

Chapitre 5 : la couche réseau

Module : Réseau I

F. OUAKASSE

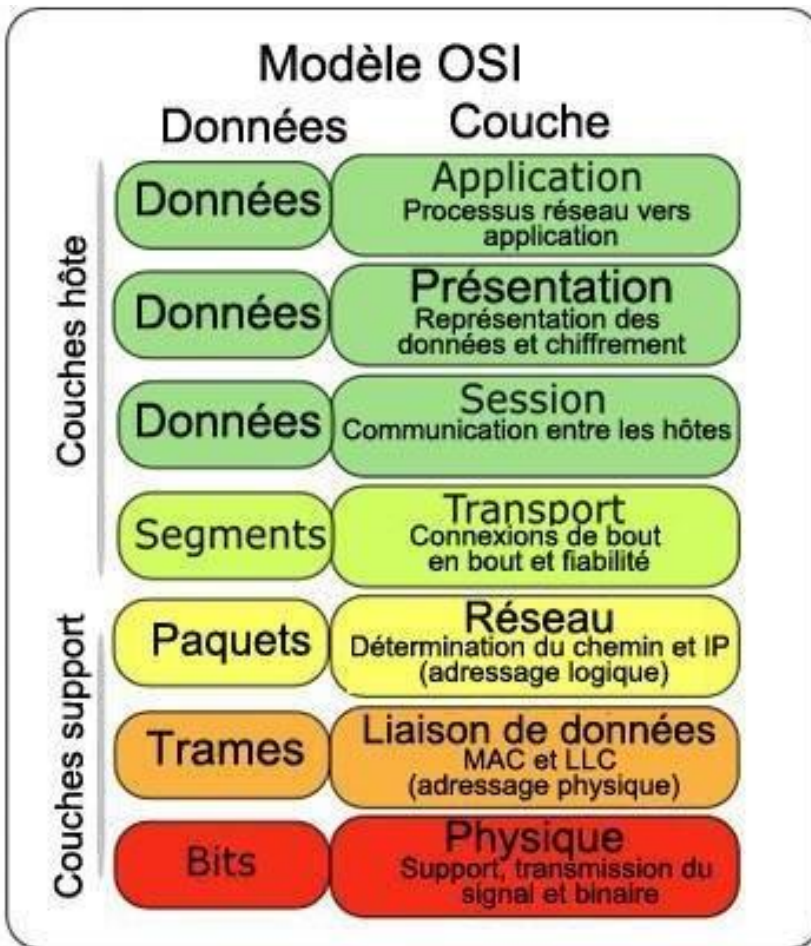
Chapitre 6

1. Les protocoles de couche réseau
2. Le routage
3. Les routeurs
4. Configuration d'un routeur Cisco

Les protocoles de la couche réseau

La couche réseau

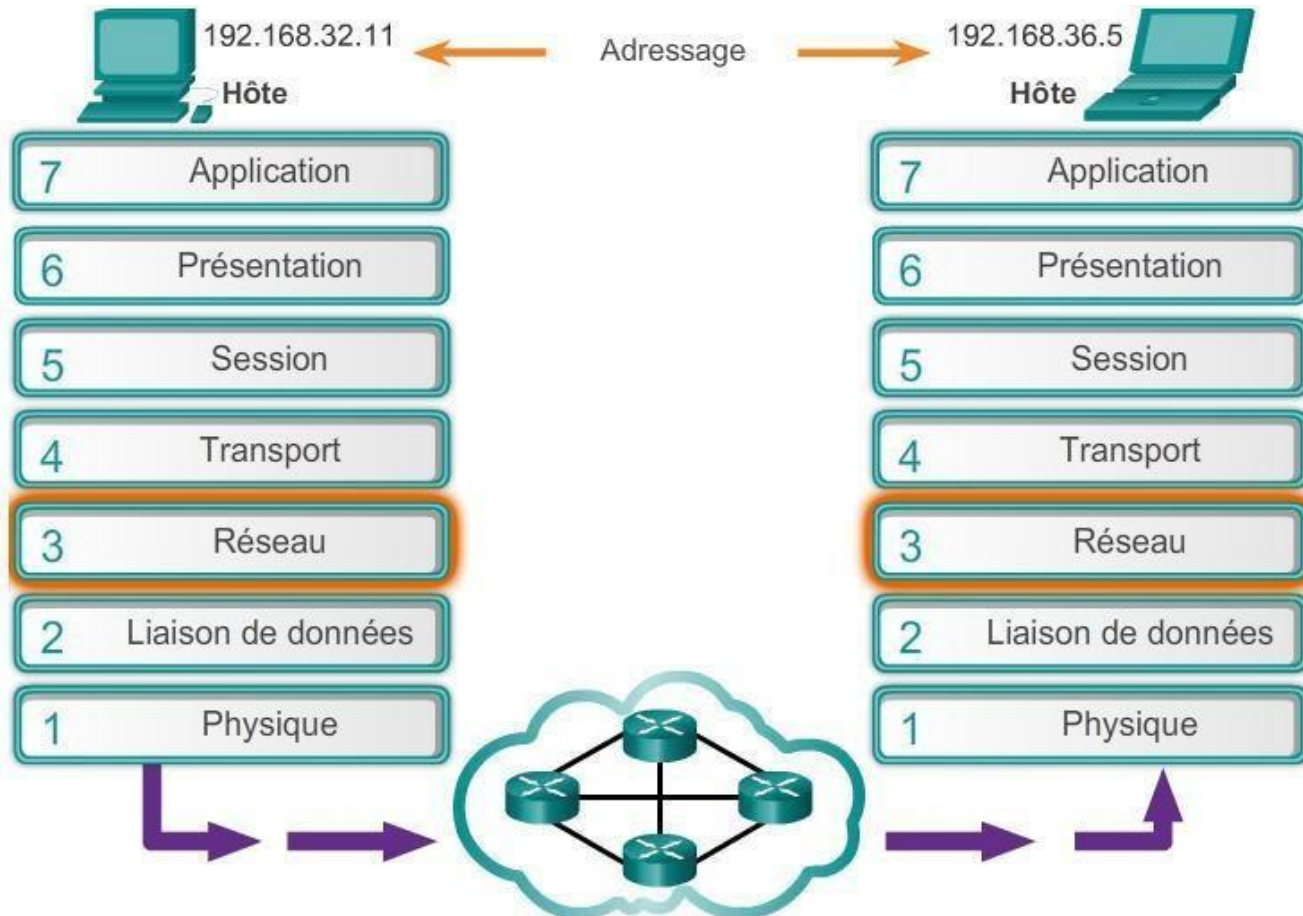
Couche réseau



- La couche réseau fournit des services permettant aux périphériques finaux de communiquer sur le réseau. Pour effectuer cette communication de bout en bout, la couche réseau effectue 4 opérations de base :

- Adressage des périphériques finaux
- Encapsulation
- Routage
- Désencapsulation

Couche réseau de la communication



Les protocoles de couche réseau transfèrent les unités de données de protocole de la couche transport entre les hôtes.

La couche réseau

- Adressage des périphériques finaux

les périphériques finaux doivent être configurés avec une adresse IP unique pour être identifiés sur le réseau.

- Encapsulation

la couche réseau reçoit une unité de données de protocole (PDU) de la couche transport, ajoute des informations d'en-tête IP, telles que l'adresse IP des hôtes source et de destination. Une fois les informations d'en-tête ajoutées à la PDU, celle-ci est appelée paquet.

La couche réseau

- Routage

la couche réseau permet de diriger les paquets vers un hôte de destination sur un autre réseau. Pour atteindre d'autres réseaux, le paquet doit être traité par un routeur. Le rôle du routeur est de sélectionner les chemins afin de diriger les paquets vers l'hôte de destination. Ce processus est appelé le routage. Un paquet peut passer par de nombreux périphériques intermédiaires avant d'atteindre l'hôte de destination.

- Désencapsulation

lorsque le paquet arrive au niveau de la couche réseau de l'hôte de destination, l'hôte vérifie l'en-tête du paquet IP. Si l'adresse IP de destination dans l'en-tête correspond à l'adresse IP de l'hôte qui effectue la vérification, l'en-tête IP est supprimé du paquet. Ce processus de suppression des en-têtes des couches inférieures est appelé la désencapsulation. Une fois la désencapsulation effectuée par la couche réseau, la PDU de couche 4 est transmise au service approprié au niveau de la couche transport.

L'adresse IPv4

Format de l'adresse IPv4

Les adresses IPv4 sont composées de 4 octets. Par convention, on note ces adresses sous forme de 4 nombres décimaux de 0 à 255 séparés par des points.

L'originalité de ce format d'adressage réside dans l'association de l'identification du réseau avec l'identification de l'hôte.

- La partie réseau est commune à l'ensemble des hôtes d'un même réseau,
- La partie hôte est unique à l'intérieur d'un même réseau.

Prenons un exemple d'adresse IPv4 pour en identifier les différentes parties :

Tableau. Exemple : adresse IP 192.168.1.1

L'adresse IPv4

Format de l'adresse IPv4

Adresse complète	192.168.__1.__1
Masque de réseau	255.255.255.__0
Partie réseau	192.168.__1.___
Partie hôte	___.___.___.__1
Adresse Réseau	192.168.__1.__0
Adresse de diffusion	192.168.__1.255

Le masque de réseau

Le masque de réseau sert à séparer les parties réseau et hôte d'une adresse. On retrouve l'adresse du réseau en effectuant un ET logique bit à bit entre une adresse complète et le masque de réseau.

L'adresse de diffusion

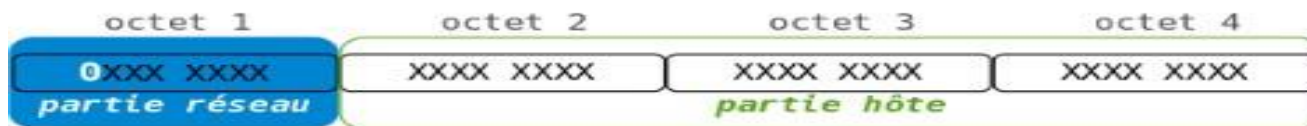
Chaque réseau possède une adresse particulière dite de diffusion. Tous les paquets avec cette adresse de destination sont traités par tous les hôtes du réseau local. Certaines informations telles que les annonces de service ou les messages d'alerte sont utiles à l'ensemble des hôtes du réseau.

L'adresse IPv4

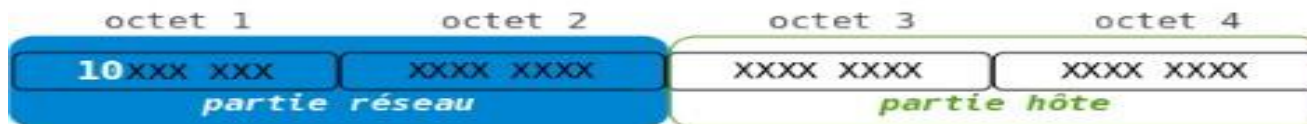
Les classes d'adresses IPv4

À l'origine, plusieurs groupes d'adresses ont été définis dans le but d'optimiser le routing des paquets entre les différents réseaux. Ces groupes sont appelés classes d'adresses IP. Ces classes correspondent à des regroupements en réseaux de même taille.

Classe A



Classe B



Classe C



Classe D



L'adresse IPv4

Les classes d'adresses IPv4

Classe A

Le premier octet a une valeur comprise entre 1 et 126. Ce premier octet désigne le numéro de réseau et les 3 autres correspondent à l'adresse de l'hôte.

L'adresse réseau 127.0.0.0 est réservée pour les communications en boucle locale.

Classe B

Le premier octet a une valeur comprise entre 128 et 191. Les 2 premiers octets désignent le numéro de réseau et les 2 autres correspondent à l'adresse de l'hôte.

Classe C

Le premier octet a une valeur comprise entre 192 et 223. Les 3 premiers octets désignent le numéro de réseau et le dernier correspond à l'adresse de l'hôte.

L'adresse IPv4

Les classes d'adresses IPv4

Classe D

Le premier octet a une valeur comprise entre 224 et 239. Il s'agit d'une zone d'adresses dédiées aux services de multidiffusion vers des groupes d'hôtes (*host groups*).

Classe E

Le premier octet a une valeur comprise entre 240 et 255. Il s'agit d'une zone d'adresses réservées aux expérimentations. Ces adresses ne doivent pas être utilisées pour adresser des hôtes ou des groupes d'hôtes.

L'adresse IPv4

Les classes d'adresses IPv4

Tableau. Espaces d'adressage

Classe	Masque réseau	Adresses réseau	Nombre de réseaux	Nombre d'hôtes par réseau
A	255.0.0.0	1.0.0.0 - 126.255.255.255	126	16777214
B	255.255.0.0	128.0.0.0 - 191.255.255.255	16384	65534
C	255.255.255.0	192.0.0.0 - 223.255.255.255	2097152	254
D	240.0.0.0	224.0.0.0 - 239.255.255.255	adresses uniques	adresses uniques
E	non défini	240.0.0.0 - 255.255.255.255	adresses uniques	adresses uniques

S'entrainer

1. soient les adresses IPv4 suivantes :

16.17.15.4, 221.15.12.4, 127.0.0.1, 131.19.45.2, 193.4.2.1

Adresse	Classe	MSR	Adresse rx	Plage des @	@ diffusion
16.17.15.4	A	255.0.0.0	16.0.0.0	16.0.0.1- 16.255.255.254	16.255.255.255
221.15.12.4	C	255.255.25 5.0	221.15.12.0	221.15.12.1- 221.15.12.254	221.15.12.255
131.19.45.2	B	255.255.0.0	131.19.0.0	131.19.0.1- 131.19.255.254	131.19.255.255
193.4.2.1	C	255.255.25. 0	193.4.2.0	193.4.2.1- 193.4.2.254	193.4.2.255

Limitations de l'IPv4

Au fil des années, l'IPv4 a été mis à jour afin de relever de nouveaux défis. Cependant, même avec des modifications, l'IPv4 a toujours trois problèmes majeurs :

Manque d'adresses IP: dû au nombre croissant de périphérique

Croissance de la table de routage

Internet: dû au nombre croissant de serveurs internet

Absence de connectivité de bout en bout: dû au fait que plusieurs périphériques peuvent partager une même adresse IP publique



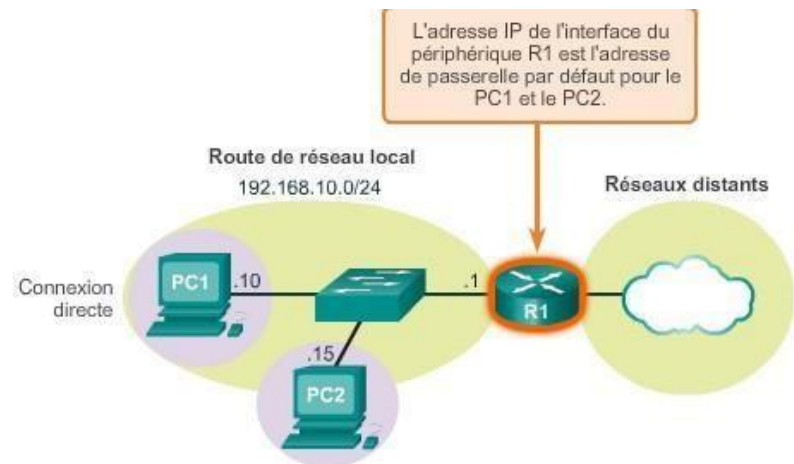
Le routage

Routage

- Si un hôte envoie un paquet à un périphérique appartenant au même réseau IP, le paquet est simplement transféré à l'interface hôte, par le biais du périphérique intermédiaire(commutateur ou point d'accès), directement au périphérique de destination
- Lorsqu'un périphérique source envoie un paquet à un périphérique de destination distant, alors l'aide des routeurs et le routage sont nécessaires.
- Le routage est le processus de détermination du meilleur chemin vers une destination. Le routeur connecté au segment de réseau local est appelé la passerelle par défaut.

Routage

- La passerelle par défaut est le périphérique qui achemine le trafic du réseau local vers des périphériques sur des réseaux distants
- La passerelle par défaut, qui est le plus souvent un routeur, gère une table de routage.
- Une table de routage est un fichier de données stocké dans la mémoire vive qui contient des informations de route sur le réseau connecté directement, ainsi que sur les réseaux distants que le périphérique a découvert.
- Un routeur utilise les informations de la table de routage pour déterminer le meilleur chemin pour atteindre ces destinations (réseaux).



Les routeurs

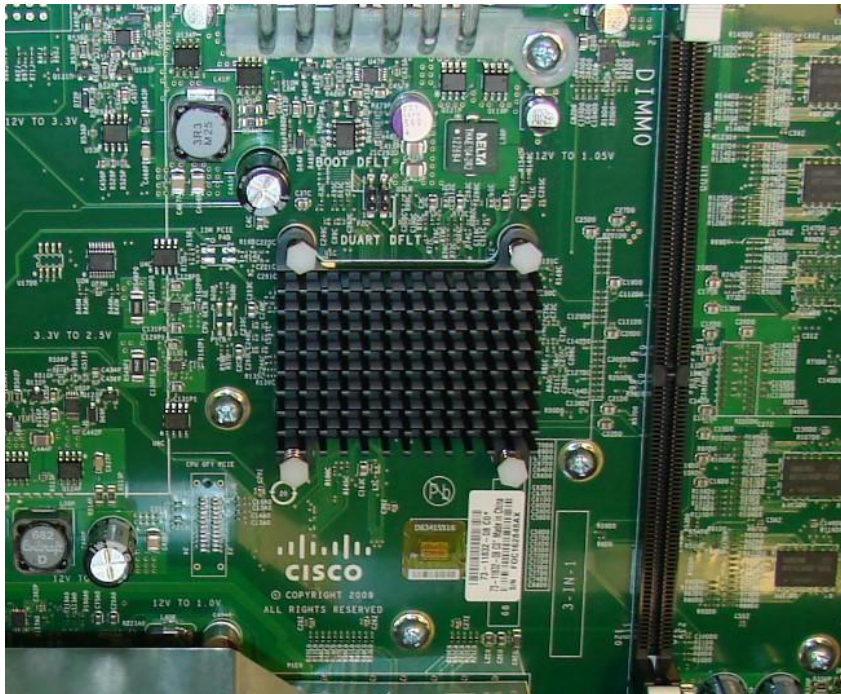
Composants d'un routeur

Un routeur est un ordinateur



- Tout comme les ordinateurs, les tablettes et les périphériques connectés, les routeurs nécessitent également:
 - des systèmes d'exploitation ;
 - des processeurs ;
 - de la mémoire vive ;
 - de la mémoire morte.
- Un routeur dispose également d'une mémoire spécifique, qui inclut de la mémoire Flash et de la mémoire vive non volatile.

Processeur et système d'exploitation d'un routeur



- Comme tous les ordinateurs, les périphériques Cisco nécessitent un processeur pour exécuter les instructions des systèmes d'exploitation, telles que l'initialisation du système, les fonctions de routage et les fonctions de commutation.
- Le processeur nécessite un système d'exploitation pour fournir des fonctions de routage et de commutation. Cisco IOS est le logiciel système utilisé pour la plupart des périphériques Cisco, indépendamment de leur taille et de leur type.

Mémoire du routeur

Mémoire	Volatile / Non volatile	Données stockées
Mémoire vive (RAM)	Volatile	<ul style="list-style-type: none">• IOS en cours d'exécution• Fichier de configuration en cours• Tables ARP et de routage IP• Mémoire tampon de paquets
ROM	Non volatile	<ul style="list-style-type: none">• Instructions de démarrage• Logiciel de diagnostic de base• IOS limité
NVRAM	Non volatile	<ul style="list-style-type: none">• Fichier de configuration initiale
Flash	Non volatile	<ul style="list-style-type: none">• IOS• Autres fichiers système

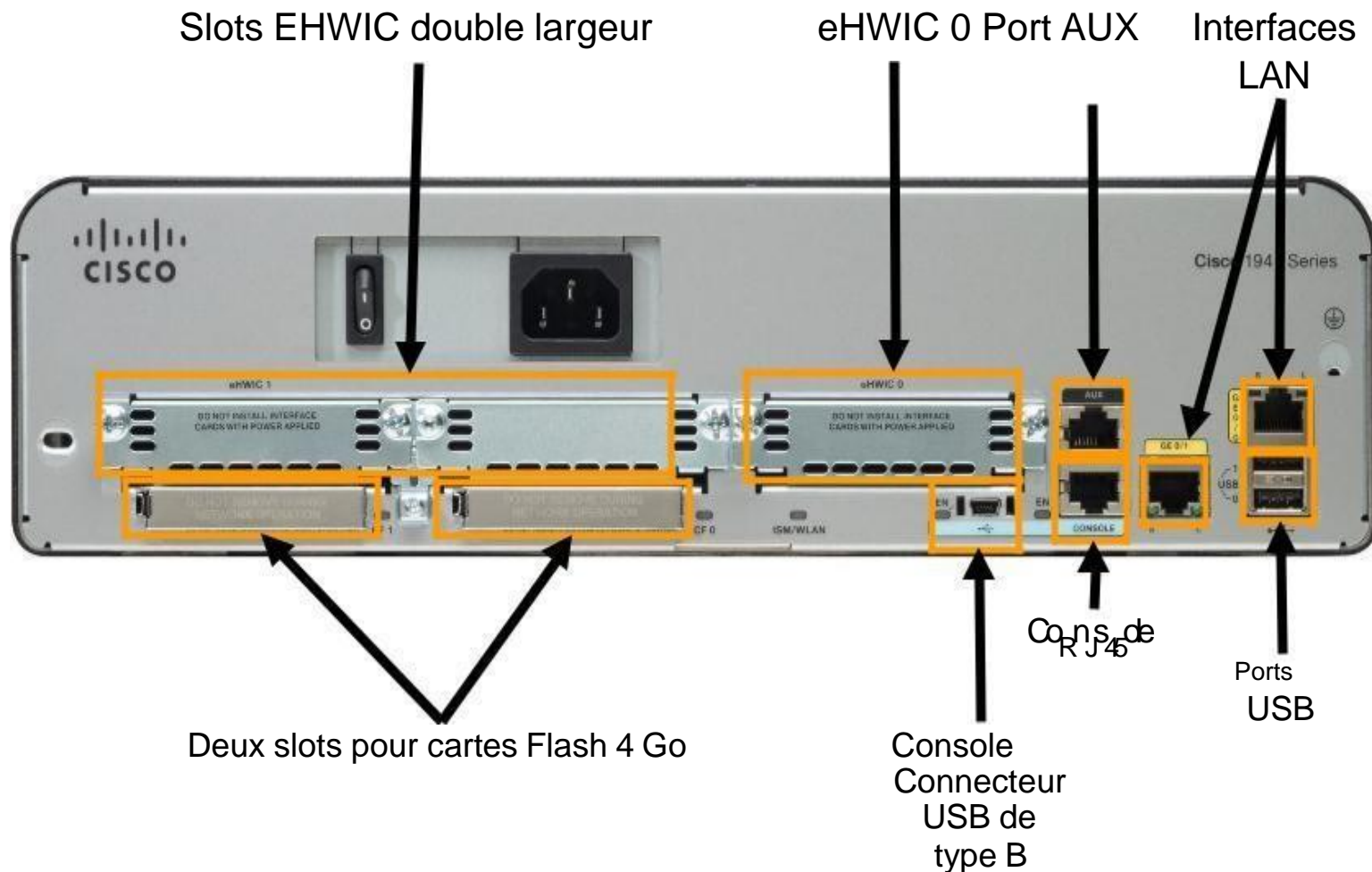
les connecteurs du routeur

Un routeur Cisco 1941 comprend les connexions suivantes :

- **Ports de console** – deux ports de console pour la configuration initiale et l'accès à l'interface de ligne de commande (CLI) via un port RJ-45 standard et un nouveau connecteur USB de type B (USB mini B).
- **Port AUX** – un port RJ-45 pour la gestion à distance, similaire au port de console.
- **Deux interfaces LAN** – deux interfaces gigabit ethernet pour l'accès au réseau local.
- **Slots EHWIC (carte d'interface WAN haut débit avancée)** – deux slots qui fournissent modularité et flexibilité en permettant au routeur de prendre en charge différents types de module d'interface, y compris la connexion série, la DSL, le port de commutateur et le sans fil.
- Le routeur à services intégrés Cisco 1941 est également équipé de slots de mémoire CompactFlash qui sont capables de prendre en charge des cartes CompactFlash de 4 Go chacune pour augmenter l'espace de stockage.

Composants d'un routeur

les connecteurs du routeur



Connexion à un routeur

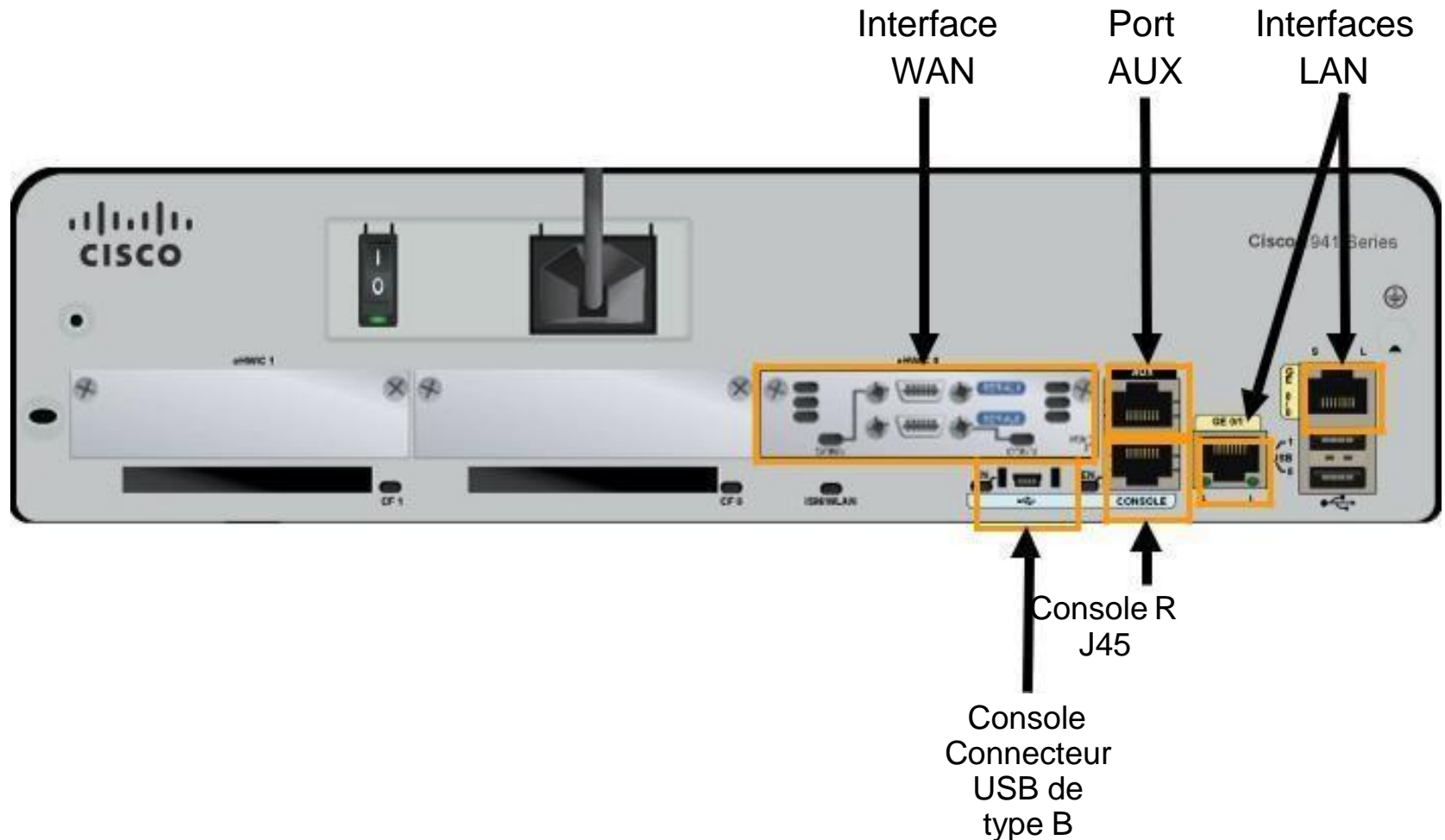
Les connexions sur un routeur Cisco peuvent être regroupées en deux catégories :

- **Ports de gestion** – ports de console et auxiliaire utilisés pour configurer, gérer et dépanner le routeur. Contrairement aux interfaces LAN et WAN, les ports de gestion ne sont pas utilisés pour le transfert de paquets.
- **Interfaces inband de routeur** – interfaces LAN et WAN configurées via l'adressage IP pour transporter le trafic. Les interfaces Ethernet sont les connexions LAN les plus courantes, tandis que les connexions WAN les plus répandues sont les interfaces série et DSL.

Connexion à un routeur

- Tout comme pour un commutateur Cisco, il existe plusieurs moyens d'accéder à la CLI d'un routeur Cisco. Voici les méthodes les plus répandues :
 - **Console** – utilise une connexion USB ou série à bas débit pour fournir un accès direct hors réseau pour gérer un périphérique Cisco.
 - **Telnet ou SSH** – deux méthodes d'accès distant à une session CLI via une interface réseau active.
 - **Port AUX** – utilisé pour la gestion à distance d'un routeur à l'aide d'une ligne téléphonique et d'un modem.
- Les ports de console et auxiliaire sont situés sur le routeur.

Connexion à un routeur



Configuration d'un routeur

La couche réseau

Configuration d'un routeur Cisco



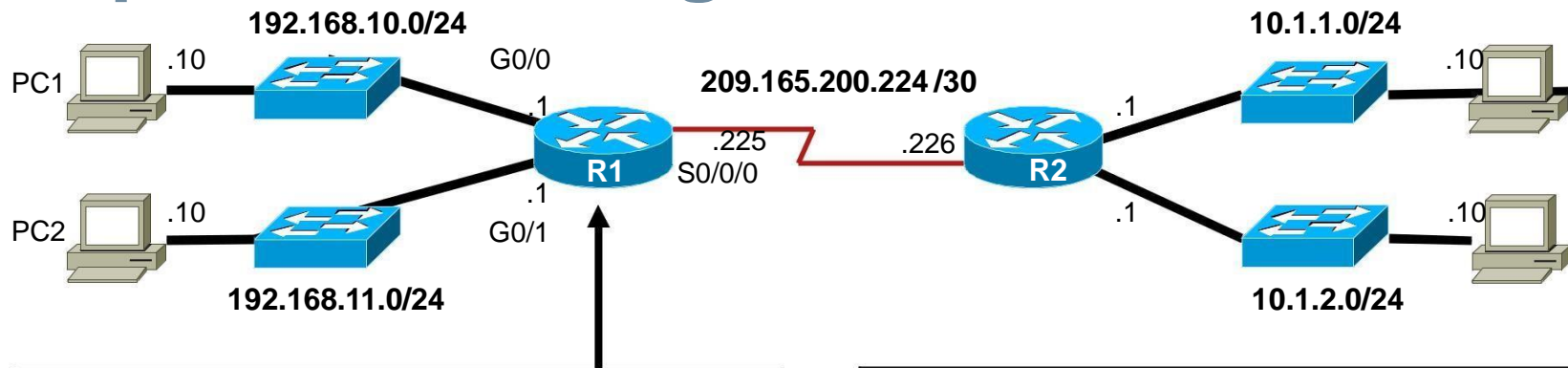
Configuration des paramètres initiaux

Étapes de la configuration d'un routeur

- Les étapes suivantes, similaires à celles suivies pour la configuration d'un commutateur, doivent être réalisées lors de la configuration des paramètres initiaux d'un routeur :
 - 1. Attribuez un nom de périphérique à l'aide de la commande de configuration globale hostname. (Figure 1)
 - 2. Définissez les mots de passe. (Figure 2)
 - Sécurisez l'accès au mode d'exécution privilégié à l'aide de la commande enable secret.
 - Sécurisez l'accès au mode d'exécution à l'aide de la commande login sur le port de console et de la commande password pour définir le mot de passe.
 - Sécurisez l'accès virtuel des lignes VTY de la même manière que pour sécuriser l'accès au mode d'exécution.
 - Utilisez la commande de configuration globale service password-encryption pour empêcher les mots de passe d'apparaître en clair dans le fichier de configuration.
 - 3. Rédigez les mentions légales à l'aide de la commande de configuration globale banner motd (message du jour, MOTD). (Figure 3)
 - 4. Enregistrez la configuration à l'aide de la commande copy run start. (Figure 4)
 - 5. Vérifiez la configuration à l'aide de la commande show run.

Configuration des paramètres initiaux

Étapes de la configuration d'un routeur



1

```
Router> enable
Router# configure terminal
Enter configuration commands, one per line.
Terminez par CNTL/Z.
Router(config)# hostname R1
R1(config)#
```

OU

```
Router> en
Router# conf t
Enter configuration commands, one per line.
Terminez par CNTL/Z.
Router(config)# ho R1
R2(config)#
```

2

```
R1(config)# enable secret class
R1(config)#
R1(config)# line console 0
R1(config-line)# password cisco
R1(config-line)# login

R1(config-line)# exit
R1(config)#
R1(config)# line vty 0 4
R1(config-line)# password cisco
R1(config-line)# login
R1(config-line)# exit
R1(config)#
R1(config)# service password-encryption
R1(config)#
```

```
R1(config)# banner motd #
Entrez le TEXTE du message. End with the character
'#'.
*****
WARNING: Unauthorized access is prohibited!
*****
N°
R1(config)#
```

3

```
R1# copy running-config startup-config
Destination filename [startup-config]?
Building configuration...
[OK]
R1#
```

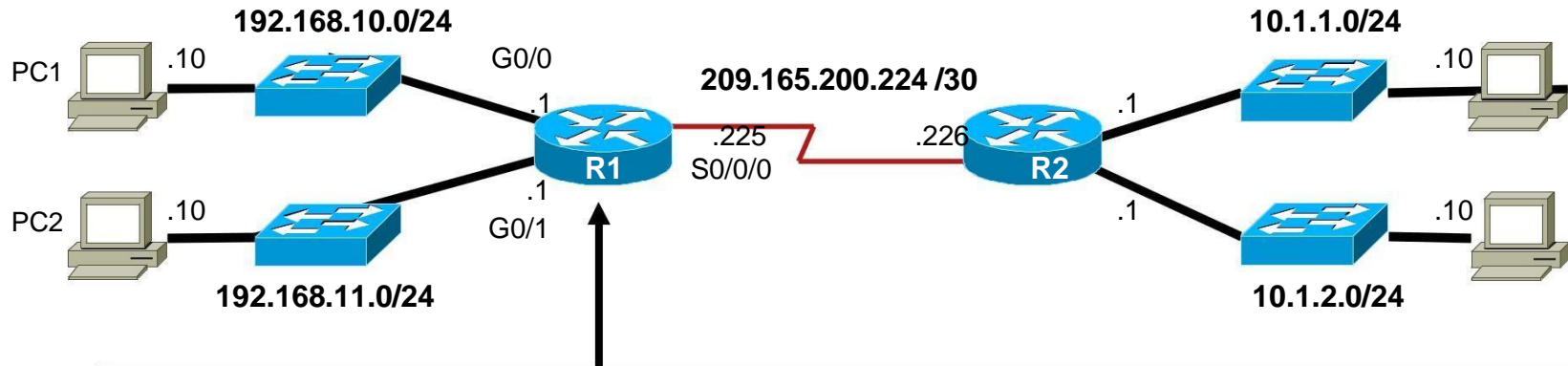
4

Configuration des interfaces LAN

- Pour que les routeurs soient accessibles, les interfaces de routeur doivent être configurées. Par conséquent, pour activer une interface spécifique, passez en mode de configuration d'interface via la commande de configuration globale `interface type-et-numéro`.
- Il existe différents types d'interface disponibles sur les routeurs Cisco. Dans cet exemple, le routeur Cisco 1941 est équipé de deux interfaces gigabit ethernet et d'une carte d'interface WAN série (WIC) constituée de deux interfaces. Les interfaces sont nommées comme suit :
 - Gigabit Ethernet 0/0 (G0/0)
 - Gigabit Ethernet 0/1 (G0/1)
 - Serial 0/0/0 (S0/0/0)
 - Serial 0/0/1 (S0/0/1)
- Pour activer une interface de routeur, configurez les éléments suivants :
 - **Adresse IPv4 et masque de sous-réseau** - configurez l'adresse IP et le masque de sous-réseau au moyen de la commande de configuration d'interface **`ip address address subnet-mask`**.
 - **Activez l'interface** – par défaut, les interfaces LAN et WAN ne sont pas activées. L'interface doit être activée à l'aide de la commande **`no shutdown`**.

Configuration des interfaces

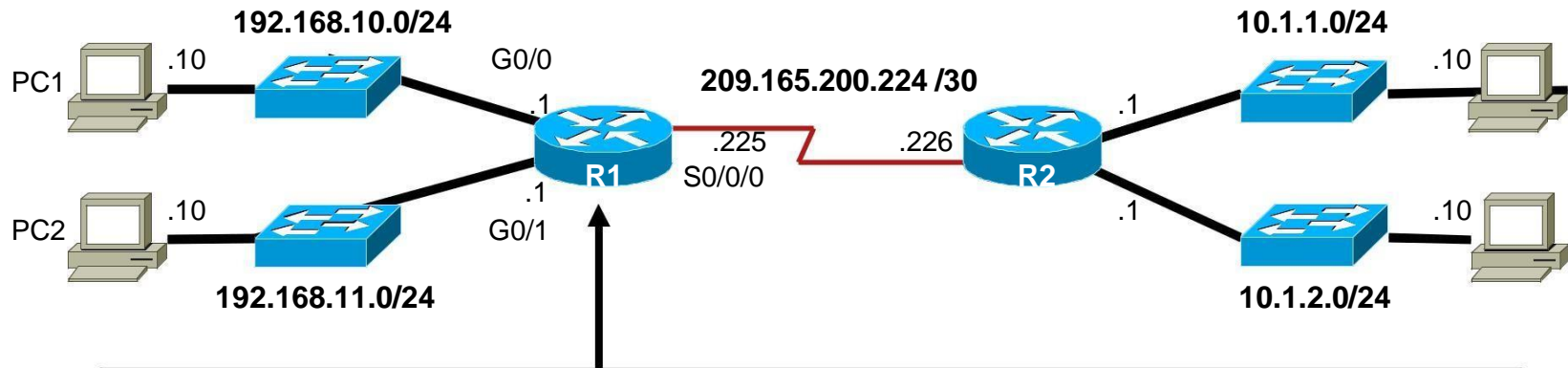
Configuration des interfaces LAN



```
R1# conf t
Enter configuration commands, one per line.  Terminez par CNTL/Z.
R1(config)#
R1(config)# interface gigabitethernet 0/0
R1(config-if)# ip address 192.168.10.1 255.255.255.0
R1(config-if)# description Link to LAN-10
R1(config-if)# no shutdown
%LINK-5-CHANGED: Interface GigabitEthernet0/0, changed state to up
%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface GigabitEthernet0/0, changed
state to up
R1(config-if)# exit
R1(config)#
R1(config)# int g0/1
R1(config-if)# ip add 192.168.11.1 255.255.255.0
R1(config-if)# des Link to LAN-11
R1(config-if)# no shut
%LINK-5-CHANGED: Interface GigabitEthernet0/1, changed state to up
%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface GigabitEthernet0/1, changed
state to up
R1(config-if)# exit
R1(config)#
```

Configuration des interfaces

Vérification de la configuration des interfaces



```
R1# show ip interface brief
```

Interface	IP-Address	OK?	Method	Status	Protocol
GigabitEthernet0/0	192.168.10.1	YES	manual	up	up
GigabitEthernet0/1	192.168.11.1	YES	manual	up	up
Serial0/0/0	209.165.200.225	YES	manual	up	up
Serial0/0/1	unassigned	YES	NVRAM	administratively down	down
Vlan1	unassigned	YES	NVRAM	administratively down	down

```
R1#
```

```
R1# ping 209.165.200.226
```

```
Type escape sequence to abort.
```

```
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 209 165 200 226, timeout is 2 seconds:
```

```
!!!!
```

```
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 1/2/9 ms
```

```
R1#
```

Configuration de la passerelle par défaut

The screenshot shows the 'Microsoft TCP/IP Properties' dialog box with the 'IP Address' tab selected. The dialog box contains a text area with instructions, a dropdown menu for the network adapter, two radio buttons for IP assignment, and input fields for IP address, subnet mask, and default gateway. The 'Specify an IP address' radio button is selected, and the fields are filled with the values 192.168.2.2, 255.255.255.0, and 192.168.2.1 respectively. The 'Advanced...' button is visible at the bottom right of the dialog box.

Microsoft TCP/IP Properties [?] [X]

IP Address | DNS | WINS Address | DHCP Relay | Routing

An IP address can be automatically assigned to this network card by a DHCP server. If your network does not have a DHCP server, ask your network administrator for an address, and then type it in the space below.

Adapter:
[1] AMD PCNET PCI Ethernet Adapter

☐ Obtain an IP address from a DHCP server

☒ Specify an IP address

IP Address: 192 . 168 . 2 . 2

Subnet Mask: 255 . 255 . 255 . 0

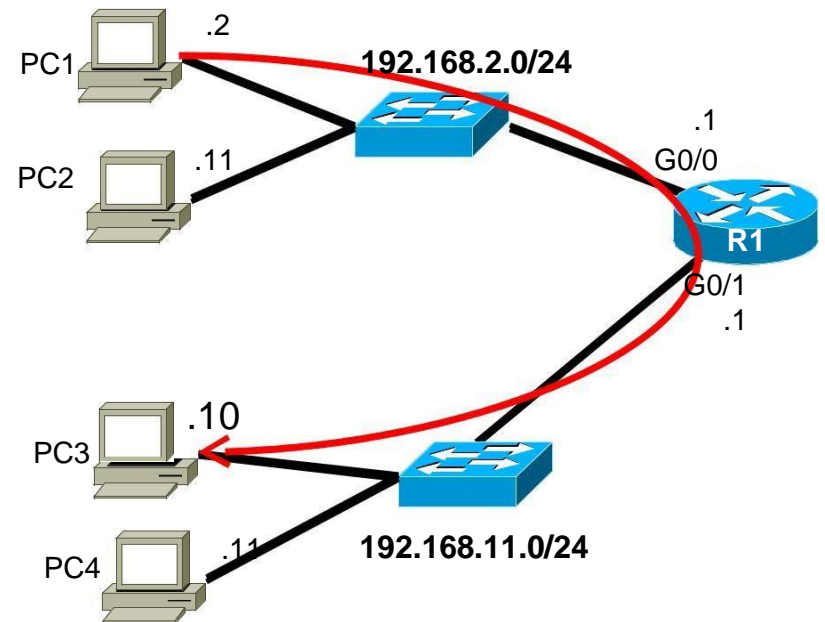
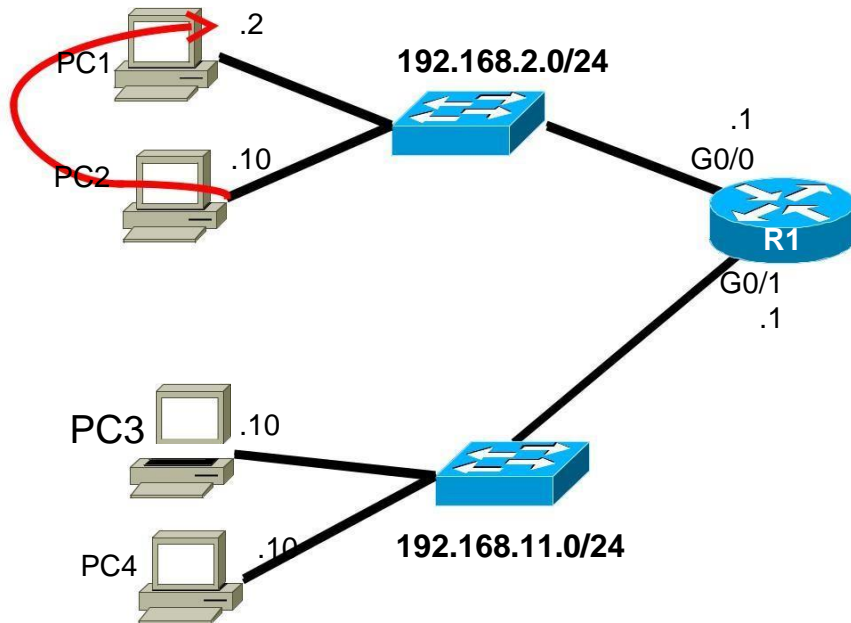
Default Gateway: 192 . 168 . 2 . 1

Advanced...

OK Cancel Apply

Configuration de la passerelle par défaut

Passerelle par défaut sur un hôte



Configuration de la passerelle par défaut

Passerelle par défaut sur un commutateur

Pour configurer l'adresse IP sur un commutateur, il faut utiliser l'interface virtuelle de commutateur (SVI) :

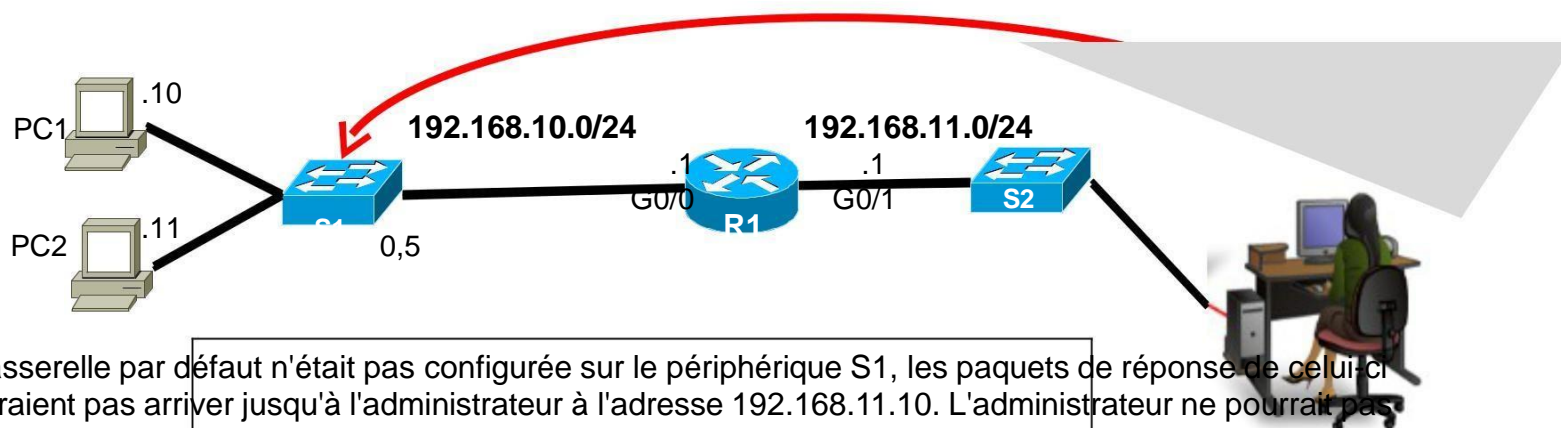
```
S1(config)# interface vlan1
```

```
S1(config-vlan)# ip address 192.168.10.50 255.255.255.0
```

```
S1(config-vlan)# no shut
```

si le commutateur doit être accessible pour les périphériques d'un autre réseau, il doit être configuré avec une adresse de passerelle par défaut

```
S1(config)# ip default-gateway 192.168.10.1
```



Si la passerelle par défaut n'était pas configurée sur le périphérique S1, les paquets de réponse de celui-ci ne pourraient pas arriver jusqu'à l'administrateur à l'adresse 192.168.11.10. L'administrateur ne pourrait pas gérer le périphérique à distance.