



DOCUMENTS DE TRAVAIL DE LA DGTPE

Numéro 2009/15 – Décembre 2009

La valorisation des fréquences du « dividende numérique »

Lionel JANIN

LA VALORISATION DES FRÉQUENCES DU « DIVIDENDE NUMÉRIQUE »

Lionel JANIN*

Ce document de travail n'engage que son auteur.
L'objet de sa diffusion est de stimuler le débat et
d'appeler commentaires et critiques.

*au moment de la rédaction de cet article, **Lionel
JANIN** était économiste au bureau « Activités
tertiaires et concurrence » (POLSEC2) à la DGTPE

SOMMAIRE

Résumé	3
Synthèse	4
Introduction	6
1. Couverture du territoire en très haut débit mobile	7
1.1. Contexte	8
1.2. Hypothèse de valorisation	9
1.3. Valorisation	10
2. Valorisation de la télévision numérique terrestre	11
2.1. Éléments de contexte concernant la TNT	12
2.2. Valorisation pour les entreprises (surplus du producteur)	17
2.3. Surplus du consommateur	23
3. Télévision mobile personnelle (TMP)	26
3.1. Présentation	27
3.2. Hypothèses de valorisation	27
3.3. Valeur du premier multiplex	31
3.4. Valeur d'un second multiplex	31
4. Valorisation de l'entrée d'un nouvel opérateur de téléphonie mobile	32
4.1. Modélisation utilisée	33
4.2. Hypothèses de valorisation	34
4.3. Résultats	35
4.4. Discussion	35
5. Valorisation du surplus du producteur pour un nouvel opérateur de téléphonie mobile	36
5.1. Hypothèses de valorisation	36
5.2. Résultats	37
6. Enchères de spectre aux États-Unis	38
6.1. Attributions récentes de fréquences	39
6.2. Hypothèses de valorisation	41
6.3. Estimations	43
7. Attribution des licences de téléphonie mobile 3G en Europe	44
7.1. Contexte	45
7.2. Attributions récentes d'autorisation d'exploitation de réseau 3G	45
7.3. Hypothèses de comparaison	45
7.4. Valorisation	46
8. Enchères de spectre en Suède et Norvège	46
8.1. Suède	47
8.2. Norvège	48
9. Attribution des licences de téléphonie mobile 3G en Europe	49
9.1. Méthodologie	50
9.2. Valorisation	51
9.3. Valeur moyenne du spectre par MHz selon l'usage	51
10. Synthèse des résultats	53
Conclusion	58
Annexes	59

RÉSUMÉ

Le « dividende numérique » désigne les fréquences hertziennes qui seront libérées par l'extinction du signal télévisuel analogique fin novembre 2011 et le passage à la diffusion numérique plus efficace (télévision numérique terrestre ou TNT). Comment estimer la valeur du dividende numérique ? Pour différentes utilisations possibles du spectre (services audiovisuels, haut-débit mobile, entrée de nouveaux opérateurs mobiles), la valeur sociale des fréquences est estimée comme somme du surplus des producteurs et du surplus des consommateurs. Une attribution aux services audiovisuels de l'ensemble du dividende numérique apparaît inefficace. A contrario, une allocation efficace aurait étendu au-delà des 72 MHz retenus en pratique l'allocation aux services mobiles à haut débit.

ABSTRACT

The "digital dividend" is the spectrum released from the switch-off of analogue broadcasting of television. The shift to more efficient Digital Terrestrial Television (DTT) will take place in France by November 2011. What is the value of the digital dividend? For different uses of this spectrum (audiovisual services, mobile broadband, entry of new mobile operators), the social value of spectrum is estimated as the sum of producer surplus and consumer surplus. Allocation of the whole of digital dividend to audiovisual services would be inefficient. Compared to the decided allocation, an efficient spectrum allocation would have required more than 72 MHz bandwidth to mobile broadband.

Synthèse

Le « dividende numérique » désigne les fréquences hertziennes qui seront libérées par l'extinction du signal télévisuel analogique prévue fin novembre 2011 et le passage à la diffusion numérique plus efficace (télévision numérique terrestre ou TNT). Le présent document de travail apporte des éléments de valorisation de ces fréquences.

Le spectre n'a pas de valeur en soi : sa valorisation résulte de sa rareté relative en raison de la multiplicité des usages potentiels. En conséquence, sa valeur se mesure par son coût d'opportunité, c'est-à-dire la valeur des usages alternatifs auxquels il faut renoncer lorsqu'un usage donné est choisi.

La valeur d'un usage marchand des fréquences peut être décomposée en différents éléments : une première partie est le profit réalisé par les entreprises grâce à l'utilisation du spectre (surplus des producteurs), valeur qui peut être captée par l'État via la cession de son usage à titre onéreux. Une seconde partie est la valeur privée retirée par les consommateurs, différence entre la propension à payer pour le service et le prix effectivement payé (surplus des consommateurs)¹.

Une allocation optimale du spectre consiste à attribuer des fréquences libérées à l'usage ayant la valeur (surplus social) la plus élevée, ce qui tend à égaliser les valeurs marginales du spectre entre usages.

Différentes méthodes sont utilisées pour valoriser le spectre. Sur la base des estimations obtenues, les points suivants peuvent être soulignés.

(i) Une attribution optimale du dividende numérique passerait par l'attribution de fréquences pour le déploiement du très haut débit mobile, si possible au-delà des 72 MHz envisagés, dans la mesure où cet usage possède la plus forte valeur économique, aussi bien pour les producteurs que pour les consommateurs.

(ii) L'entrée d'un opérateur de réseau mobile supplémentaire mériterait d'être examinée si la procédure d'attribution en cours se révélait infructueuse. Le surplus collectif augmenterait substantiellement dans ce cas, les gains très importants pour les consommateurs dépassant nettement la diminution de la rente des producteurs.

(iii) L'opportunité de déployer un second multiplex pour la TMP (télévision mobile personnelle) pourrait être examinée, éventuellement en tenant compte des difficultés à déployer un premier multiplex, dans la mesure où sa rentabilité paraît encore plus incertaine.

(iv) Le déploiement extensif de la TNT (télévision numérique terrestre) apparaît inefficace, dans la mesure où le gain marginal associé à une augmentation du nombre de chaînes est faible, y compris pour les consommateurs, et se trouve en tout état de cause très inférieur, au-delà de 50 chaînes, à la valeur d'une attribution aux communications électroniques.

En ce qui concerne en particulier la valeur marchande du spectre, les estimations suivantes ont été faites. Compte tenu des difficultés inhérentes à ce type d'évaluation prospective, les résultats doivent cependant être considérés avec prudence. Ainsi, le contexte macroéconomique actuel, qui n'a pas été pris en compte spécifiquement dans les évaluations, pourrait conduire à réviser à la baisse certaines des valorisations mentionnées.

¹ Les externalités dans l'utilisation du spectre (gains d'efficacité liés à la diffusion des technologies de l'information et de la communication dans l'économie, effet de réseau, etc.) ne sont pas estimées dans le présent document.

- La comparaison avec les enchères de spectre de janvier 2008 aux États-Unis dans la bande des 700 MHz (fréquences du dividende numérique aux États-Unis) conduit à une valorisation de 52 M€/MHz en moyenne. Cette valorisation très élevée pourrait cependant ne pas s'appliquer en France.
- Le calcul direct de la valorisation des fréquences pour des services de connexion à très haut débit mobile sur une durée de 15 ans conduit à une valeur de 26 M€/MHz.
- L'entrée d'un quatrième opérateur de réseau pourrait rapporter 18 M€/MHz.

En retenant une valorisation intermédiaire de 20 M€/MHz, l'État pourrait alors retirer une valeur supérieure à 1,4 Md€ de l'attribution d'une bande de 72 MHz aux services de très haut débit mobile, validée par le Premier ministre le 23 décembre 2008.

Les valeurs évoquées supposent une coordination européenne, en particulier pour les usages pour les communications électroniques mobiles, en raison des risques d'interférences avec les pays frontaliers qui déploieraient des services audiovisuels dans ces bandes.

Introduction

Le spectre n'a pas de valeur en soi : sa valorisation résulte de sa rareté relative. Si on considère le spectre de fréquences utilisables pour les activités de communication, il constitue une ressource rare en raison de la multiplicité de ses usages potentiels². En conséquence, sa valeur résulte de son coût d'opportunité, c'est-à-dire de la valeur des usages alternatifs auxquels il faut renoncer lorsqu'un usage donné est choisi.

La valeur d'un usage marchand des fréquences peut être décomposée en différents éléments.

- Une première partie est le profit³ réalisé par les entreprises grâce à l'utilisation du spectre (surplus des producteurs de la théorie microéconomique). Lorsque le spectre est attribué sous forme d'autorisations individuelles⁴, cette valeur peut théoriquement être captée par l'État. Comme elle se traduit explicitement par des flux financiers, cette valeur est la plus facile à quantifier. Elle fait l'objet de la plupart des analyses de ce document.
- Une deuxième partie est la valeur privée retirée par les consommateurs, différence entre la propension à payer pour le service et le prix effectivement payé (surplus des consommateurs). Cette valeur n'est pas directement observable mais peut être estimée à partir d'hypothèses sur l'élasticité de la demande. Lorsque les éléments nécessaires à une telle évaluation sont disponibles, cette valeur est également estimée⁵.
- Une troisième partie n'est pas captée directement par les acteurs privés mais provient des externalités dans l'utilisation du spectre (gains d'efficacité liés à la diffusion des technologies de l'information et de la communication dans l'économie, effet de réseau, etc.). L'estimation de ces effets, mentionnés pour mémoire, apparaît cependant trop incertaine. Leur prise en compte conduirait, en outre, à majorer les valorisations calculées.

La valeur économique des services non marchands (services publics, sécurité, défense, météorologie, recherche, etc.) peut être estimée comme le coût d'opportunité d'occupation du spectre, c'est-à-dire la valeur des usages, marchands ou non marchands, auxquels il faut renoncer pour assurer ces services. Le même principe peut être appliqué pour évaluer la valeur d'objectifs d'intérêt général auxquels l'usage des fréquences participe (diversité culturelle, pluralisme des médias, etc.), en estimant la valeur marchande des services qui pourraient être rendus en utilisant les fréquences mobilisées en vue de ces objectifs. En revanche, les contraintes imposées aux utilisateurs du spectre ayant un coût économique direct pour les opérateurs⁶ (obligations de couverture du territoire ou de contribution au soutien à la production), viennent diminuer d'autant la valeur des fréquences pour les opérateurs privés.

Dans la mesure où il existe une concurrence entre différents usages du spectre (diffusion de contenus audiovisuels, communications électroniques, etc.), une utilisation efficace doit conduire à attribuer le spectre à l'usage ayant la plus grande valeur totale (surplus des producteurs, des consommateurs et externalités)⁷.

² Les progrès technologiques conduisent à une utilisation de plus en plus efficace du spectre, mais les usages se développent également très vite. Il n'est donc pas envisagé dans la période proche une baisse significative de la valeur du spectre.

³ Profit économique et non comptable, c'est-à-dire après rémunération des facteurs de production, y compris le capital.

⁴ Par opposition à des autorisations générales (régime généralement appelé « sans licence »).

⁵ Étant donné la sensibilité des résultats aux mesures de l'élasticité, elle-même approximative, les résultats doivent cependant être interprétés avec prudence.

⁶ Obligations entraînant un coût net au-delà de ce qui est économiquement rentable pour un opérateur privé.

⁷ Un objectif qui se limiterait à la seule maximisation des recettes publiques serait socialement inefficace, puisqu'il risquerait de créer artificiellement des rentes de rareté supportées *in fine* par les consommateurs.

Ce document de travail se propose d'estimer la valeur de différents usages envisagés du « dividende numérique ». Le « dividende numérique » désigne les fréquences hertziennes qui seront libérées par l'extinction du signal télévisuel analogique prévue fin novembre 2011. Ces fréquences basses, dites « fréquences en or », disposent d'excellentes qualités de propagation et de pénétration à l'intérieur des bâtiments, qui les rendent particulièrement adaptées à une couverture étendue du territoire, aussi bien pour la radiodiffusion audiovisuelle que pour des services de connexion à haut débit nomades ou mobiles.

Après avis du Comité stratégique pour le numérique (CSN), le Premier ministre a validé le 23 décembre 2008 le futur plan d'utilisation de la bande 470-862 MHz fixé par le plan de développement de l'économie numérique « France numérique 2012 »⁸. Si la réutilisation d'une part conséquente des fréquences pour des services audiovisuels avait d'ores et déjà été arrêtée, il subsistait deux possibilités principales pour les bandes de fréquences *additionnelles* (en particulier la bande de 790 à 862 MHz) :

- (i) soit une réattribution de l'ensemble des fréquences pour la radiodiffusion audiovisuelle, ce qui permettrait de diffuser des contenus supplémentaires (TNT, TMP, TVHD),
- (ii) soit l'attribution d'une bande de fréquences significative (jusqu'à 72 MHz) pour des services de communication électronique à haut débit nomades ou mobiles qui prendrait la forme de l'entrée d'un nouvel opérateur de téléphonie mobile ou de l'extension de la couverture à haut débit mobile.

Cette deuxième solution a finalement été retenue. Selon les termes du communiqué de presse du Premier ministre⁹ « La réutilisation des fréquences libérées, communément appelées le « dividende numérique », permettra un enrichissement important de l'offre de télévision numérique terrestre : 11 réseaux (multiplexes) nationaux pourront être constitués, permettant notamment la généralisation de la télévision en haute définition, ainsi que 2 réseaux de télévision mobile personnelle. Le développement de la radio numérique terrestre bénéficiera de l'affectation de la totalité des fréquences de télévision de la bande III VHF. Cette réutilisation, par l'affectation aux communications électroniques d'une partie des fréquences libérées, permettra également le lancement sur l'ensemble du territoire de services d'Internet mobile à très haut débit, au service de l'aménagement du territoire et du développement économique et social.

Cette étude vise principalement à estimer, pour chacun des usages envisagés, la valeur du spectre pour un opérateur privé, qui correspond au surplus du producteur et au montant qui pourrait être retiré par l'État de la vente de licences. Lorsque c'est possible, le surplus des consommateurs est également estimé.

1 Couverture du territoire en très haut débit mobile

La couverture du territoire en très haut débit mobile constitue l'un des usages les plus pertinents des fréquences du dividende numérique, en raison de leurs excellentes qualités de propagation. La bande de fréquence de 72 MHz identifiée parmi les fréquences du dividende numérique par la Conférence mondiale des radiocommunications (CMR) en 2007 constitue un usage naturel de cette bande de fréquences pour assurer la couverture des zones peu denses.

⁸ Disponible à l'adresse http://francenumerique2012.fr/pdf/081020_FRANCE_NUMERIQUE_2012.pdf

⁹ Disponible à l'adresse http://www.premier-ministre.gouv.fr/acteurs/communiques_4/premier_ministre_approuve_schema_62120.html

La valeur du spectre associée à cet usage est ici estimée sur 10 ans à 16 M€/MHz (surplus du producteur), alors que le surplus du consommateur est estimé à 96 M€/MHz. Ces montants assez faibles s'expliquent par le fait que l'horizon d'investissement pour déployer des services de connexion à très haut débit mobile est plus long : sur une durée de 15 ans, plus pertinente par rapport à la durée des licences généralement octroyées, la valeur du spectre (surplus des producteurs) est de 26 M€/MHz et le surplus des consommateurs est de 137 M€/MHz.

Ces valorisations constituent vraisemblablement des hypothèses basses, dans la mesure où les économies de coût de déploiement sur l'ensemble du territoire ne sont pas prises en compte. La modélisation plus fine développée par le cabinet *Analysys* dans son étude pour le compte de l'ARCEP conduit ainsi à une valorisation de 40 M€/MHz.

En tout état de cause, cette valeur est cependant dépendante de la coordination avec nos voisins européens. La nécessité de disposer d'une bande de garde séparant les voies montantes et descendantes suppose une coordination sur l'emplacement et la largeur de la bande de fréquences utilisée. À ce point de vue, le recours qui a été envisagé à une bande de fréquences de taille inférieure (56 MHz) peut poser deux problèmes : d'une part, le manque de fréquences risque de limiter soit la largeur de bande disponible par opérateur – et donc la qualité de service, soit le nombre d'opérateurs – et donc la concurrence ; d'autre part, s'écarter des recommandations internationales de la CMR sur la bande de fréquence identifiée risque de poser des problèmes d'interférences avec les pays limitrophes qui respecteraient le plan de fréquences identifié.

Un second aspect qui n'est pas modélisé est la possible complémentarité de ces fréquences avec des bandes de fréquences plus larges, permettant d'offrir une capacité suffisante dans les zones denses. Cette complémentarité a conduit le Premier ministre à demander d'envisager une attribution couplée des fréquences basses du dividende numérique avec des fréquences hautes de la bande 2,6 GHz, qui seront disponibles entre 2010 et 2014. Cette question fait actuellement l'objet d'une consultation publique de l'ARCEP¹⁰.

Les tests de sensibilité des résultats aux paramètres pertinents conduisent à prédire une valorisation du spectre comprise entre 5 M€/MHz et 26 M€/MHz et à un surplus du consommateur compris entre 32 M€/MHz et 144 M€/MHz, avec une probabilité de 90 %¹¹ (cf. annexe).

1.1 Contexte

Le rapport de la Commission consultative des radiocommunications (CCR) et la consultation publique de l'ARCEP sur le dividende numérique, réalisés fin 2007, ont souligné les enjeux de l'accès aux fréquences du dividende pour la couverture du territoire en très haut débit. Ces fréquences ont, en effet, de bonnes propriétés de propagation qui les rendent économiquement bien plus adaptées que les fréquences hautes à la réalisation d'une couverture étendue¹². Ces

¹⁰ Disponible à l'adresse http://www.arcep.fr/uploads/tx_gspublication/consult-thtdebit-mobile-050309.pdf.

¹¹ En d'autres termes, cette fourchette correspond à un intervalle de confiance à 90 %.

¹² Les fréquences du dividende numérique permettraient de satisfaire des objectifs d'aménagement du territoire. Les travaux mentionnés indiquent, en particulier, que « seule la mise à disposition de fréquences basses additionnelles permettra une couverture étendue du territoire en très haut débit mobile avec les débits prévus pour la prochaine décennie. À défaut de telles ressources, une fracture en débit s'installera entre les zones denses couvertes par le très haut débit mobile (quelques dizaines de Mbit/s) et les autres zones, correspondant à environ 70 % du territoire et 30 % de la population, couvertes par des débits beaucoup plus faibles.

Par ailleurs, en matière d'accès aux réseaux fixes, les technologies à haut débit sans fil ont un rôle important à jouer pour réduire les inégalités entre territoires déjà existantes et susceptibles de se renforcer encore avec l'évolution vers le très haut débit. Les réseaux mobiles à couverture étendue seront d'autant plus à même de contribuer à la réduction de ces inégalités en usage statique, que la demande évolue vers un accès à haut débit disponible partout dans les mêmes conditions de confort que l'accès à haut débit filaire ».

points ont été repris dans la consultation publique de l'ARCEP en cours sur l'attribution des autorisations d'utilisation des fréquences 800 MHz et 2,6 GHz mentionnée précédemment.

1.2 Hypothèse de valorisation

Idéalement, le calcul de la valeur d'une extension de couverture en très haut débit supposerait la construction d'un plan d'affaires (*business plan*) complet et des flux de revenus associés. Une analyse complète étant hors de portée dans le cadre de cette étude, l'approche retenue s'appuie sur des estimations à partir des ordres de grandeur disponibles des principaux paramètres. Les cabinets *Analysys* et *Hogan&Hartson* ont pour leur part réalisé une étude beaucoup détaillée du *business model* du très haut débit mobile pour le compte de l'ARCEP¹³. Les valorisations obtenues, supérieures aux estimations obtenues ici, sont présentées en annexe.

Pour déterminer la valeur de cette extension de couverture, un certain nombre d'hypothèses sont faites :

- La population française est supposée de 60 millions d'habitants, en croissance de 1 % par an et la part de la population concernée par l'extension du très haut débit mobile est supposée de 30 %, chiffre retenu par la CCR et l'ARCEP. Le fait de disposer de fréquences additionnelles est susceptible d'améliorer la qualité de l'offre et la vitesse de déploiement pour l'ensemble de la population française, mais il est choisi de se concentrer sur la part de la population pour laquelle l'amélioration sera la plus sensible, à savoir la population des zones peu denses. Dans les zones denses, des fréquences plus élevées, à 2,6 GHz, permettront pour l'essentiel d'offrir des services de connexion à très haut débit mobile¹⁴.
- La disposition à payer des consommateurs pour le très haut débit mobile est supposée de 25 € HT/mois¹⁵. Cette valeur nominale est supposée constante sur toute la période considérée, en accord avec le niveau nominal fixe observé pour les tarifs de connexion ADSL.
- Le taux d'adoption du service haut débit mobile par la population concernée est supposé de 50 % en régime stationnaire et atteint sur une durée de l'ordre de 5 ans.
- On suppose que deux réseaux sont déployés, de façon à garantir un minimum de concurrence, chacun de ces réseaux disposant de 2×15 MHz, séparée par une bande de 12 MHz, soit 72 MHz au total¹⁶.
- Le coût des investissements initiaux est supposé de 500 M€¹⁷ pour un réseau permettant de passer d'un taux de couverture de près de 70 % à près de 97 % de la population.
- Les dépenses opérationnelles sont estimées à 70 % du chiffre d'affaires (comparables à celles de la téléphonie mobile).

¹³ Valorisation du dividende numérique, mai 2008, étude des cabinets *Analysys* et *Hogan&Hartson* pour le compte de l'ARCEP, disponible sur le site www.arcep.fr

¹⁴ L'étude faite par le cabinet *Analysys* pour le compte de l'ARCEP est beaucoup plus détaillée sur ce point.

¹⁵ Cette valeur est comparable au prix hors taxe actuellement payé pour les offres ADSL, utilisé comme point de comparaison sur la valeur d'un accès au haut débit pour les consommateurs.

¹⁶ Un nombre de réseaux plus important se partageant les mêmes fréquences ou une bande de fréquences plus importante pourrait également être envisagé, mais ces hypothèses apparaissent peu probables.

¹⁷ Ce montant correspond à une valeur plausible indiquée par les équipementiers.

- Le niveau des investissements récurrents nécessaires à l'évolution du réseau est supposé de 12 % du chiffre d'affaires (comparable à celui de la téléphonie mobile).
- Le coût du capital est supposé de 8 %, le taux d'imposition de 33,33 %, ce qui conduit à un coût du capital avant impôt de 12 %.
- L'élasticité de la demande est supposée de -1,5.
- Le plan d'affaires est calculé pour une durée de 10 ans, pour faciliter les comparaisons avec les autres estimations, et 15 ans, durée plus compatible avec les horizons d'investissement dans les réseaux mobiles.

1.3 Valorisation

À partir des hypothèses présentées, il est possible de calculer une valorisation des fréquences du très haut débit mobile. Les résultats sont présentés dans le tableau ci-dessous :

Tableau 1 : surplus associé au très haut débit mobile

Durée	Surplus du producteur (M€)	Surplus des consommateurs	Surplus social
10 ans	1 166	6 942	8 109
15 ans	1 862	9 842	11 704

Source : calculs DGTPE

Tableau 2 : valeur du spectre associé au très haut débit mobile (en M€/MHz)

Durée	Valeur du spectre pour les producteurs	Valeur du spectre pour les consommateurs	Valeur sociale du spectre
10 ans	16	96	113
15 ans	26	137	163

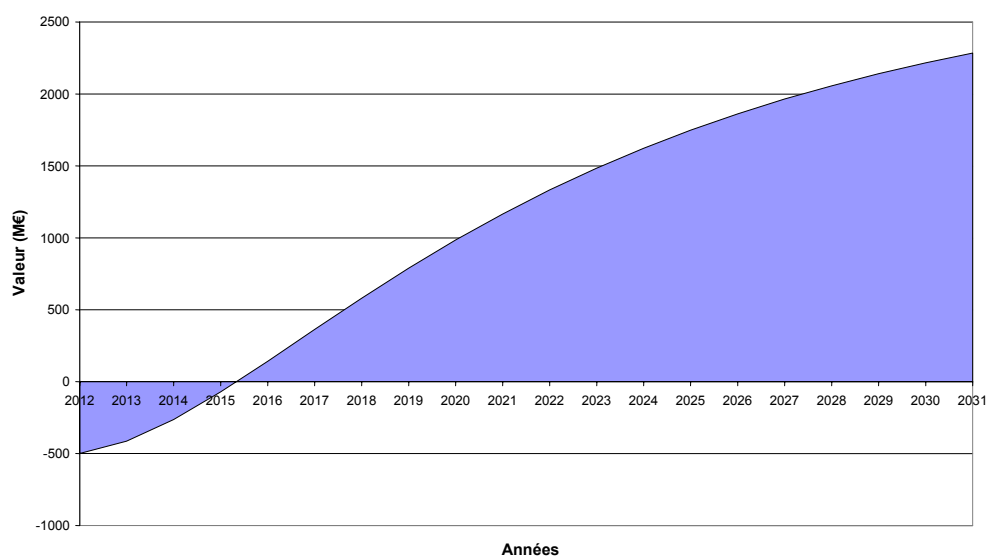
Source : calculs DGTPE

Comme toutes les activités nécessitant le déploiement de nouvelles infrastructures de réseau, la valeur du spectre augmente avec l'allongement de la période considérée.

Comme le montre la figure 1 ci-dessous, la valeur actualisée nette cumulée du très haut débit mobile est croissante avec le temps. Le montant obtenu, qui correspond au montant qui pourrait être retiré d'éventuelles enchères de spectre, passe ainsi de 1,5 Md€ sur 11 ans à 2 Md€ sur 15 ans.

Il convient cependant de noter que les valorisations obtenues sur un horizon encore plus long, présentées à titre indicatif, présentent des incertitudes fortes, liées au risque d'évolutions technologiques majeures qui rendraient obsolètes les réseaux déployés.

Figure 1 : valeur actualisée nette du très haut débit mobile en fonction de l'horizon d'investissement considéré



2 Valorisation de la télévision numérique terrestre

Le passage à la radiodiffusion numérique de la télévision, connue sous le nom de télévision numérique terrestre (TNT) et inaugurée en France le 31 mars 2005, a d'ores et déjà permis une augmentation de l'offre audiovisuelle, passée de 6 chaînes nationales en analogique à 17 chaînes gratuites et une dizaine de chaînes payantes¹⁸.

On propose ici une estimation de la valeur économique d'une extension de l'offre de la télévision numérique terrestre, i.e. de chaînes supplémentaires, par l'allocation de multiplex¹⁹ additionnels pour la TNT, au-delà des six déjà prévus. La valeur de chaînes supplémentaires pour les éditeurs de contenus et le diffuseur (surplus du producteur) et la valeur pour le consommateur d'avoir accès à ces chaînes supplémentaires (surplus du consommateur) font l'objet d'estimations.

D'après les estimations actuellement disponibles, la TNT pourrait utiliser jusqu'à 12 multiplex après extinction de la diffusion analogique, soit entre 48 chaînes en haute définition ou 72 chaînes en définition standard, si l'ensemble du dividende numérique est attribué à des usages audiovisuels. En revanche, l'allocation d'une sous-bande à des usages de communications mobiles, validée par le Premier ministre en décembre 2008, devrait réduire ce nombre à environ 40 chaînes en haute définition ou 60 chaînes en définition standard.

La valorisation dépend de nombreux paramètres : le déploiement de chaînes en haute définition (TVHD), le caractère payant ou non des chaînes supplémentaires, le calendrier de déploiement, etc. Par simplicité, seules deux catégories de chaînes sont envisagées : chaîne gratuite financée par la publicité ou chaîne payante financée par abonnement. En particulier, la valeur de la TVHD n'est pas explicitement modélisée : il est implicitement supposé qu'elle se substituera à terme à la diffusion en résolution standard mais sans modifier fondamentalement les paramètres de valorisation.

¹⁸ Y compris des chaînes locales partageant un même canal à l'échelle nationale.

¹⁹ Ensemble de fréquences permettant d'assurer la diffusion de plusieurs chaînes de télévision (six aujourd'hui en format standard) en utilisant un même ensemble de fréquences permettant la couverture du territoire national.

La contribution à la diversité culturelle et au pluralisme des médias des chaînes supplémentaires n'est pas évaluée. En tout état de cause, les chaînes gratuites marginales n'auront qu'une audience très limitée, alors que les chaînes payantes sont d'ores et déjà largement accessibles sur d'autres plateformes de distribution.

Les résultats présentés correspondent à la valeur marginale des chaînes supplémentaires, pour les producteurs et pour les consommateurs. Dans tous les cas, il doit être souligné que la valeur marginale est très fortement décroissante avec les premières chaînes. Si ces dernières sont extrêmement valorisées, en revanche le gain marginal au-delà de 30 chaînes apparaît très limité.

Sous les hypothèses retenues :

- la valeur du spectre pour les producteurs associée à la TNT gratuite est inférieure à 10 M€/MHz au-delà de 28 chaînes et devient négatif au-delà de 63 chaînes ;
- dans le cas de la TNT payante, la valeur du spectre pour les producteurs apparaît inférieure à 10 M€/MHz à partir de 10 chaînes et n'est plus rentable au-delà de 27 chaînes.
- Le surplus du consommateur est dans les deux cas extrêmement élevé pour les premières chaînes, mais il devient inférieur à 44 M€/MHz à partir de la 30^e chaîne gratuite, et inférieur à 10 M€/MHz à partir de la 10^e chaîne payante.

Des calculs de sensibilité sont faits sur la valeur d'une chaîne de TNT gratuite dont la part d'audience serait la 40^e sur l'ensemble des chaînes. Ils conduisent à estimer que la valeur la plus probable (le mode de la distribution) pour le surplus du producteur est de 5 M€/MHz, que l'intervalle de confiance à 90 % va de -2 à 15 M€/MHz. Il existe une probabilité de 12 % que le surplus du producteur soit négatif.

La valeur la plus probable pour le surplus du consommateur est de 31 M€/MHz, l'intervalle de confiance à 90 % va de 13 à 75 M€/MHz.

Les résultats obtenus par le cabinet *Analysys* dans son rapport pour l'ARCEP sur la valorisation du dividende numérique sont compatibles avec ces évaluations, correspondant cependant à un scénario bas.

2.1 Éléments de contexte concernant la TNT

a) *L'offre actuelle de la TNT*

La TNT a été lancée en France le 31 mars 2005. À l'heure actuelle, elle compte 17 chaînes gratuites, diffusées en utilisant le standard de compression MPEG2, et une dizaine de chaînes payantes, diffusées en utilisant le standard de compression plus efficace MPEG4. Les chaînes gratuites de la TNT représentaient en 2006 un chiffre d'affaires modeste de 89 M€ contre 6 644 M€ pour les chaînes hertziennes « historiques », mais elles devraient être amenées à se développer davantage.

Les chaînes actuellement déployées sont rappelées dans le tableau 3 ci-dessous.

Tableau 3 : offre déployée ou prévue pour la TNT

R1	R2	R3	R4	R5	R6
France 2	i>Télé	Canal+	M6	(France 2 HD)	TF1
France 3	BFM TV	Canal+ Cinéma	W9		NRJ 12
France 5	Direct 8	Canal+ Sport	NT1	(TF1 HD)	TMC
ARTE	Gulli	Planète	TF6		LCI
LCP/Sénat	Virgin 17	Canal J	Paris Première	(M6 HD)	Eurosport France
Canal local ou F3 ou FÔ	France 4	TPS Star	AB1		

Source : Direction du développement des médias

Note : Les chaînes apparaissant en **gras** dans le tableau ci-dessus sont des chaînes gratuites. R1 à R6 sont les noms des six multiplex de la TNT.

La voie hertzienne n'est pas le seul mode d'accès à la télévision. Le câble, le satellite, l'ADSL quand le débit est suffisant et bientôt la fibre optique constituent des modes de réception concurrents de la TNT. Ils offrent la caractéristique d'être payants, au contraire de la TNT gratuite, ce qui peut limiter l'accès pour les populations les plus modestes. À l'heure actuelle, la voie hertzienne reste le mode de réception privilégié de la télévision : elle concerne 64 % des foyers, contre 25 % pour le satellite, 15 % pour le câble²⁰ et 11 % pour l'ADSL, ce dernier se développant. Ainsi 4,1 millions d'abonnements ADSL sont éligibles aux services de télévision sur IP, alors que le nombre de foyers utilisant effectivement la TV sur IP, relativement incertain, pourrait atteindre 2,5 à 3 millions.

b) Le succès de la TNT dépend de l'équipement des ménages

Le succès de l'extinction de la diffusion analogique et du passage à la diffusion numérique dépend de façon cruciale de l'équipement des ménages.

Lors de l'extinction de la diffusion analogique, il est nécessaire que la population française soit couverte par les émetteurs nécessaires (couverture prévue de 95 % de la population), tâche qui relève du CSA et de l'ANFr, mais également que les ménages français soient suffisamment équipés en décodeur TNT, nécessaire à la réception²¹.

Le taux d'équipement des ménages en récepteur TNT est en progression : il est passé de 10 % en 2006 à 31 % en 2007 selon l'enquête du CREDOC²².

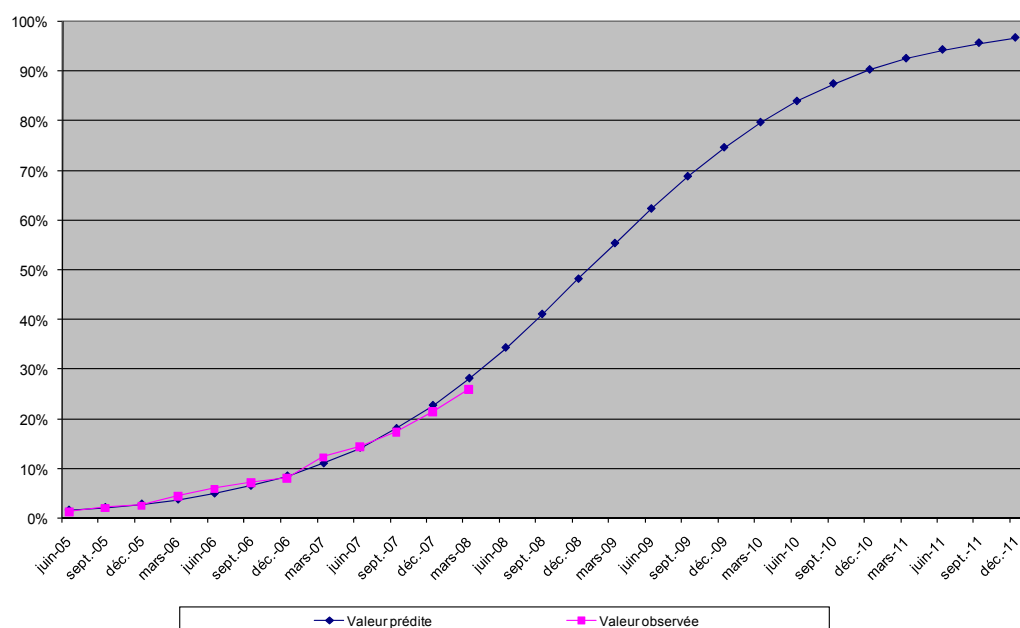
À partir des informations fournies par TDF sur l'évolution du taux d'équipement des ménages en réception TNT, il est possible d'extrapoler la croissance observée du taux d'équipement des ménages lors de l'arrêt de la diffusion analogique en postulant que la pénétration suit une courbe logistique ou courbe en S.

²⁰ Le câble et le satellite réunis représentent 36 %, en raison du multi-équipement.

²¹ Décodeur MPEG2 dans le cas de la TNT en définition standard. Le coût d'un décodeur TNT est actuellement d'environ 30 € mais il pourrait baisser suite à une production de masse.

²² Source CREDOC enquête « conditions de vie et aspiration des Français ».

Figure 2 : évolution observée et extrapolée par une pénétration suivant une courbe en S du taux de pénétration de la TNT au sein des ménages français



Source : TDF et calculs DGTPE

S'il est encore trop tôt pour estimer avec précision quel sera le taux de pénétration lors de l'extinction de la diffusion analogique, il apparaît néanmoins que le prolongement suivant une courbe logistique des valeurs observées jusqu'ici conduit en décembre 2011 à un taux de pénétration de 97 %, compatible avec l'extinction de l'analogique.

Pour permettre la transition vers la radiodiffusion numérique, il sera sans doute nécessaire de mettre en place un fonds de soutien, qui devrait relever du groupement d'intérêt public *France Télé Numérique*. Au Royaume-Uni, un fonds de soutien géré par la BBC a été mis en place. Il est doté d'un budget de 603 M£ (soit 755 M€) avec un public cible de 7 millions de personnes éligibles, soit un budget de 108 € par personne éligible.

c) Fréquences utilisables

Au sein de la bande UHF, la bande actuellement utilisée par la radiodiffusion analogique et la radiodiffusion numérique de la télévision s'étend de 470 MHz à 830 MHz, soit une largeur de bande de 360 MHz.

D'après les estimations de TDF et de l'ANFr²³, cette bande serait susceptible d'accueillir jusqu'à 14 multiplex, dont deux pourraient être utilisés pour la télévision mobile personnelle (TMP) avec une couverture plus réduite (70 % de la population).

En revanche, l'exclusion de la bande de 72 MHz entre 790 et 862 MHz, identifiée par la Conférence mondiale des radiocommunications (CMR) en 2007 pour les services mobiles, conduirait à une largeur de bande disponible pour les services audiovisuels de 320 MHz.

Selon les organismes précédemment mentionnés, il serait alors possible d'assurer le déploiement de 12 multiplex, qui pourraient par exemple se répartir en deux multiplex pour la TMP et 10 multiplex pour la TNT.

À partir de ces éléments, il peut être considéré, pour les calculs de valorisation du spectre, qu'un multiplex occupe l'équivalent de 26 à 27 MHz.

²³ Reprise par exemple dans le rapport des cabinets *Analysys* et *Hogan&Hartson* pour le compte de l'ARCEP sur la valorisation du dividende numérique.

Un multiplex de la TNT permet d'assurer la diffusion de six chaînes gratuites en format standard (SD) avec un encodage MPEG2. Le 30 octobre 2008, 5 chaînes HD ont été lancées sur la TNT, avec un encodage plus efficace en MPEG4 pour limiter l'augmentation du besoin en fréquences : la diffusion de trois de ces chaînes est assurée par un multiplex entièrement dédié à la HD (une extension à quatre chaînes HD par multiplex devrait être permise par les progrès de la compression).

En conséquence, le spectre nécessaire en moyenne pour une chaîne est compris entre 4,3 MHz/chaîne en SD et 6,4 MHz/chaîne en HD. Dans un souci de simplicité, une valeur unique moyenne de 5 MHz/chaîne est utilisée pour les calculs de valorisation, résultant d'une utilisation croissante du spectre pour la diffusion de chaîne HD, associé à des améliorations dans les standards de compression.

En l'absence d'une sous-bande attribuée à des services mobiles, il serait possible de dégager 12 multiplex pour la TNT (deux multiplex accueilleraient la TMP), ce qui représente un total de 48 chaînes HD ou 72 chaînes SD.

Au contraire, en présence d'une sous-bande de 72 MHz attribuée aux services mobiles, il serait possible de dégager 10 multiplex pour la TNT, ce qui représente un total de 40 chaînes HD ou 60 chaînes SD.

d) *Le déploiement de la TNT peut se faire en format standard (SD) ou en haute définition (HD)*

L'intérêt des consommateurs pour les chaînes de télévision en haute définition, qui a semblé tout d'abord relativement limité, pourrait augmenter avec le développement de l'offre et la familiarisation croissante avec ce type de produit.

Les études qualitatives conduites au Royaume-Uni pour le compte de l'OFCOM pour l'évaluation du dividende numérique n'ont pas fait apparaître un intérêt très significatif des consommateurs pour la haute définition.

Plus généralement, le succès de sites internet comme *YouTube* ou *Dailymotion*, l'écoute de musique en qualité dégradée (mp3) ou le succès timide pour le moment du successeur à haute définition du DVD (*Blu-ray*) signalent l'intérêt limité des consommateurs pour une amélioration de la qualité.

L'intérêt limité pour la TVHD peut provenir d'un manque d'expérience des consommateurs. La TVHD pourrait néanmoins devenir le mode standard de diffusion à l'horizon de quelques années.

Ainsi, le taux d'équipement des ménages en télévision HD n'est que de 30 % en 2008, selon une étude Médiamétrie/Gfk, mais 80 % des ventes d'écrans sont à haute définition (avec un décodeur MPEG4). Selon *Screen Digest*, le taux d'équipement des ménages en écran HD pourrait ainsi atteindre 92 % à l'horizon 2012, ce qui laisse envisager une transition possible vers une diffusion uniquement en HD (MPEG4), qui permettrait de bénéficier d'un dividende numérique supplémentaire. Afin d'accélérer l'équipement des ménages, la loi oblige les téléviseurs HD à être équipés en décodeur MPEG4 à partir du 1^{er} décembre 2008.

En pratique, il existe un surcoût non négligeable à assurer une double diffusion des chaînes, en format SD et HD. En outre cette double utilisation des fréquences se fait au détriment de la diversité des chaînes. La période de diffusion multiple devrait donc être limitée.

Le Conseil supérieur de l'audiovisuel (CSA) est responsable de l'équilibre entre la diffusion de chaînes en HD et en SD.

Il apparaît cependant difficile à l'heure actuelle de prédire quelles seront l'ampleur et la vitesse du déploiement de la TVHD : l'approche retenue dans cette partie consiste à utiliser

des évaluations de la valeur des chaînes indépendamment de leur statut de chaîne standard ou en haute définition.

e) Plusieurs offres concurrentes de la TNT existent

Sur le segment des offres payantes, la TNT est en concurrence directe avec le satellite, le câble, l'ADSL et demain la fibre. Ces différents médias offrent actuellement un nombre de chaînes supérieures à la TNT (plus d'une centaine), et même une forte extension du nombre de canaux disponibles sur la TNT ne permettrait pas de rivaliser complètement avec les offres du câble ou du satellite.

Ces services ont la particularité d'offrir différents bouquets de chaînes, visant à extraire le maximum de surplus du consommateur. Une telle situation est possible dans la mesure où le câble ou le satellite sont restés très largement des monopoles locaux (câble) ou un oligopole très concentrés (deux opérateurs de satellite puis un depuis la fusion entre CanalSat et TPS).

Le taux d'abonnement aux chaînes payantes de la TNT est très faible pour le moment, mais avec l'augmentation de l'offre, la TNT payante devrait se poser en concurrent du câble, du satellite et de la fibre.

En 2006, les dépenses des ménages en abonnement télévisé se sont élevés à 3 157 M€, couvrant pour l'essentiel Canal+, le câble et le satellite. Le chiffre d'affaires des chaînes thématiques payantes (hors Canal+) est présenté dans le tableau ci-dessous.

Tableau 4 : chiffre d'affaires de la télévision payante thématique en 2006

2006	M€	Part du CA
Ventes de programme et diversification	256	23 %
Publicité	167	15 %
Redevances distributeurs	691	62 %
Total	1115	

En 2006, 6,5 millions de foyers ont un accès aux chaînes payantes thématiques, essentiellement par câble (2,1 millions) et par satellite (3,8 millions), alors que la TNT payante ne représente pour le moment que 80 000 foyers²⁴. Les chaînes thématiques payantes représentent un chiffre d'affaires total de 1 115 M€.

La publicité représente environ 15 % des recettes des chaînes payantes, mais cette part est nettement inférieure à leur audience. Les chaînes payantes représentent approximativement 15 % de l'audience mais seulement 5 % des recettes publicitaires nettes.

Les chaînes payantes sont un secteur très fragile : le chiffre d'affaires moyen d'une chaîne est de 10 M€ environ, ce qui couvre difficilement les coûts. Ainsi en 2006, seules 30 sociétés sur 56 ont un résultat d'exploitation positif²⁵.

²⁴ Il convient de noter que 2007 est marquée par une forte montée en puissance de l'ADSL : 8,5 millions de foyers ont un accès aux chaînes payantes thématiques, par câble (2,0 millions), satellite (3,2 millions) et ADSL (3,1 millions) alors que la TNT payante ne concerne que 200 000 foyers. Par souci de cohérence avec les autres données, on a choisi d'afficher les chiffres de l'année 2006.

²⁵ Source : guide des chaînes numériques.

2.2 Valorisation pour les entreprises (surplus du producteur)

a) Coûts d'une chaîne

Les coûts d'une chaîne de télévision proviennent, d'une part, des coûts de production de la grille, d'autre part, des coûts de diffusion. En l'absence de données précises et en raison de la diversité des modèles économiques des chaînes, il a été choisi de retenir un modèle unique aussi bien pour les chaînes payantes que pour les chaînes gratuites dans lequel :

Les coûts de diffusion sont supposés de 6 M€/an pour la diffusion suivant des indications de TDF sur ce point. Ces coûts sont supposés constants sur la période considérée et permettre à l'opérateur assurant la diffusion de déployer les éventuels éléments de réseau nécessaires pour assurer l'extension de la couverture ou le passage à la diffusion en haute définition. Ce montant est donc équivalent à un loyer supposé permettre à l'opérateur de réseau de couvrir ses coûts.

Les coûts de la grille sont supposés de 40 % du chiffre d'affaires. Ce pourcentage est cohérent avec les coûts de la grille annoncés par certains éditeurs de la TNT²⁶. Une analyse de la sensibilité des estimations à ce paramètre est présentée en annexe. Il convient de noter que le coût de la grille comporte certains éléments incompressibles, provenant des obligations de participation à la création de contenus inscrites dans les conventions avec CSA autorisant un accès aux fréquences. Ainsi les diffuseurs de la TNT gratuite doivent consacrer au moins 3,2 % de leur chiffre d'affaires à la production d'œuvres cinématographiques européennes²⁷.

Enfin, il convient de souligner que les chaînes de télévision ne paient pas de redevance d'accès au spectre, contrairement aux opérateurs des communications électroniques.

Les résultats présentés concernent la valorisation marginale des chaînes une par une. En pratique, il convient de noter qu'elles devraient être regroupées par groupe pour être diffusées sur un multiplex. Il conviendrait dans ce cas de faire une moyenne sur le multiplex.

b) Surplus des producteurs associé à la TNT gratuite

Le surplus des producteurs correspond aux profits économiques qui peuvent être retirés par l'ensemble des opérateurs d'une chaîne, allant de la création de contenus jusqu'à la diffusion.

Dans le cas de la TNT gratuite, seules les recettes publicitaires sont considérées. L'hypothèse faite est que les recettes publicitaires sont proportionnelles à la part d'audience.

Si cette hypothèse ne paraît pas appropriée pour la radiodiffusion analogique²⁸, elle apparaît plus réaliste dans le cadre du développement des offres multi-chaînes, qui devrait contribuer à davantage répartir l'audience.

Sous cette hypothèse de répartition de l'audience, il est possible d'étudier la rentabilité d'une chaîne gratuite de la TNT dont les seules ressources proviendraient de la publicité.

Recettes publicitaires actuelles

Les dépenses publicitaires nettes des annonceurs sur la télévision se sont élevées à 3,4 Md€ en 2006. Ces recettes sont supposées constantes²⁹.

²⁶ Voir par exemple l'article des Échos du 9 décembre 2004, dans lequel la chaîne NT1 vise un chiffre d'affaires de 60 à 70 M€ pour un coût de la grille compris entre 20 et 30 M€.

<http://archives.lesechos.fr/archives/2004/LesEchos/19303-163-ECH.htm>

²⁷ Voir par exemple le site internet de la DDM pour avoir la liste des obligations.

²⁸ TF1 et M6 concentrent 68 % environ des recettes publicitaires, alors que ces deux chaînes ne représentent qu'un peu plus de 40 % de l'audience.

Il a été choisi de ne pas modéliser explicitement l'impact de la disparition de la publicité sur les chaînes de France Télévisions, en raison des nombreuses incertitudes qui demeurent encore, d'une part, sur les décisions qui seront prises *in fine*, d'autre part, sur les impacts de ces décisions sur les annonceurs et les reports qui seront observés.

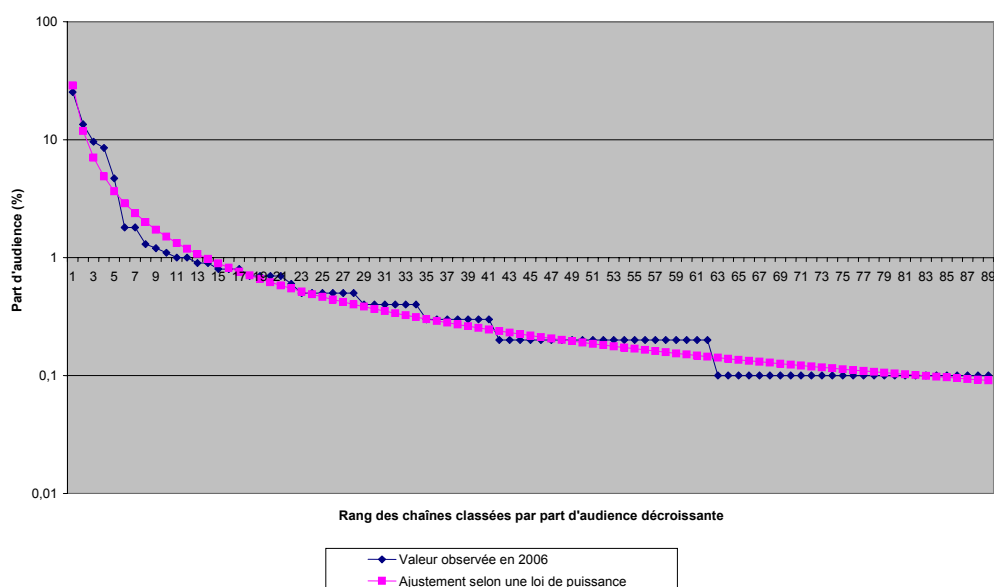
Audience anticipée des chaînes de la TNT

L'une des conséquences du développement de la TNT est la multiplication des chaînes de télévision, qui entraîne une dilution de l'audience entre les différentes chaînes.

À partir de la situation actuellement observée sur le câble ou le satellite, où un grand nombre de chaînes sont déjà présentes, il est possible d'anticiper les audiences qui peuvent être attendues suite à un développement important de la TNT.

La répartition de l'audience par chaîne pour les foyers ayant déjà accès à des bouquets de chaînes (câble et satellite) est présentée sur la figure ci-dessous, en classant les chaînes par audience décroissante.

Figure 3 : classement par ordre décroissant des parts d'audience des chaînes en 2006



Source : guide des chaînes numériques, Direction pour le développement des médias (DDM).

En présence d'un grand nombre de chaînes, l'audience ne se répartit pas uniformément entre les chaînes mais tend à un certain degré de concentration. La décroissance de l'audience des chaînes actuellement observée sur le câble peut être approchée par une loi de puissance :

$$audience = 28\% n^{-1,28},$$

où n est le rang de la chaîne, en classant les chaînes par audience décroissante.

Il est important de noter que cette audience regroupe à la fois des chaînes payantes et des chaînes gratuites, des chaînes en définition standard et potentiellement des chaînes en haute définition.

À partir de la part d'audience, il est possible d'estimer les recettes publicitaires par chaîne.

²⁹ Des évolutions comme l'autorisation d'une seconde coupure publicitaire pourraient amener à modifier cette hypothèse. Comme le montrent les tests de sensibilité présentés en annexe, les résultats n'en seraient pas fondamentalement modifiés.

Hypothèses de valorisation

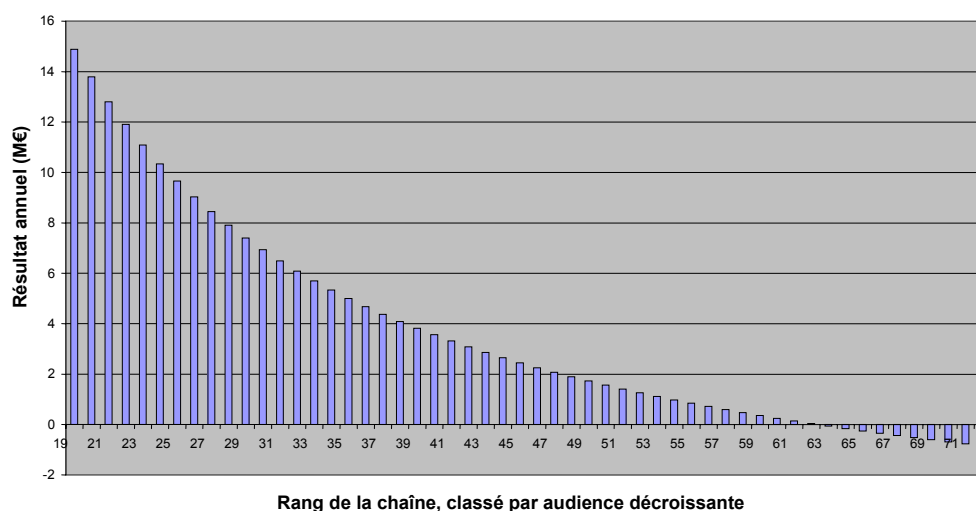
Les hypothèses de valorisation retenues sont :

- un coût de la grille de 40 % du chiffre d'affaires,
- un coût de diffusion de 6 M€/an,
- des recettes publicitaires globales de 3 400 M€, réparties sur 72 chaînes en suivant une loi de puissance d'exposant -1,05. Cette valeur est retenue comme une moyenne approximative entre différentes lois de décroissance observées dans la télévision (voir annexe).

Sous ces hypothèses, le surplus du producteur associé à une chaîne de TNT gratuite financée uniquement par la publicité peut être estimé en fonction du classement de la chaîne en part d'audience.

Le résultat est présenté sur la figure ci-dessous.

Figure 4 : surplus annuel du producteur pour une chaîne de la TNT gratuite financée uniquement par la publicité



Au-delà du 62^e rang en part d'audience, les hypothèses retenues conduisent à estimer qu'une chaîne de TNT financée par la publicité seule ne serait pas rentable.

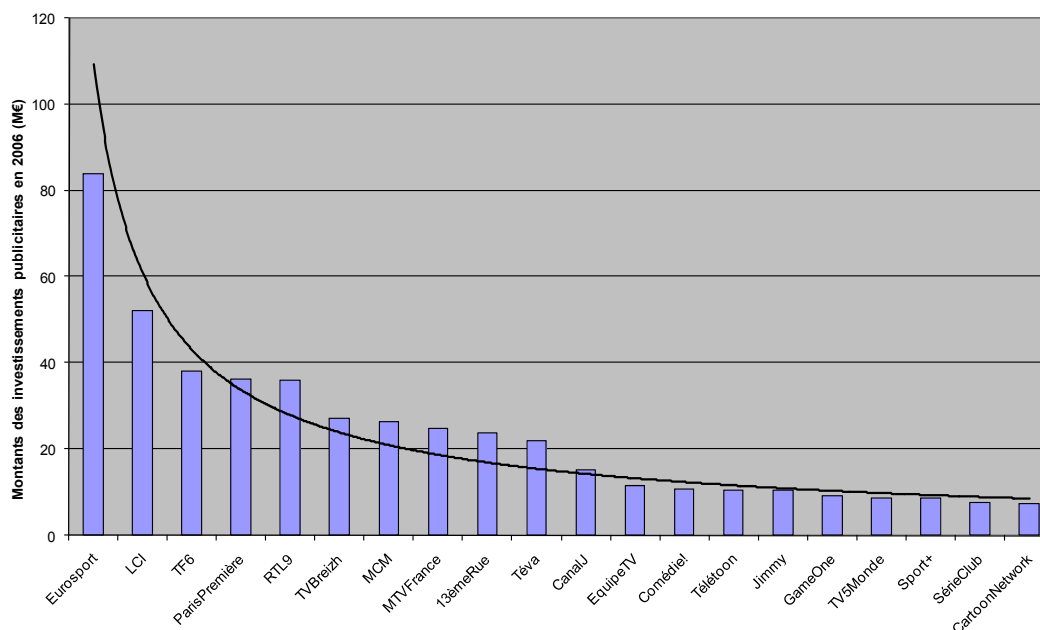
Ce résultat est compatible avec les difficultés initiales des chaînes gratuites de la TNT, qui ont réalisé en 2006 un chiffre d'affaires cumulé de 89 M€ et ont enregistré un résultat d'exploitation négatif. Si plus de 60 chaînes sont accessibles, il existe un risque que certaines chaînes gratuites ne parviennent pas à assurer leur équilibre financier.

c) Chaînes de la TNT payante

Une extension de l'offre de la TNT passerait également par le développement de la TNT payante, accessible moyennant un abonnement.

Les investissements publicitaires sur les chaînes payantes sont également concentrés, comme l'illustre la figure ci-dessous :

Figure 5 : investissements publicitaires sur les chaînes payantes de la TNT



Comme il a été présenté *supra*, le chiffre d'affaires des chaînes payantes de la TNT s'élève à 1 115 M€ en 2006, regroupant en particulier le produit des abonnements et de la publicité.

Méthodologie

Dans la mesure où l'audience suit approximativement une loi de puissance et où les recettes publicitaires suivent également une loi de puissance, il est proposé de répartir également suivant une loi de puissance le chiffre d'affaires total des chaînes thématiques payantes.

En rajoutant une estimation des coûts de production et de diffusion, il est alors possible d'obtenir un ordre de grandeur du profit des chaînes thématiques, et donc de la valorisation du spectre utilisé.

Hypothèses de valorisation

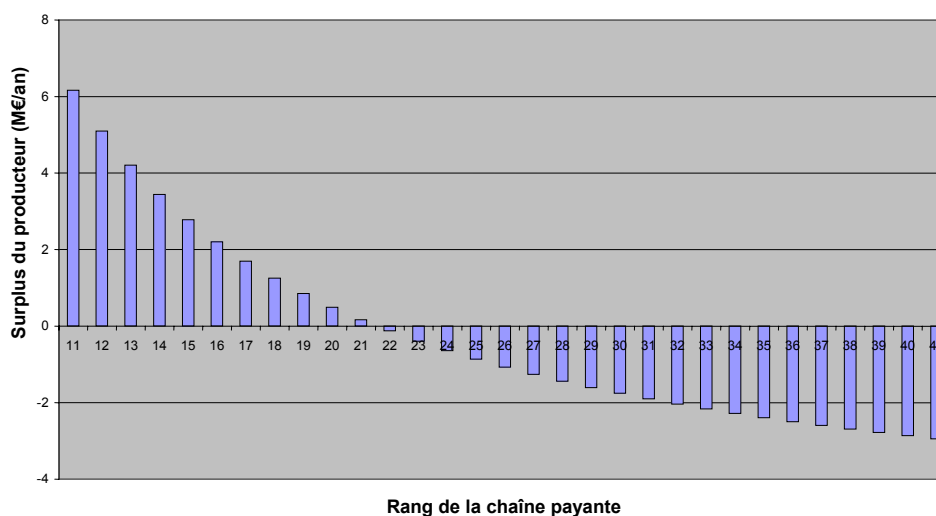
Les hypothèses de valorisation retenues sont :

- un coût de la grille de 40 % du chiffre d'affaires,
- un coût de diffusion de 6 M€/an,
- un chiffre d'affaires global de 1 115 M€, réparti sur 72 chaînes en suivant une loi de puissance d'exposant $-1,05^{30}$.

³⁰ Cf. annexe.

Une forte extension de l'offre audiovisuelle se traduirait par une valorisation négative

Figure 6 : surplus du producteur associé aux chaînes payantes



Sous les hypothèses précédemment mentionnées, la rentabilité des chaînes payantes sur la TNT apparaît incertaine si elles sont situées au-delà du 22^e rang pour le chiffre d'affaires parmi les chaînes payantes.

d) Synthèse sur le surplus du producteur

Sur la base des évaluations précédentes, une chaîne gratuite de la TNT ne devrait pas avoir une audience dépassant le 64^e rang, alors qu'une chaîne payante ne devrait pas dépasser le 22^e rang parmi les chaînes payantes. En conséquence, 64 chaînes constituent approximativement le maximum de chaînes rentables envisageables sur la TNT, en faisant l'hypothèse que 22 chaînes parmi elles sont payantes, ce qui laisse donc 42 chaînes gratuites.

Le nombre de 64 ne doit absolument pas être pris comme une valeur précise, comme le montrent les tests de sensibilité. Néanmoins, ce résultat indique qu'une forte extension de la TNT (au-delà de 50 chaînes) risque de conduire plusieurs chaînes à des difficultés financières.

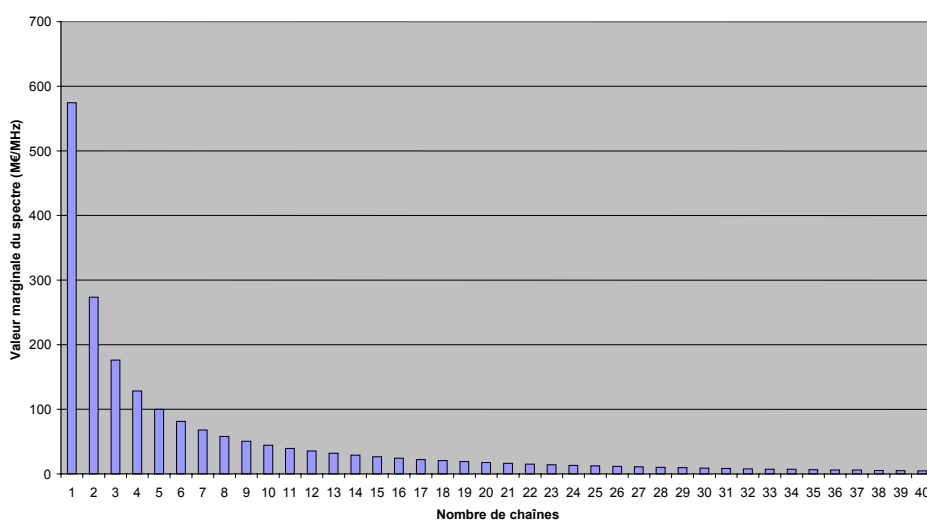
En supposant :

- i. une largeur de bande de 5 MHz par chaîne,
- ii. un régime stationnaire sur une durée de 10 ans,
- iii. un taux d'actualisation de 12 % (avant impôt),

il est possible de calculer une valorisation du spectre par MHz, comparable avec les autres estimations disponibles.

Cas de la TNT gratuite

Figure 7 : valeur du spectre associée à une chaîne de TNT gratuite en fonction de son classement en part d'audience

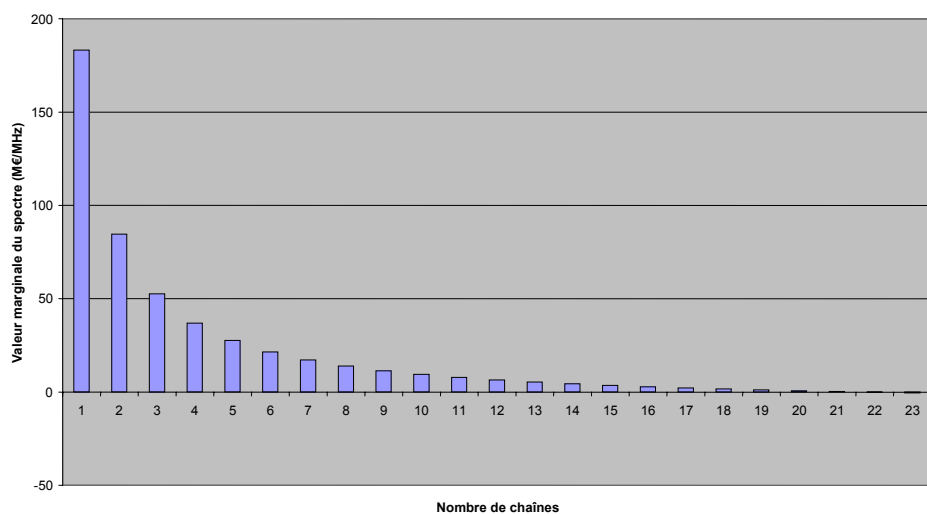


La diffusion des premières chaînes de télévision par voie hertzienne apparaît extrêmement rentable, puisque les valeurs obtenues par MHz sont très supérieures à celles obtenues pour tous les autres usages. En revanche, la valorisation est très fortement décroissante. À partir de du 28^e rang en part d'audience, la valeur du spectre correspondante est inférieure à 10 M€/MHz, et cette valeur devient nulle vers la 63^e chaîne.

Cas de la TNT payante

Dans le cas de la TNT payante (en excluant Canal+), la valeur du spectre est également très élevée pour les premières chaînes. En revanche, les chaînes additionnelles ont une valeur de plus en plus faible. Au-delà de la 10^e chaîne, la valeur du spectre est inférieure à 10 M€/MHz, et elle s'annule pour la 21^e chaîne.

Figure 8 : valeur du spectre associée à une chaîne de TNT payante en fonction de son classement parmi les chaînes payantes



2.3 Surplus du consommateur

a) Surplus du consommateur associé à la TNT payante

En ce qui concerne les abonnés à la TNT payante, il est proposé d'utiliser une élasticité de la demande de -2,4, qui correspond approximativement à la moyenne entre les élasticités des offres premium du câble (-3,2) et du satellite (-2,4) et de l'offre de base du câble (-1,5), telles que mesurées dans l'article de Goolsbee et Petrin (2004)³¹ pour les États-Unis.

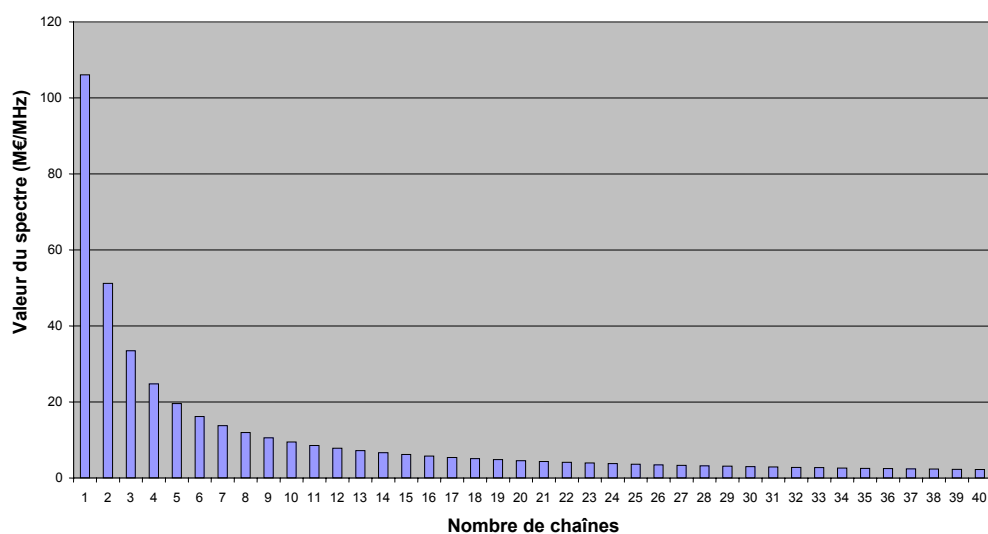
Sous l'hypothèse d'une fonction de demande linéaire, le surplus du consommateur correspondant peut alors être estimé par la formule :

$$W_c = \frac{CA}{2\varepsilon}$$

Les chiffres d'affaires des chaînes peuvent être calculés en fonction du classement de la chaîne, en répartissant le montant total de 1 115 M€ suivant une loi de puissance de coefficient -1,05.

En retenant une actualisation de ce gain sur 10 ans au taux de 12 % ainsi qu'une largeur de bande 5 MHz/chaîne, il est possible de calculer une valorisation du spectre pour les consommateurs associée à une chaîne payante additionnelle.

Figure 9 : surplus du consommateur associé à la TNT payante



Le gain de surplus du consommateur apporté par les chaînes additionnelles est rapidement décroissant, conduisant à une valeur inférieure à 10 M€/MHz au-delà de la 10^e chaîne.

b) Surplus du consommateur associé à la TNT gratuite

La mesure du surplus du consommateur pour des chaînes *gratuites* apparaît délicate, dans la mesure où la notion de surplus du consommateur n'est pas directement applicable.

Il est néanmoins possible d'exploiter le prix payé pour les chaînes payantes pour avoir une évaluation de la valeur marginale d'une augmentation du nombre de chaînes.

³¹ Goolsbee et Petrin (2004) "The Consumer Gains from Direct Broadcast Satellites and the Competition with Cable TV", *Econometrica*, vol. 72, n° 2, pp. 351-381.

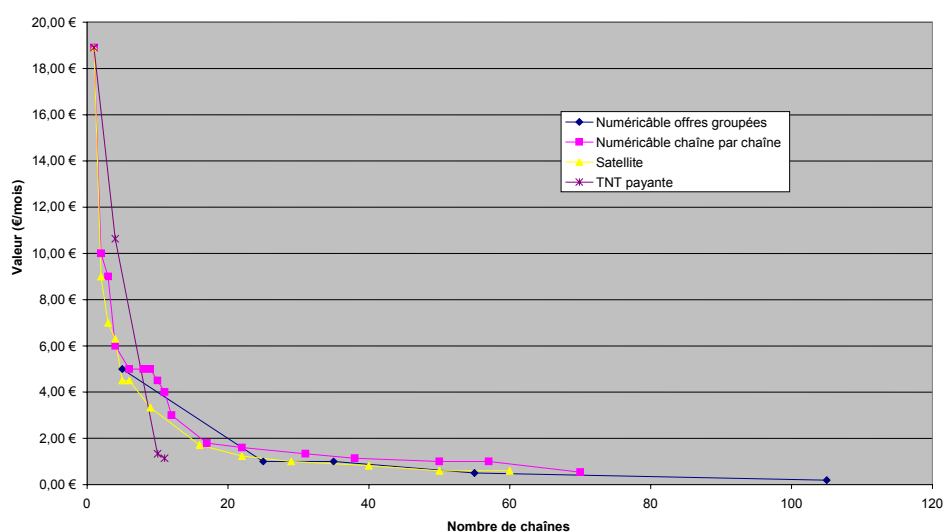
Les ménages ayant recours exclusivement à la TNT gratuite ne s'abonnent pas aux offres payantes. Par un argument de préférence révélée, cela signifie que l'utilité marginale apportée par les chaînes supplémentaires est inférieure à leur disposition à payer pour avoir accès à ces chaînes. Le prix des chaînes payantes constitue donc une borne *supérieure* à la disposition à payer des ménages qui ne s'abonnent pas.

Valeur marginale des chaînes payantes

Pour chaque opérateur, les chaînes sont classées par prix décroissant. Il est ainsi possible de mesurer la décroissance de la valeur marginale des chaînes.

Comme l'illustre la figure 10, le prix marginal des chaînes est rapidement décroissant. Une régression présentée en annexe montre que le prix peut être approché par une loi de puissance.

Figure 10 : valeur marginale des chaînes sur différentes offres payantes en France



Hypothèses d'estimation

À partir de cette estimation de la valeur marginale d'une chaîne supplémentaire, il est possible d'estimer le surplus du consommateur associé aux chaînes gratuites, sous différentes hypothèses :

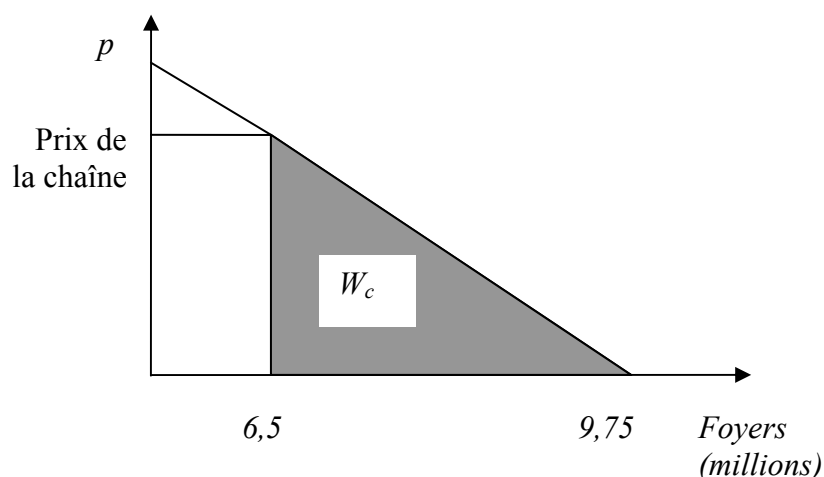
- la valorisation marginale des chaînes est la même pour les foyers abonnés et ceux qui ne le sont pas,
- le CSA choisit les chaînes de la TNT gratuite par ordre décroissant de valeur pour le consommateur,
- les chaînes de la TNT gratuite ont une valorisation équivalente à celle des chaînes actuellement disponibles sur le câble ou le satellite.

Si cette dernière hypothèse apparaît peu plausible en ce qui concerne les chaînes les plus valorisées, (assimiler TPS Star – chaîne la plus chère des offres payantes – et TF1), en revanche, elle semble plus réaliste pour les chaînes additionnelles créées, le plus souvent thématiques, en particulier si on exclut les premières chaînes.

En 2006, 6,5 millions de foyers sur 25 millions ont choisi de s'abonner à une offre payante. L'élasticité-prix de la demande pour les offres payantes est supposée de $-1,5^{32}$. On suppose en outre une demande linéaire.

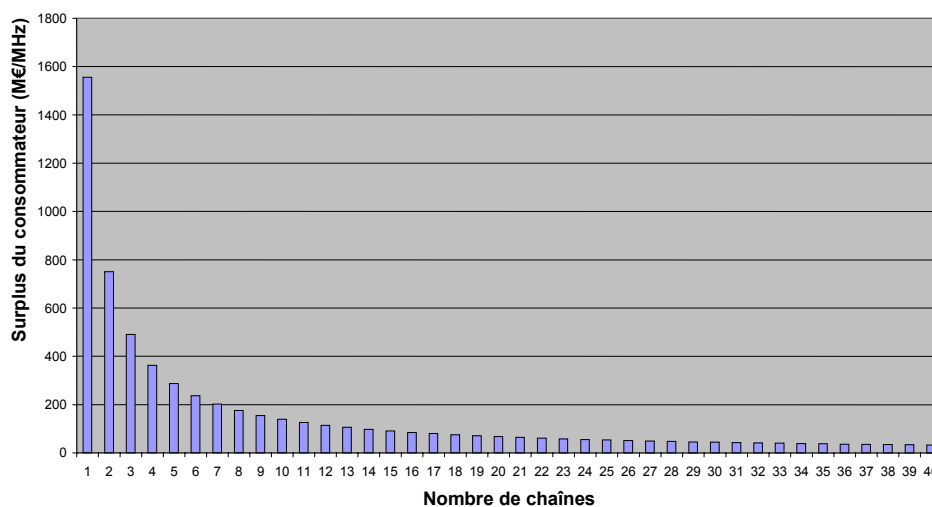
Sous l'hypothèse, le surplus des consommateurs associé aux chaînes gratuites est donné par la somme des dispositions à payer des consommateurs inférieures au prix de la chaîne, soit $W_c = \varepsilon pq/2$, où ε est l'élasticité de la demande, p le prix marginal de la n^e chaîne payante (supposé identique à la valeur de la n^e chaîne gratuite) et q représente le nombre d'abonnés actuels à des services payants, soit 6,5 millions de foyers.

Figure 11 : surplus des consommateurs associé à la TNT gratuite



À partir de ces hypothèses, il est possible d'estimer un surplus du consommateur associé aux chaînes gratuites de la TNT et la valeur du spectre correspondante, ainsi qu'une valeur du spectre, en actualisant la valeur obtenue sur 10 ans au taux de 12 % et en supposant une largeur de bande de 5 MHz/chaîne.

Figure 12 : surplus des consommateurs associé aux chaînes gratuites de la TNT



³² Valeur obtenue pour l'offre de câble de base aux États-Unis.

Alors que les premières chaînes gratuites ont une très forte valeur pour les consommateurs, le surplus des consommateurs est fortement décroissant avec le nombre de chaînes. Pour la 18^e chaîne, le surplus est estimé à 75 M€/MHz. Pour la 40^e chaîne, il n'est plus que de 32 M€/MHz.

3 Télévision mobile personnelle (TMP)

La télévision mobile personnelle (TMP) correspond à la possibilité de recevoir des émissions de télévision sur un terminal mobile par radiodiffusion (*broadcast*). Le plan de réutilisation des fréquences arrêté par le Premier ministre prévoit d'allouer deux multiplex à la TMP, permettant la diffusion d'environ 32 chaînes ; cependant, le déploiement du premier multiplex est actuellement gelé en l'absence d'accord entre opérateurs et éditeurs sur le partage des coûts et bénéfices. Pour l'instant, seule la réception par l'intermédiaire des réseaux 3G des opérateurs mobiles est mise en œuvre. Cette solution s'avère beaucoup moins efficace du point de vue spectral, mais elle permet aux opérateurs mobiles de conserver une plus grande maîtrise de la diffusion et d'utiliser les capacités disponibles des réseaux 3G, ce qui explique sans doute leur réticence à se lancer dans la TMP. La valorisation calculée ci-dessous suppose qu'un accord est trouvé entre éditeurs et opérateurs mobiles pour assurer la radiodiffusion des chaînes.

Dans un scénario central, les calculs de la DGTPE conduisent aux estimations suivantes pour la valorisation des fréquences attribuées au **premier multiplex de TMP** (16 chaînes) :

- le surplus du producteur s'élève à 753 M€, soit 24 M€/MHz, montant qui correspond aux recettes que les pouvoirs publics percevraient si les fréquences associées au premier multiplex TMP étaient vendues aux enchères ;
- le surplus du consommateur est estimé à 621 M€, soit 19 M€/MHz,
- soit, au total, un **surplus total de 1 374 M€ ou 43 M€/MHz**.

Cette valorisation relativement élevée traduit l'intérêt d'attribuer des fréquences à cet usage.

En revanche, la rentabilité économique d'un **second multiplex attribué à la TMP** apparaît beaucoup plus aléatoire, les hypothèses retenues conduisant à :

- un surplus du producteur de 17 M€, soit 1 M€/MHz,
- un surplus du consommateur de 311 M€, soit 10 M€/MHz,
- soit un **surplus total de 328 M€ ou 10 M€/MHz**.

Le très faible surplus du producteur signale un risque non négligeable que l'activité de certaines chaînes soit déficitaire dans le cas de l'attribution de deux multiplex à la TMP.

Ces résultats sont confortés par leur similarité avec ceux obtenus par les cabinets *Analysys Consulting* et *Hogan & Hartson*, dans leur évaluation de la valeur du dividende numérique pour le compte de l'ARCEP³³.

Les tests de sensibilité sur la valorisation du premier multiplex de TMP, qui doivent être maniés avec prudence compte tenu des limites inhérentes à ce type d'exercice, conduisent à estimer qu'il existe **20 % de chance que la TMP ne soit pas rentable** pour les entreprises et un peu plus d'**une chance sur deux que la valeur des fréquences concernées soit comprise entre 0 et 48 M€/MHz**.

³³ L'étude est disponible en téléchargement sur le site de l'ARCEP www.arcep.fr.

3.1 Présentation

La diffusion de programmes de télévision vers des terminaux portables, principalement des téléphones mobiles mais aussi potentiellement des téléviseurs de poche ou ordinateurs portables, de façon à permettre une réception mobile, appelée aussi télévision mobile personnelle (TMP), est en cours de lancement en France.

L'accès à la télévision mobile est déjà possible depuis 2006 sur certains téléphones portables grâce à des technologies de connexion point à point comme la 3G : le contenu est alors diffusé à la demande, spécifiquement à destination d'un utilisateur et nécessite donc une large bande passante, par opposition à la radiodiffusion, beaucoup plus efficace lorsqu'un même signal est demandé par de nombreux usagers simultanément.

La norme retenue en France pour la radiodiffusion mobile est le DVB-H (proche de la norme DVB-T utilisée par la télévision numérique terrestre). Les paramètres techniques retenus par le CSA permettent d'assurer la radiodiffusion de 16 chaînes à partir d'un ensemble de fréquences couvrant le territoire national (multiplex). Le CSA a sélectionné 13 chaînes le 27 mai 2008 à l'issue d'un premier appel à candidatures³⁴. Trois chaînes du service public sont en outre prévues. La couverture prévue est de 30 % de la population dans un délai de 3 ans, pour être étendue à 60 % de la population au bout de 6 ans.

Toutefois, le lancement du premier multiplex de la TMP a été maintes fois retardé, en raison de l'impossibilité jusqu'à présent pour les opérateurs et les éditeurs de parvenir à un accord quant au partage du risque et des bénéfices de la TMP. Cette difficulté est renforcée par la rentabilité économique incertaine de la TMP par radiodiffusion, en raison en particulier de la concurrence de la diffusion directe des chaînes par les opérateurs sur leur réseau 3G.

Le déploiement d'un second multiplex, susceptible d'accueillir 16 chaînes supplémentaires, est techniquement possible en mobilisant une partie des fréquences du dividende numérique. Le déploiement, prévu dans le plan de réutilisation des fréquences, pourrait intervenir au plus tôt aux environs de 2012, après la libération des fréquences de la radiodiffusion analogique. Il apparaît cependant incertain, compte tenu des difficultés à déployer le premier multiplex.

La télévision mobile distribuée en point à point est pour l'heure très marginale. Ainsi l'enquête 2007 du Crédoc sur « la diffusion des technologies de l'information dans la société française » indique que seules 2 % des personnes disposant d'un téléphone portable l'utilisent pour regarder la télévision. Cette très faible utilisation indique que les niveaux de prix pratiqués actuellement sont trop élevés, que la qualité n'est pas satisfaisante ou que les terminaux adéquats ne sont pas encore assez répandus pour permettre une large diffusion. Cette situation est cependant en train d'évoluer rapidement en raison de la diffusion de nouveaux terminaux mobiles aux écrans élargis, dits « *smart phones* », associés à une tarification forfaitaire plus attractive.

3.2 Hypothèses de valorisation

La TMP a d'ores et déjà fait l'objet d'un lancement en diffusion point à point à partir des réseaux Edge et 3G des opérateurs mobiles. Les offres existantes et les éléments disponibles, issus de l'appel à candidature du Conseil supérieur de l'audiovisuel (CSA), fournissent des indications sur la disposition à payer des consommateurs pour la TMP.

Le prix des offres actuellement disponibles sur les téléphones portables, présentées en annexe, varie de 3 à 12 €/mois. Si certaines chaînes uniques possèdent une valeur élevée³⁵, la plupart des offres d'appel se font sur la base de 20 à 40 chaînes, pour un tarif de 6 à 7 €/mois. Le fait

³⁴ Voir résultat de l'appel à candidatures en annexe.

³⁵ Par exemple, la chaîne Orange Sport, pour laquelle l'abonnement est de 6 €/mois.

que les services soient très peu répandus pour le moment indique probablement que les prix des offres actuellement disponibles constituent des *majorants* de la valorisation du service par les consommateurs³⁶. En conséquence, la valorisation de 7 €/mois est retenue comme hypothèse haute par la suite.

À partir du rapport du Conseil général des technologies de l'information (CGTI) consacré à la TMP, des indications de coût provenant d'annonces de Télédiffusion de France (TDF) et d'hypothèses sur le taux de pénétration de la TMP, il est possible de procéder à une estimation de la valeur économique du spectre alloué à cet usage pour un opérateur privé, en d'autres termes, du surplus du producteur associé.

Il convient de noter que, relevant de l'audiovisuel, les fréquences de la TMP sont attribuées à titre gracieux par le CSA, sur la base d'un appel à candidature impliquant le respect d'un cahier des charges. En conséquence, les profits estimés *infra* devraient être captés par les entreprises du secteur (producteur de contenus, éditeurs, diffuseurs).

La plupart des calculs présentés ici correspondent au premier multiplex attribué à la TMP, pour lequel davantage d'éléments sont disponibles. Étant donné que la valeur marginale d'une chaîne est décroissante (intérêt marginal décroissant des téléspectateurs pour des chaînes supplémentaires), la valeur obtenue est supérieure à celle d'un second multiplex, pour lequel une estimation est présentée dans un second temps.

La mise en œuvre opérationnelle de la TMP suppose que soient définis les contenus, ainsi que les modalités de mise en place d'un réseau et de rémunération des entreprises concernées. La valeur calculée correspond à la valeur agrégée pour les éditeurs de contenus, les opérateurs techniques de diffusion et les opérateurs mobiles et n'indique pas les détails de son partage entre acteurs qui dépendent de négociations ne relevant pas de cette étude.

L'estimation de la valorisation de la TMP repose sur les hypothèses suivantes :

- Différents modes de financement sont envisagés à l'heure actuelle :
 1. La principale source de financement de la TMP devrait être l'abonnement payé par les utilisateurs, soit directement, soit sous la forme d'une rétrocession par l'opérateur de téléphonie mobile de la partie de l'abonnement principal du consommateur correspondant aux revenus additionnels générés par la TMP. Un revenu moyen mensuel nominal de 5 €/mois³⁷ par client (*average revenue per user* ou ARPU) est retenu³⁸.
 2. Les chaînes gratuites de la TMP devraient également être accessibles indépendamment d'un abonnement, avec une réception sur des terminaux spécifiques. Dans ce second cas, qui n'est pas explicitement considéré dans les estimations présentées par la suite, une contribution au financement des chaînes gratuites serait assurée par un montant

³⁶ En d'autres termes, les consommateurs actuels de ces services sont les consommateurs présentant la plus grande disposition à payer, *i.e.* ceux qui valorisent le plus ces services.

³⁷ Il s'agit d'une valeur *nominale*. En conséquence, la valeur *réelle* (*i.e.* corrigée des effets de l'inflation) décroît tout le long de la période. De façon implicite, le progrès technique permet de diminuer le prix des services. Cette hypothèse est compatible avec ce qui est observé sur d'autres marchés des télécommunications, par exemple les connexions ADSL, où la valeur nominale reste de 30 €/mois sur plusieurs années.

³⁸ Cette valeur est corroborée par la valeur évoquée dans la plupart des dossiers de candidature soumis au CSA, ainsi que par la propension à payer de 5 à 10 € évoquée par Michel Combes, PDG de TDF, dans son entretien au journal les Échos du 10 juillet 2007.

« Toutes les expérimentations en France et à l'étranger confirment un usage massif (la moitié des participants la regardaient tous les jours ou presque) et un marché large et solvable (propension à payer entre 5 euros et 10 euros par mois pour 15 à 18 chaînes). En France, les revenus d'accès pourraient atteindre 900 millions d'euros par an sous dix ans, permettant de financer l'ensemble du système. »

forfaitaire perçu à l'achat du terminal. Le montant envisagé, de 5 à 10 €³⁹, n'apporterait cependant que des recettes limitées (équivalant sur 24 mois à 42 c€/mois).

- Dans le cas d'un second multiplex, la valorisation des chaînes additionnelles par les consommateurs devrait très vraisemblablement être inférieure à la valorisation des 16 chaînes diffusées sur le premier multiplex, dans la mesure où le CSA a retenu en premier les chaînes les plus intéressantes pour les consommateurs. Par simplicité, une élasticité de -1 de la valorisation par rapport au nombre de chaînes disponibles est retenue, ce qui conduit à une valorisation divisée par deux pour un second multiplex, soit 2,5 €/mois.
- Le taux d'adoption de la TMP est supposé se situer, à moyen terme, aux alentours de 25 % des clients de la téléphonie mobile couverts par le réseau de diffusion de la TMP, soit 10 millions de clients environ à horizon 2015⁴⁰. Il s'agit sans doute d'une hypothèse haute, dans la mesure où le rapport du CGTI sur la TMP retient un taux d'adoption de 10 %. Ce taux d'adoption est supposé atteint sur 6 ans, correspondant au temps envisagé pour obtenir la couverture de 60 % de la population.
- L'élasticité-prix de la demande est supposée de -2 dans le scénario central. Cette valeur élevée (en valeur absolue) est compatible avec des estimations des élasticités sur différents segments de la télévision aux États-Unis, où l'élasticité-prix de l'offre de base de télévision est de -1,5, du câble de -3,2 et du satellite de -2,4⁴¹. Une élasticité-prix élevée (nettement supérieure à 1) est également attendue sur un service nouveau pour lequel la concurrence directe est limitée (concurrence en fait indirecte par la télévision classique, par les services internet mobile, etc.). L'élasticité-prix de la demande permet d'estimer le surplus du consommateur, sous l'hypothèse d'une demande linéaire, en appliquant la formule $W_c = \frac{CA}{2\varepsilon}$ où ε est la valeur absolue de l'élasticité-prix de la demande.
- Les revenus générés par la publicité, quoiqu'incertains, sont pris en compte. En 2007, les dépenses en publicité des annonceurs sur la télévision se sont élevées à 4 306 M€⁴². Une très large part de ce montant est concentrée sur les principales chaînes, dont la part dans les recettes publicitaires est nettement supérieure à la part d'audience. Ainsi TF1, M6 et les chaînes du service public concentrent 67 % des recettes publicitaires. Pour tenir compte de cette concentration, les revenus publicitaires correspondant aux 33 % restants, soit 1421 M€, ont été répartis proportionnellement à la part d'audience. Ce montant a été supposé constant sur la période d'estimation, sous l'hypothèse d'une annulation de deux phénomènes jouant en sens opposés : la tendance à l'augmentation régulière des dépenses de publicité, associée au déplacement de plus en plus important des dépenses de la télévision vers Internet. Il s'agit probablement d'une hypothèse haute. En effet, le rapport du CGTI néglige le financement de la TMP par la publicité, en retenant l'hypothèse selon laquelle la propension des clients à changer de chaîne est supérieure en situation de mobilité, ce qui réduirait la valeur des espaces publicitaires. Afin de calculer la part d'audience, le nombre d'abonnés à la TMP est multiplié par une écoute quotidienne supposée de 30 minutes (correspondant à une utilisation lors de déplacements ou à des temps d'attente), à comparer aux 56,7 millions de téléspectateurs avec un temps d'écoute

³⁹ La Tribune, 17 avril 2008.

⁴⁰ La notice explicative de l'appel d'offre du CSA retient dans un premier temps une base de 4 millions d'abonnés au DVB-H. Cf. p. 6. http://www.csa.fr/upload/publication/appel_tmp_notice_explicative.pdf

⁴¹ Goolsbee et Petrin (2004), 'The Consumer Gains from Direct Broadcasting Satellites and the Competition with Cable TV', *Econometrica*, vol. 72, n° 2, pp. 351-381.

⁴² Source : IREP.

quotidien moyen de 3h30⁴³. Les montants ainsi générés demeurent limités. Dans le scénario central, les recettes publicitaires atteignent 35 M€/an environ à l'horizon 2015. Les revenus générés par le parrainage et par des services additionnels, envisagés dans l'appel à candidature du CSA, ne sont en revanche pas pris en compte. Dans le cas d'un second multiplex, les revenus publicitaires attendus par chaîne devraient être décroissants, dans la mesure où le CSA a sélectionné dans un premier temps les chaînes les plus attractives et en raison de la dilution de l'audience. Une plus grande attractivité de la TMP pour les annonceurs peut cependant être envisagée si l'offre passe de 16 à 32 chaînes. Ces considérations conduisent à retenir une écoute quotidienne de 20 minutes pour le second multiplex, supérieure à un simple partage des revenus avec le premier multiplex qui aurait conduit à une écoute de 15 minutes.

- Le surcoût sur un terminal capable de recevoir la TMP est estimé à 10 €, ce qui correspond à 6,7 €/an/client, en supposant un renouvellement du terminal tous les 18 mois en moyenne, fréquence actuellement observée pour les terminaux de téléphonie mobile.
- Les coûts d'adaptation et de création des contenus diffusés sont estimés à 10 % du chiffre d'affaires. Un coût nul correspondrait au cas où les contenus diffusés sur la TMP sont les mêmes que ceux diffusés sur la TNT. Cette hypothèse pourrait être valable en première approximation lors du lancement de la TMP mais devrait être modifiée au fur et à mesure du développement de cette dernière, qui devrait conduire à la création de contenus spécifiques. Cette hypothèse est compatible avec les *business plans* des chaînes de la TMP dont une partie ont indiqué, dans leur dossier de candidature au CSA, envisager dans un premier temps une simple reproduction de la diffusion télévisée standard, alors que d'autres ont prévu explicitement la création de contenus spécifiques.
- L'appel à candidatures déjà conduit par le CSA prévoit un déploiement de la TMP avec une couverture de 30 % de la population au bout de 3 ans et de 60 % au bout de 6 ans⁴⁴. Ce point est pris en compte en supposant une augmentation progressive sur 6 ans du taux d'équipement des ménages.
- La diffusion suppose les investissements nécessaires au déploiement d'un réseau (*capital expenditure* ou CAPEX) ainsi que des dépenses de fonctionnement (*operational expenditure* ou OPEX). Dans un souci de simplification, seul un loyer équivalent permettant de couvrir l'ensemble des coûts de diffusion (CAPEX et OPEX) est envisagé. D'après le rapport du CGTI, le coût d'une couverture de 35 % de la population, avec une qualité acceptable, est supposé de 100 M€/an⁴⁵, alors que le coût d'une couverture de 50 % de la population est supposé de 300 M€/an, avec un déploiement sur 4 ans. Ces valeurs, un peu anciennes, sont sans doute surestimées : TDF a indiqué pouvoir couvrir 30 % de la population pour 55 M€/an et 60 % pour 145 M€/an. Ces dernières valeurs apparaissent sans doute optimistes si les consommateurs demandent une diffusion de qualité, y compris à l'intérieur des bâtiments, comme l'illustre en annexe la comparaison avec différentes évaluations antérieures. En conséquence, une valeur centrale de 200 M€/an est retenue, permettant de couvrir à terme 60 % de la population.
- Les coûts de personnel, de marketing et des centres d'appel sont estimés à 5 % du chiffre d'affaires, valeur comparable à ce qui est retenu dans le rapport du CGTI.
- Il est choisi de calculer le plan d'affaires sur 10 ans, dans la mesure où d'autres technologies de diffusion plus efficaces pourraient être disponibles à cet horizon

⁴³ Source : Médiamétrie.

⁴⁴ Cf. décision de l'appel à candidature du CSA http://www.csa.fr/upload/decision/appel_tmp_avec_annexes.pdf

⁴⁵ Ce montant annuel est équivalent actuariellement à un investissement initial de 500 M€, étalé sur 4 ans, auquel s'ajoutent 35 M€ de dépenses opérationnelles par an, chiffres estimés à partir du rapport du CGTI.

(technologie LTE). En outre, la durée de 10 ans a été retenue pour les appels d'offre déjà lancés par le CSA. La valorisation est calculée à la date de lancement du projet.

- La valeur du projet est calculée à partir des flux *nominaux* actualisés avant impôt, avec un taux d'actualisation (ou coût du capital) de 9 % et un taux d'imposition sur les sociétés de 33,33 %, correspondant à un taux d'actualisation avant impôt de 13,5 %. Les détails de la structure financière ne sont pas pris en compte.

Fréquences nécessaires

Pour la télévision numérique en France, la bande de fréquence UHF a été découpée en « multiplex » par l'Agence nationale des fréquences radio (ANFR) et le CSA. Chaque multiplex permet une couverture particulière du territoire par un système utilisant localement 8 MHz, mais différant d'une région à l'autre pour éviter les interférences. Le réseau DVB-H prévu à moyen terme utilisera le multiplex dénommé M7, permettant d'assurer la diffusion des 16 chaînes prévues par le CSA. Si la quantité de fréquences nécessaires fait l'objet de débats, la valeur retenue ici est de 4 canaux, soit 32 MHz, mais elle devrait être amendée si le nombre de canaux finalement nécessaires était différent.

Il peut être noté qu'une partie de la bande S (2170 MHz-2200 MHz) peut également être utilisée pour offrir une diffusion de la TMP par satellite ou par un système hybride satellite-terrestre, selon la norme DVB-SH. Cette bande possède l'intérêt d'être harmonisée à l'échelle européenne. Seul le coût de diffusion selon un réseau DVB-H est examiné par la suite. En effet, une rentabilité de la diffusion par deux réseaux n'apparaît pas assurée aux termes du rapport du CGTI.

3.3 Valeur du premier multiplex

À partir des hypothèses mentionnées, il est possible de calculer la valeur actualisée nette (VAN) correspondant au surplus du producteur et au surplus du consommateur associés au premier multiplex de la TMP, correspondant aux 16 chaînes actuellement prévues⁴⁶.

Tableau 5 : valeur du premier multiplex

Premier multiplex	Valeur actualisée nette (M€ 2008)	Valeur par MHz (M€/MHz)
Surplus du producteur	753	24
Surplus du consommateur	621	19
Surplus total	1374	43

Source : calculs DGTPE

3.4 Valeur d'un second multiplex

La valorisation ci-dessus correspond au premier multiplex alloué à la TMP. Sur un second multiplex, la valorisation marginale par les consommateurs de chaînes supplémentaires est décroissante. Ainsi la valorisation de 5 €/mois pour 16 chaînes correspond à une valorisation *moyenne* pour les 16 premières chaînes. Comme présenté *supra*, les premières chaînes sont davantage valorisées. On peut ainsi faire l'hypothèse raisonnable que la valorisation de 16 chaînes supplémentaires, au-delà des 16 premières chaînes déjà programmées, correspondant à un doublement de l'offre, entraîne une valorisation pour les clients divisée par deux, soit 2,5 €/mois.

Par ailleurs, la diffusion d'un second multiplex reviendrait probablement moins chère que la diffusion du premier multiplex en raison des économies d'échelle et des effets

⁴⁶ Les détails des flux sont présentés en annexe.

d'apprentissage. Un coût de diffusion de 140 M€/an, correspondant approximativement au coût proposé par TDF, a été retenu.

Tableau 6 : valorisation du second multiplex

Second multiplex	Valeur actualisée nette (M€ 2008)	Valeur par MHz (M€/MHz)
Surplus du producteur	17	1
Surplus du consommateur	311	10
Surplus total	328	10

Source : calculs DGTPE

Sous ces hypothèses, le surplus du producteur associé aux canaux supplémentaires de la TMP est légèrement positif, à 1 M€/MHz. Cela signifie qu'en moyenne, en présence de deux multiplex, les chaînes seraient à la limite de la rentabilité : il existe donc un risque non négligeable qu'un certain nombre de chaînes de la TMP se révèlent déficitaires. La valeur totale des chaînes supplémentaires apparaît positive pour les consommateurs, mais beaucoup moins que le premier multiplex.

Cette diminution très forte de la valeur provient du fait que la diffusion suppose un coût fixe important, alors que les recettes sont approximativement divisées par deux (dans le scénario étudié ici) pour le deuxième multiplex.

4 Valorisation de l'entrée d'un nouvel opérateur de téléphonie mobile

Les fréquences basses du dividende numérique peuvent techniquement être utilisées pour permettre l'entrée d'un nouvel opérateur de réseau mobile proposant un service de troisième génération (3G) ou au-delà. Ces fréquences permettraient d'assurer une large couverture du territoire en utilisant un maillage comparable à celui actuellement utilisé pour le GSM.

Selon que la procédure d'attribution d'une quatrième licence 3G actuellement en cours⁴⁷ aboutira ou non, le nouvel opérateur envisagé serait un cinquième ou un quatrième opérateur de réseau sur le marché français de la téléphonie mobile.

L'entrée d'un nouvel opérateur sur un marché se traduit nécessairement par une perte de surplus pour les producteurs dans leur ensemble, provenant de la diminution globale de la rente d'oligopole des opérateurs en place. Ce point, qui se traduit par une valeur négative du spectre pour les producteurs, ne signifie pour autant pas que le spectre n'a pas une valeur positive pour le nouvel entrant, évaluée par ailleurs.

La perte de surplus des producteurs est normalement plus que compensée par le gain de surplus des consommateurs, même si l'effet principal est un transfert de surplus des producteurs vers les consommateurs.

Ainsi, le passage d'un oligopole composé de trois opérateurs à un oligopole composé de quatre opérateurs se traduit par une perte de surplus de 852 M€/an pour les producteurs, un gain de 1 224 M€/an pour les consommateurs et donc un gain annuel de surplus de 373 M€/an. Ce gain est suffisant pour couvrir les coûts fixes de déploiement d'un nouveau réseau, ce qui conduit à une valeur du spectre de 194 M€/MHz pour les consommateurs,

⁴⁷ La licence prévue lors de l'appel à candidature clos en juillet 2007 et finalement infructueux offrait un accès à 35 MHz dans la bande des 2,1 GHz, qui ne relève pas du dividende numérique, ainsi qu'un accès ultérieur à des fréquences dans les bandes GSM actuellement occupées par les trois opérateurs. Ces fréquences devraient faire l'objet d'une nouvelle procédure d'attribution en 2009, avec en particulier un lot de 2x5 MHz réservé à un nouvel entrant (assorti d'accords d'itinérance, de 2x5 MHz dans la bande 900 MHz et d'un accès aux sites GSM réutilisés pour la 3G).

supérieure à la perte de valeur de 160 M€/MHz pour les opérateurs, et conduit donc à une valorisation sociale positive de 34 M€/MHz.

En revanche, le passage de quatre opérateurs à cinq opérateurs s'avère nettement moins efficace du point de vue social : le gain supplémentaire de 102 M€/an par les consommateurs suffit tout juste à compenser la perte de surplus des producteurs et les coûts fixes de déploiement du nouveau réseau, conduisant à une valorisation sociale d'un cinquième opérateur de réseau approximativement nulle.

Les tests de sensibilité menés sur les résultats obtenus conduisent à estimer qu'il y a 92 % de chance que le surplus social associé à l'entrée d'un quatrième opérateur soit positif, alors que cette probabilité baisse à 46 % en cas de passage de quatre à cinq opérateurs. Un quatrième opérateur apparaît donc hautement souhaitable, alors que l'utilité d'un cinquième opérateur est sujette à caution.

4.1 Modélisation utilisée

Le modèle de marché le plus simple, utilisant seulement quelques paramètres, fournit un ordre de grandeur des gains concurrentiels qui peuvent être attendus d'un nouvel entrant sur le marché de la téléphonie mobile. En complément, une étude détaillée de sensibilité est menée en annexe.

La demande pour la téléphonie mobile est supposé linéaire. Dans la situation initiale, le prix moyen par client est de p_0 et le nombre de clients est de q_0 . Le coût marginal, supposé constant, est c . Le renforcement de la concurrence suite à l'entrée d'un nouvel opérateur se traduit par une baisse des prix (passage de p_0 à p_1) qui entraîne une augmentation du nombre d'abonnés (passage de q_0 à q_1), dont l'importance est déterminée par l'élasticité de la demande (plus la demande est élastique, plus le nombre de nouveaux clients est important).

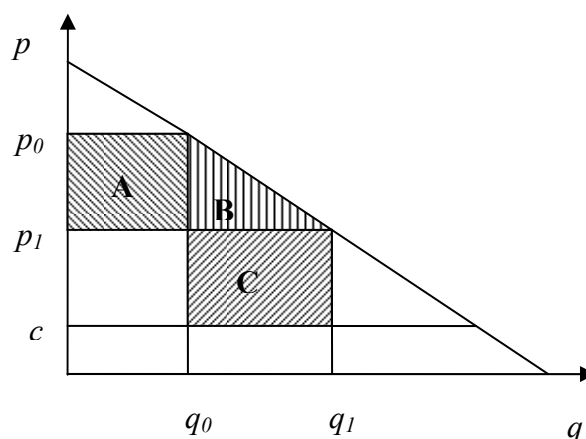
Les évolutions de surplus suite à un choc concurrentiel sont représentées sur la figure 13 ci-dessous :

- Le surplus des consommateurs augmente, ce qui est représenté par la surface $A+B$
- Le surplus ou profit des opérateurs diminue, ce qui est représenté par la perte de A en partie compensée par les revenus C générés par les nouveaux clients.
- Le surplus social correspond à la somme de ces deux termes : il est augmenté de $B+C$.

Un élément supplémentaire non représenté est pris en compte pour estimer les gains effectifs de surplus : l'investissement initial nécessaire pour la construction du réseau, représentant un coût important devant être amorti sur plusieurs années. Les éléments A , B et C représentent des transferts de surplus annuel. L'entrée d'un nouvel opérateur sera socialement profitable si la valeur actualisée nette du gain B est suffisante pour couvrir l'investissement initial.

À partir du calibrage des différents paramètres, il est possible d'estimer les variations de surplus qui peuvent être attendus de l'entrée d'un nouvel opérateur. Deux scénarios sont étudiés : le passage de 3 à 4 opérateurs (à partir de la situation actuelle) et le passage de 4 à 5 opérateurs (à partir de la situation prédite précédemment à 4 opérateurs). Le résultat est donc bien à chaque fois la valeur incrémentale d'un opérateur de téléphonie mobile supplémentaire.

Figure 13 : représentation de l'évolution du surplus des consommateurs, des producteurs et du surplus social suite à l'entrée d'un nouvel opérateur



4.2 Hypothèses de valorisation

Les calculs sont faits à partir des données de 2006 du marché de la téléphonie mobile.

- Le chiffre d'affaires de la téléphonie mobile est de 16,9 Md€. Le marché est supposé stationnaire.
- Le taux de marge actuel de référence est supposé de 35 %. Cette valeur résulte d'un compromis entre la marge moyenne EBE/CA, de l'ordre de 40 %, qui ne prend pas en compte le coût du capital, la marge prédite par un modèle de concurrence à la Cournot de 36 % et la marge opérationnel REX/CA, prenant en compte l'amortissement des investissements, de l'ordre de 30 %.
- L'élasticité de la demande est supposée de -1^{48} .
- La fonction de demande est supposée linéaire.
- Les investissements correspondant au coût de déploiement du nouveau réseau sont supposés de 1 000 M€ en valeur actualisée nette. En pratique, le déploiement du réseau s'étalerait sur plusieurs années.
- La durée d'actualisation retenue est de 10 ans. Il s'agit d'une durée courte, dans la mesure où les licences ont le plus souvent une durée de 15 ans et où les coûts de réseau très élevés sont rentabilisés sur un horizon long. Ce choix, fait par cohérence avec les autres estimations, contribue à *sous-estimer* la valeur des fréquences.
- Le taux d'actualisation retenu est de 12 %.
- Les fréquences attribuées au nouvel opérateur sont supposées de 40 MHz, correspondant à un besoin en fréquence de 2×20 MHz en duplex, permettant du haut débit mobile.

L'évolution anticipée des prix suite à l'entrée d'un opérateur supplémentaire suppose une modélisation de la concurrence entre opérateurs : un modèle de concurrence à la Cournot utilisant les parts de marché actuelles des opérateurs conduit à prédire une baisse des prix de 7 % suite au passage de trois à quatre opérateurs. La même méthodologie peut être utilisée pour la valorisation du scénario d'entrée d'un cinquième opérateur. Le modèle de concurrence

⁴⁸ Cf. discussion dans la partie 9 sur la valeur des fréquences à partir des études au Royaume-Uni.

à la Cournot prédit alors une réduction de prix de 10 % par rapport à la situation actuelle, soit une baisse supplémentaire de 4 % par rapport à la situation à quatre opérateurs (voir annexe).

4.3 Résultats

Dans l'hypothèse où une quatrième licence 3G n'aurait pas encore été attribuée au moment de la libération des fréquences du dividende numérique, l'entrée d'un quatrième opérateur conduirait à une augmentation du surplus des consommateurs de 1 224 M€/an, une perte de surplus des producteurs de 852 M€/an et donc un gain de surplus social de 373 M€/an.

Une actualisation de ce gain sur 10 ans permet de couvrir les coûts de construction du réseau et apporte un surplus collectif de 1 358 Md€, correspondant à une valeur sociale des fréquences de 40 M€/MHz.

La même méthodologie peut être utilisée pour la valorisation du scénario d'entrée d'un cinquième opérateur, donc sous l'hypothèse que la 4^e licence 3G a été attribuée au moment de la libération du dividende numérique. Le modèle de concurrence à la Cournot prédit alors une réduction de prix de 10 % par rapport à la situation actuelle, soit une baisse supplémentaire de 4 % supplémentaire par rapport à la situation à quatre opérateurs. Le gain annuel de surplus collectif est alors de 155 M€/an.

Une actualisation de ce profit sur 10 ans permet tout juste de couvrir les coûts de construction du réseau, ce qui conduit à un gain de surplus collectif approximativement nul.

Ces résultats obtenus sont regroupés dans les tableaux ci-dessous.

Tableau 7 : variation du surplus annuel associé à l'entrée de nouveaux opérateurs sur le marché de la téléphonie mobile

Valeur en M€/an	Passage de 3 à 4 opérateurs	Passage de 4 à 5 opérateurs
Variation du surplus annuel des consommateurs	1224	643
Variation du surplus annuel des producteurs (hors coût fixe initial d'investissement de réseau)	-852	-488
Variation du surplus social	373	155

Source : calculs DGTPE

Tableau 8 : valeur du spectre associé à l'entrée de nouveaux opérateurs sur le marché de la téléphonie mobile

Valeur en M€/MHz	Passage de 3 à 4 opérateurs	Passage de 4 à 5 opérateurs
Valeur du spectre pour les consommateurs	194	102
Valeur du spectre pour les producteurs	-160	-102
Valeur sociale du spectre	34	0

Source : calculs DGTPE

4.4 Discussion

D'un point de vue collectif, sous les hypothèses retenues, un cinquième opérateur n'apporte pas de gain dans la mesure où l'augmentation du surplus des consommateurs induit par la baisse des prix est compensée par la perte de surplus des producteurs en raison des coûts de répliquions du réseau. Comme le montre les tests de sensibilité (voir annexe), cette compensation est fortuite et tient aux hypothèses retenues sur les paramètres. Ce résultat signale néanmoins l'intérêt limité du point de vue du surplus social de construire un cinquième réseau de téléphonie mobile (avec les contraintes techniques et réglementaires

actuelles). En revanche, l'entrée d'un quatrième réseau présente des gains significatifs du point de vue social.

Ce point peut conduire, au-delà de l'attribution d'une quatrième licence de téléphonie mobile, à souhaiter favoriser le recours à des opérateurs mobiles virtuels (MVNO), non détenteurs de réseau, qui peuvent permettre de renforcer la concurrence sur le marché de détail, et donc d'obtenir des baisses de prix pour les consommateurs, sans avoir à supporter les coûts de déploiement d'un réseau supplémentaire.

5 Valorisation du surplus du producteur pour un nouvel opérateur de téléphonie mobile

La valeur privée d'un nouvel opérateur de réseau de troisième génération (3G) peut être déterminée à partir d'un *business plan* pour un tel opérateur. Deux variantes peuvent être examinées, selon que l'opérateur est le quatrième ou le cinquième sur le marché.

Un quatrième opérateur de téléphonie mobile apparaît rentable, avec une valeur de 721 M€ sur 15 ans, ce qui correspond à une valorisation de 18 M€/MHz.

En revanche, l'entrée d'un cinquième opérateur de téléphonie mobile apparaît beaucoup moins crédible, dans la mesure où ce projet n'est pas rentable à un horizon de 15 ans (-4 M€).

Ce résultat complète utilement les estimations sur le surplus social associé à l'entrée d'un quatrième ou d'un cinquième opérateur de téléphonie (cf. partie 4), puisque l'étude conclut à l'utilité sociale de l'entrée d'un quatrième opérateur mais est beaucoup plus réservée sur celle de l'entrée d'un cinquième opérateur. Sur ce point, les recommandations sur l'optimum privé et collectif coïncident.

Les tests de sensibilité conduisent à une probabilité de 7 % que la valeur d'une quatrième licence soit négative. À l'inverse, avec 5 % de chance, la valeur du spectre associé à une quatrième licence est supérieure à 40 M€/MHz.

5.1 Hypothèses de valorisation

Les hypothèses de valorisation retenues ici, qui comportent nécessairement une part d'arbitraire, sont cependant largement inspirées des données observées pour les opérateurs de téléphonie mobile actuels. Les coûts et durée de déploiement d'un quatrième opérateur ou d'un cinquième opérateur sont supposés comparables. La seule différence réside dans la part de marché finale atteinte et le revenu moyen par client.

- La part de marché finale obtenue par un nouvel opérateur est supposée de 12 % (4^e opérateur) ou 8 % (5^e opérateur). Ces valeurs sont cohérentes avec les estimations disponibles d'analystes du secteur. Elles sont plus faibles que les valeurs prédites par un modèle de concurrence à la Cournot⁴⁹, qui prédit une part de marché de 14 % pour un quatrième opérateur et 11 % pour un cinquième opérateur. Ces valeurs sont surestimées dans la mesure où elles n'intègrent pas d'avantages spécifiques pour les opérateurs en place en plus d'un avantage sur leur coût (existence d'un avantage en termes d'image pour les opérateurs en place).
- Cette part de marché est supposée obtenue sur une durée de l'ordre de 6 ans.
- La taille du marché est supposée initialement de 60 millions de clients potentiels, en croissance de 1 % par an.

⁴⁹ Cf. partie 4, pour le calcul général du surplus associé à l'entrée d'un nouvel opérateur de téléphonie mobile.

- Le revenu moyen par utilisateur (*average revenue per user* ou ARPU) est supposé de 25 €/mois pour un quatrième opérateur, de 20 €/mois pour un cinquième opérateur. Ce montant nominal est supposé constant au cours du temps, ce qui correspond donc à une baisse en valeur réelle. Cette stabilité de la valeur faciale est cohérente avec les pratiques observées sur le marché du haut débit fixe. Par ailleurs, le montant de 25 € hors taxe par mois est cohérent avec une offre illimitée à 30 €/mois, susceptible d'être offerte par un nouvel entrant. Le montant de 20 €/mois a été retenue sous l'hypothèse qu'une baisse significative supplémentaire était nécessaire pour attirer les clients détenus par les autres opérateurs, en raison des coûts (pas nécessairement monétaires) de changement d'opérateur. Cette valeur correspond initialement aux revenus associés à la voix. Il apparaît cependant très probable que ce montant rémunérera de plus en plus le transfert de données. La transition entre les deux systèmes et les modes de rémunération (paiement au volume, forfait illimité, etc.) ne sont pas modélisés.
- La part des dépenses opérationnelles est supposée de 70 % du chiffre d'affaires en régime permanent.
- Des dépenses opérationnelles spécifiques de 75 M€/an sont supposées nécessaires pendant le déploiement du réseau, décroissant régulièrement sur une durée de 8 ans (effet d'apprentissage).
- Les investissements récurrents nécessaires pour la mise à jour du réseau sont supposés de 12 % du chiffre d'affaires, montant comparable à celui observé actuellement dans la téléphonie mobile.
- Les coûts initiaux de construction du réseau sont supposés de 800 M€, répartis sur 4 ans.
- Le taux de l'impôt sur les sociétés est fixé à 33,33 %.
- Le coût du capital retenu est de 8 % après impôt, ce qui équivaut à un taux d'actualisation de 12 % avant impôt.
- La redevance sur le spectre correspondant à 1 % du chiffre d'affaires n'est pas prise en compte.
- La bande de spectre nécessaire est supposée de 40 MHz (en pratique, 2×20 MHz si la technologie utilisée est de la 3G).
- La durée de l'investissement est supposée de 15 ans. Cependant, la valeur du spectre au bout de 10 ans est également examinée pour permettre la comparaison éventuelle avec la plupart des autres estimations.

À partir de ces éléments, il est possible de calculer les flux de revenus nets pour un opérateur privé et la valorisation correspondante. Des tests de sensibilité à partir de différents scénarios sont présentés en annexe.

5.2 Résultats

À partir des hypothèses présentées, il est possible de valoriser le projet d'entrée sur le marché de la téléphonie mobile pour un quatrième ou un cinquième opérateur. Le détail complet des flux financiers est présenté en annexe.

a) Valorisation d'un quatrième opérateur de téléphonie mobile

La valeur actualisée nette sur un horizon de 15 ans du projet est de 721 M€, ce qui correspond à 18 M€/MHz. L'entrée d'un quatrième opérateur de téléphonie mobile apparaît donc rentable.

Tableau 9 : valeur actualisée nette et valeur du spectre pour un quatrième opérateur

Durée	Valeur actualisée nette (M€)	Valeur du spectre (M€/MHz)
10 ans	199	5
15 ans	721	18

b) *Valorisation d'un cinquième opérateur de téléphonie mobile*

La valeur actualisée nette sur un horizon de 15 ans du projet est de -94 M€ : le projet n'est donc pas rentable à cet horizon. Il commence à devenir rentable à partir de la 18^e année seulement, et atteint sur 20 ans une valeur de 79 M€.

L'entrée d'un cinquième opérateur de téléphonie mobile sur les hypothèses présentées ici n'apparaît donc pas rentable.

Tableau 10 : valeur actualisée nette et valeur du spectre pour un cinquième opérateur

Durée	Valeur actualisée nette (M€)	Valeur du spectre (M€/MHz)
10 ans	-361	-9
15 ans	-94	-2

6 Enchères de spectre aux États-Unis

Le recours à des procédures d'enchères pour l'attribution de licences d'accès au spectre hertzien est pratiqué depuis de nombreuses années aux États-Unis, sous la responsabilité de la Federal Communication Commission (FCC). Deux attributions récentes, l'une tenue en 2006 (enchères Advanced Wireless Spectrum ou AWS), l'autre au début de l'année 2008 (bande des 700 MHz correspondant au dividende numérique), fournissent des indications sur la valeur des fréquences correspondantes pour les opérateurs privés, et donc sur les recettes potentielles pour les pouvoirs publics (surplus du producteur). Ainsi la dernière enchère correspondant à 62 MHz du dividende numérique a rapporté des recettes brutes de 19,1 Md\$ (14,5 Md€⁵⁰), avec une utilisation principalement pour le déploiement de réseaux mobiles.

Rapportée à la France, cette dernière enchère conduit à valoriser les fréquences du dividende numérique à 52 M€/MHz en moyenne. Cette valeur élevée, en comparaison par exemple des enchères précédentes réalisées aux États-Unis, provient en partie du fait que le système d'enchères retenu aux États-Unis a permis un renforcement du duopole entre *AT&T* et *Verizon* sur la téléphonie mobile (pas d'entrée de nouveaux concurrents). Il est donc possible que cette valeur élevée soit socialement inefficace, et corresponde à l'extraction par l'État d'une partie de la rente de duopole. Ce résultat correspond bien à une maximisation des recettes budgétaires mais est inefficace sur le surplus collectif, puisque cette solution devrait *in fine* se traduire par des prix plus élevés pour les consommateurs.

La valeur obtenue est sensible aux hypothèses retenues pour la transposition des résultats aux États-Unis à la France : l'examen de différentes méthodes de conversion conduit à suggérer une fourchette allant de 39 à 68 M€/MHz.

⁵⁰ Au taux de change de 1 € = 1,57 \$ lors de l'attribution, en mars 2008.

6.1 Attributions récentes de fréquences

a) Attribution des bandes AWS 1710-1755 MHz et 2110-2155 MHz

En 2006, les enchères pour une utilisation avancée sans fil du spectre (AWS) ont rapporté 13,7 Md\$ (10,9 Md€⁵¹) dans les bandes 1710-1755 MHz et 2110-2155 MHz. Il convient de noter que la portée et la pénétration dans les bâtiments des ondes dans ces bandes de fréquence sont moins bonnes que celles des fréquences du dividende numérique, ce qui devrait contribuer à en diminuer la valeur.

b) Attribution de la bande des 700 MHz (dividende numérique)

Le passage à la radiodiffusion numérique a permis aux États-Unis de libérer une bande contiguë de 108 MHz comprise entre 698 et 806 MHz, appelée « bande des 700 MHz ». Ce dividende numérique a été découpé en différents lots : 24 MHz ont été réservés pour les services de sécurité publique et 84 MHz ont été vendus aux enchères en deux temps, une première attribution en 2003 (24 MHz) et une seconde attribution début 2008 (62 MHz, reprenant certaines des fréquences attribuées précédemment mais non utilisées).

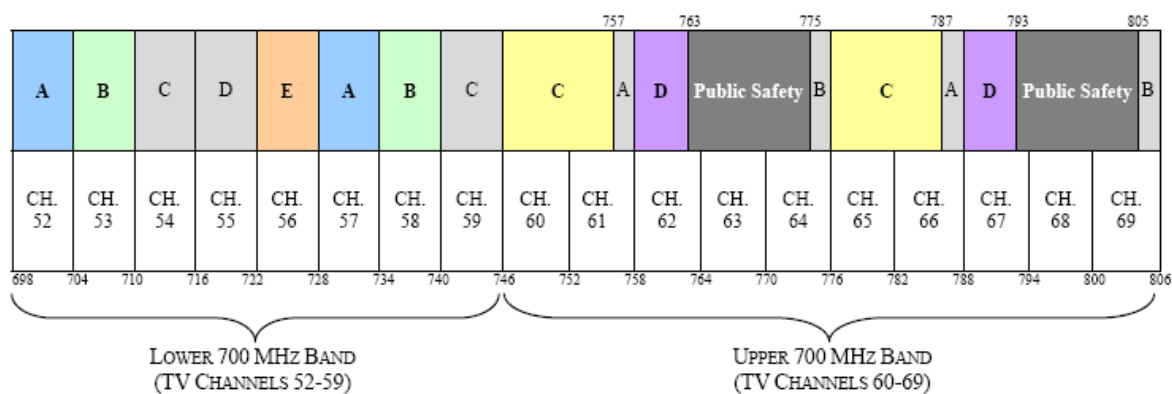
La bande est découpée en plusieurs blocs, dénommés A, B, C, D et E, qui varient par leur taille et leur caractère apparié ou non apparié⁵². Les blocs attribués donnent lieu à des découpages géographiques différents des droits d'utilisation du spectre : certaines licences sont locales (734 zones « *Cellular Market Area* » ou CMA), régionales (176 zones « *Economic area* » ou EA), régionales élargies (12 zones « *Regional Economic Area Grouping* » ou REAG) ou nationale (« *nationwide* »).

Les dernières licences sont attribuées pour une durée de 10 ans, avec des obligations de couverture. Les licences avec une couverture géographique limitée (EA et CMA) doivent couvrir 35 % de la zone au bout de quatre ans et 70 % de la zone avant l'expiration de la licence. Les licences plus étendues (REAG) doivent couvrir 40 % de la population au bout de quatre ans et 75 % de la population avant l'expiration de la licence. Si la couverture requise n'a pas été atteinte au bout de quatre ans, la durée de la licence est réduite à huit ans. La licence nationale doit donner lieu à un partage avec les organismes publics de secours et de sécurité en cas de besoin, le délai de construction du réseau devant faire l'objet d'un accord spécifique.

⁵¹ Au taux de change moyen de 2006 : 1 € = 1,26 \$.

⁵² Des bandes appariées sont utilisables pour la réalisation de connexions bidirectionnelles utilisant une bande pour la voie montante et une bande pour la voie descendante. Ce type de partage avec des fréquences différentes est appelé *frequency division duplex* (FDD). Il est plus particulièrement adapté pour réaliser des débits symétriques, par exemple dans le cas de communications vocales. Il s'oppose à un partage temporel entre la voie montante et la voie descendante, appelé *time division duplex* (TDD). Ce partage est plus adapté dans le cas de débit asymétrique, par exemple dans le cas d'un transfert de données (Internet mobile).

Figure 14 : blocs de la bande des 700 MHz aux États-Unis



Block	Frequencies (MHz)	Bandwidth	Pairing	Area Type	Licenses
A	698-704, 728-734	12 MHz	2 x 6 MHz	EA	176
B	704-710, 734-740	12 MHz	2 x 6 MHz	CMA	734
C	710-716, 740-746	12 MHz	2 x 6 MHz	CMA	734
D	716-722	6 MHz	unpaired	EAG	6
E	722-728	6 MHz	unpaired	EA	176
C	746-757, 776-787	22 MHz	2 x 11 MHz	REAG	12
A	757-758, 787-788	2 MHz	2 x 1 MHz	MEA	52
D	758-763, 788-793	10 MHz	2 x 5 MHz	Nationwide	1 *
B	775-776, 805-806	2 MHz	2 x 1 MHz	MEA	52

* Subject to conditions respecting a public/private partnership.

The blocks shaded above in gray (Lower 700 MHz Band C and D Blocks and Upper 700 MHz Band A and B Blocks) were auctioned prior to Auction 73.

En 2002 et 2003, le bloc C de la partie basse de la bande (en grisé), représentant 2×6 MHz, et le bloc D de la partie basse, représentant 6 MHz (canal 55), ont été attribués par enchères pour un montant total de 144 M\$ (114 M€). Le bloc C, dont les zones les plus importantes (76 sur 734) ont été initialement obtenues par Aloha Partners pour 84 M\$, a été revendu à AT&T en décembre 2007 pour 2,5 Md\$ (1,8 Md€). Le bloc D est actuellement essentiellement détenu par *Qualcomm*. Ces acquisitions antérieures de fréquences expliquent les intérêts stratégiques spécifiques d'AT&T pour le bloc B et de *Qualcomm* pour le bloc E lors de l'enchère de 2008.

Les fréquences en couleur sur le schéma ci-dessus (blocs A et B dans la partie basse de la bande, et C, D et E dans la partie haute) ont été attribuées au début de l'année 2008, à l'exception du bloc D.

Le bloc C, correspondant à 22 MHz sous la forme de deux bandes appariées de 11 MHz est découpé en 12 licences régionales étendues mais qui peuvent éventuellement être regroupées. Il comporte des obligations de couverture évoquées *supra* (couverture de 40 % de la population au bout de quatre ans) ainsi que l'obligation de fournir une plateforme « ouverte » aux équipements et applications, ce qui diffère des systèmes « propriétaires » retenus jusqu'à présent par les opérateurs aux États-Unis. Ce bloc de fréquences pouvait particulièrement intéresser d'éventuels nouveaux entrants, dans la mesure où il est suffisant pour créer un réseau mobile sur l'ensemble du territoire.

Le bloc D regroupe deux bandes appariées de 5 MHz, soit 10 MHz au total. Le titulaire de ce bloc devrait construire un réseau sans fil national pouvant être utilisé en cas d'urgence par les services de sécurité publique. Ce bloc comprend également des obligations de couverture assez strictes, qui en réduisent fortement la valeur pour un opérateur privé.

Le bloc B correspond à 2×6 MHz, et est découpé selon 734 zones locales. Il est adapté au développement de réseaux locaux. Son découpage fin permet aux opérateurs de se concentrer sur les zones les plus rentables et sur les zones où ils ont des besoins spécifiques en fréquences. En présence d'une concurrence forte, cette discrimination possible selon les zones contribue à augmenter la valeur du spectre, alors qu'une licence couvrant une zone plus étendue peut comporter des zones rentables et des zones non rentables, qui diminuent la valeur du spectre en raison des obligations de couverture.

Le bloc E comporte 6 MHz seulement, avec un découpage en 176 zones. Il est contigu avec le canal 55, déjà attribué à *Qualcomm* lors d'une enchère précédente. Il possède donc une valeur stratégique pour cet acteur dans la mesure où il permettrait une extension de la capacité du réseau *MediaFlo* déjà développé par *Qualcomm* dans sa bande.

Le bloc A comporte 2×6 MHz et est découpé en 176 zones. Il permet également le développement de réseaux locaux, mais selon un découpage moins fin que le bloc B.

6.2 Hypothèses de valorisation

Afin de pouvoir comparer les valorisations obtenues lors des enchères aux États-Unis avec les valeurs correspondantes en France, un certain nombre d'hypothèses sont nécessaires :

- Les droits d'utilisation des fréquences sont supposés comparables. Ce n'est cependant pas tout à fait le cas : la hauteur des fréquences, les conditions techniques d'utilisation, les autres conditions liées à l'autorisation (obligations de couverture notamment), et les conditions d'attribution des licences, en particulier le découpage géographique, sont autant de facteurs qui déterminent la valeur des droits, et à la lumière desquels le résultat devra être nuancé. En particulier :
 - Les fréquences de l'enchère *AWS* (bandes à 1,8 GHz et 2,1 GHz, voir *infra*) sont plus élevées que celles du dividende numérique.
 - Les contraintes techniques, notamment liées au plan de fréquences établi et à la protection des autres services dans la bande ou les bandes adjacentes peuvent également différer selon les attributions⁵³. Chaque bloc présente des contraintes techniques particulières et des problèmes d'interférences spécifiques ; et ne se prête donc pas nécessairement à tout type d'usage. Dans les calculs présentés ci-dessous, ces problèmes ne sont pas pris en compte : en particulier, il est supposé implicitement que le découpage est réalisé de façon efficace (en particulier entre bande appariée et bande non appariée), ce qui suppose, soit de connaître les besoins des différents acteurs, soit d'avoir mis en place un dispositif d'allocation suffisamment flexible pour permettre aux acteurs d'organiser la bande de fréquences.
 - La durée des licences est supposée comparable (10 ans). Plus une licence est d'une durée longue, plus sa valeur est élevée. Le gain marginal est cependant décroissant⁵⁴.

⁵³ En particulier, dans l'enchère de la bande 700 MHz aux États-Unis, les services de radiodiffusion analogique présents dans les blocs attribués bénéficiaient d'une protection jusqu'en février 2009.

⁵⁴ Le passage de 10 à 11 ans apporte un gain de 6 %, sous l'hypothèse de flux stationnaires et d'un taux d'actualisation de 9 %.

- Les conditions non techniques d'utilisation des fréquences sont supposées comparables. Les licences comportent des obligations, en particulier de couverture, qui restreignent la liberté des détenteurs de licence, et donc la valeur des licences. Une obligation de couverture non rentable par un opérateur réduit la valeur de la licence du coût nécessaire pour satisfaire à l'obligation de couverture.
 - Les licences sont attribuées selon des découpages géographiques distincts, depuis l'échelle locale (734 zones de marché cellulaire ou *cellular market area*) jusqu'à des licences nationales (*nationwide*), ce qui peut conduire à des valorisations agrégées au niveau national différentes.
- Les montants concernant les États-Unis, libellés en dollars, sont rapportés à la France *via* une conversion en euro utilisant le rapport des PIB en parité de pouvoir d'achat 2006 (6,38) et la parité de pouvoir d'achat comme taux de change (1 € = 1,10 \$). La sensibilité des résultats à des hypothèses de comparaison différente est discutée en annexe.
 - Le degré de rareté du spectre, qui détermine sa valeur, est supposé comparable. Si l'organisation du spectre n'est pas exactement la même aux États-Unis et en France, elle reste néanmoins à peu près comparable pour les usages considérés. Dans le cadre du dividende numérique, les États-Unis ont libéré une bande de fréquences de 108 MHz, dont 84 MHz ont été attribués aux services commerciaux. Si un volume de fréquences significativement plus faible était libéré en France, la rareté du spectre serait alors supérieure, et donc la valeur du spectre libéré vraisemblablement plus élevée. Dans le même temps, la quantité globale disponible de spectre en dessous de 1 GHz aux États-Unis pour les services mobiles est inférieure à celle qui pourrait être disponible en Europe : les États-Unis disposent de 84 MHz dans la bande à 700 MHz et 50 MHz dans la bande à 800 MHz, soit 134 MHz au total, devant héberger la TMP. En Europe, une bande de fréquences de 72 MHz est susceptible d'être libérée dans le dividende numérique, à laquelle s'ajoutent 70 MHz du GSM, soit 142 MHz, en dehors de la TMP déployée dans des fréquences inférieures⁵⁵. Cette considération tendrait à diminuer la valeur du spectre pour les acteurs des télécommunications mobiles en Europe par rapport aux États-Unis.
 - Le développement des services est supposé comparable, même si ce n'est pas complètement le cas. Le marché américain de la téléphonie mobile est plutôt en retard par rapport au marché européen. Ainsi, le taux de pénétration a atteint 82,6 % contre 118 % en Europe. En outre, la qualité de service est pour le moment nettement inférieure à ce qui est observé en Europe (plus faible qualité sonore, coupure fréquente) : les opérateurs ont donc des besoins de fréquences importants pour améliorer la qualité de leur couverture. En revanche, l'objectif d'une utilisation du dividende numérique pour assurer des services de connexion mobiles à haut débit apparaît comparable entre les États-Unis et l'Europe.
 - Les interactions stratégiques entre acteurs peuvent expliquer les différences de valorisation. Un tel phénomène de concurrence entre *AT&T* et *Verizon* sur le bloc B peut en particulier expliquer la forte valorisation atteinte. Ces effets ne sont pas pris en compte.

⁵⁵ Source : Agence nationale des fréquences (ANFr).

6.3 Estimations

a) Enchères AWS

Tableau 11 : résultat des enchères AWS

Bloc(s)	Largeur de bande (MHz)	Découpage géographique	Produit de l'enchère (\$)	Valorisation équivalente en France en M€/MHz
A	20	CMA	2 268 029 200	16,2
C	10	EA	1 491 238 000	21,3
D et E	10	Nationwide	1 749 031 000	25,0
F	20	REAG	4 174 486 000	29,9

Source : FCC, calculs DGTPE

Les enchères AWS conduisent à une valorisation en France pouvant atteindre près de 30 M€/MHz.

b) Rachat par AT&T des fréquences d'Aloha Partners

AT&T a racheté les fréquences détenues par Aloha Partners pour 2,5 Mds\$. Aloha détenait 12 MHz dans les zones les plus intéressantes économiquement des États-Unis.

Tableau 12 : valorisation des fréquences rachetées à Aloha Partners par AT&T

Bloc	Largeur de bande (MHz)	Découpage géographique	Prix (M\$)	Montant équivalent en France (M€/MHz)
C	12	76 des 734 Cellular Market Area (CMA) licenses	2 500	29,8

Source : FCC, calculs DGTPE

Le prix payé par AT&T, correspondant à 29,8 M€/MHz, est comparable au montant le plus élevé atteint lors des enchères AWS.

c) Enchères à 700 MHz

Le produit des enchères a atteint un montant brut de 19,1 Md\$ au bout de 38 jours d'enchères et 261 tours. Les opérateurs en place sont les principaux enchérisseurs. Ainsi, le bloc C a été attribué à Verizon, qui a enchéri au total pour 9,4 Md\$, alors qu'AT&T a enchéri pour 6,6 Md\$. Qualcomm a enchéri pour 558 M\$. Frontier Wireless, un nouvel entrant, a acquitté 712 M\$ pour acquérir une couverture à peu près nationale.

Le bloc D, prévu pour accueillir un réseau utilisable par les services de secours, a atteint seulement 519 M\$, soit une valeur inférieure au prix de réserve de 1,3 Md\$. Il devra donc faire l'objet d'une attribution ultérieure dans de nouvelles conditions.

Tableau 13 : résultat de l'enchère de spectre de la bande des 700 MHz

Bloc	Largeur de bande	Découpage géographique	Prix de réserve (M\$)	Montant équivalent en France (M€/MHz)	Montant atteint (M\$)	Montant équivalent en France (M€/MHz)
A	12 MHz	176 Economic Area (EA) licenses	1807	21,5	3961	47,2
B	12 MHz	734 Cellular Market Area (CMA) licenses	1374	16,4	9144	109,0
C	22 MHz	12 Regional Economic Area Grouping (REAG) licenses	4638	30,2	4748	30,9
D	10 MHz	1 nationwide license	1333	19,1	0	0,0
E	6 MHz	176 Economic Area (EA) licenses	904	21,5	1267	30,2
Total attribué ou valeur moyenne	52 MHz		10056	23,2	19120	52,6
	52 MHz	Après prise en compte de la réduction pour les petits soumissionnaires ⁵⁶			18958	52,1

Source :FCC, calculs DGTPE

La valeur du spectre est nettement plus élevée que lors des enchères précédentes :

- Les blocs C et E ont atteint des montants comparables aux enchères précédentes, aux environs de 30 M€/MHz.
- Le bloc A atteint la valeur de 47,2 M€/MHz et le bloc B atteint la valeur de 109 M€/MHz. Les blocs A et B correspondent tous les deux à 2×6 MHz mais le bloc A est beaucoup plus proche de la TNT, diffusée dans les fréquences inférieures, ce qui entraîne probablement des contraintes plus fortes dues aux interférences, La différence de découpage peut également intervenir (bande B, 734 zones, contre 176 pour la bande A).

En conclusion, la valeur des blocs C et E apparaît globalement comparable à celle d'enchères précédentes ou de la transaction récente entre *AT&T* et *Aloha Partners*, aux environs de 30 M€/MHz. En revanche, la valeur des blocs A et B est nettement supérieure, jusqu'à 109 M€/MHz ! Il apparaît difficile d'évaluer dans quelle mesure cette valorisation élevée peut être applicable à la France. La valorisation moyenne de 52 M€/MHz présente l'intérêt d'être obtenue sur une bande de 52 MHz, ce qui la rend moins sensible aux spécificités de chaque bande.

7 Attribution des licences de téléphonie mobile 3G en Europe

Les attributions récentes de licences de téléphonie mobile 3G en Europe fournissent des indications sur la valeur des fréquences pour un nouvel entrant dans la téléphonie mobile. Ramenées à la France, ces attributions conduisent à une valeur (surplus du producteur) allant de 5 M€/MHz à 22 M€/MHz. La faible valeur observée dans le cas de la Norvège peut probablement s'expliquer par la faible densité de population, qui impose des coûts de réseau plus élevés rendant une licence moins rentable.

La portée de la comparaison avec les fréquences du dividende numérique est cependant limitée dans la mesure où les fréquences attribuées concernent la bande à 2,1 GHz, dont les propriétés de propagation sont moins bonnes que les fréquences du dividende numérique. Les

⁵⁶ Une réduction de 15 % s'applique quand l'enchère est remportée par une petite entreprise (15 à 40 M\$ de chiffre d'affaires lors des trois années précédentes) ou de 25 % pour une très petite entreprise (chiffre d'affaires inférieur à 15 M\$ lors des trois années précédentes). La réduction a été limitée.

valeurs obtenues constituent donc a priori des minorants de la valeur effective des fréquences en France.

Des différences de situation concurrentielle entre pays pourraient également modifier la valeur des fréquences. En effet, plus un marché est concurrentiel, moins l'entrée d'un nouvel opérateur est profitable. Cependant, cet effet est sans doute limité dans la mesure où presque toutes les attributions examinées portent sur un marché comportant initialement trois opérateurs de réseau, situation comparable à celle qui prévaut sur le marché français.

7.1 Contexte

Des licences de téléphonie mobile 3G ont été attribuées récemment en Europe. Ces licences offrent un droit d'exploitation du spectre, ce qui permet de calculer une valeur de cet usage (surplus du producteur). La comparaison avec les fréquences du dividende numérique est cependant très imparfaite. Les fréquences attribuées sont situées essentiellement dans la bande de fréquence à 2,1 GHz, plus élevées que les fréquences du dividende numérique : ces fréquences sont moins adaptées pour assurer une couverture étendue du territoire mais peuvent être plus adaptées pour réaliser des connexions à haut débit. Les licences peuvent également imposer certaines restrictions sur les technologies⁵⁷. En outre, les fréquences comportent le plus souvent des obligations de couverture, qui diminuent la valeur de la fréquence pour les opérateurs privés qui les achètent mais augmentent le surplus des consommateurs associé aux fréquences (ce dernier n'est pas évalué ici).

7.2 Attributions récentes d'autorisation d'exploitation de réseau 3G

Au Danemark, une licence de téléphonie mobile 3G a été attribuée en décembre 2005 pour 533 millions de couronnes à *Sonofon*. Cette licence d'une durée de 16 ans donne accès à 2×15 MHz FDD + 5 MHz TDD, soit 35 MHz, dans la bande de 2,1 GHz.

En Irlande, une licence de téléphonie mobile a été attribuée en mars 2007, pour 44,4 M€ de paiement immédiat, pour un total de 114,3 M€ avec un paiement échelonné sur 15 ans. Cette licence, d'une durée de 20 ans, donne accès à 2×15 MHz FDD + 5 MHz TDD.

En Norvège, une autorisation portant sur une durée de 12 ans et une quantité de fréquences de 2×15 MHz FDD + 5 MHz TDD a été attribuée en 2007, pour 47 millions de couronnes norvégiennes (5,9 M€), pour une durée de 12 ans, auquel s'ajoute le paiement annuel de 20 millions de couronnes norvégiennes par an.

En République tchèque, une licence a été attribuée le 25 février 2005 pour 2 Mds CZK (66 M€)⁵⁸. Le spectre attribué est approximativement de 2×20 MHz FDD + 10 MHz TDD.

7.3 Hypothèses de comparaison

Le prix des licences dans d'autres pays européens est ramené à celui de la France par proportionnalité en utilisant le PIB 2006 en parité de pouvoir d'achat. Les différences géographiques et les obligations de couverture ne sont pas prises en compte. La densité particulièrement faible de la Norvège peut ainsi justifier la valorisation plus faible de la licence. Dans le cas où le paiement de la licence est étalé dans le temps, les paiements sont actualisés au taux de 12 %.

⁵⁷ Technologie TDD (partage temporelle de la bande de fréquences) ou FDD (partage selon deux bandes de fréquences appariées).

⁵⁸ http://ec.europa.eu/comm/competition/state_aid/register/ii/doc/NN-76-2006-WLWL-en-20.12.2006.pdf

7.4 Valorisation

Les valeurs des fréquences sont présentées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 14 : valeur du spectre à partir des attributions récentes de licences 3G en Europe

Pays	Parité de pouvoir d'achat (pour 1 \$)	PIB en parité de pouvoir d'achat (en M\$ US)	VAN de la redevance (M€)	Largeur de bande (MHz)	Nombre d'opérateurs en 2004	Valeur équivalente en France (M€/MHz)
Danemark	8,58	191	47,8	35	4	14
Irlande (licence B)	1,01	173	66,7	35	3	22
Norvège	8,89	243	21	35	2	5
République Tchèque	14,3	226	66	50	3	12
Moyenne						13

Source : DGE, 10^e rapport de la Commission européenne sur les marchés et la régulation des communications électroniques, calculs DGTPE

Un taux d'actualisation de 12 % est utilisé pour le calcul de la VAN en cas d'étalement.

Les attributions donnent lieu à une valorisation équivalente pour la France comprise entre 5 et 22 M€/MHz, avec une valeur moyenne de 13 M€/MHz.

8 Enchères de spectre en Suède et Norvège

La conférence européenne des postes et télécommunications (CEPT) a identifié la bande à 2,6 GHz⁵⁹ comme pouvant être utilisée pour les services mobiles de communication en Europe. Elle a recommandé d'attribuer cette bande en la partageant entre des bandes appariées (2×70 MHz et au-delà, adapté pour les technologies de la téléphonie mobile 3G) et une bande centrale non appariée (50 MHz, adaptée pour la technologie WiMAX permettant des connexions à haut débit fixe ou nomade)⁶⁰.

Deux attributions par enchères se sont d'ores et déjà déroulées pour cette bande de fréquence dans deux pays d'Europe, en Suède et en Norvège. Elles fournissent des indications sur la valeur de ces fréquences pour les services de communication électronique et sur les organisations possibles de ces bandes :

- La valeur moyenne des fréquences est de 6,8 M€/MHz dans le cas de l'enchère suédoise et de 1 M€/MHz dans le cas de l'enchère norvégienne. Ces faibles valorisations tiennent en partie à la très faible densité de population dans ces pays.
- En Suède, la valorisation des fréquences appariées FDD⁶¹ (8,6 M€/MHz) est ressortie quatre fois supérieure à la valorisation des fréquences non appariées TDD⁶² (2 M€/MHz), ce qui provient vraisemblablement de la plus forte valeur des services mobiles utilisant les fréquences FDD par rapport aux connexions fixes ou nomades utilisant les connexions TDD, moins développées pour le moment.

⁵⁹ Soit 190 MHz compris en 2500 et 2690 MHz.

⁶⁰ La présence d'une bande de fréquences TDD au milieu des bandes appariées FDD est nécessaire, dans la mesure où un espacement important doit subsister entre les voies montantes pour éviter les interférences. Du fait de cette restriction technique, il n'y a pas nécessairement égalisation de la valeur marginale des fréquences TDD et FDD.

⁶¹ *Frequency Division Duplex* ou découpage de la voie montante et de la voie descendante sur deux fréquences différentes.

⁶² *Time Division Duplex* ou partage dans le temps de la même bande de fréquences pour servir alternativement de voie montante et descendante.

- Les fréquences FDD adjacentes avec les fréquences TDD ont une valorisation plus faible de 6 %, en raison des interférences entre les deux technologies.
- En Norvège, les fréquences TDD ont été valorisées à un niveau plus élevé que les fréquences FDD, ce qui peut venir de l'intérêt des fréquences TDD pour couvrir un territoire très peu dense en haut débit.
- En Norvège, le régulateur a élargi la part des fréquences TDD par rapport au schéma prévu à l'échelle européenne par la CEPT, mais un opérateur mobile a été en mesure de reconstituer des fréquences appariées en enchérissant sur plusieurs lots non appariés, ce qui semble confirmer la plus grande valeur des fréquences appariées.

8.1 Suède

Une enchère de spectre dans la bande 2,6 GHz, consistant en l'attribution de 190 MHz, s'est achevée récemment en Suède. La vente de ces fréquences, adaptées pour offrir des services mobiles à haut débit, a rapporté 2,1 Mds SEK, soit approximativement 226 M€ au taux de change courant⁶³. Rapportée à l'économie française en utilisant la parité de pouvoir d'achat, la valeur des fréquences obtenue lors de cette enchère ressort à 6,8 M€/MHz.

L'autorité de régulation des télécommunications suédoise, PTS, a organisé récemment sa deuxième enchère de spectre par internet⁶⁴. Cette bande de fréquence de largeur 190 MHz, était découpée en 14 lots de 2×5 MHz appariés, utilisable en mode FDD, et un lot de 50 MHz, utilisable en mode TDD, située au milieu⁶⁵. Les bandes FDD sont adaptées pour réaliser des connexions mobiles avec les technologies issues de la téléphonie mobile (3G et au-delà), alors que la bande TDD est plus adaptée pour la technologie WiMAX. Les licences ont été attribuées pour une durée de 15 ans, avec une couverture géographique nationale.

L'enchère a pris une forme assez fréquemment utilisée pour les enchères de spectre, à savoir une enchère ascendante simultanée sur des lots de fréquences, avec obligation pour les entreprises de maintenir un certain niveau de participation pour pouvoir continuer à enchérir. L'identité des enchérisseurs était maintenue cachée pour limiter les risques de collusion, auquel est sujet ce type d'enchère. En outre, un certain niveau de concurrence prévalait pour les fréquences FDD. En effet, quatre opérateurs sont présents en Suède, ayant chacun potentiellement un besoin en fréquence de 2×20 MHz, soit une demande totale de 160 MHz pour seulement 140 MHz FDD de disponible.

Au total, cinq entreprises ont remporté des fréquences, comme résumé dans le tableau ci-dessous :

⁶³ Taux de change courant de 1 SEK = 0,1078 EUR.

⁶⁴ <http://www.pts.se/en-gb/News/Press-releases/2008/The-PTS-spectrum-auction-in-the-26-GHz-band-has-been-concluded--total-amount-SEK-21-billions/>

⁶⁵ La liste des fréquences est disponible à l'adresse <http://www.pts.se/upload/Beslut/Radio/2008/08-417-beslut-tilldelning-2500-2690.pdf>

Tableau 15 : produit de l'enchère

Enchérisseur	Largeur de bande	Produit de l'enchère (millions de SEK)	Charge administrative de 25 000 SEK/MHz (millions de SEK)	Montant équivalent en millions d'euros (en parité de pouvoir d'achat) ⁶⁶	Valeur équivalente pour la France (M€/MHz)
HI3G Access AB	2x10 MHz FDD	296,6	0,5	29	9,1
Intel Capital Corporation	50 MHz TDD	159,25	1,25	16	2,0
Tele2 Sverige AB	2x20 MHz FDD	548,1	1	54	8,4
Telenor Sverige AB	2x20 MHz FDD	533,05	1	53	8,2
TeliaSonera Mobile Networks AB	2x20 MHz FDD	562,45	1	56	8,7
Total	190 MHz	2099,45	4,75	208	6,8

La valeur des fréquences FDD ressort entre 8,2 et 9,1 M€/MHz, alors que la valeur des fréquences TDD apparaît nettement inférieure, à 2,0 M€/MHz. Ce décalage provient du fait que les services mobiles, déjà largement développés, utilisent essentiellement les fréquences FDD⁶⁷ alors que les fréquences TDD et la norme WiMAX⁶⁸ sont utilisés pour des connexions à haut débit fixes ou nomades, moins valorisées.

Tableau 16 : valeur relative des fréquences FDD et TDD

Type de bande	Valeur moyenne en M€/MHz
FDD	8,6
TDD	2
Ratio	4,4

Enfin, il peut être remarqué que les bandes de fréquences FDD adjacentes à la bande TDD, gagnées par *Tele2* et *Telenor* ont une valeur moindre que les autres, probablement en raison des interférences plus importantes entre les deux technologies. La valeur des bandes adjacentes est de 6 % inférieure à celle des bandes non-adjacentes.

Tableau 17 : valeur relative des fréquences adjacente à la bande TDD

Type de bande	Valeur moyenne en M€/MHz
FDD adjacente à la bande TDD	8,3
FDD non adjacente à la bande TDD	8,9
Ecart	-6 %

8.2 Norvège

La bande 2500-2690 MHz (soit 190 MHz) a été attribuée en Norvège à la suite d'une procédure d'enchères menée du 5 au 13 novembre 2007, complétée d'une deuxième enchère

⁶⁶ Voir annexe pour les conversions.

⁶⁷ Utilisées par la téléphonie mobile, le GSM, l'UMTS, la 3G.

⁶⁸ Principale norme à utiliser les fréquences TDD, elle est promue en particulier par Intel (qui a gagné en l'occurrence le lot de fréquences) et issue de l'informatique (prolongement du WiFi).

le 28 février 2008 pour quelques blocs non attribués⁶⁹. Huit entreprises ont participé et cinq ont obtenu des fréquences, à l'issue de 76 tours d'enchères (plus l'enchère supplémentaire quelques mois plus tard), selon une procédure d'enchères ascendante par lot avec éligibilité.

Le produit total des enchères pour l'ensemble de la bande a atteint 231 millions de NOK, soit 24 M€, correspondant à une valorisation en France de 1 M€/MHz⁷⁰.

Tableau 18 : produit de l'enchère

Bande	Largeur de bande (MHz)	Produit de l'enchère (millions de NOK)	Équivalent en euros	Valeur équivalente pour la France (M€/MHz)
11 blocs de 10 MHz TDD	110	148	15	1,1
8 blocs de 2x5 MHz FDD	80	82	8	0,8
Total	190	231	24	1,0

Ces enchères portaient sur des autorisations valables 15 ans, neutres en termes de technologie et de service, et permettant une couverture nationale, à quelques exception près. Les autorisations étaient découpées en six régions et en blocs de fréquences :

- onze blocs non appariés de 10 MHz, attribués pour 148 M NOK (15 M€), équivalent en France à 1,1 M€/MHz ;
- huit blocs appariés de 2x5 MHz, attribués pour 82 M NOK (8 M€), équivalent à 0,8 M€/MHz.

Ce découpage s'est écarté du découpage recommandé par la CEPT par une attribution plus grande de blocs de fréquences non appariées (TDD). L'opérateur de téléphonie mobile *Telenor* a cependant pu reconstituer 2x20 MHz à partir de blocs initialement non appariés.

Au total, *Telenor ASA* a obtenu 2x40 MHz. *NetCom AS*, le deuxième opérateur mobile, a obtenu 2x15 MHz, alors que *Craig Wireless Systems Ltd.* a remporté 50 MHz non appariés avec l'intention de déployer un réseau WiMAX. En définitive, les opérateurs ont reconstitués le découpage préconisé par la CEPT.

Remarque complémentaire

Un bloc isolé, correspondant à la bande 2010-2025 MHz, donc en dehors de la bande de 2,6 GHz, a également été mis en vente lors de la même procédure d'enchères. Il a été attribué à *Inquam Broadband GmbH* pour 1 M NOK (103 k€), valorisation équivalent en France à 60 k€/MHz en parité de pouvoir d'achat. Cette valeur très faible provient probablement de l'intérêt limité d'une bande de fréquence isolée non harmonisée, même si les fréquences sont potentiellement intéressantes.

9 Estimation de la valeur du spectre à partir d'études sur le Royaume-Uni

Le rapport « *Economic impact of the use of radio spectrum in the UK* »⁷¹, réalisé par le cabinet *Europe Economics* pour l'OFCOM en 2006, estime la valeur économique des principaux usages du spectre pour le Royaume-Uni.

⁶⁹ Les résultats détaillés sont disponibles sur le site de l'autorité norvégienne des télécommunications <http://www.npt.no>

⁷⁰ Cette valorisation des fréquences ne comprend pas une redevance administrative, qui s'ajoute à ce paiement.

⁷¹ http://www.ofcom.org.uk/research/radiocomms/reports/economic_spectrum_use/

Ces estimations peuvent être transposées à la France en utilisant le PIB en parité de pouvoir d'achat pour les deux usages commerciaux principaux que sont la téléphonie mobile et la diffusion audiovisuelle⁷². Elles conduisent aux valeurs suivantes :

- Le surplus du producteur associé à la téléphonie mobile est estimé en moyenne à 29 €/MHz, alors que celui associé à la diffusion audiovisuelle est estimé à 17 M€/MHz ;
- Le surplus du consommateur associé à la téléphonie mobile est estimé en moyenne à 197 €/MHz, alors que celui associé à la diffusion audiovisuelle est estimé à 104 M€/MHz.

Ainsi, selon ces estimations, les surplus du producteur et du consommateur associés à la téléphonie mobile sont en moyenne supérieurs d'au moins 75 % aux surplus équivalents pour la radiodiffusion audiovisuelle.

Par ailleurs, le surplus du consommateur associé spécifiquement à la BBC (radio et télévision) peut être estimé à partir d'une enquête de 2006 sur la disposition à payer des consommateurs. Rapporté à la France, le surplus des consommateurs est de 562 M€/an. Le rapprochement de cette valeur avec le surplus des consommateurs associé à la téléphonie mobile, estimé à 8 Md€/an, confirme la forte valeur des services de télécommunication par rapport aux services audiovisuels.

Les résultats concernant le surplus du consommateur doivent cependant être considérés avec précaution, dans la mesure où ils sont très sensibles aux hypothèses faites sur l'élasticité de la demande, aussi bien dans le cas de la téléphonie mobile que de l'audiovisuel. Une étude de sensibilité sur le cas de la téléphonie mobile conduit ainsi à une valorisation allant de 112 M€/MHz à 393 M€/MHz, selon les valeurs retenues pour l'élasticité de la demande.

9.1 Méthodologie

Retenant une approche microéconomique standard, le rapport remis à l'OFCOM calcule la valeur économique du spectre comme la somme du surplus des consommateurs (différence entre la disposition à payer des consommateurs et le prix effectivement payé pour les services) et du surplus des producteurs (différence entre les revenus et les coûts économiques, *i.e.* les profits des opérateurs). Cette valeur est calculée sur un an.

En règle générale, le surplus des consommateurs est calculé sous l'hypothèse d'une fonction de demande linéaire, à partir d'estimations de l'élasticité de la demande au prix. Dans ce cas, le surplus annuel des consommateurs est donné par :

$$W_c = \frac{CA}{2\varepsilon},$$

où CA est le chiffre d'affaires de l'activité et ε l'élasticité de la demande.

En l'absence d'informations plus précises, l'hypothèse d'une demande linéaire, retenue dans le rapport de l'OFCOM, apparaît constituer un point de départ raisonnable. La valeur de l'élasticité de la demande fait en revanche l'objet d'estimations diverses⁷³.

Une estimation de la valeur (surplus global) du service public audiovisuel rendu par la BBC, utilisatrice des fréquences hertziennes du dividende numérique pour la diffusion de ses programmes, est également conduite, à partir d'enquêtes sur la propension à payer des consommateurs⁷⁴. Contrairement à l'exemple précédent, aucune hypothèse sur la forme de la

⁷² Les valeurs indiquées sont des valeurs *moyennes*, calculées sur l'ensemble du spectre entre 300 MHz et 3 GHz, et peuvent donc s'appliquer imparfaitement au cas particulier des fréquences spécifiques du dividende numérique.

⁷³ Cf. annexe : élasticité de la demande sur le marché de la téléphonie mobile

⁷⁴ Cf. annexe : valeur de la BBC.

courbe de demande n'est formulée à partir d'une estimation locale de l'élasticité : l'ensemble de la courbe de demande est estimé. Le surplus collectif est alors calculé comme la différence entre la propension à payer et le montant de la redevance servant à financer l'audiovisuel public, qui est de 11 £/mois et par ménage et sert à couvrir les coûts de la BBC. Le surplus moyen du consommateur ainsi calculé est de 2,6 £/mois, ce qui, ramené à la France, conduit à une valorisation de la BBC de 562 M€/an.

Si elles doivent être maniées et interprétées avec précaution, les estimations obtenues fournissent des indications de l'intérêt économique relatif des usages alternatifs du spectre.

9.2 Valorisation

Les surplus des consommateurs et des producteurs dégagés annuellement par les usages marchands du spectre au Royaume-Uni se répartissent en 2006 comme indiqué dans le tableau 19.

Tableau 19 : surplus annuel dégagé par différentes utilisations commerciales du spectre

Secteur	Surplus annuel des consommateurs (M£)	Surplus annuel des producteurs (M£)	Total (M£)	Importance relative (en pourcentage de la valeur totale)
<i>Total</i>	37 783	4 619	42 402	100 %
<i>Téléphonie mobile</i>	18 964	2 821	21 785	51 %
<i>Audiovisuel</i>	10 579	1 690	12 269	29 %
<i>Liaisons satellite</i>	2 832	-5	2 827	7 %
<i>Liaisons fixes</i>	3 883	Non disponible	3 883	9 %
<i>Haut débit sans fil</i>	292	-1	291	1 %
<i>Radio mobile privée</i>	1 223	Non disponible	1 223	3 %

Source : rapport "Economic impact of the use of radio spectrum in the UK".

Parmi les usages marchands du spectre, la téléphonie mobile apparaît comme l'usage ayant le plus grand poids économique (51 %), devant l'audiovisuel (29 %), les liaisons fixes (9 %) et les liaisons satellites (7 %).

9.3 Valeur moyenne du spectre par MHz selon l'usage

À partir du surplus global annuel dégagé par l'utilisation du spectre, il est possible, moyennant les hypothèses présentées ci-dessous, de calculer la valeur *moyenne* équivalente du spectre en France, dans le cas de la téléphonie mobile et des services audiovisuels.

a) Hypothèses de valorisation

- La valeur du spectre est supposée proportionnelle au nombre d'habitants et à la richesse des pays, en parité de pouvoir d'achat. Selon cette unité de mesure, l'économie du Royaume-Uni est pratiquement comparable à l'économie française (voir tableau 20).
- Le taux de change retenu est celui de la parité de pouvoir d'achat, qui présente l'intérêt de s'affranchir en partie des fluctuations conjoncturelles du taux de change nominal, soit 1 £ = 1,39 € (voir tableau 20).

Tableau 20 : comparaison des économies de la France et du Royaume-Uni, en parité de pouvoir d'achat

2007	PIB (valeur en M\$ PPA)	Parité de pouvoir d'achat (pour 1 \$)
France	2 080 312	0,91
Royaume-Uni	2 111 891	0,656
Ratio ou taux de change	1,02	1,39 €/£

Source : OCDE

- La valeur calculée est une valeur moyenne par MHz sur les 2 700 MHz de spectre compris entre 0,3 et 3 GHz (bande UHF) qui accueille l'essentiel des usages audiovisuels et de téléphonie mobile ; les différences de valorisation entre bandes sont donc écartées.
- La part du spectre utilisée par les services audiovisuels et les services de téléphonie mobile est reprise du rapport « *The economic value of licence exempt spectrum* »⁷⁵, (p. 53) : 432 MHz pour la téléphonie mobile et 459 MHz pour les services audiovisuels.
- Les calculs sont conduits en retenant un taux d'actualisation de 12 %, valeur utilisée par l'ARCEP, sur une durée de 10 ans.

Tableau 21 : valorisation du spectre utilisé par la téléphonie mobile et la radiodiffusion

		Surplus annuel (M£)	Surplus annuel équivalent en France (M€)	Valeur moyenne équivalente sur 10 ans (M€/MHz)
Téléphonie mobile	<i>surplus des producteurs</i>	2 821	2 003	29
	<i>surplus des consommateurs</i>	18 964	13 466	197
	<i>total</i>	21 785	15 470	227
Radiodiffusion	<i>surplus des producteurs</i>	1 690	1 200	17
	<i>surplus des consommateurs</i>	10 579	7 512	104
	<i>total</i>	12 269	8 712	120

Source: Calculs DGTPE

b) *Surplus des producteurs*

Les valeurs obtenues pour le surplus des producteurs, correspondant aux valeurs maximum pouvant être retirées par l'État lors de l'attribution par enchères de fréquences, sont comparables avec celles obtenues par d'autres méthodes d'estimation.

La valeur de 29 M€/MHz pour la téléphonie mobile est plus élevée que la valeur obtenue par exemple lors des attributions récentes de licences 3G. Deux raisons expliquant un écart dans ce sens peuvent être avancées :

- d'une part, les nouvelles fréquences attribuées à la 3G constituent des fréquences *additionnelles*, elles ont donc une valeur moindre que les fréquences déjà attribuées (pour un usage donné, la valeur marginale du spectre est décroissante) ;
- d'autre part, les attributions de licence 3G concernent des fréquences de la bande à 2,1 GHz ou des fréquences plus élevées, qui présentent une moins bonne portée que les fréquences basses, et ont donc une valeur plus faible.

⁷⁵ Rapport « *The economic value of licence exempt spectrum* », décembre 2006, rapport pour l'OFCOM des cabinets Indepen, Aegis et OVUM.

<http://www.ofcom.org.uk/research/technology/research/exempt/econassess/>

La valeur de 17 M€/MHz pour la radiodiffusion peut être rapprochée de la valeur de 24 M€/MHz obtenue pour le premier multiplex de la télévision mobile personnelle (TMP), dont la valeur élevée résulte en partie de son caractère innovant et de son efficacité dans l'utilisation du spectre.

L'écart de valorisation entre la téléphonie mobile et l'audiovisuel doit cependant être relativisé, dans la mesure où les fréquences utilisées par les services audiovisuels sont essentiellement celles de la radiodiffusion analogique. Suite à la transition vers la diffusion numérique, l'efficacité spectrale sera nettement plus élevée, ce qui devrait conduire à une utilisation moindre des fréquences ou au développement de nouveaux services à fréquence constante, augmentant dans les deux cas la valeur par MHz.

c) Surplus des consommateurs

L'étude conduit à des estimations élevées du surplus du consommateur associé à l'utilisation du spectre, qui est plus de six fois plus important que le surplus des producteurs, aussi bien pour la téléphonie mobile (197 M€/MHz contre 29 M€/MHz) que pour l'audiovisuel (104 M€/MHz contre 17 M€/MHz). La discussion en annexe laisse cependant à penser que ces résultats sont sans doute surestimés, suite à une sous-estimation de la valeur de l'élasticité de la demande. Dans le cas de la téléphonie mobile, une valeur centrale de 168 M€/MHz apparaît plus plausible.

10 Synthèse des résultats

Pour un usage donné, la valeur marginale du spectre (c'est-à-dire la valeur d'une bande de fréquence additionnelle) est décroissante en fonction du spectre alloué. Cette propriété découle de l'hypothèse très générale de décroissance de la propension à payer des consommateurs avec la quantité de services offerte et du renforcement de la concurrence permis par la mise à disposition de fréquences additionnelles.

Ainsi le déploiement d'un premier multiplex pour la télévision mobile personnelle (TMP, diffusion de 16 chaînes) a plus de valeur (aussi bien pour les entreprises, l'État, que les consommateurs) que le déploiement d'un second multiplex, permettant la diffusion de 32 chaînes, sous l'hypothèse que les chaînes les plus intéressantes ont été retenues lors du premier appel d'offre. De même, le passage de 3 à 4 opérateurs de téléphonie mobile a plus de valeur que le passage de 4 à 5.

Du fait de la rareté du spectre et de la concurrence entre usages, la répartition optimale du spectre revient théoriquement à égaliser les valeurs marginales du spectre.

Les valeurs du spectre calculées dans cette étude correspondent en général à la valeur marginale d'un usage, c'est-à-dire la valeur de l'attribution d'un MHz supplémentaire au-delà de la répartition actuelle. Dans certains cas, seule la valeur moyenne de l'utilisation du spectre peut être calculée⁷⁶. Enfin, lorsque c'est possible, un calcul explicite de la décroissance de la valeur marginale du spectre en fonction de la largeur de bande allouée pour un usage est mené (exemples de la TNT, de la TMP et du nombre d'opérateurs de téléphonie mobile)⁷⁷.

⁷⁶ Dans ce cas, cette valeur moyenne est nécessairement supérieure à la valeur marginale du spectre.

⁷⁷ Ces derniers calculs supposent cependant de faire des hypothèses sur l'évolution de la demande, et doivent donc être considérés avec prudence.

L'utilisation du spectre suppose des investissements très importants, qui s'étendent nécessairement sur plusieurs années pour être rentabilisés. Les opérateurs doivent déployer des réseaux, les consommateurs doivent s'équiper en terminaux. C'est pourquoi, les licences d'exploitation sont attribuées pour une durée longue. Par ailleurs, les différents usages du spectre ne requièrent pas la même quantité de spectre.

Pour simplifier les comparaisons, il a été choisi de calculer une valeur actuelle nette du spectre, en M€/MHz, qui correspond à la somme actualisée des flux nets de revenus anticipés pour un usage donné. Une durée de dix ans pour les attributions est retenue pour des raisons de comparabilité, mais ce choix ne préjuge pas de la durée optimale des licences pour un usage donné. Cette valorisation à la marge, *i.e.* par MHz, permet en outre de s'affranchir dans un premier temps de la question délicate de la taille du dividende numérique, qui devra cependant être abordée par la suite.

Les valeurs calculées sont uniquement des *estimations*, sensibles à la modélisation et aux hypothèses retenues. De ce fait, des modélisations plus précises, des données complémentaires mais également des développements économiques, techniques et institutionnels nouveaux peuvent conduire à affiner les valeurs présentées. Parmi les éléments susceptibles de modifier les valorisations, il convient de mentionner le contexte macroéconomique actuel : ce contexte n'a pas donné lieu à un traitement particulier, malgré la dégradation des perspectives de rentabilité des entreprises à court terme et les difficultés potentielles de financement, dans la mesure où la valorisation du spectre se fait sur une longue période qui atténue les effets de cycle. Ces incertitudes pourraient cependant conduire à une révision à la baisse des estimations obtenues.

Différentes méthodes sont utilisées pour valoriser le spectre (*cf. supra*) :

- a) *Le déploiement du très haut débit mobile apparaît comme l'utilisation ayant la plus forte valorisation*

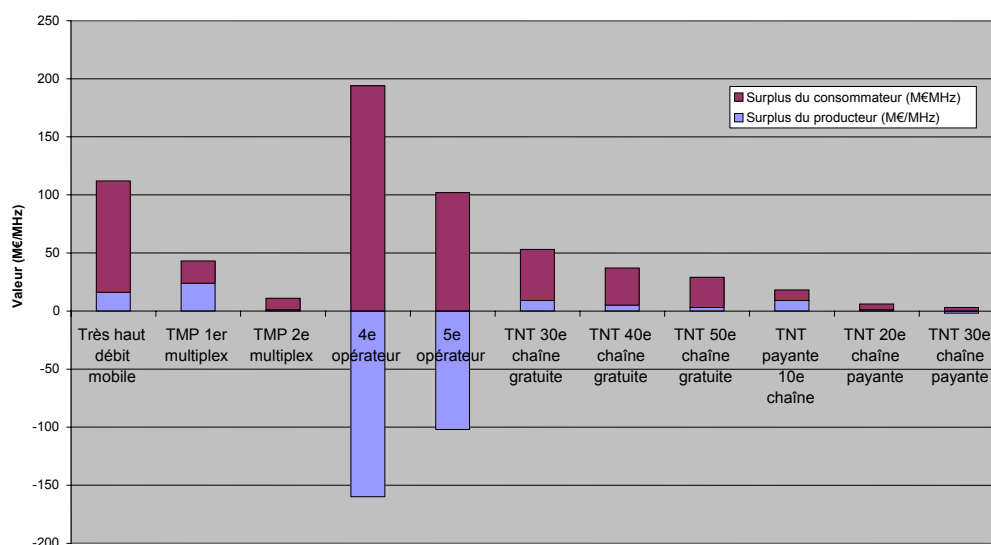
La valorisation d'usages alternatifs du dividende numérique est synthétisée dans les tableaux et figure ci-dessous :

Tableau 22 : valorisation d'usages alternatifs des fréquences du dividende numérique

	Très haut débit mobile	TMP 1er multiplex	TMP 2e multiplex	4e opérateur	5e opérateur	TNT 30e chaîne gratuite	TNT 40e chaîne gratuite	TNT 50e chaîne gratuite	TNT payante 10e chaîne	TNT 20e chaîne payante	TNT 30e chaîne payante
Surplus du producteur (M€/MHz)	16	24	1	-160	-102	9	5	3	9	1	-2
Surplus du consommateur (M€/MHz)	96	19	10	194	102	44	32	26	9	5	3
Surplus total	112	43	11	34	0	53	37	29	18	6	1

Source : calculs DGTPE

Figure 14 : Valorisation d'usages alternatifs des fréquences du dividende numérique



Le déploiement du très haut débit apparaît comme l'usage ayant la plus forte valeur marginale. Il convient de noter le cas particulier de la téléphonie mobile, où l'entrée d'un nouvel opérateur se traduirait par un renforcement de la concurrence, et donc une baisse des profits des opérateurs en place, plus que compensée par le gain de surplus des consommateurs dans le cas d'un quatrième opérateur.

Par ailleurs, les calculs de valorisation mettent clairement en évidence la valeur marginale décroissante du spectre : le deuxième multiplex de TMP a beaucoup moins de valeur que le premier, un cinquième opérateur de téléphonie mobile a moins de valeur que la quatrième, une extension de la TNT se traduit par une valeur de plus en plus faible.

Sur la base de ces estimations, les points suivants peuvent être soulignés :

- (i) Une attribution optimale du dividende numérique passerait par l'attribution de fréquences pour le déploiement du très haut débit mobile, si possible au-delà des 72 MHz envisagés.
- (ii) L'entrée d'un opérateur de téléphonie mobile additionnelle devrait être examinée : si la quatrième licence, dont l'attribution est prévue au deuxième semestre 2009, est effectivement attribuée, la rentabilité d'un cinquième opérateur apparaît très incertaine. En revanche, si la procédure d'attribution du lot de fréquences 3G réservé à un nouvel entrant se soldait par un échec, il conviendrait d'examiner les possibilités d'utiliser une partie des fréquences du dividende numérique à cet effet.
- (iii) L'opportunité de déployer un second multiplex pour la TMP devrait être examinée, éventuellement à la lumière du succès du premier multiplex, dans la mesure où sa rentabilité paraît incertaine.
- (iv) Le déploiement trop extensif de la TNT apparaît inefficace, dans la mesure où le gain marginal additionnel est de plus en plus faible, y compris pour les consommateurs, et se trouve en tout état de cause très inférieur, au-delà de 50 chaînes, à la valeur d'une attribution aux communications électroniques.

Les estimations réalisées sont confortées par les résultats de l'étude des cabinets *Analysys* et *Hogan&Hartson* pour le compte de l'ARCEP (cf. figure et tableau ci-dessous). Certes, les valeurs obtenues, en particulier pour le surplus du consommateur dans le cas du très haut débit mobile, sont beaucoup plus élevées que celles obtenues par la DGTPE, mais cet écart s'explique par le choix d'une faible élasticité de la demande. La hiérarchie des valorisations

est – elle – conservée, à savoir une très forte valeur du très haut débit mobile, une forte valeur du premier multiplex de la TMP mais une valeur beaucoup plus faible pour le second multiplex. Enfin, une rentabilité pour les opérateurs (surplus du producteur) très faible pour un deuxième multiplex TMP ou une extension de la TNT au-delà de 40 chaînes.

Figure 15 : valorisations marginales des fréquences selon l'étude d'Analysys pour le compte de l'ARCEP

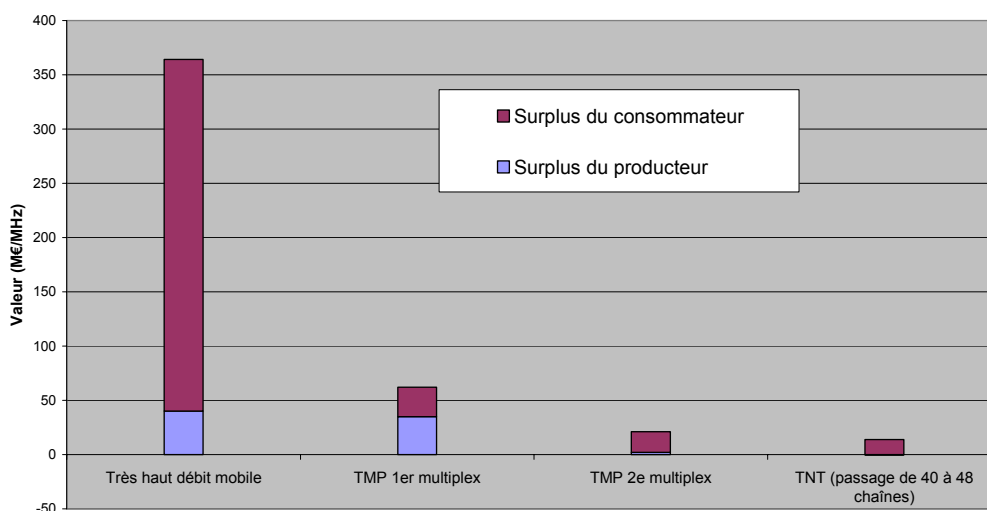


Tableau 23 : valorisation des fréquences selon l'étude d'Analysys pour le compte de l'ARCEP

Valeur (M€/MHz)	Très haut débit mobile	TMP 1er multiplex	TMP 2e multiplex	TNT (passage de 40 à 48 chaînes)
Surplus du producteur	40	35	2	0
Surplus du consommateur	324	27	19	14

Source : calculs DGTPE à partir des résultats de l'étude d'Analysys

b) La valorisation des fréquences pour l'État pourrait atteindre 26 M€/MHz

Les calculs de valorisation pour le producteur effectués précédemment concernent un surplus *moyen*. Cette valeur peut différer du montant qui serait retiré par l'État d'une cession à titre onéreux d'autorisations d'exploitation du spectre auprès d'opérateurs privés.

Il convient de noter que les fréquences attribuées aux activités audiovisuelles (TNT, TMP), le sont à titre gracieux en échange d'obligations de production ou de couverture. Des recettes additionnelles pour l'État ne peuvent en conséquence provenir que de l'attribution de fréquences pour des usages de communications électroniques.

Les principaux résultats de différentes méthodes sont présentés dans le tableau ci-dessous :

Tableau 24 : valorisation des fréquences en cas d'une attribution de licence individuelle par l'État

	Dividende numérique aux États-Unis	Très haut débit mobile (15 ans)	Très haut débit mobile (10 ans)	4e opérateur (15 ans)	4e opérateur (10 ans)	5e opérateur (15 ans)	5e opérateur (10 ans)	Licences 3G en Europe (2,1 GHz) (en moyenne)	Licences 4G en Suède (2,6 GHz)
Vente de spectre (M€/MHz)	52	26	16	18	5	-2	-9	13	7

Source : calculs DGTPE

La valorisation pour les entreprises de certains usages, et donc pour l'État le cas échéant en cas d'attributions de licences, conduit aux résultats suivants :

- La comparaison avec les enchères de spectre au début 2008 aux États-Unis à 700 MHz conduit à une valorisation de 52 M€/MHz en moyenne. Cette valorisation très élevée signale clairement l'intérêt des fréquences du dividende numérique pour les services mobiles. Deux raisons pourraient cependant expliquer qu'une telle valorisation ne soit pas atteinte en France : d'une part, les fréquences disponibles aux États-Unis pour les services mobiles sont moindres qu'en Europe, ce qui en augmente la valeur ; d'autre part, la dernière enchère a contribué à renforcer un duopole dans la téléphonie mobile. Cette situation, si elle augmente ponctuellement les recettes de l'État, est cependant préjudiciable aux consommateurs et à l'économie en générale, dans la mesure où elle se traduira par des prix aux consommateurs plus élevés à l'avenir et donc un moindre développement du secteur.
- La valorisation des fréquences pour le très haut débit mobile sur une durée de 15 ans, durée plus adaptée à l'amortissement des investissements de réseau élevés, conduit à une valorisation de 26 M€/MHz.
- Si la France ne comptait pas de quatrième opérateur à la date d'attribution des fréquences, il conviendrait d'envisager l'entrée d'un quatrième opérateur, qui pourrait rapporter 18 M€/MHz. En revanche, l'utilité d'un cinquième opérateur de réseau apparaît beaucoup plus incertaine.
- La comparaison avec les attributions récentes de licences de téléphonie mobile 3G en Europe conduit à une valorisation entre 5 et 22 M€/MHz. Cette méthode de valorisation n'est cependant pas la plus adaptée, dans la mesure où elle ne concerne pas les fréquences du dividende numérique.
- Enfin, des attributions de fréquences 4G (bande de 2,6 GHz) ont commencé en Europe. En Suède, elles ont rapporté l'équivalent de 7 M€/MHz. Cette valeur constitue cependant un indicateur assez pauvre sur la valeur des fréquences du dividende numérique, assez nettement différentes car plus adaptées pour la couverture du territoire ou la pénétration à l'intérieur des bâtiments.

En conclusion, la valeur du spectre pour l'État est très vraisemblablement supérieure à 16 M€/MHz, valeur atteinte par plusieurs usages. Des valorisations plus élevées, jusqu'à 26 M€/MHz, sont cependant envisageables.

En retenant une valorisation prudente de 20 M€/MHz, l'État pourrait alors retirer une valeur supérieure à **1,4 Md€** de l'attribution d'une bande de fréquences de 72 MHz aux services de très haut débit mobile, validée par le Premier ministre en décembre 2008.

Conclusion

Les montants évoqués dépendent cependant des conditions d'attribution des fréquences. La valorisation peut varier selon la quantité de fréquences, le découpage géographique utilisé lors de l'attribution, les obligations de couverture associées ou encore les conditions d'harmonisation. La valeur du dividende numérique dépend donc fortement du travail préliminaire d'identification des besoins des différents utilisateurs potentiels du spectre et de la coordination de son usage au niveau européen.

Il appartient à l'État de définir également le niveau de concurrence qu'il souhaite sur les marchés des communications électroniques. Ainsi l'attribution de licences à seulement deux opérateurs dans une éventuelle sous-bande attribuée aux communications électroniques appellerait des efforts de régulation pour éviter la constitution d'un duopole, très dommageable aux consommateurs.

La valorisation du dividende numérique suppose également de prendre en charge les coûts de l'extinction de la diffusion audiovisuelle analogique et de la transition à la diffusion numérique, qui pourraient s'élever à plusieurs centaines de millions d'euros, selon l'exemple du Royaume-Uni. La réorganisation des bandes, en particulier des équipements du ministère de la Défense, doit également s'appuyer sur les gains retirés des nouvelles utilisations du spectre.

Enfin, il convient de noter que les valeurs évoquées supposent une coordination européenne, en particulier pour les usages pour les communications électroniques mobiles, en raison des risques d'interférences avec les pays frontaliers qui déploieraient des services audiovisuels dans ces bandes.

Des renégociations bilatérales européennes seront donc nécessaires. Au-delà, une attribution harmonisée à l'échelle européenne permettrait de bénéficier d'économies d'échelle sur les équipements, ce qui augmenterait la valeur des fréquences et améliorerait la productivité en Europe⁷⁸.

⁷⁸ Ces économies d'échelle ne sont cependant pas estimées dans cette étude.

ANNEXES

1 Très haut débit mobile

1.1 Tests de sensibilité

La sensibilité des calculs effectués ici est estimée en faisant varier indépendamment quatre des principaux paramètres du modèle autour de la valeur centrale retenue dans les estimations, selon cinq modalités, correspondant à des valeurs des paramètres considérées plausibles et équiprobables. Chaque valeur a donc 20 % de chance de survenir. Les variations considérées survenant autour du point d'équilibre supposé, l'indépendance locale des variations apparaît plausible. À partir de ces scénarios, il est possible d'obtenir des distributions de probabilité de la valeur du spectre.

Les quatre paramètres retenus et les variations sont présentés dans le tableau ci-dessous.

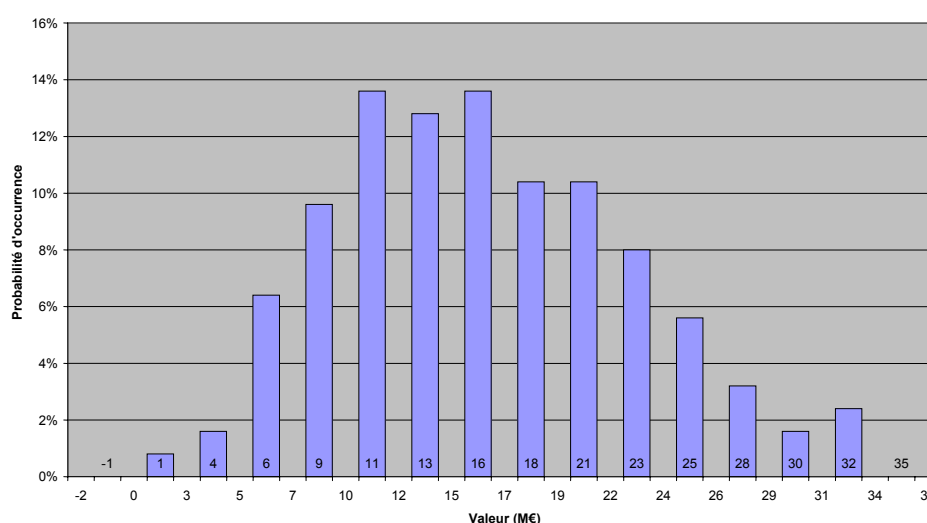
Tableau 25 : variation des différents paramètres pour le test de sensibilité

Taux d'adoption	ARPU (€/mois)	Coûts de réseau	Élasticité de la demande
35 %	18	350	-1
45 %	22	450	-1,3
50 %	25	500	-1,5
55 %	28	550	-1,7
65 %	32	650	-2

En faisant varier chacun des paramètres du modèle selon les modalités présentées ci-dessus⁷⁹, il est possible d'obtenir une courbe de distribution de la valeur du surplus du producteur et du surplus du consommateur.

Les résultats sont indiqués sur les figures ci-dessous. En abscisse sont représentées les différentes valeurs possibles pour le paramètre examiné (en M€/MHz). En ordonnée est indiquée la probabilité que le paramètre prenne une valeur donnée, ou plus précisément, qu'il soit compris dans un intervalle centré autour de la valeur indiquée.

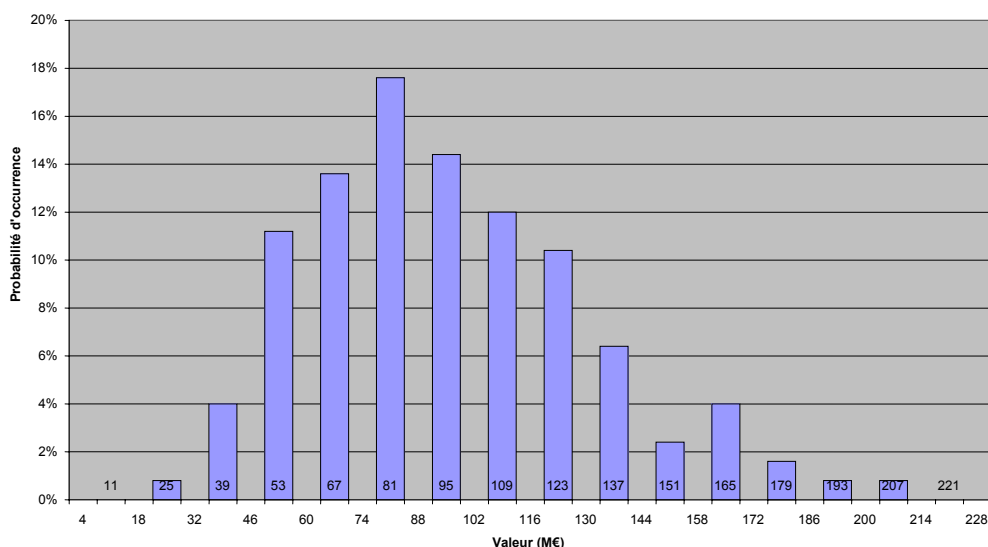
Figure 16 : distribution du surplus du producteur associé au très haut débit mobile



⁷⁹ Ceci revient, sous l'hypothèse raisonnable d'indépendance de ces événements localement autour de la valeur centrale d'un paramètre, à retenir l'ensemble des combinaisons possibles.

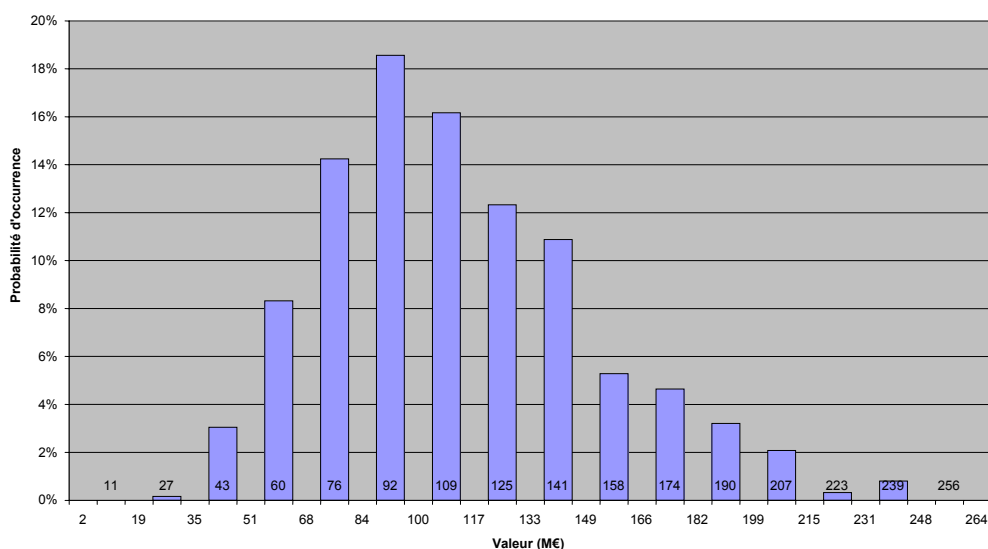
Il y a 90 % de chance que le surplus du producteur associé au très haut débit mobile soit compris entre 5 et 26 M€/MHz.

Figure 17 : distribution du surplus du consommateur associé au très haut débit mobile



Il y a 90 % de chance que le surplus du consommateur associé au très haut débit mobile soit compris entre 32 et 144 M€/MHz, avec près d'une chance sur cinq qu'il se situe à 81 M€/MHz.

Figure 18 : distribution du surplus social associé au très haut débit mobile



Il y a 90 % de chance que le surplus social soit compris entre 51 et 182 M€/MHz, avec près d'une chance sur cinq qu'il se situe à 92 M€/MHz.

1.2 Valorisation du très haut débit mobile dans l'étude commandée par l'ARCEP

Les résultats obtenus ici peuvent être comparés à ceux obtenus par le cabinet *Analysys* dans son étude pour le compte de l'ARCEP.

Les résultats obtenus par le cabinet *Analysys* concernent un horizon de 13 ans (période 2012-2024). La modélisation compare les coûts du déploiement et de fonctionnement des réseaux à très haut débit mobile sur le territoire selon, d’une part, un scénario de référence où seules les fréquences de la bande 2,6 GHz (bande prévue pour le très haut débit mobile par la CEPT et l’Union européenne) sont disponibles, donc sans fréquences du dividende numérique attribuées aux télécommunications, et, d’autre part, un scénario où 72 MHz du dividende numérique sont disponibles pour les télécommunications. Par différence entre les deux scénarios, l’étude évalue la valeur incrémentale du spectre.

Tableau 26 : valeur du spectre dans l’étude *Analysys*

	Valeur incrémentale (M€)	Valeur du spectre (M€/MHz)
Consommateur	23 325	324
Producteur	2 891	40
Total	26 216	364

Source : étude *Analysys*

La modélisation retenue par *Analysys* est beaucoup plus fine que celle présentée ici. Elle s’appuie sur une décomposition fine de la population française selon sept classes en fonction de la densité. Elle utilise un modèle d’investissement fin où, dans chaque zone, les opérateurs sont à même d’optimiser leur choix de déploiement entre utilisation de la bande à 2,6 GHz et utilisation des fréquences du dividende numérique.

En outre, les investissements nécessaires sont modélisés à un niveau fin, à partir d’une estimation des besoins et des coûts des différents équipements (station de base, liaisons, etc.).

Les résultats obtenus pour l’estimation du surplus du producteur sont donc de bien meilleure qualité que ceux présentés dans cette étude, ces derniers ayant cependant l’avantage de la simplicité de manipulation et de modification des paramètres.

La valorisation obtenue de 40 M€/MHz à l’horizon 2024 est nettement supérieure à la valorisation de 23 M€/MHz obtenue par la DGTPE. Cet écart peut sans doute s’expliquer par le fait que seule a été pris en compte dans la présente étude une valorisation des fréquences du dividende numérique pour couvrir les zones peu denses (30 % de la population), alors que ces fréquences permettraient de réaliser des économies de coût sur l’ensemble de la population, ce qui se traduirait par des prix plus bas, une meilleure qualité de service et un déploiement accéléré qui n’ont pas été modélisés ici.

En ce qui concerne le surplus du consommateur, les résultats sont également beaucoup plus élevés, même en tenant compte de la valeur plus élevée obtenue pour le surplus du producteur. Ainsi, le surplus du consommateur est 8 fois plus élevé que le surplus du producteur dans l’étude d’*Analysys*, contre seulement 6 fois dans l’étude de la DGTPE. Ce résultat provient du choix de l’élasticité de la demande, sur laquelle très peu d’informations sont disponibles : l’étude d’*Analysys* a choisi de retenir une élasticité de la demande relativement faible de -1 alors que la DGTPE suggère une approche plus prudente en retenant une élasticité de la demande de -1,5.

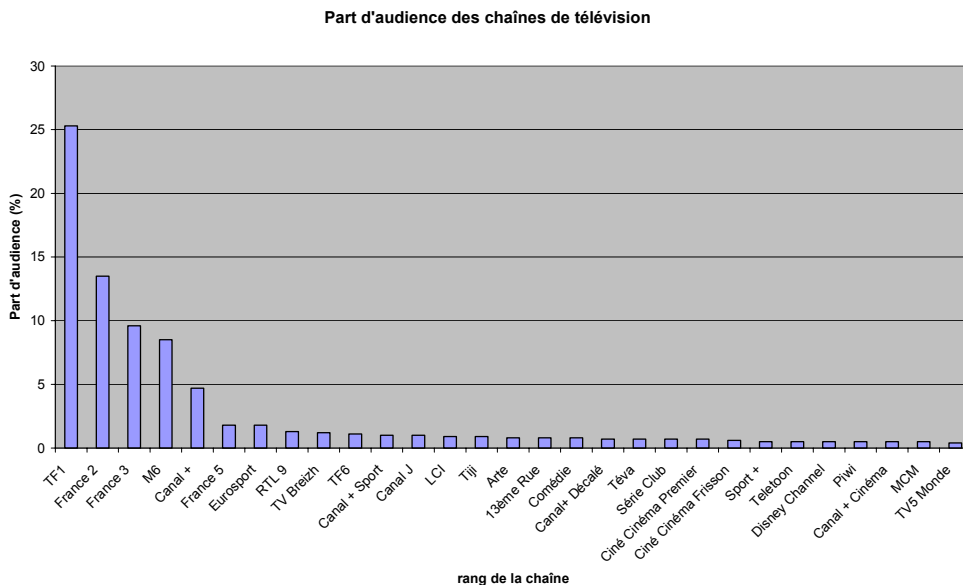
2 Télévision numérique terrestre

2.1 Concentration de l’audience et des recettes publicitaires des chaînes de télévision

a) Concentration de l’audience

Comme le montre la figure ci-dessous, la part d’audience des chaînes, mesurée sur les foyers ayant accès à une offre multi-chaînes, est rapidement décroissante : les chaînes « historiques » diffusées en analogique concentrent une large part de l’audience.

Figure 19 : la part d'audience des chaînes est rapidement décroissante

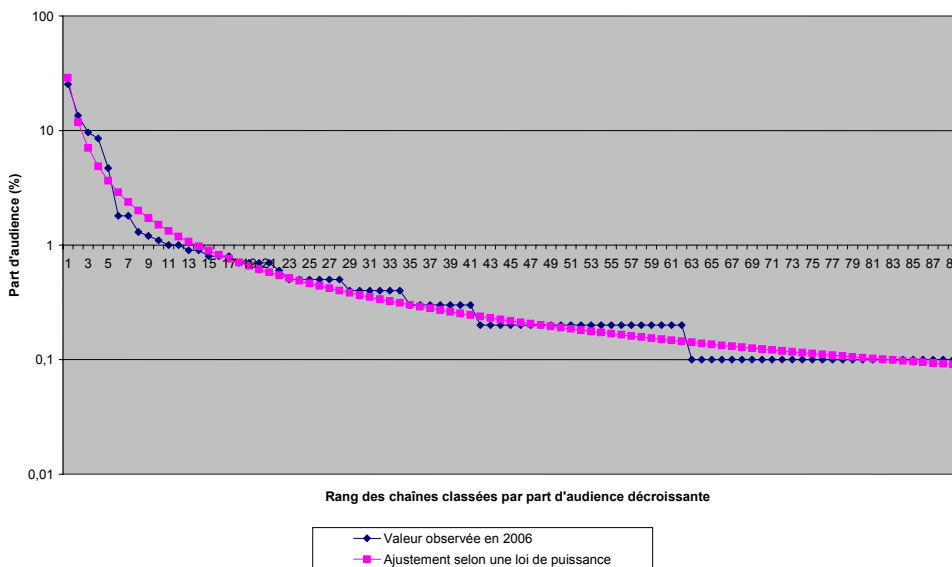


Source : Direction des médias

http://www.ddm.gouv.fr/IMG/pdf/Guide_version_web_10.03.2008-2.pdf

La décroissance de l'audience des chaînes suit approximativement une loi de puissance, donnée par $audience = 28\% n^{-1,28}$, où n est le rang de la chaîne, en classant les chaînes par audience décroissante. La qualité de l'ajustement est illustrée sur la figure ci-dessous.

Figure 20 : classement par ordre décroissant des parts d'audience des chaînes en 2006⁸⁰



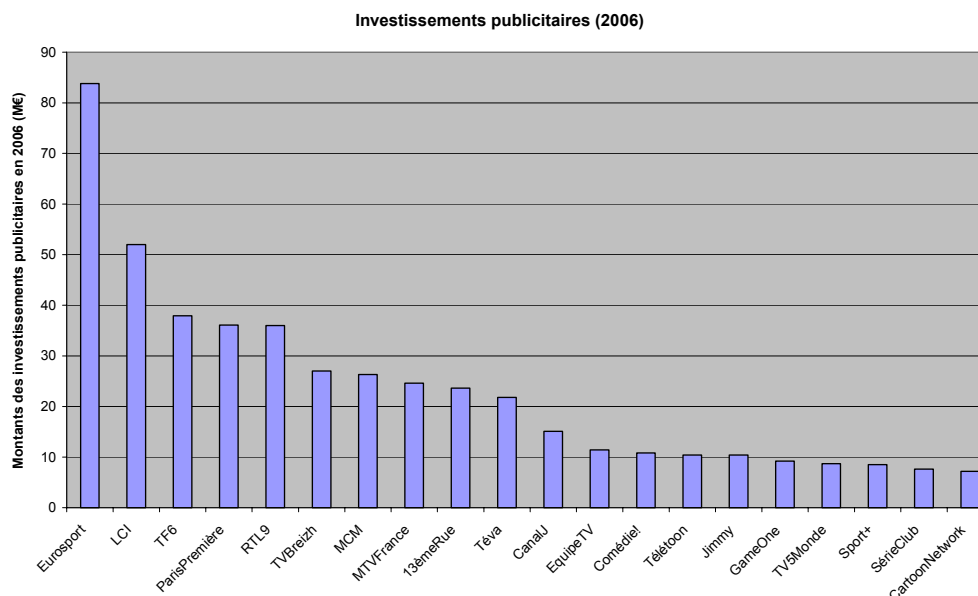
b) Concentration des recettes publicitaires

Les recettes publicitaires présentent également une concentration suivant une loi de puissance. La figure ci-dessous présente les ressources publicitaires des principales chaînes de la TNT. La loi de décroissance est cependant moins forte que pour l'audience :

$$recettes = 109 n^{-0,85}$$

⁸⁰ Source : guide des chaînes numériques, Direction pour le développement des médias (DDM).

Figure 21 : concentration des revenus publicitaires (2006)



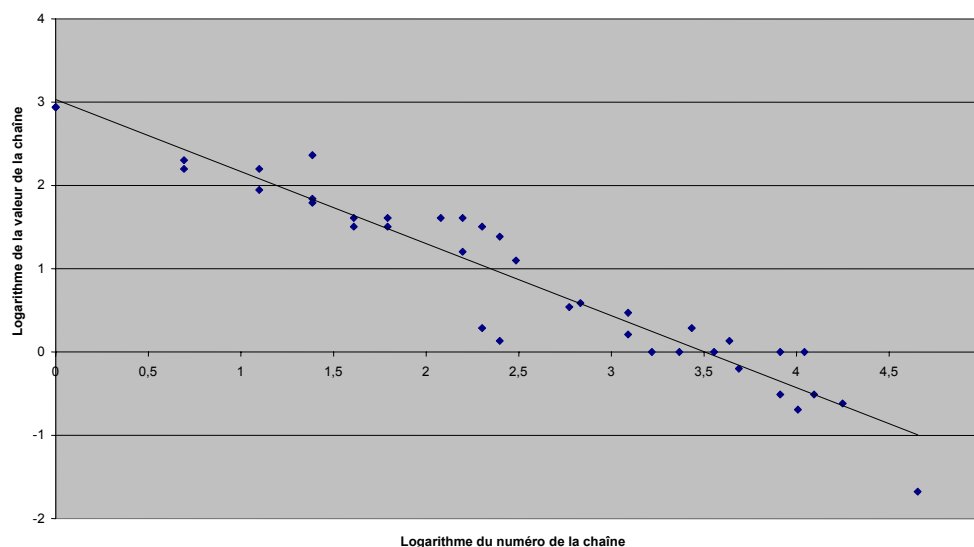
c) Concentration de la valeur marginale des chaînes

Le prix marginal des chaînes payantes est fortement décroissant avec leur rang.

La figure ci-dessous représente le prix marginal des chaînes en logarithme en fonction de leur rang, en logarithme. Comme le montre la qualité de l'ajustement selon une droite, la valorisation des chaînes peut être bien approchée par une relation suivant une loi de puissance :

$$\text{Prix de la } n^{\text{e}} \text{ chaîne} = 21,1 n^{-0,869} \text{ €/mois}$$

Figure 22 : régression du prix d'une chaîne (en logarithme) en fonction de son rang (en logarithme)



d) Conclusion

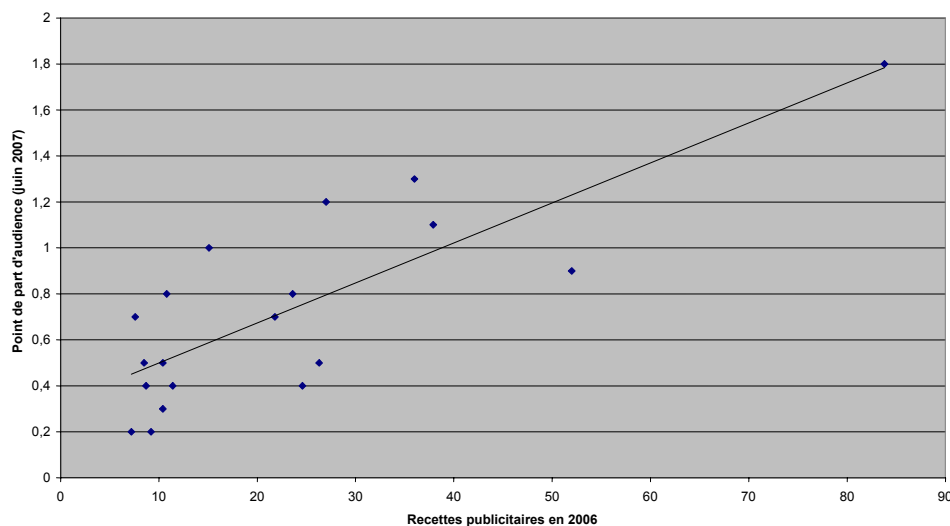
Ces différents résultats soulignent la pertinence d'utiliser une distribution suivant une loi de puissance pour différents paramètres associés à la valorisation d'une chaîne de télévision en fonction de son rang.

Pour les estimations, il est proposé de retenir un exposant unique de -1,05 pour la concentration de l'audience, de la publicité ou de la valeur des chaînes. Des tests de sensibilité sur cette valeur sont présentés *infra*.

2.2 Corrélation entre audience et part de marché publicitaire

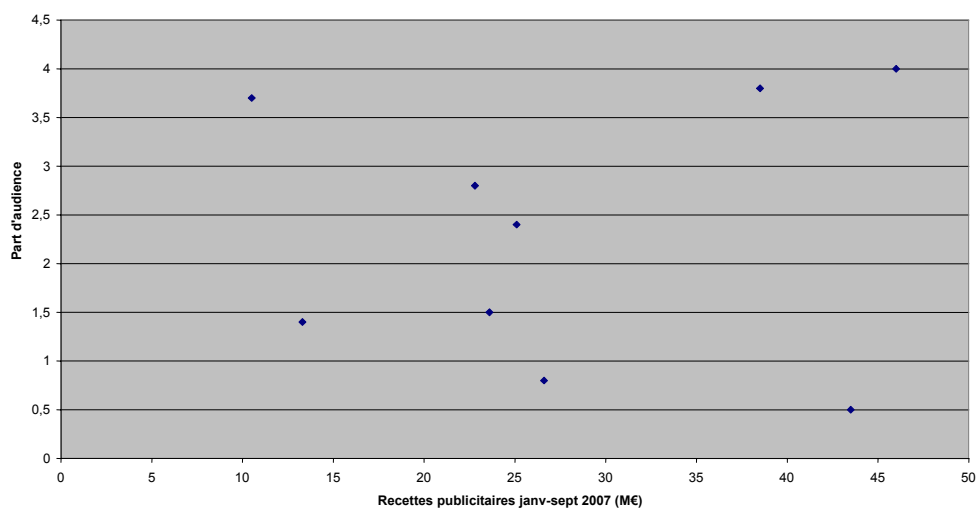
Pour les chaînes payantes de la TNT, il existe une corrélation significative entre la part d'audience et les recettes publicitaires.

Figure 23 : corrélation entre part d'audience et part de marché pour les chaînes payantes de la TNT



En revanche, dans le cas des chaînes gratuites de la TNT, on n'observe pas de corrélation, probablement en raison de la diversité des *business models*.

Figure 24 : corrélation entre part d'audience et part de marché pour les chaînes gratuites de la TNT



Malgré cette absence de corrélation, l'hypothèse d'une proportionnalité entre la part d'audience et les recettes publicitaires demeure la plus raisonnable en l'absence de caractérisation plus fine des chaînes de télévision.

2.3 Comparaison avec les résultats obtenus par *Analysys*

Le rapport réalisé par les cabinets *Analysys* et *Hogan&Hartson* pour le compte de l'ARCEP sur la valorisation du dividende numérique fournit des résultats pouvant être comparés à ceux obtenus dans cette étude.

La période considérée va de 2012 à 2024. Les informations sur la valeur marginale des chaînes proviennent d'une étude du *Department of Trade and Industry* (voir le rapport pour les détails de la valorisation).

Tableau 27 : valorisation des chaînes de la TNT dans l'étude *Analysys*

	Tout audiovisuel	Télécom	Gain marginal	Valeur marginale du spectre (M€/MHz)
Surplus du consommateur	2046	1490	556	13,9
Surplus du producteur	-782	-772	-10	-0,3
Surplus total	1264	718	546	13,6

Source : rapport des cabinets *Analysys* et *Hogan & Hartson*

a) *Surplus du producteur*

La valeur marginale calculée correspond au gain marginal apporté par le passage de 10 à 12 multiplex, soit de 40 à 48 chaînes.

La valeur de -0,3 M€/MHz pour le surplus du producteur correspond au fait que le passage de 40 à 48 chaînes n'est pas rentable.

Dans les calculs de la DGTPE, le surplus du producteur pour la 40^e chaîne gratuite est de 4,5 M€/MHz, et les calculs de sensibilité *infra* indiquent qu'il existe une probabilité de 12 % que cette valeur soit négative. Les calculs de l'ARCEP constituent donc une évaluation dans le bas des valeurs envisagées par la DGTPE.

Si les chaînes sont payantes, il serait nécessaire de connaître combien de chaînes sont déjà présentes. Si on garde le ratio actuel d'environ 2 chaînes gratuites pour 1 chaîne payante, la 40^e chaîne correspond approximativement à la 14^e chaîne payante. Selon les estimations de la DGTPE, sa valeur est de 4 M€/MHz.

En conclusion, la valeur obtenue dans l'étude d'*Analysys* est très proche et légèrement inférieure à celle obtenue ici.

b) *Surplus du consommateur*

La 40^e chaîne, si elle est gratuite, apporte un surplus pour le consommateur de 32 M€/MHz d'après les estimations de la DGTPE. Ce surplus est de 7 M€/MHz s'il s'agit de la 14^e chaîne payante.

La valeur de 14 M€/MHz obtenue par *Analysys* est plus faible que l'estimation de la DGTPE du surplus du consommateur, mais comme le montrent les calculs de sensibilité, elle appartient néanmoins au bas de l'intervalle de confiance à 90 %.

2.4 Test de sensibilité

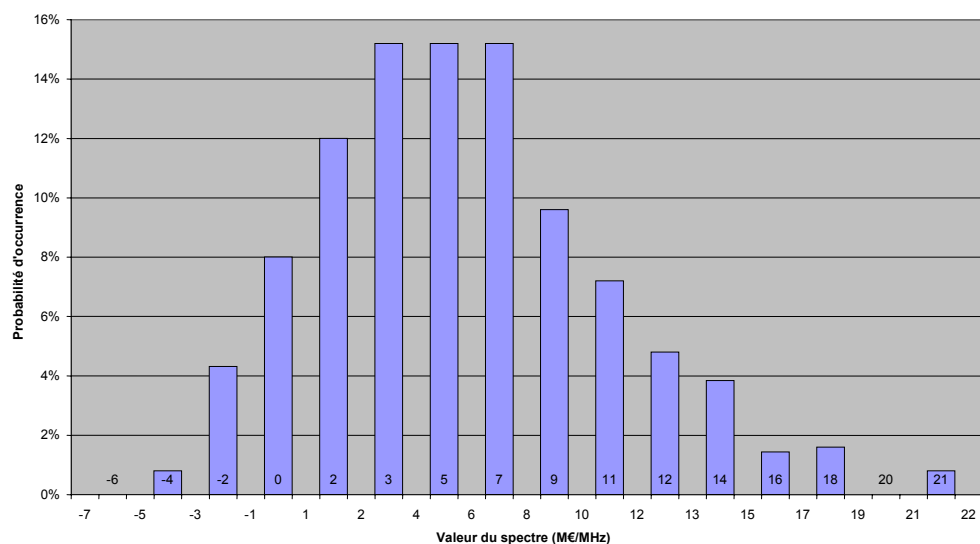
Les tests de sensibilité des résultats sont menés sur les valeurs du surplus du producteur et du surplus du consommateur associés à la 40^e chaîne gratuite de la TNT.

Des variations de quatre paramètres de la modélisation sont envisagées. Chacune des valeurs est supposée équiprobable (probabilité d'occurrence de 20 %). Les variations des paramètres sont supposées indépendantes, ce qui apparaît réaliste autour d'un scénario central.

Tableau 28 : paramètres pour le test de sensibilité

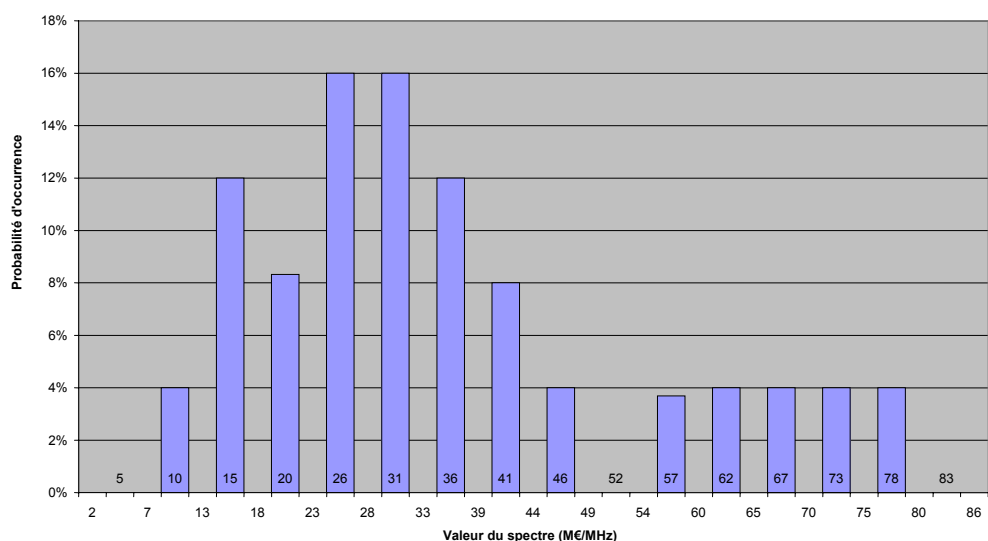
Recettes publicitaires	Concentration des recettes publicitaires	Valeur de la première chaîne	coût de la grille
3000	-0,85	17	25 %
3300	-1	20	35 %
3400	-1,05	21	40 %
3500	-1,1	22	45 %
3800	-1,25	25	55 %

Figure 25 : variation du surplus du producteur associée à la 40e chaîne



Le mode de la distribution est à 5 M€/MHz. Il existe une probabilité d'environ 12 % que la valeur d'une 40^e chaîne de TNT gratuite soit négative (activité non rentable).

Figure 26 : valeur du surplus du consommateur associée à la 40e chaîne



La distribution obtenue n'est pas très régulière, en raison du choix d'un nombre restreint de paramètres. Sous les hypothèses retenues, la valeur du spectre est comprise entre 15 et 72 M€/MHz avec une probabilité de 90 %.

3 Télévision mobile personnelle

3.1 Comparaison avec l'estimation de l'ARCEP

Dans l'étude sur le dividende numérique menée par les cabinets *Analysys* et *Hogan & Hartson* pour le compte de l'ARCEP, une valorisation de la télévision mobile personnelle a été calculée.

Le modèle utilisé s'appuie en particulier sur les hypothèses suivantes :

- un ARPU légèrement supérieur à 5 €/mois ;
- un taux d'abonnement à la TMP atteignant 30 % des téléphones mobiles ;
- une couverture à terme de 70 % de la population ;
- des investissements (CAPEX) de l'ordre de 35 M€/an ;
- des dépenses de fonctionnement (OPEX) de 300 M€/an en 2012, de 1,2 Md€ en 2017 dans l'hypothèse du déploiement de deux multiplex ;
- un horizon de 16 ans, couvrant la période 2009-2024.

Deux situations sont envisagées :

- une situation de base comprenant uniquement le multiplex TMP (16 chaînes) déjà prévu ;
- une situation où deux multiplex TMP sont déployés, avec une couverture à terme de 70 % de la population⁸¹.

À partir des hypothèses rappelées ci-dessus, les valorisations suivantes sont obtenues :

Tableau 29 : valorisation de la TMP par l'étude *Analysys* et *Hogan & Hartson* réalisée pour le compte de l'ARCEP

M€ 2008	Valorisation étude		Valorisation ramenée à une base comparable avec les calculs DGTPE	
	Scénario de base : un multiplex (M€)	Situation à deux multiplex (M€)	Valorisation du premier multiplex (M€/MHz)	Valorisation du second multiplex ⁸² (M€/MHz)
Surplus du producteur	1109	1174	35	2
Surplus du consommateur	876	1495	27	19
Total	1985	2669	62	21

Même si les valeurs obtenues diffèrent de celles de la DGTPE, elles mettent néanmoins en évidence le même phénomène de valeur très faible du second multiplex de TMP.

⁸¹ Dans le cas de l'attribution de deux multiplex à la TMP, l'étude distingue en fait deux scénarios selon que des fréquences du dividende numérique sont attribuées ou non aux télécommunications. Ce dernier point n'influence que marginalement la valeur des deux multiplex de TMP, présents dans les deux cas, aussi ces deux scénarios ne sont pas distingués ici.

⁸² Valorisation marginale obtenue par différence entre le scénario à deux multiplex et le scénario à un multiplex.

3.2 Liste des 13 candidats sélectionnés pour le premier appel à candidature du CSA et indications sur leur modèle économique

Tableau 30 : caractéristiques des 13 candidats sélectionnés par le CSA

Groupe	Chaînes privées retenues par le CSA	Coûts spécifiques de grille	Abonnement	Financement des opérateurs	Pub	Nb de clients visés
TF1	TF1	non			oui	
	Eurosport			oui, à 75%	oui, à 25%	
Canal+	Canal+	non	oui, 15 €/mois abonnés Canal 25 €/mois sinon			500000
	i>Tele		oui		oui	
M6	M6	non	non	oui		
	W9	non		oui		
NRJ	NRJ12	oui	oui	oui		
Bolloré	Direct8	non	non	oui, 5 / 10 €/mois équipement		
AB	NT1					
Luc Besson	EuropaCorp TV	oui		oui, 40 % de l'ARPU		
FT	Orange sports TV	oui		oui	oui	500000
Lagardère	Virgin17	oui				
NextRadioTV	BFM TV	non	non	oui, 0,5 €/mois	oui	

Source : CSA

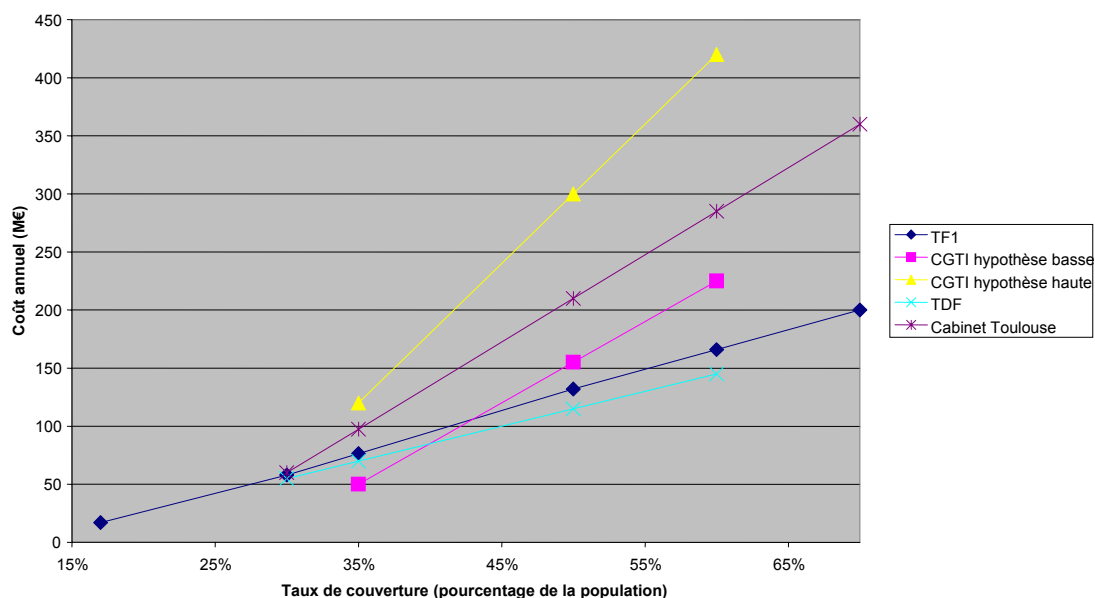
3.3 Les offres existant actuellement sur la téléphonie mobile (point à point)

Tableau 31 : offres de TMP existant actuellement chez les opérateurs de téléphonie mobile

Opérateur	Nom des offres	Nb de chaînes	Prix	Prix par chaîne
Orange		20	6 €	0,30 €
		60	10 €	0,17 €
	HD	60	12 €	0,20 €
	TV musique surf	60	12 €	0,20 €
	Sport	1	9 €	9,00 €
	Musique	1	6 €	6,00 €
SFR		30	6 €	0,20 €
	Canal+	31	8 €	0,26 €
	CanaSat	37	10 €	0,27 €
Bouygues Telecom		42	7 €	0,17 €
	VOD	1	9,90 €	9,90 €
	Sex	1	3 €	3,00 €

3.4 Différentes estimations du coût d'un multiplex

Figure 27 : différentes estimations des coûts de diffusion d'un multiplex en fonction de la couverture de la population



3.5 Tableau des flux de trésorerie associés au modèle de la DGTPE

Tableau 32

	Année	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Clientèle accessible	Millions	39	39	39	39	39	40	40	40	40	40
Déploiement du réseau		20%	40%	60%	80%	90%	100%	100%	100%	100%	100%
Taux d'abonnement	25%										
Nombre d'abonnés		2	4	6	8	9	10	10	10	10	10
Prix de l'abonnement (ou publicité implicite)	5 €/mois										
Revenus abonnement (M€)		116	232	350	469	531	593	596	599	602	605
Recettes publicitaires	Pour 30	7	14	21	28	32	35	35	36	36	36
Revenu total (M€)		122	246	371	497	562	628	631	634	637	641
Coûts annualisés		200	200	200	200	200	200	200	200	200	200
Coûts de création du contenu	10% du CA	12	25	37	50	56	63	63	63	64	64
Personnel et marketing	5% du CA	6	12	19	25	28	31	32	32	32	32
Subvention de terminal	6,7€/an	13	26	39	52	59	66	67	67	67	68
Flux total		-109	-17	76	170	219	268	270	272	275	277
VAN producteur		-109	-15	59	116	132	142	126	112	100	89
VAN cumulée producteur		-109	-123	-64	52	184	326	452	565	664	753
Élasticité de la demande	-2										
Surplus du consommateur		29	58	88	117	133	148	149	150	150	151
VAN consommateur		29	51	68	80	80	79	70	62	55	48
VAN cumulée consommateur		29	80	148	228	308	387	457	518	573	621

Source : calculs DGTPE

3.6 Test de sensibilité

La sensibilité des calculs effectués ici est estimée en faisant varier indépendamment quatre des principaux paramètres du modèle autour de la valeur centrale retenue dans les estimations, selon cinq modalités, correspondant à des valeurs des paramètres considérées plausibles et équiprobables. Chaque valeur a donc 20 % de chance de survenir. Les variations considérées survenant autour du point d'équilibre supposé, l'indépendance locale des variations apparaît plausible. À partir de ces scénarios, il est possible d'obtenir des distributions de probabilité de la valeur du spectre.

Les quatre paramètres retenus et les variations sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 33 : variation des différents paramètres pour le test de sensibilité

Taux d'abonnement	Prix de l'abonnement (€/mois)	Coûts annualisés	Élasticité
15 %	3	140	-1,5
22 %	4,5	180	-1,8
25 %	5	200	-2
28 %	5,5	220	-2,2
35 %	7	260	-2,5

En faisant varier chacun des paramètres du modèle selon les modalités présentées ci-dessus, il est possible d'obtenir une courbe de distribution de la valeur du surplus du producteur et du surplus du consommateur.

Les résultats sont indiqués sur les figures ci-dessous. En abscisse sont représentées les différentes valeurs possibles pour le paramètre examiné (en M€/MHz). En ordonnée est indiquée la probabilité que le paramètre ait une valeur donnée, ou plus précisément, qu'il soit compris dans un intervalle autour de la valeur indiquée.

Il y a ainsi environ 17 % de chance que le surplus du consommateur soit de 15 M€/Hz (plus précisément, qu'il soit compris entre 10 M€/MHz et 20 M€/MHz).

Plus cette probabilité est élevée, plus la valeur a de chance de se réaliser. L'amplitude des évaluations, entre -23 M€/MHz et +92 M€/MHz par exemple pour le surplus du producteur, illustre les fortes incertitudes qui demeurent sur la valorisation *exacte* de cette activité. Une partie de cette incertitude est inévitable, elle provient du caractère limité des informations disponibles pour cette étude et pourrait être réduite en disposant de meilleures informations. Ces considérations incitent à une certaine prudence dans l'interprétation des estimations.

Figure 28 : surplus du producteur

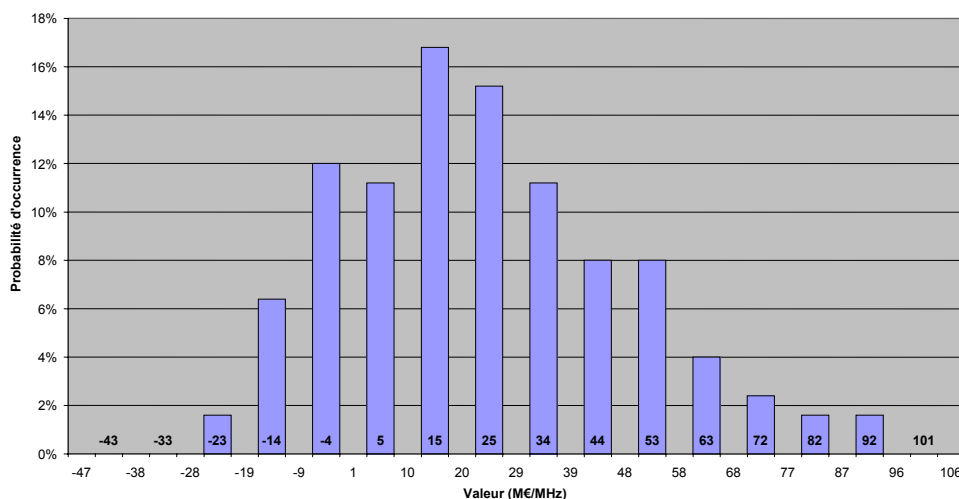


Figure 29 : surplus du consommateur

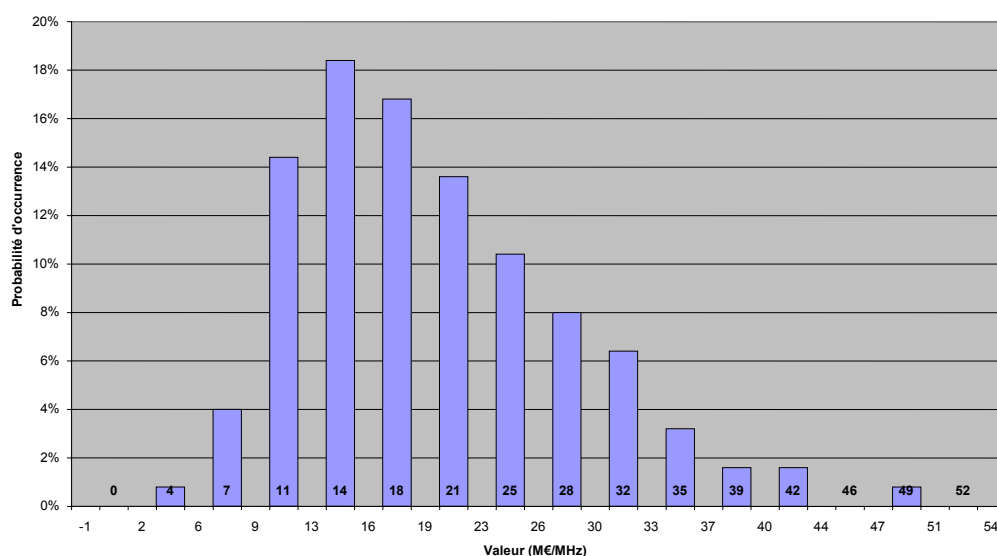
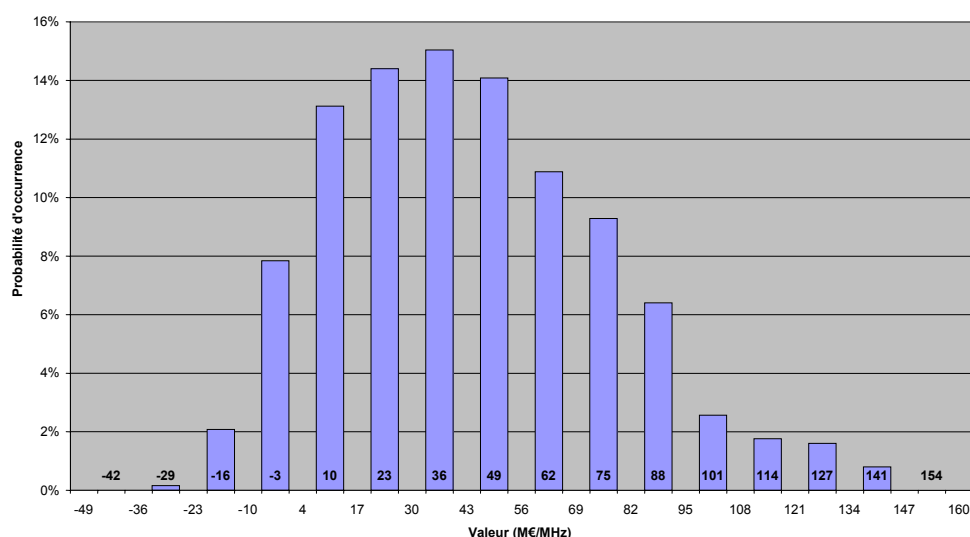


Figure 30 : surplus total



4 Valorisation de l'entrée d'un nouvel opérateur de téléphonie mobile

4.1 Modèle de concurrence à la Cournot

Il est possible de modéliser le marché de la téléphonie mobile en France comme un oligopole formé par Orange, SFR et Bouygues Télécom se faisant concurrence à la Cournot. Sous l'hypothèse de demande linéaire avec une élasticité de - 1 et de coût marginal constant des opérateurs, l'équilibre actuel du marché est décrit ci-dessous. Les parts de marché correspondent aux valeurs observées en 2006. Les coûts sont estimés à partir du modèle.

Tableau 34 : marché français de la téléphonie mobile en 2006

	Part de marché	CA (M€)	Coût marginal ⁸³ (€/an/client)	Taux de marge
Orange	43 %	7 267	186	43 %
SFR	37 %	6 253	206	37 %
Bouygues Télécom	20 %	3 380	262	20 %
Total ou moyenne		16 900		36 %

Source : calculs DGTPE

a) Entrée d'un quatrième opérateur

Sous l'hypothèse qu'un nouvel entrant possède le même coût marginal que l'opérateur le moins efficace, il est possible de calculer le nouvel équilibre de marché suite à l'entrée d'un quatrième opérateur.

Tableau 35 : évolution du marché français sous l'hypothèse de l'entrée d'un quatrième opérateur de téléphonie mobile ayant les mêmes coûts que Bouygues Télécom

	Part de marché	CA (M€)	Coût marginal (€/an/client)	Taux de marge
Orange	38,9 %	6550	186	39 %
SFR	32,5 %	5468	206	33 %
Bouygues Télécom	14,3 %	2404	262	14 %
4e opérateur	14,3 %	2404	262	14 %

Source : calculs DGTPE

Tableau 36 : évolution des prix et des volumes suite à l'entrée d'un quatrième opérateur

	3 opérateurs	4 opérateurs	Différence	Différence en %
Prix (€/an)	327	305	-22	-7 %
Quantité (millions de clients)	51,7	55,1	3	7 %

Source : calculs DGTPE

b) Entrée d'un cinquième opérateur

Supposons que la quatrième licence 3G ait été attribuée. On peut alors modéliser l'entrée d'un cinquième opérateur, en supposant que les deux nouveaux opérateurs ont le même coût marginal que l'opérateur le moins efficace.

Tableau 37 : évolution du marché français sous l'hypothèse de l'entrée d'un quatrième opérateur de téléphonie mobile ayant les mêmes coûts que Bouygues Télécom

	Part de marché	CA (M€)	Coût marginal (€/an/client)	Taux de marge
Orange	36,7 %	6135	186	37 %
SFR	30,0 %	5019	206	30 %
Bouygues Télécom	11,1 %	1859	262	11 %
4e opérateur	11,1 %	1859	262	11 %
5e opérateur	11,1 %	1859	262	11 %

Source : calculs DGTPE

⁸³ Les coûts marginaux se déduisent ici des parts de marché et de l'élasticité unitaire, dans la modélisation de Cournot retenue. En effet, dans une telle modélisation, le coût marginal c^i de la firme i s'écrit, en notant pdm^i sa part de marché q^i/q et ε l'élasticité de la demande : $\frac{c^i(q^i)}{p} = 1 + \frac{pdm^i}{\varepsilon}$. Sous l'hypothèse d'élasticité unitaire, les taux de marge sont donc égaux aux parts de marché.

Par différence avec la situation précédente, il est possible d'estimer la baisse de prix supplémentaire apportée par le cinquième opérateur.

Tableau 38 : évolution des prix et des volumes suite à l'entrée d'un quatrième opérateur

	4 opérateurs	5 opérateurs	Différence	Différence en %
Prix moyen (€/an)	305	294	-11	-4 %
Quantité (millions de clients)	55,1	56,9	2	3 %

Source : calculs DGTPE

4.2 Tests de sensibilité

Les résultats présentés sont obtenus à partir d'un modèle simple de valorisation de l'entrée d'un nouvel opérateur. Les choix des valeurs des paramètres comportent nécessairement une dimension arbitraire, aussi la présente annexe cherche à préciser la sensibilité des résultats, en examinant les probabilités de scénarios alternatifs.

La sensibilité des résultats est estimée en faisant varier indépendamment quatre des principaux paramètres du modèle autour de la valeur centrale retenue dans les estimations, selon cinq modalités, correspondant à des valeurs des paramètres considérées plausibles et équiprobables. Chaque valeur a donc 20 % de chance de survenir. Les variations considérées survenant autour du point d'équilibre supposé, l'hypothèse d'indépendance locale des variations apparaît raisonnable. À partir de ces scénarios, il est possible d'obtenir des distributions de probabilité de la valeur du spectre.

Les quatre paramètres retenus et les variations sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 39 : variation des différents paramètres pour le test de sensibilité

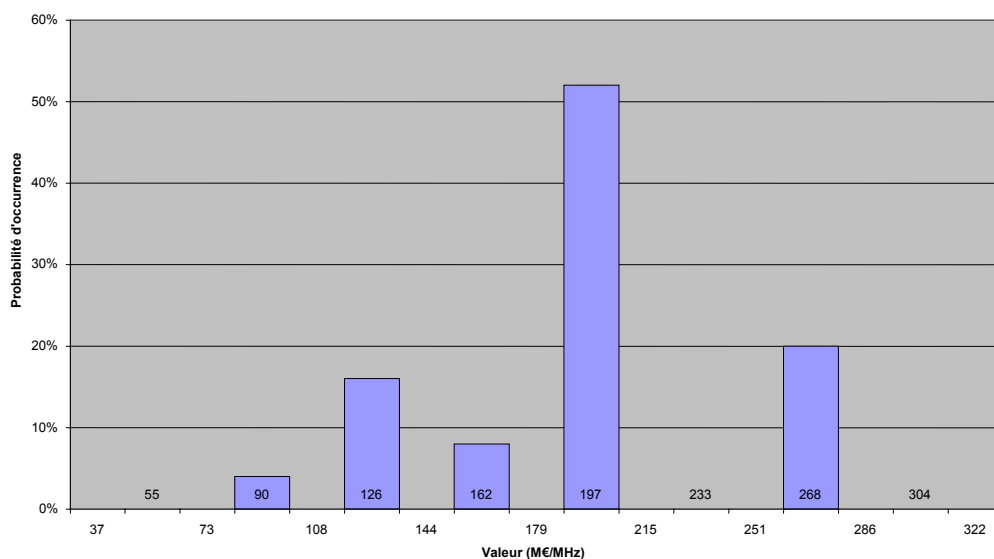
Taux de marge	Baisse de prix suite à l'entrée d'un quatrième opérateur	Coût d'investissement dans le réseau	Élasticité-prix de la demande
30 %	-4 %	500	-0,60
33 %	-6 %	850	-0,85
35 %	-7 %	1 000	-1,00
37 %	-8 %	1 150	-1,15
40 %	-10 %	1 500	-1,40

Source : calculs DGTPE

En faisant varier chacun des paramètres du modèle selon les modalités présentées ci-dessus, il est possible d'obtenir une courbe de distribution de la valeur du surplus du producteur, du surplus du consommateur et du surplus social.

Les résultats sont présentés ci-dessous. En abscisse sont représentées les différentes valeurs possibles pour le paramètre examiné (en M€/MHz). En ordonnée est indiquée la probabilité que le paramètre ait une valeur donnée, ou plus précisément, qu'il soit compris dans un intervalle autour de la valeur indiquée.

Figure 31 : fonction de distribution de l'évolution du surplus du consommateur suite à l'entrée d'un quatrième opérateur de réseau de téléphonie mobile



Remarque : en raison de la modélisation très simple, la répartition obtenue des valeurs de surplus du consommateur présente des « trous », qui constituent des artefacts liés à la simulation et n'ont donc pas d'interprétation économique. Au cas d'espace, le trou à 233 M€/MHz n'a pas de signification particulière. Le paramètre important est l'amplitude de la distribution, comprise essentiellement entre 73 et 268 M€/MHz, soit un gain relativement important.

Figure 32 : fonction de distribution de l'évolution du surplus du producteur suite à l'entrée d'un quatrième opérateur de réseau de téléphonie mobile

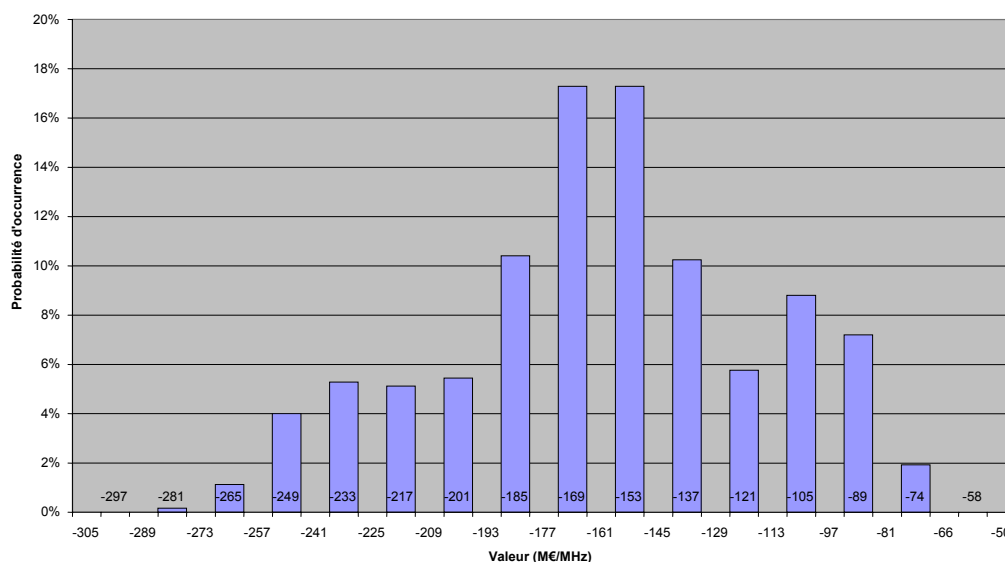
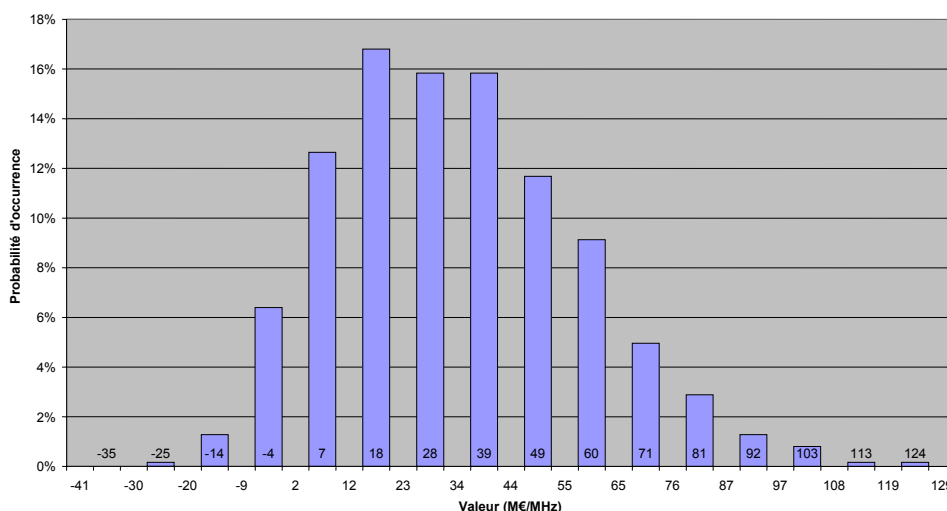


Figure 33 : fonction de distribution de l'évolution du surplus social suite à l'entrée d'un quatrième opérateur de réseau de téléphonie mobile



Même s'il existe une probabilité non nulle (estimée ici à 8 %) que l'entrée d'un quatrième opérateur de réseau ne soit pas socialement efficace, il est beaucoup plus vraisemblable, avec une probabilité de 92 %, que cette entrée soit socialement favorable.

La même méthodologie peut être utilisée pour apprécier la valeur associée au passage de quatre opérateurs à cinq opérateurs, en faisant l'hypothèse qu'une partie au moins des fréquences actuellement disponibles a été attribuée à un nouvel entrant.

Pour ce faire, la situation de référence retenue est la situation finale précédente, à savoir la présence de quatre opérateurs de réseau, le quatrième ayant le même coût marginal que l'opérateur le moins efficace actuellement. Un cinquième opérateur de réseau est alors rajouté. En s'appuyant sur les résultats obtenus par la modélisation d'une concurrence à la Cournot présentée précédemment, il est supposé qu'un cinquième opérateur conduit à une baisse des prix supplémentaire, mais moitié moindre que celle entraînée par le passage de trois à quatre opérateurs.

Figure 34 : fonction de distribution de l'évolution du surplus du consommateur suite à l'entrée d'un cinquième opérateur de réseau de téléphonie mobile

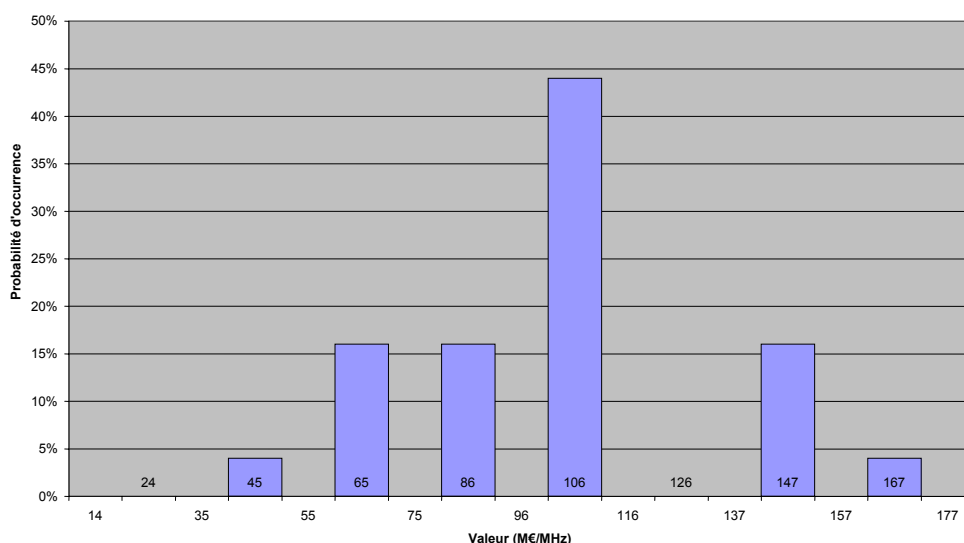


Figure 35 : fonction de distribution de l'évolution du surplus du producteur suite à l'entrée d'un cinquième opérateur de réseau de téléphonie mobile

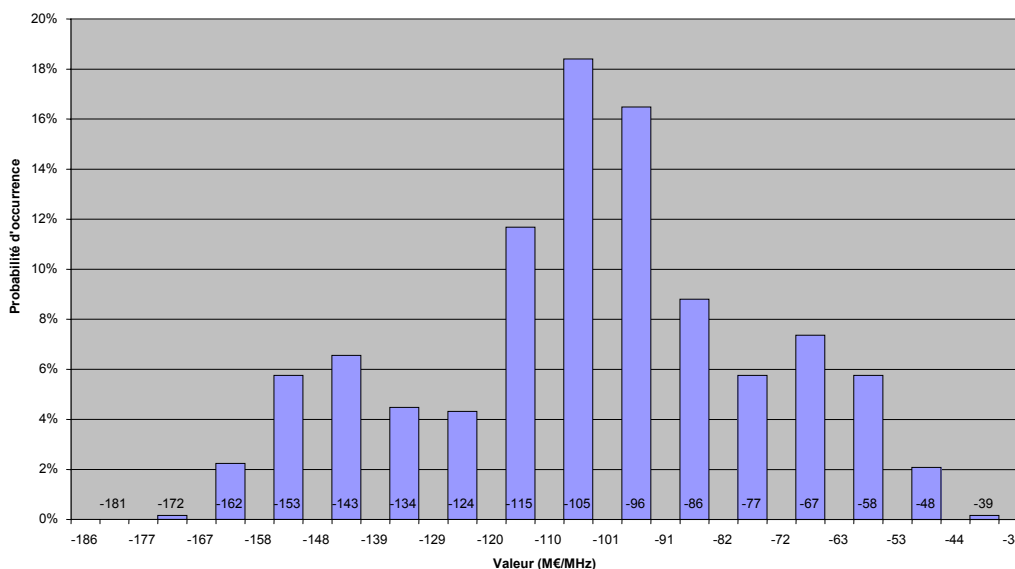
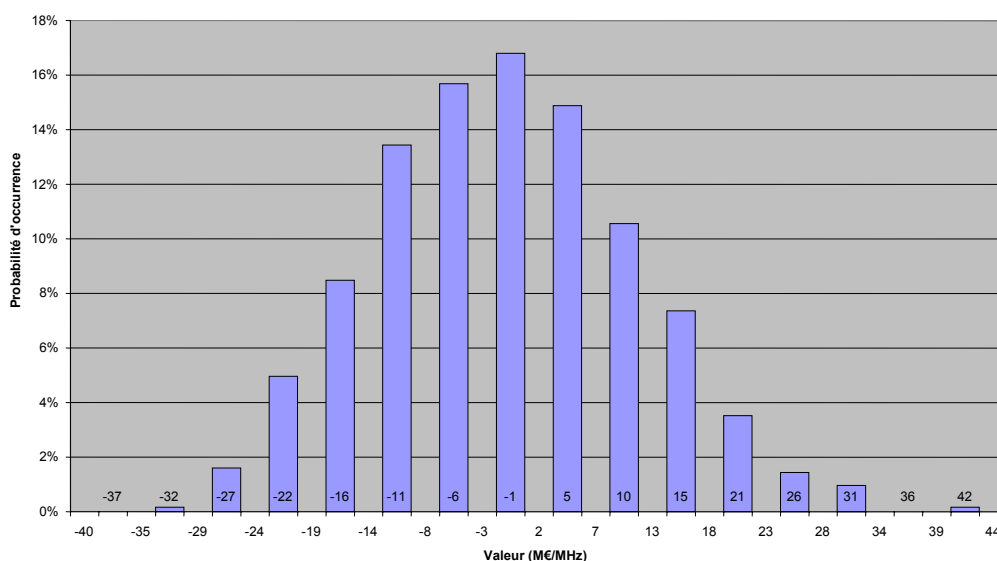


Figure 36 : fonction de distribution de l'évolution du surplus social suite à l'entrée d'un cinquième opérateur de réseau de téléphonie mobile



Sous les hypothèses retenues, l'intérêt de l'entrée d'un cinquième opérateur de réseau apparaît très incertain. Dans le scénario central retenu dans la présente étude, la valeur sociale d'un cinquième opérateur est estimée approximativement à zéro. La courbe de distribution présentée ici conforte ce résultat, puisqu'elle indique une probabilité de 54 % que la valeur sociale d'un cinquième opérateur soit négative.

Une valeur sociale presque nulle ne signifie cependant pas pour autant nécessairement qu'il faut renoncer au projet. En effet, un cinquième opérateur aurait pour effet de diminuer les prix pour les consommateurs au détriment des profits des opérateurs. Si le bilan global est approximativement nul, une telle opération se traduirait néanmoins par une augmentation du pouvoir d'achat des consommateurs, qui peut être recherchée par ailleurs.

5 Valorisation du surplus du producteur pour un nouvel opérateur de téléphonie mobile

5.1 Détails des flux financiers

a) Quatrième opérateur

Les flux financiers dans le cas où l'opérateur est le *quatrième* sont présentés dans le tableau ci-dessous :

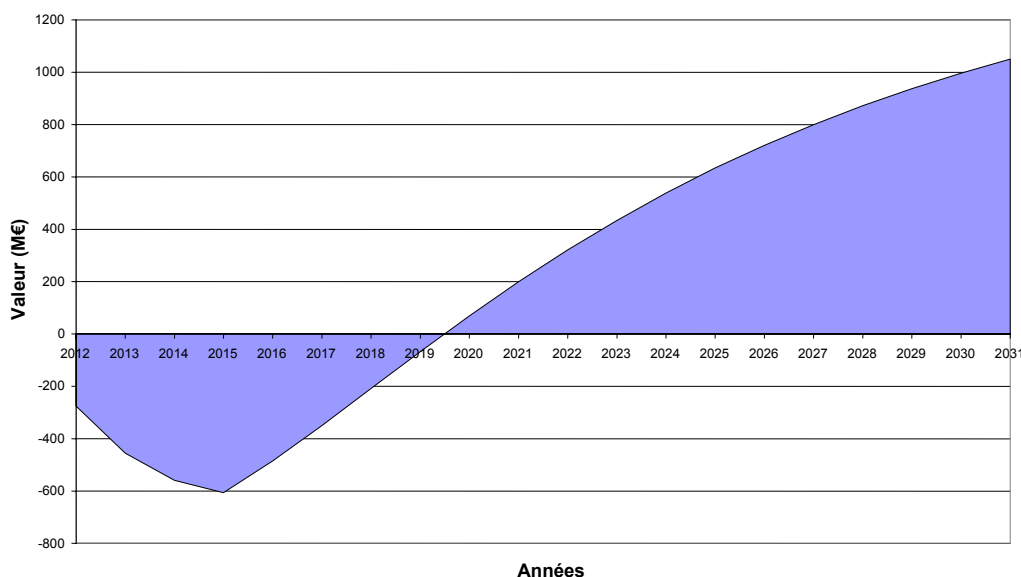
Tableau 40 : flux financier associé à un quatrième opérateur de téléphonie mobile

Année	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Date	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Marché	60	60,6	61,2	61,8	62,4	63,1	63,7	64,3	65,0	65,6	66,3	66,9	67,6	68,3	69,0
Part de marché	0%	2%	4%	6%	7%	8%	9%	10%	10%	11%	11%	11%	12%	12%	12%
ARPU	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
CA	0	360	708	1028	1310	1549	1746	1906	2035	2138	2222	2290	2346	2395	2437
OPEX	75	318	554	771	962	1124	1258	1366	1452	1521	1577	1622	1659	1691	1719
Taux d'OPEX		88%	78%	75%	73%	73%	72%	72%	71%	71%	71%	71%	71%	71%	71%
EBITDA	-75	42	154	257	347	425	488	541	583	617	645	668	687	704	718
Taux d'EBITDA		12%	22%	25%	27%	27%	28%	28%	29%	29%	29%	29%	29%	29%	29%
CAPEX	200	243	285	323	157	186	210	229	244	257	267	275	282	287	292
Taux de CAPEX		68%	40%	31%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%
Résultat	-275	-201	-131	-66	190	239	279	312	339	361	378	393	406	416	426
VAN	-275	-180	-104	-47	121	135	141	141	137	130	122	113	104	95	87
VAN cumulée	-275	-455	-559	-606	-485	-350	-209	-68	69	199	321	434	538	634	721

Source : calculs DGTPE

L'évolution de la valeur actualisée nette peut être retracée au cours du temps.

Figure 37 : évolution de la valeur actualisée nette cumulée d'un quatrième opérateur



Après le passage par une valeur de -600 M€ environ au bout de 4 ans, le projet voit sa valeur progressivement augmenter et devenir positive à partir de 2020 (retour sur investissement sur 9 ans).

b) Cinquième opérateur

Les flux financiers dans le cas où l'opérateur est le *cinquième* sont présentés dans le tableau ci-dessous :

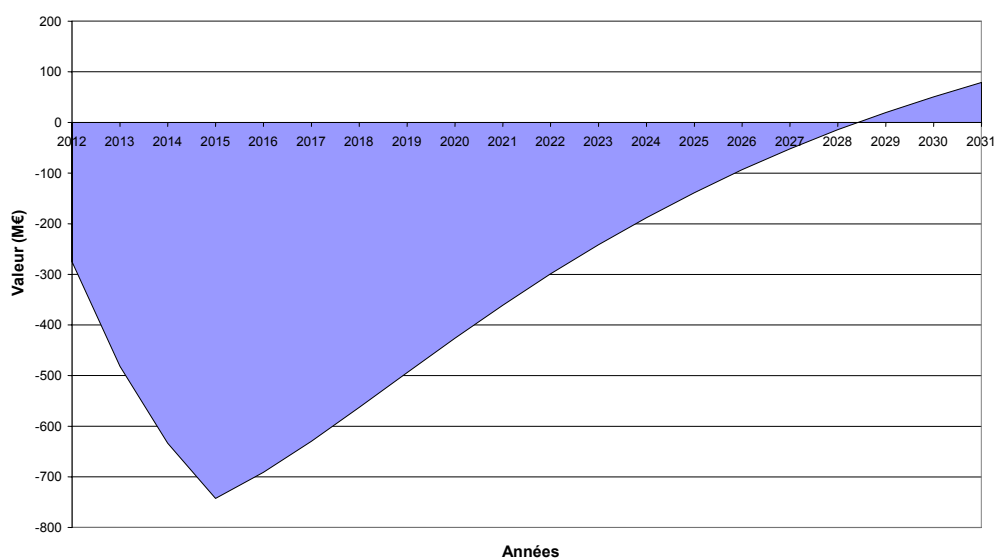
Tableau 41 : flux financier associé à un cinquième opérateur de téléphonie mobile

Année	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Date	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Marché	60	60,6	61,2	61,8	62,4	63,1	63,7	64,3	65,0	65,6	66,3	66,9	67,6	68,3	69,0
Part de marché	0%	1%	3%	4%	5%	5%	6%	7%	7%	7%	7%	8%	8%	8%	8%
ARPU	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
CA	0	192	378	548	699	826	931	1017	1085	1140	1185	1221	1251	1277	1300
OPEX	75	201	323	435	535	618	687	743	787	823	851	874	893	909	923
Taux d'OPEX		104%	85%	79%	77%	75%	74%	73%	73%	72%	72%	72%	71%	71%	71%
EBITDA	-75	-9	55	113	164	208	244	274	298	318	334	347	359	368	377
Taux d'EBITDA		-4%	15%	21%	23%	25%	26%	27%	27%	28%	28%	28%	29%	29%	29%
CAPEX	200	223	245	266	84	99	112	122	130	137	142	147	150	153	156
Taux de CAPEX		116%	65%	48%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%
Résultat	-275	-232	-190	-153	80	109	132	152	168	181	192	201	209	215	221
VAN	-275	-207	-152	-109	51	62	67	69	68	65	62	58	54	49	45
VAN cumulée	-275	-482	-634	-742	-691	-630	-563	-494	-426	-361	-299	-242	-188	-139	-94

Source : calculs DGTPE

L'évolution de la valeur actualisée nette peut être retracée au cours du temps.

Figure 38 : évolution de la valeur actualisée nette cumulée d'un cinquième opérateur



Le point le plus bas atteint est de -750 M€ et il faut attendre 18 ans (2029) pour que la valeur actualisée nette du projet devienne positive. La rentabilité d'un cinquième opérateur apparaît donc extrêmement incertaine.

5.2 Sensibilité des résultats aux hypothèses sur les paramètres

La sensibilité des résultats est estimée en faisant varier indépendamment quatre des principaux paramètres du modèle autour de la valeur centrale retenue dans les estimations, selon cinq modalités, correspondant à des valeurs des paramètres considérées plausibles et équiprobables. Chaque valeur a donc 20 % de chance de survenir. Les variations considérées survenant autour du point d'équilibre supposé, l'indépendance locale des variations apparaît

plausible. À partir de ces scénarios, il est possible d'obtenir des distributions de probabilité de la valeur d'une quatrième licence.

Les quatre paramètres retenus et les variations sont présentés dans le tableau ci-dessous.

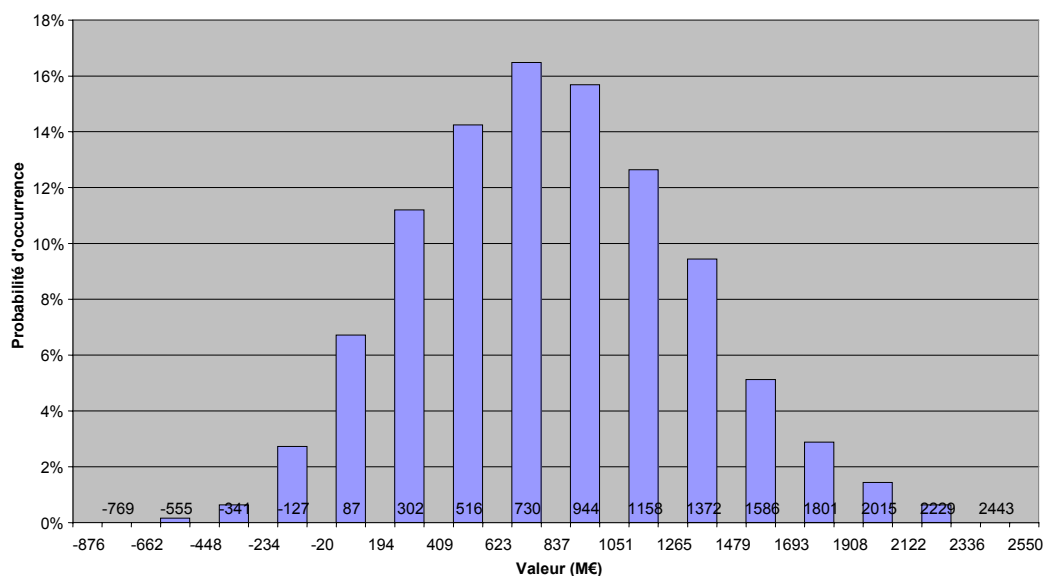
Tableau 42 : variation des différents paramètres pour le test de sensibilité

Taux de marge	Baisse de prix suite à l'entrée d'un quatrième opérateur	Coût d'investissement dans le réseau	Élasticité-prix de la demande
30 %	-4 %	500	-0,60
33 %	-6 %	850	-0,85
35 %	-7 %	1000	-1,00
37 %	-8 %	1150	-1,15
40 %	-10 %	1500	-1,40

En faisant varier chacun des paramètres du modèle selon les modalités présentées ci-dessus, il est possible d'obtenir une courbe de distribution de la valeur d'une quatrième licence de téléphonie mobile.

Les résultats sont présentés ci-dessous. En abscisse sont représentées les différentes valeurs possibles de la licence. En ordonnée est indiquée la probabilité que le paramètre ait une valeur donnée, ou plus précisément, qu'il soit compris dans un intervalle autour de la valeur indiquée.

Figure 39 : distribution de la valeur actualisée nette d'une quatrième licence de téléphonie mobile



Cette méthode conduit à prédire qu'avec 7 % de chance, la valeur d'une quatrième licence peut être négative à un horizon de 15 ans. En sens inverse, il y a 5 % de chance que la valeur soit supérieure à 1,6 Md€, soit 40 M€/MHz.

6 Enchères de spectre aux États-Unis : sensibilité aux hypothèses retenues sur la transposition des valeurs à la France

Les estimations présentées nécessitent de ramener l'économie américaine aux proportions de l'économie française et de convertir en euros les montants obtenus en dollars. Ces

conversions ont été faites en utilisant les parités de pouvoir d'achat de 2006 fournies par l'OCDE :

- Le rapport des PIB en parité de pouvoir d'achat est de 6,38 ;
- La parité de pouvoir d'achat est de 1 euro = 1,10 dollar.

À partir de ces deux éléments, le taux de conversion utilisé est de 1 €/MHz = 5,83 \$/MHz.

D'autres taux de conversion pouvant cependant être utilisés, une étude sur la sensibilité des résultats à ces hypothèses est donc menée. Pour cela, différents taux de change entre la France, le Royaume-Uni et les États-Unis sont utilisés.

a) *Rapport de tailles entre les économies*⁸⁴

Une première possibilité peut consister à utiliser le simple rapport du nombre d'habitants. Cette hypothèse néglige donc les différences de richesse entre pays.

Tableau 43 : population

Pays	Millions d'habitants	France = 1
France	63,2	1,00
Royaume-Uni	60,5	0,96
États-Unis	298,4	4,72

Une deuxième possibilité peut consister à utiliser le rapport des PIB en parité de pouvoir d'achat. L'impact d'une richesse par habitant supérieure aux États-Unis apparaît alors.

Tableau 44 : PIB 2006 en PPA

Pays	Milliards d'euros PPA	France = 1
France	1678,8	1,00
Royaume-Uni	1697,4	1,01
États-Unis	10715	6,38

Une troisième possibilité peut consister à utiliser le rapport des PIB nominaux.

Tableau 45 : PIB nominaux en 2006

Pays	Milliards d'euros courants	France = 1
France	1792	1,00
Royaume-Uni	1912,2	1,07
États-Unis	10451	5,83

b) *Taux de change*⁸⁵

Différents taux de change peuvent être utilisés. Soit le taux de change courant à une date donnée, soit la parité de pouvoir d'achat, qui égalise les montants nécessaires pour acheter un

⁸⁴ Source : Banque de France http://www.banque-france.fr/fr/stat_conjoncture/telnomot/zoneeuro/zef015.pdf et OCDE <http://www.oecd.org/dataoecd/61/54/18598754.pdf>.

⁸⁵ Source : BCE <http://www.ecb.int/stats/exchange/eurofxref/html/index.en.html#data>.

panier de biens comparables. Alors que la parité de pouvoir d'achat est relativement stable, le taux de change nominal connaît des fluctuations plus importantes.

Tableau 46 : taux de change

Taux de change 1 euro =	Nominal	Nominal	Nominal	Nominal	PPA	PPA
Date	2005	2006	2007	17/03/2008	2006	2007
France	1	1	1	1	1	1
Royaume-Uni (£)	0,68	0,68	0,68	0,79	0,71	0,72
États-Unis (\$)	1,24	1,26	1,37	1,57	1,10	1,10

c) Comparaison des taux de conversion

À partir des données présentées, il est possible d'obtenir différents taux de conversion, pour la valeur d'1 €/MHz (les montants en livres ou dollars doivent être *divisés* par ces valeurs pour obtenir les montants équivalents en euros).

La valeur de référence retenue utilisant la PPA est acceptable dans la mesure où elle est moins sujette à variations dans le temps que les estimations faisant intervenir le taux de change courant. La pertinence de ce dernier est par ailleurs limitée dans le cas des télécommunications ou de l'audiovisuel, qui constituent des offres de services ne pouvant pas directement faire l'objet d'un commerce entre pays.

Tableau 47 : taux de conversion des valorisations

Taille des économies	PIB PPA 2006	PIB nominal 2006	Nombre d'habitants	PIB nominal 2006
Taux de change	PPA 2006	Taux de change 2006	PPA 2006	Taux de change actuel
Royaume-Uni (£/MHz)	0,72	0,73	0,68	0,84
Écart à la valeur de référence retenue	référence	0 %	-5 %	17 %
États-Unis (\$/MHz)	6,99	7,35	5,17	9,16
Écart à la valeur de référence retenue	référence	5 %	-26 %	31 %

Les estimations sont donc comprises entre 0,68 et 0,84 dans le cas du Royaume-Uni, soit une amplitude de 23 % entre la plus petite et la plus grande des valeurs. Le taux de conversion retenu de 0,72 £/MHz au R-U = 1 €/MHz en France est compris entre ces bornes, donnant lieu à des variations allant de -5 % à +17 %.

Dans le cas des États-Unis, les différences de revenus et les variations récentes du taux de change conduisent à une estimation comprise entre 5,17 et 9,16, soit une amplitude de 77 %. La différence de valorisation est beaucoup plus importante que dans le cas du Royaume-Uni. Les écarts de valorisation autour de la valeur de référence retenue vont de -26 % à +31 %.

L'application de ces résultats à la valeur de 52 M€/MHz obtenue lors de l'enchère de spectre en cours dans la bande des 700 MHz conduit à suggérer une fourchette allant de 39 à 68 M€/MHz.

7 Enchères de spectre en Suède et Norvège

a) Densité de la population

Tableau 48 : densité de population

Pays	Densité (hab./km ²)
France	114 ⁸⁶
Suède	22
Norvège	14

b) Taille relative des économies française et suédoise

Le taux de change courant est de 1 SEK = 0,1078 EUR.

Les statistiques de l'OCDE indiquent que l'économie suédoise est 6,2 fois plus petite que l'économie française, en utilisant comme unité de comparaison le produit intérieur brut en parité de pouvoir d'achat.

Tableau 49 : comparaison des économies française et suédoise

2007	PIB (valeur en M\$ PPA)	Parité de pouvoir d'achat (pour 1 \$)
France	2 080 312	0,91 EUR
Suède	334 111	9,2 SEK
Ratio ou taux de change	6,2	0,0989 EUR/SEK

Source : OCDE <http://www.oecd.org/std/ppp>

c) Taille relative des économies française et norvégienne

Le taux de change courant est de 1 NOK=0,127 EUR.

Les statistiques de l'OCDE indiquent que l'économie norvégienne est 8 fois plus petite que l'économie française, en utilisant comme unité de comparaison le produit intérieur brut en parité de pouvoir d'achat.

Tableau 50 : comparaison des économies française et norvégienne

2007	PIB (valeur en M\$ PPA)	Parité de pouvoir d'achat (pour 1 \$)
France	2 080 312	0,91 EUR
Norvège	260 033	8,8 NOK
Ratio ou taux de change	8,0	0,103 EUR/NOK

Source : OCDE <http://www.oecd.org/std/ppp>

⁸⁶ Métropole.

8 Estimation de la valeur du spectre à partir d'études sur le Royaume-Uni

8.1 Sensibilité des résultats sur le surplus des consommateurs à l'élasticité de la demande

Les calculs de surplus des consommateurs présentés *supra* dans le cas de la téléphonie mobile ont été menés à partir de la valeur de l'élasticité de la demande de -0,4, retenue par le rapport « *Economic impact of the use of radio spectrum in the UK* ». Ainsi que le montre la discussion *infra* sur les différentes valeurs de l'élasticité de la demande, une valeur beaucoup plus élevée (en valeur absolue) peut être envisagée, jusqu'à -1,4. Cette valeur conduit à diminuer fortement la valeur du surplus du consommateur. Aussi, le calcul est conduit ici à partir des données françaises, afin d'illustrer ce point.

Si on retient le chiffre d'affaires de la téléphonie de 16,9 Md€ et l'utilisation de 340 MHz (GSM et UMTS), le surplus du consommateur varie entre 6 et 21 Md€, ce qui correspond à une valeur des fréquences pour les consommateurs comprise entre 120 et 420 M€/MHz. Si l'on retient comme valeur centrale une élasticité de -1, la valeur moyenne du surplus du consommateur est de 168 M€/MHz, en utilisant la formule de valorisation $W_c = \frac{CA}{2\varepsilon}$.

Tableau 51 : sensibilité des évaluations du surplus des consommateurs à la valeur de l'élasticité de la demande

Élasticité	Surplus des consommateurs (Md€)	Surplus des consommateurs sur 10 ans actualisé à 10 % (M€/MHz)
-0,4	21	420
-0,6	14	280
-1	8	168
-1,4	6	120

Source : calculs DGTPE

8.2 Estimations de l'élasticité de la demande pour la téléphonie mobile

L'élasticité de la demande pour la téléphonie mobile utilisée dans le rapport « *Economic impact of the use of radio spectrum in the UK* » est la moyenne entre les deux valeurs - 0,3 et -0,47, provenant elle-même d'études antérieures. Ces deux valeurs correspondent à l'élasticité du nombre d'abonnés, or la demande totale correspond, en fait, à un volume de communications au départ des téléphones mobiles, qui se décompose comme le produit d'un nombre d'abonnés par une consommation moyenne par abonné. L'élasticité complète de la demande est alors la somme de l'élasticité-prix du nombre d'abonnés et du volume de communication par abonné. Quelques estimations disponibles conduisent à réévaluer à la hausse (en valeur absolue) l'élasticité de la demande :

- Une étude de *DotEcon*, citée dans un rapport de l'OFCOM publié en 2003⁸⁷, donne une élasticité du nombre d'abonnés de -0,37 par rapport au tarif de l'abonnement et de -0,48 par rapport au prix des communications mobiles. Une étude de *Frontier Economics*, citée par le même rapport, donne une élasticité du nombre d'abonnés de - 0,54 par rapport au tarif de l'abonnement. Enfin, l'élasticité du volume d'appels depuis un téléphone mobile par rapport au prix fait l'objet de plusieurs estimations, comprise entre -0,10 et -0,28. Ces données conduisent à des élasticité totales de la demande comprises entre -0,47 et -0,82.

⁸⁷ « *The cost of calls to mobile phones* »

http://www.ofcom.org.uk/static/archive/oftel/publications/mobile/ctm_2003/ctm3.pdf p. 207.

- Rodini et Woroch⁸⁸ en 2003 utilisent l'enquête annuelle de consommation des ménages de 2000 et 2001 pour estimer une élasticité-prix de l'abonnement de -0,40 et une élasticité-prix de la demande et de l'utilisation de -0,60, valeurs comparables aux estimations de l'OFCOM.
- Hausman⁸⁹ en 2000 estime l'élasticité-prix du nombre de clients à -0,71.
- Un article d'Ingraham et Sidak⁹⁰ estime une élasticité de la demande totale comprise entre -1,12 et -1,29.
- Le document de travail « *The economics of mobile prices* », publié en novembre 2007 par *Vodafone*, opérateur de téléphonie mobile, indique une élasticité du nombre d'abonnés de -0,53 et de -0,9 pour l'usage par abonné, ce qui conduirait à une élasticité totale de la consommation de -1,4. Cette dernière valeur est estimée par un opérateur à partir de ses données individuelles internes de consommation : elle est donc potentiellement sujette à moins de biais que la plupart des autres études qui s'appuient sur des données agrégées (voir discussion p. 211 dans le rapport de l'OFCOM mentionné).

La diversité de ses estimations peut s'expliquer en partie par la difficulté de mesurer une élasticité de la demande, dans la mesure où une offre de téléphonie mobile est différenciée. Ne pas prendre en compte cette différenciation conduit à sous-estimer l'élasticité de la demande.

8.3 Surplus du consommateur associé à la BBC

Les services de la BBC ne sont pas payés directement par le consommateur mais financés indirectement par la redevance audiovisuelle, obligatoire pour les foyers équipés d'un poste de télévision. En conséquence, le cadre standard d'estimation du surplus du consommateur à partir de la courbe de demande, et en particulier de l'élasticité de la demande, n'est pas applicable.

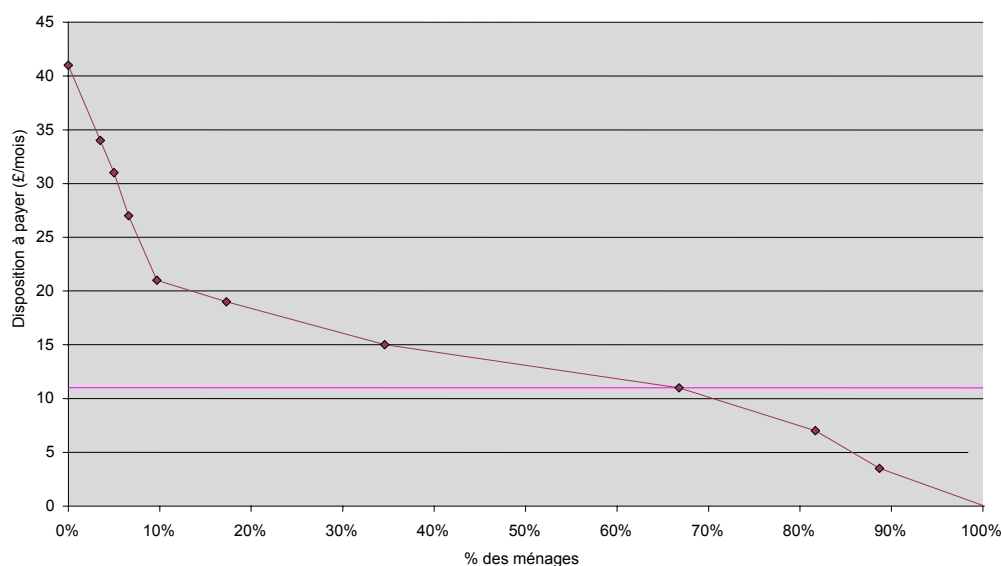
Le *Department for Culture, Media and Sport*, en charge de la régulation de la BBC, a néanmoins produit des études essayant de mesurer un équivalent du surplus des consommateurs associé à la BBC, au travers d'une enquête cherchant à évaluer la disposition à payer des consommateurs pour les services de la BBC. En interrogeant 2 745 personnes, l'enquête permet d'établir la distribution de la valeur de la BBC pour les consommateurs, ce qui est équivalent à une courbe de demande.

⁸⁸ Rodini, M.W.-M. et G. Woroch (2003) 'Going Mobile: Substitution between Fixed and Mobile Access', *Telecommunication Policy*, 27, 457-476.

⁸⁹ Hausman, J. (2003) 'Efficiency Effects on the US Economy from Wireless Taxation', *National Tax Journal*, 53 (3), 733-742.

⁹⁰ Allan T. Ingraham et J. Gregory Sidak, "Do States Tax Wireless Services Inefficiently? Evidence on the Price Elasticity of Demand," 24, *Virginia Tax Review* (2004).

Figure 40 : courbe de demande pour les services actuels de la BBC



Source : rapport *Willingness to Pay for the BBC*

Note de lecture : 10 % des ménages sont prêts à payer au moins 21 £/mois pour les services de la BBC, 67 % des ménages sont prêts à payer au moins 11 £/mois.

Pour estimer le surplus du consommateur, la disposition à payer des consommateurs doit être comparée au prix effectivement payé. Sur un marché ordinaire, seuls les consommateurs dont la disposition à payer est supérieure au prix achètent effectivement le bien. Dans le cas de la BBC, il s'agit d'un service public qui est donc financé par l'ensemble des ménages recevant la télévision. Le financement se fait au travers de la redevance, dont le montant s'élève à 11 £/mois (indiqué par un trait horizontal sur la figure 40).

Il est alors possible de calculer le surplus du consommateur en calculant l'écart entre la disposition à payer et le prix effectivement payé. Quand le prix effectivement payé est supérieur à la disposition à payer, le surplus des consommateurs est *négatif*.

À partir de cette étude, la valorisation moyenne par les consommateurs peut être estimée à 13,6 £/mois. Si on compare cette valorisation au coût de 11 £/mois, le surplus moyen du consommateur est de 2,6 £/mois, soit 30,8 £/an/ménage. Cette valeur faible provient en particulier du fait que la redevance, par son caractère obligatoire, conduit des personnes (un tiers des ménages) à être obligées de payer pour un service qu'ils ne valorisent pas suffisamment, situation qui ne peut survenir sur un marché. En outre, la qualité du service offert par la BBC est très largement reconnue mais ce service a également un coût élevé.

Rapporté à la France, le gain pour les consommateurs associé au service hypothétiquement offert par la BBC est estimé à 21,9 €/an/ménage. Sur la base du nombre de ménages en France de 25,7 millions et en considérant que l'ensemble de ces ménages reçoivent la télévision⁹¹, le surplus du consommateur d'un service comme la BBC équivaut en France à 562 M€/an.

En comparaison, le surplus des consommateurs dans le cas de la téléphonie mobile est estimé à 8 Md€, dans le scénario central.

⁹¹ Le taux de pénétration de la télévision en France est de 98 % selon l'enquête 2007 du CREDOC sur la diffusion des technologies de l'information dans la société française.