

Modélisation économique des réseaux

Inducteurs de coûts

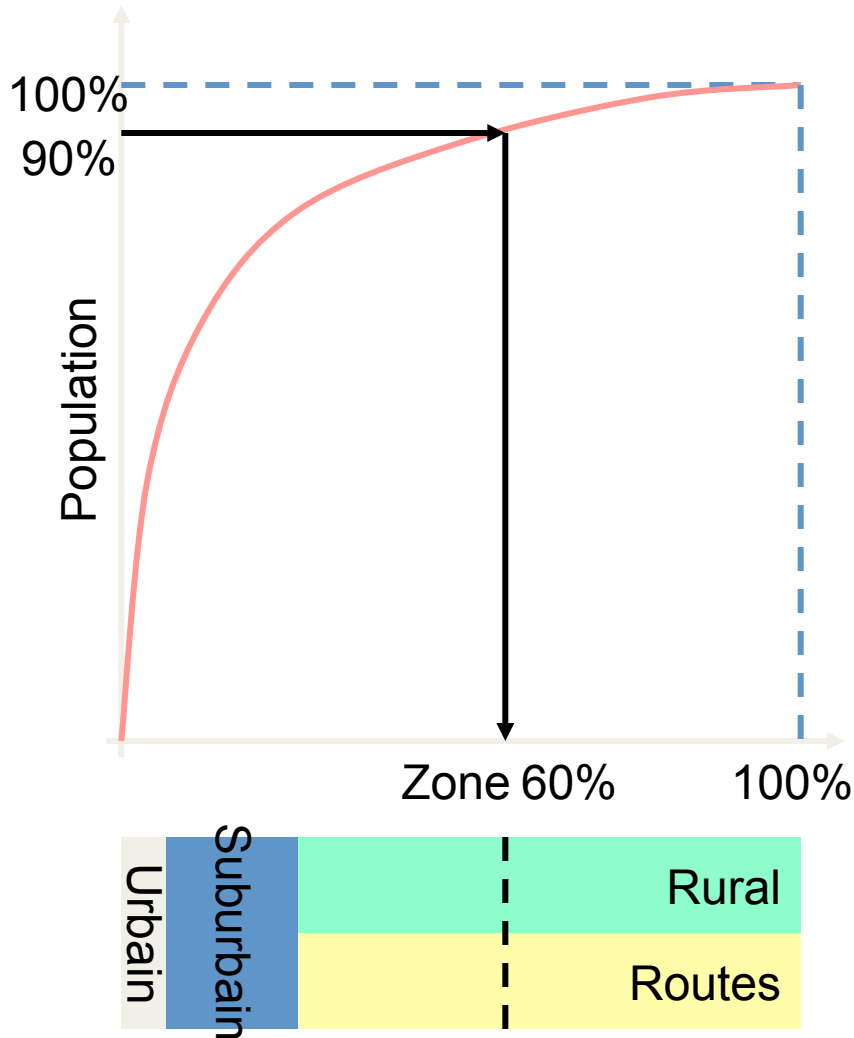
Projection de la demande

Conception du réseau

Facteurs techniques

- Dans un réseau mobile, les principaux facteurs de coûts sont les suivants:
 - le niveau de couverture nécessaire, soit géographiquement, soit en termes de qualité (indoor, outdoor, etc.)
 - le nombre de clients (abonnés)
 - Le volume de trafic qui est transporté sur le réseau
 - la qualité de service (QoS) offerte aux clients, en termes de probabilités de blocage ou de coupure.
- En outre, une gamme de facteurs secondaires du coût existent, par exemple:
 - nombre de mises à jour d'emplacement des clients.
 - nombre des appels en handover.

Couverture



- La couverture est souvent citée en termes de pourcentage de population couverte (comme par obligations dans les licences d'exploitation)
- Le plus utile à un concepteur de réseaux mobiles est la couverture en zones géographiques (ventilée par type):
 - La conversion de la couverture en population en des exigences de couverture de zone exige habituellement des données démographiques détaillées
- Nous définissons un certain nombre de types de zones qui reflètent une large gamme d'environnements radio dans un pays.
 - Exemple: urbain, suburbain, rural, routes nationales.
- Par exemple 90% de la population peut être couverte en 60% de la superficie terrestre,
 - strictly speaking, no-one lives on a highway, and such deployments cover rural motorway-side towns and villages

Considérations dans l'implémentation des modèles

- La pénétration indoor en bâtiment peut ne pas être explicitement quantifiée dans le modèle
Exemple: L'approche scorched node assure que le niveau de couverture en bâtiment est comparable à celui généralement prévu par les opérateurs.
- Cependant, les effets des facteurs de coûts secondaires, tels que le nombre de mises à jour des l'emplacement et le nombre des handovers, sont difficilement quantifiés dans un modèle.
→ Il faut savoir s'arrêter à un niveau satisfaisant de modélisation sans pour autant s'éloigner de la réalité d'implémentation des réseaux des opérateurs.

Autres coûts..

Infrastructure

- Certains éléments (tels que le maintien d'un HLR) sont sensibles au nombre et volumes d'appels échangés entre les abonnés.
- Le nombre des usagers peut être un inducteur de coût pertinent pour tenir compte de ce genre d'infrastructure.

Téléphones mobiles

- En outre, chaque client a besoin d'un téléphone mobile afin de faire ou de recevoir des appels
- Le niveau du rapport coûts / subventions par téléphone est la seule composante de coûts pertinente et, en général considérée séparément des coûts de réseau liés au nombre des usagers.
- Le montant des coûts associés aux combinés peut cependant être pris en compte dans un régime de mark-up.

Trafic

- Principales mesures utilisées lors du dimensionnement des éléments du réseau sont:
 - Heure chargée en erlangs pour le trafic.
 - Heure chargée pour les tentatives d'appels.
- Niveaux des facteurs de coûts sont calculés séparément pour chacun des services connexes, sur la base du volume annuel du trafic
 - le volume moyen annuel du trafic est un inducteur de coût pertinent.
- Inducteurs de coûts du trafic (entrant, sortant et sur la voix, les messages SMS, GPRS, HSCSD et data) sont supposés être en parallèle et peuvent donc être combinés en un seul incrément trafic .

Qualité de service

- La QoS est un inducteur important de trafic.
- Toutefois, la relation entre qualité de service et le coût est une transformation complexe et ne se traduit pas par une augmentation simple entre des services perpendiculaires ou parallèles.
- Ainsi, il n'est pas judicieux de définir un incrément de QoS (de X-niveau)
- Cependant, les probabilités de blocage sont considérées comme input, et peuvent donc être utilisées pour étudier la variation des coûts unitaires d'autres services avec une qualité de service données.
Généralement, ces valeurs sont utilisées:
 - 2% blocking on the air interface
 - 0.1% blocking in the core network(à comparer avec les exigences réglementaires et de cahiers des charges)

Services orthogonaux et parallèles

Par exemple, deux conducteurs de coût, chacune avec un incrément de service correspondant

- Si les services sont orthogonaux, alors l'équipement qui offre le service à 1 ne prend pas en compte le service 2, et vice versa [pas d'existence de coûts communs]

HLR – pour usagers seulement

TRX – pour le trafic seulement

- Si les services sont parallèles, un équipement qui supporte les services 1 prend en charge partiellement ou entièrement les services 2, et vice versa

coûts communs existent entre les services, selon les niveaux de demande et la conception techniques des algorithmes

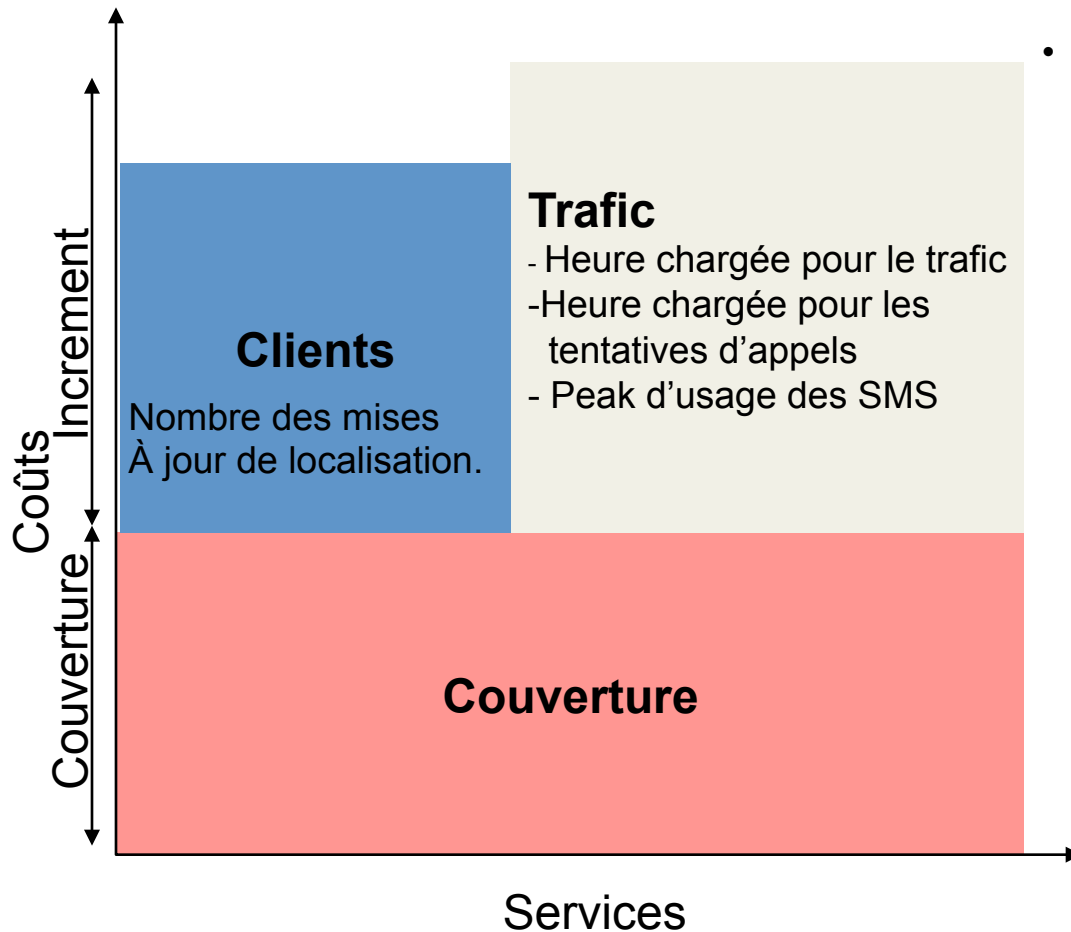
TRX – for voice traffic

TRX – for GPRS traffic

La combinaison de service en un seul incrément simplifie les obligations de calcul

- La plupart des services présentent à la fois des comportements orthogonaux et parallèles selon la classe des équipements techniques qui en font usage:
 - Par exemple, HLR est une ressource dédiée pour les clients; toutefois, l'exigence de traitement MSC des mises à jour de localisation des clients est partagée avec les exigences de traitement MSC de tentatives d'appels entrants et sortants.
- La résolution des coûts communs et différentiels associés à chaque incrément est absolument un calcul algébrique complexe et demande beaucoup de temps:
 - un tel calcul doit résoudre toutes les combinaisons de coûts communs et des coûts différentiels en tenant compte de toutes les permutations possibles des incréments
- Ainsi, la combinaison des services en un seul incrément pour toute demande simplifie la modélisation:
 - les coûts des services orthogonaux ne nécessitent pour des calculs complexes.
 - les coûts des services parallèles sont réglés sur la base que les coûts communs sont automatiquement attribués sur la base de la consommation des ressources.

Incréments



- Coût total du réseau est considérée comme étant la somme de:
 - le coût autonome d'assurer un niveau de couverture déterminée. (Niveau du signal est bon)
 - le coût différentiel d'élargir ce réseau pour transporter un volume déterminé de trafic. (Usage du réseau)
 - le coût différentiel d'élargir ce réseau pour desservir un volume déterminé de clients

Inducteurs de coûts

Projection de la demande

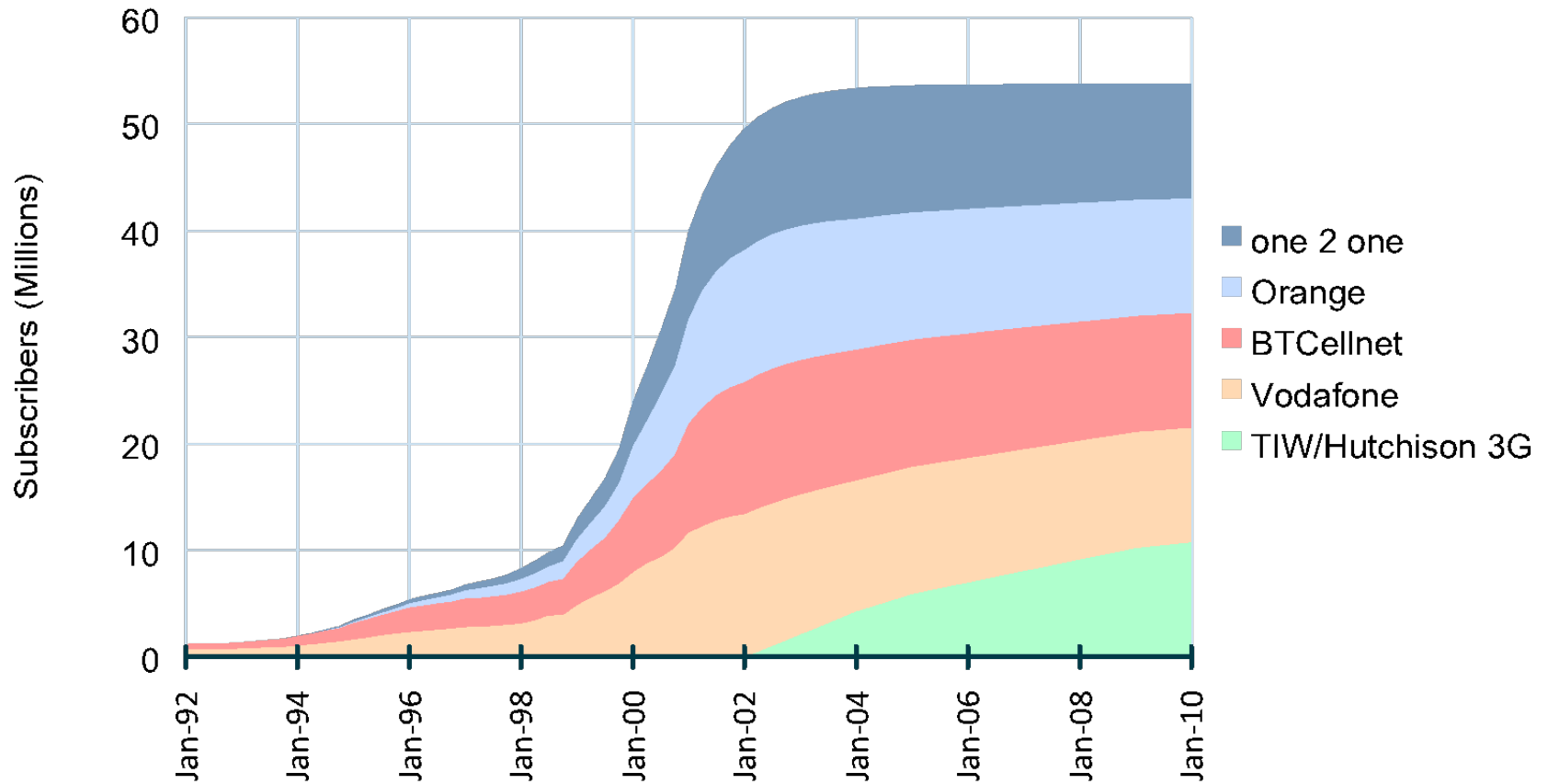
Conception du réseau

Projection de la demande

- Outil important pour la vision de long terme.
- L'usage de la période de projection détermine l'affinité du modèle: Trimestre, semestre ou année.
- La stratégie de l'opérateur est un élément crucial dans la détermination de la projection.
- Aussi, les contraintes réglementaires et l'entrée de nouveaux concurrents.

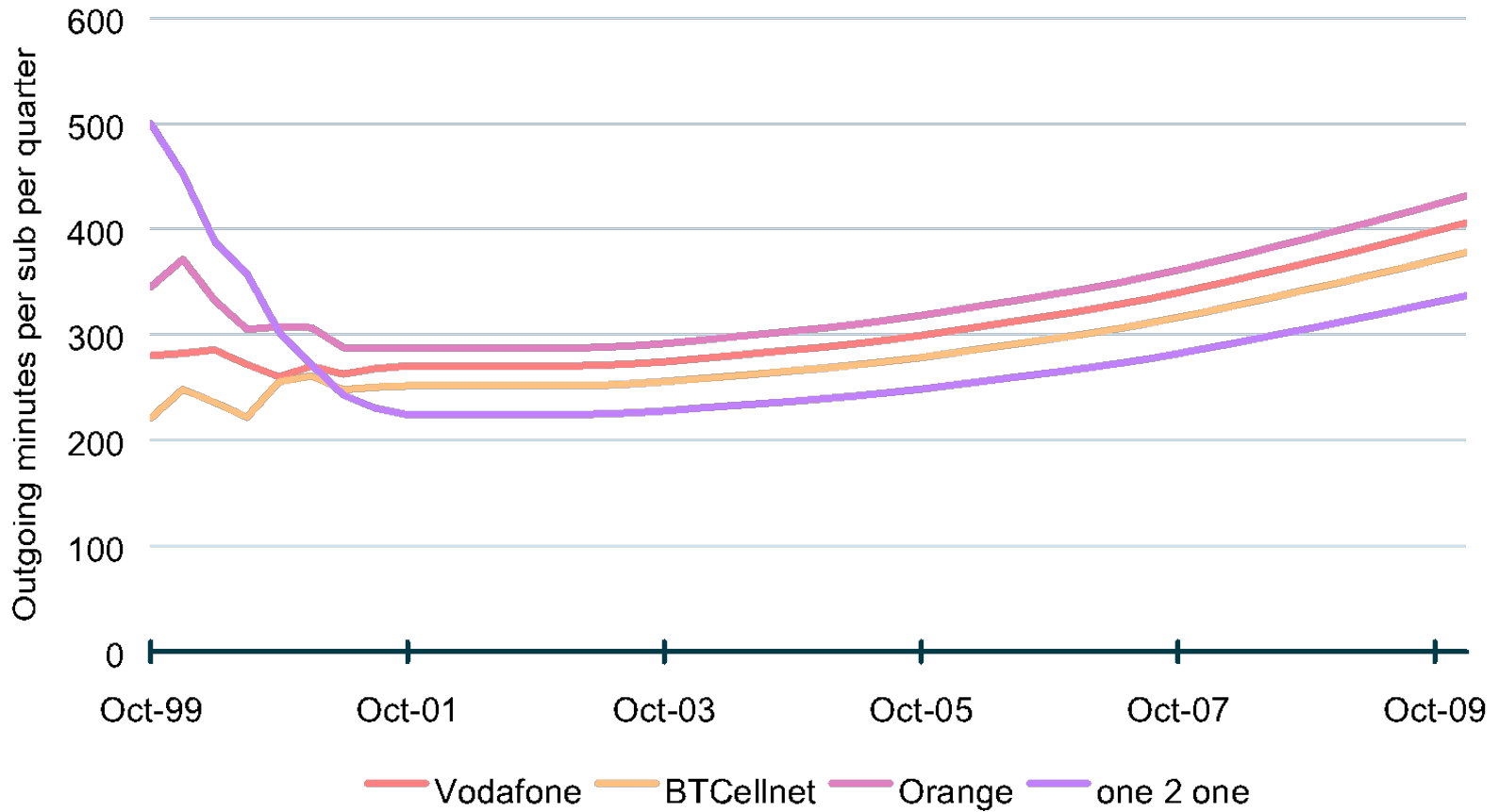
Projection de la demande: usagers

Exemple



UK

Projection de la demande: trafic sortant par usager par trimestre



UK

Projection: inputs, calculs et outputs

Inputs :

- Courbes en S jusqu'aux points de saturation.
- Taux de croissance trimestriels.

Calculs:

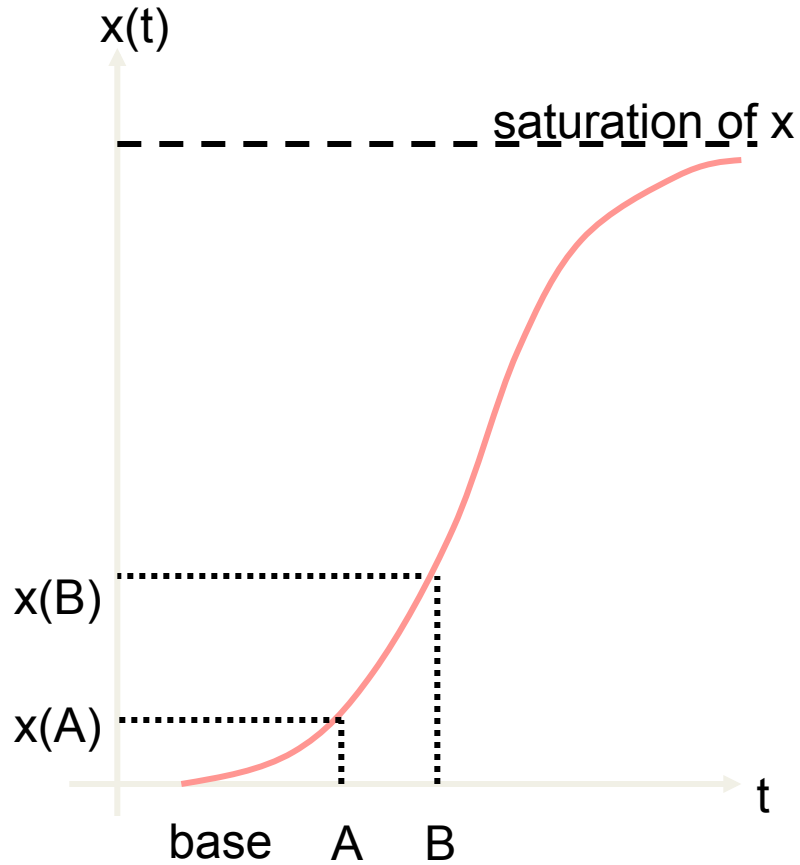
- Nombre des usagers mobiles par opérateur.
- HSCSD, GPRS ,UMTS : Trafics en Mbytes
- Trafics entrants et sortants : voix en minutes, 2G et 3G .

Outputs :

- Paramètres de la demande pour chaque année.

*Considération: Le trafic sortant voix comprend le trafic on-net.

Courbe en S



- Les inputs pour la courbe en S:
 - saturation :x
 - Année de base
 - $x(A)$ au temps A
 - $x(B)$ au temps B

- Exemple d'usage:
 - Penetration du marché mobile.
 - migration du trafic voix du 2G au 3G.

Exemple d'hypothèses sur les technologies 2G vs 3G

- Par exemple, la partition du trafic vocal sur les réseaux 2G et 3G considère implicitement des hypothèses sur:
 - Nombres des usagers 2G et 3G.
 - Stratégie de l'opérateur pour le 3G voix et data.
 - Couverture 3G et black-spots.
 - *high-use* 3G pour l'adoption de nouveaux usagers et *low-use price-sensitive* 2G pour le maintien des usagers.
- L'utilisation d'hypothèses trimestrielles de données aident à définir avec précision l'interaction entre ces différents services.

Inducteurs de coûts

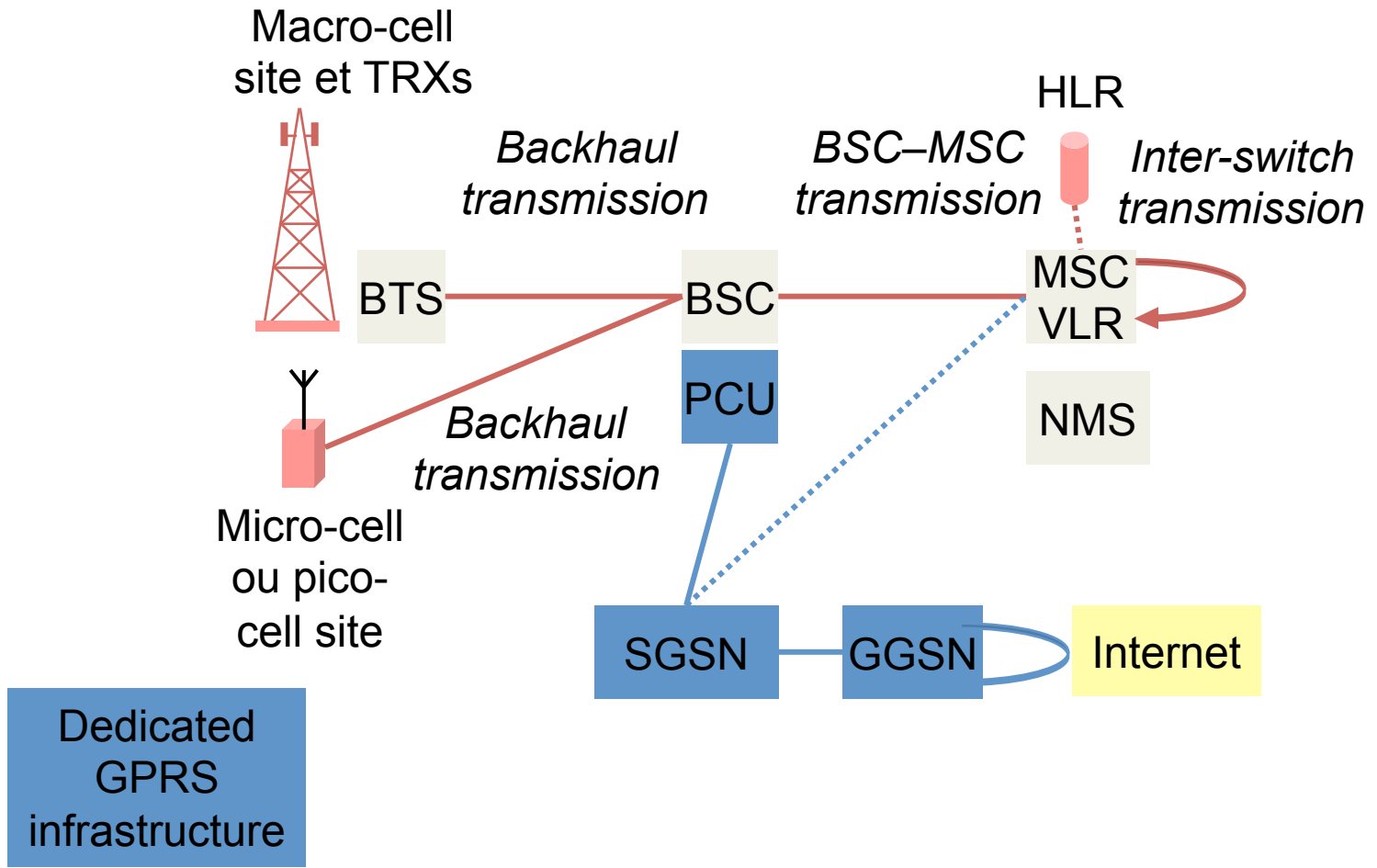
Projection de la demande

Conception du réseau

Principes

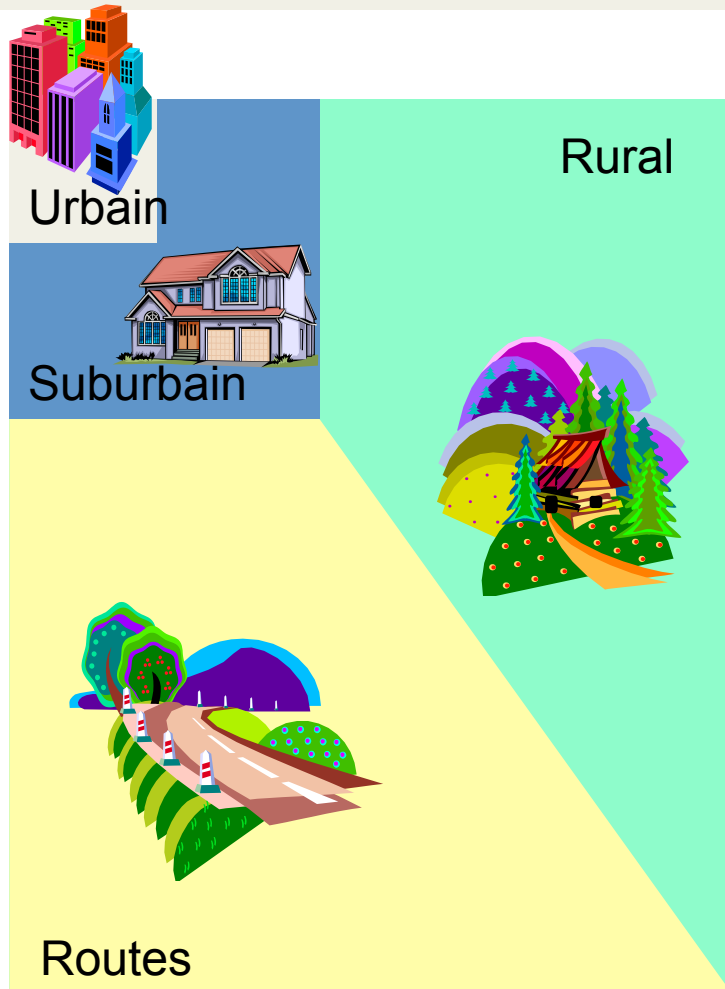
- Usage des pratiques de l'industrie .
- Usage des technologies modernes.
- Satisfaction des besoins en couverture et en usage de trafic.
- Choix convenable des paramètres de croissance.
- Différentiation entre les technologies: Différences entre le GSM 900 et le GSM 1800 dans le déploiement du réseau radio (Rayon des cellules et efficacité spectrale).
- Usage de plusieurs types d'équipements pour subvenir au bon choix selon la situation.

Diagramme simplifié du réseau

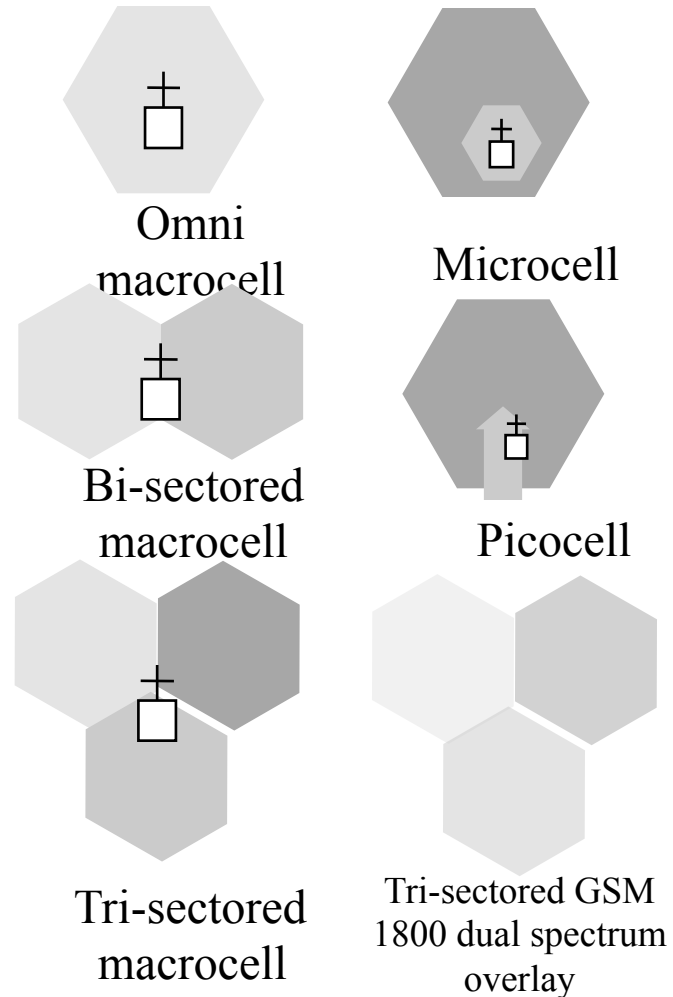


Types de zones et de cellules

Types de zones

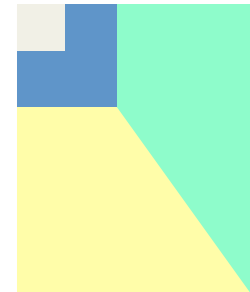


Types de cellules



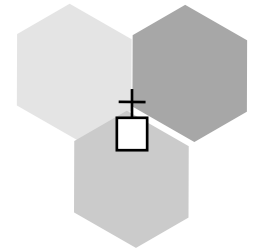
Types de zone et densité de la population

- La catégorisation des types de surface dépend de la densité locale de la population.
- Tenir compte des contraintes de planification du réseau.
- Exemple: Définitions de quatre zones.
 - Urbain – densité de population supérieure à $X1$ (par km^2).
 - Suburbain – entre $X1$ et $X2$.
 - Rural – Inférieur à $X2$.
 - Routes – kilométrage des routes nationales non contenues dans le segment suburbain et rural.



Types de cellules

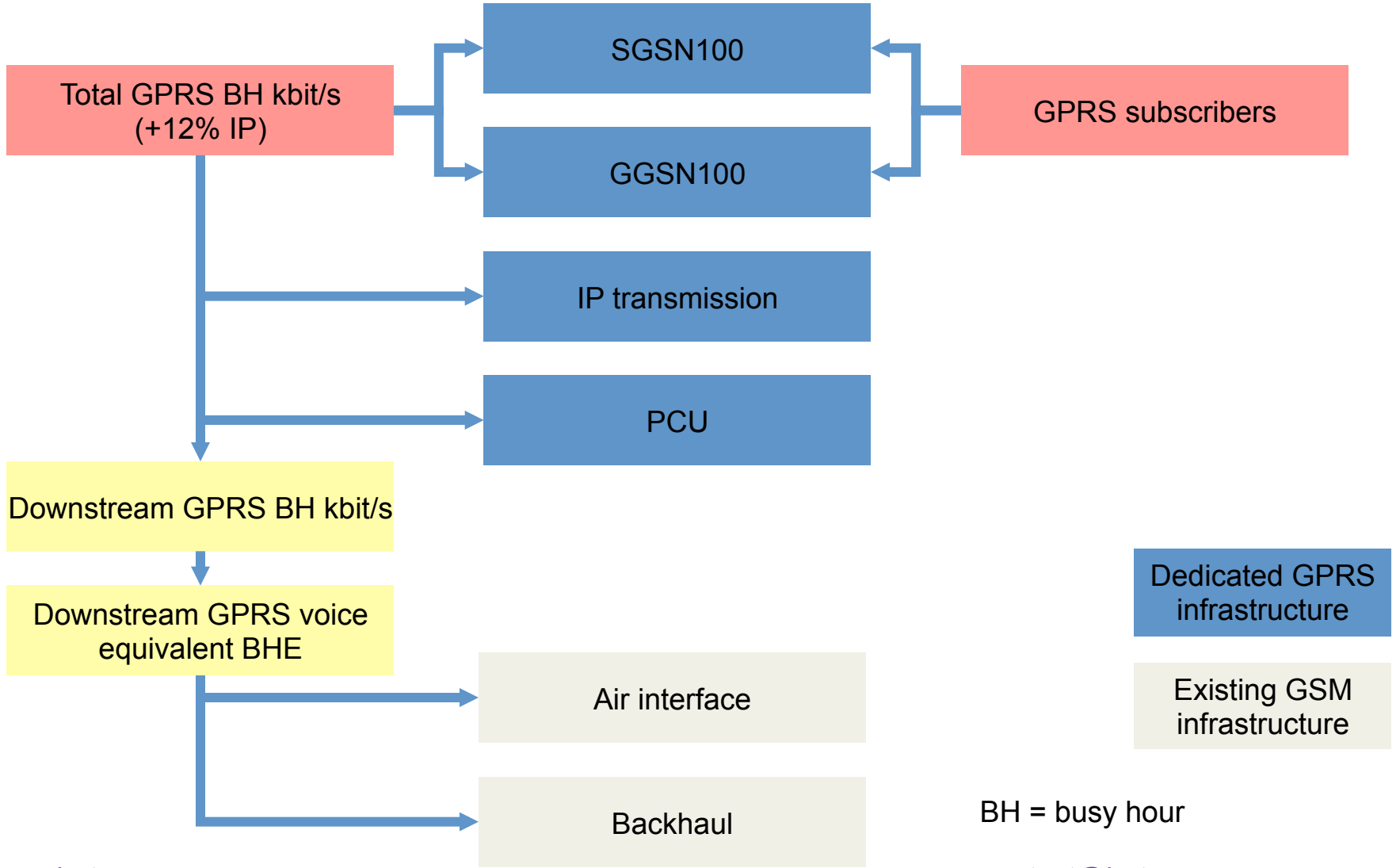
- Besoins en Inputs pour:
 - La proportion des cellules par type et par zone.
- Exemple de déploiement:
 - tri-sectoré macro sites sont déployées pour les zones en urbain et en suburbain.
 - bi-sectoré macro sites sont déployées pour les zones définies par les routes nationales.
 - omni-sectoré macro sites sont déployées dans les zones rurales.
- Ces cellules sont déployées sur la base de demande en couverture et en trafic.
- Micro et pico sites (définies comme single sector, 2 et 1 TRX respectivement) sont déployés pour une demande de trafic spécifique, et seulement dans les zones urbaines et suburbaines.
 - Le volume de trafic supporté par ces cellules peut être spécifié par un pourcentage du trafic total supporté par la zone en question.



Un seul incrément pour le trafic

- En réalité, l'interface radio se comporte différemment aux circuits voix, GPRS de paquets et de signalisation. Toutefois, la construction d'un modèle complexe d'ingénierie radio qui traite séparément ces types de trafic n'est pas recommandé dans un exercice de calcul des coûts basé sur les CMILT.
- Ils existent des règles qui permettent de combiner les différents trafics voix, SMS, HSCSD et GPRS.
- Le modèle peut contenir des équivalences en *erlangs*:
 - Le volume de trafic équivalent à un erlang de voix.
 - Les règles permettent de convertir le trafic des autres services (eg SMS messages, GPRS Mbytes) en des équivalences en erlangs de voix.
- Cette approche permet un agrégation des différents trafic en un seul trafic homogène.
- Ceci est fait dans l'hypothèse que les trafics sont considérés dans une heure chargée.

Les services GPRS et les éléments du réseau



BH = busy hour

Taux d'usage des équipements

- La relation générale de détermination du nombre des équipements:
 - $\text{number of items required} = \text{demand} / \text{capacity per item} * \text{utilisation}$
- Dans la conception des réseaux, les équipements ne sont pas construits pour un taux d'usage de 100%. La plupart des vendeurs mentionnent un taux maximal d'utilisation pour ne pas tomber dans la surcharge. (90% par exemple).
- Les équipements sont conçus de manière modulaire pour permettre des upgrades.
→ Augmentations des coûts variables et maintien de la masse des coûts fixes.

Ressource/Demande/Période

Asset classes

- TRX
- BTS – macro, micro and pico
- backhaul links
- BSC
- BSC-MSC transmission
- MSC/VLR – CPU and ports
- HLR
- Inter-switch transmission
- SMSCs
- PCU
- GSNs – connections and peak throughput
- IP transmission

Key demand drivers

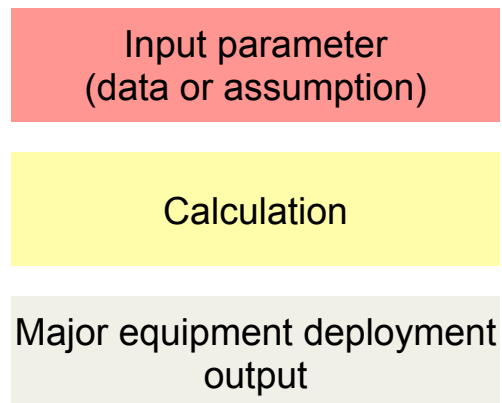
- Year average subs
- Year total incoming minutes
- Year total outgoing minutes
- Year total SMS messages
- Year total GPRS Mbytes
- Year total HSCSD Mbytes
- Year average GPRS users
- Year total minutes
- Year total approx traffic

Look-ahead period

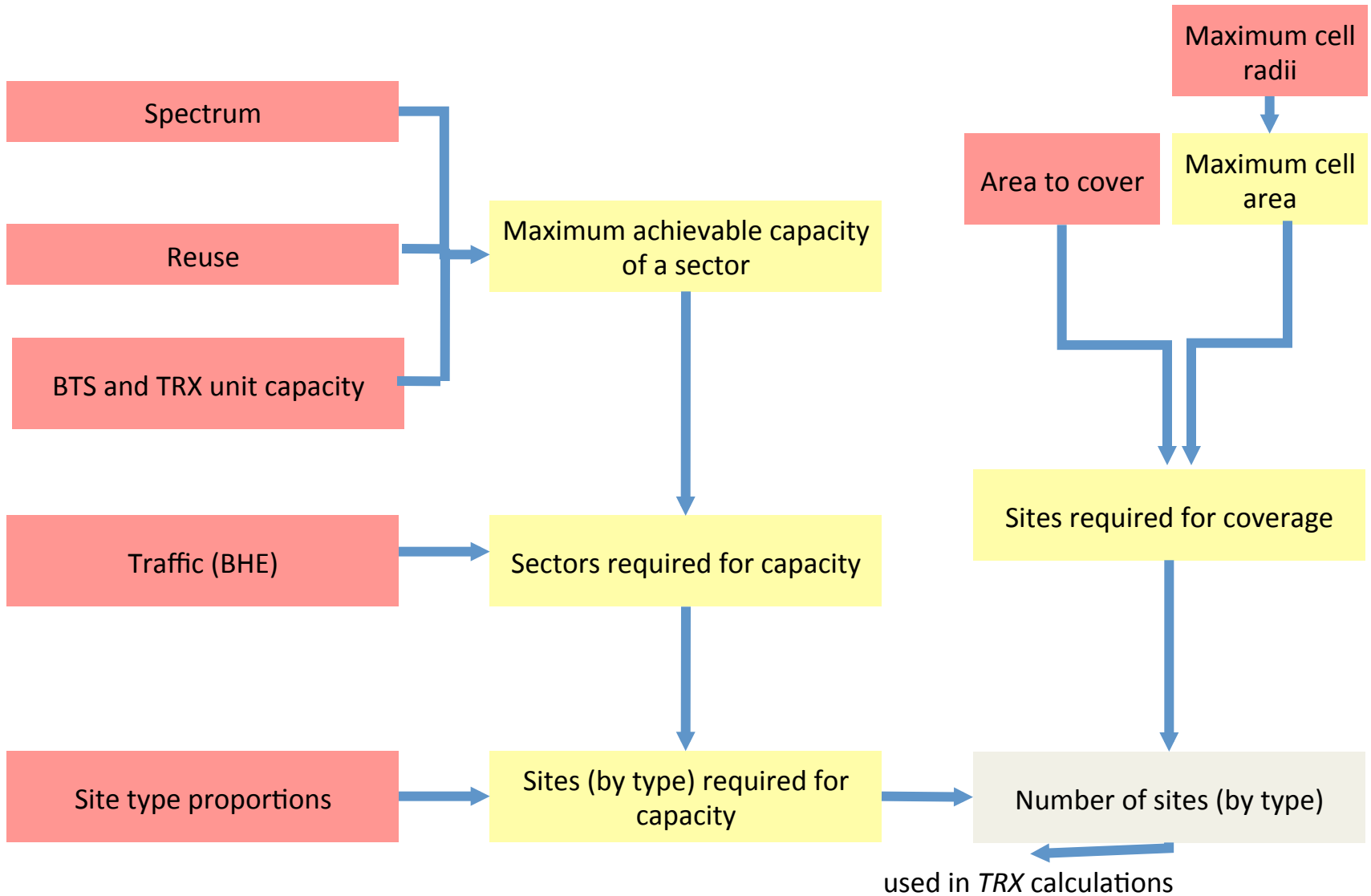
- Current time
- 2 weeks ahead
- 1 month ahead
- 1 quarter ahead
- 6 months ahead
- 1 year ahead
- 2 years ahead
- 3 or more years ahead

Conception du réseau

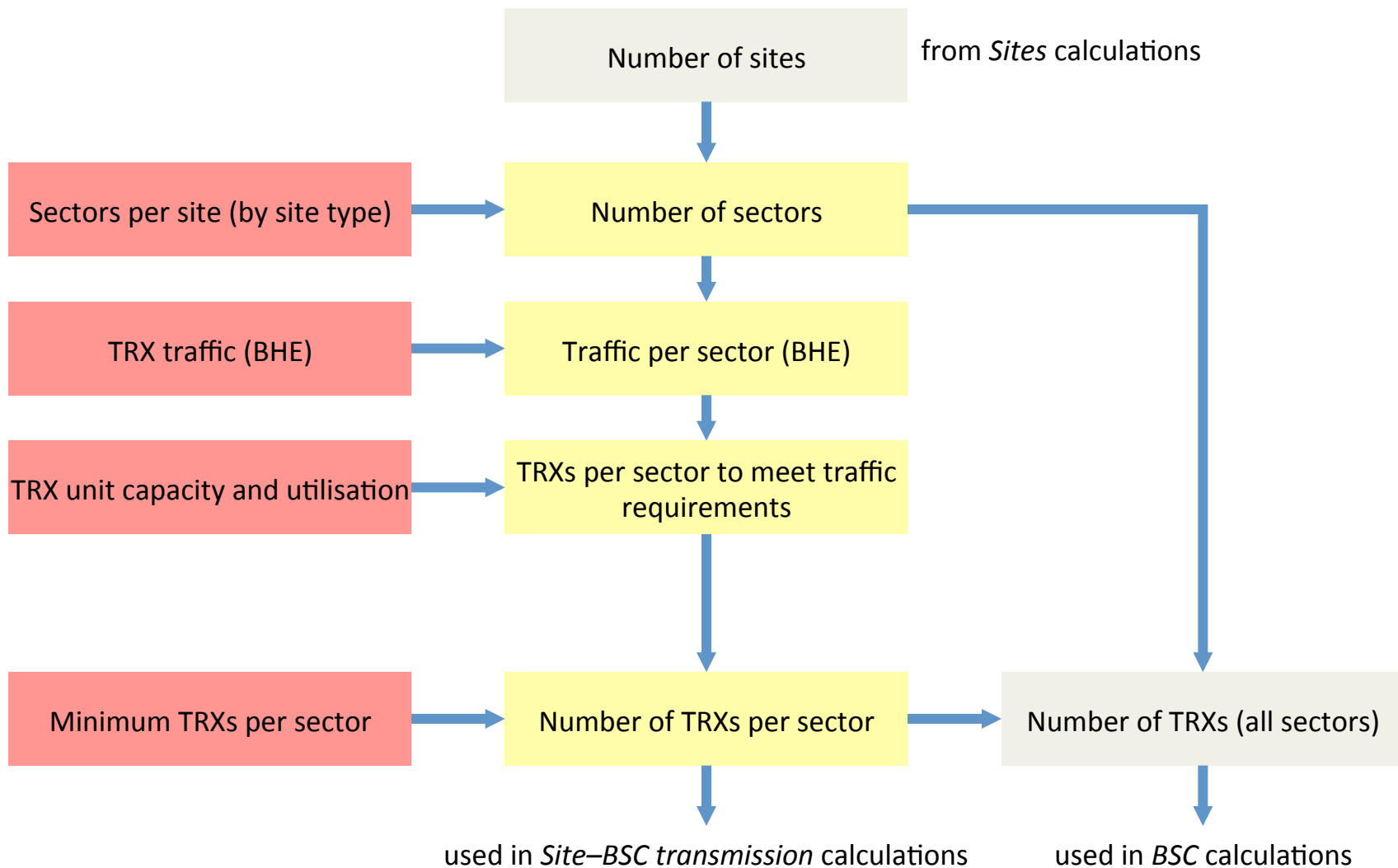
- Dans ce qui suit, nous examinerons la conception du réseau à travers:
 - Des diagrammes illustratifs
 - Des commentaires et explications



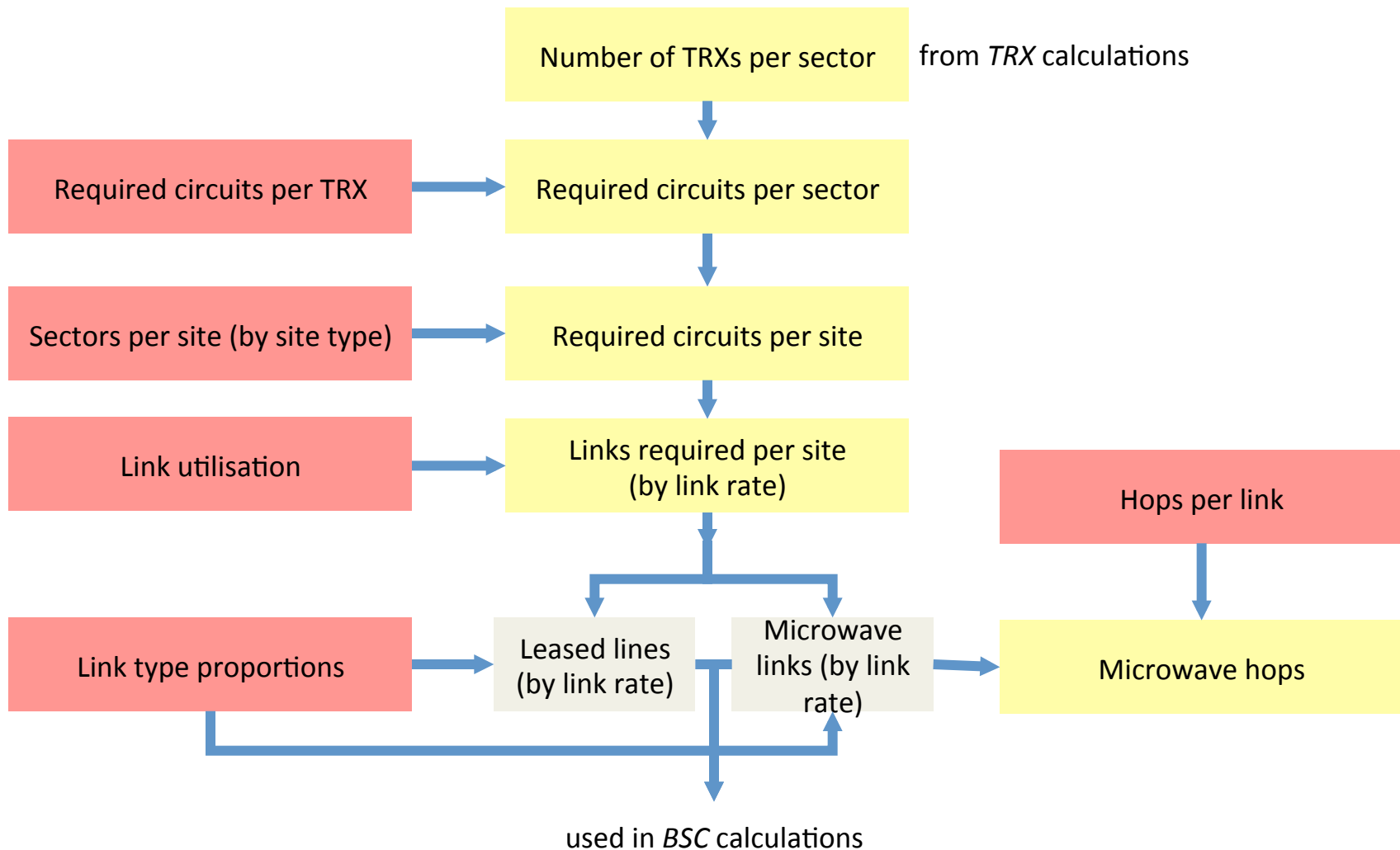
Base station sites



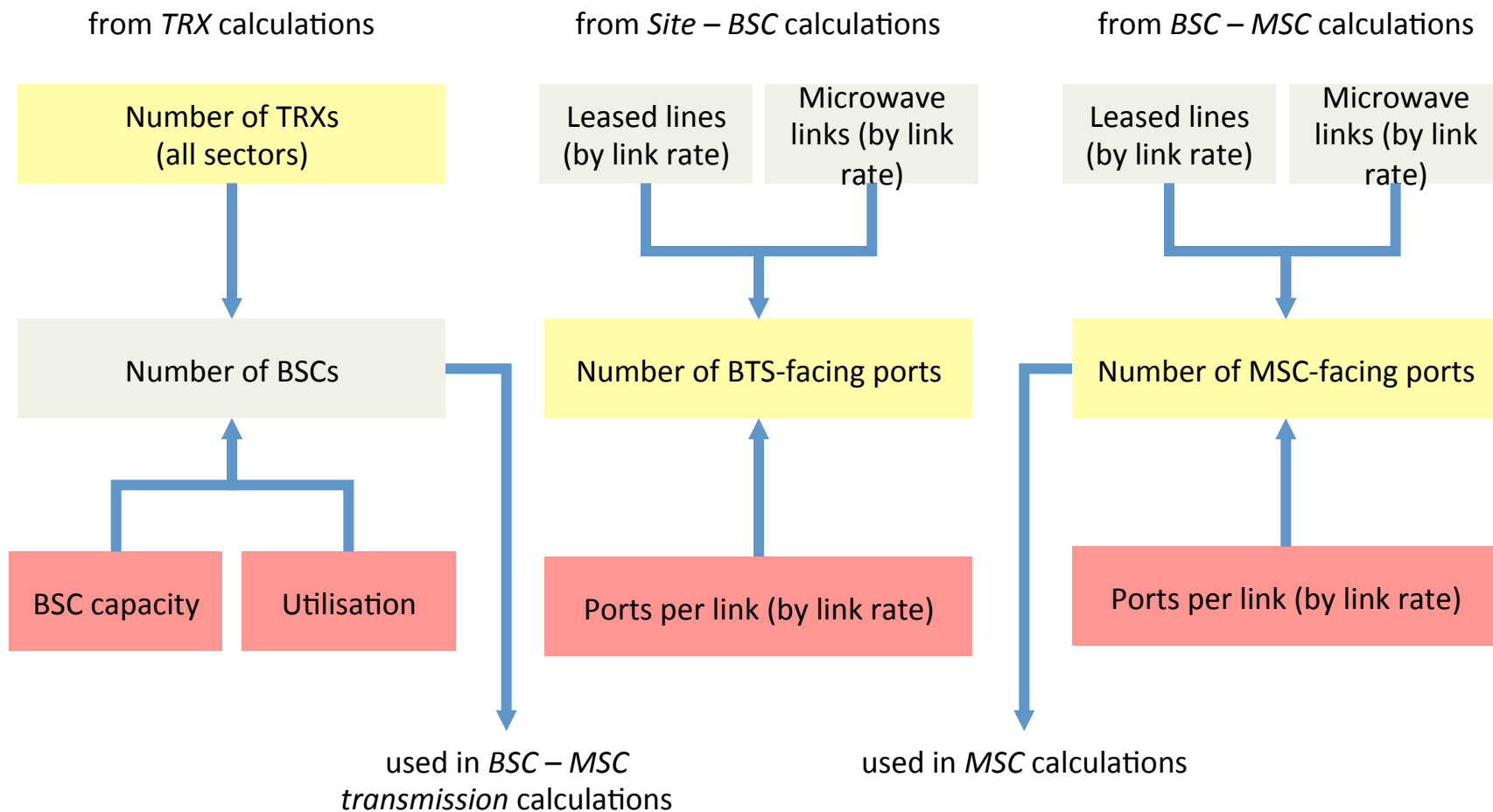
TRXs



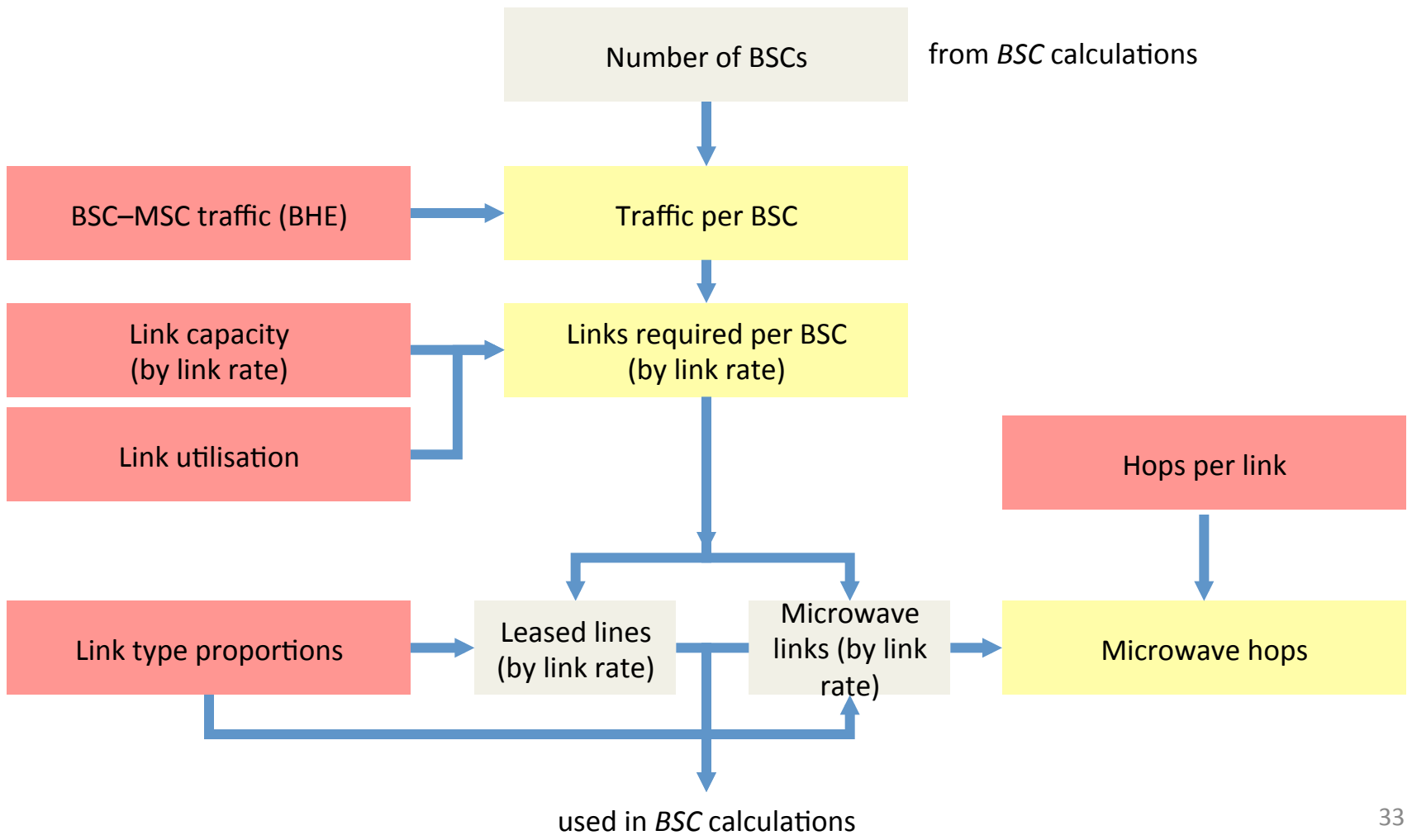
Base station site – BSC transmission



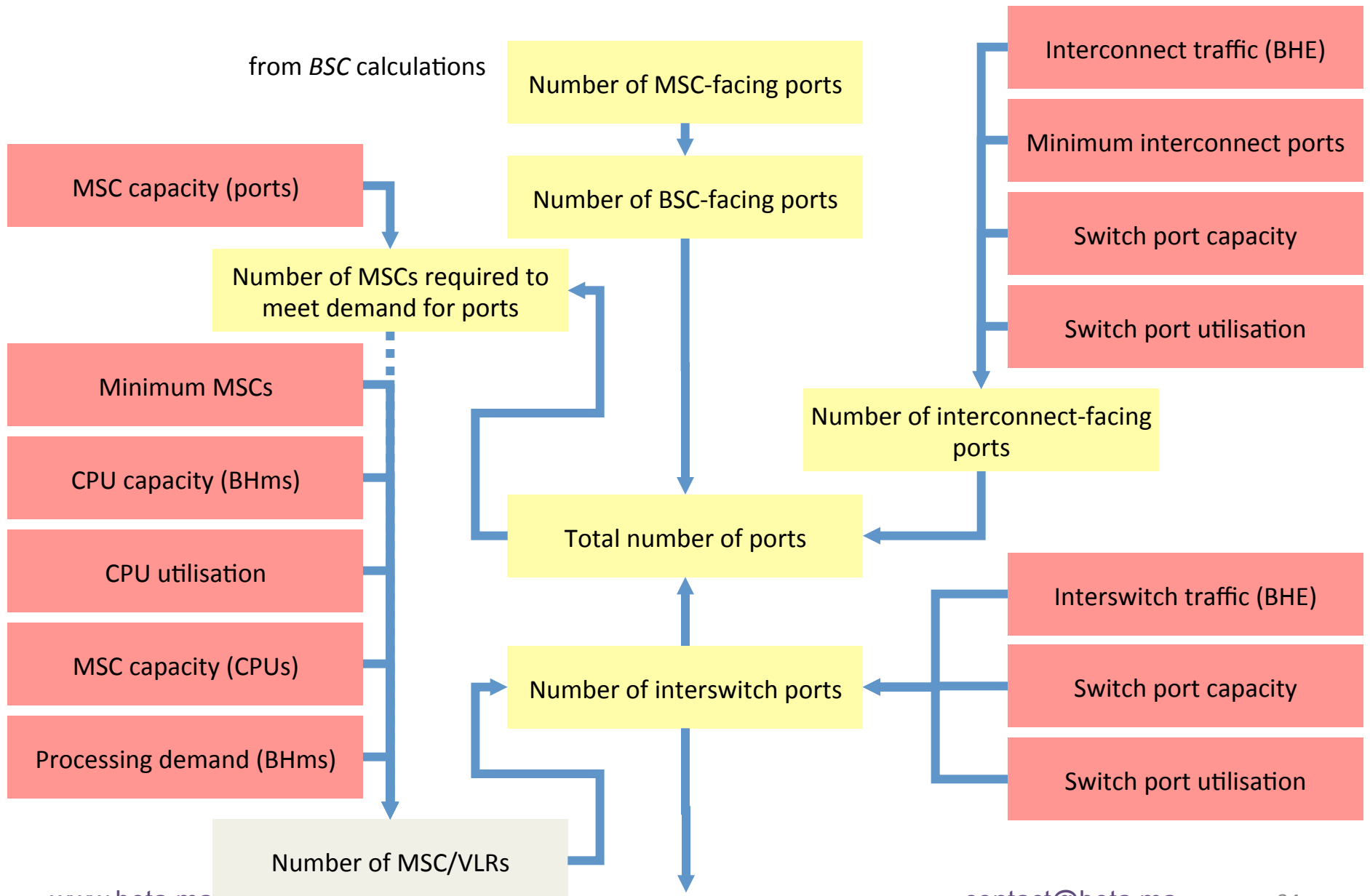
BSCs



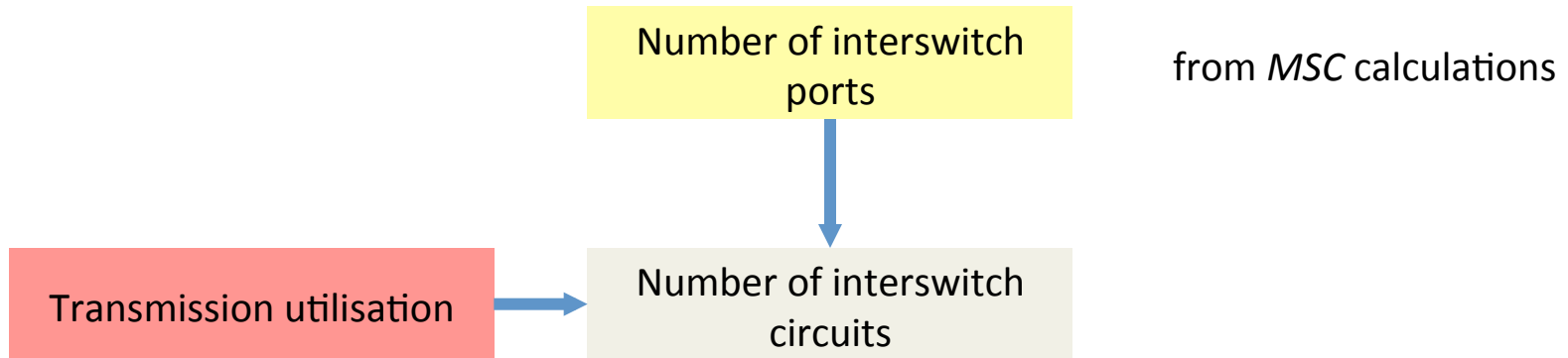
BSC – MSC transmission



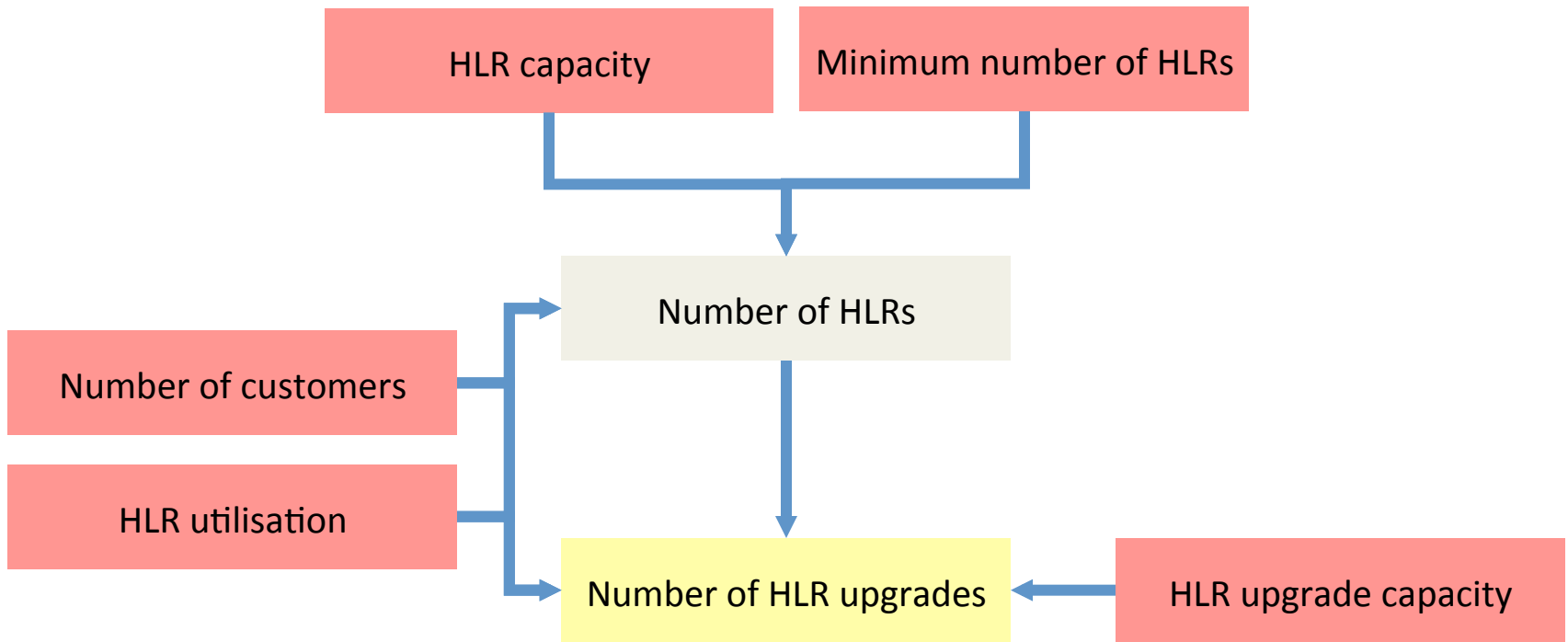
MSCs



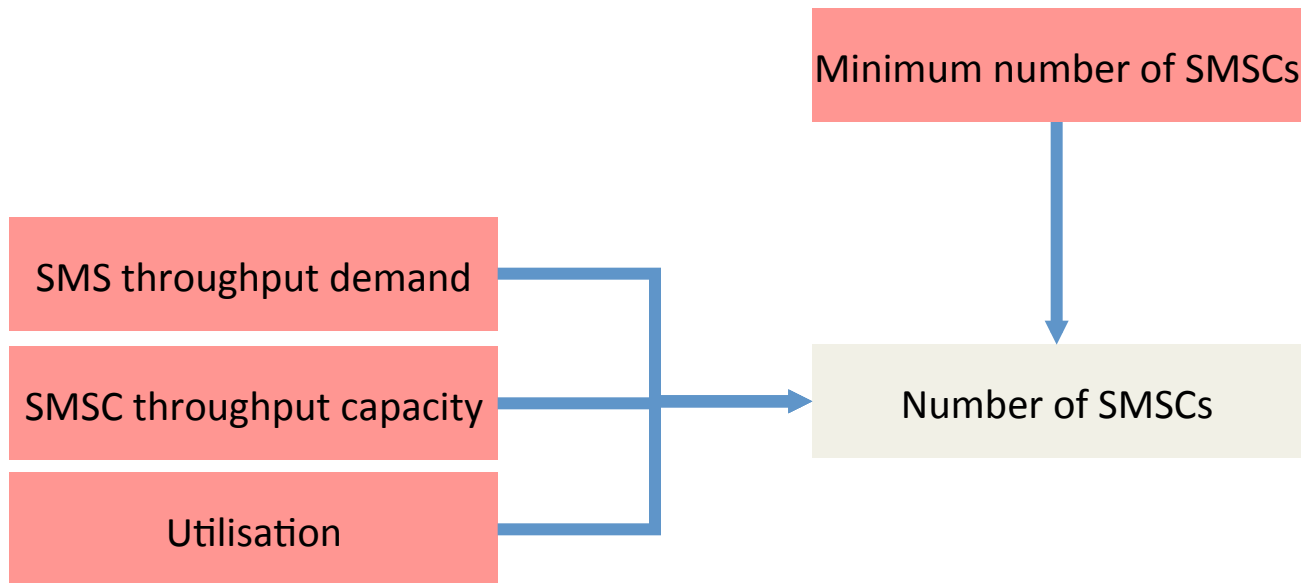
Interswitch transmission



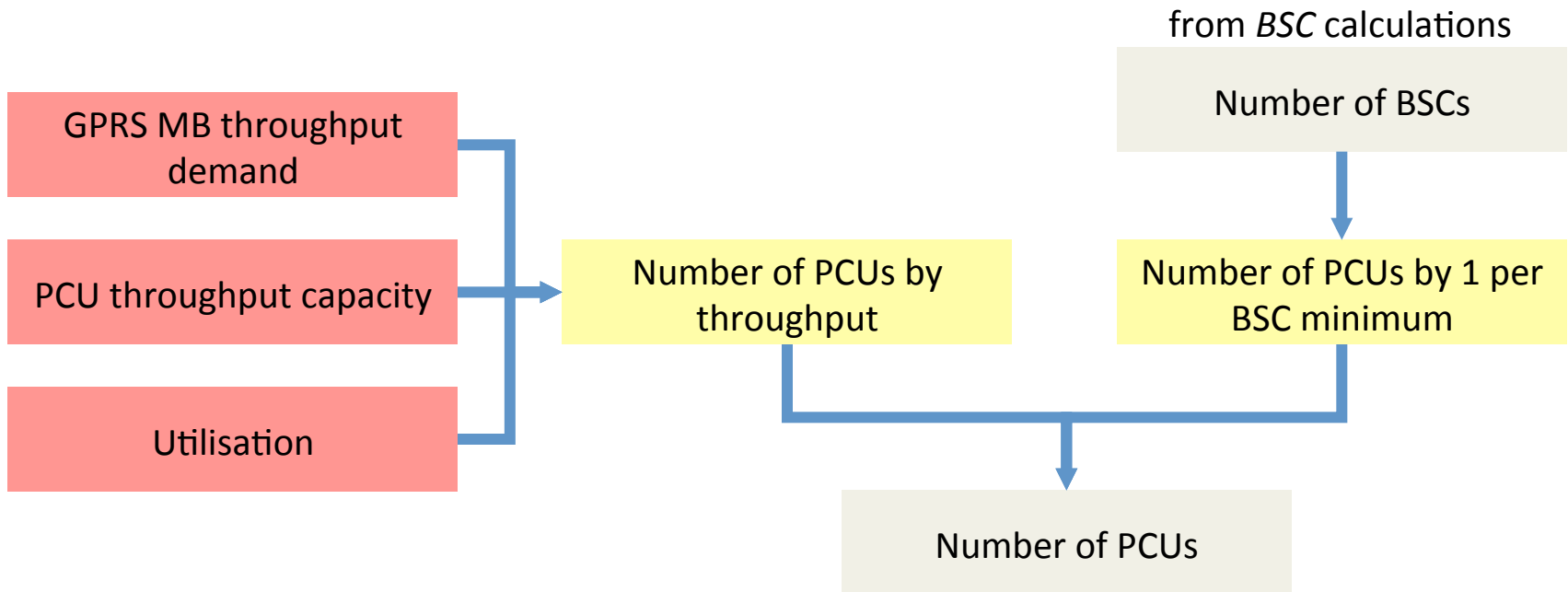
HLR capacity



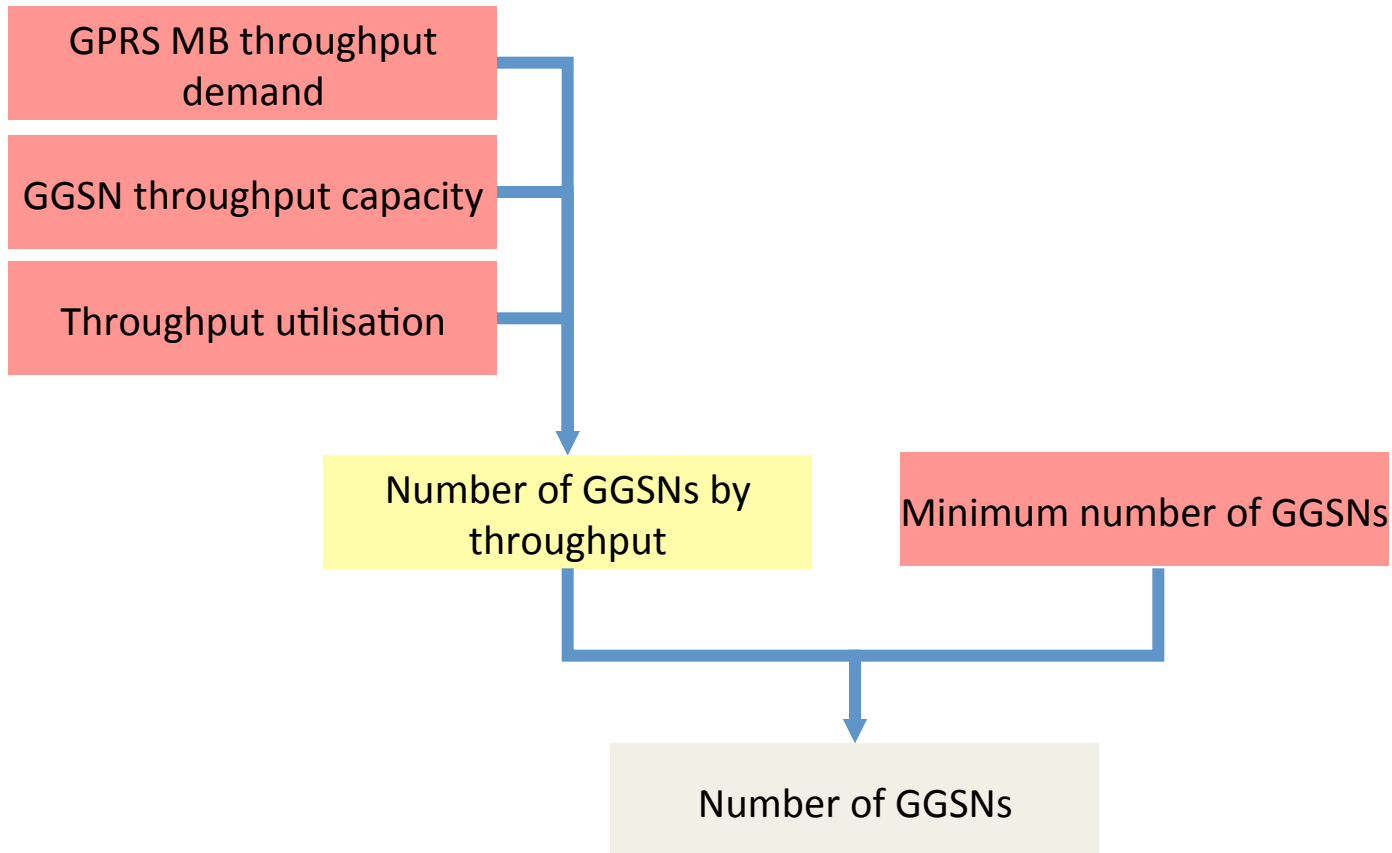
SMS centres



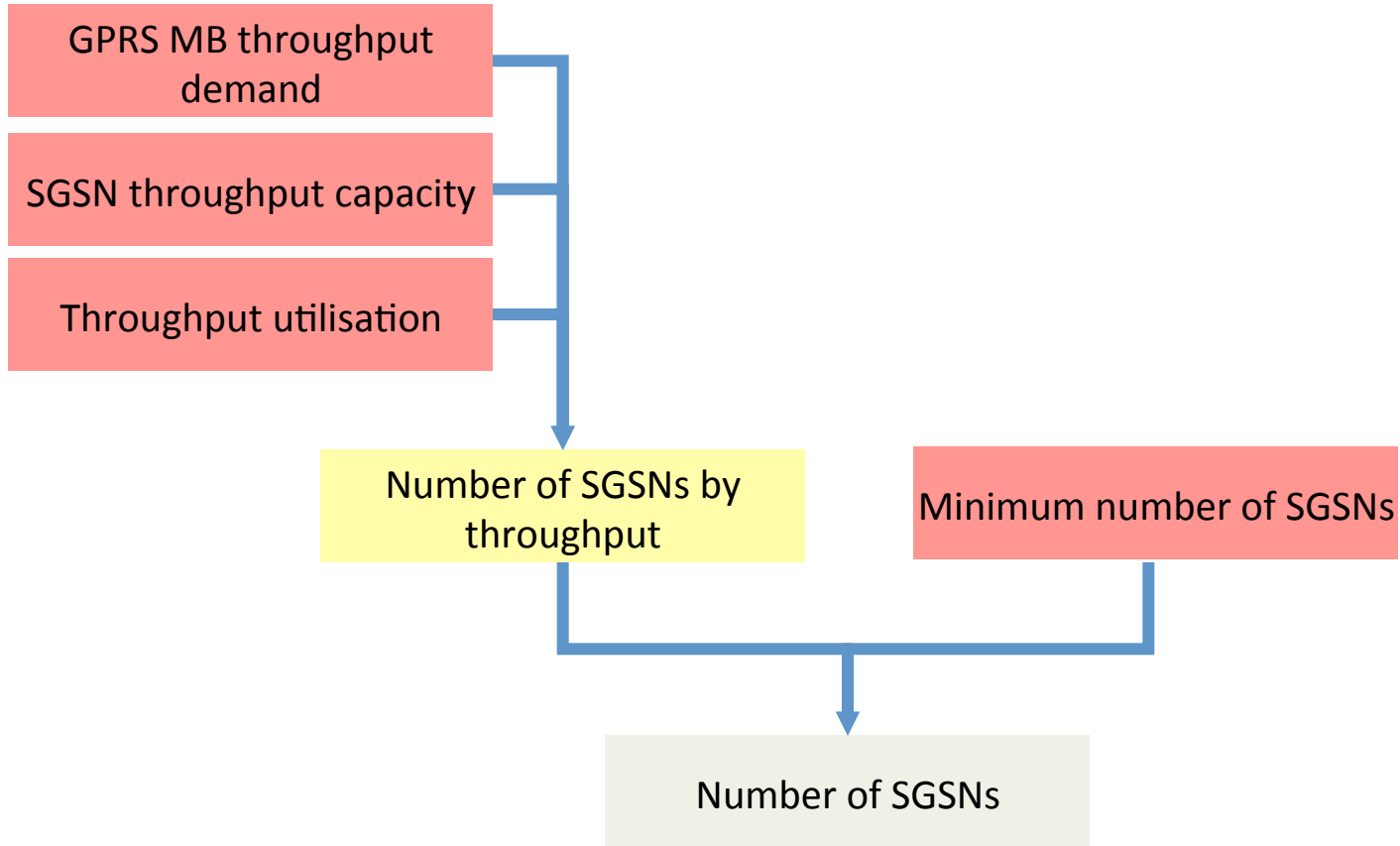
Dedicated GPRS equipment – PCU boards



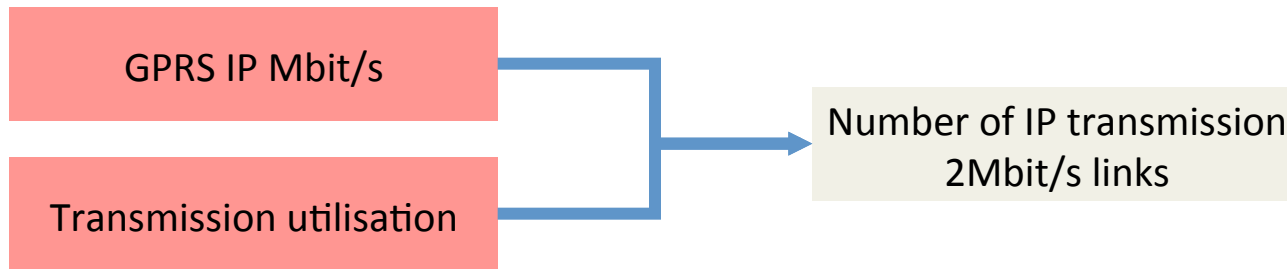
Dedicated GPRS equipment – GGSNs



Dedicated GPRS equipment – SGSNs



Dedicated GPRS equipment – IP transmission



Merci pour votre attention