valable et fournissant une plateforme, ces capitaux ne garantissent pas le succès dans on s'attend à ce que ce qui soit l'aspect le plus lucratif des affaires ce qui fournit des services.

[13] Dundee, (2004). "The Services and Technology of the Wireless Internet: Costs and Benefits", Toronto, **Dundee Securities Corporation White Paper**.

Les opérateurs doivent soigneusement considérer leur position sur le marché et développer des plans d'affaires prudemment. En Europe, la tendance parmi des opérateurs est de développer des services internes de données et de commander l'accès de leurs abonnés au contenu [4]. Cependant, dans les entrevues avec une grande variété de joueurs hollandais du marché d'UMTS, il y a un accord presque unanime qui le modèle d'affaires de l'accès de contrôle de client au contenu et des applications monopolisant ne seront pas réussis. Les opérateurs et les fabricants d'équipement conviennent de même que cela dans les opérateurs du marché 3G doit créer une plateforme qui permettra l'accès ouvert à leurs clients. Il y a des différences, cependant, dans l'interprétation de « s'ouvrir » qui sera réalisée dans différents niveaux d'engagement aux associations avec les fournisseurs de contenu et développement interne de contenu. L'accès aux clients peut également être donné à différents niveaux à différents fournisseurs de service d'application.

Les facteurs qui peuvent influencer que des fournisseurs de service d'applications sont donné à accès aux portails des opérateurs sont l'acceptation sociale de l'application, le risque lié à l'affichage pour l'application, comment étroitement l'application concurrence ceux développées par l'opérateur, et si l'application exige également du fournisseur de service d'application d'acheter d'autres services de l'opérateur tel que l'information de facturation et/ou d'endroit. Les politiques des opérateurs sur l'accès au portail ou les services tels que la facturation ont pu les rendre extrêmement puissants. Par exemple, si d'autres modes de paiement ne développent pas la volonté d'un opérateur de fournir les services de facturation pour un fournisseur de service particulier d'application pourraient les faire ou casser.

### **(b) Les Fabricants d'Équipement**

On s'attend à ce qu'également le marché pour les appareils 3G augmente et apporte de nouveaux joueurs. Traditionnellement en téléphonie mobile les clients ont choisi des appareils basés sur les modèles fournis par leur opérateur. En effet plus de 70% des appareils dans le monde entier sont vendus par les canaux mobiles d'opérateur. Avec la diversité de extension dans les types d'appareils et le nombre de fabricants,

appareil avec une extrémité aux subventions, cette situation est susceptible de changer et avoir des implications pour le rapport de fabricant d'opérateur/équipement.

Pour ces fournisseurs qui vendent l'équipement de réseau aussi bien que des appareils cette stratégie de diversification a créé des avantages. Fatigué de retarder dans la livraison des appareils, opérateurs exigent des assurances sur la livraison de l'appareil en passant des commandes pour l'équipement de réseau. D'une part, des fabricants d'équipement qui ont pris une position moins agressive sur le marché d'appareil mieux ont été isolés de la diminution récente sur ce marché.

Les fabricants sur les marchés d'équipement de l'appareil et de réseau ont été profondément avertis des services de valeur représentés dans la séquence de valeurs 3G et entrent dans des associations avec des créateurs d'application, en dépit de avoir dérangé certains des opérateurs [8]. Par exemple, Nortel a établi un rapport avec AOL pour collaborer sur offrir VOIP, et travaille avec Hewlett-Packard, recherche dans le mouvement, et Panasonic pour créer des applications telles que des services à commande vocale de Web. Ericsson travaille également pour développer des produits et des services d'Internet. Ils ont actuellement environ 70.000 associés d'applications, et ils ont un programme pour relier les fournisseurs de contenu aux opérateurs pour leur montrer comment produire des revenus des services mobiles d'Internet [14].

### (c) Les MISP, ASP, et MVNO

En dépit de la valeur imminente de l'expérience ISP apportée au monde mobile de données, il y a peu mention d'eux en parlant aux opérateurs et aux fournisseurs d'équipement. Il est peu clair ce qui sera leur rôle et qui agira en tant que « Mobile Internet Service Provider » (MISP). On le croit par certains que les opérateurs de réseau pourront limiter l'accès par des clients à l'Internet plus large. Cependant il est faisable qu'une ISP de ligne fixe ait établi un passage d'Internet pour fournir un raccordement direct d'Internet, reléguant l'opérateur de réseau dans une pipe de peu.

---

[14] K.Carroll, (2001). "Infrastructure Ingredients", *Telephony*, Vol.240, No.60, Mars 19, 2001.

Les opérateurs ont demandé des fabricants de vendre les appareils qui ne peuvent pas être modifiés de ce fait exigeant du client d'employer l'opérateur de réseau en tant que son MISIP, mais les fabricants de l'appareil sont refusés de fournir tels appareils. En outre, une telle stratégie est susceptible d'être non réussie car elle fournirait un avantage concurrentiel à ces opérateurs qui permettent à des clients de choisir leur propre MISIP [8].

Les ISPs traditionnelles ont pu être affecté à la longue terme par le degré de l'ouverture de ses réseaux. Aux étapes initiales du roll out d'UMTS le trafic d'Internet produit par les services 3G est susceptible d'être bas une fois comparé au trafic produit par leurs clients fixes. Cependant, sur le marché concurrentiel d'ISP le service mobile sera une région productrice. Ainsi dans si un opérateur emploie « ouvert », « s'ouvrir dehors » ou une stratégie « de jardin muré » aura des implications pour ISPs. L'approche «ouvert» permet à des clients de n'importe quel réseau d'accéder au portail et de n'importe quel dispositif (PC ou TV). L'approche « s'ouvrir dehors» limite l'accès dedans au portail mais permet à des utilisateurs d'accéder au reste de l'Internet. L'approche «de jardin muré» limite l'accès au portail aussi bien qu'empêcher des clients d'un accès plus large à l'Internet. Naturellement, l'approche « s'ouvrir dehors» est la plus favorable pour ISPs, alors qu'elle est moins l'attrayante pour les opérateurs de réseau, car elle réduit la capacité de capturer des revenus.

Les stratégies utilisées par des opérateurs de réseau ne sont pas cependant basées seulement sur des facteurs endogènes. La diminution dans l'économie qui a mené à une crise proche dans le domaine de télécommunications pourrait produire des effets secondaires favorables pour des fournisseurs de service d'application. Comme portée de l'investissement requis pour apporter des services de l'application 3G au marché devient évident et les opérateurs de réseau que la dette les accroît ont peu de choix mais pour essayer à l'associé avec des ASPs au lieu de produire une grande quantité de contenu à l'interne. Ceci pourrait avoir des conséquences négatives cependant du fait les opérateurs auront peu d'argent comptant à investir et est susceptible d'offrir des ressources propres d'ASP seulement. Les recommandations faites aux opérateurs en choisissant un associé sont que les associés devraient être complémentaires, placé au delà de l'endroit géographique du marché et au delà de l'industrie immédiate. En

outre, elles auront de préférence de gagner le plus possible des ressources de l'opérateur [15]. Les perspectives pour des ASP ont été certainement augmentées par le succès du service d'i-mode au Japon où les milliers d'ASP fournissent des services par un réseau commandé par NTT DoCoMo et gagnent des bénéfices par des accords de partage de revenu.

Un autre joueur potentiellement important sur le marché sera les opérateurs de réseau mobiles virtuels (MVNO). MVNOs dans 3G vendra des services mobiles de données sans posséder un permis ou un réseau de leurs propres, se fondant sur l'accès à l'infrastructure d'un opérateur de réseau. On s'attend à ce que MVNOs existent dans 2G, mais joue un rôle encore plus grand dans 3G. Il y a plusieurs facteurs qui détermineront le destin de MVNOs.

Le premier facteur est les limites de l'accès. Ceci a pu être affecté par intervention de normalisation mais est pour être le résultat des négociations indépendantes entre les parties. La distribution de la puissance parmi des participants à ces négociations aura été partiellement déterminée par les résultats des enchères. Le prix élevé du spectre a causé quelques joueurs à la baisse hors du processus tout à fait et il y a ainsi quelques joueurs établis sur le marché de télécommunications qui sont attentifs sur poursuivre le modèle d'affaires de MVNO. Ainsi, les négociations d'accès peuvent ne pas être le David imaginé contre Goliath. Indépendamment de la puissance des joueurs, des opérateurs de réseau peuvent être forcés d'embrasser MVNOs pendant qu'ils représentent en gros de leur revenu et peuvent potentiellement aider des opérateurs à accomplir des engagements pour réduire leur dette.

L'accès de réseau physique est une question et l'accès aux portails est un autre. MVNOs sera également affecté par la stratégie adoptée par l'opérateur de réseau pour l'accès aux portails. Un «ouvert dans» stratégie permettrait à MVNOs de se concentrer sur des éléments de service tels que la facturation et d'éviter des investissements dans le développement de portail.

---

[15] P.W.Bane et N.Blain, (2001). "Surviving the Valley of Death", **Telephony**, Vol.240, pp. 70.

Dans la somme, cette section a indiqué l'environnement complexe pour l'investissement d'UMTS. Il y a le consensus répandu qui, donné l'incertitude quant au rendement réel de sources potentielles de revenu, le risque d'affaires est très haut. La flexibilité de la plateforme d'UMTS facilite beaucoup de modèles possibles d'affaires et l'expérimentation considérable peut être nécessaire avant que le consommateur ait besoin et leur volonté de payer ont été examinés dans le marché. Les effets combinés des coûts élevés de roll out l'infrastructure d'UMTS et de la diminution affectant l'accroissement plus ultérieur d'industries de l'information en général le risque d'investissement d'UMTS. Les engagements d'assurance admis par des opérateurs en conditions de permis et fonds déjà descendus dans les permis interdisent des opérateurs de remettre l'investissement à plus tard d'infrastructure d'UMTS, qui est la stratégie (raisonnable) choisie sur d'autres marchés tels que les États-Unis l'ordre public qu'ont limité des options pour atténuer certains des risques imminents.

#### **4. Evolution des technologies mobiles**

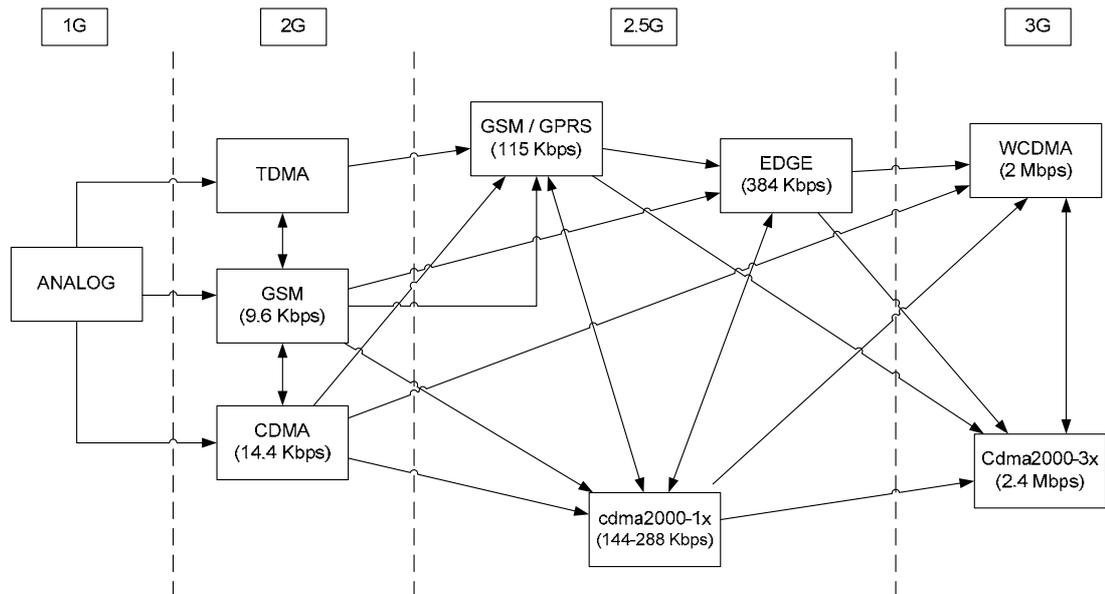
Regardaient arrière les systèmes 1G, là trois systèmes principaux : AMPS, TACS, et NMT (900). Émigrant de 1G à 2G (les systèmes à numériques analogues) 900) opérateurs de TACS et de NMT (ont émigré à 900) systèmes de GSM (tandis que des opérateurs d'AMPS déplacés à TDMA (IS-136) ou CDMA (IS-95), tous les deux qui fonctionnent dans 800MHz se réunissent (voir la figure II-6).

À la phase 2G, il y avait trois systèmes dominants principaux sur le marché : a) GSM fonctionnant dans la bande de 900, 1800, 1900 mégahertz, b) TDMA (IS-136) fonctionnant dans la bande 800MHz et 1900MHz, et c) le CDMA (IS-95) fonctionnant en 1900 et bande 800MHz. les systèmes 2G ont offert des services augmenté et de voix aux clients. Avec l'avancement dans numérique et ébrécher les technologies, des systèmes sans fil ont été améliorés et mieux contrôlés.

Avec la demande croissante dans des services mobiles et le besoin de relier les réseaux de corporation pour des communications de données, une génération intermédiaire (2.5G) des technologies ont été développées : GPRS et EDGE (tous

les deux dans la famille de GSM), et cdma2000 1X-RTT. Tout en émigrant de 2G à 2.5G, les opérateurs ont pris des décisions basées sur leur future planification. De 2G à 2.5G, les opérateurs de GSM ont émigré aux systèmes de GPRS et d'EDGE avec certains d'opérateurs de TDMA émigrant également aux systèmes de GSM/GPRS. D'une part, les opérateurs de CDMA ont émigré à cdma2000 1x-RTT (voir la figure II-6). La migration de 2 G à 2.5G aucun nouveau spectre n'a été exigé : dans le cas du spectre existant, une approche de recouvrement a été employée. Cette étape de migration n'a pas exigé l'investissement de capital d'équipement principal, excepté des cas de la migration de GSM/GPRS à GSM/GPRS/EDGE. Beaucoup de chercheurs considèrent l'EDGE comme technologie 2.75G, car elle offre des débits plus élevés dedans comparés aux technologies 2.5G. Cependant, la mise à niveau à l'EDGE a exigé des changements de matériel et de logiciel. Les points culminants de la migration de 2G à 2.5G étaient des données de commutation de paquets et des débits améliorés. Les systèmes 2.5G ont été vus comme plateforme pour fournir des services de données et comme mesure initiale vers offrir des services sans fil de données. Les systèmes 2.5G étaient le résultat de retarder le lancement des systèmes 3G.

Sur le marché 3G sans fil, deux technologies dominantes ont émergé : WCDMA, comme évolution de défaut des opérateurs de GSM et évolution cdma2000 pour des opérateurs de CDMA. Les technologies 3G adhèrent aux conditions d'ITU d'être marqué en tant que technologies du mobile 3G. Dans des circonstances idéales, les opérateurs de GSM émigreraient à WCDMA et les opérateurs de CDMA émigreraient aux systèmes cdma2000. Un opérateur qui émigre de 2.5G à 3G fait face à plusieurs nouvelles conditions critiques de spectre de questions par exemple, investissement de capital d'équipement, compatibilité en arrière des appareils, nouvelles appareils et applications d'être offert, etc. par exemple, un opérateur de GSM émigrant à WCDMA exigerait la nouvelle attribution de spectre qui fait à la migration un projet onéreux. Un opérateur de CDMA d'une part, peut construire sur le spectre existant « spectre ré-encadrant ».



**Figure II-6 : Options de technologie dans le réseau sans fil**

## **B. TECHNOLOGIE DE WIMAX**

### **1. 802.16 Introduction**

WIMAX représente l'interopérabilité mondiale pour l'accès de micro-onde. Au début c'était seulement le nom du groupe qui a favorisé 802.16 normes, mais plus tard l'étiquette de WIMAX est devenue pour dénoter la norme elle-même.

On le réclame largement que WIMAX présentera une menace à 3G en fournissant l'exécution énormément supérieure quand comparé à ses concurrents cellulaires. WIMAX n'est pas une norme omniprésente simple. C'est en fait un certain nombre de normes, conçues pour fournir différentes expériences à différents appareils. Les 802.16-2004 « norme de fixe WIMAX » peuvent avoir un certain succès. C'est susceptible d'être dans la campagne fournissant les raccordements à bande large aux endroits où à bande large de câble est trop cher de construire. Dans la plupart des circonstances, bien que WIMAX puisse convenir au déploiement à la maison de dernier mille, il aura limité le succès parce que dans beaucoup de cas à bande large de câble est déjà là. Notre focus est sur « WIMAX mobile » et son impact sur les solutions 3G traditionnelles.

Le 802.16e « WIMAX mobile » a été conçu pour concurrencer les réseaux 3G. Il y a une barrière importante à l'adoption parce que 802.16 normes ne définissent pas l'infrastructure entière de réseau, mais seulement aux deux plus basses couches de la pile par radio d'interface plus les interfaces exigées de commande et de gestion. Il y a une question, donc, au sujet de la façon dont les définitions absentes seront créées, et de si ceux-ci sont normalisés ou classe des propriétaires.

La capacité concurrentielle pour WIMAX mobile peut être retardée par la vitesse du déploiement. WIMAX mobile peut arriver trop tard pour concurrencer 3G tête à tête. Cependant, il est tout à fait possible, ou même probable, que WIMAX fera partie de futurs réseaux cellulaires dans une certaine forme ou une autre. Les techniques de WIMAX (sinon la norme elle-même) peuvent voir le succès en tant qu'élément des réseaux 3.5G/4G cellulaires. D'une part il est possible que des points d'accès de

WIMAX soient reliés au réseau du noyau 3G, et WIMAX devient ainsi une technologie additionnelle de réseau d'accès pour 3G.

Au commencement, quelques analystes ont vu un EDGE + la combinaison de WiFi comme menace principale à 3G, mais maintenant il semble que WIMAX a remplacé le croquemitaine 3G principal, au moins dans les médias.

Cependant, il y a également des compagnies cellulaires qui ne voient pas WIMAX en tant que concurrent après tout, mais simplement une technologie complémentaire qui peut coexister avec 3G, et augmente ses possibilités. WIMAX a pu être employé pour fournir « hotspots » dans le système 3G. Après tout, 802.16e indique seulement les couches physiques et contrôle d'accès de milieu (MAC) pour l'interface par radio. Tout autrement, y compris l'infrastructure de réseau, devra être acquis ailleurs, et le réseau 3G est très approprié pour accomplir le rôle « du réseau mobile de noyau de WIMAX ».

WIMAX est souvent présenté comme nouvelle technologie miraculeuse. En fait les systèmes semblables ont été disponibles pendant des années déjà. Nombreux systèmes de propriété industrielle sans fil à bande large de l'Access (BWA) ont été développés, pour fournir principalement les raccordements de tronc sans fil. Ce sont généralement les systèmes chers, conçus pour répondre à une exigence spécifique. Ce qui est le roman dans WIMAX est que c'est une norme commune et publique. Ceci permet à des compagnies de concevoir les systèmes interopérable, qui seront également meilleur marché pour se déployer que les systèmes de propriété industrielle.

## **2. L'Architecture de Réseau**

La figure II-7 illustre l'architecture de réseau sans fil fixe typique du réseau (FWA). Des réseaux de FWA sont typiquement basés sur une topologie point-à-multipoint, se composant du nombre de stations d'abonné, c.-à-d. l'équipement de lieux de client (CPE), relié aux stations de base centrales (BS), probablement par l'intermédiaire des stations de répéteur. Les stations de base fournissent des secteurs d'assurance à

l'aide des antennes avec des largeurs de faisceau de par exemple 60, 90, ou 120 degrés, multipliant efficacement la capacité de la cellule de BS. CPEs peut avoir séparément les antennes directionnelles exigeant l'installation extérieure ou les antennes omnidirectionnelles intégrées à l'unité d'intérieur de CPE.

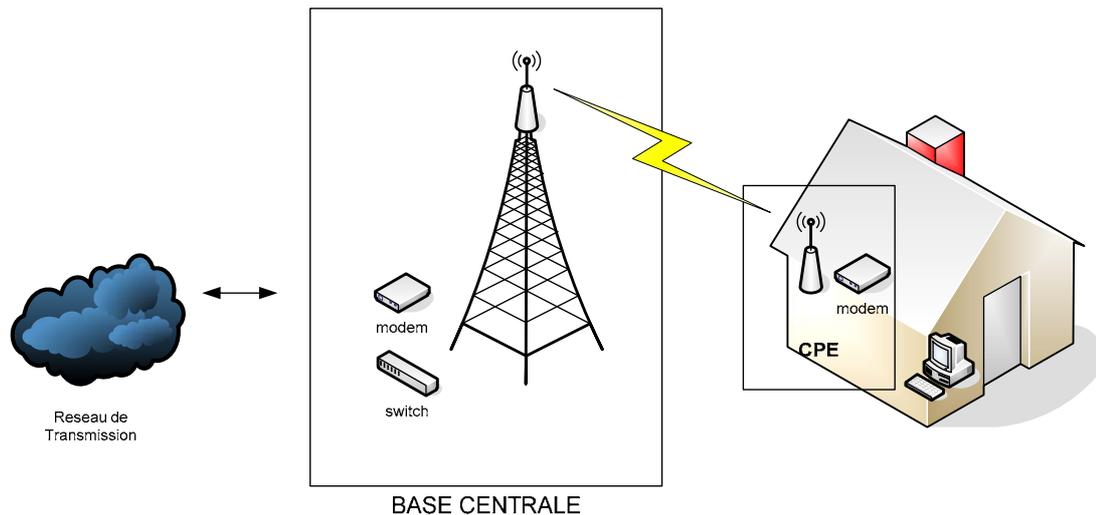


Figure II-7 : Architecture de réseau de FWA

### a) Les Standards et Interopérabilité

L'interopérabilité entre les fabricants de système permet par exemple à CPEs d'un fournisseur d'être employé dans un réseau en utilisant BSs des autres, ainsi réduisant des risques pour des opérateurs et permettant aux composants standard d'être fabriqué en grandes quantités et prix inférieurs. L'IEEE 802.16 normes et programme de certification de WIMAX sont les conducteurs les plus essentiels des systèmes interopérables de FWA. La norme 802.16-2004 d'IEEE [16] indiquent l'interface d'air pour les systèmes sans fil à bande large fixes d'accès. La norme n'indique pas un système inter-fonctionnel simple de FWA, mais inclut un excès des options pour que les fabricants d'équipement choisissent de. La norme inclut des caractéristiques séparées de couche physique pour le porteur unique (SC), les systèmes multiples orthogonaux de division de fréquence multiplexant (OFDM), et d'accès de division orthogonale de fréquence (OFDMA), fonctionnant sur de diverses bandes autorisées et permis/exemptes entre 2 et 60 gigahertz. En outre, les

[16] IEEE, (2004). "IEEE Standard for Local et Metropolitan Area Networks, Part 16: Air Interface for Fixed Broadband Wireless Access Systems", **IEEE Std 802.16-2004**.

fournisseurs de système peuvent choisir des arrangements entre de FDD et de TDD duplexage, de diverses largeurs de bande de canal, et des topologies point-à-multipoint et de maille de réseau. Pour une introduction plus détaillée aux détails de la norme d'IEEE 802.16, voir par exemple [17] et [18].

Le forum de WIMAX [19] a été fondé en 2001 pour favoriser et certifier la compatibilité et l'interopérabilité des systèmes sans fil à bande large d'accès de différents fabricants d'équipement. Pour conduire l'interopérabilité, le forum de WIMAX a indiqué un certain nombre de profils de système, c.-à-d. sous-ensembles des options de la norme d'IEEE 802.16-2004 qui doivent être mises en application par les fabricants d'équipement afin d'obtenir leurs systèmes certifiés. On s'attend à ce que le processus de certification a été lancé dans mi-2005, et OFDM-a basé la première fois WIMAX-a certifié des produits soit disponible au début de 2006.

### **b) Bandes de fréquence disponibles**

L'exécution des réseaux de WIMAX dépend fortement des bandes de fréquence disponibles pour les systèmes. Les déploiements viables exigent des dizaines de MHz. de spectre par opérateur, de préférence sur l'extrémité inférieure du spectre par radio pour réaliser une meilleure gamme et assurance. Le premier WIMAX- certifié des produits fonctionnera dans la bande de fréquence autorisée de 3.5 gigahertz, suivie des systèmes pour tous les deux la bande autorisée 2.5 par gigahertz aussi bien que la bande permis-exempte de 5.8 gigahertz (Tableau II-1).

---

[17] C.Eklund, R.B.Marks, K.L.Stanwood, et S.Wang, (2002). "IEEE Standard 802.16: A Technical Overview of the Wirelessman Air Interface for Broadband Wireless Access", **IEEE Communications Magazine**, Vol.98, Juin 2002.

[18] A.Ghosh, D.R.Wolter, J.G.Andrews, et R.Chen, (2005). "Broadband Wireless Access with WiMAX/802.16: Current Performance Benchmarks and Future Potential", **IEEE Communications Magazine**, Février 2005.

[19] WiMAX Forum, (2005). "WiMAX : The Business Case for Fixed Wireless Access in Emerging Markets", **Wimax Forum White Paper**, Juin 2005.

**Tableau II-1 : Bandes de fréquence disponibles pour des systèmes de WIMAX**

Bande de fréquence	2.5 GHz	3.5 GHz	5.8 GHz
Taille d'attribution	USA: 195 MHz	Europe (typique):190 MHz	USA: 125 MHz
Autorisé/non autorisé	Autorisé	Autorisé	Non autorisé
Disponibilité prévue en 2006-2008	Le Canada, les Etats-Unis, le central et l'Amérique du Sud, Asie Pacifique	Le Canada, central et l'Amérique du Sud, EMEA, Russie, Asie Pacifique	Global
Limites de puissance de transmission	E-U.: +53 dBm EIRP	Change entre les pays	E-U: +36 dBm EIRP
Attribution typique de spectre par opérateur	E-U.: 3 x 5.5 MHz + 6 MHz	Europe: 2 x 21-28 MHz	Aucun permis
Largeurs de bande appropriées de canal	5.5 MHz, 3 MHz	1.75 MHz, 3.5 MHz, 7 MHz	10 MHz

En plus des trois bandes initiales, le spectre pour des réseaux de FWA est disponible dans beaucoup de bandes de fréquence au-dessus de 10 gigahertz. Dans la plupart des pays européens, de grandes quantités de spectre ont été assignées des bandes de fréquence autour de 26 gigahertz, de 28 gigahertz, et de 40 gigahertz. Les caractéristiques de ces bandes sont très différentes des bandes de gigahertz sous-10, exigeant des conditions stricts de visibilité, éprouvant un effacement plus élevé et de la déperdition de pluie. D'une part, les attributions de spectre sont en général grandes, dans l'ordre de 100-200 mégahertz par opérateur, permettant à des débits plus élevés d'être offerts.

### **c) Capacité et Performance de Couverture**

Des réseaux d'accès par radio sont dimensionnés pour fournir la couverture suffisante et la capacité à l'aire de service. En conséquence, les déploiements de réseau peuvent être couverture ou capacité limitée. Dans la couverture des réseaux limités la demande de capacité de l'aire de service peut être accomplie avec un nombre minimum de cellules de BS optimisées pour la gamme maximum. Dans une

capacité le cas limité, les cellules additionnelles et les secteurs de BS sont exigés pour accomplir la demande de capacité.

La capacité d'un secteur simple de station de base de FWA dépend de la largeur de bande de canal et de l'efficacité spectrale de la modulation et du code utilisés. Les systèmes de WIMAX tirent profit de la modulation et du codage adaptatifs, la signification qu'à l'intérieur d'un secteur de BS chaque CPE peut employer le type de modulation le plus approprié et de codage indépendamment des autres. CPEs éprouvant la déperdition en circuit plus élevée doivent employer des types plus robustes et moins plus efficaces de modulation que CPEs avec de meilleurs états de lien.

Le type de modulation le plus robuste est en service BPSK, tandis que 64-QAM est le plus efficace, fournissant des débits maximum moins de 3 Mbps à 25 ci-dessus Mbps dans un système à l'aide des canaux typiques de 7 mégahertz. Pour expliquer la modulation adaptative, la capacité d'un secteur simple de BS est calculée comme moyenne de capacités de lien de tout CPEs dans le secteur de secteur. Par exemple, dans un secteur dimensionné pour la gamme maximum, approximativement 69% des utilisateurs doivent utiliser les types plus robustes BPSK et QPSK de modulation, diminuant la capacité moyenne de secteur seulement à 39% de la capacité maximum de lien. Cette différence entre la gamme de secteur et la capacité relatives est illustrée dans la figure II-8, séparément pour des déploiements en utilisant CPEs d'intérieur et extérieur. La gamme réelle de cellules dépend de la bande de fréquence, de l'environnement de propagation, et des caractéristiques d'exécution utilisés de système.

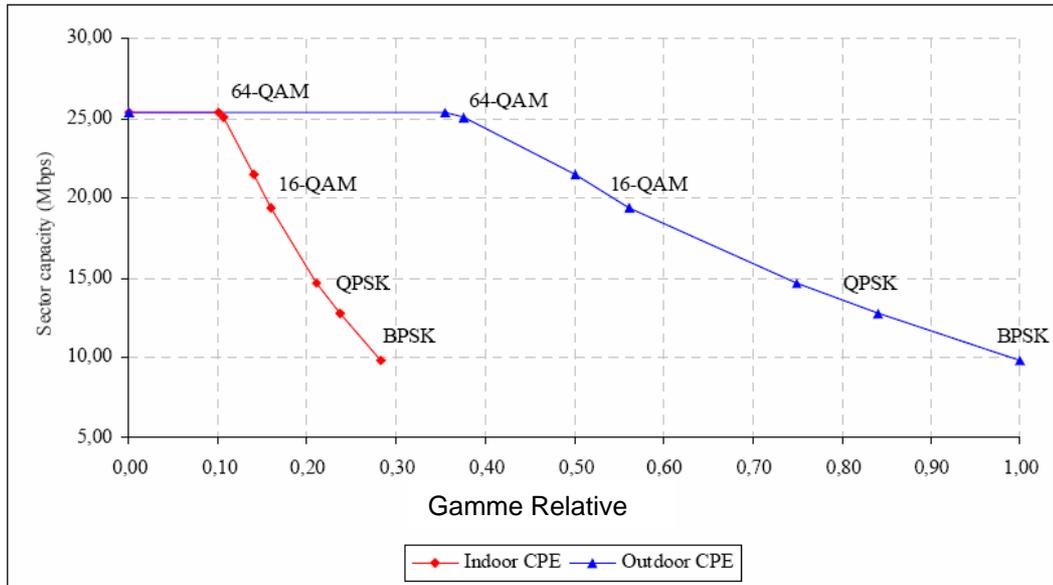


Figure II-8 : Capacité moyenne de secteur en fonction de gamme de cellules pour WIMAX

Pour des systèmes de WIMAX fonctionnant sur les bandes de fréquence de sous-10 gigahertz, service les offres avec des débits au-dessus de 2 Mbps peut devenir problématique. Bien que le débit moyen dans un secteur assurance-limité de BS soit autour 10 Mbps, les abonnés dans le bord de cellules utilisant la modulation de BPSK sont capables de la transmission/recevant aux débits moins de 3 Mbps. Ceci signifie que services de 4 Mbps peuvent être offerts seulement pour des abonnés ont placé suffisamment près de la station de base, utilisant par exemple la modulation 16-QAM ou 64-QAM. La situation est très semblable aux réseaux de DSL, où les abonnés ayant les boucles locales trop longues de leurs lieux aux centraux téléphoniques ne peuvent pas utiliser des débits au-dessus de 1 ou de 2 Mbps. En raison de cette limitation de capacité, par exemple services de vidéo de haute qualité ne pas être viable.

Une introduction et des informations détaillées sur la conception et l'exécution des réseaux de FWA peuvent être trouvées dans par exemple [20].

[20] H.R.Anderson, (2003). **Fixed Broadband Wireless System Design**, West Sussex, John Wiley & Sons Ltd.

### **3. Perspectives Commerciales pour WIMAX**

#### **a) Perspectives de WIMAX**

Les analystes suivant le progrès de WIMAX ont édité une large gamme des avis, changeant du «grand succès» «niche marché au mieux». Les arguments en faveur de WIMAX incluent les réclamations qu'il a une exécution et une assurance bien meilleures que les réseaux informatiques sans fil existants tels que WiFi. En outre, l'utilisation du spectre de WIMAX est gratuit ou au moins bon marché comparées au spectre 3G, et le matériel exigé pour WIMAX est beaucoup meilleur marché que l'infrastructure cellulaire de réseau. Les arguments contre WIMAX déclarent que la plupart des maisons et bureaux sur les marchés primaires ont déjà câblé les raccordements à bande large, et donc il y a peu d'incitation pour les propriétaires à la maison (ou leurs fournisseurs de service) à investir dans le nouvel équipement sans fil pour recevoir le même service qu'ils reçoivent déjà aujourd'hui par l'intermédiaire de la fibre. Les adversaires réclament que WIMAX mobile peut seulement réussir en tant qu'élément des réseaux 3G augmentés. D'ailleurs, le mobile WIMAX a besoin de spectre autorisé pour fonctionner dessus, et ce peut être coûteux. La synchronisation peut également avoir un effet sur le succès. La norme mobile de WIMAX, 802.16e, prendra un à long terme pour accomplir, parce qu'elle sera considérablement plus complexe que l'autre 802.1x ou les normes de WLAN et est susceptible d'avoir plus en commun avec des normes cellulaires qu'avec des normes existantes de WLAN. Ainsi, l'édition et déployer de la norme exigeront plus d'effort que des réalisations relativement simples de WLAN.

En conséquence, les premiers déploiements 802.16e ne seront pas probablement vus avant la fin de 2008. WIMAX 802.16e peut jaillir deviennent une technologie à bande large mobile importante. Cependant, si les premiers réseaux ne sont pas disponibles avant 2008, ils éprouveront la concurrence intense de 3G, qui sera bien établi à ce moment-là.

Deux scénarios possibles à l'avenir :

1) 3GPP adopte des techniques de WIMAX, ou de WIMAX, en tant qu'élément des réseaux 3G augmentés. Ceci peut se produire par l'intermédiaire de lâche ou de réagir réciproquement fortement. Dans WIMAX réagissant réciproquement lâche des points d'accès sont reliés au réseau du noyau 3G, et WIMAX devient ainsi une technologie additionnelle de réseau d'accès pour 3G. WIMAX pourrait par exemple être employé pour fournir hotspots pour des endroits où les utilisateurs veulent des raccordements de données plus élevés de vitesse. Ce concept d'employer d'autres technologies d'accès pour des hotspots a été déjà discuté dans 3GPP. En plus de WIMAX, hotspots pourraient également utiliser par exemple le TDD-mode 3GPP, le 802.11g (ou le n), et 802.20. Dans WIMAX réagissant réciproquement serré les couches physique et d'MAC seraient intégrés dans les caractéristiques 3GPP traditionnelles. Il est également possible que 3GPP sélectionne seulement un certain WIMAX - les techniques (par exemple, OFDMA, MIMO, largeurs de bande de canal aussi grandes que 20MHz) et les adopte dans des caractéristiques d'EUTRAN. Cependant, il est peu probable que cette nouvelle interface d'air s'appellerait désormais WIMAX.

2) WIMAX 802.16e est adopté par les fournisseurs de service à bande large de câble afin d'essayer d'augmenter leurs entreprises dans des données mobiles. Le problème ici est que ces fournisseurs de service auront besoin d'un réseau de noyau capable de contrôler la mobilité. L'IETF développe de nouvelles solutions basées par IP de mobile, mais ceux-ci ont pour être entièrement examinés encore. En outre, les solutions basées par IP mobiles tendent à avoir des problèmes avec la passation retarde. Cependant, 802.16d/e sera tout à fait capable de fournir les raccordements de données à grande vitesse pour les utilisateurs nomades. Les passations peuvent souffrir de la latence le rendant trop lent pour des services en temps réel, mais autrement le système peut fournir des taux de haut-données aux utilisateurs stationnaires ou lent-mobiles.

Il y a quelques questions commerciales autour de ces cas d'utilisation :

- Dans quelles circonstances les utilisateurs payeront-ils extra un nouveau niveau de la bande large sans fil ? Le nouveau matériel sera exigé pour employer WIMAX. Certains des avantages reproduisent la ligne existante de fil à bande large à la maison. Combien de temps elle prendra avant de nouvelles applications et services sont développés des lesquels un utilisateur ordinaire « a besoin » pour accéder à la bande large en dehors de sa maison.

- Y a-t-il vraiment un marché pour à bande large mobile ? Y a-t-il même un marché pour à bande large nomade ? Les systèmes publics de WiFi adressent déjà le marché pour les utilisateurs nomades de données, et ils n'ont pas été un grand succès. Apparemment, pas beaucoup de personnes payeront pour utiliser leurs ordinateurs portables en cafés, préférant à la place le mélange éprouvé et examiné de café et de journal pour la stimulation.

- Dans quelle mesure à bande large mobile exigera-t-il les applications et les services spécifiques qui sont optimisés pour des appareils? Les opérateurs mobiles continueront probablement à offrir les applications qui sont sur mesure pour l'environnement mobile. Les opérateurs à bande large, d'une part, peuvent juste offrir une grosse pipe de peu et donc pour accéder aux applications standard fournies par l'Internet. Cependant, le dernier peut ne pas être une option attrayante pour les utilisateurs mobiles qui d'ici là se sont habitués à de nouveaux services mobilité-adaptés aux besoins du client par 3G. Y a-t-il vraiment un besoin de grosse pipe mobile simple? Qui l'emploierait ? Typiquement ce n'est pas le taux de données brutes que les consommateurs sont intéressés dedans, mais les applications et les services, et comme remarquable, il se peut que 3G puisse fournir de meilleurs services pour les utilisateurs mobiles.

## **b) Concurrence d'autres Standards**

802.11 - C'est une technologie très peu coûteuse comparée à 802.16 et il est omniprésent. Cependant, il ne soutient pas la mobilité, et le secteur de couverture d'une station de base est pauvre (maximum ~100m de gamme). De nouvelles, plus capables 802.11 versions sont développées. La norme 802.11p concurrencera le 802.16e mobile. Ce système permet des opérations de WiFi à la vitesse et sera conçu particulièrement pour l'utilisation des véhicules à moteur. Il est susceptible de fournir des débits 6 Mbps au-dessus des distances de ~300m, voyageant en toute vitesse. Nous avons vu des déploiements tôt de WIMAX que 802.11 et 802.16 peuvent coexister et se compléter: tellement 802.11 ont pu fournir aux raccordements d'utilisateur 802.16 fournissant le raccordement de tronc entre les 802.11 points d'accès et le réseau de noyau.

802.20 (MBWA) - 802.20 est le système sans fil à bande large mobile « original » de l'accès (MBWA) par IEEE. 802.20. Objectifs pour développer une interface d'air à la laquelle fournit 1 Mbps accélère à 250 km/h aux gammes de cellules de jusqu'à 15 kilomètres. Ce système fonctionnera dans les bandes autorisées en-dessous de 3.5 gigahertz. Puisque les 802.16 groupes ont commencé le travail sur la variante 802.16e, ceci a rendu 802.20 quelque peu désuets avant qu'il ait été même soutenu. D'ailleurs, les rivalités techniques ont ralenti le travail dans les 802.20 groupes, et de plus en plus les compagnies laissent le groupe tout à fait parce qu'elles ne voient aucun futur pour 802.20 ; le nombre de participants lors réunions de 802.20 s'est réduit de moitié pendant les 12 derniers mois. Il est incertain si 802.20 ne seront jamais déployés. Il y a, cependant, Flash-OFDM appelé 802.20 par versions de propriété industrielle par Flarion qui a pu avoir limité le succès particulièrement nordique et en Europe de l'Est quand les vieilles fréquences NMT-450 sont autorisées pour l'usage à bande large mobile.

Bluetooth - cette norme a la gamme très pauvre, et quoiqu'il ait été employé dans quelques réseaux publics, ce n'est pas vraiment un concurrent à 802.16. Il peut fournir seulement de bas débits, et tend à souffrir des problèmes d'interopérabilité. Son attribue le plus positive est qu'il est bon marché.

UWB - La radio ultra à large bande peut fournir des taux très élevés de données, mais il n'est pas moyen encore disponible et de puissance de restrictions que sa gamme sera beaucoup trop courte pour les réseaux d'accès publics. Pour l'avenir il sera confiné aux réseaux personnels de secteur (PAN) (par exemple, aux maisons).

HiperMAN, HiperLAN2 - techniquement toutes les deux sont d'excellentes normes d'ETSI, mais il est évident qu'elles ne peuvent pas concurrencer des normes d'IEEE. Peut-être la différence entre les deux organismes de normalisation est celle dans IEEE que le travail d'étalonnage est conduit par des conditions d'affaires. Les compagnies libèrent d'abord produits de classe des propriétaires et des de «pré-standard», et alors une norme est rédigée qui parvient de façon ou d'autre à combiner les dispositifs de ces produits, et tire probablement de l'expérience acquise des proto-réseaux. Dans ETSI les normes se composent méthodiquement, et ceci garantit leur qualité. Cependant, il ne semble y avoir aucune demande de ces normes, parce qu'avant qu'ils soient libérés, les fabricants emploient déjà des caractéristiques conformant d'IEEE. En outre, la plupart des fabricants à bande large sans fil sont basés aux USA, et ils peuvent se sentir plus à la maison avec des normes d'IEEE qu'avec des normes européennes d'ETSI.

Technologies à bande large de câble - ils sont plus fiables et offrent habituellement plus de capacité. Cependant, ils ne soutiennent pas la mobilité, excepté le type nomade mobilité dans lequel le type mobile solutions d'IP permet à l'utilisateur de déplacer la borne à un autre endroit et de rebrancher immédiatement au réseau.

Satellite à bande large - les véritables services par satellite à bande large existent à peine et les offres sur le marché tendent à être à vitesse moyenne et plus chères que les systèmes sur terre. C'est au mieux un marché de niche, secteurs visés où il n'y a aucune option alternative pour recevoir des services de données.

3GPP - l'adversaire principal. C'est en soi un système mobile et peut fournir des débits comparables. L'assurance exacte dépend de la fréquence utilisée, mais

généralement le spectre 3GPP se trouve au-dessous du secteur du spectre 802.16e, et il peut fournir ainsi une meilleure assurance.

Quelques analystes tendent à penser que WIMAX pourra fournir un meilleur service que 3G, et les fournissent meilleur marché en raison de la grande largeur de bande disponible. Cette conclusion est quelque peu mal orientée car elle compare le système 3G existant à un futur système mobile de WIMAX. En réalité, WIMAX ne sera pas déployé avant 2008 au plus tôt et à ce moment-là 3G aura évolué considérablement, et peut tout à fait jaillir déjà inclut beaucoup de dispositifs du projet continuant de long terme évolution (LTE). Le réseau augmenté d'UTRA (EUTRA) peut utiliser des canaux de 20 mégahertz, la modulation d'OFDM, le MIMO, et des latences très courtes. Ce genre de réseau serait au moins aussi capable que le système mobile de WIMAX.

### **c) Coût**

Dans quelques pays, tels que le R-U et l'Allemagne, les permis 3G étaient très chers, et ceci aura un impact rentabilité sur opérateurs et des modèles des prix. Cependant, beaucoup d'autres enchères ayant étiquettes plus raisonnables, rassemblées des prix, et quelques enchères n'ont pas même attiré assez de soumissionnaires pour tous les permis.

Les réseaux mobiles de WIMAX emploieront le spectre autorisé qui a une implication de coût. Ce spectre sera le plus probablement meilleur marché que le spectre 3G existant ; cependant les futures enchères pour le spectre 3G additionnel sont susceptibles également de vendre le spectre pour meilleur marché que dans le passé. Probablement WIMAX mobile ne gagnera pas un avantage important de spectre meilleur marché. De toute façon il est très incertain de justifier la supériorité de WIMAX en termes de coûts meilleur marché de spectre car ceci ne tient pas compte des mérites techniques du système en question.

Une partie de la confusion au-dessus du coût de systèmes de WIMAX est que leur utilisation diffère considérablement. WIMAX peut être employé pour des

raccordements de tronc, ou pour des raccordements d'abonné de dernier-mille. Il peut être déployé sur le spectre (coûteux) autorisé, ou sur le spectre (libre) non autorisé, etc.

### ***(1) Coût d'Équipement***

Toutes les installations existantes de WIMAX à l'heure de cette écriture sont réellement équipement de pré-WIMAX, parce que l'essai de la conformité 802.16-2004 a juste commencé, et ne pourraient pas mené à bonne fin avant 2007 au plus tôt. Ainsi le premier a certifié des produits de WIMAX a pu apparaître sur le marché autour de la fin de 2007.

Cependant, WIMAX conduit déjà des prix vers le bas. Maintenant le coût de la vitesse de pré-WIMAX descend à \$500 par unité d'abonné et à \$15.000 par station de base. Cependant, les futurs prix d'équipement de WIMAX doivent être distillateur beaucoup inférieur avant qu'il puisse déplacer les raccordements de câble dans les villes. Le défi pour WIMAX est celui dans les pays développés que la fibre est déjà omniprésente.

Selon In-Stat, cela coûterait \$3bn en coûts d'équipement, de tour, d'emplacements, de travail et d'installation pour établir un réseau national de «USA WIMAX» atteignant plus de 90 pour cent de la population de continent. Ce réseau pourrait fournir le dernier type sans fil à bande large de mille de services. La question est si cet investissement par accroissement peut retourner les revenus par accroissement et les concurrents existants de fibre d'excédent de bénéfices à son investisseur, l'opérateur de WIMAX.

### ***(2) Coût du Spectre***

En termes de spectre, les opérateurs de WIMAX ont l'option pour employer les bandes 5GHz non autorisées, bien que ceux-ci aient des risques inhérents de QoS, et les bandes de 5 gigahertz peuvent ne pas fonctionner assez bien pour les raccordements non ligne de vue.

Un choix plus attrayant est 3.5GHz (ou 2.5GHz en Amérique du Nord), depuis le inférieur la bande de fréquence, plus est l'exécution meilleure. L'ouverture potentielle d'autres, inférieures de bandes pour la radio à bande large a pu créer encore de plus grandes occasions en prochaines années. Pour des opérateurs des Etats-Unis, le manque du spectre inférieur est un problème, bien que son utilisation une fois restreinte soit presque sûre d'être libéralisée par la FCC. Sprint-Nextel, BellSouth et Clearwire tiennent presque le spectre entier et chacun des trois a les ressources financières et de vente pour établir un réseau national.

En Europe, beaucoup de pays échèrent les permis 3.5GHz en 2006 ou ont fait ainsi en 2005 et, car les régulateurs regardent pour prolonger l'accès à bande large à la majeure partie de la population en conformité avec l'EC et les directives nationales, la tendance est d'offrir les permis au coût relativement bas. Par exemple, la licence nationale pour l'Autriche coûte environ 700.000 euros, comparé à 5m les euros que beaucoup de soumissionnaires avaient à l'origine établis dans leurs plans d'affaires.

Dans d'autres pays, tels que l'Irlande et certains des nouveaux débutants de l'UE, des permis régionaux peuvent être eus pour la cinq-figure sommes. Ceci a ouvert le marché à de nouveaux opérateurs, tels que l'altitude en France et les télécoms de WIMAX en Autriche. Ces compagnies n'ont pas besoin de soulever de vastes sommes maintenant afin de devenir des télécoms nationales. On l'estime que 3.5GHz va au-dessous de \$5 par tête de population, et parfois au-dessous de \$1. Et où WIMAX est déployé sur le spectre non autorisé, c'est naturellement libre.

Cependant, beaucoup dépend des règles de ces enchères. Les opérateurs 3G existants n'aiment pas l'idée des concurrents potentiels obtenant leur spectre pratiquement pour libre, quand ils ont dû (quoiqu'ils ont choisi de faire ainsi) payer des sommes énormes. Est-ce que opérateurs cellulaires existants on permettra à d'offrir pour ce nouveau spectre ? Quoique 3.5 gigahertz ne soient pas aussi utiles que le 2 GHz employé par les réseaux 3G courants, il pourrait encore être employé pour fournir courte hotspot couverture dans les réseaux cellulaires.

### ***(3) Coût de transport et fibre***

Le troisième élément du calcul de coût est transport pour les réseaux. Un avantage pour les opérateurs établis cherchant à livrer la radio à bande large est leur propriété de fibre. Même pour de nouveaux opérateurs, cependant, les coûts de transport sont lointains moins qu'ils étaient. Il est maintenant viable pour de grandes compagnies à posséder leur propre fibre, qui fait davantage de pression sur les prix de la fibre louée. Par conséquent il peut prévoir que quelques fournisseurs de service et grandes entreprises achèteront leur propre fibre plutôt que la louent, comme ceci devient plus rentable. La fibre et l'équipement deviennent tellement bon marché, ce n'importe qui au courant de la vitesse de gestion de réseau d'IP peut manipuler un réseau optique de distance courte.

Cependant, la fibre est également bon marché pour des concurrents de WIMAX, et ils peuvent réduire leurs prix d'abonné au besoin. Par conséquent le transport meilleur marché n'apporte pas nécessairement un grand gain pour WIMAX.

### III. TEORIE DES OPTIONS REELLES

L'industrie de télécommunication devient de jour par jour plus complexe et des évaluations d'une future demande du consommateur sont associées à l'incertitude considérable [21]. Dans ces circonstances les directeurs prennent rarement «maintenant--jamais» des décisions. Plutôt ils réévaluent sans interruption leurs investissements intéressants stratégiques pendant que le futur dévoile [22]. Cependant, la plupart des compagnies emploient la méthode de flux de cash remise (DCF), qui considère des décisions d'investissement en tant qu'événements discrets statiques, pour leur évaluation financière. Dans la plupart des cas ceci a comme conséquence des décisions erronées où les investissements profitables de rejet de compagnies non seulement mais passent également vers le haut de grandes occasions.

#### ***A. Evaluation traditionnelle d'investissement – DCF Méthode***

En évaluant des investissements intéressants la plupart des compagnies escomptent simplement les flux de trésorerie prévues avec le peser-moyen-coût-de-capital (WACC) selon la méthode et si  $S_i$  correspond aux revenus et  $X_i$  de DCF les coûts liés à l'année  $i$  d'investissement que la valeur-net-actuel (NPV) de l'investissement est indiquée comme

$$NVP(r_{wacc}) = \sum_i \frac{S_i - X_i}{(1 + r_{wacc})^i} = S_{PV, r_{wacc}} - X_{PV, r_{wacc}} \quad (1)$$

---

[21]R.Fildes, V.Kumar, (2002). "Telecommunications demand forecasting – a review", **International Journal of Forecasting**, pp. 18.

[22]M.Amram et N.Kulatilaka, (1999). **Real Options: Managing Strategic Investments in an Uncertain World**, Harvard Business School Press, Boston Massachusetts, p 22-24.

Si le NPV est plus grand que l'investissement devrait être réalisé et autrement pas. La partie la plus problématique de l'analyse de DCF est de trouver le WACC approprié pour le projet, qui devrait le coût d'opportunité représenté et habituellement on suppose que (incorrectement) est constant au-dessus du temps-horizon entier approprié pour l'investissement. Quand la méthode à l'origine a été présentée sa simplicité informatique, qui a également motivé la prétention peu réaliste concernant le taux de réduction constant, était la motivation primaire pour l'acceptation large et prompte [23]. Aujourd'hui cependant, l'exact la même simplicité devient le talon d'Achilles de la méthode depuis les effets des structures plus complexes d'investissement, programmes financiers et des structures du marché est perdues.

La faiblesse la plus grande avec la méthode de DCF est qu'elle considère des décisions d'investissement en tant qu'événements non-contingents, qui signifie que l'analyse suppose que les décisions originales d'investissement ne soient jamais changées n'importe comment le futur se dévoile. Ceci, comme précédemment remarquable près [24], limite la validité de méthodes à évaluer des opérations où les actifs sont déjà en place. Dans les environnements incertains d'investissement par grande partie d'un investissement particulier peut être lié à de futurs investissements intéressants et par conséquent d'autres méthodes doivent être explorées. En fait la rentabilité de tels investissements sont, jusqu'à un degré considérable, dépendant sur la façon dont la compagnie particulière réussit pour s'adapter aux développements de marché de contrats à terme courant et [22]. Simplement appliquant la méthode de DCF pour ces investissements sous-estime typiquement la valeur des flux de trésorerie réalisées dans un futur éloigné. Plus dérangeant la méthode de DCF ne capture pas, et donc également mesurant, la valeur de futurs investissements intéressants. En un mot, strictement l'application du cadre existant de DCF polarise des décisions d'investissement vers accepter des projets à court terme avec la petite incertitude.

---

[23] F.Harmantzis et V.P.Tanguturi (2005), "Investment Decisions in Wireless Industry applying Real Options", submitted **Telecommunications Policy**.

[24] T.A.Leuhrman, (1997). "What's It Worth? A General Manager's Guide to Evaluation", **Harvard Business Review**, Mai-Juin 1997, pp. 9-18.

En réalité cependant, les directeurs se rendent naturellement compte de cela que plusieurs des grands investissements intéressants viennent avec l'incertitude considérable et pour adapter ces derniers dans le cadre de DCF, ils typiquement exagèrent les flux de trésorerie ou diminuent le WACC lié à l'investissement [22]. Dans la méthode de DCF ces deux solutions de rechange sont possibles depuis les futures flux de trésorerie comme le WACC être exogène au modèle et sont souvent décidés par l'individu évaluant l'occasion d'investissement. Malheureusement, jouer avec des paramètres d'entrée réduit la validité et la fiabilité de l'analyse financière d'investissement et tout à fait rapidement l'évaluation financière apparemment compliquée n'indique rien davantage que - dans le meilleur cas - une conjecture instruite. Une approche plus attrayante d'évaluation serait à la place de baser la décision d'investissement sur une méthodologie cela : (i) capture la valeur de futurs investissements intéressants, et (ii) jusqu'au autre degré possible compte seulement sur des nombres (objectifs) observables.

### ***B. Evaluer des Occasions – La méthode d'Option Réelles***

Ainsi, la méthodologie conventionnelle de DCF ne saisit pas la valeur économique de futurs investissements intéressants et en même temps elle est fortement polarisée par des évaluations subjectives des paramètres d'entrée. La solution pour éviter ces problèmes se situe en se rendant compte que les occasions est futur, des opérations potentielles et en nous faisant à un investissement aujourd'hui acquérons la droite - mais pas l'engagement - à un certain point prochain à temps faisons et l'investissement additionnel [22]. D'ici, l'espace d'interpréter la décision d'investissement comme investissement. Non seulement nous fournit-il la possibilité pour inclure de futures occasions dans l'analyse financière d'investissement, mais il également (dans quelques situations) nous donnent une chance d'enlever de grandes parties de la subjectivité concernant les paramètres estimés d'entrée.

Pour évaluer une option réelle suivant cinq paramètres sont priés :

(i) la valeur courante des actifs d'exploitation qui correspondent à nos capitaux fondamentaux  $S_{PV, r_{WACC}}$ ,

- (ii) les dépenses ont dû acquérir l'actif d'exploitation lié à l'investissement  $X_{PV, rf}$ ,
- (iii) la temps-valeur de l'argent capturée par le taux d'intérêt risque-libre  $r_f$ ,
- (iv) la durée pendant laquelle une décision d'investissement peut être T reporté, et
- (v) l'incertitude s'est associée au  $\sigma_T$  fondamental de capitaux (mesurés comme l'écart type de son retour).

Pour quelques investissements, tels qu'évaluer la rentabilité prévue d'un gisement de pétrole, les actives fondamentaux (prix de pétrole) sont directement observable dans un marché, et dans ce cas les deux  $S_{PV, rwacc}$  et  $\sigma_T$  peuvent être objectivement observés. Pour d'autres investissements cependant la valeur des actives fondamentaux n'est pas directement observable et dans ces affaires on doit recourir pour soumettre des évaluations. Les bonnes nouvelles, sont que la valeur courante des actives fondamentaux  $S_{PV, rwacc}$  et les dépenses pour exercer l'option  $X_{PV, rf}$  déjà sont connues de l'analyse de DCF. Les mauvaises nouvelles sont qu'il est tout à fait difficile général d'obtenir la bonne évaluation pour la volatilité des capitaux non-commercialisables [25]. Tableau III-1, récapitule requis pour entrer des paramètres liés aux deux méthodes. Pour la méthode de OR il mérite d'être accentué que selon si les actives fondamentaux sont observables (ou pas), certains des paramètres doit être estimé.

**Tableau III-1 : Entrer les paramètres requis pour les deux méthodes d'évaluation**

Paramètre	Méthode de DCF	Méthode d'OR
Valeur des actives fondamentaux $S_{PV, rwacc}$	Estimé	Estimé / Observable
Coût d'acquérir les actives fondamentaux $X_{PV, rf}$	Estimé	Estimé
Le taux risque-libre $r_f$	-	Observable
Le temps l'où la décision d'investissement peut être T reporté	-	Estimé
La volatilité des actives fondamentaux $\sigma_T$	-	Estimé / Observable
Le coût capital moyen pesé $rwacc$	Estimé	Estimé si nécessaire

[25] T.A.Leuhrman, (1998). "Investment Opportunities as Real Options: Getting Started on the Numbers", **Harvard Business Review**, Juillet-Août, pp. 20-26.

## 1. Théorie des Options Réelles

La théorie de l'option réelle fournit un outil puissant aux investisseurs intéressés d'évaluer quand les flux de trésorerie sont incertains. Elle peut également être employée pour mesurer les avantages obtenus par le patentage, le prototypage, et par flexibilité gestionnaire. Ces aspects peuvent justifier les investissements, qui autrement sembleraient irrationnels à la lumière des analyses basées sur le DCF.

D'une part, la prise de décision basée sur l'option évaluant des modèles peut dans certains cas rejeter les projets qui sont positifs de NPV. Par exemple, les futurs bénéfices peuvent être si incertains qu'elle ne soit pas optimale pour faire l'investissement. Au lieu de cela, il peut être meilleur d'attendre des incertitudes pour résoudre à l'avenir.

## 2. Concept des Options Réelles

Beaucoup d'investissements incluent la valeur stratégique (valeur des options fonctionnant de gestion active) et présentent des moyens de croissance de l'investisseur. Une grande partie de la valeur de ces investissements peut être dérivée des avantages intangibles, qui sont difficile de mesurer. Par conséquent, la comparaison des investissements intéressants alternatifs peut être dure, en particulier, pendant qu'également le niveau de la flexibilité gestionnaire peut changer parmi les occasions. En outre, beaucoup d'investissements sont irréversibles - une fois que l'investissement lui est fait ne peut pas être défait et des dépenses ne peuvent pas être récupérées. Combiné avec l'incertitude continue de l'environnement économique ces faits rendent des analyses financières d'investissement traditionnelles peu convenables. Par exemple, l'analyse traditionnelle de NPV ignore la possibilité de retarder un investissement. Si l'investissement est plus tôt fait qu'optimal, la valeur de la compagnie d'investissement n'est pas maximisée.

L'évaluation modèles pour des options financières s'est développée par Black et Scholes en 1973 [26] et s'est adaptée par Merton [27] et forme de Cox, de Ross, et de Rubinstein [28] que la base pour l'option réelle analyse. Myers [29], [30] et Kester [31] ont proposé que l'approche d'option puisse être employée aux avantages stratégiques d'évaluer de plusieurs genres d'investissements.

La théorie d'option réel est applicable particulièrement quand [32] :

- a) le processus d'affaires inclut une option,
- b) l'investissement est irréversible, et
- c) il y a une incertitude au sujet de la valeur de l'investissement et d'une possibilité pour des pertes.

On peut observer l'incertitude, par exemple, dans la volatilité des prix des actifs fondamentaux. Si cette volatilité est petite, la valeur de temps de l'option n'est pas significative et l'approche d'option réelle n'apporte pas beaucoup de valeur additionnelle. Ainsi, la théorie d'option réelle est particulièrement applicable sur les marchés caractérisés par de haute volatilité. La valeur de l'option réelle pour acquérir des capitaux à l'avenir peut être récapitulée comme [33] :

$$V = NPV + \text{valeur de temps. (2)}$$

La valeur de temps est partiellement à cause de la possibilité que la valeur des actifs déplace favorable à l'avenir, et partiellement à cause de fait que l'investissement d'une certaine somme est à l'avenir «meilleur marché»

---

[26] F.Black et M.Scholes, (1973). "The Pricing of Options and Corporate Liabilities", **Journal of Political Economy**, Vol.81, No.3 (Mai-Juin), pp. 637-654.

[27] R.C.Merton, (1973). "Theory of Rational Option Pricing", **Bell Journal of Economics and Management Science**, Vol.4, No.1.

[28] J.Cox, S.Ross, et M.Rubinstein, (1979). "Option pricing: A simplified approach", **Journal of Financial Economics**, Vol.7, pp. 229-264.

[29] S.Myers, (1977). "Determinants of Corporate Borrowing", **Journal of Financial Economics**, Vol.5.

[30] S.Myers, (1987). "Finance Theory and Financial Strategy", **Midland Corporate Finance Journal**, Vol.5, No.1.

[31] W.Kester, (1984). "Today's Options for Tomorrow's Growth", **Harvard Business Review**, Vol.62, No.2. pp. 153-160.

[32] K.Foster, (2005). "Keeping it Real, Energy and Power Risk Management", **Risk Waters Group**. L'article est disponible à [www.riskwaters.com/eprm/index01.htm](http://www.riskwaters.com/eprm/index01.htm).

[33] P.Tanguturi et F.Harmantzis, (2006). "Migration to 3G Wireless Broadband Internet and Real Options: The Case of an Operator in India", **Telecommunications Policy**, Vol.30, No.7.

qu'investissant la même somme maintenant à cause de la valeur de temps de l'argent. L'option réelle est exercée quand la valeur de temps est zéro et le NPV est non négatif. Puis, l'investissement est profitable et il n'y a aucune raison d'attendre.

### 3. Terminologie

Une option donne à son propriétaire la droite mais pas l'obligation de prendre certaines mesures à l'avenir. En cas d'option financière, l'option donne le droit pour acheter ou vendre des actives, par exemple des actions, en vertu de certaines conditions à l'avenir. Car le propriétaire d'option a des droits mais pas des engagements, l'option a la valeur. Une option est un dérivé car sa valeur est basée sur la valeur des autres actives - connus sous le nom d'actives fondamentaux. Les actives fondamentaux incluent des stocks, des indices des actions, des devises étrangères, des instruments d'emprunt, des produits, et des contrats à terme. Il y a également des options plus exotiques telles que des options en des options, c.-à-d., options composées. En cas des options réels, les actions fondamentales incluent, entre d'autres, des résultats des projets de R&D et la valeur actuelle prévue des flux de trésorerie d'un investissement dans un raccordement de largeur de bande.

Il y a deux types de base d'options. Une option d'achat (ou sous peu, un appel) donne au propriétaire de l'option le droit pour acheter des actives fondamentaux à une certaine date pour un certain prix. Une option mise (mis) donne le droit de vendre des actives fondamentaux en vertu de certaines conditions. Si le propriétaire de l'option choisit d'employer l'option, on lui dit que l'option est exercée. Le prix auquel les actives peuvent être vendus ou achetés est connu en tant que le prix de succès ou prix d'exercice de l'option. La date où l'option doit être exercée au plus en retard est connue comme maturité ou date d'échéance. Des options européennes peuvent être exercées seulement en la maturité, mais des options américaines à tout moment jusqu'à la maturité.

Il y a deux positions d'option. Celui qui a acheté l'option a pris la longue position et celle vendues ou écrites l'option a pris une position vendeur. L'auteur de l'option

reçoit le prix de l'option, ou la prime d'option, quand le contrat est convenu, mais lui ou elle a des responsabilités potentielles à l'avenir.

#### 4. Facteurs affectant la Valeur d'une Option

À la maturité, la valeur d'une option est facilement obtenue. Si le prix des actifs  $S$  est plus petit que le prix de succès de l'option  $X$ , le propriétaire d'une option d'achat ne veut pas exercer l'option, car les actifs peuvent être achetés du marché à un prix inférieur. D'une part, si  $S > X$ , l'option d'achat est exercé et le propriétaire des marques d'option un bénéfice de  $S-X$ , comme lui ou elle peut acheter les actifs au prix  $X$  et les vendre immédiatement au prix  $S$ . La différence entre le prix des actifs et le prix de succès à la maturité désigné généralement sous le nom du profit. À tout moment jusqu'à la maturité la différence entre les actifs et le prix de succès s'appelle la valeur intrinsèque d'une option d'achat; ce serait le profit si l'option serait exercée immédiatement. La formule générale pour la valeur d'une option d'achat à la maturité est :

$$C = \max (0, S-X). \quad (3)$$

Il peut voir qu'un prix plus élevé des actifs implique une valeur plus élevée pour l'option d'achat et plus le prix de succès est inférieur, plus la valeur d'option d'achat est haute. Le résultat est renversé pour une option mise.

Les options (américain et européen) ont la valeur avant la maturité, car il y a une possibilité pour un futur exercice. On lui dit qu'une option est en argent, à l'argent, ou hors de l'argent dépendant si sa valeur intrinsèque est positive, zéro, ou négative, respectivement. Les 6 facteurs les plus importants avec leur effet sur la valeur de l'option sont présentés dans le Tableau III-2 [34].

---

[34] J.C.Hull, (1997). **Options, Futures and Other Derivatives**, New Jersey, Prentice-Hall.

**Tableau III-2 : Facteurs affectant la valeur d'une option**

Augmenter dans le facteur	Appel européen	L'Européen a mis	Appel américain	L'Américain a mis
Prix des actifs courant	+	-	+	-
Prix de succès	-	+	-	+
Temps à la maturité	?	?	+	+
Volatilité	+	+	+	+
Taux risque-libre	+	-	+	-
Taux de rendement des actions	-	+	-	+

La durée à la maturité affecte la valeur d'option. Pour une option américaine, un plus long temps à la maturité augmente la valeur de l'option parce que le propriétaire de l'option a toutes occasions d'exercice ouvertes de propriétaire de l'option de la court-vie - et de plus. Pour une option européenne, l'effet du temps à la maturité est ambigu. Si les actifs fondamentaux ne payent pas des dividendes pendant la vie de l'option, un plus long temps à la maturité augmente la valeur d'une option d'achat européenne. C'est dû à la plus grande probabilité de la fin en argent. D'une part, avec du temps accru à la maturité il y a également une plus grande probabilité que les actifs payent à des dividendes. Ceci ferait diminuer le prix des actifs et, en conséquence, la valeur de l'option diminuerait. Pour des options mises, un plus long temps à la maturité diminue la valeur actuelle du prix de succès, mais augmente la probabilité que la valeur intrinsèque sera positive à la maturité.

La volatilité dans le prix des actifs mesure les mouvements de prix des actifs d'incertitude à l'avenir. À mesure que la volatilité augmente, il y a une plus grande possibilité que les capitaux feront très bien ou très mal. Puisque le support d'option a un risque de chute du cours limité comme présenté dans l'équation (3) la valeur d'option est augmentée n'importe ce que le type de l'option.

Une augmentation du taux d'intérêt risque-libre augmente également la valeur des appels pendant que la valeur actuelle du prix de succès diminue et l'investisseur doit réserver moins d'argent pour l'exercice d'option. Le résultat est renversé pour met. Il devrait souligner que ces effets sont obtenus en supposant que tous autres

paramètres demeurent fixes. En réalité, les augmentations des taux d'intérêt tendent à diminuer des cours des actions d'actions, par exemple.

Les dividendes payés pendant la vie de l'option plus bas la valeur des actives fondamentaux et ainsi les dividendes plus bas la valeur des appels et augmentent la valeur de met. Sans compter que des dividendes, également les coûts possibles de portent et des rendements de convenance devraient être considérés en évaluant des options.

## 5. Options Réelles et Financières

Beaucoup d'investissements irréversibles peuvent être vus en tant qu'options d'achat américaines sur les actives de dividende-paiement, où le temps à la maturité est infini ou la dernière fois l'investissement peut encore être fait. Les analogies entre les options financières et réelles sont illustrées dans la figure III-1. Il devrait souligner que l'analyse d'option réel est applicable particulièrement quand les dépenses de l'investissement ne peuvent pas être récupérées et il y a une possibilité de retarder l'investissement - au moins pendant un moment. Si les dépenses d'investissement peuvent être récupérées, la valeur de temps de l'attente est réduite comme les investisseurs peuvent récupérer des charges de placement au cas où l'information négative émergerait. Dans ces cas, les calculs d'option réels ne diffèrent pas beaucoup des analyses de NPV.

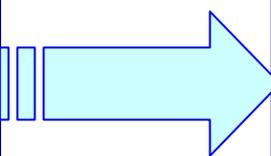
Option réelle		Option d'achat américaine
NPV courant de l'occasion d'investissement		Prix des actifs courant
Les coûts descendus de l'investissement		Prix de succès
La durée de l'occasion d'investissement existe		Temps à la maturité
Volatilité et risque du NPV de l'occasion d'investissement		Volatilité
Taux d'intérêt risque-libre		Taux d'intérêt Risque-libre
Rendement de convenance		Taux de rendement des actions

Figure III-1 : Analogies entre des options réelles et financières

Les sources principales de valeur pour des options réels viennent des caractéristiques des actifs fondamentaux, le facteur le plus important étant la valeur nette des actifs fondamentaux. Sur des marchés de largeur de bande les actifs fondamentaux peuvent être, par exemple, la valeur actuelle prévue du revenu d'un certain raccordement. Ainsi, une occasion d'investir dans (155 Mbps) un raccordement OC-3 entre Londres et New York peut être vue comme option réel. La valeur des actifs fondamentaux est le revenu prévu de vendre la capacité, tandis que le prix de succès est le coût descendu de l'investissement dû à la pose de fibre optique, installant le matériel, et allumant les fibres.

La durée où l'occasion d'investissement existe est semblable au temps à la maturité des options financières. Dans certains cas, l'occasion d'investissement peut exister infiniment long, et alors la situation correspond à un appel américain perpétuel. En plus, les droites exclusives à un investissement intéressant comme des brevets rallongent le temps à la maturité, mais elles ont également d'autres impacts comme, par exemple, la menace des concurrents potentiels tirant profit de la même occasion peut être ignorée. En inspectant l'effet de l'heure à la maturité sur la valeur d'option, des actions possibles de rallonger la fenêtre d'occasion d'un investissement peuvent être évaluées.

Peut-être le paramètre le plus difficile à estimer est la volatilité des actifs fondamentaux. En cas d'options financières, on peut employer des volatilités historiques des cours des actions. Également, des volatilités historiques des prix des matières premières peuvent être employées dans l'évaluation d'option réelle. Par exemple, la volatilité historique de prix du pétrole peut être employée aux gisements de pétrole d'évaluer [35]. De même, une fois qu'il y a histoire des prix des contrats normalisés de largeur de bande, elle peut être employée dans des analyses d'option réelle. Au lieu de la volatilité historique, les participants du marché peuvent évaluer combien les prix coûtent pour flotter à l'avenir et pour employer cette évaluation comme paramètre de volatilité.

---

[35]P.Tanguturi et F.Harmantzis, (2005). "Real Option Analysis for GPRS Network with Wi-Fi Integration", **Proc. 31<sup>st</sup> Annual Conference of the Northeast Business & Economics Association**, New York, NY.

En cas d'options financières, la prime d'option est le prix que l'acheteur de l'option paye quand l'acquisition de l'option et d'elle doit évaluer la valeur d'option, à cause de la prétention d'aucun-arbitrage [36]. Le principe d'Aucun-arbitrage dicte que deux actifs ayant le même profit doivent avoir le même prix. Si ce n'étaient pas le cas, les arbitragistes achèteraient le meilleur marché et le vendraient plus chers, en faisant bénéfices sans risque. En cas des options réels, la prime d'option inclut les coûts qu'une compagnie doit payer en acquérant l'option. Cependant, la prime d'option d'une option réelle ne doit pas évaluer la valeur d'option, parce que la prétention d'aucun-arbitrage ne se tient pas. Ceci, alternativement, résulte du fait que les options réelles sont rarement commercialisables, et les valeurs d'option diffèrent parmi des propriétaires d'option dus aux raisons stratégiques. Si la prime d'option est plus haute que la valeur d'option, l'option n'est pas intéressant l'acquisition.

## 6. Taxonomie des Options Réelles

L'évaluation d'option est également au sujet d'évaluer la flexibilité, pendant que la flexibilité de réappropriation des ressources et la possibilité pour défaire des décisions d'investissement peut être considérée comme des options réels, par exemple. Il y a plusieurs types d'options réels qui augmentent la flexibilité. Ces options s'appellent les options de flexibilité et elles incluent des options pour abandonner, des options pour attendre, et des options à modifier [37]. En raison de la flexibilité accrue quelques investissements sont profitables, bien qu'ils soient négatif de NPV si la flexibilité n'étaient pas prises en compte. Certaines d'options de flexibilité sont implicitement présentes dans beaucoup d'investissements intéressants. Par exemple, il y a souvent une possibilité pour abandonner le projet dans le milieu du courant. Parfois des options peuvent être pro activement créées et mises en application dans des investissements intéressants. L'évaluation d'option réel est alors au sujet de décider si elle paye au loin pour acquérir ces options.

En outre, beaucoup d'investissements intéressants impliquent des options de croissance car la valeur d'un investissement ne peut être principalement déterminée

---

[36] D.G.Luenberger, (1998). **Investment Science**, Oxford University Press.

[37] A.Dixit et R.S.Pindyck, (1994). **Investment Under Uncertainty**, Princeton University Press.

par les flux de trésorerie venant de cet investissement particulier, mais par les futurs investissements intéressants elle fournit [38]. La théorie d'option réelle peut être employée pour évaluer ces retours indirects. Parfois des options de croissance sont désignées sous le nom des options composées.

Dans le Tableau III-3 des options réels communes sont classées et décrites par catégorie basé dessus [39]. En outre des applications potentielles de la théorie d'options réelles sur des marchés de capacité de télécommunications sont présentées.

## 7. Exercer les Options Réelles

Des options réelles sont exercées quand la valeur de temps de l'attente est zéro et le NPV est (strictement) positif. Le temps optimal d'investissement est quand la valeur des actifs d'actif frappe un certain niveau de déclenchement pour la première fois. Dans la langue de la programmation dynamique, l'objectif de beaucoup des analyses d'options réelles est de trouver des règles d'arrêt optimales. Habituellement le niveau de déclenchement est plus élevé que le coût descendu par investissement - ou le prix de succès - déviant du résultat des analyses traditionnelles de NPV. La raison est que l'occasion d'investir à une certaine valeur et l'investisseur perd cette valeur en investissant. En d'autres termes, en cas d'investissement irréversible, l'investisseur est plus peu disposé à investir.

---

[38] R.G.McGrath, W.J.Ferrier, A.L.Mendelow, (2004). "Real Options as Engines of Choice and Heterogeneity", **Academy of Management Review**, Vol.29, No.1.

[39] L.Trigeorgis, (2000). **Real Options; Managerial Flexibility and Strategy in Resource Allocation**, The MIT Press, pp. 28-34.

**Tableau III-3 : Applications de taxonomie et de potentiel de la théorie d'option réelle sur des marchés de capacité de télécommunications**

Catégorie	Description	Application potentielle
Option à reporter	Il y a une possibilité à l'attente si les prix se développent favorablement à l'avenir.	Investissements dans de nouveaux bout-a-bout raccordements
Temps-à-construire l'option (l'investissement par étapes)	L'investissement d'échafaudage comme série de dépenses crée l'option pour abandonner le projet dans le milieu du courant si la nouvelle information est défavorable.	Les porteurs peuvent convertir des coûts fixes en variable ceux en louant la capacité au lieu de commettre aux investissements à long terme. Puis, l'optimisation d'utilisation est plus facile.
Option à changer balance fonctionnant (par exemple pour augmenter, à contrat, pour fermer vers le bas et relancement)	La balance des opérations peut être élargie ou l'utilisation de ressource peut être accélérée si l'information positive du marché émerge. Dans des cas moins favorables la balance des opérations peut être réduite ou les opérations peuvent être stoppées et remises en marche.	Il est possible d'améliorer la technologie de transmission et d'augmenter ainsi la capacité de raccordements existants. Si les coûts d'opération et d'entretien excèdent le prix d'un raccordement, le porteur peut finir actionner le raccordement temporairement.
Option à abandonner	Si les états du marché diminuent sévèrement les opérations courantes peuvent être abandonnées de manière permanente et la valeur de revente de l'équipement et autres éléments d'actif peuvent être réalisés.	La valeur de rétablissement peut être petite, mais au moins une partie de dépenses peut être récupérée en vendant les fibres foncées, par exemple.
Option au commutateur (par exemple, sorties ou entrées)	Si les prix ou le changement de demande il est possible pour changer le mélange de rendement du service (flexibilité de produit). Alternativement, le même produit peut être fait en utilisant différents types d'entrées.	Les porteurs peuvent se déplacer à des niveaux plus élevés d'OSI et fournir des services contrôlés de largeur de bande au lieu de vendre la fibre foncée, par exemple. La largeur de bande contrôlée peut être offerte par l'évolution à la technologie de DWDM.
Options de croissance	Un investissement tôt est une chose nécessaire ou un lien dans une chaîne des projets en corrélation.	L'infrastructure large fournit une possibilité aux services d'ISP d'offre, par exemple. L'expérience et le savoir-faire dans la capacité marchande de télécommunications peuvent également être employés sur d'autres marchés des produits.

Le profit d'une option financière est déterminé à l'heure de l'exercice. Cependant, le profit d'une option réel peut être incertain même après que les actifs sont acquis. Ainsi, l'investisseur doit employer la valeur prévue des actifs fondamentaux comme évaluation [40]. Cette incertitude doit être compensée et le taux d'intérêt risque-libre doit être ajusté ainsi pour refléter l'incertitude dans le profit réel en calculant la valeur actuelle des actifs fondamentaux.

### **C. Application d'option réelles en réalité**

Dans le cas général, évaluer une option ou n'importe quel autre dérivé est tout à fait encombrant et dans la grande majorité de cas expression de forme close n'existe pas. Cependant, en supposant que la loi d'un prix se tient, coût de transaction n'existe pas et que la valeur des actifs fondamentaux peut être décrite par un procédé log-normal de diffusion la valeur d'une option d'achat européenne C peut être déterminée selon l'équation Black-Scholes

$$C = \Phi(d_1)S_{PV, rwacc} - \Phi(d_2)X_{PV, rf} \quad (4)$$

Dans l'équation

$$d_1 = \frac{\left[ \ln\left(\frac{S_{PV, rwacc}}{X}\right) + (r_f + 0.5\sigma^2)T \right]}{\sigma\sqrt{T}} \quad (4.1)$$

$$d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{T} \quad (4.2)$$

et  $\Phi(\cdot)$  représente la fonction de distribution cumulative d'une distribution normale.

La première partie de l'Eq. (4) représente la valeur prévue des actifs fondamentaux à l'expiration si l'option est «en argent» ( $S > X$ ),  $\Phi(d_2)$  représente la probabilité risque-neutre d'obtenir une option «en argent» à l'expiration, et  $X_{PV, rf}$  la valeur

---

[40] D.I. Angelis, (2000). "Capturing the Option Value of R&D", **Research Technology Management**, (Juillet-Août), pp. 10-18.

actuelle de l'investissement requis pour acquérir les actifs fondamentaux. Il convient noter que  $C$  a un profit noué avec une valeur minimum égalant des zéros. Ceci, puisque nous exerçons seulement l'option si c'est « dans-le-argent ».

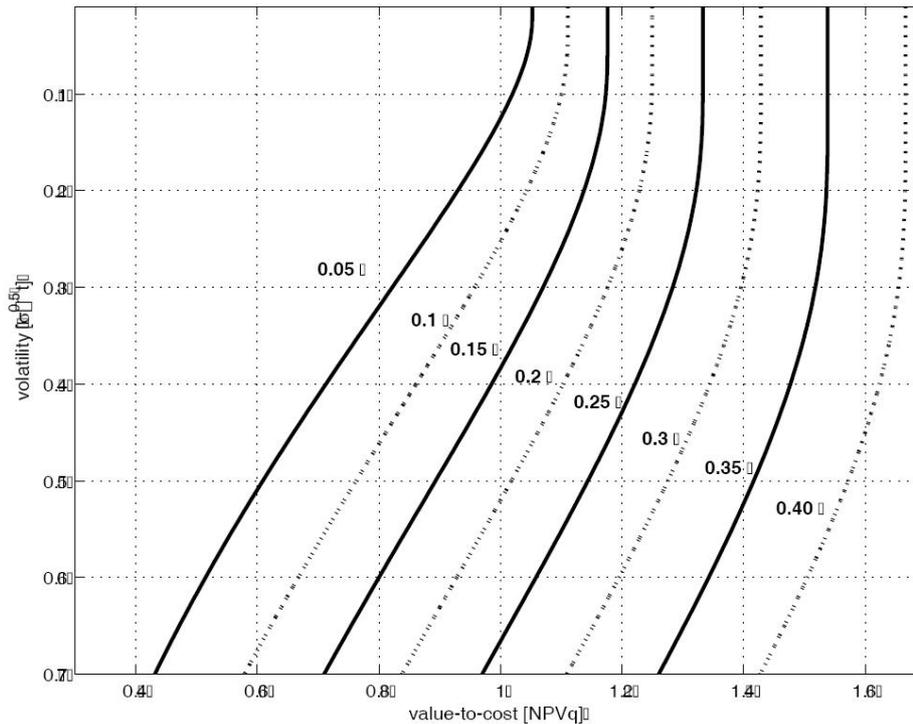
En présentant une mesure modifiée de coût-à-valeur [25]

$$NPV_q = \frac{S_{PV, rwacc}}{X_{PV, rf}} \quad (5)$$

Nous obtenons un investissement métrique qui capture également la valeur obtenu par le report des investissements. Nous pouvons récrire ainsi l'équation Black-Scholes en tant que

$$\frac{C}{S_{PV, rwacc}} = \Phi(d_1) - \frac{\Phi(d_2)}{NPV_q} \quad (6)$$

Mesurant la valeur relative, en ce qui concerne les actifs fondamentaux, de l'option. [25] a également présenté la volatilité cumulative  $\sigma\sqrt{T}$  et employer ces mesures qu'il a défini l'espace d'option illustré dans la figure III-2.



**Figure III-2 : La valeur relative de l'option d'achat européenne en fonction de la coût-à-valeur NPV métrique et du risque cumulatif  $\sigma\sqrt{T}$**

Comparé à l'analyse traditionnelle de DCF l'espace d'option nous fournit deux métriques supplémentaires qui capture la valeur de la probabilité que les investissements s'avèrent réellement être meilleurs à l'avenir. La volatilité cumulative mesure combien de temps nous pouvons reporter une décision et elle augmente avec du temps et selon la façon dont risqué les futures flux de trésorerie en question sont [32].

#### ***D. La méthode d'option réelles contre d'autres approches***

Les planificateurs et les cadres de corporation de finances devraient être intéressés par la théorie d'option réel, particulièrement s'ils travaillent dans les industries faisant face à beaucoup d'incertitude et de longs horizons d'investissement. Les approches standard à l'attribution de ressource de corporation semblent insatisfaisantes, parce qu'elles ne peuvent pas capturer la flexibilité gestionnaire d'adapter et mettre à jour des décisions postérieures en réponse aux développements inattendus du marché. L'approche d'option réelle peut incorporer la valeur de la flexibilité opérationnelle et de l'adaptabilité stratégique. Plusieurs des options réels

(option à reporter, contracter, arrêté, abandon) se produisent naturellement ; d'autres peuvent être projetés et incorporés à un certain surcoût.

Cependant, il y a des approches alternatives aux méthodes d'option réelle, incluant :

- DCF, telles que des analyses de NPV
- Analyses d'arbre de décision
- Analyses du scénario
- Jeu - modèles théorétiques

La méthode de NPV peut être considérée comme une méthode pour prendre des décisions de go/no-go, tandis que l'approche d'options réelles considère également la flexibilité d'abandonner un projet, et donne une possibilité à l'attente. Des projets négatifs de NPV devraient parfois être mis à exécution quand les options mises en application dans le projet original sont considérées. D'une part, des projets positifs de NPV ne devraient pas parfois être lancés immédiatement car il y a valeur de meilleure information d'attente.

Dans certains cas les investissements peuvent (ou devoir être) être faits incrémentales. Après que chaque incrément il y ait habituellement une possibilité pour abandonner ou suspendre le projet dans le milieu du courant. Ainsi l'approche d'option réelle est fortement appropriée, alors que les analyses de NPV ne considèrent pas la flexibilité actuelle dans l'occasion d'investissement. Particulièrement pendant les parties de l'investissement, la flexibilité gestionnaire joue un rôle important et la valeur des options de croissance peut être significative. Ainsi, les analyses d'options réelles sont fortement valables pendant les premières étapes. Les méthodes de NPV peuvent devenir plus appropriées pendant les dernières étapes de l'investissement pendant que le niveau de la flexibilité est réduit. En outre, les méthodes traditionnelles sont dues favorable à leur simplicité et traçabilités.

Jeu - des modèles théorétiques peuvent être employés pour optimiser les actions quand il y a concurrence. En outre l'approche d'option réelle peut tenir compte de la possibilité pour investir tôt et pour capturer un plus grand part de marché. Par

exemple, s'il y a une possibilité qu'un concurrent vide le marché les compagnies sont moins disposées à remettre l'investissement.

### ***E. Critique***

Parfois il est difficile d'identifier toutes les options réelles actuelles dans le débouché. Même si les options sont identifiées, elles ne sont pas nécessairement indépendantes. Au lieu de cela, les options peuvent être composées mais les dépendances ne peuvent pas être quantitativement analysées. En conséquence, les analyses peuvent être impossibles à exécuter et, il est difficile les suivre au moins. Requis de niveau des mathématiques peut être si compliqué que les directeurs soient peu disposés à baser leurs décisions sur des analyses qu'ils ne comprennent pas - ne pas égaliser conceptuellement.

Des options réelles ne sont pas souvent commercées. Ainsi, il n'y a aucun marché de liquide auquel les prix des options sont formés. Ceci rend les haies des options difficiles, sinon impossibles. Le fait que la valeur des options changent parmi des propriétaires d'option dus aux raisons stratégiques, marques l'évaluation des options provocantes. Cependant, la programmation dynamique peut être employée à l'option réelle pour valoriser qui ne peuvent pas être commercées ou dont les risques ne peuvent pas être repliés par les instruments commercialisables.

En outre, l'évaluation des paramètres est difficile. Par exemple, il est difficile d'évaluer le paramètre de volatilité particulièrement si les actifs fondamentaux sont non-échangeable. Cependant, dans les télécommunications lance les actifs fondamentaux veulent probablement être commercés à l'avenir et des citations de prix du marché peuvent être employées pour calculer la valeur des actifs fondamentaux et de sa volatilité historique des prix.

## **IV. UNE APPLICATION REELLE**

Le but de ce chapitre est de montrer comment la théorie présentée dans cette mémoire peut être appliquée à un vrai cas. La compagnie présentée ci-dessus est un vrai opérateur mobile qui est des services de voix et de données de portion à ses abonnés. En ce chapitre nous avons l'intention de faire une certaine sorte d'analyse quantitative. Nous nous rendons très bien compte que cette une analyse vraiment n'indique pas beaucoup au sujet si de la théorie présentée dans des travaux de cette mémoire ou pas. On ne le prévoit absolument pas en tant que certaine sorte de vérification de la théorie ; on le prévoit simplement pour donner au lecteur une idée et un plus grand arrangement de la façon dont les modèles peuvent être appliqué à un vrai cas.

Nous emploierons le modèle Black-Sholes depuis qui est l'un des modèles plus simples à mettre en application et toutes ses prétentions sont accomplies. On considère le marché mobile Turc qui est à la veille d'une grande transformation vers les nouveaux services des donnes.

### **A. Contexte**

Les opérateurs de télécom recherchent des réponses fiables aux questions suivantes : Quel serait le coût de déployer la nouvelle infrastructure ? Sous quelles prétentions et chronologies les investissements vont-ils être récupérés ? Comment et quand les applications qu'augmentera le marché devraient-elles être libérées?

Dans l'industrie sans fil, le pourcentage le plus élevé du capital investi par les opérateurs mobiles va à l'infrastructure de réseau, qui forme l'épine dorsale d'un système mobile. Cependant, les compagnies visent à employer l'infrastructure existante tant que possible, afin de réduire des coûts ; par exemple, pour éviter

l'achat d'immobilier additionnel elles conservent l'espace, tout en soutenant le coût d'infrastructure à de nouveaux endroits seulement. Les opérateurs doivent évoluer leur infrastructure d'une façon rentable, tout en satisfaisant la demande prévue due à la croissance d'abonné.

Afin les opérateurs pour gagner des marchés, ils doivent incorporer la flexibilité dans la prise de décision d'investissement, tout en prenant en compte l'incertitude, qui est inhérente à l'industrie de pointe et aux économies modernes de marché financier. Par exemple, l'opérateur peut choisir un essai de déploiement à échelle réduite pour mesurer la perception du marché au commencement, alors aller pour des déploiements à grande échelle (pendant qu'encourager l'information arrive de l'économie/des marchés), ou abandonner les projets, (si l'investissement s'avère être mauvais).

L'objectif de notre étude est d'accentuer les forces d'appliquer l'approche d'évaluation d'options réelles, comme outil de prise de décision pour augmenter ou retarder le 3 G et/ou le 2.75G intégré et le déploiement du réseau de WIMAX.

Les résultats de l'analyse d'options réelles dépendent fortement des paramètres d'entrée et des prétentions faits, juste comme ils sont dans l'analyse de valeur actuelle. Dans notre étude, les prétentions sont réalistes et basées sur des normes largement admises par l'industrie et les conversations que nous nous sommes tenues avec les cadres et le personnel technique.

## ***B. Le Marché Turc***

Le secteur des télécommunications en Turquie a connu ces dix dernières années d'importants développements. Des investissements significatifs ont notamment permis la mise en place de nouvelles technologies et le développement du réseau de base (PSTN), dans le but de poursuivre l'accroissement en capacité des installations, d'améliorer la qualité du service et de favoriser la convergence fixe-mobile. Affaibli par la crise financière de 2001, le réseau turc des télécommunications n'a cessé de se

développer et représente actuellement le 12ème marché au monde et le 5ème en Europe.

La dérégulation du secteur le 1er janvier 2004 a mis fin au monopole des télécommunications fixes qu'exerçait l'opérateur public Türk Telekom (TT). Avec 19 millions d'abonnés à une ligne fixe et malgré la privatisation, TT exerce toujours un contrôle quasi-total sur le marché. Toutefois, la croissance de la téléphonie fixe se ralentit au profit du marché de la téléphonie mobile qui compte trois opérateurs (Turkcell, Telsim et Avea). Depuis sa première apparition en 1994, l'utilisation du téléphone mobile est devenue très vite de plus en plus courante. Ainsi, le taux de pénétration qui était de 22,25% en 2000, a dépassé toutes les prévisions pour atteindre en juillet 2006, 65% soit 48 millions d'abonnés.

L'année 2005 a été marquée par le dynamisme du marché du GSM qui a enregistré un chiffre d'affaires de 6,43 Md USD [soit une augmentation de 34% par rapport à 2004], et qui a su attirer de nombreux capitaux étrangers. Faible taux de pénétration, économie de croissance, population jeune et libéralisation sont autant d'atouts prometteurs pour le secteur.

Sur les 48 millions d'abonnés, environ 80% ont opté pour le prépayé. La clientèle turque de téléphonie mobile est en effet très sensible au prix et on observe par ailleurs une mutation rapide du mode de paiement de solutions postpaid à prepaid. Notons que 90% des nouveaux abonnés choisissent un paiement par carte prépayée. En outre, les services de téléphonie mobile semblent être dominés par l'envoi de SMS puisque les services de messagerie représentent en Turquie 10 à 11 % du revenu total du secteur.

## **1. Régulation du marché et législation**

Les premiers services GSM ont été lancés en Turquie au début des années 1990, sur un marché se libéralisant progressivement. La loi n°4502 de janvier 2000, appelée « Nouvelle Loi du Telecom », établit le cadre juridique de la privatisation de Türk Telekom, et crée un régulateur indépendant, le "Conseil des Télécommunications".

Dans le cadre d'une adhésion future à l'Union européenne, la Turquie déploie des efforts pour aligner son cadre réglementaire sur celui des pays membres de l'Union Européenne. Ainsi, en matière de télécommunications, le régulateur (par la loi n°4673 de mai 2001 qui lui confère ses véritables pouvoirs) reprend non seulement un certain nombre de missions qui incombait au Ministère des Transports et Communications, mais s'emploie à harmoniser son cadre législatif avec celui de l'acquis communautaire.

Conformément à l'amendement de la loi n°4673, le régulateur s'est vu confier la tâche d'attribution des licences aux opérateurs de téléphonie mobile. Actuellement, deux opérateurs exploitent des licences GSM 900 octroyées en 1998 pour 25 ans par le ministère des communications (Turkcell et Telsim), et une licence GSM 1800 a été cédée pour 25 ans en 2004 par le régulateur à Avea (issu de la fusion d'Aycell et d'Aria en 2003). Turkcell et Telsim étaient déjà actifs dès 1994 grâce à un accord de partage de revenus conclu avec Türk Telekom (puis remplacé en 1998 par les licences GSM 900). Les prix des licences sont fixés en concertation avec l'Autorité de régulation le Trésor.

Tout équipement de télécommunication importé en Turquie en vue d'y être commercialisé doit faire l'objet d'une authentification du régulateur. Le constructeur doit fournir un certain nombre de documents, tels une déclaration de conformité (qui reprend les tests de sécurité, les directives de compatibilité, le standard utilisé, etc.), ainsi qu'un rapport et une description technique du produit. Etant donné qu'aucune demande directe émanant d'une société étrangère n'est prise en compte, l'utilisation des services d'un partenaire turc est nécessaire.

## **2. Les Opérateurs**

La fin de l'année 2005, marquée par la privatisation de l'opérateur Türk Telekom, la vente de Telsim à Vodafone et l'arrivée du groupe russe Alfa au sein du capital de Turkcell, a dernièrement recomposé le paysage des télécommunications turques. Les trois opérateurs turcs, désormais tous sous l'influence des capitaux étrangers, se

partagent les 48 millions d'abonnés selon les part de marché suivantes : Turkcell (63%), Telsim (22%) et Avea (15%).

### **a) Turkcell**

Avec 63% de part de marché (contre 65% en 2005), Turkcell occupe une place prédominante dans le secteur et fournit des services de haute qualité. Leader, il comptait en juillet 2006 plus de 29,8 millions d'abonnés dont 22,5 millions en prépayé. Le capital de Turkcell Holding est essentiellement détenu par le finlandais Sonera Holding BV (47%) et par Cukurova Telecom Holding (53%) de nationalité turque. Turkcell a pour le moment échappé au contrôle majoritaire par le nordique TeliaSonera, grâce à l'alliance de sa maison mère, Cukurova, avec le russe Alfa qui détient maintenant 49% de Cukurova Telecom. Par le système de participations croisées via les sociétés Holding, on obtient que Sonera Holding détient 37% de Turkcell, le groupe Cukurova 27% et Alfa 13%.

En 2005, Turkcell réalisait un chiffre d'affaires de 4,3 Md USD [3,2 Md USD en 2004] et enregistrait un bénéfice de 910 MUSD soit presque deux fois supérieur à l'année passée. De plus, il est le seul opérateur turc à être coté en bourse (17% de son capital émis à la bourse de New York et d'Istanbul).

Cependant, la part de marché de Turkcell est en baisse progressive ce qui met en relief la concurrence accrue qui règne dans le secteur.

### **b) Telsim**

L'opérateur, qui a lancé ses premières opérations de téléphonie mobile en 1998, appartenait au Holding Rumeli (famille Uzan) et a toujours conservé sa deuxième place sur le marché. A la suite d'un scandale de fraude à grande échelle dont la famille Uzan fait objet, Telsim est passé sous le contrôle de l'Etat turc en 2004. Fin 2005, Vodafone rachetait Telsim aux enchères pour 4,55 MD USD, et s'offrait ainsi 11 millions d'abonnés (22% du marché) et de bonnes perspectives de développement. L'implantation du géant britannique en Turquie reflète bien les

perspectives de croissance qu'offre le marché pour les investisseurs étrangers et va sans doute déstabiliser l'équilibre qui y prévalait jusque là.

### **c) Avea**

Si Turkcell a su surmonter la crise sans trop de difficultés, les opérateurs Aria (51% Is Bankasi, 49% Telecom Italia Mobile) et Aycell (filiale à 100% de Türk Telekom) ont connu de sérieux problèmes de rentabilité. En mai 2003 les actionnaires de ces deux compagnies ont donc décidé de fusionner leurs opérations de téléphonie mobile. Avea est officiellement lancée sur le marché en juin 2004 et constitue le troisième opérateur en détenant 15% du marché, soit environ 7,5 millions d'abonnés. La première vague de privatisation en décembre 2005 (vente en bloc de 55% du capital de TT à Oger Telekom dans lequel figure aussi Telecom Italia) a changé la structure de l'actionnariat d'Avea. De plus, Telecom Italia vient de donner son accord pour la vente de ses parts à Türk Telekom : les deux actionnaires sont désormais Türk Telekom et Is Bankasi qui possèdent respectivement 81% et 19% du capital d'Avea.

Règlement des litiges: de par ses statuts, l'Autorité turque de régulation se doit de faire respecter les règles de la concurrence et de régler les litiges entre opérateurs. Force est de reconnaître qu'ils sont nombreux et que le régulateur a du mal à imposer son autorité. La majorité des procès sont menés par les opérateurs contre Türk Telekom, et porte notamment sur le coût des accords d'interconnexion.

Imposition: les opérateurs GSM en Turquie doivent collecter 9 taxes indirectes différentes pour le compte de trois entités administratives différentes (ministères des Finances, sous-secrétariat du Trésor, Autorité de régulation). Parmi les plus importantes : TVA (18%), taxe spéciale à la consommation (25%), Trésor Premium (15% sur le revenu brut). Ces taxes ne sont pas toujours clairement mentionnées dans les textes de loi et les opérateurs se plaignent régulièrement de cas de double imposition.

### 3. Perspectives

L'augmentation constante du nombre d'abonnés et la concurrence dans le secteur présage que la téléphonie mobile restera particulièrement dynamique pendant les cinq prochaines années. Selon un rapport sur les télécommunications, le nombre d'abonnés d'ici 2011 pourrait atteindre 53,5 millions avec un taux de pénétration de 70%. Il est aussi à noter que 5-6% de la population totale possède une seconde carte SIM et qu'à court-terme l'agressivité du marché en matière de campagnes publicitaires et de tarification pourrait renforcer ce phénomène.

Les nouveaux entrants Oger et Vodafone ont annoncé des montants d'investissements significatifs pour les cinq prochaines années, tandis que Turkcell et Avea prévoyaient d'investir respectivement 350 et 300 MUSD dans les infrastructures du réseau et les schémas de développement. Ces chiffres suggèrent que le nouveau paysage des télécommunications sera placé sous le signe de la qualité des services et d'une infrastructure performante, plutôt que d'une compétition basée sur les prix. Il est, en effet, primordial pour concurrencer le leader que les actionnaires de Telsim et d'Avea engagent plus de dépenses d'investissement pour renforcer les infrastructures existantes. D'après le rapport de l'Autorité de régulation des télécommunications, le montant des investissements réalisés par les opérateurs GSM a baissé significativement depuis 2000. Néanmoins, 1,04 milliards de dollar ont été investis l'année dernière, mais il est encore trop tôt pour parler d'un renversement de la tendance.

Notons aussi que les principaux équipementiers mondiaux (Nokia, Motorola, Sony-Ericsson...) sont présents sur le marché turc.

Enfin, un nouvel enjeu se profile pour les trois opérateurs avec la venue de la technologie 3G en Turquie. L'autorité de régulation n'a toujours pas annoncé la date exacte du lancement des licences 3G, mais plusieurs déclarations du Ministère des transports suggéreraient qu'elle serait prévue pour le début de 2007.

Les opérateurs turques sont déjà considéré la technologie UMTS depuis l'an 2001. Par contre les technologies comme le WIMAX a tellement développé pendant les années passées, maintenant les opérateurs sont entrain de les considéré a cause de haut niveau de cout d'investissement d'infrastructure d'UMTS.

## ***C. Comparaison de deux Alternative de déploiement***

### **1. Prétentions communs**

Le travail présenté ici emploie la méthodologie d'options réelles dans le processus de décision d'investissement d'un opérateur Turques de télécom. On a supposé que la compagnie a déjà acquis le spectre prié pour déployer les réseaux 3G sans fil et a les droits exclusifs de fournir les services.

Nous avons assuré des prétentions afin d'exécuter l'analyse : La maturité de l'option (T) est de cinq ans (qui est alignée avec l'industrie courante règne pour que des compagnies fassent développer partiellement leur réseau et s'est déployée). Le prix actuel courant des actives fondamentaux ( $S_0$ ) est la valeur actuelle des futures marges brutes d'autofinancement de financement. Le prix de succès (K) est la valeur actuelle de la charge de placement, des dépenses d'investissement se composantes et des dépenses opérationnelles. L'écart type annualisé, c.-à-d., volatilité ( $\sigma$ ), est calculé à partir des mouvements historiques des prix de la compagnie, et annuellement estimé à 47.28%. Le taux libre de risque ( $r_f$ ) de 6% est conformé aux taux d'Euro bond du dollar d'USA de trésor turc, correspondant à la vie du projet (5 ans mûrissant en 2011, selon Bloomberg).

Pour l'évaluation de DCF, nous diminuons les flux de trésorerie en utilisant le WACC moyen de l'industrie sans fil. Nous assumons un WACC de 16.2%, lorsque nous avons évalué le projet.

**Tableau IV-1: Paramètre financier qu'on a considéré**

Paramètre	Définition	Valeur
T	Maturité de l'option	5
$S_0$	Prix Actuel	\$337,975,780
K	Prix de Succès	\$368,991,214
$\sigma$	Volatilité	47.28%
$r_f$	Le Taux sans Risque	6.00%
WACC	WACC	16.20%

La compagnie couvre une aire géographique de 5.750 kilomètres carrés qui signifie Istanbul. Istanbul est la partie plus concentré de la Turquie, en population et en revenu pour les opérateurs mobiles. Istanbul représente 40% des abonnés des opérateurs mobiles et 68% de ces revenus, selon les entretiens avec les responsables de marketing chez Turkcell et Avea, les deux opérateurs majeurs de la Turquie [41]. Comme la capitale financière et économique, Istanbul est le premier candidat pour les opérateurs, pour conduire les études pilot, pour toutes les nouveautés, y compris celles concernant les technologies nouvelles comme la troisième génération (UMTS) ou le WIMAX.

**Figure IV-1 : La géographie pilot, la photo satellite d'Istanbul**

[41]Entretiens avec la directrice de marketing de Turkcell et le directeur de finance d'Avea.

Parallèle aux figures de la municipalité d'Istanbul, nous assumons 40% de la population pour être urbains avec %10 du territoire urbain exigeant les cellules micro et 30% exigeant macro les cellules, 45% du territoire étant suburbain et du 15% restant est rural [42].

## 2. Etude A : Alternative de déploiement d'UMTS

### a) Prétentions

Un outil économisant de lien est utilisé pour déterminer la capacité de cellules dans UMTS [43]. Les valeurs estimées peuvent être trouvées dans le Tableau IV-2. Nous estimons la capacité fondée sur les hypothèses suivantes : La fréquence d'opération du système d'UMTS est choisie pour être de 1965 mégahertz, avec le taux de porteur de 64 kbps. La probabilité d'assurance est 95% et le chargement de cellules est assumé à 80%.

**Tableau IV-2 : Caractéristiques et assurance de station de base d'UMTS**

	<b>Microcell urbain</b>	<b>Macrocell urbain</b>	<b>Suburbain</b>	<b>Rural</b>
Taille de BS (m)	25.00	25.00	25.00	25.00
La déperdition en circuit (dB)	130.10	135.50	138.50	144.50
Distance (km)	0.58	1.80	8.03	11.82

Un emplacement urbain typique de microcell couvre approximativement 1.1 kilomètre carré, tandis qu'un emplacement suburbain de cellules couvre une aire de 202 kilomètres carrés. Fondé sur les hypothèses ci-dessus nous estimons un total de 730 emplacements de cellules couvrant le domaine géographique entier.

[42] **Istanbul Buyuksehir Belediyesi Site Web**. Disponible à: <http://www.ibb.gov.tr>

[43] P.Tanguturi et F.Harmantzis, (2004). "Delay the Expansion from 2.5G to 3G Wireless Networks: A Real Options Approach", **International Telecommunications Society (ITS) 15<sup>th</sup> Biennial Conference**, Berlin, Germany, Sept. 2004.

**Tableau IV-3: Distribution géographique des stations**

	Surface (km <sup>2</sup> )	Cellule radius (km)	Cellule couverture (km <sup>2</sup> )	# de stations
Urbain micro	575	0.58	1.056296	545
Urbain macro	1725	1.8	10.1736	170
Suburbain	2587.5	8.03	202.470026	13
Rural	862.5	11.82	438.696936	2
<b>Totale</b>	<b>5750</b>			<b>730</b>

La capacité de downlink est estimée comme suit : Pendant une heure occupée un utilisateur moyen télécharge 10 Mbits avec 384 Kbits/s, 2 Mbits avec 144 Kbits/s et marque l'un seconde appel de voix 60. Des données doivent être retransmises 1.1 fois en raison des états de réseau.

**Tableau IV-4 : Kbits/s utilisé par utilisateur par heure occupée pour le downlink seulement**

Taux de Service	Taux Moyen
(10000 Kbits / 3600 sec) x 1.1)	<b>3.06 Kbits/s</b>
(2000 Kbits / 3600 sec) x 1.1)	<b>0.61 Kbits/s</b>
(60sec x 12.2 Kbits/s) / 3600 sec	<b>0.20 Kbits/s</b>
<b>Total</b>	<b>3.87 Kbits/s / utilisateur / heure occupée</b>

Par conséquent, si une capacité de cellules est estimée à 500 Kbits/s, chaque cellule peut être dimensionnée pour environ 129 utilisateurs. Avec les cellules à deux secteurs, l'évaluation théorique pour le nombre d'abonnés que le système peut servir à la fois est 188.340. Nous assumons un facteur de surréservation de dix. Ce facteur est important pour des services sans fil de données de paquet, de l'aspect de gestion de réseau, puisqu'il permet à l'opérateur de réseau de vendre la même quantité de largeur de bande beaucoup de fois, par exemple, 10X ou 20X multiples. Plus le facteur de surréservation est haut, le meilleur. Le facteur fini de réservation jouera un rôle important dans le projet. La source principale d'incertitude dans ce projet est le nombre d'abonnés qui souscriront à de nouveaux services.

En conclusion, la base d'abonné et le nombre d'emplacements de cellules se développent à un taux constant de dix pour cent (10%) par an.

Les dépenses d'investissement sont le montant d'argent exigé pour acquérir et établir l'infrastructure physique. Nous supposons qu'elles sont composées du coût de construction d'emplacement de cellules, de l'équipement de station de base, de l'antenne, et du coût d'intégration. Les dépenses opérationnelles sont les dépenses encourues pour actionner et pour maintenir le réseau fonctionnel. Il est composé du bail d'emplacement de cellules, de l'alimentation d'énergie à l'emplacement, des lignes T1, et du logiciel d'emplacement de cellules.

Des articles de CAPEX et d'OPEX sont donnés dans le Tableau IV-5 et le Tableau IV-6 respectivement.

**Tableau IV-5 : Articles de CAPEX pour le cas d'affaires d'UMTS**

<b>CAPEX</b>	<b>USD</b>
Construction d'emplacement de cellules coût/année	\$ 50,000.00
Coût d'équipement de station de base/année	\$ 150,000.00
Coût annuel/année	\$ 50,000.00
Intégration coût/année	\$ 5,000.00
<b>TOTALE</b>	<b>\$ 255,000.00</b>

**Tableau IV-6 : Articles d'OPEX pour le cas d'affaires d'UMTS**

<b>OPEX</b>	<b>USD</b>
Coût de location d'emplacement de cellules/année	\$ 5,000
Puissance d'emplacement de cellules coût/année	\$ 4,000
Le T1 d'emplacement de cellules raye le coût/année	\$ 3,000
Logiciel d'emplacement de cellules coût/année	\$ 2,000
<b>TOTALE</b>	<b>\$ 14,000</b>

La quantité de capital exigée pour établir le réseau 3G pendant la vie du projet est basée sur le nombre d'emplacements de cellules que la compagnie a dans le secteur d'assurance tous les ans. Le coût de construire un emplacement unicellulaire est approximativement \$255.000, et on suppose qu'à ne change pas au cours de la vie du projet. On assume que la compagnie construit 730 emplacements de cellules par la première année, tout en ajoutant de nouveaux emplacements de cellules en années suivantes, basées sur la croissance de l'abonné.

## b) Résultats

Les chiffres de revenu sont calculés en pratiquant un prix de \$47 par utilisateur par année initiale. En outre, nous supposons que cette charge, c.-à-d., le revenu moyen par utilisateur (ARPU), réduira de 5% tous les ans pendant les cinq années à venir. La valeur actuelle de la charge de placement est \$369 millions, en utilisant un facteur d'escompte de 16.2%. Escomptant les futurs flux de trésorerie avec un WACC de 16.2%, nous calculons la valeur actuelle des futurs flux de trésorerie (S<sub>0</sub>) pour être \$338 millions. De l'équation 1, le NPV statique (aucune option) du projet est :

$$S_0 - K = 338\text{m} - 369\text{m} = -31\text{m} \quad (7)$$

Nous calculons la valeur de l'option pour retarder développant le réseau 3G pour être \$1.02 millions. Une valeur si basse devait être prévue, puisque cette option d'achat est profondément hors d'argent. La valeur (de positif) de l'option à retarder améliore légèrement le chiffre statique (d'aucune option) :

$$\begin{aligned} \text{NPV (Avec l'option)} &= \text{NPV statique} + \text{Valeur de l'option à retarder} \\ &= -31 + 1.02 = -29.98\text{m} \end{aligned} \quad (8)$$

**Tableau IV-7 : CAPEX et OPEX pendant cinq années**

	Emplacements de cellules	CAPEX	OPEX
Année 1	730	\$ 186,150,000	\$ 10,220,000.00
Année 2	110	\$ 28,050,000	\$ 11,760,000.00
Année 3	126	\$ 32,130,000	\$ 13,524,000.00
Année 4	145	\$ 36,975,000	\$ 15,554,000.00
Année 5	167	\$ 42,585,000	\$ 17,892,000.00

**Tableau IV-8 : Nombres d'abonné et revenus prévus pendant cinq années**

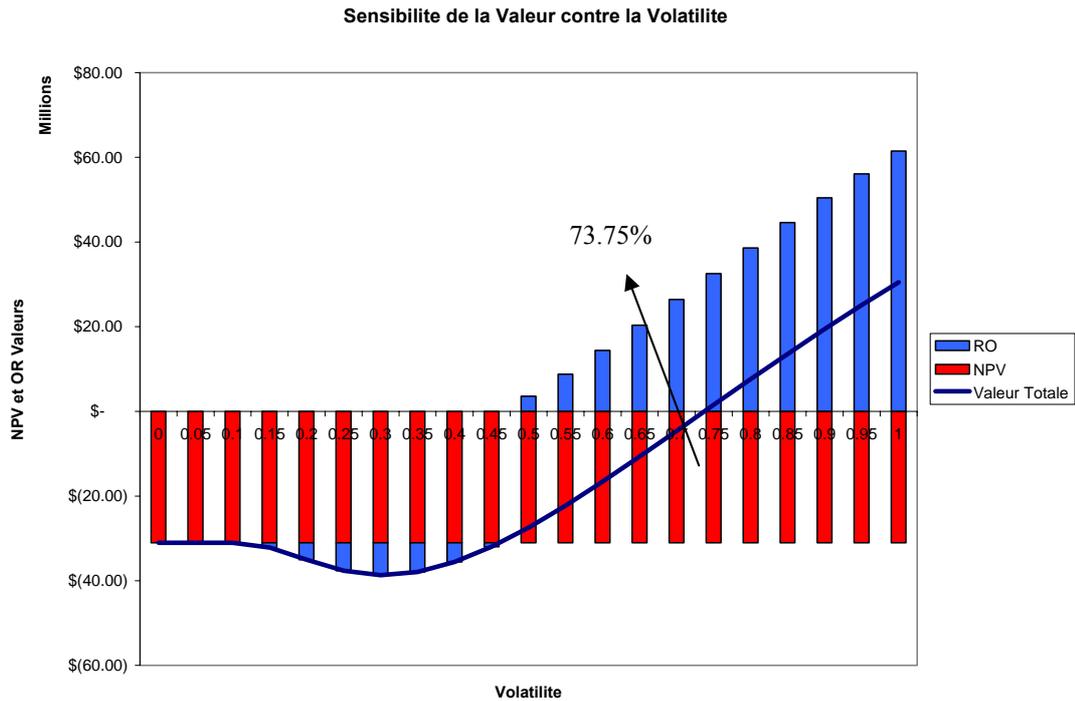
	Abonnés	Revenus
Année 1	1,883,400	\$ 88,519,800
Année 2	2,165,910	\$ 96,707,882
Année 3	2,490,797	\$ 105,653,382
Année 4	2,864,417	\$ 115,426,338
Année 5	3,294,080	\$ 126,103,291

Nous voudrions étudier l'effet des paramètres qui peuvent augmenter la valeur de l'option pour reporter et tourner ce projet à une valeur nette positive. Le vrai outil d'options peut aider la gestion à identifier les scénarios et la réponse différents "ce qui doit être vrai" dans le cas particulier pour être un investissement attrayant. Nous pouvons voir que valeur de l'option pour retarder des augmentations avec une augmentation de la base et de l'incertitude d'abonné. Dans la prochaine section, nous étudions l'effet des paramètres principaux tels que la volatilité, le WACC, le nombre d'abonnés étant un paramètre du facteur de surréservation et l'ARPU qui signifie les revenus du projet dans le processus décisionnel.

### **c) L'Analyse de Sensibilité**

#### ***(1) Sensibilité de la valeur totale à la Volatilité***

Le premier paramètre qu'on a étudié est la volatilité. La volatilité est un paramètre spécifique à la compagnie qu'on a étudié. C'est aussi dépendant aux marchés de l'opération et bien sur au secteur évaluation. On a calculé le valeur 47.28% en prenant le moyen des valeur qu'on a pris des experts du marché du téléphonie mobile turc et les recherche des boites d'investissement, comme le Deloitte & Touche, Ernst&Young et Akyatirim. Par contre il y a une large fourchette d'estimation concernant la valeur de la volatilité, surtout à cause de la volatilité et instabilité général du marché et de l'économie turque. La volatilité est le paramètre le plus spéculatif de notre étude, à cause de sa nature. La volatilité possède une grande importance concernant la valeur des options réelles, par contre il n'y a aucun effet sur la valeur NPV. [Voir Figure IV-2 : Sensibilité de la valeur totale à la Volatilité]



**Figure IV-2 : Sensibilité de la valeur totale à la Volatilité**

### *(2) Sensibilité de la valeur totale au WACC*

Au contraire la volatilité, le WACC (le coût moyen pesé du capital, Weighted Average Cost of Capital) a un effet sur le NPV en même temps sur la valeur d'option réelle. Par contre il est plus prédictible que la volatilité et il est l'un des paramètres indispensable dans les études d'évaluation des investissements et utiliser fréquemment. On calcule le WACC selon la formule ci-dessous:

$$\text{WACC} = R_d (1 - T_c) + R_e \quad (7)$$

Quand:

$R_d$ : Le coût de pré-taxe de la dette, basé sur le taux actuariel sur les instruments d'emprunt commercés de compagnie ou estimé, tenant compte de l'embrayage de compagnie, de la taille, du risque d'industrie, etc.

$T_c$ : Le taux marginal d'impôt sur les sociétés

D, E et V: D et E sont les valeurs marchandes de la dette des affaires et les capitaux propres respectivement et le V sont la somme de D et de E. Par conséquent, D/V et E/V représentent les pondérations relatives de dette et de capitaux propres utilisés dans les opérations commerciales

$R_e$ : Le coût de capitaux en actions propres

Le coût de capitaux en actions propres pour chaque compagnie utilisée en calculant notre WACC a été dérivé seulement du commerce de part la bourse d'Istanbul (IMKB) et n'a pas été mélangé avec le coût de capitaux en actions propres pour les compagnies semblables énumérées sur des bourses à l'extérieur.

$$R_e = R_f(1 - T_i) + \beta_e [R_m - D_m T_m - R_f(1 - T_i)] \quad (9)$$

Quand:

$R_f$ : Le taux de rendement de risque libre basé sur le taux actuariel sur les actions de cinq ans de gouvernement

$T_i$ : Taux d'imposition fiscal efficace des investisseurs sur le revenu d'intérêt, de dividende et les profits capitaux. Le  $T_i$  est égal au taux marginal de revenu personnel

$\beta_e$ : Bêtas des capitaux propres

Évaluations des capitaux propres de bêtas utilisées en calculant notre WACCs sont basées sur une moyenne de retours mensuels sur (jusqu'à) cinq ans, mélangés avec des évaluations basées hebdomadaires où moins de trois ans de données est disponible.

$$[R_m - D_m T_m - R_f(1 - T_i)] \quad (10)$$

Prime De Risque du marché D'Impôts D'Investisseur,

Quand:

$D_m$ : Le rendement de dividende en numéraire sur le portefeuille du marché

$T_m$ : Le paramètre applicable au taux de rendement des actions du marché

Quand on calcule le WACC selon la formule ci-dessus, on a trouvé la valeur 16.2% pour les compagnies mobiles turcs. Par contre cette valeur est totalement dépendant à la valeur  $R_f$  et  $R_d$  qui sont totalement dépendant à la macroéconomie et aussi à la stabilité de l'environnement. L'évaluation de ces investissements est trop dépendante au WACC, comme on peut le voir à la figure ci-dessous. [Figure IV-3 : Sensibilité de la valeur totale au WACC].

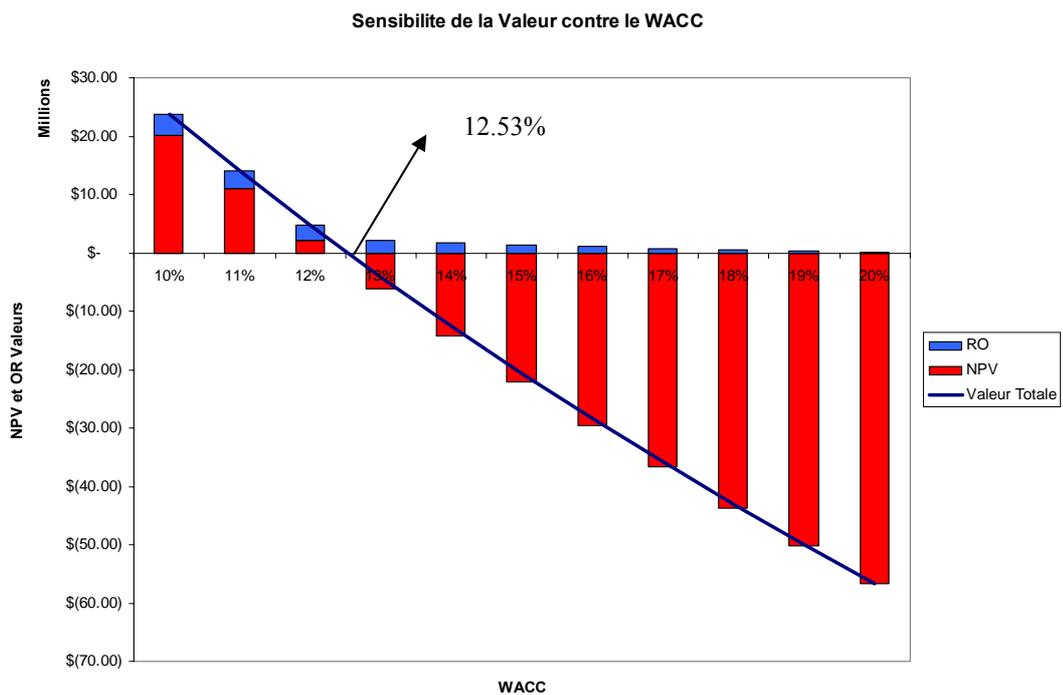


Figure IV-3 : Sensibilité de la valeur totale au WACC

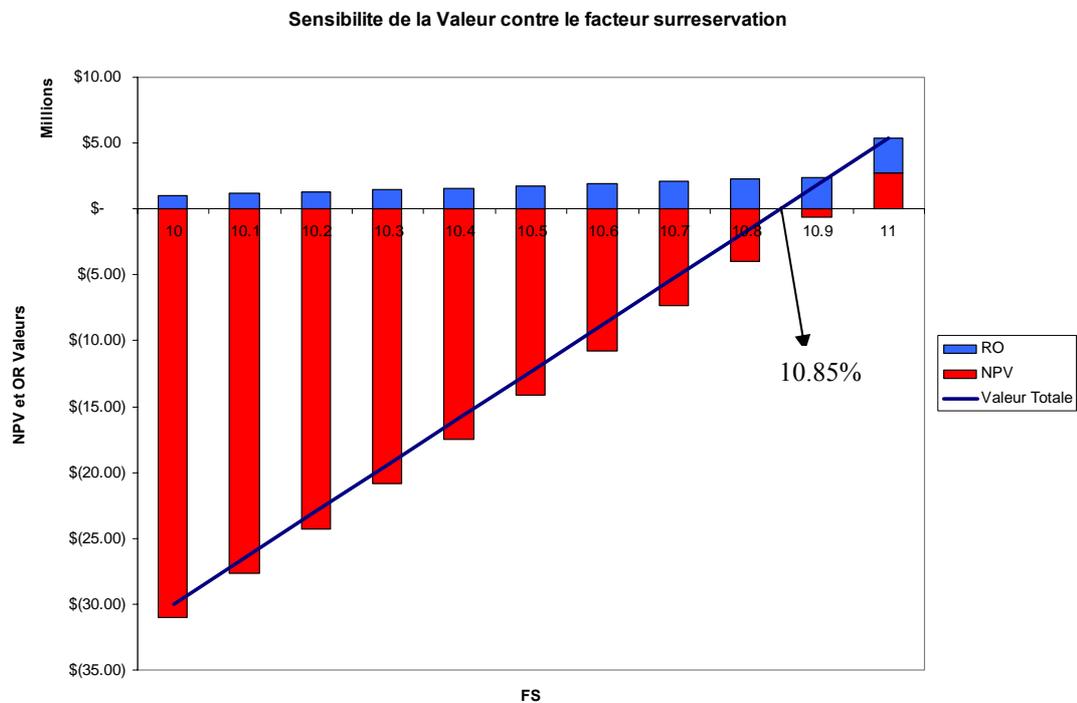
### (3) Sensibilité de la valeur totale au facteur de surréservation

Le facteur de surréservation est en nature un paramètre technique concernant la conception du réseau du télécom. Il signifie le niveau de la qualité du service de transmission du voix et bien sur des données. Quand un nœud peut supporter disons

10 connexions en même temps, comme un standard d'industrie, les ingénieurs du réseau dimensionnent le réseau comme il devrait servir à 100 abonnés, supposant qu'il aura seulement 10 personnes qui seront utiliser le réseau en même temps.

Ceci est devenu comme une norme d'industrie mais selon la nature du marché et les comportements des abonnés varient fortement de réseau à l'autre. D'augmenter le facteur de surréservation est équivalent de sacrifier la qualité de service et satisfaction des clients. Au contraire de le diminuer va causer d'un surinvestissement au réseau, qui augment les coûts des opérateurs, qui sera d'une façon a l'autre reflétera aux consommateurs du service de communication,

Par contre comme on voit dans la figure dessous [Figure IV-4 : Sensibilité de la valeur totale au facteur de surréservation], l'investissement qu'on évalue est fortement sensible à une change marginal du facteur de surréservation. C'est un résultat qu'on attend, parce qu'il augmente les revenus de l'opérateur en gardant le CAPEX et le OPEX constant.



**Figure IV-4 : Sensibilité de la valeur totale au facteur de surréservation**

#### ***(4) Sensibilité de la valeur totale à l'ARPU***

ARPU – la revenue moyenne par abonné (Average Revenue per User) - est l'un des plus fondamentales métriques pour les opérateurs mobiles qui signifie la valeur moyen d'un client. ARPU inclus toutes les actions facturables d'un client (utilisation des minutes de voix, utilisation SMS et téléchargements des données etc.) Par contre il exclut les impôts et les taxes. Pour toutes les opérateurs du monde, ARPU est en décline à cause de plusieurs facteurs comme, augmentation de la compétition, le niveau de revenue disponible des nouveau clients qui sont généralement au dessous des clients anciens et les taxes sur la communication etc. Par contre l'ARPU des services a valeur ajouter, y compris les services de données ont une tendance d'augmentation. Aujourd'hui les opérateurs mobiles turcs ont un ARPU environ 12 USD dans leurs réseaux 2.75G. Par contre les clients des services 3G ou WIMAX seront the client premium, qui seront prêt à disposer plus aux services nouveaux, comme l'appel de vidéo, web surfing, vidéo services, email téléchargements etc. Selon les experts d'industrie, on estime un ARPU de 47 USD. Comme la sensibilité de l'analyse d'investissement au facteur de surréservation, ARPU possède un effet significatif sur la valeur de l'investissement. Il a un effet sur les revenus mais il n'a aucun effet sur le CAPEX et OPEX. Un changement d'un dollar (\$) de l'ARPU a un effet d'environ 7.5 millions de dollars (\$7,493,873). Si opérateurs arrive a un ARPU niveau de \$51, malgré l'investissement de 3G sera une valeur négative par la méthode NPV (-\$2,251,537), par l'introduction de la méthode d'options réelles (\$2,332,005), investissement sera une valeur positive (\$80,468) qui justifie l'investissement.

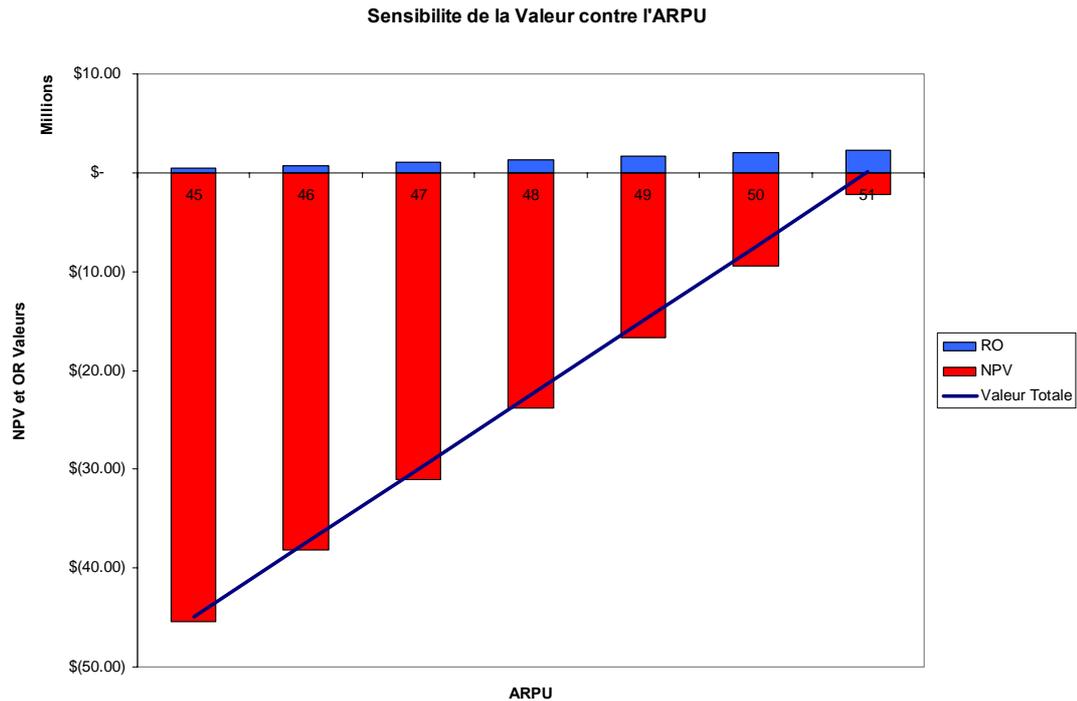


Figure IV-5 : Sensibilité de la valeur totale à l'ARPU

### 3. Etude B : Alternative de déploiement d'WIMAX

#### a) Prétentions

Un outil économisant de lien est utilisé pour déterminer la capacité de cellules dans WIMAX [44]. Les valeurs estimées peuvent être trouvées dans le Tableau IV-9. Nous estimons la capacité fondée sur les hypothèses suivantes : La fréquence d'opération du système du WIMAX est choisie pour être de 2500 mégahertz, avec le taux de porteur de 64 kbps. La probabilité d'assurance est 95% et le chargement de cellules est assumé à 80%.

Tableau IV-9 : Couverture des équipements de WIMAX

Type	Distance (km)		
	Urbaine	Suburbaine	Rural
CPE Intérieur (NLOS)	0.56	0.73	
CPE Extérieur (NLOS)	2	2.6	
CPE Extérieur (NLOS) obstrué	-	-	10
BS (Station de Base)	2.5	3.5	5.2

[44]Wimax Forum, (2005). "Business Case Models for Fixed Broadband Wireless Access based on WiMAX Technology and the 802.16 Standard", **Wimax Forum White Paper**, Octobre 2005.

Un emplacement urbain typique de WIMAX station de base couvre approximativement 20 kilomètre carré, tandis qu'un emplacement suburbain de stations couvre une aire de 38 kilomètres carrés. Un emplacement rural couvre seulement 85 kilomètres carrés avec une qualité de service acceptable. Fondé sur les hypothèses ci-dessus nous estimons un total de 198 emplacements de stations de base couvrant le domaine géographique entier.

**Tableau IV-10: Distribution géographique des stations de base (BS) de WIMAX**

	Surface (km <sup>2</sup> )	BS radius (km)	BS couverture (km <sup>2</sup> )	# de BS
Urbain micro	575	2.5	19.625	30
Urbain macro intérieur	345	2.5	19.625	18
Urbain macro extérieur	1380	2.5	19.625	71
Suburbain	2587.5	3.5	38.465	68
Rural	862.5	5.2	84.9056	11
<b>Totale</b>	<b>5750</b>			<b>198</b>

A cause de sa nature, WIMAX nécessite des équipements supplémentaires pour assurer le service de télécommunication. Les équipements des lieux du client (CPEs) sont indispensables pour le service. Un CPE intérieur typique de WIMAX couvre approximativement 1 kilomètre carré, qui soutien parfaitement des besoins d'une maison. Un emplacement urbain de CPE externe couvre une aire de 13 kilomètres carrés tandis qu'un CPE externe de type suburbaine couvre environ 21 kilomètres carrés. Par contre les CPEs externe obstrué, typiquement construit pour les zone rural, couvre plus de 310 kilomètres carrés. Fondé sur les hypothèses ci-dessus nous estimons un total de 1170 emplacements de CPE couvrant le domaine géographique entier.

**Tableau IV-11: Distribution géographique des équipements des lieux du client (CPE) de WIMAX**

	Surface (km <sup>2</sup> )	CPE radius (km)	CPE couverture (km <sup>2</sup> )	# de CPE
CPE Intérieur (NLOS)	575	0.56	0.984704	584
CPE Intérieur (NLOS)	345	0.56	0.984704	351
CPE Extérieur (NLOS) Urbaine	1380	2	12.56	110
CPE Extérieur (NLOS) suburbaine	2587.5	2.6	21.2264	122
CPE Extérieur (NLOS) obstrué	862.5	10	314	3
<b>Totale</b>	<b>5750</b>			<b>1170</b>

La limite théorique de cette architecture est 50.000 d'abonnés à la fois. Nous assumons un facteur de surréservation de dix comme on a fait dans notre analyse pour l'UMTS. Le facteur fini de réservation jouera un rôle important dans le projet. Avec le facteur 10, ce system peut servir jusqu'à 500.000 abonnés d'Istanbul. La source principale d'incertitude dans ce projet est le nombre d'abonnés qui souscriront à de nouveaux services.

Parallèle à la précédente étude, la base d'abonné et le nombre d'emplacements de cellules se développent à un taux constant de dix pour cent (10%) par an.

Les dépenses d'investissement sont le montant d'argent exigé pour acquérir et établir l'infrastructure physique. Nous supposons qu'elles sont composées du coût de construction d'emplacement des stations de base et les CPE, les logiciels des stations de base et des CPE, les coûts des secteurs, les coûts de transmission, les coûts des liens de radio et du coût d'intégration. Les dépenses opérationnelles sont les dépenses encourues pour actionner et pour maintenir le réseau fonctionnel. Il est composé du contrat d'emplacement de cellules, de l'alimentation d'énergie à l'emplacement, des lignes, et du logiciel d'emplacement de cellules.

Des articles de CAPEX et d'OPEX sont donnés dans le Tableau IV-12 et le Tableau IV-13 respectivement.

**Tableau IV-12: Articles de CAPEX pour cas d'affaires du WIMAX**

<b>CAPEX</b>	<b>USD</b>
Licence des logiciels	\$ 35,000.00
Station de Base (BS)	\$ 25,000.00
BS secteur	\$ 10,000.00
Cout d'installation des BSs	\$ 7,000.00
Cout d'installation des secteurs	\$ 1,500.00
Transmission Link équipement par BS (P2P radio Link)	\$ 35,000.00
<b>TOTALE BS</b>	<b>\$ 113,500.00</b>
Coûts de CPE installation	\$ 125.00
Coûts de CPE	
CPE Interne	\$ 500.00
CPE Externe	\$ 750.00
CPE Externe (O LOS)	\$ 750.00
<b>TOTALE CPE</b>	<b>\$ 2,125.00</b>
<b>GRAND TOTAL</b>	<b>\$ 115,625.00</b>

**Tableau IV-13: Article d'OPEX pour le cas d'affaires du WIMAX**

<b>OPEX</b>	<b>USD</b>
Loyer le site BS	\$ 2,300.00
Loyer secteur	\$ 1,500.00
P2P radio Link site loyer/par BS	\$ 3,000.00
<b>TOTALE</b>	<b>\$ 6,800.00</b>

La quantité de capital exigée pour établir le réseau WIMAX pendant la vie du projet est basé sur le nombre d'emplacements de stations de base (BS) et les CPEs que la compagnie a dans le secteur d'assurance tous les ans. Le coût de construire un emplacement unicellulaire est approximativement \$113.500, et on suppose qu'il diminue 5% par an au cours de la vie du projet. On assume que la compagnie construit 198 emplacements de station de base (BS) et 1170 CPEs par la première année, tout en ajoutant de nouveaux emplacements de cellules en années suivantes, basées sur la croissance de l'abonné.

## **b) Résultats**

Les chiffres de revenu sont calculés en pratiquant un prix de \$18 par utilisateur par année initiale. En outre, nous supposons que cette charge, c.-à-d., le revenu moyen par utilisateur (ARPU), réduira de 5% tous les ans pendant les cinq années à venir.

La valeur actuelle de la charge de placement est \$34.56 millions, en utilisant un facteur d'escompte de 16.2%. Escomptant les futurs flux de trésorerie avec un WACC de 16.2%, nous calculons la valeur actuelle des futurs flux de trésorerie (S<sub>0</sub>) pour être \$34.36 millions. De l'équation 1, le NPV statique (aucune option) du projet est :

$$S_0 - K = 34.36m - 34.56m = -0.2m \quad (11)$$

Nous calculons la valeur de l'option pour retarder développant le réseau WIMAX pour être \$0.22 millions. Une valeur si basse devrait être prévue, puisque cette option d'achat est profondément hors d'argent. La valeur (de positif) de l'option à retarder améliore le chiffre statique (d'aucune option) et retourne en positive:

$$\begin{aligned} \text{NPV (Avec l'option)} &= \text{NPV statique} + \text{Valeur de l'option à retarder} \\ &= -0.2 + 0.22 = -0.02m \end{aligned} \quad (12)$$

**Tableau IV-14: CAPEX et OPEX pendant cinq années**

	CAPEX	OPEX
Année 1	\$22,827,400.00	\$5,706,850.00
Année 2	\$ 3,140,500.00	\$ 785,125.00
Année 3	\$ 3,305,312.50	\$ 826,328.13
Année 4	\$ 3,427,550.00	\$ 856,887.50
Année 5	\$ 3,591,296.81	\$ 897,824.20

**Tableau IV-15 : Nombres d'abonné et revenus prévus pendant cinq années**

	Abonnés	Revenus
Année 1	500,000	\$ 9,000,000
Année 2	575,000	\$ 9,832,500
Année 3	661,250	\$ 10,742,006
Année 4	760,438	\$ 11,735,642
Année 5	874504	\$ 12,821,202

Nous voudrions étudier l'effet des paramètres qui peuvent augmenter la valeur de l'option pour reporter et tourner ce projet à une valeur plus positive. Le vrai outil d'options peut aider la gestion à identifier les scénarios et la réponse différents "ce qui doit être vrai" dans le cas particulier pour être un investissement attrayant. Nous pouvons voir que valeur de l'option pour retarder des augmentations avec une

augmentation de la base et de l'incertitude d'abonné. Dans la prochaine section, nous étudions l'effet des paramètres principaux tels que la volatilité, le WACC, le nombre d'abonnés étant un paramètre du facteur de surréservation et l'ARPU qui signifie les revenus du projet dans le processus décisionnel.

### c) L'Analyse de Sensibilité

#### (1) Sensibilité de la valeur totale à la Volatilité

Comme pour l'analyse d'investissement d'UMTS, la volatilité possède un effet significatif sur la valeur des options réelles. Surtout autour de la valeur qu'on a prise comme la base valeur (47.28%) on arrive une valeur positive pour la totale valeur du projet comme la somme de la valeur NPV et la valeur des options réelles. On conclut que la volatilité est le paramètre qui possède la plus grande importance dans la valeur du projet.

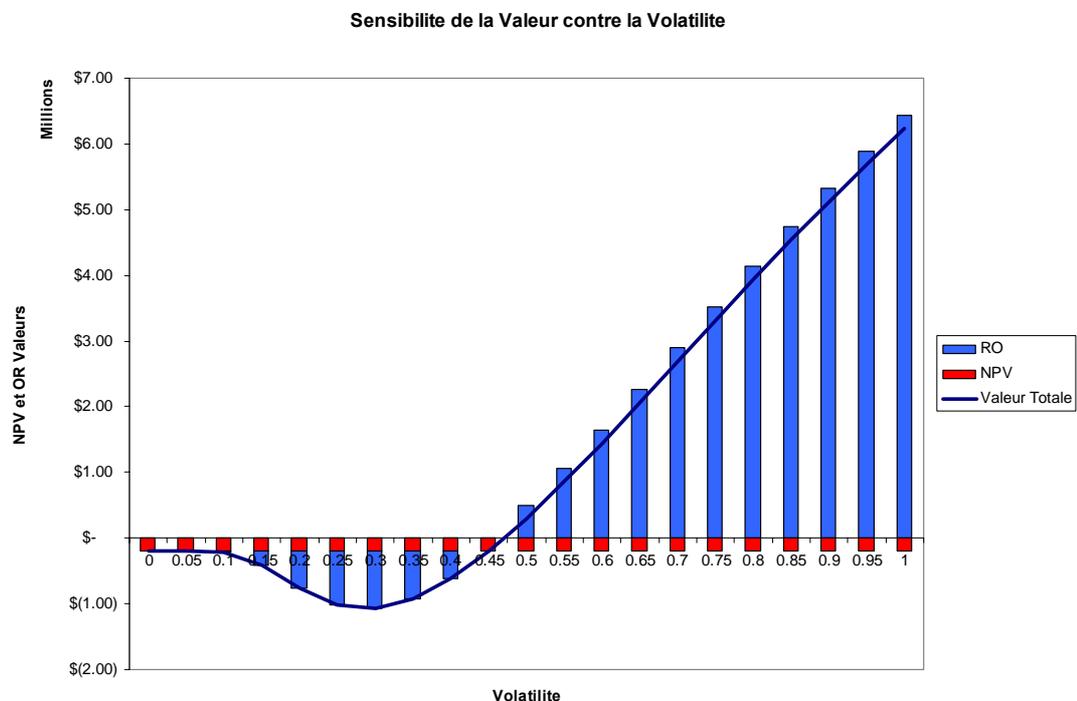
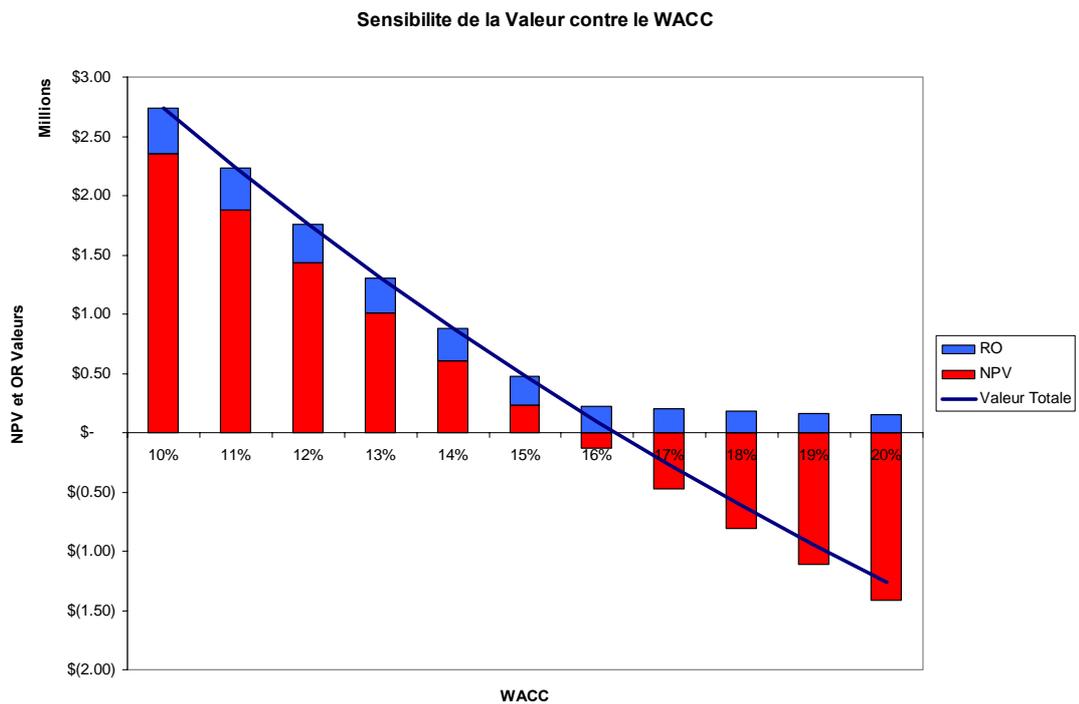


Figure IV-6 - Sensibilité de la valeur totale à la Volatilité

### *(2) Sensibilité de la valeur totale au WACC*

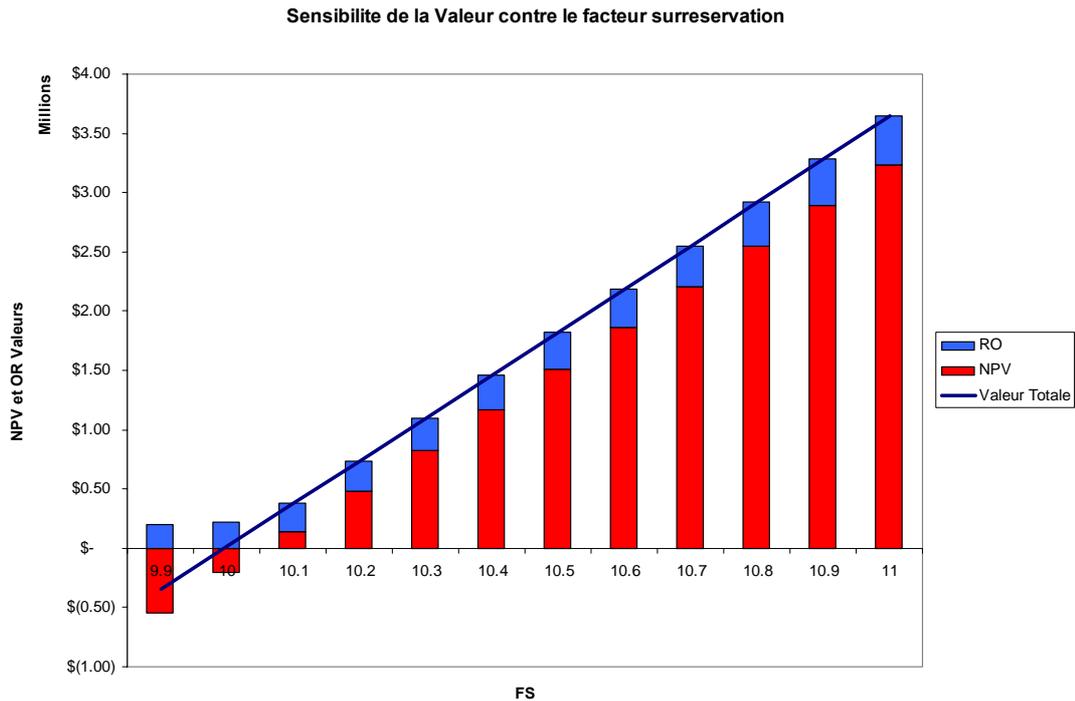
Le WACC a un effet plus important sur la valeur NPV que la valeur des options réelles comme on peut le voir en Figure IV-7 - Sensibilité de la valeur totale au WACC. La valeur des options réelles est toujours en positive, mais la valeur NPV a un point de réflexion autour 16.2%, qui est exactement la valeur référence de notre étude.



**Figure IV-7 - Sensibilité de la valeur totale au WACC**

### *(3) Sensibilité de la valeur totale au Facteur de Surréservation*

Le facteur surréservation a un effet définitif sur la valeur NPV. Par contre son effet sur la valeur des options réelles est négligeable relative au NPV.



**Figure IV-8 - Sensibilité de la valeur totale au facteur de surréservation**

#### ***(4) Sensibilité de la valeur totale à l'ARPU***

Similaire aux résultats auparavant, l'effet de l'ARPU est dominant sur la valeur NPV. Voir Figure IV-9 - Sensibilité de la valeur totale à l'ARPU 18 USD de l'ARPU est 50% mieux de l'ARPU actuel des operateurs mobiles turc. L'expectation de l'ARPU de WIMAX est largement plus basse que celui de l'UMTS (47 USD) à cause de plusieurs raisons. Le raison plus significatif est que le WIMAX nécessitera des appareils nouveaux qui ne sont pas dans le marché pour le moment et leur pénétration sera plus lente que l'UMTS. Les vendeurs des équipements de WIMAX sera tout à fait nouveau joueurs, mais les compagnies qui importe les appareils l'UMTS sont déjà établit dans le marché et ils sont bien connu par les consommateurs.

Sensibilite de la Valeur contre l'ARPU

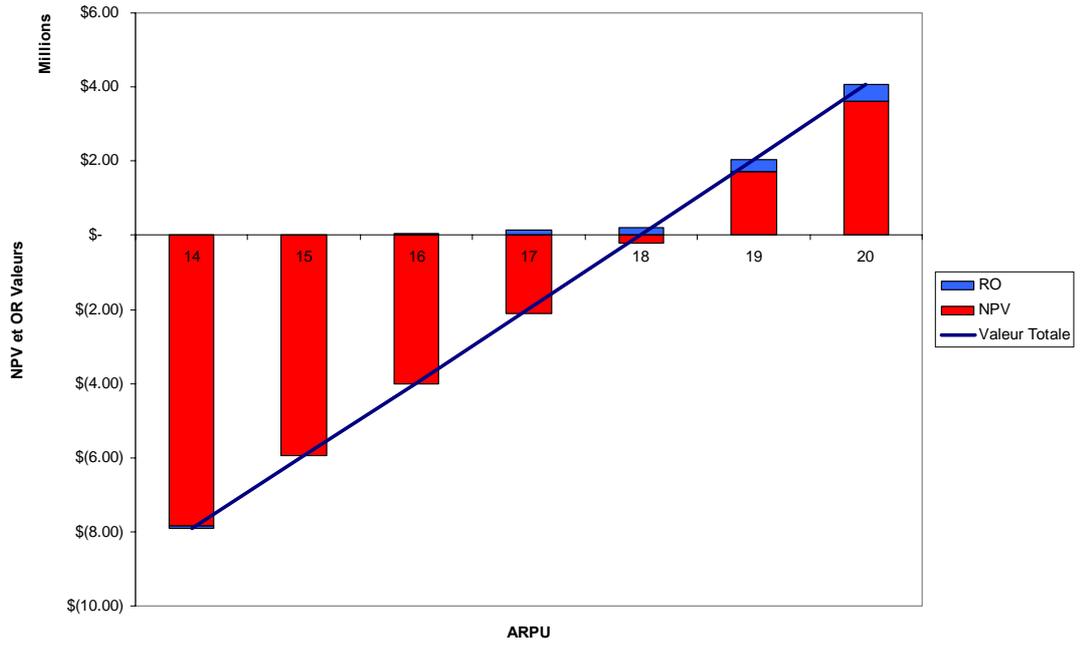


Figure IV-9 - Sensibilité de la valeur totale à l'ARPU

## V. CONCLUSION

Il y a beaucoup de discussion allant sur considérer la chronologie de l'industrie sans fil autour du monde. En Europe, où des enchères de spectre déjà ont été tenues les cinq dernières années, il y a les complications principales liées à l déploiement des réseaux 3G. Notre recherche est motivée par le fait que le chemin à 3G dépend non seulement d'acquérir le permis et son coût, mais également sur des facteurs tels que le nombre d'abonnés, de coût d'infrastructure, et d'incertitude du marché en années à venir. Basé sur ce fait, nous croyons que la théorie des options réelles fournit une plateforme appropriée pour étudier des décisions d'investissement prises par l'industrie.

Nous avons présenté et avons analysé deux alternatives pour les opérateurs mobiles turcs. Dans le premier cas, la compagnie possède le permis de spectre pour un réseau 3G mais le considère reporter l'expansion par cinq ans jusqu'à ce que les états favorables du marché se développent. C'est une situation typique en conditions économiques baissières. Dans le deuxième cas, la compagnie considère des technologies alternatives à 3G. Plus spécifiquement, la compagnie considère augmenter son réseau 2.75G courant en employant WIMAX. Pour le cas A, nous voyons que l'expansion du réseau courant à 3G n'est pas une solution profitable, comme coûts de déploiement du réseau 3G est haut et il y a incertitude concernant les usages des abonnés. Notre analyse prouve que la valeur d'options est basse avec un coût de déploiement si élevée. D'autre part dans les situations de la volatilité élevée qui favorisent la valeur de l'option, la situation est changée (pour les niveaux réalistes de volatilité) et l'investissement a devenu attractif. L'incertitude autour du facteur surréservation jouerait un rôle important au cas où l'étude A. La valeur nette du projet avec l'option devient positive quand il y a une augmentation de dix pourcent du facteur de surréservation. D'autre part notre analyse suggère que quand le revenu des nouveaux abonnés 3G est considéré l'expansion soit un choix favorable pour les ARPU niveau haut (51 USD).

Le cas B considère l'intégration de GPRS avec WIMAX comme technologie alternative. Les solutions de rechange, par exemple, WIMAX, deviennent de plus en plus populaires. WIMAX peut fonctionner tous les deux dans le spectre autorisé et non autorisé et offre des débits plus élevés (comparés aux réseaux cellulaires). Bien qu'il ait un plus petit secteur d'assurance, il est bon marché, facile à installer et maintenir, il peut offrir les services rentables similaire au 3G et les nouvelles solutions des données aux abonnés.

Pour l'étude de cas B, nous avons démontré que cet investissement est profitable quand l'opérateur considère le revenu des abonnés intégrés de réseau. L'option à augmenter est plus valable quand l'opérateur peut attirer de nouveaux abonnés à son réseau WIMAX aussi bien que ses abonnés du réseau intégré. Sans compter que l'effet du nombre d'abonnés, la charge de placement et la volatilité jouent également un rôle important dans l'évaluation dans ce cas.

Conduisant l'analyse pour l'étude de cas B, nous nous sommes rendus compte que la clef au perfectionnement du succès des options réelles quand la flexibilité de gestion est considéré. La société pourrait protéger son investissement en choisissant une technologie alternative qui est meilleur marché comparée à l'investissement du 3G.

Les résultats de notre étude est totalement parallèle à la théorie présenté. La méthode des options réelles détient un grand avantage stratégique dans le processus de décision dans un environnement incertain. Bien que la vraie évaluation d'options devienne populaire, les analystes conviennent que les valeurs de paramètre d'entrée sont les catalyseurs dans la prise de décision finale. Il est en effet difficile de rechercher ces paramètres, puisqu'ils sont l'information spécifique et habituellement de propriété industrielle de projet. Dans notre cas, nos prétentions sont réalistes et technologiquement solide. Cette étude propose un certain outil pour les opérateurs mobiles turcs qui devrait prendre une décision vers la transition à la technologie 3G ou des technologies alternatives, en utilisant la méthodologie des options réelles.

## **VI. PERSPECTIVES**

Les résultats de notre étude sont encourageants dans la mesure où le modèle nous a permis de mesurer la performance des investissements de télécommunications. Certes, notre démarche est innovante mais elle présente encore quelques lacunes. En l'occurrence, la connaissance des données financières sur l'économie turque menées permettrait d'améliorer l'étude. Autrement dit, les données financières supplémentaires du marché aideraient à obtenir une analyse plus précise des investissements ainsi que de leurs rentabilités. L'obtention de ces données permet d'analyser finement la part de performance de chaque paramètre étudié, c'est-à-dire elle aide à mesurer l'effet de stabilité de l'économie, l'effet de sélection d'une technologie et l'effet d'interaction des actions. En outre, elle élimine une grande partie des problèmes liés à la synchronisation ou au choix des paramètres de référence.

Pour une application efficace du modèle, d'autres méthodes d'évaluations doivent être considéré : l'écoulement de cash en flou (fuzzy) semble le plus promissant méthode pour ce type d'analyse. Il est souhaitable que cette analyse quantitative soit accompagnée d'une analyse qualitative sur l'évaluation futuristique des technologies alternatives par les différentes écoles pour attirer davantage de candidats. Enfin, l'idéal est de connaître tous les aspects des technologies sur la vie quotidienne et bien sur la vie des affaires des consommateurs.

## VII. REFERENCES

- [1] A.Selian, (2002). "3G Mobile Licensing Policy: From GSM to IMT-2000 - A Comparative Analysis", **International Telecommunications Union (ITU)**, Étude de cas, pp. 11-27.
- [2] G.Patel et S.Dennett, (2000). "The 3GPP and 3GPP2 Movements Towards an All-IP Mobile Network", **IEEE Personal Communications**, Vol.7, No.4, pp. 62-64.
- [3] W.H.Melody, (2001). "Spectrum Auctions and Efficient Resource Allocation : Learning from the 3G Experience in Europe", **Info**, Vol.3, No.1, pp. 5-10.
- [4] B.Duarte, (2001). "UMTS: challenges and perspectives", **Alcatel Telecommunications Review**, 1<sup>st</sup> Quarter 2001, pp. 5-9.
- [5] Wall Street Journal, (2005). "Convergence Generation Next?", **Wall Street Journal**. Juin 25, 2005, pp. 17-22.
- [6] B.Bath, (2005). "Wireless Services: Industry Overview", **Lehman Brothers Equity Research**, June 16, 2005.
- [7] Ericsson, (2006). "Shared Networks: Ericsson" , **Ericsson White Paper**.
- [8] J.P.Morgan et A.Andersen (2000). **Wireless Data: The World in Your Hand**, Londres, J.P. Morgan /Arthur Andersen.
- [9] J.Borrel, (2001). "Gearing up for 3G", **Upside**, Vol.13, No.3, p 84-89.
- [10] Nokia, (2005). "Make Money with 3G Services" , **Nokia White Paper**.
- [11] Nokia, (2006). "3G Market Research: 3G Tariffing End User Study Global Findings" , **Nokia White Paper**, p 44-67.
- [12] H.Kim, (2005). "Real Options: The Value of Strategic Technology Options in Wireless Industry", **Lattanze Working Paper**.
- [13] Dundee, (2004). "The Services and Technology of the Wireless Internet: Costs and Benefits", Toronto, **Dundee Securities Corporation White Paper**.
- [14] K.Carroll, (2001). "Infrastructure Ingredients", **Telephony**, Vol.240, No.60, Mars 19, 2001.
- [15] P.W.Bane et N.Blain, (2001). "Surviving the Valley of Death", **Telephony**, Vol.240, pp. 70.

- [16] IEEE, (2004). "IEEE Standard for Local et Metropolitan Area Networks, Part 16: Air Interface for Fixed Broadband Wireless Access Systems", **IEEE Std 802.16-2004**.
- [17] C.Eklund, R.B.Marks, K.L.Stanwood, et S.Wang, (2002). "IEEE Standard 802.16: A Technical Overview of the Wirelessman Air Interface for Broadband Wireless Access", **IEEE Communications Magazine**, Vol.98, Juin 2002.
- [18] A.Ghosh, D.R.Wolter, J.G.Andrews, et R.Chen, (2005). "Broadband Wireless Access with WiMAX/802.16: Current Performance Benchmarks and Future Potential", **IEEE Communications Magazine**, Février 2005.
- [19] WiMAX Forum, (2005). "WiMAX : The Business Case for Fixed Wireless Access in Emerging Markets", **Wimax Forum White Paper**, Juin 2005.
- [20] H.R.Anderson, (2003). **Fixed Broadband Wireless System Design**, West Sussex, John Wiley & Sons Ltd.
- [21] R.Fildes, V.Kumar, (2002). "Telecommunications demand forecasting – a review", **International Journal of Forecasting**, pp. 18.
- [22] M.Amram et N.Kulatilaka, (1999). **Real Options: Managing Strategic Investments in an Uncertain World**, Harvard Business School Press, Boston Massachusetts, p 22-24.
- [23] F.Harmantzis et V.P.Tanguturi (2005), "Investment Decisions in Wireless Industry applying Real Options", submitted **Telecommunications Policy**.
- [24] T.A.Leuhrman, (1997). "What's It Worth? A General Manager's Guide to Evaluation", **Harvard Business Review**, Mai-Juin 1997, pp. 9-18.
- [25] T.A.Leuhrman, (1998). "Investment Opportunities as Real Options: Getting Started on the Numbers", **Harvard Business Review**, Juillet-Août, pp. 20-26.
- [26] F.Black et M.Scholes, (1973). "The Pricing of Options and Corporate Liabilities", **Journal of Political Economy**, Vol.81, No.3 (Mai-Juin), pp. 637-654.
- [27] R.C.Merton, (1973). "Theory of Rational Option Pricing", **Bell Journal of Economics and Management Science**, Vol.4, No.1.
- [28] J.Cox, S.Ross, et M.Rubinstein, (1979). "Option pricing: A simplified approach", **Journal of Financial Economics**, Vol.7, pp. 229-264.
- [29] S.Myers, (1977). "Determinants of Corporate Borrowing", **Journal of Financial Economics**, Vol.5.
- [30] S.Myers, (1987). "Finance Theory and Financial Strategy", **Midland Corporate Finance Journal**, Vol.5, No.1.

- [31] W.Kester, (1984). "Today's Options for Tomorrow's Growth", **Harvard Business Review**, Vol.62, No.2. pp. 153-160.
- [32] K.Foster, (2005). "Keeping it Real, Energy and Power Risk Management", **Risk Waters Group**. L'article est disponible à [www.riskwaters.com/eprm/index01.htm](http://www.riskwaters.com/eprm/index01.htm).
- [33] P.Tanguturi et F.Harmantzis, (2006). "Migration to 3G Wireless Broadband Internet and Real Options: The Case of an Operator in India", **Telecommunications Policy**, Vol.30, No.7.
- [34] J.C.Hull, (1997). **Options, Futures and Other Derivatives**, New Jersey, Prentice-Hall.
- [35] P.Tanguturi et F.Harmantzis, (2005). "Real Option Analysis for GPRS Network with Wi-Fi Integration", **Proc. 31<sup>st</sup> Annual Conference of the Northeast Business & Economics Association**, New York, NY.
- [36] D.G.Luenberger, (1998). **Investment Science**, Oxford University Press.
- [37] A.Dixit et R.S.Pindyck, (1994). **Investment Under Uncertainty**, Princeton University Press.
- [38] R.G.McGrath, W.J.Ferrier, A.L.Mendelow, (2004). "Real Options as Engines of Choice and Heterogeneity", **Academy of Management Review**, Vol.29, No.1.
- [39] L.Trigeorgis, (2000). **Real Options; Managerial Flexibility and Strategy in Resource Allocation**, The MIT Press, pp. 28-34.
- [40] D.I.Angelis, (2000). "Capturing the Option Value of R&D", **Research Technology Management**, (Juillet-Août), pp. 10-18.
- [41] Entretiens avec la directrice de marketing de Turkcell et le directeur de finance d'Avea.
- [42] **Istanbul Buyuksehir Belediyesi Site Web**. Disponible à: <http://www.ibb.gov.tr>
- [43] P.Tanguturi et F.Harmantzis, (2004). "Delay the Expansion from 2.5G to 3G Wireless Networks: A Real Options Approach", **International Telecommunications Society (ITS) 15<sup>th</sup> Biennial Conference**, Berlin, Germany, Sept. 2004.
- [44] Wimax Forum, (2005). "Business Case Models for Fixed Broadband Wireless Access based on WiMAX Technology and the 802.16 Standard", **Wimax Forum White Paper**, Octobre 2005.
- [45] **WiMAX Forum**. Site Web. Disponible à: <http://www.wimaxforum.org/>.

## VIII. ANNEXES

### A. Les analyses de sensibilité pour l'UMTS

Volatilité ( $\sigma$ )	NPV	OR Valeur	NPV + ORV
0	\$ (31,015,433.45)	0	\$ (31,015,433.45)
0.05	\$ (31,015,433.45)	\$ -	\$ (31,015,433.45)
0.1	\$ (31,015,433.45)	\$ (29,055.93)	\$ (31,044,489.38)
0.15	\$ (31,015,433.45)	\$ (1,138,117.98)	\$ (32,153,551.43)
0.2	\$ (31,015,433.45)	\$ (4,023,777.79)	\$ (35,039,211.24)
0.25	\$ (31,015,433.45)	\$ (6,653,432.46)	\$ (37,668,865.91)
0.3	\$ (31,015,433.45)	\$ (7,689,496.95)	\$ (38,704,930.40)
0.35	\$ (31,015,433.45)	\$ (6,910,712.11)	\$ (37,926,145.57)
0.4	\$ (31,015,433.45)	\$ (4,552,081.83)	\$ (35,567,515.28)
0.45	\$ (31,015,433.45)	\$ (950,544.66)	\$ (31,965,978.11)
0.5	\$ (31,015,433.45)	\$ 3,578,113.23	\$ (27,437,320.22)
0.55	\$ (31,015,433.45)	\$ 8,769,948.08	\$ (22,245,485.37)
0.6	\$ (31,015,433.45)	\$ 14,413,033.99	\$ (16,602,399.46)
0.65	\$ (31,015,433.45)	\$ 20,339,524.23	\$ (10,675,909.22)
0.7	\$ (31,015,433.45)	\$ 26,416,929.45	\$ (4,598,504.01)
0.75	\$ (31,015,433.45)	\$ 32,540,661.66	\$ 1,525,228.21
0.8	\$ (31,015,433.45)	\$ 38,628,151.76	\$ 7,612,718.31
0.85	\$ (31,015,433.45)	\$ 44,614,339.00	\$ 13,598,905.55
0.9	\$ (31,015,433.45)	\$ 50,448,235.48	\$ 19,432,802.03
0.95	\$ (31,015,433.45)	\$ 56,090,296.97	\$ 25,074,863.52
1	\$ (31,015,433.45)	\$ 61,510,388.41	\$ 30,494,954.96

WACC	NPV	OR Valeur	NPV + ORV
10%	\$ 20,119,513.75	\$ 3,596,432.94	\$ 23,715,946.69
11%	\$ 10,967,313.29	\$ 3,071,340.10	\$ 14,038,653.39
12%	\$ 2,189,009.76	\$ 2,593,264.58	\$ 4,782,274.34
13%	\$ (6,234,878.42)	\$ 2,158,326.23	\$ (4,076,552.19)
14%	\$ (14,322,624.84)	\$ 1,762,959.84	\$ (12,559,665.00)
15%	\$ (22,091,381.08)	\$ 1,403,889.61	\$ (20,687,491.47)
16%	\$ (29,557,255.80)	\$ 1,078,105.72	\$ (28,479,150.08)
17%	\$ (36,735,387.57)	\$ 782,842.76	\$ (35,952,544.82)
18%	\$ (43,640,012.06)	\$ 515,559.95	\$ (43,124,452.11)
19%	\$ (50,284,523.88)	\$ 273,922.96	\$ (50,010,600.93)
20%	\$ (56,681,533.80)	\$ 55,787.13	\$ (56,625,746.67)

Facteur de Surréservation	NPV	OR Valeur	NPV + ORV
10	\$ (31,015,433.45)	1016695.871	\$ (29,998,737.58)
10.1	\$ (27,635,763.57)	1156904.217	\$ (26,478,859.35)
10.2	\$ (24,256,008.40)	\$ 1,300,930.32	\$ (22,955,078.08)
10.3	\$ (20,876,271.31)	\$ 1,448,772.33	\$ (19,427,498.98)
10.4	\$ (17,496,516.15)	\$ 1,600,433.61	\$ (15,896,082.54)
10.5	\$ (14,116,620.54)	\$ 1,755,921.14	\$ (12,360,699.40)
10.6	\$ (10,736,883.45)	\$ 1,915,221.74	\$ (8,821,661.70)
10.7	\$ (7,357,128.28)	\$ 2,078,343.56	\$ (5,278,784.72)
10.8	\$ (3,977,458.40)	\$ 2,245,281.00	\$ (1,732,177.40)
10.9	\$ (597,703.24)	\$ 2,416,041.48	\$ 1,818,338.24
11	\$ 2,782,051.93	\$ 2,590,619.31	\$ 5,372,671.24

ARPU	NPV	OR Valeur	NPV + ORV
45	\$ (45,397,381.54)	\$ 462,613.69	\$ (44,934,767.85)
46	\$ (38,206,407.50)	\$ 731,048.66	\$ (37,475,358.84)
47	\$ (31,015,433.45)	\$ 1,016,695.87	\$ (29,998,737.58)
48	\$ (23,824,459.41)	\$ 1,319,595.25	\$ (22,504,864.16)
49	\$ (16,633,485.36)	\$ 1,639,772.97	\$ (14,993,712.39)
50	\$ (9,442,511.31)	\$ 1,977,242.45	\$ (7,465,268.86)
51	\$ (2,251,537.27)	\$ 2,332,005.26	\$ 80,468.00

### B. Les analyses de sensibilité pour le WIMAX

Volatilité ( $\sigma$ )	NPV	OR Valeur	NPV + ORV
0	\$ (203,097.83)	0	\$ (31,015,433.45)
0.05	\$ (203,097.83)	\$ -	\$ (31,015,433.45)
0.1	\$ (203,097.83)	\$ (10,505.33)	\$ (213,603.16)
0.15	\$ (203,097.83)	\$ (204,721.05)	\$ (407,818.88)
0.2	\$ (203,097.83)	\$ (559,878.96)	\$ (762,976.79)
0.25	\$ (203,097.83)	\$ (812,499.19)	\$ (1,015,597.03)
0.3	\$ (203,097.83)	\$ (862,205.06)	\$ (1,065,302.89)
0.35	\$ (203,097.83)	\$ (717,591.03)	\$ (920,688.86)
0.4	\$ (203,097.83)	\$ (417,220.86)	\$ (620,318.69)
0.45	\$ (203,097.83)	\$ (535.04)	\$ (203,632.88)
0.5	\$ (203,097.83)	\$ 499,464.38	\$ 296,366.54
0.55	\$ (203,097.83)	\$1,056,754.64	\$ 853,656.80
0.6	\$ (203,097.83)	\$1,651,162.15	\$ 1,448,064.31
0.65	\$ (203,097.83)	\$2,267,073.24	\$ 2,063,975.40
0.7	\$ (203,097.83)	\$2,892,360.33	\$ 2,689,262.50
0.75	\$ (203,097.83)	\$3,517,564.33	\$ 3,314,466.49
0.8	\$ (203,097.83)	\$4,135,290.02	\$ 3,932,192.19
0.85	\$ (203,097.83)	\$4,739,761.54	\$ 4,536,663.71
0.9	\$ (203,097.83)	\$5,326,493.25	\$ 5,123,395.42
0.95	\$ (203,097.83)	\$5,892,043.02	\$ 5,688,945.18
1	\$ (203,097.83)	\$6,433,823.97	\$ 6,230,726.13

WACC	NPV	OR Valeur	NPV + ORV
10%	\$ 2,352,610.59	\$ 381,607.76	\$ 2,734,218.35
11%	\$ 1,882,194.54	\$ 350,354.07	\$ 2,232,548.61
12%	\$ 1,435,978.93	\$ 321,221.83	\$ 1,757,200.76
13%	\$ 1,012,600.27	\$ 294,061.31	\$ 1,306,661.58
14%	\$ 610,782.65	\$ 268,734.02	\$ 879,516.67
15%	\$ 229,331.32	\$ 245,111.82	\$ 474,443.14
16%	\$ (132,873.07)	\$ 223,076.05	\$ 90,202.98
17%	\$ (476,879.88)	\$ 202,516.85	\$ (274,363.03)
18%	\$ (803,673.42)	\$ 183,332.42	\$ (620,341.00)
19%	\$ (1,114,177.47)	\$ 165,428.40	\$ (948,749.06)
20%	\$ (1,409,259.50)	\$ 148,717.30	\$ (1,260,542.20)

Facteur de Surréservation	NPV	OR Valeur	NPV + ORV
9.9	\$ (546,724.85)	\$ 201,684.83	\$ (345,040.02)
10	\$ (203,097.83)	\$ 218,849.46	\$ 15,751.62
10.1	\$ 140,529.19	\$ 236,435.41	\$ 376,964.60
10.2	\$ 484,156.21	\$ 254,442.48	\$ 738,598.69
10.3	\$ 827,783.23	\$ 272,870.39	\$ 1,100,653.61
10.4	\$ 1,171,410.25	\$ 291,718.79	\$ 1,463,129.04
10.5	\$ 1,515,037.27	\$ 310,987.30	\$ 1,826,024.57
10.6	\$ 1,858,664.29	\$ 330,675.46	\$ 2,189,339.75
10.7	\$ 2,202,291.31	\$ 350,782.78	\$ 2,553,074.09
10.8	\$ 2,545,918.33	\$ 371,308.69	\$ 2,917,227.03
10.9	\$ 2,889,545.35	\$ 392,252.61	\$ 3,281,797.96
11	\$ 3,233,172.38	\$ 413,613.87	\$ 3,646,786.24

ARPU	NPV	OR Valeur	NPV + ORV
14	\$ (7,839,260.01)	\$ (63,683.16)	\$ (7,902,943.17)
15	\$ (5,930,219.46)	\$ (12,315.40)	\$ (5,942,534.87)
16	\$ (4,021,178.92)	\$ 51,795.96	\$ (3,969,382.96)
17	\$ (2,112,138.38)	\$ 128,824.51	\$ (1,983,313.87)
18	\$ (203,097.83)	\$ 218,849.46	\$ 15,751.62
19	\$ 1,705,942.71	\$ 321,873.48	\$ 2,027,816.19
20	\$ 3,614,983.25	\$ 437,837.43	\$ 4,052,820.69

**TEZ ONAY SAYFASI**

<b>Üniversite</b>	Galatasaray Üniversitesi
<b>Enstitü</b>	Sosyal Bilimler Enstitüsü
<b>Adı Soyadı</b>	Serdar Raşit Alemdar
<b>Tez Başlığı</b>	Mobil Telekom Operatörleri için Olası Teknolojilerin analitik yöntemlerle değerlendirilmesi
<b>Savunma Tarihi</b>	5 Şubat 2007
<b>Danışmanı</b>	Doç. Dr. Gülçin Büyüközkan

**JÜRİ ÜYELERİ**

<b>Ünvanı, Adı, Soyadı</b>	<b>İmza</b>
Prof.Dr. Mehmet Şakir Ersoy	
Doç. Dr. İdil Kaya	
Doç. Dr. Gülçin Büyüközkan	

**Enstitü Müdürü****Doç.Dr.İdil KAYA**