



Architecture de niveau 1 et 2

Petits réseaux locaux

- Entreprise souhaitant constitué son réseau

- Moins de 10 PCs :

- Câblage « volant » interconnecté par un hub/switch
 - Topologie en étoile ou en bus



Au-delà de 10, ce type de câblage n'est plus approprié : les câbles deviennent gênant (on se prend les pieds dedans), leur usure en devient plus rapide.

Le câblage

- Au-delà de quelques PCs, nécessité de mettre en place un système de câblage
 - Petit réseaux : moins de 200 postes dans un bâtiment
 - Réseaux moyens : de 200 à 800 postes
 - Gros réseaux : plus de 800 postes
- Norme de câblage TIA/EIA-568-A
 - Fournit des spécifications pour un câblage générique, indépendant du constructeur.
 - Supporte à la fois la voix et les données.

Norme de câblage TIA/EIA-568-A

Les spécifications de câblage de la norme TIA/EIA-568-A

- *Câblage horizontal* : câblage situé entre la prise murale et une interconnexion horizontale. Il inclut le média réseau installé horizontalement, la prise ainsi que les terminaisons mécanique. Il comprend donc le média réseau allant de l'armoire de câblage jusqu'à une zone de travail.
- La norme autorise les longueurs suivantes :
 - Longueur maximale d'un câblage horizontal : 90m
 - Longueur maximale des câbles d'interconnexion : 6m
 - Longueur maximale des câbles de raccordement (pour relier les unités réseau au câblage horizontal) : 3m
- De plus la norme exige la mise à la terre de tous les câbles.
- En ce qui concerne le choix du type de câblage, la norme comprend des spécifications définissant les performances des câbles : CAT1, CAT2, CAT3, CAT4 et CAT5. De nos jours, seules les catégories 3, 4 et 5 sont reconnues pour les réseaux locaux.



Avant Projet Sommaire (APS)

Avant Projet Sommaire : Étude sommaire d'un ouvrage permettant d'en définir les principales caractéristiques et d'en estimer le budget pour une prise de décision sur la suite à donner au projet.

- Ce projet doit être fait en phase avec l'infrastructure de courant fort - là où y'a des prises réseau il faut de l'électricité.

Etablissement de plusieurs scénarios décrivant :

- les locaux techniques, les cheminements possibles des futurs câbles si l'immeuble existe déjà
- le cheminement des câbles, la création de locaux techniques si l'immeuble n'est pas encore construit (fait avec l'architecte)
- Prévoir le type de câble qui sera utilisé
- Le nombre de prises par bureau ou par mètre carrée

On peut faire appel à des entreprises qui gèrent le projet de bout en bout, proposition de l'APS et donc de plusieurs scénarios, rédaction de cahier des charges et engagement de soumissionnaires.



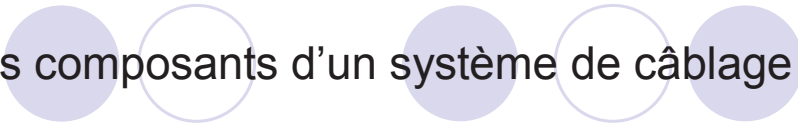
Le cahier des charges

Le cahier des charges décrit :

- Le scénarios retenu en détail
 - Type de câble, cheminement, percement des murs
 - Localisation des prises et des locaux techniques (sur plan), type de baie, de panneau de brassage
 - Le descriptif des test sur les prises
- Les responsabilités techniques de l'entreprise en charge de la mise en œuvre
- Un calendrier de réalisation

Composants du système de
câblage

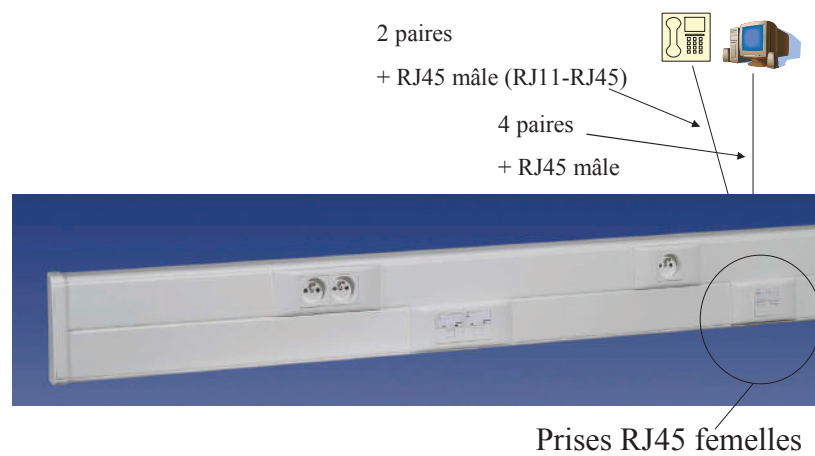




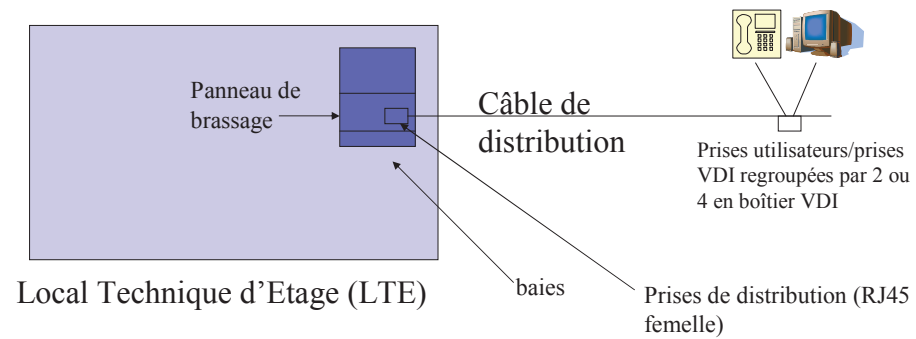
Les composants d'un système de câblage

- Infrastructure fixe et systématique dans l'ensemble des bureaux et des salles informatiques
 - Prises Voix Données Images
 - Goulottes / faux plafonds / faux planchers
 - Câbles de distribution / câbles de rocares
 - Locaux techniques accueillant câbles et équipements.

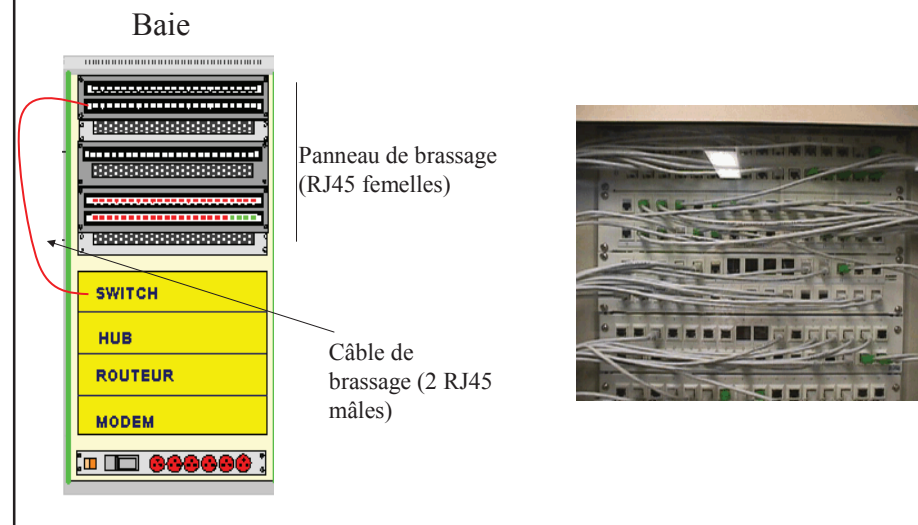
Les composants d'un système de câblage (2)



Les composants d'un système de câblage (3)



Les composants d'un système de câblage (4)



Prises VDI

- Prises VDI (Voix Données Images)
 - Permet de raccorder les PCs, imprimantes, téléphones aux mêmes prises murales.
 - Prises généralement par 2 ou 4 de type RJ45 femelles (généralement un boîtier de prises pour 7 à 10 m² de bureau)
- Tendance assez récentes (fin des années 1990). Avant les réseaux pour la téléphonie, la vidéo et les données étaient physiquement différent
 - Coaxial pour la vidéo
 - Paires torsadées pour la téléphonie
 - Token ring ou bus (coaxial) pour les données

Cheminement des câbles

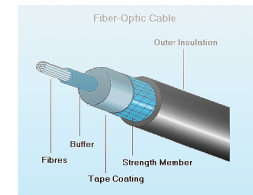
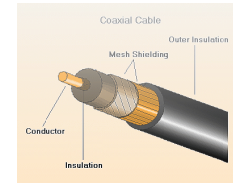
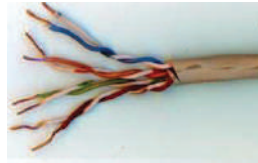
- Topologie en étoile où les câbles passent par :

- Goulottes
- Faux plafonds
- Faux plancher

Câblage permanent → nécessité de prévoir les besoins pour 10 ou 15 ans ; toutes modifications après le précâblage devient difficile et coûteux.

Type de câble

- Coaxial
- Paires torsadées en cuivre
 - Cat 5
 - Cat 5E
 - Cat 6
 - Cat 7
- Fibres optiques
 - Monomode
 - Multimode à gradient d'indice
 - Multimode à saut d'indice



Paires torsadées

Câble	Type	caractéristiques	Longueur max
Paires de cuivre (4 paires)	Cat 5 / Classe D	100MHz, RJ45	90 mètres
	Cat 5E / Classe D	100MHz, RJ45 jusqu'à 1Gbit/s	90 mètres
	Cat 6 / Classe E	250MHz, RJ45 jusqu'à 2,5Gbit/s au moins	90 mètres
Fibres optiques	multimode	20MHz à 1,5GHz connecteurs SC	300 à 550 mètres
	monomode	3 à 50GHz connecteurs SC	3 km

Comparatif des prix

		Type	Prix
Carte PCI	10/100Mbit/s	RJ45	8 à 50 euros
	10/100/1000Mbit/s	RJ45	35 à 200 euros
	10/100/1000Mbit/s	Connecteur fibre optique	100 à 300 euros
câble	Paires de cuivre	Cat 5E - 5 mètres	10 euros
		Cat 6 - 5 mètres	20 euros
	Fibres optiques	Multimode – 5 mètres	40 à 70 euros
		Monomode – 5 mètres	60 à 100 euros

Locaux techniques

Locaux accueillant les câbles de distribution :

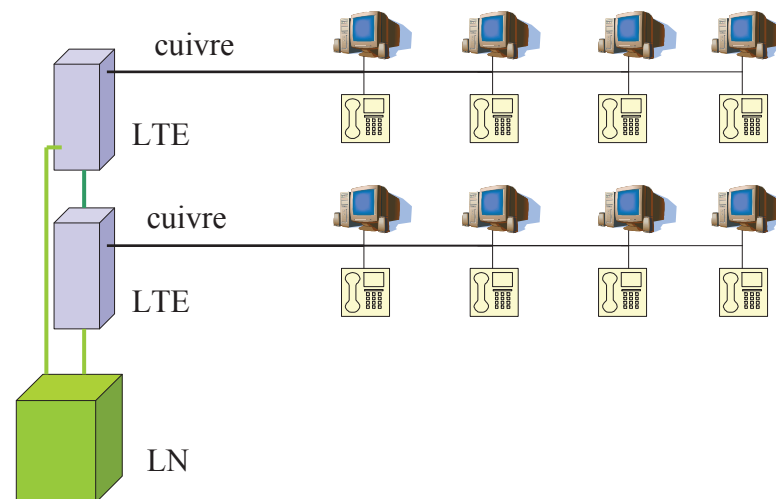
- Locaux techniques d'étages : locaux accueillant les câbles de distribution et les équipements de communication de distribution (concentrateurs, commutateurs, etc.)
- Locaux nodaux : ils sont reliés à tous les LTE (rocares) et accueillent les équipements fédérateurs
- Autres types de locaux possibles : local opérateur (hébergeant les équipements de l'opérateur).

Locaux techniques 2

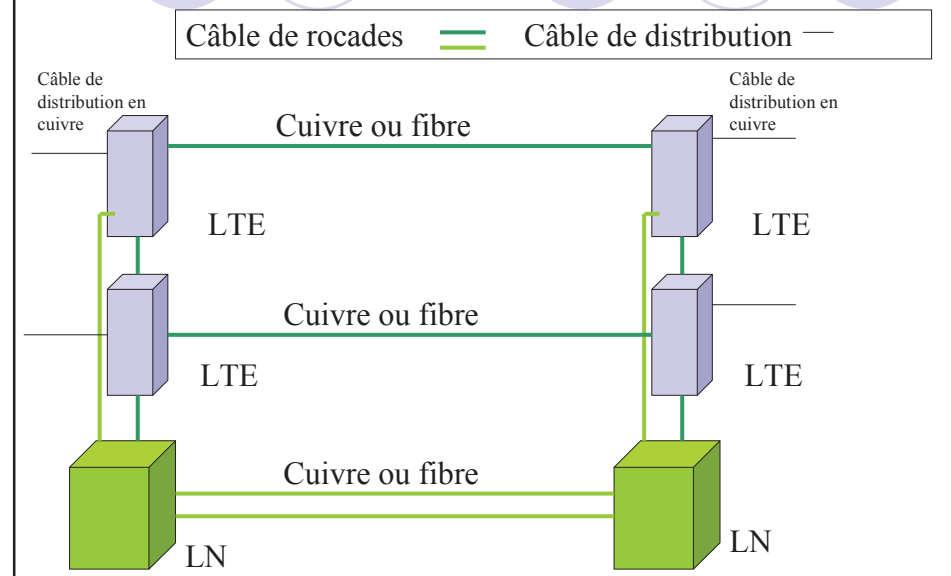
Surfaces usuelles :

Local	Surface moyenne
Local Technique d'Etage (LTE)	6 m ² (3 m x 2 m)
Locaux Nodaux (LN)	24 m ² (6 m x 4 m)
Local Opérateur	9 m ² (3 m x 3 m)

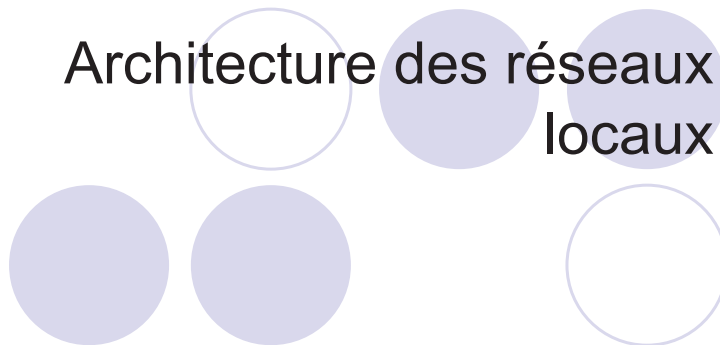
Architecture de câblage type



Architecture de câblage type (2)



Architecture des réseaux locaux



Plan

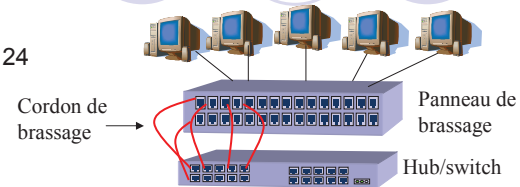
- Quel débit retenir?
- Répéteur (Hub) ou commutateur (Switch)?
- Architecture des réseaux locaux
- Le réseau fédérateur
- Mise en place de redondance pour la fiabilité.

Quel débit retenir?

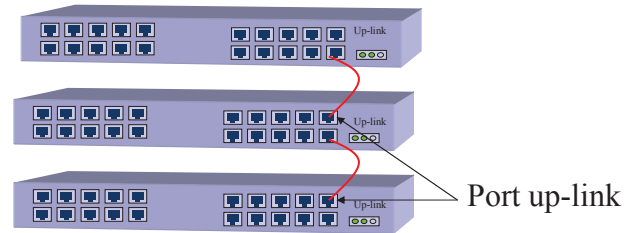
- Dépend des applications des utilisateurs
 - 10Mbit/s pour les postes de travail bureautique (devient obsolète)
 - 10/100Mbit/s pour les postes de travail multimédia et les serveurs
 - 1Gbit/s pour les gros serveurs et pour interconnecter les équipements réseaux

Concentrateur/commutateur

- Existe généralement en 8, 16, 24 ou 32 ports



- Empilable → un port peut servir pour s'interconnecter à un autre Hub/switch (généralement on a de 100 à 300 prises dans un LTE).

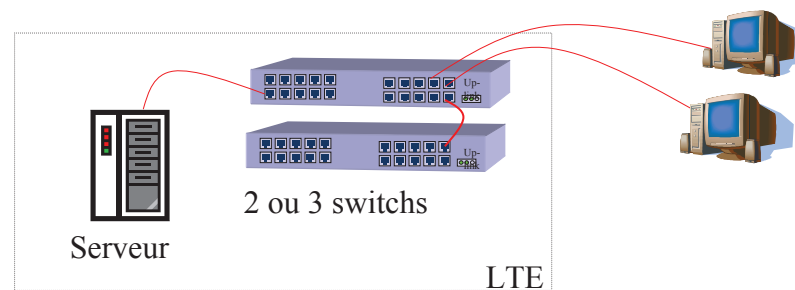


- Wifi?

Mise en place d'un réseau local : cas 1

Cas d'un seul étage

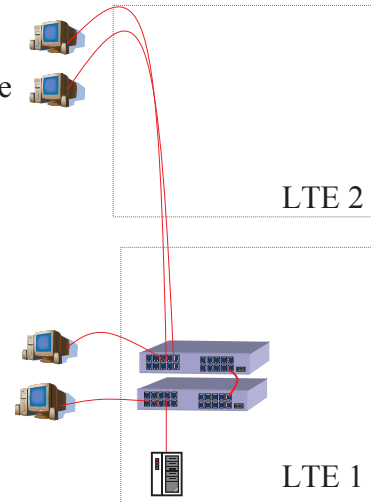
- Composer d'une cinquantaine de PCs
- Le prix des commutateurs ont rendu obsolètes les concentrateurs



Mise en place d'un réseau local : cas 2

Cas de deux étages

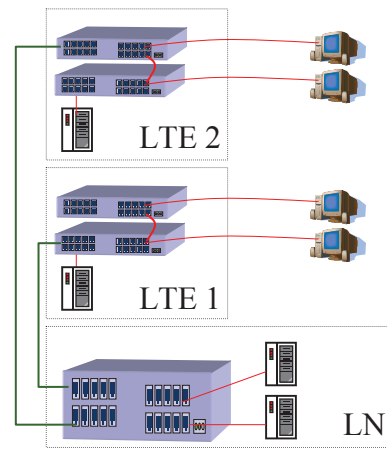
- Le premier étage est composé d'une cinquantaine de PCs
- Le deuxième étage a moins de 10 PCs
- même caractéristique en terme de débit que précédemment



Mise en place d'un réseau local : cas 3

Un réseau d'immeuble

- Plusieurs centaines de PCs répartis sur plusieurs étages



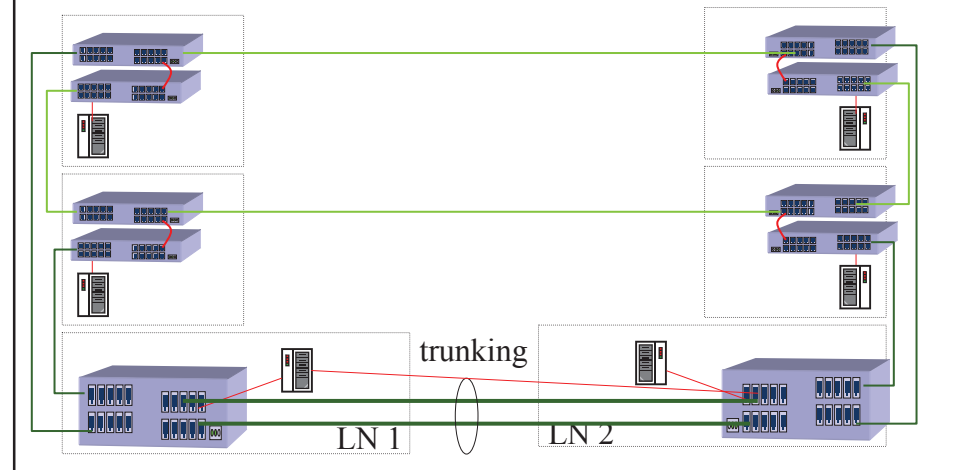
Pour interconnecter les LTE on met en place un réseau fédérateur (backbone) dans le local nodal.

On a « un collapse backbone » (réseau fédérateur effondré) qui consiste en un backbone en un seul point.

Topologie en étoile à deux niveaux: des utilisateurs au commutateur d'étages et des commutateurs d'étages au commutateur fédérateur.

Mise en place d'un réseau local : cas 4

Un gros réseau d'immeuble : assurer la continuité du service.



Exemples de prix.

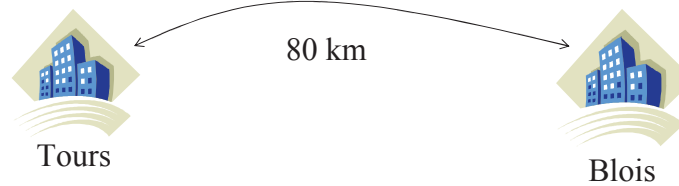
Switch	Nombre de ports	manag eable	châssis	prix
3 com et netgear	24	non	non	250-209 euros
3 com et netgear	24+2 ports giga	Oui	non	750-545 euros
Catalyst cisco série 2950	24+2 ports giga	oui	non	950 euros
Switch modulaire hp (vierge) Pour 8 logements	192 ports 10/100 maxi ou 48 ports gigabit	non	oui	1800 euros
Module 10/100	24		-	1000 euros
Module 100/1000	6		-	900 euros

Interconnections de réseaux



Problématique

- L'entreprise à deux réseaux sur deux sites



- Ethernet cuivre → problème de distance
- Poser une fibre optique → trop cher, trop compliqué
- → Utiliser les services d'un opérateur

Interconnections de sites

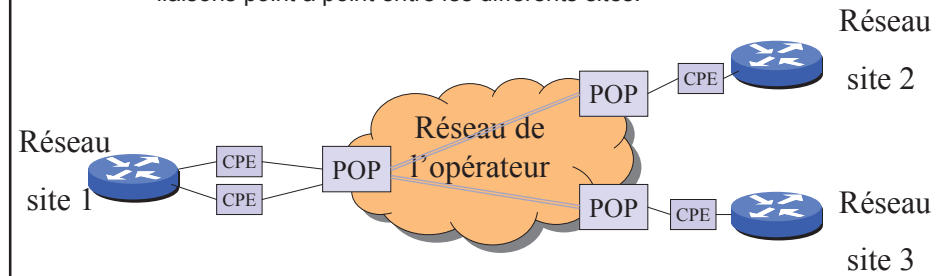
	description	débit
RTC Réseau Téléphonique Commuté	Réseau téléphonique analogique	De 19,2 à 56,6Kbit/s
RNIS Réseau Numérique à Intégration de Services (BE)	Réseau téléphonique numérique	64Kbit/s ou 128Kbit/s
LS Liaison Spécialisée	Liaison numérique en point à point (très utilisé)	De 64Kbit/s à 2Mbit/s ou 34Mbit/s
Frame Relay	Liaisons numériques à commutation de trames	De 64Kbit/s à 34Mbit/s
xDSL Digital Subscriber Line	Liaisons numériques en point à point (très utilisées pour l'accès à l'Internet)	De 64Kbit/s à 8Mbit/s
Offre Propriétaire. Exemple : offre interlan de Orange	Fibre optique pour Ethernet pour des sites distant de moins de 5 km.	100Mbit/s ou 1Gbit/s



- Pour l'xDSL, FT offre pour interconnecter des sites l'ADSL ou SDSL aux entreprises (SDSL pour symétrique).
- Cette offre est de plus en plus courante: elle est utilisée aujourd'hui plutôt qu'une LS. On met une LS si l'xDSL ne marche pas.
- Orange Business Service (ex Transpac, Equant) par exemple compte 65000 clients (entreprises). 260 000 accès (à cause des réseaux multisites bien sûr, et du fait qu'il y ait plusieurs accès par site) dont 58 000 TDSL (Turbo DSL) et 32 000 ADSL.

Interconnecter les sites par des Liaisons spécialisées

- On peut gérer son propre réseau en louant des LS.
- Une LS est alors nécessaire pour chaque interconnexion.
- On est en charge du routage, l'opérateur ne fournit que des liaisons point à point entre les différents sites.

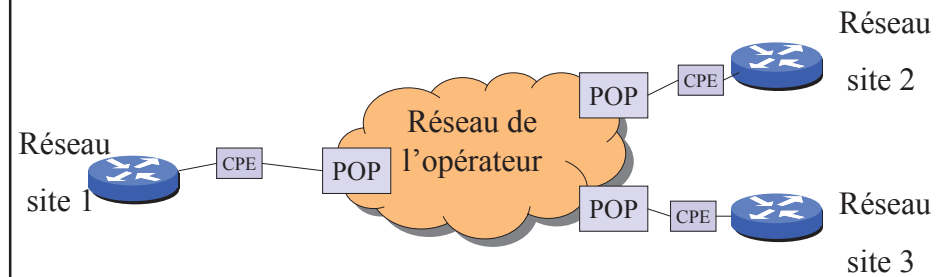


CPE : Customer Premises Equipment (installé et géré par l'opérateur)

POP : Point of Presence

Interconnexions gérées par l'opérateur

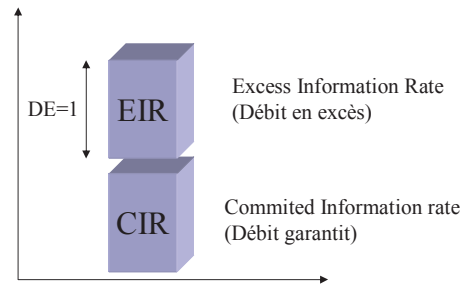
- Une liaison connecte chacun des sites au réseau de l'opérateur.
- L'opérateur fait le reste avec différents niveau de service
 - Il peut prendre en charge la configuration des routeurs par exemple
 - Garantir un niveau de disponibilité du réseau



CPE : Customer Premises Equipment (installé et géré par l'opérateur)

POP : Point of Presence

Frame Relay



Les débits sont calculés comme un nombre de bits transmis en un temps T_c (par exemple : $CIR = B_c / T_c$ et $EIR = B_e / T_c$).

- Le prix du EIR est généralement nettement plus faible que celui du CIR voir gratuit.
- Plusieurs circuits peuvent être envisagé vers les différents sites, par exemple pour ventiler les applications sur les différents circuits et leur garantir une QoS particulière.
- Si un seul circuit est utilisée, le routeur de sortie pourra gérer des priorités en fonction des applications.

Exercice Frame Relay (Relais de trames)

- Imaginons qu'un client est négocié avec son opérateur un CBS (Committed Burst Size) et un EBS (Excess Burst Size) pour un temps T.
 - Quel est le débit garanti négocié (CIR : Committed Information Rate) ?
 - Quel est le débit possible en excès (EIR : Excess Information Rate) ?
- Imaginons que ce client émette 100 trames de 500 octets toutes les 2 secondes, l'ensemble des trames est émis en moins d'une seconde.
 - Quel est le débit moyen (côté client) ?
 - Quels est la quantité et le débit en excès si CBS=300kbits, EBS=200kbits pour T=2 secondes. Que valent EIR et CIR?
 - Même question mais avec CBS=150kbits, EBS=100kbits pour T=1 seconde.
- Quel est l'impact de T sur les débits ?
- Le transport de la voix (téléphone) est-il possible dans un réseau relais de trames et si oui, comment doit être négocié les paramètres de la liaison avec l'opérateur ?

Déterminer le débit nécessaire

- Evaluer le débit nécessaire
 - Débit surévaluer : coût trop important
 - Débit sousévaluer : congestion/perde de paquets, temps de réponse élevé.
- A partir de volumes échangés entre sites si le réseau existe déjà
 - A partir de facture détaillé
 - D'outils de mesures
- A partir d'hypothèses si il n'y a pas de données disponible
 - Identification des flux applicatifs véhiculés sur les liaisons : Web, messageries, transfert de fichiers(ftp), transactionnelles (base de données,application sur le serveur), telnet, etc.
 - Ventiler ces données quantitativement par couple de sites
 - Etablir les matrices de flux, volumétriques et de trafic
 - Dimensionner les liaisons

Estimer la volumétrie par application

- Déterminer le nombre de transfert de fichier par utilisateur et la taille moyenne des transferts pour chaque couple de sites pour une journée (permet de lisser les variations).

Applications	Exemples d'estimation de la volumétrie
Messagerie SMTP ou exchange	15 messages par utilisateur et par jour x 100ko + synchronisation des annuaires
Transfert de fichier FTP	15% des utilisateurs à utiliser ce service, 1Mo par jour et par utilisateur.
Transactionnelles sites centraux	100 à 200 écrans de 2 ou 4ko par jour et par utilisateur
Transactionnelles web	20 à 50 écrans de 4 à 100ko par jour et par utilisateur
Conversationnelles Telnet	Dépend des applications ; généralement un écran = 2 à 4ko
Services réseaux (télécopie, etc.)	10 fax par jour de 10ko
Administration réseau	0 à 10 sessions telnet sur chaque routeur Configuration SNMP de 1ko par équipement et par jour Sondes RMON : 1 à 10 transferts de fichiers par jour (plusieurs centaines de ko).

Etablir les matrices des flux et volumétriques

- La matrice des flux présente les types de flux et les utilisateurs qui les génèrent.
- La matrice volumétrique représente les volumes de données entre les sites en fonction du type de flux. Elle doit être calculée dans les deux sens.

	Toulouse → Paris	Paris → Toulouse	Paris → Lyon	etc.
<i>Flux transactionnels (web)</i>				
Nombre d'utilisateurs	400	400	50	
Volumétrie unitaire (ko)	50	0,5	50	
Pages par jour et par utilisateur	10	10	10	
Quantité / utilisateur / jour (ko)	500	5	500	
Total journalier en Mo	200	2	25	
<i>Flux conversationnels Telnet</i>				
Flux transactionnels (web)	40	40	100	
Nombre d'utilisateurs	4	0,5	0,5	
Volumétrie unitaire (ko)	100	50	50	
Ecrans par jour et par utilisateur	100	100	50	
Quantité / utilisateur / jour (ko)	400	50	25	
Total journalier en Mo	16	2	2,5	
Volume total en Mo	960	320	240	



Calcul du débit moyen

- On cherche B_p la bande passante requise entre deux sites
- V_j : le volume journalier en Ko. Cela correspond au total du volume qui transitera sur le lien.
- T_h : coefficient permettant de se ramener à l'heure chargée. On considère généralement que durant les deux heures les plus chargées de la journée (de 10h à 11h et de 15h à 16h) 60% du trafic est véhiculé.
- O_v : overhead généré par les protocoles TCP-IP-PPP (de l'ordre de 20%).
- T_u : taux maximale d'utilisation de la bande passante du lien.

Exercice 1

- Donnez la formule permettant de calculer la bande passante nécessaire à partir des coefficients énoncés. L'unité est le Kbit/s.

Temps de réponse



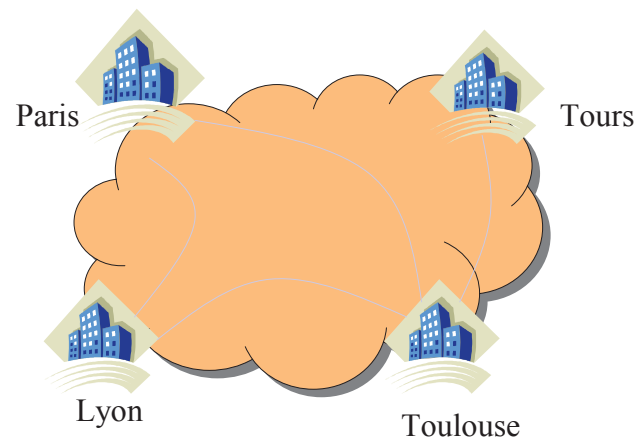
- Temps attendu par le client entre le début du téléchargement et la fin

$$Bp = \frac{Vo}{Tps}$$

Exercice 2

- A partir du tableau volumétrique donnée en exemple. Calculé la bande passante nécessaire entre Paris Toulouse. Il s'agira d'un lien full-duplex symétrique.
- Quelle sera les temps de réponses minimaux pour les téléchargements de fichiers de 10, 25, 100 et 1000ko sur des liaisons de 128kbit/s, 1Mbit/s et 2Mbit/s.

Plusieurs sites à interconnecter



Matrice de trafic

Exprimer les bandes passantes entre les différents sites

	Lyon	Paris	Toulouse	Tours
Lyon	0	a_{12}	a_{13}	a_{14}
Paris	a_{21}	0	a_{23}	a_{24}
Toulouse	a_{31}	a_{32}	0	a_{34}
Tours	a_{41}	a_{42}	a_{43}	0

Exercice 3

Soit la matrice de trafic suivante :

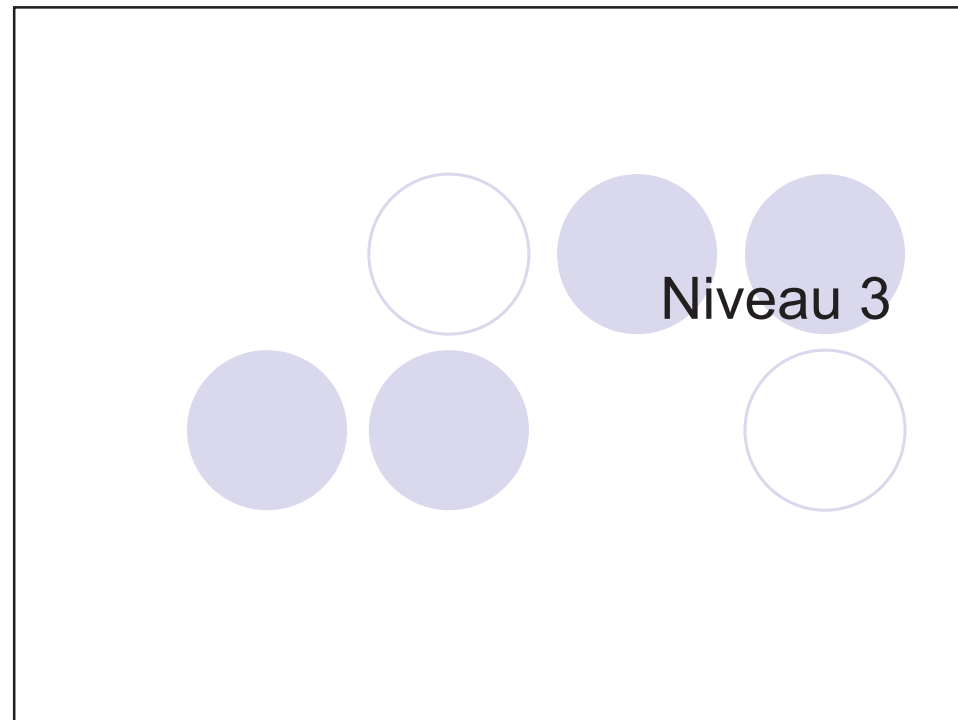
	Lyon	Paris	Toulouse	Tours
Lyon	0	16	18	22
Paris	20	0	20	25
Toulouse	25	41	0	30
Tours	30	15	20	0

Déterminer les capacités nécessaires sur chacun des liens. Combien de canaux à 64Kbit/s sont nécessaires entre les différents sites?

Prioritisation des flux

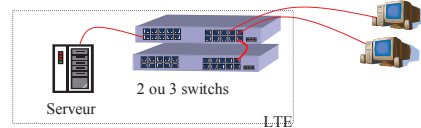
- Différents type de flux sont à destination du même site/réseau, mais ont des contraintes différentes:
 - Possibilité d'avoir plusieurs LS ou plusieurs circuits virtuels Frame Relay pour faire passer différents type de trafic ayant des contraintes différentes.
 - Il est moins coûteux d'avoir une seule connexion et un système de priorités sur les files d'attente.
 - Par exemple, un routeur Cisco gère 4 priorités correspondant à 4 files d'attentes: high, medium, normal, low.

```
priority-list 1 protocol ip high tcp 23  
priority-list 1 protocol ip low tcp 20  
priority-list 1 protocol ip low tcp 21  
priority-list 1 default medium
```



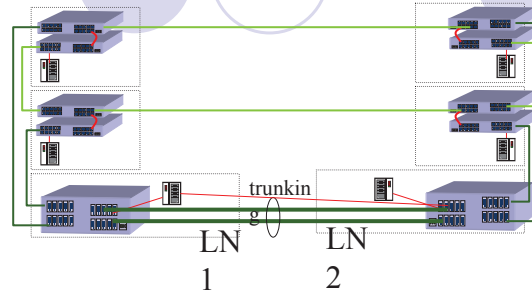
Routeur : petit réseau.

- Pour un réseau de moins de 50 PCs



- Un petit « routeur » suffit.
- Ils prennent en charge:
 - accès (RNIS)
 - Accès utilisateur (authentification, etc.)
 - Firewall
 - Gestion de priorité en fonction du type de trafic.
- Ordre de prix : 700 euros.

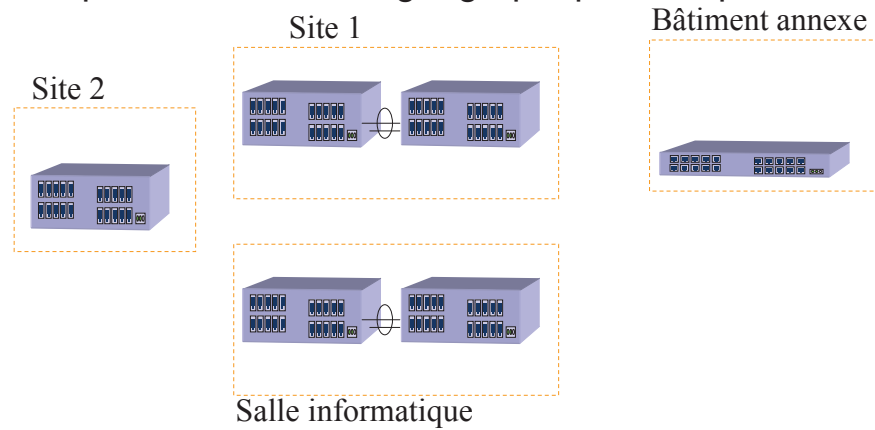
Routeur : Grand réseau



- Mise en place de VLAN pour séparer des domaines de diffusion
- Les VLAN peuvent avoir différentes racines pour leur « spanning tree ».
- Mais il est préférable de choisir les commutateurs du réseau fédérateur comme racines
- On place les routeurs dans les salles informatiques (local nodal).
- On privilégie les commutateurs de niveau 3 au routeur classique pour des raisons de performances.

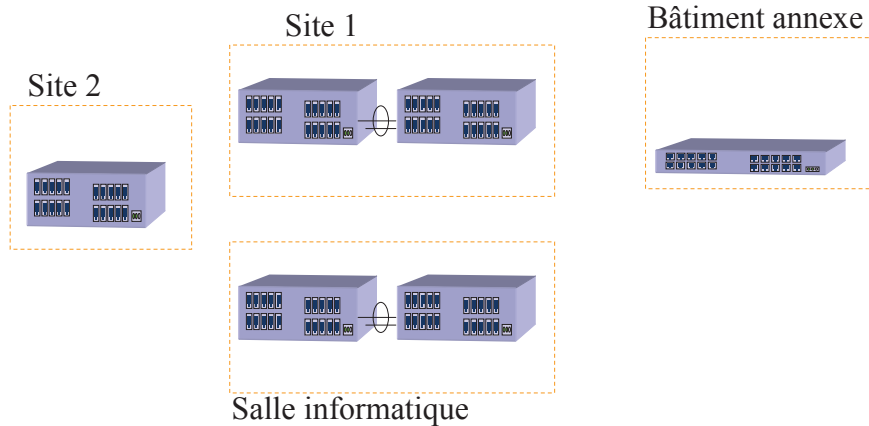
Réseau de campus

- Réseau de campus : interconnexion de plusieurs bâtiment géographiquement proche.

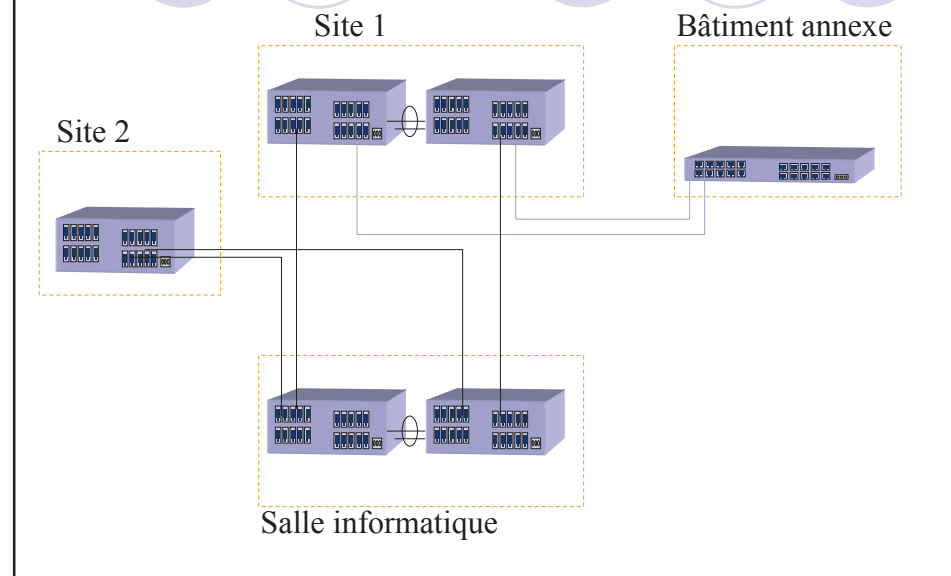


WAN ou réseau de campus

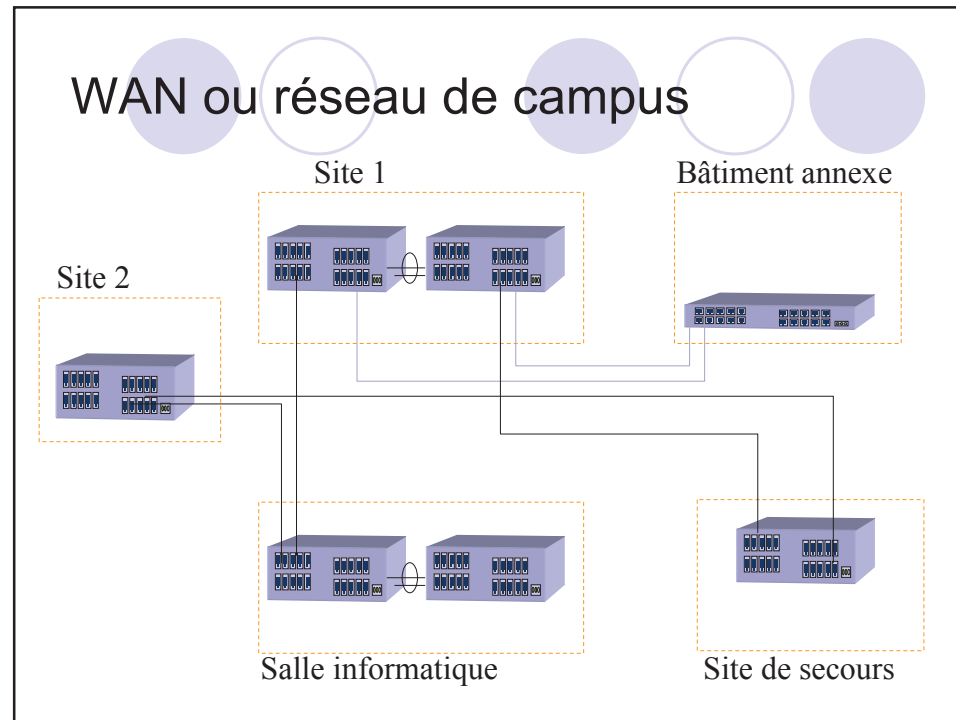
- Gigabit Ethernet.
- Des fibres optiques relient les différents bâtiments.



WAN ou réseau de campus



WAN ou réseau de campus



Hot Standby Router Protocol (RFC 2281)

- Protocoles permettant de palier à la défaillance d'un routeur (spécifié par cisco).

