

Infrastructures de Réseau

Systèmes de câblage

Supports de communication

Systemes de câblage

- Explosion des systemes de communication
- Doter tout bâtiment d'un systeme nerveux fiable et évolutif
 - durée de vie : 10 ans => pas d'erreur possible
- Solution :
 - câblage banalisé supportant téléphone, informatique, vidéo, applications futures, ...
- Précâblage
 - à la construction
- Postcâblage
 - ouvrage ancien

Systemes de câblage

- Banalisé et ouvert, conformité aux normes
- Débits élevés (paire torsadée de cuivre et/ou fibre optique), performance, QoS
- Optimisation des coûts d'installation et d'exploitation, intègre tout flux numérique
- Vision globale de l'installation, souplesse d'exploitation (partie fixe # partie active)
- Tout secteur d'activité est concerné
- Banalisation de la connectique du poste de travail (type RJ45)

Systemes de câblage

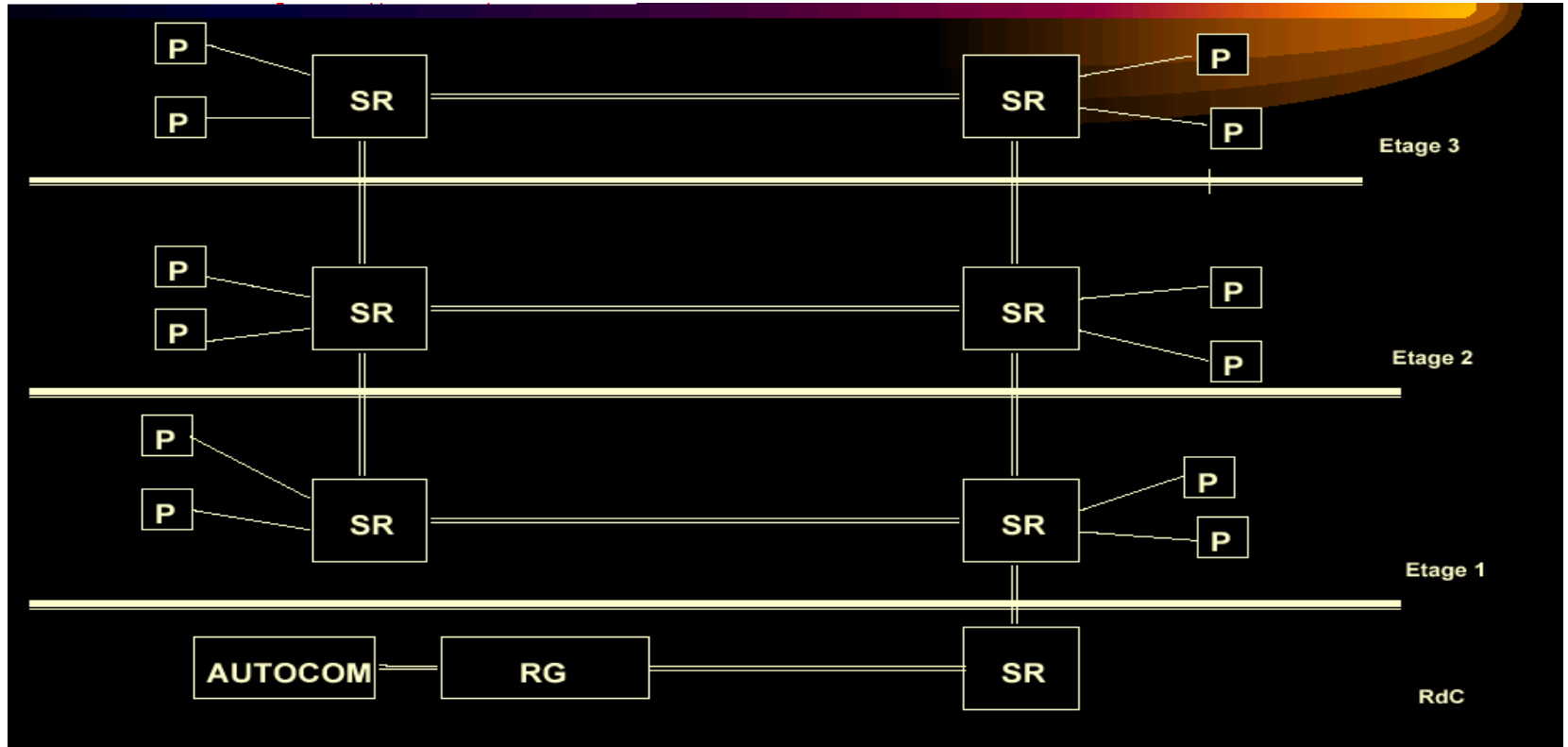
- Topologie de distribution en étoile :
 - indépendance par rapport à l'architecture du réseau
 - reconfiguration par **brassage**
- Choix des câbles, des parcours, des locaux techniques
- Densité des câbles et des prises :
 - 3 prises / poste de travail (voix + données + usage futur)
 - non préaffectation des câbles et des prises

Systemes de câblage

- Distinguer
 - topologie physique liée aux contraintes géographiques
 - topologie logique fonction du réseau déployé
- Attention aussi au réseau électrique
 - prévoir minimum 2 prises électrique / prise réseau
 - distinguer :
 - prises secourues (« ondulées »)
 - prises non secourues
 - puissance onduleur fonction
 - nombre et type de postes à protéger
 - durée de secours nécessaire

Systemes de câblage

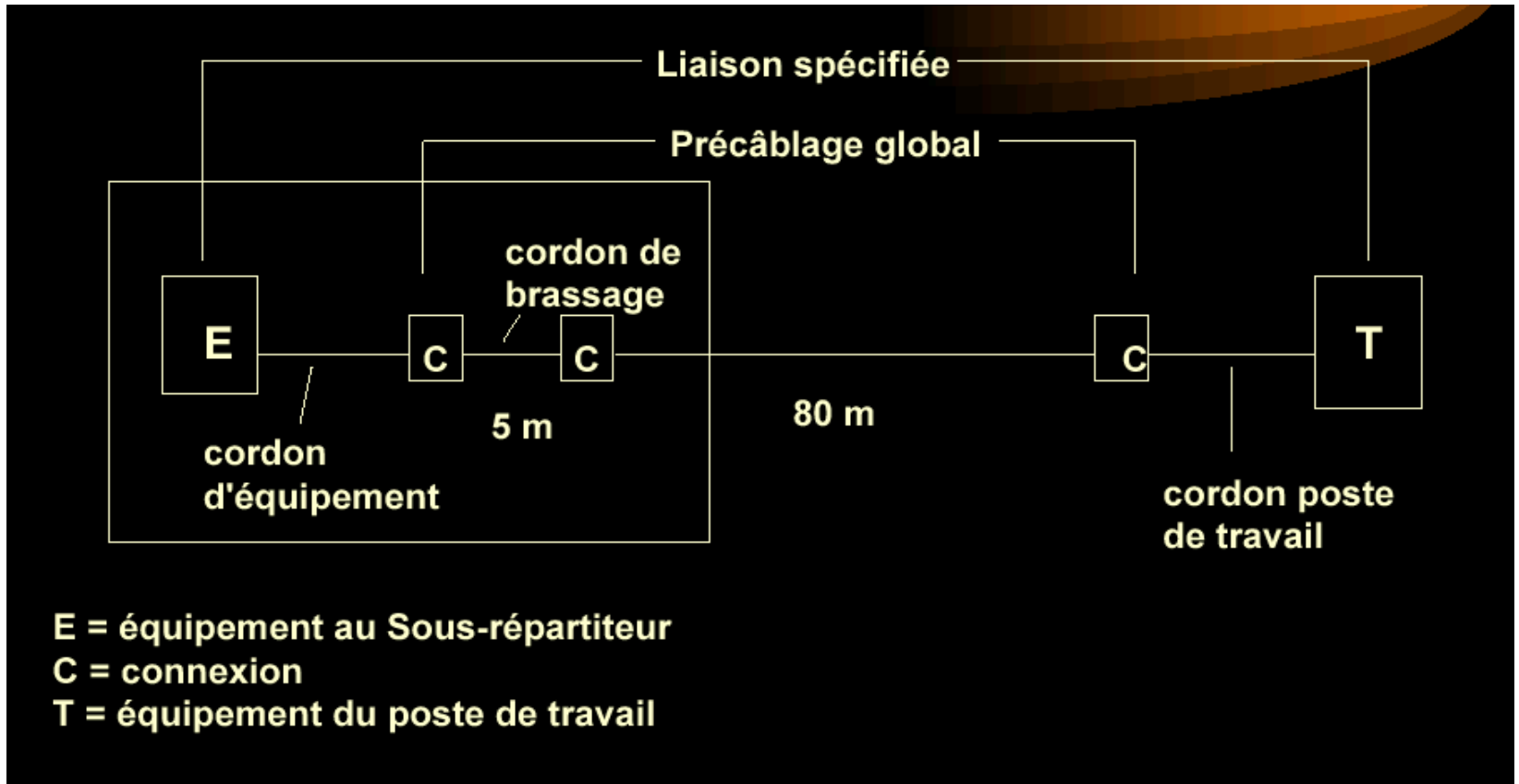
câblage vertical



- Câblage vertical
 - réunit les répartiteurs par les rocade

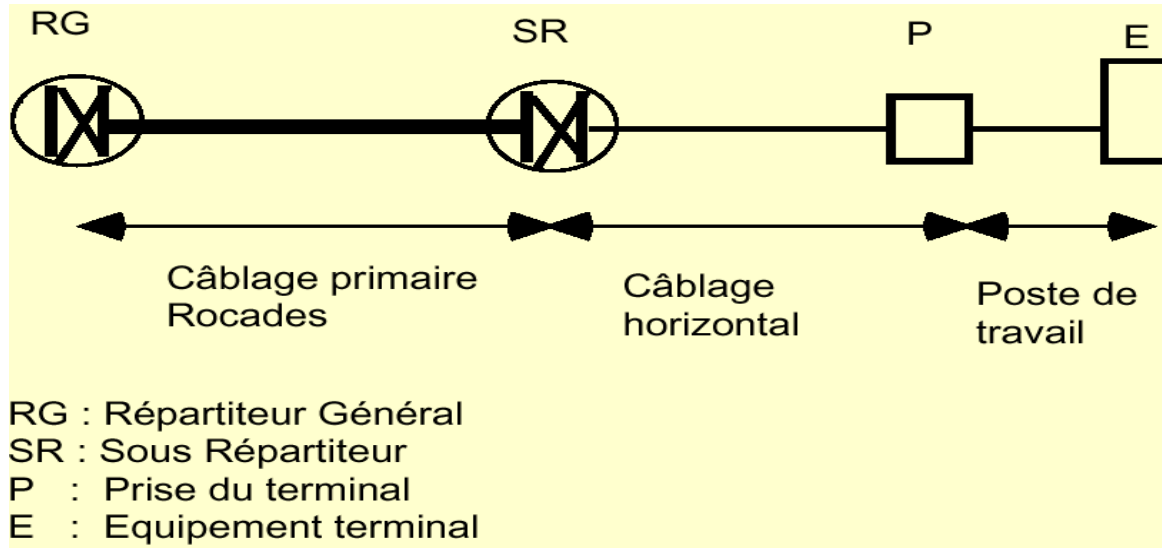
Systemes de câblage

câblage horizontal



- Câblage horizontal
 - distribution capillaire des postes de travail

Systemes de câblage



- Répartiteurs
 - cœur de la distribution en étoile
- Brassage permet de construire toute topologie

Câbles de cuivre

- Câble symétrique

Conducteurs de même nature ayant la même origine et la même destination.

- Paire torsadée
- Quarte:
 - combinable
 - étoilée

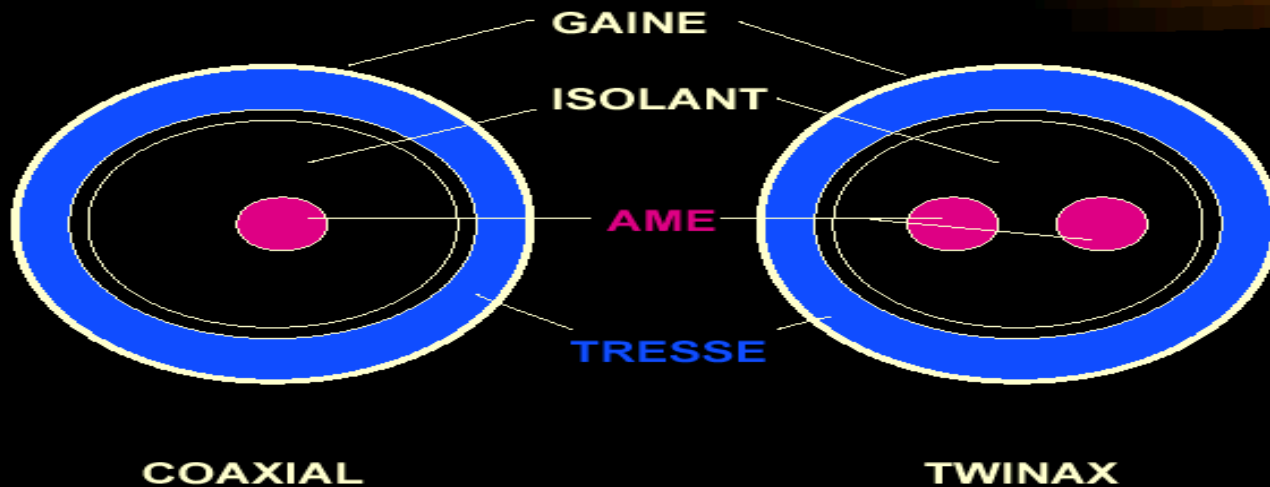
- Câble asymétrique

Le câbles asymétrique se caractérise par une paire de deux conducteurs de nature différente.

- Câble coaxial.
- Câble twinaxial.

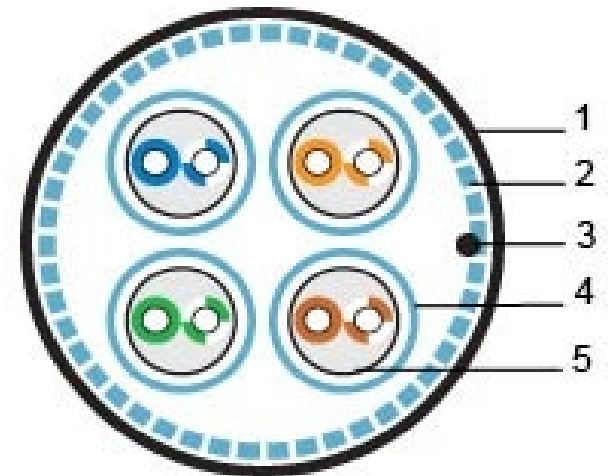
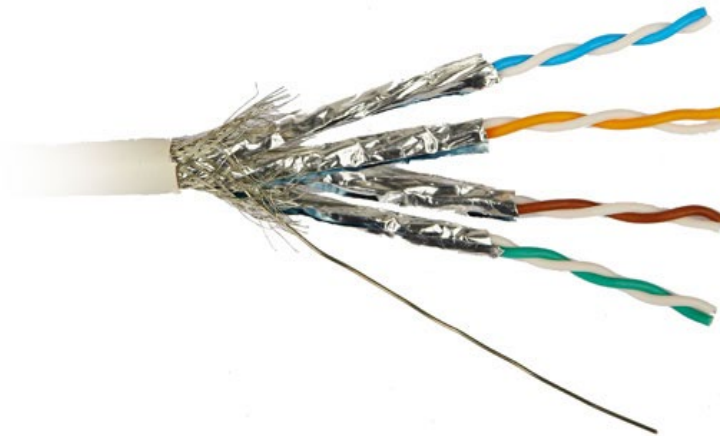
Câble asymétrique

- Câble coaxial
 - un conducteur central (âme) entouré d'une gaine isolante
 - un conducteur externe concentrique (tresse).
- Câble twinaxial
 - deux conducteurs centraux entourés d'une gaine isolante
 - un conducteur externe concentrique (tresse).



Câble symétrique

- Paire torsadée
 - constituée de 2 conducteurs torsadés ensemble
 - impédance caractéristique constante :
 - 100 ou 120 ohms



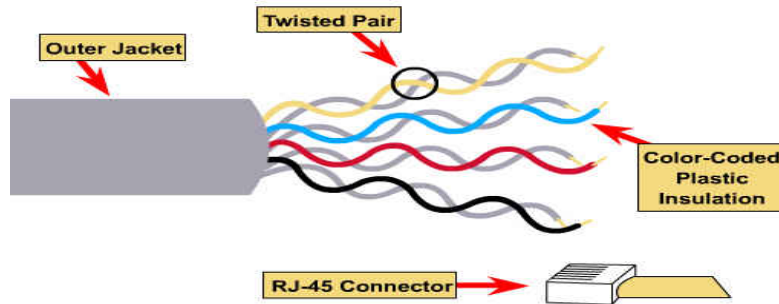
Câble symétrique

- Ecrantage (Shielded) (STP)
 - consiste à entourer toutes les paires d'un même câble d'une tresse ou d'un feuillard métallique
- Blindage (Foiled) (FTP)
 - chaque paire est entourée d'une tresse ou d'un feuillard métallique
- Types de câbles :
 - UTP (Unshielded Twisted Pair)
 - FTP (Foiled Twisted Pair)
 - STP (Shielded Twisted Pair)
 - SFTP (Shielded Foiled Twisted Pair)
- Catégorie de câbles : 3, 4, 5, 5e, 6, 7, 7a et 8
 - désignation de catégorie déterminée par les performances de câble (performances = fréquence, perte, décalage, ...)
 - 5 et 5e : 10 à 100Mb/s
 - 6 : 1 000 Mb/s
 - 7 : 10 000 Mb/s (blindage individuel des paires)

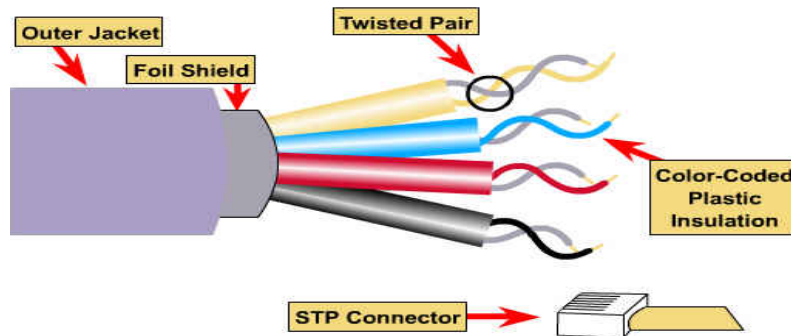
Câble symétrique

- Exemples de câbles :

– UTP

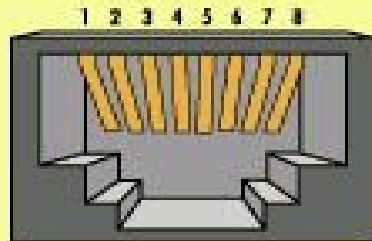


– STP / FTP / SFTP

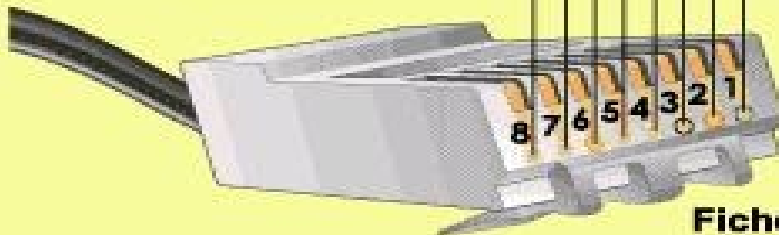


Câble symétrique : prise RJ45

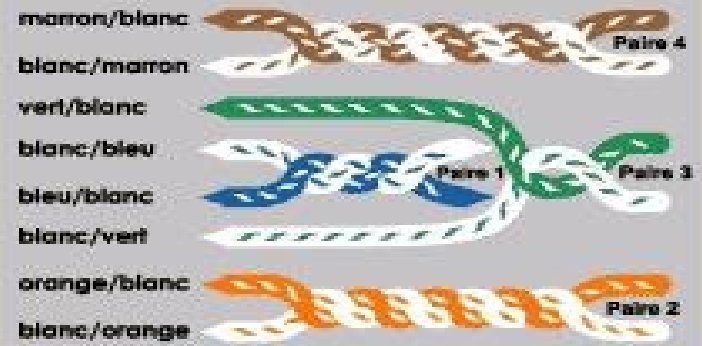
Affectation des paires



Prise modulaire
RJ-45 femelle



Fiche modulaire
RJ-45 mâle



100BASE-TX utilise les paires 2 et 3.

100BASE-T4 et 100VG utilisent
les paires 1, 2, 3 et 4.

- Constitution
 - LE COEUR
 - Milieu diélectrique intérieur (conducteur de lumière)
ou sera confiné la plus grande part de l'énergie lumineuse véhiculée dans la fibre
 - LA GAINE
 - Le coeur est entouré d'un milieu d'indice de réfraction plus faible
Les pertes des rayons lumineux se produisent dans la gaine
 - LE REVETEMENT
 - L'ensemble est entouré de couches concentriques en plastique, pour fournir une protection mécanique.
première enveloppe au-dessus de la gaine optique.

La fabrication passe par la réalisation d'une préforme cylindrique en barreau de silice (verre et plastique provoquent trop d'atténuation)

Une préforme de verre d'une longueur de 1m pour un diamètre de 10 cm permet d'obtenir par étirement une fibre monomode d'une longueur de 150 kms

Fibre optique

Fibre multimode

diamètre de cœur important (50 à 85 microns)

faible indice (faible débit)

gradient d'indice (haut débit)

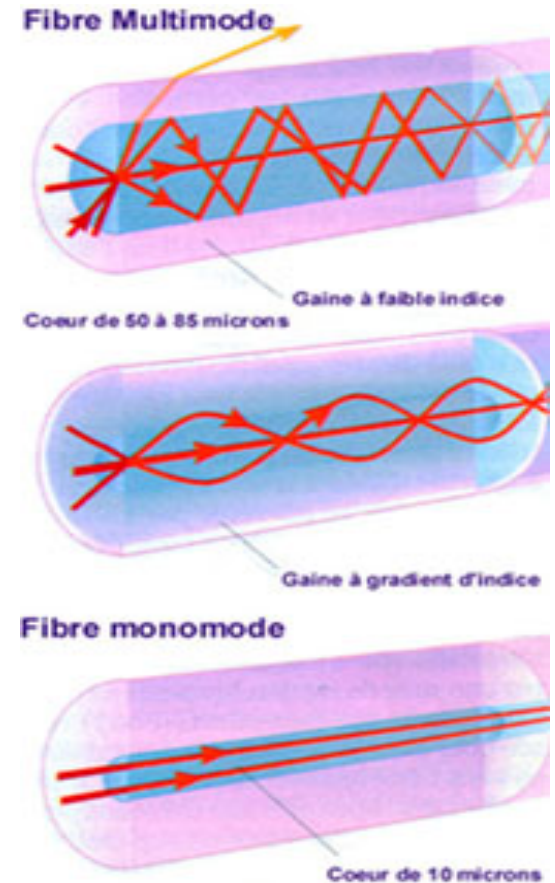
Fibre monomode

diamètre de cœur faible (10 microns)

propagation sans réflexion

diodes d'émission très puissante

très haut débit



Fibre optique

- DIELECTRIQUE : Substance qui ne conduit pas le courant électrique (isolant, permittivité).
- INDICE : Rapport entre la vitesse de la lumière dans le vide et la vitesse de la lumière dans un matériau considéré.
- REFRACTION : Déviation de la lumière quand celle ci traverse deux milieux transparents, l'angle de réfraction dépend de la nature des milieux et de l'angle d'incidence.
- L'indice de réfraction détermine la vitesse de propagation de la lumière dans le milieu.
 - pour la fibre indice # 1,45
 - vitesse de propagation : $0.69 \times C = 2,1 \cdot 10^8 \text{ m/s}$
comparable à la vitesse de propagation des électrons dans le cuivre
même temps de transmission d'un bit sous forme de photons dans une fibre de longueur donnée ou sous forme d'électrons dans un câble de cuivre de même longueur.
- La densité d'information qu'elle peut supporter est plus grande que le câble de cuivre.

Fibre optique

Tableau de distances/débits pour des fibres haut de gamme :

<i>Type de fibre</i>	<i>Débit</i>		
	2,5 Gb/s	10 Gb/s	40 Gb/s
Fibre standard (G 652)	1000 Km	60 Km	3 Km
True Wave (G 655)	6000 Km	400 Km	25 Km

Quelques records récents annoncés par les constructeurs :

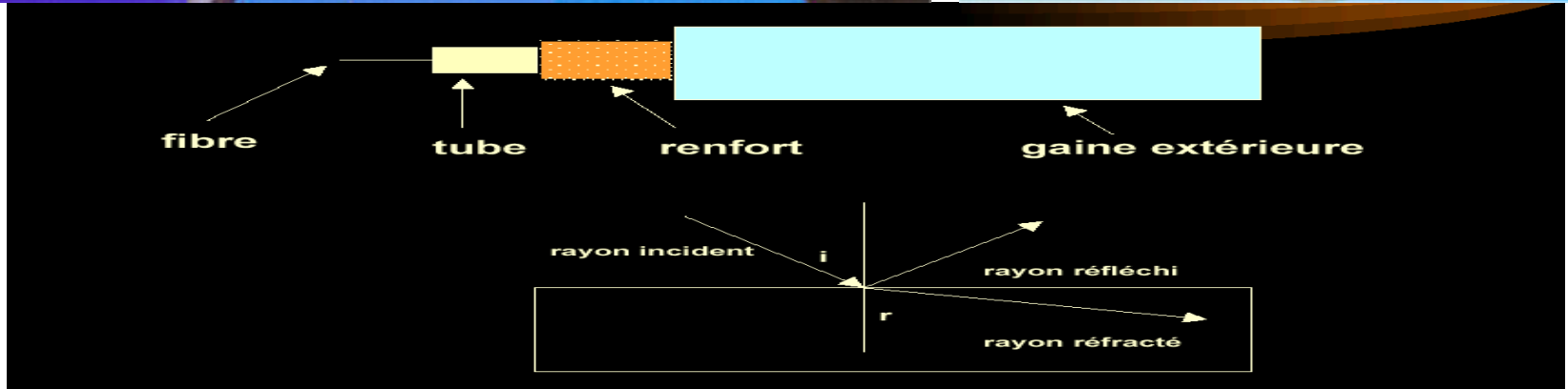
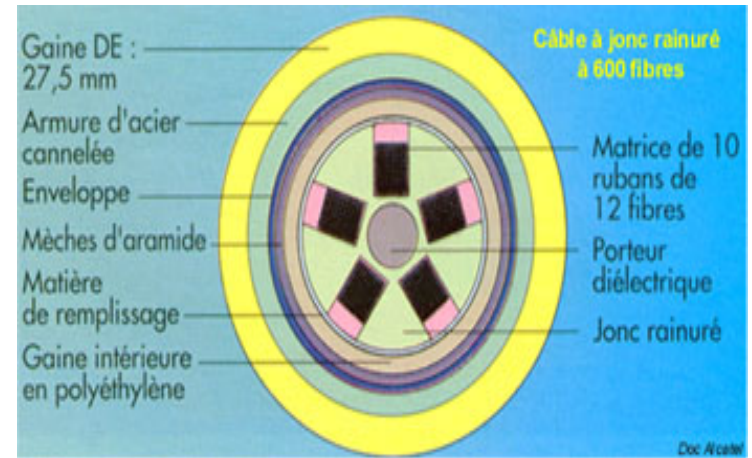
2.56 Tb/s sur 160 kms

1.28 Tb/s sur 240 kms

160 Gb/s sur 4000 kms

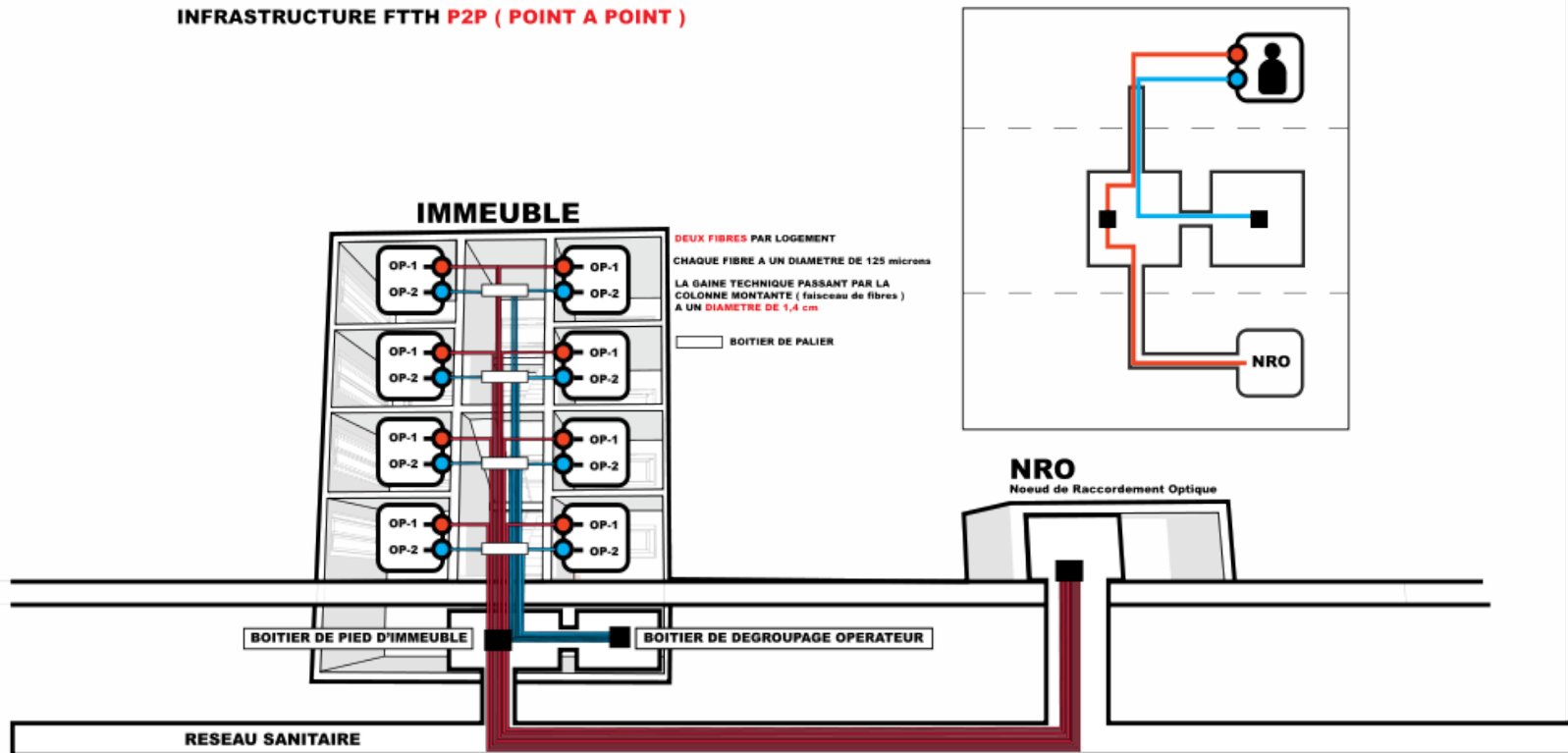
15,5 Tb/s sur 7000 kms entre Paris et Chicago par agrégation de 155 longueurs d'ondes différentes simultanément (WDM) dépasse de 10 fois la capacité actuelle des câbles transocéaniques (équivalent au transfert 400 DVD / seconde)

Fibre optique et connecteurs (ST, SC, LC)



Desserte Fibre optique : FTTH

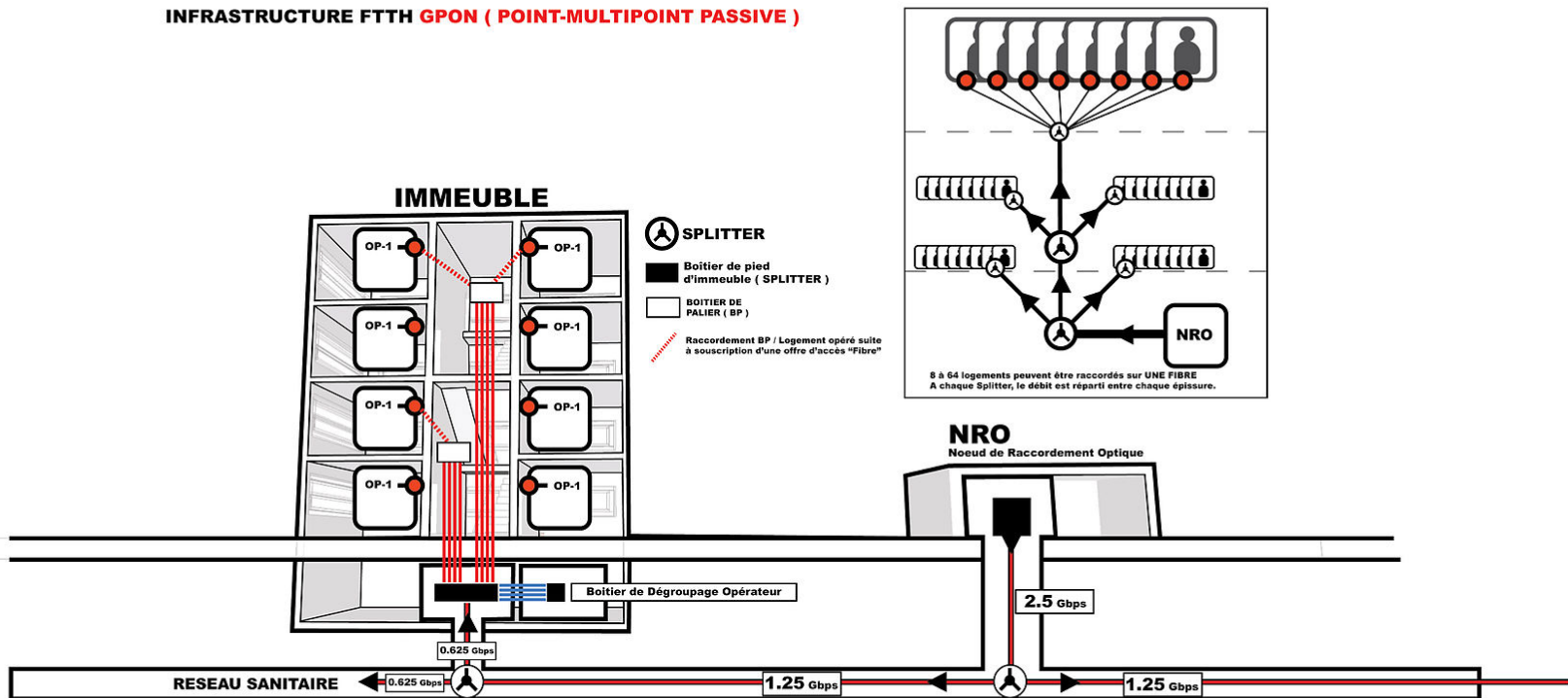
P2P (point à point passif) : architecture point à point dans laquelle il existe au moins une fibre continue et non partagée entre le NRO et l'utilisateur



Desserte Fibre optique : FTTH

PON (passive optical network ou point à multipoint passif) : architecture utilisant un système de couplage passif (appelé coupleur optique ou *splitter*) installé dans le réseau d'accès, 128 utilisateurs peuvent partager une fibre arrivant au NRO

INFRASTRUCTURE FTTH GPON (POINT-MULTIPOINT PASSIVE)



Desserte Fibre optique : FTTH

Débits :

descendant : de 100 Mb/s à 1 Gb/s

montant : de 50 à 200 Mb/s

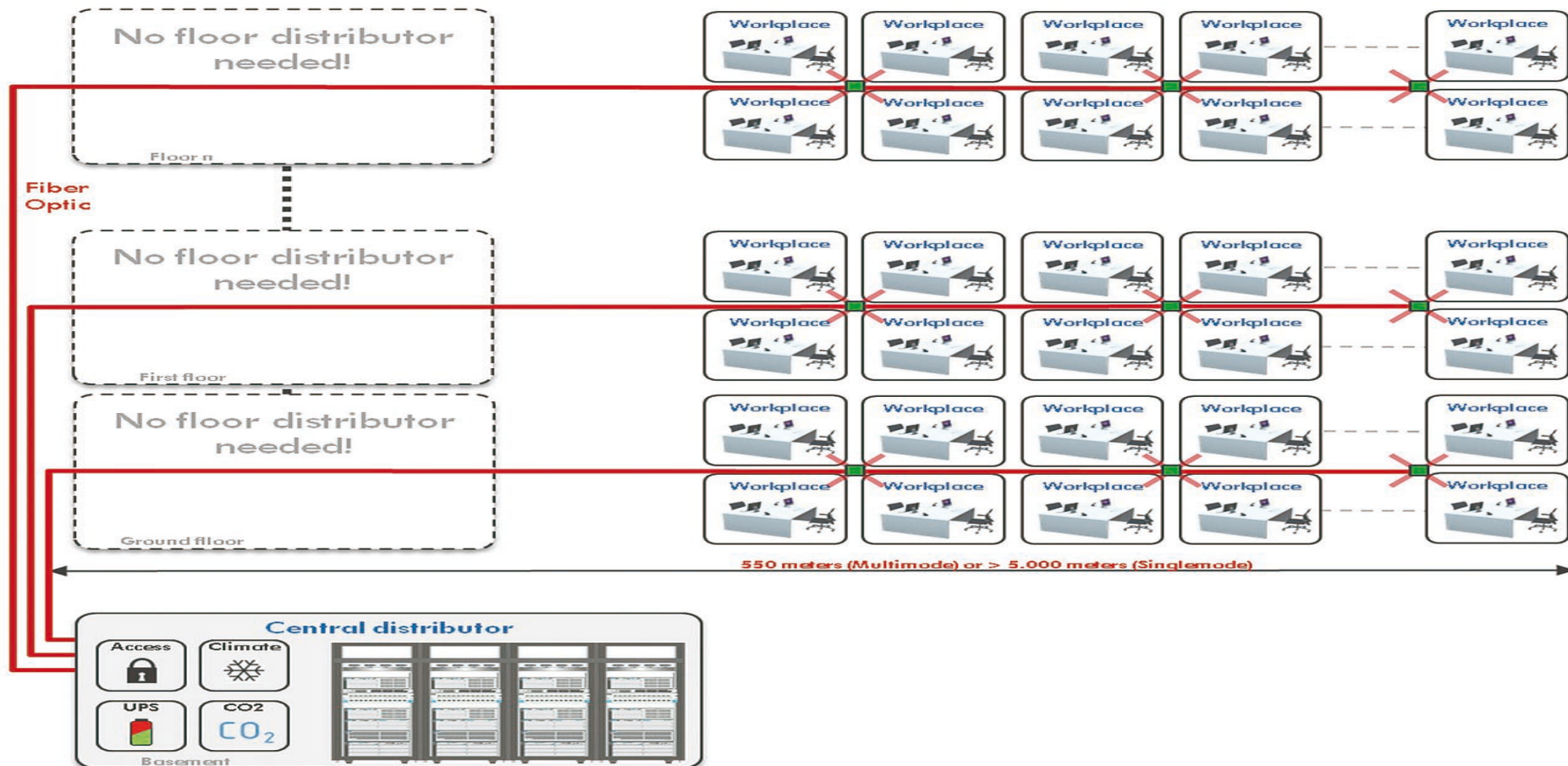
Mais la fibre est un support évolutif, les FAI peuvent proposer différentes offres et gammes de débit (un simple changement de transceivers permet d'augmenter le débit)

La latence de la fibre est faible, autre avantage

MAIS le débit théorique reste limité par la bande passante globale disponible sur le backbone,

Desserte Fibre optique : FTTO

Câblage LAN en environnement bureautique. Combine des éléments passifs (fibre optique, panneaux de brassage, boîtes d'épissures, connecteurs et cordons cuivre standards) à des mini-commutateurs actifs (aussi appelés FTTO switches) pour fournir du Gigabit Ethernet aux terminaux



Courant porteur en ligne (CPL)

- Objectif
 - utiliser les installations électriques existantes
 - différenciation des courants électriques sur le même média
 - électricité standard
 - signal réseau à plus haute fréquence et plus faible énergie « récupéré » avec une interface spéciale (mais norme Ethernet)
 - différencier le CPL *indoor* du CPL *outdoor*
- Débits
 - 200, 500 et 650 Mb/s maximum théorique (perte 75%)
 - débits pratiques bien inférieurs aux théoriques (mais > au wifi)
 - équipements pas tous normalisés => pb interopérabilité
- Intérêts
 - Internet à débit élevé partout si par exemple un FAI s'associe avec un fournisseur d'électricité
 - gros potentiel en domotique sur de courtes distances
 - limite la multiplication des ondes dans les logements ...
 - pas de sécurité de transport des données ➔ pas top en entreprise

Technologies xDSL

- Techniques de transmission sur fils de cuivre téléphonique apparues en 1990 => intérêt en 2000
- DSL = Digital Subscriber Line = Ligne numérique d'abonné
- ADSL (Asymmetric bit rate DSL)
 - Transmission asymétrique
 - Coexistent sur une même ligne :
 - un canal descendant de haut débit (*downstream*)
 - un canal montant de moyen débit (*upstream*)
 - un canal de téléphonie
- Modèle de liaison ADSL



Technologies xDSL

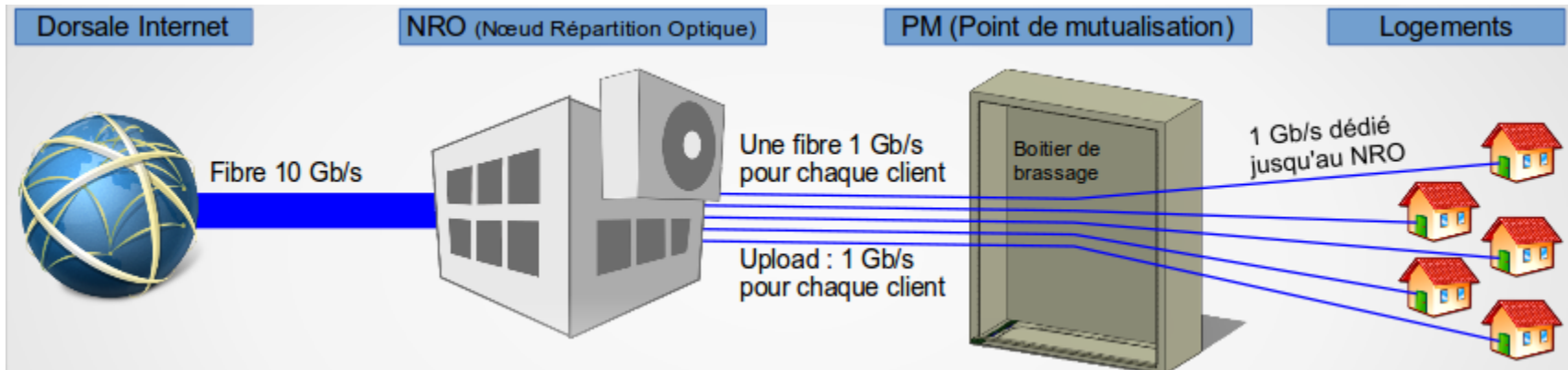
- ADSL, ADSL2+ puis VDSL2 (Very High Speed DSL)
 - Transporte TCP/IP, ATM
 - Mode de transmission asymétrique bien adapté à l'utilisation d'Internet domestique, vidéo à la demande, ...)
 - Distance de 4 à 5 kms maxi entre le DSLAM présent dans le central téléphonique et le modem utilisateur (1 km pour VDSL)

Downstream : [Kbit/s]	Upstream : [Kbit/s]	diamètre du fil : [Mm]	Distance : [km]
2048	160	0.4	3.6
2048	160	0.5	4.9
4096	384	0.4	3.3
4096	384	0.5	4.3
6144	640	0.4	3.0
6144	640	0.5	4.0
8192	800	0.4	2.4
8192	800	0.5	3.3

- ADSL2+
 - permet d'atteindre un débit descendant de 22 à 25 Mb/s (1 Mb/S montant) théoriques sur 2,5 kms si bonnes conditions de ligne.
- VDSL2
 - Débit théorique jusqu'à 100 Mbs descendant et 30 Mbs montant

Le câble + Fibre

- Liaison Internet par câble
 - offre limitée à certaines agglomérations
 - backbone optique + desserte coaxiale (FTTLA) ou optique (FTTH)
 - débit théorique maximum de 1Gb/s descendant
 - mais partagé => dépend du nombre d'utilisateurs sur l'arborescence câble
- Exemple d'architecture (plusieurs variantes)



RTC et RNIS (pour l'histoire)

- Réseau Téléphonique Commuté (RTC)
 - Nécessite un modem V32bis, V34, V90, V92
 - débits maximum de 14.4, 33.6 et 56 Kb/s
 - Technologie utilisée pour raccorder un utilisateur isolé mais pas un réseau complet
- Réseau Numérique à Intégration de Services (RNIS)
 - ISDN : Integrated Services Digital Network
 - Débit garanti : 64 Kb/s (S0) à 128 Kb/s (T0)
 - Technologie capable de raccorder un petit réseau

Technologies Sans Fil

- Utilisation croissante de terminaux portables de tous types (coûts en baisse constante)
- Besoin d'accès permanent des populations nomades au système d'information de l'entreprise ou à Internet
- Nécessité de déploiement de réseaux :
 - temporaires
 - dans des temps très court
 - dans des endroits ou locaux difficilement *câblables*
- Dans tous les cas il existe un point de raccordement à un réseau filaire !
- Assouplissement des réglementations
 - disponibilité de nouvelles fréquences

Technologie WIFI

- Explosion du « Wifi »
 - label marketing désignant le respect du standard et l'interopérabilité entre matériels
- Qualité du réseau
 - grosses différences d'un constructeur à l'autre
 - la localisation des points d'accès est primordiale
- Impact sur la santé
 - beaucoup d'études contradictoires
 - un GSM est bien plus nocif
 - éviter les constructeurs exotiques

Technologie WIFI

- Utilise des fréquences radio libérées dans les années 90
- Normes et fréquences :
 - norme 802.11 depuis 1997, déclinée en :
 - 802.11b depuis 1999 (11 Mb/s sur 2.4 GHz)
 - 802.11a en 2002 (54 Mb/s sur 5 GHz)
 - 802.11g depuis 2003 (54 Mb/s sur 2.4 GHz)
 - compatible 802.11b
 - 802.11i ou WPA2 : sécurisation native
 - 802.11e : gestion de la QoS native
 - 802.11n : depuis 2009 (2.4 GHz ou 5 GHz, superposition de canaux possibles) permet d'atteindre 540 Mb/s théorique
 - 802.11ac : depuis 2014 (5 GHz) pour atteindre 1 Gb/s théorique
 - 802.16 : WiMax (BLR) (fortes contraintes réglementaires)
 - réseaux sans fils longues distances (15 kms) à hauts débits
 - jusqu'à 130 Mbs théorique ...
 - ... 20 Mb/s pratique sur 7 kms, 5 Mb/s à 15 kms
 - technologie qui a du mal à s'imposer.

Technologie WIFI

- Débits et distances
 - débits donnés à 15m ou 100m *théorique*
 - quand tout va bien ... (nb clients, environnement, etc)
- Sécurisation très difficile à mettre en œuvre
 - SSID diffusés ou pas
 - clés WEP64 ou 128 bits ou alors 802.11i/WPA2
 - filtrage d'adresses MAC (illusoire ...)
- Antennes à couverture variable
 - configurable par logiciel pour points d'accès standard
 - antennes dédiés pour des liaisons point à point
- Gestion dynamique du mouvement : roaming
 - peut causer des pertes de connectivité

Technologies Sans Fil

- Infrarouge
 - ne traverse pas les parois opaques aux rayons IR
 - respect des angles d'émission
 - anecdotique et réservé à des utilisations spécifiques
- Laser
 - adaptée à des liaisons point à point
 - attention nécessité d'être à vue sans aucun obstacle
 - bonne solution en l'absence de fibres optiques
 - débits très important :
 - 1 Gb/s sur 3 kms maxi (plusieurs Gb/s à l'avenir sur 5 kms)
 - fonctionnement sujet aux conditions climatiques
 - brouillard, neige, forte pluie, vent
 - ne nécessite aucune autorisation ni redevance ART

Technologies Sans Fil

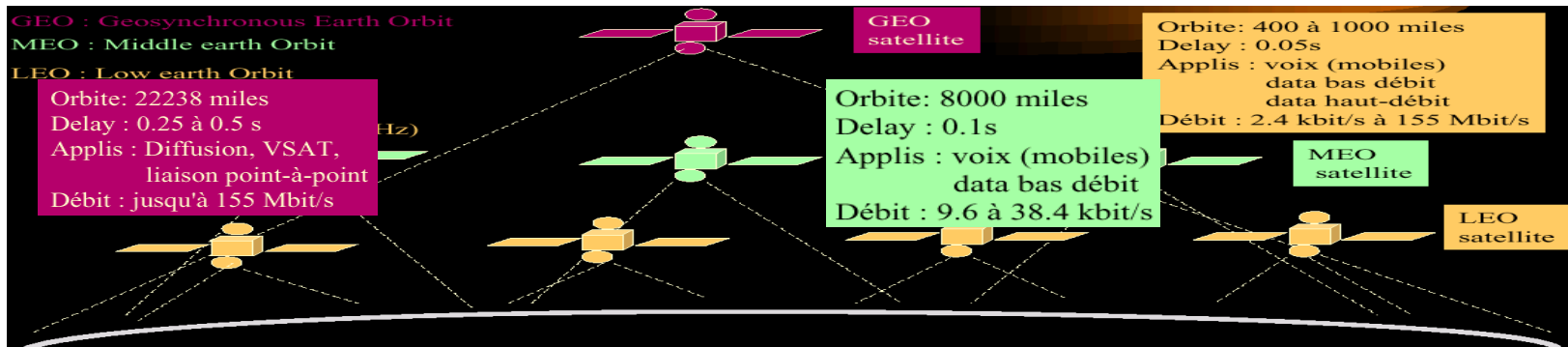
Faisceaux Hertziens

- Débits importants sur de longues distances
 - 155 Mb/s sur 25 kms
 - débits moindres jusqu'à 80 kms
- Fréquence : 2.4 GHz à 40 GHz
- Réglementation
 - autorisation, licence et redevance à l'ARCEP (ex ART)
- Mise en œuvre
 - nécessite des points hauts (naturels ou pas)
 - sujet à perturbations (climat, environnement radio-électrique, densité de l'air)
- Utile pour réseau de transport ou d'accès en l'absence de fibres optiques par exemple

Technologies Sans Fil

Services satellites

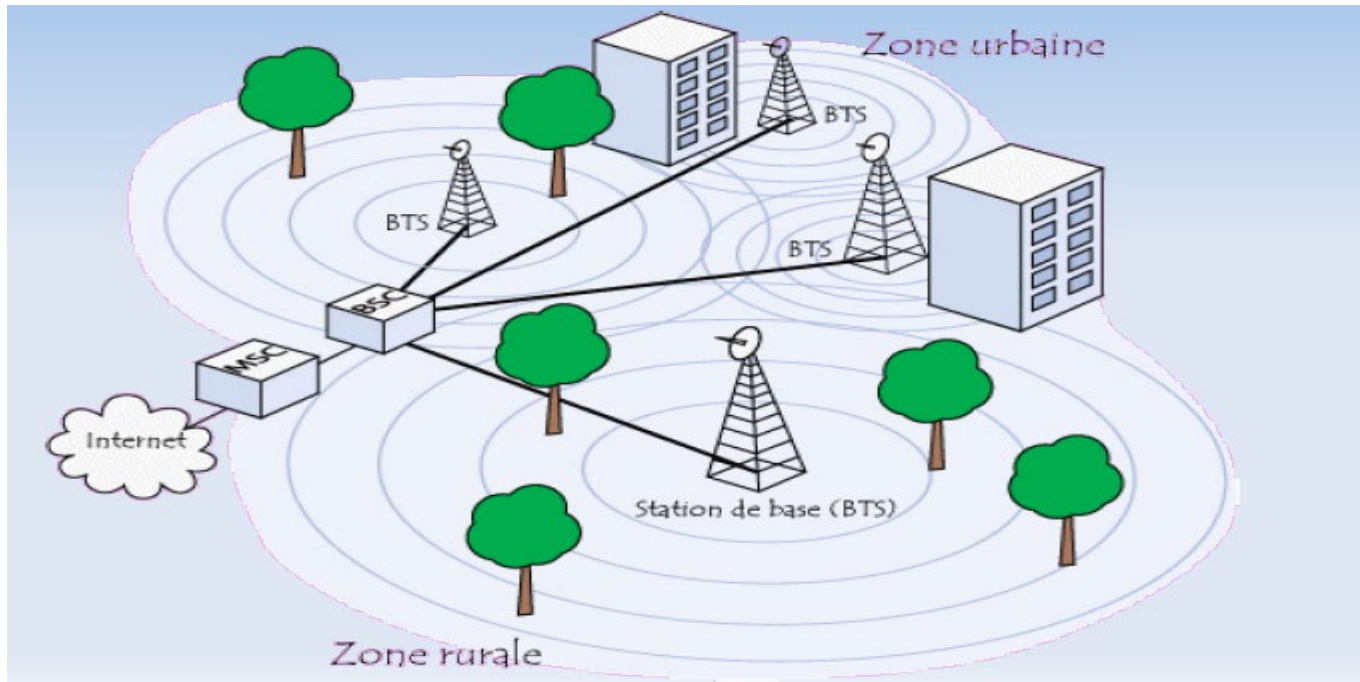
- Utilisation de satellites géostationnaires
- Domaine d'application
 - réseau longue distance
 - desserte de points complètement isolés
 - Peu d'offres, FAI spécialisés
- Service très cher à mettre en œuvre
 - mais service grand public européen depuis 2012
- peu adapté à certains services (temps d'A/R important (latence))
- débits : max à 155 Mb/s, grand public à 20 Mb/s (6 Mb/s montant)



Technologies Sans Fil

GSM, UMTS, 3G, 4G

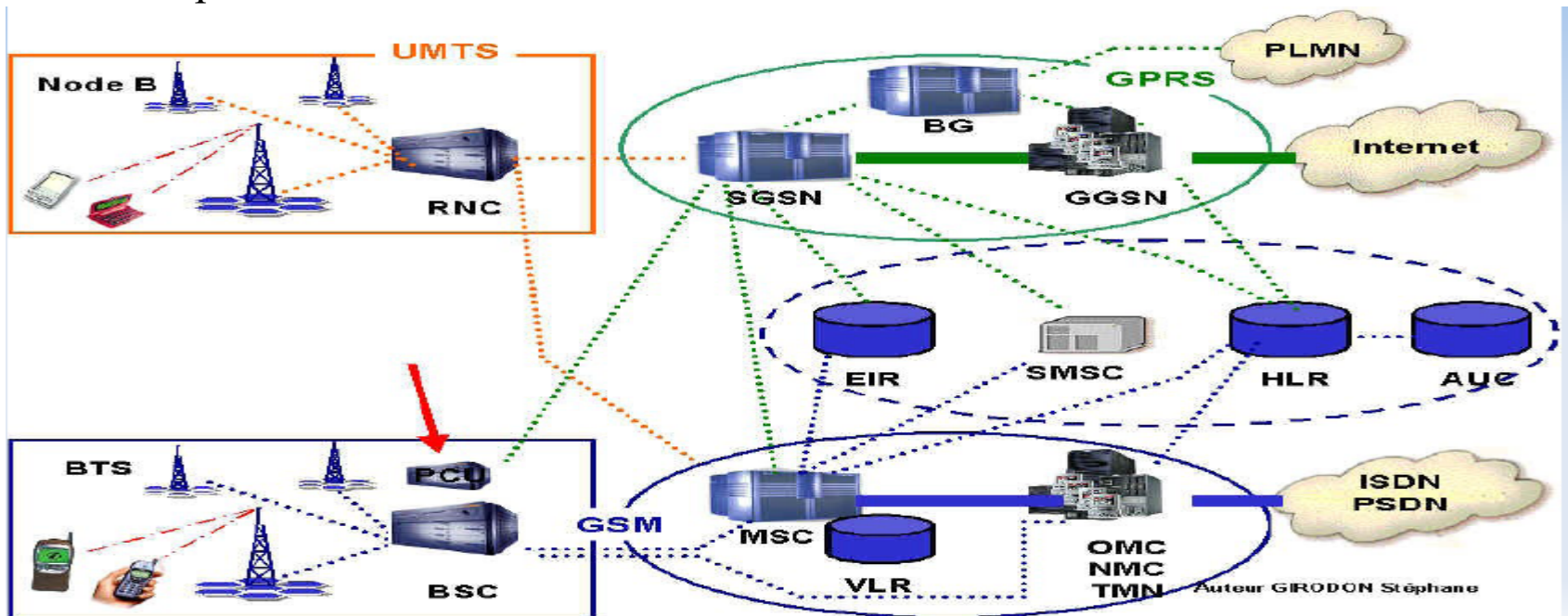
- Structure cellulaire
- Fréquences
 - Europe : 900 MHz et 1800 MHz
 - Etats-Unis : 1900 MHz
 - tribande
- Initialement conçu pour la voix (pas de transmission de paquets)



Technologies Sans Fil

GSM, GPRS, UMTS, 3G, 4G

- UMTS : technologie 3G (appelé aussi 3GSM)
 - interopérabilité entre UMTS et GSM
 - fréquences : 1885-2025 MHz et 2110-2200 MHz
- Réseaux 3G englobent tous les réseaux précédents
 - débits : 2 à 42 Mb/s théoriques, cellules partagées => accès Internet possibles



Technologies Sans Fil

GSM, GPRS, UMTS, 3G, 4G

- Réseau 4G successeur du 3G
 - généralisation intégration IP et accès Internet
 - débits plus élevés : 100 Mb/s théoriques, cellules partagées.

