

La boucle locale radio comme vecteur d'entrée dans les télécommunications *

MARC BOURREAU

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE DES TELECOMMUNICATIONS

ENST, Département EGSH

46 rue Barrault, 75634 Paris Cedex 13

Tél. : +33 1 45 81 72 46. Fax : +33 1 45 65 95 15.

E-mail : marc.bourreau@enst.fr.

Version révisée ; janvier 2001

Résumé

La boucle locale - cette partie du réseau qui relie l'abonné final au réseau général - constitue le dernier bastion des opérateurs de télécommunications historiques. Si les entrants sont rares aujourd'hui, de nouvelles technologies pourraient, à terme, permettre le développement de la concurrence dans la boucle locale. Parmi ces technologies, la boucle locale radio paraît particulièrement prometteuse. Dans cet article, nous cherchons à évaluer si une stratégie d'entrée par la boucle locale radio est viable pour un nouvel opérateur. Il apparaît que l'entrée par la boucle locale radio est caractérisée par (a) un taux de progrès technique élevé, (b) une forte incertitude sur la technologie et sur la demande et (c) des coûts de transfert relativement importants pour les consommateurs. Même si elle n'offre dans

Notes

* L'auteur tient à remercier David Sevy, Laurent Benzoni, Patrick Rey, Elisabeth Dognin ainsi que deux rapporteurs anonymes pour les commentaires et suggestions. Les erreurs et imprécisions qui demeurent lui sont imputables. Enfin, les vues développées dans cet article ne sont pas nécessairement celles de France Télécom.

l'immédiat que des perspectives limitées, la boucle locale radio pourrait devenir à moyen terme un vecteur d'entrée important dans la boucle locale.

Mots-clefs : Télécommunications, Entrée dans la boucle locale, Boucle locale radio.

1. Introduction

“La transmission de la voix sur réseau filaire, bien qu'elle soit possible techniquement, ne semble pas être une méthode fiable pour converser, et même si c'était le cas, il est hautement improbable que le public utilise un tel service ”

Boston Herald, 1891 (cité par Brodsky [1995] ; notre traduction).

Dans un réseau de télécommunications, la boucle locale ou réseau d'accès désigne la partie du réseau qui relie l'équipement téléphonique d'un abonné à son commutateur d'attache. Alors que le marché européen des télécommunications a été libéralisé complètement au 1^{er} janvier 1998, la boucle locale demeure aujourd'hui un bastion pour les monopoles historiques. Dans certains pays (la Grande-Bretagne, par exemple), de nouveaux entrants cherchent à rivaliser avec les opérateurs historiques, en utilisant soit des infrastructures existantes (les réseaux câblés), soit de nouvelles infrastructures ou technologies (la boucle locale radio). Néanmoins, à ce jour, cette concurrence reste encore marginale, comme le montre le tableau 1 ci-dessous.

Pays	Segment de marché			Validité des données	Marché libéralisé
	Longue distance	International	Local		
Japon	32%	32%	<1%	1997	
Etats-Unis	56,9%	46,6%	3,5%	1998	1984
Suède	30%	37%	<1%	1998	1993
France	10,5%	18%	<1%	1999	1998
Royaume-Uni	33,8%	48,9%	11,6%	1999	1991

Tableau 1 : Parts de marché des nouveaux entrants sur trois segments de marché¹

¹ Source pour le Japon : “Access networks and regulatory measures : An interim report for DGXIII”, D. Lewin, J. Matthews, Ovum, juillet 1998. Source pour la Suède : 5^{ème} Rapport de Transposition de la Communauté Européenne. Source pour les Etats-Unis : part de marché en valeur des CLEC pour la téléphonie locale ; part de marché en valeur des concurrents d'AT&T pour la téléphonie longue distance internationale (Cf. “Trends in Telephone Service Report”, FCC, mars 2000, http://www.fcc.gov/Bureaus/Common_Carrier/Reports/FCC-State_Link/IAD/trend100.pdf). Source pour le Royaume-Uni : Oftel, Market information, juin 2000 (parts de marché en valeur).

Plusieurs raisons expliquent le peu de concurrence dans la boucle locale. Tout d'abord, une boucle locale représente un investissement très important. Pour un opérateur historique, le coût du réseau d'accès représente généralement plus de 50% du coût total du réseau. Le coût fixe d'entrée pour un opérateur qui ne posséderait pas d'infrastructure est donc très important, et par conséquent, dissuasif. Par ailleurs, les technologies filaires, utilisées majoritairement aujourd'hui, sont peu adaptées pour un nouvel entrant. En effet, le raccordement d'un abonné est un investissement spécifique dont la valeur de revente est très faible². Dès lors, raccorder un nouveau client peut être risqué et coûteux, si jamais ce client décide de rompre son contrat peu après. A cet égard, la volatilité de la clientèle dans la téléphonie mobile peut inciter un entrant potentiel à une certaine prudence.

Si la concurrence dans la boucle locale est aujourd'hui très faible, les enjeux sont néanmoins importants. Tout d'abord, les revenus de la téléphonie locale (abonnement, frais de connexion, appels locaux) représentent entre 30 et 40% des revenus totaux de l'industrie (d'après "Access networks and regulatory measures : an interim report for DGXIII", David Lewin, John Matthews, Ovum, juillet 1998). Selon l'Autorité de régulation des télécommunications (ART), la valeur de ce marché pour la France était, en 1999, de 56 milliards de francs. Ensuite, l'accès à la boucle locale donne à un opérateur la maîtrise de la relation commerciale avec le client. Enfin, le développement de certains nouveaux services nécessite un accès à la boucle locale. C'est le cas, en particulier, pour l'accès à Internet haut débit.

Le développement d'une concurrence dans la boucle locale constitue donc aujourd'hui un des premiers enjeux pour les autorités de régulation. En France, l'ART en a fait un de ses chantiers majeurs³. Au niveau européen, la Recommandation sur le dégroupage de la boucle locale, publiée par la Commission le 26 avril 2000, souligne qu'il est important de stimuler rapidement la concurrence sur ce marché.

Il existe différents moyens pour entrer sur le marché de la boucle locale. Tout d'abord, un nouvel entrant peut utiliser des infrastructures alternatives (comme un réseau câblé ou un réseau mobile) ou en construire de nouvelles. L'autorité de régulation peut alors stimuler le développement de ces infrastructures en facilitant l'obtention des licences et en réduisant le

² Calhoun [1992] estime que la valeur de revente des câbles de cuivre est nulle, car le prix de vente du cuivre est inférieur à ce qu'il coûte d'extraire le cuivre des infrastructures de génie civil.

³ Cf. "Les enjeux de la boucle locale : intervention de Jean-Michel Hubert, Président de l'Autorité de régulation des télécommunications, à Multimédiaville, 25 juin 1999", <http://www.art-telecom.fr/communiqués/discours/multim.htm>.

prix. Dans certains pays (par exemple, aux Etats-Unis ou au Royaume-Uni), l'autorité de régulation impose à l'opérateur historique de "revendre" ses services d'abonnement et de trafic local aux fournisseurs de services en leur accordant un rabais sur le tarif de détail (aux Etats-Unis, ce rabais est compris entre 17 et 25%). La revente permet d'entrer sur le marché local sans déployer d'infrastructure, réduisant ainsi le coût d'entrée. Cependant, le nouvel entrant dépend fortement de l'opérateur local dominant pour ce qui concerne sa politique tarifaire ou la qualité de service (la différenciation est difficile).

Dans certains pays (Etats-Unis, Allemagne, etc.), l'autorité de régulation impose également à l'opérateur historique de louer aux nouveaux entrants ses lignes d'abonné à un tarif qui reflète les coûts. Ceux-ci peuvent aller installer leurs propres équipements de boucle locale pour offrir aux clients des services de téléphonie locale ou d'accès à Internet haut débit. Suite à la Recommandation de la Commission, ce dispositif réglementaire, qui porte le nom de "dégroupe de la boucle locale", devrait entrer en vigueur dans la plupart des pays européens d'ici 2001. Si la location d'une ligne d'abonné permet à un nouvel opérateur d'entrer progressivement sur le marché local en déployant graduellement des infrastructures propriétaires, le dégroupage est un processus particulièrement complexe. En outre, les services proposés par le nouvel entrant reposent sur la même technologie d'accès que l'opérateur historique ; les possibilités de différenciation sont donc limitées. On en conclut que seul le déploiement d'infrastructures en propre offre à un nouvel entrant l'autonomie suffisante pour se développer dans le long terme sur le marché local.

Le progrès rapide des technologies hertziennes (la "boucle locale radio") pourrait modifier les conditions d'entrée dans la boucle locale. Il existe plusieurs technologies de boucle locale radio. Pour simplifier, nous utiliserons le terme de "boucle locale radio" pour désigner une solution technique qui utilise en totalité ou en partie la transmission hertzienne pour réaliser la connexion entre l'abonné et le commutateur d'attache.

Alors qu'il n'y avait, en dehors des réseaux mobiles, que 50 boucles locales radio dans le monde en 1996, on en dénombrait 130 en 1997 et la plupart des analystes s'entendent sur le chiffre de 200 millions de lignes radioélectriques aux alentours de l'an 2000⁴. Selon le cabinet de consultants Allied Business Intelligence⁵, le marché de l'infrastructure pour les boucles

⁴ "Mobility in the Local Loop : A Case of Mistaken Identity", *Mobile Communications International*, septembre 1997, pp. 79-84. Selon le scénario 'modéré' proposé par Allied Business Intelligence, il y aurait 197 millions d'abonnés en 2006.

⁵ D'après "Wireless Local Loop Business to Boom", *Mobile Communications International*, octobre 1997, p. 6 et "WLL cuts the wire", *Global Telephony*, mai 1998, pp. 20-28.

locales radio représentera 100 milliards de dollars en 2006. Ces prévisions sont confirmées par les stratégies d'acteurs : de plus en plus d'opérateurs choisissent de raccorder leurs abonnés par voie hertzienne ou envisagent de le faire. Par exemple, Atlantic Telecom opère, depuis quelques années, des boucles locales radio au Royaume-Uni. Pour ce qui est de la France, l'ART a publié en juillet 2000 les résultats des appels à candidature pour l'attribution de cinquante-quatre licences de boucle locale radio (deux licences nationales et deux licences régionales par région) ; les arrêtés ministériels pour l'attribution de ces licences devraient être publiés en octobre 2000. Pourtant, malgré ces quelques exemples, la boucle locale radio reste souvent circonscrite aux pays en voie de développement. Alors que de nombreux auteurs insistent sur les atouts importants des technologies radio pour concurrencer les opérateurs en place, les quelques nouveaux entrants qui ont choisi cette technologie ont obtenu des résultats mitigés : au Royaume-Uni, l'opérateur Ionica a fait faillite, tandis que l'opérateur Atlantic Telecom n'annonçait que 24 400 clients au 31 mars 1999. Par ailleurs, les analystes prévoient que, dans les années à venir, les boucles locales radio seront principalement construites dans les pays en voie de développement⁶ : Allied Business Intelligence estime ainsi qu'en 2006, 84% des abonnés à une boucle locale radio résideront dans ces pays⁷. Face à ces incertitudes, on peut légitimement se poser la question suivante : l'entrée par la boucle locale radio est-elle une stratégie viable pour un nouvel opérateur ? L'objet de cet article est de répondre à cette question.

Nous considérons le cadre d'analyse suivant : un opérateur installé (par exemple, France Télécom) exploite des boucles locales filaires. Nous étudions alors les perspectives d'un opérateur concurrent qui déploierait des boucles locales radio. Cet opérateur peut être un nouvel entrant sans infrastructures ou disposer déjà d'infrastructures en propre (comme un réseau câblé ou un réseau mobile).

Dans la section 2, nous comparons boucle locale radio et boucle locale filaire, afin de déterminer les caractéristiques de la concurrence entre les réseaux d'accès filaire de l'opérateur en place et les réseaux d'accès hertziens du nouvel entrant. Cette analyse est valide que l'on compare une boucle locale filaire à une bande locale radio bas débit (pour la téléphonie, le fax, l'Internet bas débit) ou une boucle locale filaire haut débit (adaptée pour les

⁶ Dans les pays en voie de développement (Europe de l'Est, Asie, Afrique, Amérique du Sud...), l'enjeu est de construire rapidement et à moindre coût des réseaux d'accès pour satisfaire une demande en attente très forte et pour aider au développement économique (la fourniture du service téléphonique dans les zones industrielles conditionne leur développement). La boucle locale radio est la solution technique la plus rapide à mettre en œuvre (cf. section 2.3).

⁷ Cf. "Wireless Local Loop Business to Boom", *Mobile Communications International*, octobre 1997, p. 6.

services haut débit au moyen d'équipements ADSL⁸, par exemple) à une boucle locale radio haut débit (pour l'Internet haut débit, etc.). Nous montrons que, par rapport aux réseaux filaires, la boucle locale radio présente cinq caractéristiques importantes : (1) alors que les technologies filaires offrent un accès dédié à l'abonné (la ressource étant le fil), les technologies hertziennes offrent un accès partagé (la ressource étant le spectre) ; (2) les technologies hertziennes possèdent un avantage de coût par rapport aux technologies filaires ; (3) il existe un axe de différenciation verticale entre la boucle locale radio et la boucle locale filaire ; (4) les technologies hertziennes sont soumises à un fort progrès technique ; (5) il est plus facile de déployer un réseau hertzien qu'un réseau filaire. Ces cinq caractéristiques justifient que la boucle locale radio soit une technologie adaptée pour un nouvel entrant. Dans la section 3, nous décrivons le positionnement des technologies de boucle locale radio par rapport aux deux axes de différenciation (coût et qualité) et nous discutons des avantages et inconvénients d'une standardisation. Dans la section 4, en utilisant les analyses de la section 2, nous identifions deux stratégies d'entrée génériques pour un nouvel entrant qui choisirait de déployer des boucles locales radio. D'une part, un nouvel entrant peut choisir d'offrir un service comparable au service existant (concurrence frontale). Dans ce cas, l'avantage concurrentiel qu'apporte la boucle locale radio provient d'un coût complet par ligne d'abonné plus faible que pour les réseaux filaires. D'autre part, un nouvel entrant peut envisager d'offrir un service téléphonique de meilleure qualité (différencié verticalement), par exemple en offrant un service de mobilité. Dans la section 5, nous étudions si l'entrée par la boucle locale radio est une stratégie viable pour un nouvel opérateur, en prenant en compte les conditions d'entrée dans la boucle locale. La section 6 conclut cet article.

2. Concurrence technologique : réseaux filaires contre réseaux hertziens

L'objet de cette section est de déterminer les caractéristiques de la concurrence entre un opérateur en place, exploitant des réseaux d'accès filaire, et un nouvel entrant, qui choisirait d'exploiter des réseaux d'accès hertziens. Pour ce faire, nous comparons le coût, la qualité de service et les caractéristiques de déploiement pour une boucle locale radio et pour une boucle locale filaire. Cette analyse qualitative est valide que l'on compare une boucle locale filaire à une boucle locale radio bas débit (pour les services bas débit comme le téléphone ou le fax) ou une boucle locale filaire haut débit à une boucle locale radio haut débit (pour les services haut débit comme l'Internet rapide). Elle est également valide que le réseau offre un accès

⁸ La technologie ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line) permet d'offrir des débits élevés (jusqu'à 2Mb/s) sur une ligne d'abonné en cuivre.

fixe ou un accès mobile. Pour commencer, nous présentons une définition technique de la boucle locale filaire et de la boucle locale radio.

L'architecture technique d'une boucle locale radio est sensiblement différente de celle d'une boucle locale filaire. Vue de l'abonné, la **boucle locale filaire** est une paire de fils de cuivre qui connecte son équipement téléphonique au commutateur de rattachement.

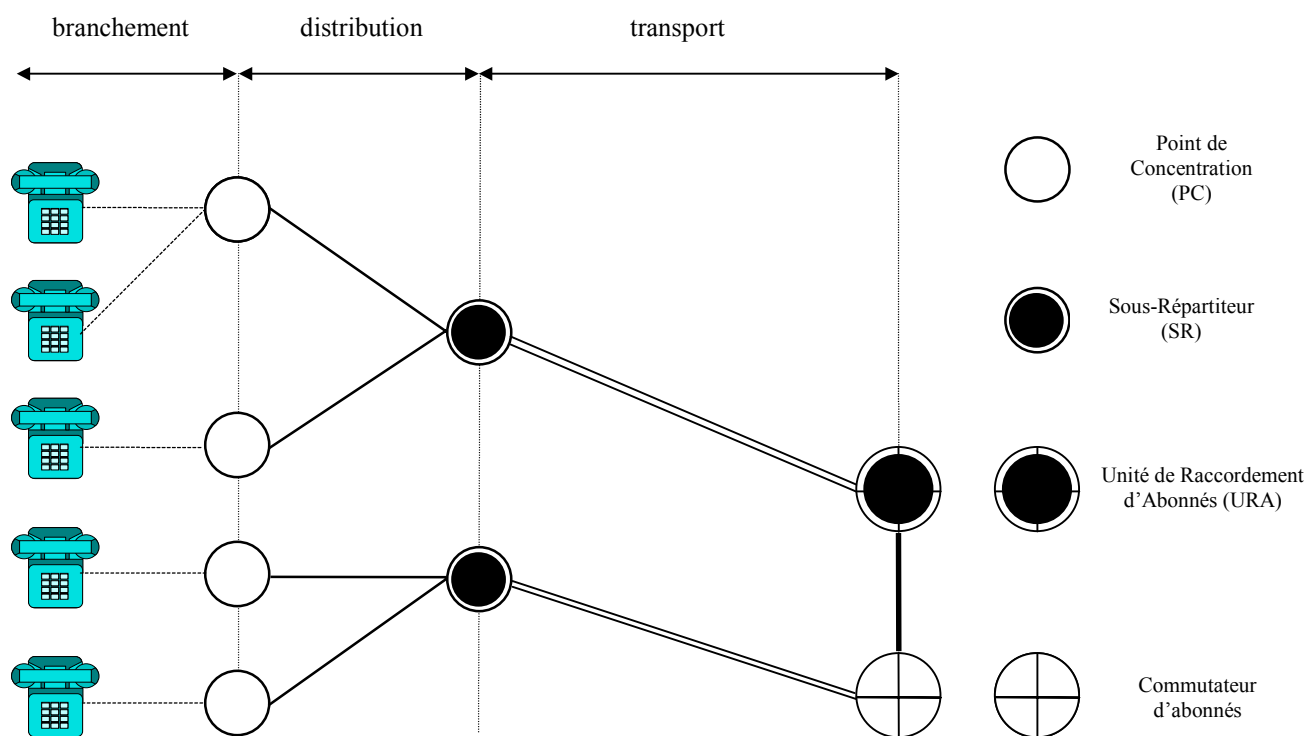


Figure 1 : La boucle locale filaire

La figure 1 présente l'architecture générique de la boucle locale filaire dans le réseau de France Télécom. La frontière entre boucle locale et réseau général se situe au niveau de l'Unité de Raccordement d'Abonnés (URA), qui peut être soit locale (c'est-à-dire intégrée au commutateur d'abonnés), soit distante. Dans le cas d'une boucle locale filaire ADSL, un multiplexeur haut débit (le DSLAM, Digital Subscriber Line Access Multiplexer) remplace l'URA.

La **boucle locale radio** substitue, sur une partie de la boucle locale filaire et en partant de l'installation de l'abonné, une liaison hertzienne à la liaison par câble. Cette liaison hertzienne est alors assurée, du côté du réseau, par une antenne radioélectrique et, du côté de l'abonné,

par un émetteur/récepteur (antenne et terminal abonné). Par exemple, sur la figure 2, la partie branchement est réalisée par une liaison hertzienne (mais d'autres architectures sont possibles).

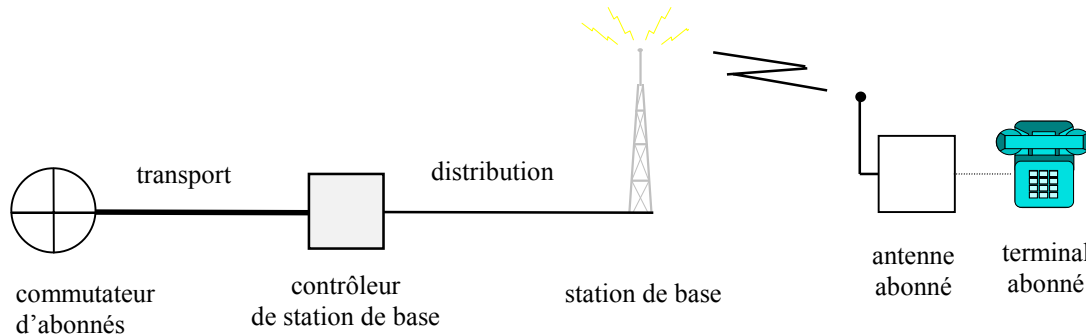


Figure 2 : La boucle locale radio à accès fixe (un exemple d'architecture)

Caractéristique 1. *Dans une boucle locale radio, l'accès est une ressource partagée, et non dédiée.*

Dans une boucle locale filaire, la ressource allouée à un abonné (un câble de cuivre) lui est relativement **dédiée** (même si les abonnés partagent certaines infrastructures de génie civil, ainsi que les équipements passifs du réseau d'accès). Dans le cas de la boucle locale radio, la ressource (le spectre) est au contraire **partagée** avec les autres abonnés. Cet aspect a une importance particulière lorsqu'un client décide de résilier son abonnement. Dans le cas d'un réseau filaire, la ligne qui avait été allouée à ce client ne peut pas être allouée à d'autres clients. Par contre, dans le cas d'un réseau hertzien, les fréquences qui étaient occupées peuvent être immédiatement allouées à d'autres clients. Pour un nouvel entrant, la boucle locale radio permet donc une gestion plus souple et moins risquée de la clientèle qu'une boucle locale filaire. Dans le cas des services haut débit, la caractéristique 1 implique également que les clients d'une boucle locale haut débit partagent la bande passante (et donc le débit) disponible, tandis que les clients d'une boucle locale filaire haut débit disposent chacun d'une capacité relativement dédiée.

Dans ce qui suit, nous étudions comment les différences d'architecture entre une boucle locale filaire et une boucle locale radio influent sur (1) les coûts de capital et de fonctionnement, (2) la qualité des services offerts et (3) le déploiement d'un réseau d'accès.

2.1. Le coût d'une boucle locale radio

Dans un premier temps, nous comparons le coût d'une boucle locale filaire et le coût d'une boucle locale radio. Puis, dans un deuxième temps, nous discutons de l'évolution de ces coûts.

2.1.1. Comparaison du coût d'une boucle locale filaire et d'une boucle locale radio

Nous comparons successivement les coûts de capital, les coûts de fonctionnement et le coût des ressources utilisées (emplacement public, spectre hertzien) pour une boucle locale filaire et une boucle locale radio.

2.1.1.a. Coûts directs de capital

De nombreux auteurs avancent que le coût par ligne pour une boucle locale radio peut être sensiblement plus faible que le coût par ligne pour une boucle locale filaire. Par exemple, Armstrong et Fuhr [1993] estiment qu'aux Etats-Unis, le coût par ligne d'une boucle locale filaire est compris entre 700\$ et 1200\$. Pour une boucle locale radio bas débit, le coût d'investissement serait compris entre 200\$ et 500\$ par ligne. Ces valeurs ne tiennent pas compte du coût du terminal - qui peut être élevé - et du coût pour l'utilisation des fréquences ; Postlethwaite [1995] parle de 1000\$ par ligne tout compris. Néanmoins, la plupart des auteurs reconnaissent que la boucle locale radio n'offre pas un avantage de coût dans toutes les zones d'habitation. Ainsi, Trinkwon [1997] estime que le coût d'une boucle locale radio est inférieur au coût d'une boucle locale filaire pour des boucles locales de plus de 2 à 3 km, en déploiement urbain, suburbain ou rural, ou lorsque le taux de pénétration est inférieur à 60%⁹. Le coût d'une boucle locale filaire est inférieur au coût de la boucle locale radio lorsque la densité d'abonnés est élevée ou lorsque le taux de pénétration et la densité de trafic sont très élevés (par exemple, pour les abonnés professionnels et les entreprises). Certains auteurs citent le chiffre de 882 abonnés/km² comme seuil¹⁰. Cette analyse semble également valide pour les technologies haut débit.

Pour comprendre où réside l'avantage de coût de la boucle locale radio, il est utile de préciser le lien entre l'architecture du réseau d'accès et le coût de capital associé. Pour ce qui concerne la **boucle locale filaire**, le coût de capital croît avec la longueur de l'infrastructure (génie civil

⁹ En France, 66% des abonnés sont raccordés à des boucles de moins de 3 km.

¹⁰ Cf. "The wireless local loop : A matter of simple economics", *Telephony*, 3 juin 1996, pp. 60-66.

et câbles) ; la fonction de coût de cette technologie présente donc des économies de densité. Par contre, le coût d'une boucle locale filaire est relativement indépendant du trafic. Pour ce qui concerne la **boucle locale radio**, le coût de capital est relativement indépendant des distances et dépend principalement du nombre de stations de base (c'est-à-dire, d'antennes) à installer. Le nombre de stations de base dépend, quant à lui, du trafic anticipé, de la bande de fréquences disponible, des caractéristiques du système radio utilisé, etc. Le tableau 2 ci-dessous résume les différences des structures de coût de capital pour une boucle locale filaire et pour une boucle locale radio.

	Boucle locale filaire	Boucle locale radio
Economies de densité	Oui	Non
Coût fonction du trafic abonné	Non	Oui
Valeur résiduelle/de revente	Non	Oui
Ressource	Sol	Spectre
Coût de la ressource	Location des emplacements	Tarifification des fréquences

Tableau 2 : Structure de coût d'une boucle locale filaire/radio

Les systèmes hertziens ont donc un avantage de coût pour des densités d'abonnés (ou de trafic) relativement faibles. Dans les zones à forte densité d'abonnés ou de trafic, la boucle locale filaire reste la solution technique la moins coûteuse. Enfin, notons que la structure de coût d'un réseau mobile est identique à celle d'un réseau radio fixe. Cependant, le coût d'un réseau mobile sera plus élevé car le traitement de la fonction de mobilité nécessite l'utilisation de bases de données dont le coût est relativement élevé.

2.1.1.b. Coûts de fonctionnement

La plupart des auteurs avancent que les coûts de fonctionnement sont plus faibles pour une boucle locale radio que pour une boucle locale filaire. Par exemple, Safertal [1997] estime que les coûts opérationnels sont inférieurs de 30 à 50%. Deux arguments justifient que les coûts de fonctionnement soient plus faibles. Tout d'abord, il semble que la boucle locale radio soit moins vulnérable aux dommages causés par les animaux, les orages, les travaux publics, etc. Par ailleurs, la maintenance des installations et leur réparation éventuelle sont concentrées sur des sites bien précis : la station de base et l'installation chez l'abonné. A priori, il est donc plus rapide d'identifier la panne et plus facile d'intervenir.

2.1.1.c. Coûts des ressources

La boucle locale, qu'elle soit filaire ou hertzienne, utilise une ressource pour véhiculer les communications. Dans le cas de la boucle locale filaire, les lignes (aériennes, enterrées ou en conduites) traversent des emplacements publics ou privés. Dans le cas de la boucle locale radio, l'opérateur occupe une bande de fréquences sur le spectre, ainsi que certains emplacements publics ou privés (en particulier, pour l'installation des stations de base). Dans les deux cas, l'opérateur peut avoir à payer un droit de passage ou d'occupation. Dans le cas de la boucle locale filaire, ce droit se négocie avec les autorités locales ou les propriétaires privés. Dans le cas de la boucle locale radio, l'occupation d'une bande de fréquences est soumise à autorisation du régulateur ou du gouvernement.

Comparer le coût des droits d'occupation pour une boucle locale radio et pour une boucle locale filaire est un exercice difficile. Dans le cas où le coût d'occupation d'une bande de fréquences reste faible, la boucle locale radio possède a priori un avantage de coût sur la boucle locale filaire. Cela sera généralement le cas lors d'une attribution par soumission comparative, si le coût de la licence est peu élevé. Néanmoins, l'avantage de la boucle locale radio diminue à mesure que le coût des fréquences augmente. En particulier, une attribution de licences par enchère peut conduire à un coût du spectre très élevé. La procédure d'attribution utilisée pour attribuer des licences de boucle locale radio (soumission comparative sans droit d'entrée ou enchères) aura donc un impact sur le coût d'entrée des entrants potentiels. En Europe, seuls quatre pays ont retenu la procédure d'enchères pour attribuer les licences de boucle locale radio large bande (le Royaume-Uni, l'Autriche, les Pays-Bas et la Suisse). Les autres pays ont opté pour une procédure d'attribution par soumission comparative.

Dans les paragraphes précédents, nous avons montré que le coût de capital d'une boucle locale radio était inférieur au coût de capital d'une boucle locale filaire, au moins dans certains types de zones. De plus, comme les coûts de fonctionnement sont inférieurs ou égaux à ceux d'un réseau filaire, nous pouvons en déduire que le coût complet d'une ligne d'accès radio peut, dans certains contextes, être inférieur au coût complet d'une ligne filaire. S'il est élevé, le coût des licences hertziennes peut limiter les perspectives de déploiement des boucles locales radio.

Caractéristique 2. *La boucle locale radio possède un avantage de coût par rapport à la boucle locale filaire, au moins dans les zones à faible densité de population ou de trafic.*

Nous montrons ci-dessous qu'un progrès technologique continu devrait accroître cet avantage.

2.1.2. Evolution des coûts

Les technologies de boucle locale radio sont soumises à un fort progrès technique. En effet, les systèmes hertziens contiennent une proportion importante de composants électroniques. Ceci a deux conséquences. D'une part, la baisse continue du prix des composants réduit le coût des systèmes hertziens. D'autre part, l'augmentation de la puissance des processeurs de calcul permet d'employer des algorithmes plus efficaces et d'obtenir ainsi de meilleures performances en terme de capacité ; consécutivement, ceci permet d'abaisser le coût d'une ligne d'abonné. La combinaison de ces deux effets devrait induire une forte baisse des coûts : le cabinet de consultants Yankee Group estime ainsi que le coût de capital par ligne en 2001 sera inférieur de 40% au niveau observé en 1996 (1000\$ par ligne)¹¹.

Caractéristique 3. *Le coût par ligne d'une boucle locale radio décroît dans le temps, du fait d'un progrès technologique continu.*

Par contre, le prix des deux inputs les plus importants pour une boucle locale filaire (le cuivre et la main d'œuvre) ne devrait pas baisser, mais plutôt augmenter en fonction de l'inflation. Par conséquent, l'avantage de coût de la boucle locale radio devrait s'accroître. Pour ce qui est de la boucle locale filaire haut débit, le coût des multiplexeurs (DSLAM) devrait bénéficier d'un progrès technique de même amplitude que les systèmes hertziens. Le coût d'une ligne filaire haut débit devrait donc diminuer, mais moins fortement que le coût d'une ligne radio haut débit.

2.2. Le niveau de qualité

Nous distinguons deux dimensions pour la qualité du service offert aux consommateurs : (1) la qualité des communications et (2) le degré de mobilité.

2.2.1. La qualité des "communications"

Pour un réseau bas débit (téléphonie, fax, etc.), la qualité des communications dépend principalement de deux facteurs : d'une part, le taux de blocage, c'est-à-dire le pourcentage de communications non acheminées ; et d'autre part, la qualité des signaux transmis, mesurée par exemple par le taux de compression de la voix, et fonction du débit offert sur le réseau. Dans

¹¹ Cf. "Opening the loop", *Mobile Europe*, décembre 1997.

le cas d'un réseau d'accès haut débit, la qualité des communications peut être assimilée au débit de transmission des données.

Dans un réseau d'accès filaire, bas débit ou haut débit, le débit offert aux utilisateurs a un impact négligeable sur le coût du système. Ce n'est pas le cas pour un réseau d'accès hertzien : comme la capacité offerte diminue lorsque le niveau de qualité augmente, le coût unitaire pour un système radio est d'autant plus important que la qualité offerte est élevée. Le concepteur d'une boucle locale radio doit donc arbitrer entre qualité des communications et coût (ou capacité) du système.

Beaucoup d'auteurs insistent sur le fait que la qualité de service sur un réseau hertzien doit nécessairement être de même niveau que sur le réseau fixe. Or, le développement de la téléphonie sur Internet ou de la téléphonie mobile montre que les consommateurs sont prêts à accepter une qualité dégradée si le prix des communications est plus faible (cas, pour l'instant, de la téléphonie sur Internet) ou si un service supplémentaire leur est offert (par exemple, la mobilité dans le cas de la téléphonie mobile)¹². Par ailleurs, un opérateur pourrait choisir d'offrir un service de meilleure qualité sur son réseau d'accès radio (en terme de débit). La qualité des " communications " (ou le débit de transmission des données) constitue donc bien un **axe de différenciation verticale** pour la boucle locale radio.

2.2.2. La mobilité

On peut identifier trois niveaux de mobilité pour la boucle locale radio :

- Accès fixe (pas de différenciation). La boucle locale radio est équivalente, pour l'utilisateur, à une boucle locale filaire.
- Mobilité limitée (différenciation faible). La mobilité est assurée autour du domicile de l'abonné. Dans cette zone, l'abonné peut émettre et recevoir des appels. Il n'est pas possible de sortir de la zone sans couper la communication.

¹² Par exemple, Hugues Network System a installé un système combiné TDMA et E-TDMA, au Tatarstan, en Russie (Cf. " The wireless future : Emergent markets ", S.B. Swensrud II et J.P. Friedman, *Mobile Communications International*, printemps 1994, pp. 3-6). La demande est segmentée en deux groupes : (a) les utilisateurs mobiles ('premium mobile') utilisent le réseau TDMA dont la qualité est bonne ; (b) les abonnés fixes utilisent le réseau E-TDMA, qui a été conçu pour une forte compression de la voix (la qualité est donc médiocre).

- Mobilité totale (différenciation forte). Le service proposé est équivalent à un service de téléphonie cellulaire. Le système gère le changement de zone.

Le choix d'un niveau de mobilité a un impact sur le coût du réseau d'accès. En effet, la gestion de la mobilité nécessite des équipements supplémentaires (calculateurs, bases de données, etc.) pour gérer les déplacements des utilisateurs à l'intérieur des zones (mobilité limitée) ou entre les zones (mobilité totale). Le coût d'un système à mobilité limitée ou totale est donc supérieur au coût d'un système à accès fixe.

Du côté de l'utilisateur, la mobilité représente un avantage, mais elle augmente le coût de l'équipement terminal. D'autre part, la mobilité dans la boucle locale a peu d'intérêt si la couverture est faible, car alors les abonnés ne peuvent pas toujours en bénéficier. C'est particulièrement vrai si l'opérateur veut offrir une mobilité totale. Donc, plus de mobilité exige plus de couverture, c'est-à-dire plus de stations de base. Le tableau 4 ci-dessous résume les caractéristiques d'une solution fixe et d'une solution mobile.

Solution fixe	Solution mobile
Couverture uniquement dans les zones où se trouve la demande.	Avant l'ouverture du service, la couverture doit être plus large que pour une solution fixe.
Déploiement progressif (en fonction de la demande).	La couverture doit être étendue rapidement, avant que la demande ne se révèle.
La capacité des stations de base est établie en fonction du nombre d'abonnés (connu).	La capacité des stations de base est établie en fonction du trafic aux heures de pointe.
Puissance de transmission plus faible (donc, moins coûteuse).	Puissance de transmission plus forte (donc, plus coûteuse).

Tableau 4 : Caractéristiques comparées d'une boucle locale radio fixe et d'une boucle locale radio mobile

L'analyse des deux dimensions de la qualité (débit offert et degré de mobilité) montre qu'il existe un axe de différenciation verticale entre réseaux filaires et réseaux hertziens.

Caractéristique 4. *Il existe un axe de différenciation verticale pour la boucle locale radio, allant d'un niveau de qualité inférieur à celui d'une boucle locale filaire, à un niveau de qualité supérieur.*

Notons que le coût du système radio est fonction croissante du niveau de qualité choisi.

2.3. Le déploiement d'une boucle locale radio

Il est souvent avancé qu'une boucle locale radio se déploie plus rapidement qu'une boucle locale filaire (par exemple, cf. Calhoun [1992]). La boucle locale radio offrirait également plus de flexibilité pour s'adapter aux variations de la demande.

Une boucle locale radio est plus rapide à déployer qu'une boucle locale filaire

Plusieurs exemples de déploiement d'infrastructure montrent qu'une fois les autorisations nécessaires obtenues (droits de passage, allocation d'une bande de fréquences), une boucle locale radio est mise en place plus rapidement qu'une boucle locale filaire. Ceci s'explique principalement par le fait qu'un système hertzien nécessite moins de travaux de génie civil qu'un système filaire. Par exemple, en Hongrie, l'opérateur historique, Matav, a choisi la technologie radio pour pouvoir déployer son réseau dans les délais fixés par le régulateur¹³. Portugal Telecom indique, pour sa part, que lors du déploiement d'une boucle locale radio au sud du Portugal, un mois seulement s'est écoulé entre le début de l'installation et le raccordement des premiers abonnés. Cependant, les délais pour obtenir toutes les autorisations nécessaires s'ajoutent aux délais de déploiement du réseau. Dans l'exemple précité, il a ainsi fallu plusieurs mois à Portugal Telecom pour recevoir l'autorisation du régulateur portugais.

La boucle locale radio offre plus de flexibilité que la boucle locale filaire

On considère également souvent que les technologies radio offrent plus de flexibilité pour un opérateur de boucle locale que les technologies filaires¹⁴. Dans un réseau d'accès filaire, il est préférable de prévoir tous les abonnés futurs, car il est difficile et coûteux de revenir à chaque nouvelle demande pour installer une nouvelle ligne. Par contre, dans un réseau d'accès hertzien, il est possible d'augmenter la capacité du système au fur et à mesure, et ce à moindre coût. L'investissement est donc réparti dans le temps, sur plusieurs périodes, en fonction de l'arrivée de nouveaux consommateurs. Cette flexibilité est particulièrement intéressante lorsque la croissance de la demande est incertaine. Néanmoins, même si la boucle locale radio permet une gestion en "flux tendu" des abonnés, cette stratégie n'est pas nécessairement optimale, lorsque la croissance de la demande est imprévisible.

¹³ "WLL : Still many technical uncertainties on rapidly developing markets", *Local Loop Report*, octobre 1996, p. 5.

¹⁴ Cf. "The Wireless Local Loop : A Matter of Simple Economics", *Telephony*, 3 juin 1996, pp. 60-66.

Caractéristique 5. *Une boucle locale radio est plus rapide à déployer et offre plus de flexibilité qu'une boucle locale filaire.*

Pour un nouvel entrant, la caractéristique 5 représente un avantage car (a) les premiers revenus sont réalisés rapidement ; (b) des obligations de qualité de service ou des pressions politiques peuvent imposer des délais pour le déploiement du réseau ; (c) un système radio permet de satisfaire plus rapidement une nouvelle demande.

Les caractéristiques 1 à 5 des technologies hertziennes **justifient qu'un entrant potentiel adopte une technologie radio pour entrer dans la boucle locale**, en particulier dans les zones à faible densité de population ou de trafic. Ce choix technique étant acquis, nous envisageons maintenant les différentes stratégies d'entrée possibles. Nous commençons par donner un bref aperçu des technologies radio disponibles.

3. Les technologies et les acteurs

Vues des opérateurs, **les technologies de boucle locale radio sont des innovations relativement exogènes** : les équipementiers développent les technologies ; les opérateurs les déploient ou les expérimentent. De nombreux constructeurs proposent aujourd'hui des boucles locales radio, mais en pratique, seuls quelques-uns produisent des systèmes radio en quantités non négligeables (les leaders sur ce marché sont aujourd'hui Lucent, Bosch, Nortel et Alcatel). Certains systèmes radio s'appuient sur les technologies cellulaires, qu'elles soient analogiques (AMPS, TACS, ETACS, NMT, etc.) ou numériques (GSM, DECT, PHS, CDMA, etc.). Si, du fait du succès des services mobiles dans le monde, ces technologies bénéficient d'effets d'expérience et d'économies d'échelle importants, elles s'avèrent peu adaptées pour fournir un service téléphonique équivalent au service filaire classique. D'autres constructeurs proposent des technologies propriétaires, plus adaptées à la boucle locale radio. Enfin, les technologies radio haut débit (MMDS, LMDS, UMTS, etc.) sont encore relativement dans l'enfance. Le tableau 5 ci-dessous propose une classification de ces technologies de boucle locale radio en fonction du coût d'une ligne d'abonné et du niveau de service offert.

Le nombre élevé de technologies concurrentes pour la boucle locale radio pose le problème de la définition ou non d'un standard. Pour l'heure, aucun standard ne s'est imposé. Par exemple, dans le cas des technologies bas débit, les technologies les plus utilisées sont des technologies propriétaires (par exemple, la technologie « Proximity » de Nortel). Si elle permettrait de

réaliser des économies d'échelle importantes, la définition d'un standard pose néanmoins plusieurs problèmes. D'une part, une bande de fréquences devrait être allouée au niveau international pour la boucle locale radio : une telle procédure d'allocation est délicate à mettre en œuvre. D'autre part, la multiplicité des stratégies et des environnements possibles conduit les opérateurs de boucles locales à choisir des solutions techniques très différentes, ce qui serait difficile avec un standard unique. Enfin, le progrès technologique rapide que l'on observe pour ces technologies incite la plupart des acteurs à attendre de nouveaux développements avant de figer un standard.

	Technologies mobiles de 2^{ème} génération	Technologies sans-fil	Boucle locale radio bande étroite	Boucle locale radio large bande	Technologies mobiles de 3^{ème} génération
Exemple de technologie	GSM	DECT	Proximity (Nortel)	LMDS	UMTS
Mobilité	totale	limitée	nulle	nulle	totale
Qualité des communications	faible	moyenne à bonne	bonne à très bonne	très bonne	bonne à très bonne
Débit	bas débit	moyen débit	moyen débit à RNIS accès de base	haut débit	haut débit
Economies d'échelle (actuellement)	fortes	moyennes	faibles (propriétaires) ou moyennes (sans-fil)	faibles	nulles
Maturité Technologique	grande	grande	moyenne (propriétaires) ou grande (sans-fil)	faible	nulle
Coût par ligne	élevé	moyen	faible	élevé	élevé à très élevé

Tableau 5 : Correspondance entre technologies et services d'accès

4. Les stratégies d'entrée dans la boucle locale

Considérons le contexte suivant. Un opérateur local établi exploite des boucles locales filaires. Un nouvel entrant envisage alors d'entrer sur le marché local pour concurrencer l'opérateur établi, en adoptant une technologie de boucle locale radio. Selon Porter [1990], il existe deux sources d'avantage concurrentiel : (i) avoir des coûts plus faibles que ceux de ses concurrents ; (ii) offrir un bien ou un service différencié par rapport aux biens ou services existants.

Dans le contexte de la boucle locale radio, ces deux types d'avantage concurrentiel se traduisent, pour un entrant potentiel, par deux stratégies différentes. La première stratégie consiste à déployer des boucles locales radio fixes et à concurrencer la firme établie pour le même type de service (bas débit ou haut débit) : la concurrence est *frontale* et l'avantage concurrentiel provient de coûts plus faibles. La seconde stratégie consiste à offrir un service différencié verticalement par rapport au service de l'opérateur en place, au moyen d'une boucle locale radio mobile : la concurrence est alors *intermodale* et l'avantage concurrentiel provient de la différenciation entre le produit de la firme en place et celui du nouvel entrant. Nous discutons ci-dessous les avantages et inconvénients de ces deux stratégies d'entrée.

4.1. Une stratégie de concurrence frontale : la boucle locale radio à accès fixe

Pour un nouvel entrant, la boucle locale radio à accès fixe présente un avantage important par rapport à la boucle locale filaire : dans certains types de zones, la boucle locale radio présente un avantage de coût (ou le présentera à terme, grâce aux améliorations techniques en cours). De plus, la boucle locale radio à accès fixe n'apporte aucun changement pour l'utilisateur : il peut continuer à utiliser un équipement standard (téléphone, fax, Minitel, modem bas débit, etc.) et la qualité des communications peut être très proche de celle d'un réseau filaire. Par contre, les systèmes radio à accès fixe offrent relativement peu de possibilités de différenciation par rapport aux réseaux filaires.

Cette stratégie de concurrence frontale est celle qu'avait choisie l'opérateur de boucle locale radio bas débit Ionica, au Royaume-Uni. Cet opérateur, fondé en 1991, avait obtenu en 1993 une licence d'opérateur local, sans restriction au niveau de la technologie employée. Ionica avait alors choisi d'adopter la boucle locale radio comme technologie d'accès. La stratégie de Ionica a consisté à offrir un service légèrement différencié verticalement par rapport à BT à un prix plus bas que celui de BT. Malgré ce positionnement, Ionica a été incapable d'atteindre les objectifs de pénétration qu'il s'était fixé au départ. Cet opérateur a aujourd'hui disparu.

Son échec s'expliquerait à la fois par des problèmes techniques survenus sur le réseau et par des erreurs dans la stratégie commerciale¹⁵.

4.2. Une stratégie de concurrence intermodale : la boucle locale radio mobile

La mobilité dans la boucle locale permet une différenciation verticale importante. De plus, dans le contexte actuel d'une convergence (substitution) entre services fixe et mobile, la demande pour une mobilité dans la boucle locale pourrait être forte. Néanmoins, un réseau d'accès mobile présente plusieurs inconvénients importants. D'une part, la gestion de la mobilité augmente le coût des systèmes radio. D'autre part, cette solution augmente les coûts de transfert pour les consommateurs (nécessité de changer de terminal, terminal plus coûteux, etc.). Enfin, le nouvel entrant subit la concurrence des opérateurs mobiles que ce soit sur le marché des services bas débit (opérateurs GSM et DCS) ou sur le marché des services haut débit (adaptation des réseaux GSM aux services haut débit grâce à la technologie GPRS). Par conséquent, même si la mobilité permet au nouvel entrant de se différencier de l'opérateur historique, une stratégie de différenciation par la mobilité paraît relativement délicate.

5. L'entrée par la boucle locale radio : quelles perspectives ?

Dans la section 4, nous avons évoqué deux stratégies d'entrée possibles pour un nouvel opérateur de boucle locale radio. Ces stratégies d'entrée sont-elles viables ? Pour pouvoir répondre à cette question, nous commençons par examiner les conditions d'entrée dans la boucle locale.

5.1. Les conditions d'entrée dans la boucle locale

Porter [1990] identifie cinq obstacles à l'entrée : (1) la présence d'économies d'échelle ; (2) des besoins en capitaux importants ; (3) l'accès aux circuits de distribution ; (4) la réglementation ; (5) la présence de coûts de transfert. Ces obstacles sont-ils présents dans le contexte de la boucle locale ?

¹⁵ "Ionica fights to avoid bankruptcy", *Financial Times*, 25 septembre 1998.

5.1.1. Les économies d'échelle

Il est difficile de quantifier les économies d'échelle dans la boucle locale¹⁶. Par ailleurs, alors que les firmes établies sont souvent contraintes de couvrir les zones dans leur totalité, un nouvel entrant peut décider de ne couvrir que les parcelles les plus rentables. *A priori*, d'éventuelles économies d'échelle ne constituent donc pas un obstacle important à l'entrée dans la boucle locale.

5.1.2. Les besoins en capitaux

Il est clair qu'un opérateur qui souhaiterait installer des boucles locales sur toute l'étendue d'un pays aurait besoin de capitaux très importants. Néanmoins, il est raisonnable de penser qu'un nouvel entrant commencera par entrer dans les zones les plus rentables. Le besoin en capitaux est alors plus faible.

5.1.3. L'accès aux circuits de distribution

L'accès aux circuits de distribution ne constitue pas un obstacle à l'entrée. En effet, les opérateurs mobiles concurrents de France Télécom ont su développer rapidement des circuits de distribution alternatifs. Il en serait *a priori* de même pour des opérateurs de boucles locales alternatifs.

5.1.4. La réglementation

Dans le cas de la boucle locale radio, l'obtention de fréquences est un obstacle potentiel. Par exemple, en France, les licences de boucle locale radio devraient être attribuées en octobre 2000. Par ailleurs, en cas de dégroupage de la boucle locale (location de la boucle locale de l'opérateur local historique à un tarif encadré), les perspectives commerciales pour un opérateur de boucle locale radio sont réduites.

¹⁶ Cf. "Access networks and regulatory measures : An interim report for DGXIII", D. Lewin et J. Matthews, Ovum, juillet 1998.

5.1.5. Les coûts de transfert

Il existe différents types de coûts de transfert. Nous reprenons la classification de Klemperer [1995] et nous l'appliquons à la boucle locale. Comme les services haut débit représentent un marché naissant, les consommateurs ne sont généralement pas encore client d'une boucle locale haut débit. L'analyse qui suit concerne donc essentiellement les services bas débit. Pour ce type de services, les exemples qui suivent incitent à penser que les coûts de transfert des consommateurs sont relativement élevés.

◆ Les besoins de compatibilité

Exemple 1 : L'équipement téléphonique. Si la boucle locale radio est fixe, les consommateurs peuvent continuer d'utiliser leur équipement téléphonique (téléphone, fax, modem, etc.) sans problème de compatibilité. Par contre, si la boucle locale radio offre une certaine mobilité, même réduite, les consommateurs seront contraints de changer leurs terminaux : c'est un coût de transfert non négligeable. Par exemple, Ionica, opérateur de boucles locales radio fixes en Grande-Bretagne, insistait sur le fait que ses consommateurs pouvaient continuer à utiliser leur téléphone fixe : le service était 'transparent' pour l'utilisateur.

Exemple 2 : La portabilité du numéro. Sans portabilité, un consommateur qui souhaite changer d'opérateur de boucle locale (bas débit) doit également changer de numéro de téléphone. Cette contrainte représente non seulement un désagrément, mais aussi un coût financier : celui de prévenir tous ses correspondants. Ce coût de transfert peut s'avérer particulièrement élevé pour la clientèle professionnelle. La portabilité est une solution technique qui permet aux consommateurs de conserver leurs numéros de téléphone. Néanmoins, cette solution a un coût qui peut être supporté, *in fine*, par le consommateur¹⁷.

◆ Les coûts de transaction

Exemple 3 : Frais d'ouverture et de fermeture d'un 'compte' chez un opérateur. Changer d'opérateur représente un coût car les opérateurs facturent généralement des frais d'installation. Dans la téléphonie mobile, des frais de fermeture de compte sont aussi facturés au client qui rompt rapidement son contrat.

¹⁷ En France, la Loi de réglementation des télécommunications du 26 juillet 1996 prévoit d'introduire la portabilité en deux étapes. Depuis le 1^{er} janvier 1998, un consommateur peut conserver son numéro s'il change d'opérateur sans déménager. Le principe retenu est que le coût de transfert est à la charge de l'opérateur receveur. A partir du 1^{er} janvier 2001, la portabilité opérateur et géographique devra être disponible.

◆ **La baisse de la ‘qualité’ (crainte ou réelle)**

Exemple 4 : L’incertitude sur la qualité d’un nouvel opérateur. Les consommateurs ont une expérience de leur opérateur local (qualité, services offerts, etc.) et peu ou pas d’expérience des autres opérateurs. Cette incertitude sur la qualité des services concurrents peut constituer un frein au changement d’opérateur local.

◆ **Les coupons de discount et les primes à la fidélité**

Exemple 5 : Les primes à la fidélité. Par exemple, en 1993, Vodafone a introduit un programme de fidélisation. Les abonnés qui dépensaient plus de 750 livres sur un an recevaient deux mois d’abonnement gratuits.

◆ **Les coûts de recherche**

Exemple 6 : La confusion des tarifs. La multiplication des opérateurs, des produits, et des tarifs, ainsi que la création frénétique de nouvelles offres tarifaires contribuent à la confusion des consommateurs. Cette ‘confusion’ augmente les coûts de transfert pour les consommateurs.

5.2. L’entrée par la boucle locale radio

Pour évaluer si une stratégie d’entrée par la boucle locale radio est viable, nous croisons les conditions d’entrée décrites dans la section précédente et les différentes stratégies concurrentielles pour un opérateur rival. En nous appuyant sur différents éléments d’appréciation (observation des stratégies des acteurs, points de vue de la presse spécialisée, etc.), nous en déduisons alors quatre conclusions ‘stylisées’.

1) Aujourd’hui, la boucle locale radio ne semble pas représenter per se un “ vecteur ” d’entrée important.

L’observation des stratégies des entrants potentiels dans les pays industrialisés montre que les perspectives d’entrée par la boucle locale radio restent aujourd’hui limitées. Tout d’abord, il existe peu d’exemples d’entrée par la boucle locale radio. En Europe, les seuls exemples sont Ionica et Atlantic Telecom. Or, Ionica a aujourd’hui disparu et Atlantic Telecom ne couvre

que quelques villes, en Ecosse principalement. D'autre part, les entrants potentiels hésitent sur la viabilité d'une stratégie d'entrée par la boucle locale radio¹⁸. Par exemple, si AT&T a envisagé pendant quelques mois d'installer des boucles locales radio sur tout le territoire américain, ce projet a finalement été abandonné. En Allemagne, Thyssen Telecom AG a expérimenté une boucle locale radio fixe (DECT) et a conclu que la technologie DECT n'offrait pas un avantage de coût suffisant pour pouvoir concurrencer Deutsche Telekom (Göltzer [1997]). Vraisemblablement, c'est aussi l'avis de Cegetel, en France. En effet, les deux expérimentations conduites à Saint-Maur-des-Fossés et à Nice sur la technologie DECT n'ont pas eu de suite. Comme le note la Lettre des Télécommunications du 19 avril 1999¹⁹ : “ *Au final, la boucle locale radio n'aura pas suscité l'enthousiasme que l'on était en droit d'attendre* ”.

Deux raisons expliquent que les incitations à l'entrée sont aujourd'hui relativement faibles. D'une part, les avantages concurrentiels de la boucle locale radio par rapport aux boucles locales filaires sont mesurés. D'autre part, les technologies hertziennes bas débit ne permettent pas d'offrir aux consommateurs des services haut débit. Afin de pouvoir offrir ce type de service, de nombreux opérateurs ont donc préféré attendre les technologies hertziennes haut débit : “ *Un sujet d'inquiétude supplémentaire pour les opérateurs est que s'ils achètent maintenant, ils achètent une technologie qui n'est pas capable de suivre l'évolution future des services* ” (“WLL - breaking down the barriers”, *Mobile Communications International*, mai 1998, pp. 56-57 ; notre traduction). Ceci explique, en partie, pourquoi l'opérateur de boucle locale radio Ionica n'a pas réussi à trouver d'investisseurs pour financer le développement de son réseau (incapable d'offrir ces services haut débit) : “ *Anticipant le multimédia, [les investisseurs] veulent que les opérateurs fournissent des accès haut débit aux foyers de façon à ce que les consommateurs puissent télécharger des films et des jeux sur Internet ou encore installer des visiophones* ” (“How Ionica got its circuits jammed”, *Business Week*, september 7, 1998 ; notre traduction).

Néanmoins, la boucle locale radio offre des perspectives d'entrée sur certains marchés, comme le marché des professionnels ou celui des entreprises. Ainsi, aux Etats-Unis, quelques opérateurs (Winstar, Teligent) ont installé des boucles locales radio haut débit et proposent désormais des services de voix et données haut débit à une clientèle essentiellement professionnelle. Dans la plupart des pays européens, des licences de boucle locale radio haut débit devraient être accordées dans le courant de l'année 2000.

¹⁸ Cf. “WLL market : hope for SMES, despair for residential”, *Local Loop Report*, mai 1998, p. 8.

¹⁹ “La boucle locale radio accuse un sérieux retard et suscite peu d'enthousiasme”, *La Lettre des Télécommunications*, n°33, 19 avril 1999, pp. 1-4.

2) A terme, la boucle locale radio peut représenter un vecteur d'entrée important sur le marché local.

Si les technologies hertziennes n'offrent, dans l'immédiat, que la perspective d'une entrée limitée sur la boucle locale, le progrès technique important dont bénéficient ces technologies va permettre d'augmenter rapidement la performance des systèmes hertziens et d'en réduire les coûts. A moyen terme, la boucle locale radio pourrait donc représenter une forte menace d'entrée pour les opérateurs en place.

3) L'entrée par la boucle locale radio peut être viable si l'entrant a la possibilité de réaliser des économies d'envergure ou, dans une moindre mesure, si la boucle locale filaire de l'opérateur historique est dégroupée.

■ *Les économies d'envergure*

Pour les opérateurs longue distance, l'accès à la boucle locale permet de se positionner comme un "guichet unique" pour les consommateurs et de verrouiller ainsi leur clientèle. De plus, cet accès leur permet de bénéficier d'économies d'envergure entre accès et trafic.

Pour les opérateurs mobiles, l'accès à la boucle locale fixe peut également représenter une source de profit. Deux voies sont possibles. Tout d'abord, un opérateur mobile peut déployer un réseau de boucle locale radio et utiliser les commutateurs de son réseau mobile. En effet, il semble que les pics d'usage en téléphonie fixe et en téléphonie mobile se produisent à des moments différents de la journée²⁰. Les abonnés fixes représenteraient donc une solution efficace pour utiliser la capacité de commutation en excès. Néanmoins, l'opérateur mobile devrait au préalable obtenir une licence d'opérateur de boucle locale radio²¹. La seconde voie consiste à utiliser le réseau mobile existant (en particulier, les stations radio) pour offrir un accès téléphonique fixe. En France, l'opérateur mobile Bouygues Telecom prévoit ainsi de lancer commercialement un service de téléphonie fixe sur boucle locale GSM d'ici la fin de l'année 2000 (sous le nom de "Passio"). Le service Passio s'apparente à un service de boucle locale radio : l'opérateur adapte son réseau mobile pour en faire également une boucle locale radio fixe. Bouygues espère conquérir ainsi un million de clients d'ici 2003. Cette stratégie a plusieurs limites. Tout d'abord, Bouygues Telecom doit obtenir préalablement une

²⁰ "Sorting out the cellular standards", *Mobile Europe*, mai 1997, p. 36.

²¹ En France, la "Synthèse des contributions à la consultation publique sur la boucle locale radio" (document ART, 1998) a montré qu'un certain nombre d'acteurs y étaient opposés.

modification de sa licence d'opérateur pour pouvoir offrir des services de téléphonie fixe. Ensuite, le service Passio ne permettra pas aux consommateurs d'avoir accès à Internet ou au Minitel, car les débits sur le réseau mobile de Bouygues seront insuffisants. Enfin, les coûts d'un réseau mobile de type GSM sont plus élevés que ceux d'une boucle locale filaire.

■ *Utiliser plusieurs technologies différentes*

Un des problèmes de la boucle locale radio est qu'il peut s'avérer très coûteux d'offrir le service téléphonique dans toutes les zones et, à l'intérieur d'une zone, à tous les consommateurs. En effet, quelle que soit la configuration adoptée, la desserte de certains abonnés s'avère particulièrement difficile, du fait d'une mauvaise propagation des ondes. Raccorder ces quelques abonnés augmente le coût moyen de raccordement de façon importante. L'opérateur de boucle locale radio américain WinStar estime ainsi pouvoir raccorder au maximum 75% des bâtiments dans les grandes agglomérations²².

Le nouvel entrant se trouve face à un dilemme important. S'il cherche à raccorder tous les abonnés par voie radio, le coût moyen par ligne risque d'être prohibitif. S'il ne cherche pas à assurer une couverture totale, il risque de devoir refuser des clients. La solution pour résoudre ce dilemme est d'avoir recours à d'autres technologies d'accès, lorsque l'accès par voie radio s'avère trop coûteux. Si la revente ou le dégroupage de la boucle locale sont imposés par le cadre réglementaire, l'entrant peut louer des lignes d'abonné auprès de l'opérateur de boucle locale historique : c'est la solution qu'a choisie WinStar. Par conséquent, la revente ou le dégroupage de la boucle locale pourraient favoriser l'implantation de boucles locales radio par des concurrents. Néanmoins, ces deux dispositifs réglementaires permettraient également l'entrée d'opérateurs de boucle locale sans infrastructure ; dans ce cas, la concurrence accrue sur la boucle locale réduirait la rentabilité de ce marché. La viabilité d'une boucle locale radio serait alors réduite, ce qui peut dissuader certains acteurs d'investir dans la boucle locale radio. Il est d'ailleurs significatif que Ionica se soit opposé au dégroupage de la boucle locale de BT.

La boucle locale radio peut également être un moyen, pour un câblo-opérateur ou pour un opérateur de boucle optique, de raccorder des clients qui ne seraient pas couverts par son réseau (zones non raccordables, etc.). En effet, dans les zones couvertes par les réseaux câblés, il y a généralement moins de lignes appartenant au réseau câblé que de lignes téléphoniques.

²² Cf. *Communications Week*, 2 mars 1998.

Enfin, la boucle locale radio peut être une solution technique transitoire pour un nouvel entrant, lui permettant de développer rapidement une clientèle qu'il pourra ensuite servir avec d'autres technologies d'accès.

4) *Que ce soit à court terme ou à moyen terme, pour un nouvel entrant, la rentabilité de la boucle locale radio reste incertaine.*

De nombreuses incertitudes demeurent sur la viabilité de la boucle locale radio. D'une part, les avantages supposés de la boucle locale radio restent à confirmer. D'autre part, le comportement des consommateurs et le niveau des coûts de transfert restent incertains.

6. Conclusion

Dans cet article, nous avons montré que, pour un nouvel entrant, une stratégie d'entrée par la boucle locale radio pouvait être viable, soit à moyen terme, grâce à la baisse des coûts, soit éventuellement à court terme, si le nouvel entrant ne vise que certains marchés ou s'il peut tirer parti d'économies d'envergure (par exemple, au travers d'un réseau de téléphonie mobile).

Par ailleurs, nous avons montré que l'entrée par la boucle locale radio est caractérisée par :

- *un progrès technologique rapide* : lorsqu'elle adopte une technologie radio, une firme doit anticiper qu'une firme concurrente pourrait adopter une technologie plus performante peu après, et ainsi cannibaliser son investissement. Par exemple, en 1997, Cegetel avait obtenu une dérogation pour tester une boucle locale radio DECT. Un an après, Cegetel indiquait que la technologie DECT était obsolète et qu'elle souhaitait s'orienter vers des technologies radio plus performantes : *“Aujourd'hui, nous pouvons dire que la technologie DECT n'a pas d'avenir. En 2002, 4 millions de foyers auront accès à Internet. Nous devons nous orienter vers des technologies à haut débit”* (déclaration de Philippe Germond, Directeur Général de Cegetel dans l'*Usine Nouvelle* du 4 juin 1998).
- *une forte incertitude* : les technologies ne paraissent pas encore stabilisées (sont-elles fiables, performantes ?) et la demande pour des réseaux d'accès alternatifs reste incertaine.

- *des coûts de transfert importants chez les consommateurs* : quel est l'impact de ces coûts de transfert sur la concurrence post-entrée entre l'opérateur historique et un nouvel entrant ?

Quelle réponse un opérateur historique peut-il apporter à cette menace d'entrée ? En particulier, peut-il et doit-il adopter une technologie de boucle locale radio avant qu'un de ses rivaux potentiels ne le fasse ? Le résultat principal de la théorie de la préemption (le résultat de " persistance du monopole ", selon lequel une firme établie peut et doit préempter un rival potentiel) suggère que la firme établie peut et doit préempter ses rivales. Ce résultat peut-il s'appliquer dans le contexte de la boucle locale ? Bourreau [1999] montre que non et que, dans le contexte d'une concurrence en infrastructures dans la boucle locale, la persistance du monopole ne s'observe pas toujours. Ce résultat est dû à la présence d'un fort progrès technique, d'une incertitude sur la demande et de coûts de transfert pour les consommateurs. Ces trois caractéristiques de la boucle locale radio font qu'il peut être préférable pour un opérateur établi de laisser un opérateur rival adopter la technologie de boucle locale radio en premier, pour entrer éventuellement plus tard en second.

Références

Armstrong, T. et J. Fuhr [1993] : *Cost considerations for rural telephone service*, **Telecommunications Policy**, 17 : pp. 80-83.

Bourreau [1999] : *La firme en place face à la menace d'entrée : nouveaux développements et application à la boucle locale dans les télécommunications*, Thèse de doctorat, Université Paris II Panthéon-Assas.

Brodsky, I. [1995] : **Wireless : Revolution in Personal Telecommunications**, Artech House.

Calhoun, G. [1992] : **Wireless Access and the Local Telephone Network**, Artech House.

Göltzer, J. [1997] : *Lessons learnt from the Thyssen WLL trial : DECT versus other solutions for the local loop*, ITS European Conference, Leuven, 29-31 août 1997.

Klemperer, P. [1995] : *Competition when consumers have switching costs : an overview with applications to industrial organization, macroeconomics, and international trade*, **Review of Economic Studies**, 62 : pp. 515-539.

Porter, M. [1990] : **Choix stratégiques et concurrence**, Economica, Paris.

Postlethwaite, D. [1995] : *Horses for courses in the wireless access stakes*, **Mobile Communications International**, septembre/octobre 1995 : pp. 159-161.

Safertal, F.J. [1997] : *Wireless Local Loop : Imagine a World without Bounds*, ITS European Conference, Leuven, 29-31 août 1997.

Trinkwon, D. [1997] : *Technology of fixed wireless access*, **Telecommunications Policy**, 21 : pp. 437-450.