

MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEURE ET DE LA
RECHERCHE SCIENTIFIQUE

**ECOLE NATIONALE SUPERIEURE DE MANAGEMENT
ENSM.ALGER**

MASTER EN ECONOMIE INDUSTRIELLE DES RESEAUX ET
INFRASTRUCTURES

MEMOIRE DE FIN D'ETUDE

THEME :

***L'IMPACT DES EXTERNALITES DE RESEAU SUR LE
DEVELOPPEMENT DU MARCHE DE LA TELEPHONIE
MOBILE EN ALGERIE***

Présenté par : DJEDILAT Toumi

encadré par : Dr. BOUREZGUE Tarik

ANNEE : 2013

REMERCIEMENTS

Nous tenons tout d'abord à remercier ALLAH le tout puissant et miséricordieux, qui nous a donné la force et la patience d'accomplir ce modeste travail.

Nous tenons à remercier notre encadreur Mr : BOUREZGUE, son précieux conseil et son aide durant toute la période du travail.

Mes remerciements les plus sincères s'adressent à Mr SFAKSI le directeur de la direction des relations clientèles d'Algérie télécom, pour ces orientations

Nos remerciements s'étendent également à Mr. BENSALAH promoteur chez la société «d'Algérie télécom» pour ses bonnes explications

Nos vifs remerciements vont également aux membres du jury pour l'intérêt qu'ils ont porté à notre recherche en acceptant d'examiner notre travail et de l'enrichir par leurs propositions.

Nous tenons à exprimer nos sincères remerciements à tous les professeurs de l'ENSM qui nous ont enseigné et qui par leurs compétences nous ont soutenu dans la poursuite de nos études.

Enfin, nous tenons également à remercier toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

RESUME

Le nombre d'abonnés de la téléphonie mobile en Algérie a enregistré une forte croissance ces dernières années. Une partie de cette croissance peut être expliquée par les externalités de réseau. Afin de démontrer le rôle des externalités de réseau et de détecter quelques facteurs socioéconomiques qui peuvent affecter l'intensité de ce phénomène. Ce travail présente une grille d'analyse sur ce phénomène avec une application sur le marché de la téléphonie mobile. Le résultat obtenu montre le rôle important de l'externalité de réseau dans la diffusion de la téléphonie mobile en Algérie.

Mots clés : externalités de réseau, masse critique, facteurs socioéconomiques, service de la téléphonie mobile

ABSTRACT

The subscribers mobile phone in Algeria grew exponentially in recent years. This growth can be explained by network externalities. To prove the role of network externalities and to detect some socio-economic factors that can affect the intensity of this phenomenon. This work presents an analytical approach on this phenomenon with an application on the market for mobile phone in Algeria. The result shows the important role of network externalities in the diffusion of mobile telephony in Algeria.

Key words: network externalities, critical mass, socioeconomics factors, mobile phone services.

الخلاصة

سجلت الجزائر في السنوات الأخيرة نمواً ملحوظاً في عدد مستخدمي الهاتف النقال، جزء من هذا النمو يمكن شرحه عن طريق تفسير ظاهرة الآثار الخارجية التي تظهر في قطاع الشبكات ومن أجل برهنة أهمية هذه الظاهرة ومعرفة بعض العوامل الاقتصادية والاجتماعية التي تؤثر عليها، في هذا العمل سنعرض أهم التحاليل النظرية مع التعرض لحالة الجزائر. النتيجة المتحصّل عليها تبين الدور المهم لهذه الظاهرة في شرح الانتشار المتواصل للهاتف النقال.

الكلمات المفتاحية: الآثار الخارجية للشبكات، القيمة الحرجة، العوامل الاقتصادية والاجتماعية، خدمة الهاتف النقال.

SOMMAIRE

INTRODUCTION GENERALE	1
CHAPITRE 1 : LA REVUE DE LA LITTERATURE SUR LES EXTERNALITES DE RESEAU	6
INTRODUCTION	2
1. LA NOTION DE RESEAU.....	3
1.1. LES EXTERNALITES DE RESEAU.....	4
CONCLUSION	20
CHAPITRE 2 : LES FONDEMENTS THEORIQUES POUR UN PRODUIT EN RESEAU	6
INTRODUCTION	30
1. LE MECANISME DU MARCHE POUR UN BIEN NORMAL.....	31
2. LE FONCTIONNEMENT DU MARCHE EN PRESENCE DE L'EXTERNALITE DE RESEAU ...	34
CONCLUSION	55
CHAPITRE 3 : LA MODELISATION DE L'EXTERNALITE DE RESEAU	58
INTRODUCTION	59
1. EVOLUTION DE LA COMMUNICATION MOBILE	60
2. L'EVOLUTION DU MARCHE DE LA TELEPHONIE MOBILE EN ALGERIE :.....	61
3. LA MODELISATION DE L'EXTERNALITE DE RESEAU	71
CONCLUSION	81
CONCLUSION GENERALE	82
BIBLIOGRAPHIE	85
ANNEXES.....	92

LISTE DES TABLEAUX :

Tableau 1: les résultats de l'estimation pour OTA.....	71
Tableau 2: les résultats de l'estimation pour ATM.....	73
Tableau 3: les résultats de l'estimation pour WTA.....	74
Tableau 4: les résultats d'estimation des modèles (3) et (4)	77

LISTE DES SCHEMAS :

Schéma N° 1 : les hypothèses du modèle.....	18
Schéma N° 2: dérivation du point de la masse critique à partir de la courbe de diffusion	18
Schéma N° 3: la courbe de la demande.....	31
Schéma N° 4 : la courbe de l'offre.....	32
Schéma N° 5: l'équilibre du marché	33
Schéma N° 6: les effets de rétroactions positives	35
Schéma N° 7: les rétroactions horizontales et les rétroactions verticales.....	36
Schéma N° 8 : la courbe de la demande en présence de l'externalité de réseau	40
Schéma N° 9: la courbe de la diffusion d'un produit en réseau.....	42
Schéma N° 10: la résolution de problème de start-up par un prix de lancement bas	44
Schéma N° 11: la subvention de l'effet de réseau	45
Schéma N° 12: la courbe de l'offre en présence de l'externalité de réseau	46
Schéma N° 13 : l'équilibre dans le marché d'un bien en réseau.....	47
Schéma N° 14 : l'équilibre dans le marché d'un bien en réseau à long terme	47
Schéma N° 15 : l'évolution annuelle du nombre d'abonnés.....	64
Schéma N° 16 : le nombre annuel des abonnés par opérateur.....	65
Schéma N° 17: l'évolution des parts de marché de trois opérateurs	67
Schéma N° 18: le nombre d'abonnés de la téléphonie mobile par rapport au nombre total de la population.....	68
Schéma N° 19: l'évolution du nombre d'abonnés total en fonction de PIB par habitant	69
Schéma N° 20: l'évolution de PIB par habitant et l'évolution de parc mobile de chaque opérateur	69
Schéma N° 21: l'évolution de la densité de population et le nombre total des abonnés	70

INTRODUCTION GENERALE

Le secteur des télécommunications a connu ces dernières années un développement drastique dans le monde entier en matière des technologies de l'information et de la communication qui contribuent fortement dans le bien être des sociétés et assurent une croissance économique rapide pour ceux qui les maîtrisent. Ce secteur est défini comme étant un secteur qui se base sur les infrastructures de réseaux, où le fonctionnement de son marché nécessite des spécifications particulières.

En effet, du côté de la demande, les services de ce secteur génèrent des externalités de réseau très importantes qui peuvent être : positives dans le sens où l'exploitation ou la consommation de ces services et l'utilité tiré dépend fortement du nombre de ses usagers (abonnés) et surtout dans les premières phases de lancement; ou négatives dans le sens où beaucoup d'utilisateurs d'un réseau impactent la qualité de service proposée par le provider de ce réseau puisque ce dernier est toujours devant le problème d'allocation de ressources nécessaire pour la bonne satisfaction de ces clients. Rohlfs (1974), Katz et Shapiro (1985), Economides et Himmelberg (1994), Laura Baraldi (2008), Belveaux (2011) et Maroofi (2012), ces externalités ont des caractéristiques directes ce qui veut dire que le nombre d'abonnés à un service donné impacte directement l'utilité d'un abonné effectif. Katz et Shapiro (1985), Church et Gandal (1992), Church et al. (2008), Dubé et al. (2009) il existe aussi des externalités indirectes au sens où le comportement d'un usager (abonné) devant un tel produit dépend de la disponibilité et la qualité des produits complémentaires.

Du côté de l'offre, les réseaux de télécommunication présentent dans le cas général des rendements croissant et des économies d'échelle qui peuvent arriver aux économies de gamme. Il y a lieu à dire que dès le lancement d'un service de télécommunication, les coûts d'introduction, de développement et de conception de ce dernier sont très élevés, mais dans le cas de reproduction de ce service ces coûts seront quasiment nuls. Comme nous avons vu du côté de la demande où les externalités de réseau influent sur l'augmentation de la taille d'un réseau, ce qui implique que les opérateurs sont incités à investir dans les externalités de réseau, ce qui en fait un argument économique qui pousse le provider d'un nouveau service à adopter des stratégies de subvention de l'effet de réseau dans le but d'atteindre la masse critique à partir de laquelle la croissance de réseau sera plus rapide.

L'Algérie, comme tous les pays du monde, a vu un développement important dans son secteur des télécommunications et plus particulièrement dans le segment de la téléphonie mobile qui a connu un essor notable ces dernières années du essentiellement à la libéralisation de ce segment qui est l'incidence directe et majeure du passage de l'économie dirigée vers l'économie de marché. Cependant, Le marché de la téléphonie mobile en Algérie se structure comme un oligopole de trois opérateurs (Djezzy, Mobilis, Nedjma), Le développement du nombre d'abonnés diffère d'un opérateur à un autre, par exemple nous trouvons que le taux d'accroissement¹ du nombre d'abonnés enregistré durant la période 2004-2007 : dépasse 723% pour Mobilis ; et 300% pour Djezzy. Et durant la période 2005-2008 ce taux dépasse 100%² pour Nedjma, cet accroissement énorme du nombre d'abonné a un effet sur la couverture totale de la population algérienne qui dépasse un taux de 90%³ en 2011. À première vue, il est probable que seuls le prix, l'introduction des cartes prépayées et la diversification des services de la téléphonie mobile sont les facteurs qui expliquent cette forte augmentation de la taille de réseau et le développement de cette industrie. Cette dynamique de diffusion de la téléphonie mobile en Algérie nous évoque une problématique que l'on peut formuler comme suit : **au-delà des facteurs classiques qui expliquent la diffusion d'un produit en réseau, quels sont les autres facteurs qui nous permettent d'expliquer la diffusion énorme de la téléphonie mobile en Algérie ?** Pour gagner en simplicité et pour mieux comprendre cette problématique, il serait judicieux de considérer les questions suivantes :

- Est-ce que l'utilité d'un nouvel abonné à un réseau de la téléphonie mobile dépend seulement de la valeur des services qu'il achète ?
- A partir de quelle taille de réseau, la croissance du nombre d'abonnés de la téléphonie mobile en Algérie a évoluée plus rapidement?
- Quels sont les facteurs socioéconomiques qui peuvent affecter la diffusion de la téléphonie mobile en Algérie ?

Cependant, dans la plupart des produits en réseau où l'utilité de consommation de ces produits dépend de la taille du réseau actuel et espérée, la décision d'adhérer ou d'acheter ces produits est fortement influencée par les externalités de réseau, il semble donc

¹ Nous avons calculé ce taux pour les deux opérateurs (Nedjma et Djezzy) à partir des données des rapports annuels de l'ARPT de (2004, ..., 2007)

² Ce taux est calculé sur la base des données des rapports annuels de l'ARPT de (2005, 2006, et 2008)

³ Selon le rapport annuel de l'ARPT 2011.

que les externalités de réseau constituent une autre force qui peuvent expliquer la diffusion énorme de la téléphonie mobile en Algérie que nous allons présenter dans notre travail comme une taille de réseau dans le passé. Du point de vue théorique, la bonne santé de l'économie et la situation démographique du pays peuvent aussi influencer l'intensité des externalités de réseau dans le marché de la téléphonie mobile en Algérie.

Pour mieux apprécier notre problématique, il est pertinent de scinder notre travail en trois chapitres: Dans le premier chapitre nous présentons l'exposition de la notion de réseau et ses caractéristiques et dans le même contexte nous présentons la littérature économique sur le phénomène des externalités de réseau. Dans le deuxième chapitre nous essayons d'analyser le comportement des différents acteurs d'un réseau et de comprendre le mécanisme du marché d'un produit en réseau. Dans le troisième chapitre et en premier lieu, nous faisons un aperçu général sur la situation du marché de la téléphonie mobile en Algérie. En deuxième lieu et à travers l'instrument de l'économétrie nous modélisons les externalités de réseau pour les trois opérateurs et ainsi apprécier comment les facteurs socioéconomiques renforcent les externalités de réseau dans le marché de la téléphonie mobile. Nous terminons par une conclusion générale qui contient une synthèse de notre thème de recherche.

Pour la méthodologie adoptée dans ce travail :

- Nous allons suivre une méthode descriptive pour décrire la situation du marché de la téléphonie mobile.
- nous allons essayer de construire un modèle de demande sur la base des modèles qui ont été traité les externalités de réseau dans les services des télécommunications.

CHAPITRE 1 : LA REVUE DE LA LITTERATURE SUR LES EXTERNALITES DE RESEAU

Introduction

Au cours de l'histoire, La notion de réseau a été étudiée dans plusieurs disciplines dans des contextes différents, dans le but de donner une explication et une compréhension inévitable de ses caractéristiques qui émergent des problèmes concrets qui se posaient à ses acteurs.

La littérature économique, nous parle de la notion de réseau, à fin d'exprimer sa structure, ses acteurs et l'interaction entre ces derniers. En particulier et en marketing, puisque dans ce domaine la notion de réseau pose plusieurs implications sur ses acteurs dans le paradigme structure- comportement-performance.

En marketing, les effets de réseau⁴ ont été étudiés beaucoup plus dans les secteurs de télécommunications où l'évolution technologique est très remarquable et qui crée toujours des nouveaux services. En effet, La difficulté majeure qui se pose toujours de façon très inévitable est le succès des nouveaux services des télécommunications, David Allen (1988) qui considérait crument que l'externalité de réseau et la masse critique sont parmi les facteurs qui détermine le succès ou l'échec d'un nouveau service de télécommunication.

Dans ce chapitre, nous allons décrire les différentes contributions sur la définition du réseau et l'explication de ses caractéristiques et en particulier, les externalités de réseau.

⁴ L'effet de réseau est le concept le plus général et l'externalité de réseau est un cas particulier de l'effet de réseau

1. LA NOTION DE RESEAU

Parrochia (2005) a envisagé que la notion de réseau est un outil théorique inévitable qui met en relation de différents domaines des mathématiques qui constitue une importance énorme pour n'importe quel scientifique qui ne souhaiterait jamais à les s'en passer.

Cohendet (1997) a défini le réseau dans sa forme la plus simple comme un ensemble d'entités bien précises qui sont en interaction entre elles par des relations bien définies où chaque composant de réseau joue un rôle d'une nature différente et indépendante de l'autre composant. Ces entités peuvent être dans le cas le plus général⁵ des nœuds⁶ d'entrée et sortie de flux d'un bien homogène⁷. Le deuxième composant de la notion de réseau est l'ensemble des interactions entre les entités qui définissent les intensités de relation et de liaison entre les nœuds qui traduisent une distance⁸ entre ces nœuds.

Dans le secteur des télécommunications, ces nœuds représentent les acteurs d'un réseau que ce soit des opérateurs ou des abonnés et les relations qui existent entre eux traduisent l'interaction ou la communication qui existe entre les différents acteurs. A ce stade, le degré de complexité⁹ et la représentation de ce réseau sera de plus en plus élevé. Cette complexité offre une nouvelle vision qui peut enrichir la compréhension du comportement de différents acteurs qui est intrinsèquement liés aux caractéristiques distinctes de réseau. En particulier, avec la présence d'un abonné dans une population homogène qui se caractérise par des comportements des consommateurs assez particuliers et qui prennent en considération l'interdépendance des décisions de différents consommateurs. Cette interdépendance fait l'apparition l'une des caractéristiques majeures des réseaux appelée la notion d'externalité de réseau.

⁵ En cas particulier ces nœuds peuvent être des états de la nature

⁶ Un nœud peut être un individu, un article, une molécule, etc. en tant que discipline transdisciplinaire, cette terminologie est utilisée aussi bien en biologie, en sociologie, en physique, etc.

⁷ Un bien est homogène si Les consommateurs considèrent les produits de différents producteurs comme étant le même bien.

⁸ Il y a une possibilité de traduire cette distance en terme de mesure classique euclidienne, de mesure de distance plus complexe, de mesure de capacité, de mesure de temps, de mesure de probabilité, ...etc...

⁹ Le degré de complexité apparaît bien dans l'introduction d'une fonction objective qui conduit d'une manière ou d'une autre à l'évocation de problèmes concrets.

1.1. Les externalités de réseau

Ce concept a été étudié en premier temps par Leibenstein en 1950 qui explique que l'externalité est un phénomène purement psychologique qui apparaît dans la fonction d'utilité d'un agent économique où le consommateur se sent bien s'il fait les mêmes choses que les autres faites, si on se concentre sur cette définition, on voit qu'il est trop générale puisque dans un secteur plus particulier comme la télécommunication ou la technologie joue un rôle très important, le phénomène de l'externalité dépasse bien la réflexion d'un agent économique où la décision de ce dernier est en fonction de décisions des autres.

Merton (1968) cherchait à montrer comment les scientifiques et les universités les plus reconnus tendaient à entretenir leur domination sur le monde de la recherche. Ce qui veut dire, les mécanismes par lesquels les plus favorisés tendent à accroître leur avantage sur les autres.

Rohlf's (1974), Effet de réseau ou de club : variation de l'utilité qu'un agent dérive d'un bien avec le nombre d'agents utilisant ce bien.

Metcalf (1976), la valeur d'un réseau est une fonction croissante du carré du nombre de ses utilisateurs ce qui veut dire que l'utilité de réseau est proportionnelle au carré de ses utilisateurs., c'est la loi de Metcalf¹⁰ qui suppose que la valeur tirée à partir d'un lien de communication par n'importe quel utilisateur de réseau est la même pour tous les utilisateurs alors s'il existe « n » utilisateurs de réseau et chaque utilisateur bénéficie de la valeur de n liens c'est qui implique que La somme des valeurs obtenues par « n » utilisateurs est donc la valeur de « n^2 »¹¹ liens qui traduit la valeur de réseau.

Cohendet (1997) considérait que l'externalité est le cas où l'utilité d'un individu ne dépend pas seulement de bien qu'il achète et consomme mais dépend aussi de l'activité des autres individus, d'une autre manière l'externalité c'est un phénomène d'interdépendance qui se produit entre les individus qu'est en dehors du mécanisme de prix. Rohlf's (2001) considérait que l'externalité de réseau existe si l'utilité d'un consommateur pour un produit donné augmente avec le nombre qui adopte ce produit¹².

¹⁰ La loi porte le nom de Bob Metcalf, inventeur d'Ethernet et fondateur de 3Com.

¹¹ Il n'existe pas un lien entre un utilisateur et lui-même cela implique qu'il y a (n-1) liens, et la valeur de réseau est (n-1) (n) et quand (n) est très grand cela veut dire que (n-1) (n) tend vers n^2

¹² Dans cette définition, Rohlf's parle sur l'externalité positive

Nous pouvons dire qu'un bien génère des externalités ou soumis à une externalité de réseau *«quand la valeur du bien pour un individu est plus élevée quand beaucoup d'autres personnes utilisent également le bien »*¹³

Varian, dans son livre introduction à la microéconomie distingue entre l'externalité de consommation et l'externalité de production où la première est une situation économique où le consommateur se préoccupe directement de la production ou de la consommation d'un autre agent et la deuxième signifie que le comportement de production d'une entreprise est influencé par les choix d'une autre entreprise ou d'un consommateur. Il ajoute aussi que *«la caractéristique la plus importante de l'externalité c'est l'existence de biens qui intéressent les individus mais qui ne sont pas vendus sur des marchés»*¹⁴.

Economides et Himmelberg (1995) a défini l'externalité comme la situation où l'utilité du consommateur de la dernière unité de bien est supérieure à celle de première unité puisque les ventes des premières unités vont créer certaine utilité pour les consommateurs qui viennent après.

Pierre Picard (2007), dans son livre « éléments de microéconomie » explique que l'externalité c'est une situation où la décision de consommation ou de production d'un agent affecte la satisfaction ou le profit des autres agents, sans que le marché évalue et fasse payer ou rétribue l'agent pour cette interdépendance.

Il explique aussi que le système de prix ne peut jamais conduire à une situation socialement optimale cela veut dire qu'il existe des formes différentes d'inefficacité dans l'organisation des activités de production et de consommation. Dans son livre, il classe les externalités en quatre catégories qui sont:

- Les économies externes de production: c'est le cas où certaines actions d'une entreprise affectent positivement les bénéfices des autres agents sans que ceux-ci ne paient rien.
- Les économies externes de consommation: c'est la situation où les décisions d'un consommateur sont profitables pour les autres agents sans l'existence de compensation entre les différents agents.

¹³P. Krugman ; R. Wells ; Laurent Baechler, (2009), Microéconomie, 1re Edition, De Boeck Diffusion, Bruxelles, p.768.

¹⁴ Varian, (2006), Introduction à la Microéconomie, 6ème Edition, De Boeck Diffusion, Bruxelles, p.675.

- Les dés-économies externes de production: c'est une situation où les décisions de certains agents handicapent le bien être des autres agents sans l'existence des compensations entre ces agents, le gêneur dans cette situation c'est l'entreprise.
- Les dés-économies externes de consommation: c'est une situation où l'activité de la consommation d'un agent va gêner ou nuire le bien être des autres agents.

D'après cette série de définitions, on peut définir l'externalité de réseau comme une situation où le comportement d'un agent économique peut affecter le bien être des autres agents économiques positivement ou négativement¹⁵ et le point essentiel de cette définition que le mécanisme de marché ne contribue pas parfaitement à la maximisation du bien-être de l'agent économique. L'externalité de réseau constitue un cas particulier de cette définition dans lequel l'utilité d'un agent économique dépend du nombre actuel et prévu des utilisateurs d'un bien ou service en réseau. Il y a lieu à dire que Coase (1960) est le premier qui proposa l'internalisation de l'externalité ce que veut dire qu'il y a une possibilité de maximisation du bien-être d'un agent économique même avec l'existence de l'externalité qui traduit l'absence d'un marché intermédiaire qui l'importe, la solution qui a été proposée par Coase c'est d'établir la négociation entre les différents agents économiques, la seule difficulté qui se pose à cette solution c'est la possibilité d'établir une forme de négociation entre les différents agents économiques. Dans un secteur particulier comme la télécommunication où l'externalité toujours existe, les manières où les acteurs d'un réseau peuvent internaliser les externalités sont:

« - Les personnes peuvent contribuer au coût du service téléphonique (à la fois abonnement et communications) pour les autres avec lesquels ils ont une importante communauté d'intérêt. Par exemple, les parents peuvent payer pour le service téléphonique pour leurs enfants qui ne vivent plus dans la maison de ses parents;

- *Deux personnes peuvent s'accorder pour que l'une appelle l'autre la moitié du temps;*
- *Les personnes ou les entreprises peuvent accepter des appels à frais virés dans certaines circonstances;*

¹⁵ Les externalités négatives de réseau existent quand le nombre d'utilisateurs influence négativement le jugement du consommateur. Ce phénomène courant dans les services en ligne et les réseaux de télécommunications, est généralement dû à une inadéquation entre le nombre d'utilisateurs et les moyens techniques ou humains mis en service pour répondre aux besoins de ces utilisateurs. On les appelle communément les coûts de congestion ou d'encombrement et représentent les coûts provenant de l'incapacité de l'entreprise de servir d'une manière satisfaisante une clientèle de plus en plus nombreuse.

- Une personne peut être soumise à la pression sociale pour vous abonner afin que d'autres puissent l'appeler;
- Les personnes ou les entreprises peuvent obtenir des numéros sans frais;
- Une entreprise peut facturer ses clients explicitement pour les appels effectués en leur nom ; »¹⁶.

D'une manière générale dans la communication « *it was possible that call externalities were already largely internalized as people tended to be in stable calling relationships with each other. The caller might be prepared to make a call even if his expected benefit was less than the price, because he expected that a further call (or calls) would be generated, initiated and paid for by the other party, from which he would receive a benefit without having to pay.* »¹⁷

L'internalisation de l'externalité est l'objet de mesurer les déferents effets qui peuvent toucher un agent économique à cause des activités des autres agents économiques, le fait de dire mesurer cela implique de reposait crûment la question de la modélisation économique de l'externalité qu'est une source primordiale d'informations empirique sur le comportement des économies et des agents économiques et qui facilite la compréhension des aspects économiques de la conduite humaine.

Il existe beaucoup de littératures qui ont traité l'externalité de réseau théoriquement et ont essayé toujours de la modéliser à fin de la mesurer. En essayant d'interpréter et de voir l'influence de l'existence de l'externalité de réseau sur la conduite, la structure et la performance du marché par contre les travaux empiriques sur ce phénomène est assez faible et sont très récentes par rapport aux études théoriques. Cette diversification de contributions théoriques et empirique revient essentiellement à la divergence des mécanismes qui induisent les externalités de réseau dans le comportement d'un agent économique.

Les études empiriques qui s'intéressent aux externalités de réseau dans le secteur des télécommunications restent toujours faibles et la plupart de ces études se concentrent sur la diffusion de service et utilisent des formes de régression et des modèles de diffusion assez faibles. il y a lieu à dire que la littérature empirique dans la télécommunication mobile en

¹⁶ Majumdar Sumitk; Sang Ingovogel and Cave Martin E, (2005), Handbook of Telecommunications Economics, Vol. 2, Elsevier B.V, North-Holland. pp. 90-91

¹⁷ Commission de la concurrence européenne, 2003, paragraphes 8.257 à 8.260).

général se concentre sur les déterminants de la croissance et la compétitivité de cet industrie avec la contribution faible sur l'externalité de réseau.

Toutes les contributions empiriques ou théoriques sur l'analyse et la modélisation de l'externalité de réseau distinguent entre deux types d'externalité: l'externalité de réseau directe et l'externalité de réseau indirecte. Mais avant l'explication de ces deux externalités il est préférable de savoir quelles sont les sources d'externalité.

1.1.1. Les sources de l'externalité de réseau

Le Nagard-Assayag (1999), les sources d'existence de l'externalité de réseau sont multiples et il peut arriver qu'il y ait plusieurs sources d'externalité pour un seul bien ou service ce qui va impacter l'importance ou l'intensité de l'externalité de réseau.

En plus de justification de prix, un consommateur ou un usager peut acquérir un bien ou un service à cause de différentes raisons suivantes:

- La possibilité d'échange avec les consommateurs : l'achat d'un produit beaucoup plus diffusé implique la possibilité de l'échanger avec d'autres consommateurs.
- Les services d'information et d'assistance (Learning spillovers): La qualité du service est a priori inconnue aux consommateurs alors ce dernier pourraient acquérir l'information sur le produit et sa qualité à partir des consommateurs qui ont déjà utilisé ce produit (la base déjà installé va transmettre l'information aux consommateurs potentiels). D'après Chamley (2004), Ce type de source d'externalité peut conduire à une diffusion en forme de S.
- La présence géographique: l'augmentation de nombre d'abonnés à un service ou à un bien va offrir une grande disponibilité géographique pour ce service ou ce bien
- La diversité des produits complémentaires¹⁸: Le Nagard-Assayag (1997) l'intérêt qui vient d'un bien est lié fortement aux biens complémentaires et leurs qualités.
- La confiance sur la pérennité probable d'un standard : comme le cas d'un bien durable. Il faut s'assurer que les biens complémentaires de ce bien durable seront disponibles sur toute la durée de vie de ce bien durable. ce qui va garder une grande confiance pour les nouveaux et les anciens consommateurs

¹⁸ Le Nagard-Assayag (1999), La complémentarité en économie entre deux biens signifie que les quantités demandées de deux biens évoluent dans le même sens.

- L'effet de mode¹⁹ ou le phénomène grégaire (Bandwagon effect): Leibenstein (1950), des individus demandent davantage d'un bien quand un grand nombre d'individus le consomment déjà.

1.1.2. L'externalité de réseau directe

Katz et Shapiro (1985) ce sont les premiers qui ont défini conceptuellement les différents types d'externalité de réseau. Ils ont mentionné que l'externalité de réseau direct peut être produite par un effet physique²⁰ direct sur l'utilité de produit.

Ils ont développé un modèle simple dans le but de capter quel est l'élément le plus significatif dans un marché concurrentiel et ils ont trouvé que la structure de l'équilibre dans leurs modèles confirme l'importance des anticipations des consommateurs dans le marché où l'externalité de réseau existe. Ils ont soumis les anticipations à une contrainte de rationalité mais le processus de formation des anticipations reste un élément important pour modéliser explicitement la diffusion d'un produit en présence de l'externalité de réseau.

Rohlfs (1974) a développé un modèle de demande en présence de l'externalité de réseau directe et ce modèle qui semble mieux convenu à l'analyse des nouveaux services qui fonctionne en réseau. Le résultat le plus important qu'il a trouvé est l'existence de multiple équilibre au même niveau de prix et que l'externalité de réseau ne peut pas affecter seulement les anticipations des consommateurs mais aussi la structure de marché.

Belveaux (2011) a réalisé une étude sur 52 médias sociaux en France durant six ans dans le but de voir le rôle de l'externalité de réseau dans une situation concurrentielle, cette étude se concentre sur le modèle de diffusion de Bass²¹ classique et intégrant le principe de l'attachement préférentiel²² (à fin de tenir en compte les externalités de réseau dans un cadre concurrentiel) issue des recherches en réseaux complexe.

¹⁹ Leibenstein (1950), oppose les effets de mode (bandwagon effects) et les effets de snobisme (snob effects)

²⁰ Ou littéral : moyens de connexion de personne à personne (ex: télécoms, Internet...)

²¹ Mansfield (1961), le model de Bass assume que les adopteurs potentiels pour une innovation sont influencés par deux moyens de communication: mass media et word of mouth.

²² Belveaux (2011), une variable d'action qui inclut une dynamique (fait de s'attacher, de se lier à un réseau), il prend l'idée qu'un nœud ne se connecte pas d'une manière aléatoire avec les autres nœuds mais avec une probabilité plus fortes avec les nœuds les plus connectés.

Il a montré que l'intégration de l'attachement préférentiel dans les modèles de diffusion améliore l'explication de l'évolution des médias sociaux en termes d'adopteurs et il a montré aussi que l'attachement préférentiel permet au marketing d'améliorer la performance des modèles de diffusion dans un cadre concurrentiel pour les marchés sensibles aux externalités de réseau directe.

Maroofi (2012), son étude estime l'importance des externalités de réseau et de l'impact du réseau social d'un individu sur son choix de l'opérateur de la téléphonie mobile. Il a utilisé les données obtenues à partir des étudiants de quatre classes différentes à l'université de Kurdistan et à l'université d'Azad de Sanandaj, Iran. Parmi les résultats qui ont été tiré de cette étude c'est que les consommateurs ne coordonnent pas seulement leur choix de l'opérateur téléphonique avec leurs familles mais aussi avec le réseau social où ils appartiennent et que les consommateurs se coordonnent leur choix sur un opérateur téléphonique si et seulement si ce dernier génère une forte externalité de réseau.

Grajek, Kretschmer (2007) ils ont étudié les modèles de la diffusion et de l'utilisation de la téléphonie mobiles dans 41 pays au cours de la période (1997-2004). Ils ont trouvé en premier lieu que l'hétérogénéité des consommateurs et les effets de réseau jouent un rôle très important dans la diffusion de la téléphonie mobile. En second lieu, ils ont trouvé que la complémentarité d'utilisation fixe-mobile est indispensable surtout aux premières phases de la diffusion de la téléphonie mobile. On plus de ces résultats, ils ont remarqué aussi la substitution de la ligne fixe avec les minutes cellulaire est le résultat des changements de la base d'abonné de la ligne fixe ce qui traduit que la téléphonie mobile sera un standard au plus tard.

Marcel Thum (1993) a développé un modèle théorique qui tient en compte l'externalité de réseau avec le progrès technologique pour adresser à la question de la performance de marché. Le modèle c'est un jeu de deux-période reflétant l'ordre de l'adoption et de progrès technologique et les joueurs ce sont deux firmes (offreurs) et deux générations de consommateurs (demandeurs). Les deux firmes vendent des produits incompatibles et sont en concurrence pour les adopteurs potentiels. Le résultat de son analyse est : en présence de l'externalité de réseau les firmes font toujours des offres incitatives (différents types de contrats) dans le but d'améliorer leurs profits et que la concurrence entre ces types de

contrats peuvent réduire les imperfections du marché²³ qui revient aux externalités de réseau.

Economides et Himmelberg (1994) ont développé mathématiquement un modèle de demande en présence de l'externalité de réseau et ce modèle est la base de toutes études qui vient après sur les externalités de réseau et ils ont essayé d'appliquer ce modèle sur la diffusion du télécopieur (facsimile machines)²⁴ aux USA en utilisant des séries temporelles pour les variables : revenue des consommateurs, la base installée des télécopieurs, le prix d'un télécopieur, les quantités achetées de télécopieurs et un élément aléatoire le goût idiosyncratique de captures. Le modèle suppose que la valeur nette d'un fax dépend de ces dernières variables.

Ils ont montré qu'avec l'introduction de l'externalité de réseau dans un modèle dynamique, la croissance de marché va augmenter la vitesse de la demande du marché avec la présence d'une tendance à la baisse des coûts marginaux de l'industrie. Ils ont aussi évalué à partir de ce modèle des paramètres mesurant comment un consommateur évalue la base installée (c.-à-d., l'effet de réseau). En général, Le dimensionnement de leur modèle pour le marché de télécopieur suggère que sa croissance a été fortement influencée par les externalités de réseau.

Birke et Swann (2006) : le résultat qui ont tiré de leur étude qui a été réalisé au niveau de Royaume Uni, une forte indication que l'externalité de réseau joue un rôle très important dans le marché de la téléphonie mobile. Ce rôle n'a pas seulement un impact sur l'adoption d'une technologie mais aussi dans l'usage de la téléphonie mobile et le choix de l'opérateur. Ils ont utilisés des observation trimestrielles (du premier trimestre 1999 jusqu'au dernier trimestre 2003) du nombre d'abonnés, volume et revenue d'appel de quatre opérateurs GSM²⁵ (Vodafone, O2, Orange, T-Mobile) pour l'estimation de deux classes de modèles qui peuvent illustrer le rôle des externalité de réseau, le premier model consiste à comparer entre le volume des appel on-net et off-net et le deuxième modèle qui concerne le choix d'un opérateur par les individus.

²³ Pierre-Noël Giraud dans son ouvrage « Initiation à l'Economie » considère trois types d'imperfection de marché microéconomique qui sont: le bien public, le monopole naturel et les externalités de réseau et le point essentiel pour les trois types est que l'information n'est pas parfaite et qu'elle est coûteuse à acquérir.

²⁴ Fax

²⁵ Global System for Mobile Communications (historiquement « Groupe spécial mobile ») est une norme numérique de seconde génération pour la téléphonie mobile.

Liikanen et al. (2004) ont expliqué les externalités de réseau directes par les taux de pénétrations de différentes générations de la téléphonie mobiles. Ils ont trouvé que les externalités de réseau existent dans la même génération et entre les différentes générations. Ils ont trouvé aussi dans leur étude que la courbe de diffusion de la téléphonie mobile est en S.

Goolsbee et Klenow (2002) sur la base d'un sondage sur un échantillon de 110000 ménages aux USA en 1997, ils ont analysé le phénomène de Learning spillovers qui est parmi les sources des externalités de réseau. Ils ont montré que la diffusion des ordinateurs revient essentiellement à la possibilité que l'ordinateur est une source d'information (internet,..) et que l'ordinateur est une source de réseau de communication (e-mail,...). Il y a lieu de dire que Greenstein (1993) a étudié aussi la diffusion des ordinateurs aux USA.

Grajek (2007) a développé un modèle structurel de demande pour le service de la téléphonie mobile en Pologne dans le but d'identifier les externalités de réseau directe dans un marché concurrentiel. Son analyse a été basée sur les données trimestrielles de 1996-2001 de l'industrie de la téléphonie mobile en Pologne pour les deux variables (tous les prix de communication et le nombre d'abonnés de chaque opérateur). Son étude montre l'existence d'une forte externalité de réseau directe significative économiquement et statistiquement.

Doganoglu et Grzybowski (2005), ils ont développé un modèle de demande en présence de l'externalité de réseau directe. Leur travail a été réalisé dans le marché de la téléphonie mobile en Allemagne pour estimer la demande de trois opérateurs (T-Mobile, D2 et E-Plus), pour les données ils ont utilisé les variables : nombre d'abonnés, le prix d'un service de communication et la part de marché de la période allant de janvier 1998 à juin 2003.

Ils ont montré que l'externalité de réseau directe affecte significativement les décisions des consommateurs et que le prix n'est pas le seul facteur qui explique la croissance exponentielle de la demande dans le marché de la téléphonie mobile. Ils ont calculé aussi l'élasticité prix de la demande après la séparation entre l'externalité de réseau et le prix de service de communication.

Laura Baraldi (2008) a essayé de développer un modèle de demande en présence de l'externalité de réseau dans le marché de la téléphonie mobile avec l'utilisation des données de panel sur un échantillon de 30 pays de l'OCDE de la période allant de 1996 jusqu'à 2006 et pour estimer la relation qui existe entre trois minutes de communication sur la téléphonie

mobile et la base installé de consommateurs. Elle a démontré que la courbe de la demande dans le marché de la téléphonie mobile n'a pas une tendance à la baisse comme les biens normaux²⁶ mais cette courbe a une partie croissante qui la rend comme la forme d'un U inversé ce qui veut dire que la courbe de la demande est concave. Elle a essayé aussi de détecter les variables qui peuvent affecter l'intensité de l'externalité de réseau directe et parmi les variables qui ont été trouvé: la densité de la population, le nombre d'abonnés dans le service internet, le nombre de mainlines numériques (the number of digital mainlines), et le taux de scolarité.

Harbord et Pagnozzi (2010) dans leur travail, ils ont essayé d'analyser la concurrence entre les réseaux de la téléphonie mobile en présence des externalités de communication et les effets de réseau. Ils ont démontré que :

- le pricing efficace dans les réseaux de la téléphonie mobile exige l'égalité entre charges off-net et on-net qui sont au-dessous de coût marginale pour corriger les externalités d'appel.
- Une forte incitation pour les opérateurs de la téléphonie mobile à faire une grande discrimination tarifaire entre on-net / off-net implique que la régulation traditionnel qui se base sur les coûts répartis entièrement va réduire le bien-être et crée une barrière pour le développement des petits réseaux et les nouveaux entrants.

1.1.3. L'externalité de réseau indirecte

Katz et Shapiro (1985) Les consommateurs ne sont pas connectés physiquement et l'effet est médiés par un marché, par exemple de biens complémentaires (toners pour imprimantes, DVD et lecteur, hardware et software...). Dans ce cas-là l'utilité d'un consommateur pour un bien principale dépend de variété, qualité et disponibilité des biens complémentaires.

Les externalités de réseau indirecte est la situation où: « *Consumption benefits do not depend directly on the size of the network (the total number of consumers who purchase compatible products) per se. Rather individuals care about the decisions of others because of the effect that has on the incentive for the provision of complementary products.* »²⁷

²⁶ La tendance de la courbe de demande d'un bien normal est toujours en baisse c'est que veut dire que l'augmentation des prix de ce bien va traduire la diminution de la quantité demandé.

²⁷ Church ; Gandal ; Krause, 2008, Indirect Network Effects and Adoption Externalities, Centre for policy research ,p.1.

Church et Gandal (1992) examinent les incitations pour la standardisation sur un marché software-hardware, où les firmes de software anticipent une des deux technologies de hardware, et les consommateurs achètent l'une de ces deux technologies. Ce qu'explique l'existence de l'externalité indirecte puisque l'augmentation de la demande de software et dépend fortement de la quantité disponible de hardware et la qualité de ce dernier.

Church et al. (2008) ont construit un modèle théorique qui montre que dans le marché où les externalités de réseau indirecte existent (comme le cas de hardware/software), l'adoption qui résulte de ce phénomène est fortement lié aux:

- Rendement d'échelle croissant dans l'industrie de software.
- La liberté d'entrée dans le marché de software, ce qui veut dire l'inexistence des barrières à l'entrée.
- Les consommateurs ont des préférences pour les variétés de software.

Dubé et al. (2009) Ils ont construit un modèle dynamique²⁸ dans le but de capter les externalités de réseau indirectes et de voir le rôle central des anticipations des consommateurs et son influence sur les externalités de réseau indirectes. Ce modèle contient trois parties qui sont: les consommateurs, les fabricants des hardwares et les développeurs de software. Ils ont étudiés l'externalité indirecte de deux cotés :

- Coté de la demande: l'utilité d'un hardware est fortement liée aux disponibilités et la qualité des softwares. les consommateurs adoptent un hardware et forment des croyances et des anticipations sur ses prix et sur la disponibilité de software, ces croyances affectent l'utilité d'un consommateur quand ce dernier adopte le standard (la taille de la base installé).
- Coté de l'offre: les firmes de hardware font la concurrence sur le prix et cette concurrence va impacter leurs ventes ce qui va affecter les anticipations des firmes de software et ces dernières vont influencer la disposition future des firmes de hardware et la structure de marché.

L'étude a été réalisé aux USA à partir des données mensuelle, de Septembre 1995 jusqu'à Septembre 2002, suivantes : les ventes de consoles des jeux vidéo et leurs prix, le

²⁸ Un modèle dynamique est un système qui varie cours du temps

nombre des titres de jeux disponibles aux mêmes périodes. A partir de ce travail, ils ont montré que:

- L'externalité de réseau indirecte peut conduire à la concentration du marché.
- Le rôle important des croyances des consommateurs sur deux côtés. Du côté de la demande, le consommateur anticipe qu'il gagne la guerre de standard²⁹ quand il sélectionne un standard, du côté de l'offre, les firmes s'engagent à mettre des prix bas (les offres incitatifs) pour l'élargissement de leurs réseaux.

Chow (1967) a réalisé une étude économétrique pour apporter quelques éléments de réponse à la croissance phénoménale de la demande pour les ordinateurs centraux dans les années soixante aux USA. Parmi les résultats qui a trouvé c'est que la demande des ordinateurs suit une courbe de saturation cela veut dire que le processus de la demande au début est faible (augmente lentement) et puis elle agrandi rapidement jusqu'au moment où tout le monde puisse acheter un ordinateur et le marché devenu saturé, cette croissance rapide est expliqué par les externalités de réseau indirectes: comme plus de plus les organisations possèdent des ordinateurs, comme il y a davantage de logiciels de meilleurs qualité et comme davantage d'individus maitrisent les ordinateurs cela implique que la valeur attribue à la possession d'un ordinateur augmente.il a montré aussi que la moitié de cette croissance rapide de la demande est expliqué par les externalité de réseau indirecte et le reste est expliqué par une baisse des prix ajusté de l'inflation et l'augmentation favorable de la puissance et de la qualité des ordinateurs.

Shinji (2011) dans son travail a étudié la décision d'une firme de produit compatible³⁰ et le prix de marché en cas de duopole différencié.il a considéré explicitement les externalités négatives et les externalités positives et il a examiné le choix de compatibilité par les firmes. Le résultat tiré de cette analyse est que les firmes préfèrent l'incompatibilité s'il existe une externalité négative. En plus de cette démonstration il a analysé aussi le cas

²⁹ Ou la bataille des standards. Corbel et al. (2011) ont considéré que la bataille des standards issue principalement de l'économie évolutionniste et de la sociologie de l'innovation. Ils ont défini que la guerre des standards comme la possibilité d'imposer un standard sur un marché, Corbel et al. (2011) : pour que une entreprise son standard, elle doit suivre les stratégies suivantes (les facteurs clés de succès dans les batailles de standards):les alliances, le management des droits de la propriété intellectuelle, les actions de communication, le positionnement de produit. Il y a des autres facteurs complémentaires qui peuvent influencer le succès d'un standard.

³⁰ Compatible avec un produit principal

des externalités de réseau indirectes et il a montré que les firmes vont choisir le produit compatible.

1.2. La masse critique

La masse critique³¹ c'est la question la plus importante dans la diffusion d'un produit ou d'un service en réseau et la détermination de la masse critique est nécessaire pour l'entreprise puisque elle joue un rôle très important dans la fixation de l'investissement initiale et la stratégie de l'entreprise dans la phase de lancement de produit. « *La question de la masse critique est essentielle. Si la demande de l'utilisateur dépend du nombre d'autres utilisateurs, il est très important d'essayer de stimuler la croissance dès le début du cycle de vie d'un produit. Aujourd'hui, il est très fréquent de voir des producteurs offrir un accès très bon marché à un logiciel ou à un service de communication pour « créer un marché » là où aucun n'existait précédemment.*

Evidemment, une question fondamentale est celle de la taille qu'un marché doit avoir avant de pouvoir décoller de façon autonome. La théorie ne fournit guère d'indication à cet égard. Tout dépend de la nature de bien et des coûts et bénéfices que son utilisation représente pour les consommateurs. »³².

Oliver et al. (1985) a essayé d'expliquer théoriquement la masse critique dans l'action collectif, leur objectif est de voir pourquoi un petit pourcentage de la population prend le risque et contribue à adopter un nouveau bien ou service en réseau alors que un grand pourcentage de la population patient et retarde l'adoption à ce service ou à ce bien.

Mahler et Rogers (1999) ont expliqué que la masse critique c'est la taille minimale des abonnés d'un service ou d'un bien où l'interdépendance de la demande existe et à partir de cette taille la croissance du nombre d'abonnés sera auto-renforcer (self-sustaining).

Markus (1990) a interprété la masse critique comme un point de déviation entre les profits positifs et les profits négatifs de l'adoption d'un produit ou service en réseau à ce point le profit est zéro (seuil de fermeture³³).

³¹ Nous pouvons la nommer la taille critique

³² VARIAN op.cit

³³ C'est le niveau de production au-dessous duquel l'entreprise est obligée de fermer ses portes. Elle correspond le point où le prix égale le minimum des coûts variables moyens.

Les travaux empiriques sur la masse critique existent toujours dans les travaux qui concentrent sur les externalités de réseau c'est que veut dire que les deux concepts marchent en parallèle dans la plupart des études empiriques.

Valente (1995) a donné une valeur estimée à la masse critique dans les processus de diffusion qu'est en général entre 10 et 20% de l'adoption ou de marché potentiel à partir de laquelle la vitesse de la diffusion sera plus significative.

Economides et Himmelberg (1995) ont fait un travail théorique sur la mesure de la masse critique qui est devenu un fondement basique pour la quasi-totalité des études empiriques qui ont été venues par la suite. Ils ont essayé d'appliquer ce modèle sur la diffusion du télécopieur aux USA.

En premier lieu, ils ont montré qu'avec la présence de l'externalité de réseau, il existe un prix qui correspond à trois tailles de réseau possibles à l'équilibre: une taille zéro du réseau, une taille intermédiaire qui est peut-être la masse critique et une taille de réseau de Pareto optimale. En deuxième lieu, ils ont analysé l'existence de la masse critique et sa taille pour les différentes structures de marché et ils ont montré que cette dernière peut affecter la taille de la masse critique comme suite:

Le planificateur de bien-être choisit une taille de réseau plus grande que la taille de réseau en concurrence pure et parfaite. Notamment, un monopole toujours affecte les anticipations des consommateurs et il choisit une taille de réseau petite que la taille de réseau en concurrence pure et parfaite. Le marché oligopolistique d'un bien compatible supporte une taille de réseau inférieure que la taille de réseau en concurrence pure et parfaite et supérieure que la taille de réseau en cas de monopole.

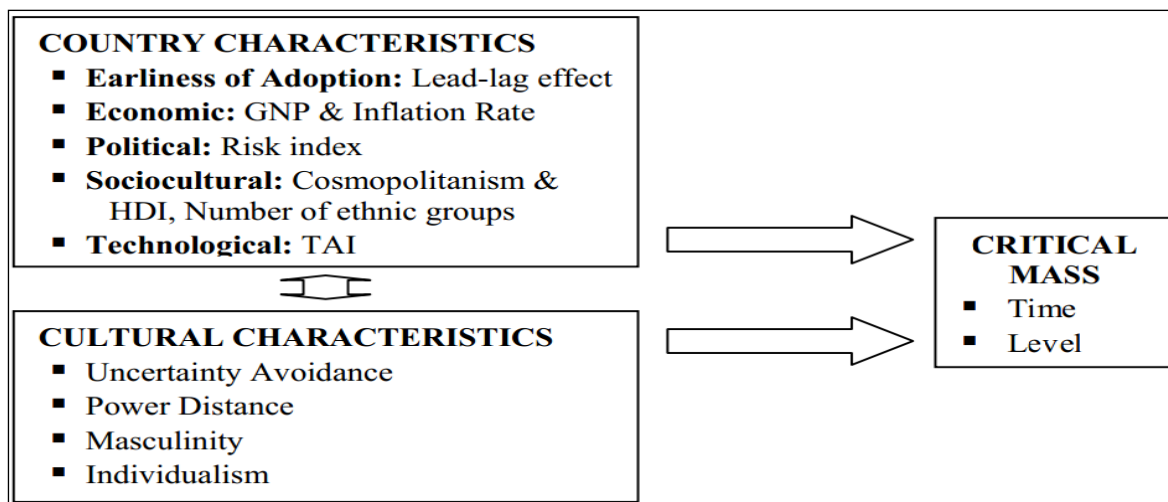
Laura Baraldi (2008) a réalisé son étude sur la diffusion de la téléphonie mobile dans les 30 pays de l'OCDE, Laura Baraldi a essayé de donner une méthodologie pour l'estimation de la masse critique qui peut être applicable sur tous les réseaux où l'externalité de réseau joue un rôle fondamentale. De plus, elle a cherché à trouver un ensemble de variables qui peuvent influencer l'intensité de l'externalité de réseau et cela va impacter la masse critique. Ce dernier point est fondamental pour les fournisseurs d'un bien ou service en réseau puisque selon la base des variables³⁴ qui affectent la masse critique, le fournisseur peut prévoir

³⁴ Laura Baraldi (2008) a trouvé que les variables qui peuvent affecter la masse critique sont: la densité de la population, le nombre d'abonnés dans le service internet, the number of digital mainlines, le taux de scolarité et le PIB par tête.

l'investissement initial et la stratégie de marketing qu'il doit adopter à l'avenir pour enrichir la masse critique.

Sundqvist et al. (2002), dans leur travail sur la communication sans fil « Wireless communication » ils ont essayé de déterminer le niveau de la masse critique et prévoir le moment d'arriver à cette taille critique. Et pour cela ils ont essayé de régresser les variables qui reflètent les caractéristiques de 112 pays sur les deux variables qui sont: le timing et le niveau de la masse critique. Ils ont schématisé le travail comme suite:

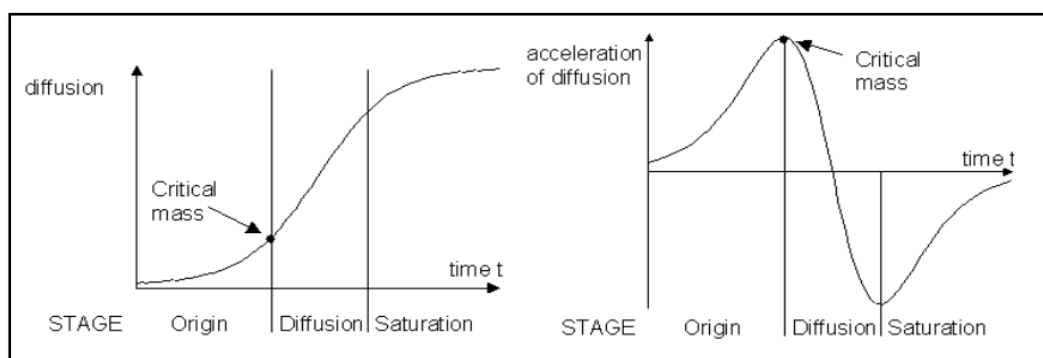
Schéma N° 1 : les hypothèses du modèle



Source : Sundqvist et al. (2002)

D'après ce travail ils ont montré en premier lieu, qu'il y a une possibilité d'extraire le timing de la masse critique ou le point où la masse critique est atteinte à partir de la courbe de la diffusion comme dans la figure ci-dessous:

Schéma N° 2 : dérivation du point de la masse critique à partir de la courbe de diffusion



Source : Sundqvist et al. (2002)

D'après cette figure nous remarquons bien l'existence de trois phases de diffusion qui sont : 1) origine, 2) diffusion et 3) saturation et pour déterminer ces phases et le point de la masse critique, il suffit de prendre les points extrêmes de la deuxième dérivée de la fonction de la courbe de diffusion « S » (la partie gauche de figure) comme des points qui coupent les phases et les résultats apparaissent dans la partie droite de figure. Au début, la diffusion de produit est lente, à ce point le produit est nouveau et il est dans la phase de lancement. La première phase est coupée par le maximum de la deuxième dérivée qui est le moment où l'accélération de la diffusion est à son maximum c'est qui correspond à l'atteinte du point de la masse critique. En deuxième lieu, ils ont montré que la différence entre les timings et les niveaux de masse critique entre les différents pays est revenue essentiellement aux divergences des caractéristiques des pays (Géographique, socio-économique, démographique, et cultural) qui sont incontrôlables par les firmes mais ces derniers doivent s'adapter aux différents changements de ces caractéristiques.

Grajek (2010) a développé un modèle de demande en présence de l'externalité qui fournit une possibilité de définir la masse critique comme une fonction qui dépend essentiellement de : base installée, le prix et l'externalité de réseau. À l'aide des données sur la téléphonie mobile de la période allant du premier trimestre 1998 au premier trimestre 2007 pour 36 pays, il a montré que la différence dans le prix de décollage de prix est revenue essentiellement aux différentes caractéristiques socioéconomiques plutôt qu'à la divergence dans l'intensité de l'externalité de réseau. Il a trouvé aussi que la différence dans les niveaux de la masse critique dans les différents pays a été causée par la dissemblance socioéconomique et par l'extension de la concurrence dans les différents pays.

Somasundaram (2004) a modélisé la masse critique comme une variable dépendante et le nombre d'adopteurs, les caractéristiques d'un pays et le prix de service comme des variables explicatives. Il a appliqué ce modèle dans le service e-market qu'il a considéré comme une nouvelle technologie. Il a basé dans son travail sur l'étude qui a été faite par Kurnia and Johnston (2000). Son travail a expliqué le rôle des anticipations des adopteurs et l'influence de l'externalité de réseau et les caractéristiques socioéconomiques sur l'enrichissement de la masse critique.

Conclusion

D'après les contributions théoriques et empiriques qui ont été développées dans ce chapitre concernant la concurrence entre les technologies émergentes ou la diffusion d'une nouvelle technologie, nous avons remarqué que l'externalité de réseau et la masse critique jouent un rôle très important dans la diffusion et le succès d'une nouvelle technologie et la plupart de ses contributions proposent des modèles différents qui expliquent l'externalité de réseau et la masse critique mais le cœur de ces modèles repose toujours sur les anticipations des consommateurs et les caractéristiques socioéconomiques de la population.

CHAPITRE 2 : LES FONDEMENTS THEORIQUES POUR UN PRODUIT EN RESEAU

Introduction

Dans ce chapitre nous allons analyser la demande et l'offre en présence de l'externalité de réseau cela veut dire que nous allons traiter le comportement d'un fournisseur et le comportement d'un consommateur en tenant compte de l'externalité de réseau où les anticipations des consommateurs jouent un rôle très important dans la décision du fournisseur qui se trouve toujours devant un problème d'adaptation de son nouveau produit qui fonctionne en réseau, à ce stade le fournisseur doit faire plusieurs stratégies pour réussir son nouveau produit et pour acquérir le groupe de start-up qui est la masse critique. Ces stratégies vont principalement dans le but d'enrichir la masse critique (à partir de laquelle la croissance du marché sera auto-renforcé) qui dépend potentiellement de la cohérence inter-temporelle et l'interdépendance des choix des consommateurs. Dans la première partie de ce chapitre nous allons voir le mécanisme de marché en absence de l'externalité de réseau et dans la deuxième partie nous allons voir le comportement d'un producteur et d'un consommateur en présence de l'externalité de réseau.

1. LE MECANISME DU MARCHÉ POUR UN BIEN NORMAL

1.1. La courbe de la demande

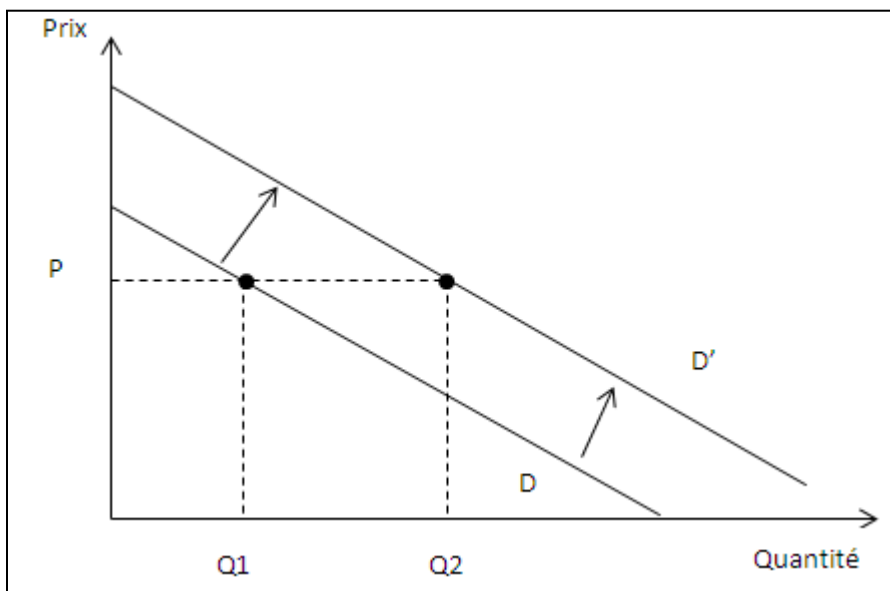
Wasmer (2010), l'hypothèse fondamentale de microéconomie classique dans le cas d'un bien normale³⁵ est : les demandes des individus ne sont pas corrélés ou les demandes sont indépendantes les unes des autres. En d'autre terme, la demande d'un individu dépend de son goût, son revenu, le prix de bien substituable, etc. mais elle ne dépend pas de la demande des autres individus. Cette hypothèse nous permet de construire la courbe de la demande du marché en additionnant simplement les demandes individuelles.

La courbe de la demande du marché qui décrit la quantité des biens que les consommateurs sont disposés à acheter quand le prix unitaire change. Nous pouvons écrire cette relation mathématiquement comme suite :

$$D = D(P)$$

Et nous pouvons représenter cette équation graphiquement comme dans la courbe ci-dessous :

Schéma N° 3: la courbe de la demande



Source: Wasmer (2010)

³⁵ On prend en général un bien normal puisque il existe des cas exceptionnels où les caractéristiques de bien sont différentes comme : le bien inférieur, le bien Giffen, etc.

D'après ce graphe, nous remarquons que la courbe de la demande notée D est de pente négative, le prix diminue avec l'augmentation de la quantité demandée mais les consommateurs n'ont pas toujours la disposition à payer pour acheter un tel produit puisque l'achat du consommateur est limité par le revenu, et comme le démontre aussi le graphe quand le revenu change (augmente) nous remarquons bien le déplacement de la courbe de la demande **D** vers le haut **D'** (toutes choses égales par ailleurs). ce que traduit l'influence du revenu sur la demande.

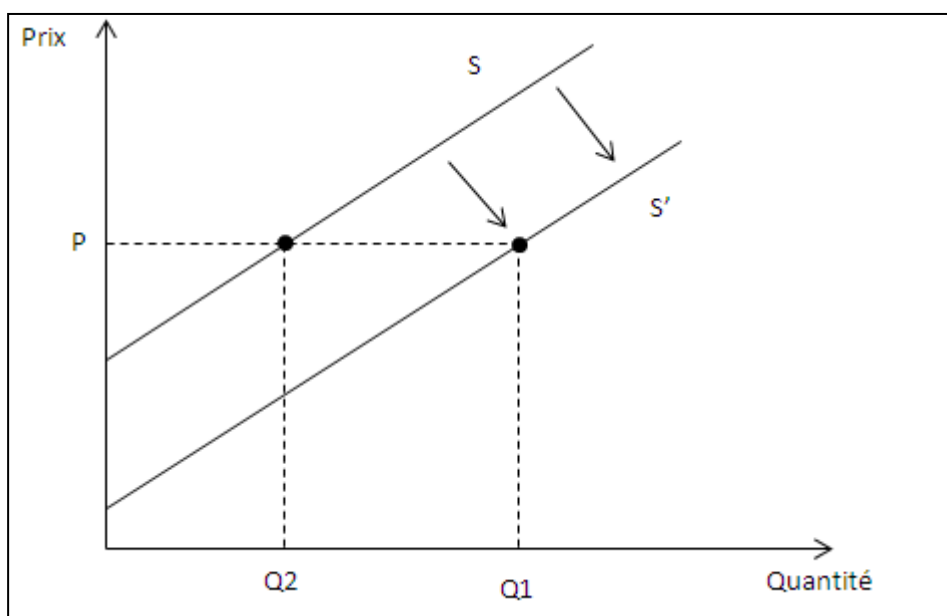
1.2. La courbe de l'offre

la courbe de l'offre représente la relation entre le prix de vente d'un produit donné et la quantité offerte par un producteur ou la quantité qu'il peut vendre (toutes choses égales par ailleurs)³⁶ alors la courbe traduit la relation entre la quantité offerte et le prix, nous pouvons construire sa fonction comme suite :

$$O = O(P)$$

La représentation de cette fonction graphiquement est ci-dessous:

Schéma N° 4 : la courbe de l'offre



Source : Wasmer (2010)

D'après ce graphe, nous remarquons que la courbe de l'offre notée « O » dans la figure 2, est de pente positive où la quantité de biens offerte à la vente varie avec le

³⁶ Tous les facteurs susceptibles d'influencer sur la quantité offerte sont constants.

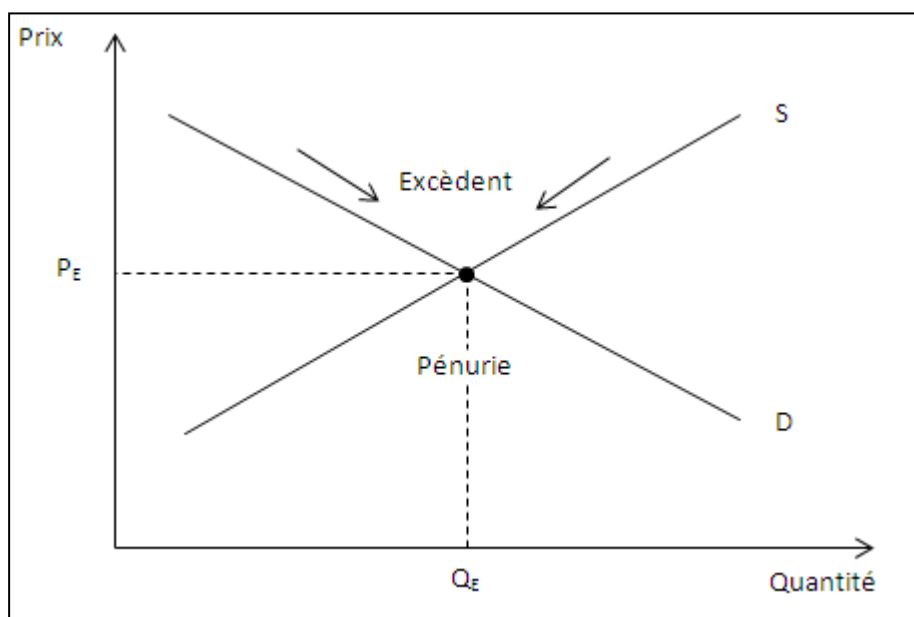
changement de prix et qui montre plus que le prix est élevé, plus les entreprises vont produire et vendre.

Mais la production d'une firme est toujours influencée par les coûts de production, avec la diminution de coûts de production qui apparaît avec le temps, la firme va mettre un prix très bas pour la même quantité ou de produire plus des unités de produit et faire la vente pour le même prix alors ce comportement va conduire au déplacement de la courbe d'offre de « O » vers « O' ».

1.3. L'équilibre du marché

Dans ce point nous allons examiner l'ensemble des courbes de la demande et de l'offre. C'est qui correspond l'analyse en microéconomie standard, nous pouvons présenter l'équilibre de marché graphiquement comme suit :

Schéma N° 5: l'équilibre du marché



Source : Wasmer (2010)

D'après ce graphique, nous voyons que le marché est en équilibre au prix « P_E » et à la quantité « Q_E », les deux flèches représentent les forces qui affectent les directions de l'équilibre et le déséquilibre. C'est que veut dire, si le prix est supérieur à « P_E » cela implique l'apparition d'un excédent donc le prix doit se baisser. Au contraire, si le prix est inférieur à « P_E » cela implique l'apparition d'une pénurie donc le prix doit s'élever. Alors le mécanisme de marché est bien clair avec la variation de prix de marché soit par l'augmentation ou la

diminution dans le but d'atteindre l'équilibre de ce marché qui est le point d'intersection entre la demande et l'offre d'un produit. Nous n'avons pas à aller plus loin dans cette analyse où le point d'équilibre change avec le changement de l'un de deux courbes ou le changement de deux courbes au même temps, puisque notre but est de voir seulement la nature de point de l'équilibre.

D'après cette simple illustration de l'analyse fondamentale de la microéconomie standard où le comportement d'un consommateur et le comportement d'un producteur dépend fortement aux : prix de bien, le revenu d'un consommateur, le coût de production, etc. mes ces facteurs seulement ne peuvent pas expliquer le succès ou l'échec d'un nouveau produit avec la présence de l'externalité de réseau. Cette idée est bien confirmée par Chow (1967), qui a montré que la moitié de la croissance rapide de la demande des ordinateurs aux USA qui a été expliqué par les externalités de réseau indirecte et le reste a été expliqué par une baisse des prix et l'augmentation favorable de la puissance et de la qualité des ordinateurs. Nous avons remarqué aussi qu'il existe un seul équilibre stable dans le cas d'un bien normal, est-ce que c'est le cas avec la présence de l'externalité de réseau dans le marché ?

2. LE FONCTIONNEMENT DU MARCHÉ EN PRESENCE DE L'EXTERNALITE DE RESEAU

Dans cette partie nous allons présenter le cadre théorique du raisonnement microéconomique en présence de l'externalité de réseau. En premier lieu nous intéressons aux décisions du consommateur en tenant compte des préférences et des contraintes du choix de consommation. En deuxièmes lieu nous allons étudier le comportement de la firme avec le lancement d'un nouveau produit et en présence de l'externalité.

2.1. La demande en présence de l'externalité de réseau

2.1.1. Les fondements liés au comportement des consommateurs

Un téléphone, un télécopieur, un compte facebook, un compte twitter ou un compte linkdln, etc, le premier à acquérir l'un de ces produits génère en effet, à l'évidence, peu d'intérêt ou ne génère pas de bénéfice s'il est le seul utilisateur de ce produit. Le Nagard et Steyer, (1995) ont mentionné que la modélisation de diffusion de ces produits doit prendre en compte les externalités de réseau qui affectent et qui conditionnent l'utilité de consommateur d'adhérer à ce produit. Pour un produit caractérisé par les externalités de

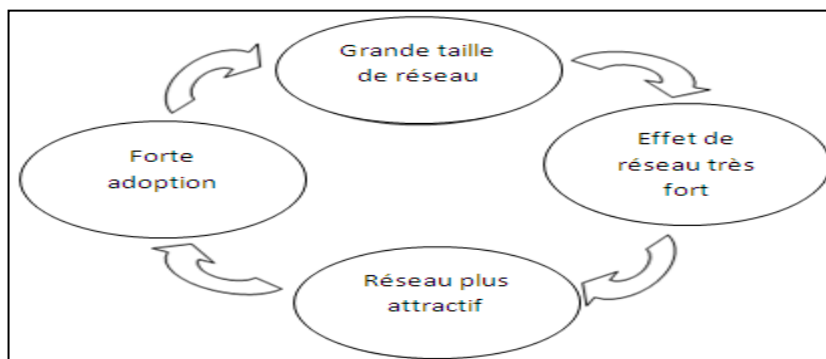
réseau, le choix d'un consommateur -pour adopter³⁷ un réseau ou pour choisir une technologie- ne dépend pas seulement des caractéristiques du produit et son prix mais il dépend aussi de la taille de réseau. D'une autre manière, la taille actuelle du réseau ou de sa base installé est bien utilisé par le consommateur comme signale ou indicateur sur la taille de réseau dans l'avenir (la taille espéré).

Dans le cas d'une externalité de réseau directe, Church et Gandal (2005), la taille de la base installée de réseau est mesurée par le nombre d'adopteurs de ce réseau. Dans le cas d'une externalité de réseau indirecte, la taille de réseau peut être mesurée par le nombre d'adopteurs de produit principal³⁸ mais dans la pluparts des cas est mesuré par le nombre de variétés de biens complémentaires disponibles³⁹.

Church et Gandal (2005), Le rôle de la taille installé dans la détermination de la taille espéré est très important puisque l'externalité de réseau positive provoque toujours les effets de rétroactions positives. Les consommateurs estimeront qu'une forte base installée actuellement rendra le réseau plus attractif à l'avenir, ce qui va assurer une forte adoption dans le présent.

Church et Gandal (2005), ces rétroactions positives créent une grande tendance pour que le fort devienne toujours plus fort dans un cycle vertueux, comme nous le montre la figure ci-dessous :

Schéma N° 6: les effets de rétroactions positives



Source : réalisé par l'auteur

³⁷ D'une manière générale pour adopter un nouveau produit qui fonctionne en réseau ou d'un service en réseau.

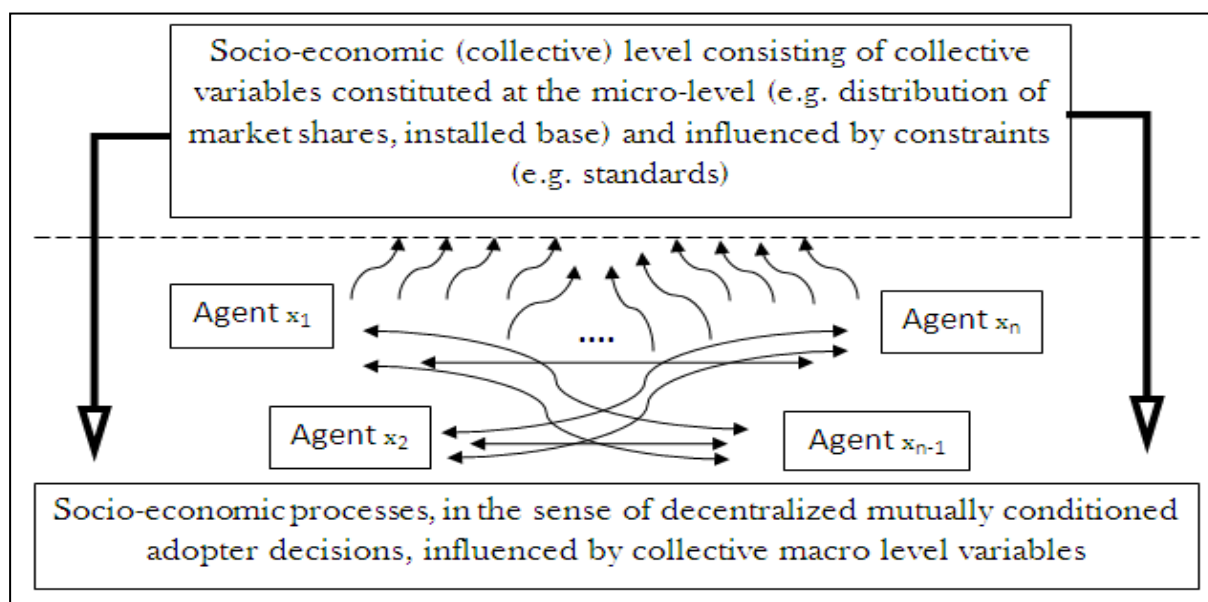
³⁸ Comme le hardware

³⁹ Dans ce cas le bien complémentaire est le software

Dans le cas des effets rétroaction négative, nous trouvons aussi une forte tendance mais dans le sens contraire ce qui veut dire le faible devienne toujours faible dans un cycle vertueux: une faible taille de réseau - un faible effet de réseau - un réseau moins attractif une faible adoption - une faible taille de réseau.

Schoder (2000) a noté que les effets de rétroaction apparaissent au niveau micro comme des effets de rétroaction horizontal et qu'il existe des processus de rétroaction vertical entre le niveau micro et le niveau macro où ce dernier affecte aussi les décisions des consommateurs dans l'adoption d'un nouveau produit en réseau. Comme nous montre la figure ci-dessous :

Schéma N° 7: les rétroactions horizontales et les rétroactions verticales



Source: Schoder (2000)

A partir de phénomènes des effets de rétractions positive et négative, Church et Gandal (2005) ont tiré deux résultats très importants qui sont :

- Les effets de réseau peuvent générer une économie d'échelle comme le cas de la demande de bien normal dans le présent mais ne sont pas les même si les anticipations des consommateurs intervient dans le comportement des consommateurs. L'utilité de consommation ne dépend pas seulement de la taille de réseau actuel mais dépend aussi de la taille de réseau espérée.

- Une faible taille de réseau traduit aussi une économie d'échelle défavorisée, d'une autre manière cela ne signifie pas qu'il y a dès-économie pour les effets de réseau (effet de réseau négatif).

2.1.2. Les anticipations des consommateurs

Comme nous avons noté dans la partie précédente sur le comportement d'un consommateur en présence de l'externalité de réseau positive que le choix d'adoption d'un réseau dépend de la base finale installée⁴⁰, cela veut dire que les anticipations des consommateurs dans le présent ont forte influence sur la décision de l'adoption d'un réseau par un nouveau abonné, ce qui implique que la base actuelle⁴¹ de réseau véhicule l'information aux anticipations des consommateurs.

« *La psychologie des individus et en particulier un paramètre clé qui est leur impatience face au futur, ou de façon équivalente, leur préférence pour le présent. La façon dont on voit le futur détermine le choix présent* »⁴². Les anticipations des consommateurs dépendent fortement de la psychologie de l'individu où la présence de l'histoire (le passé) dans les actions ex-post de cet individu est inévitable. Ces anticipations sont toujours limitées par l'incapacité à prédire puisque, d'un côté revient à l'absence de l'information et d'un autre côté revient à l'incertitude des actions dans le futur. Mahajan et al. (1990), les adopteurs potentiels sont rationnels et ne sont pas de simple porteurs (accepte facilement l'information) d'information, puisque ils maximisent leurs fonctions objectifs - chaque adopteur va maximiser son utilité espérée pour un produit et il prend en considération l'incertitude sur son adoption ; le prix de ce produit ; la taille actuelle et espérée d'adopteurs de ce produit et son revenu. Alors, la décision d'adopter un produit est fortement liée aux spécifications de chaque individu ce qui veut dire que les adopteurs potentiels non pas les mêmes probabilités à une période donnée d'adopter un produit ce qui traduit aussi que les anticipations des individus pour adhérer à un réseau spécifique sont hétérogènes..

Katz et Shapiro (1994) ont mentionné que le rôle central des anticipations et leur dépendance avec la base installée posent plusieurs implications pour la concurrence entre les réseaux, parmi ces implications il y a le problème de coordination.

⁴⁰ On prend en considération la base installée actuelle et la base espérée dans le futur.

⁴¹ Joue le rôle d'un signal pour la taille de réseau en avenir

⁴² E. Wasmer, (2010), Principes de Microéconomie « méthodes empirique et théories modernes », Pearson Education France, Paris, France, p. 143

2.1.3. Le problème de coordination

Dans les réseaux de télécommunication où les externalités de réseau toujours existent et l'utilité des consommateurs dépend des autres consommateurs cela implique l'existence du problème de coordination entre les acteurs de réseau.

Pour choisir d'adhérer à un réseau, un consommateur doit être conscient que le marché sera suffisamment grand. Si ce consommateur choisit d'adhérer à un réseau direct ou indirect mais enfin de compte l'utilité qui a déjà prévu n'a pas été atteinte, alors le problème de coordination va apparaître. Le consommateur fait cette adhésion et met des anticipations que le réseau sera grand dans le futur et que l'utilité espérée sera réalisée, si ces anticipations ne sont pas réalisées à cause de l'abondance des consommateurs future alors ce consommateur tombe dans le choix orphelin.

La possibilité de l'échec de produit en réseau revient essentiellement au problème de coordination : des consommateurs seront adhérents à un nouveau réseau, s'ils savent qu'il y aura aussi d'autres consommateurs qui adhéreront à ce nouveau réseau, mais puisque aucun consommateur est actuellement sur le réseau, ils ne croient pas que d'autres sont disposés à y adhérer.

Comme nous avons noté ci-dessus, le même problème de coordination peut affecter les anticipations d'adoption dans le réseau indirect. Un consommateur sera disposé à acheter un produit principal s'il existe suffisamment de variétés de produits complémentaires disponibles ou être disponible dans le futur. Le problème de coordination est beaucoup plus compliqué dans le cas d'un réseau indirect, puisque un produit principal ne peut pas être introduit par un producteur dans le marché sans l'existence des anticipations sur la disponibilité des produits complémentaires. En effet, les firmes auront une forte incitation à minimiser le risque que les consommateurs tombent dans le mauvais choix.

Etzion et Weiss (2001), dans son travail, ils ont essayé de faire une expérience pour pouvoir examiner la capacité de coordinations des consommateurs avec la présence de l'externalité de réseau dans le marché. Leur expérience réalisée sur sept consommateurs qui participent à un jeu de coordination pour acquérir un produit en réseau, ces consommateurs sont présentés sur un tableau qui donne leur informations sur la valeur de produit – la valeur de produit est une fonction croissante par rapport au nombre d'acheteurs de ce produit - . Les prix sont fixés et le consommateur décide d'acheter ou de ne pas acheter le produit. Si le consommateur achète le produit, son revenu augmente ou diminue selon la différence entre la valeur perçue en fonction des autres acheteurs et le prix payé pour ce produit. S'il n'achète pas il reçoit une valeur zéro.

Ils ont fait cette expérience sur deux types de consommateurs (consommateurs homogènes, consommateurs hétérogènes) et sur deux niveaux de prix (prix élevé, prix bas). D'après cette expérience, ils ont trouvé que les décisions des consommateurs dépendent des probabilités qu'ils ont attribué aux autres consommateurs qui faisant le bon choix. Ils ont trouvé aussi que les joueurs (consommateurs) ne prennent pas seulement la masse critique de réseau où ils appartiennent mais ils prennent aussi la masse critique des autres joueurs et cela interprète pour que l'adoption sera réalisable, il est nécessaire que le consommateur croit que le réseau contient un nombre minimum d'adopteurs au futur.

La coordination est dans le but de savoir les actions d'un consommateur pour le problème d'adoption, sachant qu'ils produisent une seule fois. Et pour pouvoir expliquer le problème de coordination et d'appréhender le comportement de l'adoption d'un consommateur à un nouveau réseau, l'instrument adéquat est d'utiliser la théorie des jeux avec, Wasmer (2010, p.389), la conservation des hypothèses : la rationalité de consommateur, l'asymétrie de l'information, la rationalité est une information commune.

Généralement, comme Rohlfs (1974) a montré que la possibilité de coordination dépend fortement de la valeur privé et de la valeur sociale générée avec l'adoption d'un produit en réseau⁴³

2.1.4. La courbe de la demande

Comme nous avons vu dans le cas d'un bien normal où la demande de ce dernier est bien expliqué par des facteurs internes et facteurs externes avec l'interdépendance de la demande entre les consommateurs. Mais dans le cas d'un produit en réseau l'interdépendance de la demande joue un rôle très important dans les comportements des agents économiques.

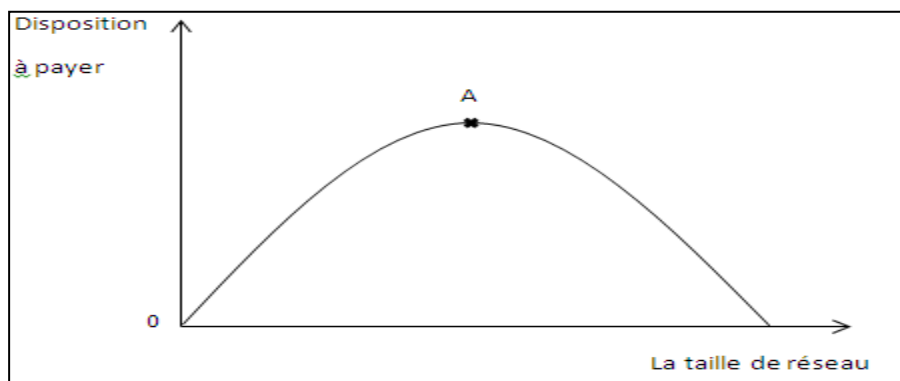
Economide et Himmelberg (1995), dans le cas d'un produit en réseau la disposition à payer d'un consommateur pour la dernière unité de ce produit augment avec l'augmentation des ventes espérées de ce produit⁴⁴, ce qui veut dire que la courbe de la demande dans la première partie de lancement de produit est croissante avec l'augmentation des ventes de ce produit mais avec le temps ou à long terme la direction de la courbe change et décroît, la décroissance de la courbe de la demande dans la deuxième partie expliquée par le grand nombre d'abonnés de réseau (la plupart des individus qui ont grand intérêt à se connecter

⁴³ Ce point est bien expliqué dans la partie : la résolution du problème de start-up.

⁴⁴ Cette idée est bien expliquée mathématiquement dans la partie : modélisation de l'externalité.

sont au sein de réseau) ce qui veut dire que le prix doit baisser pour augmenter les ventes de ce produit.

Schéma N° 8 : la courbe de la demande en présence de l'externalité de réseau



Source : Economide et Himmelberg (1995)

Au moment de lancement de produit, il n'y a aucun abonné dans le réseau et quand la taille de réseau est petite, les individus n'ont pas intérêt à entrer dans ce réseau alors la disposition à payer du dernier consommateur pour ce produit est faible, cette disposition à payer pour le dernier consommateur augmente avec l'augmentation de la taille de réseau jusqu'au point « A » à partir duquel la courbe de la demande va diminuer et la disposition à payer tend aussi à diminuer avec l'augmentation de la taille de réseau puisque les individus qui donnent une grande valeur au réseau sont déjà au sein du réseau.

2.2. L'offre en présence de l'externalité de réseau

L'externalité de réseau pose plusieurs problèmes pour les fournisseurs de produits en réseau. La commercialisation de ce produit nécessite plusieurs stratégies pour le réussir mais le problème qui se pose au début de commercialisation de ce produit est lié fortement au côté de la demande où le choix de consommateur dépend de la base installée initialement mais cette base est difficile à atteindre, car comme on a mentionné précédemment, être seul posséder un produit en réseau implique peu d'intérêt ou l'absence complète de valeur pour ce produit. L'autre problème qui se pose, dépend de la structure de marché et plus particulièrement en cas de présence des produits ou des technologies concurrents, comment se comporte le fournisseur de ce produit ou de cette technologie ?

L'autre côté qui pose un problème est l'investissement initial où le fournisseur doit bien anticiper le développement futur de son activité qui dépend de la psychologie de consommateurs, pour pouvoir connaître approximativement l'investissement initiale.

En cas d'externalités indirectes, il y a le problème qui se pose entre un fournisseur de produits complémentaires et un fournisseur d'un produit principal et comment l'un incite l'autre pour faire des stratégies nécessaires pour acquérir le groupe de start-up et pour faire le succès de deux produits complémentaires. En général, la firme d'un produit en réseau est bien sensible aux externalités de réseau, alors l'analyse de ce phénomène donne une information importante sur la stratégie de la firme et sa position dans le marché.

2.2.1. Le problème de démarrage

Avec le lancement d'un nouveau produit en réseau que ce soit dans les réseaux de communication ou dans les réseaux hardware/software, la firme qui lance ce produit est devant un problème qui est la sous-utilisation de ce produit ou l'échec de ce produit (ou le problème de démarrage de ce produit), comme ils l'ont appelé dans la littérature économique le paradigme de « l'œuf et la poule ».

Avec l'existence de l'externalité de réseau, la valeur du produit est bien liée au nombre d'utilisateurs de ce produit ceci engendre obligatoirement la difficulté de lancement de ce produit, d'un côté, puisque les premiers adopteurs sont difficiles à convaincre comme nous avons vu dans la partie de la demande d'un produit en réseau où les anticipations des consommateurs et la coordination entre eux donne une explication pertinente sur l'adoption d'un nouveau réseau. Et d'un autre côté puisque, l'existence des produits concurrents peut affecter le succès de ce produit. L'exemple le plus pertinent sur ce problème de démarrage est celle de France Télécom avec le lancement du Minitel.

Après cette simple illustration du problème de démarrage, deux questions pertinentes doivent se poser d'une manière persistante :

- Katz et Chapiro (1994, p.100), quelles sont les stratégies de la firme qui rendent un réseau efficient ?
- Comment convaincre les premiers adopteurs à investir dans l'extension d'un réseau?

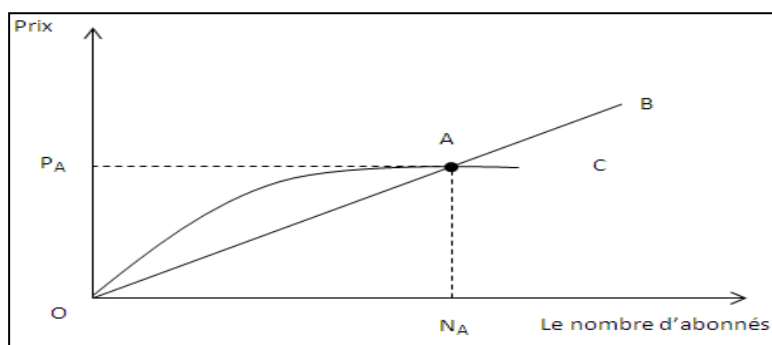
2.2.2. La résolution du problème de start-up

Le problème de start-up ou de masse critique constitue un grand obstacle pour le fournisseur d'un nouveau produit en réseau puisque sans la masse critique le réseau ne peut jamais se développer ou s'accroître, ce qui implique que le fournisseur est devant de l'échec de ce service, ce qui traduit aussi les pertes qu'il va supporter. Les firmes doivent faire plusieurs stratégies pour faire face aux différentes conséquences de l'externalité de réseau et pour enrichir la masse critique.

La littérature économique nous parle de plusieurs stratégies sur la résolution de problème de start-up ce qui veut dire l'inexistence d'une meilleure stratégie ou une stratégie optimale pour résoudre ce problème, parmi ces stratégies nous trouvons : la captation de l'effet de réseau à partir du bon choix des individus qui ont intérêt à communiquer entre eux ; la tarification incitative ; l'introduction d'un produit gratuitement ; (Katz and Shapiro, 1994) la stratégie de l'alliance d'un nouveau réseau avec des réseaux qui sont déjà existants, ce qui correspond dans un cas particulier à la compatibilité horizontale⁴⁵ qui permet de faire l'interconnexion⁴⁶ entre deux réseaux concurrents.

Rohlf's (1974) a considéré deux stratégies pour résoudre le problème de start-up mais tous d'abord, il a expliqué une caractéristique très pertinente pour la courbe de la demande dans la figure ci-dessous :

Schéma N° 9: la courbe de la diffusion d'un produit en réseau



Source : Rohlf's (1974)

La courbe de diffusion passe par l'origine et elle est concave (U inversé) alors le prix augmente avec l'augmentation de nombre d'abonnés cela implique que les abonnés actuels ne peuvent pas abandonner leur abonnement (ou le produit) et le nombre d'abonnés espéré confrontent une grande difficulté pour adhérer à ce réseau puisque dans l'avenir le prix va augmenter.

⁴⁵ Compatibilité horizontale : deux systèmes ont presque les mêmes caractéristiques et un individu peut bénéficier de l'utilisation de l'un de ces deux systèmes indépendamment de l'autre ce n'est pas le cas dans la compatibilité verticale puisque un individu ne peut pas bénéficier de l'un de deux systèmes compatible verticalement sauf dans le cas de la combinaison de deux systèmes à la fois.

⁴⁶ Interconnexion : C'est la possibilité que deux réseaux différents se connectent physiquement dans le but est que les utilisateurs de l'un de deux réseaux peuvent communiquer facilement avec les utilisateurs de l'autre réseau.

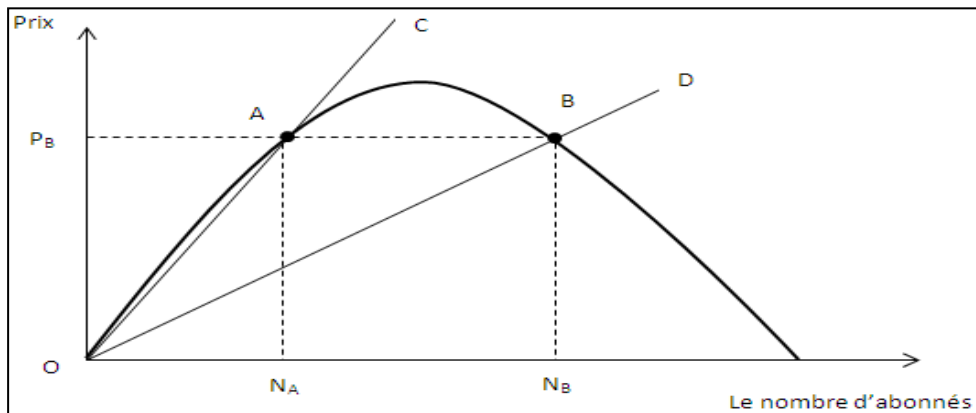
D'après cette courbe de diffusion, « S'il y a un individu qui choisit d'entrer au point A cela veut dire qu'il dispose à payer P_A pour qu'il soit possible d'acquérir le produit et à ce prix le réseau contient N_A abonnés. Avec la conservation de l'hypothèse que la communication est de type uniforme⁴⁷, cet individu est dans l'équilibre sur n'importe quel point sur la droite OB mais le point remarquable c'est qu'à partir le point A quand ($P > P_A$ et $N > N_D$) la courbe C est sous la droite AB alors s'il a choisi d'entrer au point A il ne peut pas abandonner son abonnement où le produit dans n'importe quel point situé sur C et à droite de point A . »

1- Service gratuit à un groupe de population bien choisi pour une période limitée : Selon Rohlfs le succès de cette approche directe dépend fortement des utilisateurs initiaux. Ce service gratuit peut donner une forte valeur pour certains consommateurs et une faible valeur pour le reste, dans l'avantage du fournisseur de donner gratuitement ce service aux consommateurs qui ont une valeur grande pour ce service. Si le fournisseur n'a pas bien choisi ces consommateurs, il est probable qu'il tombe dans l'échec de cette stratégie. Puisque s'il donne ce service aux consommateurs de faible valeur, ces consommateurs sont susceptibles de quitter le marché ou abandonner l'abonnement quand la subvention est arrêtée, si n'importe quel autre groupe est choisi, ce groupe doit bien assurer que les utilisateurs initiaux n'abandonnent pas le service avant ceux qui ont des utilités maximales. Sinon l'effort de fournisseur ne peut jamais conduire à atteindre la masse critique. alors le fournisseur doit assurer que le groupe choisi préalablement donne une grande valeur à ce produit sinon, il est impossible d'arriver à la masse critique et tous l'effort qui a été fait par le fournisseur échouera complètement et la demande par la suite sera éventuellement zéro.

2- Un prix de lancement de produit bas qui augmente avec le temps : L'autre manière qui peut résoudre le problème de start-up est l'introduction de produit avec un prix bas « P » et qu'il augmente avec l'augmentation du nombre d'abonnés Q dans le temps comme nous démontre la figure 8

⁴⁷Puisque dans le model qu'a été proposé par Rohlfs et pour garder la simplicité, il a proposé que les appels entre les individus sont de type uniforme cela veut dire qu'aucune personne a une communauté d'intérêt où il veut appartenir et qu'il s'intéresse à la totalité de la population (le nombre d'abonnés affecte la demande individuel mais le consommateur ne s'interroge pas sur le type des autres consommateurs –est ce qu'il connaît ou pas-)

Schéma N° 10: la résolution de problème de start-up par un prix de lancement bas



Source : (Rohlf's 1974)

Rohlf's a démontré comment un prix de lancement bas peut conduire à enrichir la masse critique comme suit : tout d'abord il a met des suppositions :

- l'équilibre non nul le plus favorable représenté par le point B alors le prix optimal à long terme est P_B .
- l'usage équivalent de réseau (les consommateurs génèrent la même utilité de l'utilisation de réseau)
- La tarification proportionnel au nombre d'abonnés est le plus favorisé avec le lancement de produit à prix bas.

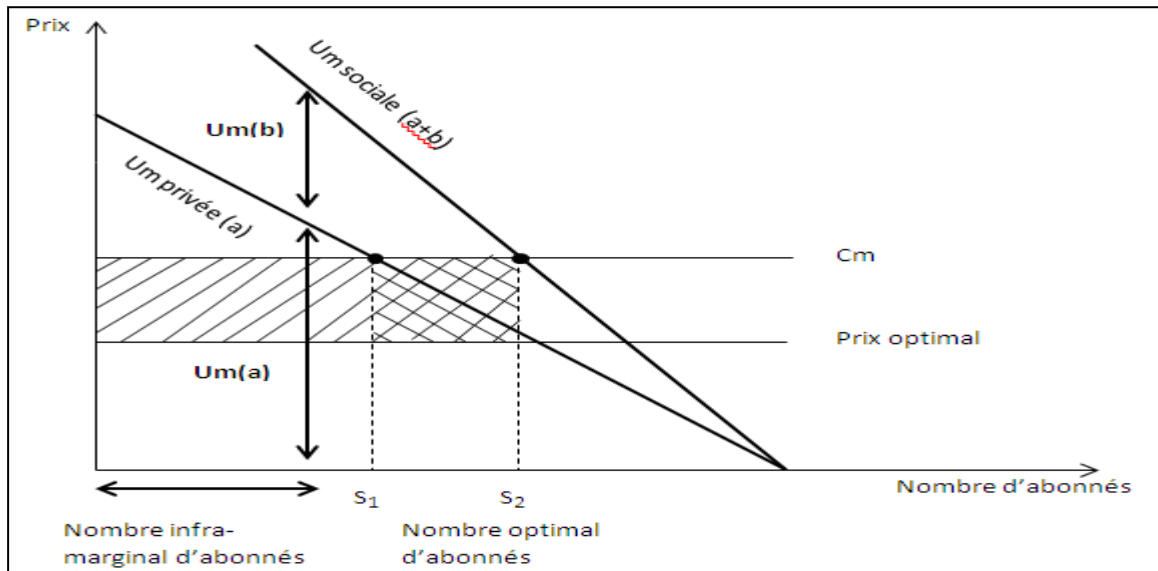
au prix P_B existe trois équilibre possible: un équilibre stable au point O, un équilibre non stable au point A et un équilibre stable au point B.

La stratégie de l'entreprise est d'enrichir la masse critique au point A si c'est ne pas le cas alors le marché tombe dans l'équilibre inférieure au point O. L'entreprise doit mettre un prix inférieure à P_B pour que la diffusion arrive au point A à partir duquel la croissance sera plus rapide (auto renforcement de réseau) et elle tendra vers le grand équilibre au point B.

Alors, pour que la diffusion soit favorable, le prix se doit d'être fixé au point $P = P_B - \varepsilon$ ce qui implique que la diffusion doit se développer sur l'arc AB. Il y a lieu à dire qu'il existe quelques individus qu'adhère au réseau à un prix bas et quand le prix augmente, il abandonne leur abonnement et pour éviter ce problème, l'entreprise doit choisir seulement les abonnés permanents (fidèle), et il est dans son intérêt de faire la discrimination

tarifaire⁴⁸ qui est aussi dans le but de subventionner les effets de réseau comme nous montre la figure ci-dessous :

Schéma N° 11: la subvention de l'effet de réseau



Source : Rohlfs1974

D'après la figure n°6, les consommateurs adoptent le réseau et ils prennent en considération leur utilité privée (a) et pour atteindre le nombre d'abonné optimal et l'utilité marginale sociale qui définissent l'équilibre, l'entreprise doit subventionner l'effet de réseau à partir de la subvention des prix, si ce dernier dépend du type du consommateur alors l'entreprise doit savoir à quel coût subventionne les prix, si l'entreprise ne fait pas de discrimination, elle va supporter un coût de subvention élevé $S = (c - p)S_2$. au contraire, si l'entreprise fait le discrimination, le coût de subvention sera moins cher $S = (c - p)(S_2 - S_1)$

Farrell et Saloner (1986) ont montré que la stratégie de préannonce joue un rôle très important dans le succès d'un produit en réseau puisque cette stratégie peut donner l'information sur le produit aux consommateurs ce qui permet a ces derniers de prendre tous le temps de bien se comporter envers l'achat de produit, ce comportement permet d'accélérer la diffusion dès le lancement. Cette stratégie permet aussi de créer l'effet

⁴⁸ La discrimination tarifaire consiste à différencier entre les consommateurs selon leurs caractéristiques (la disposition à payer, des individus homogènes, ...) dans le but de bien capter le marché. Il y a trois types de discrimination : la discrimination de premier degré (ou parfaite), la discrimination de deuxième degré et la discrimination de troisième degré.

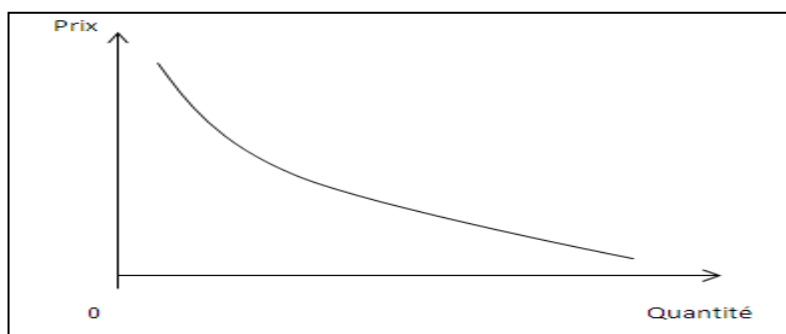
d'attente des consommateurs pour ce nouveau produit. Dans le cas de réseau indirect cette stratégie permet aussi aux producteurs de biens complémentaires de faire leur planification pour préparer ces produits avant le lancement de produit principal.

2.2.3. La courbe de l'offre

L'analyse de la courbe de l'offre liée fortement aux coûts de fourniture d'un produit en réseau, qui sont très compliquées surtout dans le cas de l'existence de l'interdépendance de la demande. Le fournisseur est devant deux défis, le premier comment récupérer les coûts fixes (les coûts d'installation de l'infrastructure de réseau sont énormément forts) et le deuxième comment influencer les anticipations des consommateurs d'une manière à les attirer à ce réseau dès le lancement de produit.

Avec le lancement de produit, le fournisseur va supporter des pertes puisque les coûts dépassent les prix de vente mais avec le temps ce fournisseur va générer les économies d'échelles qui reviennent à la décroissance des coûts. Les prix vont dépasser les coûts, ce qui implique que les profits de ce fournisseur seront positifs.

Schéma N° 12: la courbe de l'offre en présence de l'externalité de réseau

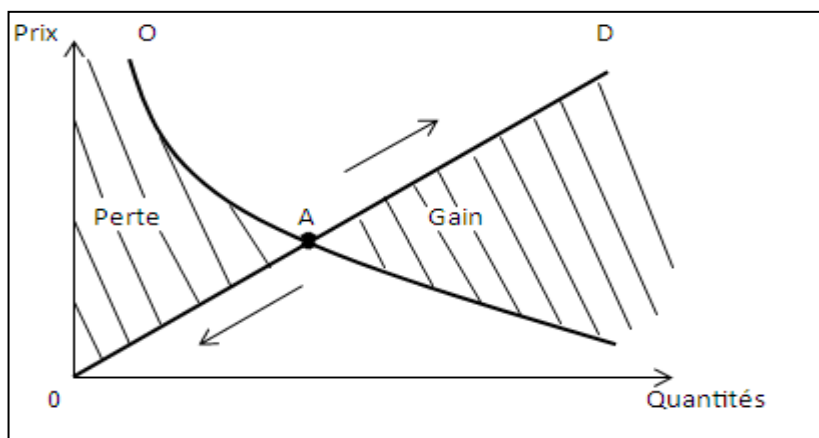


Source : Allen, (1988)

2.3. L'équilibre dans le marché d'un produit en réseau

Comme dans le cas d'un bien normal l'équilibre dans le marché d'un bien en réseau est bien défini par le point d'intersection entre l'offre et la demande. Allen (1988) dans le cas d'un produit en réseau, l'équilibre est un peu flou à cause de l'interdépendance de la demande des consommateurs où l'offreur toujours fait des offres incitatives pour influencer les anticipations des consommateurs.

Schéma N° 13 : l'équilibre dans le marché d'un bien en réseau

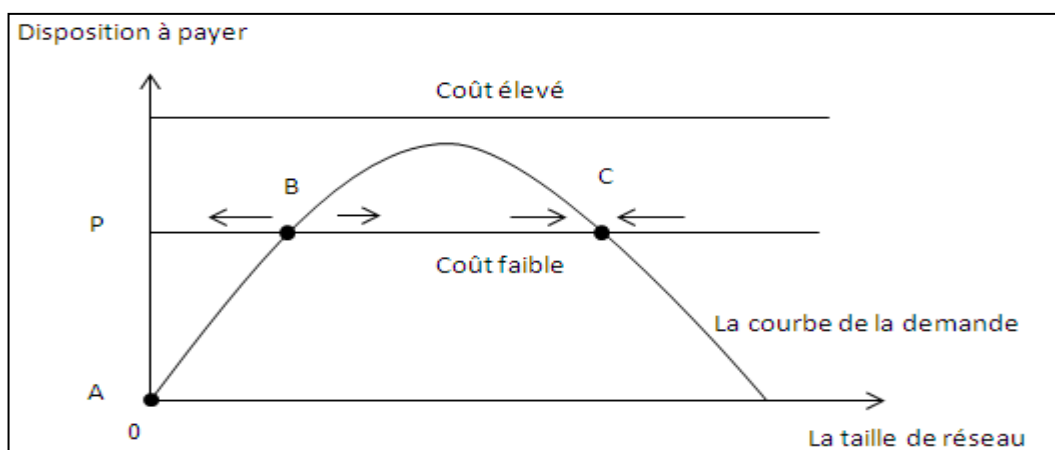


Source : Allen(1988)

Le producteur supporte des pertes dès le lancement de produit jusqu'au point A puisque les coûts excèdent le prix de vente et ce point définit l'équilibre instable qu'est la masse critique. Les deux flèches nous montrent les directions de cet équilibre instable, soit elle tend vers l'équilibre inférieur qui est le zéro, soit elle tend vers le grand équilibre à long terme.

(Baraldi, 2008), à un seul prix, il existe trois équilibres possibles, l'un de ces équilibres est instable et les deux autres sont stables comme nous montre la figure ci-dessous, mais le problème qui se pose : quel est l'équilibre le plus favorable ?

Schéma N° 14 : l'équilibre dans le marché d'un bien en réseau à long terme



Source : (Baraldi, 2008)

D'après la figure, il existe trois points (A, B et C) qui représentent trois équilibres différents. Le point « A » représente un équilibre instable qui correspond la taille de réseau zéro, cet équilibre n'est pas favorable en aucun cas pour le fournisseur puisque les coûts sont très élevés et il n'y a aucun abonné au réseau mais avec la diminution des coûts et après le bon choix d'un groupe de start-up, le fournisseur peut atteindre la masse critique qu'est le point « B » et qui correspond à l'équilibre instable. si un individu abandonne son abonnement au réseau dans le point « B », un équilibre inférieur s'installera une fois qu'un individu quitte le réseau dans le point « B » (la valeur tirée du réseau est inférieure au coût de l'abonnement) et dans le cas contraire, si un individu choisit d'adhérer au réseau à partir du point « B », il est dans l'intérêt d'un autre individu d'adhérer au réseau et ainsi de suite jusqu'à quand le marché atteigne dans le grand équilibre stable (le point « C »), juste avant ce point, tous les individus qui donnent un grand intérêt sont déjà au sein du réseau ce qui donne une explication sur la situation après ce point où les prix sont inférieurs de coûts.

2.4. Les effets de la structure de marché sur la croissance de réseau

Dans les industries de réseau où les externalités de réseau jouent un rôle fondamental, la structure de marché a un grand effet sur la croissance de réseau. Economide et Himmelberg (1995) ont montré que le monopole toujours affecte les anticipations des consommateurs et il choisisse une taille de réseau petite que la taille de réseau en concurrence pure et parfaite et le marché oligopolistique d'un bien compatible supporte une taille de réseau inférieure que la taille de réseau en concurrence pure et parfaite et supérieure que la taille de réseau en cas de monopole.

L'existence d'un marché concurrentiel n'affecte pas seulement les interactions ou la coordination entre la firme et les consommateurs mais affecte aussi les interactions des consommateurs entre eux. Ces interactions peuvent accroître ou diminuer les effets de réseau et ce qui va favoriser un réseau à un autre ou accélérer la diffusion d'un produit en réseau et l'échec d'un produit concurrent. (Farrell et Saloner 1985) Dans un marché fonctionne en réseau, si l'un des opérateurs domine le marché et qui va prendre aussi les abonnés de ses concurrents « winner take all » ce qui implique l'apparition de phénomène de « switching cost⁴⁹ » et ce dernier et dans le cas de guerre de standard va conduire

⁴⁹Les coûts de changement : Une firme utilise plusieurs stratégies pour dissuader les clients de changer son produit (ou son réseau) et de choisir un produit concurrent. Parmi les coûts qui va supporter un client nous trouvons : pénalité de résiliation de contrat, des coûts psychologiques, le temps d'apprentissage de produit concurrent, l'effort qui va supporter un client,...

nécessairement que le bon produit n'est pas toujours gagnant et il y a une possibilité que le marché choisisse une technologie inférieure et ignore une technologie supérieure.

2.5. Le rôle du régulateur dans la diffusion d'un service en réseau

La plus part des marchés d'un produits en réseau commencent par une structure de monopole et revient essentiellement aux caractéristiques de diffusion de ces produits où la structure de la courbe d'offre est caractérisée par les rendements constants⁵⁰ ou croissants⁵¹, situation de saturation ou d'engorgement, et que la demande des consommateurs est liée aux nombre d'abonné de ce réseau (utilité croissant au nombre d'abonnés). Mais dans certains cas ce monopole arrive à un point où il ne peut pas satisfaire ses clients ou de comporter d'une façon à détruire l'utilité de ses abonnées. Ce qui implique l'intervention des autorités de régulation pour contrôler le comportement de ce monopole où de libérer le marché dans le but d'améliorer le bien-être sociale.

Comme nous avons noté par avant, les entreprises dans le but d'enrichir la masse critique utilisent plusieurs stratégies pour arriver au succès de réseau. Ces stratégies peuvent affecter le fonctionnement de marché ce que implique l'intervention d'un régulateur pour corriger les imperfections de marché. Dans ce contexte Katz et Chapiro (1994, p.100) ont posé le problème suivant : quels sont les institutions de marché ou/et les stratégies de la firme qui rendent un réseau efficient ? Ce qui veut dire que le régulateur peut intervenir dans le lancement d'un nouveau produit en réseau, soit pour rendre le réseau de ce produit efficient, soit par le control de différentes stratégies de la firme (provider) qui peuvent affecter le bien-être social.

Allen (1988), la courbe de la diffusion d'un produit en réseau est de type U inversé ce qui veut dire qu'il existe deux partie dans cette courbe, une partie croissante et une partie décroissante. Le régulateur intervient dans la première partie pour aider la firme à atteindre la masse critique, alors il doit assurer que le prix sont bien subventionner : « *to regulate is one question to witch the demande-side conception might address it self* »⁵²et dans la

⁵⁰On dit que les rendements sont constants, si on augmente les facteurs de production de telle proportion alors la production va augmenter de même proportion ce qui veut dire que le coût de production unitaire est constant.

⁵¹On dit que les rendements sont croissants, si on augmente les facteurs de production de telle proportion alors la production va augmenter d'une proportion supérieure à celle de facteurs de production ce qui veut dire que le coût de production moyen (unitaire) est une fonction décroissante de la quantité produite.

⁵² Allen ,1988, p.268

deuxième partie où le réseau est bien implanté et il est dans la phase de maturité, il doit assurer que les prix sont compétitifs

2.3. La modélisation de l'externalité de réseau

2.3.1. La fonction de l'externalité de réseau

Economide et Himmelberg (1995) ont modélisé l'externalité de réseau mathématiquement et en premier temps ils ont fait un modèle statique détermine comment le producteur atteindre le groupe de start-up (à un prix donné). Alors ce modèle va capturer les externalités de réseau avec la supposition que les anticipations des consommateurs sont conformes à la réalité (si un consommateur anticipe qu'il y a « n » abonnés dans le réseau, il va trouver « n » abonnés). Ils ont noté les anticipations de consommateurs par « n^e » avec la supposition que ces anticipations sont normalisé entre « 0 » et « 1 », $0 < n^e < 1$.

La fonction de l'externalité de réseau décrire l'influence de la taille espérée de réseau sur la disposition à payer d'un consommateur, leur modèle est comme suit :

$$h(n^e) = k + \delta f(n^e) \quad \text{Où :}$$

- k : représente la valeur de produit en dehors de l'externalité de réseau
- δ : est un paramètre qui décrit la présence de l'externalité de réseau, il prend la valeur « 1 » si l'externalité de réseau existe, et il prend « 0 » s'il n'y a pas l'effet de l'externalité de réseau.
- n^e : est la taille espéré de réseau
- f : est l'externalité de réseau en fonction de la taille espéré, en effet cette fonction se caractérise par :
 - $f' > 0$: la première dérivée de la fonction d'externalité est positive, ce qui veut dire que l'externalité est une fonction croissante par rapport à la taille espéré. En effet, l'utilité d'un abonné au réseau est grande quand la taille de réseau est grande.
 - $f(0)$: n'a pas de l'effet de réseau si la taille espéré est zéro. (à quoi ça sert s'il y a un seul un individu qui possède un téléphone portable)

- $f'' < 0$: la deuxième dérivée de la fonction d'externalité est négative, ce qui veut dire que cette fonction a un maximum et l'externalité de réseau marginale est décroissante en nombre d'abonnés au réseau.

2.3.2. L'utilité d'un consommateur en présence de l'externalité de réseau

2.3.2.1. L'utilité multiplicative

Economide et Himmelberg (1995) dans leur modèle, ont décrit l'utilité d'un consommateur comme une utilité multiplicative où cette dernière est variable avec le type de consommateur. Les consommateurs de même réseau reçoivent des utilités différents, ce qui veut dire que les externalités de réseau n'affectent pas de la même façon le bien être d'un consommateur, alors l'utilité de ce dernier pour une seule unité de produit en réseau et pour une taille de réseau espéré n^e est :

$$u(y, n^e) = y h(n^e) \dots \dots \dots (1)$$

- y : décrire le type d'un consommateur.
- $h(n^e)$: décrire le bénéfice tiré par un consommateur s'il achète un produit en réseau.

Avec la supposition que tous les consommateurs sont uniformément distribués entre « 0 » et « 1 » et que $G(y)$ est la distribution (la densité) cumulative des types de consommateurs, cette densité se caractérise par : $G(y)'$ est positive, $G(y)$ est continue sur $[0, 1]$ et $G(y)$ est inversible sur $[0, 1]$

Pour pouvoir détecter le type de consommateur « y^* » qui dispose à payer une unité d'un produit en réseau avec le prix de cette unité « p » et la taille espéré « n^e » donné, il est préférable de résoudre : $p = y h(n^e)$

- $y^* = 0$ si $p/h(n^e) < 0$ pas de solution intérieure, cela signifie que dans le cas d'un prix est très bas tous les consommateurs veulent acheter le produit (n'importe quel type de consommateurs achète le produit).
- $y^* = 1$ si $p/h(n^e) > 1$ pas de solution intérieure, aucun consommateur n'achète le produit puisque cette condition nécessite un type de consommateur très grand (il est impossible de trouver ce dernier)
- $y^* = p/h(n^e)$ si $0 < p/h(n^e) < 1$ il y a une solution intérieure

Tous les consommateurs qui ont un type $y > y^*$ sont susceptibles d'acheter le produit, alors la taille de réseau est :

$n = 1 - G(y^*)$ (2) qui décrit la demande d'un produit en réseau à un prix « p » donné et à une taille de réseau espéré donnée.

Il est possible de trouver la disposition à payer pour le dernier consommateur pour un réseau de taille « n » et de taille espéré n^e comme suit :

$p(n, n^e) = y h(n^e)$ et y est tiré à partir de :

$$n = 1 - G(y) \leftrightarrow G(y) = 1 - n \leftrightarrow y = G^{-1}(1 - n)^{53}$$

Alors la disposition à payer pour le dernier consommateur est :

$$p(n, n^e) = G^{-1}(1 - n) h(n^e) \dots \dots \dots (3)$$

Cette fonction se caractérise par :

- $\frac{\partial p(n, n^e)}{\partial n} = -h(n^e)G'(1 - n)$ est négative alors le prix (ou la fonction inverse de la demande) est une fonction décroissante en « n » (la quantité demandée ou le nombre d'abonnés).
- $\frac{\partial p(n, n^e)}{\partial n^e} = h'(n^e)G^{-1}(1 - n)$ est positive alors les anticipations des consommateurs affecte positivement leurs dispositions à payer, cet effet revient essentiellement aux externalités de réseau. (nous pouvons dire aussi que l'utilité marginale est décroissante en nombre d'abonnés).

2.3.2.2. L'utilité additive

Katz and Shapiro (1985), Baraldi (2008) ont décrit l'utilité tiré par la consommation d'un produit en réseau comme une utilité additive. En effet, les consommateurs reçoivent le même bénéfice dans le même réseau ce qui veut dire que n'importe quel type de consommateurs est affecté par la même valeur de l'externalité de réseau. Alors la disposition à payer pour un produit en réseau et pour un consommateur donné est :

$$u(y, n^e) = y + h(n^e) \dots \dots \dots (4)$$

Baraldi (2008), avec les mêmes suppositions de l'utilité multiplicative, la disposition à payer pour un seul produit en réseau est :

⁵³ $G(y)$ est une fonction positive et continue (monotone) sur [0, 1] alors elle est inversible.

$$p = y + h(n^e) \dots \dots \dots (5)$$

avec le prix de produit et la taille de réseau espéré donné, le type de consommateur qui peut acheter ce produit y^* est la solution de l'équation(5) où $y^* = p - h(n^e)$

Tous les consommateurs qui ont un type $y > y^*$ vont acheter le produit, alors la taille de réseau est:

$$n = 1 - y^* \leftrightarrow n = 1 - p + h(n^e) \dots \dots \dots (6)$$

Alors la fonction de la demande inverse est :

$$p = 1 - n + h(n^e) \dots \dots \dots (7)$$

Baraldi (2008) a supposé que la taille espérée de réseau est approximativement expliqué par la taille de réseau dans le passé ce qui veut dire que $h(n^e)$ est expliqué par la variable retardé, taille de réseau dans le passé,- un consommateur prend son décision d'adhérer ou non au réseau selon la taille de réseau dans le passé. Elle suppose aussi que les fonctions qui peuvent approximativement répondre aux caractéristiques de $h(n^e)$ ($h' > 0$ et $h'' < 0$) sont :

$$h(n^e) = k + \alpha n_{t-1} + \beta n_{t-1}^2 \dots \dots \dots (8)$$

$$h(n^e) = k + \alpha n_{t-1} + \beta \log n_{t-1} \dots \dots \dots (9)$$

Et pour choisir entre les deux fonctions (8) et (9) qui représentent mieux l'externalité de réseau, il suffit d'estimer les deux fonctions suivantes :

$$n_t = k + \alpha_0 n_{t-1} + \beta_0 n_{t-1}^2 + \varepsilon_t \dots \dots \dots (10)$$

$$n_t = k + \alpha_1 n_{t-1} + \beta_1 \log n_{t-1} + \varepsilon_t \dots \dots \dots (11)$$

Pour trouver la demande inverse, il suffit de remplacer la formule de $h(n^e)$ de l'équation (8) et de l'équation (9) dans l'équation (7) :

$$p_t = 1 - n_t + k + \alpha_0 n_{t-1} + \beta_0 n_{t-1}^2 + \varepsilon_t \dots \dots \dots (12)$$

$$p_t = 1 - n_t + k + \alpha_1 n_{t-1} + \beta_1 \log n_{t-1} + \varepsilon_t \dots \dots \dots (13)$$

Economide et Himmelberg (1995) dans leur modèle ont supposé que les anticipations des consommateurs sont conformes à la réalité ce qui correspond à l'équilibre ($n_t = n_{t-1}$) alors :

$$p_t = 1 - n_t + k + \alpha_0 n_t + \beta_0 n_t^2 + \varepsilon_t \dots \dots \dots (14)$$

$$p_t = 1 - n_t + k + \alpha_1 n_t + \beta_1 \log n_t + \varepsilon_t \dots \dots \dots (15)$$

Mais la demande d'un produit en réseau n'est pas expliquée seulement par les externalités de réseau, il y a d'autres variables qui peuvent affecter la demande d'un produit en réseau et cela implique que les équations (14) et (15) écrit successivement comme suit :

$$p_t = c + \alpha_0 n_t + \beta_0 n_t^2 + \gamma_i x_{it} + \varepsilon_t \dots \dots \dots (16)$$

$$p_t = c + \alpha_1 n_t + \beta_1 \log n_t + \gamma_i x_{it} + \varepsilon_t \dots \dots \dots (17)$$

Où :

- $i=1\dots w$, « w » est le nombre de variables susceptibles d'expliquer la demande.
- « t » est un indicateur de temps.
- $c = 1 - k$ qui décrit le terme constant.

Comme nous avons vu dans la partie précédente que la courbe de la demande est de type U inversé ce qui implique que la première dérivé⁵⁴ est positive et la deuxième dérivé est négative :

➤ Pour l'équation (16) nous trouvons $\alpha_0 > 0$ et $\beta_0 < 0$ puisque :

- $\frac{\partial p_t}{\partial n_t} > 0 \rightarrow \alpha_0 + 2\beta_0 n_t > 0 \rightarrow \alpha_0 > -2\beta_0 n_t \rightarrow \alpha_0 > 0$
- $\frac{\partial^2 p_t}{\partial n_t^2} < 0 \rightarrow \beta_0 < 0$

Alors pour nous assurer que la courbe de demande est de type U inversé nous devons assurer que $\alpha_0 > 0$ et $\beta_0 < 0$ pour l'équation (16)

➤ Pour l'équation (17) nous trouvons $\alpha_1 < 0$ et $\beta_1 > 0$ puisque :

- $\frac{\partial p_t}{\partial n_t} > 0 \rightarrow \alpha_1 + \frac{\beta_1}{n_t} > 0 \rightarrow \alpha_1 < 0$
- $\frac{\partial^2 p_t}{\partial n_t^2} < 0 \rightarrow \frac{-\beta_1}{n_t^2} < 0 \rightarrow \beta_1 > 0$ Puisque n_t^2 toujours positif

Alors pour nous assurer que la courbe de demande est de type U inversé nous devons assurer que $\alpha_1 < 0$ et $\beta_1 > 0$ pour l'équation (17)

⁵⁴ La première dérivé par rapport à la taille de réseau.

Conclusion

Ce chapitre nous donne un aperçu général sur le fonctionnement d'un marché en réseau et qui nous permet aussi de bien comprendre des phénomènes plus complexes dans la compréhension de diffusion d'un produit en réseau à fin d'établir les différents équilibres sur le marché et en présence de l'externalité de réseau.

Sur la base des modèles qui ont été fait dans la littérature économique, nous avons essayé d'établir un modèle qui nous aide à quantifier les externalités de réseau à fin de voir l'impact de ces dernières sur la demande d'un produit en réseau.

CHAPITRE 3 : LA MODELISATION DE L'EXTERNALITE DE RESEAU

Introduction

Nous allons étudier ce chapitre en deux parties, la première partie est consacrée à l'évolution de la communication mobile et l'évolution de différentes générations de service de la téléphonie mobile qui dépend fortement de l'évolution technologique. Nous allons étudier la deuxième partie en deux points, le premier point concerne la description de la situation du marché de la téléphonie mobile en Algérie avant et après la réforme et nous intéressons aussi dans ce point sur l'influence des facteurs socioéconomiques sur le développement de ce marché, dans le deuxième point est consacré à la modélisation la fonction des externalités de réseau dans le marché algérien pour les trois opérateurs et l'influence des facteurs socioéconomique sur l'évolution du marché de la téléphonie mobile en Algérie.

1. EVOLUTION DE LA COMMUNICATION MOBILE

1.1. Première génération :

C'est une technologie non normalisée qui a été apparue dans les années 70, développée par des groupes de recherches indépendants, nous trouvons plusieurs systèmes qui fonctionnent à partir de cette technologie. La caractéristique la plus importante de cette génération c'est l'innovation de la mobilité de téléphonie. Cette technologie a confronté plusieurs obstacles durant sa diffusion:

- Les coûts d'acquisition de cette technologie sont très élevés.
- Les frais d'abonnement et de communication sont trop chers.
- Les caractéristiques de la téléphonie ne sont pas suffisamment sophistiquées et elle est lourde à porter.
- Le débit de communication est assez faible.
- La téléphonie n'est plus utilisable en dehors de pays créateur de la technologie.
- L'absence d'organisme de normalisation de cette technologie.

Tous ces obstacles poussent les différents pays à réfléchir pour la création d'une autre technologie qui réponde aux différents besoins de l'être humain.

1.2. Deuxième génération :

Les premiers systèmes de cette technologie sont commercialisés dans le début des années 90, mais la création de cette technologie est mise en place dans les années 80. Cette technologie est plus favorable par rapport aux technologies analogiques puisque elle contient plus d'avantages et les services fournis par cette technologie sont différents (prenant en charge des applications bien sophistiquées, Elle améliore la sécurité de transmission de voix et des données, etc.)

Pour cette technologie nous trouvons plusieurs systèmes ou des normes qui sont utilisés par les différents pays.

1.3. Troisième génération :

Au début des années 90, l'union internationale des télécommunications a commencé à élaborer des systèmes de 3G en prenant en considération la possibilité d'harmoniser sur le

plan international les normes relatives au spectre des fréquences radioélectriques et aux interfaces radioélectriques. Cette technologie se caractérise par :

- une technologie fortement supérieure.
- possibilité de transmission de voix et des données avec une vitesse très élevée.
- bande passante plus élevée.

Les systèmes de 3G peuvent se développer plus lentement dans les pays dans lesquels des réseaux de 2G sont bien implantés, répondant aux besoins de la plupart des usagers en matière d'itinérance régionale comme pour ce qui est des débits de transmission des données.

1.4. Quatrième génération :

C'est la génération la plus développée et qui contient de plusieurs services de hautes technologies comme le Worldwide Interoperability for Microwave Access (WiMAX), qui peuvent offrir des services multimédias, large bande passante, des spectres de transmission efficace, taux de transmission plus élevé, un réseau plus sécurisé.

2. L'EVOLUTION DU MARCHE DE LA TELEPHONIE MOBILE EN ALGERIE :

2.1. Le marché de la téléphonie avant la réforme :

La première apparition de la téléphonie mobile en Algérie, datent des années 90. Le système NMT⁵⁵ a été introduit en 1991, dans les quatre wilayas qui ont des densités de population très élevées (Alger, Annaba, Constantine et Oran), le réseau de ce système n'a pas connu un succès favorable qui revient essentiellement aux :

- la transmission des signaux est très mauvaise.
- La mauvaise communication qui revient à l'insuffisance de l'infrastructure de ce réseau.
- L'incapacité de couverture de ce réseau.

⁵⁵ Networked Media Tank : système téléphonique mobile nordique

Le système GSM a été adopté en première fois en 1998 mais il a été opérationnel un an après. L'opérateur AMN⁵⁶ qui a fait la gestion de ce système mais cette opérateur n'arrive pas à satisfaire la demande de plus en plus importante de la communauté algérienne, cette croissance énorme de la demande de cette technologie revient essentiellement aux facteurs socio-économiques :

- Le parc de la téléphonie fixe qui ne répond pas aux besoins de communication.
- L'amélioration le plus remarquable de niveau de vie des algériens qui a conduit à l'augmentation de taux d'équipement des ménages.
- La diversité des services qui a été offertes par la téléphonie mobile.

2.2.le marché de la téléphonie mobile après la réforme de secteur de télécommunication :

Le point le plus remarquable de la période précédente c'est la contribution faible de secteur des télécommunications dans le PIB ce qui nécessite l'élaboration de nouveaux dispositifs réglementaires dans le but de réussir la transaction de l'Algérie vers la société de l'information. Ces changements réglementaires ont permis d'instaurer des instruments juridiques stables pour rendre l'investissement pour n'importe quel opérateur (étranger ou local) plus facile dans le secteur de télécommunication.

En effet, le gouvernement algérien a adopté la loi n^o 03/2000 du 5 aout 2000⁵⁷ qui fixe les différentes règles générales relatives à la poste et aux télécommunications. Cette loi vise essentiellement l'ouverture du marché algérien à la concurrence à fin :

- De rendre le secteur de télécommunication un secteur compétitif et de rendre l'économie algérienne plus diversifiés.
- De rendre les services plus diversifiés dans ce secteur.
- D'améliorer l'infrastructure les différents réseaux des télécommunications et de couvrir le territoire national par des réseaux des télécommunications plus fiables.

En plus de tout ça, la loi 03/2000 décrire les grands axes de développement de secteur des télécommunications :

⁵⁶ Algérie Mobile Network, qui est actuellement mobilis.

⁵⁷ Journal officiel de la république algérienne n^o 43, 5 aout 2001

- La mise en place d'un nouveau cadre législatif et réglementaire.
- La création d'une autorité de régulation des postes et des télécommunications d'un caractère indépendant (ARPT)
- Le développement de service universel
- La libéralisation de marché et la promotion de l'investissement privé.

2.2.1. La régulation du marché de la téléphonie mobile en Algérie

L'acteur majeur de régulation de secteur de télécommunication en Algérie c'est l'ARPT (autorité de régulation des postes et des télécommunications) qui a été créé dans le cadre de libéralisation du marché postale et des télécommunications et selon la loi 03/2000 et pour l'objectif majeure qui est l'amélioration de bien-être social⁵⁸.

2.3. Les opérateurs de la téléphonie mobile en Algérie :

Après l'ouverture du marché de la téléphonie mobile à la concurrence, trois opérateurs qui partagent le marché, deux sont étrangers (privés) et l'autre est étatique :

- Algérie Télécom Mobilis : opérateur public, c'est le premier opérateur sur le marché algérien qui a été lancé en 2001 comme une filiale d'Algérie télécom et en 2003 comme un groupe de nature économique indépendant.
- Orascom Telecom Algérie : (Djezzy) opérateur privé, c'est un opérateur égyptien qui a gagné la deuxième licence d'exploitation en juillet 2001. Actuellement le capital de cet opérateur se partage entre l'Etat algérien et l'opérateur Vimpelcom (49% Vimpelcom, 51% l'Etat algérien, où le fond national d'investissement détient (25%) et le reste du pourcentage (26%) est partagé entre deux privés algériens)⁵⁹.
- Wataniya Telecom Algérie : (Nedjma) est un opérateur koweïtien qui s'est vu attribué la troisième licence d'exploitation en décembre 2003.

⁵⁸ Voir l'Annexe A

⁵⁹ Kahelan Ali (2012) dans le cadre d'une émission télévisé sur la chaîne nationale portant sur le dossier de la 3G EN Algérie

Avant l'année 2003 le marché de la téléphonie mobile était structuré comme un duopole ce qui permet l'apparition des situations ne sont pas souhaitables pour un consommateur algérien au point de vue de régulateur à cause de deux raisons :

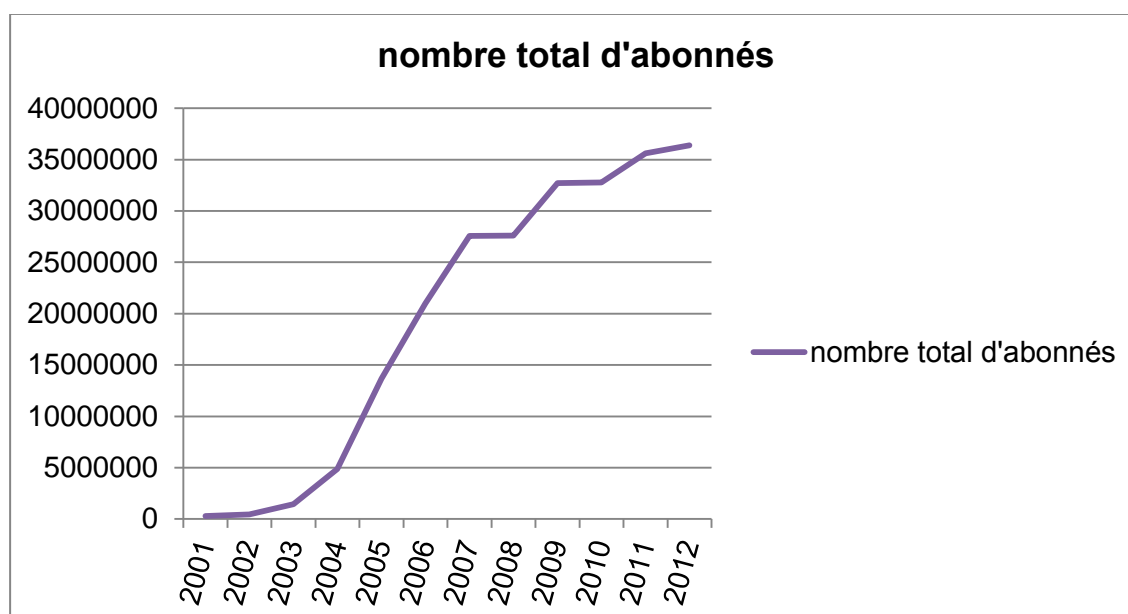
La première est que l'Etat est un acteur majeur de ce marché (mobilis) et le but de cet acteur est que tous les algériens ont la possibilité d'accéder au service de la téléphonie mobile et ne prend pas en considération la qualité de service. La deuxième raison, deux opérateurs sur le marché et l'un étatique ce qui peut affaiblir la concurrence puisque en cas d'échec de mobilis, l'Etat le subventionnera.

Après l'année 2003 et avec l'apparition de l'opérateur Nedjma, le marché algérien se structure comme un oligopole ce qui permet d'intensifier la concurrence. Puisque ce nouvel entrant va combattre pour gagner sa place dans le marché algérien. il va adopter des stratégies dans l'intérêt des algériens, c'est que le permet de créer son image en Algérie d'un côté et d'augmenter la concurrence entre les opérateurs d'un autre côté.

2.3.1. La situation du marché de la téléphonie mobile en Algérie :

2.3.1.1. Evolution de parc de la téléphonie mobile :

Schéma N° 15 : l'évolution annuelle du nombre d'abonnés



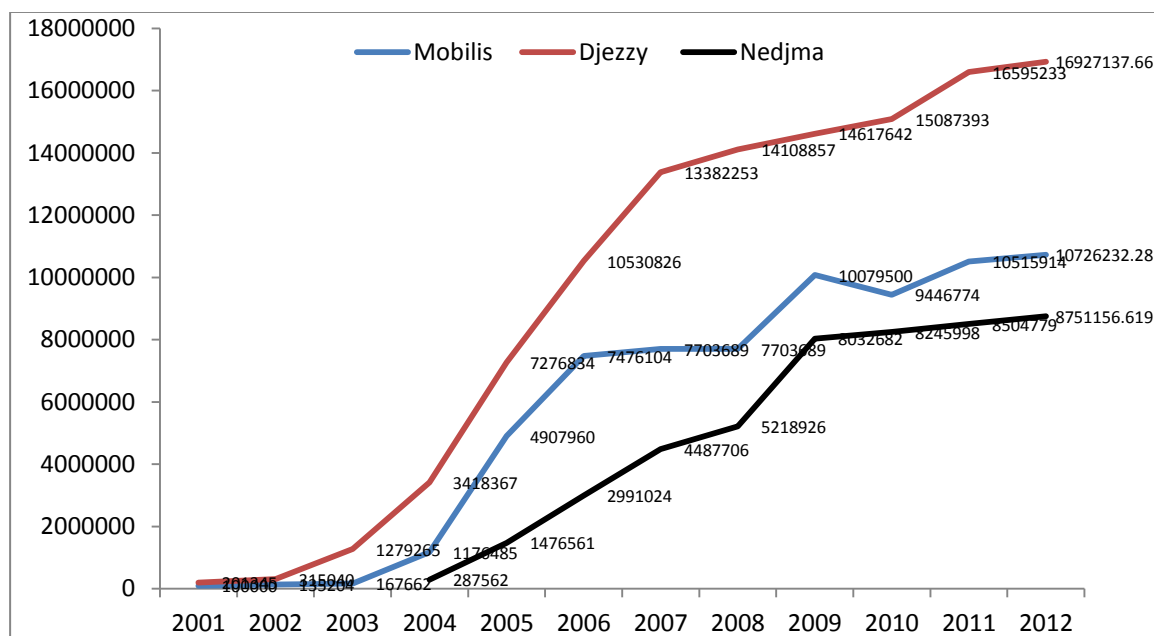
Source : réalisé par l'auteur

Ce schéma nous présente l'évolution annuelle du parc de la téléphonie mobile en Algérie de 2001 jusqu'à 2012.

La remarque globale que nous pouvons tirer de cette évolution est l'augmentation successive du nombre d'abonnés. Pendant les trois premières années la croissance est assez faible et ça revient essentiellement au problème d'équipement qui se pose pour le placement de l'infrastructure nécessaire pour les deux réseaux (mobilis et djezzy) et le prix d'introduction de service de la téléphonie mobile qu'est trop cher. Mais à partir de 2003 jusqu'à 2007 nous constatons une accélération remarquable de la croissance du nombre d'abonnés ce qui peut être expliqué par l'apparition d'un autre opérateur (nedjma) qui peut intensifier la concurrence et par l'augmentation de niveau de vie des algériens. A partir de 2007 jusqu'à ce jour, nous remarquons une certaine perturbation de la croissance de parc de la téléphonie mobile qu'est expliqué par le changement de certains facteurs socioéconomiques. En 2011 nous remarquons que le nombre d'abonnés dépasse même le nombre de la population total ce qui explique, la possibilité qu'un seul abonnés utilise les différents réseaux (utilise les trois différentes puces pour bénéficier de certaines avantages promotionnelles).

2.3.1.2. Evolution annuelle du parc mobile par opérateur

Schéma N° 16 : le nombre annuel des abonnés par opérateur



Source : réalisé par l'auteur

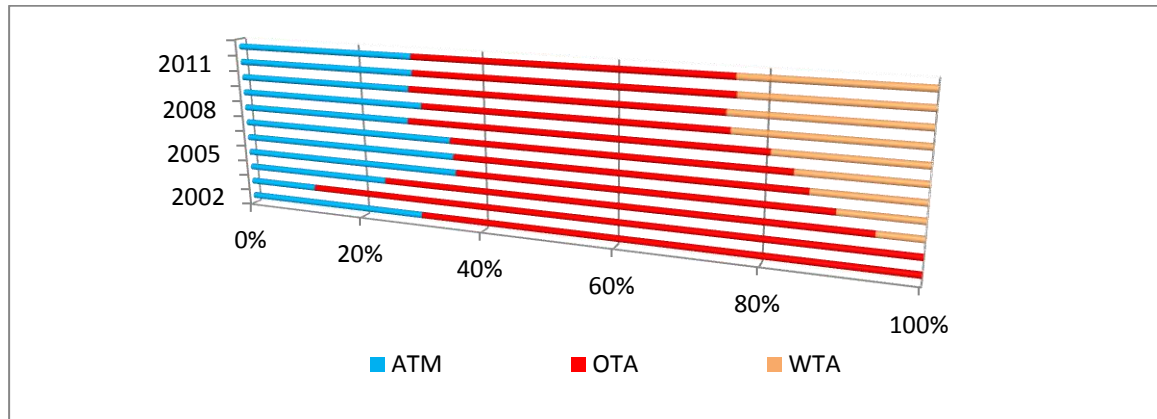
Ce schéma nous présente l'évolution de nombre d'abonnés de chaque opérateur. Nous pouvons remarquer que :

- Pour (ATM) mobilis : L'évolution de nombre d'abonnés de cette opérateur a connu une croissance très importante notamment pendant la période (2004-2007) qui est passé de 1176485 à 9692762, ce qui veut dire que plus huit million pendant trois ans. Un taux d'accroissement dépasse 723%, soit une moyenne de 7768 abonnés par jour ce qui explique le succès de la stratégie de marketing qu'a été faite par mobilis durant ces trois années.
- Pour OTA (djezzy) : l'évolution est en croissance presque stable mais remarquable pendant la période (2004-2007) qui est passé de 3418367 à 13382253 ce qui veut dire presque de dix million pendant trois ans. Un taux d'accroissement dépasse 300%, soit une moyenne de 9365 abonnés par jour ce qui explique l'intérêt de la base installé au départ de l'entrée de cet opérateur puisque beaucoup des gens qui détient un abonnement au réseau mais il a besoin de communiquer avec des autres gens qui ne sont pas dans le réseau ce qui va impacter la demande effectif et les anticipations des abonnés espérés.
- Pour WTA (nedjma) : elle a connu une croissance un peu faible par rapport aux autres opérateurs, mais reste une croissance considérable pour elle qui a doublé le nombre de ses clients pendant la période (2005-2008). Nedjma a inscrit un taux d'accroissement de 100%, soit une moyenne de 1348 par jour, ce taux d'accroissement faible par rapport aux autres opérateurs peut être expliqué par les tarifs des services de cet opérateur sont très élevé comparativement aux autres opérateurs mais cet opérateur a commencé de prendre sa place dans le marché algérien grâce à sa qualité de service innovante et sa politique commerciale différente.

Avant le 2004, Le niveau du nombre d'abonnés est moins faible, ce qui revient à la difficulté que les trois opérateurs ont trouvé pour implanter ses réseaux, ce qui impacte le prix, la qualité et la disponibilité des services de la téléphonie mobile. À partir de 2005 le nombre d'abonnés est en croissance stable et rapide jusqu'à l'année 2009, nous pouvons expliquer cette augmentation par les stratégies qui ont été adoptés par les trois opérateurs appliquant la concurrence sur le prix et la disponibilité des services de la téléphonie mobiles ce qui influence le choix d'un consommateur soit par sa fidélisation à un opérateur donné, soit par l'abandon d'un autre vers d'autres concurrents (churn). Après 2009, nous remarquons que pour les trois opérateurs, la croissance tend à se stabiliser ce qui peut être expliqué par les nouvelles stratégies de fidélisations de client et la concentration sur la qualité de service pour que chaque opérateur donne la meilleure satisfaction à ses abonnés.

2.3.1.3. La part de marché de chaque opérateur :

Schéma N° 17: l'évolution des parts de marché de trois opérateurs



Source : réalisé par l'auteur

Ce schéma met en évidence la véritable image du marché algérien de la téléphonie mobile durant dix ans.

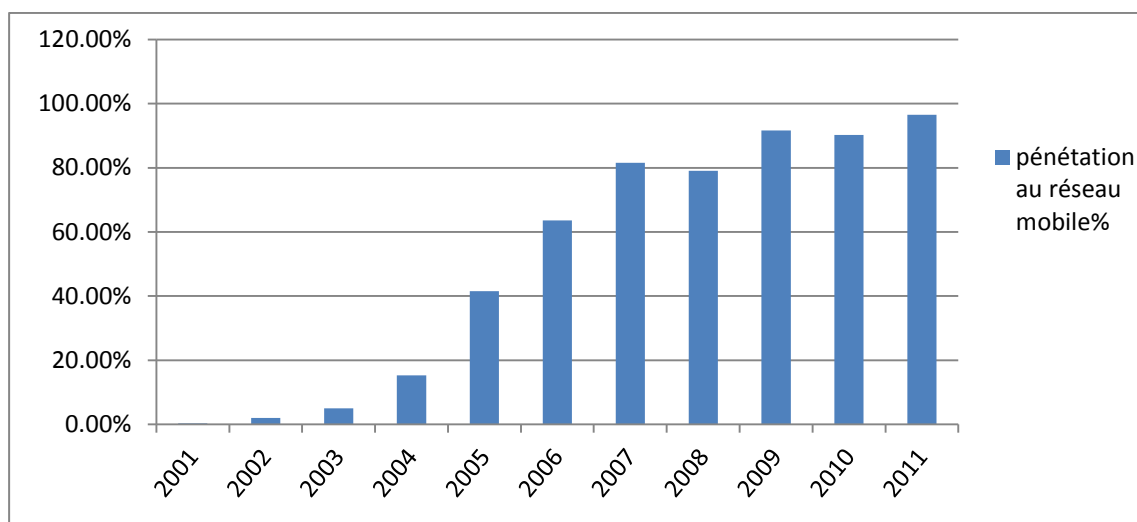
- OTA (djezzy) : reste le leader qui prédomine le marché algérien avec des parts de marché toujours supérieures à celles des autres opérateurs.
- ATM (mobilis) : selon la figure nous remarquons bien qu'il est toujours en deuxième place, après djezzy, nous remarquons aussi qu'il y a une certaine perturbation de l'évolution des parts de marché de cet opérateur.
- WTA (nedjma) : reste en troisième rang avec des parts du marché toujours inférieures à celles de djezzy et de mobilis, mais le point remarquable de l'évolution de cet opérateur c'est le taux de croissance stable de part de marché vers l'avant.

Il y a lieu à dire que dans l'avenir le facteur qui influence beaucoup sur la domination de marché par un opérateur est le niveau de satisfaction de clients ce qui implique que chaque opérateur doit mettre dans ses préoccupations majeures des stratégies pertinentes qui peuvent affecter dans le bon sens la satisfaction des clients.

2.3.1.4. La relation entre les facteurs socioéconomiques et l'évolution de nombre d'abonnés

2.3.1.4.1. Evolution de la télé densité

Schéma N° 18: le nombre d'abonnés de la téléphonie mobile par rapport au nombre total de la population



Source : réalisé par l'auteur

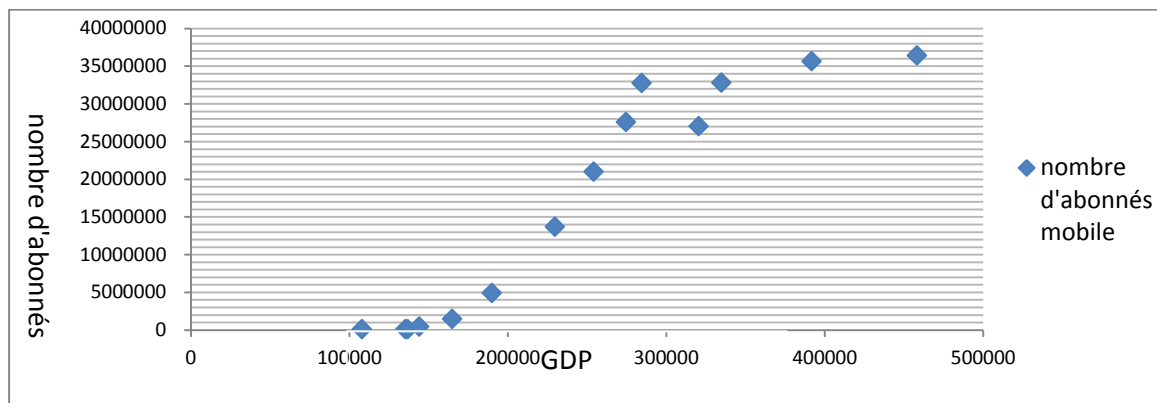
La télé densité ou le taux de pénétration est le nombre d'abonnés de la téléphonie mobile par rapport au nombre total de la population.

Ce taux qu'est en croissance permanente dès l'ouverture du marché de la téléphonie mobile à la faveur de services offerte par les trois opérateurs. Au premier semestre de l'année 2006 ce taux est bien dépassé la moitié (plus que 50%) ce qui veut dire plus la moitié de la population algérienne possède la nouvelle technologie de la téléphonie mobile. Le point le plus remarquable dans ce schéma est la diminution de ce taux surtout dans les années 2008, 2010 ce ne revient pas à la diminution de nombre d'abonnés de la téléphonie mobile mais elle revient essentiellement à l'augmentation remarquable de nombre de la population algérienne où le rythme de cette augmentation dépasse bien le rythme d'augmentation de nombre d'abonnés de la téléphonie mobile à cause de l'augmentation de niveau de vie qu'est très clair durant les années 2008, 2010. Nous pouvons expliquer cette diminution durant les années 2008,2010 aussi par la diminution remarquable de nombre d'abonnés de l'opérateur mobilis qui sont allé vers les deux autres opérateurs alors le nombre d'abonné total est presque stable durant ces deux années.

Ce chiffre nous donne un indice plus important sur le développement du secteur de la téléphonie mobile en Algérie.

2.3.1.4.2. La corrélation entre le PIB par habitant et le nombre d'abonnés

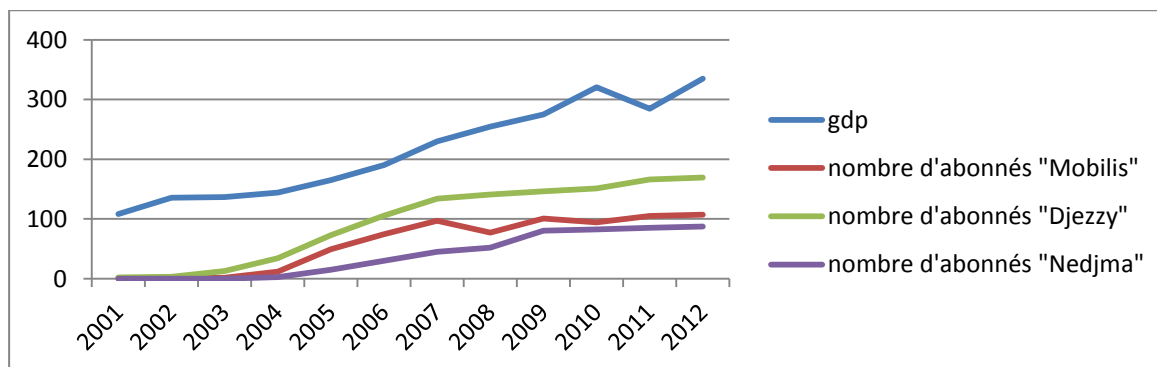
Schéma N° 19: l'évolution du nombre d'abonnés total en fonction de PIB par habitant



Source : réalisé par l'auteur

Ce schéma met en évidence une forte corrélation entre le PIB par habitant et le nombre d'abonnés de la téléphonie mobile. Le nombre d'abonnés se croit avec l'augmentation de PIB par habitant ce qui veut dire que le PIB par habitant a une forte influence sur l'adoption de la technologie de la téléphonie mobile. La régression de nombre d'abonnés sur le PIB par habitant a une tendance à la hausse ce qui explique peut-être l'existence d'une relation entre ces deux variables.

Schéma N° 20: l'évolution de PIB par habitant et l'évolution de parc mobile de chaque opérateur



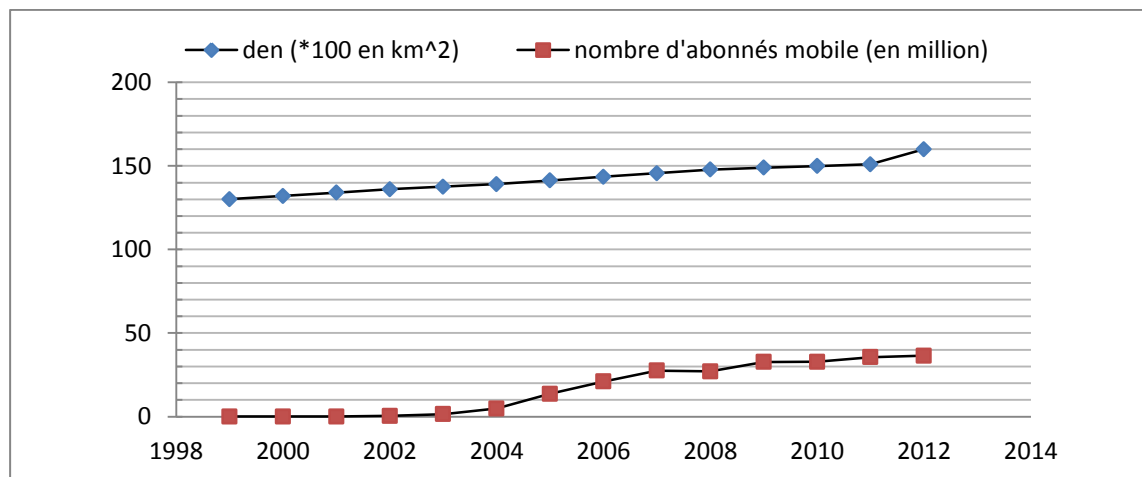
Source : réalisé par l'auteur

Le point le plus remarquable de cette figure c'est l'existence de même sens d'évolution de GDP et d'évolution de nombre d'abonnés de chaque opérateur. La courbe de GDP a une

tendance à la hausse et les trois autres courbes ont aussi une tendance à la hausse. S'il existe deux variables ont le même sens d'évolution, économiquement nous disons qu'il existe une corrélation entre ces deux variables. Alors nous pouvons dire qu'il existe une corrélation entre le GDP et le nombre d'abonnés de chaque opérateur.

2.3.1.4.3. L'influence du facteur géographique sur le niveau d'adoption

Schéma N° 21: l'évolution de la densité de population et le nombre total des abonnés



source : réalisé par l'auteur

Nous avons choisi la densité de la population comme facteur géographique puisque elle nous donne une idée globale sur la concentration de la population et l'évolution de l'occupation d'un kilomètre carrée par la population algérienne. la densité joue un rôle très important pour la pénétration du marché de la téléphonie mobile (par exemple s'il y a une densité de la population de 100 personnes par un kilomètre carrée contre une densité de 20 personne par Km² cela implique que la première densité va favoriser l'augmentation de nombre d'abonnés puisque 100 personnes ont besoin nécessairement de communiquer entre elles). La densité de la population peut jouer un autre rôle très important qui est la détermination de nombre de concurrents (en Algérie la densité est trop faible par rapport à la densité de la population en France, cela veut dire que nous trouvons plus de concurrents en France par rapport en Algérie et la réalité nous confirme qu'en France il y a quatre opérateurs et en Algérie nous trouvons trois opérateurs). Une population plus dispersé où les régions inhabitable sont plus vastes ce qui implique qu'un nombre très limités des opérateurs peuvent être efficace et favorables en terme financière et en terme de satisfaction de clients.

La figure ci-dessus nous montre une certaine corrélation entre la densité de la population et le nombre d'abonnés puisque les deux courbes évoluent dans le même sens.

3 . LA MODELISATION DE L'EXTERNALITE DE RESEAU

Dans cette partie nous allons essayer d'appliquer l'outil de l'économétrie pour pouvoir modéliser la diffusion de la téléphonie mobile en Algérie et d'analyser le phénomène des externalités de réseau de point de vue économique.

3.1. La modélisation de l'externalité pour les trois opérateurs

Dans ce point nous essayons de détecter la fonction mathématique qui représente mieux les externalités de réseau et de voir l'influence des anticipations des consommateurs sur l'adoption et la diffusion de la deuxième génération en Algérie pour les trois opérateurs. Comme nous avons vu dans le chapitre précédent que (Baraldi, 2008) a expliqué qu'il y a deux possibilités de présenter approximativement les externalités de réseau comme suit :

$$n_t = k + \alpha_0 n_{t-1} + \beta_0 n_{t-1}^2 + \varepsilon_t \dots \dots \dots (1)$$

$$n_t = k + \alpha_1 n_{t-1} + \beta_1 \log n_{t-1} + \varepsilon_t \dots \dots \dots (2)$$

Nous allons estimer ces deux fonctions par la méthode des moindres carrés ordinaires MCO⁶⁰ pour les trois opérateurs.

3.1.1. La modélisation de l'externalité pour OTA⁶¹ (Djezzy)

Tableau 1: les résultats de l'estimation pour OTA

	modèle (1)	modèle (2)
k	31.57129**	-215.472*
α_i	1.345535*	0.802615*
β_i	-0.000225*	76.28715*
R au carré	0.996727	0.997172
F-statistic	3045.754*	3525.773*

*significatif au niveau 1%, **significatif au niveau 5%, i =1,2 entre parenthèses est t de Student

Source : réalisé par l'auteur

Analyse statistique du tableau 1 :

- Pour la signification des paramètres pour les deux modèles nous avons deux hypothèses⁶² :

⁶⁰ Voir l'annexe B

⁶¹ Voir l'annexe C, tableaux: 1 et 2

⁶² Pour faire ce test, on se base sur la statistique de student

- | | |
|---|---|
| { | H ₀ : le paramètre n'est pas significatif contre l'hypothèse alternative |
| { | H ₁ : le paramètre est significatif |

- Pour le constant k. D'après le tableau l'hypothèse nulle est rejetée pour les deux modèles ($|t_{\text{calculé}}| = 1.940771 > t_{\text{tabulé}} = 1.83$ pour le modèle un ; $|t_{\text{calculé}}| = 4.812303 > t_{\text{tabulé}} = 2.262$ pour le modèle deux) . Cela veut dire qu'on prend un risque inférieur à 0.05 ou de 0.1 de se tromper en affirmant que les paramètres ne sont pas significatifs.
- pour le paramètre α_i

l'hypothèse nulle est rejetée pour les deux modèles successivement ($|t_{\text{calculé}}| = 23.0503 > t_{\text{tabulé}} = 2.262$ pour le modèle un ; $|t_{\text{calculé}}| = 28.54803 > t_{\text{tabulé}} = 2.262$ pour le modèle deux) . Cela veut dire qu'on prend un risque inférieur à 0.05 de se tromper en affirmant que les paramètres ne sont pas significatifs.

- Pour le paramètre β_i

l'hypothèse nulle est rejetée pour les deux modèles successivement ($|t_{\text{calculé}}| = 6.3595 > t_{\text{tabulé}} = 2.262$ pour le modèle un ; $|t_{\text{calculé}}| = 7.066689 > t_{\text{tabulé}} = 2.262$ pour le modèle deux) . Cela veut dire qu'on prend un risque inférieur à 0.05 de se tromper en affirmant que les paramètres ne sont pas significatifs.

- la signification globale du modèle :

On se base sur les hypothèses suivantes :

- | | |
|---|--|
| { | H ₀ : le modèle n'est pas globalement significatif contre l'hypothèse alternative |
| { | H ₁ : le modèle est globalement significatif |

Nous rejetons l'hypothèse H₀ cela veut dire que les deux modèles sont significatifs globalement car ($F_{\text{calculé}} = 3045.754 > F_{\text{tabulé}} = 3.49$ pour le modèle un ; $F_{\text{calculé}} = 3525.773 > F_{\text{tabulé}} = 3.49$ pour le modèle deux)

- le coefficient de détermination :

R² pour le modèle un est égale 0.996727 et il est inférieur à celle de deuxième modèle qu'est égale à 0.997172 alors nous pouvons favoriser le modèle deux plus que le modèle un.

A partir de cette simple analyse. Du point de vu statistique, nous pouvons dire que les deux modèles sont significatifs et peuvent représenter les externalités de réseau avec un certain avantage pour le deuxième modèle puisque ses paramètres sont significatifs au niveau 1% et son coefficient de détermination R^2 est supérieur à celui du premier modèle.

3.1.2. La modélisation de l'externalité pour ATM (Mobils):

Tableau 2: les résultats de l'estimation pour ATM

	modèle (1)	modèle (2)
k	260785.3	-10151188*
α_i	1.493357*	0.622366*
β_i	-5.15E-08*	870445.4*
R au carré	0.978975	0.982865
F-statistic	465.6184	573.6002

*significatif au niveau 1%, **significatif au niveau 5%, i=1,2 entre parenthèses est t de Student

Source : réalisé par l'auteur

Analyse statistique du tableau 2 :

- La signification des paramètres :

A partir du tableau nous pouvons remarquer que tous les paramètres sont significatifs au niveau 5% sauf le paramètre k de l'équation une, puisque son $|t_{\text{calculé}}| = 0.992187 < t_{\text{tabulé}} = 2.262$.

- le coefficient de détermination :

R^2 pour le modèle un est égale à 0.978975 et il est inférieur à celui du deuxième modèle qui est égale à 0.982865 alors nous pouvons favoriser le modèle deux plus que le modèle un.

- la signification globale du modèle :

les deux modèles sont significatifs globalement car ($F_{\text{calculé}} = 465.6184 > F_{\text{tabulé}} = 3.49$ pour le modèle un ; $F_{\text{calculé}} = 573.6002 > F_{\text{tabulé}} = 3.49$ pour le modèle deux)

A partir de cette analyse et du point de vu statistique, nous pouvons choisir le modèle deux comme la meilleure fonction qui représente le phénomène d'externalité de réseau puisque

ses paramètres sont significatifs au niveau de 5%, ce qui n'est pas le cas pour l'équation une. Nous trouvons aussi que le coefficient de détermination R^2 pour le modèle deux est supérieur à celui du modèle un.

3.1.3. La modélisation de l'externalité pour WTA (Nedjma)

3.1.3.1. Analyse statistique

Tableau 3: les résultats de l'estimation pour WTA⁶³

	modèle (1)	modèle (2)
k	429870.8***	-4110116
α_i	1.222965*	0.823548*
β_i	-2.98E-08**	366293.4
R au carré	0.987589	0.985453
F-statistic	557.0322	474.1995

*significatif au niveau 1%, **significatif au niveau 5%, ***significatif au niveau 10%, i=1,2

Source : réalisé par l'auteur

➤ La signification des paramètres :

A partir de ce tableau nous pouvons remarquer que tous les paramètres du modèle un sont significatifs au niveau 5% sauf le paramètre k qui est significatif au niveau 10%, puisque le $|t_{\text{calculé}}|$ de ce paramètre est inférieur au $t_{\text{tabulé}} = 2.14$. Pour le modèle deux, les paramètres k et α_2 ne sont pas significatifs et β_2 est significatif.

➤ le coefficient de détermination :

R^2 pour le modèle un est égale à 0.987 et est supérieure à celui du deuxième modèle qui est égale à 0.985, alors nous pouvons favoriser le modèle un plus que le modèle deux.

➤ la signification globale du modèle :

les deux modèles sont significatifs globalement car ($F_{\text{calculé}} = 557.03 > F_{\text{tabulé}} = 3.34$ pour le premier modèle ; $F_{\text{calculé}} = 474.19 > F_{\text{tabulé}} = 3.34$ pour le deuxième modèle)

A partir de cette analyse, nous pouvons choisir l'équation une comme la meilleure fonction qui représente le phénomène d'externalité de réseau puisque ses paramètres sont

⁶³ Voir annexe C tableaux 5 et 6

significatifs au niveau de 5% ce qui n'est pas le cas pour l'équation deux. Nous trouvons aussi que le coefficient de détermination R^2 pour le modèle un est supérieure à celui du modèle deux.

3.1.3.2. L'analyse économique

D'après l'analyse précédente nous avons retenu pour chaque opérateur un modèle significatif statistiquement. Dans ce point nous allons voir la possibilité que ces modèles soit conformes à la théorie économique. Cependant nous allons nous baser sur les résultats que nous avons décrits dans le chapitre deux et qui concernent la représentation mathématique de l'externalité de réseau. En particulier, les conditions qui assurent que la courbe de demande est de type U inversé, sont :

- $\alpha_0 > 0$ et $\beta_0 < 0$ pour la fonction $n_t = k + \alpha_0 n_{t-1} + \beta_0 n_{t-1}^2 + \varepsilon_t$
- $\alpha_1 < 0$ et $\beta_1 > 0$ pour la fonction $n_t = k + \alpha_1 n_{t-1} + \beta_1 \log n_{t-1} + \varepsilon_t$ est

D'après les tableaux 1, 2 et 3, nous remarquons que :

- ✓ Pour OTA (Djezzy) : le modèle un vérifie la condition $\alpha_0 > 0$ et $\beta_0 < 0$ ($1.345535 > 0$ et $-0.000225 < 0$) cela veut dire que ce modèle est significatif économiquement. Et nous retenons le modèle suivant :

$$bas_t = 31.57129 + 1.345535 * bas_{t-1} - 0.000225 * bas_{t-1}^2$$

- ✓ Pour ATM (Mobils) : le modèle un vérifie la condition $\alpha_0 > 0$ et $\beta_0 < 0$ ($1.493357 > 0$ et $-5.15E-08 < 0$) ce qui implique que ce modèle est le plus significatif économiquement, et nous retenons le modèle suivant :

$$bas_t = 260785.3 + 1.493357 * bas_{t-1} - (5.15E - 08) * \log(bas_{t-1})$$

- ✓ Pour WTA (Nedjma) : comme les autres opérateurs, la condition $\alpha_0 > 0$ et $\beta_0 < 0$ est vérifiée pour le modèle un ($1.222965 > 0$ et $-2.98E-08 < 0$), alors ce dernier est significatif économiquement, ce modèle s'écrit comme suit :

$$bas_t = 429870.8 + 1.222965 * bas_{t-1} - (2.98E - 08) * bas_{t-1}^2$$

Remarque : après la modélisation de l'externalité de réseau, nous avons trouvé que les trois modèles se caractérisent par un constant très grand et les deux coefficients sont significatifs mais le deuxième coefficient n'influence pas fortement sur l'explication de la base actuelle puisque nous avons trouvé que ce coefficient tend vers zéro. L'explication de ces résultats revient essentiellement aux :

- la taille de réseau actuelle n'est pas expliquée seulement par la taille de réseau dans le passé.
- Les données que nous avons utilisées ne sont pas vraiment pertinentes.

3.2. L'influence des facteurs socioéconomiques et les externalités de réseau sur la diffusion de la téléphonie mobile en Algérie :

Comme nous avons vu précédemment que le choix du consommateur est influencé par les externalités de réseau et aussi d'après l'analyse descriptive que nous avons fait au début de ce chapitre et la remarque la plus importante que nous avons tiré et qui concerne l'influence des facteurs socioéconomique sur la diffusion de la téléphonie mobile, nous allons dans cette partie modéliser la diffusion de la téléphonie mobile en Algérie, en tenant compte des facteurs socioéconomiques (la densité de la population et le PIB par habitant) et les externalités de réseau comme des variables explicatives.

Comme nous avons vu dans la partie précédente que les externalités de réseau sont mieux présenter par l'équation (1), ce qui implique que la fonction inverse de la demande est, comme suit⁶⁴ : $prix_t = c + \alpha_0 * bas_t + \beta_0 * bas^2_t + \gamma_1 * pop_t + \gamma_2 * gdp_t + \varepsilon_t \dots \dots (3)$ Où :

- t : est un indicateur de temps allant du premier semestre de 2001 jusqu'à deuxième semestre de 2012
- c : est le terme constant.
- $prix_t$: est le prix d'une minute de communication au temps t
- bas_t : est la taille de réseau au temps t
- pop_t : est la densité de la population au temps t
- gdp_t : est le PIB par habitant au temps t
- $\alpha_0, \beta_0, \gamma_1, \gamma_2$: les paramètres.
- ε_t : c'est le terme d'erreur au temps t qui revient peut être au problème de mesure et/ou l'omission de certaines variables.

Les résultats d'estimation⁶⁵ sont dans le tableau suivant :

⁶⁴ Ces deux modèles ont été expliqué dans la partie « La modélisation de l'externalité de réseau » dans le chapitre précédent.

⁶⁵ Voir l'annexe C, tableaux: 7, 8, 9 et 10

Tableau 4: les résultats d'estimation des modèles (3) et (4)

	A	B
constant	125.6923* (-3.61457)	108.6746* (-4.533175)
bas	-0.000000477* (-5.148915)	-0.000000493* (-5.601935)
bas^2	1.35E-14* (-4.436149)	1.34E-14* (-4.486596)
gdp	0.00000814 (-0.684111)	
den	-7.94726* (-2.918472)	-6.566994* (-3.639623)
R au carré	0.948508	0.94724
F-statistic	87.49802	119.6918

*significatif au niveau 1%, **significatif au niveau 5%, entre parenthèses est t de Student

Source : réalisé par l'auteur

3.2.1. Analyse statistique

➤ Pour la colonne « A » :

Elle correspond à l'estimation du modèle (3), tous les paramètres de ce modèle sont significativement différents de zéro au niveau 1% , sauf le coefficient de la variable gdp qui n'est pas significatif. R^2 pour ce modèle est égale 0.941745, cela veut dire que les variables explicatives contribuent fortement à l'explication de la variable dépendante. ce modèle est significatif globalement car ($F_{calculé} = 557.03 > F_{tabulé} = 2.87$)⁶⁶.

A partir de cette analyse, toutes les caractéristiques statistiques sont significatives sauf que le coefficient de gdp n'est pas significatif, alors nous allons ré-estimer ce modèle et en retirant la variable gdp. Nous trouvons les résultats dans la colonne « B ».

➤ Pour la colonne « B » :

Tous les paramètres sont significatifs au niveau 1%, le modèle est significatif globalement ($F_{calculé} = 557.03 > F_{tabulé} = 3.13$), le coefficient de détermination $R^2 = 0.94724$, ce qui veut dire que plus de 94% de la variable dépendante est expliquée par les variables indépendantes.

⁶⁶ La valeur de F tabulé est lue à partir de la table de Fisher.

A partir de cette analyse, tous les caractéristiques statistiques sont significatives ce qui donne à ce modèle un pouvoir explicatif pertinent.

3.2.2. L'analyse économique

Comme nous avons vu dans le chapitre précédent qu'en cas des externalités de réseau positives nous devons avoir, le coefficient de la variable « *bas* » négatif et le coefficient de la variable « *bas*² » positif, qui sont très clair dans les deux colonnes « A » et « B ». Ces deux coefficients mesurent l'intensité des externalités de réseau sur la disposition à payer d'un consommateur ou d'un abonné. Graphiquement ces deux coefficients affectent la concavité de la courbe de la demande (plus le coefficient de « *bas* » et plus le coefficient de « *bas*² » sont grands plus la fonction est concave, ce qui peut conduire à atteindre le niveau de la masse critique plus facilement.

Dans la colonne A, le coefficient de la variable GDP n'est pas significatif, ceci dit que le PIB n'affecte pas la diffusion de la téléphonie mobile en Algérie. Mais ce n'est pas le cas dans les pays développés puisque la littérature empirique nous confirme que le PIB par habitant affecte la diffusion de la téléphonie mobile ou le degré de l'adoption de la téléphonie mobile. En effet, le PIB par capita impacte les externalités de réseau où l'augmentation du PIB par habitant implique l'augmentation de niveau de vie ce qui va impacter le comportement des consommateurs vis-à-vis du service de la téléphonie mobile dans le sens positif. Nous pouvons expliquer l'absence de corrélation entre le PIB par habitant et le développement de la téléphonie mobile en Algérie par le non reflet de PIB par habitant sur le niveau de vie des consommateurs algériens ce qui n'impacte pas le comportement d'un consommateur devant les services de la téléphonie mobile.

Nous avons ré-estimé la fonction inverse de la demande en retirant la variable PIB par habitant, et nous avons trouvé les résultats de la colonne B, à partir desquels, la fonction inverse de la demande est présentée comme suit :

$$prix_t = 108.6746 - 0.000000493 * bas_t + (1.34E - 14) * bas_t^2 - 6.566994 * den_t$$

Le coefficient de la variable densité de la population est négatif, cela veut dire que cette variable a deux effets différents. Quand la densité de la population est grande cela implique que la communication pour la région de cette population est fortement nécessaire, ce qui impacte la disposition à payer pour un abonné de cette région négativement (avec l'augmentation de la densité, les prix vont diminuer). D'un autre côté, la densité de la population influence aussi sur l'intensité de l'externalité puisque, quand il y a beaucoup de gens dans une telle région, cela veut dire qu'une personne a la possibilité de communiquer

avec beaucoup de personnes. D'une manière générale, la densité de la population affecte l'intensité de l'externalité de réseau.

Remarque : après cette modélisation, nous avons trouvé que les deux modèles se caractérisent par un constant très grand et les deux premiers coefficients sont significatifs mais n'influencent pas fortement sur l'explication de prix puisque nous avons trouvé que ces coefficients tendent vers zéro. L'explication de ces résultats revient essentiellement aux :

- Le manque de certaines variables explicatives pertinentes, tels que: le volume off/on net...
- Les données que nous avons utilisées ne sont pas vraiment pertinentes.

Nous utilisons les résultats d'estimation de la colonne B, Pour écrire le prix uniquement en fonction de la première partie qui présente les externalités de réseau

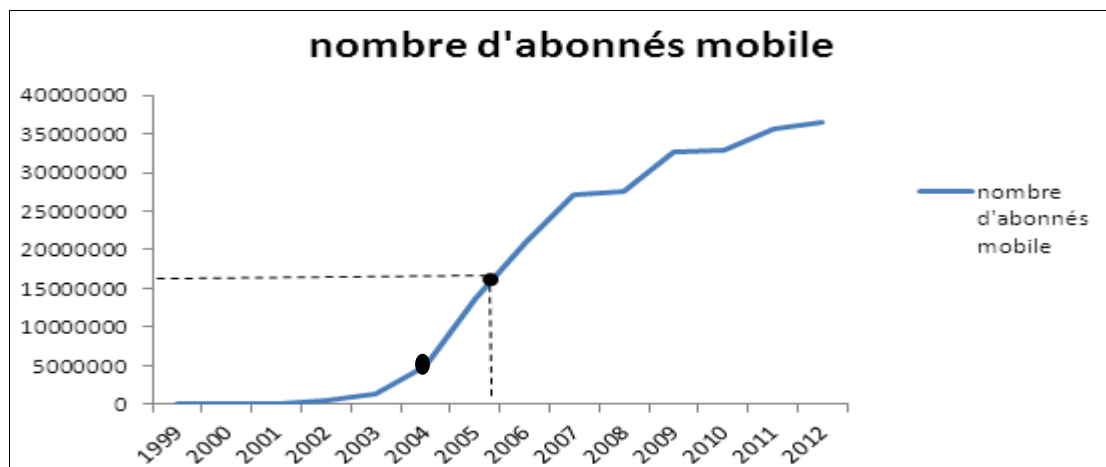
$$prix_t = -0.000000493 * bas_t + (1.34E - 14) * bas_t^2 \dots \dots \dots (4)$$

En cas des externalités de réseau, la première dérivée du prix par rapport à la base installée est supérieure à zéro, alors :

$-0.000000493 + (1.34E - 14) * bas_t > 0 \Rightarrow bas_t > 17666666$, nous pensons qu'à partir de cette base, la diffusion de la téléphonie mobile tend à s'accroître rapidement et pour détecter le temps « t » à partir duquel apparaît ce phénomène, nous allons comparer le nombre d'abonné (de la téléphonie mobile en Algérie) pour les différentes périodes avec la valeur 17666666.

Le graphe ci-dessus nous donne l'évolution du nombre de la téléphonie mobile de la période allant de 2001 jusqu'à 2012

Tableau 5 : l'évolution du nombre d'abonnés en Algérie



Source : réalisé par l'auteur

Tous d'abord, nous trouvons que le point qui correspond la valeur 17666666 est dans la partie où la tendance de la courbe est grande (la diffusion est plus rapide), mais, si on concentre sur l'évolution du nombre d'abonnés, nous trouvons que la croissance rapide du nombre d'abonnés a commencé presque dans le deuxième semestre de 2004, en effet, le point que nous avons estimé correspond au dernier semestre de 2005. Ce point est l'équivalent de la taille critique à partir de laquelle, l'évolution du nombre d'abonnés est plus rapide. Nous pouvons expliquer cette différence par l'absence de l'information pertinente sur le nombre d'abonnés semestriel et le prix moyen d'une minute de communication pour un abonné algérien.

La taille critique dans notre cas, appartient à la partie croissante de la courbe de la demande pour une minute de communication. Alors le point de la masse critique varie dans le sens où la courbe de la demande (dans la première phase d'introduction) est croissante.

Durant le lancement de la téléphonie mobile en Algérie, la croissance est plus faible, ce qui peut être expliqué par l'absence ou la faiblesse de l'externalité de réseau. Ce dernier est l'argument pour que les différents opérateurs investissent dans la subvention de l'externalité de réseau, ce qui impactent et qui enrichissent la taille critique (la subvention de l'effet de réseau impacte la concavité de la courbe de demande et d'une manière indirecte enrichisse la taille critique). En effet, pour enrichir la taille critique les opérateurs vont adopter des stratégies de subvention de l'effet de réseau (les offres incitatives) ce qui nécessite la disponibilité financière.

Conclusion

Dans ce chapitre, nous sommes arrivés à un point très important qui est l'influence des externalités de réseau et le facteur socioéconomique (la densité de la population) sur l'adoption de la deuxième génération dans le marché algérien. Nous avons utilisé les techniques économétriques (l'estimation à l'aide de la méthode des moindres carrés ordinaire MCO) pour pouvoir arriver à ce résultat qui signifie que la disposition à payer pour le service de la téléphonie mobile est en fonction du nombre d'abonnés de ce service et les facteurs socioéconomiques, ajoutant que la courbe de la disposition à payer est de type U inversé.

Pour les trois opérateurs nous avons vu que la décision d'un nouvel abonné de choisir d'adhérer au réseau de la téléphonie mobile dépend de la taille de réseau dans le passé ou dans le moment qui est juste avant son adhésion. Cette idée est confirmée par la modélisation du nombre d'abonné actuel sur le nombre d'abonnés dans le passé et nous avons trouvé que le coefficient de détermination dépasse 90% pour cette modélisation concernant les trois opérateurs.

Les deux facteurs, les externalités de réseau et les variables socioéconomiques ont joué un rôle très important dans le développement du service de la téléphonie mobiles, parmi ces variables nous avons trouvé : la densité de la population. Ce facteur peut influencer d'une manière directe sur l'intensité des externalités de réseau. Cependant, Il est dans l'intérêt des providers de service de la téléphonie mobile d'investir dans les externalités de réseau puisque l'intensité des externalités de réseau rend la courbe de la demande plus concave et ce qui permet d'arriver au point de masse critique rapidement à partir duquel la demande va augmenter d'une manière exponentielle. Il est intéressant de mentionner que l'investissement dans les externalités de réseau s'inscrit dans la logique de subventionnement de ces effets ou dans la logique d'internalisation de l'externalité. Par contre, nous avons trouvé que le facteur PIB par habitant n'influence pas le développement de la téléphonie mobile en Algérie. La non signification de ce facteur est une réponse acceptable mais limité, car nous avons vu dans le premier chapitre et dans la première partie de chapitre trois, l'importance de ce facteur dans le développement du marché de la téléphonie mobile. La limite de ce résultat réside dans les informations statistiques utilisées, concluons en fin, qu'un changement de ces information est le seul chemin pour améliorer l'analyse en utilisant cette modélisation.

CONCLUSION GENERALE

Tout au long de notre travail, nous avons tenté de trouver une explication scientifique pour la diffusion énorme de la téléphonie mobile en Algérie, vu que la compréhension du mécanisme de marché selon la théorie de la microéconomie standard, nous ne donne pas une idée parfaite sur la diffusion d'un produit en réseau et plus particulièrement le service de la téléphonie mobile en Algérie, nous avons traité notre problème en se basant sur l'idée que l'offre et la demande dans un marché structuré comme un réseau s'interagissent entre eux selon l'hypothèse de l'interdépendance des choix des consommateurs.

L'interdépendance des choix des consommateurs revient essentiellement aux externalités de réseau que nous avons essayé de les modéliser et de construire un modèle de demande de service de la téléphonie mobile en Algérie. Nous avons utilisé la méthode de moindre carré ordinaire MCO comme outil de modélisation -pour les données semestrielles (2001-2011) qui concernent le prix et le nombre d'abonnés de la téléphonie mobile en Algérie- pour prouver que les externalités de réseau joue un rôle très important dans la diffusion de la téléphonie mobile en Algérie et pour détecter quelques facteurs socioéconomiques sur le développement de cette industrie.

Dans le but de répondre à cette problématique, on a présenté une grille des analyses théoriques et empiriques qui ont été faite pour la compréhension du développement d'un produit en réseau, avec un essai d'application sur le cas de l'Algérie. En particulier, une étude de cas sur le marché de la téléphonie mobile.

Le but de premier chapitre était de décrire les différentes contributions théoriques et empiriques sur le rôle des externalités de réseau dans le développement des services des télécommunications. D'après ces contributions nous avons remarqué que l'externalité de réseau et la masse critique joue un rôle très important dans la diffusion et le succès d'une nouvelle technologie (en particulier les service des télécommunications) et la plupart de ses contributions proposent des modèles différents qui expliquent l'externalité de réseau et la masse critique mais le cœur de ces modèles repose toujours sur l'interdépendance des choix des consommateurs et les caractéristiques socioéconomiques de la population.

Le deuxième chapitre, nous donne un aperçu général sur le fonctionnement d'un marché en réseau et qui nous permet aussi de comprendre des phénomènes plus complexes dans la diffusion d'un produit en réseau à fin d'établir les différents équilibres sur le marché. Sur la base des modèles qui ont été fait dans la littérature économique, nous

avons essayé d'établir un modèle qui nous aide à quantifier l'externalité de réseau à fin de voir son impact sur la demande d'un produit en réseau.

Dans le troisième chapitre, en premier lieu, nous avons fait une description de développement du marché de la téléphonie mobile en Algérie, et en deuxième lieu, nous avons modélisé la fonction de demande inverse de service de la téléphonie mobile en fonction de l'externalité de réseau et des facteurs socioéconomiques. Dans ce chapitre nous sommes arrivés à un point très important qui est l'influence des externalités de réseau et le facteur socioéconomique (la densité de la population) sur l'adoption de la deuxième génération dans le marché algérien. Nous avons utilisé les techniques économétriques (l'estimation à l'aide de la méthode des moindres carrés ordinaire MCO) pour pouvoir arriver à ce résultat qui signifie que la disposition à payer pour le service de la téléphonie mobile est en fonction du nombre d'abonnés de ce service et les facteurs socioéconomiques, ajoutant que la courbe de la demande est de type U inversé. Pour les trois opérateurs nous avons vu que la décision d'un nouvel abonné de choisir d'adhérer au réseau de la téléphonie mobile dépend de la taille de réseau dans le passé ou dans le moment qui est juste avant son adhésion. Cette idée est confirmée par la modélisation du nombre d'abonné actuel sur le nombre d'abonnés dans le passé et nous avons trouvé que le coefficient de détermination dépasse 90% pour cette modélisation concernant les trois opérateurs.

Dans le même sens et dans le but de détecter quelques variables socioéconomiques qui peuvent affecter l'intensité des externalités de réseau. Nous avons vérifié que le service de la téléphonie mobile génère une forte externalité de réseau et la courbe de la demande est -en fonction du nombre d'abonnés- est de type U inversé. Nous avons trouvé aussi certains facteurs socioéconomiques qui influencent sur l'intensité de l'externalité de réseau, tels que : la densité de la population. Par contre, nous avons trouvé que le facteur PIB par habitant n'influence pas le développement de la téléphonie mobile en Algérie. La non signification de ce facteur est une réponse acceptable mais limité, car nous avons vu dans le premier chapitre et dans la première partie de chapitre trois, l'importance de ce facteur dans le développement du marché de la téléphonie mobile. La limite de ce résultat réside dans les informations statistiques utilisées, concluons en fin, qu'un changement de ces information est le seul chemin pour améliorer l'analyse en utilisant cette modélisation.

Ce travail nous fournit certaines implications pour les producteurs d'un produit en réseau en termes d'investissement initiale et dès le lancement de produit où ces producteur trouverons une difficulté majeure pour atteindre la masse critique à partir de laquelle la

croissance de la taille de réseau sera plus rapide, Le problème de start-up ou de masse critique consiste un grand obstacle pour le fournisseur d'un nouveau produit en réseau puisque sans la masse critique le réseau ne peut jamais se développer ou s'accroître ce qui implique que le fournisseur est devant de l'échec de ce service. Les firmes doivent adopter plusieurs stratégies pour faire face aux différentes conséquences de l'externalité de réseau et pour enrichir la masse critique, tels que : la captation de l'effet de réseau à partir de bon choix des individus qui donnent un grand intérêt à utiliser un service de télécommunication ; la tarification incitative ; l'introduction d'un produit gratuitement et la stratégie de préannonce de produit, etc. Ce qui implique aussi l'intervention des autorités de régulation pour contrôler le comportement de ces firmes dans le but d'améliorer le bien-être social.

BIBLIOGRAPHIE

Les ouvrages:

- 1- BOURBONNAIS Régis, 2009, Econométrie, Dunod, 7^{ème} édition, Paris.
- 2- MAJUMDAR Sumitk; SANG Ingovogel and CAVE Martin E., 2005, Handbook of Telecommunications Economics, Vol. 2, Elsevier B.V, North-Holland
- 3- PAUL Krugman ; ROBIN Wells et LAURENT Baechler, 2009, p.768, Microéconomie, 1re Edition, De Boeck Diffusion, Bruxelles
- 4- PIERRE Picard, 2007, Elément de microéconomie, 7^{ème} Edition, Montchrestien, Paris

Les articles :

- 1- BARALDI Anna Laura, Network Externalities and Critical Mass in the Mobile Telephone Network: a Panel Data Estimation, MPRA, Paper N°. 13373, 2008, Munich
- 2- BELVEAUX Bertrand, le développement des médias sociaux : proposition d'un modèle de diffusion intégrant les externalités de réseau dans un cadre concurrentiel, recherche et application en marketing, vol. 26, N° 3, 2011, paris
- 3- BIRKE Daniel, and SWANN G.M. Peter, Network effects and the choice of mobile phone operator, Journal of Evolutionary Economics Springer, vol. 16 N°1, pp.65–84, 2006.
- 4- COASE R., The Problem of Social Cost, Journal of Law and Economics, N° 3, 1960.
- 5- CHOW George, technological change and the demand for computers, American economic review Vol. 57 , N° 5, December 1967.
- 6- COHENDENT Patrick, Apprentissage organisationnel et cohérence : importance économique de la notion de réseau in Jean-Pierre Dupuy et Pierre Livet, Les limites de la rationalité, La Découvertes « Recherches », p.71-98, 1997.
- 7- ECONOMIDES Nicholas et CHARLES Himmelberg, Critical Mass and Network Size with Application to the US Fax Market, Stern School of Business, discussion paper, 1995, EC-95-11, New york.

- 8- ECONOMIDES Nicholas, Compatibility and the Creation of Shared Networks. In M.E. Guerin-Calvert and S.S. Wildman, *Electronic Services Networks: A Business and Public Policy Challenge*, 1991. New York.
- 9- EDWIN Mansfield, Technical Change and the Rate of Imitation, *Econometrica*, Vol. 29, N°4 , pp.741-766, 1961.
- 10- FARRELL Joseph and SALONER Garth, standardization and variety, *economics letters*, 29, 71-74, 1986.
- 11- GOOLBSEE Austan Peter. J. KLENO W, “Evidence on learning and network Externalities in the diffusion of home computers”, *The Journal of Law and Economics*, Vol.45 N°2, pp.317- 343, 2002.
- 12- GRAJEK Michal, Estimating Network Effects and Compatibility: Evidence from the Polish Mobile Market, *Information Economics and Policy*, Vol. 22 N°2, pp. 130–143, 2003.
- 13- GRAJEK Michal, Estimating Network Effects and Compatibility in telecommunication, *ESMT*, No. 07-001, 2007.
- 14- GREENSTEIN Shane, Did installed base give an incumbent any (measurable) advantage in federal computer procurement? , *RAND Journal of Economics*, Vol.24 N°1, pp.19-39, 1993.
- 15- HARBORD David and PAGNOZZI Marco. Network-based price discrimination and bill and keep vs. Cost-based regulation, of mobile termination rates. *Review of Network Economics*, 9, 2010.
- 16- KATZ Michel L. and SHAPIRO Carl, *Systems Competition and Network Effects*, the journal of economics perspectives, volume 8, 1994.
- 17- KATZ Michel L. and SHAPIRO Carl. Network externalities, competition, and compatibility. *The American Economic Revue*, 75: 424-440, 1985.
- 18- KURNIA, S., and JOHNSTON, R.B The Need for a Processual View of Inter-Organizational Systems Adoption, *Journal of Strategic Information Systems* ,Vol. 9, pp 295-319, 2000.

- 19- LE NAGARD-ASSAYAG Emmanuelle, Le concept d'externalité de réseau et ses apports en marketing, recherche et application en marketing, Vol 14 N°3, pp.59-78, 1999.
- 20- LEIBENSTEIN Harvey, « Bandwagon, Snob and Veblen Effects in the Theory of Consumers' Demand, », Quarterly Journal of Economics, Vol. 64 N°2, pp.183-207. 1950.
- 21- MAHLER Alwin, ROGERS Everett M, The diffusion of interactive communication innovations and the critical mass: The adoption of telecommunications services by German banks. Telecommunications. Policy, 23(10-11), pp. 719-740, 1999.
- 22- MAROOFI Fakhraddin, Network structure and network effects and consumer interaction in mobile telecommunications among students, African Journal of Marketing Management, Vol. 4 N° 2, pp. 55-64, 2012.
- 23- MERTON Robert k., The Mathieu effect in science: the reward and communication systems of science are considered, Science, Vol. 159, N° 3810, pp. 56-63, 1968, New york,.
- 24- OLIVER Pamelan ; MARWELL Gerald and TEIXEIRA Ruy, A Theory of the Critical Mass. I. Interdependence, Group Heterogeneity and the Production of Collective Action, American Journal of Sociology, Vol. 91, 3, pp 522-556, 1985.
- 25- PARROCHIA Daniel, Quelques aspects théoriques de la notion de réseau, Flux, N° 62, pp.10-20, 2005.
- 26- RENANA Peres; EITAN Muller; VIJAY Mahajan, Innovation diffusion and new product growth models: A critical review and research directions, International Journal of Research in Marketing, pp. 91-106, 2010.
- 27- ROHLFS Jeffrey, Bandwagon effects in high-technology industries. MA: MIT Press, 2001, Cambridge.
- 28- ROHLFS Jeffrey, A theory of interdependent demand for a telecommunications Service, Bell journal of economics and management science, Vol. 5, N° 75 pp. 16-37, 1974.
- 29- SCHODER Detlef, Forecasting the success of telecommunication services in the presence of network effects, Information Economics and Policy 12, pp.181– 200, 2000.

- 30- VIJAY Mahajan; EITAN Muller; FRANK M. Bass , New Product Diffusion Models in Marketing, The Journal of Marketing, Vol. 54, N° 1 , pp. 1-26, 1990
- 31- DUBÉ Jean-Pierre; HITSCH Günter and CHINTAGUNTA Pradeep, Tipping and Concentration in Markets with Indirect Network Effects” Forthcoming, Marketing Science, 2009.
- 32- ROGERS Everett, Diffusion of Innovations, Free Press, New York, 2003.
- 33- DOGANOGLU Toker ; GRZYBOWSKI Lukasz, Estimating Network Effects in Mobile Telephony in Germany, Information Economics and Policy, vol. 19(1), pp. 65–79, 2007.
- 34- MARKUS, M. Lynne. Critical Mass Contingencies for Telecommunications Consumers. In M.Carnevale, M. Lucertini & S. Nicosia, Modeling the Innovation: Communications, Automation and Information, pp.103-112,1990, Amsterdam
- 35- VALENTE Thomas W., 1995. Network Models of the Diffusion of Innovations, Creskill, NJ: Hampton Press.
- 36- KIM Hee-Su, KWON Namhoon, The advantage of network size in acquiring new subscribers: a conditional logit analysis of the Korean, Information Economics and Policy, pp.17-33, 2002, Elsevier.
- 37- CHURCH Jeffrey and Neil GANDAL, Network effects, software provision, and standardization, Journal of Industrial Economics, N° 1, pp.85–103,1992.
- 38- GRAJEK Michal, Estimating Critical Mass in the Global Cellular Telephony Market , ESMT, N° 08-004 (R1), 2010, Berlin.

Les mémoires de magister et de master:

- 1- KARA, Sid Ali. 2011, « L'Investissement dans le Domaine Des Télécommunications en Algérie », mémoire en vue de l'obtention d'un master 2 recherche « Droit des Pays Arabes », Université Paris I - Panthéon Sorbonne, Paris.

Les textes officiels:

- 1- Journal officiel de la république algérienne n° 43, 5 aout 2001

Les Rapports et les documents institutionnels :

- 1- Autorité de régulation de la poste et des télécommunications, (2001), « rapport annuel d'activité », Alger
- 2- Autorité de régulation de la poste et des télécommunications, (2002), « rapport annuel d'activité », Alger
- 3- Autorité de régulation de la poste et des télécommunications, (2003), « rapport annuel d'activité », Alger
- 4- Autorité de régulation de la poste et des télécommunications, (2004), « rapport annuel d'activité », Alger
- 5- Autorité de régulation de la poste et des télécommunications, (2005), « rapport annuel d'activité », Alger
- 6- Autorité de régulation de la poste et des télécommunications, (2006), « rapport annuel d'activité », Alger
- 7- Autorité de régulation de la poste et des télécommunications, (2007), « rapport annuel d'activité », Alger
- 8- Autorité de régulation de la poste et des télécommunications, (2008), « rapport annuel d'activité », Alger
- 9- Autorité de régulation de la poste et des télécommunications, (2009), « rapport annuel d'activité », Algérie
- 10- Autorité de régulation de la poste et des télécommunications, (2010), « rapport annuel d'activité », Algérie
- 11- Autorité de régulation de la poste et des télécommunications, (2011), « rapport annuel d'activité », Algérie
- 12- KHIDER Imane, MIMOUNI Imène. « Le rôle de l'ARPT dans le renforcement du cadre juridique des télécommunications », *autorité de régulation de la poste et des télécommunications*, Algérie,

Les webographies:

- 1- Allen David, new télécommunication services, 1988, consulté le 05/04/2013, http://davidallen.org/papers/Critical_mass.pdf
- 2- Autorité de régulation de poste et des télécommunications <http://www.arpt.dz/>

- 3- Forecasting the Critical Mass of Wireless Communications, 2002, consulté le 05/04/2013, http://anzmac.org/conference/2002/papers/pdfs/p106_sundqvist.pdf
- 4- Indirect Network Effects and Adoption [Externalités](#), 2008, consulté le 15/5/2013, <http://www.tau.ac.il/~gandal/ine.pdf>
- 5- La réglementation des externalités, 2000, consulté le 13/04/2013, <http://www.cerna.ensmp.fr/Documents/FL-GrenobleJuil2000.pdf>
- 6- Ministère de la poste et des télécommunications <http://www.mptic.dz/fr/>
- 7- Pre-Production and Inviting Competition in a Network Market, Mimeo, 2001, consulté le 15/04/2013, <http://www.biu.ac.il/soc/ec/wp/7-02/7-02.pdf>
- 8- Network Externalities, Compatibility, and Product Differentiation, 2011, consulté le 17/04/2013
<http://www.eco.nihonu.ac.jp/center/economic/publication/journal/pdf/41/41-1-2.pdf>
- 9- SOMASUNDARAM Ramanathan, Operationalizing Critical Mass As The Dependent Variable For Researching The Diffusion Of marketplaces Its Implications, 2004, consulté le 12/05/2013, [https://domino.fov.unimb.si/proceedings.nsf/0/f40783f8b5ae2556c1256ee0002de8ad/\\$file/21somasundaram.pdf](https://domino.fov.unimb.si/proceedings.nsf/0/f40783f8b5ae2556c1256ee0002de8ad/$file/21somasundaram.pdf)

Annexes

Annexe A :

1. Les missions de l'ARPT

L'ARPT est une institution indépendante qui est bienveillante pour le bon fonctionnement de marché et pour éviter les imperfections de marché, cette institution s'occupe de⁶⁷ :

- Mettre en œuvre et contrôle des obligations dans le marché des télécommunications et postale.
- Régulation les conditions tarifaires et les techniques des offres de gros et de détail de différents acteurs de marché.
- Consultation sur les projets de loi ou de régulation relative au secteur des télécommunications.
- Associer à la demande du ministère des postes et des télécommunications, aux négociations communautaires et internationales.
- Délivrer les autorisations d'ouverture et d'exploitation des réseaux indépendants qui sont dans le but de fournir des services des télécommunications à des groupes fermés.

2. Les pouvoirs de l'ARPT

2.1. Le pouvoir de conciliation

Ce pouvoir s'inscrit dans trois domaines⁶⁸, tels que

- Le domaine d'interconnexion : l'arbitrage entre les opérateurs pour tous les problèmes qui concernent l'interconnexion.
- Le domaine de l'infrastructure: les problèmes qui concernent la location la totalité ou une partie d'infrastructure d'un opérateur par un autre.

⁶⁷ Autorité de régulation de la poste et des télécommunications, 2001, « rapport annuel d'activité », Algérie, P.6

⁶⁸ KARA, Sid Ali. 2011, « L'Investissement dans le Domaine Des Télécommunications en Algérie », mémoire en vue de l'obtention d'un master 2 recherche « Droit des Pays Arabes », Université Paris I - Panthéon Sorbonne, Paris, P. 82

- L'ARPT peut saisir d'une demande de conciliation pour régler les litiges qui ne révèlent pas de la procédure de règlement des différends.

2.3. le pouvoir consultatif

Conformément aux dispositions de l'article 13 de la loi n° 2000-03, l'autorité est consultée par le ministre chargé de la poste et des télécommunications, pour donner des avis et des recommandations sur⁶⁹:

- Le projet d'amendement des textes réglementaires régissant les deux secteurs soumis à sa régulation;
- La préparation des cahiers des charges ainsi que la procédure de sélection des candidats pour l'exploitation des licences;
- Toutes les questions relatives à la poste et aux télécommunications;

2.4. Le pouvoir de sanction

- La sanction⁷⁰ de n'importe quel opérateur qui ne respecte pas les règlements de l'ARPT.
- La possibilité de suspension temporaire ou définitive d'une licence.
- Une sanction qui peut arriver à un montant de 5% de chiffre d'affaire d'un opérateur.

2.5. Le pouvoir de contrôle et d'investigation

l'article 13 de la loi n° 2000-03 qui prévoit que « *L'autorité de régulation est habilitée à requérir des opérateurs, prestataires des services et de toute personne concernée, tout document ou information utile pour l'accomplissement des compétences qui lui sont dévolues par ou en vertu de la présente loi. Elle est habilitée à effectuer tout contrôle entrant dans le cadre de ses attributions conformément au cahier des charges.* ». Pour le bon fonctionnement de l'ARPT, cette dernière a besoin de toutes informations nécessaires pour pouvoir contrôler le marché et pour détecter facilement la concurrence déloyale ou les imperfections de marché, sous réserve que ces informations sont bien confidentielles et ne sont pas accessible à partir de l'ARPT par n'importe quel opérateur (la confidentialité de l'information).

⁶⁹ KHIDER, Imane. MIMOUNI, Imène. « Le rôle de l'ARPT dans le renforcement du cadre juridique des télécommunications », *autorité de régulation de la poste et des télécommunications*, Algérie, P.4

⁷⁰ KHIDER ibid

Annexe B :

1- Le modèle de régression simple:

Nous commençons par le modèle le plus simple: une variable endogène est expliquée par une variable exogène. Après avoir présenté la forme de ce modèle, nous présentons le rôle de terme aléatoire :

1-1 Présentation du modèle:

$$Y_t = \alpha_0 + \alpha_1 X_t + \varepsilon_t$$

Où :

Y_t : La variable endogène (à expliquer).

α_0 : La constante

X_t : La variable exogène (explicative)

ε_t : Le terme d'erreur.

1-2 Rôle de terme aléatoire:

Pourquoi nous ajoutons un terme ε_t qui synthétise l'ensemble des informations non explicitées dans le modèle ?

Où ε_t représente l'erreur de spécification du modèle. C'est-à-dire l'ensemble des phénomènes explicatifs de la consommation non liés au revenu. Le terme ε_t regroupe donc trois erreurs.

- Une erreur de spécification c'est-à-dire le fait que la seule variable explicative n'est pas suffisante pour rendre compte de la totalité du phénomène expliqué;
- Une erreur de mesure, les données ne représentent pas exactement le phénomène;
- Une erreur de fluctuation d'échantillonnage, d'un échantillon à l'autre les observations et donc les estimations, sont légèrement différentes.

2- Le modèle de régression multiple:

Le modèle linéaire général est une extension du modèle de régression simple, après avoir présenté le modèle linéaire général, nous présentons la forme matricielle de ce modèle.

2-1 Présentation:

Lors du point précédent, nous avons considéré qu'une variable endogène est expliquée à l'aide d'une seule variable exogène, cependant, il est extrêmement rare qu'un phénomène économique ou social puisse être appréhendé par une seule variable. Le modèle linéaire général est une généralisation du modèle de régression simple dans lequel figurent plusieurs variables explicatives:

$$Y_t = \alpha_0 + \alpha_1 X_{1t} + \alpha_2 X_{2t} + \dots + \alpha_k X_{kt} + \varepsilon_t \quad \text{Pour: } t = 1..n \quad (1)$$

Avec:

Y_t : Variable à expliquer à la date t .

X_{kt} : Variable explicative k à la date t .

$\alpha_0, \alpha_1, \dots, \alpha_k$: Paramètres du modèle.

ε_t : Erreur de spécification (la différence entre le modèle vraie et le modèle spécifié).

n = nombre d'observations.

2-2 Forme matricielle:

L'écriture précédent du modèle **(1)** est d'un maniement peut pratiquer afin d'alléger l'écriture et de faciliter l'expression de certains résultats, nous avons habituellement recours aux notations matricielles.

En écrivant le modèle, observation par observation, nous obtenons⁷¹ :

$$Y_1 = \alpha_0 + \alpha_1 X_{11} + \alpha_2 X_{21} + \dots + \alpha_K X_{K1} + \varepsilon_1$$

$$Y_2 = \alpha_0 + \alpha_1 X_{12} + \alpha_2 X_{22} + \dots + \alpha_K X_{K2} + \varepsilon_2$$

⋮

$$Y_n = \alpha_0 + \alpha_1 X_{1n} + \alpha_2 X_{2n} + \dots + \alpha_K X_{Kn} + \varepsilon_n$$

Soit, sous forme matricielle : $\mathbf{Y} = \mathbf{X}\boldsymbol{\alpha} + \boldsymbol{\varepsilon}$

(n,1) (n,k+1) (k+1,1) (n,1)

Avec:

$$Y = \begin{pmatrix} Y_1 \\ \vdots \\ Y_n \end{pmatrix} ; X = \begin{pmatrix} 1 & X_{11} & X_{21} & \dots & X_{k1} \\ & & \vdots & & \\ 1 & X_{1n} & X_{2n} & \dots & X_{kn} \end{pmatrix} ; \boldsymbol{\alpha} = \begin{pmatrix} \alpha_0 \\ \vdots \\ \alpha_k \end{pmatrix} ; \boldsymbol{\varepsilon} = \begin{pmatrix} \varepsilon_1 \\ \vdots \\ \varepsilon_n \end{pmatrix}$$

Nous remarquons la première colonne de la matrice \mathbf{X} composée de $\mathbf{1}$, qui correspond au coefficient α_0 (coefficient de terme constant).

La dimension de la matrice \mathbf{X} est donc de \mathbf{n} lignes et $\mathbf{k+1}$ colonnes (\mathbf{k} étant le nombre de variables explicatives réelles, c'est-à-dire la constante exclue)

⁷¹ BOURBONNAIS Régis, 2009, Econométrie, Dunod, 7^{ème} édition, Paris.p.48

3- L'estimation du modèle économétrique (MCO)

- Les hypothèses sous-jacentes à la méthode des MCO

Hypothèse 1:

Modèle de régression linéaire: le modèle est linéaire par rapport aux paramètres.

Hypothèse 2:

Les valeurs de \mathbf{X} sont fixées dans un échantillonnage répété. Autrement dit, les valeurs prises par la variable \mathbf{X} sont considérées comme fixes lors de renouvellement des échantillons. En termes plus techniques, \mathbf{X} est supposé non stochastique.

Hypothèse 3:

La valeur moyenne de terme d'erreur ε_t est nulle. La valeur de \mathbf{X} étant donnée, la moyenne ou la valeur aspirée du terme d'erreur aléatoire, ε_t est nulle. Autrement dit la moyenne conditionnelle de ε_t est nulle, ce qui s'écrit $E(\varepsilon_t | X_t) = 0$.

Hypothèse 4:

L'homoscédasticité ou la constance de la variance de ε_t la valeur de \mathbf{X} étant donnée, la variance de ε_t est indiquée pour toutes les observations. Ceci signifie que les variances conditionnelles de ε_t sont identiques. On peut écrire:

$$\text{var}(\varepsilon_t | X_t) = E[\varepsilon_t - E(\varepsilon_t | X_t)]^2 = E(\varepsilon_t^2 | X_t) \text{ En raison de l'hypothèse 3.}$$

$$= \delta^2 \quad \text{Où } \text{var} \text{ et la variance.}$$

Hypothèse 5:

Absence d'autocorrélation des erreurs. Etant donné deux valeurs, X_t et X_j $t \neq j$ la corrélation entre ε_t et ε_j $t \neq j$ est nulle.

$$\text{Soit } \text{cov}(\varepsilon_t, \varepsilon_j | X_t, X_j) = E(\varepsilon_t | X_t)(\varepsilon_j | X_j) = 0$$

Où t et j sont deux observations différents,

Cov : la covariance.

Hypothèse 6 :

Covariance nulle entre ε_t et X_t , ou $E(\varepsilon_t, X_t)=0$.

Hypothèse7 :

Le nombre d'observations **n** doit être plus élevé que le nombre de paramètres à estimer .autrement dit, le nombre d'observations **n** doit être supérieur au nombre de variables explicatives.

Hypothèse8 :

La variabilité des valeurs de **X** : les valeurs de **X** dans un échantillon donné ne sont pas obligatoirement les mêmes. Autrement dit, $\text{var}(X)$ doit être nombre fini positif.

Hypothèse9 :

Le modèle de régression est correctement spécifié. Ceci veut dire qu'il n'existe pas de biais de spécification ou d'erreurs dans le modèle utilisé pour l'analyse empirique.

Hypothèse10 :

Il n'existe pas de multicolinéarité parfaite. Autrement dit, il n'y a pas de relations linéaires parfaites parmi les variables explicatives.

Remarque: Si l'une des hypothèses citées ci-dessus n'est pas réalisée, nous obtiendrons en résultat des estimateurs biaisés. Dans ce cas, il faut avoir recours à d'autres méthodes d'estimation.

3-1- Dans le cas de modèle de régression simple⁷²

L'estimateur des coefficients α_0 et α_1 est obtenu comme suit :

⁷² BOURBONNAIS op.cit.

Nous avons le modèle :

$$Y_t = \alpha_0 + \alpha_1 X_t + \varepsilon_t$$

$$\min \sum_{t=1}^n \varepsilon_t^2 = \min \sum_{t=1}^n (Y_t - \alpha_0 - \alpha_1 X_t)^2 = \min S$$

Afin de trouver le minimum⁷³ de la fonction, nous dérivons cette dernière par rapport à α_0 et α_1 . En effet :

$$\frac{\Delta S}{\Delta \alpha_0} = \sum Y_t - n\hat{\alpha}_0 - \hat{\alpha}_1 \sum X_t = 0$$

$$\frac{\Delta S}{\Delta \alpha_1} = \sum X_t Y_t - \hat{\alpha}_0 \sum X_t - \hat{\alpha}_1 \sum X_t^2 = 0$$

Il vient que:

$$\hat{\alpha}_1 = \frac{\sum_{t=1}^n (X_t - \bar{X})(Y_t - \bar{Y})}{\sum_{t=1}^n (X_t - \bar{X})^2} = \frac{\sum_{t=1}^n (X_t Y_t - n\bar{X}\bar{Y})}{\sum_{t=1}^n (X_t^2 - n\bar{X}^2)}$$

$$\hat{\alpha}_0 = \bar{Y} - \hat{\alpha}_1 \bar{X}$$

3-2- Dans le cas de modèle de régression multiple⁷⁴:

Soit le modèle **(2)** sous forme matricielle à **K** variables explicatives et **n** observations.

$$Y = Xa + \varepsilon$$

Afin d'estimer le vecteur "**a**" composé des coefficients $(\alpha_0, \dots, \alpha_k)$ nous appliquons la méthode des moindres carrés ordinaires (**MCO**) qui consiste à minimiser la somme des carrés des erreurs, soit :

⁷³ Nous considérons les conditions du deuxième ordre comme vérifiées, car la fonction est convexe

⁷⁴ BOURBONNAIS op.cit.

$$\min \sum_{t=1}^n \varepsilon_t^2 = \min \varepsilon' \varepsilon = \min (Y - X\alpha)(Y - X\alpha)' = \min S$$

$$S = (Y - X\alpha)(Y - X\alpha)' = Y'Y - Y'X\alpha - \alpha'X'Y + \alpha'X'X\alpha$$

$$= Y'Y - 2\alpha'X'Y + \alpha'X'X\alpha$$

$$\frac{\Delta S}{\Delta \alpha_0} = -2X'Y + 2X'X\hat{\alpha} = 0 \Rightarrow \hat{\alpha} = (X'X)^{-1}X'Y$$

Avec:

ε' Transposé le vecteur.

Cette solution est réalisable ⁷⁵ si la matrice carrée $X'X$ de dimension $(k+1, k+1)$ est inversible.

Annexe C :

Tableau 6 : estimation de la première fonction pour OTA

Dependent Variable: BAS				
Method: Least Squares				
Date: 05/31/13 Time: 15:29				
Sample (adjusted): 2001S2 2012S2				
Included observations: 23 after adjustments				
BAS=C(1)+C(2)*BAS(-1)+C(3)*BAS(-1)^2				
	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C(1)	31.57129	16.26740	1.940771	0.0665
C(2)	1.345535	0.058374	23.05030	0.0000
C(3)	-0.000225	3.54E-05	-6.359500	0.0000
R-squared	0.996727	Mean dependent var		951.8093
Adjusted R-squared	0.996400	S.D. dependent var		632.3855
S.E. of regression	37.94190	Akaike info criterion		10.23110
Sum squared resid	28791.75	Schwarz criterion		10.37920
Log likelihood	-114.6576	Hannan-Quinn criter.		10.26835
F-statistic	3045.754	Durbin-Watson stat		0.790108
Prob(F-statistic)	0.000000			

⁷⁵ les conditions de second ordre sont vérifiées du fait que $X'X$ est une matrice définie semi-positive.

Tableau 7: estimation de la deuxième fonction pour OTA

Dependent Variable: BAS				
Method: Least Squares				
Date: 05/31/13 Time: 15:36				
Sample (adjusted): 2001S2 2012S2				
Included observations: 23 after adjustments				
BAS=C(1)+C(2)*BAS(-1)+C(3)*LOG(BAS(-1))				
	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C(1)	-215.4720	44.77523	-4.812303	0.0001
C(2)	0.802615	0.028115	28.54803	0.0000
C(3)	76.28715	10.79532	7.066689	0.0000
R-squared	0.997172	Mean dependent var		951.8093
Adjusted R-squared	0.996889	S.D. dependent var		632.3855
S.E. of regression	35.27248	Akaike info criterion		10.08519
Sum squared resid	24882.96	Schwarz criterion		10.23330
Log likelihood	-112.9797	Hannan-Quinn criter.		10.12244
F-statistic	3525.773	Durbin-Watson stat		1.193595
Prob(F-statistic)	0.000000			

Tableau 8: estimation de la première fonction pour ATM

Dependent Variable: BAS				
Method: Least Squares				
Date: 05/31/13 Time: 19:57				
Sample (adjusted): 2001S2 2012S2				
Included observations: 23 after adjustments				
BAS=C(1)+C(2)*BAS(-1)+C(3)*BAS(-1)^2				
	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C(1)	260785.3	262838.7	0.992187	0.3330
C(2)	1.493357	0.151249	9.873490	0.0000
C(3)	-5.15E-08	1.43E-08	-3.587952	0.0018
R-squared	0.978975	Mean dependent var		6510300.
Adjusted R-squared	0.976872	S.D. dependent var		4163999.
S.E. of regression	633253.5	Akaike info criterion		29.67624
Sum squared resid	8.02E+12	Schwarz criterion		29.82434
Log likelihood	-338.2767	Hannan-Quinn criter.		29.71349
F-statistic	465.6184	Durbin-Watson stat		1.302406
Prob(F-statistic)	0.000000			

Tableau 9: estimation de la première fonction pour ATM

Dependent Variable: BAS				
Method: Least Squares				
Date: 05/31/13 Time: 20:00				
Sample (adjusted): 2001S2 2012S2				
Included observations: 23 after adjustments				
BAS=C(1)+C(2)*BAS(-1)+C(3)*LOG(BAS(-1))				
	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C(1)	-10151188	2415003.	-4.203386	0.0004
C(2)	0.622366	0.080753	7.707024	0.0000
C(3)	870445.4	193019.1	4.509634	0.0002
R-squared	0.982865	Mean dependent var		6510300.
Adjusted R-squared	0.981151	S.D. dependent var		4163999.
S.E. of regression	571675.0	Akaike info criterion		29.47164
Sum squared resid	6.54E+12	Schwarz criterion		29.61974
Log likelihood	-335.9238	Hannan-Quinn criter.		29.50889
F-statistic	573.6002	Durbin-Watson stat		1.803891
Prob(F-statistic)	0.000000			

Tableau 10: estimation de la première fonction pour WTA

Dependent Variable: BAS				
Method: Least Squares				
Date: 05/31/13 Time: 21:37				
Sample (adjusted): 2004S2 2012S2				
Included observations: 17 after adjustments				
BAS=C(1)+C(2)*BAS(-1)+C(3)*BAS(-1)^2				
	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C(1)	429870.8	263425.3	1.631851	0.1250
C(2)	1.222965	0.131535	9.297669	0.0000
C(3)	-2.98E-08	1.31E-08	-2.273205	0.0393
R-squared	0.987589	Mean dependent var		5893281.
Adjusted R-squared	0.985816	S.D. dependent var		2834581.
S.E. of regression	337584.0	Akaike info criterion		28.45580
Sum squared resid	1.60E+12	Schwarz criterion		28.60284
Log likelihood	-238.8743	Hannan-Quinn criter.		28.47042
F-statistic	557.0322	Durbin-Watson stat		1.487532
Prob(F-statistic)	0.000000			

Tableau 11 : estimation de la deuxième fonction pour WTA

Dependent Variable: BAS				
Method: Least Squares				
Date: 05/31/13 Time: 21:38				
Sample (adjusted): 2004S2 2012S2				
Included observations: 17 after adjustments				
BAS=C(1)+C(2)*BAS(-1)+C(3)*LOG(BAS(-1))				
	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C(1)	-4110116.	3261887.	-1.260042	0.2283
C(2)	0.823548	0.076186	10.80970	0.0000
C(3)	366293.4	238813.2	1.533807	0.1474
R-squared	0.985453	Mean dependent var		5893281.
Adjusted R-squared	0.983375	S.D. dependent var		2834581.
S.E. of regression	365486.4	Akaike info criterion		28.61463
Sum squared resid	1.87E+12	Schwarz criterion		28.76167
Log likelihood	-240.2244	Hannan-Quinn criter.		28.62925
F-statistic	474.1995	Durbin-Watson stat		1.431903
Prob(F-statistic)	0.000000			

Tableau 12: L'estimation du premier modèle

Dependent Variable: PRIX				
Method: Least Squares				
Date: 06/05/13 Time: 06:09				
Sample: 2001S1 2012S2				
Included observations: 24				
PRIX=C(1)+C(2)*BAS+C(3)*BAS^2+C(4)*GDP+C(5)*DEN				
	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C(1)	125.6923	34.77379	3.614570	0.0018
C(2)	-4.77E-07	9.25E-08	-5.148915	0.0001
C(3)	1.35E-14	3.04E-15	4.436149	0.0003
C(4)	8.14E-06	1.19E-05	0.684111	0.5022
C(5)	-7.947260	2.723089	-2.918472	0.0088
R-squared	0.948508	Mean dependent var		13.49993
Adjusted R-squared	0.937668	S.D. dependent var		5.256092
S.E. of regression	1.312255	Akaike info criterion		3.564423
Sum squared resid	32.71827	Schwarz criterion		3.809851
Log likelihood	-37.77308	Hannan-Quinn criter.		3.629536
F-statistic	87.49802	Durbin-Watson stat		1.897314

Tableau 13: L'estimation du deuxième modèle

Dependent Variable: PRIX				
Method: Least Squares				
Date: 06/05/13 Time: 06:13				
Sample: 2001S1 2012S2				
Included observations: 24				
PRIX=C(1)+C(2)*BAS+C(3)*LOG(BAS)+C(4)*GDP+C(5)*DEN				
	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C(1)	62.14328	25.15220	2.470689	0.0231
C(2)	-6.29E-08	7.25E-08	-0.866407	0.3971
C(3)	-1.764838	0.282381	-6.249852	0.0000
C(4)	-3.71E-06	9.87E-06	-0.376244	0.7109
C(5)	-1.266538	2.004869	-0.631731	0.5351
R-squared	0.965697	Mean dependent var		13.49993
Adjusted R-squared	0.958475	S.D. dependent var		5.256092
S.E. of regression	1.071069	Akaike info criterion		3.158243
Sum squared resid	21.79658	Schwarz criterion		3.403671
Log likelihood	-32.89892	Hannan-Quinn criter.		3.223355
F-statistic	133.7211	Durbin-Watson stat		2.204445

Tableau 14: L'estimation du troisième modèle

Dependent Variable: PRIX				
Method: Least Squares				
Date: 06/05/13 Time: 06:29				
Sample: 2001S1 2012S2				
Included observations: 24				
PRIX=C(1)+C(2)*BAS+C(3)*BAS^2+C(4)*GDP+C(5)*DEN				
	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C(1)	125.6923	34.77379	3.614570	0.0018
C(2)	-4.77E-07	9.25E-08	-5.148915	0.0001
C(3)	1.35E-14	3.04E-15	4.436149	0.0003
C(4)	8.14E-06	1.19E-05	0.684111	0.5022
C(5)	-7.947260	2.723089	-2.918472	0.0088
R-squared	0.948508	Mean dependent var		13.49993
Adjusted R-squared	0.937668	S.D. dependent var		5.256092
S.E. of regression	1.312255	Akaike info criterion		3.564423
Sum squared resid	32.71827	Schwarz criterion		3.809851
Log likelihood	-37.77308	Hannan-Quinn criter.		3.629536
F-statistic	87.49802	Durbin-Watson stat		1.897314

Tableau 15: L'estimation du quatrième modèle

Dependent Variable: PRIX				
Method: Least Squares				
Date: 06/05/13 Time: 06:41				
Sample: 2001S1 2012S2				
Included observations: 24				
PRIX=C(1)+C(2)*BAS+C(3)*BAS^2+C(4)*DEN				
	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C(1)	108.6746	23.97318	4.533175	0.0002
C(2)	-4.93E-07	8.81E-08	-5.601935	0.0000
C(3)	1.34E-14	3.00E-15	4.486596	0.0002
C(4)	-6.566994	1.804306	-3.639623	0.0016
R-squared	0.947240	Mean dependent var		13.49993
Adjusted R-squared	0.939326	S.D. dependent var		5.256092
S.E. of regression	1.294685	Akaike info criterion		3.505424
Sum squared resid	33.52418	Schwarz criterion		3.701766
Log likelihood	-38.06508	Hannan-Quinn criter.		3.557513
F-statistic	119.6918	Durbin-Watson stat		1.638219