

Réseaux commutés

- Différents types de commutateurs sont utilisés dans les réseaux d'entreprise. Il est important de déployer des commutateurs de type adapté aux besoins du réseau.

Considérations de choix des commutateurs

- **Coût** : le coût d'un commutateur dépend du nombre et de la rapidité des interfaces, des fonctionnalités prises en charge et de sa capacité d'extension.
- **Densité** : les commutateurs réseau doivent prendre en charge le nombre souhaité de périphériques sur le réseau.
- **Alimentation** : il est désormais usuel d'alimenter les points d'accès, les téléphones IP et même des commutateurs compacts au moyen de la technologie PoE (Power over Ethernet). Outre les aspects PoE, certains commutateurs sur châssis prennent en charge des alimentations redondantes.
- **Fiabilité** : le commutateur doit fournir un accès permanent au réseau.
- **Vitesse des ports** : la rapidité de la connexion réseau est d'une importance primordiale pour les utilisateurs finaux.
- **Tampons de trames** : il est important qu'un commutateur enregistre les trames, dans les réseaux susceptibles d'encombrement des ports vers des serveurs ou d'autres parties du réseau.
- **Évolutivité** : le nombre d'utilisateurs d'un réseau évolue généralement au fil du temps ; le commutateur doit donc comporter des possibilités de croissance.

- Pour sélectionner le type d'un commutateur, le concepteur de réseau doit choisir une configuration fixe ou modulaire, et empilable ou non empilable.

Commutateurs de configuration fixe

- Les commutateurs de configuration fixe prennent en charge uniquement les fonctionnalités et les options fournies d'origine avec le commutateur.
- Par exemple, un commutateur fixe gigabit à 24 ports ne peut pas prendre en charge des ports supplémentaires.

Commutateurs de configuration modulaire

- Les commutateurs de configuration modulaire apportent plus de flexibilité de configuration. En général, les commutateurs de configuration modulaire sont livrés avec des châssis de différentes tailles, qui permettent l'installation de plusieurs cartes d'interface modulaires
- Par ex. : un commutateur modulaire avec une carte d'interface à 24 ports peut prendre en charge une carte d'interface 24 ports supplémentaire, pour un nombre total de 48 ports.

Commutateurs de configuration empilable

- Les commutateurs de configuration empilable peuvent être interconnectés à l'aide d'un câble spécial fournissant un débit de bande passante élevé entre les commutateurs .
- Par ex. La technologie Cisco StackWise permet l'interconnexion de neuf commutateurs maximum.
- Les commutateurs peuvent être empilés les uns sur les autres et connectés en chaîne par des câbles. Ils fonctionnent comme un unique commutateur plus important.

La commutation « Switching »

Transfert de trames

- Le concept de commutation et de transfert de trames est universel dans les réseaux et les télécommunications. Différents types de commutateurs sont utilisés dans les réseaux LAN, WAN et le réseau téléphonique public commuté (RTPC). Le concept fondamental de commutation désigne un périphérique effectuant une décision en fonction de deux critères :
 - Port d'entrée
 - Adresse de destination
- Le commutateur décide de transférer le trafic selon le flux de ce trafic. Le terme « entrée » décrit l'emplacement où une trame entre dans le périphérique sur un port. Le terme « sortie » décrit les trames quittant le périphérique par un port particulier.

Décision de commutation

- La décision du commutateur est basée sur le port d'entrée et sur l'adresse de destination du message.
- La seule intelligence du commutateur de réseau local consiste à utiliser sa table pour transférer le trafic en fonction du port d'entrée et de l'adresse de destination d'un message. Un commutateur de réseau local utilise une seule table de commutation qui décrit une association stricte entre les adresses et les ports ;

Apprentissage des commutateurs

- Les commutateurs utilisent des **adresses MAC pour diriger les communications** réseau vers la destination, via le port approprié.
- Un commutateur est constitué de **circuits intégrés** et du **logiciel** associé qui contrôle les chemins de données dans le commutateur. Pour qu'un commutateur sache vers quel port transférer une trame, il doit tout d'abord **apprendre** quels périphériques existent sur chaque port.
- À mesure que le commutateur découvre la relation entre les ports et les périphériques, il remplit une table appelée **table d'adresses MAC** ou table CAM (Content Addressable Memory, mémoire adressable par contenu).

Apprentissage des commutateurs

- Un commutateur renseigne la table d'adresses MAC sur la base des adresses MAC source.
- Lorsqu'un commutateur reçoit une trame entrante avec une adresse MAC de destination qui ne figure pas dans la table d'adresses MAC, il transfère la trame à tous les ports (inondation) sauf au port d'entrée de la trame.
- Lorsque le périphérique de destination répond, le commutateur ajoute dans la table d'adresses MAC l'adresse MAC source de la trame et le port où la trame a été reçue.

Cas important!

- ET si plusieurs machines sont connectées sur le même port?
- Dans les réseaux comportant plusieurs commutateurs interconnectés, la table d'adresses MAC contient plusieurs adresses MAC pour un seul port connecté aux autres commutateurs.

MÉTHODES DE TRANSMISSION PAR COMMUTATEURS

Introduction

- À mesure de la croissance des réseaux et du ralentissement de leurs performances, du point de vue des entreprises, des ponts Ethernet (une version antérieure d'un commutateur) ont été ajoutés aux réseaux pour limiter la taille des domaines de collision. Dans les années 1990, les progrès de la technologie des circuits intégrés ont permis de remplacer les ponts Ethernet par des commutateurs LAN. Dans ces commutateurs LAN, les décisions de transfert de couche 2 ne sont plus prises par du logiciel mais par des circuits intégrés spécifiques (ASIC, Application Specific Integrated Circuits). Les circuits ASIC réduisent le temps de traitement des paquets par le périphérique.
- Ils permettent aussi au périphérique de prendre en charge un nombre accru de ports sans dégrader les performances.

- Cette méthode de transfert de trames de données au niveau de la couche 2 a été désignée sous le nom de commutation par « stockage et retransmission ». Cette méthode de commutation est ainsi distinguée de la méthode « cut-through » (à la volée).

Stockage et retransmission

- La commutation par stockage et retransmission présente deux caractéristiques principales qui la distinguent de la commutation cut-through :
 - le contrôle des erreurs: le commutateur reçoit la trame complète sur le port d'entrée. Le dernier champ du datagramme contient une séquence de contrôle de trame (FCS, frame check sequence) que le commutateur compare avec ses propres calculs de FCS.
 - la mise en tampon automatique: Permet de prendre en charge toute combinaison de vitesses Ethernet. Par exemple, le traitement d'une trame arrivant sur un port Ethernet 100 Mbit/s et à transférer sur une interface 1 Gbit/s

Commutation à la volée (cut-through)

- La commutation cut-through présente l'avantage, par rapport à la commutation par stockage et retransmission, de commencer à transférer une trame plus tôt. Le commutateur peut commencer la transmission juste après la réception de la préambule et l'@ MAC de destination (14 premiers octet). La commutation cut-through comporte deux caractéristiques principales :
 - la transmission rapide des trames
 - le traitement des trames incorrectes.

la transmission rapide des trames

- un commutateur cut-through peut décider de transférer une trame dès qu'il a trouvé l'adresse MAC de destination de la trame dans sa table d'adresses MAC. Grâce aux contrôleurs MAC et aux circuits ASIC d'aujourd'hui, un commutateur cut-through peut déterminer rapidement s'il doit examiner une plus grande partie des en-têtes d'une trame, à des fins de filtrage supplémentaire. Par exemple, le commutateur peut analyser les 14 premiers octets (l'adresse MAC source, l'adresse MAC de destination et les champs EtherType), puis examiner 40 octets supplémentaires afin d'effectuer des fonctions plus sophistiquées relatives aux couches 3 et 4 d'IPv4.

Fragment Free

- La commutation « fragment free » est une forme modifiée de la commutation cut-through, où le commutateur attend la fin de la réception de la fenêtre de collision (64 octets) avant de transférer la trame.
- La commutation fragment free assure un meilleur contrôle des erreurs que la méthode cut-through, pratiquement sans augmentation de la latence.
- Ex. d'applications : HPC (high-performance computing) extrêmement exigeantes, qui nécessitent des latences de processus à processus d'au plus 10 microsecondes.

Exercice

	Store-and-Forward	Cut-Through
1. Conserve les trames en mémoire tampon, jusqu'à ce que l'intégralité de la trame soit reçue par le commutateur.	✓	
2. Contrôle l'absence d'erreurs dans la trame avant de l'envoyer sur ses ports de commutation ; si la trame complète n'est pas reçue, le commutateur l'abandonne.	✓	
3. Le commutateur n'effectue aucun contrôle d'erreur avant d'envoyer la trame sur ses ports.		✓
4. Une bonne méthode à utiliser pour préserver la bande passante sur votre réseau.	✓	
5. Lorsque cette méthode de transfert de trames est utilisée, la carte réseau de destination abandonne toutes les trames incomplètes.		✓
6. La méthode la plus rapide de commutation, mais pouvant produire davantage d'erreurs d'intégrité des données et donc consommer plus de bande passante.		✓

Exercice

Déterminez comment le commutateur transfère une trame, compte tenu des adresses MAC source et de destination, ainsi que des informations présentes dans la table MAC de commutation.

Répondez aux questions ci-dessous en vous inspirant des informations fournies.

Trame

Préambule	Adresse MAC de destination	Adresse MAC source	Type de longueur	Données encapsulées	Fin de trame

Table MAC

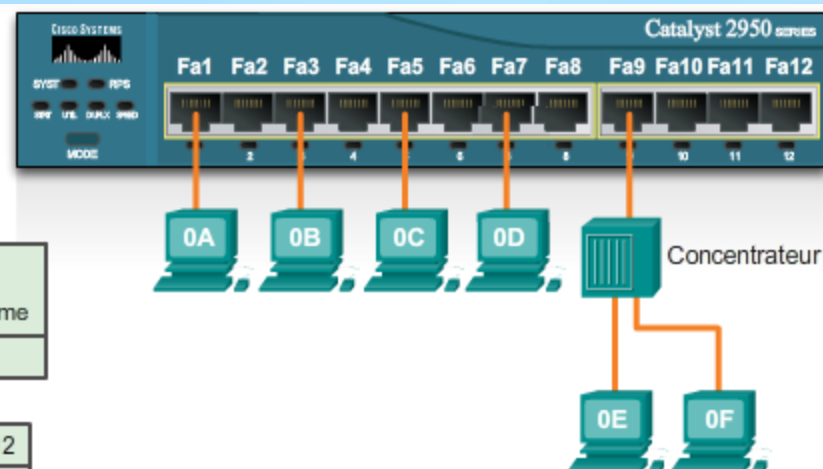
Fa1	Fa2	Fa3	Fa4	Fa5	Fa6	Fa7	Fa8	Fa9	Fa10	Fa11	Fa12

Question 1 : où le commutateur transmet-il la trame ?

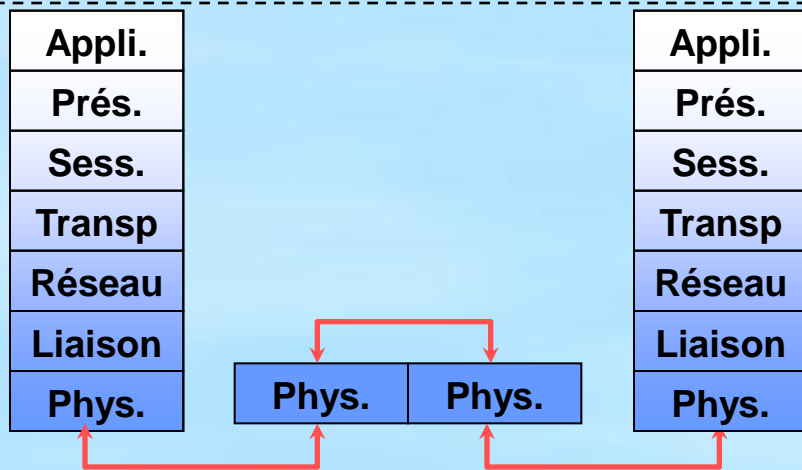
- ☐ Fa1 ☐ Fa2 ☐ Fa3 ☐ Fa4 ☐ Fa5 ☐ Fa6 ☐ Fa7 ☐ Fa8 ☐ Fa9 ☐ Fa10 ☐ Fa11 ☐ Fa12

Question 2 : lorsque le commutateur transmet la trame, quels énoncés sont vrais ?

- ☐ Le commutateur ajoute l'adresse MAC source dans la table MAC.
☐ La trame est une trame de diffusion ; elle est transférée à tous les ports.
☐ La trame est une trame de monodiffusion ; elle est envoyée à un seul port désigné.
☐ La trame est une trame de monodiffusion ; elle inonde tous les ports.
☐ La trame est une trame de monodiffusion, mais elle est abandonnée au niveau du commutateur.

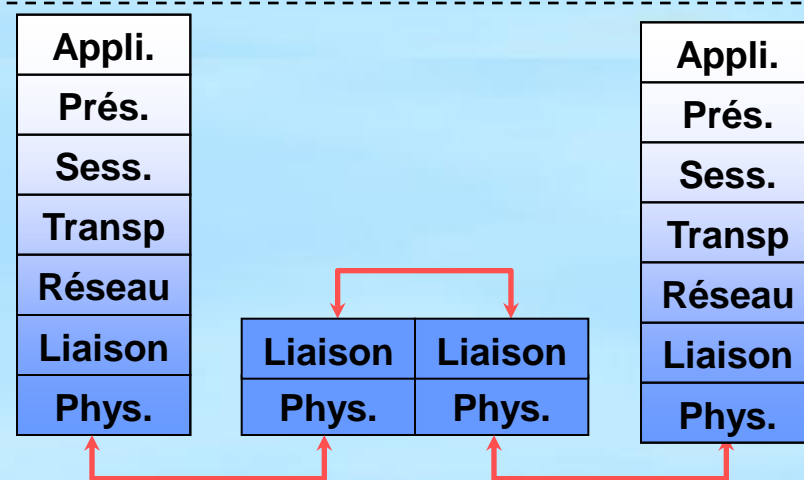


LES ÉQUIPEMENTS D'INTERCONNEXION DU LAN



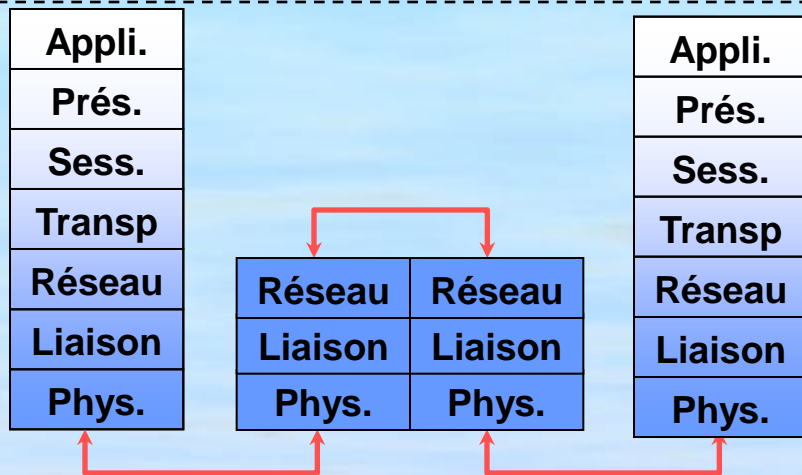
Répéteur ou Hub

- Amplification du signal pour augmenter la taille du réseau éventuellement conversion
- Répétition du signal vers N ports



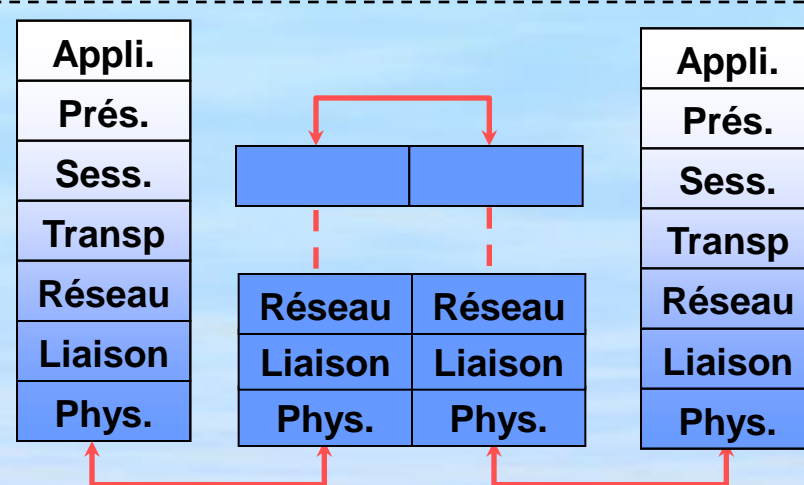
Pont ("*Bridge*"), commutateur

Conversion de format des trames
(couche 2)



Routeur ("*Router*")

- Conversion de format des paquets et @
- Routage des paquets



Passerelle ("*Gateway*")

- Conversion de format de messages d'une des couches supérieures (4 à 7)

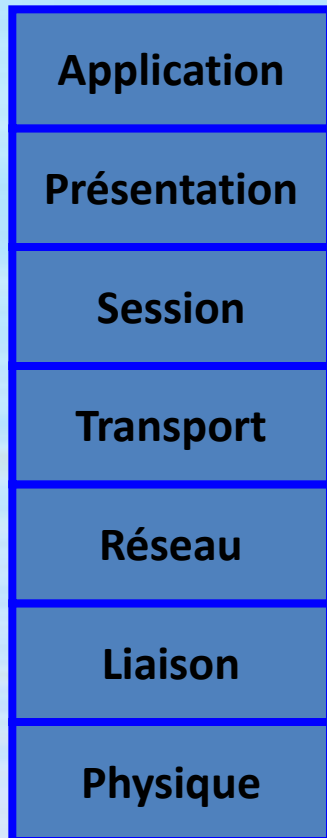
Les équipements d'interconnexion du LAN

- Equipements d'interconnexion au niveau du LAN qui vont agir sur les couches 1 et 2
 - Répéteur, Hub : niveau 1
 - Pont (bridge), Commutateur (switch) : niveau 2
- Routeur : équipement de niveau 3
 - Permet l'interconnexion de LAN, interface entre le réseau local et les autres réseaux
 - Filtre et transmet des paquets entrants en se basant sur l'adresse destination du paquet (adresse IP) et sa table de routage

Modèle OSI

A quelle couche travaillent les concentrateurs ?

Réponse: **A la couche Physique**

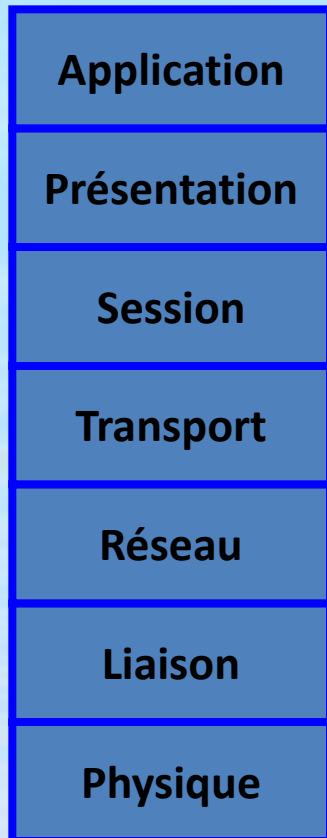


← **Concentrateurs**

Modèle OSI

A quelle couche travaillent les commutateurs ?

Réponse: **A la couche Liaison**

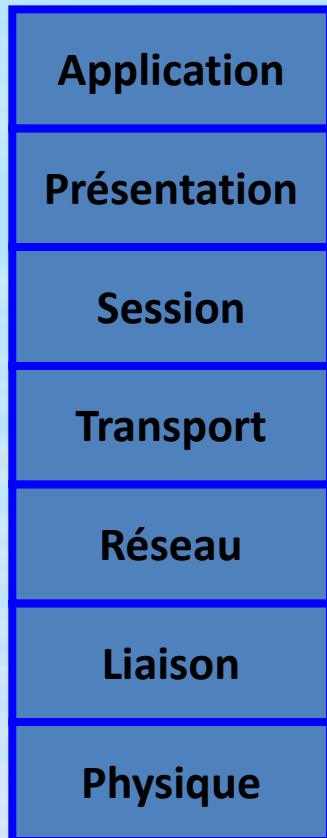


← **Commutateurs**

Modèle OSI

A quelle couche travaillent les routeurs ?

Réponse: **A la couche Réseau**



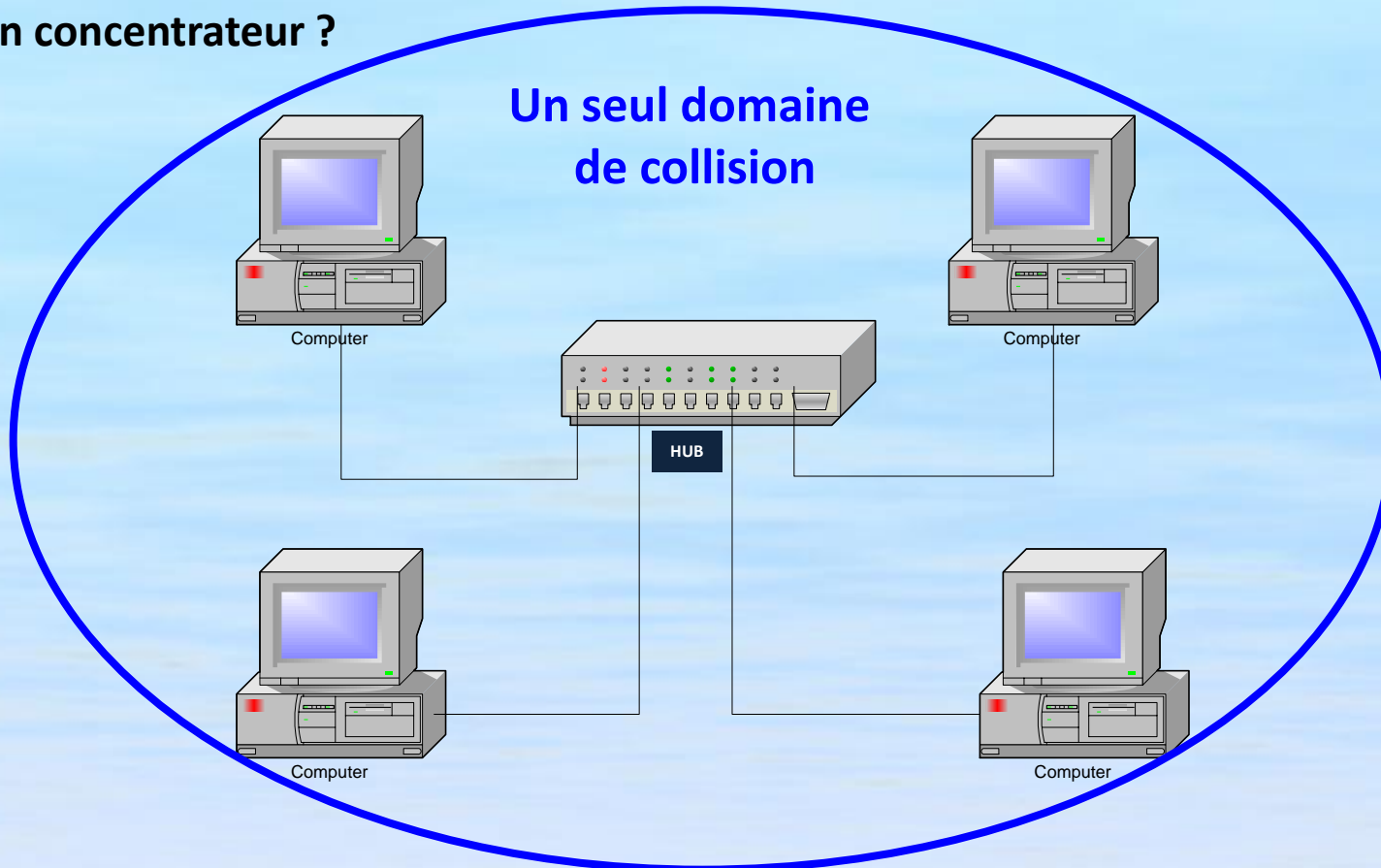
Routeurs

Domaines de commutation

- **Domaine de collision** : segment de réseau dans lequel toutes les machines partagent la même bande passante (plus il y a de stations, plus il y a de collisions)
 - Equipement de niveau 2 utilisé pour séparer les domaines de collision (analyse des adresses MAC qui évite la propagation des collisions)
- **Domaine de broadcast** : ensemble des éléments du réseau recevant le trafic de diffusion. Lorsqu'un commutateur reçoit une trame de diffusion, il la transfère à tous ses ports, sauf au port d'entrée où elle a été reçue.
 - Lorsque deux commutateurs sont interconnectés, le domaine de diffusion augmente,
 - Les équipements de niveau 3 « routeurs » bloquent les broadcasts

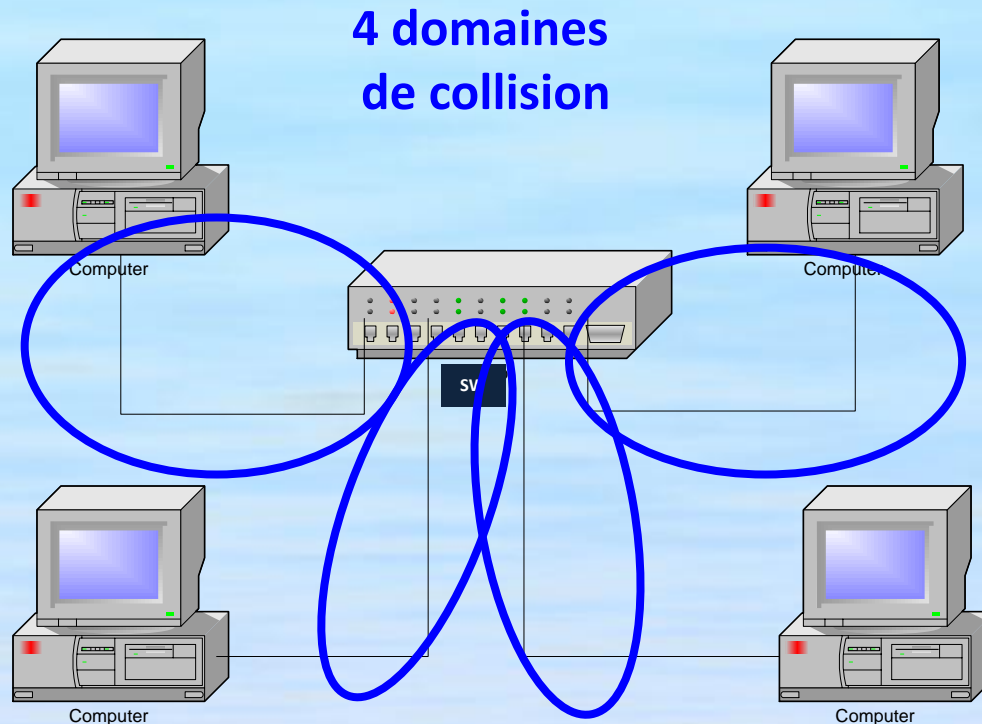
Domaine de collision (concentrateur- hub)

Quel est le domaine de collision lorsque les postes sont reliés avec un concentrateur ?



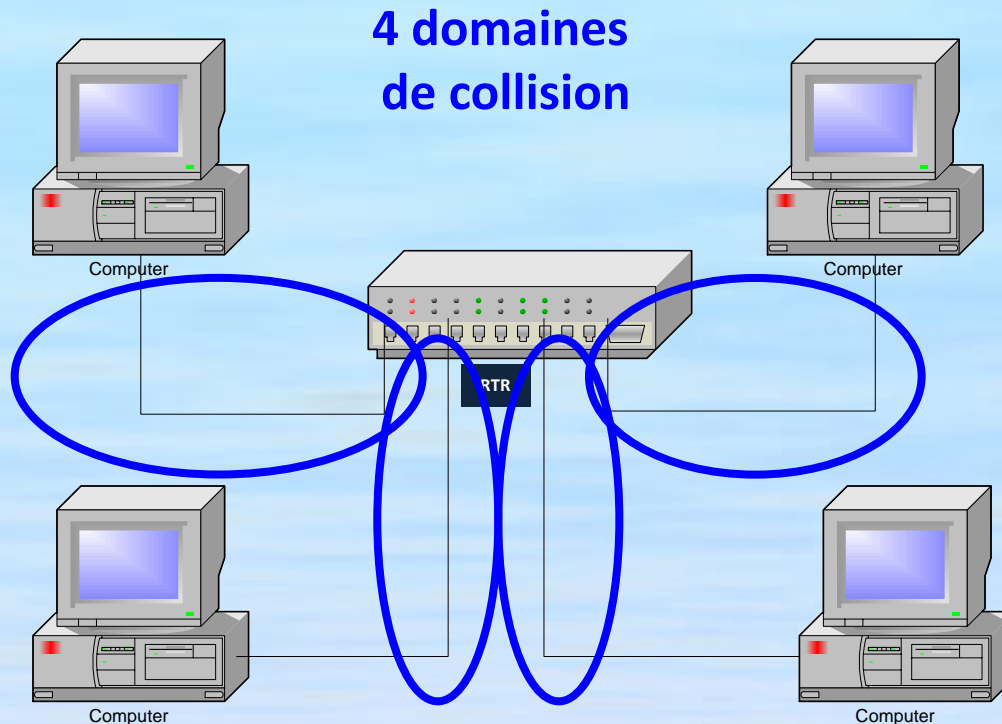
Domaine de collision (commutateur-switch)

Quel est le domaine de collision lorsque les postes sont reliés avec un commutateur? (on suppose que l'émission et la réception se font sur le même fil)



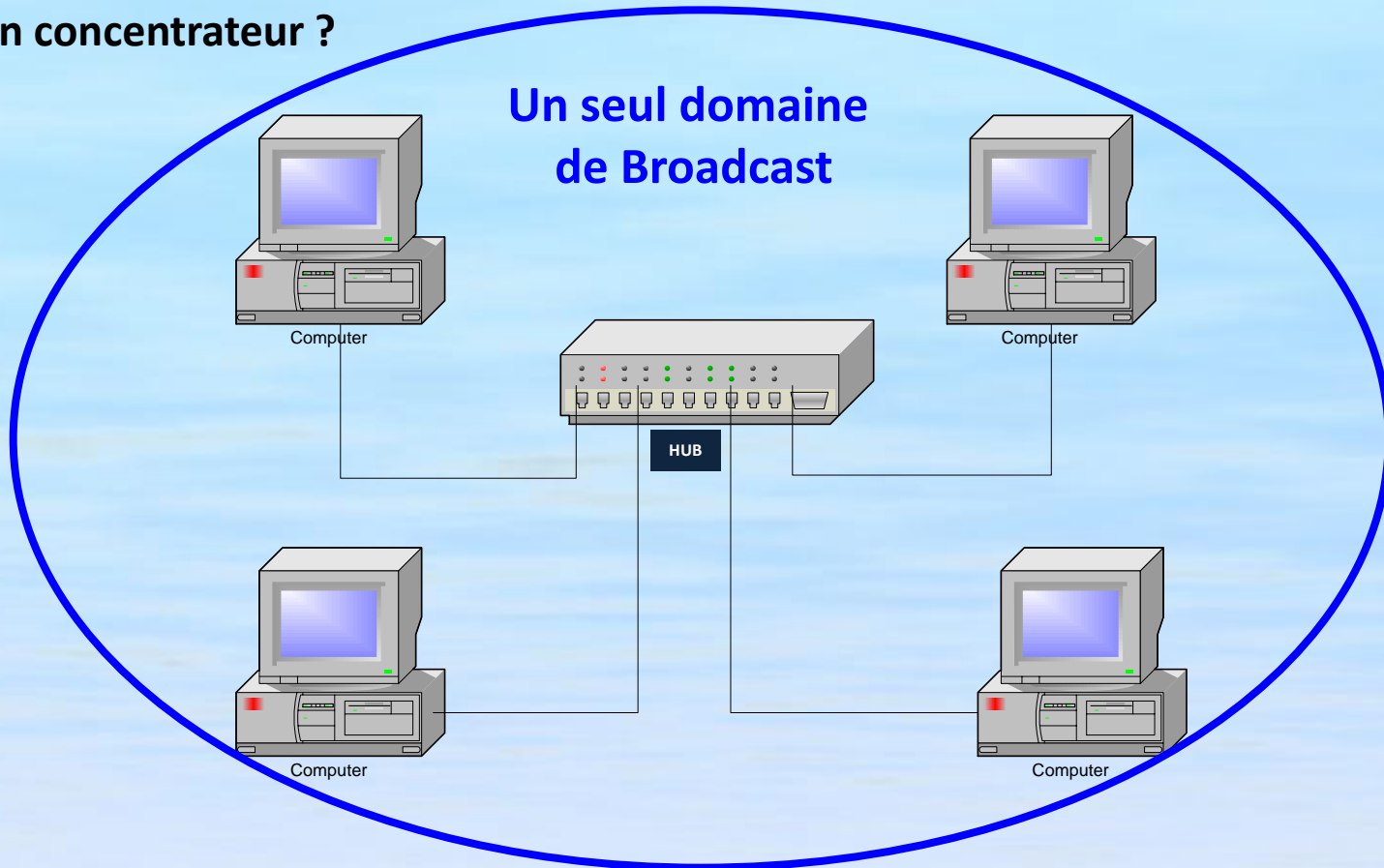
Domaine de collision (routeur-router)

Quel est le domaine de collision lorsque les postes sont reliés avec un routeur ? (on suppose que l'émission et la réception se font sur le même fil)



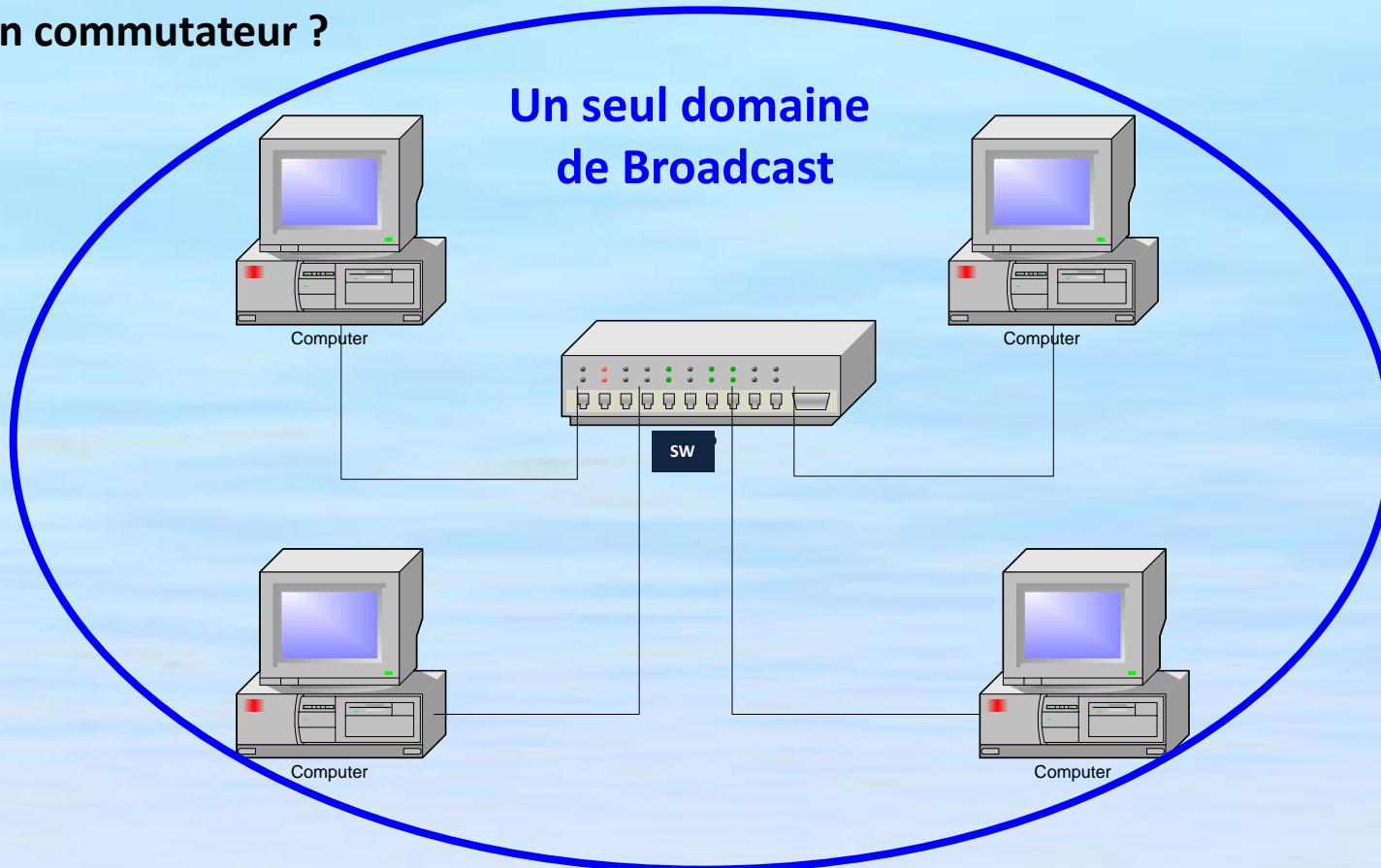
Domaine de Broadcast (concentrateur- hub)

Quel est le domaine de Broadcast lorsque les postes sont reliés avec un concentrateur ?



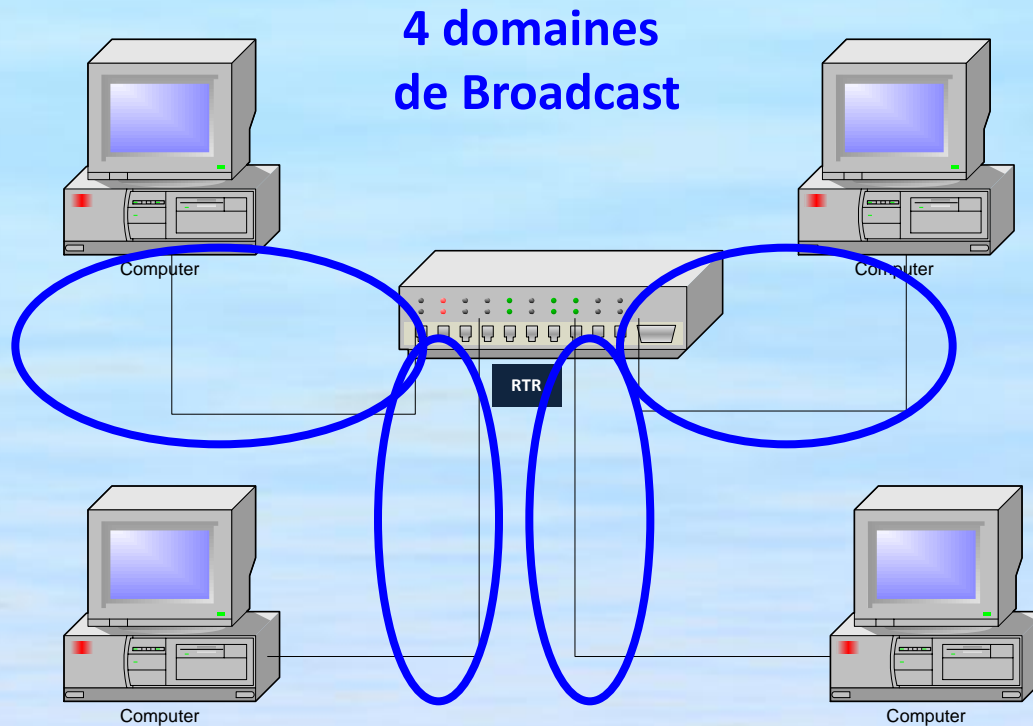
Domaine de Broadcast (commutateur- switch)

Quel est le domaine de Broadcast lorsque les postes sont reliés avec un commutateur ?



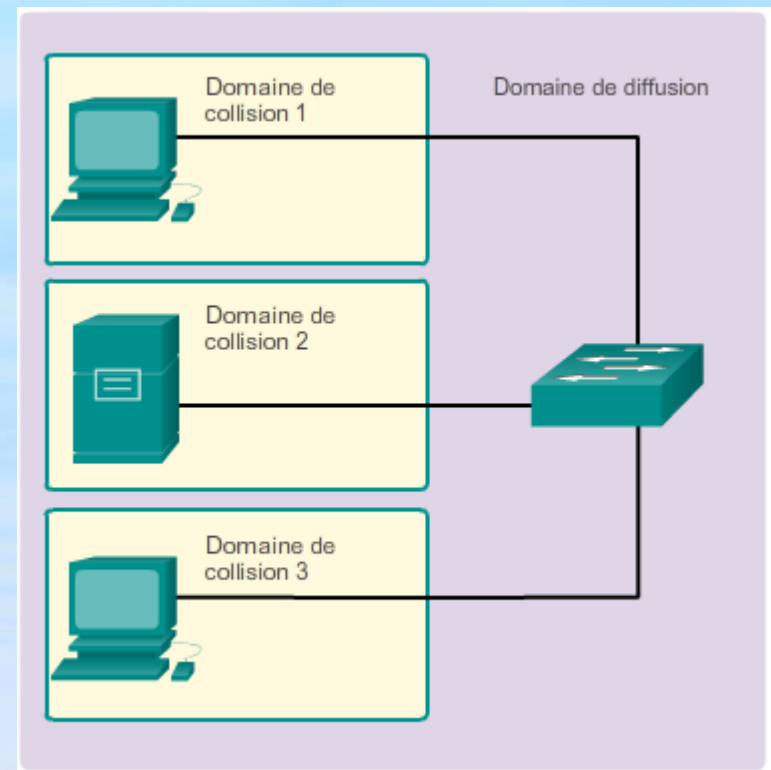
Domaine de Broadcast (routeur-router)

Quel est le domaine de Broadcast lorsque les postes sont reliés avec un routeur ?



Micro-segmentation

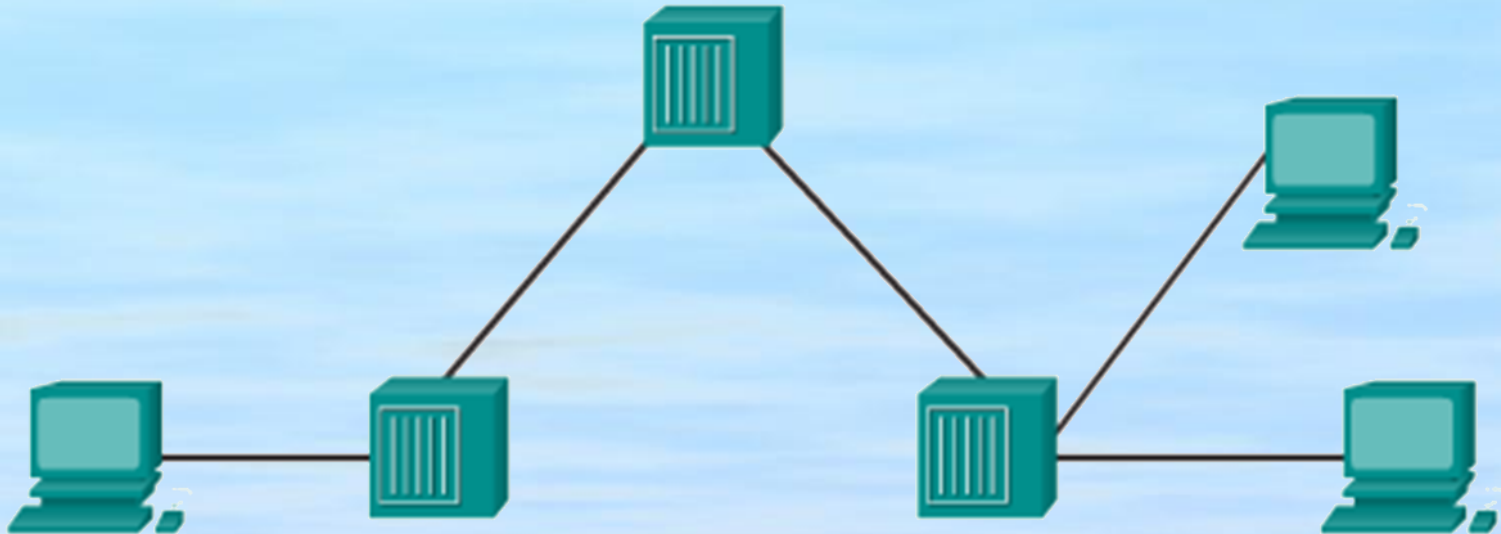
- Pour ce faire, il convient d'utiliser d'autres périphériques réseau (par exemple des commutateurs et des routeurs) fonctionnant au niveau de la couche d'accès au réseau et des couches supérieures du modèle TCP/IP.
- Chaque nouveau segment devient un nouveau domaine de collision. Les périphériques d'un segment disposent.



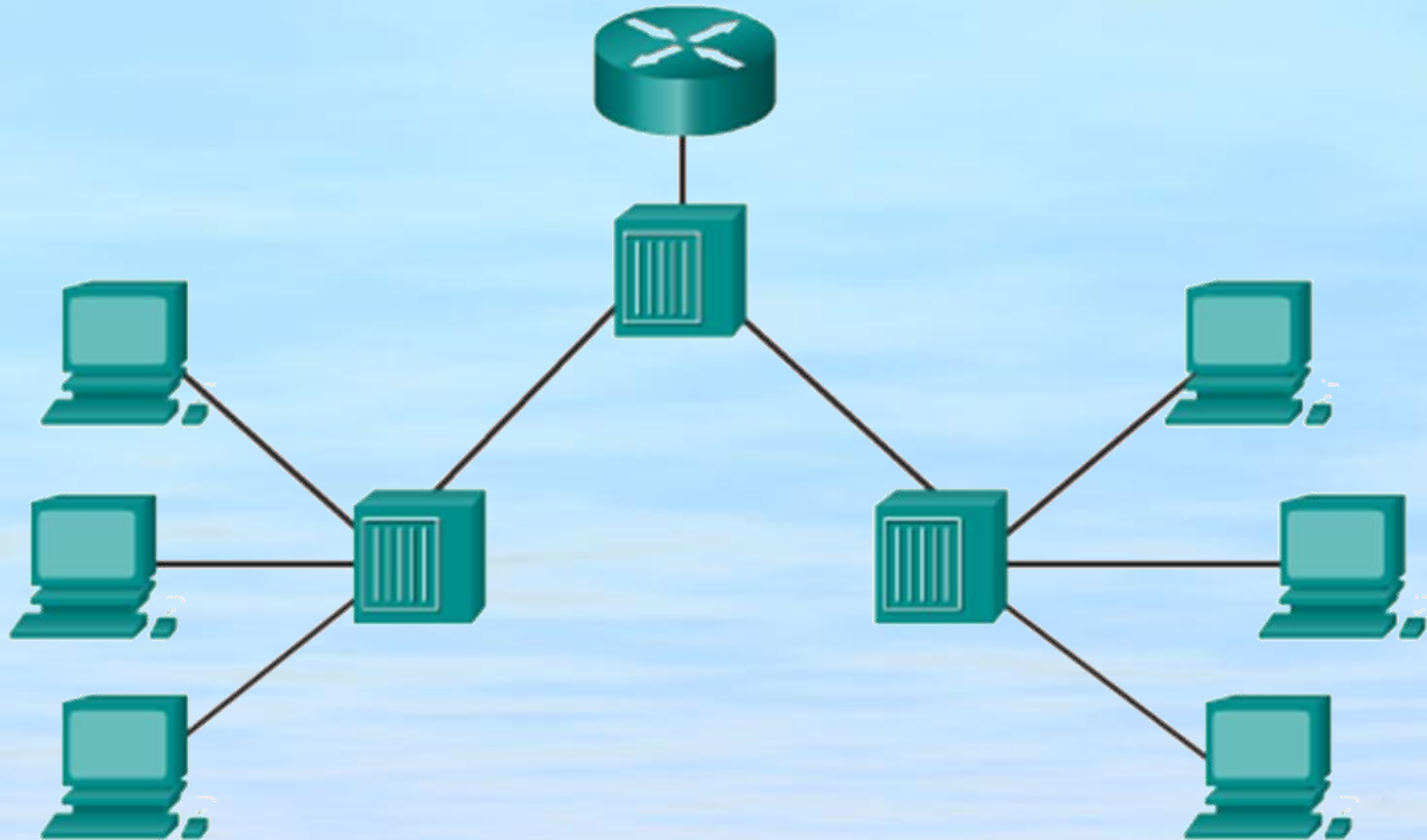
Diffusion Vs Collision

EXERCICES

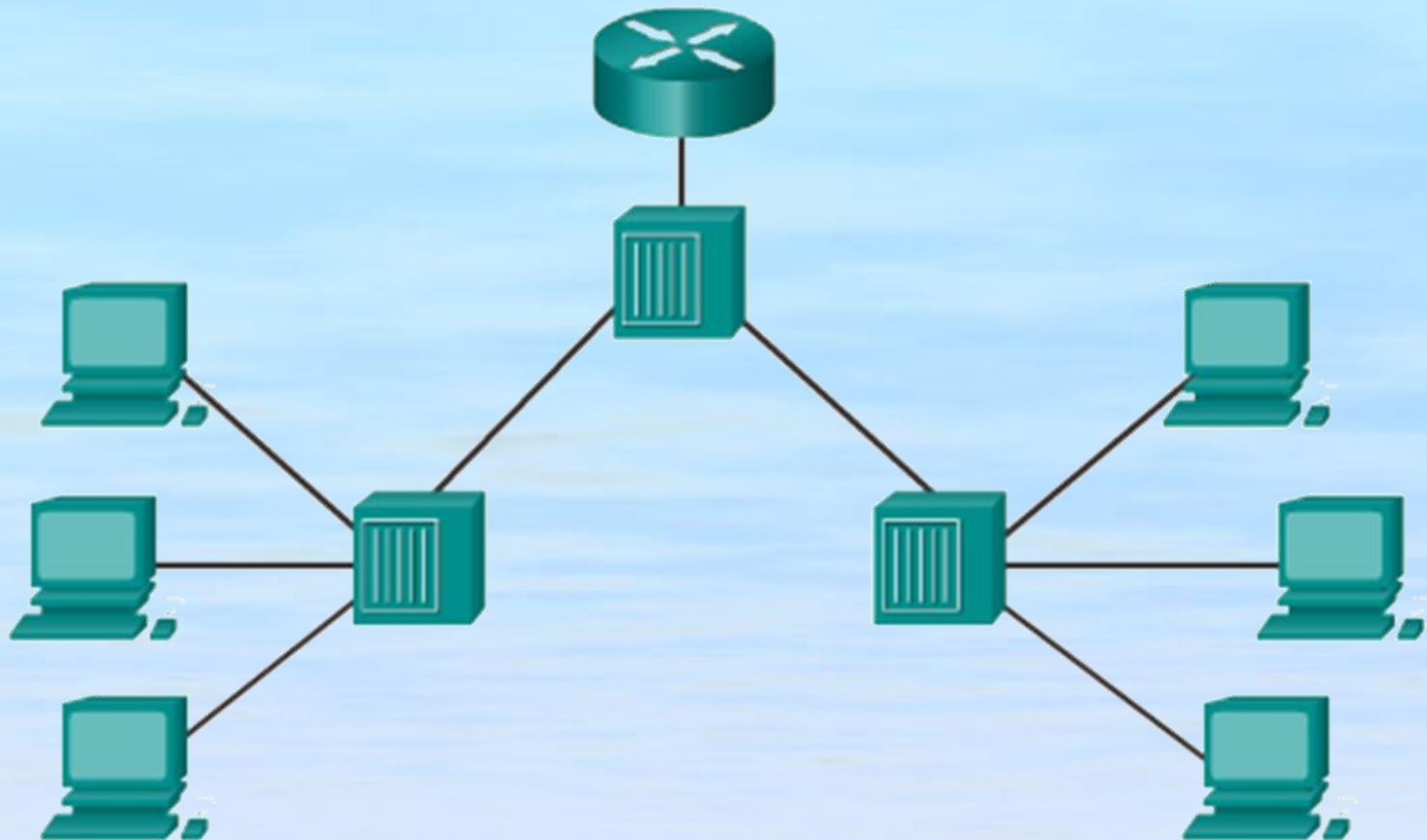
Identifier chaque domaine de diffusion



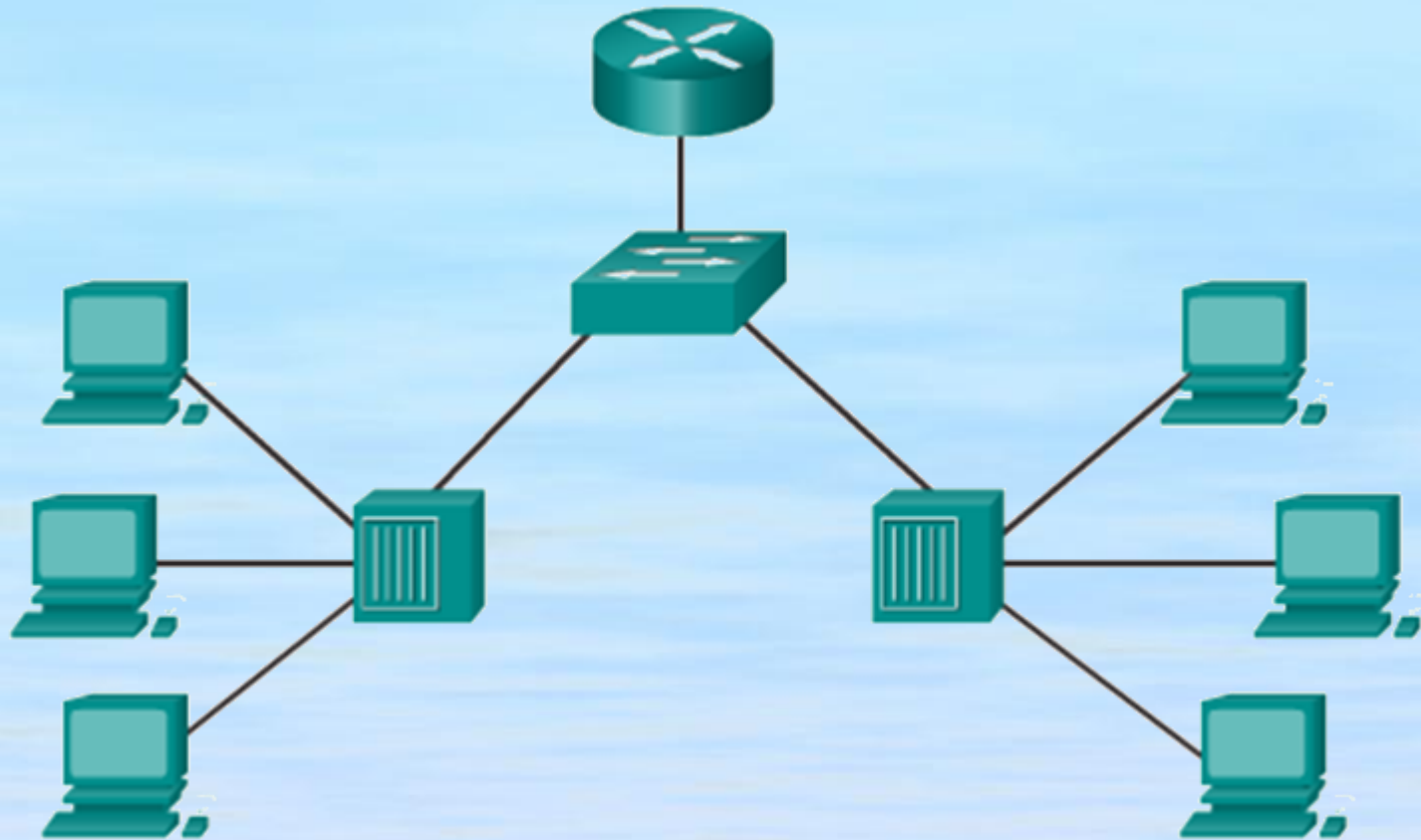
Identifier chaque domaine de diffusion



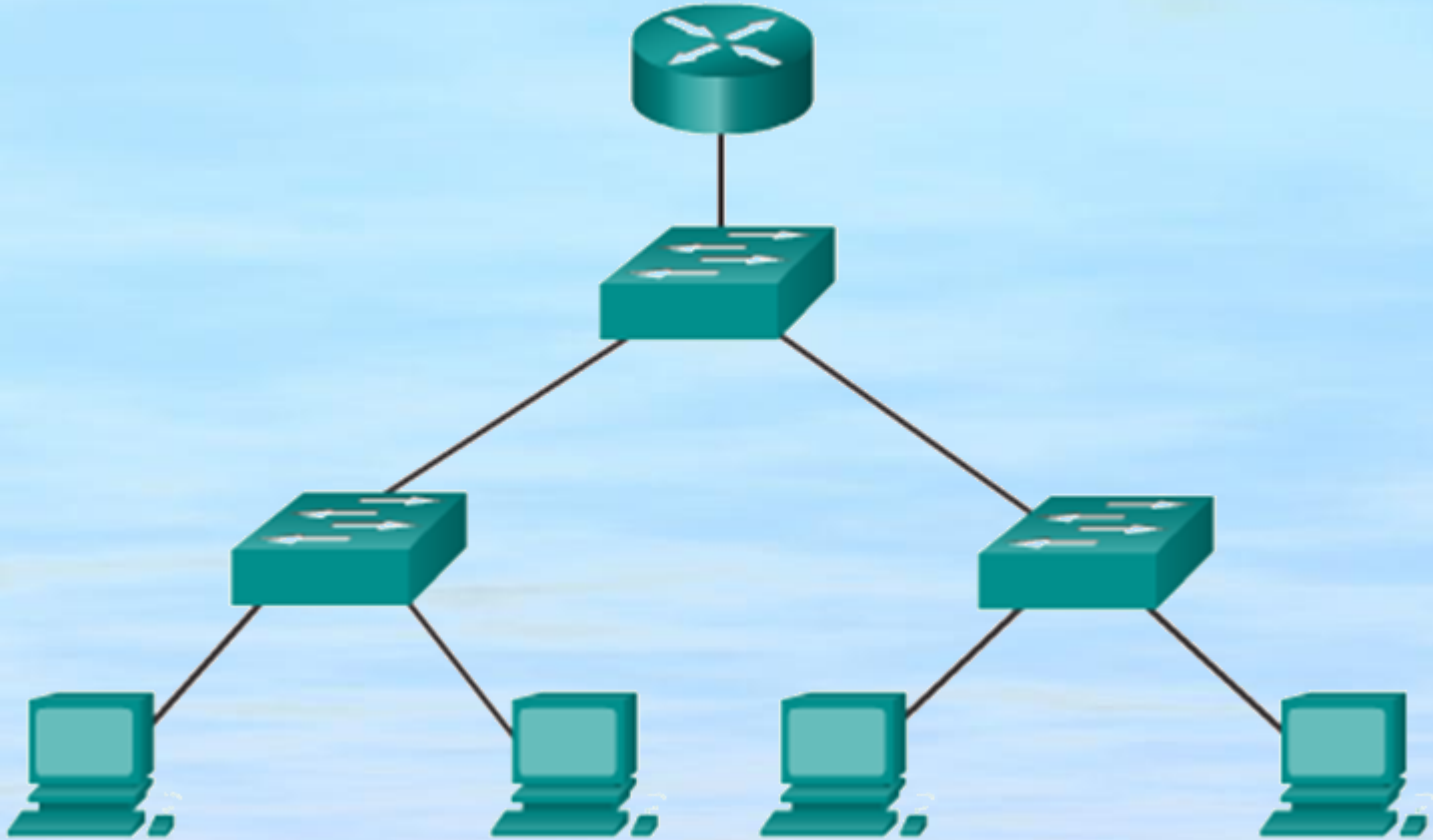
Identifier chaque domaine de collision



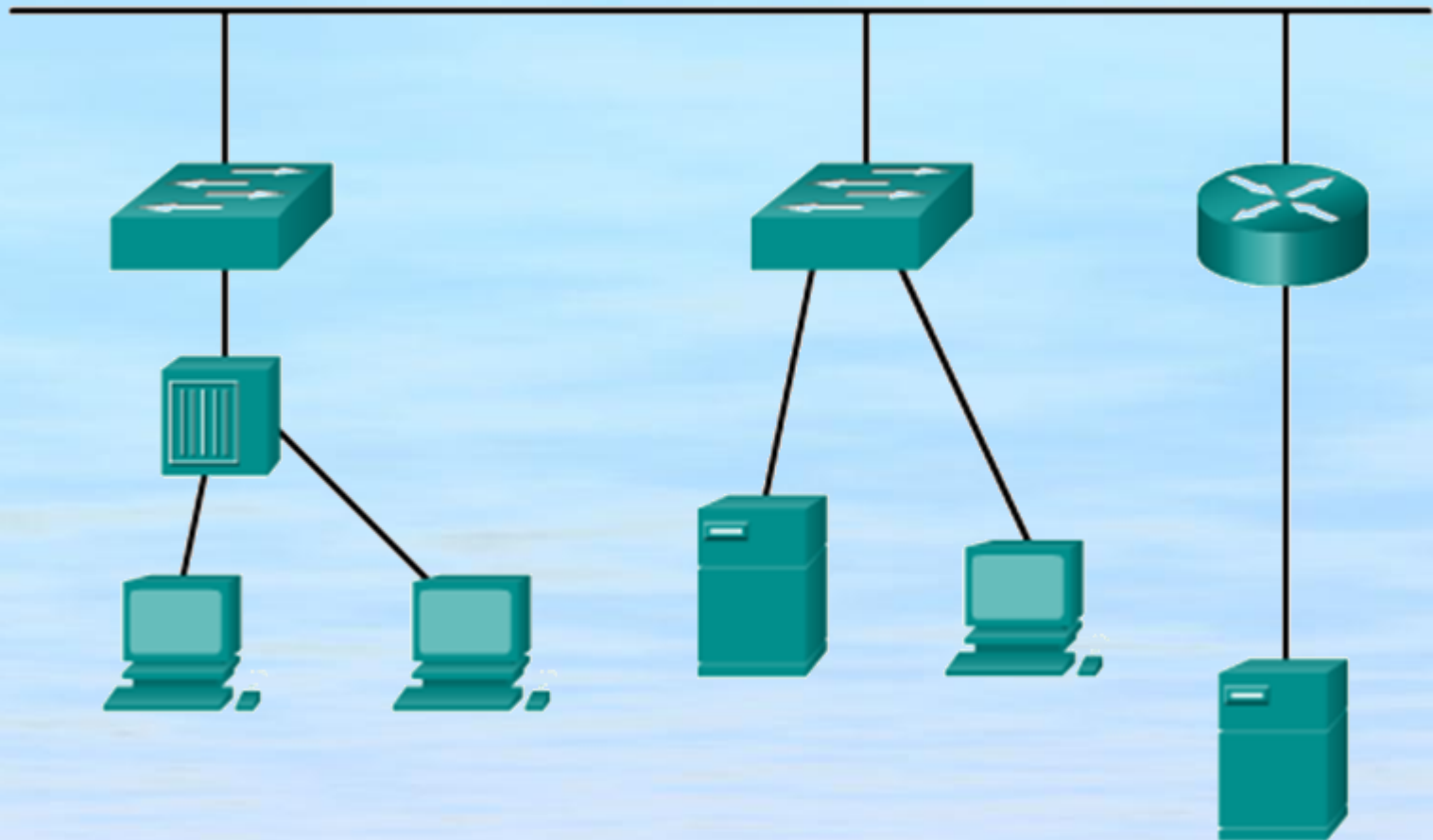
Identifier chaque domaine de collision



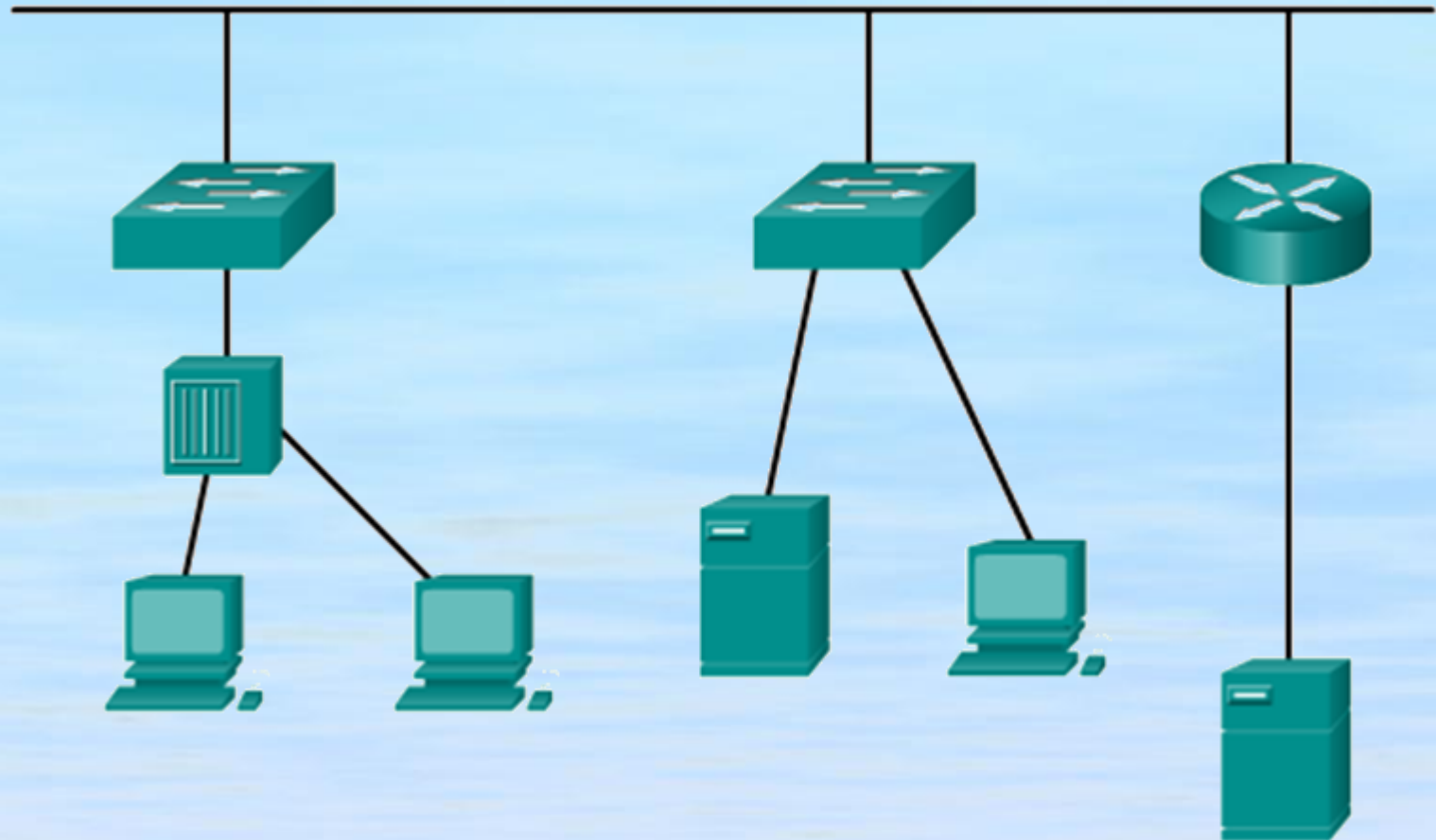
Identifier chaque domaine de diffusion



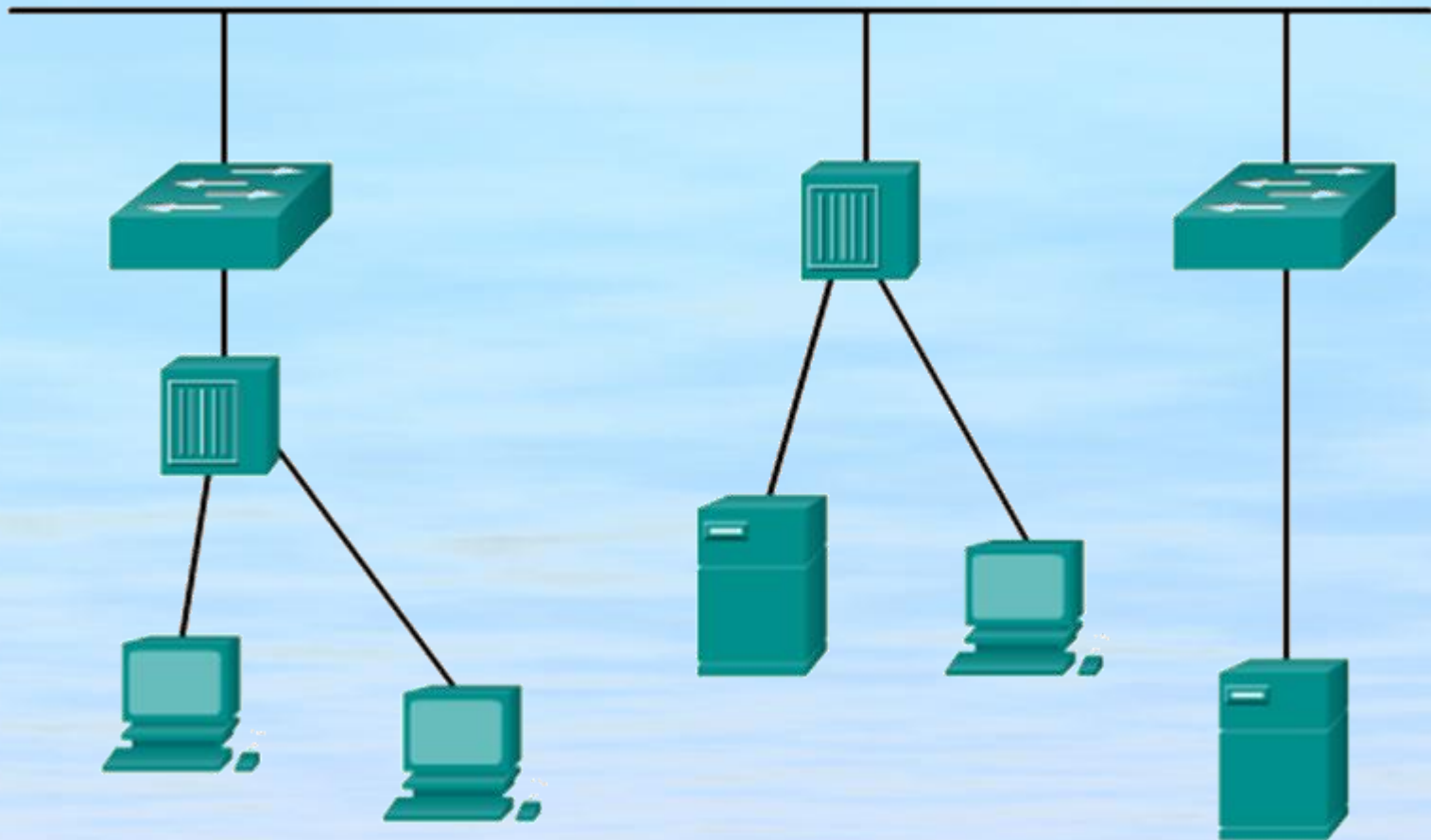
Identifier chaque domaine de collision



Identifier chaque domaine de diffusion



Identifier chaque domaine de diffusion



Identifier chaque domaine de collision

