

Externalités de réseau en matière d'utilisation du téléphone

Augustin F. CHABOSSOU

*Centre d'Etudes, de Formation et de Recherches en Développement, Faculté des
Sciences Economiques et de Gestion, Université d'Abomey-Calavi (UAC)
Email: achabossou@yahoo.fr*

Résumé : Le téléphone engendre plusieurs types d'externalités, associés à la nature du trafic qu'il véhicule et aux services qu'il fournit. La demande de services téléphoniques présente à la fois des externalités de réseau positives et négatives. Le réseau de télécommunications engendre des effets de réseau positifs suite à l'entrée de nouveaux abonnés. Dans les pays en développement, cette conclusion est à relativiser car la taille du réseau et la qualité des services créent des effets négatifs d'encombrement. Le but de notre étude est de montrer, dans un premier temps, que les effets de congestion réduisent l'utilité que le consommateur devrait tirer de son appartenance au réseau. Dans un second temps, nous essayons de comprendre la manière dont les variations des prix et du revenu agissent sur la demande du téléphone au Bénin. Il ressort de nos résultats que l'effet réseau net du téléphone fixe est positif au Bénin malgré l'effet d'encombrement qui n'est pas à négliger.

*Mots Clés : Biens Réseaux, Externalités, Demande, Elasticités, Télécommunications
Classification J.E.L. : D62 – L96 – D85 – C32*

Network externalities in telephone use

Abstract: The telephone generates a number of externalities, associates to the nature of the traffic that it transports and to services that it provides. The demand of telephonic services present at a time of the positive and negative network externalities. The telecommunication network generates some positive network effects due to the new subscriber entrance. In development countries, this conclusion is not evident because the size of the network and the quality of services create the negative clutter effects. The goal of our survey is to show, in a first time, that congestion effects reduce utility that the consumer should extract its adherence to the network. In a second time, we try to understand the manner of which variations of prices and the income act on the demand of the telephone in Benin. It takes out again our results that in Benin, the net network effect of the fixe telephone is positive in spite of that clutter effect is not to ignore.

*Keywords: Network Goods, Externalities, Demand, Elasticities, Telecommunications
J.E.L. Classification: D62 – L96 – D85 – C32*

1. Introduction

Les difficultés rencontrées par les télécommunications africaines demeurent énormes : pertes sociales induites par la tarification de monopole, contre-performances financières et techniques, abus du pouvoir de monopole, obligation de service public. A ces problèmes il faut y ajouter d'énormes besoins en investissement dus, d'une part, à la faible densité des réseaux existant et, d'autre part au rapide développement économique que connaissent certains de ces pays. Ces difficultés économiques et technologiques, auxquelles s'ajoutent des contraintes budgétaires pesant de plus en plus sur les finances publiques, ont mené à un double phénomène de démonopolisation et de privatisation que l'on retrouve à des stades plus ou moins avancés dans de nombreux pays (Chabossou, 2001). Les réformes sectorielles dans les télécommunications ces dernières années ont permis d'étendre un peu plus l'accès de la population africaine au téléphone. En Afrique, toutes les sous régions ont progressé depuis quelques années sur la voie de l'appropriation des technologies de l'information et de la communication (TIC) notamment le développement des services téléphoniques de base. Cependant, les rythmes d'accès sont différents d'une sous région à une autre. Les régions de l'Afrique Centrale, de l'Ouest et de l'Est sont encore à la traîne de la technologie comparativement aux autres régions de l'Afrique comme par exemple le Maghreb et l'Afrique Australe.

Au Bénin, malgré le vote et la promulgation des différents textes de lois devant conduire le processus de démonopolisation et de privatisation de l'opérateur historique, seul le secteur du GSM (Global System for Mobile Communications) est, jusqu'à présent, ouvert à la concurrence. Le marché du téléphone mobile tel qu'il existe aujourd'hui au Bénin n'a pas une longue histoire. Ce marché ne s'est véritablement constitué qu'en l'an 2000. L'ouverture à la concurrence du marché du téléphone mobile pose le problème de la régulation de l'interconnexion de tous les réseaux.

Il est important de tenir compte du fait que la libéralisation du secteur des télécommunications n'a pas totalement résolu les problèmes de réglementation à cause des externalités de réseau qu'engendrent les services liés aux télécommunications. Comme l'histoire du téléphone à ses origines l'a montré, les effets externes de réseaux sont une spécificité des services de communication. Les enjeux liés à de telles réformes des secteurs de réseaux sont analysés par l'économie des réseaux.

La demande de services téléphoniques présente à la fois des externalités de réseau positives et négatives. Dans le cas des effets externes positifs, l'utilité du réseau téléphonique croît avec le nombre de ses abonnés et sa croissance est facilitée par une structure tarifaire qui stimule l'entrée des agents économiques à faible disposition à payer. Les externalités négatives de réseau apparaissent souvent lorsque la demande excède les capacités installées. Il s'agit surtout d'un effet externe d'encombrement ou de congestion.

L'accès au téléphone a connu une évolution appréciable partout au monde. Selon les statistiques de l'UIT, la télédensité téléphonique moyenne mesurée par le nombre d'abonnés pour 100 habitants en 1992 est de 0,15 en Afrique contre 4,37 en Europe de l'Ouest et 5,07 en Amérique du Nord. En 2005, la télédensité sur le continent africain est passée à 3,22 contre 40,97 pour l'Europe. Au Bénin, le nombre de lignes téléphoniques principales pour 100 habitants était de l'ordre de 0,40 en 1993 contre 1,02 en 2005 (UIT, 2005).

Comme la plupart des pays de l'Afrique subsaharienne, le Bénin malgré la numérisation du réseau dispose des infrastructures de télécommunications des moins denses au monde. Les statistiques sur les pays de l'UEMOA montre que le Bénin, en matière d'infrastructures de télécommunications, vient après le Sénégal, la Côte d'Ivoire et le Togo. Le niveau d'équipement de ses pays est de loin inférieur à la moyenne mondiale (UIT, 2005).

La faiblesse de la télédensité et le nombre très élevé de demande de raccordement aux réseaux qui demeure insatisfait induisent un fort taux d'encombrement des réseaux téléphoniques. Cette faiblesse de la télédensité tient également au fait que seule une petite partie de la population peut se permettre d'installer le téléphone. Les frais d'installation d'une ligne principale équivalent à presque 20% du PIB par habitant de 1995 en Afrique avec une moyenne mondiale de 9% et seulement de 1% dans les pays à revenu élevé (UIT, 2001). Fortin et Leclerc (2000) ont montré, dans une étude sur les pays de la francophonie, qu'une augmentation de 1% du PIB par ménage entraîne une augmentation de 0,43% du prix de l'abonnement au service téléphonique de base. En outre, ils ajoutent qu'une augmentation de 1% du PIB moyen entraîne une augmentation de 0,21% de la consommation courante. Ce qui traduit une plus forte élasticité prix de la demande des services téléphoniques par rapport aux biens de consommation courante.

Au Bénin, la demande totale de lignes téléphoniques en 2000 était de l'ordre de 68.545 et la demande satisfaite est chiffrée à 51.644 soit un taux moyen de satisfaction des demandes de 75,34%. La liste d'attente pour une ligne téléphonique était de 6.100 en 1995 contre 16.901 en 2000 et 29.724 demandes en instance en 2005¹. Malgré le programme de développement d'infrastructures entrepris depuis 1999 par Bénin Télécoms SA, opérateur du réseau filaire au Bénin, la liste d'attente pour une ligne principale a connu une augmentation dans le temps.

Les délais d'attente moyens pour l'accès au téléphone sont partout très élevés sur le continent africain. Au Bénin, le délai d'attente moyen est de 4,5 ans ; ce délai est supérieur à cinq ans dans certaines localités comme Cotonou où il peut atteindre six ans (UIT, 2001). Dans ces conditions, les ménages à hauts revenus et les entreprises, notamment, sont prêts à payer plus cher pour un accès rapide à des services fiables. En effet, compte tenu de la saturation du réseau qui entraîne un délai moyen de satisfaction de la demande de l'ordre de quatre ans, certaines personnes n'osent même

¹ Ces chiffres sont obtenus auprès de Bénin Télécoms S.A.

plus formuler une demande. D'autres personnes encore préfèrent s'abonner au téléphone cellulaire, immédiatement disponible, en attendant l'extension du réseau téléphonique fixe, et font face ainsi à un coût de communication trop élevé. Malgré le coût élevé, on assiste au développement fulgurant de la téléphonie mobile qui se présente ainsi comme un produit substitut au téléphone fixe.

Le but de cette étude est de montrer que les effets externes d'encombrement sont importants dans les pays en développement et réduisent de ce fait l'utilité des consommateurs du réseau téléphonique. Ainsi le reste de notre analyse s'articule autour des sections suivantes. La section 2 fait la synthèse théorique sur les externalités de réseau en économie. La méthodologie d'analyse de l'externalité de demande du téléphone qui est adoptée est exposée dans la section 3. Enfin, l'analyse des résultats des estimations fait l'objet de la section 4.

2 Les externalités de réseau en économie

Le concept d'externalité est défini pour la première fois en 1932 comme un défaut de marché par Pigou. Il correspond à une situation dans laquelle : *« une personne A, alors qu'elle est en train de rendre un certain service, contre paiement, à une autre personne B affecte incidemment, en bien ou en mal, d'autres personnes (non productrices de services similaires), et cela de telle manière qu'un paiement ne puisse être imposé à ceux qui en bénéficient, ni une compensation prélevée au profit de ceux qui en souffrent »*. Ainsi définie l'externalité recouvre également des effets externes qui ne conduisent pas à une allocation inefficace des ressources.

Selon Capello et Nijkamp (1995), le concept d'externalité de réseau est lié à l'observation fondamentale selon laquelle la valeur d'un réseau, pour un utilisateur, dépend directement du nombre de ses membres. Prenons comme exemple la demande d'un consommateur pour un télécopieur. Les agents souhaitent un télécopieur pour communiquer les uns avec les autres. Si personne d'autre n'a de télécopieur, il n'est évidemment pas intéressant pour vous d'en acheter un. Ce constat crucial possède des implications importantes non seulement sur les trajectoires de développement de nouveaux réseaux mais également sur les éléments fondamentaux tels que la structure des prix, l'interconnexion de réseau, les processus de standardisation, les dimensions optimales des réseaux ou la concurrence entre réseaux. Dans cette perspective, les externalités de réseau constituent selon Capello et Nijkamp (1995) l'incitation économique à l'adhésion et à l'entrée dans le réseau et sont alors la principale raison de la diffusion des nouvelles technologies jointes.

En règle générale, un effet externe désigne l'influence économique qu'un agent exerce sur un autre agent, sans le vouloir expressément. Aucune transaction marchande entre les parties ne permet a priori de solder sur le marché considéré les conséquences de cet effet (Dang Nguyen et Phan, 2000). En d'autres termes, l'effet externe désigne tout effet résultant de l'activité de production ou de consommation d'un agent ayant une conséquence directe sur l'activité de production ou de consommation d'un autre agent sans que cette interaction ne soit enregistrée par le système de prix. Le mot "directe"

est très important dans cette définition ; puisqu'il permet de ne pas confondre les véritables effets externes et ce que l'on appelle parfois improprement les « *externalités pécuniaires* », qui passent par l'intermédiaire du marché et rentrent parfaitement dans le cadre du modèle d'équilibre général le plus classique (Salanié, 1998).

Le concept d'externalité de réseau dérive de celui d'effets de club développé initialement par la théorie des clubs de Buchanan. Mais les effets de club mettent davantage en avant la sélection à l'entrée et les effets externes négatifs d'encombrement alors que le concept d'externalité de réseau, utilisé pour rendre compte du développement des réseaux de télécommunications, met en avant la logique de développement auto-entretenu par les interdépendances positives entre agents et de la nécessité d'un faible ticket d'entrée.

L'apport théorique du concept d'externalités de réseau est d'étendre les concepts d'économie d'échelle et de rendements croissants à la demande. Traditionnellement ces concepts qualifient l'offre. C'est pourquoi les externalités de réseau sont aussi appelées des économies d'échelle (ou dynamiques) de demande (Rallet, 2002). La nature des rendements croissants induits n'est cependant pas la même selon qu'il s'agit d'externalités directes ou indirectes de réseau. Seules les externalités directes peuvent être entièrement définies du côté de la demande. Par contre, les externalités indirectes se situent dans l'intersection entre offre et demande, entre fonction de coût et fonction de demande.

2.1. Les externalités directes de réseau

Les externalités directes de réseau ou effets de club se manifestent directement dans les services de communication. Dans ce cas, l'utilité du réseau croît avec le nombre de ses abonnés et sa croissance est facilitée par une structure tarifaire qui stimule l'entrée des abonnés à faible disposition à payer. C'est ce type d'effet externe qui est analysé par Katz et Shapiro (1985), Farrell et Saloner (1986), Liebowitz et Margolis (1994). Cette organisation des réseaux de communication décrit une relation binaire entre les usagers d'un côté et le réseau de communication de l'autre.

L'accroissement d'utilité dans le réseau de communication s'explique par l'augmentation des possibilités de liaison que permet tout nouvel entrant dans le réseau. Donc les préférences d'un agent dépendent des décisions de connexion des autres agents ce qui caractérise la notion d'externalité. Celle-ci a une grande influence sur la dynamique de développement d'un réseau car la demande d'accès s'exprime progressivement (Bonniseau et Chabchoub, 1997). Les services de communication (téléphone, fax, téléphone mobile, etc.) offrent un exemple type d'externalité directes positives mais d'autres biens comme les logiciels sont aussi souvent cités. Dans ces exemples, l'accroissement d'utilités s'explique par l'augmentation des possibilités de liaison que permet tout nouvel entrant dans le réseau. Il est fondé sur l'élargissement des possibilités de communication.

On rencontre également des externalités directes de réseau négatives tel que l'effet d'encombrement qui apparaît lorsque la demande excède les capacités installées. L'équilibre qui s'établit sur un réseau téléphonique plus demandé que sa capacité n'est pas un équilibre optimal. Un peu moins de demande que la capacité installée serait préférable. La société perd quelque chose à ne pas être à ce niveau optimal. C'est ce quelque chose qui est défini comme le coût économique de l'encombrement.

La modélisation des externalités directes de réseau se fait en introduisant une variable dépendante de la taille du réseau dans la fonction d'utilité du consommateur. L'utilité dépend ainsi de deux éléments : la variable traduisant la préférence intrinsèque du consommateur pour le bien et la variable externalité de réseau. Ces externalités de réseau induisent un phénomène de rendements croissants d'adoption même en l'absence d'économie d'échelles de production, par exemple avec des coûts unitaires constants.

Les externalités directes sont, en absence de processus d'internalisation, des externalités technologiques perturbant le fonctionnement normal des marchés. Elles conduisent en particulier à des équilibres inférieurs : le réseau de communication n'est pas installé ou est installé mais atteint une taille inférieure à ce qu'elle devrait être. En présence d'externalités directes positives, tous les réseaux sont trop petits (Liebowitz et Margolis, 1994).

Dans le cas particulier du téléphone, les externalités directes positives apparaissent avec les communications de personne à personne. Plus nombreux sont les correspondants potentiels, plus le réseau paraît utile. En conséquence, la somme que les consommateurs sont prêts à payer pour s'abonner au réseau et appartenir ainsi au club augmente avec le nombre de ceux qui sont déjà abonnés. Aussi, les réseaux téléphoniques utilisent-ils la commutation de circuit qui fait que la communication est synchrone : un circuit est occupé en plein temps par deux abonnés ; ce qui rend le service exclusif. La capacité des infrastructures détermine le nombre maximum d'abonnés susceptibles d'être connectés simultanément. C'est pourquoi l'appelant est facturé à la durée d'occupation du circuit, c'est-à-dire au temps passé à exclure les autres, ce qui permet « d'internaliser » en partie l'effet externe d'exclusion (Dang Nguyen et Phan, 2000).

2.2. Les externalités indirectes de réseau

Les contributions plus récentes sur l'analyse des effets de réseau se sont orientées vers l'examen d'autres effets de réseau pour lesquels, ce ne sont pas des effets de club directs qui sont à l'œuvre mais ce qu'il est convenu d'appeler les « externalités d'offre » ou « effets de réseau indirects ».

Les externalités indirectes de réseau se différencient des externalités directes à deux titres. D'une part, elles ne renvoient pas au même phénomène, d'autre part, elles n'ont pas la même nature économique (Rallet, 2002). Les externalités indirectes sont

caractéristiques des biens systèmes ou biens complémentaires, c'est-à-dire des biens qui ne peuvent être utilisés les uns sans les autres. Dans ce cas, l'externalité de réseau vient de ce que la demande du bien complémentaire ne dépend pas seulement du prix de ce bien mais aussi du niveau de diffusion de l'autre bien. Par exemple, plus le nombre d'abonnés à Internet s'accroît, plus la production de services pour ce réseau s'accroît car la taille du réseau permet de rentabiliser l'offre d'une grande variété de services. Ainsi pour un système de deux biens complémentaires X et Y , toute augmentation de la demande de X accroît la demande de Y grâce à l'effet de l'augmentation de la consommation de X sur les conditions de production de Y . La demande de X se transmet à celle de Y dont la production augmente, faisant apparaître des coûts décroissants qui élargissent à leur tour le marché de Y en permettant une baisse des prix. L'augmentation de la consommation de Y accroît à son tour la demande de X (le nombre accru de service sur Internet incite de nouveaux individus à s'abonner) et tend à faire baisser les coûts de X . Il en résulte que l'augmentation initiale de la demande de X engendre un accroissement supplémentaire de la demande de X .

Ainsi s'engage un processus cumulatif de rendements croissants qui repose à la fois sur des externalités de demande et un mécanisme d'offre. C'est la raison pour laquelle les externalités indirectes de réseau sont parfois qualifiées d'externalités d'offre. Elles se situent en fait dans une double interaction demande/demande et offre/demande alors que les externalités directes de réseau peuvent être définies indépendamment des conditions d'offre. Sur le plan économique, les externalités indirectes sont aussi d'une nature différente. Etant transmises par un mécanisme de prix, ce sont des externalités pécuniaires. Elles ne faussent donc pas a priori le jeu du marché.

C'est pourquoi Liebowitz et Margolis (1995) qui en tiennent pour une définition stricte du concept d'externalités préfèrent les qualifier de « *network effects* » par opposition aux « *externalities effects* » que représentent les externalités directes. Elles ont cependant un impact sur les structures de marché, conduisant à des formes de concurrence imparfaite. Mais cet impact n'est pas très éloigné des effets examinés par l'approche traditionnelle des rendements croissants : risque de monopole, choix d'une technologie inférieure, etc. Il faut enfin souligner que ces externalités caractérisent toute activité impliquant de fortes relations complémentaires amont/aval. Elles ne sont donc pas spécifiques aux industries de réseau. Comme le souligne Economides (1996), de nombreuses industries non réseau (*non-network industries*) partagent de ce point de vue la même caractéristique que les industries réseau (*network industries*).

3. Spécification du modèle d'analyse de l'externalité de demande du téléphone

La méthodologie envisagée consiste à mesurer les élasticités de la consommation téléphonique et à évaluer l'effet de réseau lié à la demande des services téléphoniques au Bénin. Ainsi, le premier paragraphe permet de spécifier le modèle théorique que nous allons estimer. Ensuite, nous présentons l'équation à estimer dans le deuxième

paragraphe. Dans le troisième paragraphe, nous allons exposer la méthode d'estimation retenue et les signes attendus des paramètres.

3.1. Le Modèle de base

Selon Dang Nguyen et Phan (2000), « *les principaux déterminants de la demande du téléphone sont a priori la densité de la population, son niveau de vie, le coût de l'accès (prix du terminal et de l'abonnement) et enfin le coût d'usage* ». Ils ajoutent qu'en plus de ces facteurs, la qualité du service et la couverture géographique du réseau sont à prendre en compte. Pour sa demande de biens et services, on suppose que le consommateur fait son choix en maximisant sa fonction objectif (fonction d'utilité) sous la contrainte de son revenu. Pour simplifier, nous allons supposé que le panier de biens potentiels du consommateur est constitué seulement de deux types de biens : le bien téléphone X et un bien composite Z . On note P_X et P_Z les prix respectifs du téléphone et des autres biens. On définit ensuite pour ce consommateur la demande de raccordement au réseau téléphonique par la variable δ telle que :

$$\begin{cases} \delta = 1 & \text{si le consommateur est raccordé au réseau} \\ \delta = 0 & \text{sinon} \end{cases} \quad (1)$$

Ainsi nous pouvons écrire la fonction d'utilité du consommateur de la manière suivante :

$$U = U(\delta X, Z, \delta A, T) \quad (2)$$

Où A représente le nombre d'abonnés déjà raccordés au réseau et T représente le goût du consommateur.

Nous faisons ensuite l'hypothèse que la fonction d'utilité du consommateur U est continue, deux fois différentiable et possède les propriétés suivantes : les utilités marginales sont positives et décroissante. En plus la fonction d'utilité est convexe.

La contrainte budgétaire du consommateur est :

$$\delta(\Omega + P_X X) + P_Z Z = y \quad (3)$$

Où Ω est le coût de raccordement au réseau ou taxe de raccordement ; $P_X X$ est la consommation téléphonique ; $P_Z Z$ représente la valeur monétaire de l'achat des autres biens par le consommateur et y est le revenu du consommateur.

Le but du consommateur est de maximiser son utilité à partir de la résolution du système ci-après :

$$\begin{cases} \max U = U(\delta X, Z, \delta A, T) \\ \text{S/C } \delta(\Omega + P_X X) + P_Z Z = y \end{cases} \quad (4)$$

L'objectif de notre travail étant d'analyser les externalités de réseau à partir de l'évaluation de la demande téléphonique pour l'usage, nous allons nous intéresser seulement au cas où l'individu est déjà raccordé au réseau (c'est-à-dire $\delta = 1$). La

maximisation de l'utilité dans ce cas conduit à une fonction de demande de communication :

$$X = X(P_x, P_z, A, y - \Omega, T) \quad (5)$$

Avec $y - \Omega$ représentant le revenu disponible du consommateur raccordé au réseau du téléphone après avoir payé les frais de raccordement au réseau.

3.2. Spécification économétrique du modèle

Les mesures des élasticités de la consommation aux changements des tarifs de base sont le plus souvent étudiées à partir de la modélisation économétrique de séries chronologiques de long terme. Le modèle économétrique qui est adopté suit la spécification conventionnelle de l'analyse de la demande du consommateur obtenue à l'équation (5). Cette analyse postule la relation suivante :

$$\frac{X}{N} = f\left(\frac{Y}{N}, \frac{P_1}{P_n}, \frac{P_2}{P_n}, \dots, \frac{P_{n-1}}{P_n}, T\right) \quad (6)$$

La demande d'un bien par un consommateur dépend de son revenu réel, mesuré ici par le revenu réel par tête, (Y/N) , des prix relatifs des différents biens substitués et complémentaires (P_i / P_n) et du goût du consommateur (T) . N représente la taille de la population et X est la quantité totale demandée du bien. Dans certaines situations, les agents économiques ne réagissent pas seulement aux valeurs présentes des variables indépendantes, mais aussi à leurs valeurs passées. Lorsque les effets persistent au fil du temps, il faut recourir à un modèle comprenant des variables retardées (Greene, 2005). Plusieurs arguments permettent de modifier cette spécification dans le cas de l'analyse de la demande du téléphone et de passer à un modèle à variables retardées.

Premièrement, l'équation (6) postule implicitement l'absence d'interdépendance entre les consommateurs en supposant que la consommation individuelle est indépendante du nombre de consommateurs. La nature du bien qu'est le téléphone rend cette hypothèse irréaliste. En effet, l'utilisation du service téléphonique croît avec la taille de la population utilisatrice (Griffin, 1982). Pour une population dont la taille est N , le nombre de combinaisons d'appels possibles est égale à $N(N-1)$. De plus, un doublement du nombre de consommateurs entraîne une augmentation plus que proportionnelle du nombre de combinaisons d'appels possibles (Griffin, 1982).

Deuxièmement, l'ensemble des effets prix sera restreint à l'indice des prix des communications téléphoniques nationales (TB) relativement aux prix des autres biens, représentés par l'indice général des prix à la consommation (P_{IPC}) . Troisièmement, le défaut majeur des équations précédentes est leur nature statique. En réalité, le revenu permanent explique mieux le choix du consommateur que le revenu courant. Il faut également noter que l'ajustement des prix s'opère rarement de façon instantanée, ce qui implique que les prix courants et les prix décalés pourraient tous deux affecter le niveau de la consommation.

La linéarisation de l'équation de la demande précédemment décrite permet d'obtenir un modèle à double logarithmique dont la structure est la suivante :

$$\ln(CA_t) = \sum_{k=1}^K \alpha_k \ln(CA_{t-k}) + \delta \ln(N_t) + \eta (\ln(N))^2 + \sum_{i=0}^I \beta_i \ln(PIB_{t-i}) + \sum_{j=0}^J \gamma_j \ln(PRIX_{t-j}) + \varepsilon_t \quad (7)$$

où :

CA représente le chiffre d'affaire mensuel hors taxe en volume de l'unique opérateur téléphonique sur le réseau fixe au Bénin, Bénin Télécoms S.A. Il est exprimé en milliards de francs CFA.

PIB Le produit intérieur brut mensuel au prix du marché à prix courant (déflaté par l'indice des prix à la consommation, base 100 en 1996). Cette variable synthétise la situation économique.

N est l'effectif des abonnés au réseau téléphonique fixe et dont les lignes sont normalement en service au cours de la période considérée. C'est une variable explicative de la demande pour usage du téléphone. Elle est une mesure de la taille du marché.

N^2 représente le total de lignes élevé au carré. Elle permet de capter le fait que les combinaisons des appels téléphoniques croissent plus vite que la taille du réseau. C'est pour tenir compte de la probabilité déclinante des appels avec l'expansion des appels sur le réseau que N et N^2 sont intégrés séparément à la place d'un terme unique $N(N-1)$ qui représente le nombre total de combinaison d'appel possible sur un réseau dont la taille est N .

PRIX représente le prix relatif des services de téléphone. Comme il s'agit de l'estimation d'une fonction de demande, cette variable sera divisée par l'effectif de la population et ensuite déflatée par l'indice des prix à la consommation. Ceci nous permet d'assurer la condition d'homogénéité de la fonction de demande.

ε représente le terme d'erreur.

Ce modèle permet d'obtenir directement les élasticités de demande en fonction des variables explicatives.

3.3. Signes des paramètres et méthode d'estimation

Il ressort de la littérature sur l'estimation de la demande de communication téléphonique que pour les paramètres de l'équation du modèle nous espérons les signes suivants.

Le paramètre $\sum \beta_i$ représente l'élasticité revenu de la demande de communication en longue période. Il est envisagé ici que la communication téléphonique soit un bien normal. Donc ce paramètre sera positif. En plus nous faisons l'hypothèse que le

téléphone est un bien élastique (Griffin, 1982). Finalement, nous espérons obtenir une valeur positive et qui soit supérieure à un.

Le paramètre δ permet de mesurer l'effet réseau direct de l'utilisation du téléphone. L'utilité du réseau croît avec la taille de la population des abonnés. Pour cela nous envisageons un signe positif pour ce paramètre.

Dans notre modèle, le paramètre η représente l'effet de congestion ou d'encombrement. L'augmentation des possibilités de liaisons que permet tout nouvel entrant pourrait entraîner un excès de la demande de communication par rapport aux capacités installées du réseau lorsque le nombre d'abonnés devient de plus en plus élevé. Le paramètre η aura donc un signe négatif.

La valeur de l'effet réseau direct total ou externalité réseau du téléphone est la valeur obtenue suite à la sommation de l'effet réseau direct et de l'effet d'encombrement. L'externalité de réseau est donc représentée par le paramètre $\Psi = \delta + \eta$. Nous envisageons que l'externalité de réseau soit positive. Donc l'externalité de réseau sera telle que $\Psi > 0$.

Le paramètre $\sum \gamma_i$ représente l'élasticité prix directe de la demande de communication en longue période. L'élasticité prix permet de mesurer l'impact sur les quantités demandées d'un bien dû à la variation du prix de ce bien. Nous faisons l'hypothèse que l'élasticité prix directe de la demande de téléphone soit négative. En d'autres termes $\sum \gamma_i < 0$.

Enfin, le paramètre $\sum \alpha_k$ représente l'effet total de long terme de la consommation antérieure sur la demande courante de communication téléphonique. Nous envisageons donc une valeur positive comme valeur de ce paramètre obtenue de la régression de notre modèle, soit comprise entre 0 et 1.

En ce qui concerne la méthode d'estimation, lorsque l'on étudie un phénomène économique, il arrive souvent qu'à côté de la valeur prise par la variable endogène à l'instant t figurent les valeurs prises par cette même variable aux instants antérieurs. Dans ce cas on se trouve en présence d'un processus autorégressif. Il arrive souvent également que les variables explicatives intervenant dans les modèles apparaissent non seulement au temps courant t mais aussi aux instants antérieurs. Ce type de modèle est un modèle à retards échelonnés. Il peut aussi arriver que des modèles économiques comprennent comme variables explicatives des variables exogènes décalées et/ou des variables endogènes décalées. Dans notre cas les deux conditions sont réunies (présence de variables endogènes décalées et de variables exogènes décalées). Un tel modèle est appelé modèle à retards autorégressifs échelonnés (*Auto Regressive Distributed Lag Model*, ARDL).

Hormis la présence de variables stochastiques dans le membre de droite de l'équation, le modèle ARDL est un modèle linéaire avec des résidus classiques. L'estimateur des

moindres carrés ordinaires (MCO) est donc efficient. L'estimation d'un modèle à retards autorégressifs échelonnés pose un problème majeur, celui du nombre de retards à utiliser. Avant de passer à une méthode d'estimation précise, il s'avère nécessaire de déterminer le lag (nombre de retards) optimal de chaque variable.

Les données utilisées sont des données secondaires obtenues à partir de l'observation documentaire. Il s'agit de données mensuelles couvrant la période allant de janvier 1999 à juillet 2005.

4. Analyse des résultats

Comme l'indique l'équation (7), notre analyse porte sur l'estimation d'un modèle à retards autoregressifs échelonnés (*Autoregressive Distributed Lag Model*, ARDL). Préalablement à l'estimation de notre modèle, nous allons présenter les résultats de la détermination du nombre de retards à introduire dans le modèle. Ensuite les résultats de l'estimation économétrique seront présentés et analysés.

4.1. La détermination du nombre de décalages

L'estimation d'un modèle à retards autoregressifs échelonnés (ARDL) suppose tout d'abord de déterminer le nombre de retards à introduire. Le critère d'information d'Akaike (AIC) et le critère de Schwarz ou bayésien (*Bayesian information criterion*, BIC) sont souvent utilisés. En général, le critère BIC est privilégié au critère AIC qui a tendance à retenir un nombre trop important de retards. Le critère d'information de Schwarz (BIC) nous a permis de choisir les retards.

Tableau 1 : Critère BIC

AR(p)	CA	PIB	Prix
0	0,89611	-33,18097	-7,46171
1	-0,85071	-33,19420	-9,47870
2	-0,78781	-33,19938	-9,41971
3	-0,73644	-33,15500	-9,37476
4	-0,68593	-33,27627	-9,33843
5	-0,67013	-33,24561	-9,29226
6	-0,60674	-33,18708	-9,23651
7	-0,56864	-33,19052	-9,17348
8	-0,50588	-33,73357	-9,13967
9	-0,45474	-33,67013	-9,07801
10	-0,39168	-33,68389	-9,01837
11	-0,33314	-33,62938	-8,96247
12	-0,55915	-33,97840	-8,90558
13	-0,50146	-33,93030	-8,86129

Source : Auteur à partir des résultats

Le critère d'information de Schwarz (BIC) suggère d'introduire douze (12) décalages pour la variable PIB et seulement un (1) décalage pour le prix. Le tableau qui présente

les résultats sur le critère d'information de Schwarz suggère également d'introduire la variable dépendante retardée (1 retard) comme variable indépendante.

4.2. Les résultats de l'estimation économétriques

Le tableau 2 présente les résultats de l'estimation de la fonction d'utilisation du téléphone au Bénin et intègre les paramètres de mesure des différents effets de réseau ainsi que les élasticités prix de la demande et les élasticités revenu.

Tableau 2 : Estimation de l'équation de demande

Linear Regression – Estimation by Least Squares					
Dependent Variable LogCA					
Monthly Data From 2000:01 To 2005:07					
Usable Observations		67		Degrees of Freedom 49	
Centered R**2		0.931773		R Bar **2 0.908103	
Uncentered R**2		0.994121		T x R**2 66.606	
Standard Error of Estimate		0.12480			
Sum of Squared Residuals		0.763250			
Durbin-Watson Statistic		1.875746			
Ln (CA)	Ln (N)	(ln N) ²	Ln (PRIX)	Ln (PIB)	Ln (CA)
	5.8625	-0.7354	γ_i	β_i	α_k
			$\gamma_0 = -1.0315$ $\gamma_1 = 1.8274$ $\Sigma\gamma_j = 0.7959$	$\beta_0 = -0.0445$ $\beta_1 = -0.0493$ $\beta_2 = 0.0796$ $\beta_3 = 0.1567$ $\beta_4 = 0.1133$ $\beta_5 = -0.1826$ $\beta_6 = 0.2438$ $\beta_7 = 0.0665$ $\beta_8 = 0.0502$ $\beta_9 = -0.1583$ $\beta_{10} = 0.2436$ $\beta_{11} = 0.0758$ $\beta_{12} = 0.1206$ $\Sigma\beta_i = 0.7154$	$\alpha_1 = 0.9393$

Source : Résultats de nos estimations

Les résultats présentés dans le tableau 2 permettent de mettre en évidence les conclusions suivantes.

Les variables exogènes expliquent à 93% le niveau des communications téléphoniques sur le réseau fixe avec un degré de liberté assez élevé (ddl = 49).

Notre principal intérêt est la mesure des externalités de réseau liées à la consommation des services téléphoniques sur le réseau fixe. Les résultats de l'estimation montrent que l'effet réseau direct de l'utilisation du téléphone est de 5.8625. Ce qui suppose que l'entrée d'un nouvel abonné augmente très sensiblement l'utilité du réseau. Mais

l'entrée de tout abonné supplémentaire est susceptible de générer un effet de congestion sur le réseau (-0.7354) qui constitue une désutilité pour les anciens utilisateurs du réseau appartenant au club des abonnés. Mais les effets de congestion sont largement inférieurs aux effets de réseau directs. En définitif, l'entrée d'un nouvel abonné dans le réseau génère une externalité directe nette positive.

L'élasticité prix directe de la consommation du téléphone au Bénin est négative et prend la valeur -1.0315 ; ce qui voudrait dire que pour une diminution de 10% du prix, la demande téléphonique augmente de 10.3%. Par contre, la valeur de l'élasticité prix de long terme est 0.7959. A long terme, la consommation du téléphone croît même si le prix de la communication augmente. En plus la valeur de l'élasticité prix de long terme traduit une forte sensibilité des consommateurs au prix.

L'élasticité revenu de la demande de communication en longue période est positive et est estimée à 0.7154. Ceci confirme l'hypothèse que la communication téléphonique est un bien normal. Par contre, l'hypothèse selon laquelle le téléphone est un bien élastique n'est pas corroborée.

Enfin, le niveau d'utilisation (consommation) des services téléphoniques dépend fortement du niveau antérieur des dépenses de communication.

5. Conclusion

Ce papier qui utilise des données mensuelles sur la période 1999 – 2005 a permis d'estimer la fonction de demande de communication téléphonique sur le réseau fixe. Cette demande est satisfaite par un opérateur qui est toujours en situation de monopole sur le réseau fixe. L'estimation de la fonction de demande du téléphone fixe au Bénin montre que les facteurs qui expliquent l'utilisation du téléphone sont : le nombre des abonnés, le revenu des consommateurs et les prix antérieurs et présent du téléphone. Les résultats font ressortir l'existence des externalités négatives de réseau (effets d'encombrement) suite à l'entrée d'un nouveau adhérent au réseau téléphonique. Les effets d'encombrement impactent donc négativement la fonction d'utilité des consommateurs. Malgré la présence des effets de congestion sur le réseau, l'appartenance au réseau téléphonique procure une utilité nette positive aux consommateurs car l'externalité directe de réseau suite à l'augmentation du nombre des abonnés est très supérieure aux effets de congestion.

6. Annexes [A insérer ici, le cas échéant]

6.1. Démonstrations de ... [Juste un exemple de sous-titre]

6.2. Tableau de données relatives à ... [Juste un exemple de sous-titre]

7. Références bibliographiques

- Bonniseau, J-M. et N. Chabchoub (1997), « Une approche générale de l'externalité dans un réseau de communications », *Annales d'Economie et de Statistique*, N° 46, pp 183 – 202.
- Capello, R. et P. Nijkamp (1995), « Le rôle des externalités de réseau dans les performances des firmes et des régions : l'exemple des NTIC », in Rallet, A. et A. Torre, *Economie industrielle et économie spatiale*.
- Chabossou, A. (2001), « *La réglementation des télécommunications au Bénin* », Mémoire de DEA-PTCI, Université d'Abidjan-Cocody.
- Creti, A. et A. Perrot (1997), « Les entreprises en réseaux », in *Réglementation et concurrence*, A. Perrot, (ed), Ed. Economica.
- Dang Nguyen, G. et D. Phan (2000), « *Economie des télécommunications et de l'internet* », ed, Economica.
- ECA (1999), « *Société de l'information en Afrique* », Rapport sur les progrès réalisés dans la mise en œuvre des plans nationaux de développement des NTIC en Afrique centrale.
- Economides, N. (1996), "The Economics of networks" *International Journal of Industrial Organization*, Vol. 14, pp 673-699.
- Farrell, J. & G. Saloner (1986), "Installed base and compatibility: innovation, product preannouncements and predation", *American Economics Reviews*, 940-955.
- Fortin, M. et A. Leclerc (2000), « *Impact de la privatisation et de la déréglementation sur l'utilisation des services téléphoniques dans les pays de la francophonie (1988-1998)* », CIDIF.
- Greene, W. (2005), « *Econométrie* », 5^e édition, 2^e édition française dirigée par Didier Schlachter, Pearson Education, France.
- Griffin, J. M. (1982), "The welfare implications of externalities and price elasticities for telecommunications pricing", *The review of Economics and Statistic*, Vol. 64, N° 1, pp 59-66.
- Katz, M & C. Shapiro (1985), "Network externalities, competition and compatibility", *American Economic Review*, Vol. 75 N°3, pp. 424-440.
- Liebowitz, S. J. & S. E. Margolis (1995), "Are Network Externalities a New Source of Market Failure", *Research in Law and Economics*, 17, pp. 1-22.
- Liebowitz, S. J. & S. E. Margolis (1994), "Network Externality: An Uncommon Tragedy", *Journal of Economic Perspectives*, 8(2), pp 133-150.
- Pade, C. et al. (2005), "The use of information and communication technologies for rural development and poverty alleviation in Developing Countries: An investigation of gender specific agricultural development", *The Southern African Journal of Information and Communication*, Issue 6, 2005, 4-21.
- Rallet, A. (2002), « *La notion de réseau en économie : un concept ou un fantôme analytique ?* », ADIS, Université de Paris Sud.
- Salanié, B. (1998), « *Microéconomie: Les défaillances du marché* », Ed. Economica, Coll. Economie et Statistiques Avancées.
- Tiemtore, A. (2000), « *Restructuration du secteur des télécommunications : le cas du Burkina Faso* », Mémoire de DEA-PTCI, Université de Ouagadougou.
- UIT (2005), « *Indicateurs des télécommunications Africaines 2005* », Novembre 2005.