



Consultation publique portant sur la structure du modèle  
technico-économique des coûts (incrémentaux) de la  
terminaison d'appel fixe en France

**Documentation de la structure du modèle**

*Juin 2010*

# Sommaire

Introduction

Présentation du modèle

Paramètres clés de l'opérateur NGN générique modélisé

Module de demande

Module de design réseau

Module de calcul des coûts

Le modèle technico-économique des coûts de la terminaison d'appel fixe en France et sa documentation ont été produits par le cabinet Analysys Mason, pour le compte de l'Autorité de Régulation des Communications Electroniques (l'ARCEP ou l'Autorité)

Coordonnées :

- [Modele.fixe.arcep.2010@analysismason.com](mailto:Modele.fixe.arcep.2010@analysismason.com)
- Tél : +33 (0)1 72 71 96 96
- [www.analysismason.com](http://www.analysismason.com)



# Projet d'élaboration d'un modèle de coûts de la terminaison d'appel fixe en France

- Ce document a été établi dans le cadre du projet d'élaboration du modèle technico-économique des coûts d'un opérateur fixe pour le compte de l'Autorité
  - il constitue la documentation de la structure des trois fichiers Excel constituant le modèle
  - il accompagne la mise en consultation par l'Autorité de la structure du modèle de coûts
- La structure dudit modèle a été construite en s'appuyant notamment sur :
  - un questionnaire qualitatif transmis aux principaux opérateurs fixes en France
  - des réunions bilatérales avec ces mêmes opérateurs
  - l'expérience de l'Autorité et du cabinet de conseil dans la construction de ce type de modèle
  - l'observation des précédents récents et travaux en cours dans d'autres pays européens, en particulier aux Pays-Bas et en Norvège
- L'objectif de ce document est de présenter les paramètres clés de l'opérateur modélisé et l'approche suivie dans la modélisation.
- Le modèle est pour le moment alimenté par un premier jeu de données « test » mais fera l'objet, dans une seconde phase du projet, d'un calibrage
  - à l'issue de la consultation publique de l'Autorité, sur la base des commentaires reçus, une mise à jour de la structure du modèle sera réalisée. Une collecte d'informations quantitatives sera alors organisée : ces données serviront à l'alimentation, au calibrage fin et autant que possible à la réconciliation du modèle avec certaines données réelles des opérateurs.

# Sommaire

Introduction

Présentation du modèle

Paramètres clés de l'opérateur NGN générique modélisé

Module de marché

Module de design réseau

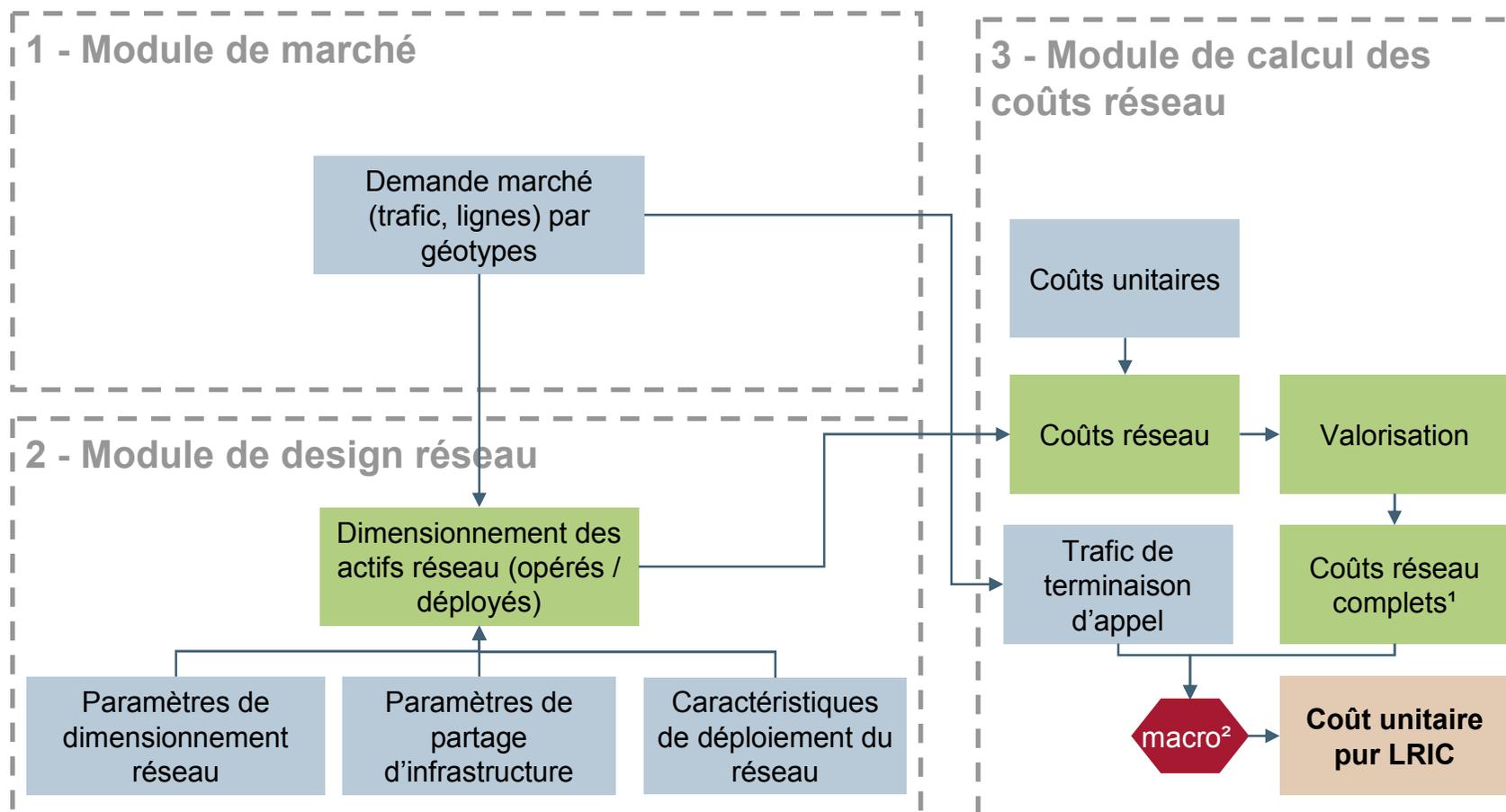
Module de calcul des coûts

## Le modèle a vocation à calculer les coûts de la terminaison d'appel fixe pour un opérateur NGN générique en France

- L'Autorité et ses consultants ont développé la structure d'un modèle de coûts fixe LRIC *bottom-up*
- Ce modèle simule un opérateur générique efficace basé sur la technologie NGN et opérant à l'échelon national (métropole et DOM)
- Le but du modèle sera, après alimentation par des données réelles fournies par les opérateurs en phase 2 du projet, de calculer les coûts de la terminaison d'appel fixe selon l'approche pure LRIC, conformément à la recommandation de la Commission européenne

# Le modèle est composé de trois modules, chacun correspondant à un fichier Excel distinct

## Architecture haut niveau du modèle



Légende :

Données d'entrée

Calculs

Résultats

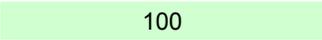
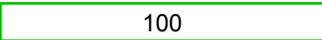
<sup>1</sup> Opex + dépréciation + rémunération du capital

<sup>2</sup> le fonctionnement de la macro sera expliqué plus loin

# Le modèle utilise un formatage des cellules spécifique pour faciliter la lecture

- Pour faciliter la lecture du modèle et permettre de suivre les flux de données et de calculs à travers les feuilles, le modèle intègre un jeu de styles distinguant les liens, les calculs, les hypothèses ou encore les données d'entrée

## Liste des styles utilisés dans le modèle

<b>Liens</b>	Lien externe au fichier	
	Lien interne	
<b>Données</b>	Paramètre utilisateur	
	Donnée réelle	
	Donnée estimée (hypothèse)	
	Calcul	100
	Calcul basé sur une courbe de tendance	
	Sortie/résultat important du modèle	
<b>Autres</b>	Calcul de vérification	TRUE
	Nom Excel d'une cellule ou d'une table	Nom

# Instructions pour utiliser le modèle

- Le modèle Excel est composé de trois fichiers : *Marche.xls*, *Design reseau.xls* et *Couts reseau.xls*
- Il s'utilise comme suit :
  - Sauvegardez les trois fichiers dans un même répertoire pour conserver les liens entre les fichiers
  - Ouvrez les trois fichiers sans mettre à jour les liens et en activant les macros
  - Vérifiez que les trois fichiers sont bien liés entre eux en cliquant sur *Edition (Edit)* puis *Liens (Links)*
    - *Marche.xls* doit être lié à *Couts reseau.xls*
    - *Design reseau.xls* doit être lié à *Marche.xls* et *Couts reseau.xls*
    - *Couts reseau.xls* doit être lié à *Marche.xls* et *Design reseau.xls*
  - Le cas échéant, ajustez les paramètres de contrôle dans la feuille *Controles* dans *Couts reseau.xls*
  - Sur la feuille *Pur LRIC* (fichier *Couts reseau.xls*) cliquez sur le bouton *Calcul pur LRIC* pour exécuter la macro et calculer les résultats Pur LRIC

Présentation du modèle

Paramètres clés de l'opérateur NGN générique modélisé

Module de marché

Module de design réseau

Module de calcul des coûts

# Rappel des principaux choix méthodologiques

- Nous rappelons dans cette section les principaux choix méthodologiques retenus par l'Autorité pour la modélisation de l'opérateur générique efficace NGN.
- Ces choix sont issus des réflexions de l'Autorité et de ses consultants, sur la base de la recommandation de la Commission européenne du 7 mai 2009 et des meilleures pratiques internationales. Ils s'appuient également sur les échanges qualitatifs productifs qui ont eu lieu avec les opérateurs depuis le lancement de ce projet.
- Ces choix structurants sont relatifs à la notion d'opérateur générique efficace et à la volonté de trouver le meilleur équilibre possible entre précision, simplicité et robustesse du modèle

## L'opérateur générique considéré lance ses services en 2004 à l'échelon national

- **Date de lancement des services voix** : 2004, l'année où la VLB a globalement démarré en France avant de fortement se développer en 2005 ;
- **Date d'entrée sur le marché** (date de début du déploiement du réseau) : 2002, soit 2 ans avant le lancement des services VLB ;
- **Période de modélisation du réseau** : de 2002 à 2016 (ce qui n'implique pas que les coûts de l'opérateur considéré sont intégralement recouverts sur cette période)
- **Couverture** : couverture nationale incluant la métropole et les DOM



# L'opérateur modélisé est un opérateur d'infrastructure, qu'il mutualise en partie avec d'autres opérateurs

- L'opérateur générique efficace modélisé dispose d'une infrastructure en propre. Cette infrastructure est mutualisée avec d'autres opérateurs dans les zones peu denses, où les conditions économiques le nécessitent, mais pas dans les zones les plus denses.
- En pratique, cela revient à modéliser une infrastructure générique et homogène sur l'ensemble du territoire et à diviser le trafic supporté par cette infrastructure selon le niveau de partage de cette infrastructure (c'est-à-dire le nombre d'opérateurs qui l'utilisent). Ce niveau de partage du réseau dépend d'éléments géographiques et du niveau « hiérarchique » du réseau
- Le principe retenu est le suivant :
  - Au niveau de l'accès et de la transmission passive d'agrégation (liens entre les NRA et les nœuds d'agrégation), le nombre d'opérateurs pouvant efficacement déployer leur infrastructure dépend des géotypes considérés (cf. page suivante)
  - Dans le reste du réseau :
    - Plusieurs infrastructure de transmission passive peuvent être déployées au niveau de la transmission de concentration régionale et de la transmission cœur nationale
    - Un opérateur peut déployer des équipements actifs (routages...) même si il n'a pas déployé son infrastructure passive (il louera par exemple des fibres nues qu'il pourra « allumer »)
    - De plus, les principaux opérateurs du marché de détail disposent de leurs propres équipements actifs de cœurs de réseau et plateformes de service
  - La « structure » de marché de détail efficace proposée est de 4 opérateurs – à chaque niveau hiérarchique du réseau, le nombre d'infrastructures concurrentes efficace varie donc entre 1 et 4, et la part de marché du trafic véhiculé sur le réseau de l'opérateur générique efficace varie donc entre 100% et 25%

## Le modèle inclut 4 géotypes d'accès auxquels correspondent un certain niveau de mutualisation

Géotype d'accès	Définition	Nombre d'infrastructures concurrentes	
		DSLAM	Infrastructure de collecte
<b>Géotype 1</b>	Regroupe les NRA qui sont également des CAA	Chaque opérateur du marché de détail possède ses propres DSLAM.	Trois opérateurs déploient des infrastructures parallèles de collecte (incluant l'infrastructure passive et le switch d'agrégation)
<b>Géotype 2</b>	Regroupe les NRA qui sont dans la même commune que ceux du géotype 1 et/ou ont plus de 10,000 lignes	Chaque opérateur du marché de détail possède ses propres DSLAM.	Deux opérateurs déploient des infrastructures parallèles de collecte (incluant l'infrastructure passive et le switch d'agrégation)
<b>Géotype 3</b>	Regroupe tous les NRAs de plus de 5000 lignes, plus les NRAs de plus de 1000 lignes sur le chemin de collecte (3900)	Chaque opérateur du marché de détail possède ses propres DSLAM.	Un seul opérateur déploie une infrastructure de collecte (incluant l'infrastructure passive et le switch d'agrégation) mutualisée entre les opérateurs de détail
<b>Géotype 4</b>	Regroupe l'ensemble des autres NRA (8568)	Un seul opérateur déploie des DSLAMs qui sont mutualisés entre les opérateurs de détail	Un seul opérateur déploie une infrastructure de collecte (incluant l'infrastructure passive et le switch d'agrégation), qui est mutualisée entre les opérateurs de détail

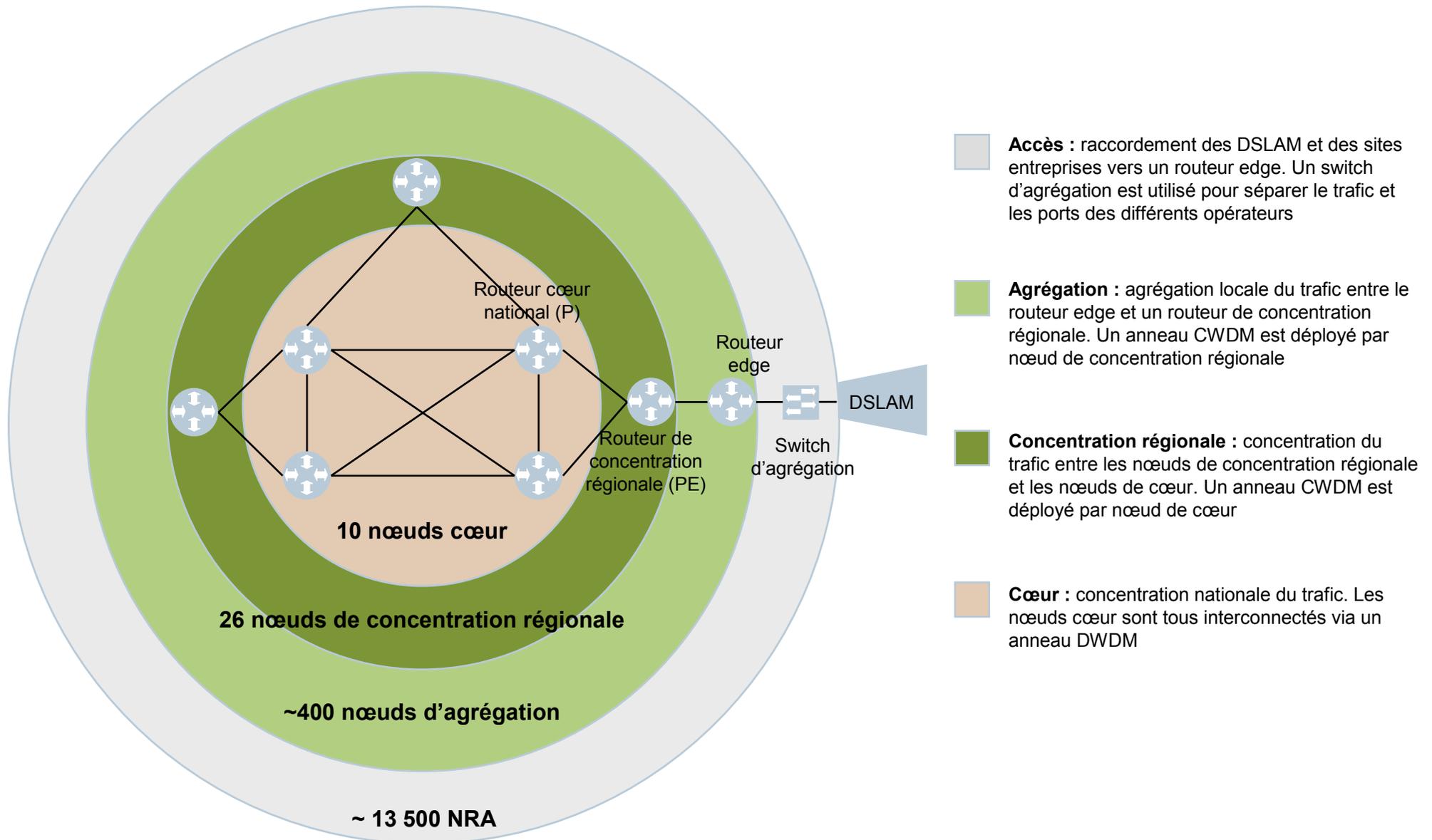
## Les équipements actifs de transmission, routage et les plateformes de service sont dimensionnés pour chaque opérateur de détail

Niveau hiérarchique / équipement réseau	Nb d'infrastructures concurrentes
Transmission - agrégation - passif	3
Transmission - concentration régionale - passif	3
Transmission - cœur national - passif	3
Transmission - agrégation - actif	4
Transmission - concentration régionale - actif	4
Transmission - cœur national - actif	4
Routage - edge	4
Routage - concentration régionale	4
Routage - cœur national	4
Switching services	4
SBC distribution	4
SBC interconnexion	4
Passerelle interconnexion	4
Autres plateformes	4

On considère qu'il y a trois infrastructures passives concurrentes au niveau régional (NA<->NCR) et national (NCR<->NCN). L'infrastructure passive utilisée par l'opérateur générique est alors dimensionnée pour 1/3 du trafic de transmission régionale et nationale

Les opérateurs du marché de détail disposent chacun de leurs propres infrastructures actives de transmission et de routage, ainsi que leurs propres plateformes cœur. En considérant 4 opérateurs sur le marché de détail, chacun de ces équipements est dimensionné pour 1/4 de la charge réseau nationale correspondante

# Le nombre de nœuds hiérarchiques considérés s'appuie sur le nombre de nœuds de l'opérateur historique



# Le modèle prend en compte la fourniture de services de voix sur IP et de services de données IP

- L'opérateur fixe efficace considéré fournit un portefeuille complet de services disponibles sur un réseau convergent IP/NGN, afin d'amortir ses coûts, notamment de réseaux, sur la gamme de services la plus large possible.
- Le modèle prend en compte la fourniture des services suivants :
  - Les services de voix sur IP :
    - appels de détail on-net et off-net
    - marché de gros du départ d'appel en sélection et présélection du transporteur (CS/CPS), de la terminaison d'appel et des appels en transit
  - Les services de données (exprimé en bande passante provisionnée) :
    - services de capacité entreprise (pour entreprises et pour opérateurs)
    - accès haut-débit
    - IPTV (linéaire et non-linéaire)
- Pour permettre le dimensionnement de certaines plateformes, le modèle distingue aussi le nombre d'accès pour les services suivants :
  - Voix sur IP
  - Internet haut-débit
  - IPTV (linéaire et non-linéaire)

## Liste des services

<i>Service</i>	<i>Unité</i>
Appels on-net (détail)	Min
Appels sortants vers mobiles (détail)	Min
Appels sortants vers l'international (détail)	Min
Appels sortants vers autres opérateurs fixes (détail)	Min
Appels sortants vers numéros spéciaux (détail)	Min
Départ d'appel CS/CPS (marché de gros)	Min
Terminaison d'appel (marché de gros)	Min
Transit (marché de gros)	Min
Accès voix	milliers
Services de capacité entreprise (détail)	Kbps
Services de capacité entreprise (opérateurs)	Kbps
Accès haut-débit	Milliers
Trafic haut-débit (avec taux de contention)	Kbps
Accès IPTV linéaire	Milliers
IPTV linéaire (multicast)	Kbps
Accès IPTV non-linéaire	Milliers
IPTV non-linéaire (avec taux de contention)	kbps

## Autres paramètres structurants du modèle

- **Interconnexion** : interconnexion réalisée en TDM, à partir de 8 points d'interconnexion, moyennant la conversion des flux de voix sur IP par les trunking gateways
- **Evolution des caractéristiques des actifs déployés au cours du temps** : prise en compte d'un taux de progrès technique par actif pour refléter l'amélioration de la performance et l'évolution des prix sur la période considérée
- **Structure de coûts des plateformes de VoIP** : le coût des call servers VoIP se divise en une composante liée au trafic (coût par call server pour une capacité donnée) et une composante liée aux abonnés (coût annuel de licence par abonné)
- **Frontière de la modélisation** : la modélisation commence au niveau du répartiteur et exclut la boucle locale qui est dédiée à un abonné et dont les coûts ont donc vocation à être recouverts au détail via l'abonnement
- **Evolution vers le NGA** : la frontière entre le réseau d'accès et de collecte est considérée comme stable au cours du temps. Une analyse de sensibilité sera effectuée en Phase 2 pour quantifier l'impact de l'évolution de cette frontière sur le coût de la terminaison d'appel
- **Méthode de valorisation des actifs** : une ou plusieurs méthodes de valorisation d'actifs à définir seront mises en œuvre lors de la Phase 2

Introduction

Présentation du modèle

Paramètres clés de l'opérateur NGN générique modélisé

Module de marché

Module de design réseau

Module de calcul des coûts

# Description des onglets du module de marché

<i>Nom de l'onglet</i>	<i>Contenu</i>
Introduction	<ul style="list-style-type: none"><li>• Introduction au contenu du fichier</li></ul>
Listes	<ul style="list-style-type: none"><li>• Noms et listes utilisés dans le modèle</li></ul>
Géotypes	<ul style="list-style-type: none"><li>• Définition des géotypes utilisés par la suite dans le modèle</li></ul>
Entrées	<ul style="list-style-type: none"><li>• Données source en provenance de l'ARCEP, des opérateurs et des autres modules</li></ul>
Demande	<ul style="list-style-type: none"><li>• Distribution, calcul et projection de la demande par géotype pour l'ensemble des services</li></ul>
Sorties	<ul style="list-style-type: none"><li>• Sorties du fichier en direction des autres modules du modèle</li></ul>

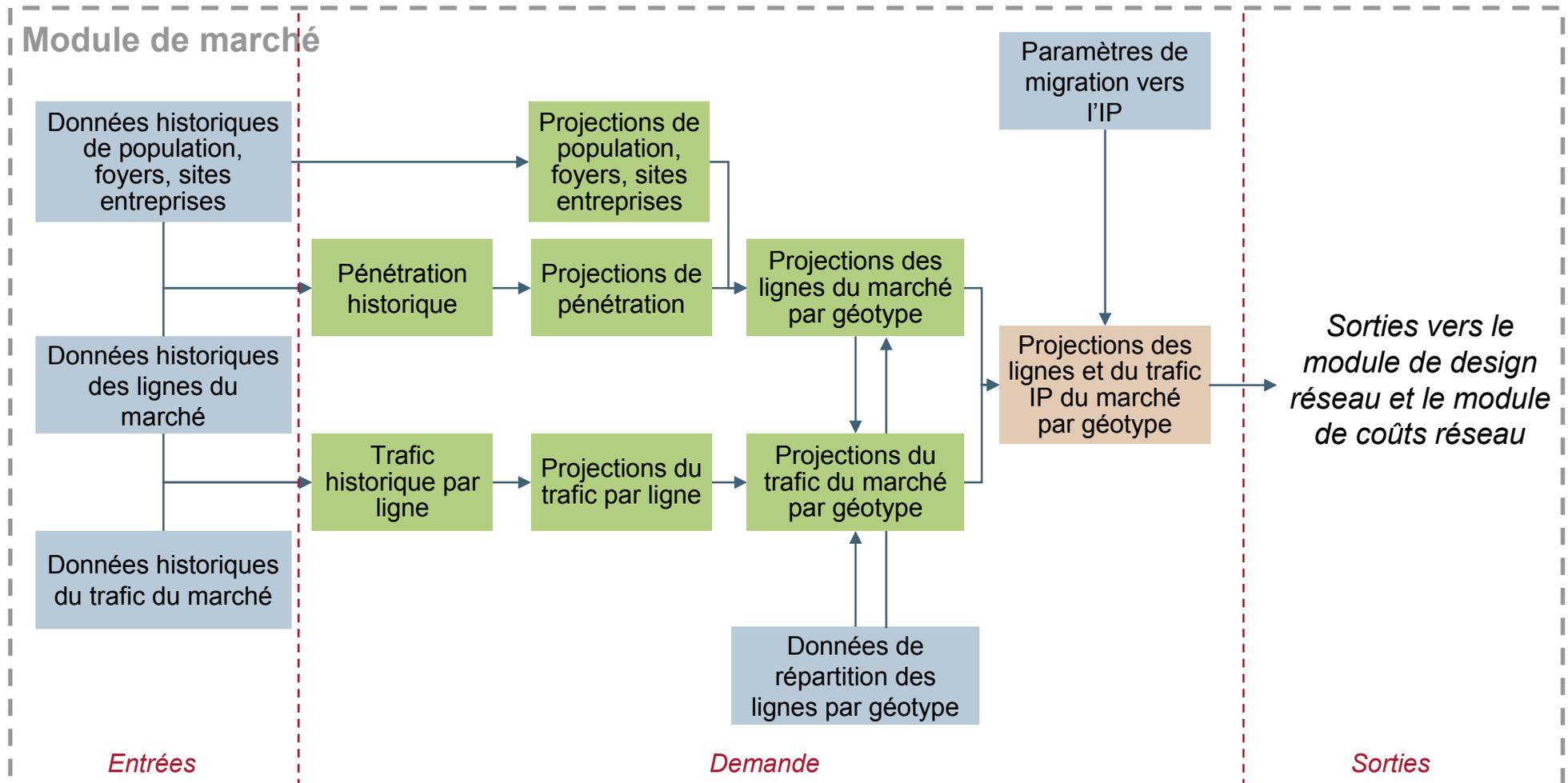
**Légende :**

Données d'entrée

Calculs

Résultats

# Schéma d'architecture du module de marché



**Légende :**

Données d'entrée

Calculs

Résultats

# La demande du marché national est distribuée sur les 4 géotypes d'accès considérés

- Comme indiqué précédemment, le modèle définit 4 géotypes servant au dimensionnement du réseau d'accès
- Le trafic des différents services du marché est distribué suivant ces géotypes
  - Dans la version actuelle de la structure du modèle, cette distribution est effectuée, au prorata du nombre de paires de cuivre par géotype
  - En Phase 2, un calibrage plus fin de cette distribution pourra être effectué par service, sur la base des données fournies par les opérateurs

# La demande est projetée sur la base des usages mensuels et de la capacité provisionnée

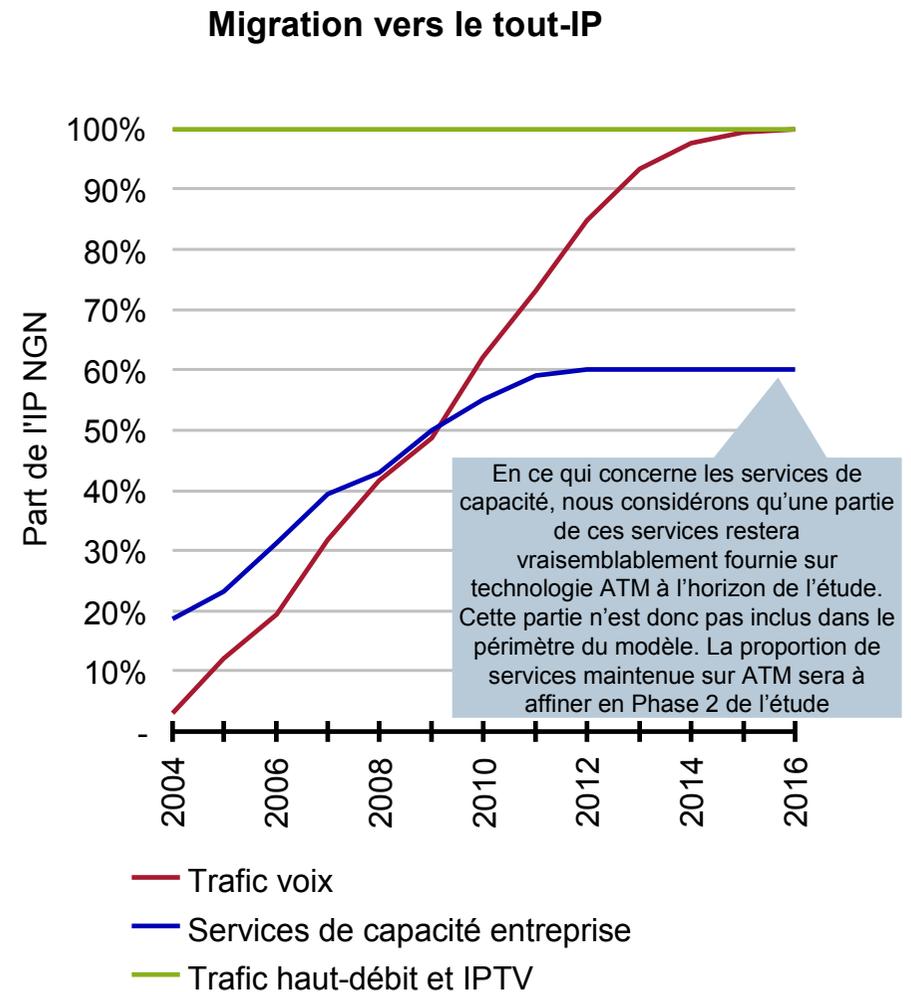
- Les données historiques de demande sont issues des données de l'observatoire des marchés de l'ARCEP. Pour les données manquantes (e.g débit moyen provisionné par utilisateur pour l'accès Internet haut débit), des hypothèses haut niveau ont été retenues dans cette structure du modèle. L'ensemble de ces données historiques sera affiné en Phase 2 du projet sur la base des données des opérateurs
- Les volumes de trafic de la période 2010-2016 sont ensuite projetés sur la base de drivers haut niveau :
  - projections d'usage mensuel pour la voix et de capacité provisionnée pour les services de données
  - approche différente pour l'IPTV linéaire dont le trafic est « multicasté » sur l'ensemble du réseau

## Principe de projection des services

<i>Service</i>	<i>Base de projection (Driver)</i>
Appels voix	Trafic mensuel par ligne (MoU)
Services de capacité entreprise (détail)	Capacité provisionnée par ligne (varie selon les géotypes)
Services de capacité entreprise (opérateur)	Lié aux besoins de transmission fixe identifiés dans le modèle de coûts mobile actuellement développé par l'Autorité
Haut-débit	Capacité provisionnée par ligne (varie selon les géotypes)
IPTV linéaire (multicast)	Toutes les chaînes sont « multicastées » jusqu'aux NRA. Une capacité équivalente à l'ensemble des chaînes IPTV est donc provisionnée sur tous les liens jusqu'aux NRA
IPTV non-linéaire	Capacité provisionnée par ligne sur la base des évolutions des usages et des qualités de diffusion (SD, HD ou 3D)

# Le module de marché modélise la migration des différents services (lignes et trafic) vers la technologie IP

- Après avoir calculé le trafic total du marché, le modèle calcule la part du trafic IP (qui doit donc être considérée dans le modèle NGN)
- Les projections sont construites à partir des données historiques disponibles pour :
  - Le trafic voix
  - Les services de capacité entreprise
- Les trafics haut-débit (lignes xDSL) et IPTV utilisent déjà, par définition, la technologie IP
- Ces calculs permettent d'aboutir aux sorties du module de marché, à savoir :
  - Le trafic et les lignes IP par géotype
  - Le trafic et les lignes IP agrégés (i.e. sans distinction par géotype)



Introduction

Présentation du modèle

Paramètres clés de l'opérateur NGN générique modélisé

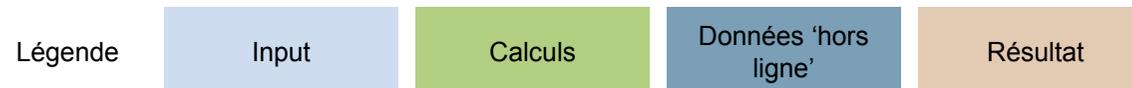
Module de marché

Module de design réseau

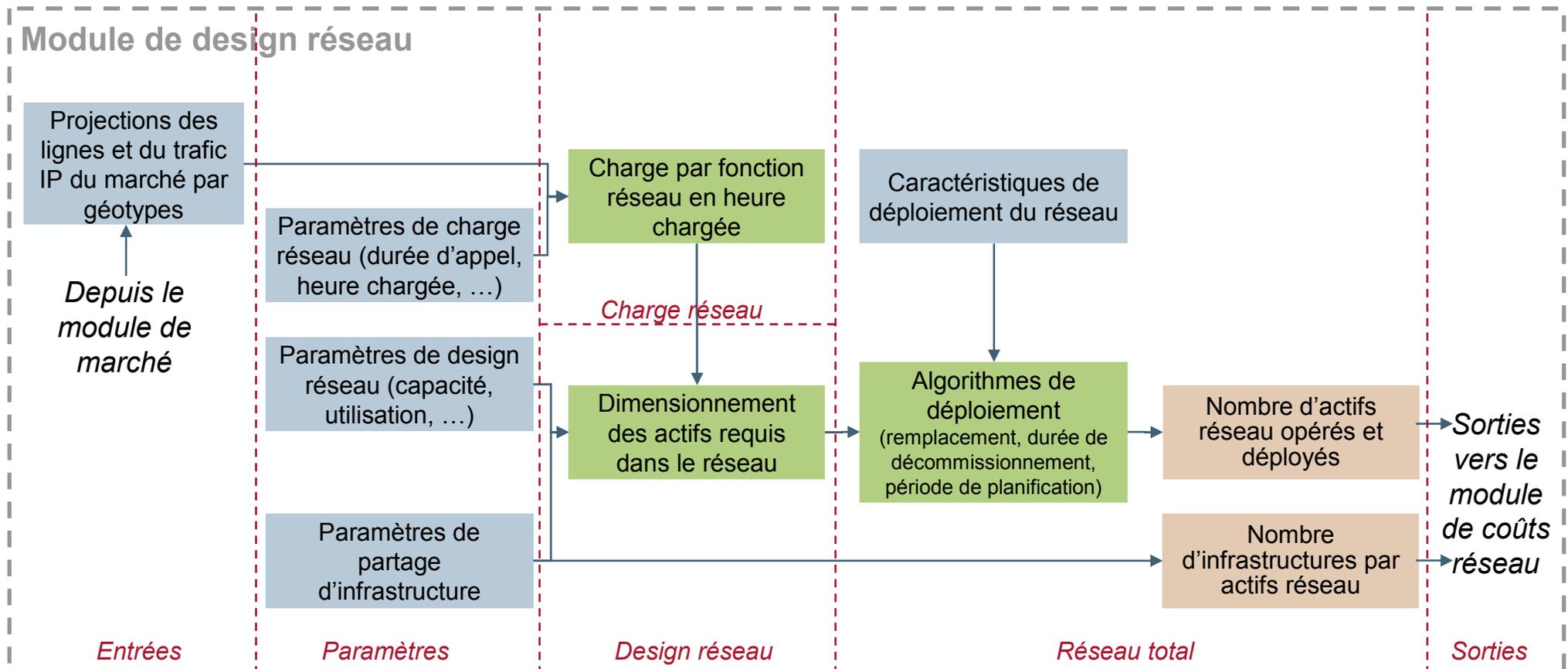
Module de calcul des coûts

# Description des onglets du module de design réseau

<i>Nom de l'onglet</i>	<i>Contenu</i>
Introduction	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduction au contenu du fichier</li> </ul>
Listes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Noms et listes utilisés dans le modèle</li> </ul>
Entrées	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Données source en provenance des autres modules</li> </ul>
Actifs réseau	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Listes des actifs réseau et paramètres associés (durée de vie, durée de décommissionnement, période de planification)</li> </ul>
Paramètres	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Paramètres de design réseau (par exemple : capacité, utilisation, ...)</li> </ul>
Charge réseau	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Calcul du trafic en heure chargée par fonction réseau</li> </ul>
Design réseau	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Calcul du nombre d'actifs requis dans le réseau</li> </ul>
Réseau total	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prise en compte des algorithmes de déploiement réseau (remplacement, durée de décommissionnement, période de planification)</li> </ul>
Sorties	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sorties du fichier en direction des autres modules du modèle</li> </ul>



# Schéma d'architecture du module de design réseau



Légende :

Données d'entrée

Calculs

Résultats

# Le modèle est composé de 88 actifs réseau

## Sites et actifs de routage / switching

### Actifs réseau

NRA : site - acquisition, préparation et maintenance  
 NRA : site - climatisation  
 NRA : site - électricité  
 NRA : DSLAM - baie  
 NRA : DSLAM - line card xDSL  
 NRA : DSLAM - filtre  
 NRA : DSLAM - port 1GE  
 NA : site - acquisition, préparation et maintenance  
 NA : site - climatisation  
 NA : site - électricité  
 NA : switch agrégation - chassis  
 NA : switch agrégation - carte pour ports 1GE  
 NA : switch agrégation - carte pour ports 10GE  
 NA : switch agrégation - port 1GE  
 NA : switch agrégation - port 10GE  
 NA : routeur de mutualisation - chassis  
 NA : routeur de mutualisation - carte pour ports 1GE  
 NA : routeur de mutualisation - carte pour ports 10GE  
 NA : routeur de mutualisation - port 1GE  
 NA : routeur de mutualisation - port 10GE  
 NA : routeur edge - chassis  
 NA : routeur edge - carte pour ports 1GE  
 NA : routeur edge - carte pour ports 10GE  
 NA : routeur edge - port 1GE  
 NA : routeur edge - port 10GE  
 NCR : site - acquisition, préparation et maintenance  
 NCR : site - climatisation  
 NCR : site - électricité  
 NCR : routeur de concentration régionale - chassis  
 NCR : routeur de concentration régionale - carte pour ports 1GE  
 NCR : routeur de concentration régionale - carte pour ports 10GE  
 NCR : routeur de concentration régionale - port 1GE  
 NCR : routeur de concentration régionale - port 10GE  
 NCN : site - acquisition, préparation et maintenance  
 NCN : site - climatisation  
 NCN : site - électricité  
 NCN : routeur de coeur national - chassis  
 NCN : routeur de coeur national - carte pour ports 10GE  
 NCN : routeur de coeur national - carte pour ports 40GE  
 NCN : routeur de coeur national - port 10GE  
 NCN : routeur de coeur national - port 40GE

## Actifs de transmission

### Actifs réseau

NRA-NA : accès - câbles terrestres (km)  
 NRA-NA : accès - tranchées (km)  
 NRA-NA : accès - régénérateur  
 NRA-NA : accès - ODF  
 NA-NCR : anneau CWDM - câbles terrestres (km)  
 NA-NCR : anneau CWDM - tranchées (km)  
 NA-NCR : anneau CWDM - régénérateur  
 NA-NCR : anneau CWDM - ODF  
 NA-NCR : anneau CWDM - ADM sur routeur d'agrégation  
 NA-NCR : anneau CWDM - TERM sur routeur de concentration  
 NA-NCR : anneau CWDM - transpondeur 1GE  
 NA-NCR : anneau CWDM - transpondeur 10GE  
 NCR-NCN : anneau CWDM - câbles terrestres (km)  
 NCR-NCN : anneau CWDM - tranchées (km)  
 NCR-NCN : anneau CWDM - régénérateur  
 NCR-NCN : anneau CWDM - ODF  
 NCR-NCN : anneau CWDM - ADM sur routeur de concentration  
 NCR-NCN : anneau CWDM - TERM sur routeur de coeur  
 NCR-NCN : anneau CWDM - transpondeur 1GE  
 NCR-NCN : anneau CWDM - transpondeur 10GE  
 NCN-NCN : anneau DWDM - câbles terrestres (km)  
 NCN-NCN : anneau DWDM - tranchées (km)  
 NCN-NCN : anneau DWDM - régénérateur  
 NCN-NCN : anneau DWDM - ODF  
 NCN-NCN : anneau DWDM - ADM/TERM sur routeur de coeur  
 NCN-NCN : anneau DWDM - transpondeur 40GE  
 NCN-NCN : location capacité sur câble sous-marin

## Autres actifs et frais généraux

### Actifs réseau

SBC distribution - chassis  
 SBC distribution - carte 1GE  
 SBC interconnexion - chassis  
 SBC interconnexion - carte 1GE  
 Call server - trafic  
 Call server - abonnés  
 Passerelle interconnexion (TGW)  
 Passerelle interconnexion (TGW) - port E1  
 Switch plateformes de services - chassis  
 Switch plateformes de services - carte pour ports 10GE  
 BRAS  
 DNS  
 RADIUS  
 Plateforme IN, VAS  
 Plateforme de facturation (gros)  
 Plateforme de gestion de réseau  
 Plateforme IPTV linéaire  
 Plateforme IPTV non-linéaire  
 Equipement d'horloge et de synchronisation  
 Frais généraux - capex  
 Frais généraux - opex

# Plusieurs paramètres de dimensionnement sont définis pour les actifs réseau

- Chaque actif réseau est dimensionné sur la base des éléments suivants :
  - Le trafic en heure chargée pertinent supporté par l'actif réseau (trafic heure chargée en BH Mbps, BH Call attempts, etc.)
  - La topologie du réseau (liens avec les autres actifs, nombre d'infrastructures concurrentes, ...)
  - Les paramètres de dimensionnement (capacité, taux d'utilisation maximale, etc.)
- Les paramètres de dimensionnement (drivers) sont définis dans la feuille *Parametres* du fichier *Design reseau.xls*

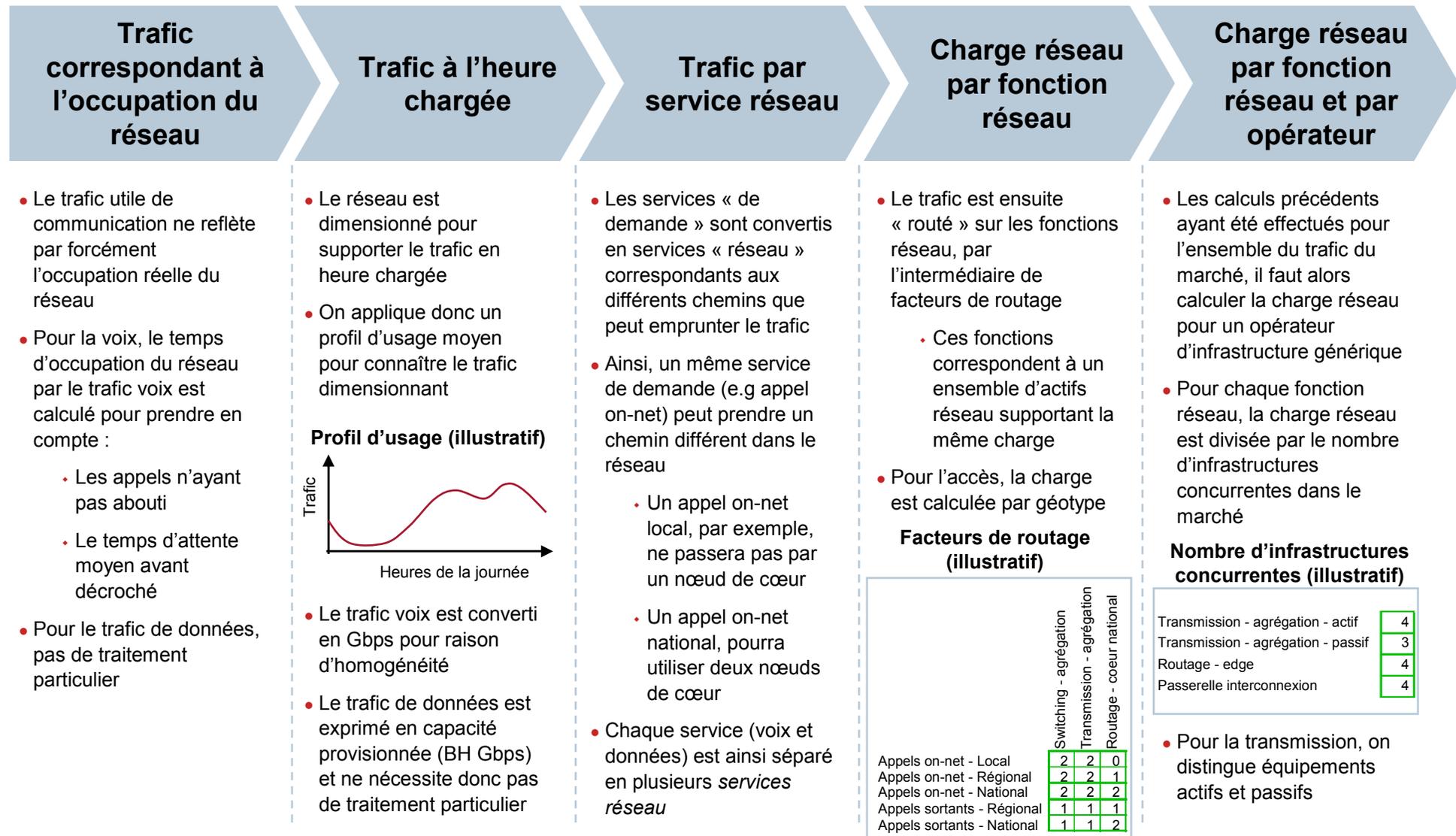
## Exemples de paramètre de dimensionnement

<i>Actif</i>	<i>Paramètre dimensionnant</i>
Line card xDSL	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nombre de ports par carte</li> </ul>
Ports 1GE sur routeur edge	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ports entrants : nombre de ports en provenance des switches d'agrégation</li> <li>• Ports sortants :               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Taux d'utilisation maximale</li> <li>• Nombre minimum de ports pour résilience</li> <li>• Seuil de migration vers le 10GE</li> </ul> </li> </ul>
Chassis routeur	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacité en nombre de cartes 1GE et 10GE</li> </ul>
ADM CWDM	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nombre de nœuds sur les anneaux</li> </ul>
TERM CWDM	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nombre de longueur d'ondes sur un anneau CWDM</li> </ul>
Tranchées	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Longueur en km (<i>entrée du modèle</i>) <sup>1</sup></li> </ul>
DNS	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nombre de DNS par nœud de cœur</li> </ul>
Call server	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacité en nombre d'appels en heure chargée</li> </ul>
BRAS	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacité en nombre d'utilisateurs simultanés</li> <li>• Taux d'utilisation maximale</li> </ul>

Note :

<sup>1</sup> Ces longueurs seront issues du modèle de raccordement des répartiteurs développé par l'Autorité en concertation avec les opérateurs, précédemment utilisé pour déterminer les tarifs de bitstream de France Télécom

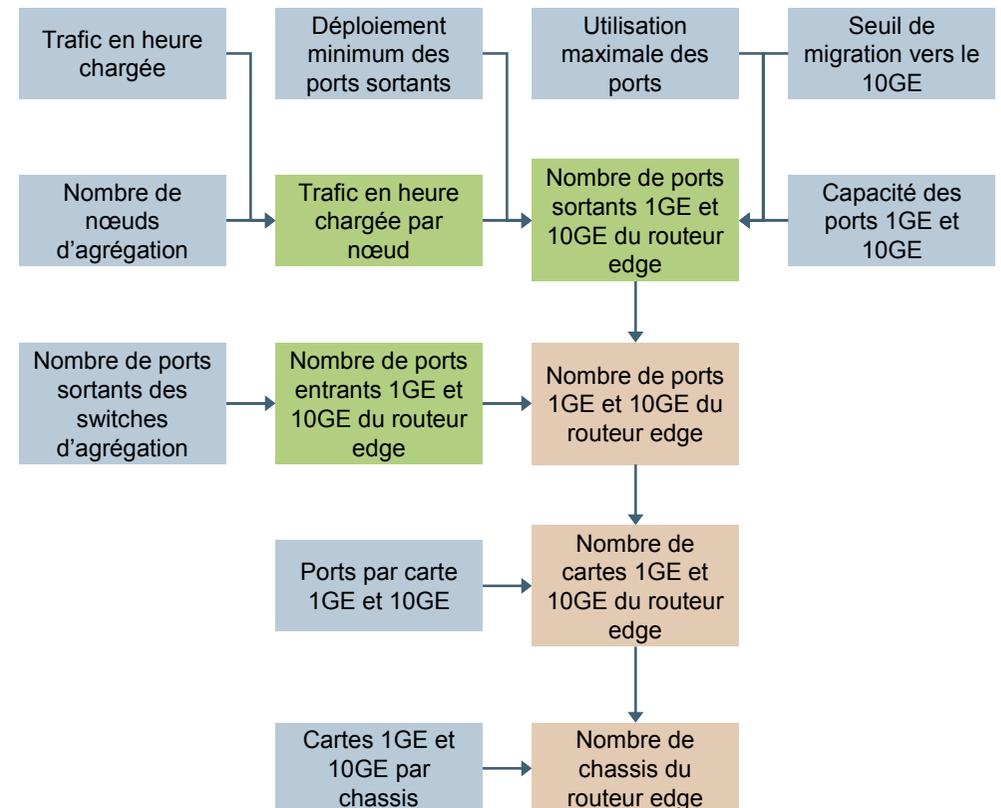
# La demande est convertie en charge réseau par fonction réseau et par opérateur d'infrastructure en cinq étapes



# Dimensionnement des actifs de routage

- Les actifs de routage se composent de :
  - Sites (acquisition, climatisation, électricité)
  - Ports 1GE, 10GE et 40GE
  - Cartes 1GE, 10GE et 40GE
  - Châssis
- Le nombre de sites est fonction de la topologie du réseau (définie en entrée du modèle)
- Le nombre de cartes et de châssis est directement dérivé du nombre de ports nécessaires par routeur ou switch
- Les ports sont séparés en ports entrants et ports sortants
  - Le nombre de ports entrants est directement lié au nombre de ports sortants calculé pour l'étage précédent dans le réseau (par exemple, les ports sortants des nœuds edge dimensionnent les ports entrants des nœuds de concentration régionale)
  - Le nombre de ports sortants est fonction de la charge réseau supportée par le nœud et des caractéristiques techniques des ports (e.g taux d'utilisation maximale)

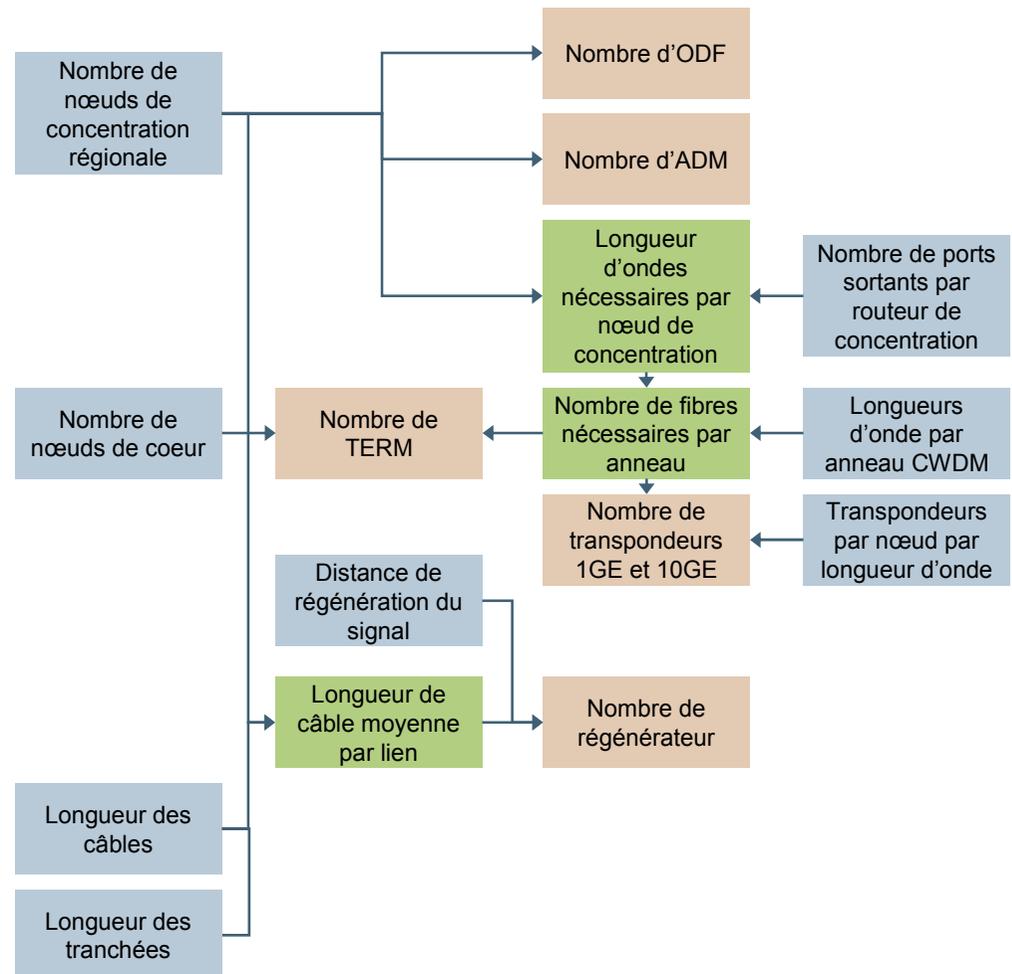
## Exemple : dimensionnement des actifs réseau relatifs au routeur edge



# Dimensionnement des actifs de transmission

- Les actifs de transmission se composent :
  - d'équipements passifs : tranchées, câbles, régénérateurs et ODF
  - d'équipements actifs : ADM, TERM et transpondeurs
- Les équipements passifs sont dimensionnés sur la base de la topologie réseau (nombre de nœuds et d'anneaux, distances en km)
- Les équipements actifs sont dimensionnés selon la charge réseau sur les liens de transmission via :
  - Le nombre de ports sortants des nœuds sur les anneaux pour les transmissions CWDM d'agrégation et de concentration régionale
  - Le trafic par chemin logique pour la transmission de cœur national DWDM (chaque routeur de cœur possède un chemin logique en direction de chacun des autres routeurs, pour 10 routeurs il y a donc  $10 \times 9 = 90$  chemins logiques)

## Exemple : dimensionnement des actifs réseau relatifs aux anneaux CWDM de concentration régionale

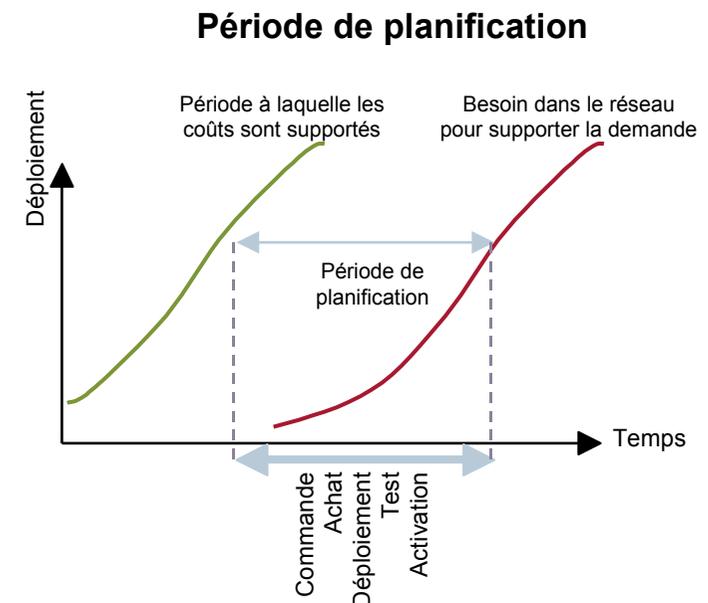
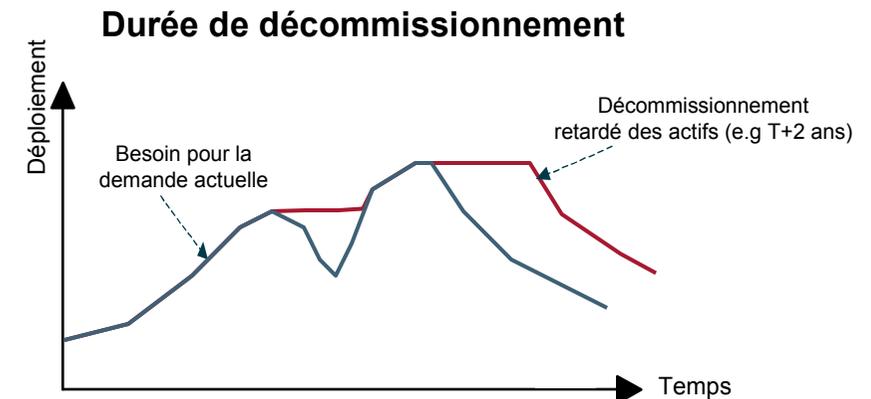


# Dimensionnement des autres actifs

- Les autres actifs réseau sont dimensionnés sur la base de :
  - La charge réseau supportée pour :
    - Les SBC de distribution et d'interconnexion (capacité par port 1GE)
    - Les Call servers (capacité en BHCA – *Busy Hour Call Attempts*)
    - Les BRAS et RADIUS (capacité en utilisateurs simultanés)
    - Les plateformes IN/VAS (capacité en nombre de lignes voix)
    - Les plateformes de facturation (capacité en CDR traités par jour)
    - Les plateformes IPTV (capacité en Gbps exclusés)
  - Le nombre d'équipements par nœud de cœur national pour :
    - Les serveurs DNS
    - Les équipements d'horloge et de synchronisation
    - Les plateformes de gestion réseau

# Le déploiement des actifs est lissé pour considérer le décommissionnement, le remplacement et la planification

- Une fois le nombre d'actifs réseau requis calculé, le modèle prend en compte les aspects pratiques du déploiement de ces actifs, faisant intervenir trois étapes :
  1. **Durée de décommissionnement** : les actifs retirés du réseau (pour des raisons de baisse de la charge réseau ou de migration vers une technologie plus avancée) ne le sont pas instantanément. Le modèle prend ainsi en compte une période minimale avant décommissionnement des équipements pour éviter de retirer des actifs lorsque la charge baisse pour seulement une année ou deux
  2. **Durée de vie et remplacement** : lorsqu'un actif atteint sa limite de durée de vie il est remplacé s'il est toujours utilisé par le réseau
  3. **Période de planification** : elle permet de prendre en compte les étapes préparatoires à la mise en service d'un nouvel équipement (acquisition, installation) et donc le décalage entre le déploiement et la demande
- Les paramètres associés à ces calculs sont définis dans la feuille *Actifs réseau*. Les calculs sont effectués dans la feuille *Réseau total*
- En sortie, on obtient donc :
  - **Le nombre d'actifs en opération par année**
  - **Le nombre d'actifs déployés par année**



Introduction

Présentation du modèle

Paramètres clés de l'opérateur NGN générique modélisé

Module de marché

Module de design réseau

Module de calcul des coûts

# Description des onglets du module de coûts réseau

<i>Nom de l'onglet</i>	<i>Contenu</i>
Introduction	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduction au contenu du fichier</li> </ul>
Listes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Noms et listes utilisés dans le modèle</li> </ul>
Actifs	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Informations relatives aux actifs (opex et capex unitaires, catégories de coûts, catégories d'évolution des coûts unitaires)</li> </ul>
Entrées	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Données d'entrée du modèle en provenance du module de marché et du module de design réseau</li> </ul>
Investissements	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Calcul de la base annuelle de capex par actif pour l'opérateur générique</li> </ul>
Charges	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Calcul de la base annuelle d'opex par actif pour l'opérateur générique</li> </ul>
Valorisation	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Calcul de la base de coûts complets (opex + dépréciation + rémunération du capital)</li> </ul>
Pur LRIC	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Calcul des coûts unitaires pur LRIC de la terminaison d'appel fixe</li> </ul>

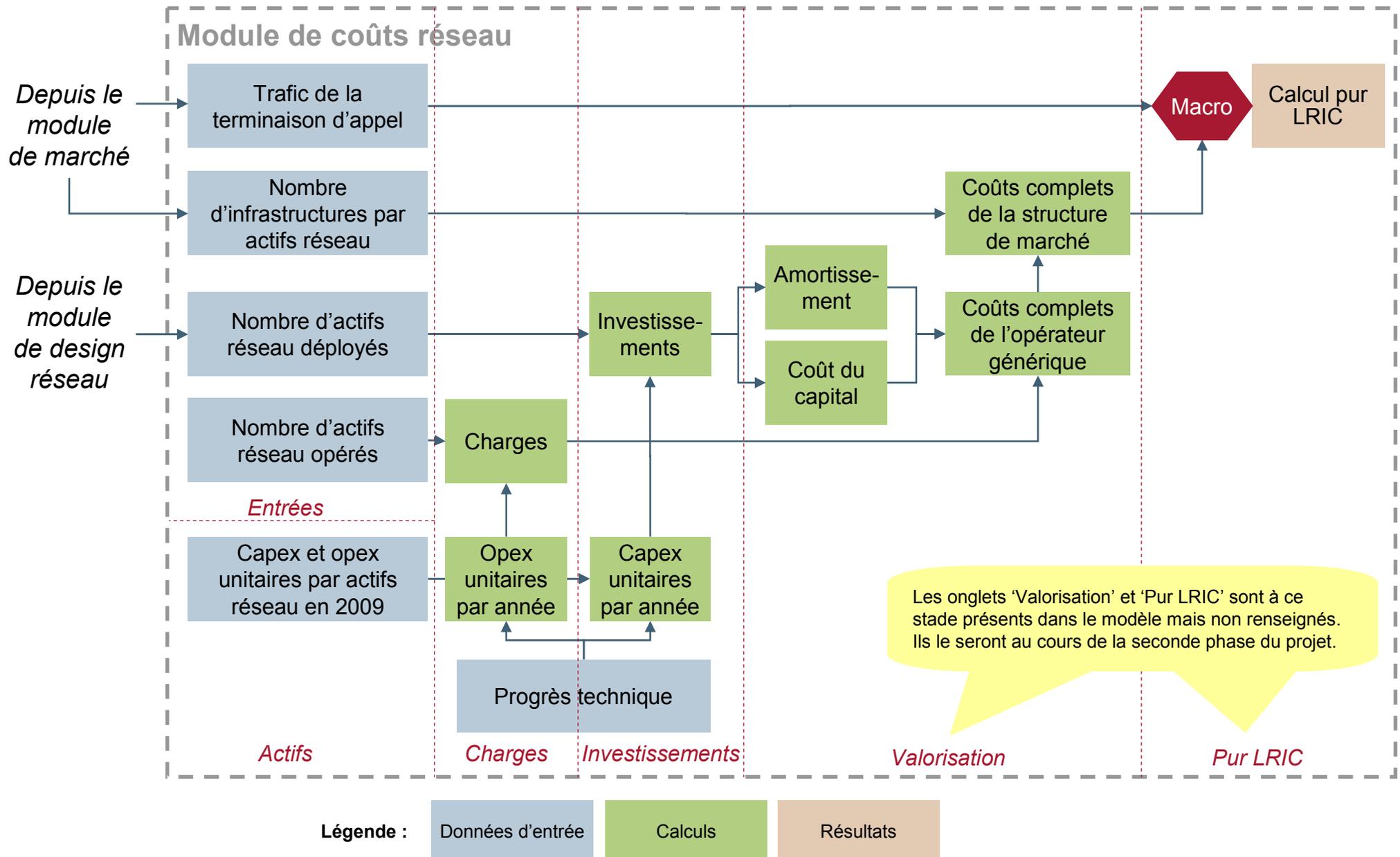
**Légende :**

Données d'entrée

Calculs

Résultats

# Schéma d'architecture du module de coûts réseau



# La première étape consiste à calculer les coûts d'exploitation (opex) et du capital (capex) du réseau

- Sur la base des capex unitaires et du nombre d'actifs déployés par année, le modèle calcul les investissements (capex)
- Sur la base des opex unitaires et du nombre d'actifs opérés par année, le modèle calcul les charges annuelles (opex)
- Les coûts unitaires sont donnés pour 2009 et dérivés pour les autres années en fonction du progrès technique (taux de croissance/décroissance annuel des prix pour une même capacité par équipement)
- Les données de capex et opex unitaires correspondent pour le moment à un jeu de données test. Ces données seront affinées et calibrées avec l'aide des opérateurs lors de la phase 2 de ce projet

## Exemples de capex et opex unitaires utilisés dans le modèle

Nom de l'actif	Capex unitaire 2009 (EUR)	Opex en % du capex	Opex unitaire 2009 (EUR)
NRA : site - acquisition, préparation et maintenanc	450,000	6%	27,000
NRA : site - climatisation	9,000	4%	360
NRA : site - électricité	24,000	4%	960
NRA : DSLAM - baie	13,000	6%	780
NRA : DSLAM - line card xDSL	680	6%	41
NRA : DSLAM - filtre	10	10%	1
NRA : DSLAM - port 1GE	2,000	5%	100
NA : site - acquisition, préparation et maintenance	700,000	6%	42,000
NA : site - climatisation	100,000	4%	4,000
NA : site - électricité	100,000	4%	4,000
NA : routeur edge - chassis	70,000	20%	14,000
NA : routeur edge - carte pour ports 1GE	14,000	20%	2,800
NA : routeur edge - carte pour ports 10GE	28,000	20%	5,600
SBC distribution - chassis	70,000	20%	14,000
SBC distribution - carte 1GE	30,000	20%	6,000
SBC interconnexion - chassis	70,000	20%	14,000
SBC interconnexion - carte 1GE	30,000	20%	6,000
Call server - trafic	1,900,000	20%	380,000
Call server - abonnés			-

# Les coûts complets sont calculés comme la somme des charges, de la dépréciation et de la rémunération du capital

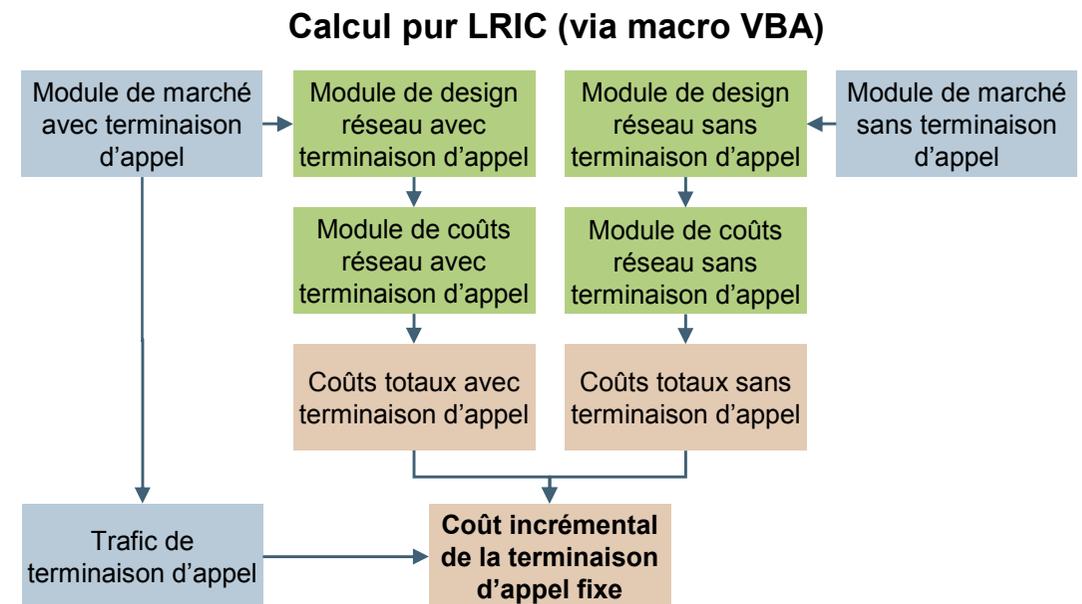
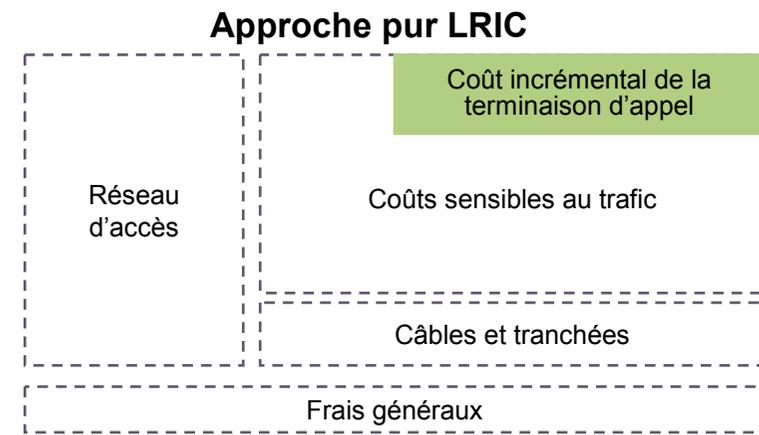
- Les coûts complets du réseau de l'opérateur efficace sont calculés en sommant
  - les coûts d'exploitation (opex), obtenus dans la feuille *Charges*
  - la dépréciation des investissements
  - la rémunération du capital immobilisé } sur la base d'une méthode de valorisation donnée
- De ces coûts complets de l'opérateur d'infrastructure générique sont déduits les coûts complets correspondant à la structure efficace du marché (i.e. l'ensemble des infrastructures concurrentes déployées)
  - Pour ce faire, les coûts complets de chaque actif sont multipliés par le nombre d'infrastructures concurrentes indépendantes du marché efficace en provenance du module de *design réseau*

Rappel : l'onglet 'Valorisation' est à ce stade présent dans le modèle mais non renseigné.  
Il le sera au cours de la seconde phase du projet.

# Le coût unitaire pur LRIC de la TA fixe est calculé en faisant tourner le modèle avec et sans le trafic de TA fixe

- L'approche pur LRIC est l'approche recommandée par la Commission Européenne
  - Seuls les coûts « qui peuvent être évités en l'absence de terminaison d'appel » sont alloués au service
  - La terminaison d'appel est traitée comme le « dernier » service dans le réseau
- Dans la pratique, l'approche pur LRIC est implémentée en exécutant le modèle deux fois via une macro Visual Basic (VBA) :
  - Une fois avec le trafic de terminaison d'appel
  - Une fois sans le trafic de terminaison d'appel
- La différence des coûts annuels complets entre les deux exécutions donne le coût incrémental pur LRIC de la terminaison d'appel
- En divisant ce coût incrémental par le trafic de terminaison d'appel on obtient le coût unitaire (par minute) pur LRIC

Rappel : l'onglet 'Pur LRIC' est à ce stade présent dans le modèle mais non renseigné. Il le sera au cours de la seconde phase du projet.



# Glossaire

- **ADM** : Add Drop Multiplexer
- **ATM** : Asynchronous Transfer Mode
- **BH** : Busy Hour (heure chargée)
- **BHCA** : Busy Hour Call Attempts (nombre d'appels/de connexions durant l'heure chargée)
- **BRAS** : Broadband Remote Access server
- **CWDM** : Coarse Wavelength Division Multiplexing
- **DNS** : Domain Name System
- **DSLAM** : Digital Subscriber Line Access Multiplexer
- **DWDM** : Dense Wave Division Multiplexing
- **GE** : Gigabit Ethernet
- **IN / VAS** : plateformes de réseau intelligent et de services à valeur ajoutée
- **IPTV** : Télévision sur IP
- **LRIC** : Long Run Incremental Cost (coûts incrémentaux de long terme)
- **NA** : Nœud d'agrégation
- **NCN** : Nœud de cœur national
- **NCR** : Nœud de Concentration Régionale
- **NMS** : Network Management System (plateformes de gestion du réseau)
- **NRA** : Nœud de Raccordement Abonné
- **ODF** : Optical Distribution Frame
- **RADIUS** : Remote Authentication Dial-In User Service (serveur d'authentification)
- **SBC** : Session Border Controllers
- **TERM** : Terminal Multiplexer
- **TGW** : Transit media Gateway; Trunk Gateway
- **VLB** : Voix sur Large Bande
- **VoIP** : Voice over Internet Protocol