

Mise à jour de la structure de modélisation  
technico-économique des coûts de réseau  
d'un opérateur mobile métropolitain

Consultation publique du  
28 mai au 29 juin 2010

## Modalités pratiques de consultation publique

La présente consultation publique est ouverte du 28 mai au 29 juin 2010 à 17h. L'avis des acteurs du secteur, utilisateurs finals ou opérateurs, est sollicité sur la structure du modèle (composé de quatre<sup>1</sup> fichiers Excel associés), dont le présent document décrit les principales évolutions. Ce document, ainsi que le modèle qui lui est associé sont téléchargeables sur le site de l'Autorité.

Les réponses doivent être transmises à l'Autorité de préférence par e-mail à l'adresse électronique suivante : [couts.mobiles@arcep.fr](mailto:couts.mobiles@arcep.fr). A défaut, ils peuvent être transmis par courrier à l'adresse suivante :

Réponse à la consultation publique sur la mise à jour de la structure de modélisation technico-économique des coûts de réseau d'un opérateur mobile métropolitain  
à l'attention de Monsieur Philippe Distler, directeur général  
Autorité de régulation des communications électroniques et des postes  
7, square Max Hymans  
75 730 Paris Cedex 15

L'Autorité, dans un souci de transparence, publiera l'intégralité des commentaires qui lui auront été transmis, à l'exclusion des parties couvertes par le secret des affaires. A cette fin, les contributeurs sont invités à reporter dans une annexe spécialement identifiée les éléments qu'ils considèrent devoir être couverts par le secret des affaires. Toujours dans un souci de transparence, les contributeurs sont invités à limiter autant que possible les passages couverts par le secret des affaires.

**ATTENTION : En l'absence de mise à jour des données d'entrées et du calibrage du modèle, l'Autorité souligne que les coûts de terminaison d'appel en sortie du modèle ne sont pas exploitables en l'état et qu'ils n'ont donc pas vocation à être utilisés dans quelque contexte que ce soit.**

**L'Autorité tient à rappeler que la présente consultation publique porte exclusivement sur la mise à jour de la structure du modèle technico-économique des coûts d'un opérateur de réseau mobile métropolitain. Une seconde consultation publique portera sur la mise à jour des données d'entrées et du calibrage.**

---

<sup>1</sup> L'Autorité considère que les quatre fichiers (« modules ») du modèle forment un ensemble logique indissociable. Ainsi, bien que les modifications des algorithmes ne concernent que les deux premiers modules, l'Autorité publie l'ensemble du modèle dans un souci de complétude.

# Sommaire

<b>CHAPITRE 1</b>	<b>CONTEXTE D'ÉVOLUTION DU MODÈLE.....</b>	<b>4</b>
<b>1.1.</b>	<b>Contexte de développement du modèle .....</b>	<b>4</b>
1.1.1.	Finalités du modèle .....	4
1.1.2.	Evolutions successives du modèle .....	4
<b>1.2.</b>	<b>Travaux de modélisation en cours .....</b>	<b>5</b>
<b>CHAPITRE 2</b>	<b>DESCRIPTION DES PRINCIPALES ÉVOLUTIONS.....</b>	<b>7</b>
<b>2.1.</b>	<b>Demande <i>data</i> mobile.....</b>	<b>8</b>
<b>2.2.</b>	<b>Réseau radio 3G.....</b>	<b>9</b>
2.2.1.	Montée en débit HSPA.....	9
2.2.2.	Bande de fréquences 900MHz .....	10
2.2.3.	Augmentation de la quantité maximum de spectre 2.1GHz supportée .....	11
2.2.4.	Simplification des algorithmes de repli du trafic .....	11
<b>2.3.</b>	<b>Partage des infrastructures de la boucle locale radio mobile .....</b>	<b>12</b>
<b>2.4.</b>	<b>Réseau de transmission capillaire.....</b>	<b>13</b>
2.4.1.	Inclusion de nouvelles technologies de transmission capillaire .....	13
2.4.2.	Evolution de la transmission capillaire vers Ethernet .....	13
<b>2.5.</b>	<b>Cœur de réseau.....</b>	<b>14</b>
2.5.1.	Transition vers un cœur de réseau de nouvelle génération.....	14
2.5.2.	Evolution vers la technologie direct tunnelling.....	15
<b>2.6.</b>	<b>Convergence fixe-mobile .....</b>	<b>16</b>
2.6.1.	Modélisation du trafic utilisant des femtocellules.....	16
<b>2.7.</b>	<b>Autres évolutions.....</b>	<b>17</b>
<b>ANNEXE : LEXIQUE</b>	<b>.....</b>	<b>18</b>

# Chapitre 1 Contexte d'évolution du modèle

## 1.1. Contexte de développement du modèle

### 1.1.1. Finalités du modèle

En 2006, en complément des outils existants et afin de mener à bien l'exercice d'analyse de marché pour la période 2008-2010, l'Autorité a souhaité se doter d'un outil de modélisation des coûts encourus par un opérateur mobile efficace métropolitain. L'Autorité renvoie à ses précédentes consultations publiques ou décisions pour le détail des motivations de l'élaboration de ce modèle<sup>2</sup>.

Dans ce cadre, l'Autorité peut mener deux exercices différents mais complémentaires :

- Un exercice de réconciliation, afin de mieux comprendre les restitutions réglementaires des opérateurs mobiles et de déceler des différences entre les choix de mise en œuvre des obligations de comptabilisation des coûts et de séparation comptable faits par les opérateurs. Ceci permet ensuite de corriger les hétérogénéités de traitement des coûts entre opérateurs, en amendant le référentiel de comptabilité réglementaire opposable.
- Un travail d'élaboration d'un modèle d'un opérateur générique efficace, sur la base des modèles calibrés spécifiques à chaque opérateur, permettant d'estimer un coût de terminaison d'appel de référence corrigé des effets d'échelle et d'éventuelles spécificités d'un des trois opérateurs en place.

Les coûts modélisés et mis en consultation publique se rapportent uniquement et exclusivement aux coûts de réseau, à l'exclusion des autres coûts d'un opérateur mobile. L'Autorité rappelle que l'appellation coûts de réseau comprend à la fois les coûts d'investissement (dotations aux amortissements et rémunération du capital) et les coûts d'exploitation et de maintenance du réseau.

### 1.1.2. Evolutions successives du modèle

Plusieurs versions du modèle ont été publiées et soumises à consultation publique depuis 2007, successivement sur la structure puis sur les données d'entrée et le calibrage (consultations publiques de février 2007, juin 2007, septembre 2008 et novembre 2009<sup>3</sup>).

La dernière mise à jour du modèle a été effectuée à l'automne 2009, dans le cadre de la fixation du plafond tarifaire de terminaison d'appel vocal applicable à Bouygues Telecom pour le second semestre 2010. Les ajustements ont principalement porté sur la mise à jour des données d'entrée et du calibrage du modèle, en termes de couverture, demande et inventaire des équipements. En effet,

---

<sup>2</sup> Voir par exemple la consultation publique du 4 septembre 2008 sur les référentiels de coûts des opérateurs mobiles.

<sup>3</sup> Consultation publique du 7 février 2007, portant sur la structure d'un modèle de coût technico-économique d'opérateur mobile métropolitain ; consultation publique du 8 juin 2007, portant sur les référentiels de coûts des opérateurs mobiles existant pour la tarification du service de terminaison d'appel vocal; consultation publique du 4 septembre 2008, précitée ; consultation publique du 6 novembre 2009 portant sur les références de coûts pertinentes pour la fixation des plafonds tarifaires du service de terminaison d'appel vocal mobile.

un travail portant sur la structure du modèle n'était pas souhaitable à ce stade, étant donné qu'il s'agissait de définir l'encadrement tarifaire pour un seul des trois opérateurs, sur une période pour laquelle l'encadrement tarifaire des deux autres opérateurs était déjà fixé. Cette mise à jour a cependant été l'occasion d'automatiser le calcul du coût incrémental de long terme, là où le modèle calculait précédemment le coût complet distribué unitaire de terminaison d'appel.

L'Autorité renvoie aux consultations publiques précitées pour le détail de l'historique du modèle.

L'Autorité a lancé au printemps 2010 des travaux plus structurants de mise à jour du modèle, afin d'améliorer sa connaissance du coût incrémental de long terme d'un opérateur de réseau mobile efficace, comme annoncé dans sa décision n° 2008-1176 du 2 décembre 2008 et suivant la recommandation de la Commission européenne en date du 7 mai 2009 sur les terminaisons d'appel. Les résultats de la première phase de ces travaux sont l'objet de la présente consultation.

## **1.2. Travaux de modélisation en cours**

Dans sa décision n° 2008-1176 précitée, portant définition de l'encadrement tarifaire des prestations de terminaison d'appel vocal mobile des opérateurs Orange France, SFR et Bouygues Telecom pour la période du 1<sup>er</sup> juillet 2009 au 31 décembre 2010, l'Autorité a retenu pour référence les coûts incrémentaux de long terme d'un opérateur générique efficace, pour la mise en œuvre de l'obligation d'orientation des tarifs vers les coûts préalablement imposée dans sa décision n° 2007-0810. Cette approche est conforme à celle retenue dans la recommandation du 7 mai 2009 de la Commission européenne. Dans sa décision n° 2008-1176, l'Autorité avait également annoncé qu'elle souhaitait affiner l'adaptation des modèles ou données de coûts à sa disposition à la méthode des coûts incrémentaux.

Par ailleurs, les technologies utilisées dans les réseaux mobiles évoluent en permanence, de même que les usages. En particulier, avec le déploiement de la 3G, les offres *data* mobile se développent et connaissent un succès croissant auprès des consommateurs, avec un impact prépondérant sur le dimensionnement et l'architecture des réseaux.

Dans ce cadre, l'Autorité a ainsi lancé début 2010 des travaux visant à réviser à la fois la structure et le calibrage du modèle. Ces travaux, menés en concertation avec les acteurs et avec l'assistance du cabinet de conseil Analysys Mason, serviront notamment de référence afin d'orienter les tarifs vers le coût incrémental de long terme à l'horizon du troisième cycle d'analyse des marchés.

La version du modèle mise en consultation publique dans le cadre du présent document correspond au résultat de la première étape de mise à jour du modèle. Il s'agit d'une mise à jour de la structure du modèle, en fonction d'informations recueillies en avril 2010 auprès des quatre opérateurs mobiles titulaires d'une autorisation d'utilisation de fréquences en métropole, notamment dans le cadre de leurs réponses à un questionnaire qualitatif et de réunions bilatérales techniques avec leurs équipes.

L'objet de cette consultation est de permettre à l'ensemble des acteurs intéressés d'émettre des remarques sur la structure du modèle, afin de pouvoir l'améliorer le cas échéant, par exemple en faisant évoluer les algorithmes de modélisation.

A ce jour, les données d'entrées et le calibrage du modèle n'ont pas fait l'objet d'une mise à jour et ne rentrent donc pas dans le champ de la présente consultation.

Ces éléments seront calibrés dans un second temps grâce à des informations quantitatives fournies par les opérateurs mobiles français, à des données obtenues par comparaison avec d'autres

opérateurs européens ou auprès d'acteurs tiers. Après avoir procédé à l'adaptation éventuelle de la structure du modèle et à son calibrage, l'Autorité lancera une deuxième consultation publique sur une version calibrée du modèle.

**ATTENTION : En l'absence de mise à jour des données d'entrées et du calibrage du modèle, l'Autorité souligne que les coûts de terminaison d'appel en sortie du modèle ne sont pas exploitables en l'état et qu'ils n'ont donc pas vocation à être utilisés dans quelque contexte que ce soit.**

**L'Autorité tient à rappeler que la présente consultation publique porte exclusivement sur la mise à jour de la structure du modèle technico-économique des coûts d'un opérateur de réseau mobile métropolitain. Une seconde consultation publique portera sur la mise à jour des données d'entrées et du calibrage.**

## Chapitre 2 Description des principales évolutions

Dans le cadre de la mise à jour de la structure du modèle technico-économique des coûts de réseau d'un opérateur mobile métropolitain, il a été décidé de mettre en œuvre les évolutions restituant les modifications des réseaux intervenues récemment. *A contrario*, les évolutions du réseau envisageables, mais pour lesquelles il n'était pas possible d'estimer à ce stade que leur développement serait avéré au cours du prochain cycle d'analyse des marchés, n'ont pas été incluses dans la mise à jour. Comme durant les précédents exercices de modélisation, l'ensemble des évolutions présentées ci-après ont été développées en concertation avec les acteurs du secteur.

Six principaux axes de révision ont dès lors été identifiés. Il s'agit en particulier de prendre en compte l'évolution :

- de la demande *data* mobile,
- du réseau radio 3G,
- du partage des infrastructures de la boucle locale radio mobile,
- du réseau de transmission capillaire,
- des équipements du cœur de réseau,
- de la convergence fixe-mobile.

L'objet de cette partie est de présenter les modifications qui ont été apportées à la structure du modèle, afin que les acteurs puissent les identifier plus facilement dans les fichiers Excel correspondants. Un schéma de la structure générale du modèle est présenté ci-après. Le modèle a conservé sa subdivision initiale en quatre modules correspondant respectivement aux quatre fichiers Excel (« 1 – Traffic », « 2 – Network », « 3 – Costs », « 4 – Service Costs »).

L'Autorité invite les acteurs à se référer à la documentation publiée dans le cadre des précédentes consultations publiques précitées pour toute information sur le mode de fonctionnement général du modèle. En effet, dans un souci d'efficacité, la documentation du modèle ne sera mise à jour que lorsque la structure de modélisation aura été finalisée, en prenant en compte les commentaires reçus dans le cadre de la présente consultation, le cas échéant.

**L'Autorité invite les acteurs à lui faire part de leurs commentaires sur l'évolution de la structure du modèle.**

**En particulier, pour chacune des évolutions présentées ci-après, l'Autorité invite les acteurs à donner leur avis, d'une part sur la pertinence de l'évolution proposée et d'autre part, sur l'approche de modélisation choisie pour chaque évolution, en précisant une ou plusieurs propositions alternatives concrètes, dans le cas où l'approche de modélisation proposée ne leur semblerait pas entièrement satisfaisante.**

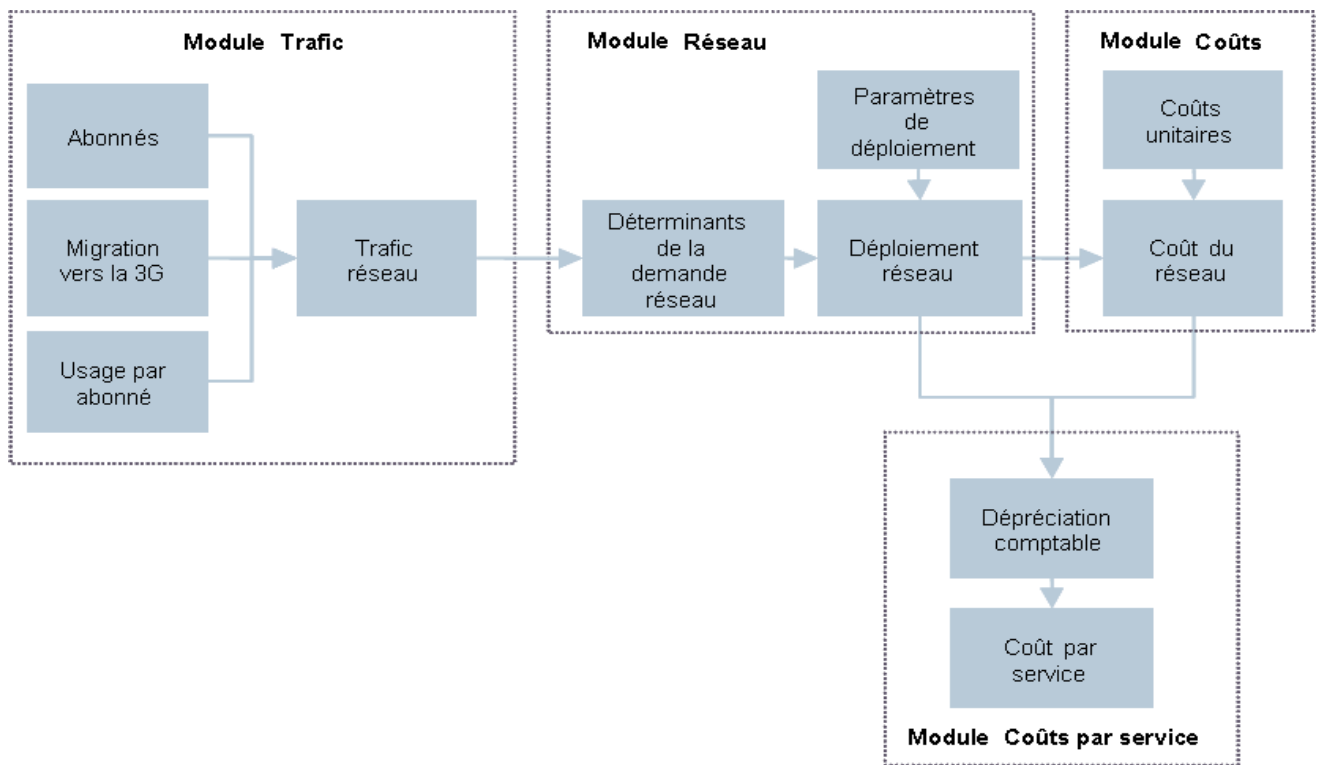


Figure 1. - Représentation schématique de la structure du modèle (source : Analysys Mason, 2008)

Dans le souci de simplifier la lecture, les acronymes utilisés dans la suite sont explicités en annexe, plutôt que dans le corps du texte.

Dans la suite de ce document, le code couleur utilisé dans les schémas est celui présenté ci-après.

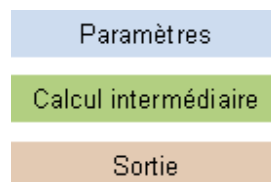


Figure 2. - Code couleur utilisé ci-après dans les schémas des algorithmes du modèle mis à jour (source : Analysys Mason, 2010, traduction libre)

## 2.1. Demande *data* mobile

Depuis plusieurs années, le marché de la téléphonie mobile connaît l'émergence de nouveaux types d'abonnés, dont la consommation de certaines prestations est très spécifique. En effet, les cartes SIM internet seul et les cartes SIM M2M ne consomment pas de prestations vocales et tendent à avoir une consommation en services *data* plus élevée que les abonnés mobiles classiques.

L'Autorité a souhaité isoler ces abonnés dans des catégories spécifiques, afin d'améliorer la transparence des prévisions d'évolution de la pénétration et d'usage des différents services.



Les parties du modèle concernées se situent dans le module « 1 – Traffic », dans les onglets « Scenarios », « Inputs », « Subscribers » et « Traffic ».

Deux catégories d'abonnés supplémentaires ont ainsi été ajoutées :

- les cartes SIM 3G internet seul (« datacard subscribers », dans le modèle), pour leur consommation spécifique en termes de *data* mobile 3G
- les cartes SIM M2M (« machine2machine », dans le modèle), pour leur consommation spécifique en termes de SMS.

## **2.2. Réseau radio 3G**

### **2.2.1. Montée en débit HSPA**

Le développement important des technologies HSPA dans les stratégies de déploiement des opérateurs nécessite que ces technologies soient mieux prises en compte dans les algorithmes de déploiement du réseau radio 3G dans le modèle.

Les parties du modèle concernées se situent dans le module « 1 – Traffic », dans les onglets « Scenarios », « Inputs » et « Traffic », ainsi que dans le module « 2 – Network », dans les onglets « Linked inputs », « Network design – 3G », « Network design – HSPA », « Cost drivers », « Params – 3G spectrum », « Params – 3G », « Asset demand for costs », « Element output » et « Lists ».

Le HSPA est désormais modélisé comme une couche additionnelle au déploiement R99 déjà pris en compte dans les versions précédentes du modèle. Ce déploiement est modélisé dans l'onglet existant « Network design – 3G » du module « 2 – Network » pour les porteuses partagées entre R99 et HSPA et dans un nouvel onglet « Network design – HSPA » dans le module « 2 – Network » pour les porteuses dédiées HSPA.

Le modèle permet de définir une stratégie de migration vers les différentes versions de HSPA mises en place par les opérateurs mobiles métropolitains, dans l'onglet « Params – 3G » du module « 2 – Network ».

Chaque version de HSPA permet une augmentation de la bande passante, modélisée *via* une amélioration de l'efficacité de HSPA par rapport à la technologie R99, mais n'implique pas de modification du rayon de cellule, comme c'était le cas dans les versions précédentes du modèle. L'hypothèse sous-jacente est que la réduction éventuelle du rayon de cellule représente un effet capacitaire qui ne doit donc pas être modélisé par l'ajout de sites de couverture supplémentaire mais par l'ajout de sites capacitaires qui auront pour effet de diminuer la taille effective des rayons de cellules.

L'opérateur modélisé peut déployer un mélange entre porteuses partagées et porteuses dédiées au HSPA, en fonction de paramètres fixés dans l'onglet « Params – 3G spectrum » du module « 2 – Network ».

Des items spécifiques à chaque version de HSPA ont été ajoutés à la liste des équipements, afin de modéliser les coûts de déploiement correspondants.

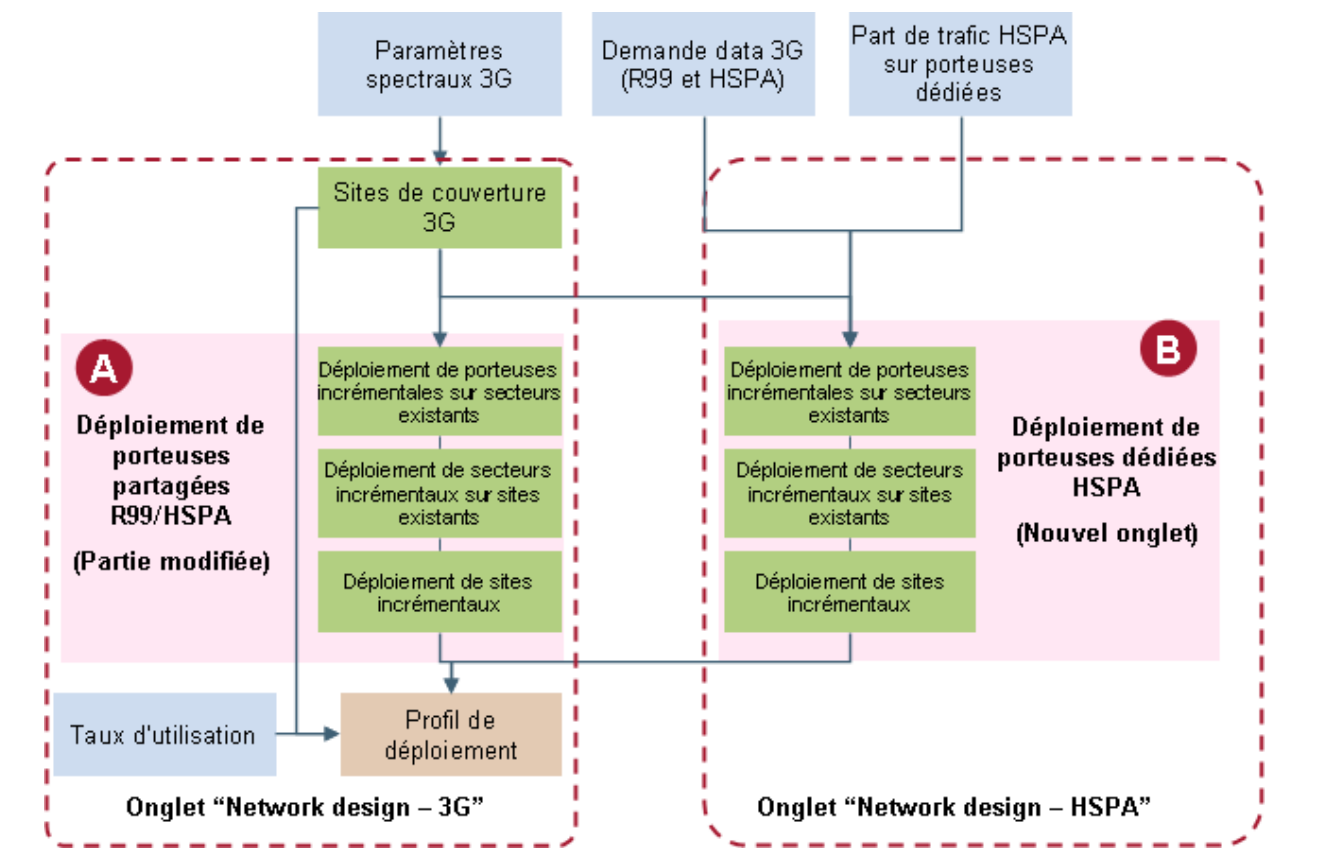


Figure 3. - Représentation schématique de l'algorithme de déploiement des porteurs 3G partagés et dédiés (source : Analysys Mason, 2010, traduction libre)

### 2.2.2. Bande de fréquences 900MHz

Les opérateurs détenteurs d'une autorisation d'utilisation de fréquences dans la bande 900MHz sont désormais autorisés à utiliser la technologie UMTS sur ces fréquences.

Par ailleurs, les trois opérateurs mobiles métropolitains devront restituer un total de 5MHz de fréquences de la bande 900MHz au quatrième opérateur mobile entrant.

Les parties du modèle concernées se situent dans le module « 1 –Traffic », dans l'onglet « Scenario » et dans le module « 2 – Network », dans les onglets « Linked inputs », « Params – 2G », « Params – 3G spectrum » et « Lists ».

Ainsi, il est désormais possible de paramétrer, dans le module « 1 –Traffic », dans l'onglet « Scenario », une date de début du processus de réutilisation des fréquences 900MHz et la quantité de spectre concernée, dans les géotypes ruraux (« Rural » et « Rural mountains »). Ce mécanisme a pour conséquence, d'une part, la réduction d'une quantité de spectre équivalente dans la bande de fréquences 900Mhz disponible pour la 2G, dans les zones concernées et d'autre part l'augmentation du rayon de cellule maximum disponible en 3G, déterminé dans onglet « Params – 3G spectrum » du module « 2 – Network ».

En outre, deux paramètres permettent de fixer, d'une part, une date de restitution de spectre de la bande 900MHz sur l'ensemble du territoire et, d'autre part, la quantité de spectre disponible dans

cette bande après restitution, dans l'onglet « Scenario » du module « 1 –Traffic ». Ce mécanisme a pour conséquence la réduction de la quantité de spectre 900Mhz disponible.

### 2.2.3. Augmentation de la quantité maximum de spectre 2.1GHz supportée

Au cours du troisième cycle de régulation, certains opérateurs mobiles disposeront d'une quantité de fréquences dans la bande 2.1GHz plus importante que ce qu'il était possible de modéliser avec les versions précédentes du modèle. L'Autorité souhaite se réserver la possibilité de mener des tests de sensibilité sur l'impact qu'aura l'utilisation de ces bandes de fréquences supplémentaires.

Les parties du modèle concernées se situent dans le module « 2 – Network », dans l'onglet « Params – 3G spectrum ».

La quantité maximum de spectre 2.1GHz supportée a été augmentée, afin d'être en mesure de modéliser l'utilisation de ce spectre supplémentaire dans le modèle.

### 2.2.4. Simplification des algorithmes de repli du trafic

A la demande des opérateurs et en accord avec le principe de transparence, l'Autorité poursuit un objectif de simplification du modèle technico-économique. Or, les algorithmes de repli du trafic entre 2G et 3G développés en 2006 ne sont plus primordiaux à ce stade et représentent donc une source de complexité dont l'Autorité estime qu'elle peut être écartée.

Les parties du modèle concernées se situent dans le module « 1 – Traffic », dans les onglets « Scenario », « Inputs » et « Traffic ».

Le modèle utilise désormais un algorithme plus simple, reposant sur une proportion de trafic migrant progressivement de la 2G à la 3G. L'ensemble de ces proportions est fixé respectivement pour la voix, les SMS et la *data*, dans l'onglet « Inputs » du module « 1 – Traffic ».

De même, la migration du trafic *data* mobile 3G de la technologie R99 aux technologies HSPA est prise en compte via des paramètres représentant les proportions de trafic sur chacune de ces technologies. Ce paramètre est également situé dans l'onglet « Inputs » du module « 1 – Traffic ».

## 2.3. Partage des infrastructures de la boucle locale radio mobile

Dans la version initiale du modèle le programme zones blanches est pris en compte dans la couverture du territoire, mais la modélisation explicite des sites déployés dans ces zones et qui sont partagés entre opérateurs n'était pas prévue dans la version initiale du modèle dans un souci de simplification concertée avec les acteurs du secteur. Or les sites partagés ont une structure de coûts différente des sites propres à chaque opérateur qu'il convient de refléter dans la modélisation.

Les parties du modèle concernées se situent dans le module « 2 – Network », dans les onglets « Network design – 2G », « Network design – 3G », « Params – 2G », « Params – 3G » et « Asset demand for costs ».

Ainsi, le modèle permet désormais de fixer la proportion des sites incrémentaux de couverture en zones blanches, par géotype, et par type de cellule, respectivement pour la 2G et la 3G, dans les onglets « Params – 2G » et « Params – 3G » du module « 2 – Network ». Cette proportion peut évoluer dans le temps, afin de prendre en compte la vitesse de déploiement des sites en zones blanches. En outre, un paramètre permet de préciser la proportion de sites zones blanches 3G correspondant à la mise à jour d'un site zones blanches 2G existant.

Le partage d'infrastructures dans le cadre des zones blanches est considéré comme passif en 2G (mutualisation du génie civil uniquement) et actif en 3G (mutualisation des antennes Node B).

Deux éléments de réseau ont été ajoutés à cet effet :

- *Sites zones blanches* qui correspond à l'acquisition et à la préparation des sites zones blanches, indifféremment pour la 2G ou la 3G (« White zone sites: site acquisition and preparation and lease », dans le modèle).
- *NodeB partagé en zones blanches* qui correspond aux stations de base 3G mutualisées entre plusieurs opérateurs de réseau mobile (« White zone sites: RAN sharing equipment », dans le modèle).

La figure ci-après représente schématiquement le fonctionnement de l'algorithme de déploiement des sites zones blanches ('ZB' sur le schéma).

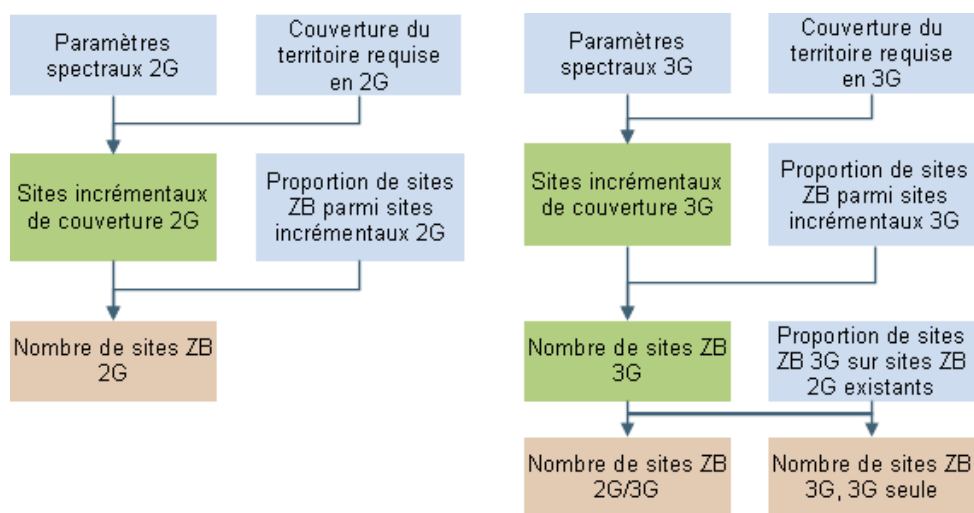


Figure 4. - Représentation schématique des étapes principales de l'algorithme de déploiement des sites zones blanches (source : Analysys Mason, 2010, traduction libre)

## 2.4. Réseau de transmission capillaire

### 2.4.1. Inclusion de nouvelles technologies de transmission capillaire

La version précédente du modèle ne permettait de modéliser que les liaisons louées et les faisceaux hertziens pour la transmission capillaire, alors que les opérateurs mobiles ont désormais recours à d'autres technologies en complément de celles-ci. Cette évolution observée postérieurement à la précédente modélisation doit être prise en compte.

Les parties du modèle concernées se situent dans le module « 2 – Network », dans les onglets « Params – other » et « Network design – other ».

Le modèle mis en consultation prend également en compte les technologies DSL et la fibre pour la transmission capillaire, *via* une distribution des sites radio raccordés par chaque technologie, fixée dans l'onglet « Params – other » du module « 2 – Network ». Le principe de cette distribution est similaire à celui qui était déjà en place dans la version précédente du modèle, à la différence près que ces proportions peuvent désormais évoluer dans le temps. Cependant, étant donné que les données d'entrée n'ont pas été mises à jour à ce stade, les valeurs fixées sont arbitraires et restent constantes dans le temps.

### 2.4.2. Evolution de la transmission capillaire vers Ethernet

Le développement de technologies Ethernet permet une augmentation de l'efficacité du réseau de transmission capillaire des opérateurs qu'il convient de prendre en compte dans la nouvelle version du modèle.

Les parties du modèle concernées se situent dans le module « 1 –Traffic », dans l'onglet « Scenario » et dans le module « 2 – Network », dans les onglets « Params – other » et « Network design – other ».

Pour les technologies de transmission capillaire utilisant des liaisons louées et des faisceaux hertziens, des versions Ethernet ont été ajoutées à la liste des équipements pris en compte dans le modèle.

La migration vers les versions Ethernet des liens repose sur plusieurs paramètres :

- une date à laquelle la technologie devient disponible,
- un seuil de demande en débit moyenne par site, par géotype, à partir duquel les liens de ce géotype migrent vers la technologie Ethernet,
- une date à laquelle la migration vers Ethernet doit être achevée, ce qui implique une migration forcée pour les sites qui n'avaient pas atteint le seuil de débit requis avant cette date (cette fonctionnalité peut être désactivée en fixant une date ultérieure à l'horizon temporel du modèle).

Ces paramètres sont distincts respectivement pour les liaisons louées et pour les faisceaux hertziens. Ils peuvent être modifiés dans l'onglet « Scenario » du module «1 –Traffic ».

## 2.5. Cœur de réseau

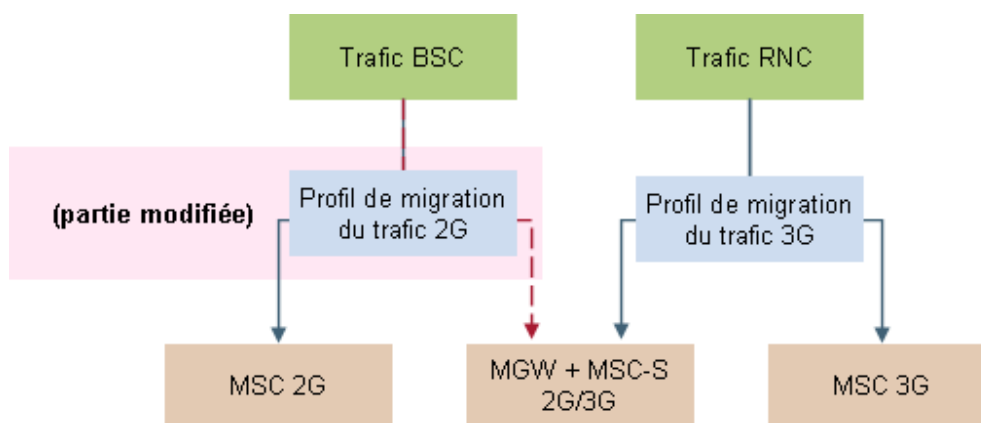
### 2.5.1. Transition vers un cœur de réseau de nouvelle génération

La version du modèle développée en 2006 ne prévoyait pas la migration des commutateurs 2G (« 2G MSCs », dans le modèle) vers les technologies de cœur de réseau de nouvelle génération. Seuls les commutateurs 3G (« 3G MSCs », dans le modèle) migraient progressivement vers une nouvelle génération d'équipement reposant sur une combinaison de MSC-S et de MGW dédiés à la 3G.

Les parties du modèle concernées se situent dans le module « 2 – Network », dans les onglets « Params – 2G », « Params – 3G », « Network design – 2G », « Network design – 3G » et « Network design – other ».

La migration vers une architecture de cœur de réseau de nouvelle génération commune 2G/3G, reposant sur une combinaison de MSC-S et de MGW, se fait progressivement dans le temps en fonction de la distribution du trafic entre les deux générations technologiques, respectivement pour la 2G et la 3G. Ces proportions sont déterminées respectivement dans les onglets « Params – 2G » et « Params – 3G » du module « 2 – Network ». En outre, étant donné que les équipements MSC-S et MGW sont désormais commun à la 2G et à la 3G, l'algorithme de déploiement correspondant a été déplacé de l'onglet « Network design – 3G » vers l'onglet « Network design – other » du module « 2 – Network ».

La figure ci-après représente schématiquement l'algorithme de migration du trafic vers une architecture de cœur de réseau de nouvelle génération commune 2G/3G.



**Figure 5. - Représentation schématique des étapes principales de l'algorithme de migration du trafic vers l'architecture de cœur de réseau de nouvelle génération (source : Analysys Mason, 2010, traduction libre)**

## 2.5.2. Evolution vers la technologie *direct tunnelling*

La technologie *direct tunnelling* permet d'augmenter l'efficacité du cœur de réseau en permettant au trafic *data* mobile 3G de passer directement du RNC au GGSN, sans utiliser les ressources du SGSN.

Les parties du modèle concernées se situent dans le module « 2 – Network », dans les onglets « Params – 3G » et « Network design – 3G ».

Un paramètre variant dans le temps permet désormais à une proportion de trafic en commutation paquet 3G d'utiliser la fonctionnalité *direct tunnelling*. Cette évolution ne concerne que le cœur de réseau 3G.

La figure ci-après représente schématiquement l'algorithme de distribution du trafic entre l'architecture classique et l'architecture *direct tunnelling*.

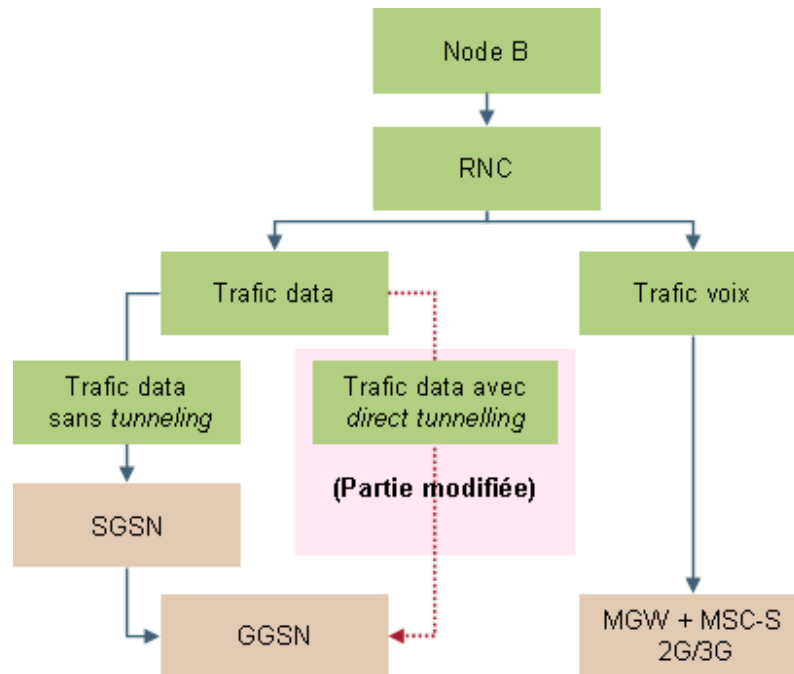


Figure 6. - Représentation schématique des étapes principales de l'algorithme de distribution du trafic entre architecture classique et *direct tunnelling* (source : Ansys Mason, 2010, traduction libre)

## 2.6. Convergence fixe-mobile

### 2.6.1. Modélisation du trafic utilisant des femtocellules

Le trafic de téléphonie mobile qui passe par les femtocellules n'utilise pas la boucle locale radio mobile déployée par les opérateurs. La structure de coûts associée est donc très différente et il convient, dans une approche prospective, de prévoir un algorithme permettant de modéliser ce trafic séparément, dans le cas où le marché des femtocellules se développerait significativement.

Les parties du modèle concernées se situent dans le module « 1 – Traffic », dans les onglets « Scenario », « Inputs » et « Traffic », ainsi que dans le module « 2 – Network », dans les onglets « Linked inputs », « Network design – 3G », « Params – 3G », « Asset demand for costs », « Element output » et « Lists ».

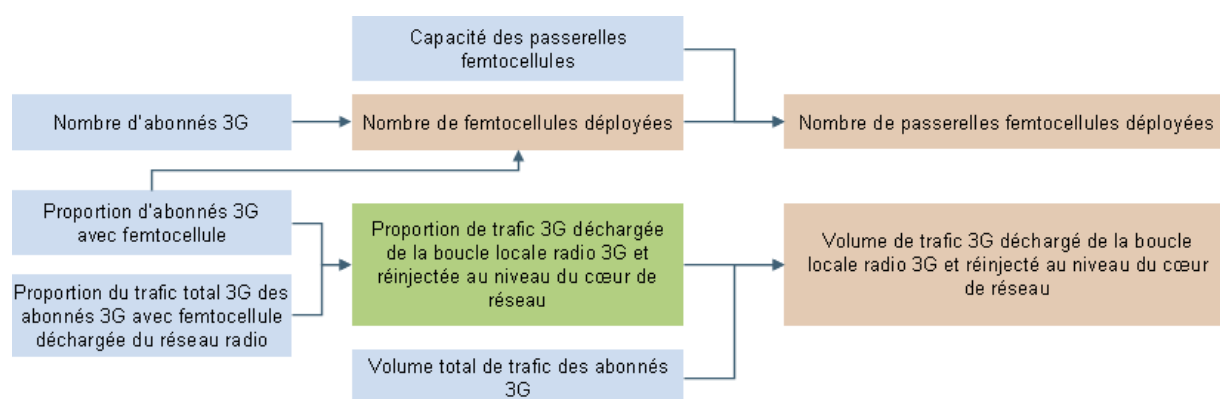
Le modèle prévoit un algorithme modélisant le trafic femtocellule qui peut être activé ou désactivé dans l'onglet « Scenario » du module « 1 – Traffic ».

Cet algorithme repose sur une proportion d'abonnés 3G disposant d'une femtocellule et sur la proportion du trafic total de ces abonnés qui est déchargé sur cette femtocellule.

Un module femtocellule (« Femtocell: site acquisition and preparation and lease », dans le modèle) et une passerelle dédiée aux femtocellules (« Femtocell gateway », dans le modèle) ont également été ajoutés à la liste des équipements réseau.

Etant donné le manque de maturité du marché, cet algorithme ne préjuge pas du type de fréquences qui seront utilisées par les femtocellules.

La figure ci-après donne une vision schématique de l'algorithme de déploiement des femtocellules.



**Figure 7. - Représentation schématique des étapes principales de l'algorithme de déploiement des femtocellules (source : Analysys Mason, 2010, traduction libre)**



## 2.7. Autres évolutions

Outre les principaux axes d'évolution présentés ci-avant, un petit nombre de fonctionnalités secondaires ont également été amendées ou développées.

- Le modèle est désormais compatible avec la version 2007 de Microsoft Office Excel.
- Le modèle est fonctionnel pour un opérateur exclusivement 3G (i.e. sans abonnés, trafic ou infrastructures 2G).
- L'horizon temporel du modèle a été étendu jusqu'en 2016, soit trois ans après la fin du cycle de régulation considéré, afin d'éviter d'éventuels effets de bord.
- Un espace a été ajouté afin de modéliser le quatrième opérateur de réseau mobile, lorsque l'Autorité jugera pertinent de le faire.
- La modélisation explicite du service de vidéo téléphonie a été supprimée, étant donné la faiblesse des volumes de trafic correspondants et afin de satisfaire l'objectif de simplification du modèle.

## Annexe : Lexique

**2G** : deuxième génération des technologies de téléphonie mobile (norme GSM et ses évolutions GPRS et EDGE) ;

**3G** : troisième génération des technologies de téléphonie mobile (norme UMTS et ses évolutions HSPA) ;

**BSC** (*Base Station Controller*) : élément du réseau GSM concentrant les circuits de parole et de données vers le sous-système cœur de réseau, gérant les ressources radio physiques et les canaux logiques, et alloue ces derniers aux appels qu'il traite ; administre également la mobilité des abonnés entre les cellules qu'il pilote, et effectue le contrôle des mobiles (puissance d'émission et synchronisation temporelle) ;

**DSL** (*Digital Subscriber Line*) : famille de technologies (ADSL, HDSL, SDSL) qui permet d'accroître le débit des lignes téléphoniques analogiques en utilisant toute la gamme de fréquence non-utilisée par la voix.

**EDGE** (*Enhanced Data rates for GSM Evolution*) : norme de téléphonie dérivée du GSM et de GPRS, permettant un débit plus élevé pour la transmission de données par paquets ;

**GGSN** (*Gateway GPRS Support Node*) : passerelle de routage des données, vers laquelle le SGSN transfère les données en mode paquet vers internet, vers des réseaux intranet ou vers les plateformes de services et inversement ;

**GPRS** (*General Packet Radio Service*) : norme de téléphonie dérivée du GSM, permettant un débit plus élevé pour la transmission de données par paquets ;

**GSM** (*Global System for Mobile communications*) : norme européenne de téléphonie mobile de deuxième génération ;

**HSPA** (*High Speed Packet Access*) : norme de téléphonie mobile dérivée de l'UMTS, permettant un débit plus élevé pour la transmission de données par paquets ;

**M2M** (*Machine to Machine*) : communications correspondant à des échanges entre machines intelligentes sans intervention humaine ;

**MSC** (*Mobile Services Switching Center*) : commutateur établissant en mode circuit les appels entre les mobiles et avec les abonnés de réseaux tiers, participant à la gestion de la mobilité des abonnés et gérant l'échange des messages courts et les services supplémentaires ;

**MSC-S** (*MSC Server*) : commutateur de nouvelle génération rattaché à une passerelle MGW.

**MGW** (*Media Gateway*) : passerelle rattachée au MSC qui permet pour le transport de la voix de repasser en mode circuit - utilisé en 2G et en téléphonie fixe, dans la mesure où la voix en UMTS parvient au MSC en mode paquets ;

**Node B** : station de base du réseau UMTS jouant dans les réseaux UMTS un rôle équivalent à la BTS dans les réseaux GSM ;

**R99** (*Release 99*) : version de la norme UMTS permettant les communications en commutation circuit (voix) et en commutation paquet (*data*).

**RNC** (*Radio Network Controller*) : contrôleur de stations de base du réseau UMTS jouant dans les réseaux UMTS un rôle équivalent au BSC dans les réseaux GSM ;

**SGSN** (*Serving GPRS Support Node*) : routeurs de paquets de données transférant les données en mode paquets vers internet, vers des réseaux intranet ou vers les plates-formes de services et inversement ;

**SIM** (*Subscriber Identity Module*) : carte à puce insérée dans le terminal mobile contenant les données de l'abonné et permettant l'authentification au réseau ;

**SMS** (*Short Message Service*) : service de messages courts ;

**UMTS** (*Universal Mobile Telecommunication System*) : norme de téléphonie mobile de troisième génération.