

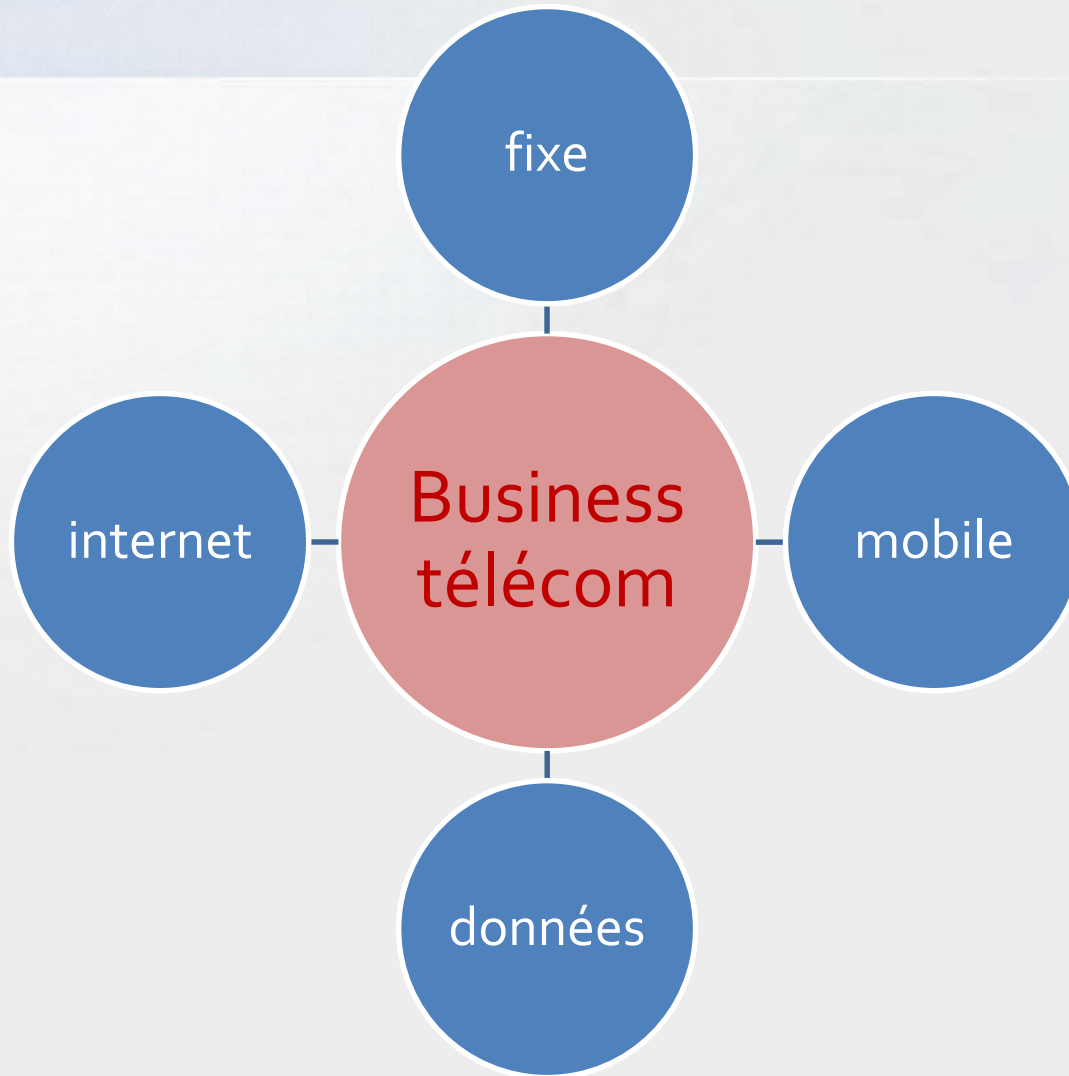
**INTERNATIONAL WORKSHOP ON
OPTIMIZATION AND APPLICATIONS**

**Application de l'optimisation aux réseaux
d'accès des télécommunications**

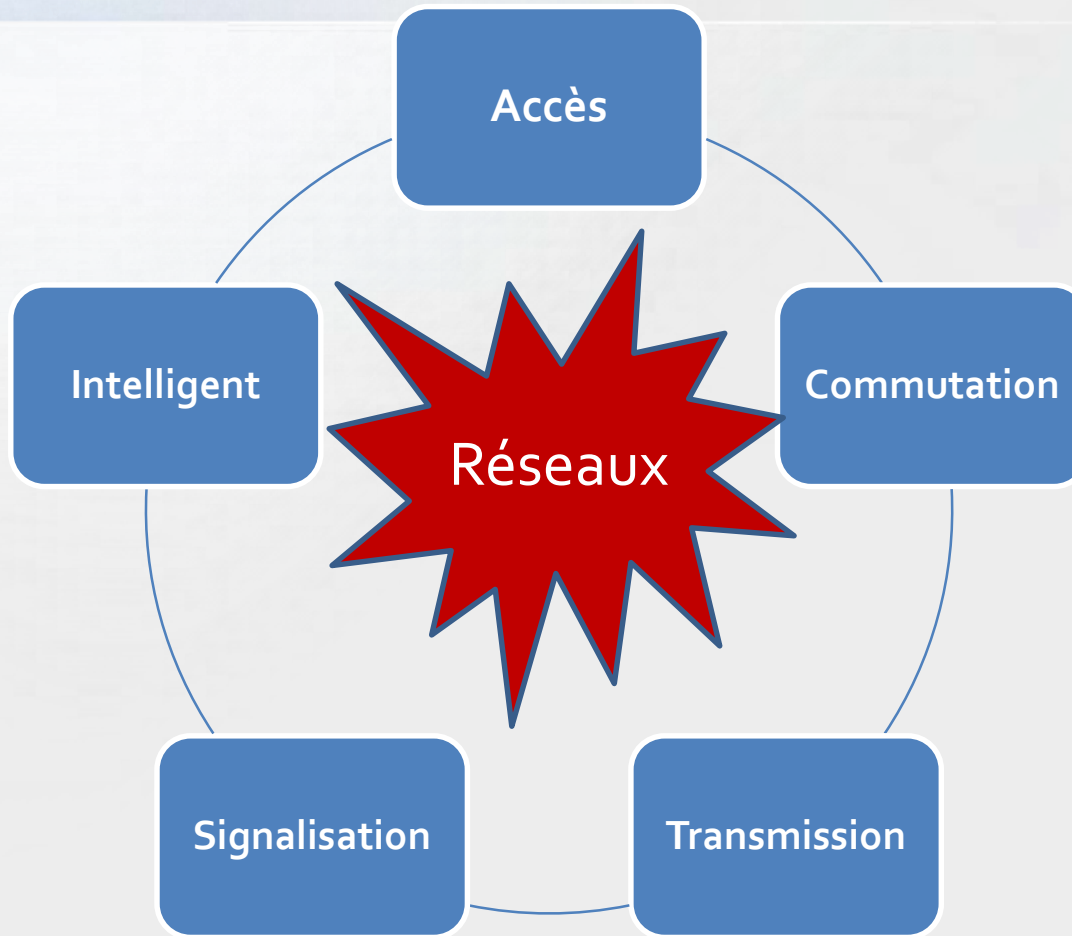
Sami SAID

Kénitra – 22 avril 2015

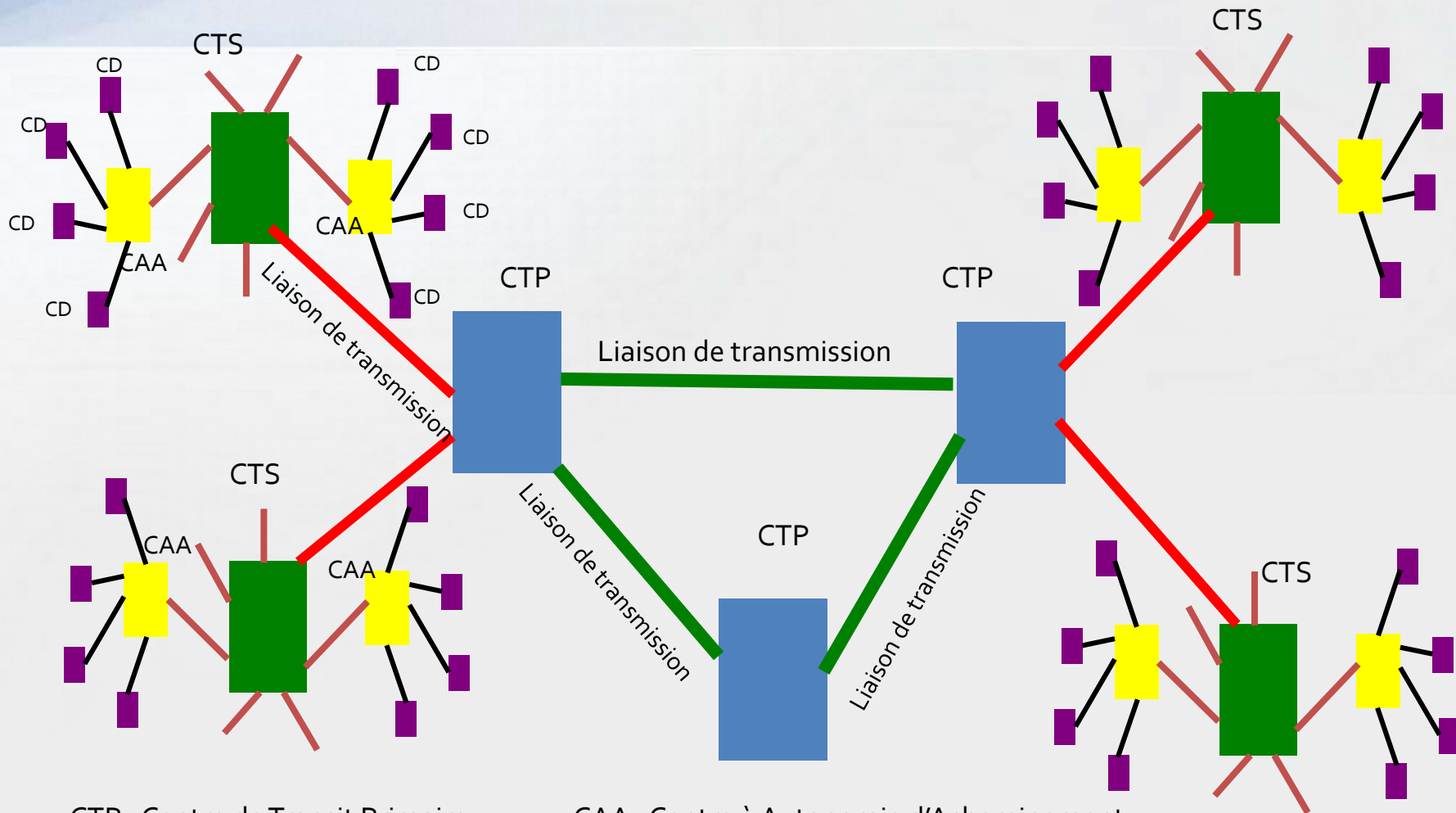
Réseaux des télécommunications



Réseaux des télécommunication



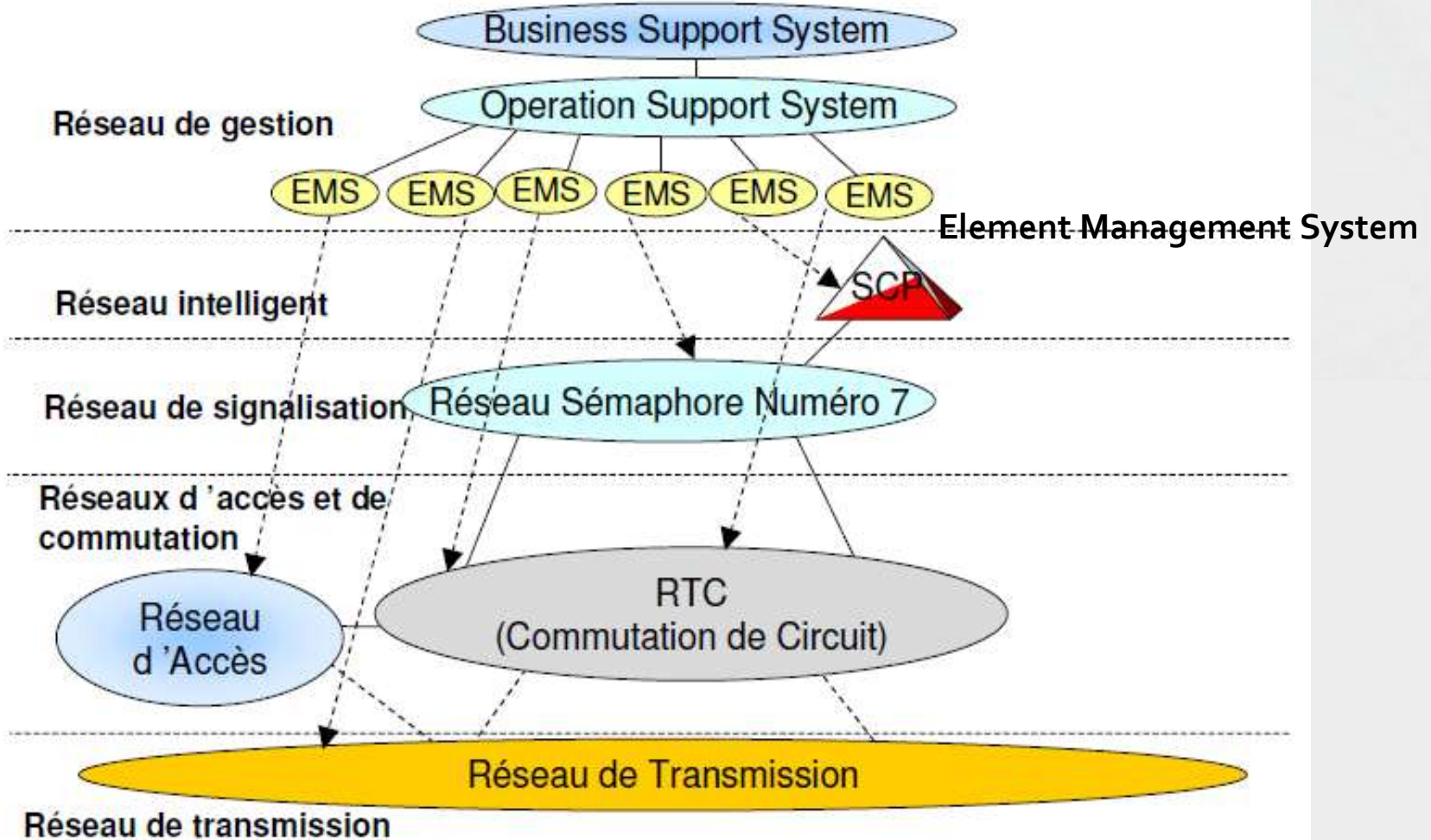
Architecture du cœur du réseau téléphonique fixe



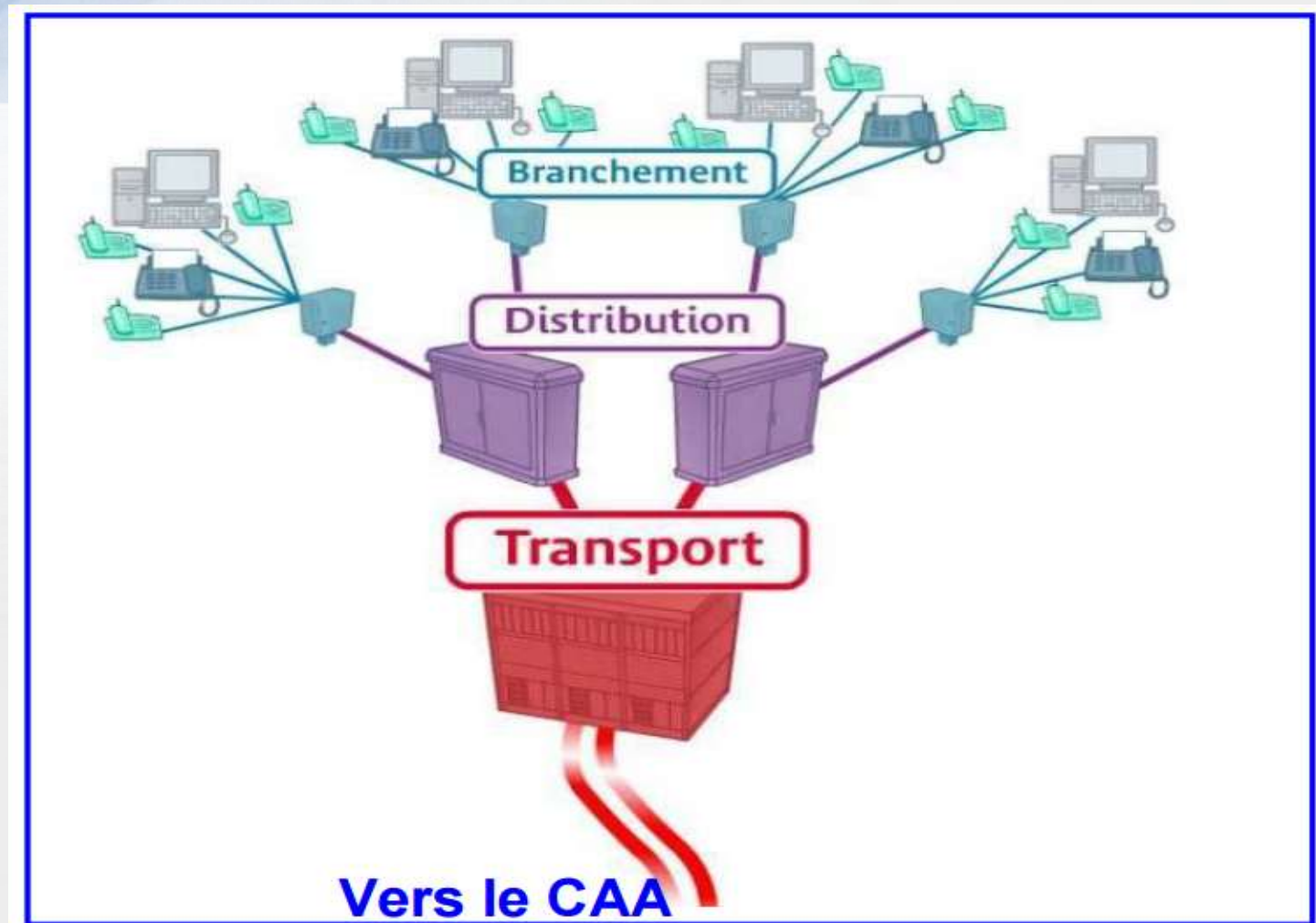
CTP : Centre de Transit Primaire
CTS : Centre de Transit Secondaire

CAA : Centre à Autonomie d'Acheminement
CD : Centre Distant

Réseau Téléphonique Commuté (RTC): organisation du réseau Fixe

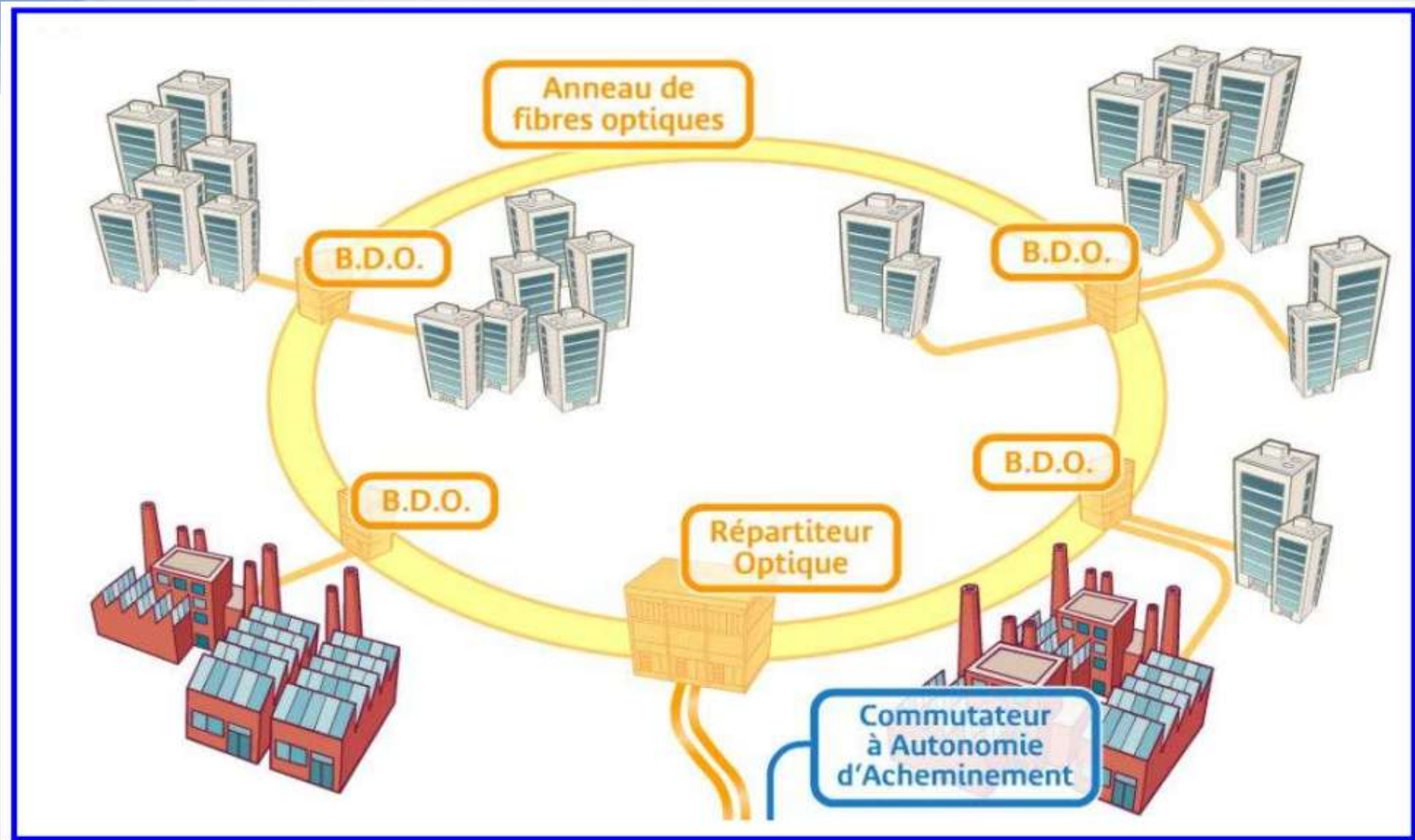


Représentation en arbre du réseau local d'abonnés du fixe



Le réseau d'accès: c'est un réseau qui permet le rattachement de l'équipement client au réseau de commutation. Il peut s'agir d'un accès analogique, RNIS, xDSL, ligne louée, etc.

Réseau de fibres optiques en anneau (Optic Ring)



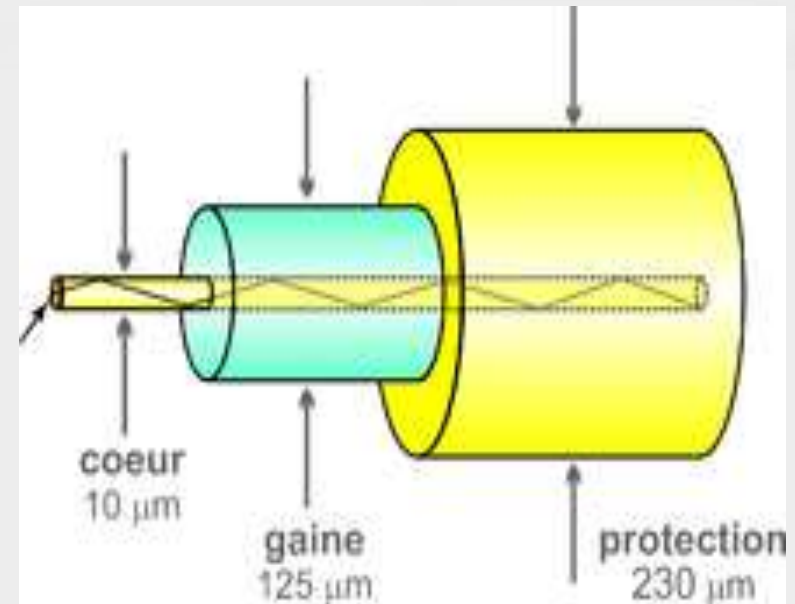
BDO : Boite de Distribution Optique

Fibre Optique

La fibre optique est un support physique de transmission de données numériques à très haut débit. Fin et souple comme un cheveu, un brin de fibre optique véhicule de manière guidée un signal lumineux qui a la particularité d'atteindre des vitesses élevées sur de grandes distances, en ne subissant ni affaiblissement ni perturbation électromagnétique.



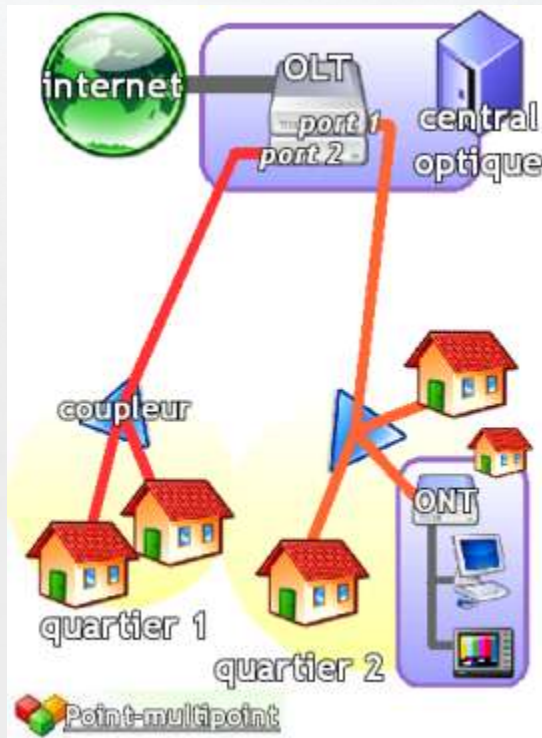
Fibres optiques



Principe d'une fibre optique.

FTTH

Fiber To The Home : une technologie qui apporte de la fibre optique jusque chez l'abonné permettant l'accès à Internet et aux services associés à des débits de 10 Mbit/s à 1 Gbit/s symétrique



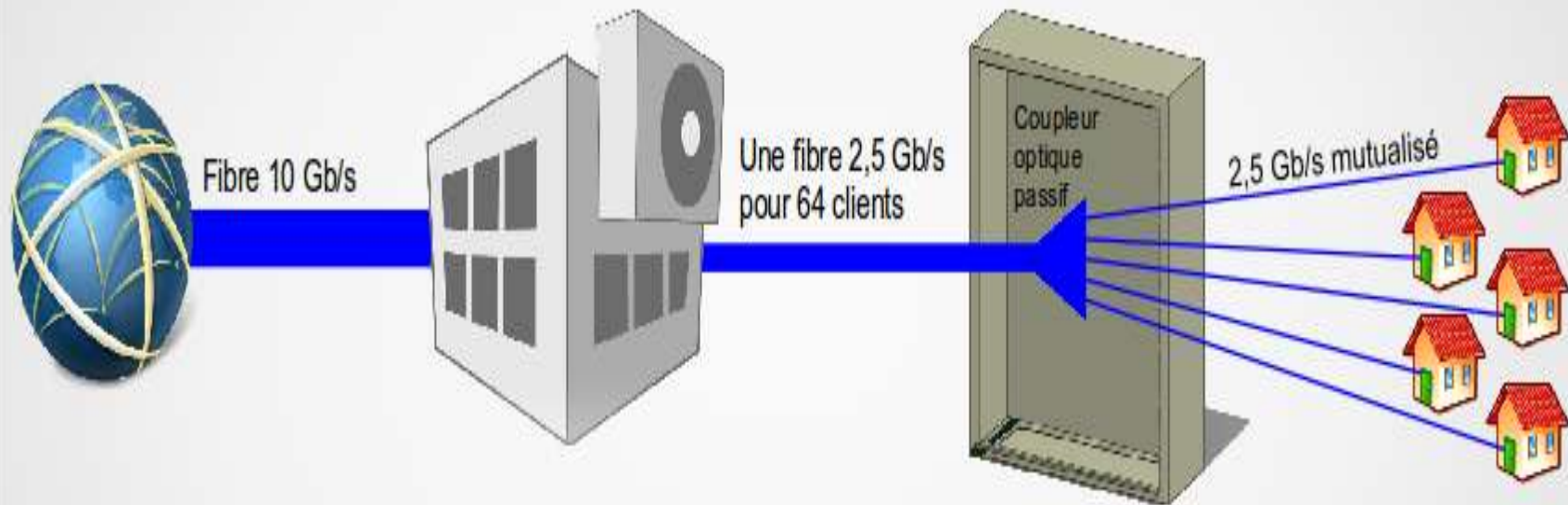
FTTH à 1Gb/s Gpon(Gigabit Passive Optical Network)

Dorsale Internet

NRO (Nœud Répartition Optique)

PM (Point de mutualisation)

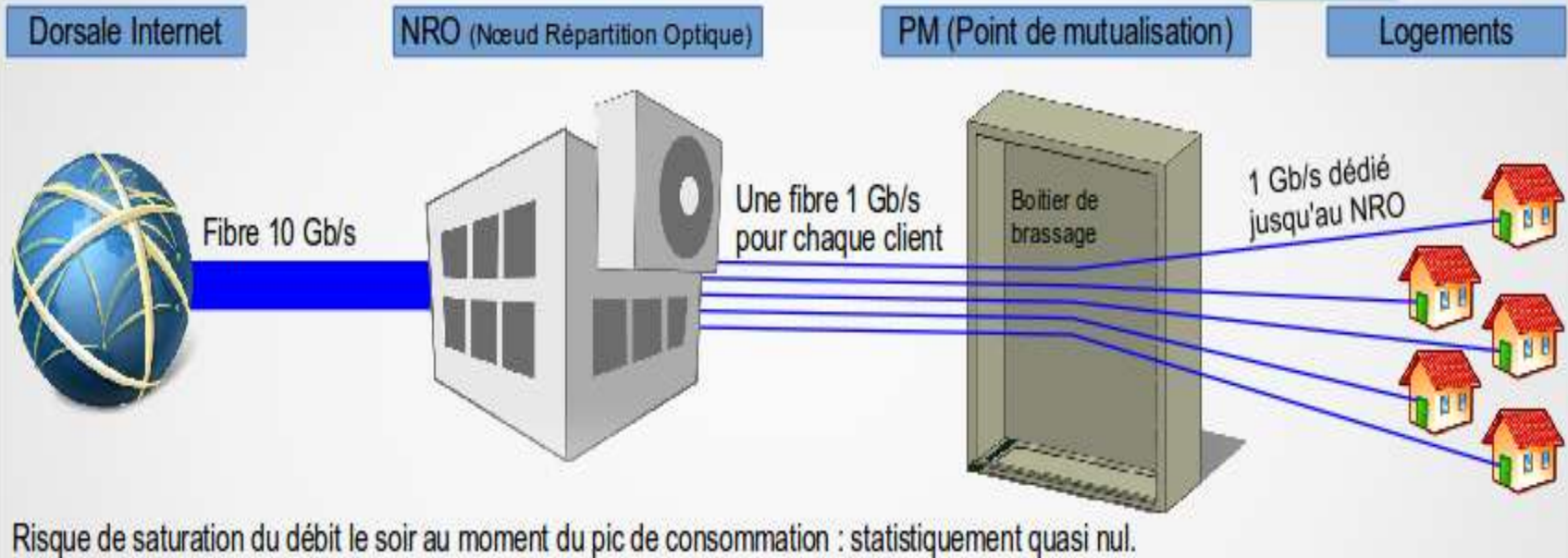
Logements



Risque de saturation du débit le soir au moment du pic de consommation : statistiquement quasi nul.

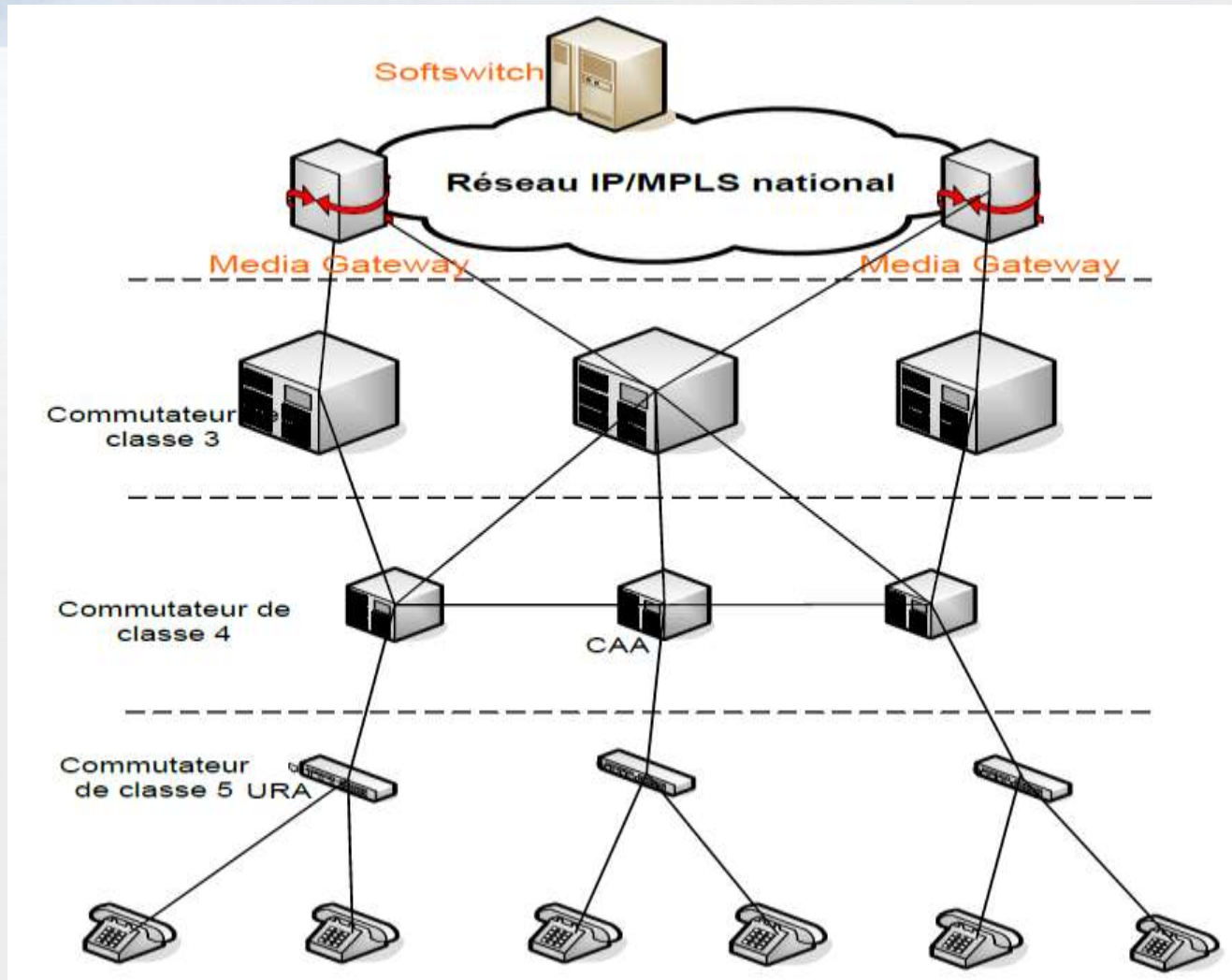
Utilisation d'un coupleur optique

FTTH Point à Point

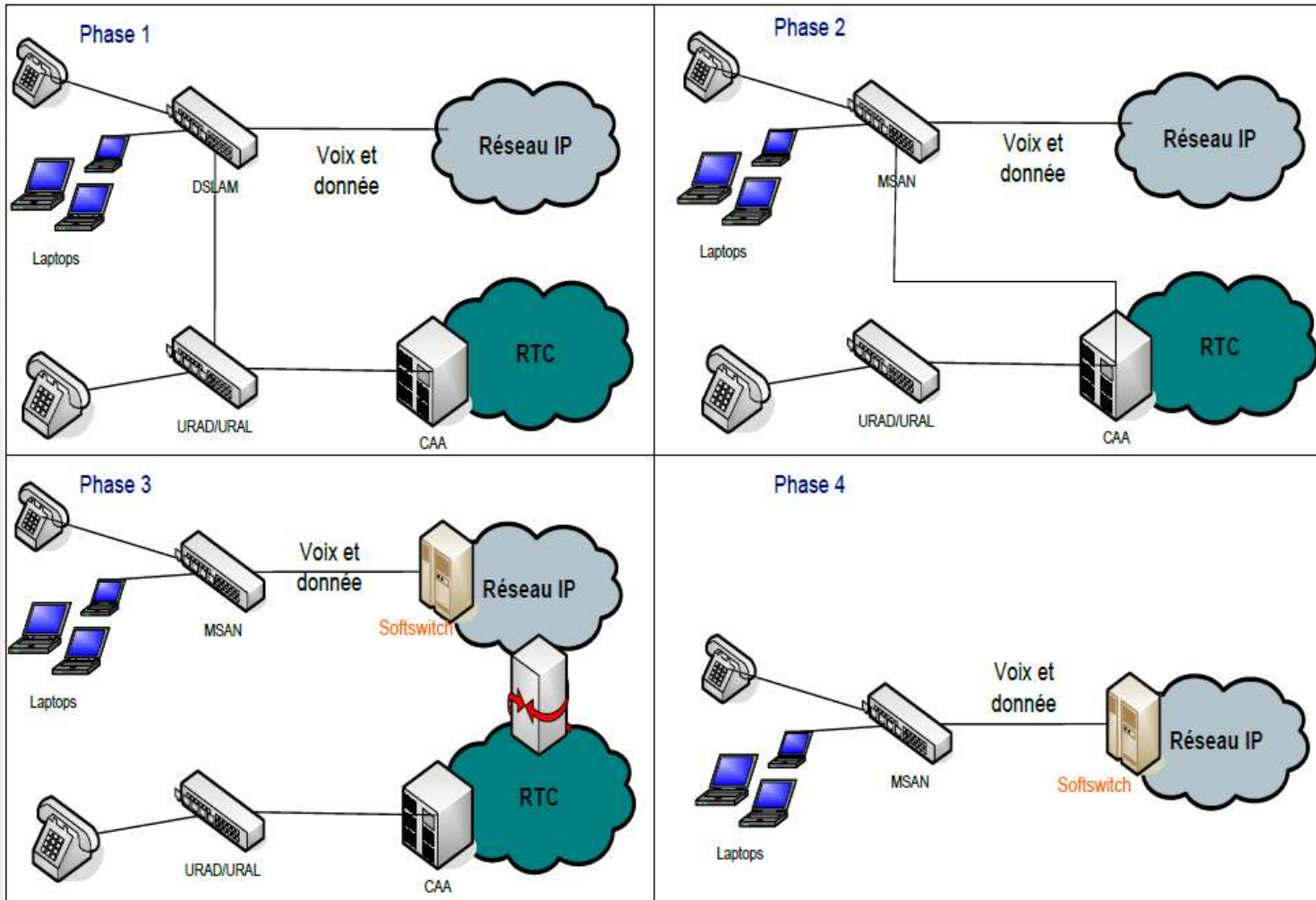


Utilisation d'un boitier de brassage

Evolution des réseaux vers le NGN (Next Generation Network)



Evolution des réseaux vers le NGN (Next Generation Network)



LES TECHNOLOGIES DSL

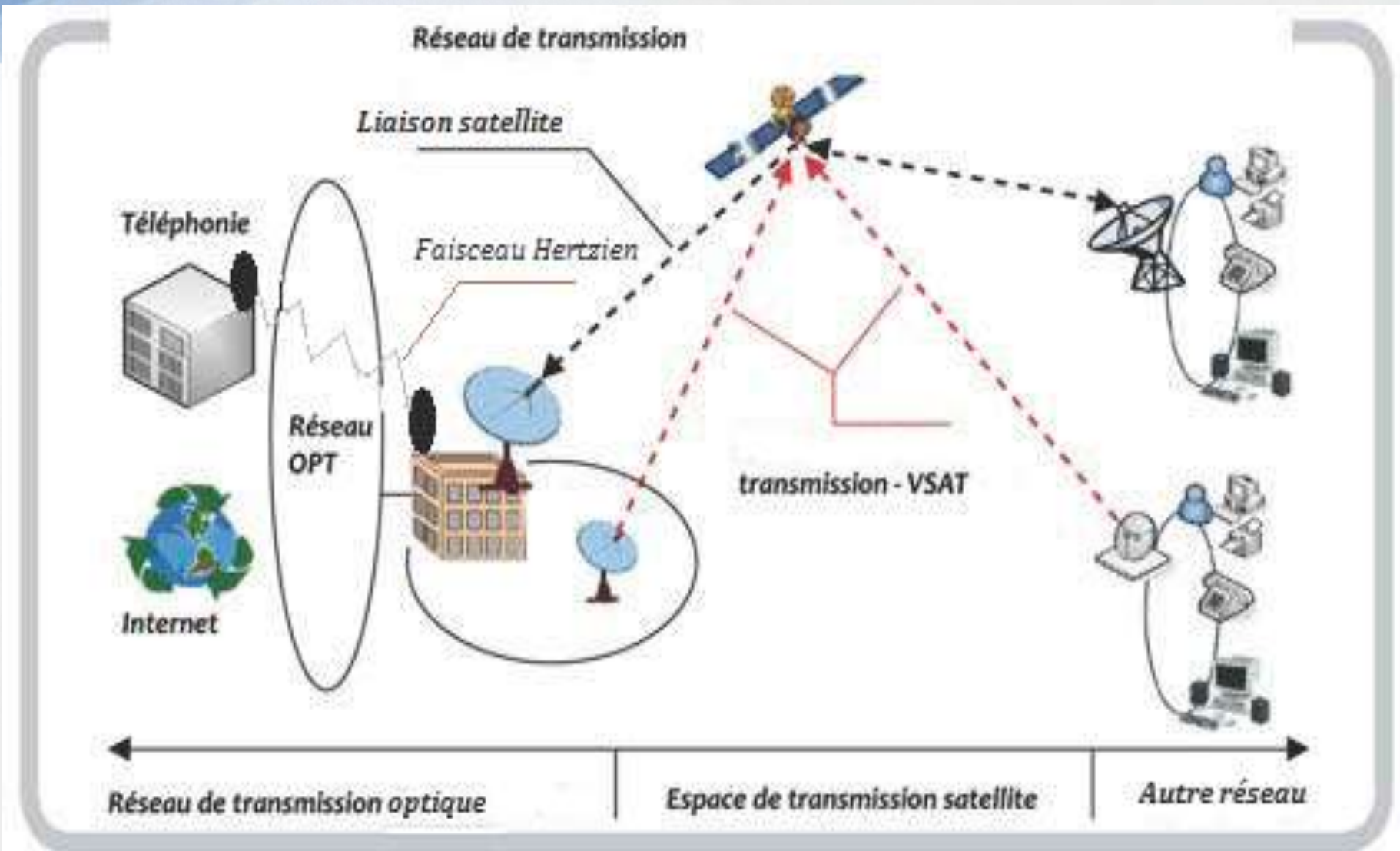
Variante	Mode de transmission	Débit Descendant (*)	Débit Montant (*)	Distance maximale
<ul style="list-style-type: none"> • ADSL • Asymmetric DSL 	Asymétrique	1,5 à 8 Mbit/s	16 à 640 kbit/s	5,4 km
<ul style="list-style-type: none"> • HDSL • High data bit rate DSL 	Symétrique (sur 2 ou 3 paires de cuivre)	1,5 Mbit/s (2 paires) 2 Mbit/s (3 paires)		3,6 km
<ul style="list-style-type: none"> • HDSL 2 • High data bit rate DSL 2 	Symétrique (sur une seule paire de cuivre)	1,5 Mbit/s		3,6 km
<ul style="list-style-type: none"> • RADSL • Rate Adaptive DSL 	Asymétrique	0,6 à 7 Mbit/s	128 à 1024 kbit/s	5,4 km
<ul style="list-style-type: none"> • SDSL • Single line DSL 	Symétrique	192 kbit/s à 2,3 kbit/s		3,6 km
<ul style="list-style-type: none"> • VDSL • Very high bit rate DSL 	Asymétrique	13 à 55 Mbit/s	1,5 à 2,3 Mbit/s	1,5 km
<ul style="list-style-type: none"> • Pour mémoire • RNIS (Numéris) 	Symétrique	16 à 144 kbit/s		

Rôle : transporter tout type d'information (voix, vidéo, données) d'une source à une destination.

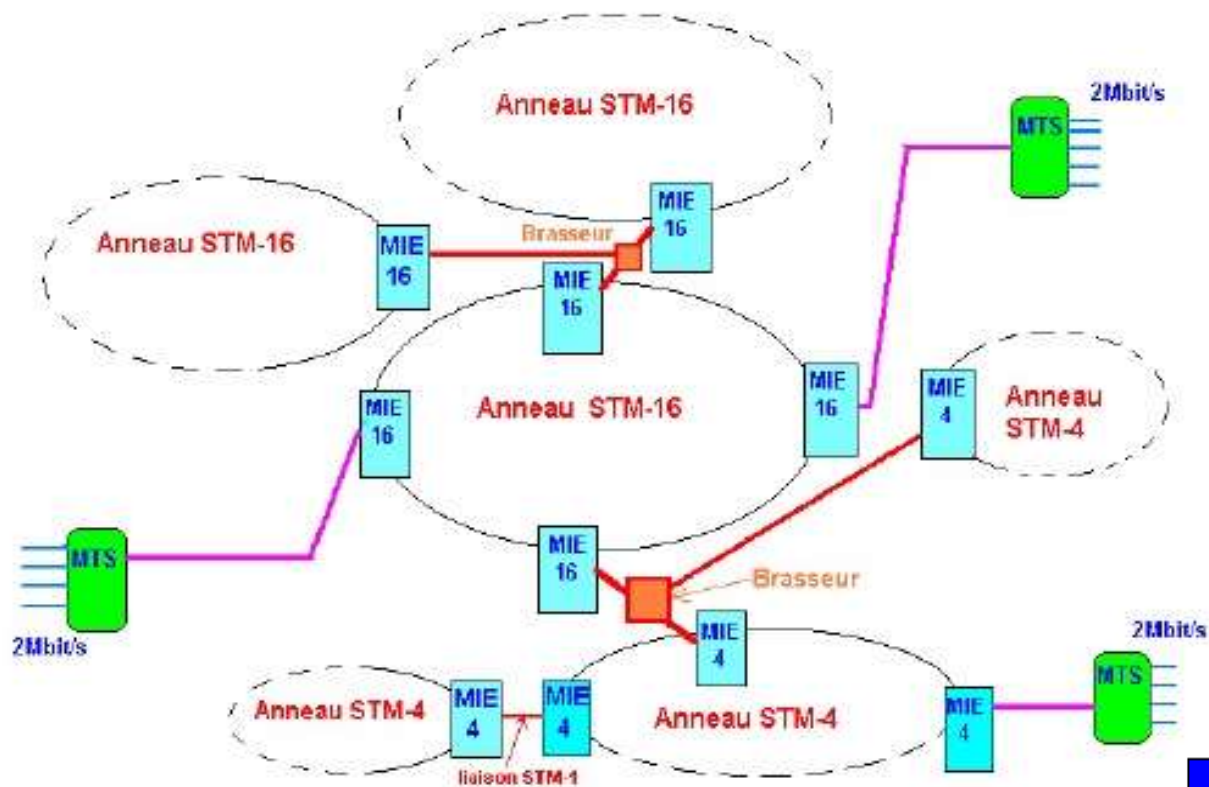
Composants :

- des **nœuds** appelés multiplexeurs/Démultiplexeurs
- des **liens** entre multiplexeurs :
 - fibre optique, (des milliers de kilomètres)
 - câble en cuivre,
 - câble coaxial,
 - faisceaux hertziens, (Spectre radio)
 - liaisons par satellites.

Réseau de transmission



Réseau de transmission



Anneaux STM

Débits transportés dans les anneaux STM

SDH	SONET	Débit
STM - 1	OC - 3	155 Mb/s
STM - 4	OC - 12	622 Mb/s
STM - 16	OC - 48	2.5 Gb/s
STM - 64	OC - 192	10 Gb/s
STM - 128	OC - 384	20 Gb/s
STM - 256	OC - 768	40 Gb/s

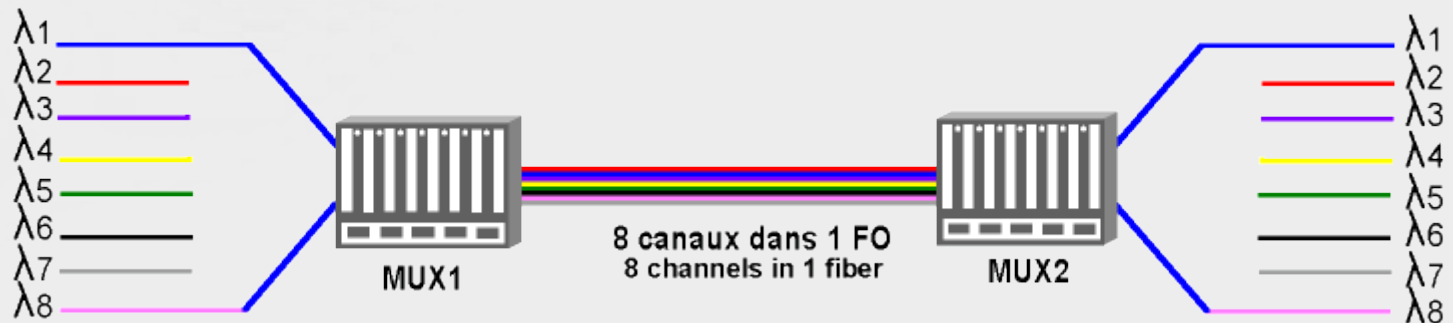
Principaux types de supports de transmission

Paire Bifilaire Torsadée	Paire Coaxiale	Fibre Optique	Faisceaux Hertziens
<ul style="list-style-type: none">- Peu coûteux,- Pertes élevées, débit limité.	<ul style="list-style-type: none">- Pertes faibles,- Bande passante (débit) élevée.	<ul style="list-style-type: none">- Pertes faibles à très faibles,- Immunité au bruits,- Bande passante (débit) élevée à très élevée,- Mise en œuvre délicate.	<ul style="list-style-type: none">- Spectre disponible limité,- Bande passante limitée,- Propagation linéaire (à vue) en H.F.

- SDH (Synchronous Digital Hierarchy)
- **WDM (Wavelength Division Multiplex)**
- MSTP (Multi-Service Transport Platform)
- DCOF (Direct-Connecty Optical Fiber)
- RRPP (Rapid Ring Protection Protocol)
- RSTP (Rapid Spanning Tree Protocol)
- xPON (x Passive Optical Network)

La technologie WDM

- La technologie **Wavelength Division Multiplexing** repose sur le principe du **multiplexage optique**.
Transporter plusieurs signaux sur une fibre optique. Chaque signal est coloré, c'ad placé sur une longueur donnée grâce à **un transpondeur**.
- A l'autre extrémité, **un démultiplexeur** va séparer les longueurs d'onde les unes des autres puis un transpondeur va reconvertir le signal en canal gris



La transmission radio ou radiocommunication: la transmission est effectuée dans l'espace au moyen d'ondes électromagnétiques.

Bande de Fréquence	UHF: 300 MHz à 3 GHz
Longueur d'ondes	1 m à 10 cm
Désignation	ondes décimétriques
Utilisation	Réseaux privés, militaire, GSM, GPS, Wi-Fi, Télévision, Radioamateur

Le réseau intelligent était à l'origine destiné à la fourniture de services à valeur ajoutée orientés voix tels que les services numéro vert, télévote, carte de facturation, prépayé, ...

Le réseau intelligent est un ensemble de serveurs d'application contenant des logiques de services (programmes) et les données de services. Actuellement ils gèrent aussi les services à valeurs ajoutés utilisant internet, tel que applications et réseaux sociaux

Le réseau GSM est le premier réseau de téléphonie mobile numérique cellulaire.

-Le NSS qui un ensemble de commutateurs mobiles MSC, et des éléments de signalisation et de base clients.

- Le BSS/UTRAN auquel s'attachent les terminaux mobiles. Il s'agit d'un ensemble de stations de base GSM/3G et de contrôleurs de stations de base.

MSC: Mobile services Switching Center

NSS: Network Subsystem

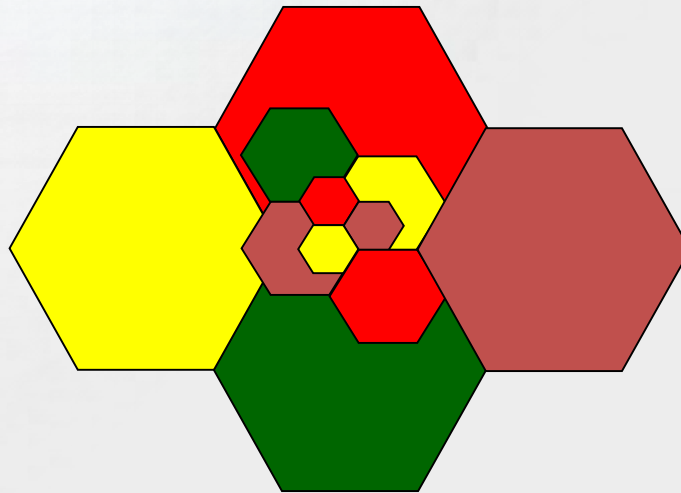
BSS: Base Station Subsystem

UTRAN: UMTS Terrestrial Radio Access Network

Couverture du réseau cellulaire (GSM, 3G, 4G, etc..)

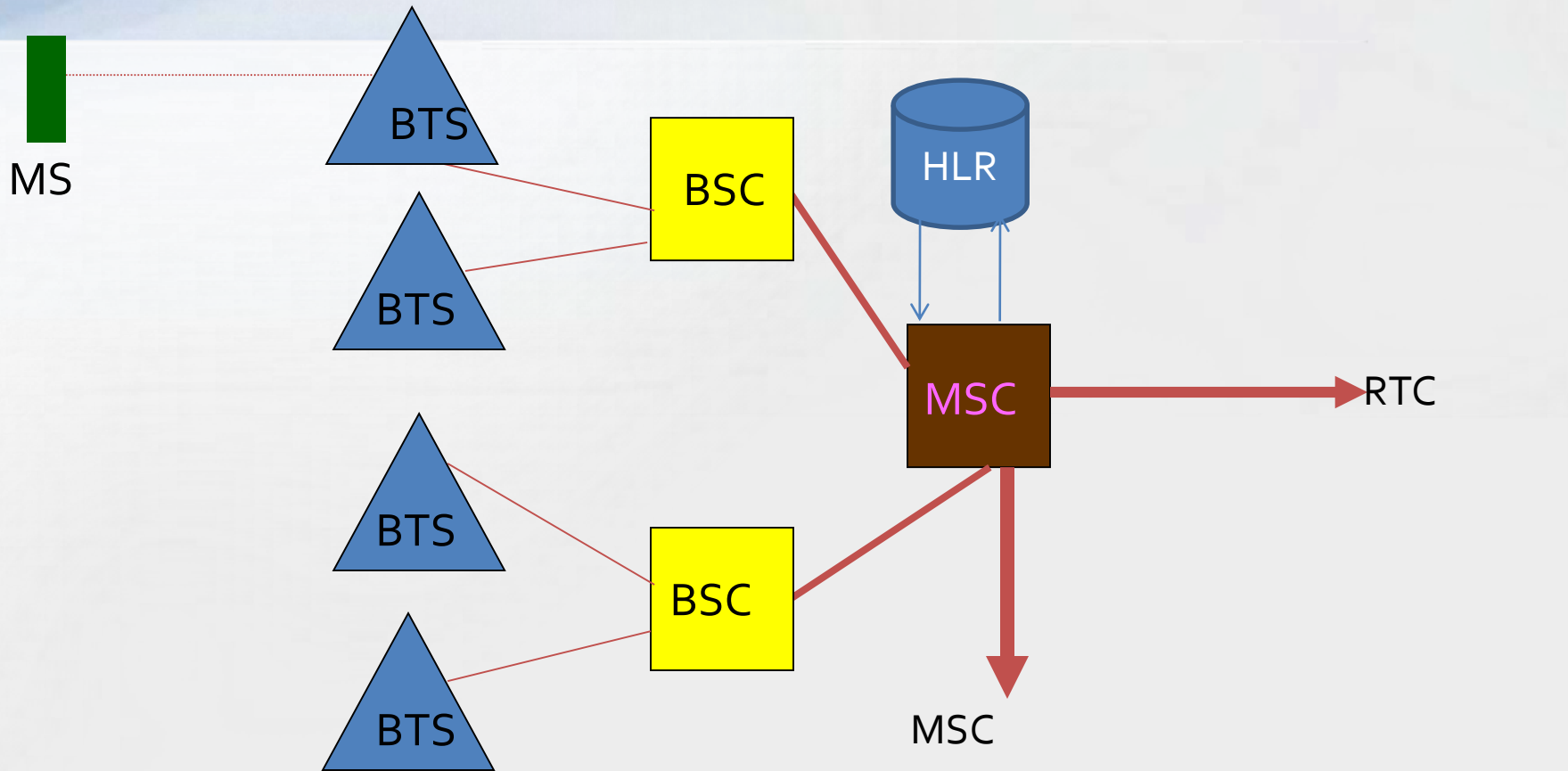
L'espace à couvrir est divisé en cellules dans lesquelles les fréquences utilisables sont différentes.

Les fréquences sont réutilisables entre cellules éloignées







On essaie de faire en sorte que le nombre de correspondants potentiels dans chaque cellule soit du même ordre (~100)
Dans les zones urbanisées les cellules sont plus petites (~100m)
qu'à la campagne (~30km) ou en banlieue (~qq km)

Réseau Cellulaire – cas GSM

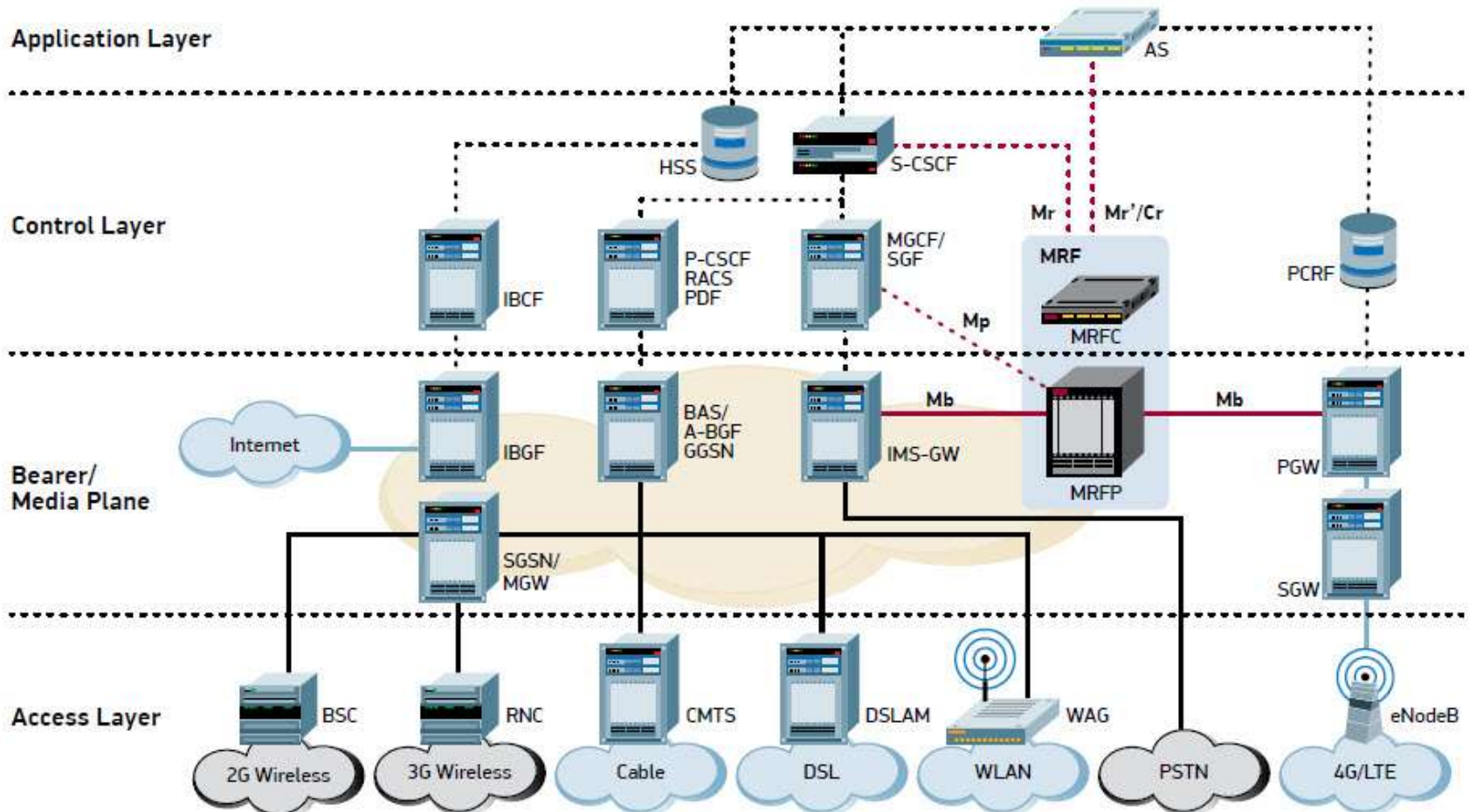


- MSC : Mobile Switching Center
- HLR : Home Local Register
- BSC : Base Station Controller
- BTS : Base Transceiver Station
- RTC : Réseau Téléphonique Commuté
- MS : Mobile Station

Débits théoriques des technologies cellulaires

	Technologie	Débits max théoriques en réception	Débits max théoriques en émission	Latence	Label
Internet mobile	UMTS	384 kb/s	384 kb/s	150 ms	
Haut Débit Mobile	HSPA	3,6 Mb/s 14,4 Mb/s	2 Mb/s 5,8 Mb/s	> 100 ms	
	HSPA+	21,6 Mb/s	5,8 Mb/s	> 80 ms	
Haut Débit Fixe	ADSL	25 Mb/s	1 Mb/s	30 à 50 ms	
Très Haut Débit Mobile	DC HSDPA+	42 Mb/s (2*21 Mb/s)	5,8 Mb/s	40 à 60 ms	DUAL CARRIER
	LTE	100 Mb/s	50 Mb/s	20 à 30 ms	
Très Haut Débit Fixe	Fibre	100 Mb/s	50 Mb/s	< 20 ms	

La nouvelle génération des réseaux des télécoms



Optimisation en télécommunications

L'optimisation appliquée aux télécommunications

Principaux périmètres

1- Planification et conception des réseaux

2- Routage de trafic voix, data, vidéo, etc..

3- Réseaux sans fil : couverture, qualité de service, capacités

4- Web et e-commerce : ergonomie, fluidité; fiabilité

Principales techniques utilisées dans l'optimisation des télécommunications

1. Théorie des graphes :
 - Minimum Cost network flow algorithms
 - Shortest path algorithms
 - Steiner Tree
2. Le recuit simulé
3. Programmation linéaire
4. Programmation non linéaire
5. Heuristiques (d'approximation)
6. Relaxation Lagrangienne
7. GRASP
8. Algorithmes génétiques
9. Algorithmes d'essaim particulaire

L'optimisation appliquée aux télécommunications

Objectifs d'optimisation en planification et conception

1. Critères de performance : débit, latence, gigue, couverture, disponibilité
2. Redondance, élasticité, survie
3. Coût de déploiement, d'exploitation et de maintenance
4. Autre considération: exploitation et maintenance du réseau
 - Facilité de configuration,
 - Situation de sinistre,
 - Evolutivité,
 - Sécurité,
 - Taxation et comptabilité

Quelques définitions

Disponibilité : mise en œuvre de méthodes de protection qui, au moment d'établir une connexion entre deux nœuds, prévoient plusieurs chemins de sorte qu'il en reste toujours au moins un opérationnel en cas de panne.

Latence : délai acceptable de 50 ms pour la téléphonie au niveau utilisateur (IP), le délai au niveau WDM doit être de l'ordre de la microseconde

Gigue : différence de délai de transmission de bout en bout entre des paquets choisis dans un même flux de paquets, sans prendre en compte les paquets éventuellement perdus

L'optimisation appliquée aux télécommunications

Planification et conception-Approche et contraintes

- 1. Nombre de nœuds (concentrateur, multiplexeurs, hubs, etc..)**
- 2. Emplacements des nœuds (localisation, entrelacement,..)**
- 3. Définition de la capacité (demande, instance, ..)**
- 4. Allocation des longueurs d'ondes (En fibre optique)**
- 5. Attribution des fréquences (principalement en réseaux cellulaires)**

L'optimisation appliquée aux télécommunications

Le routage

- Routage dynamique
- Affectation de longueurs d'ondes et routage
- Routage des réseaux IP
- Fiabilité, restauration de réseau

L'optimisation appliquée aux télécommunications

Réseaux sans-fil

- Planification des réseaux cellulaires
- Partage de charges
- Allocation des ressources, Interférences,
- Qualité de service
- Localisation de l'utilisateur
- Les handovers (intra et inter-réseaux)

L'optimisation appliquée aux télécommunications

Web et e-commerce

- E-commerce, transactions, sécurité
- Voix sur IP/QoS
- Moteurs de recherche
- Jeux en lignes
- Réseaux sociaux

Conception de réseaux

Contraintes

- **Hétérogénéité des applications et des services**
- **Mobilité des utilisateurs**
- **Interfonctionnement de plusieurs réseaux, y compris les réseaux hérités**
- **Dérégulation du secteur des télécommunications**
- **L'existence de plusieurs solutions technologiques**

Conception de réseaux

Approche

- Diviser la conception en plusieurs tâches
- Restreindre le nombre de solutions technologiques
- Choix de la topologie optimale
- Dimensionnement en ressources et prise en charge
- Configuration,
- Routage,
- Fonctionnalité,
- Allocation de ressources

Optimisation des réseaux d'accès

Deux considérations principales :

- 1- Augmenter la capacité (nombre d'abonnés ou de connexions, et volume de trafic en minutes ou de kilobits taxés)**
- 2- Accroître le débit (vitesse de téléchargement ou de transfert de fichier, et qualité de service)**

Et aussi :

- Robustesse (disponibilité, flexibilité, évolutivité)**
- Fiabilité (intégrité, qualité, disponibilité, même en cas de défaut sur une partie du réseau)**
- Sécurité (trafic sécurisé par au moins deux routes distinctes entre chaque paire de nœuds)**

Optimisation des réseaux d'accès filaires

La structure des réseaux de télécommunications filaires peut être considérée à l'échelle des quatre niveaux :

1. International, interconnexion de routeurs puissants, et câbles à grandes capacités, avec prise en charge d'un volume énorme de trafic
2. National, connexion des routeurs correspondants aux grandes villes et métropoles
3. Régional, correspondant aux villes et aux cités
4. Local : les unités auxquelles sont raccordés les abonnés aux réseaux : structure en arbre, relativement peu coûteuse, mais vulnérable

Optimisation des réseaux d'accès filaires

Evolution : D'appels téléphoniques sur des intervalles de temps IT
à un **package** sur FO transportant tous types d'information : Textes, voix, images,
images animées, etc..

La Fibre Optique est à la fois :

- Plus puissante,
- Moins chère que le cuivre.

D'où une capacité plus grande, et une meilleure qualité,
et sans coûts supplémentaires

Optimisation des réseaux d'accès filaires

Demandes et comportements des clients ne sont pas maîtrisables d'où :
Algorithmes d'approximation, méta-heuristiques

Les nœuds sont des concentrateurs de trafic ; voix, donnée, vidéo, etc..
Il sont reliés par des supports de transmission : Fibre Optique, câble en cuivre, faisceau radio,..

D'où nécessité de décider sur :

1. Nombre de nœuds
2. Emplacements des nœuds
3. Définition de la capacité
4. Allocation des longueurs d'ondes
5. Attribution des fréquences

Objectif principal : un réseau répondant au besoins au coût minimum
avec pour contraintes : la latence, le débit, la fiabilité, la capacité des liens et
le réseau de connexion (ou de routage)

Optimisation des réseaux d'accès filaires

: minimiser

Travaux de Randall et autres : **minimiser le coût de transport** (transmission/raccordement) : application d'un algorithme de recuit simulé : ont démontré par des heuristiques que pour des réseaux très étendus, cet algorithme donne le résultat le plus économique lors de la **planification d'un réseau d'accès filaire, ou d'un réseau de transmission.**

Girard et autres : recherche tabou sur la **conception des réseaux d'accès en fibre optique** en utilisant un algorithme tabou simple et un algorithme tabou complexe appliqués à des instances simulées et des demandes réelles sur les multiplexeurs/concentrateurs FO de type ADM (Add-Drop Multiplexer) : le 2^{ème} algorithme permet **un gain significatif en temps de traitement**

Optimisation des réseaux d'accès filaires

Noronha et Ribeiro : Approche de recherche tabou pour **l'affectation et le routage des longueurs d'onde dans les réseaux tout-optique** : un algorithme de choix d'un routage parmi plusieurs pour les chemins courts. Les expériences de calcul ont montré que ces heuristiques donnent les meilleurs choix de routage

Pamuk et Sepil : Algorithme de recherche tabou sur **l'affectation et la localisation des concentrateurs (hub) dans les réseaux commutés des télécommunications fixes**. Ils ont développé 3 stratégies pour la génération des solutions initiales, et 3 autres stratégies pour la recherche des schémas d'affectation des concentrateurs. Neuf versions d'heuristiques de recherche tabou ont été développées en combinant ces stratégies. Les résultats expérimentaux ont montré que les 3 premières donnent des performances semblables, alors que les 3 dernières dépendent du nombre d'instances autour des concentrateurs.

Optimisation des réseaux d'accès filaires

Canuto et autres : Heuristique GRASP pour le problème de l'arbre de Steiner pour la **définition de prix, et la conception des réseaux d'accès**. Les résultats de cette recherche ont permis d'optimiser la solution pour répondre à toutes les instances des réseaux.

Li et autres, Plusieurs heuristiques y compris une GRASP pour la **redondance et l'emplacement des serveurs pour un réseau multidiffusion**. Les paquets de données sont transmis d'un serveur source à un groupe de destinations au long d'un arbre de distribution où le serveur source est la racine, et les récepteurs sont les feuilles, et les concentrateurs multidiffusion sont les nœuds. La finalité est de **mettre en œuvre plusieurs serveurs redondants sur un réseau de concentrateurs multidiffusion**

GRASP : Greedy Randomized Adaptive Search Procedure

Optimisation des réseaux d'accès filaires

Armony et autres : un algorithme génétique pour déterminer **comment le trafic doit être routé dans un anneau en fibres optique auto-sécurisé**, connu sous le nom de problème de **conception des anneaux empilés**. L'objectif est de **rapprocher les coûts de déploiement des équipements d'anneaux en FO, et le coût de de trafic traversant ces anneaux**. Les solutions initiales étaient réalisées par des GRASP. La présente solution donne de meilleurs résultats, et de meilleurs temps de calcul que CPLEX.

Wittner et autres : a développé un algorithme d'essaim particulière pour rechercher un chemin de ressources partant du terminal d'abonné jusqu'au fournisseur de services, de manière que toutes les ressources dans le chemin respectent les contraintes et préférences du profil de requête spécifié par l'utilisateur. Considérant un réseau composé d'utilisateurs, de terminaux, et de services qui ont des profils individuels contenant des paramètres de qualité de service, **l'objectif est la recherche d'un chemin de ressources pour chaque communication point à point**

Optimisation des réseaux d'accès filaires

Poon et autres : a décrit l'outil GenOSys (genetic optimisation system) développé à BT (British Telecom) pour le design d'un réseau de distribution classique en câbles en cuivre pour le raccordement des abonnés. L'objectif est **d'optimiser la localisation des répartiteurs généraux et des sous répartiteurs urbains** pour avoir une structure en arbre avantageuse pour les différents calibres de câbles jusqu'à l'abonné. GenOSys peut générer des configurations différentes de réseau et les évaluer rapidement pour arriver à une solution optimale ou proche de l'optimale.

GenOSys utilise l'Algorithme Génétique Hybride

Optimisation des réseaux d'accès radio

Travaux de Kim et autres : **allocation nominale de canaux pour le mobile cellulaire** : application d'un algorithme : algorithme de recuit : comparé à d'autres heuristiques, cet algorithme **permet d'avoir le meilleur taux de blocage** (le pourcentage le plus faible) dans un réseau cellulaire,

Amaldi et autres, par deux GRASP, et un algorithme de recherche tabou : **Le meilleur emplacement d'une station de base 3G** pour **maximiser le trafic et minimiser les coûts d'installation de réseau**. La fonction gourmande (greedy fonction) tient compte de la fraction de trafic couvert, et des coûts d'installation. La procédure gourmande aléatoire (randomisée) permet d'avoir de bonnes solutions approximatives sur de moyennes ou grandes instances réelles. L'algorithme de recherche tabou a permis d'améliorer les résultats de procédure gourmande

Optimisation des réseaux d'accès radio

Cox et Sanchez : Algorithme heuristique pour **optimiser les coûts de transport de trafic mobile entre les cellules et le cœur du réseau** (Core Network), tout en prenant en considération des contraintes de survie (continuité de service), de capacité, et de compatibilité technique. Cette solution a **permis une économie allant jusqu'à 20% sur les coûts de transport de trafic mobile entre stations de base et réseau de commutation**.

Hao et autres, Un algorithme de recherche tabou sur **l'optimisation de l'affectation des fréquences dans les réseaux cellulaires** tout en **en minimisant les interférences intercellulaires**. Dans les même temps de calcul, cet algorithme donne de meilleurs résultats que ceux du recuit simulé

Optimisation des réseaux d'accès radio

Prais et Ribiero : heuristique GRASP réactive pour **l'allocation de trafic TDMA par satellite**. Les satellites géostationnaires de communication disposent d'antennes spot à faisceaux étroits, couvrant des zones éparpillées. La configuration du commutateur à bord impose que le signal reçu en uplink soit immédiatement retransmis aux zones terrestres. **Objectif : minimiser le temps de retransmission**

Watanabe et autres : Modèle d'Algorithme Génétique Parallèle pour plusieurs objectifs d'optimisation. Il a été appliqué dans **l'arrangement des antennes des stations de bases des réseaux mobiles cellulaires**

Optimization of the Handover Algorithm based on the Position of the Mobile Terminals – Intelligent Handover Algorithm

S.Kyriazakos, D.Drakoulis, GKaretsos

Position location of mobile terminals is expected to be one of the key services for mobile network operators in the near future. A variety of services may be offered, such as emergency-call assistance, fleet management, location-based value added services, navigation, stolen vehicle monitoring, improved network management and differential billing.

Currently, network suppliers and research institutes worldwide are trying to conclude on the integration **of** positioning techniques, that **fulfills related** localization requirements and standards, without exaggerating **on the network costs.**

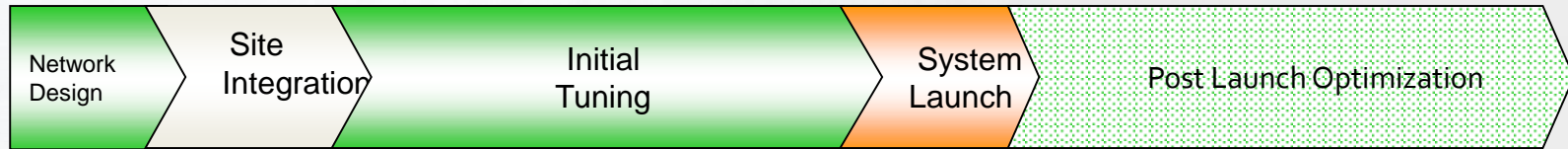
Online Antenna Tilt-Based Capacity and Coverage Optimization

Sascha Berger, Albrecht Fehske, Paolo Zanier, Ingo Viering, and Gerhard Fettweis

In the field of self-organizing networks (SONs), the use case of concurrent capacity and coverage optimization (CCO) is challenging, since the objectives are typically conflicting and adequate solutions often require interaction between a multitude of network sites. As a consequence, solving the CCO use case is particularly difficult. This work proposes an efficacious modification of an antenna tilt-based SON algorithm

Optimisation des réseaux cellulaires 2G, 3G et 4G chez les opérateurs des télécoms

Optimisation des réseaux mobiles 2G/3G/4G



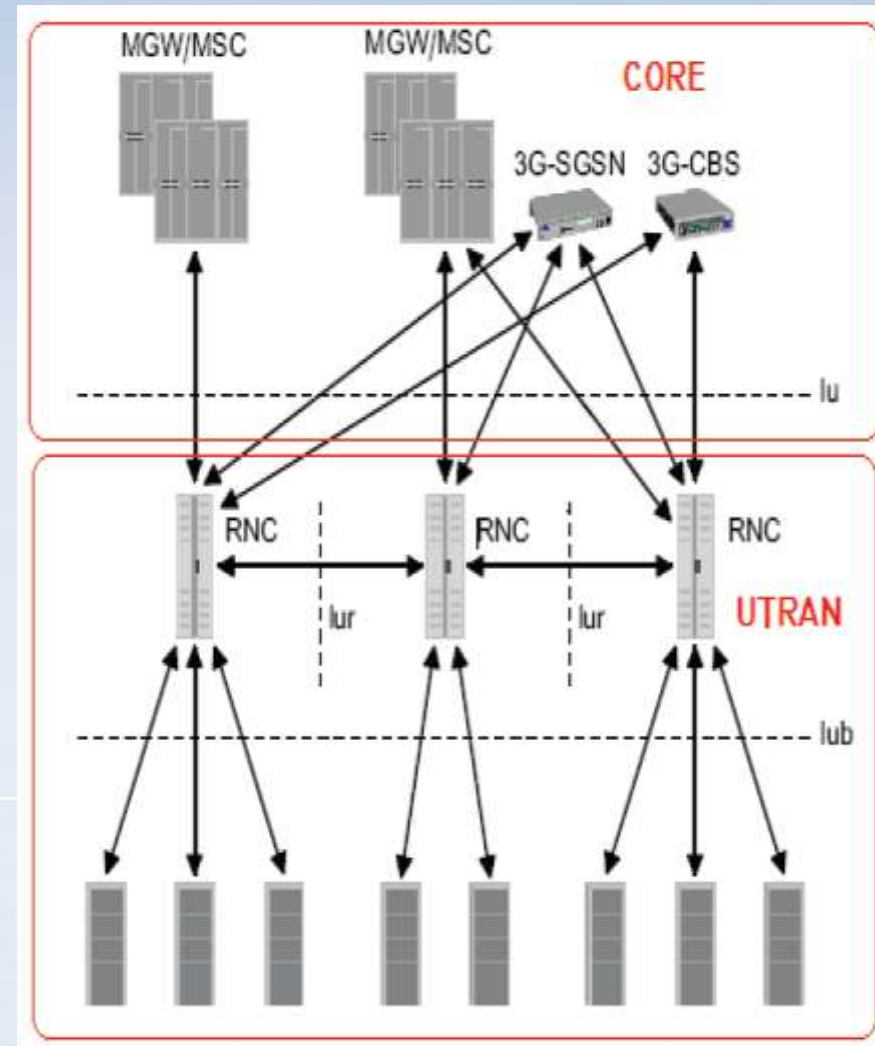
Modèle de déploiement d'un réseau mobile

L'optimisation consiste à analyser et étudier les performances du réseau et optimiser ses paramètres (physiques et logiques) pour atteindre les niveaux de performances souhaités par l'opérateur

Optimisation des réseaux mobiles 2G/3G/4G

L'optimisation des réseaux cellulaires est principalement au niveau radio pour optimiser les paramètres des stations de base :

- Physiques : Hauteur d'antenne, type d'antenne, azimut et tilt d'antenne ...
- Logiques : paramètres radio, algorithmes et fonctionnalités des stations de base



Optimisation des réseaux mobiles 2G/3G/4G

L'optimisation radio est basée sur la mesure des indicateurs de performances KPI (Key Performance Indicators) qui sont spécifiés par la norme et standards

Ces KPI mesurent la QoS du réseau et sont divisés en plusieurs classes:

Accessibility	The ability of a service to be obtained, within specified tolerances and other given conditions, when requested by the user.
Retainability	The ability of a service, once obtained, to continue to be provided under given conditions for a requested duration.
Integrity	The degree to which a service is provided without excessive impairments, once obtained.
Mobility	Performance of all handover types.
Availability	Cell availability.
System utilisation *	Hardware usage, Licenses, Traffic and Load management and Admission and congestion management

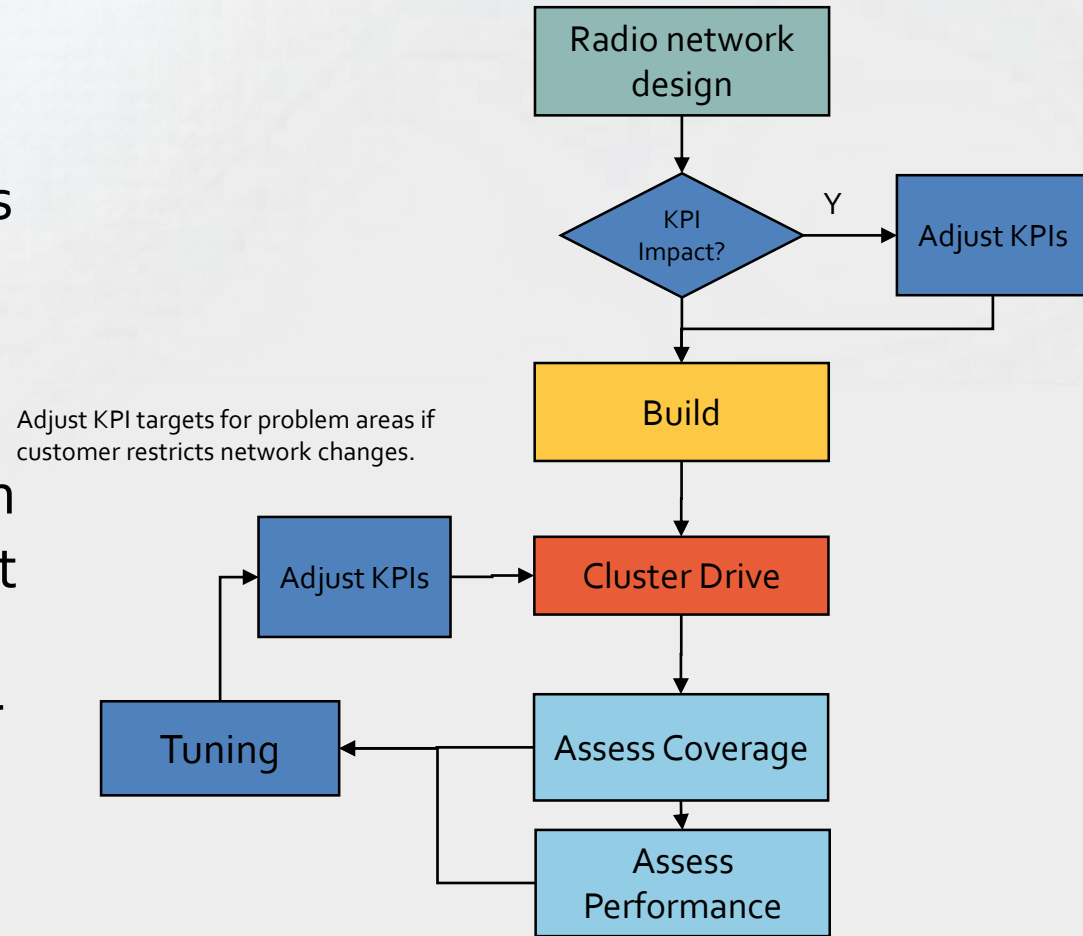
Optimisation des réseaux mobiles 2G/3G/4G

Category	Example of KPI	User Impact
Accessibility	Session Setup Success Rate (SSSR)	Medium
Accessibility	Terminating Session Success Rate (TSSR)	Low
Accessibility	Voice Telephony- Setup Success Rate (VT-SSR)	High
Retainability	Session Abnormal Release Rate (SARR)	High
Retainability	Minutes per Abnormal Release (MPAR)	High
Integrity	DL User Throughput (DLUT)	High
Integrity	UL User Throughput (ULUT)	High
Integrity	DL Peak User Throughput (DLPUT)	Medium
Integrity	UL Peak User Throughput (ULPUT)	Medium
Integrity	Latency – Round Trip Time (RTT)	Medium
Mobility	Intra LTE Handover Success Rate (HOSR)	High
Utilization	Simultaneous Connected Users per RBS (SCUPR)	Medium
Availability	Cell Availability (CA)	High

Optimisation des réseaux mobiles 2G/3G/4G

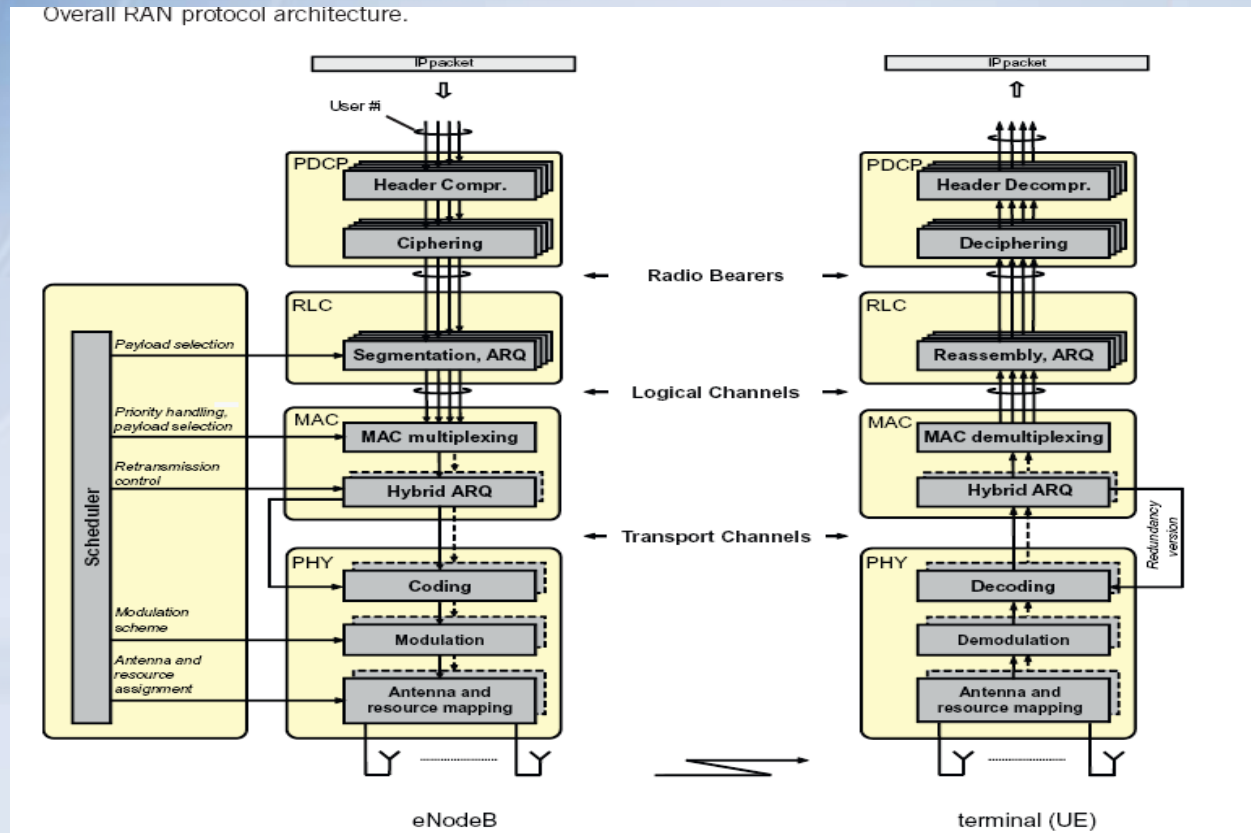
L'optimisation de certains KPI peut dégrader d'autres ce qui rend l'optimisation un processus itératif et continu.

Par exemple l'amélioration de la couverture radio peut causer des interférences additionnelles et dégrader d'autres KPI



Optimisation des réseaux mobiles 2G/3G/4G

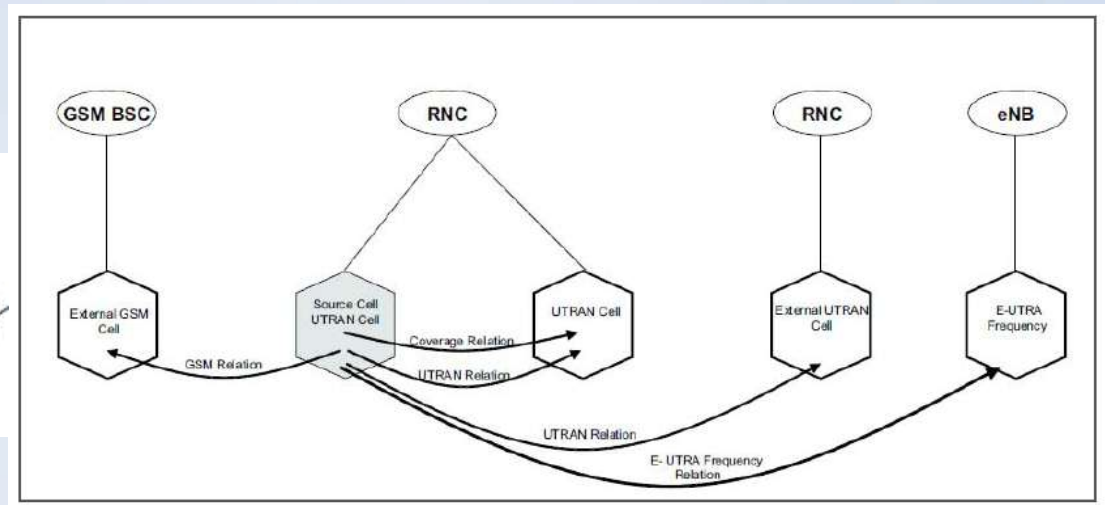
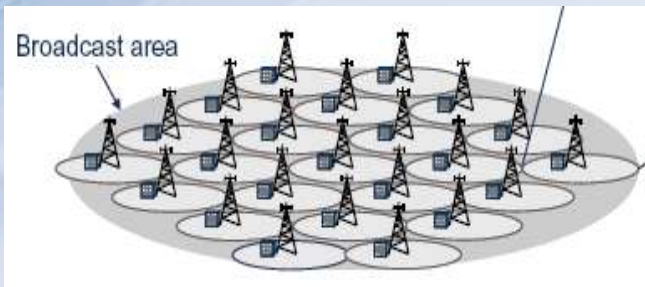
L'optimisation concerne aussi les fonctionnalités et algorithmes des stations de base, les plus importantes sont **Scheduler** et le **Hybrid ARQ** en 3G et 4G et le handover en 2G/3G/4G



Hybrid Automatic Repeat reQuest (hybrid ARQ ou HARQ) est une technologie qui permet la transmission fiable de données sur un canal qui peut engendrer des erreurs de transmission. HARQ combine les principes de la retransmission, [Automatic Repeat Request](#) (ARQ), et de la correction d'erreurs, *Forward Error Correction*

Optimisation des réseaux mobiles 2G/3G/4G

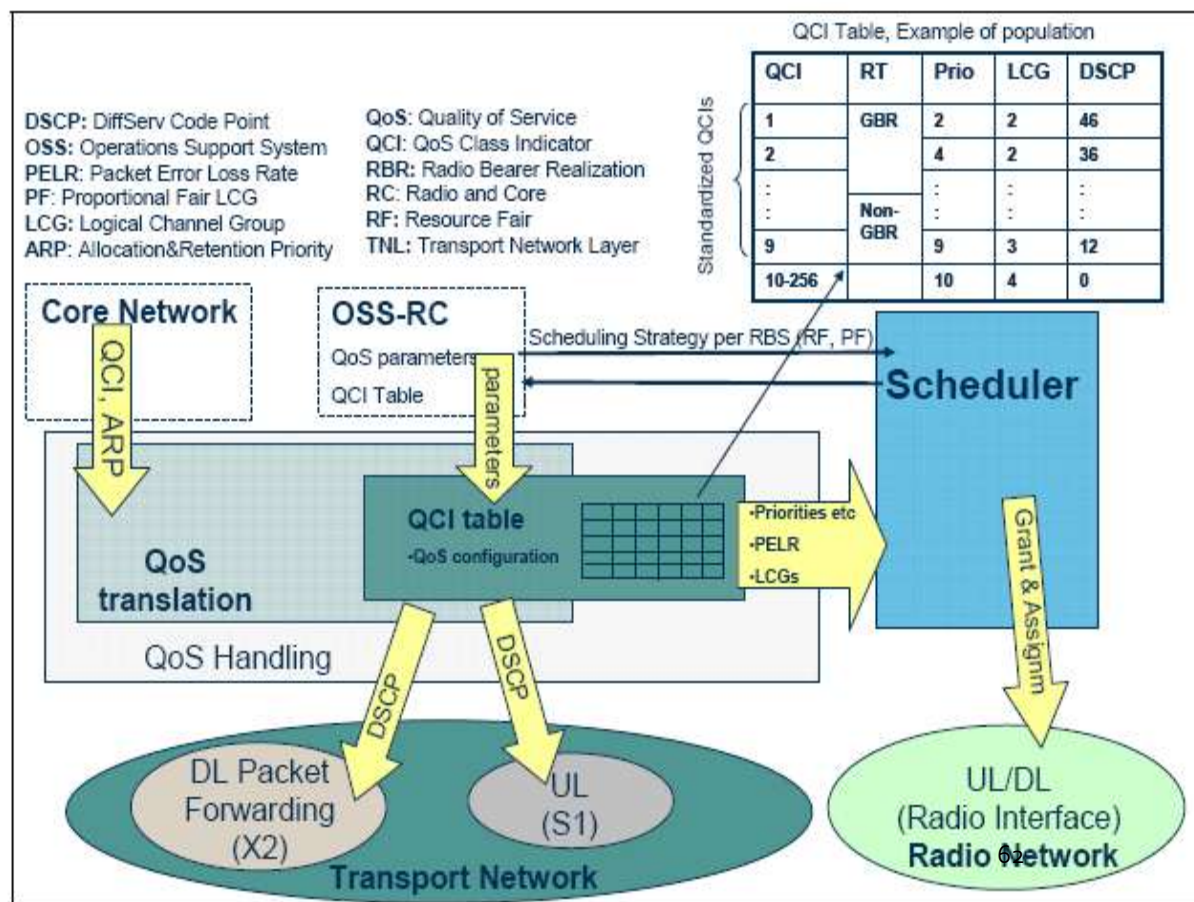
Le Handover permet la mobilité sur les cellules d'une même technologie et inter technologies radio. L'optimisation des paramètres de handover (relations de handover ou de voisinage, offsets...) permet d'optimiser la mobilité et le partage et équilibre de charge entre les cellules d'une même technologie et inter technologies



Optimisation des réseaux mobiles 2G/3G/4G

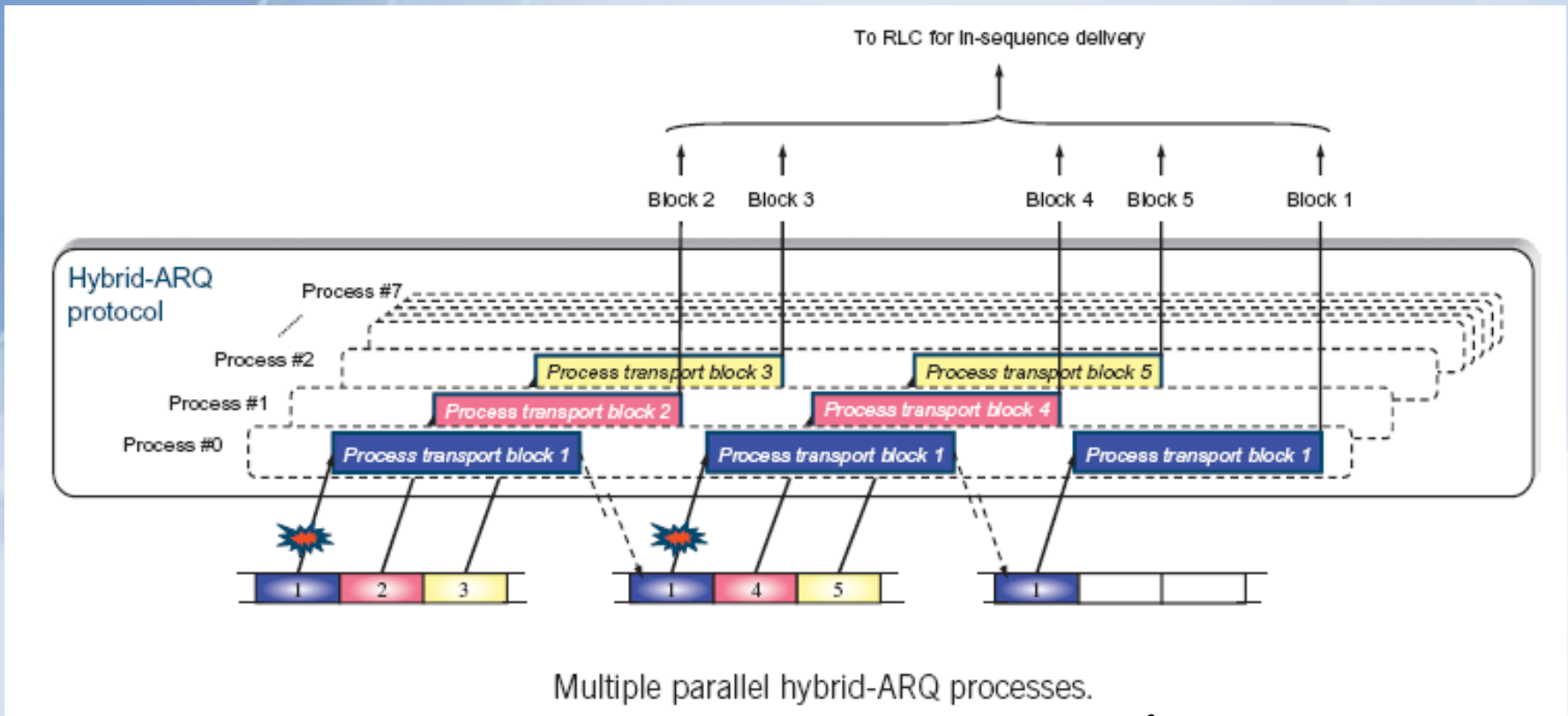
Le Scheduler permet l'implémentation des classes de QoS dans les stations de base et décide l'allocation des ressources radio partagées entre les utilisateurs.

Plusieurs algorithmes sont implémentés : Round Robin, Proportional Fair scheduling, max CQI



Optimisation des réseaux mobiles 2G/3G/4G

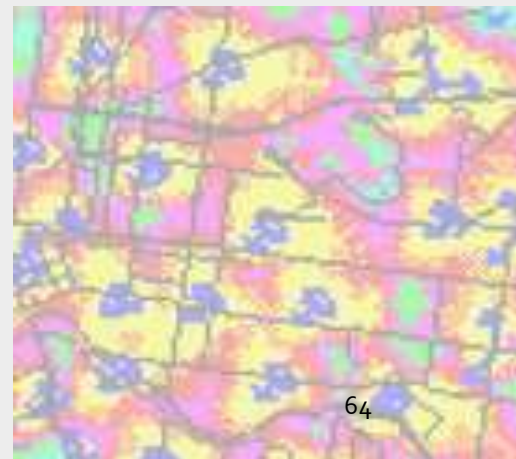
Le Hybrid-ARQ gère le protocole de retransmission en cas d'erreur.
L'optimisation de cette fonction **permet d'améliorer le débit et minimiser le nombre de retransmissions.**



Outils de planification et d'optimisation radio

Outils de planification radio : Ces outils simulent la **couverture radio** des sites en utilisant des cartes numériques de terrain en haute résolution, des données d'élévation des bâtiments et des modèles de propagations calibrés. Ils permettent d'estimer **la zone d'action** des sites, les **interférences**, le **niveau de couverture**, les **trous de couvertures** et permettent de déterminer et **optimiser les paramètres physiques des sites** : **Hauteur d'antenne, type d'antenne, azimut et tilt d'antenne**

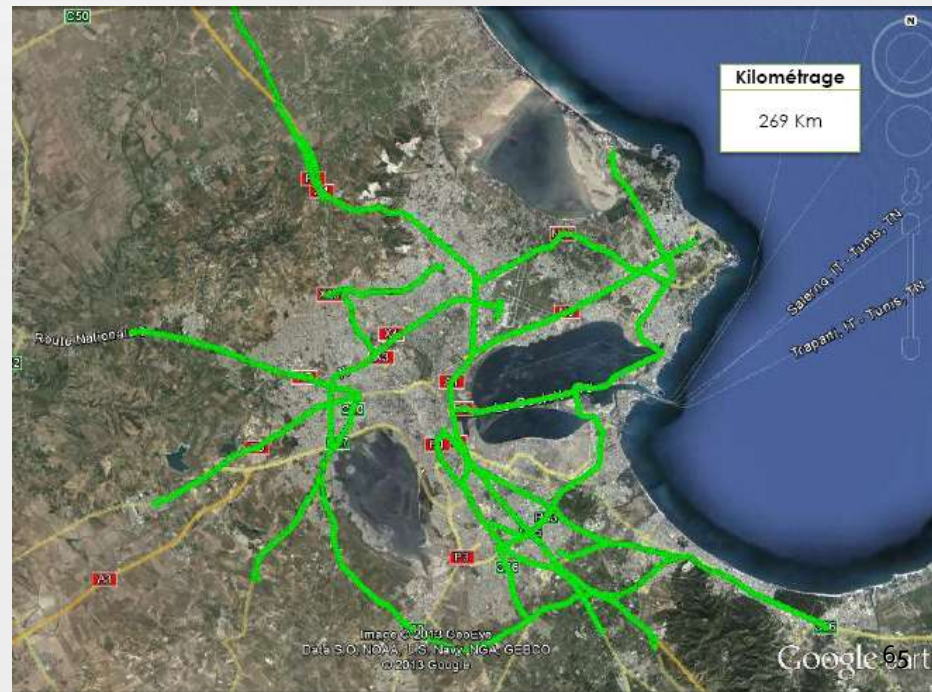
Exemple d'outils : Planet, Tems, Aircom...



Optimisation des réseaux mobiles 2G/3G/4G

Ces outils permettent de **mesurer les performances réelles** du systèmes en réalisant des parcours de mesures avec des terminaux qui se connectent aux réseau et **reportent le comportement du réseau** dans ces parcours

Exemple d'outils : Tets, Nemo...

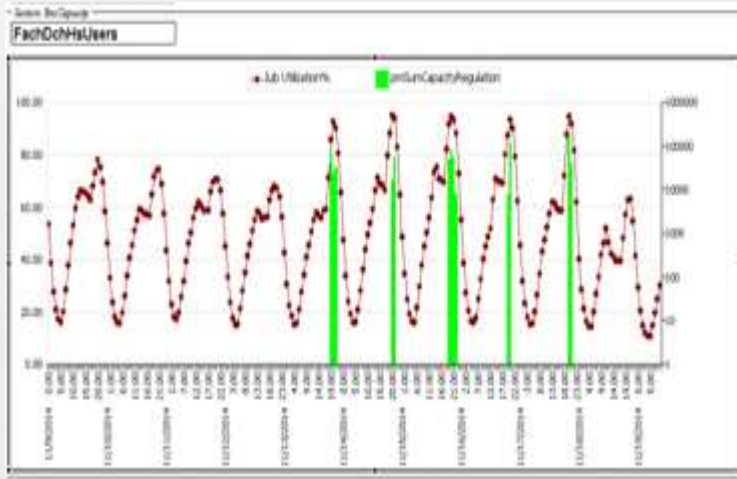


Optimisation des réseaux mobiles 2G/3G/4G

Outils de collecte des statistiques et compteurs :

Ces outils sont connectés aux systèmes de supervision et calculent les KPI par statistiques réelles du réseau.

Exemple d'outils : BO, Nastar...



Object Resolution: BSC Reporting Period: 11/17/2014 - 11/17/2014

BSC Name	Date	TCH Traffic (Erl)	Subscriber Perceived TCH Congestion (%)	SDCCH Congestion (%)	SDCCH Drop Rate (%)	TCH Drop Rate (%)
BSC1	11/17/2014	406.42	0.00	0.05	2.23	1.18
BSC2	11/17/2014	154.33	0.00	0.01	1.85	1.01
BSC3	11/17/2014	893.82	0.05	0.96	0.93	0.93
BSC4	11/17/2014	1,203.22	0.00	0.01	0.66	0.91
BSC5	11/17/2014	351.41	0.00	0.01	1.15	0.86
BSC6	11/17/2014	1,161.61	0.15	0.03	0.94	0.77
BSC7	11/17/2014	1,447.29	0.10	0.00	0.51	0.75

Outils SON : Self Organizing Network:

Ces outils sont des outils automatiques d'optimisation des réseaux radio. Ces outils sont développés pour la 3G et surtout la 4G. Ils permettent :

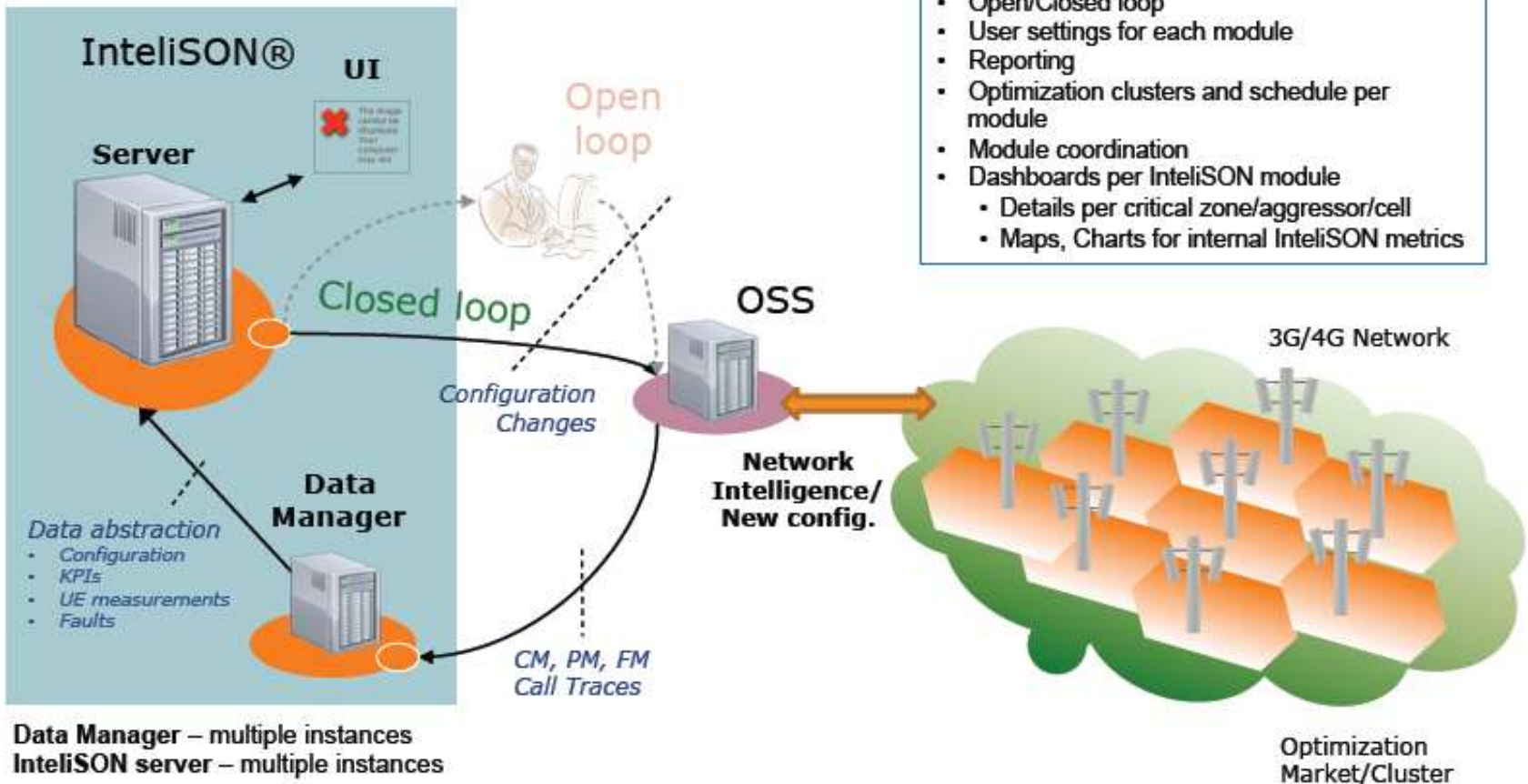
- Automatiser le processus d'optimisation 24 heures et 7 jours
- Assurer une meilleur qualité de service
- Assurer une meilleure utilisation des ressources
- Réduisent les couts de personnels et de mesures drive test

Outils SON : Self Organizing Network:

L'auto-optimisation se déroule en mode opérationnel et permet aux opérateurs de bénéficier d'une optimisation dynamique (équilibrage de charges, économie d'énergie...). Un "Self Organizing Network" automatise les tâches en effectuant des mesures sur les équipements de réseau ; il détecte les problèmes de qualité de service, identifie la cause, et prend automatiquement des mesures correctives sur la base de la statistiques de mesures de performance de l'OMC (Operation and Maintenance Center). Cette optimisation autonome permet de traiter plus rapidement les problèmes et d'améliorer les performances du réseau.

Optimisation des réseaux mobiles 2G/3G/4G

Centralized SON closed loop



- SON Director functions**
- Start/Stop servers
 - Open/Closed loop
 - User settings for each module
 - Reporting
 - Optimization clusters and schedule per module
 - Module coordination
 - Dashboards per IntelISON module
 - Details per critical zone/aggressor/cell
 - Maps, Charts for internal IntelISON metrics

Exemples

Opérateur

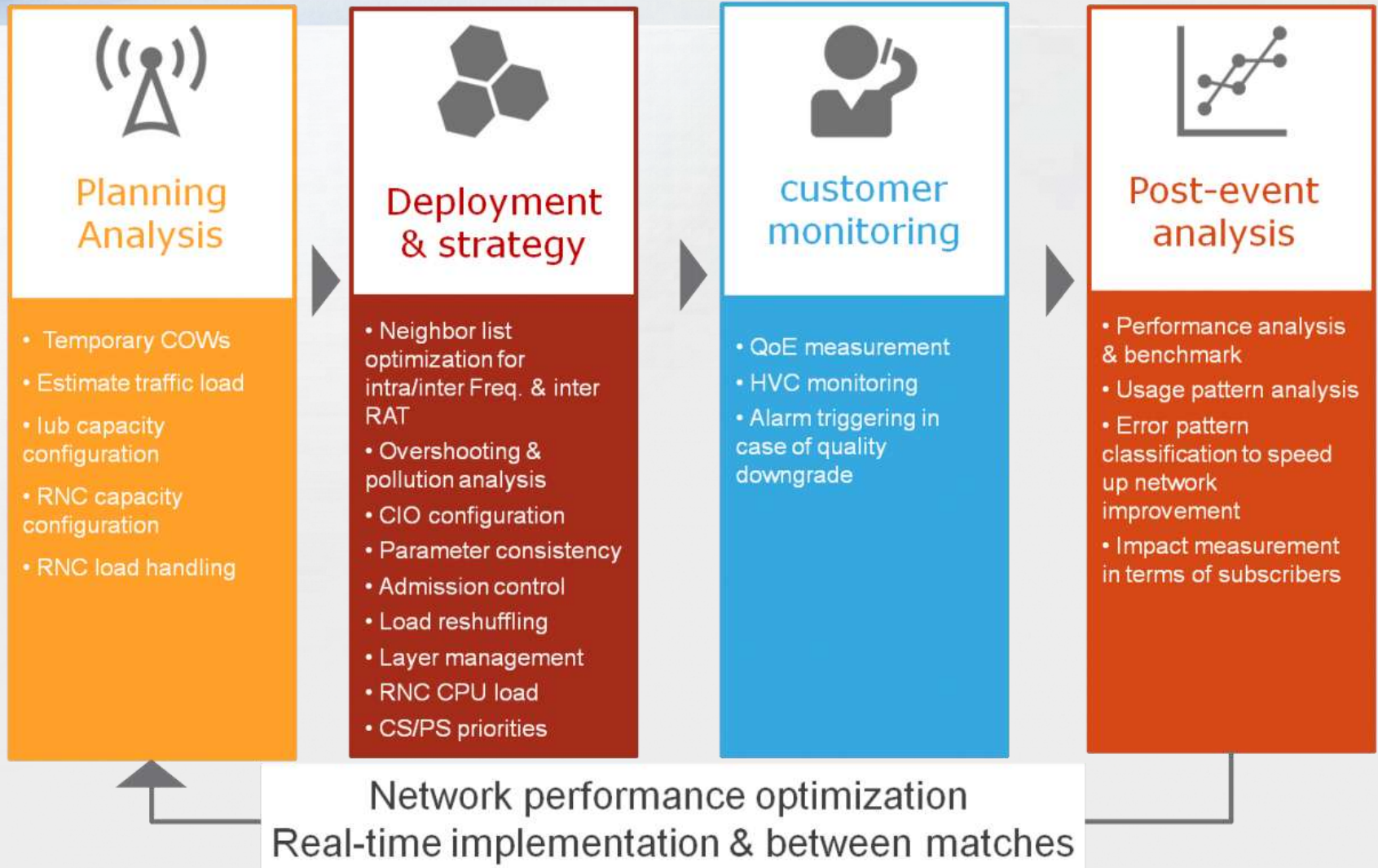
- Un des plus grands opérateurs mobiles espagnols
- Plus de 10 millions d'abonnés
- Réseaux 2G, 3G et 4G

Défi

Pour les amateurs de football en Europe, les rencontres de la Ligue des Champions de l'UEFA sont l'occasion de soutenir leurs équipes favorites. Pendant les matchs, des dizaines de milliers de supporters envoient des tweets à leurs amis, partagent avec eux des vidéos sur YouTube, des photos sur Instagram, etc., que ce soit dans l'enceinte du stade ou à l'extérieur.

Cet opérateur européen cherchait une solution pour garantir une expérience mobile optimale aux amateurs de ce sport extrêmement suivi qu'est le football. Le défi consistait à planifier et à déployer correctement la capacité du réseau sur un périmètre restreint et sur une période limitée de manière à répondre aux pics de trafic de données prévus et ainsi gérer en temps réel la surcharge du réseau et les variations de disponibilité de la bande passante.

Solution : NetAct Optimizer (Astellia)



Quelques définitions

Recherche tabou : souvent utilisée, donne de bons résultats et présente de bonnes performances comparée à d'autres heuristiques. La difficulté de cette technique : le calibrage des paramètres

Le recuit simulé : exige un grand effort de tuning dans les paramètres d'implémentation

GRASP est une méta heuristique « sans mémoire » assez simple à implémenter car elle demande le tuning de peu de paramètres. C'est la technique d'optimisation la plus utilisée dans les applications des télécommunications. Des techniques qui ajoutent de la mémoire à GRASP telles que : Reactive GRASP ou Path-Relinking, permettent d'améliorer les résultats par de plus simples implémentations

Les algorithmes génétiques permettent d'avoir de bonnes performances, mais nécessitent des temps de calcul trop longs. Souvent on utilise des algorithmes hybrides, dans lesquels des heuristiques sont utilisées pour générer la population initiale. **Les Algorithmes Génétiques Hybrides** donnent de meilleurs résultats que les AG purs.

Des Question?