

# Architecture de réseaux

Enseignante: Judith Soulamite Nouho Noutat, Msc en Informatique

# Chapitre 2: Notions essentielles sur la conception de réseaux

# Introduction

- Un réseau formé d'un maillage de 50 nœuds de routage seulement peut déjà générer des problèmes complexes, aux conséquences imprévisibles.
  - Lorsque l'on tente d'optimiser plusieurs réseaux, composés de milliers de nœuds, les difficultés sont encore plus grandes.
- En dépit de l'amélioration des performances des équipements et des caractéristiques fonctionnelles des médias de transmission, la conception d'un réseau tend à se complexifier.
  - La tendance est à des environnements de plus en plus hétérogènes, qui associent de nombreux médias et protocoles, et impliquent pour n'importe quelle organisation une interconnexion à des réseaux extérieurs.
- L'observation de certaines règles de prudence dans l'élaboration d'un réseau permet de limiter les problèmes qui pourraient apparaître dans le futur, à mesure que le réseau se développera.

# Introduction

- Ce chapitre présente les grandes lignes de la planification et de la conception d'un réseau.
- Trois sujets d'ordre général y sont traités :
  1. Compréhension des concepts de base de la mise en œuvre de réseaux ;
  2. Identification et choix des fonctionnalités nécessaires à cette mise en œuvre ;
  3. Identification et sélection des équipements de réseau

# Concepts de base de la mise en œuvre de réseaux

# Equipements de réseau

- Les concepteurs de réseaux disposent de quatre types d'équipements de base :
  - Les hubs (concentrateurs) ;
  - Les ponts ;
  - Les commutateurs ;
  - Les routeurs.



Tableau 2.1 : Récapitulatif des caractéristiques des équipements de réseau

<i>Équipement</i>	<i>Description</i>
Hubs (concentrateurs)	Les hubs servent à relier plusieurs utilisateurs à un seul équipement physique, lui-même connecté au réseau. Ils agissent comme des répéteurs, régénérant le signal qui transite par eux.
Ponts	Les ponts servent à séparer logiquement des segments d'un même réseau. Ils opèrent au niveau de la couche Liaison de données du modèle OSI (couche 2) et sont indépendants des protocoles de couche supérieure.
Commutateurs	Les commutateurs sont semblables aux ponts, mais ils possèdent généralement un plus grand nombre de ports. Chaque port dessert un seul segment de réseau, séparant de ce fait les domaines de collision ( <i>collision domain</i> ). Aujourd'hui, dans les armoires de câblage, les concepteurs de réseaux remplacent les hubs par des commutateurs afin d'augmenter les performances ainsi que la bande passante du réseau, tout en préservant les investissements existants en matière de câblage.
Routeurs	Les routeurs séparent les domaines de broadcast (diffusion générale) et sont utilisés pour connecter des réseaux différents. Ils aiguillent le trafic en utilisant l'adresse du réseau de destination (couche 3) et non l'adresse MAC de la station de travail (couche 2). Les routeurs sont dépendants des protocoles.

# Introduction à la commutation

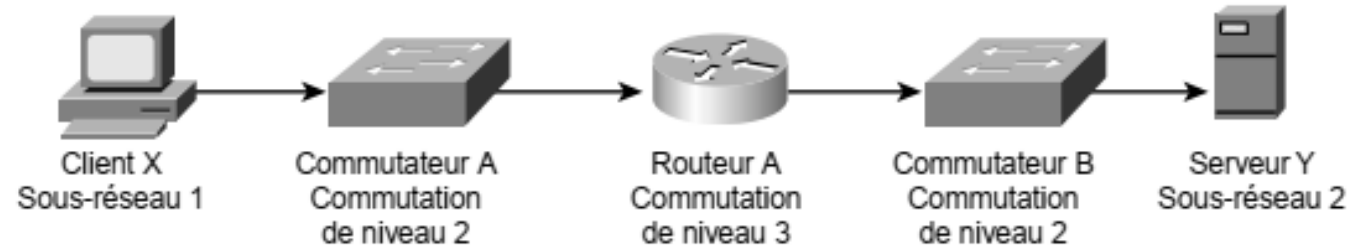
- Dans les transmissions de données, tous les équipements de commutation et de routage exécutent les deux opérations de base suivantes :
  - Commutation de trames de données.
    - Il s'agit généralement d'une opération en mode différé (store-and-forward) dans laquelle une trame atteint un canal d'entrée, pour être ensuite transmise vers un canal de sortie.
  - Maintenance des opérations de commutation.
    - Les commutateurs construisent et maintiennent des tables de commutation et recherchent les boucles.
    - Les routeurs maintiennent à la fois des tables de routage et des tables de services.
- Il existe deux méthodes de commutation de trames de données : au niveau de la couche 2 et au niveau de la couche 3.



# Commutations de niveau 2 et de niveau 3

- Le processus de commutation consiste à recevoir une trame entrante au niveau d'une interface, puis à la retransmettre en sortie par une autre interface.
- Les routeurs s'appuient sur la commutation de niveau 3 pour aiguiller un paquet alors que les commutateurs emploient la commutation de niveau 2 pour transmettre les trames.
- La différence entre ces deux méthodes de commutation réside dans le type d'informations situées à l'intérieur de la trame, utilisées pour déterminer l'interface de sortie appropriée.
  - La commutation de niveau 2 se fonde sur les informations d'adresse MAC pour acheminer les trames, alors que celle de niveau 3 utilise les informations de la couche réseau.

# Implications des commutations de niveau 2 et de niveau 3

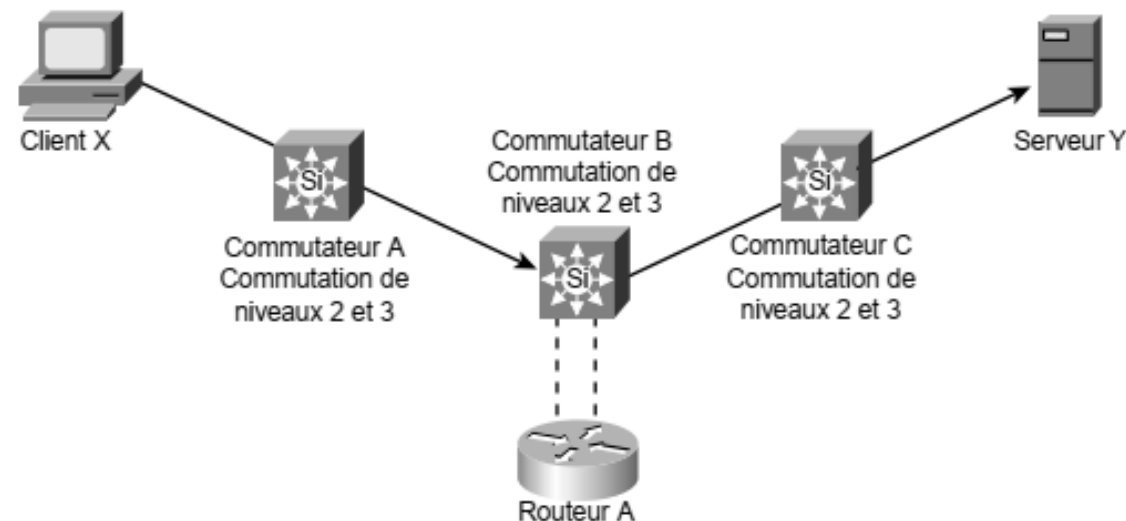


**Figure 2.1**

*Circulation du trafic entre deux sous-réseaux, avec des commutateurs de niveau 2 et un routeur de niveau 3.*

**Figure 2.2**

*Déploiement de la commutation de niveau 3 à travers tout le réseau.*



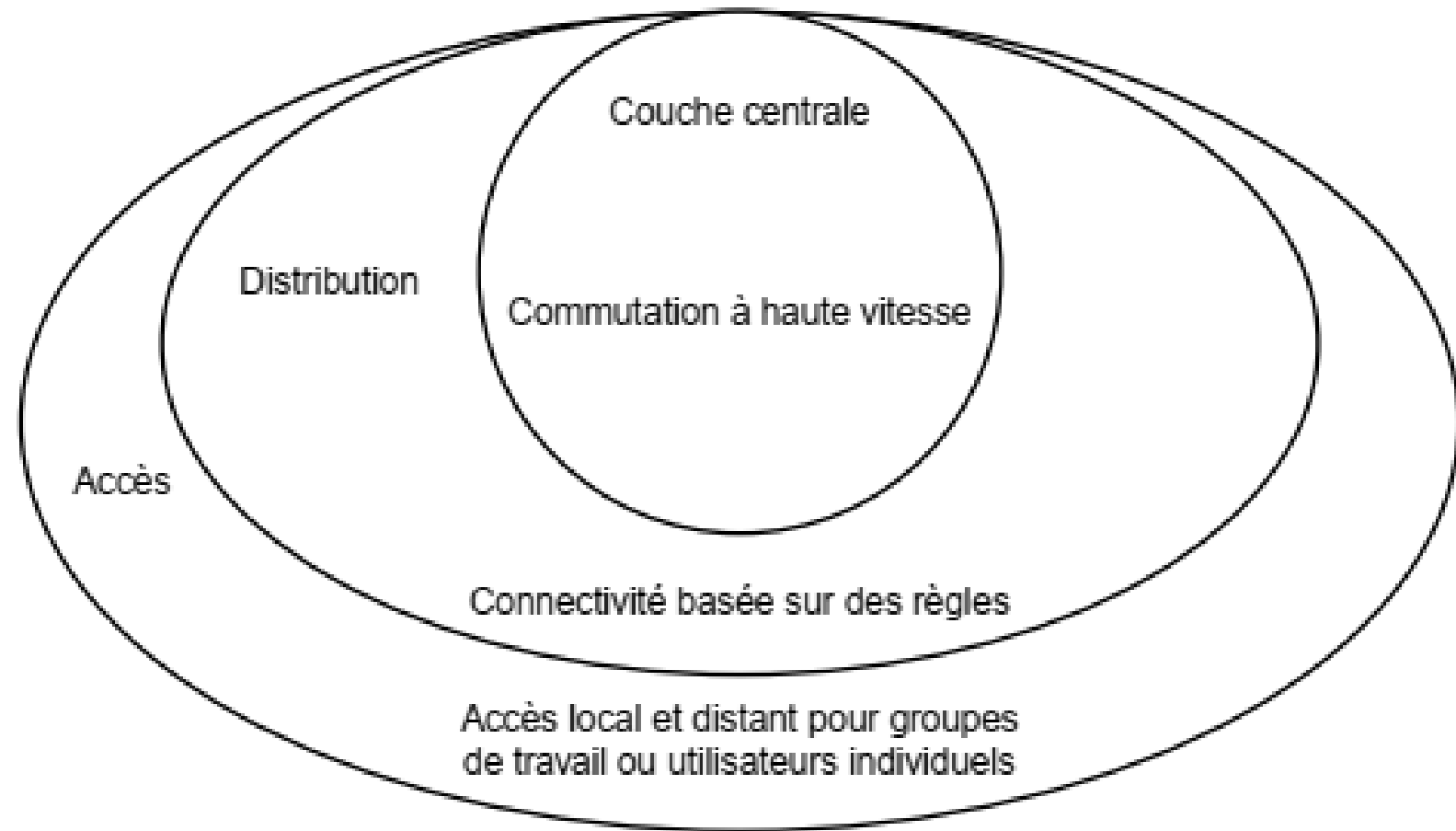
Identification et choix des  
fonctionnalités de réseau

# Identification et choix d'un modèle de conception de réseau

- Modèle de conception hiérarchique
  - Une conception hiérarchique implique la présence des trois couches suivantes :
    - **L'épine dorsale**, appelée aussi réseau fédérateur, qui représente la couche centrale assurant le transport optimal des données entre les sites ;
    - **La couche de distribution**, qui fournit une connectivité basée sur des règles ;
    - **La couche d'accès local**, qui offre aux groupes de travail et aux utilisateurs individuels un accès au réseau.

**Figure 2.3**

*Modèle de conception  
de réseau hiérarchique.*



# Services du réseau fédérateur

- Optimisation du chemin
- Priorité du trafic
- Équilibrage de charge
- Chemins alternatifs
- Accès commuté
- Encapsulation (mise en œuvre d'un tunnel).

# Services de distribution

- Gestion de la bande passante du réseau fédérateur
- Filtrage de zones et de services
- Distribution stratégique
- Services de passerelle
- Redistribution de routes interprotocoles
- Traduction du format de trame.

# Services d'accès locaux

- Adressage de réseau à valeur ajoutée
- Segmentation de réseau
- Diffusion broadcast et diffusion multicast
- Services de noms, de proxy et de cache local
- Sécurité de l'accès au média
- Découverte de routeurs.

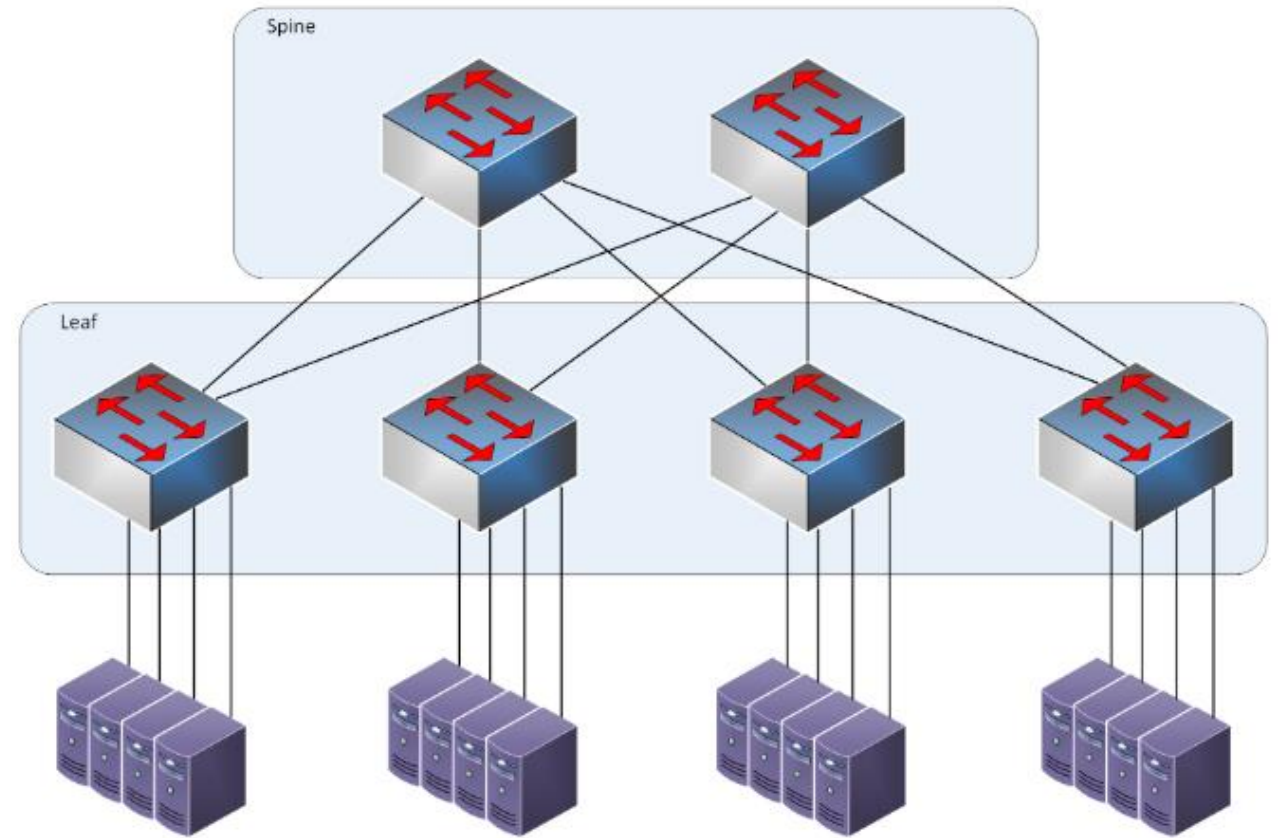


# Modèle Spine-Leaf

- Le modèle spine-leaf, un type d'architecture de réseau plat, gagne en popularité pour les réseaux de campus.
  - Ce modèle se compose de deux couches : la couche **dorsale**, composée de commutateurs haute capacité qui interconnectent les commutateurs feuilles, et la couche **feuille**, composée de commutateurs qui connectent les terminaux au réseau.
  - Chaque commutateur de feuille est connecté à chaque commutateur de colonne vertébrale, formant une topologie de type maillage.

# Modèle Spine-Leaf

- L'architecture Leaf-Spine représente une topologie de réseau de Datacenter de plus en plus populaire.
  - Elle consiste en deux niveaux composés de commutateurs « feuilles » (Leaf) et de commutateurs « troncs » (Spine).
  - Dans une telle topologie, chaque périphérique d'une couche se connecte à chaque périphérique d'une autre couche.
  - Aucun lien direct n'existe entre les appareils situés sur la même couche.



# Modèle Spine-Leaf

- Le niveau Leaf est constitué de commutateurs d'accès qui regroupent le trafic des serveurs (généralement fixés en top-of-rack ou end-of-rack) et se connectent directement au Spine.
- Les commutateurs Spine interconnectent tous les commutateurs Leaf dans une topologie à maillage complet.
- Collectivement, les périphériques réseau sur les deux couches forment ce que l'on appelle la matrice de commutation.

# Modèle Spine-Leaf

- Le modèle spine-leaf présente plusieurs avantages:
  - L'amélioration des performances et de l'évolutivité du réseau en fournissant des connexions à large bande passante et à faible latence entre deux périphériques du réseau
  - L'amélioration de la fiabilité et de la disponibilité du réseau en fournissant plusieurs chemins et un équilibrage de charge entre les commutateurs spine et leaf,
  - L'augmentation de la flexibilité et de l'adaptabilité du réseau en permettant l'ajout et le retrait faciles de commutateurs et de périphériques sans affecter la topologie du réseau.
- Cependant, ce modèle peut être coûteux à déployer et à exploiter, nécessiter plus de câblage et de densité de ports que le modèle hiérarchique, et compliquer la conception et la gestion du réseau en nécessitant plus de protocoles et de configurations.

# Modèle hybride

- Un troisième modèle de conception de réseau qui peut être envisagé pour les réseaux de campus est le modèle hybride, qui est une combinaison des modèles hiérarchiques et spine-leaf.
  - Ce modèle peut fournir des connexions à large bande passante et à faible latence entre les commutateurs Spine et Leaf, tout en réduisant le nombre et la complexité des commutateurs du réseau.
  - Il peut optimiser la fiabilité et la disponibilité en assurant la redondance et l'isolation des pannes entre les commutateurs dorsaux, tout en permettant des chemins multiples et un équilibrage de charge entre les commutateurs Leaf.
  - De plus, il permet d'intégrer et de migrer facilement les technologies et les appareils existants et nouveaux dans le réseau.
  - Cependant, il peut introduire des goulots d'étranglement et une latence dans la couche dorsale, augmenter la complexité de la conception et de la gestion, et dépendre de la taille du réseau pour déterminer le nombre optimal de commutateurs dorsales et feuilles.

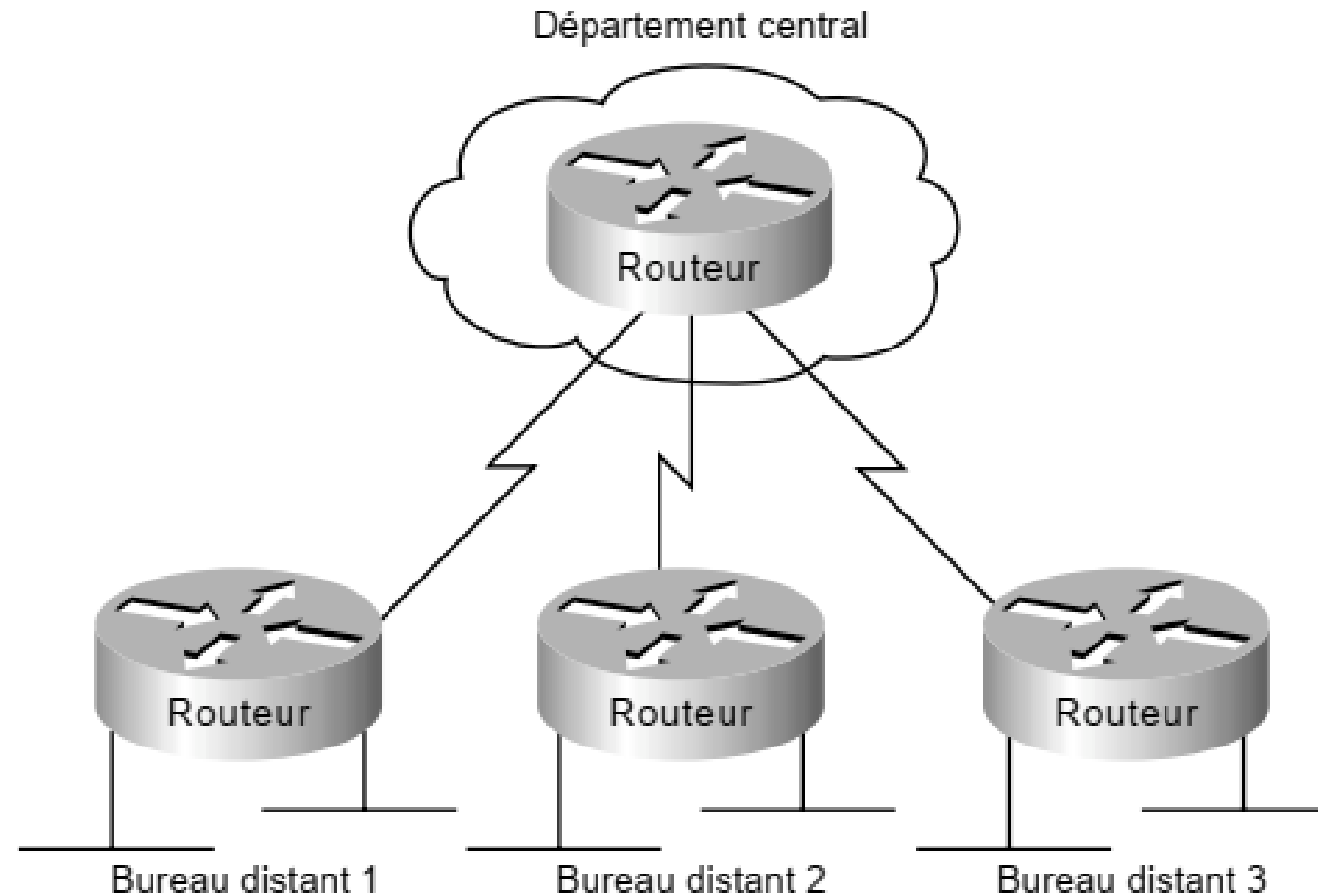
# Choix des options de fiabilité de réseau

- Définir le niveau de résistance souhaité et le niveau auquel la redondance doit être assurée est une tâche très importante dans la conception d'un réseau
  - Disponibilité des applications
- Différentes approches qui permettent de créer des réseaux redondants:
  - Liens redondants versus topologies maillées
  - Systèmes d'alimentation redondants
  - Implémentations d'un média avec tolérance aux pannes
  - Matériel de secours

# Exemple d'étude

**Figure 2.18**

*Conception type d'un réseau non redondant.*

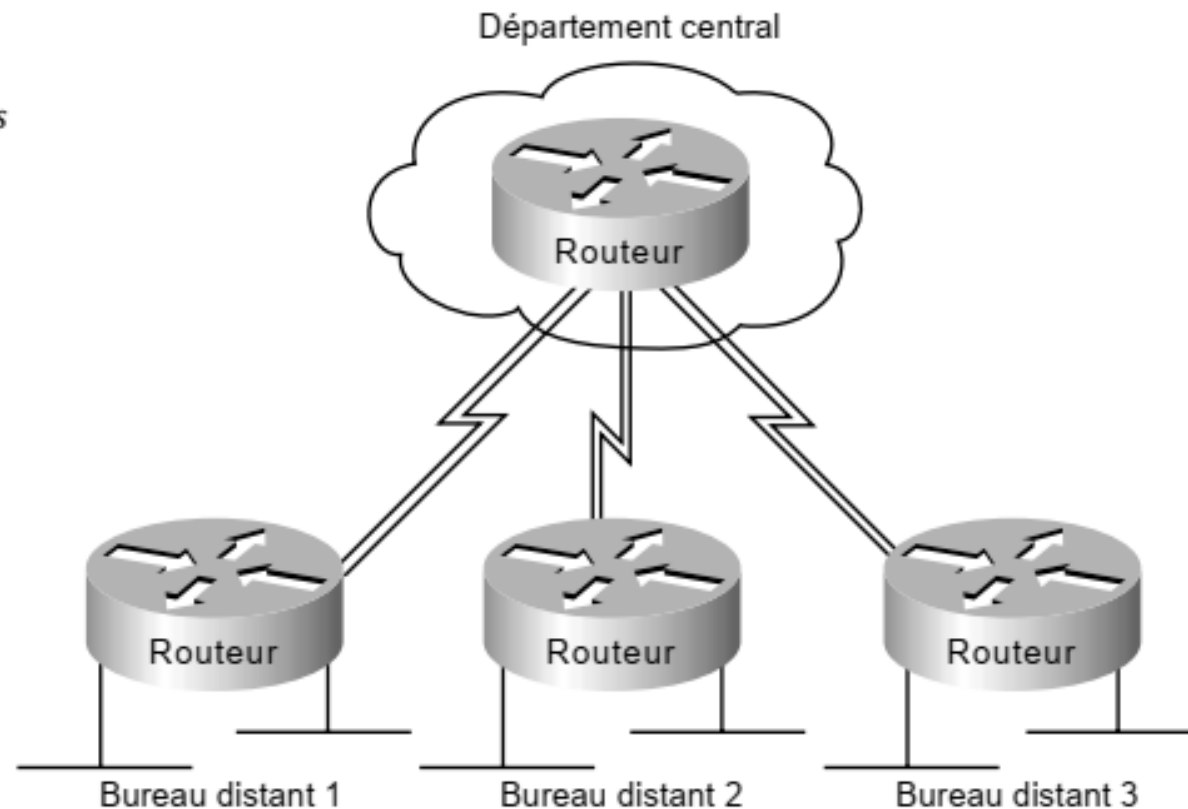


# Liens redondants versus topologies maillées

- La combinaison des facteurs de fiabilité médiocre, de manque de rapidité et de haute importance fait de la liaison WAN un bon candidat à la redondance.

**Figure 2.19**

*Un réseau doté de liaisons doubles entre les sites distants et le site central.*



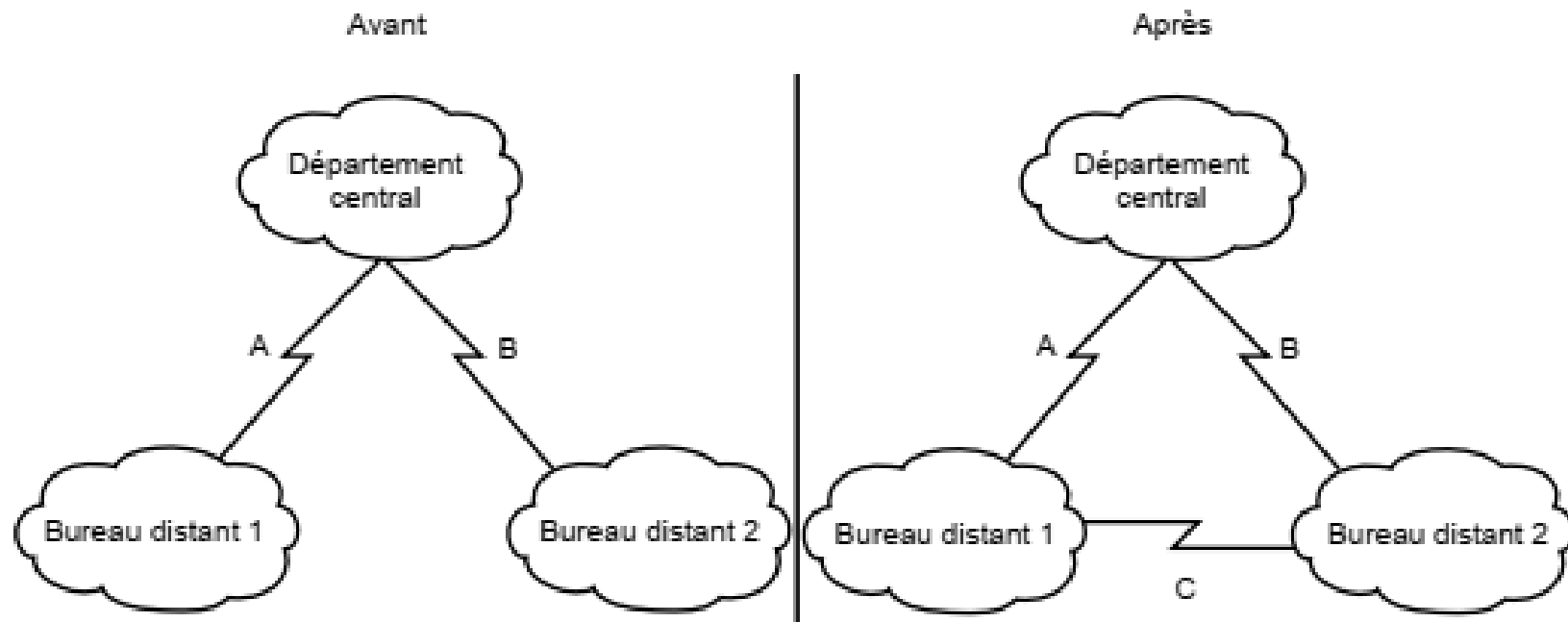


# Liens redondants versus topologies maillées

- Le principal inconvénient de la duplication de liaisons WAN vers chaque bureau distant est le coût.
- Une solution moins coûteuse consiste à relier des sites distants au moyen d'une topologies maillée

**Figure 2.20**

*Evolution d'une topologie en étoile vers une topologie maillée.*

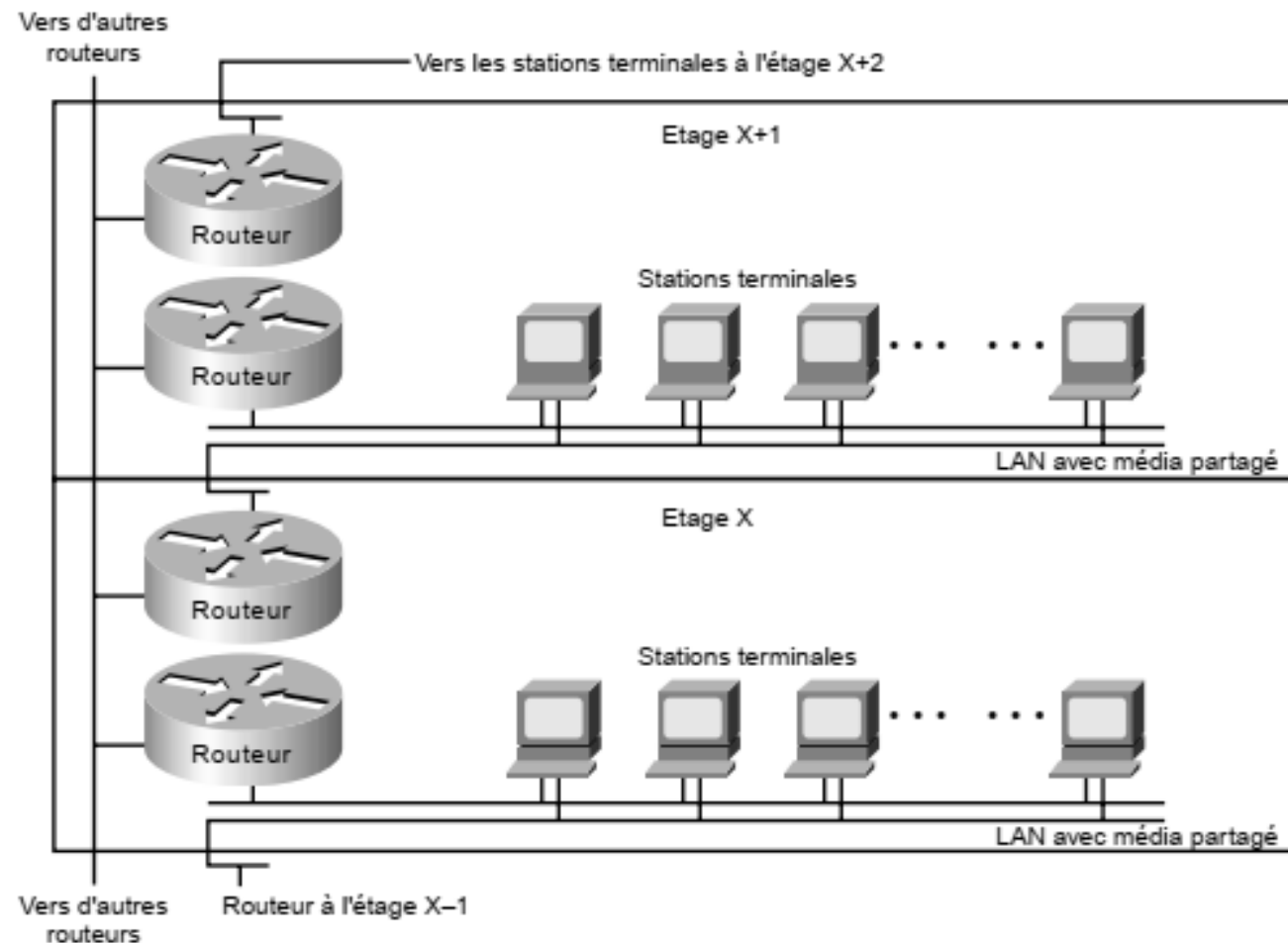


# Systèmes d'alimentation redondants

- Les coupures d'alimentation sont courantes sur les réseaux étendus
- Sur le plan des équipements de réseau, les systèmes d'alimentation double peuvent jouer un rôle préventif en cas de ruptures
  - En cas de panne, le routeur peut ainsi assurer la communication entre les réseaux connectés.
- Pour se protéger des coupures de courant au niveau local ou sur l'ensemble d'un site, certaines entreprises négocient des dispositions spéciales avec les compagnies d'électricité, afin de pouvoir utiliser plusieurs armoires électriques au sein de leur organisation.
- L'impact des coupures de courant très localisées peut être limité si l'on est assez prudent lors de la planification du réseau.
  - Lorsque cela est possible, les composants redondants devraient être alimentés par des circuits différents et ne devraient pas partager un même emplacement physique
- La duplication totale ou partielle d'un centre de traitement des données est également une solution envisageable.

# Systemes d'alimentation redondants

**Figure 2.21**  
*Composants redondants sur différents étages.*



# Implémentation d'un média avec tolérance aux pannes

- La défaillance d'un média est l'un des problèmes qui peut se produire sur un réseau.
- Une façon de réduire les désagréments causés par le dysfonctionnement du média est de le diviser en segments plus petits et d'utiliser un équipement différent pour chacun d'eux.
  - Cela permet de limiter l'impact d'une panne à un segment particulier
- La redondance peut également être exploitée pour réduire les risques de panne de média

# Implémentation d'un média avec tolérance aux pannes

- Certains protocoles d'accès au média sont dotés de fonctionnalités intégrées de tolérance aux pannes.
  - Les concentrateurs de câblage pour les réseaux Token Ring, appelés MAU (Multistation Access Unit), peuvent détecter certaines défaillances de connexion du média et les contourner en interne.
  - L'anneau double FDDI (contrarotatif) permet de contourner une portion du réseau qui pose problème, en faisant transiter le trafic sur le second anneau.
- Sur le plan du routage, de nombreuses défaillances du média peuvent être contournées sous réserve que des chemins alternatifs existent et soient disponibles.
  - Les réseaux maillés fournissent des routes alternatives, ce qui permet aux routeurs de compenser les défaillances du média.

# Matériel de secours

- A l'instar de tous les dispositifs complexes, les routeurs, commutateurs et autres équipements de réseau peuvent souffrir de problèmes matériels.
- Lorsque de sérieuses défaillances se produisent, l'utilisation d'équipements en double peut réduire de façon efficace les effets négatifs.
- En cas de panne, des protocoles de découverte de chemin peuvent aider les stations terminales à localiser de nouveaux itinéraires, au moyen desquels elles pourront communiquer sur le réseau.
  - Si chaque réseau connecté à l'équipement défaillant possède un chemin alternatif pour sortir de la zone locale, l'intégralité de la connectivité est préservée.
- Afin d'assurer une certaine redondance, de nombreux réseaux sont dotés de plusieurs routeurs qui interconnectent des LAN particuliers.
  - Le protocole HSRP (Hot Standby Router Protocol) est une solution qui rend les changements de topologie de réseau transparents pour les hôtes.

# Identification et choix des équipements de réseau

# Identification et choix des équipements de réseau

- Les concepteurs de réseaux disposent de quatre types d'équipements de réseau de base :
  - Les hubs (concentrateurs) ;
  - Les ponts ;
  - Les commutateurs ;
  - Les routeurs.



# Identification et choix des équipements de réseau

- Les commutateurs peuvent, sur le plan fonctionnel, être divisés en deux groupes principaux : les commutateurs de niveau 2 et les commutateurs multicouches, qui offrent des services de commutation des niveaux 2 et 3.
- Aujourd'hui, les concepteurs ont tendance à remplacer les hubs dans les armoires de câblage par des commutateurs, dans le but d'améliorer les performances de réseau et de préserver les investissements existants au niveau du câblage.
- Les routeurs permettent de segmenter le trafic du réseau en se fondant sur l'adresse de destination de la couche réseau (niveau 3) à la place de l'adresse MAC.
  - En conséquence, les routeurs sont dépendants des protocoles.

# Avantages des commutateurs (services de niveau 2)

- Un commutateur de niveau 2 peut présenter les avantages suivants:
  - **Bande passante.**
    - Les commutateurs de réseaux locaux permettent aux utilisateurs de bénéficier d'excellentes performances, en allouant une bande passante dédiée à chaque port de commutation. Chacun de ces ports représente un segment de réseau différent.
    - Cette technique est connue sous l'appellation microsegmentation.
  - **VLAN.**
    - Les commutateurs de réseaux locaux peuvent regrouper des ports individuels en groupes de travail logiques commutés, appelés VLAN (Virtual LAN), qui permettent de réduire le domaine de broadcast à certains ports membres du réseau virtuel.
    - Ces réseaux virtuels sont également connus sous l'appellation domaines commutés ou domaines de commutation autonomes.
    - La communication entre deux réseaux virtuels nécessite l'emploi d'un routeur.
  - **Reconnaissance et traduction automatiques de paquets.**
    - Cette fonctionnalité permet aux commutateurs de traduire automatiquement le format des trames, tel que MAC Ethernet vers SNAP FDDI.

# Avantages des routeurs (services de niveau 3)

- Imposant une structure (généralement hiérarchique) sur un réseau, les routeurs peuvent utiliser efficacement des chemins redondants et choisir les routes optimales, même dans un environnement changeant dynamiquement.
- Les routeurs sont nécessaires pour garantir l'évolutivité du réseau, au fur et à mesure qu'il s'étend.
  - Ils assurent les services suivants, qui sont essentiels pour la conception de réseaux :
    - contrôle de la diffusion broadcast et multicast ;
    - segmentation de domaines de broadcast ;
    - sécurité ;
    - qualité de service (QoS) ;
    - multimédia

# Options de routage du réseau fédérateur

- Epine dorsale avec routage multiprotocole
  - Routage intégré
    - Le routage intégré implique l'emploi d'un seul protocole de routage (par exemple, par état de lien) qui détermine le chemin de plus faible coût pour différents protocoles routés.
  - Routage séparé.
    - Cette approche implique l'utilisation d'un protocole de routage différent pour chaque protocole de réseau routé.
- Epine dorsale monoprotocole
  - Le choix de se limiter à un réseau fédérateur à protocole unique convient lorsqu'un nombre relativement faible de protocoles différents doit être géré, sur un nombre réduit de réseaux isolés.

# Types de commutateurs

- Les commutateurs peuvent être classés de la façon suivante :

- Commutateurs LAN.

- Les commutateurs de cette catégorie peuvent encore être classés dans deux sous-catégories, à savoir les commutateurs de niveau 2 et les commutateurs multicouches.



- Commutateurs ATM.

- La commutation ATM et les routeurs ATM fournissent une bande passante de réseau fédérateur plus importante, afin de satisfaire aux exigences des services de données à haut débit.



# Commutateurs LAN

- Les commutateurs LAN, hautement performants et rentables, procurent aujourd'hui aux administrateurs de réseau les avantages suivants :
  - une meilleure microsegmentation
  - une meilleure transmission des agrégats de données
  - davantage de bande passante sur les réseaux fédérateurs d'entreprise
- Ces équipements proposent également des fonctionnalités tels les réseaux locaux virtuels (VLAN), qui apportent une certaine souplesse, car ils permettent d'utiliser des logiciels pour déplacer, ajouter, et modifier des utilisateurs à travers le réseau.

# Commutateurs ATM

- Les commutateurs ATM peuvent être classés en quatre types distincts, qui reflètent les besoins d'applications et de marchés particuliers :
  - Commutateurs ATM de groupe de travail (Un exemple de commutateur ATM de groupe de travail chez Cisco est le Catalyst 5000.)
  - Commutateurs ATM de campus (La famille de commutateurs ATM LightStream 1010 est un exemple de commutateurs ATM de campus )
  - Commutateurs ATM d'entreprise (Le BPX/IGX de Cisco est un puissant commutateur ATM à large bande, conçu pour répondre aux exigences de trafic élevé de grandes entreprises privées ou de fournisseurs de services public )
  - Commutateurs d'accès multiservices. (FAI)

# Rôle des commutateurs et des routeurs sur les VLAN

- Les VLAN, ou LAN virtuels, apportent une solution aux deux problèmes suivants :
  - évolutivité d'une topologie de réseau linéaire ;
  - simplification de la gestion de réseau par une plus grande facilité de reconfiguration (déplacements et changements).
- Les commutateurs LAN peuvent servir à segmenter des réseaux en groupes de travail virtuels logiquement définis.
  - Cette segmentation logique, couramment appelée communication VLAN, introduit un changement fondamental dans la conception, l'administration et la gestion des LAN.

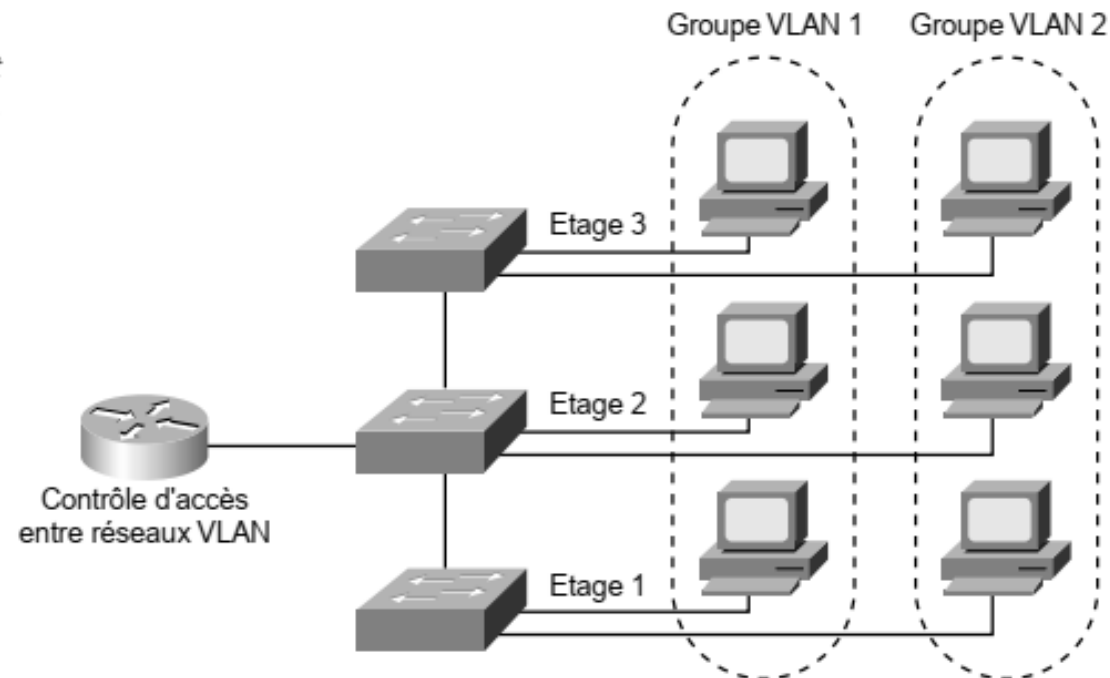


# Rôle des commutateurs et des routeurs sur les VLAN

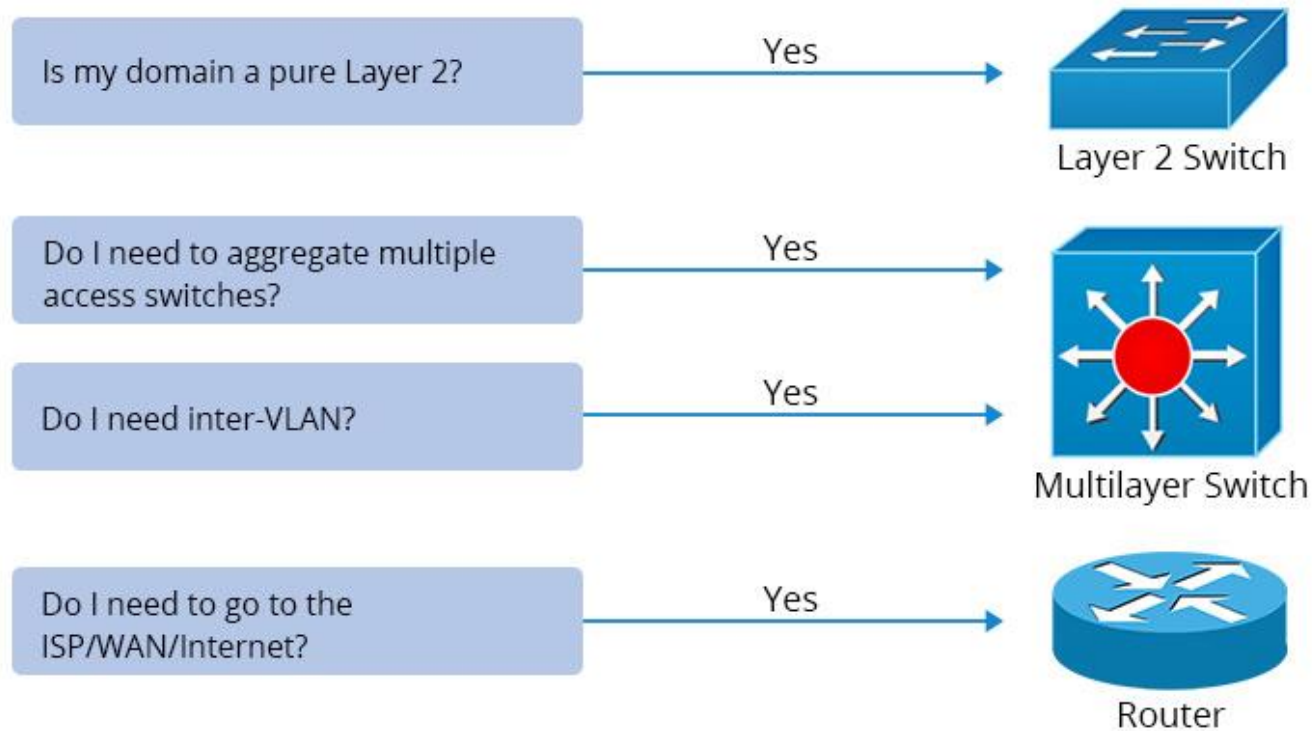
- Les commutateurs et les routeurs ont chacun un rôle important dans la conception d'un VLAN.
  - Le commutateur représente le dispositif central qui contrôle les VLAN individuels, alors que le routeur leur permet de communiquer entre eux

*Figure 2.23*

*Rôle des commutateurs et des routeurs sur les VLAN.*



# Quand utiliser le switch de niveau 2, le switch de niveau 3 et le routeur ?



# Exemples de conception de réseaux de campus commutés

- Un réseau de campus commuté bien implémenté doit combiner les avantages des routeurs et ceux des commutateurs dans chaque partie du réseau, et permettre à un réseau à média partagé d'évoluer aisément vers un grand réseau commuté.
- Par exemple, l'incorporation de commutateurs dans un réseau de campus offre habituellement les avantages suivants :
  - bande passante élevée ;
  - amélioration des performances ;
  - faible coût ;
  - configuration facile.

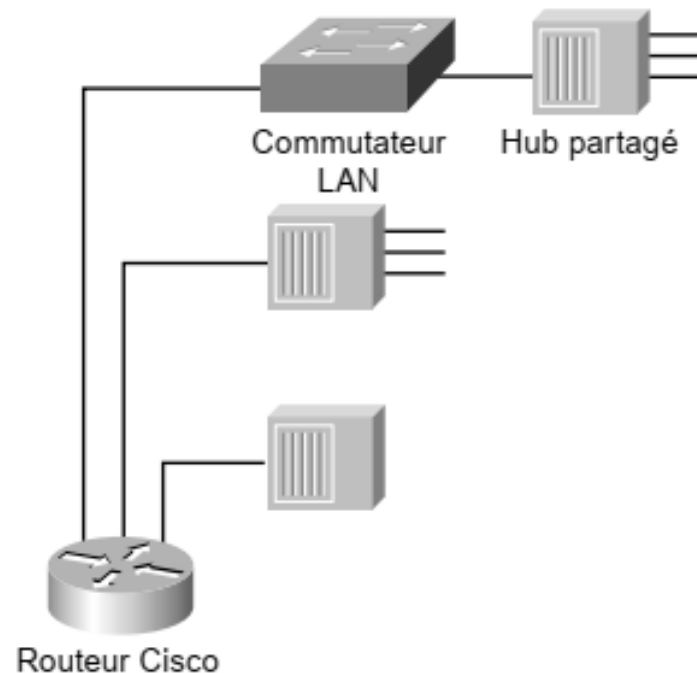
# Exemples de conception de réseaux de campus commutés

- Cependant, si vous avez besoin de services de réseau avancés, les routeurs sont nécessaires.
- Ils fournissent les services suivants :
  - protection par pare-feu contre les diffusions broadcast
  - adressage hiérarchique
  - communication entre réseaux locaux de types différents
  - convergence rapide
  - routage fondé sur des règles
  - routage avec qualité de service (QoS)
  - sécurité
  - redondance et équilibrage de charge
  - gestion de flux du trafic
  - gestion d'appartenance à un groupe multimédia

# Exemples de conception de réseaux de campus commutés

- En général, l'évolution vers une architecture de réseau de campus commuté comprend quatre phases:
  1. La phase 1 concerne la microsegmentation, au cours de laquelle les concepteurs de réseaux conservent leurs hubs et routeurs, mais ajoutent un commutateur LAN, afin d'améliorer les performances.

*Figure 2.24*  
*L'emploi de commutateurs*  
*pour la microsegmentation.*

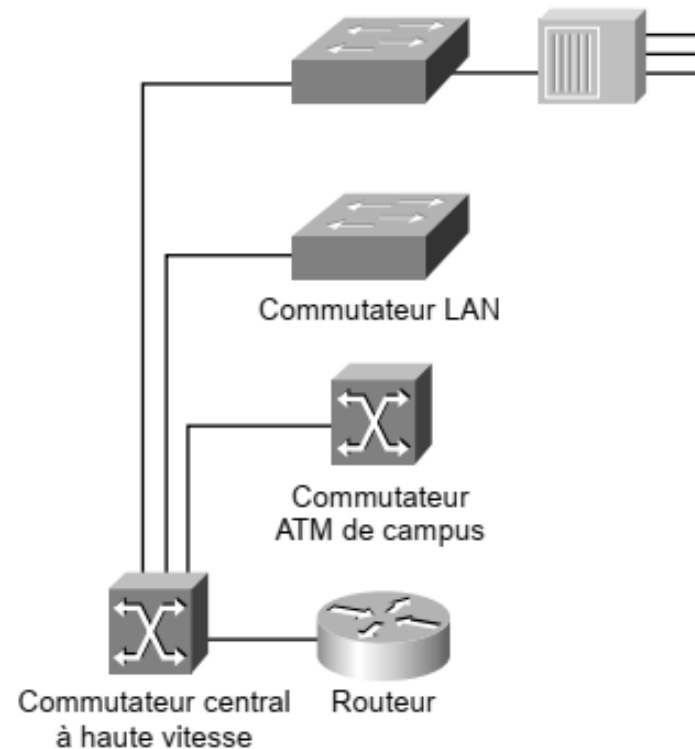


# Exemples de conception de réseaux de campus commutés

- La phase 2 est l'ajout d'une technologie d'épine dorsale à haute vitesse et du routage entre commutateurs.

*Figure 2.25*

*L'ajout d'une technologie d'épine dorsale à haute vitesse et du routage entre les commutateurs.*

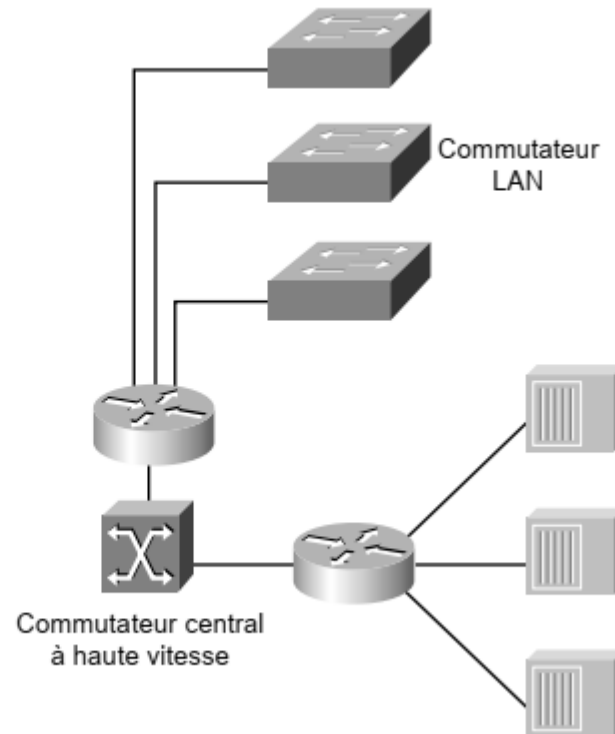


# Exemples de conception de réseaux de campus commutés

- Dans la phase 3, les routeurs sont distribués entre les commutateurs LAN dans l'armoire de câblage et le commutateur central à haute vitesse.

*Figure 2.26*

*Distribution des routeurs entre le commutateur central à haute vitesse et les commutateurs LAN.*

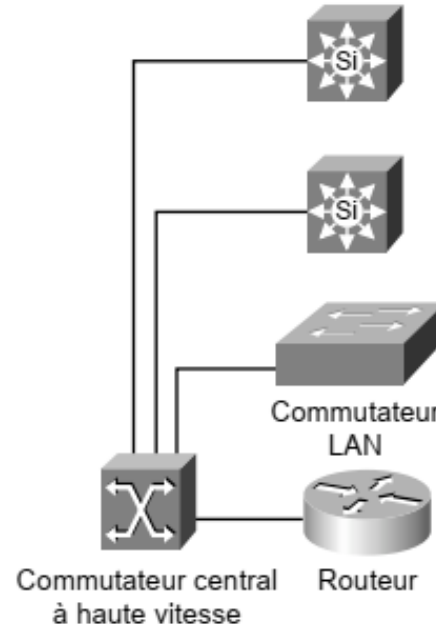


# Exemples de conception de réseaux de campus commutés

- La phase 4, la phase finale, implique la commutation de bout en bout avec des fonctionnalités complètes de commutation VLAN et multicouche.

*Figure 2.27*

*Commutation de bout en bout, avec fonctionnalités de commutation VLAN et multicouche.*





# Comment savoir si vous avez une bonne architecture de réseaux ?

1. Lorsque vous savez déjà comment ajouter un nouveau bâtiment, étage, liaison WAN, site distant, service de commerce électronique, etc.
2. Lorsque de nouveaux ajouts ne provoquent qu'un changement local, aux dispositifs directement connectés.
3. Quand votre réseau peut doubler ou tripler de taille sans modification majeure de la conception.
4. Lorsque le dépannage est facile car il n'y a pas d'interactions complexes entre les protocoles dont il faut s'imprégner.

# Les outils professionnels utilisés par l'architecte réseau

- Les outils de conception d'architecture réseau
  - La conception de l'architecture réseau consiste à réaliser un plan de l'installation et de la diffusion du réseau, défini par l'implantation des bureaux, le câblage existant, le matériel à disposition et à intégrer, ou encore le maillage du réseau.
  - La création des plans des bureaux et locaux à équiper :
    - **AutoCAD, SketchUp, Revit ou Archicad.**
  - Les logiciels de création d'architecture réseau :
    - **Edraw**, concepteur de diagrammes d'ingénierie
    - **Lan Flow**, outil de conception d'architecture réseau

# Questions de révision

1. Quelle est la différence entre la commutation de niveau 2 et la commutation de niveau 3?
2. Citer et décrire 3 exemples de modèle de conception réseau
3. Citer et expliquer 4 approches qui permettent de créer des réseaux redondants.
4. Quel est le rôle des VLANs dans une architecture réseau?

# Complément

- Vidéo Youtube
  - [https://www.youtube.com/watch?v=PzWK\\_S4wHJU](https://www.youtube.com/watch?v=PzWK_S4wHJU)
  - <https://www.youtube.com/watch?v=Lm1fh16sTl4>
  - <https://www.youtube.com/watch?v=j3oEPhP1Zzg>