

Documentation détaillée du modèle technico-économique des coûts de réseau d'un opérateur mobile générique efficace actif respectivement en métropole, aux Antilles-Guyane et à la Réunion-Mayotte

# 1 Introduction

Ce document présente la documentation détaillée du fonctionnement du modèle technico-économiques des coûts de réseau d'un opérateur mobile générique efficace actif respectivement sur les zones Métropole, Antilles-Guyane et Réunion-Mayotte.

L'Autorité s'était déjà dotée par le passé de plusieurs modèles de coûts de réseau d'un opérateur mobile générique efficace, à savoir un modèle pour la métropole, un modèle pour la zone Antilles-Guyane et un modèle pour la zone Réunion-Mayotte.

L'Autorité a ici décidé de n'avoir plus qu'un seul modèle qui aura la faculté de traiter les spécificités de chacune de ces zones.

Dans le cadre des travaux de mise à jour de ces modèles, l'Autorité souhaitait que soit notamment pris en compte le déploiement du HSPA et ses évolutions, le déploiement de la 4G, le passage vers une architecture NGN et IP, les modalités de déploiement des réseaux de collecte des stations de base, et éventuellement la mutualisation des boucles locales radio.

Etant donné que ces évolutions auraient entraîné une complexité accrue des modèles actuels, il a été considéré plus pertinent de reconstruire un modèle permettant de prendre en compte de manière plus efficace les spécificités liées au déploiement d'un réseau qui conjugue les technologies de boucle locale radio (2G, 3G, 4G), de réseau de capillarité et de collecte (ATM/SH/PDH puis Ethernet sur câble, fibre ou FH) et de cœur de réseau (monolithique vers NGN).

Ce nouveau modèle et cette documentation ont été établis avec l'assistance d'Analysys Mason.

La finalité de ce modèle est de permettre à l'Autorité d'avoir une compréhension fine des coûts de terminaison d'appel mobile d'un opérateur générique efficace actif dans les trois zones précédemment mentionnées et de lui donner une référence de coût robuste pour réguler le tarif de cette prestation de terminaison d'appel vocale mobile<sup>1</sup>.

Conformément à la recommandation de la Commission européenne sur le traitement des tarifs des terminaisons d'appel vocales fixe et mobile, le présent modèle calcul le coût incrémental de la terminaison d'appel vocale mobile d'un opérateur générique efficace actif sur chaque zone.

Ce coût incrémental correspond aux coûts qui seraient évités par l'opérateur s'il n'avait pas à fournir à des tiers le service de terminaison d'appel vocale mobile.

---

<sup>1</sup> Le marché de la terminaison d'appel vocale mobile figure dans la liste des marches pertinents de la recommandation de la Commission européenne comme pouvant être régulé de manière *ex ante*

## 1.1 *Structure du document*

Le présent document est structuré de la manière suivante:

- Partie 2 : Description du fonctionnement global du modèle
- Partie 3 : Description du paramétrage de chaque opérateur
- Partie 4 : Description du paramétrage de l'opérateur sélectionné
- Partie **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** : Description du calcul des données du marché
- Partie 6 : Description des géotypes
- Partie 7 : Description du calcul de la charge de trafic du réseau
- Partie **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** : Description de la modélisation du réseau
- Partie 9 : Description des calculs des coûts
- Partie 10 : Description des calculs de valorisation
- Partie 11 : Présentation des résultats du modèle
- Partie **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** : Description des autres feuilles du modèle
- Partie **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** : Description de la manière de faire fonctionner le modèle
- Annexe 1 : Lexique
- Annexe 2 : Principales évolutions de la structure du modèle après commentaires des acteurs

## 2 Fonctionnement global du modèle

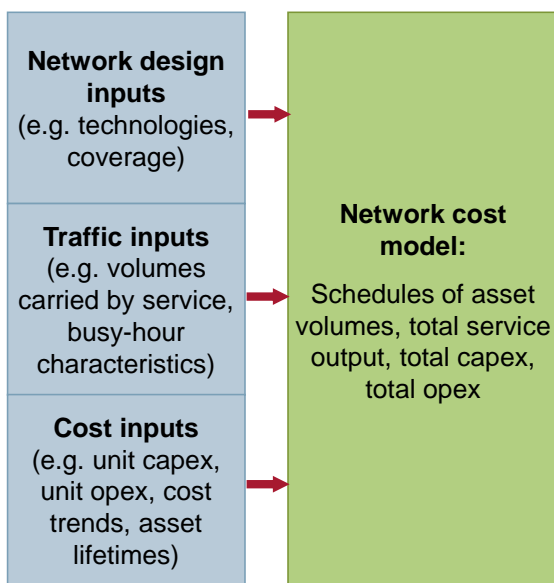
### 2.1 *Summary of the new cost model*

Tel que décrit en introduction, le modèle de coût a pour objectif de servir de référence à l'ARCEP pour prendre ses décisions de régulation des plafonds tarifaires de la terminaison d'appel vocale mobile.

Il s'agit d'un modèle *bottom-up* qui calcule pour un opérateur générique, sur la base des données d'entrée de demande client et de paramètres de réseau fournies par les opérateurs régulés sur le marché de la terminaison d'appel vocale mobile, le coût incrémental de ce service.

Dans l'hypothèse où certaines données d'entrée n'auraient pas été fournies par les opérateurs, des estimations ont été faites conjointement entre l'Autorité et Analysys Mason.

Les trois grandes catégories de données d'entrée qui alimentent le modèle de coûts concernent : les paramètres du réseau, le trafic client et les coûts unitaires, et sont détaillées dans la figure suivante.



*Figure 2.1:  
Overview of the new  
mobile LRIC model  
[Source: Analysys  
Mason ]*

Sur la base des coûts du réseau, le modèle va donc calculer le coût incrémental de la terminaison d'appel vocale mobile, ce qui en pratique est réalisé en faisant « tourner » deux fois le modèle, une première fois avec tout le trafic, une seconde fois avec tout le trafic moins celui de la terminaison d'appel depuis les tiers. Le coût incrémental sera donc la différence des deux coûts, qu'il faudra diviser par le volume de trafic entrant pour avoir le coût unitaire. Ceci est détaillé dans la figure suivante.

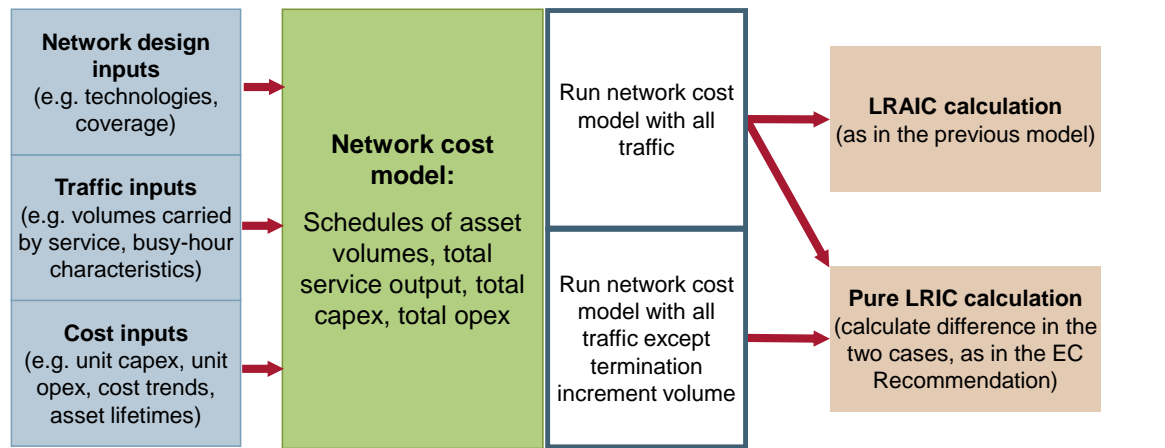


Figure 2.2: Costing approaches within the new LRIC model [Source: Analysys Mason]

Tel que le modèle est construit, il peut modéliser une variété d’opérateurs ayant chacun leurs propres paramètres. Cette fonctionnalité sera détaillée en partie 3 de ce document. Ainsi, le modèle est en mesure de non seulement calculer le coût incrémental de la terminaison d’appel vocale mobile pour un opérateur générique efficace par zone (métropole, Réunion-Mayotte et Antilles-Guyane), mais également pour chacun des opérateurs actifs sur ces zones.

L’orientation des tarifs vers la référence de coût impose notamment le choix d’une méthode d’annualisation des coûts d’investissement. Des travaux ont été menés sur ce sujet entre l’Autorité et les opérateurs lors de la mise à jour des modèles en 2010 et 2011. Ainsi, la méthode d’annualisation ici utilisée n’a pas évoluée, il s’agit toujours de la méthode d’amortissement économique avec annuités constantes. Dans le cadre du calcul des coûts, la partie relative aux coûts du capital est déterminée par le WACC (« weighted average cost of capital) tel que décidé par décision de l’Autorité.

Afin d’assurer le bon fonctionnement de ce modèle *bottom-up*, un calibrage à la fois technique et financier est réalisé pour chacun des opérateurs modélisés. Sur le calibrage financier, l’Autorité utilise les restitutions faites par certains opérateurs dans le cadre de la comptabilité réglementaire. Il s’agit donc de calibrer un modèle *bottom-up* par les données provenant des modèles comptables *top-down* des opérateurs.

## 2.2 Diagramme de flux de fonctionnement du modèle

Le diagramme de flux de fonctionnement du modèle est présenté dans la Figure 2.3.

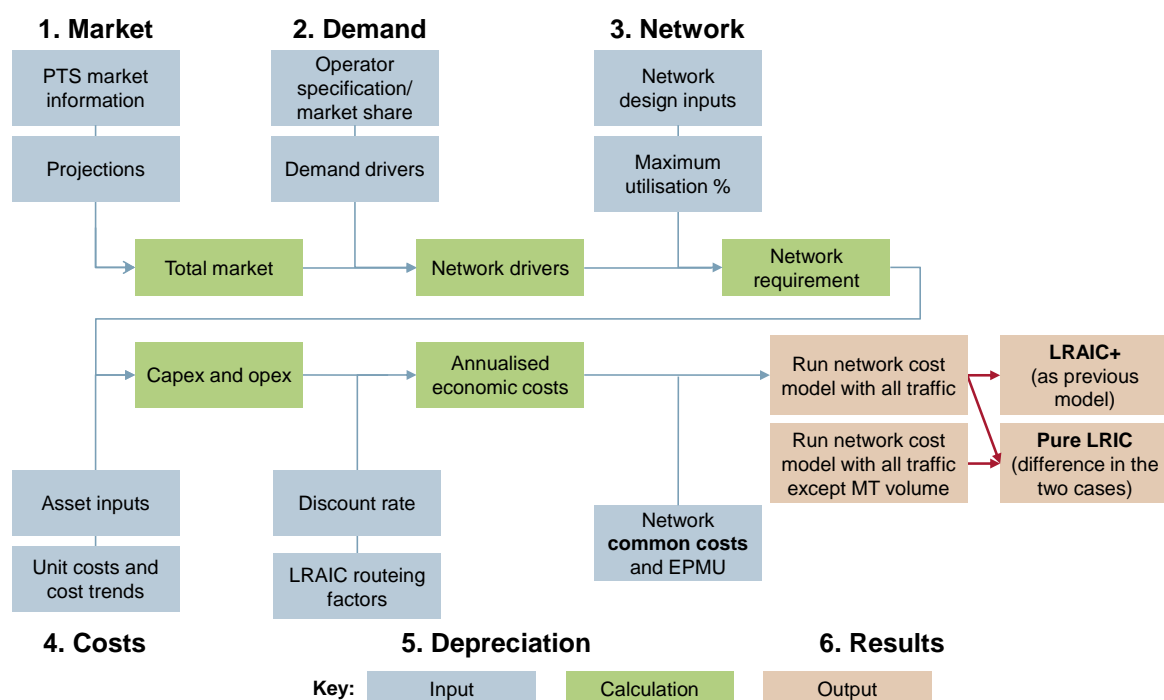


Figure 2.3: Overview of the model calculation flow [Source: Analysys Mason]

Le modèle utilise conjointement les données de marché et de « demand » des opérateurs ainsi que celles de l'ARCEP comme données d'entrée et définit les projections d'évolutions du marché afin de permettre de calculer sur le long terme les coûts des opérateurs.

Concernant les données d'entrée du réseau, elles sont définies conjointement entre celles communiquées par les opérateurs ou alors via des données génériques utilisées par l'Autorité dans ses modèles précédents ou encore par l'expérience de modélisation d'Analysys Mason.

Concernant les données de coûts du modèle, on distingue les données sur les dépenses d'investissement (CAPEX) et les dépenses opérationnelles (OPEX) par équipement, auxquelles on associe des tendances d'évolution des prix.

Sur la base des données relatives, d'une part, au trafic et à la demande, et d'autre part, à celles du réseau, le modèle calcule le nombre d'équipements nécessaires pour répondre à la fois aux obligations de couverture auxquelles font face les opérateurs ainsi que pour permettre de faire transiter tout le trafic total client.

Sur la base du nombre d'équipements nécessaires et des coûts unitaires de ces équipements, le modèle calcule CAPEX et les OPEX. Ainsi, via la méthode d'annualisation des investissements et la rémunération du capital, le modèle calcule le coût annuel comme étant la somme des amortissements, des coûts des capitaux et des coûts opérationnels.

En sortie, le modèle permet d'avoir deux types de résultats :

- Le coût incrémental d'une minute de terminaison d'appel vocale mobile, comme étant la différence entre les coûts supportés par l'opérateur pour fournir l'ensemble

des services et les couts supportés par l'opérateur pour fournir l'ensemble des services moins celui de la terminaison d'appel offert aux tiers, différence de coûts que l'on vient diviser par le volume total entrant depuis les tiers.

- Les coûts complets unitaires de chacun des services offerts par les opérateurs (voix sortante, voix entrante, SMS sortants, SMS entrants, *data*, ...), calculés sur la base des coûts totaux qui sont alloués à chacun de ces services sur la base d'une matrice de routage.

Dans cette documentation du modèle, les sources des données d'entrée du modèle sont référencés de la manière suivante :

- [1] Estimation Analysys Mason
- [2] Estimation Analysys Mason sur la base des données fournies par les opérateurs
- [3] Données de marché de l'ARCEP sur la base des données des opérateurs
- [4] Paramètre technique générique
- [5] Données des opérateurs.

### 3 Paramétrage de chaque opérateur

L'onglet du fichier Excel ici présenté est celui référencé comme « Op.nom de l'opérateur ». Cet onglet est divisé en 9 sous-sections.

Le modèle est construit de telle sorte qu'il peut y avoir un nombre important d'opérateur paramétré. Dans la version publique, ne sera modélisé que l'opérateur générique de chaque zone.

Par contre, en version confidentielle, chaque opérateur disposera de sa version de modèle. En complément, si un acteur souhaite tester d'autres paramétrages d'opérateurs, c'est via cet onglet qu'il pourra le faire, soit en modifiant l'existant soit en créant un nouvel opérateur.

Dans le cas où un nouvel onglet est créé, la procédure est la suivante :

- Dupliquer l'onglet et le renommer
- Ajouter dans les colonnes E et H de l'onglet *Lists* section 2 (Operators) le nom de l'opérateur et la zone dans laquelle il opère
- Sélectionner cet opérateur dans la cellule E5 de l'onglet *Ctrl*.
- La structure et le fonctionnement de cet onglet sont détaillés ci-dessous.

Les données dans cet onglet sont spécifiques à chaque opérateur, et sont donc pour la plupart issues des informations renseignées par les opérateurs. Elles détaillent à la fois :

- les données relatives au trafic, aux parts de marchés et à la répartition du trafic par géotype
- les données relatives à la couverture et l'utilisation des fréquences
- les données relatives au déploiement des évolutions HSPA et LTE
- les données relatives aux paramètres du réseau, autre que radio
- les données relatives aux capacités d'utilisation des équipements
- les données relatives aux facteurs d'utilisation des équipements
- les données relatives aux coûts unitaires des équipements
- les données relatives aux coûts des licences
- les données relatives à l'utilisation du réseau

Ces données seront réutilisées dans les autres onglets, principalement dans celui de l'opérateur sélectionné (*Op.selected*) qui servira de base pour alimenter les onglets relatifs au déploiement du réseau, que cela soit sur la partie radio ou la partie cœur, tant pour les équipements que les liens de transmission.

Les caractéristiques de l'opérateur générique (qui est décliné dans une version de cet onglet) seront précisées ultérieurement. A ce stade la même logique que lors des modèles

précédents a été conservée (les sous-sections considérées sont les numéros 1, 2, 4 et 6 et il est précisé ci-dessous dans quels blocs cela a un impact).

1. *Total traffic, market shares, migration and split of traffic by geotype*
  - Cette sous-section détaille les données de l'opérateur en matière de trafic et de part de marché
  - Les données sous **Historic market Data (for subs and traffic using core network)** ont été reprises des données des modèles existants et actualisées, soit avec les données dont dispose l'Autorité, soit avec les données fournies par les opérateurs et correspondent au nombre de clients et à leur trafic passant par le cœur de réseau de l'opérateur considéré (donc prend en compte les clients light-MVNO mais ne prend pas en compte les clients full-MVNO ou en itinérance).
  - Les deux blocs suivants (**Market shares of subscribers (radio layer)** et **Market shares of subscribers (core layer)**) renseignent les parts de marché de l'opérateur en distinguant la part de marché de l'opérateur sur la partie boucle locale radio et la part de marché sur la partie cœur. La différence entre les deux provient des clients des *full-MVNO* qui utilisent la boucle locale radio de l'opérateur hôte au niveau du gros mais le cœur de réseau de leur opérateur de détail.
  - Le bloc suivant intitulé **Historic migration to traffic 3G** renseigne la migration de la 2G vers la 3G.
  - Enfin, la répartition du trafic par géotype (**Split of traffic by geotype**) renseigne la répartition du trafic par géotype.

○

2. *Coverage and spectrum*
  - Cette sous-section détaille les données de l'opérateur en matière de couverture et d'utilisation du spectre
  - Le premier bloc (**Area covered by technology (share of geotype), outdoor**) renseigne, pour chaque technologie, la couverture outdoor en superficie du territoire couverte par chaque opérateur et séparée par géotypes. Ces données sont communiquées par les opérateurs. Ceci est renseigné par technologie.
  - Le second bloc (**Area covered by technology (share of geotype), indoor**) renseigne les mêmes données sur la couverture, mais indoor et non pas outdoor. La différence entre la couverture outdoor et la couverture indoor est que le niveau de réception du

signal étant plus faible en indoor, le réseau devra, pour atteindre le même chiffre de couverture, déployer plus de sites pour atteindre cet objectif selon une contrainte de couverture indoor. En effet, les rayons des cellules seront réduits pour faciliter une pénétration homogène du signal, ce qui mécaniquement va faire augmenter le nombre de sites.

- Ces données sont calculées sur la base de la couverture outdoor, avec le ratio outdoor to indoor qui est présenté dans l'onglet Ctrl<sup>2</sup>

- Le bloc suivant **Urban sites speciaux sites for coverage** permet de modéliser le fait que pour notamment répondre à une demande client, mais également pour une question d'image de marque, le réseau doit permettre de couvrir, avec une qualité de service élevé les principaux lieux publics. Les données, fournies par les opérateurs, correspondent aux nombres de sites spéciaux déployés par an et par géotype pour les opérateurs concernés.
- Les deux blocs suivants (**cell raduis by frequency, outdoor coverage (km)** et **cell raduis by frequency, indoor coverage (km)**) renseignent les rayons des cellules par bandes de fréquences, à la fois pour la couverture outdoor (pour répondre aux obligations de couverture réglementaire) que indoor.
- Le bloc suivant (**Frequency used to deploy coverage extended in each years**) indique, aux cours des années, qu'elle est la bande de fréquence qui est utilisée pour faire de la couverture en fonction de la technologie.
- Le bloc suivant (**Paired spectrum (2x MHz)**) détermine la quantité de fréquences disponible pour l'opérateur par technologies et par type de couverture (indoor ou outdoor)
- Le dernier bloc (Reservation of UMTS channels for UMTS, not HSPA) indique le nombre de porteuses 3G qui sont réservées pour le trafic UMTS-R99 et non pour le trafic HSPA

○

### 3. Deployment of HSPA and LTE

- Les trois blocs de cette sous-section indiquent pour chaque évolution technologique, HSDPA, HSUPA et LTE la date à laquelle celle-ci est déployée dans le réseau (par géotype), la

<sup>2</sup> A ce stade, la couverture indoor n'est pas modélisé, le ratio est donc de 1.

## évolutions

durée du déploiement et le délai pour que cette évolution soit déployée dans l'intégralité du géotype, pour notamment prendre en compte la pénétration des terminaux compatibles

○

### 4. Network design parameters

- Cette sous-section définit les paramètres du réseau de l'opérateur, autres que ceux relatifs au réseau radio
- La première partie (**LMA last mile access**) détaille tous les paramètres de l'opérateur relatifs au réseau de capillarité, c'est-à-dire entre les sites et les BSC/RNC, ou les HUB le cas échéant.
- Les 5 premiers blocs (**LMA : proportion of links that are leased/microwave/DSL/fiber\_self built**) indiquent quels supports, entre les liaisons louées, les faisceaux hertziens, le DSL, la fibre sont utilisés pour les liens de transmission allant des sites vers les BSC/RNC ou les HUB, et ce par géotype.
  - Le bloc « self built » est une sous catégorie du bloc « fibre » qui indique, parmi les liens en fibre, le pourcentage de liens qui sont contruits par l'opérateur, c'est-à-dire ceux pour lesquels l'opérateur a réalisé son propre génie civil, le complément étant la proportion de liens utilisant des fourreaux existants. Par contre, la possibilité d'avoir accès à de la fibre noire existante n'est pas modélisée.
- Le bloc suivant (**LMA : selected transmission protocole used**) détermine quel type de protocole est utilisé en fonction de la technologie
- Le bloc suivant (**Proportion of sites collocated with Hubs**) détermine le pourcentage de sites qui sont colocalisés avec les Hubs
- La deuxième partie (**Backhaul links**) détaille tous les paramètres de l'opérateur relatifs au réseau de transmission entre les HUBS et les équipements de cœur de réseau BSC/RNC (réseau de collecte).
- Le premier bloc (**Select Hub-Core transmission protocole used**) détermine quel protocole est utilisé pour transmettre le trafic des Hubs vers le Cœur de réseau
- Le deuxième bloc (**Proportion of sites connected via HUB (rather than direct to Core) also applied to trafic**) détermine le nombre de sites radio qui, au lieu d'être directement relié au cœur de réseau, passe

par un Hub

- Le troisième bloc (**Number of radio sites per Hub**) indique, dans le cas où les Hubs sont utilisés, combien de sites sont connectés à ces Hubs
- Le quatrième bloc (**Number of hubs per Hub-Core transmission link (i.e. 1 for point-point, or more than 1 for rings)**) indique, dans le cas où des Hubs sont utilisés, combien de Hubs sont interconnectés sur une boucle les reliant au cœur de réseau. Dans le cas où il n'y a qu'un seul Hub sur le lien, alors le nombre est 1.
- Le cinquième bloc (**Technology (including type of fiber installation) and length hub to core rings**) détermine, en fonction du géotype, le type de support utilisé pour le lien de transmission entre les Hubs et le cœur, si ces liens sont construits ou loués, ainsi que la longueur de ces liens
  - Dans le cas de la fibre optique, il a ici été prévu qu'un opérateur puisse construire sa propre fibre en réalisant le génie civil, construire sa propre fibre en réutilisant des fourreaux existants ou utiliser de la fibre de noire existante.
- La troisième partie (**BSC and RNC**) détaille tous les paramètres de l'opérateur relatifs aux équipements BSC et RNC du cœur de réseau.
- Le premier bloc (**BSC and RNC Switch locations : number of places where switches are deployed, and proportion of capacity served**) indique le nombre de sites physiques dans lesquels les BSC et les RNC sont hébergés.
- Le deuxième bloc (**BSC capacity deployed, in TRX**) détermine la capacité, en nombre de TRX, d'un BSC, et ce en fonction du géotype
- Le troisième bloc (**Select BSC-Core transmission protocole used**) détermine quel protocole est utilisé pour transmettre le trafic des BSC vers les autres équipements du cœur de réseau, différencié selon qu'il s'agisse de trafic voix ou de trafic data.
- Le quatrième bloc (**RNC capacity deployed, in Mbit/s**) détermine la capacité, en Mbit/s, d'un RNC, et ce en fonction du géotype
- Le cinquième bloc (**Select RNC-Core transmission protocole used**) détermine quel protocole est utilisé pour transmettre le trafic des RNC vers les autres équipements du cœur de réseau, différencié selon qu'il

s'agisse de trafic voix ou de trafic data.

- La quatrième partie (**Outremer inter-islands links**) détaille tous les paramètres de l'opérateur, ultramarin uniquement, relatifs aux liens de transmission inter-îles.
- Le premier bloc (**Launch date of services in Mayotte (for Réunion-Mayotte operator only)**) indique à partir de quelle date le service commercial a été ouvert à Mayotte. Il s'agit d'un prérequis pour l'utilisation des liens de transmission vers Mayotte
- Le deuxième bloc (**Select inter-islands protocole for link (only relevant for Antilles-Guyane operators)**) détermine quel protocole est utilisé pour les liens de transmissions entre les îles aux Antilles-Guyane
- Le troisième bloc (**Percentage of total traffic between (only relevant for Antilles-Guyane operators)**) indique la proportion de trafic, parmi le trafic total, qui passe par ces liens, entre les îles du Nord et la Guadeloupe, la Guadeloupe et la Martinique et la Martinique et la Guyane
- Le quatrième bloc (**Redundancy factor**) indique, pour ces mêmes liens le facteur de redondance
- La cinquième partie (**Core Network**) détaille tous les paramètres de l'opérateur relatifs aux autres équipements du cœur de réseau (MSC, SGSN, GGSN, ...).
- Le premier bloc (**Number of core sites**) indique, en fonction des géotypes, le nombre de sites physiques dans lesquels les BSC et les RNC sont hébergés.
- Le deuxième et troisième bloc (**Proportion of voice/data conveyed across core-core links**) indiquent le pourcentage de trafic qui est véhiculé sur des boucles reliant ces différents équipements de réseau au lieu d'transiter en direct vers l'élément protocolairement au-dessus.
- Le quatrième bloc (**Select Core-Core transmission protocole used**) détermine quel protocole est utilisé pour ces liens, différencié pour le trafic voix et le trafic data.
- Le cinquième bloc (**Distance of core fiber rings, including links to remote BSC/RNC (km)**) indique le détail de chacun des boucles reliant les équipements du Coeur de réseau les uns aux autres

- 
- 5. *Switches and servers* • Cette sous-section indique la capacité, dans une unite donnée, de chaque équipement du cœur de réseau
  -
- 6. *Utilisation facteur* • Cette sous-section indique les facteurs d'utilisation des différents équipements du réseau
  - Le premier bloc (**Utilisation factors for radio network elements**) spécifie, par géotype, les facteurs d'utilisation des équipements radio, en fonction des TRX ou de Mbit/s
  - Le second bloc (**Utilisation factors for other network elements**) spécifie, par géotype, les facteurs d'utilisation des équipements du réseau coeur, en fonction des Mbit/s ou d'unité spécifique
  -
- 7. *Unit cost* • Cette sous-section indique le prix unitaire de chaque actif ainsi que son coût d'exploitation, en tant que pourcentage du prix unitaire.
  -
- 8. *Licence fees* • Cette sous-section indique le prix des licences 2G, 3G et 4G, pour leur part fixe et leur part variable
  -
- 8. *Network profil load* • Cette sous-section indique la répartition de la charge de trafic, tout d'abord sur l'année, puis par semaine et enfin par heure, et séparant pour ce dernier cas la voix et la data sur le postulat que l'heure chargée pour ces deux services n'est pas la même
  -

## 4 Paramètres de l'opérateur sélectionné

L'onglet du fichier Excel ici présenté est celui référencé comme « Op.selected operator » qui vient essentiellement récupérer les données dans les onglets *Zone.nom de la zone* et *Op. nom de l'opérateur*.

Ainsi, les sous-sections 1 puis de 5 à 13 correspondent aux sous-sections 1 à 9 des onglets *Op. nom de l'opérateur*. Il n'y a donc aucune donnée à entrer dans ces sous-sections. Ces dernières ne sont pas redétaillées dans cette partie

Les sous-sections 2, 3 et 4 sont détaillées ci-dessous.

2. *Forecast market information* • Cette sous-section calcule, en distinguant la partie radio et la partie cœur du réseau, sur la base du nombre d'abonnés de l'opérateur sélectionné le trafic voix, SMS et data écoulé ou à écouler (forecast). Une distinction est ainsi faite entre les données historiques et les données de prévisions (dans le cas présent, les données sont historiques jusqu'en 2012 et prévisionnelles à partir de 2013).

- Pour les données historiques, elles sont issues de la première sous-section (Historic Market Data), elles-mêmes issues des données de l'opérateur sélectionné (cf. partie 3 sous-section 1). Ainsi, nous avons en détail (lignes 11 à 28) les données de l'opérateur sélectionné.
- Pour les données de prévisions relatives au parc (lignes 66, 67, 73, 74, 87, 88, 93 et 94) elles sont calculées sur la base du marché total et de la part de marché de l'opérateur sélectionné, qu'il s'agisse de sa part de marché sur le réseau radio ou sur le réseau cœur (lignes 31 à 55)
- Pour les données de prévisions relatives au trafic, elles sont calculées sur la base d'une cible, en volume unitaire (minutes, SMS, Mo) fixée en 2016 (lignes 68, 76, 77, 78, 80, 90 et 96). Ces niveaux cibles sont définis dans l'onglet *Zone.nom de la zone*

3. *Market to service transformations* • Cette sous-section calcule ou définit parmi le trafic total de chaque service voix, SMS et data, le pourcentage par technologie. Ce calcul est fait de manière évolutive au cours du temps.

- Le premier bloc (**Historic migration to traffic 3G**) reprend les

données correspondantes de l'opérateur sélectionné (cf. partie 3 sous-section 1)

- Le second bloc (**Migration for all years and all technologies**) fait les calculs précédemment indiqués.
  - Pour l'historique, ce sont donc les données du premier bloc qui sont utilisées pour faire les calculs.
  - Pour le prévisionnel, une répartition cible a été définie en 2016 pour la voix et les SMS (lignes 247 et 251) et en 2013 pour la data (ligne 255 et 256). Ces niveaux cibles sont définis dans l'onglet *List* (sous section 3) lui même repris de l'onglet *Zone.nom de la zone*
  - Dans les lignes 258 à 263, sont calculées, sur la base des lignes les proportions de trafic data, en fonction de la technologie réseau (2G ou 3G) et de l'évolution de cette technologie (GPRS, EDGE, R99, ...) à la fois sur des données historiques et des données prévisionnels
  - Dans les lignes 265 à 270, sont calculées, sur la base, d'une part, des lignes 254 à 256, et, d'autre part, des lignes 258 à 263, la part de trafic data en fonction de l'évolution technologique, incluant le LTE.

4. *Total services volume*
- Cette sous-section calcule, en distinguant la partie radio et la partie cœur du réseau, sur la base des données issues des trois premières sous-sections le volume total de chaque service
    - En ligne 332 et 392 sont extraits les volumes de minutes entrantes en provenance des tiers qui serviront dans le calcul du coût incrémental de long terme de la terminaison d'appel vocale

## 5 Données de marché

Les données de marché sont recensées dans les onglets « *Zone.nom de la zone* » et reprennent pour l'historique (jusqu'à 2012) des données des modèles existants et actualisées, soit avec les données dont dispose l'Autorité, soit avec les données fournies par les opérateurs.

Pour les prévisions, elles sont calculées de la même manière que dans la feuille « Op.selected » détaillé ci-dessus.

Ainsi, la feuille de chaque zone :

- Etablit des prévisions de trafic pour l'ensemble de la zone (sous-section 3)
- Ces prévisions, construites sur la base du trafic par abonné, utilisent les valeurs cibles en 2016, qui sont sables par la suite
- Etablit des courbes de migration du trafic en utilisant des valeurs cibles en 2016 pour la part de trafic voix, SMS et de données de la 2G vers la 3G, notamment HSPA, ainsi que deux nouvelles valeurs cibles en 2020 pour la migration du trafic de données vers la 4G
  - depuis leur sous-section 4 ; section 2 de la feuille zone
    - Ces valeurs cibles, aussi bien pour le trafic par abonné que pour les migrations, sont réutilisées pour l'ensemble des opérateurs de la zone (réels comme générique) lorsque l'opérateur sélectionné appartient à cette zone, selon l'hypothèse de convergence adoptée dans les modèles précédents

### 5.1 Onglet *Zone.nom de la zone*

Dans le détail, les feuilles *Zone.nom de la zone* sont construites de la manière suivante :

1. *Subscribers*
- Cette sous-section rappelle ou calcule le nombre de clients, par type, dans la zone concernée, avec des données historiques et des données prévisionnelles
    - Les données historiques du premier bloc (**Subscribers (historic)**) sont reprises des données des modèles existants et actualisées, soit avec les données dont dispose l'Autorité, soit avec les données fournies par les opérateurs
    - Dans le second bloc (**Penetration**) on calcule, sur la base du nombre de clients et de la population, le taux de

pénétration

- Le troisième bloc (**Subscribers (forecast)**) calcule, sur la base de prévision de taux de pénétration et de population le nombre de clients
  - Le dernier bloc (Subscribers (all years)) regroupe les données historiques et prévisionnelles en nombre de clients
  - Le troisième bloc (**Network shut down**) permet, le cas échéant de déterminer une date à partir de laquelle le réseau ne fait plus passer aucun trafic. A ce stade cette fonctionnalité n'a pas pour vocation à être utilisée.
2. *Historic market information*
- Cette sous-section reprend les données du fichier « Market Data nom de la zone »
3. *Forecast market information*
- Cette sous-section calcule, sur la base des données historiques et de prévisions cibles (cases jaunes) les données prévisionnelles en termes de volumes de consommation par client.
    - Ces données sont reprises dans l'onglet List avant d'être reprises dans l'onglet Op.Selected
4. *Market to service transformations*
- Cette sous-section détermine les courbes de migration entre technologies pour chacun des services
    - Ces données sont reprises dans l'onglet List avant d'être reprises dans l'onglet Op.Selected

## 6 Description des géotypes

L'onglet du fichier Excel ici présenté est celui référencé comme « Geotypes ».

Le premier bloc (**Zone selected**) ne fait que mettre en avant les données de la zone de l'opérateur sélectionné.

Cet onglet détermine pour les trois zones : métropole, Antilles-Guyane et Réunion-Mayotte les géotypes qui sont utilisés lors de la modélisation du réseau. A chaque géotype, qui ont été définis conjointement avec les opérateurs et l'ARCEP, est associé une densité de population (habitant/km<sup>2</sup>) et une superficie (km<sup>2</sup>).

C'est sur la base de cette superficie, et des rayons de cellule des sites (éléments détaillés en partie 3 sous-section 2) qu'est déterminé le nombre de sites de couverture nécessaires pour couvrir la totalité d'un géotype.

Pour la zone métropole, cinq principaux géotypes avaient été construits : dense urbain, urbain, suburbain, rural et rural montagneux. Etant donné qu'au cours du temps des spécificités de couverture ont été intégrées (zones blanches (ZB) en 2G et 3G puis zone de déploiement prioritaire (ZDP) en 4G), les géotypes dans lesquels ces spécificités étaient retrouvées (tous sauf le géotype dense urbain) ont ainsi été séparés en 3. Par exemple, pour le géotype suburbain on retrouve : suburbain ZB, suburbain ZDP non ZB et suburbain (le reste de la zone).

Pour les zones Antilles-Guyane et Réunion-Mayotte, aucun changement n'a été fait par rapport à la dernière version du modèle étant donné que ces spécificités de couvertures ne s'appliquent pas dans ces zones.

Ces données sont renseignées directement ici, soit d'après les informations des opérateurs, soit d'après des estimations.

## 7 Charge de trafic du réseau

Les onglets du fichier Excel ici présentés sont ceux référencés comme « NetworkLoad » et « NetworkShare ».

Le premier onglet a pour objectif de déterminer le volume de trafic à l'heure chargée de l'opérateur sélectionné pour chaque type de service, qui servira au dimensionnement du réseau. Pour ce faire, le point de départ est donc le volume total par service, séparé en fonction de la couche radio et de la couche cœur, qui avait été calculé dans l'onglet *Op.selected* dans la sous-section 4.

Le second onglet partage le trafic issu de l'onglet *NetworkLoad* dans chaque géotype.

### 7.1 Onglet *NetworkLoad*

Cet onglet est composé de 13 sous-sections. Les sous-sections 4 à 11 sont dédiées au trafic qui passe dans le réseau radio et les sections 12 et 13 sont elles dédiées au trafic qui passe dans le cœur de réseau.

1. *Total volume for the network*
  - Les deux premiers blocs (**For the radio layer** et **For the core layer**) reprennent les données de la sous-section 4 (Total service volume) de l'onglet *Op.Selected*. Ils correspondent donc au volume total par service qui doit transiter dans le réseau de l'opérateur sélectionné
  - Le troisième bloc (**Network shut down**) permet, le cas échéant de déterminer une date à partir de laquelle le réseau ne fait plus passer aucun trafic. A ce stade cette fonctionnalité n'a pas pour vocation à être utilisée.
2. *Total volumes for the network after network shut-down*
  - Etant donné que la fonctionnalité shut-down n'est pas utilisée, on retrouve ici les mêmes données que précédemment
  - Si la fonctionnalité shut-down devait être utilisée, on aurait donc 0 sur chaque ligne à partir de la date à laquelle on considère que le réseau ne fonctionne plus
3. *Load calculations*
  - Cette sous-section calcule la charge du réseau à la Busy Hour qui devra pourvoir transiteracheminé par le réseau. Est ici distinguée la partie du trafic qui passe par la boucle locale radio de celle qui passe par le cœur de réseau. Le déroulement des calculs étant le même, il ne sera présenté qu'une seule fois.
  - Le premier bloc (**Network load profile**) reprend les données de profil de charge du réseau pour l'opérateur sélection (cf. section

13 de l'onglet *Op. nom de l'opérateur*)

- Le second bloc (**Voice traffic in the busy hour**) calcule quel est, pour chaque service de voix, le volume d'Erlangs (sur la base du fait qu'une minute à la busy hour = 1 Erlang car utilise 1 canal sur un mode circuit switch) qui va transiter dans la busy hour (BH), en séparant la busy hour Voix de la busy hour Data
  - Ces calculs sont donc basés sur les volumes de la sous-section précédente (2) que l'on vient diviser ou multiplier par les facteurs de profil de charge du réseau (ligne 308)
- Les sous blocs (**Call calculations et average call duration (minutes)**) indiquent les paramètres de succès des appels ainsi que de leur durée, en incluant notamment le temps de sonnerie. Ce bloc indique également combien de Radio Erlang par Erlang sont utilisés pour les différents types d'appel. Par exemple, pour un appel *on-net* qui représente un Erlang, il va utiliser 2 Radio Erlang étant donné qu'il va utiliser deux fois la boucle locale radio. Par contre, un appel *incoming voice mail* ne va, lui, pas utiliser de Radio Erlang.
  - Ces données sont renseignées directement ici, soit d'après les informations des opérateurs, soit d'après des estimations
- Le sous bloc (**Radio Busy Hour Erlangs including ring time in the voice busy hour**) calcule sur la base des données des deux sous-blocs précédents le volume de Radio Erlang qui va transiter dans la busy hour, en incluant la durée des appels (lignes 366 à 370), le taux de succès des appels (H356 à H361), le temps de sonnerie (I356 à I361) et le nombre de radio Erlang par Erlang utilisé par les types d'appels (J356 à J361). Une distinction est à nouveau faite entre la BH Voix et la BH Data.
- Le bloc suivant (**SMS traffic in the busy hour**) calcule le volume de SMS qui vont transiter sur le réseau à la BH Voix et à la BH Data
  - Ces calculs sont donc basés sur les volumes de la sous-section précédente (2) que l'on vient diviser ou multiplier par les facteurs de profil de charge du réseau (ligne 309)
- Le bloc suivant (**Data traffic in the busy hour**) calcule le volume de Mbit/s qui vont transiter sur le réseau à la BH Voix et à la BH

## Data

- Le premier sous bloc (**Data calculations**) indique quelle est l'utilisation principale, uplink ou downlink, en fonction du type de terminal (téléphone ou tablette/clé) et de la technologie
  - Les deux sous blocs suivants (**Data Mbit/s in the voice busy hour** et **Data Mbit/s in the data busy hour**) calculent le volume de Mbit/s qui va transiter à l'heure chargée pour chacune des catégories détaillées dans le sous bloc précédent
    - Ces calculs sont donc basés sur les volumes de la sous-section précédente (2) que l'on vient diviser ou multiplier par les facteurs de profil de charge du réseau (ligne 310 pour les téléphone et 311 pour les tablettes/clé) puis multiplier par l'utilisation principale du sous bloc précédent (colonne H, lignes 453 à 464)
  - Les deux sous blocs suivants (**Data Mbit/s in the voice busy hour** et **Data Mbit/s in the data busy hour**) agrègent par technologie les résultats des deux sous blocs précédents
  - Comme indiqué précédemment, les calculs pour cette deuxième partie relative au trafic sur le cœur de réseau sont identiques à ceux qui viennent d'être décrits
4. *Network load for radio voice*
- Cette sous-section calcule le volume d'Erlangs voix 2G et 3G qui va transiter lors de la BH voix dans le réseau radio. Il s'agit donc de la somme des données de volumes des lignes 374-376 + 383 + 384 pour la 2G et 377-379 + 385 + 386 pour la 3G.
    - La BH data n'est ici pas représentée car pour le service voix la charge maximum du réseau se fera à la BH Voix et non pas à la BH data
5. *Network load for GPRS and EDGE*
- Cette sous-section calcule le volume de Mbit/s relatif au trafic GPRS et EDGE qui va transiter dans le réseau radio, en séparant la BH Voix et la BH Data.
  - Il est considéré que l'EDGE est plus efficace que le GPRS, avec un facteur de 2,67
  - Le calcul se base ainsi sur les données de volume des lignes 498 et 499 (pour la BH Voix) et 507 et 508 (pour la BH Data) auxquelles sont appliqués les facteurs d'efficacité.

6. *Network load for UMTS and R99 data*
- Cette sous-section calcule le volume d'Erlangs dans la BH Voix et la BH Data pour le volume voix et data R99, en convertissant le volume data R99 (initialement en Mbit/s) en Erlang, avec le facteur de conversion de 62,5 (cellule E 761 [1]).
  - Le calcul se base ainsi sur les données
    - Voix dans la BH voix = lignes 377 à 379 + lignes 385 à 386
    - Voix dans BH data = lignes 395 à 397 + lignes 403 à 404
    - Data dans BH Voix = ligne 500 \* facteur de conversion Mbit/s en Erlang
    - Data dans BH Data = ligne 509 \* facteur de conversion Mbit/s en Erlang
  - Le dernier bloc (**Peak UMTS R99 BH Erlangs**) calcule, sur la base des deux blocs précédents le volume maximum d'Erlang qu'il est nécessaire de faire passer en prenant le maximum entre la BH voix et la BH data.
    - Le maximum de l'un ou de l'autre n'est pas pris en compte car ce qui nous intéresse est de savoir quand le réseau est au total le plus chargé. La séparation entre voix et data ici faite car elle servira dans l'onglet *NetworkShare* au moment de répartir ce trafic entre géotypes, au sein desquels la répartition entre voix et data n'est pas nécessairement homogène
7. *Network load for HSPA*
- Cette sous-section calcule le volume de Mbit/s relative au trafic HSPA, downlink et uplink dans la BH data
    - A l'instar de ce qui a été fait dans la sous-section 4, le calcul ici ne prend pas en compte le volume relatif à la BH Voix car pour le service de données la charge maximum du réseau se fera dans la BH Data et non pas dans la BH Voix
  - Le calcul se base ainsi sur les données de volume la ligne 510 pour le trafic donwlink et la ligne 511 pour le trafic uplink.
8. *Network load for LTE*
- Cette sous-section calcule le volume de Mbit/s relatif au trafic LTE dans la BH data

9. *Network load for backhaul*

- Le calcul se base ainsi sur les données de volume de la ligne 512.
- Cette sous-section calcule le trafic issu du réseau radio qui va devoir transiter dans le coeur de réseau, en considérant notamment que le réseau de transmission vers le coeur de réseau ne devant pas être le goulet d'étranglement, des facteurs d'ajustements, fonction de la technologie, sont pris en compte
- Le premier bloc (**Adjustments driven by data traffic technology**) définit, pour chaque technologie, ces facteurs d'ajustements [5]. A noter par exemple que pour le trafic data passant en R99, HSDPA et LTE, ce facteur d'ajustement est supérieur à 100% et correspond à l'inverse du facteur de conversion entre le débit théorique et le débit pratique d'une porteuse de ces technologies (cf. partie 8.1.1 sous-sections 5 et 6). Ainsi en considérant que par rapport au débit théorique un site ne va faire passer en moyenne que 40% de ce débit, il faudra tout de même que ce site puisse, le cas échéant, faire passer 100% du débit théorique, et donc le facteur d'ajustement pour calculer, à partir du trafic radio, le trafic qui devra passer dans le cœur sera de 250% (cellule H798 et H800 = 1/40%)
- Les deux bloc suivants (**Downlink data Mbit/s in the voice busy hour** et **Downlink data Mbit/s in the data busy hour**) calculent, sur la base des facteurs d'ajustement précédents et du trafic calculé aux lignes 498 à 503 (pour le total en ligne 804 puis décomposé en fonction de la technologie aux lignes 805 à 807) pour la BH voix, et le trafic calculé aux lignes 507 à 512 (pour le total en ligne 811 puis décomposé en fonction de la technologie aux lignes 812 à 814) pour la BH data.
- Le bloc suivant (**Voice traffic additional soft-handover erlangs for 3G voice**) définit le facteur d'ajustement, pour les appels voix 3G, qu'il faut prendre en compte afin de caractériser le soft-handover sur cette technologie. Il est ainsi considéré que cette spécificité sur la 3G nécessite un facteur d'ajustement de 1,2 (cellules H822 à H824 et H830 à H831- [5]).
- Le bloc suivant (**Voice traffic conversion from Erlangs to Mbit/s**) convertit, si nécessaire l'utilisation en Erlang d'un appel voix en une utilisation en Mbit/s. Pour la 3G et la 4G, les paramètres UMTS.channel.rate (onglet *NetworkDesignInputs!H885*) et LTE.channel.rate (onglet *NetworkDesignInputs!H997*) définissent déjà une utilisation en Mbit/s. Pour le GSM, le calcul se fait sur la base des paramètres GSM.channel.rate (onglet *NetworkDesignInputs!L837*) et

Kbits\_s.per.Mbits\_s (onglet *Lists/B370*)

- Les deux blocs suivants (**Radio Voice BHE converted to Mbit/s in the voice busy hour** et **Radio Voice BHE converted to Mbit/s in the data busy hour**) convertissent, sur la base du trafic voix calculé aux lignes 374 à 388 et aux facteurs de conversion précédents, le trafic voix d'Erlang en Mbit/s pour la BH Voix. Pour la BH data, le calcul se fait sur la base du trafic voix calculé aux lignes 392 à 406.
- Les blocs suivants (**Total load in the voice busy hour (Mbit/s)** et **Total load in the data busy hour (Mbit/s)**) font la somme des blocs (**Downlink Data Mbit/s in the voice/data busy hour** (lignes 803 à 814)) et des blocs (**Radio Voice BHE converted to Mbit/s in the voice/data busy hour** (lignes 854 à 872)).
- Le dernier bloc (**Peak load in the busy hour (Mbit/s)**) prend le maximum des deux blocs précédents, que ce soit au niveau du total (ligne 883) que par technologie (lignes 884 à 886) et par technologie/service (lignes 888 à 893).

*10. Network load for BSC, BSC-MSC and BSC-SGSN*

- Cette sous-section calcule le trafic issu du réseau radio qui va devoir transiter entre les BSC et les autres équipements du cœur de réseau.
- Le premier bloc (**Adjustments driven by data traffic technology**) définit quel facteur d'ajustement du trafic, en fonction de la technologie, doit être pris en compte. Aux cellules H902 et H903 on indique donc que 100% du trafic data GPRS et EDGE devra être acheminé entre les BSC et les autres équipements de cœur de réseau. Le trafic provenant des autres technologies ne transite pas par les BSC, mais par les RNC (sous section suivante)
- Les deux blocs suivants (**Downlink BSC, BSC-MSC and BSC-SGSN data Mbit/s in the voice/data busy hour**) calculent sur la base du trafic calculé aux lignes 498 à 503 (pour la BH voix) et 507 à 512 (pour la BH data) et des facteurs d'ajustement mentionnés ci-dessus le trafic data qui va passer entre le BSC et les autres équipements de cœur de réseau.
- Le bloc suivant (**Voice traffic conversion from Erlangs to Mbit/s**) convertit, si nécessaire l'utilisation en Erlang d'un appel voix en une utilisation en Mbit/s. Seuls les appels 2G transitent via les BSC.

- Les deux blocs suivants (**Radio Voice BHE converted to Mbit/s in the voice busy hour** et **Radio Voice BHE converted to Mbit/s in the data busy hour**) convertissent, sur la base du trafic voix calculé aux lignes 374 à 388 et aux facteurs de conversion précédents, le trafic voix d'Erlang en Mbit/s pour la BH Voix. Pour la BH data, le calcul se fait sur la base du trafic voix calculé aux lignes 392 à 406.
- Le bloc suivant (**Peak radio voice BHE converted to Mbit/s**) prend le maximum des deux blocs précédents, soit des lignes 936 et 939).
- Les deux blocs suivants (**Total BSC, BSC-MSC and BSC-SGSN load in the voice/data busy hour (Mbit/s)**) font la somme des blocs (**Downlink BSC, BSC-MSC and BSC-SGSN data Mbit/s in the voice/data busy hour** (lignes 910 à 914)) et des blocs (**Radio Voice BHE converted to Mbit/s in the voice/data busy hour** (lignes 935 à 939))..
- Le dernier bloc (**Peak load BSC, BSC-MSC and BSC-SGSN data Mbit/s**) prend le maximum des deux blocs précédents, soit des lignes 945 et 948.

*11. Network load for RNC, RNC-MSC and RNC-SGSN*

- Cette sous-section calcule le trafic issu du réseau radio qui va devoir transiter entre les RNC et les autres équipements du cœur de réseau.
- Les étapes de calculs sont les mêmes que dans la sous-section précédente. Vient en plus se rajouter la prise en compte, comme vu dans la sous-section 9, le facteur d'ajustement, pour les appels voix 3G, qu'il faut prendre en compte afin de caractériser le soft-handover sur cette technologie.

*12. Network load for MSC-MSC and SGSN-GGSN*

- Cette sous-section calcule en Mbit/s le trafic issu du réseau cœur (donc différent du trafic issu du réseau radio pris en compte dans les sections précédentes, du à une éventuelle différence de parts de marché entre le réseau radio et le réseau cœur tel que vu en partie 3 sous-section 1) qui va devoir transiter entre les équipements MSC, SGSN ou GGSN.
- Les deux premiers blocs (**Core Busy Hours Erlangs including ring time in the voice/data busy hour**) calculent le volume d'Erlangs qui va devoir passer dans le cœur de réseau, en distinguant la BH voix et la BH data

- Le calcul se base principalement sur les données calculées aux lignes 587 à 601 (BH voix) et 605 à 619 (BH data) qu'on divise par le nombre de Radio Erlangs par Erlang tel que défini aux cellules J569 à J574
- Un calcul différent est fait aux lignes 1044 à 1049 (BH voix) et 1062 à 1067 (BH Data) étant donné que comme vu dans la sous-section 3, les appels *voicemail retrieval* ou *incoming voicemail* n'utilisant pas de Radio Erlang, les calculs se font ici sur la base des volumes calculés aux lignes 540 à 545 (BH voix) et 558 à 563 (BH Data), en incluant la durée des appels (lignes 582 à 583), le taux de succès des appels (H573 à H574), le temps de sonnerie (I573 à I574) et le nombre de radio Erlang par Erlang utilisé par les types d'appels (J573 à J574). Une distinction est à nouveau faite entre la BH Voix et la BH Data.
- Le bloc suivant (**Voice traffic conversion from Erlangs to Mbit/s**) convertit, si nécessaire l'utilisation en Erlang d'un appel voix en une utilisation en Mbit/s. Pour la 3G et la 4G, les paramètres UMTS.channel.rate (onglet *NetworkDesignInputs!H885*) et LTE.channel.rate (onglet *NetworkDesignInputs!H997*) définissent déjà une utilisation en Mbit/s. Pour le GSM, le calcul se fait sur la base des paramètres GSM.channel.rate (onglet *NetworkDesignInputs!L837*) et Kbits\_s.per.Mbits\_s (onglet *Lists!B370*)
- Le bloc suivant (**Proportion conveyed between non-colocated MSCs**) définit la proportion de chaque type de trafic voix qui transite entre des MSC qui ne sont pas colocalisés.
  - Ces paramètres sont définis dans l'onglet *NetworkDesignInputs!H1470:H1484*
- Les deux blocs suivants (**Core-core Voice BHE converted to Mbit/s in the voice/data busy hour**) calculent le volume de trafic voix en Mbit/s qui va transiter entre MSC non colocalisés.
  - Ce calcul se base donc sur les données de volumes calculés aux lignes 1035 à 1049 (BH voix) et 1053 à 1067 (BH data) multipliés par le facteur de conversion entre Erlang et Mbit/s (H1071 à H1085) et multipliés par la part du trafic qui transite entre MSC non colocalisés.
- Le bloc suivant (**Proportion conveyed between non-colocated SGSN and GGSNs**) définit la proportion de chaque type de trafic

data qui transite entre des SGSN ou GGSN qui ne sont pas colocalisés.

- Ces paramètres sont définis dans l'onglet *NetworkDesignInputs!H1487*

- Les deux blocs suivants (**downlink MSC-MSC and SGSN-GGSN data in Mbit/s in the voice/data busy hour**) calculent le volume de trafic data en Mbit/s qui va transiter entre SGSN et GGSN non colocalisés
  - Ce calcul se base donc sur les données de volumes calculés aux lignes 711 à 716 (BH Voix) et 720 à 725 (BH data) que l'on multiplie la part de trafic qui transite entre SGSN et GGSN non colocalisés
- Le dernier bloc (**Peak downlink MSC-MSC and SGSN-GGSN data Mbit/s**) prend le maximum des deux blocs précédents, soit des lignes 1122 et 1125.
- Les deux blocs suivants (**Total MSC-MSC and SGSN-GGSN load in the voice/data busy hour (Mbit/s)**) font la somme des blocs (**Core-core Voice BHE converted to Mbit/s in the voice/data busy hour** (lignes 1105 à 1109) et des blocs (**Downlink MSC-MSC and SGSN-GGSN data Mbit/s in the voice/data busy hour** (lignes 1121 à 1125)).
- Le dernier bloc (**Peak MSC-MSC and SGSN-GGSN load in the busy hour (Mbit/s)**) prend le maximum des deux blocs précédents, soit des lignes 1131 et 1134.

### 13. Network load for other core platforms

- Cette sous-section calcule, en fonction des unités d'utilisation des différents équipements, la capacité qui va transiter sur chaque équipement.
- Le premier bloc (**For data servers**) définit les paramètres à prendre en compte pour les équipements dédiés à faire transiter les services de data
- Le second bloc (**For Wholesale Billing System**) définit les paramètres à prendre en compte pour les équipements dédiés à la facturation de la terminaison d'appel vocale mobile
- Le troisième bloc (**For LTE equipment**) rappelle le trafic LTE qui transite dans les plateformes du cœur de réseau (lignes 275)

- Le quatrième bloc (**For MSC/MSS**) calcule le trafic voix et SMS qui va transiter dans les équipements MSC et MSS
- Le bloc suivant (**For interconnection**) définit les paramètres entre l'interconnexion TDM et l'interconnexion IP et calcul le trafic d'interconnexion qui va permettre de dimensionner les équipements correspondants
- Le bloc suivant (**For Full-MVNO and national roaming**) calcul le trafic en provenance des full-MVNO et de l'itinérance nationale pour qui va permettre de dimensionner les équipements correspondants
- Le dernier bloc (**Server list**) calcule, sur la base des paramètres définis dans cette sous-section, pour chaque équipement la capacité à faire transiter.

## 7.2 Onglet NetworkShare

Cet onglet est composé de 9 sous-sections, et vient donc séparer par géotypes les trafics calculés dans l'onglet *NetworkLoad*.

1. *Traffic by geotype*
  - Le premier bloc (**Distribution of load**) rappelle comment est réparti le trafic voix et data entre les différents géotypes vu dans l'onglet *Geotypes*, et calcule comment il est réparti dans les géotypes plus macroscopiques que sont les géotypes pour BSC/RNC/Core. En effet, il n'est pas nécessaire de faire dans le cas de ces équipements une distinction entre les zones blanches ou les zones de déploiement prioritaire.
    - Le lien entre géotypes et géotypes BSC/RNC/Core est défini dans l'onglet *Lists!B315:B330*
    - La répartition du trafic dans ces différents géotypes a été vue dans l'onglet *Op.selected!H401:H416*, qui vient elle-même de l'onglet *Op.nom de l'opérateur qui a été sélectionné* (colonnes H et I, lignes 58 à 73) et est ensuite regroupé au sein des six géotypes BSC/RNC/Core.
  - Le second bloc (Special sites layer (**Micro sites**) **share of traffic**) traite le cas spécial des sites spéciaux en répartissant le trafic qui y transite.

- On définit ici que dans la zone métropole 3% du trafic total voix et 3% du trafic total data va transiter dans les sites spéciaux, en précisant que ce trafic n'est présent que dans les géotypes Dense et Urbain, et qu'ils représentent respectivement 35% et 65% de ces 3%.
- On en détermine donc aux cellules I23 et I24 la part de trafic dans le géotype dense qui transite pas les sites spéciaux, et aux cellules J23 et J24 la part de trafic dans le géotype urbain qui transite par les sites spéciaux.

2. *Coverage by geotype* • Comme détaillé dans un onglet précédent, la spécificité « shut-down » n'étant pas ici employée, le premier bloc n'est pas utilisé.

- Le second bloc (**Population covered by technology (share of geotype)**) rappelle, pour chaque géotype, et pour chaque technologie, le pourcentage de la population couverte. Ces données sont issues, pour le GSM de l'onglet *Op.selected!H425:BF440*, elles mêmes issues de l'onglet *Op.nom de l'opérateur qui a été sélectionné* (lignes 81 à 96). La méthode est utilisée pour l'UMTS R99, le HSPA et le LTE
- Le troisième bloc (**Distribution of network traffic (un-normalised)**) sépare le trafic voix et data en fonction des géotypes et des technologies, sur la base de la répartition de la couverture de la population par technologie et géotype d'une année donnée (dans le cas présent 2010).
  - Ce calcul se base sur la répartition de la population couverte par géotype et par technologie rappelée dans la section précédente, que l'on multiplie par la part de trafic voix ou data dans chaque géotype (tel que vu aux lignes 11 et 12), et que l'on divise par la répartition de la couverture de la population par technologie et par géotype (tel que vu en colone AB, lignes 41 à 110)
- Le quatrième bloc (**Distribution of network traffic (normalised)**) répartit le trafic voix et data calculé dans le bloc précédent en faisant en sorte que le total pour une année donnée (pour une technologie) donne 100%. Il s'agit donc de prendre le pourcentage obtenu pour un géotype et de le diviser par le pourcentage total des géotypes.
- Le cinquième bloc (**Distribution of network traffic share including special sites**) calcule la répartition du trafic voix et data par technologie et par géotype en y incluant le trafic

provenant des sites spéciaux. Comme détaillé ci-dessus, ceci vient donc faire augmenter la part de trafic dans les géotypes dense et urbain et vient créer du trafic dans le géotype special sites

3. *Network GSM voice traffic by geotype*
  - Le premier bloc (**Network voice BHE in the voice busy hour**) rappelle le trafic calculé dans l'onglet *NetworkLoad!H734:BF734*
  - Le second bloc (**Network voice BHE in the voice busy hour by geotype**) répartit le trafic voix GSM du bloc précédent précédent par géotype sur la base de la distribution du trafic qui inclut le trafic provenant des sites spéciaux (lignes 413 à 428).
4. *Network UMTS R99 voice traffic by geotype*
  - Le premier bloc (**Network BHE in the busy hour**) rappelle le trafic calculé dans l'onglet *NetworkLoad!H771:BF773*
  - Le second bloc (**Network BHE in the busy hour by geotype**) répartit le trafic R99 du bloc précédent précédent par géotype sur la base de la distribution du trafic voix et Data qui inclut le trafic provenant des sites spéciaux (lignes 431 à 446 pour la voix et lignes 504 à 519 sur la data).
5. *Network HSPA traffic by geotype*
  - Le premier bloc (**Network HSDPA Mbit/s in the busy hour**) rappelle le trafic calculé dans l'onglet *NetworkLoad!H778:BF778*
  - Le second bloc (**Network HSDPA Mbit/s in the busy hour by geotype**) répartit le trafic HSDPA du bloc précédent précédent par géotype sur la base de la distribution du trafic Data qui inclut le trafic provenant des sites spéciaux (lignes 522 à 537).
  - Le troisième bloc (**Network HSUPA Mbit/s in the busy hour**) rappelle le trafic calculé dans l'onglet *NetworkLoad!H779:BF779*
  - Le second bloc (**Network HSUPA Mbit/s in the busy hour by geotype**) répartit le trafic HSUPA du bloc précédent précédent par géotype sur la base de la distribution du trafic Data qui inclut le trafic provenant des sites spéciaux (lignes 522 à 537).
6. *Network LTE traffic by geotype*
  - Le premier bloc (**Network LTE Mbit/s in the busy hour**) rappelle le trafic calculé dans l'onglet *NetworkLoad!H787:BF787*
  - Le second bloc (**Network LTE Mbit/s in the busy hour by geotype**) répartit le trafic LTE du bloc précédent par géotype sur la base de la distribution du trafic Data qui inclut le trafic provenant des sites spéciaux (lignes 540 à 555).

7. *Network traffic*
  - Dans cette sous-section on ne fait pas de répartition par technologie car

*into backhaul*

on suppose que le lien de collecte est le même quelque que soit la technologie, et on considère également que dans le cas d'un site multi-technologie il n'y a qu'un seul lien de collecte.

- Le premier bloc (**Peak Load in the busy hour for the network, Mbit/s**) rappelle le trafic calculé dans l'onglet *NetworkLoad!H883:BF883* (pour le total) et *NetworkLoad!H888:BF888* (pour le trafic par service et par technologie)
- Le second bloc (**Geotype split of this traffic**) répartit les trafics du backhaul du bloc précédent par géotype sur la base de la distribution du trafic voix et Data qui inclut le trafic provenant des sites spéciaux (lignes 409 à 555).
- Le troisième bloc (**Peak load in the busy hour for the network into backhaul, Mbit/s**) calcule, sur la base du premier et du second bloc le trafic maximum qui sera écoulé dans chaque géotype.

8. *Network traffic for BSC, BSC-MSC and BSC-SGSN*

- Non nécessaire car les BSC sont dimensionnés sur un nombre de TRX qui a déjà été calculé précédemment

9. *Network traffic for RNC, RNC-MSC and RNC-SGSN*

- Dans cette sous-section on ne fait pas de répartition par technologie car on suppose que le lien de transmission est le même quelque que soit la technologie.
- Le premier bloc (**Peak RNC load in the busy hour for the network, Mbit/s**) rappelle le trafic calculé dans l'onglet *NetworkLoad!H1025:BF1027*
- Le second bloc (**Geotype split of this traffic**) répartit les trafics du bloc précédent par géotype sur la base de la distribution du trafic voix UMTS et Data HSPA qui inclut le trafic provenant des sites spéciaux (lignes 431 à 446 pour la voix UMTS et lignes 522 à 537 pour la data HSPA).
- Le troisième bloc (**Peak RNC, RNC-MSC and MSC-SGSN load in the busy hour for the network, Mbit/s**) calcule, sur la base du premier et du second bloc le trafic maximum qui sera écoulé dans chaque géotype, pour après faire l'agrégation selon les géotypes BSC/RNC/Core

## 8 Paramètres et modélisation du réseau

Les onglets du fichier Excel ici présentés sont ceux référencés comme « NetworkDesignInputs », « NetworkUtil », « NwDsRadioCovOutdoor », « NwDsRadioCovIndoor » et « NewDesLoad ».

Les deux premiers onglets seront regroupés dans la partie relative aux paramètres du réseau. En effet, le premier onglet (*NetworkDesignInputs*) rappelle ou définit les paramètres de modélisation du réseau radio et du cœur de réseau. Le second onglet (*NetworkUtil*) rappelle ou définit les facteurs d'utilisation des équipements du réseau radio et du réseau cœur, également repris de l'onglet *Op.nom de l'opérateur*.

Pour partie, ces paramètres, qui sont essentiellement spécifiques à chaque opérateur, sont repris de ceux détaillés dans la feuille *Op.selected* eux mêmes repris de l'onglet *Op.nom de l'opérateur sélectionné*

Les trois autres onglets seront regroupés dans la partie relative à la construction du réseau radio. Les troisième et quatrième onglets (*NwDsRadioCovOutdoor* et *NwDsRadioCovIndoor*) calculent pour chaque technologie, en fonction de la couverture surfacique du territoire de chaque opérateur, le nombre de sites correspondants. Enfin, le cinquième onglet (*NewDesLoad*) calcule le nombre de sites de capacité, de liens de transmission et d'équipements BSC, RNC, MSC, SGSN, GGSN, ... nécessaires pour écouler la totalité du trafic dans le réseau.

### 8.1 Paramètres du réseau

Les deux onglets suivants rappellent ou définissent les paramètres qui vont être utilisés dans la modélisation du réseau radio et du cœur de réseau.

#### 8.1.1 Onglet *Network design inputs*

Cet onglet est composé de 16 sous-sections

1. *Coverage*
  - Cette sous-section rappelle les principaux paramètres relatifs à la couverture du réseau qui seront utilisés pour la modélisation, qui sont pour la plupart repris de l'onglet *Op.selected* eux-mêmes repris de l'onglet *Op.nom de l'opérateur sélectionné* (section 6 du premier onglet et section 2 du second onglet)
  - Le premier bloc (**Cell radius by frequency (km)**) rappelle les rayons de cellule de couverture par bande de fréquence, selon que la couverture soit outdoor ou indoor, et ce pour chaque géotype
    - Ces données proviennent de l'onglet *Op.selected!H621:M656*, elles mêmes provenant de l'onglet *Op.nom de l'opérateur*

*sélectionné* (aux lignes 277 à 312).

- Le second bloc (**Cell ‘pi’ [5]**) est utilisé pour calculer la surface d’une cellule en km<sup>2</sup>.
- Le troisième bloc (**Cell area by frequency (sq km)**) calcule, sur la base des deux premiers la surface couverte, en km<sup>2</sup>, par un site, par bande de fréquence. Une distinction est ici faite entre indoor et outdoor.
- Le quatrième bloc (**Frequency used to deploy coverage extended in each year**) rappelle pour chaque technologie quelle bande de fréquence est utilisée chaque année pour le déploiement des sites de couverture.
  - Ces données proviennent de l’onglet *Op.selected!H663:BF730*, elles mêmes provenant de l’onglet *Op.nom de l’opérateur sélectionné* (aux lignes 315 à 385).
- Le cinquième bloc (**Area of sites used for coverage in each year (sq km)**) détermine pour chaque technologie, sur la base des données issues des deux blocs précédents, la surface d’un site utilisé pour faire de la couverte. Une distinction est ici faite entre indoor et outdoor

## 2. Spectrum

- Cette sous-section rappelle les principaux paramètres relatifs à l’utilisation des fréquences qui seront utilisés pour la modélisation, qui sont pour la plupart repris de l’onglet *Op.selected* eux-mêmes repris de l’onglet *Op.nom de l’opérateur sélectionné* (section 6 / 2)
- Le premier bloc (**Paired spectrum (2x MHz)**) rappelle les quantités de fréquences qui seront utilisées pour les sites de couverture et de capacité, en fonction de la technologie.
  - Ces données proviennent de l’onglet *Op.selected!H733:BF850*, elles mêmes provenant de l’onglet *Op.nom de l’opérateur sélectionné* (aux lignes 389 à 506).
- Le bloc suivant (**Size of a channel**) définit la taille, en MHz, d’un canal ou d’une porteuse en GSM, UMTS/HSPA et LTE
- Le bloc suivant (**Number of channel available**) calcule, pour chaque géotype, sur la base des deux blocs précédents, le nombre de canaux/porteuses disponibles pour chaque technologie en distinguant une utilisation de couverture ou de capacité.

- Le bloc suivant (**Reservation of UMTS channels for UMTS, not HSPA**) rappelle le nombre de porteuses UMTS/HSPA qui sont réservées pour le trafic R99, que ce soit sur la couche de couverture ou la couche de capacité.
  - Ces données proviennent de l'onglet *Op.selected/H855:BF887*, elles mêmes provenant de l'onglet *Op.nom de l'opérateur sélectionné* (aux lignes 509 à 543).
- Le bloc suivant (**Number of channels for load**) calcule le nombre de porteuses qui sont disponibles par technologie dans la couche de couverture ou dans la couche de capacité. C'est identique au bloc (Number of channels available) pour le GSM et le LTE. Pour l'UMTS/HSPA, est pris en compte le fait que des porteuses puissent être réservées uniquement au trafic R99.

### 3. GSM capacity

- Cette sous-section rappelle les principaux paramètres relatifs aux sites GSM qui seront utilisés pour la modélisation, qui sont pour la plupart repris de l'onglet *Op.selected* eux-mêmes repris de l'onglet *Op.nom de l'opérateur sélectionné* (section 6 / 2)
- Le premier bloc (**GSM reuse factor [5]**) détermine le facteur de réutilisation des canaux GSM qui permet d'éviter les brouillages entre canaux
- Le second bloc (**GSM sectorisation (sectors per BTS) [2]**) détermine le nombre moyen de secteurs sur un site 2G en fonction du géotype
- Le second bloc (**Max TRX per BTS (physical limit) [2]**) détermine le nombre maximum de TRX qui peuvent être utilisés pour un secteur ainsi que le facteur d'utilisation de ces TRX (J781 à J796), pour en calculer une limite effective (J781 à J796)
- Le troisième bloc (**Max TRX per sector**) calcule le nombre maximum de TRX qui peuvent être utilisés par secteur en fonction du géotype, en prenant le minimum entre, d'une part, les cellules J781 à J796 et, d'autre part, le nombre de canaux disponibles sur les sites GSM de couverture (lignes 601 à 616) divisé par le facteur de réutilisation des canaux GSM du premier bloc de cette sous section. Ce calcul est fait pour la couche de capacité et la couche de couverture.
- Le bloc suivant (**GSM channelisation [1, 5]**) définit les paramètres de canalisation

- En cellule H837 on indique que par secteur, un canal est réservé pour le trafic GPRS/EDGE
- En cellule I837 on indique que par TRX, un demi canal est réservé pour la signalisation
- En cellules L837 à O837 on indique le débit en kbit/s que va occuper un canal voix, un canal GPRS ou un canal EDGE, ce qui permet de définir le ratio entre GPRS et EDGE
- Toutes ces données sont renseignées ici, soit sur la base de paramètres techniques génériques, soit sur la base de données des opérateurs
- 
- Le bloc suivant (**GSM blocking probability** [1, 5]) détermine le pourcentage des appels sortants qui ne seront pas livrés. Cette donnée est renseignée ici, soit sur la base des données des opérateurs, soit sur la base d'estimation.
- Le bloc suivant (**Erlang capacity, including TRX utilisation factor, per site**) calcule, pour un site GSM dans chaque géotype la capacité, en Erlang, qu'il peut faire transiter
  - Ce calcul va trouver dans la table d'Erlang (onglet *Erlang!G4337:K7195*) le nombre de TRX par secteur (blocs **Max TRX per sector** aux lignes 798 à 815), et lit selon la probabilité de blocage (cellule H841) le nombre d'Erlangs correspondants par secteur. Ce nombre prend en compte dans la table d'Erlang les canaux réservés pour le GPRS et la signalisation. Comme on obtient une valeur de capacité théorique par secteur, on la multiplie par l'utilisation des TRX (Utilisation.TRX de l'onglet *NetworkUtil!I7:I22*) pour avoir une capacité réelle et par le nombre de secteurs par site (bloc **GSM Sectorisation (sectors per BTS)** aux lignes 761 à 776) pour avoir une capacité par site.

4. *UMTS capacity* • Cette sous-section rappelle les principaux paramètres relatifs aux sites UMTS qui seront utilisés pour la modélisation, qui sont pour la plupart repris de l'onglet *Op.selected* eux-mêmes repris de l'onglet *Op.nom de l'opérateur sélectionné* (section 6 / 2)

- Le premier bloc (**UMTS R99 channel rate, Mbit/s** [1, 5]) précise le débit en Mbit/s que va occuper un canal UMTS R99. Cette

donnée est renseignée, soit sur la base de paramètres techniques génériques, soit sur la base de données des opérateurs.

- Le second bloc (**UMTS cell type**) détermine le type de cellules (Macro, micro, ...) utilisées en fonction des géotypes. Le choix de configuration est fait ici et sera donc le même pour tous les opérateurs.
- Le bloc suivant (**UMTS sectorisation** [2]) détermine le pourcentage de soft et softer handover dans le réseau. Un soft handover se fait entre deux sites, l'information remontant jusqu'au RNC. Un softer handover se fait entre les secteurs d'un même site, l'information ne remontant pas au RNC. Ces données sont renseignées ici, soit sur la base des données des opérateurs, soit sur la base d'estimation.
- Le bloc suivant (**Number of R99 signalling channels per carrier** [1, 5]) détermine le nombre de canaux par porteuse R99 qui sont réservés pour la signalisation. Cette donnée est renseignée, soit sur la base de paramètres techniques génériques, soit sur la base de données des opérateurs
- Les deux blocs suivants (**Minimum/Maximum number of R99 traffic channels per carrier** [1, 5]) déterminent le nombre minimum et maximum de canaux par porteuse R99 qui sont utilisés pour le trafic.
- Le bloc suivant (**UMTS blocking probability** [1, 5]) détermine le pourcentage des appels sortants qui ne seront pas livrés. Cette donnée est renseignée ici, soit sur la base des données des opérateurs, soit sur la base d'estimation.
- Le bloc suivant (**R99 Erlang capacity per carrier**) calcule la capacité en Erlang d'une porteuse R99
  - Ce calcul va chercher dans la table d'Erlang (onglet *Erlang!D8:H4324*) le nombre de porteuses par secteur (cellule H916), et lit selon la probabilité de blocage (cellule H919) le nombre d'Erlangs correspondants par secteur.
- Le bloc suivant (**R99 Erlang capacity, including CE and nodeB utilisation factor, per site**) calcule, pour un site R99 dans chaque géotype la capacité, en Erlang, qu'il peut faire transiter.
  - Ce calcul se base sur le nombre de porteuse (carrier) UMTS disponible pour la couverture

(Channel.UMTS.Coverage aux lignes H635 à 650) multiplié par la capacité en Erlang d'une porteuse R99 (bloc précédent, cellule H922) multiplié par le facteur d'utilisation des channel elements (Utilisation.CE qui sera détaillé dans l'onglet *NetworkUtil!K7:K22*) multiplié par le facteur d'utilisation d'un nodeB (Utilisation.NodeB qui sera détaillé dans l'onglet *NetworkUtil!J7:J22*). Ce calcul est fait pour la couche de couverture et la couche de capacité.

- Le bloc suivant (Channel kit size in CE [5]) représente l'actif acheté. Ce Channel kit (CK) est composé de Channel Element (CE) qui sont eux utilisés pour dimensionner le réseau. On détermine donc ici combien de CE comporte chaque CK

#### 5. HSPA capacity

- Cette sous-section rappelle les principaux paramètres relatifs aux sites HSPA qui seront utilisés pour la modélisation, qui sont pour la plupart repris de l'onglet *Op.selected* eux-mêmes repris de l'onglet *Op.nom de l'opérateur sélectionné* (section 6 / 2)
- Le premier bloc (**HSPA ladder rate, peak to achieved rate** [1]) définit le facteur entre débit théorique et débit pratique. Ici, il est ainsi considéré que dans la pratique, 40% du débit théorique sera délivré. Cette donnée est renseignée ici, soit sur la base des données des opérateurs, soit sur la base d'estimations.
- Les deux blocs suivants (**HSDPA/HSUPA ladder, per carrier** [5]) définissent les évolutions technologiques en termes de débit par porteuse, en Mbit/s. Cette donnée est renseignée ici, soit sur la base de paramètres techniques génériques, soit sur la base de données des opérateurs.

#### 6. LTE capacity

- Cette sous-section rappelle les principaux paramètres relatifs aux sites LTE qui seront utilisés pour la modélisation, qui sont pour la plupart repris de l'onglet *Op.selected* eux-mêmes repris de l'onglet *Op.nom de l'opérateur sélectionné* (section 6 / 2)
- Le premier bloc (**LTE channel rate, Mbit/s** [1, 5]) précise le débit en Mbit/s que va occuper un canal voix LTE. Cette donnée est renseignée, soit sur la base de paramètres techniques génériques, soit sur la base de données des opérateurs.
- Le bloc suivant (**LTE ladder rate, peak to achieved rate** [1]) définit le facteur entre débit théorique et débit pratique. Ici, il est ainsi considéré que dans la pratique, 40% du débit théorique sera

délivré. Cette donnée est renseignée ici, soit sur la base des données des opérateurs, soit sur la base d'estimation.

- Le bloc suivant (**LTE ladder, per 2x5MHz carrier** [5]) définit les évolutions technologiques en termes de débit par porteuse, en Mbit/s. Cette donnée est renseignée ici, soit sur la base de paramètres techniques génériques, soit sur la base de données des opérateurs.
- Le bloc suivant (**LTE cell type**) détermine le type de cellules (Macro, mirco, ...) utilisées en fonction des géotypes. Le choix de configuration est fait ici et sera donc le même pour tous les opérateurs.

#### 7. Physical sites

- Cette sous-section définit les principaux paramètres relatifs aux sites physiques qui seront utilisés pour la modélisation.
- Le bloc (**Proportion of sites that are available for co-located multi technology sites, remainder are deployed as simple technology sites** [1]) détermine, d'une part, pour les sites GSM/UMTS, pour chaque année et dans chaque géotype le pourcentage de sites qui pourront accueillir des équipements des deux technologies, et, d'autre part, pour le LTE, dans chaque géotype le pourcentage de sites qui seront colocalisés avec les sites GSM/UMTS existants. L'utilisation de ces paramètres est détaillée dans l'onglet *NwDsLoad* sous-section 6)

#### 8. LMA and hub to core

- Cette sous-section rappelle les principaux paramètres relatifs aux liens de capillarité et de collecte qui seront utilisés pour la modélisation, qui sont pour la plupart repris de l'onglet *Op.selected* eux-mêmes repris de l'onglet *Op.nom de l'opérateur sélectionné* (section 8 / 4)
- Le premier bloc (**LMA link rates** [5]) détermine les différents niveaux de débits, en Mbit/s, qui pourront être utilisés dans le modèle, en distinguant ATM/SDH/PDH et Ethernet.
- Le second bloc (**LMA : select transmission protocole used**) reprend les données de l'onglet *Op.selected!H1060:BF1063*, elles-mêmes reprises de l'onglet *Op.nom de l'opérateur sélectionné* aux lignes 716 à 719
- Le bloc suivant (**Proportion of sites collocated with Hubs**) reprend les données de l'onglet *Op.selected!H1066:H1081*, elles-mêmes reprises de l'onglet *Op.nom de l'opérateur sélectionné* aux

lignes H722 à H737

- Les blocs suivants (**LMA : proportion of links that are leased/microwave/DSL/fibre – self built**) reprennent les données de l'onglet *Op.selected!H963:BF1056*, elles-mêmes reprises de l'onglet *Op.nom de l'opérateur sélectionné* aux lignes 619 à 712
- Les blocs suivants, correspondant aux liens de transmission entre les HUB et le coeur de réseau reprennent également les données provenant de l'onglet *Op.selected* elles-mêmes provenant de l'onglet *Op. nom de l'opérateur sélectionné*

#### 9. RNC and BSC

- Cette sous-section rappelle les principaux paramètres relatifs aux équipements BSC et RNC qui seront utilisés pour la modélisation, qui sont pour la plupart repris de l'onglet *Op.selected* eux-mêmes repris de l'onglet *Op.nom de l'opérateur sélectionné* (section 8 / 4)
- Le premier bloc (**BSC and RNC Switch locations : number of places where switches are deployed and proportion of capacity served**) reprend les données de l'onglet *Op.selected!H1187:M1192*, elles-mêmes reprises de l'onglet *Op.nom de l'opérateur sélectionné* aux lignes 842 à 847
- Les deux blocs suivants (**BSC/RNC capacity deployed, in TRX**) reprennent les données de l'onglet *Op.selected!H1197:H1202* pour le BSC et *Op.selected!H1212:H1217* pour le RNC, elles-mêmes reprises de l'onglet *Op.nom de l'opérateur sélectionné* aux lignes 850 à 857 pour le BSC et des lignes 865 à 872 pour le RNC

#### 10. BSC-SGSN and BSC-MSC traffic

- Cette sous-section rappelle les principaux paramètres relatifs aux liens de transmission entre BSC-SGSN et BSC-MSC qui seront utilisés pour la modélisation, qui sont pour la plupart repris de l'onglet *Op.selected* eux-mêmes repris de l'onglet *Op.nom de l'opérateur sélectionné* (section 8 / 4)
- Le premier bloc (**BSC-SGSN and BSC-MSC link rates [5]**) détermine les différents niveaux de débits, en Mbit/s, qui pourront être utilisés dans le modèle, en distinguant ATM/SDH/PDH et Ethernet.
- Le second bloc (**Select BSC-Core transmission protocole used**) reprend les données de l'onglet *Op.selected!H1207:BF1208*, elles-mêmes reprises de l'onglet *Op.nom de l'opérateur sélectionné* aux lignes 860 à 863

- Le troisième bloc (**Redundancy of SGSN and MSC links per BSC (i.e. number of nodes connected [1, 5])**) détermine le facteur de redondance pour assurer une sécurisation dans les liens de transmission. Cette donnée est renseignée ici, soit sur la base des données des opérateurs, soit sur la base d'estimation.
11. *RNC-SGSN and RNC-MSC trafic*
- Cette sous-section rappelle les principaux paramètres relatifs aux liens de transmission entre RNC-SGSN et RNC-MSC qui seront utilisés pour la modélisation, qui sont pour la plupart repris de l'onglet *Op.selected* eux-mêmes repris de l'onglet *Op.nom de l'opérateur sélectionné* (section 8 / 4)
  - Le premier bloc (**RNC-SGSN and RNC-MSC link rates [5]**) détermine les différents niveaux de débits, en Mbit/s, qui pourront être utilisés dans le modèle, en distinguant ATM/SDH/PDH et Ethernet.
  - Le second bloc (**Redundancy of SGSN and MSC links per RNC (i.e. number of nodes connected [1, 5])**) détermine le facteur de redondance pour assurer une sécurisation dans les liens de transmission. Cette donnée est renseignée ici, soit sur la base des données des opérateurs, soit sur la base d'estimation.
  - Le troisième bloc (**Select BSC-Core transmission protocole used**) reprend les données de l'onglet *Op.selected!H1222:BF1223*, elles-mêmes reprises de l'onglet *Op.nom de l'opérateur sélectionné* aux lignes 877 à 878
12. *Satellite and inter islands links (only relevant for outremer operators)*
- Cette sous-section rappelle les principaux paramètres relatifs aux liens de transmission inter îles existants pour les opérateurs ultramarins qui seront utilisés pour la modélisation, qui sont pour la plupart repris de l'onglet *Op.selected* eux-mêmes repris de l'onglet *Op.nom de l'opérateur sélectionné* (section 8 / 4)
  - Le premier bloc (**Launch date of service in Mayotte**) reprend les données de l'onglet *Op.selected!H1228*, elles-mêmes reprises de l'onglet *Op.nom de l'opérateur sélectionné* en cellule H883
  - Le deuxième bloc (**Inter-island protocole for links**) reprend les données de l'onglet *Op.selected!H1231:BF1231*, elles-mêmes reprises de l'onglet *Op.nom de l'opérateur sélectionné* à la ligne 886
  - Le troisième bloc (**Inter island link rates [5]**) détermine les différents niveaux de débits, en Mbit/s, qui pourront être utilisés

dans le modèle, en distinguant ATM/SDH/PDH et Ethernet.

- Le quatrième bloc (**Percentage of total traffic between (only relevant for Antilles-Guyane operator)**) reprend les données de l'onglet *Op.selected!H1236:BF1238*, elles-mêmes reprises de l'onglet *Op.nom de l'opérateur sélectionné* aux lignes 889 à 893
- Le dernier bloc (**Redundancy factor**) reprend les données de l'onglet *Op.selected!H1244:BF1244*, elles-mêmes reprises de l'onglet *Op.nom de l'opérateur sélectionné* aux lignes 895 à 899

13. *MSC-MSC and SGSN-SGSN traffic and distance of core fibre rings, including links to remote BSC/RNC*

- Cette sous-section rappelle les principaux paramètres relatifs aux liens de transmission entre MSC-MSC, SGSN-SGSN ainsi que des boucles fibres (backbone) qui seront utilisés pour la modélisation, qui sont pour la plupart repris de l'onglet *Op.selected* eux-mêmes repris de l'onglet *Op.nom de l'opérateur sélectionné* (section 8 / 4)
- Le premier bloc (**Number of core rings**) reprend les données de l'onglet *Op.selected!H1250:H1255*, elles-mêmes reprises de l'onglet *Op.nom de l'opérateur sélectionné* aux lignes 904 à 909
- Les deux blocs suivants (**Proportion of voice/data conveyed across MSC-MSC/SGSN-SGSN links**) reprennent les données de l'onglet *Op.selected!H1259:H1275*, elles-mêmes reprises de l'onglet *Op.nom de l'opérateur sélectionné* aux lignes 911 à 930
- Le bloc suivant (**MSC-MSC and SGSN-GGSN link rates [5]**) détermine les différents niveaux de débits, en Mbit/s, qui pourront être utilisés dans le modèle, en distinguant ATM/SDH/PDH et Ethernet.
- Le bloc suivant (**Select MSC-MSC and SGSN-GGSN transmission protocole used**) reprend les données de l'onglet *Op.selected!H1280:BF1281*, elles-mêmes reprises de l'onglet *Op.nom de l'opérateur sélectionné* aux lignes 934 à 935
- Le dernier bloc (**Distance of core fibre rings, including links to remote BSC/RNC**) reprend les données de l'onglet *Op.selected!H1285:H1286*, elles-mêmes reprises de l'onglet *Op.nom de l'opérateur sélectionné* aux lignes 979 à 980

14. *Swiches and servers*

- Cette sous-section rappelle les principaux paramètres relatifs aux équipements Switches et serveurs qui seront utilisés pour la modélisation, qui sont pour la plupart repris de l'onglet *Op.selected* eux-mêmes repris de l'onglet *Op.nom de l'opérateur*

sélectionné (section 9 / 5)

- Les données de la colonne H1522 à H1551 sont reprises de l'onglet *Op.selected!H1294:H1223*, elles-mêmes reprises de l'onglet *Op.nom de l'opérateur sélectionné* aux lignes 986 à 1017
- Les données de la colonne J1522 à J1551 déterminent le nombre minimum de chaque équipement qui doit être déployé dans le réseau. Cette donnée est renseignée ici, soit sur la base des données des opérateurs, soit sur la base d'estimation.
- Les données de la colonne K1522 à K1551 déterminent le facteur de redondance qui est prévu pour chacun de ces équipements. Cette donnée est renseignée ici, soit sur la base des données des opérateurs, soit sur la base d'estimation.

#### 15. Unit costs

- Cette sous-section rappelle les coûts unitaires des équipements qui seront utilisés dans le calcul des coûts, qui sont repris de l'onglet *Op.selected!H1378:H1627*, eux-mêmes repris de l'onglet *Op.nom de l'opérateur sélectionné* aux lignes I1070 à I1320 (section 11 / 7)

#### 16. Licence fees

- Cette sous-section rappelle les frais relatifs aux coûts d'acquisition des licences qui seront utilisés dans le calcul des coûts, qui sont repris de l'onglet *Op.selected!H1635:BF1645*, eux-mêmes repris de l'onglet *Op.nom de l'opérateur sélectionné* aux lignes 1328 à 1338 (section 12 / 8)

### 8.1.2 Worksheet NetworkUtil

#### 1. Network capacity utilisation factors for calibration

- Cette feuille rappelle les facteurs d'utilisation des équipements du réseau radio et des équipements du cœur de réseau qui seront utilisés pour la modélisation, qui sont repris de l'onglet *Op.selected!H1334:M1368*, eux-mêmes repris de l'onglet *Op.nom de l'opérateur sélectionné* aux lignes 1024 à 1062 (section 10)

### 8.2 Modélisation du réseau

Dans un premier temps, la construction du réseau radio va se faire en calculant le nombre de sites nécessaires, par technologie, pour répondre aux obligations réglementaires de couverture, avant de venir rajouter les sites nécessaires pour faire transiter le trafic client et de dimensionner les liens de transmission (capillarité, collecte, backbone) et les équipements de cœur de réseau.

- L'onglet « NwDsRadioCovOutdoor » calcule pour chaque technologie, en fonction de la couverture surfacique du territoire de chaque opérateur, le nombre de sites correspondants.
- L'onglet (NwDesLoad) calcule le nombre de sites de capacité, de liens de transmission et d'équipements BSC, RNC, MSC, SGSN, GGSN, ... nécessaires pour écouler la totalité du trafic dans le réseau.
- La construction du réseau, pour sa partie radio considère, d'une part, les trois technologies GSM, UMTS et LTE, avec leurs évolutions (GPRS, EDGE, HSPA, ...), et, d'autre part, l'existence de spécificités sur le déploiement des pylônes (mono technologie, multi technologie)

Pour chaque année, le modèle détermine ainsi le nombre d'actifs nécessaire pour répondre aux obligations de couverture ainsi que pour acheminer la totalité du trafic.

En fonction du patrimoine de l'opérateur l'année précédente, le modèle détermine ensuite quels sont les actifs achetés ou décommissionnés. Cela est présenté en section 9.3.

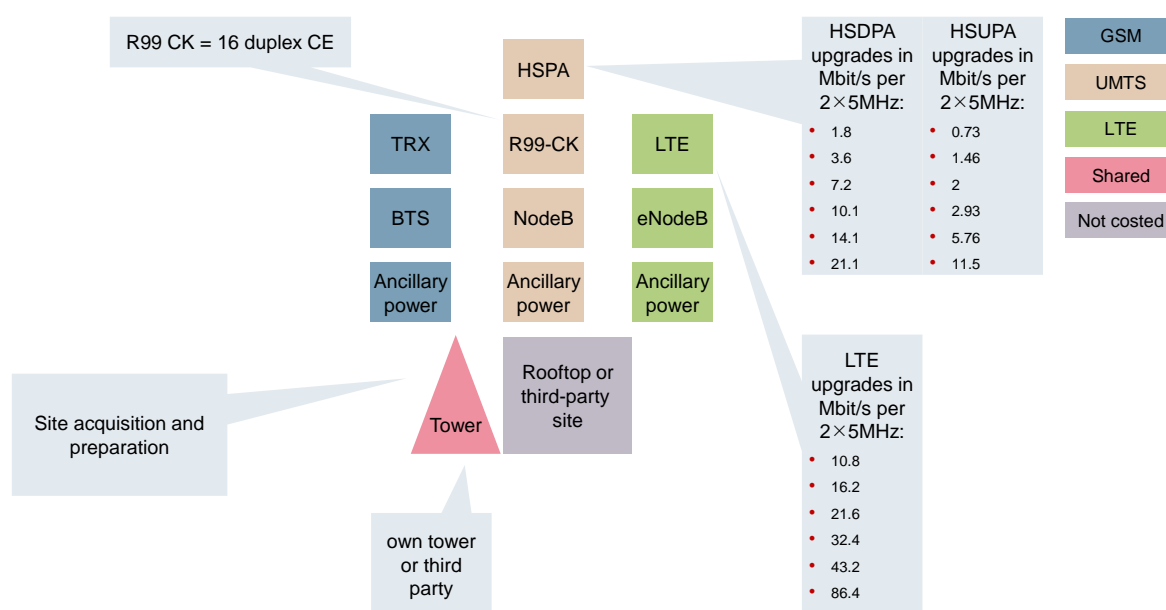


Figure 8.1: Overview of the modelled radio networks [Source: Analysys Mason]

### 8.2.1 Worksheet NwDesRadioCovOutdoor - NwDesRadioCovIndoor

A ce stade, il n'est pas retenu une couverture spécifique en indoor, le ratio entre la couverture outdoor et la couverture indoor est donc égale à 1.

- Les sites, dits « de couverture » sont déployés selon la méthodologie classique afin de satisfaire une contrainte de couverture fixée par géotype, c'est-à-dire avec une superficie à couvrir par géotype et une surface utile par site, déterminée au travers d'un rayon de cellule fonction de la bande de fréquence considérée et du géotype. Ceci s'appliquera séparément pour la 2G (GSM), la 3G (UMTS + HSPA) et la 4G (LTE). Pour chaque technologie, sera définie une fréquence utilisée pour le réseau de couverture sachant qu'elle est susceptible de varier au cours du temps.

Ainsi, les deux onglets NwDsRadioCovOutdoor et NwDsRadioCovIndoor fonctionnent de la même manière, seules seraient susceptibles de changer les hypothèses relatives au type de couverture, c'est à dire le rayon de cellule et le pourcentage de surface couvert par géotype.

1. *Special sites layer network coverage* • Cette sous-section reprend le nombre de sites spéciaux qui figure dans l'onglet *Op.selected!H613:BF616*, lui-même repris de l'onglet *Op.nom de l'opérateur sélectionné* aux lignes 267 à 272.
2. *GSM radio network coverage* • Cette sous-section calcule le nombre de sites nécessaires pour répondre à la couverture surfacique en GSM, sur la base de la fréquence qui a été définie comme étant celle de la couverture GSM (*NetworkDesignInputs* lignes 95 à 112, repris de *Op.selected* lignes 663 à 678, repris de *Op.nom de l'opérateur sélectionné* lignes 319 à 334). Pour le réseau GSM, c'est la bande 900 MHz qui est considérée comme étant la bande de la couche de couverture, la bande 1800 MHz sera celle de la couche de capacité.
  - Le premier bloc (**Area covered by technology (share of geotype)**) rappelle les pourcentages de couverture en surface de chaque géotype, repris de l'onglet *Op.selected!H425:BF440*, eux mêmes repris de l'onglet *Op.nom de l'opérateur sélectionné* aux lignes 79 à 96. Une vérification est faite pour s'assurer qu'il y a bien du trafic qui transite (*Service.load.GSM*, de l'onglet *NetworkLoad!H235:BF235*)
  - Le deuxième bloc (**Area per site for coverage**) rappelle la surface que couvre un site, repris de l'onglet *NetworkDesignInputs!H169:BF184*
  - Le troisième bloc (**Sites for coverage total (macrosites only)**) calcule, sur la base des données des deux blocs précédents et de la surface de chaque géotype (*area\_of\_geotype* de l'onglet

*Geotypes!G8:G23*), le nombre de sites macro nécessaires pour couvrir la surface annoncée.

- Le dernier bloc (**Sites for coverage total (macrosites and microsites)**) calcule, sur la base du bloc précédent et du nombre de sites spéciaux rappelés en sous-section 1, le nombre de sites total de couverture GSM
3. *UMTS radio network coverage* • Mêmes étapes de calcul que la sous-section 2. Dans un premier temps la fréquence de couverture prise en compte est la 2,1 GHz puis passe à la 900 MHz au moment du refarming de cette bande. La bande 2,1 GHz deviendra alors la bande de la couche capacitaire.
4. *HSPA radio network coverage* • Mêmes étapes de calcul que la sous-section 2, et mêmes fréquences dans la sous-section 3.
5. *LTE radio network coverage* • Mêmes étapes de calcul que la sous-section 2. Compte tenu des tests actuellement en cours dans la bande 800 MHz, la fréquence de la couche de couverture sera dans un premier temps la bande 2,6 GHz.

### 8.2.2 Worksheet *NwDesLoad*

Cet onglet calcule le nombre de sites de capacité, de liens de transmission et d'équipements BSC, RNC, MSC, SGSN, GGSN, ... nécessaires pour écouler la totalité du trafic dans le réseau. Il est composé de 14 sous-sections.

Les sous-sections 1 à 5 correspondent aux calculs du nombre de sites nécessaires pour faire transiter le trafic, et ce pour chaque technologie.

La section 6 calcule le nombre de sites physiques qui seront déployés

Les sections 7 à 14 correspondent aux calculs des liens de transmission (capillarité, collecte, backbone) et aux nombres d'équipements de coeur de réseau nécessaires pour faire transiter le trafic.

#### **Sous-sections 1 à 6 : modélisation des sites radio de capacité et des infrastructures pour supporter les sites de couverture et de capacité**

En complément du nombre de sites de couverture, un second ensemble de sites complémentaires, dits de « capacité », peut s'avérer nécessaire pour acheminer le trafic. Ainsi, le nombre de sites de capacité sera dimensionné uniquement en fonction du trafic à transporter dans l'année N.

L'approche de modélisation retenue pour le dimensionnement de la capacité nécessaire pour acheminer le trafic 2G est la suivante :

- le réseau de couverture (déployé par exemple à 900 MHz), constitué par site d'une BTS et du nombre maximum de TRX possible dans la bande de fréquence considérée, offre une certaine capacité pour acheminer le trafic voix ;
- si le trafic voix est inférieur à cette capacité, le nombre de TRX est ajusté à la baisse pour correspondre au nombre réellement nécessaire ;
- sinon, si ce réseau de couverture ne suffit pas à acheminer le trafic voix, une couche de capacité (par exemple à 1800 MHz) sera déployée sous la forme de BTS co-localisées (avec le nombre maximum de TRX possible dans la bande de fréquence considérée) sur le nombre minimal de sites nécessaires dans chaque géotype pour absorber la totalité de ce trafic ;
- si l'ensemble des sites de couverture une fois équipés d'une couche de capacité ne suffisent pas à acheminer le trafic voix, des sites physiques supplémentaires seront déployés, directement avec les deux couches (par exemples 900 et 1800 MHz) dès l'origine, à concurrence du nombre de sites complémentaires nécessaires pour acheminer la totalité du trafic voix.

L'approche de modélisation retenue pour le dimensionnement de la capacité nécessaire pour acheminer le trafic 3G (voix et *data*) est la suivante<sup>3</sup> :

- le réseau de couverture (déployé par exemple dans un premier temps à 2,1 GHz puis à 900 MHz après refarming) offre une certaine capacité pour acheminer le trafic voix, variable en fonction du nombre de porteuses dédiées au trafic voix<sup>4</sup> ;
- si cette capacité est insuffisante pour écouler le trafic voix, le modèle déploiera dans un premier temps des porteuses supplémentaires dans la limite du nombre de porteuses dédiées à la voix ;
- si l'ensemble des sites de couverture, équipés dans les deux bandes de fréquences (ou une seule bande avant refarming), et avec le nombre maximal de porteuses dédiées à la voix, ne suffit pas à acheminer le trafic voix et SMS, des sites physiques supplémentaires seront déployés avec le nombre maximal de porteuses dédiées à la voix dès l'origine, à concurrence du nombre de sites complémentaires nécessaires pour acheminer la totalité du trafic voix.
- en ce qui concerne l'écoulement du trafic de données, les évolutions HSPA seront déployées à une date choisie via un paramètre du modèle. Le nombre de porteuses pouvant servir au trafic HSPA est égale au nombre de porteuses totales dont dispose l'opérateur moins le nombre de porteuses dédiées à la voix<sup>5</sup>. Le modèle déploie autant de porteuses HSPA que nécessaire (dans la mesure du nombre de porteur disponible), tout en considérant, qu'en métropole, à compter de 2013, au minimum deux porteuses doivent être déployée pour permettre aux opérateurs de proposer un débit théorique de 42 Mbit/s. En complément, si la capacité des sites (avec l'évolution la plus récente et le nombre maximum de porteuses disponibles pour le trafic HSPA) ne permet pas de faire face au trafic, alors des sites physiques seront déployés pour acheminer ce trafic.

•

<sup>3</sup> Le dimensionnement des évolutions LTE suit le même principe

<sup>4</sup> Ce nombre est paramétrable ; en pratique, une porteur est dédiée au trafic voix 3G

<sup>5</sup> Si un opérateur dispose de trois porteuses dans la bande 2,1 GHz et qu'une de ces porteuses est dédiée au trafic voix, alors il aura deux porteuses de disponible pour le trafic HSPA

Le dimensionnement des évolutions LTE sera similaire à celui des évolutions HSDPA et HSUPA.

Compte tenu de la possibilité de mutualisation passive (i.e. des sites) mise en œuvre par les opérateurs, un paramètre d'entrée du modèle fixe le pourcentage de sites pouvant être mutualisés entre les différentes technologies (ce point a été abordé dans l'onglet *NetworkDesignInputs* sous-section 7)

*1. GSM capacity calculation*

- Cette sous-section calcule le nombre de sites GSM nécessaires pour acheminer le trafic voix et data 2G. Sur la base de ce nombre de sites est également calculé le nombre de TRX déployés, qui viendra par la suite dimensionner la taille des BSC.
- Le premier bloc (**Sites for coverage**) rappelle le nombre de sites de couverture, outdoor ou indoor, calculé dans les onglets précédents *NwDsRadioCovOutdoor!H76:BF91* et *NwDsRadioCovIndoor!H76:BF91*. Comme indiqué dans la description de ces feuilles, c'est la bande 900 MHz qui sert dans la couche de couverture.
- Le deuxième bloc (**Required sites for coverage**) détermine le nombre de sites nécessaires pour répondre aux besoins de couverture, en prenant le maximum entre le nombre de sites nécessaires pour la couverture outdoor et celui nécessaire pour la couverture indoor, donc du bloc précédent.
- Le troisième bloc (**Voice BHE to be carried on the network**) rappelle le volume, en Erlang dans la BH qui doit transiter dans le réseau dans chaque géotype. Ces données sont issues de l'onglet *NetworkShare!H567:BF582*
- Le bloc suivant (**Capacity of coverage network**) calcule, sur la base du nombre de sites de couverture déployés, multiplié par la capacité d'un site en Erlang (GSM.capacity.coverage.layer de l'onglet *NetworkDesignInputs!H845:BF860*), la capacité en Erlangs qui peut transiter par le réseau de couverture. Pour rappel, cette capacité est calculée sur la base du nombre maximum de TRX qui peuvent être déployés par secteur. Un ajustement à ce qui n'est que nécessaire, afin de limiter les coûts relatifs au déploiement de la couverture est fait par la suite (bloc **Number of TRX in coverage layer of coverage sites** (lignes 304 à 321)).
- Le bloc suivant (**Erlangs to be carried by overlaying coverage sites with capacity spectrum**) calcule le volume d'Erlangs qu'il reste à transiter dans le réseau après avoir pris en compte la capacité du réseau de couverture, soit le bloc **Voice BHE to be**

**carried on the network** – le bloc **Capacity of coverage network**.

- Le bloc suivant (**Number of capacity layers which would be needed to satisfy Erlang load**) calcule le nombre de sites de capacité qui devraient être déployés pour faire transiter le résidu de trafic calculé au bloc précédent.
  - Ce calcul se base sur les volumes du bloc précédent que l'on divise par la capacité d'un site dans la couche de capacité (GSM.capacity.capacity.layer de l'onglet *NetworkDesignInputs!H862:BF877*). Comme ci-dessus, on considère la capacité maximum d'un site. Pour les sites de capacité, aucun ajustement n'est fait, le maximum de capacité est déployé sur chaque site.
- Le bloc suivant (**Actual number of capacity layers added to the coverage area**) calcule le nombre de sites de capacité qui seront déployés sur un site de couverture existant. Comme décrit en introduction de ces sous-sections, il s'agit donc de l'ajout d'une couche de capacité 1800 MHz sur une couche de couverture 900 MHz (ou inversement si la couverture se fait en 1800 MHz).
  - Ce calcul regarde donc si le résultat du bloc précédent (lignes 125 à 140), le nombre de sites de capacité qui devraient être déployés, est supérieur aux nombres de sites de couverture calculés aux lignes 49 à 64, donc si vrai le nombre de sites de capacité qui peuvent être déployés sur un site de couverture existant est le nombre de sites de couverture existant, dans le cas contraire c'est le nombre de sites de capacité nécessaires, donc il y a plus de site de couverture que de sites de capacité nécessaires pour faire transiter tout le trafic.
- Le bloc suivant (**Erlang carried by capacity layers added to coverage sites**) calcule donc le volume d'Erlangs qui pourra transiter par les sites de capacité déployés sur la couche de couverture existante.
  - Ce calcul se base sur les résultats du bloc précédent que l'on multiplie par la capacité d'un site dans la couche de capacité (GSM.capacity.capacity.layer de l'onglet *NetworkDesignInputs!H862:BF877*). Toujours la capacité maximum d'un site.

- Le bloc suivant (**Erlangs to be carried by deploying new sites**) calcule le volume d'Erlangs qui ne peut pas transiter par le nombre de sites calculés précédemment, et qu'il reste donc à faire transiter
  - Ce calcul est donc le maximum entre 0 et la différence entre le volume d'Erlangs qui pourra transiter par les sites de capacité déployés sur la couche de couverture existante (bloc précédent) et le volume d'Erlangs qu'il restait à faire transiter après avoir pris en compte le déploiement de la capacité de la couche de couverture (bloc **Erlangs to be carried by overlaying coverage sites with capacity spectrum**)
- Le bloc suivant (**New sites deployed to satisfy remaining Erlangs**) calcule le nombre de sites, déployés par défaut dans les deux bandes 900 et 1800 MHz avec le nombre maximum de TRX possible, nécessaires pour faire transiter le trafic non écoulé par les sites précédemment calculés.
  - Ce calcul est donc le résultat de la division entre le volume d'Erlangs calculé dans le bloc précédent et la capacité d'un site de couverture (900 MHz par exemple GSM.capacity.coverage.layer de l'onglet *NetorkDesignInputs!H845:BF860*) et d'un site de capacité (1800 MHz par exemple GSM.capacity.capacity.layer de l'onglet *NetworkDesignInputs!H862:BF877*)
- Le bloc suivant (**total GSM sites**) calcule le nombre total de sites GSM, de couverture et de capacité, nécessaires pour faire transiter le trafic.
  - Ce calcul est donc la somme du bloc précédent avec le bloc **Required sites for coverage** (lignes 47 à 64)
- Le bloc suivant (**Total GSM coverage layer BTS**) calcule le nombre de sites GSM qui sont déployés avec la fréquence de couverture. On a vu précédemment que dans le cas du deployment d'un nouveau site de capacité, alors le site était déployé avec sa fréquence de couverture et sa fréquence de capacité. Ainsi, la totalité des sites GSM calculés dans le bloc précédent sont déployés avec la fréquence de couverture. Le résultat de ce bloc est donc équivalent au résultat du bloc précédent.
  - A la fin de ce bloc, une distinction est faite entre le type de

sites utilisés (Onmi, bi-secteur, tri-secteur ou micro). Cette distinction est faite sur la base du paramètre `GSM.Sectorisations.for.costing` de l'onglet *NetworkDesignInputs!J761:J776* qui indique le type de sites déployés par géotype).

- Le bloc suivant (**Total GSM capacity layer BTS**) calcule le nombre de sites GSM qui sont déployés avec la fréquence de capacité.
  - Ce calcul résulte de la somme des blocs **Actual number of capacity layers added to coverage sites** (lignes 142 à 158) et **New sites deployed to satisfy remaining Erlangs** (lignes 199 à 216)
  - La même distinction en fonction du type de sites est faite à la fin de ce bloc (voir bloc précédent pour le calcul)
- Le bloc suivant (**Loading of coverage layer for coverage sites**) calcule, en pourcentage, la capacité remplie par la couche de couverture par rapport au trafic qui doit passer dans le réseau, avec un maximum de 100%.
  - Ce calcul fait la division entre le volume qui doit transiter dans le réseau (bloc **Voice BHE to be carried out on the network** (lignes 66 à 83) et le volume que peut faire transiter la couche de couverture (bloc **Capacity of coverage network** (lignes 85 à 102)
- Le bloc suivant (**Number of TRX in coverage layer for coverage sites**) calcule le nombre de TRX qui doivent être déployés sur les sites de couverture dans la seule fréquence de couverture. Il s'agit de l'ajustement mentionné dans la description du bloc **Capacity of coverage network**. En effet, on ne déploie ici que le nombre nécessaire de TRX, avec un minimum de 1 par secteur.
  - Ce calcul regarde si la capacité, en pourcentage, remplie par la couche de couverture par rapport au trafic total multiplié par le maximum possible de TRX par secteur (`GSM.TRX.coverage.layer` de l'onglet *NetworkDesignInputs!H800:BF815*) est inférieure à 1 (ou 100%), si c'est vrai alors il n'y a besoin que d'un seul TRX par secteur qui est multiplié par le nombre de secteurs par site (`GSM.sectorisation` de l'onglet

*NetworkDesignInputs!H761:H776*) puis multiplié par le nombre de sites requis pour la couverture (bloc **Requires sites for coverage** (lignes 47 à 64)), si c'est faux alors le nombre de TRX nécessaires est égal à : capacité remplie par couche de couverture \* max TRX \* le nombre de secteurs par site (GSM.sectorisation de l'onglet *NetworkDesignInputs!H761:H776*) \* multiplié par le nombre de sites requis pour la couverture (bloc **Requires sites for coverage** (lignes 47 à 64))

- Le bloc suivant (**Number of TRX in coverage layer of capacity sites**) calcule le nombre de TRX déployés sur les sites de capacité déployés dans la fréquence de couverture
  - Ce calcul est égale au nombre maximum de TRX par secteur (GSM.TRX.covrage.layer de l'onglet *NetworkDesignInputs!H800:BF815*) \* le nombre de secteurs par site (GSM.sectorisation de l'onglet *NetworkDesignInputs!H761:H776*) \* le nombre de nouveaux sites déployés pour faire face au trafic (bloc **New sites deployed to satisfy remaining Erlangs** (lignes 199 à 216)) qui sont par défaut déployés dans les deux bandes de frequences (couverture et capacité).
- Le bloc suivant (**Number of TRX in capacity layer**) calcule le nombre de TRX déployés sur la couche de capacité
  - Ce calcul est égale au nombre maximum de TRX par secteur (GSM.TRX.covrage.layer de l'onglet *NetworkDesignInputs!H800:BF815*) \* le nombre de secteurs par site (GSM.sectorisation de l'onglet *NetworkDesignInputs!H761:H776*) \* le nombre de nouveaux sites déployés dans la couche de capacité (bloc **Total GSM capacity layer BTS** (lignes 261 à 278)).
- Le bloc suivant (**Total number of TRX deployed**) calcule le nombre total de TRX déployés, qu'il s'agisse de la couche de couverture ou la couche de capacité. Il s'agit donc de la somme des trois blocs précédents.
- Le bloc suivant (**GPRS/EDGE channel allocation check**) vérifie si dans les canaux réservés au GPRS et EDGE il y a suffisamment de place pour faire passer le trafic correspondant. La cellule C435 permet de savoir si tel est le cas.

## 2. UMTS capacity calculation

- Cette sous-section calcule le nombre de sites UMTS nécessaires pour acheminer le trafic voix et data R99. Sur la base de ce nombre de sites est également calculé le nombre de Channel Element déployés.
- Le premier bloc (**Sites for coverage**) rappelle le nombre de sites de couverture, outdoor ou indoor, calculé dans les onglets précédents *NwDsRadioCovOutdoor!H156:BF171* et *NwDsRadioCovIndoor!H156:BF171*. Comme indiqué dans la description de ces feuilles, la couverture se fait tout d'abord dans la bande 2,1 GHz avant de passer à la bande 900 MHz au moment du refarming.
- Le deuxième bloc (**Required sites for coverage**) détermine le nombre de sites nécessaires pour répondre aux besoins de couverture, en prenant le maximum entre le nombre de sites nécessaires pour la couverture outdoor et celui nécessaire pour la couverture indoor, donc du bloc précédent.
- Le troisième bloc (**R99 BHE to be carried on the network**) rappelle le volume, en Erlang dans la BH qui doit transiter dans le réseau dans chaque géotype. Ces données sont issues de l'onglet *NetworkShare!H595:BF610*
- Le bloc suivant (**Capacity of coverage network**) calcule, sur la base du nombre de sites de couverture déployés multipliés par la capacité d'un site en Erlang (UMTS.capacity.coverage.layer de l'onglet *NetorkDesignInputs!H926:BF941*), la capacité en Erlang qui peut transiter par le réseau de couverture.
- Le bloc suivant (**Erlangs to be carried by overlaying coverage sites with capacity spectrum**) calcule le volume d'Erlangs qu'il reste à transiter dans le réseau après avoir pris en compte la capacité du réseau de couverture, soit le bloc **R99 BHE to the carried on the network** – le bloc **Capacity of coverage network**.
- Le bloc suivant (**Number of capacity layers which would be needed to satisfy R99 Erlang load**) calcule le nombre de sites de capacité qui devrait être déployés pour faire transiter le résidu de trafic calculé au bloc précédent.
  - Ce calcul se base sur les volumes du bloc précédent que l'on divise par la capacité d'un site dans la couche de capacité (UMTS.capacity.capacity.layer de l'onglet

- Le bloc suivant (**Actual number of capacity layers added to the coverage area**) calcule le nombre de sites de capacité qui seront déployés sur un site de couverture existant. Comme décrit en introduction de ces sous-sections, il s'agit donc de l'ajout d'une couche de capacité 2,1 GHz sur une couche de couverture 2,1 GHz (ou 900 MHz après le refarming).
  - Ce calcul regarde donc si le résultat du bloc précédent (lignes 559 à 574), le nombre de sites de capacité qui devrait être déployés, est supérieur aux nombres de sites de couverture calculés aux lignes 483 à 498, donc si vrai le nombre de sites de capacité qui peuvent être déployés sur un site de couverture existant est le nombre de sites de couverture existants, dans le cas contraire c'est le nombre de sites de capacité nécessaires, donc il y a moins de site de couverture que de sites de capacité nécessaires pour faire transiter tout le trafic.
- Le bloc suivant (**R99 Erlang carried by capacity layers added to coverage sites**) calcule donc le volume d'Erlangs qui pourra transiter par les sites de capacité déployés sur la couche de couverture existante.
  - Ce calcul se base sur les résultats du bloc précédent que l'on multiplie par la capacité d'un site dans la couche de capacité (UMTS.capacity.capacity.layer de l'onglet *NetworkDesignInputs!H943:BF958*).
- Le bloc suivant (**R99 Erlangs to be carried by deploying new sites**) calcule le volume d'Erlangs qui ne peut pas transiter par le nombre de sites calculés précédemment, et qu'il reste donc à faire transiter
  - Ce calcul est donc le maximum entre 0 et la différence entre le volume d'Erlangs qui pourra transiter par les sites de capacité déployés sur la couche de couverture existante (bloc précédent) et le volume d'Erlangs qu'il restait à faire transiter après avoir pris en compte le déploiement de la capacité de la couche de couverture (bloc **R99 Erlangs to be carried by overlaying coverage sites with capacity spectrum**)
- Le bloc suivant (**New sites deployed to satisfy remaining R99**

**Erlangs**) calcule le nombre de sites, déployés par défaut dans la bandes 2,1 GHz (et 900 MHz après le refarming) avec une couche pour la couverture et une couche pour la capacité, nécessaires pour faire transiter le trafic n'ont écoulé par les sites précédemment calculés.

- Ce calcul est donc la résultat de la division entre le volume d'Erlangs calculé dans le bloc précédent et la capacité d'un site de couverture (UMTS.capacity.coverage.layer de l'onglet *NetorkDesignInputs!H926:BF941*) et d'un site de capacité (UMTS.capacity.capacity.layer de l'onglet *NetworkDesignInputs!H943:BF958*)
- Le bloc suivant (**total UMTS sites**) calcule le nombre total de sites UMTS, de couverture et de capacité, nécessaires pour faire transiter le trafic.
  - Ce calcul est donc la somme du bloc précédent avec le bloc **Required sites for coverage** (lignes 483 à 498)
- Le bloc suivant (**Total UMTS coverage layer nodeB**) calcule le nombre de sites UMTS qui sont déployés avec la fréquence de couverture. On a vu précédemment que dans le cas du déploiement d'un nouveau site de capacité, alors le site était déployé avec sa fréquence de couverture et sa fréquence de capacité. Ainsi, la totalité des sites UMTS calculés dans le bloc précédent sont déployés avec la fréquence de couverture. Le résultat de ce bloc est donc equivalent au résultat du bloc précédent.
  - A la fin de ce bloc, une distinction est faite entre le type de sites type de sites utilisés (Macro, Micro, Macro White Zone). Cette distinction est faite sur la base du paramètre UMTS.Cell.type de l'onglet *NetworkDesignUnputs!:H887:H902* qui indique le type de sites type de sites déployés par géotype).
- Le bloc suivant (**Total UMTS capacity layer nodeB**) calcule le nombre de sites UMTS qui sont déployés avec la fréquence de capacité.
  - Ce calcul résulte de la somme des blocs **Actual number of capacity layers added to coverage sites** (lignes 578 à 593) et **New sites deployed to satisfy remaining R99**

### **Erlangs (lignes 635 à 650)**

- La même distinction en fonction du type de sites est faite à la fin de ce bloc (voir bloc précédent pour le calcul)
- Le bloc suivant (**Loading of coverage layer of coverage sites**) calcul, en pourcentage, la capacité remplie par la couche de couverture par rapport au trafic qui doit passer dans le réseau, avec un maximum de 100%.
  - Ce calcul fait la division entre le volume qui doit transiter dans le réseau (bloc **R99 BHE to be carried out on the network** (lignes 500 à 517) et le volume que peut faire transiter la couche de couverture (bloc **Capacity of coverage network** (lignes 519 à 536)
- Le bloc suivant (**Number of carriers in use in coverage layer, per site**) calcule le nombre de porteuses qui doivent être déployées par site de couverture dans la seule fréquence de couverture.
  - Ce calcul est égale à la capacité remplie par couche de couverture (calculé au bloc précédent) \* le nombre de porteuses par site de couverture (Channels.UMTS.coverage de l'onglet *NetworkDesignInputs!H635:BF650*)
- Le bloc suivant (**Number of carriers active in coverage layer, per site**) calcule le nombre de porteuses actives dans la fréquence de couverture, par site, avec un minimum de 1.
  - Ce calcul est égal au nombre maximum entre 1 et le calcul du bloc précédent
- Le bloc suivant (**Number of carriers active in coverage layer, total**) calcule le nombre de porteuses totales déployées sur la couche de couverture
  - Ce calcul est égal à la multiplication du bloc précédent, nombre de porteuses actives, avec le nombre de sites de couverture (**bloc Total UMTS coverage layer nodeB** (lignes 671 à 688))
- Le bloc suivant (**Number of R99 CE in use in coverage layer, per site**) calcule le nombre total de canaux qui doivent être

déployés dans la couche de couverture.

- Ce calcul se base sur la capacité remplie par la couche de couverture (bloc **Loading of coverage layer of coverage sites** (lignes 717 à 734)) \* le nombre de porteuse par site de couverture (Channels.UMTS.coverage de l'onglet *NetworkDesignInputs!H635:BF650*) \* le nombre maximum de canaux R99 par porteuse (R99.CE.max de l'onglet *NetworkDesignInputs!H916*)
- Le bloc suivant (**Number of R99 CE active in coverage layer, per site, plus signalling**) calcule le nombre total de canaux activés dans la couche de couverture, en incluant les canaux de signalisation
  - Ce calcul se base sur le maximum entre le nombre total de canaux qui doivent être déployés (bloc précédent) et le nombre minimum de canaux R99 par porteuse (R99.CE.min de l'onglet *NetworkDesignInputs!H913*) auquel on ajoute le nombre de canaux de signalisation par porteuse (R99.CE.signalling de l'onglet *NetworkDesignInputs!H910*)
- Le bloc suivant (**Number of R99 CE active in coverage layer, total**) calcule le nombre de canaux totaux déployés sur la couche de couverture
  - Ce calcul est égal à la multiplication du bloc précédent, nombre de canaux activés, avec le nombre de sites de couverture (bloc **Total UMTS coverage layer nodeB** (lignes 671 à 688))
- Le bloc suivant (**Loading of capacity layer of capacity sites**) calcule, en pourcentage, la capacité remplie par la couche de capacité.
  - Ce calcul est égal à 0 si le nombre de sites UMTS de capacité (bloc Total UMTS capacity layer node B (lignes 694 à 711)) est égal à 0, et à 100% sinon
- Le bloc suivant (**Number of carriers in use in capacity layer, per site**) calcule le nombre de porteuses qui doivent être déployées par site de couverture dans la seule fréquence de couverture.

- Ce calcul est égal à la capacité remplie par la couche de

capacité (calculé au bloc précédent) \* le nombre de porteuses pour les sites de capacité (Channels.UMTS.capacity de l'onglet *NetworkDesignInputs!H652:BF667*)

- Le bloc suivant (**Number of carriers active in capacity layer, per site**) calcule le nombre de porteuses actives dans la fréquence de capacité, par site.
  - Ce calcul est égal au nombre maximum entre 1 et le calcul du bloc précédent, mais peut être de 0 si la capacité remplie par la couche de capacité est nulle.
- Le bloc suivant (**Number of carriers active in capacity layer, total**) calcule le nombre de poteuses totales déployées sur la couche de capacité
  - Ce calcul est égal à la multiplication du bloc précédent, nombre de porteuses actives, avec le nombre de sites de couverture (**bloc Total UMTS capacity layer nodeB** (lignes 696 à 711))
  - A la fin de ce bloc, une distinction est faite entre le type de sites type de sites utilisés (Macro, Micro, Macro White Zone). Cette distinction est faite sur la base du paramètre UMTS.Cell.type de l'onglet *NetworkDesignUnputs!:H887:H902* qui indique le type de sites type de sites déployés par géotype).
- Le bloc suivant (**Number of R99 CE in use in capacity layer, per site**) calcule le nombre total de canaux qui doivent être déployés dans la couche de capacité.
  - Ce calcul se base sur la capacité remplie par la couche de capacité (bloc **Loading of capacity layer of capacity sites** (lignes 856 à 871)) \* sur le nombre de porteuses par site de capacité (Channels.UMTS.capacity de l'onglet *NetworkDesignInputs!H652:BF667*) \* le nombre maximum de canaux R99 par porteuse (R99.CE.max de l'onglet *NetworkDesignInputs!H916*)
- Le bloc suivant (**Number of R99 CE active in capacity layer, per site, plus signalling**) calcule le nombre total de canaux activés dans la couche de capacité, en incluant les canaux de signalisation

- Ce calcul se base sur le maximum entre le nombre total de canaux qui doivent être déployés (bloc précédent) et le nombre minimum de canaux R99 par porteuse (R99.CE.min de l'onglet *NetworkDesignInputs!H913*) auquel on ajoute le nombre de canaux de signalisation par porteuse (R99.CE.signalling de l'onglet *NetworkDesignInputs!H910*)
- Le bloc suivant (**Number of R99 CE active in coverage layer, total**) calcule le nombre de canaux totaux déployés sur la couche de couverture
  - Ce calcul est égal à la multiplication du bloc précédent, nombre de canaux activés, avec le nombre de sites de capacité (bloc **Total UMTS capacity layer nodeB** (lignes 696 à 711))
- Le dernier bloc (**Number of R99 CK active in coverage+capacity layer, total**) calcule le nombre total de channel kit déployés sur les couches de couverture et de capacité.
  - Ce calcul somme les résultats des blocs (Number of R99 CE active in coverage/capacity layer, total (lignes 837 à 852 et lignes 974 à 989) que l'on vient diviser par la taille d'un channel kit (CK.size de l'onglet *NetworkDesignInputs!H960*).
  - A la fin de ce bloc, une distinction est faite entre le type de sites type de sites utilisés (Macro, Micro, Macro White Zone). Cette distinction est faite sur la base du paramètre UMTS.Cell.type de l'onglet *NetworkDesignInputs!H887:H902* qui indique le type de sites type de sites déployés par géotype).

### 3. HSDPA ladder calculation

- Cette sous-section calcule le nombre de sites HSDPA nécessaires pour acheminer le trafic data correspondant. Sur la base de ce nombre de sites est également calculé le nombre de porteuses déployées.
- Le premier bloc (**Sites for coverage**) rappelle le nombre de sites de couverture, outdoor ou indoor, calculé dans les onglets précédents *NwDsRadioCovOutdoor!H236:BF251* et *NwDsRadioCovIndoor!H236:BF251*. Comme indiqué dans la description de ces feuilles, la couverture se fait tout d'abord dans la bande 2,1 GHz avant de passer à la bande 900 MHz au moment

du refarming.

- Le deuxième bloc (**Required sites for coverage**) détermine le nombre de sites nécessaires pour répondre aux besoins de couverture, en prenant le maximum entre le nombre de sites nécessaires pour la couverture outdoor et celui nécessaire pour la couverture indoor, donc du bloc précédent.
- Le troisième bloc (**HSDPA BH Mbit/s**) rappelle le volume, en Mbit/s dans la BH, qui doit transiter dans le réseau dans chaque géotype. Ces données sont issues de l'onglet *NetworkShare!H620:BF635*
- Le bloc suivant (**HSDPA BH Mbit/s per site, peak achieved factor and CE utilisation (but not nodeB utilisation because HSDPA is deployed across the entire geotype)**) calcule le volume, en Mbit/s à la BH, qui doit être déployé par site, en prenant en compte le facteur théorique/pratique ainsi que le facteur d'utilisation des channel elements
  - Ce calcul se base sur le volume total à faire passer (bloc précédent) qu'on divise par le nombre de site de couverture (bloc **Required sites for coverage**) qu'on divise par le facteur d'utilisation des channels elements (Utilisation.CE de l'onglet *NetworkUtil!K7:K22*) qu'on divise par le facteur théorique/pratique (HSPA.peak.to.effective de l'onglet *NetworkDesignInputs!H968*)
- Le bloc suivant (**HSDPA evolutions activation dates**) rappelle les caractéristiques vu dans l'onglet *Op.selected!H897:AD912*, elles-mêmes reprises de l'onglet *Op.nom de l'opérateur sélectionné* aux lignes 553 à 658, c'est à dire la date de deployment de l'évolution technologique, la durée de déploiement et le délai pour que son utilisation soit totale
- Le bloc suivant (**HSDPA capacity : maximum bitrate usable per carrier, Mbit/s**) calcule quel est le débit théorique maximum qui sera disponible par porteuse, en prenant en compte la durée du déploiement de l'évolution et le délai pour que cette évolution soit utilisée à 100% dans le géotype, pour notamment prendre en compte le délai de commercialisation des terminaux compatibles.
  - Ce calcul se base donc sur les données du bloc précédent,

et de l'année figurant en ligne 1137

- Le bloc suivant (**HSDPA capacity : maximum bitrate usable for all HSPA carriers, Mbit/s**) calcule le volume de débit théorique utilisable par porteuse HSPA déployée
  - Ce calcul se base sur le débit théorique d'une porteuse (bloc précédent) qu'on multiplie par la capacité des sites de couverture (Channel.HSPA.Coverage de l'onglet *NetworkDesignInputs!H669:BF684*) qu'on multiplie par la capacité des sites de capacité (Channel.HSPA.Capacity de l'onglet *NetworkDesignInputs!H686:BF701*)
- Le bloc suivant (**HSDPA traffic that needs to be carried by additional sites, Mbit/s**) calcule le volume de débit, en Mbit/s, qui ne peut pas transiter par les sites déjà déployés
  - Ce calcul regarde si le volume de débit, en Mbit/s à la BH, qui doit être déployé par site (**HSDPA BH Mbit/s per site, peak achieved factor and CE utilisation (but not nodeB utilisation because HSDPA is deployed across the entire geotype)** lignes (1096 à 1113)) est supérieur au trafic du bloc précédent (volume de débit, en Mbit/s, théorique utilisable par porteuse HSPA déployée), alors le volume de débit qui doit encore transiter est égal à la différence entre le volume de débit qui doit être déployé et le débit qui est disponible qui est multiplié par le nombre de sites nécessaires pour faire la couverture (bloc **Required sites for coverage** (lignes 1058 à 1075). Dans le cas contraire, il n'y a pas de trafic supplémentaire à faire passer.
- Le bloc suivant (**Number of additionnal HSDPA driven sites**) calcule le nombre de sites nécessaires pour faire passer le volume de débit calculé dans le bloc précédent
  - Ce calcul se base sur le volume de débit calculé au bloc précédent que l'on divise par le volume de débit théorique utilisable par porteuse HSPA déployée (bloc **HSDPA capacity : maximum bitrate usable for all HSPA carriers, Mbit/s** lignes (1155 à 1172))
- Le bloc suivant (**Number of sites for coverage plus HSDPA driven sites**) calcule le nombre de sites total nécessaires pour faire transiter le trafic HSDPA, sites de couverture plus sites de

capacité.

- Ce calcul additionne le nombre de sites nécessaires pour la couverture (bloc **Required sites for coverage** (lignes 1058 à 1075) avec le bloc précédent
- Le bloc suivant (**Number of HSDPA carriers needed to carry the traffic, per site**) calcule le nombre de porteuses HSDPA nécessaires pour faire transiter le trafic, et ce par site
  - Ce calcul regarde si le volume de débit théorique maximum qui sera disponible par porteuse (**HSDPA capacity : maximum bitrate usable per carrier, Mbit/s** (lignes 1136 à 1153)) est égal à 0, si oui, alors le calcul de ce bloc sera de 0. Si non, alors le résultat est le nombre minimum entre la division du débit requis, majoré des facteurs d'utilisation, en Mbit/s à la BH par site (**HSDPA BH Mbit/s per site, peak achieved factor and CE utilisation (but not nodeB utilisation because HSDPA is deployed across the entire geotype)** lignes (1096 à 1113)) par le volume de débit théorique maximum qui sera disponible par porteuse (**HSDPA capacity : maximum bitrate usable per carrier, Mbit/s** (lignes 1136 à 1153)), et la somme du nombre de porteuses HSDPA utilisables pour la couverture et pour la capacité (Channels.HSPA.Coverage+Channels.HSPA.Capacity de l'onglet *NetworkDesignInputs!H669:BF684* / *NetworkDesignInputs!H686:BF701*), arrondi à l'entier supérieur.
- Le bloc suivant (**Number of HSDPA carriers deployed**) calcule le nombre de porteuses HSDPA déployées sur l'ensemble des sites
  - Ce calcul est le maximum entre le nombre de porteuses nécessaires pour transporter le trafic calculé dans le bloc précédent et un nombre minimum de porteuses par sites déployées pour des raisons marketing (dual-carrier).
- Le bloc suivant (**HSDPA evolutions deployed in each group**) détermine l'évolution HSDPA déployée dans chaque géotype selon les dates de déploiement des évolutions HSDPA.
- Le bloc suivant (**Number of carriers at HSDPA rate (Mbit/s)**)

calcule le nombre de porteuses déployées dans chaque évolution

- Ce calcul fait la somme du nombre de porteuses déployées pour faire transiter le trafic (bloc **Number of HSDPA carriers deployed** (1274 à 1289)) en regardant quel débit est nécessaire pour faire transiter le trafic (bloc précédent)
- Le dernier bloc (**Effective rate per site (Mbit/s)**) calcule le débit effectif d'un site HSDPA, qui sera utilisé pour le dimensionnement du backhaul.
  - Ce calcul se base sur le volume de HSDPA dans la BH (bloc **HSDPA BH Mbit/s** (lignes 1077 à 1094)) qu'on divise par le nombre de sites HSDPA totaux (bloc **Sites for coverage plu HSDPA driven sites** (lignes 1212 à 1229)) qu'on divise par le facteur d'utilisation d'un channel element (Utilisation.CE de l'onglet *NetworkUtil!K7:K22*) qu'on divise par le facteur de débit théorique versus pratique (HSPA.peak.to.effective de l'onglet *NetworkDesignInputs!H968*)

4. *HSUPA ladder calculation* • Les calculs sont les mêmes que dans la sous-section 3, avec les spécificités liées au HSUPA.

5. *LTE ladder calculation* • Les calculs sont les mêmes que dans la sous-section 3, avec les spécificités liées au LTE.

6. *Infrastructure (Physical sites) calculation* • Cette sous-section calcule le nombre d'infrastructures (pylônes, toit terrasse, ...) nécessaires pour accueillir les sites de couverture et de capacité précédemment calculé. Des paramètres de mutualisation, tels que vus dans les onglets *Op.selected* et *Op.nom de l'opérateur sélectionné* sont utilisés dans cette sous\_section

- Les trois premiers blocs (**Number of GSM sites, Number of UMTS+HSDPA dedicated + HSUPA dedicated sites, Number of LTE sites**) rappellent le nombre de sites GSM (Sites.Total.GSM aux lignes 220 à 235), UMTS (y compris les sites dédiés au HSDPA et au HSUPA : Sites.Total.UMTS+HSDPA.Driven.Sites+HSUPA.Driven.Sites aux lignes 654 à 669, 1195 à 1210 et 1460 à 1475) et LTE (Sites.Total.LTE aux lignes 1784 à 1799) nécessaires pour faire transiter le trafic.
- Le bloc suivant (**Possibility of multi-technology infrastructures (if more than 1 technology is present)**) calcule s'il est possible

que des sites soient déployés sur des infrastructures mutualisées, c'est à dire si plusieurs technologies sont déployées la même année.

- Ce calcul se base sur les données des trois blocs précédents et regarde pour chaque année dans quelle technologie les sites sont déployés. Si ce n'est que dans une seule technologie alors le résultat est « single », si c'est dans plusieurs, alors le résultat est « multi ».
- Le bloc suivant (**Where multi-technology infrastructures are possible, what is the maximum possible number of multi-tech sites, taking LTE as overlay only**) détermine sur combien d'infrastructures il est possible de mutualiser les sites à déployer en GSM et UMTS (y compris HSDPA et HSUPA), les sites LTE déployés ne sont pas considérés comme pouvant servir d'infrastructures de mutualisation.
  - Ce calcul se base sur les données du bloc précédent, indiquant si des sites peuvent être mutualisés sur une même infrastructure, et le nombre de sites GSM et UMTS déployés (blocs **Number of GSM sites** et **Number of UMTS + dedicated HSDPA + dedicated HSUPA sites**). Si le résultat du bloc précédent est « single » alors aucun site ne pourra servir de support de mutualisation. Si le résultat du bloc précédent est « multi » alors le nombre d'infrastructures sur lesquelles il est possible de mutualiser est le maximum entre le nombre de sites déployés en GSM (lignes 1902 à 1917) et en UMTS (1921 à 1936).
- Le bloc suivant (**Proportion of physical sites available for colocation between 2G and 3G**) rappelle quelle proportion des infrastructures mutualisables seront réellement mutualisées. Ces données sont reprises de l'onglet *NetworkDesignInputs!H1038:BF105* . Il est ainsi considéré que selon les géotypes entre 70% et 100% des infrastructures mutualisables (bloc précédent) seront réellement mutualisés.
- Le bloc suivant (**Number of locations available for multi-technology infrastructures**) calcule, sur la base des deux blocs précédents, ainsi que du nombre de sites GSM et UMTS déployés (blocs **Number of GSM sites** et **Number of UMTS + dedicated HSDPA + dedicated HSUPA sites**), le nombre d'infrastructures qui pourront effectivement servir pour mutualiser les sites GSM et UMTS, en prenant en compte le fait qu'il ne peut pas y avoir plus

d'infrastructures mutualisées entre la 2G et la 3G que le nombre minimum de sites 2G et de sites 3G pris séparément.

- Le bloc suivant (**Number of GSM on multi-technology infrastructures**) calcule le nombre de sites GSM qui seront déployés sur une infrastructure mutualisée
  - Ce calcul se base sur le résultat du bloc précédent et sur le nombre de sites GSM à déployer (bloc **Number of GSM sites** aux lignes 1902 à 1917). Le résultat sera donc le minimum entre le nombre de sites GSM (lignes 1902 à 1917) et le maximum du nombre d'infrastructures pouvant servir à la mutualisation (lignes 2016 à 2031) et du nombre de sites LTE (bloc **Number of LTE sites** lignes 1940 à 1955) multiplié par le pourcentage de sites LTE pouvant être mutualisés (F2111 à F2126).
- Le bloc suivant (**Number of UMTS+HSDPA+HSUPA on multi-technology infrastructures**) calcule le nombre de sites UMTS/HSDPA/HSUPA qui seront déployés sur une infrastructure mutualisée
  - Ce calcul se base sur le résultat du nombre d'infrastructures mutualisables (bloc **Number of locations available for multi-technology infrastructures**) et sur le nombre de sites UMTS/HSDPA/HSUPA à déployer (bloc **Number of UMTS + dedicated HSDPA + dedicated HSUPA sites** aux lignes 1921 à 1936). Le résultat sera donc le minimum entre le nombre de sites UMTS (lignes 1921 à 1936) et le maximum du nombre d'infrastructures pouvant servir à la mutualisation (lignes 2016 à 2031) et du nombre de sites LTE (bloc **Number of LTE sites** lignes 1940 à 1955) multiplié par le pourcentage de sites LTE pouvant être mutualisés (F2111 à F2126).
- Le bloc suivant (**Number of GSM on single technology infrastructures**) calcule le nombre de sites GSM qui seront déployés sur une infrastructure propre
  - Ce calcul est la soustraction du bloc **Number of GSM sites** (lignes 1902 à 1917) par le bloc **Number of GSM on multi-technology infrastructures** (lignes 2035 à 2050)
- Le bloc suivant (**Number of UMTS+HSDPA+HSUPA on single technology infrastructures**) calcule le nombre de sites

UMTS+HSDPA+HSUPA qui seront déployés sur une infrastructure propre

- Ce calcul est la soustraction du bloc **Number of UMTS sites** (lignes 1921 à 1936) par le bloc **Number of UMTS+HSDPA+HSUPA on multi-technology infrastructures** (lignes 2054 à 2069)
- Le bloc suivant (**Number of LTE on multi-technology infrastructures**) calcule le nombre de sites LTE qui seront déployés sur une infrastructure mutualisée
  - Ce calcul se base sur le résultat des blocs (**Number of LTE sites**, **Number of GSM on multi-technology infrastructures**, **Number of UMTS+HSDPA+HSUPA on multi-technology infrastructures**, **Number of GSM on single technology infrastructures** et **Number of UMTS+HSDPA+HSUPA on single technology infrastructures**) précédents. Le résultat sera donc le minimum entre, d'une part, le nombre de sites LTE à déployés (lignes 1940 à 1955) multiplier par le pourcentage de sites LTE pouvant être mutualisés (H2111 à H2126), et, d'autre part, le maximum du nombre sites GSM + UMTS/HSDPA/HSUPA sur un site en propre (lignes 2073 à 2088 et 2092 à 2107) additionné soit au nombre de sites GSM mutualisés (lignes 2035 à 2050), soit au nombre de sites UMTS/HSDPA/HSUPA mutualisés (lignes 2054 à 2069).
- Le bloc suivant (**Number of LTE on single technology infrastructures**) calcule le nombre de sites LTE qui seront déployés sur une infrastructure propre
  - Ce calcul est la soustraction du bloc **Number of LTE sites** (lignes 1940 à 1955) avec le bloc précédent
- Le bloc suivant (**Number of physical multi-technology infrastructures**) calcule le nombre d'infrastructures sur lesquelles il y aura des sites mutualisés
  - Ce calcul est donc le maximum des blocs précédents calculant le nombre de sites de chaque technologie qui seront déployés sur une infrastructure mutualisée (blocs **Number of GSM on multi-technology infrastructures**, **Number of UMTS+HSDPA+HSUPA on multi-**

**technology infrastructures, Number of LTE on multi-technology infrastructures**). A la fin de ce bloc, une distinction est faite selon que le site soit en zone blanche ou non, ou s'il s'agit d'un site spécial. Pour ce faire le paramètre `geotype.white.zones` de l'onglet *Lists!F283:F298* est utilisé.

- Le bloc suivant (**Number of physical single-technology infrastructures**) calcule le nombre d'infrastructures qui seront propres à une seule technologie.
  - Ce calcul est donc la somme des blocs précédents calculant le nombre d'infrastructures propres à chaque technologie (blocs **Number of GSM on single-technology infrastructures, Number of UMTS+HSDPA+HSUPA on single-technology infrastructures, Number of LTE on single-technology infrastructures**). A la fin de ce bloc, une distinction est faite selon que le site soit en zone blanche ou non, ou s'il s'agit d'un site spécial. Pour ce faire le paramètre `geotype.white.zones` de l'onglet *Lists!F283:F298* est utilisé.
- Le dernier bloc (**Total number of infrastructures**) calcule le nombre total d'infrastructures déployées pour accueillir les sites à technologies mutualisées et les sites à une seule technologie. Ce calcul fait donc la somme des deux blocs précédents.

#### **Sous-sections 7 à 14 : modélisation des liens de transmission (capillarité, collecte et backbone) ainsi que des équipements de cœur de réseau (BSC, RNC, SGSN, GGSN, ...)**

Les réseaux de collecte et de capillarité, initialement construits sur une architecture TDM adaptée à la voix, doivent évoluer pour absorber la demande croissante en services de données, notamment en fournissant des débits significativement plus élevés, ce qui passe entre autre par une utilisation croissante de la fibre optique et de l'Ethernet. Le déploiement du LTE dès maintenant et au cours des prochaines années renforce encore ce besoin d'une plus grande capacité des réseaux de collecte et de capillarité.

L'approche de modélisation retenue pour modéliser les réseaux de capillarité (du site vers le BSC/RNC) est la suivante :

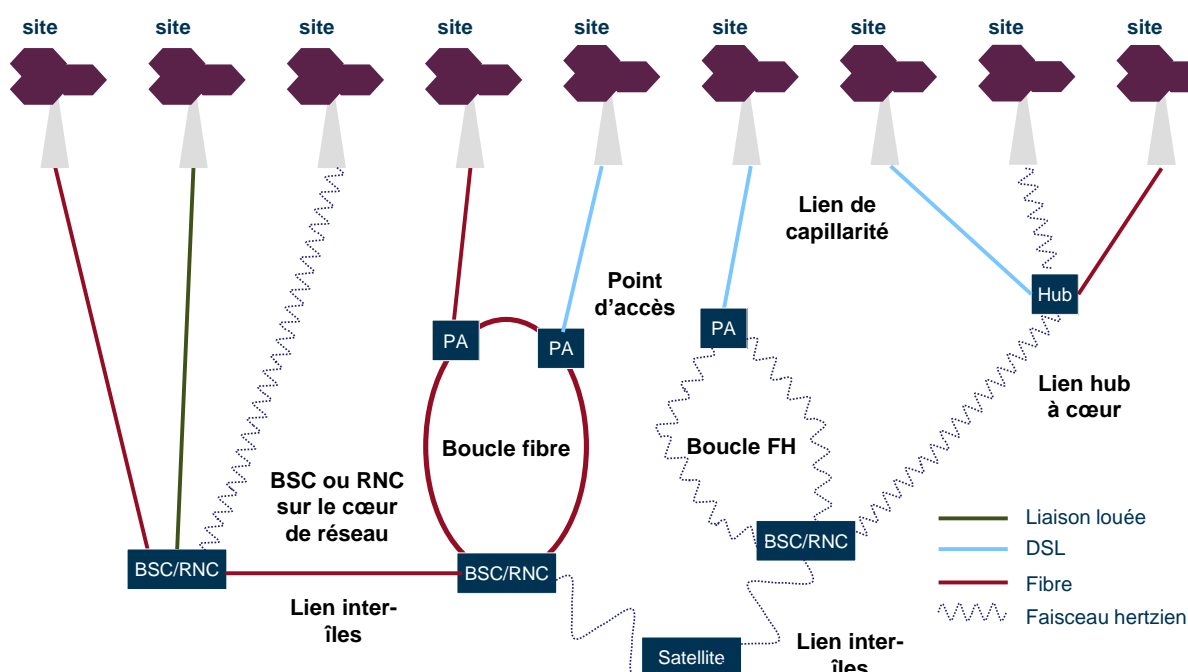
Les technologies utilisées seront les liaisons louées, les faisceaux hertziens, le DSL et la fibre. Pour chaque géotype, il est décidé en entrée du modèle le mix technologique utilisé par opérateur modélisé. Il pourra ainsi être distingué des cas de location (liaisons louées) des cas de construction (fibre ou FH en collecte et DSL, fibre ou FH en capillarité). La

capacité de chaque lien se fera *a minima* en fonction du trafic qui doit être écoulé par les sites et la granularité des liens va dépendre du protocole de transmission (TDM ou Ethernet) utilisé.

Cependant, pour les liens DSL comme pour les liens fibre, aucune distinction de capacité ne sera faite. Pour les liens DSL, l'hypothèse est faite que le modem SDSL (inclus dans le coût du lien) connectant les équipements radio et le lien de capillarité aura une capacité suffisante quel que soit le trafic du site. Pour la fibre, le coût ne dépend pas de sa capacité mais de savoir si l'opérateur la construit en propre (creusement des tranchées) ou s'il réutilise du génie civil existant, voire loue une fibre noire.

Dans le cas d'un site multi-technologies (2G+3G par exemple), le modèle peut permettre de déployer autant de liens de capillarité que de technologies mises en œuvre, ou alors ne déployer qu'un seul lien.

La figure suivante présente les différentes architectures possibles des réseaux de collecte et de capillarité. Ces architectures peuvent inclure des liens directs (point-à-point) entre les sites et leur BSC/RNC. Elles peuvent également inclure un niveau d'agrégation entre les sites et leur BSC/RNC, avec des hubs ou points d'accès séparant le réseau de capillarité (coté sites) du réseau de collecte (côté BSC/RNC). La différence entre les hubs et les points d'accès est que les premiers sont connectés à leur BSC/RNC en point-à-point alors que les seconds se trouvent sur des boucles de collecte. Pour l'outre-mer, il peut également y avoir des liens inter-îles.



Architecture du réseau de collecte [Source : Analysys Mason, 2013]

## 7. LMA

- Cette sous-section modélise les liens de capillarité qui vont des

sites vers les équipements BSC/RNC ou vers les HUB.

- La première partie (**Backhaul capacity need per technology, after utilisation facteur**) calcule le volume de Mbit/s, par site, pour chaque technologie à faire acheminer dans le réseau de capillarité. Cela permet de déterminer la taille du lien qui doit être utilisée une fois les facteurs d'utilisation pris en compte.
- Le premier bloc (**Mbit/s for GSM sites = TRX/site\*channels\*channel.rate**) calcule le volume de Mbit/s qui va transiter sur chaque site GSM
  - Ce calcul se base donc sur : [le nombre total de TRX déployés (bloc **Total number of TRX deployed** lignes 361 à 379) divisé par le nombre total de sites GSM (bloc **Total GSM sites** lignes 218 à 235) multiplié par le nombre de canaux par TRX (paramètres Channels\_per\_TRX de l'onglet *Erlang!C4332*)] multiplié par (le débit en kbit/s d'une communication voix (paramètre GSM.channel.rate de l'onglet *NetworkDesignInputs!L837*) + nombre de secteurs par sites GSM (paramètre GSM.sectorisation de l'onglet *NetworkDesignInputs!H761:H776*)) multiplié par le nombre de canaux par secteur réservés au GPRS/EDGE (paramètre GPRS\_channel\_per\_sector de l'onglet *NetworkDesignInputs!H837*) multiplié par le débit en kbit/s d'une communication GPRS (paramètre GPRS.channel.rate de l'onglet *NetworkDesignInputs!M837*)] divisé par le paramètre passant de kbit/s en Mbit/s (Kbits\_s.per.Mbits\_s de l'onglet *Lists!B370*) divisé par le facteur d'utilisation des liens de capillarité (Utilisation.LMA de l'onglet *NetworkUtil!H29*)
- Le bloc suivant (**Mbit/s for UMTS sites = R99 CE per site \* channel.rate**) calcule le volume de Mbit/s R99 qui va transiter sur chaque site UMTS
  - Ce calcul se base donc sur : [le nombre total de porteuses R99 actives sur la couche de couverture + couche de capacité (blocs **Number of R99 CE active in coverage/capacity layer, total** lignes 835 à 852 et lignes 972 à 989) divisé par le nombre total de sites UMTS (bloc **Total UMTS sites** lignes 652 à 669) multiplié par le débit en kbit/s d'une communication R99 (paramètre

UMTS.channel.rate de l'onglet *NetworkDesignInputs!H885*) divisé par le facteur d'utilisation des liens de capillarité (Utilisation.LMA de l'onglet *NetworkUtil!H29*)

- Le bloc suivant (**Mbit/s for HSPA sites = max of HSDPA or HSUPA rate**) calcule le volume de Mbit/s HSPA qui va transiter sur chaque site HSPA, en prenant le maximum entre le volume HSDPA et le volume HSUPA
  - Ce calcul prend donc le maximum entre le débit effectif d'un site HSDPA (bloc **Effective rate per site (Mbit/s)** lignes 1300 à 1317) et le débit effectif d'un site HSUPA (bloc **Effective rate per site (Mbit/s)** lignes 1565 à 1582) que l'on va diviser par le facteur d'utilisation des liens de capillarité (Utilisation.LMA de l'onglet *NetworkUtil!H29*)
- Le bloc suivant (**Mbit/s for LTE sites = LTE rate**) calcule le volume de Mbit/s LTE qui va transiter sur chaque site LTE.
  - Ce calcul prend donc le débit effectif d'un site LTE (bloc **Effective rate per site (Mbit/s)** lignes 1875 à 1892) que l'on va diviser par le facteur d'utilisation des liens de capillarité (Utilisation.LMA de l'onglet *NetworkUtil!H29*)
- Le bloc suivant (**Mbit/s for multitechnology infrastructures**) calcule le volume de Mbit/s qui va transiter sur chaque infrastructure mutualisée
  - Ce calcul se base donc sur les résultats des blocs précédents qui sont respectivement multipliés par le nombre de site de chaque technologie qui sont sur une infrastructure mutualisée puis divisé par le nombre de sites total qui sont sur une infrastructure mutualisée. L'addition de chacun de ces calculs donne le résultat.
- La partie suivante (**LMA link requirements**) détermine le lien qui sera déployé, parmi les catégories existantes, pour faire transiter le trafic calculé dans la partie précédente
- Le premier bloc (**Select transmission protocole used**) rappelle en fonction de chaque technologie le protocole utilisé sur le lien de transmission. Les données sont donc reprises de l'onglet *NetworkDesignInputs* (paramètre LMA.GSM.Protocole (onglet *NetworkDesignInputs!H1097:BF1097*), LMA.UMTS.Protocole

(onglet *NetworkDesignInputs!H1098:BF1098*),  
 LMA.LTE.Protocole (onglet  
*NetworkDesignInputs!H1099:BF1099*) et LMA.Multi.Protocole  
 (onglet *NetworkDesignInputs!H1100:BF1100*)

- Les blocs suivants (**For GSM infrastructures only, For UMTS infrastructures only, For LTE infrastructures only et For multitechnology infrastructures**) calculent le nombre de liens nécessaire en fonction du type de sites.
  - Ces calculs se basent donc sur les données du bloc précédent (ATM ou Ethernet) puis regarde les volumes de débits calculés dans la partie précédente (lignes 2216 à 2306) pour en déterminer la taille du lien qui sera déployé (sur la base des données des lignes 2316 à 2324)
- La partie suivante (**LMA link requirements, excluding co-located LMA, leased lined (number of links, by capacity in Mbit/s)**) calcule le nombre de liens « liaisons louées » de chaque technologie (et débit) en fonction du type d'infrastructures déployées, et du type de sites sur les infrastructures
  - Ce calcul se base donc sur les données de la partie précédente (lignes 2327 à 2342 pour le GSM) en faisant la somme du nombre de liens de chaque technologie (débit) qui est multiplié par le nombre de sites GSM sur une infrastructure dédiée (bloc **Number of GSM on single technology site** lignes 2071 à 2088) multiplié par le pourcentage d'infrastructures qui ne sont pas colocalisées avec des HUB (1 - LMA.Hub.Colocation (de l'onglet *NetworkDesignInputs!H1105:H1120*)) multiplié par la proportion de liens qui sont des liaisons louées (LMA.Leased.Proportion de l'onglet (*NetworkDesignInputs!H1125:BF1140*)). A la fin de la partie est calculé le nombre total de chaque type de lien (débit par technologie)
- La partie suivante (**LMA link requirements, excluding co-located LMA, microwave (number of links, by capacity in Mbit/s)**) fait les mêmes calculs que la partie précédente, en prenant en compte la proportion de liens qui sont des FH (LMA.MW.Proportion de l'onglet (*NetworkDesignInputs!H1144:BF1159*)). A la fin de la partie est calculé le nombre total de chaque type de liens (débit par

technologie)

- La partie suivante (**LMA link requirements, excluding co-located LMA, DSL (number of links, by capacity in Mbit/s)**) fait les mêmes calculs que la partie précédente, sans faire de distinction par type d'infrastructures ou de technologie. Ne prend en compte la proportion de liens qui sont des DSL (LMA.DSL.Proportion de l'onglet (*NetworkDesignInputs!H1163:BF1178*)).
- La partie suivante (**LMA link requirements, excluding co-located LMA, fiber (number of links, by capacity in Mbit/s)**) fait les mêmes calculs que la partie précédente, sans faire de distinction par type d'infrastructures ou de technologies. Ne prend en compte la proportion de liens qui sont de la fibre (LMA.fibre.Proportion de l'onglet (*NetworkDesignInputs!H1182:BF1197*)). A la fin une distinction est faite en fonction de si cette fibre est construite ou utilise le génie civil existant (sur la base du paramètre LMA.self.built.among.fibre.Proportion de l'onglet *NetworkDesignInputs!H1201:BF1216*)

#### 8. Hub to core transmission

- Cette sous-section calcule le nombre de HUB et de liens de transmission correspondant qui sont utilisés entre les infrastructures et les éléments BSC et RNC du coeur réseau.
- Le premier bloc (**Total number of infrastructures in the network**) rappelle le nombre total d'infrastructures qui sont déployées pour accueillir les sites mono ou multi-technologies. Ces données sont reprises des lignes 2195 à 2210.
- Le bloc suivant (**Number of infrastructures connected via Hubs**) calcule, parmi le nombre total d'infrastructures, le nombre qui sont connectées via des Hubs, et non directement reliées au RNC ou au BSC.
  - Ce calcul se base sur les données du bloc précédent que l'on vient multiplier par le paramètre indiquant le pourcentage d'infrastructures qui sont connectées via un Hub (Radio.Sites.Proportion.On.Hub de l'onglet *NetworkDesignInputs!H1266:H1281*)
- Le bloc suivant (**Number of Hubs**) calcule le nombre de Hub existant dans le réseau, sur la base du nombre d'infrastructures connectées via des Hubs (bloc précédent) et du nombre

d'infrastructures qu'il est possible de connecter à un hub  
(Radio.Sites.Per.Hub de l'onglet  
*NetworkDesignInputs!H1286:H1301*)

- Le bloc suivant (**Number of Hub on a point to point link, also number of Hub-Core point to point link**) calcule le nombre de Hub qui sont directement connectés avec les équipements BSC et RNC de coeur de réseau
  - Ce calcul regarde si le paramètre Hubs.per.Link (onglet *NetworkDesignInputs!H1306:H1321*, qui indique combien de hub sont interconnectés entre eux et les équipements de coeur de réseau) est égale à 1, si oui, alors le résultat de ce bloc est égale aux données du bloc précédent, et si non, le résultat de ce bloc est égale à 0.
- Le bloc suivant (**Number of Hub on a ring**) calcule le nombre de Hub qui sont interconnectés entre eux et les équipements de coeur de réseau, sur une boucle
  - Ce calcul regarde si le paramètre Hubs.per.Link (onglet *NetworkDesignInputs!H1306:H1321*, qui indique combien de hub sont interconnectés entre eux et les équipements de coeur de réseau) est supérieur à 1, si oui, alors le résultat de ce bloc est égal aux données du bloc précédent, et si non, le résultat de ce bloc est égale à 0.
- Le bloc suivant (**Number of Hub-core rings**) calcule le nombre de boucles sur lesquelles sont interconnectées entre eux et les équipements de coeur de réseau.
  - Ce calcul se base sur les résultats du bloc précédent que l'on divise par le nombre de Hub par boucle (Hubs.per.Link de l'onglet *NetworkDesignInputs!H1306:H1321*)
- Le bloc suivant (**Number of segments on Hub Core rings if rings use MW**) calcule le nombre de segments qui vont exister entre le Hub et l'équipement coeur dans le cas où le support utilisé pour cette boucle est un FH
  - Ce calcul additionne les résultats des deux blocs précédents qui vont être multipliés par le paramètre qui indique si le support utilisé est un FH ou la fibre (HubCoreRings.is.MW de l'onglet

- Le bloc suivant (**Total network traffic at this layer, subject to utilisation factor, carried on rings/links**) rappelle le trafic qui va transiter entre les infrastructures et les équipements de cœur de réseau via les Hub
  - Ce calcul reprend le trafic qui va transiter dans le cœur de réseau (*Network.Site.To.Core.Mbit\_s* de l'onglet *NetworkShare!H720:BF735*) multiplié le pourcentage d'infrastructures qui sont connectées via un Hub (*Radio.Sites.Proportion.On.Hub* de l'onglet *NetworkDesignInputs!H1266:H1281*) divisé par le facteur d'utilisation d'un lien Hub vers coeur (*Utilisation.Hub.Core* de l'onglet *NetworkUtil!H30*)
- Le bloc suivant (**Requiered capacity per point to point link, Mbit/s**) calcule le volume de trafic, en Mbit/s, qui va transiter dans les liens point à point entre Hub et Coeur
  - Ce calcul se base sur le résultat du bloc précédent que l'on vient diviser par le nombre de Hubs qui sont reliés en point à point au cœur de réseau (bloc **Number of Hub on a point to point link, also number of Hub-Core point to point link** lignes 2641 à 2656).
- Le bloc suivant (**Requiered capacity per ring, Mbit/s**) calcule le volume de trafic, en Mbit/s, qui va transiter dans les boucles sur lesquelles les hubs sont interconnectés entre eux et les équipements de cœur de réseau
  - Ce calcul se base sur le résultat du bloc (**Total network traffic at this layer, subject to utilisation factor, carried on rings/links** lignes 2717 à 2732) que l'on vient diviser par le nombre de boucles reliant des hubs aux équipements de cœur de réseau (bloc **Number of Hub-core rings** lignes 2679 à 2694).
- Le bloc suivant (**Hub-Core protocole for rings**) rappelle le protocole qui est utilisé pour ce type de liens. Ces données sont reprises de l'onglet *NetworkDesignInputs!H1245:BF1260* (*Hub.Core.Geotype.Protocole*). A la fin de ce bloc sont également rappelés, en fonction du protocole, les débits des liens existants.
- Le bloc suivant (**Point to point deployed rate, Mbit/s**) calcule

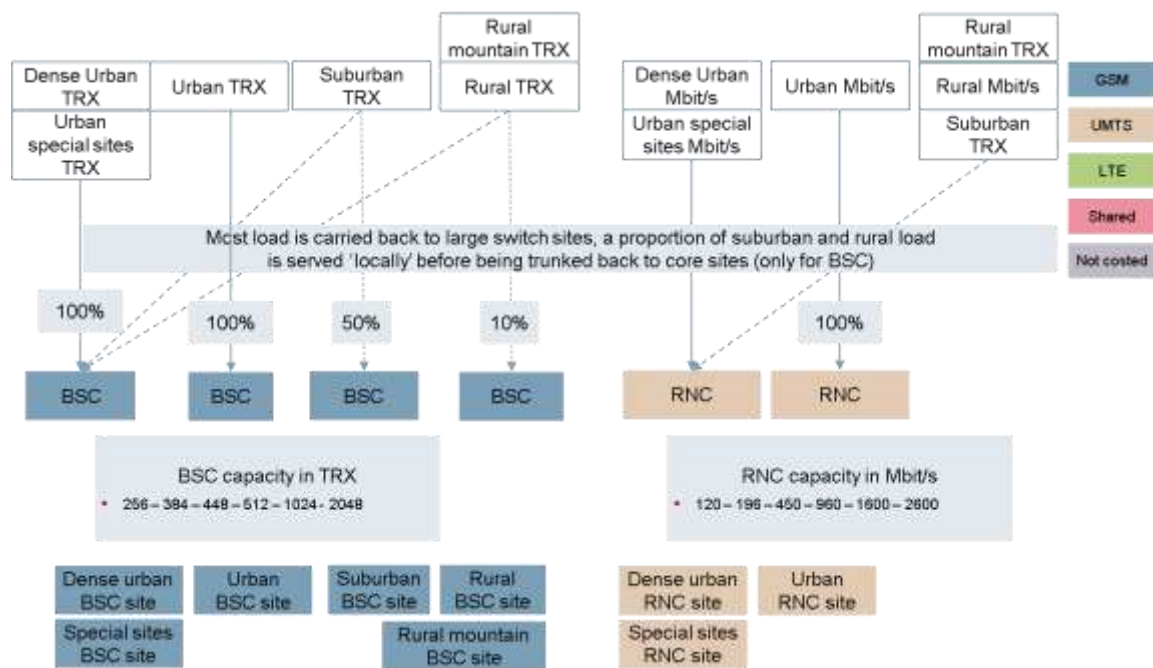
quel débit de lien doit être déployé, en fonction du volume à faire transiter et du protocole utilisé.

- Ce calcul se base sur les données du bloc (**Required capacity per point to point link, Mbit/s** lignes 2734 à 2751) ainsi que sur les données du bloc précédent pour déterminer quel type de liens doit être déployé
- Le bloc suivant (**Ring deployed rate, Mbit/s**) calcule quel débit de lien doit être déployé, en fonction du volume à faire transiter et du protocole utilisé.
  - Ce calcul se base sur les données du bloc (**Required capacity per ring link, Mbit/s** lignes 2753 à 2770) ainsi que sur les données du bloc **Hub-Core protocole for rings**
- Le bloc suivant (**Total number of point to point MW links by rate (Mbit/s)**) calcule le nombre total de liens FH de point à point.
  - Ce calcul se base sur le nombre de liens de chaque technologie qui doivent être déployés (bloc **Point to point deployed rate, Mbit/s**) et fait la somme correspondante sur la base des données du bloc (**Number of Hub on a point to point link, also number of Hub-Core point to point link** lignes 2641 à 2656)
- Le bloc suivant (**Total number of MW links on ring by rate (Mbit/s)**) calcule le nombre total de liens FH sur boucle.
  - Ce calcul se base sur le nombre de liens de chaque technologie qui doivent être déployés (bloc **Ring deployed rate, Mbit/s**) et fait la somme correspondante sur la base des données du bloc (**Number of segments on Hub Core rings if rings use MW** lignes 2698 à 2713)
- Le bloc suivant (**Total length of Hub to core fibre rings**) calcule la longueur de fibre des boucles reliant les Hubs interconnectés aux équipements de coeur de réseau
  - Ce calcul est la somme produit des données issues du bloc **Number of Hub-Core rings** (lignes 2677 à 2694) et des paramètres **HubCoreRings.is.Fibre** qui indique si le support utilisé est un FH ou la fibre (onglet *NetworkDesignInputs!U1326:U1341*),

Length.HubCoreRings.Fibre qui indique la longueur de la fibre (onglet *NetworkDesignInputs!R1326:R1341*), et le paramètre HubCoreRings.Fibre.InstallationType qui distingue s'il s'agit d'une fibre construite en propre, utilisant un génie civil existant ou une fibre noire (onglet *NetworkDesignInputs!J1326:L1341*).

- Le dernier bloc (**Total number of hubs on rings by rate (Mbit/s)**) calcule le nombre total de chaque type de liens (débit par technologie) pour les boucles
  - Ce calcul se base sur le nombre de liens de chaque technologie qui doivent être déployés (bloc **Ring deployed rate, Mbit/s**) et fait la somme correspondante sur la base des données du bloc (**Number of Hub on a ring** lignes 2660 à 2675)

9. *BSC* • Cette sous-section calcule le nombre de BSC nécessaires pour faire transiter le trafic 2G. Comme décrit dans la figure ci-dessous, la particularité dans la modélisation des BSC (et également des RNC) est que tout le trafic d'un géotype n'est pas nécessairement routé par les BSC de ce géotype. En effet, il est considéré que dans les géotypes urbain, suburbain, rural et rural montagneux de 50% à 10% du trafic du géotype est routé par les BSC correspondant. Le complément est routé par les BSC du géotype dense urbain, qui vont également router le trafic de leur géotype (le fonctionnement est le même pour les RNC)



## Overview of the modelled BSCs and RNCs

- Le premier bloc (**Number of TRX in the network**) rappelle le nombre de TRX qui ont été déployés dans le réseau. Ces données sont reprises de cet onglet aux lignes 363 à 378 (bloc **Total number of TRX deployed**). La seconde partie de ce bloc répartit le trafic selon les géotypes BSC/RNC/Core, qui regroupe donc les géotypes dans lesquels une distinction est faite entre zones blanches et zones de déploiement prioritaire
- Le deuxième bloc (**TRX in the network, according to location of capacity served**) rappelle la proportion de trafic (exprimée en TRX) qui transitera par les BSC en fonction des géotypes. Comme décrit ci-dessus, cette proportion n'est pas de 100% dans chaque géotype. Ces données (paramètre `Proportion.Served.BSC`) sont reprises de l'onglet `NetworkDesignInputs!J1352:J1357`.
- Le bloc suivant (**Number of TRX in the model by locations served**) calcule, sur la base des deux blocs précédents, le nombre de TRX qui seront réellement utilisés par géotype dans le modèle. Il s'agit donc de la multiplication du premier bloc par le deuxième. Sachant que le calcul pour le géotype dense urbain est spécifique car, en plus de son propre trafic, il prend le complément de ce qui n'a été transité par les BSC des autres géotypes.
- Le bloc suivant (**Number of locations**) rappelle le nombre de sites physiques (bâtiments) dans lesquels les BSC seront hébergés.

Ces données sont reprises de l'onglet *NetworkDesignInputs!I1352:I1357*

- Le bloc suivant (**TRX capacity required per locations**) calcule la capacité en TRX de chaque site physique.
  - Ce calcul se base donc sur le nombre de TRX qui seront réellement utilisés par géotype (bloc **Number of TRX in the model by locations served** lignes 2919 à 2924) que l'on divise par le nombre de physiques dans lesquels les BSC seront hébergés (bloc précédent)
- Le bloc suivant (**BSC capacity in use, subject to maximum utilisation factor**) rappelle la capacité d'utilisation, en nombre de TRX d'un BSC, avant et après prise en compte du facteur d'utilisation. Ces données sont reprises de l'onglet *NetworkDesignInputs!H1361:H1366* (Capacity.BSC) que l'on multiplie par le facteur d'utilisation du BSC (Utilisation.BSC de l'onglet *NetworkUtil!L7:L22*).
- Le bloc suivant (**BSC required per location \* number of locations**) calcule le nombre total de BSC nécessaire pour faire transiter le trafic
  - Ce calcul prend d'une part le maximum entre 1 et [la capacité en TRX de chaque site physique (bloc **TRX capacity required per location** lignes 2935 à 2942) divisé par le nombre de TRX d'un BSC (bloc précédent)]
- Le bloc suivant (**Total number of BSC by capacity**) calcule le nombre total de chaque type de BSC (nombre de TRX supportés)
  - Ce calcul se base sur les résultats du bloc précédent qui sont répartis en fonction du type de BSC déployés.
- Le bloc suivant (**Proportion of BSC that are remote**) rappelle la proportion de BSC qui sont dans un site distant de celui des autres équipements de cœur de réseau, par exemple car il n'y a pas de sites physiques spécifiques pour les autres équipements de cœur de réseau dans les géotypes concernés. Ainsi, des liens de transmission vont être nécessaires pour faire transiter ce trafic d'un BSC distant vers les autres équipements de cœur de réseau (le raisonnement est le même pour les RNC distants)
- Le bloc suivant (**Number of remote BSC sites**) calcule le nombre

de BSC qui sont sur des physiques distants.

- Ce calcul fait la soustraction du nombre de sites physiques (bloc **Number of locations** lignes 2926 à 2933) (valeur qui peut être égale à 0) et du nombre de sites physiques de cœur de réseau (paramètre Core.sites de l'onglet *NetworkDesignInputs!H1460:H1465*)
- Le bloc suivant (**Number of remote BSC**) calcule le nombre de BSC qui seront déployés, en fonction des géotypes.
- Le bloc suivant (**Distribution of load**) rappelle la manière dont est réparti le trafic dans les BSC, entre la voix et les données, ce pour chaque géotype. Ces données sont reprises de l'onglet *NetworkShare!H15:M15* (Trafic.By.GeotypeBscRncCore.voice)
- Les deux blocs suivants (**Amount of BSC voice/data traffic that is from remote BSC, Mbit/s, subject to utilisation factor, per remote BSC**) calculent le volume de trafic voix et data, en Mbit/s qui va transiter dans un BSC distant
  - Ce calcul se base sur la répartition du trafic voix/data par géotype (bloc précédent) que l'on multiplie par le pourcentage de BSC qui sont distants (bloc **Proportion of BSC that are remote** aux lignes H2972 à H2979) que l'on multiplie par le trafic voix, en Mbit/s, à la BH (données reprises de l'onglet *NetworkLoad!H940:BF940*) que l'on divise par le facteur d'utilisation du BSC (Utilisation.BSC.Core de l'onglet *NetworkUtil!H32*) que l'on divise par le nombre de BSC qui sont distants (bloc **Number of remote BSC** aux lignes 2985 à 2992). Le tout est multiplié par la répartition du trafic qui transite dans ces BSC (bloc **Proportion of BSC that are remote** aux lignes I2972 à I2979). Un calcul spécifique est fait pour le géotype Dense Urbain dans lequel on considère que 100% de BSC sont colocalisés avec les autres équipements de cœur de réseau.
- Le bloc suivant (**BSC Core protocole links**) rappelle le protocole qui est utilisé sur le lien de transmission (données reprisent de l'onglet *NetworkDesignInputs!H1395:BF1395*) ainsi que selon la technologie, le débit de différents types de liens.
- Les deux blocs suivants (**BSC core link capacity for voice/data traffic to MSC/SGSN**) calculent quel débit de lien doit être

déployé, en fonction du volume à faire transiter et du protocole utilisé.

- Ce calcul se base sur les données des blocs (**Amount of BSC voice/data traffic that is from remote BSC, Mbit/s, subject to utilisation factor, per remote BSC** lignes 3000 à 3016) ainsi que sur les données du bloc précédent (**BSC Core protocole links**)
- Les deux derniers blocs (**Number of remote BSC-core voice/data links by rate (Mbit/s)**) calculent le nombre total de chaque type de lien de BSC distant vers le cœur de réseau, en prenant en compte le facteur de redondance (BSC.Core.Redundancy de l'onglet *NetworkDesignInputs/H1399*)
  - Ce calcul se base sur le nombre de liens de chaque technologie qui doivent être déployés (blocs précédents **BSC core link capacity for voice/data traffic to MSC/SGSN**) et fait la somme correspondante sur la base des données du bloc Number of remote BSC (lignes 2985 à 2992).

10. RNC • Mêmes principes de modélisation que pour les BSC, mais avec les spécificités des RNC

11. Satellite and inter link island • Cette sous-section calcule le nombre et le type de liens inter îles nécessaires pour acheminer le trafic correspondant

- Le premier bloc (Satellite links (**between Réunion and Mayotte for Réunion-Mayotte operators, for back-up for Antilles-Guyane operators, none for metropolitan operators**)) détermine la zone pour laquelle le modèle fonctionne, pour savoir si cette section doit être utilisée
- Le second bloc (**Inter island links (only relevant for Antilles-Guyane operators)**) rappelle le protocole (lignes 3258) et le type de liens existants en fonction du protocole (lignes 3260 à 3265). Ces données sont reprises de l'onglet *NetworkDesignInputs/H1433:BF1433* et *NetworkDesignInput/H1435:I1441*). Il rappelle également le trafic 2G et 3G, en Mbit/s, qui va transiter à la BH (lignes 3275 à 3279), ces données étant reprises de l'onglet *NetworkLoad/H951:BF951* et *NetworkLoad/H1025:BF1025*), puis le pourcentage de trafic qui va transiter par les liens inter îles aux Antilles-Guyane (lignes 3282 à 3286, données reprises de

l'onglet *NetworkLoad!H1445:H1447*) et le facteur de redondance associé (lignes 3287 à 3290, données reprises de l'onglet *NetworkLoad!H1451:H1453*). Sur la base de l'ensemble de ces éléments, ce bloc calcule le trafic total qui va passer par ces liens (lignes 3292 à 3295) avant de déterminer la taille du lien nécessaire (lignes 3297 à 3300). Enfin, ce bloc calcule le nombre total de chaque type de liens inter îles déployés.

## 12. Core to core rings

- Cette sous-section calcule le nombre et le type de backbones (boucle cœur à cœur) nécessaires pour acheminer le trafic correspondant
- Le premier bloc (**Core-core Voice BHE converted to Mbit/s in the voice busy hour**) rappelle le volume de trafic voix en Mbit/s qui va transiter entre MSC non colocalisés à la busy hour voix. Ces données sont reprises de l'onglet *NetworkLoad!H1106:BF1106*
- Le deuxième bloc (**Peak downlink MSC-MSC and SGSN-SGSN data Mbit/s**) rappelle le volume pic, en fonction de la BH voix ou de la BH Data, de trafic data en Mbit/s qui va transiter entre MSC et SGSN-GGSN non colocalisés. Ces données sont reprises de l'onglet *NetworkLoad!H1128:BF1128*.
- Le troisième bloc (**Peak MSC-MSC and SGSN-GGSN load in the busy hour (Mbit/s)**) rappelle la somme entre les deux blocs précédents. Ces données sont reprises de l'onglet *NetworkLoad!H1137:BF1137*.
- Le bloc suivant (**Select MSC-MSC and SGSN-GGSN transmission protocole**) rappelle le protocole qui est utilisé sur le lien de transmission (données reprises de l'onglet *NetworkDesignInputs!H1504:BF1505*) selon que le trafic à transiter soit de la voix ou de la data.
- Le bloc suivant (**Peak core-core load in the busy hour for the network, Mbit/s, subject to underutilisation factor, for ATM/SDH/PDH**) calcule le trafic pic qui transitera en ATM/SDH-PDH dans le cœur de réseau en prenant en compte un facteur d'utilisation du réseau cœur (paramètre *Utilisation.Core.Core* de l'onglet *Networkutil!H:31*). Ce calcul se base sur le type de protocoles utilisés pour le trafic voix et le trafic data afin de savoir quel volume de trafic est pris en compte entre les lignes 3317 à 3322.

- Le bloc suivant (**Core-Core ATM/SDH/PDH links**) rappelle le type de liens existants pour supporter le protocole ATM/SDH/PDH. Ces données sont reprises de l'onglet *NetworkDesignInput !H1493:H1496*.
- Le bloc suivant (**Mbit/s required for core-core ATM/SDH/PDH layer**) calcule le type de liens ATM/SDH/PDH nécessaires pour faire transiter le trafic calculé au bloc **Peak core-core load in the busy hour for the network, Mbit/s, subject to underutilisation factor, for ATM/SDH/PDH**. Ce calcul se base donc sur les données des deux blocs précédents.
- Le bloc suivant (**Peak core-core load in the busy hour for the network, Mbit/s, subject to underutilisation factor, for Ethernet**) calcule le trafic pic qui transitera en Ethernet dans le coeur de réseau en prenant en compte un facteur d'utilisation du réseau cœur (paramètre *Utilisation.Core.Core* de l'onglet *Networkutil!H:31*). Ce calcul se base sur le type de protocole utilisé pour le trafic voix et le trafic data afin de savoir quel volume de trafic est pris en compte entre les lignes 3317 à 3322.
- Le bloc suivant (**Core-Core Ethernet links**) rappelle le type de liens existants pour supporter le protocole Ethernet. Ces données sont reprises de l'onglet *NetworkDesignInput !I1493:I1496*.
- Le bloc suivant (**Mbit/s required for core-core Ethernet layer**) calcule le type de liens Ethernet nécessaires pour faire transiter le trafic calculé au bloc **Peak core-core load in the busy hour for the network, Mbit/s, subject to underutilisation factor, for Ethernet**. Ce calcul se base donc sur les données des deux blocs précédents.
- Le bloc suivant (**Core-Core distance of fibre**) calcule la distance de fibre du backbone. Ce calcul regarde s'il existe du trafic GSM ou UMTS (données reprises de l'onglet *NetworkLoad!H235:BF235* et *NetworkLoad!H237:BF237*) et si c'est le cas, alors la distance de fibre du backbone est reprise de l'onglet *NetworkDesignInput !H513*.
- Le bloc suivant (**Total number of core nodes by speed (Mbit/s)**) calcule le nombre total de chaque type de liens qui doit être déployés
  - Il est ici considéré qu'il y a autant de liens sur un backbone qu'il y a de nœuds sur ce backbone. Ainsi, le

nombre total de nœuds par type de liens déployés sera égal au paramètre Core.Core.Nodes de l'onglet *NetworkDesignInputs!H1514*.

- Le dernier bloc (**Total number of core nodes**) calcule le nombre de nœuds de cœur de réseau.
- Ce calcul regarde s'il existe du trafic GSM ou UMTS (données reprises de l'onglet *NetworkLoad!H235:BF235* et *NetworkLoad!H237:BF237*) et si c'est le cas, alors le nombre de nœuds est repris de l'onglet *NetworkDesignInput !H1460:H1465* (en faisant la somme de ces lignes).

### 13. Servers

- Cette sous-section calcule le nombre de serveurs (équipements autre que les équipements de la boucle local radio) nécessaires pour faire transiter le trafic dans le réseau
- Le premier bloc (**Demand drivers for servers**) rappelle le trafic qui doit transiter par chaque équipement, sur une unité d'œuvre spécifique à chaque équipement. Ces données sont reprises de l'onglet *NetworkLoad!H1198:BF1227*.
- Le deuxième bloc (**Server capacity**) rappelle la capacité unitaire de chaque équipement (avec la même unité d'œuvre que dans le bloc précédent), le facteur d'utilisation de chaque équipement, le nombre minimum à déployer dans le réseau et le besoin en redondance. Ces données sont reprises de l'onglet *NetworkDesignInput !H1522:K1551*.
- Le dernier bloc (**Server deployment**) calcule, sur la base des données des deux blocs précédents, le nombre d'équipements nécessaires pour faire transiter le trafic, en prenant donc le facteur d'utilisation, le nombre minimum à déployer et les besoins de redondance.

### 14. Switch ports

- Cette sous-section calcule le nombre de ports nécessaires sur les BSC et RNC qu'il s'agisse du côté réseau radio ou du côté réseau cœur
- La première partie (**BSC site facing ports**) calcule donc le nombre de ports nécessaires sur les BSC, pour la partie entre les sites et les BSC
- Le premier bloc (**BSC site facing ports basic unit**) rappelle l'unité minimum d'un lien de capillarité, en fonction du protocole utilisé sur ce lien (ATM ou Ethernet). Ces données sont reprises

des lignes 2318 colonne H ou K (sous-section 7, partie **LMA link requirements**, bloc **Select transmission protocole**)

- Le deuxième bloc (**Number of BSC site facing ports**) calcule le nombre de ports nécessaires sur les BSC, pour la partie entre les sites et les BSC.
  - Ce calcul se base sur le volume de trafic qui va transiter par site 2G, en Mbit/s (Bloc **Mbit/s for GSM sites aux lignes 2218 à 2234**) divisé par l'unité minimum d'un lien de capillarité (bloc précédent) que l'on multiplie par le nombre total de sites GSM (bloc **Total GSM sites** aux lignes 218 à 235) que l'on divise par le facteur d'utilisation des ports (paramètre Utilisation.Port de l'onglet *NetworkUtil!H37*)
- Les troisième et quatrième blocs (**BSC E1 /1 0 Mbit/s Ethernet ports**) calculent, sur la base des données des deux blocs précédents le nombre de ports de chaque type.
- La seconde partie (**RNC site facing ports**) fait les mêmes calculs que la partie précédente, en distinguant le trafic qui passe par l'interface voix (trafic R99) de celui qui passe par l'interface data (trafic HSPA)
- La troisième partie (**BSC core facing ports**) calcule cette fois le nombre de ports nécessaires sur les BSC, pour la partie entre les BSC et le cœur de réseau
- Les deux premiers blocs (**For remote BSCs, number of ports by capacity, voice/data**) calculent, pour chaque type de port, le nombre de ports nécessaires, en distinguant les ports liés au trafic voix de ceux liés au trafic data.
  - Ce calcul se base sur le nombre de liens nécessaires entre les BSC et le cœur de réseau pour faire transiter le trafic voix et le trafic data (blocs **Number of Remote BSC-core voice/data links by rate (Mbit/s)**) aux lignes 3047 à 3066 que l'on divise par le facteur d'utilisation d'un port (paramètre Utilisation.Port de l'onglet *NetworkUtil!H37*)
- Le bloc suivant (**Proportion of BSC that are colocalised**) calcule le pourcentage de BSC qui sont colocalisés avec les autres équipements de cœur de réseau et le trafic qui y transite, en reprenant les données indiquant le pourcentage de BSC qui sont

distants et la répartition du trafic dans les différents BSC (bloc **Number of BSC that are remote** aux lignes 2972 à 2979)

- Le bloc suivant (**Distribution of load**) rappelle la manière dont est réparti le trafic dans les BSC, entre la voix et les données, ce pour chaque géotype. Ces données sont reprises de l'onglet *NetworkShare!H15:M15* (Trafic.By.GeotypeBscRncCore.voice)
- Le bloc suivant (**For co-located BSCs, amount of traffic to be handled for all BSCs, voice, Mbit/s**) calcule le trafic voix qui va transiter par les BSC colocalisés
  - Ce calcul se base sur la répartition du trafic voix par géotype (bloc précédent) que l'on multiplie par le pourcentage de BSC qui sont colocalisés (bloc **Proportion of BSC that are colocalised** aux lignes H3594 à H3601) que l'on multiplie par la répartition du trafic qui y transite (bloc **Proportion of BSC that are colocalised** aux lignes I3594 à I3601) que l'on multiplie par le trafic voix, en Mbit/s, à la BH (données reprises de l'onglet *NetworkLoad!H940:BF940*). Un calcul spécifique est fait pour le géotype Dense Urbain dans lequel on considère que 100% de BSC sont colocalisés avec les autres équipements de cœur de réseau.
- Le bloc suivant (**Total voice traffic handled co-locally**) calcule le trafic voix total qui va être traité dans les BSC colocalisés. Il s'agit donc de la somme des données du bloc précédent.
- Le bloc suivant (**Total voice traffic handled co-locally, per BSC**) calcule le trafic voix total qui va être traité par BSC colocalisé. Il s'agit donc des données du bloc précédent que l'on divise par le nombre de BSC colocalisés (vue comme la différence entre le nombre de BSC total (bloc **BSC required per location \* number of locations** aux lignes 2956 à 2961) et le nombre de BSC distants (bloc **Number of remote BSC** aux lignes 2987 à 2992).
- Le bloc suivant (**BSC-core link capacity for voice traffic (to MSC)**) rappelle le protocole et le type de liens qui permettent de faire transiter le trafic voix entre le BSC et le MSC. Ces données sont reprises réciproquement de l'onglet *NetworkDesignInputs!H1395:BF1395* et de l'onglet *NetworkDesignInputs!H1384:H1387* (sous-section 10).

- Le bloc suivant (**Port rate per BSC, for voice**) calcule la taille du lien nécessaire par BSC pour faire transiter le trafic et calcule ensuite le nombre de liens de chaque type nécessaires.
  - Le premier calcul regarde quel protocole est utilisé sur le lien (ATM ou Ethernet) et va donc déterminer en fonction du type de lien existant (bloc précédent) et du trafic à faire transiter par BSC (bloc **Total voice traffic handled co-locally, per BSC** à la ligne 3418) le type de liens à déployer
  - Le second calcul regarde quel type de liens a été déployé (calcul précédent) et fait donc pour chaque type de liens la différence entre le nombre total de BSC nécessaires (bloc **BSC required per location \* number of locations** aux lignes 2956 à 2961) et le nombre de BSC distants (bloc **Number of remote BSC** aux lignes 2987 à 2992) que l'on multiplie par le facteur de redondance (BSC.Core.Redundancy de l'onglet *NetworkDesignInputs!H1399*) puis par le facteur d'utilisation (Utilisation.Ports de l'onglet *NetworkUtil!H37*)
- Les cinq blocs suivants reprennent les mêmes calculs que les blocs précédents, mais cette fois pour le trafic Data, et donc vers les SGSN.
- La partie suivante (**RNC core facing ports**) calcule cette fois le nombre de ports nécessaires sur les RNC, pour la partie entre les RNC et le cœur de réseau. Les calculs sont ici les mêmes que dans la partie précédente.

## 9 Description des calculs des coûts

Les onglets du fichier Excel ici présentés sont ceux référencés sous « InAsset », « FullNw », « NwDeploy », « CostTrends », « Unit Capex », « Unite Opex », « Total Capex » et « Total Opex ».

Ainsi, après avoir calculé le nombre d'équipements de réseau nécessaires pour, chaque année, faire transiter le trafic dans le réseau, il est nécessaire, pour le calcul de coûts, de déterminer combien d'actifs sont achetés chaque année (CAPEX) et quels sont les OPEX correspondants aux actifs mis en service depuis le début du déploiement du réseau.

Ceci est notamment fait dans l'onglet *NwDeploy*.

### 9.1 Onglet *InAsset*

Cet onglet définit la liste des actifs qui vont être utilisés dans le modèle, que l'on caractérise selon différentes catégories (Cost category en colonne D et Cost input category en colonne E) et pour lesquels on définit les caractéristiques suivantes : durée de vie, délai de déploiement, pourcentage de remplacement des actifs, pourcentage OPEX liés aux coûts des actifs.

Par la suite, chacun des actifs est listé et on définit pour chacun d'eux les caractéristiques suivantes :

- la durée avant laquelle un équipement va être retiré si celui-ci n'est plus utilisé (colonne G)
- la durée de vie de chacun des actifs (colonne I)
- le délai de déploiement de chacun des actifs (colonne J)
- le pourcentage de remplacement des actifs déployés chaque année (colonne K)
- le pourcentage OPEX lié aux coûts des actifs (colonne L)
- le CAPEX de chaque actif (repris de l'onglet *NetworkDesignInputs!H1561:H1810*) (colonne N)
- l'OPEX de chaque actif sur la base du CAPEX et du pourcentage OPEX liés aux CAPEX (colonne O)

### 9.2 Onglet *FullNw*

Cet onglet rappelle, sur la base des résultats de l'onglet *NwDesLoad*, le nombre d'actifs de chaque type déployés chaque année pour faire transiter le trafic.

### 9.3 Onglet *NwDeploy*

Cet onglet calcule le nombre d'actifs qui doivent être achetés chaque année pour permettre de faire face au trafic à transiter. Ainsi, étant donné, comme vu dans l'onglet *InAsset*, qu'un délai de déploiement est prévu pour chaque type d'actif, il est nécessaire de devoir acheter ces actifs suffisamment tôt pour qu'ils soient mis en service l'année correspondante. Est également pris en compte le fait que pour chaque actif, on attend un

certain temps avant de décomissionner un actif dans le cas où d'une année sur l'autre on aurait besoin de moins d'actif, mais que ces besoins augmentent les années suivantes.

1. *Required units in full network* • Cette sous-section reprend les données de l'onglet *FullNw*
2. *Deployed assets with retirement algorithm* • Cette sous-section calcule le nombre d'actifs déployés chaque année compte tenu de l'algorithme de décomissionnement des actifs.
  - En colonne B est calculée l'année à laquelle le nombre maximum de chaque actif est déployé.
  - En colonne D est indiqué le délai pendant lequel on regarde l'évolution des besoins en actifs afin de savoir si certains doivent être décomissionnés.
  - Le calcul du nombre d'actifs déployés chaque année analyse successivement plusieurs conditions :
    - Regarde si l'année en cours est inférieure à l'année calculée en colonne B, si c'est vrai, alors le nombre d'actifs déployés est égal aux données du bloc précédent
    - Si c'est faux, alors si le délai avant de retirer l'équipement est égal à 100, alors le nombre d'actifs déployés est égal aux données du bloc précédent
    - Si c'est faux, alors si le délai avant de retirer l'équipement est égal à 2, alors le nombre d'actifs déployés est égal au maximum entre les données des colonnes F à BG
    - Si c'est faux, alors si le délai avant de retirer l'équipement est égal à 1, alors le nombre d'actifs déployés est égal au le maximum entre les données des colonnes G à BG
    - Si c'est faux, alors si le délai avant de retirer l'équipement est égal à 0, alors le nombre d'actifs déployés est égal au maximum entre les données des colonnes I à BG.
3. *Annual activation (including replacement)* • Cette sous-section calcule le nombre d'actifs achetés chaque année, en prenant en compte les actifs qui doivent être remplacés car arrivant en fin de vie. Ces données sont calculées sur la base de la sous-section précédente.
  - La colonne D rappelle la durée de vie de chaque actif, données

représentent de l'onglet *InAsset*.

- Le calcul du nombre d'actifs achetés chaque année analyse successivement plusieurs conditions :
  - Regarde si la durée de vie de l'actif est égale à 1, si vrai le nombre d'actifs achetés chaque année est égal aux données du bloc précédent
  - Si c'est faux, alors si l'année de vie du réseau (ligne 522) est inférieure ou égale à la durée de vie de l'actif, alors le nombre d'actifs achetés chaque année est égal au maximum entre 0 et la différence entre le nombre d'actifs à déployer l'année N et le nombre d'actifs déployés l'année N-1
  - Si c'est faux, alors le nombre d'actif acheté chaque année est égal au nombre d'actifs qui arrive en fin de vie et qu'il faut donc entièrement racheter

- |   |  |
|---|--|
| <p>4. <i>Direct equipment purchases (incl. replacement)</i></p>             | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cette sous-section calcule le nombre d'actifs qui doivent être achetés chaque année, en prenant en compte le délai de deployment de chaque actif.</li> <li>• La colonne D rappelle le délai de déploiement de chaque actif, données représentées de l'onglet <i>InAsset</i>.</li> <li>• On regarde ainsi la durée de déploiement de chaque actif puis on regarde le nombre d'actifs achetés l'année N qu'on divise par 12 (par mois) et par le délai de déploiement pour savoir combien d'actifs doivent être achetés l'année d'avant.</li> </ul> |
| <p>5. <i>Direct equipment purchases (for network regeneration only)</i></p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cette sous-section calcule le nombre d'équipements qui doivent être renouvelés avant leur fin de vie si tel a été prévu dans l'onglet <i>InAsset</i>, données reprises en colonne D.</li> <li>• Ici, il n'est pas prévu un tel scénario.</li> </ul>   |

## 9.4 Onglet *CostTrends*

Cet onglet détaille les tendances de coûts qui vont s'appliquer à chaque actif, aussi bien pour les CAPEX que pour les OPEX.

En première partie de chaque sous-section on définit des grandes catégories, auxquelles sont rattachées chaque actif (lignes 5 à 20 et 278 à 288).

Dans chaque sous-section est également calculé l'évolution cumulée année par année, en prenant une base 100 la première année du modèle (colonne BG à DE)

## 9.5 Onglet UnitCapex

Cet onglet détermine les prix unitaires annuels de chaque actif ainsi que les frais relatifs aux licences.

1. *Unit capex per network element* • Cette sous-section calcule les prix unitaires annuels de chaque actif, sur la base des prix unitaires déterminés dans l'onglet InAsset (lui-même repris de l'onglet *NetworkDesignInputs!H1561:H1810*), des tendances de coûts (*CostTrends!BG25:DE274*) et de l'année de référence (ici 2010 *CostTrends!CA25:CA274*, mais qui aura vocation à être 2012 dans le modèle finalisé).
2. *Shut-down capex profile* • Cette sous-section détermine si le réseau est toujours actif; Si oui, alors on remplit 1 dans chacune des colonnes, si non on remplit 0. Cette fonctionnalité n'est à ce stade pas utilisée dans le modèle, on considère que le réseau est actif sur toute la période du modèle.
3. *2G licence fee* • Cette sous-section rappelle les CAPEX relatifs aux licences 2G. Les données sont reprises de l'onglet *NetworkDesignInputs!H1820:BF1820*. Les données initialement en valeur nominal sont converties en valeur réelle sur la base du taux d'inflation.
4. *3G licence fee* • Idem que pour la sous-section 3
5. *4G licence fee* • Idem que pour la sous-section 3

## 9.6 Worksheet UnitOpex

Cet onglet fonctionne de la même manière que l'onglet précédent, avec les spécificités liées aux OPEX.

## 9.7 Worksheet TotalCapex

Cet onglet calcule les CAPEX totaux de chaque actif

1. *Total annual capex* • Cette sous-section calcule les CAPEX totaux de chaque actif
  - Ce calcul multiplie les coûts unitaires déterminés dans

l'onglet *UnitCapex* que l'on multiplie par le nombre d'actifs achetés chaque année (en prenant également en compte les actifs renouvelés avant leur fin de vie (sous-section 5 de l'onglet *NetworkDeploy*) et le shut down du réseau (sous section 2 de l'onglet *UnitCapex*)

2. *Category totals*
- Cette sous-section agrège par catégorie d'actifs les CAPEX correspondants aux actifs de chaque catégorie, en faisant également un cumulé par année.
    - A la fin du premier bloc on calcule les investissements totaux par année (ligne 295) puis les investissements totaux actualisés par année (lignes 296, en prenant 2013 comme année de référence), puis la valeur nette actualisée comme étant la somme des investissements totaux actualisés par année (cellule D 297)

## 9.8 *Worksheet TotalOpex*

Cet onglet fonctionne de la manière que l'onglet précédent, avec les spécificités liées aux OPEX.

## 10 Description des calculs de valorisation

Les onglets du fichier Excel ici présentés sont ceux référencés comme « VAL.1 », « VAL.2 » et « DF ».

### 10.1 Description des différentes méthodes de valorisation utilisées (Onglet VAL.1 et VAL.2)

Les coûts d'investissement sont annualisés selon deux méthodes. Les coûts annualisés comprennent une composante d'amortissement, dépendante de la méthode utilisée, et une composante de coût du capital, dépendante du taux de rémunération du capital retenu.

#### - 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 et pour chaque actif, 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 annuités constantes (AC)

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

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.

#### VAL.1

Cette feuille calcule les coûts annuels du réseau en utilisant un amortissement linéaire.

Les grandes étapes permettant de calculer l'annuité sont les suivantes:

- La valeur des investissements est convertie en euros courant
- L'amortissement annuel est calculé à partir de la valeur de l'investissement, exprimée en euros courants, divisée par la durée de vie

- Le coût du capital est obtenu en multipliant la valeur nette comptable par le taux de rémunération du capital

L'annuité pour l'année  $k$ , obtenue avec un taux de rémunération du capital nominal  $a_n$ , est alors :

$$A_k = \frac{I}{T} + a_n(T - (k - 1))\frac{I}{T}$$

Une part de coûts d'exploitation est ensuite ajoutée à cette annuité afin de calculer le coût annuel global du réseau. Ces coûts sont calculés dans l'onglet TotalOpex, décrit plus haut.

#### VAL.2

Cette feuille calcule les coûts annuels du réseau en utilisant la méthode des annuités constantes.

Les grandes étapes permettant de calculer l'annuité sont les suivantes:

- Le taux composite est calculé en utilisant le taux de progress technique de l'actif, l'inflation et le taux de remuneration du capital
- La valeur nette comptable est calculée pour chaque année
- L'annuité correspondant à l'actif est déduite de la valeur nette comptable et du taux composite de l'année en cours.

Pour un investissement  $I$  de durée de vie économique  $T$  réalisé en l'an 0, avec un taux de progrès technique constant  $g$  (exprimé en termes réels), un taux de rémunération du capital réel constant  $a_r$ , et en notant  $h=(I+g)(I+a_r)$ , l'annuité économique en début d'année  $k$  s'écrit, en euros constants :

$$A_k^* = \frac{I}{(1+g)^{k-1}} \times (1+a_r) \times \frac{1 - \frac{1}{1+h}}{1 - \frac{1}{(1+h)^T}}, \quad 1 \leq k \leq T$$

Afin d'obtenir une annuité en euros courants, il faut prendre en compte l'inflation :

$$A_k = A_k^* \times \prod_{j=0}^{k-1} (1 + \text{inflation}_j)$$

Dans le cas où  $g$  et  $a_r$  ne sont pas constants, il suffit de remplacer  $I$  par la valeur nette comptable en fin d'année précédente et  $T$  par la durée d'amortissement restante.

Les coûts de cette feuille sont ensuite repris dans VAL.1.

## 10.2 Worksheet DF

Cet onglet détermine l'évolution du coût du capital pris en compte pour rémunérer les actifs (sur la base des décisions ARCEP) ainsi que l'évolution du taux d'inflation (sur la base des données INSEE), qui permet de passer des valeurs nominales en valeurs réelles.

## **11 Présentation des résultats du modèle**

Les onglets du fichier Excel ici présentés sont ceux référencés comme « Results »,

Dans cet onglet est calculé le coût incrémental de la terminaison d'appel vocale mobile.

### **11.1 Onglet *Results***

Cet onglet calcule le coût incrémental de la terminaison d'appel vocale mobile, comme étant la différence, pour la couche radio et la couche cœur, entre les coûts de réseau avec et sans terminaison d'appel, divisé par le trafic entrant en provenance des opérateurs tiers.

## 12 Description de la manière de faire fonctionner le modèle

Cette partie vise à décrire la manière de faire fonctionner le modèle.

### 12.1 Comment faire tourner le modèle

La Macro pour faire tourner le modèle se trouve dans l'onglet *Ctrl* à la ligne 83. Cette Macro permet de faire tourner le modèle en pure LRIC pour calculer le coût incrémental unitaire de la terminaison d'appel voix à des tiers.

### 12.2 Créer un nouvel opérateur

Il est facile dans cette version du modèle de créer un nouvel onglet pour représenter un opérateur (reel ou hypothétique).

Pour cela, il suffit de copier/coller (en conservant une copie) un des onglets *Op.nom de l'opérateur* et de le renommer avec le nom de l'opérateur souhaité. Il est également nécessaire pour que cet opérateur puisse être utilisé que ce nom d'opérateur soit ajouté dans la liste des opérateurs figurant dans l'onglet *List* aux lignes 39 à 52 en fonction de la zone.

Bien évidemment, la même procédure peut être suivie si l'utilisateur souhaite uniquement faire varier quelques paramètres d'un même opérateur, tout en observant l'impact sur les résultats des "deux" opérateurs modélisés.

### 12.3 Onglet *Ctrl*

<i>Language modelling labelling</i>	<i>of</i>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Permet de choisir la langue des labels dans le modèle (A ce stade tous les labels sont en anglais, mais ont vocation à être traduits dans la version finale)</li></ul>
<i>Selected operators</i>		<ul style="list-style-type: none"><li>• Permet de choisir l'opérateur que l'on souhaite modéliser. Seuls les opérateurs listés dans l'onglet <i>List</i> (lignes 39 à 52) peuvent ici être modélisés.</li></ul>
<i>Zone</i>		<ul style="list-style-type: none"><li>• Définit, en fonction de l'opérateur sélectionné précédemment, la zone à laquelle appartient cet opérateur.</li></ul>
<i>Accounting methode</i>		<ul style="list-style-type: none"><li>• Définit la méthode de valorisation pour le calcul du coût incrémental de long terme de la terminaison d'appel voix (CCTA ou SLD)</li></ul>
<i>Operate network</i>		<ul style="list-style-type: none"><li>• Permet de choisir si le modèle « éteindra » le réseau à une date</li></ul>

<i>shutdown</i>		donnée. Il n'est pas prévu d'utiliser un tel scénario, mais la fonctionnalité est tout de même maintenue
<i>Return of 900 MHz spectrum</i>	•	Détermine les critères liés à la restitution de fréquences dans la bande 900 MHz, à savoir la quantité de fréquence restant après réattribution au 4ème opérateur, et les dates auxquelles cela est fait (cela ne s'applique qu'aux opérateurs métropolitains)
<i>900 MHz refarming</i>	•	Détermine les critères liés à la réutilisation des fréquences de la bande 900 MHz pour faire de la 3G, en distinguant les zones denses des zones peu denses
<i>1800 MHz refarming</i>	•	Détermine les critères liés à la réutilisation des fréquences de la bande 1800 MHz pour faire de la 4G. Il n'est ici pas fait de distinction entre les différentes zones du territoire
<i>Deployment of additional carriers for HSPA and LTE</i>	•	Détermine à partir de quand on impose de déployer un minimum de porteuses HSDPA, HSUPA et LTE
<i>NMS mark up</i>	•	Mark up pour les équipements NMS
<i>Pure LRIC calculation</i>	•	Définit quelle référence de coût est prise en compte et permet de faire tourner la Macro du modèle (cf. partie 12.1)
<i>Checks</i>	•	Définit un certain nombre de vérifications dans les calculs du modèle pour s'assurer facilement que ce dernier ne crée pas d'erreurs

## 12.4 Onglet Lists

Cet onglet liste les différentes catégories qui sont utilisées dans le modèle et définit ou rappelle également quelques paramètres comme :

- Rappelle des prévisions de trafic unitaire de certains services (sous-section 3), issues des onglets *Zone.nom de la zone*
- Définit les bandes de fréquences utilisables (sous-section 4, lignes 95 à 101)
- Définit les services qui doivent être ou non pris en compte dans le calcul du coût incrémental de long terme de la terminaison d'appel voix (sous-section 4, lignes 117 à 167)
- Définit les capacités des BSC et des RNC (sous-section 4 lignes 256 à 275)

## Annex A Acronyms

<b>2G</b>	Second generation of mobile telephony
<b>3G</b>	Third generation of mobile telephony
<b>ATM</b>	Asynchronous transfer mode
<b>AUC</b>	Authentication centre
<b>BH</b>	Busy-hour
<b>BHCA</b>	Busy-hour call attempts
<b>BHE</b>	Busy-hour Erlangs
<b>BSC</b>	Base station controller
<b>BTS</b>	Base transmitter station or base station
<b>CCH</b>	Control channel
<b>CE</b>	Channel element
<b>CK</b>	Channel kit
<b>CPU</b>	Central processing unit
<b>DCS</b>	Digital cellular system
<b>E1</b>	2Mbit/s unit of capacity
<b>EC</b>	European Commission
<b>ED</b>	Economic depreciation
<b>EDGE</b>	Enhanced data for global evolution
<b>EIR</b>	Equipment identity register
<b>eNodeB</b>	Denotes the LTE equivalent of a BTS
<b>EPMU</b>	Equi-proportionate mark-up
<b>FAC</b>	Fully-allocated cost
<b>GSN</b>	Gateway GPRS serving node
<b>GPRS</b>	General packet radio system
<b>GSM</b>	Global system for mobile communications
<b>GSN</b>	GPRS serving node
<b>HCA</b>	Historical cost accounting
<b>HLR</b>	Home location register
<b>HSDPA</b>	High speed downlink packet access
<b>HSPA</b>	High speed packet access
<b>HSUPA</b>	High speed uplink packet access
<b>IN</b>	Intelligent network
<b>IP</b>	Internet Protocole
<b>LMA</b>	Last-mile access
<b>LRAIC</b>	Long-run average incremental cost
<b>LRIC</b>	Long-run incremental cost
<b>LTE</b>	Long-term evolution
<b>MEA</b>	Modern equivalent asset
<b>MGW</b>	Media gateway
<b>MME</b>	Mobility management entity
<b>MMS</b>	Multimedia message service
<b>MMSC</b>	MMS centre
<b>MNO</b>	Mobile network operator
<b>MNP</b>	Mobile number portability
<b>MSC</b>	Mobile switching centre
<b>MSS</b>	MSC server

**MT** Mobile termination  
**MTR** Mobile termination rate  
**MVNO** Mobile virtual network operator  
**N4M** Net4Mobility  
**NDA** Non-disclosure agreement  
**NMS** Network management system  
**NodeB** Denotes the UMTS equivalent of a BTS  
**NPV** Net present value  
**NR** National roaming  
**OLO** Other licensed operator  
**PCU** Packet control unit  
**PDH** Plesiochronous digital hierarchy  
**PDP** Packet data protocole  
**PoI** Point of interconnect  
**PS** Packet switch  
**PTS** National Post and Telecom Agency  
**PV** Present value  
**QAM** Quadrature amplitude modulation  
**R99** Release-99  
**RNC** Radio network controller  
**SAU** Simultaneously attached users  
**SCB** Statistiska centralbyrån  
**SDCCH** Stand-alone dedicated control channel  
**SDH** Synchronous digital hierarchy  
**SEK** Swedish krone  
**SGSN** Subscriber GPRS serving node  
**SGW** Serving gateway  
**SIM** Subscriber identity module  
**SMS** Short message service  
**SMSC** SMS centre  
**SP** Service provider  
**STM** Synchronous transport module  
**T2** Tele2  
**TCH** Traffic channel  
**TDD** Time division duplex  
**TN** Telenor  
**TRX** Transceiver unit  
**TS** TeliaSonera  
**UMTS** Universal mobile telecommunications systems  
**VAS** Value-added systems  
**VLR** Visitor location register  
**VMS** Voicemail system  
**WACC** Weighted average cost of capital