

Modèle technico-économique des coûts  
d'un opérateur fixe générique efficace en France

Version définitive  
12 novembre 2013

# Table des matières

<b>I. CONTEXTE DE LA MISE A JOUR DU MODELE</b>	<b>3</b>
<b>II. PRINCIPALES EVOLUTIONS</b>	<b>4</b>
<b>II.A. L'interconnexion en mode IP natif</b>	<b>4</b>
<b>II.B. Evolution des differents modules</b>	<b>5</b>
II.B.1. Evolutions transverses	5
II.B.2. Module Dimensionnement réseaux	5
II.B.3. Module Coûts réseaux	6
<b>III. PRESENTATION DES RESULTATS DU MODELE MIS A JOUR</b>	<b>8</b>
<b>III.A. Cas de base</b>	<b>8</b>
<b>III.B. Analyses de sensibilité</b>	<b>10</b>
III.B.1. Sensibilité à la méthode d'annualisation des coûts d'investissement	10
III.B.2. Sensibilité au nombre d'opérateurs	11
III.B.3. Sensibilité à la demande globale	11
III.B.4. Sensibilité au nombre de points d'interconnexion	11
III.B.5. Sensibilité à la part d'interconnexion en mode IP natif cible (2020)	11
III.B.6. Sensibilité à la part des coûts du <i>call server</i> associée au trafic	12
III.B.7. Sensibilité à l'approche de modélisation du réseau de collecte	13
<b>ANNEXE A. LEXIQUE</b>	<b>14</b>
<b>ANNEXE B. METHODES D'ANNUALISATION DES INVESTISSEMENTS</b>	<b>15</b>

## **I. Contexte de la mise à jour du modèle**

L'Autorité de régulation des communications électroniques et des postes (ci-après « l'Autorité ») a adopté la décision n° 2011-0926 d'analyse des marchés pertinents de la téléphonie fixe en date du 26 juillet 2011. Par cette décision, l'Autorité a imposé pour la période 2011-2014 (troisième cycle d'analyse) des obligations aux opérateurs fixes métropolitains et ultramarins désignés comme exerçant une influence significative sur les marchés pertinents de la terminaison d'appel.

A cette occasion, l'Autorité a mis en œuvre la Recommandation de la Commission européenne du 7 mai 2009 sur le traitement réglementaire des tarifs de terminaison d'appels fixe et mobile dans l'Union européenne, en fixant une cible symétrique (i.e. identique pour tous les opérateurs) pour les tarifs de terminaison d'appel fixe, reflétant les coûts incrémentaux encourus par un opérateur générique efficace et purement NGN<sup>1</sup>. Pour cela, l'Autorité s'est appuyée sur un modèle permettant de calculer une telle référence de coûts, ayant fait l'objet de deux consultations publiques, et publié début 2011.

En prévision du quatrième cycle d'analyse des marchés pertinents de la terminaison d'appel fixe, l'Autorité a entrepris la mise à jour dudit modèle afin de déterminer et fixer un nouvel encadrement tarifaire pluriannuel pour cette prestation, couvrant la période 2014-2017.

Dans ce cadre, un premier questionnaire informel a été adressé en juin 2013 aux principaux opérateurs, afin de recueillir leurs observations sur certaines hypothèses formulées en 2011, notamment concernant les projections réalisées sur les données d'entrée et les tendances d'évolution retenues pour ces dernières.

Puis, une consultation publique a été menée du 18 juillet au 18 septembre 2013 : les opérateurs ont pu s'exprimer sur la solution retenue par l'Autorité pour l'implémentation des nouvelles briques fonctionnelles, sur les données d'entrée et le paramétrage du modèle mis à jour ainsi que sur les nouveaux résultats en sortie. Cette consultation a donné lieu à une réponse formelle, de la part d'Orange, ainsi qu'à quelques contributions d'autres opérateurs.

Le modèle publié aujourd'hui résulte de la prise en compte de ces nouvelles contributions et en constitue la version finale.

---

<sup>1</sup> *Next Generation Network « Réseau de nouvelle génération »*



A la suite de la consultation publique, l'Autorité a retenu la position d'Orange sur la nécessité d'intégrer les équipements de type TrGW<sup>6</sup> et IBCF<sup>7</sup> dans le modèle, en respect des normes 3GPP décrivant l'interconnexion entre deux domaines IP. Néanmoins, l'Autorité, maintenant son objectif de concilier réalisme et simplicité, a opté pour une intégration souple de ces équipements dans le modèle, en tenant compte des fonctions qu'elles remplissent dans le dimensionnement de plateformes préexistantes.

Ainsi, la fonction IBCF, servant à piloter l'I-SBC en cas de signalisation SIP pour un appel IP entrant, a été intégrée au *call server* faisant ainsi le parallèle avec la fonction MGC contrôlant la MGW, en cas d'appel en mode TDM. La fonction TrGW, quant à elle, a été intégrée directement à l'I-SBC, en conformité avec les solutions pratiques mises en œuvre par divers équipementiers.

## II.B. Evolution des différents modules

### II.B.1. Evolutions transverses

Dans sa réponse à la consultation publique, Orange a souligné la nécessité d'étendre la projection des données d'entrée à un horizon dépassant 2017, afin de tenir compte des investissements anticipés dans le calcul du niveau de coût en 2016. L'Autorité adhère à l'analyse d'Orange sur cet aspect du modèle. En effet, la non prise en compte de ces investissements se traduirait par une baisse artificielle des coûts unitaires de la terminaison d'appel à la sortie du modèle pour l'année 2016, notamment en raison de la non comptabilisation des actifs requis en 2017 dans la planification des actifs à déployer en 2016.

La période de modélisation, ainsi que les données d'entrée alimentant le modèle, ont par conséquent été prolongées jusqu'en 2020, dans les trois modules. L'Autorité a veillé à ce que les objectifs chiffrés (cibles intermédiaires) pour l'année 2016, précédemment validés par les opérateurs – lorsqu'il s'agissait de l'année de fin de projection –, soient bien maintenus, à l'occasion de cette extension.

### II.B.2. Module Dimensionnement réseaux

Orange et un autre opérateur (informellement) ont émis des réserves quant au niveau de redondance des plateformes de type **I-SBC**. Dans le cadre des échanges sur la généralisation de l'offre d'interconnexion IP, les différents acteurs se sont accordés sur un **taux d'utilisation moyen** de ces plateformes de 40 %, contre 70 % dans le modèle mis en consultation. Le modèle dans sa version finale intègre cet élément, plus en conformité avec la réalité du marché.

Par ailleurs, dans sa réponse, Orange a souligné qu'un opérateur ne peut être en visibilité directe de la totalité des *call servers* d'un autre opérateur si leur nombre devient trop important, comme c'est le cas dans le modèle technico-économique. La **matrice de routage** du modèle a donc été modifiée pour tenir compte d'un nombre moyen de traversées de **call servers** égal à **1,5** dans le cas des appels

---

<sup>6</sup> Transition Gateway

<sup>7</sup> Interconnection Border Control Function

entrants, sortants et en transit, traduisant le fait qu'un opérateur tiers est en moyenne en visibilité avec la moitié des *call servers* installés par l'opérateur générique efficace.

Au niveau de la liste des **actifs**, a été rajoutée la composante **IBCF** du call serveur (dédiée au trafic IP). L'intégration de cette fonctionnalité s'est aussi traduite par des modifications dans le **dimensionnement** des **call servers**. En effet, la part du *call server* associée au trafic étant désormais partagée en deux composantes, **MGC** pour la signalisation TDM et **IBCF** pour la signalisation SIP, chacune de ces fonctionnalités est dimensionnée à part, en fonction du trafic qui lui est destiné. A savoir :

- la proportion de trafic TDM dans le trafic supporté par le *call server*, pour le **MGC**;
- la proportion de trafic SIP dans le trafic supporté par le *call server*, pour l'**IBCF**.

Ces proportions étant identiques à celles qui partagent le trafic d'interconnexion en mode IP natif et celui en mode TDM dans l'ensemble du trafic d'interconnexion, la fonctionnalité MGC disparaît progressivement en faveur de la fonctionnalité IBCF<sup>8</sup>.

Ensuite, comme souligné par Orange dans sa réponse à la consultation, le **dimensionnement des I-SBC** s'effectue en nombre de sessions (BHCA) et non pas en Gbit/s. Ce détail, parmi d'autres, distingue l'I-SBC du SBC d'accès (A-SBC). Cette conversion est réalisée simplement dans le modèle, au moyen d'un facteur de conversion entre le volume de trafic et le nombre de sessions. Les résultats en nombre d'I-SBC déployés restent donc inchangés.

Enfin, la **durée de planification** des *call servers* a été portée à 12 mois, contre 9 mois précédemment.

### II.B.3. Module Coûts réseaux

Les principales modifications apportées au module *coûts réseaux* découlent naturellement de celles introduites dans le module de dimensionnement, à savoir l'intégration des nouvelles fonctionnalités TrGW et IBCF respectivement dans les plateformes I-SBC et Call Servers.

L'intégration des plateformes **TrGW** se traduit par une hausse de **10 %** du coût unitaire des cartes 10GE des I-SBC. L'Autorité estime que cette méthode, tout en garantissant la simplicité requise dans un modèle théorique, traduit fidèlement les coûts réellement encourus par un opérateur dans le routage efficace des appels entrants.

S'agissant de la fonctionnalité **IBCF** des **call servers**, sur la base des éléments de coûts communiqués par Orange, l'Autorité a préféré retenir un coût égal au

---

<sup>8</sup> La principale fonction du MGC étant de contrôler le trafic de signalisation qui transite par les MGW, il est légitime que cette fonctionnalité disparaisse avec le retrait des MGW.

double du **coût unitaire** de la composante trafic TDM (MGC) préexistante. Dans la version mise à jour du modèle, le coût unitaire d'un call server est donc égal à la somme des coûts unitaires des composantes abonnés, trafic TDM (MGC) et trafic IP (IBCF). La transition progressive de l'interconnexion du TDM vers l'IP dans le modèle s'accompagne donc d'une augmentation du poids de la composante trafic dans le coût total des *call servers*.

### III. Présentation des résultats du modèle mis à jour

Cette partie présente les résultats du modèle dans sa configuration de base concernant le coût incrémental et le coût complet de la prestation de terminaison d'appel fixe. Elle présente également des analyses de la sensibilité des résultats du modèle à différentes hypothèses de modélisation retenues pour l'opérateur générique efficace :

- sensibilité à la méthode d'annualisation des coûts d'investissement ;
- sensibilité à la part de marché (liée au nombre d'opérateurs) ;
- sensibilité à la demande globale ;
- sensibilité au nombre de points d'interconnexion ;
- sensibilité à la part de trafic d'interconnexion en mode IP natif en 2020 ;
- sensibilité à la part des coûts du *call server* associée au trafic ;
- sensibilité à l'approche de modélisation du réseau de collecte ;
- sensibilité à une évolution de l'architecture du réseau d'accès.

Pour chaque analyse de sensibilité, les résultats obtenus sont comparés en pourcentage au résultat obtenu dans le cas de base.

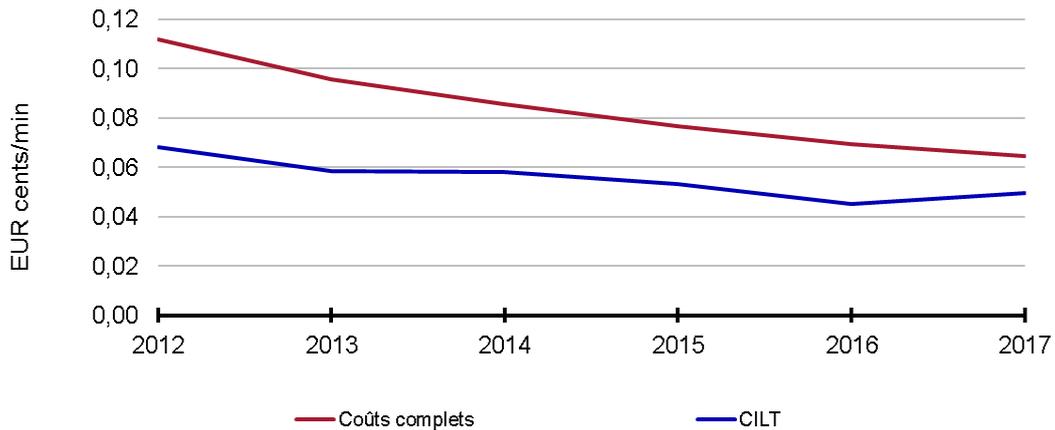
Les résultats sont présentés soit sur la période 2012-2017, soit pour l'année 2016.

#### III.A. Cas de base

Les caractéristiques de l'opérateur générique efficace purement NGN dans le cas de base telles que définies dans le modèle publié sont les suivantes :

- annualisation des coûts d'investissement en coûts courants avec annuités constantes ;
- 4 opérateurs (donc 25 % de parts de marché) ;
- projections d'usage par client dans la continuité des tendances passées ;
- 5 points d'interconnexion ;
- part d'interconnexion en mode IP natif de 100 % en 2020 (cible atteinte progressivement : 50% en 2016) ;
- 50 % du coût des *call servers* alloués en fonction du nombre de clients et 50 % en fonction du trafic (partie TDM) ;
- infrastructure mutualisée.

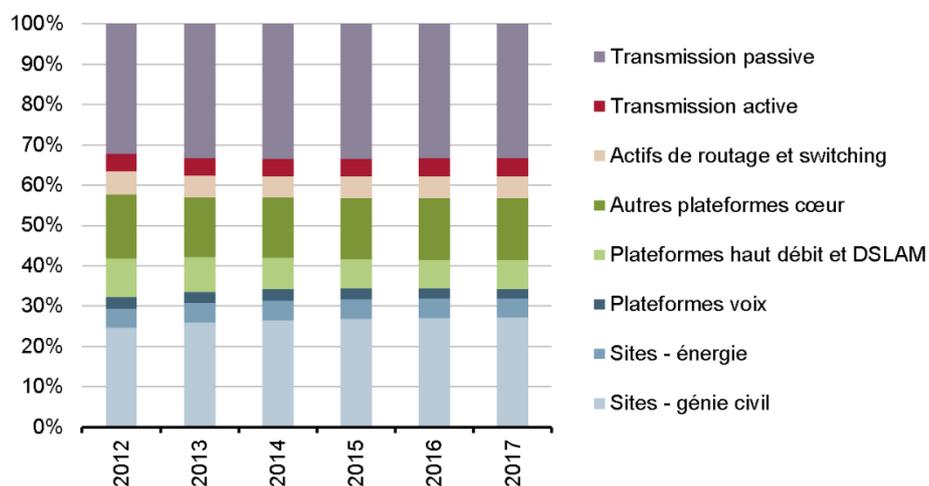
Le modèle calcule les coûts unitaires de la terminaison d'appel fixe d'un opérateur générique efficace purement NGN suivants :



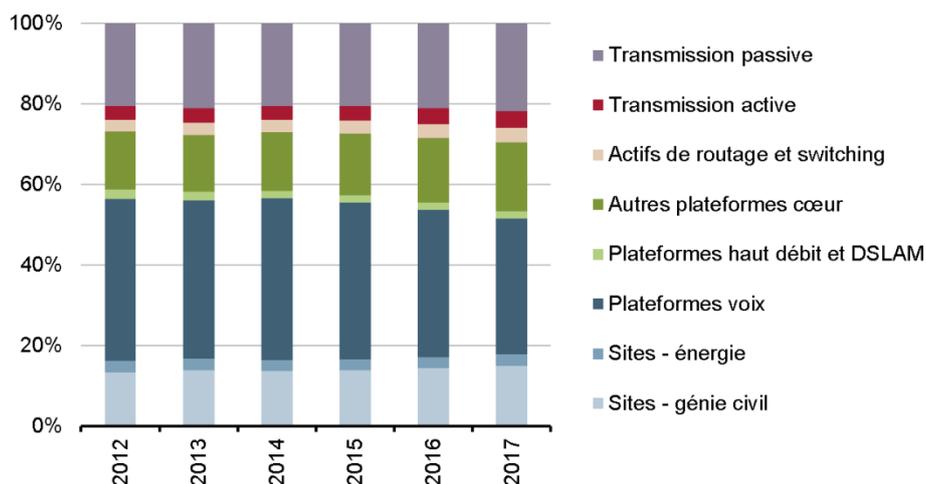
**Figure 2: évolution des coûts unitaires de la terminaison d’appel fixe de l’opérateur générique efficace, entre 2012 et 2017 (source : modèle technico-économique)**

Ce graphique montre que le coût incrémental de long terme (CILT) de la terminaison d’appel fixe en 2013 s’élève à 0,059 c€/min, contre 0,065 c€/min en sortie du modèle publié en 2011, et atteint 0,049 c€/min en 2017.

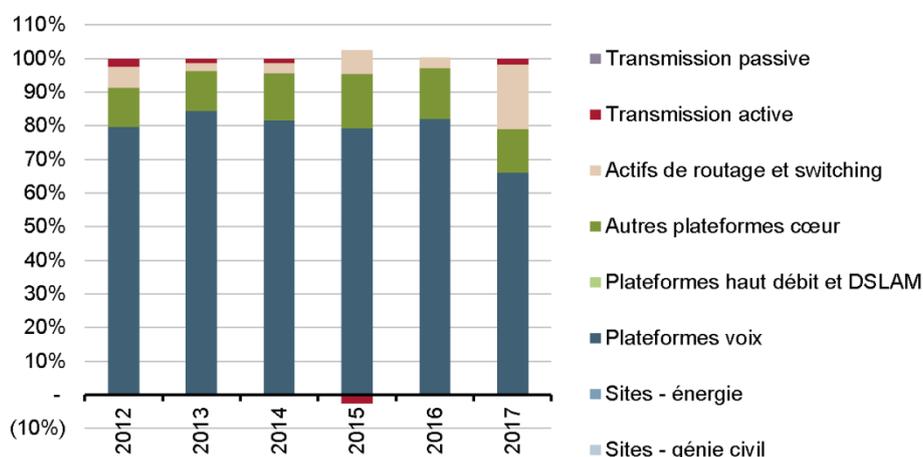
La différence de coûts constatée à cette date entre les deux versions du modèle est en grande partie liée à la mise à jour des données d’entrée. En effet, certaines données historiques de demande – alors disponibles seulement jusqu’à 2009 – ayant fait l’objet d’estimations dans le modèle publié en 2011, ont été mises à jour à partir de données plus récentes de l’observatoire des marchés de l’ARCEP, ce qui permet de déterminer de manière plus fiable le volume de trafic dimensionnant le réseau au cours du temps.



**Figure 3: répartition des coûts réseaux totaux de l’opérateur générique efficace, entre 2012 et 2017 (source : modèle technico-économique)**



**Figure 4: répartition du coût complet de terminaison d'appel fixe de l'opérateur générique efficace, entre 2012 et 2017 (source : modèle technico-économique)**



**Figure 5: répartition du coût incrémental de terminaison d'appel fixe de l'opérateur générique efficace, entre 2012 et 2017 (source : modèle technico-économique)**

### III.B. Analyses de sensibilité

Cette section présente le résultat de chacune des analyses de sensibilité réalisées dans le modèle. Afin d'alléger le contenu de la consultation, seuls les graphiques relatifs aux analyses de sensibilité n'ayant pas figuré dans la consultation publique de 2011 seront représentés dans cette partie, à savoir la sensibilité des résultats à la part d'interconnexion en mode IP natif cible pour 2016. Les autres figures sont accessibles dans le module *coûts réseaux* du modèle.

Les résultats sont systématiquement décrits pour l'année 2016.

#### III.B.1. Sensibilité à la méthode d'annualisation des coûts d'investissement

Le coût incrémental de la prestation de terminaison d'appel varie entre -2 % et -10 % en 2016 selon la méthode d'annualisation retenue.

L'Autorité note que cet écart peut se réduire ou s'inverser en fonction de l'année de référence. Cela s'explique par le fait que les différentes méthodes d'annualisation, à l'exception de la méthode MCO, aboutissent à une valeur annualisée nette identique pour un actif donné.

Pour une année donnée, l'écart constaté sur les résultats en fonction de la méthode d'annualisation considérée ne dépasse pas 12 %.

### III.B.2. Sensibilité au nombre d'opérateurs

Le coût incrémental de la prestation de terminaison d'appel varie de +6 % à 24 % en 2016 selon le nombre d'opérateurs considéré.

Là aussi, cet écart peut diminuer, augmenter ou s'inverser en fonction de l'année de référence. En effet, la taille de l'opérateur peut faire varier l'année au cours de laquelle des changements technologiques importants sont nécessaires : par exemple la migration de ports 10GE vers des ports 40GE.

### III.B.3. Sensibilité à la demande globale

Le coût incrémental de la prestation de terminaison d'appel varie de -3 % à +5 % en 2016 selon les projections de demande par client considérées.

Là encore, cet écart peut diminuer, augmenter ou s'inverser en fonction de l'année de référence. En effet, la demande peut faire varier l'année en laquelle des changements technologiques importants sont nécessaires : par exemple la migration de ports 10GE vers des ports 40GE.

Pour une année donnée, l'écart constaté sur les résultats en fonction de la demande par client ne dépasse pas 20 %, pour une variation en entrée de  $\pm 40$  %.

### III.B.4. Sensibilité au nombre de points d'interconnexion

Les résultats à la sortie du modèle sont très peu sensibles au nombre de points d'interconnexion. En effet, le coût incrémental de la prestation de terminaison d'appel varie au maximum de -3 % en 2016 pour un nombre de points d'interconnexion variant de 4 à 9.

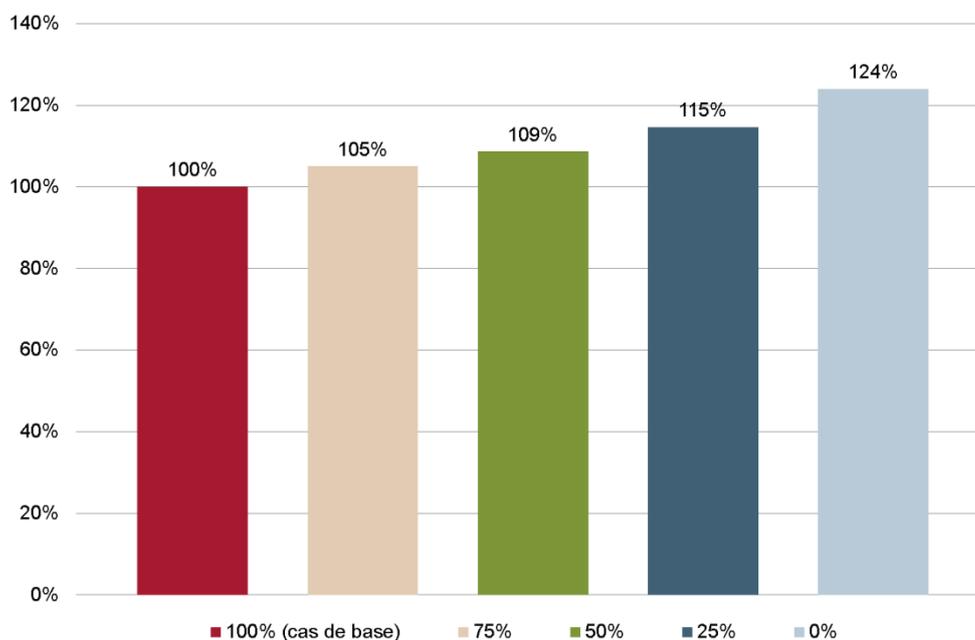
### III.B.5. Sensibilité à la part d'interconnexion en mode IP natif cible (2020)

L'Autorité a introduit comme nouveau paramètre dans le modèle la proportion cible de trafic échangé en mode IP natif (protocole SIP) au niveau de l'interconnexion à l'horizon 2020.

Le cas de base fixe un taux cible de 100 % en 2020, en cohérence avec les développements actuels et prévisibles du marché. Le profil retenu de transition du trafic d'interconnexion TDM vers l'IP étant linéaire, la proportion de trafic échangé en mode IP natif en 2016, représente exactement la moitié de la valeur cible fixée pour 2020.

Les analyses de sensibilité ont été menées sur d'autres cas :

- 100 % du trafic de terminaison d'appel (cas de base) ;
- 75 % du trafic de terminaison d'appel ;
- 50 % du trafic de terminaison d'appel ;
- 25 % du trafic de terminaison d'appel ;
- 0 % du trafic de terminaison d'appel ;



**Figure 6: Sensibilité du coût incrémental de la terminaison d'appel à la proportion de trafic échangé en mode IP natif à l'interconnexion en 2020 (source : modèle technico-économique)**

Cette analyse montre que le coût incrémental de la prestation de terminaison d'appel varie au plus de +24 % en 2016, selon les projections de part du trafic échangé en mode IP natif en 2020.

Ces résultats traduisent la baisse attendue du niveau de coût terminaison d'appel au gré de la migration vers l'IP. En effet, celle-ci s'accompagne du retrait d'un nombre important de MGW, actif qui représente en 2013 (date de début de la migration) plus de 60 % du coût incrémental.

### III.B.6. Sensibilité à la part des coûts du *call server* associée au trafic

Le coût incrémental de la prestation de terminaison d'appel varie de  $\pm 7\%$  en 2016 selon la répartition retenue entre les composantes abonnés et trafic (TDM) dans le coût des *call servers*.

Comme expliqué plus haut, l'intégration de la fonctionnalité IBCF aux *call servers* en modifie profondément le dimensionnement. Ainsi, le coût des *call servers* évolue dans le temps et augmente au gré de la migration vers l'IP et la substitution progressive de la fonction MGC (TDM) par la fonction IBCF (IP), dont les coûts unitaires sont plus élevés. Le coût de la composante associée aux abonnés restant inchangé, la composante liée au trafic prend donc au cours du temps plus de poids dans le coût total du *call server*.

### III.B.7. Sensibilité à l'approche de modélisation du réseau de collecte

Le coût incrémental de la prestation de terminaison d'appel varie de +16 %, les autres hypothèses du cas de base restant égales par ailleurs, si l'opérateur générique efficace modélisé a recours aux offres de gros d'Orange plutôt qu'à une infrastructure mutualisée avec d'autres opérateurs.

De très faibles écarts par rapport à cette valeur peuvent apparaître lorsque l'on modifie la valeur d'autres paramètres du modèle (par exemple d'une autre sensibilité). Cela s'explique principalement par le fait que le réseau de collecte ne représente qu'une très faible part du coût incrémental de terminaison d'appel fixe.

## **ANNEXE A. Lexique**

AC : Annuités Constantes

ADM : Add Drop Multiplexer

AL : Amortissement Linéaire

A-SBC : Access Session Border Controller

ATM : Asynchronous Transfer Mode (mode de transfert asynchrone)

BH : Busy Hour (heure chargée)

BHCA : Busy Hour Call Attempts (nombre d'appels/de connexions durant l'heure chargée)

BRAS : Broadband Remote Access Server (serveur d'accès distant haut débit)

CILT : Coûts Incrémentaux de Long Terme

CS : Call Server (serveur d'appel)

CWDM : Coarse Wavelength Division Multiplexing

DNS : Domain Name System (système de gestion des noms de domaine)

DSLAM : Digital Subscriber Line Access Multiplexer

DWDM : Dense Wave Division Multiplexing

GE : Gigabit Ethernet

IBCF : Interconnection Border Control Function

IN / VAS : plateformes de réseau intelligent et de services à valeur ajoutée

IPTV : Télévision sur IP

I-SBC : Interconnection Session Border Controller

MCF : Maintien de la Capacité Financière

MCO : Maintien de la Capacité Opérationnelle

MGW : Media Gateway (passerelle de traitement des flux média)

NA : Nœud d'Agrégation

NCN : Nœud de Cœur National

NCR : Nœud de Concentration Régionale

NGA : Next Generation Access (réseau d'accès de nouvelle génération)

NGN : Next Generation Network

NMS : Network Management System (plateformes de gestion du réseau)

NRA : Nœud de Raccordement Abonné

ODF : Optical Distribution Frame

PE router : Provider Edge Router

RADIUS : Remote Authentication Dial-In User Service (serveur d'authentification)

TERM : Terminal Multiplexer

TrGW : Transition Gateway

MGW : Media Gateway

VMS : Voice Mail Server (serveur de messagerie vocale)

VoIP : Voice over Internet Protocol (Voix sur IP)

## ANNEXE B. Méthodes d'annualisation des investissements

Les coûts d'investissement sont annualisés selon quatre méthodes dans le modèle. Les coûts annualisés comprennent pour les quatre méthodes une composante d'amortissement et une composante de coût du capital.

### ▪ Amortissement linéaire (AL)

Dans cette méthode, tous les calculs sont effectués en valeur nominale, c'est-à-dire en monnaie courante.

Cette méthode se caractérise par des amortissements constants sur toute la durée de vie de l'actif.

A chaque période, le coût du capital correspond au produit de la valeur nette comptable de l'actif (valeur d'acquisition diminuée de la somme des amortissements) et du taux d'actualisation.

L'annuité, somme de l'amortissement linéaire et du coût du capital, décroît au cours de la vie de l'actif.

### ▪ Coûts courants avec maintien de la capacité opérationnelle (MCO)

Dans cette méthode, tous les calculs sont effectués en valeur réelle, c'est-à-dire en monnaie constante afin de neutraliser l'effet de l'inflation.

Afin de neutraliser également l'effet du progrès technique, ce n'est pas l'investissement initial, mais l'investissement réévalué à partir du taux de progrès technique, qui est amorti. Le taux de progrès technique mesure en effet l'évolution intrinsèque (c'est-à-dire hors effet de l'inflation) du prix de l'actif et permet d'évaluer le coût de remplacement à neuf de l'actif.

Comme la méthode précédente, cette méthode se caractérise par des amortissements constants sur toute la durée de vie de l'actif, et le coût du capital est déduit de la valeur nette à chaque période.

L'annuité est obtenue en convertissant la somme de l'amortissement linéaire et du coût du capital en termes nominaux.

Les annuités MCO sont généralement décroissantes ; il existe toutefois des configurations extrêmes (inflation très élevée, progrès technique très négatif) dans lesquelles elles sont croissantes. Ainsi, les annuités MCO dépendent de la date d'acquisition de l'actif.

### ▪ Coûts courants avec maintien de la capacité financière (MCF)

L'amortissement MCF est obtenu en redressant l'amortissement MCO de telle sorte que la somme actualisée des annuités soit égale à l'investissement initial.

Comme les annuités MCO, les annuités MCF sont généralement décroissantes ; il existe toutefois des configurations extrêmes (inflation très élevée, progrès technique très négatif) dans lesquelles elles sont croissantes. Ainsi, les annuités MCO dépendent de la date d'acquisition de l'actif.

- **Coûts courants avec annuités constantes (AC)**

Dans cette méthode, parfois appelée « *tilted annuities method* », tous les calculs sont également effectués en valeur réelle.

Comme avec la méthode MCF, la somme des annuités calculées selon cette méthode est égale à l'investissement initial.

Par ailleurs, cette méthode repose non pas sur des amortissements constants, mais sur des annuités constantes (à l'évolution des prix près).

En effet, selon cette méthode, les annuités évoluent uniquement comme les prix (évolution liée à l'inflation et au taux de progrès technique), de sorte que l'annuité pour un actif (en cours d'amortissement) soit indépendante de sa date d'acquisition.

Les annuités selon la méthode AC décroissent lorsque le taux de progrès technique est supérieur à l'inflation, et inversement.