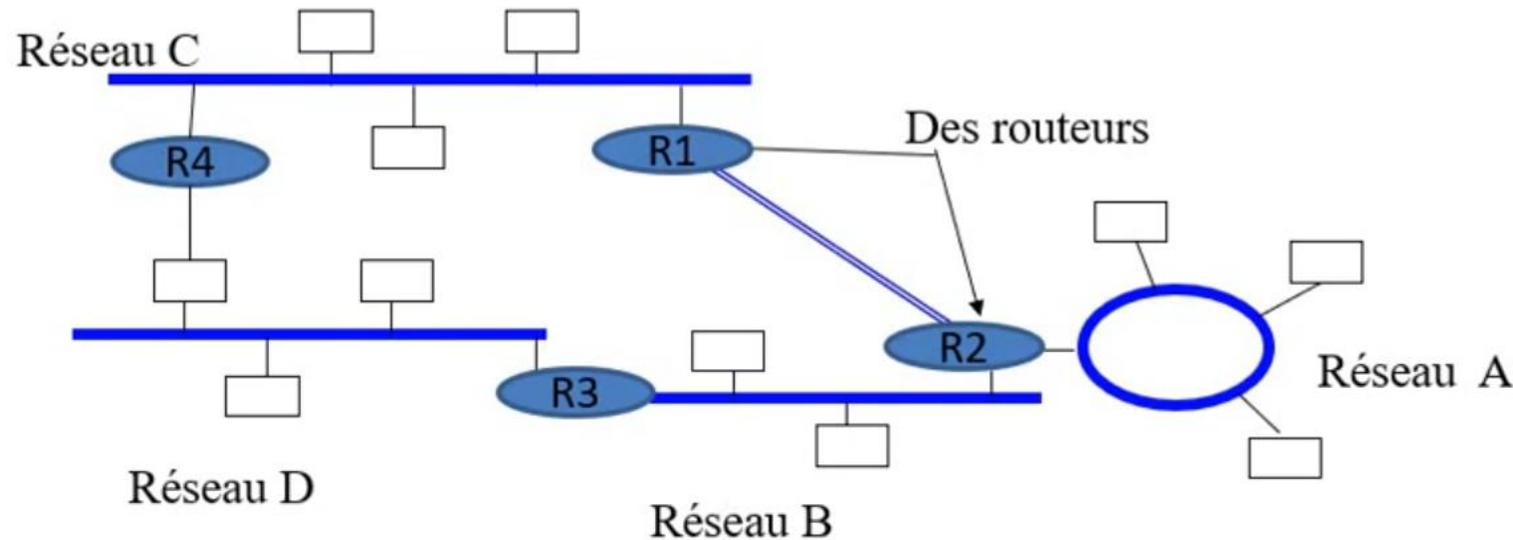


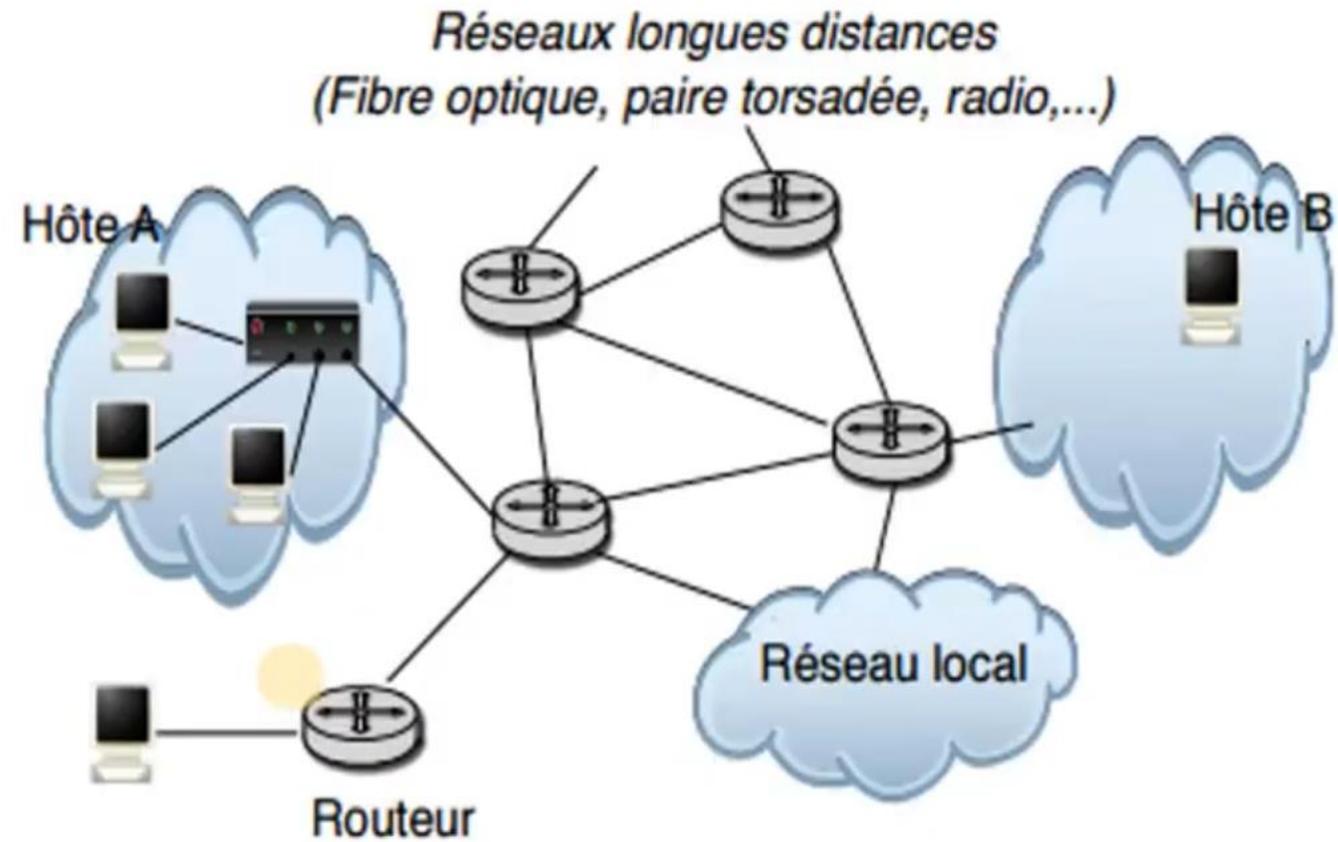
Routage IP

Les routeurs

- Un routeur est un équipement qui possède plusieurs interfaces réseaux .
- Chaque interface est connecté à un réseau.
- Il possède la capacité de router (acheminer) les paquets d'un réseau à un autres selon les adresses IP.
- Un réseau qui comporte des routeurs (ou des passerelles) est appelé réseau routé .
- Un réseau routé permet de limiter le domaine du broadcast .



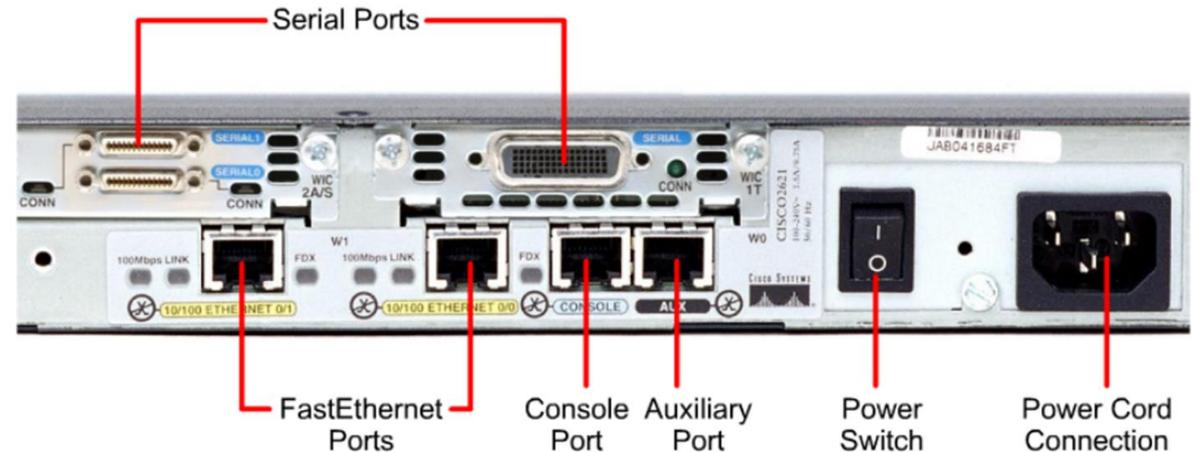
- Les routeurs sont utilisés dans les LAN et les WAN

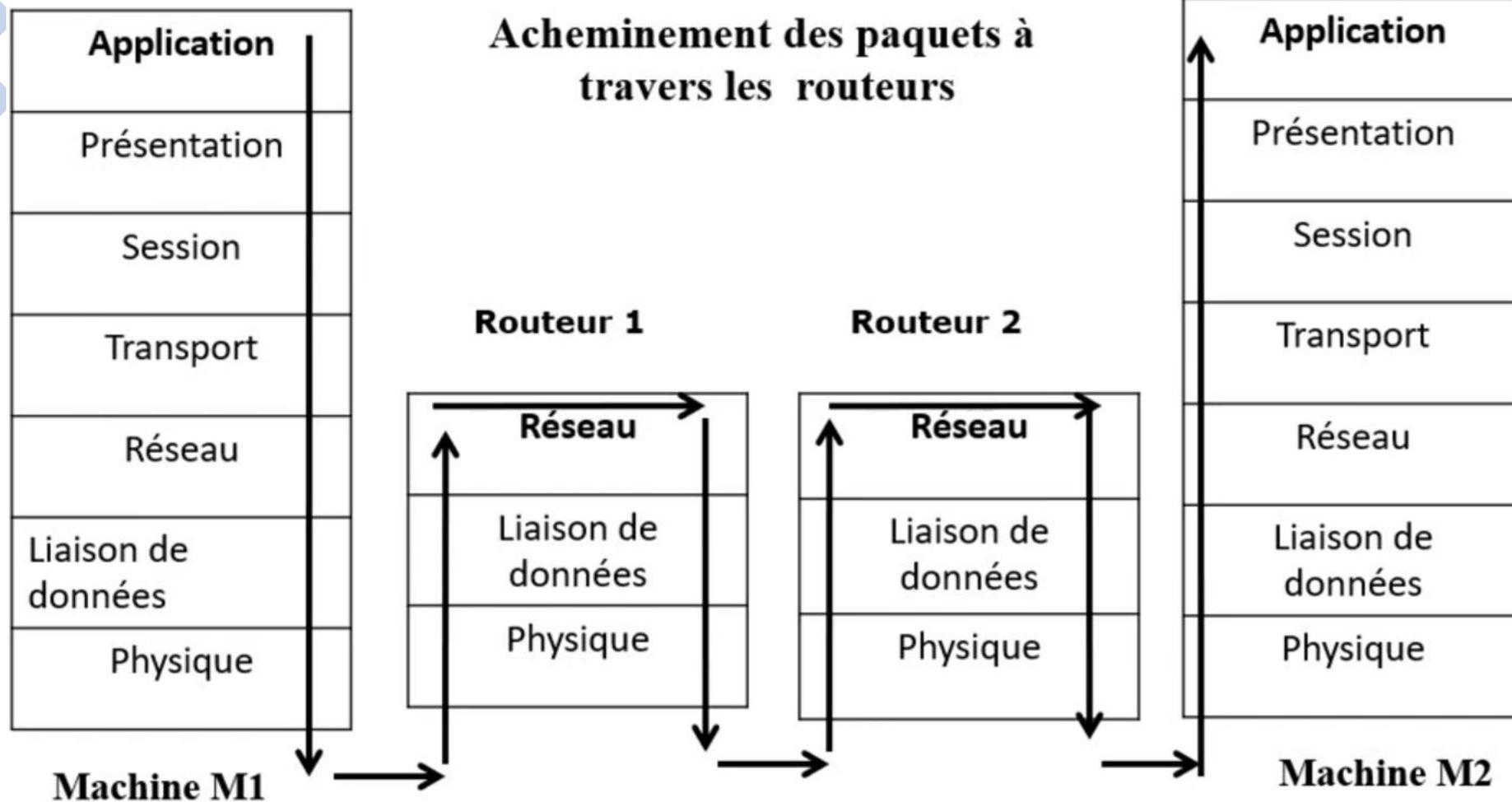


Les routeurs

Un routeur peut être :

- Une machine spécialisée : une machine conçue spécialement pour le routage. Généralement un routeur comporte un système d'exploitation spécialisé (ex : IOS de CISCO)

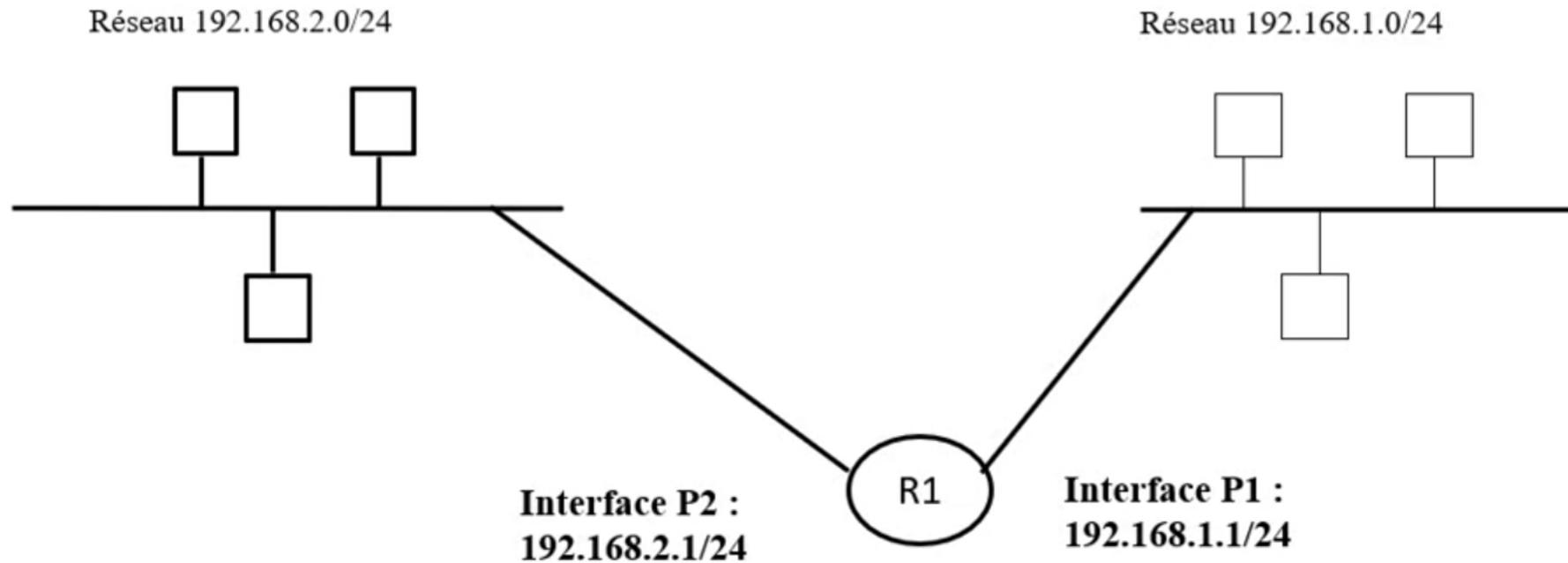




- Avant qu'un paquet arrive à sa destination il passe par un ou plusieurs routeurs.
- Lorsqu'un routeur reçoit le paquet (couche 3), il **va consulter l'entête du paquet** pour extraire des informations qui l'aide a acheminer le paquet .
- **L'information la plus importante est l'adresse IP de la destination → existe dans l'entête d'un paquet IP.**

Adresses d'un routeur

- A chaque interface physique (carte réseau) correspond une adresse IP.
- Les routeurs possèdent (par définition) plusieurs interfaces. Une pour chaque connexion.
- Donc à une même machine (un routeur), est associée plusieurs adresses IP.

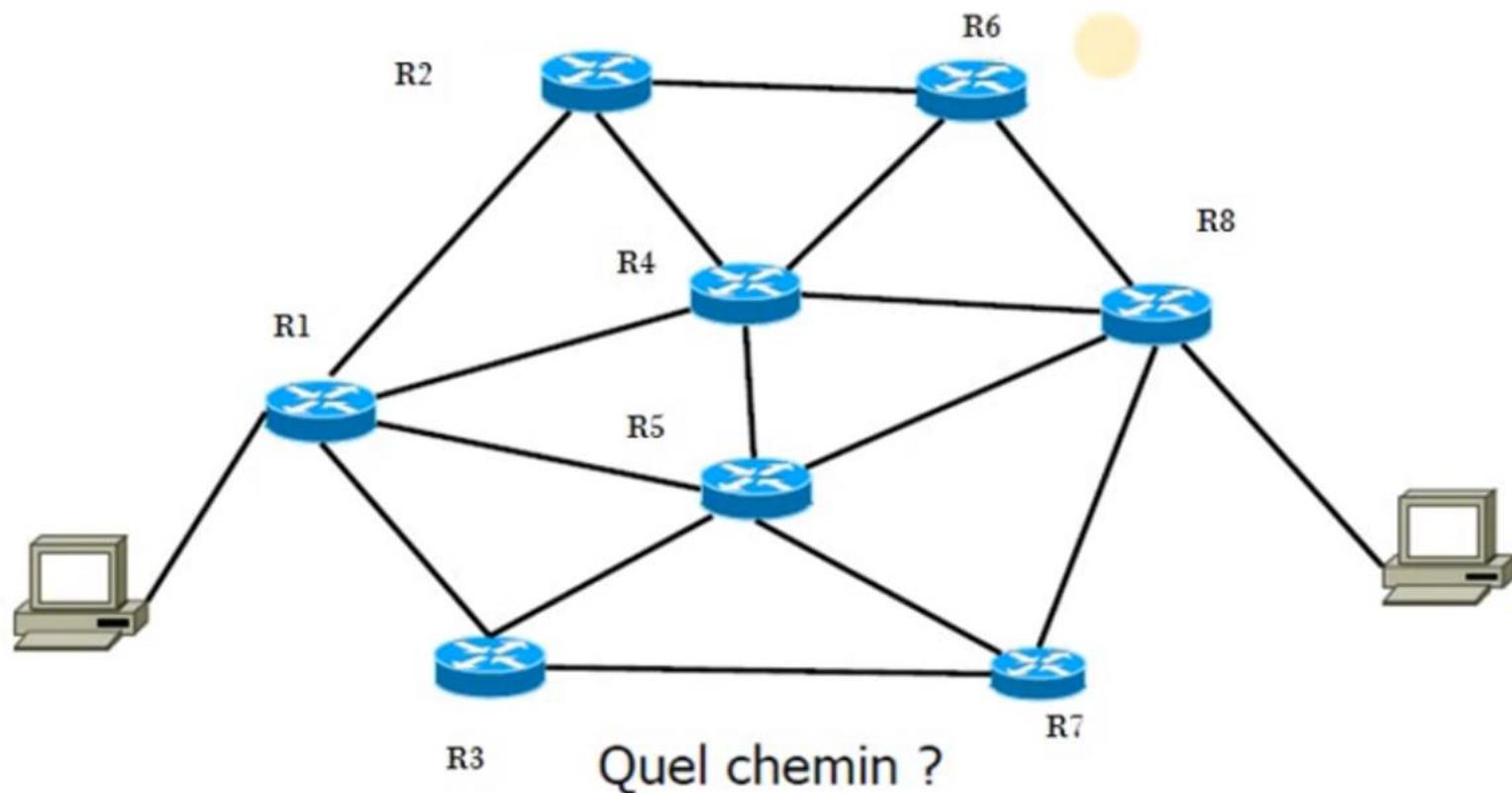


Le routage

- Le routage (routage des paquets) est le processus permettant à un paquet d'être acheminé vers le destinataire lorsque celui-ci n'est pas sur le même réseau physique que l'émetteur.
- **La sélection du chemin** est le processus que le routeur utilise pour choisir le prochain saut (prochain routeur) du trajet que le paquet empruntera vers sa destination.

Le routage

- Les routeurs coopèrent entre eux de telle manière qu'un datagramme passe d'un routeur à un autre jusqu'à ce que l'une d'entre elles le délivre à son destinataire.
- Le routeur ne connaît pas le chemin complet pour atteindre la destination.
- Un routeur a juste une vision local du réseau global .



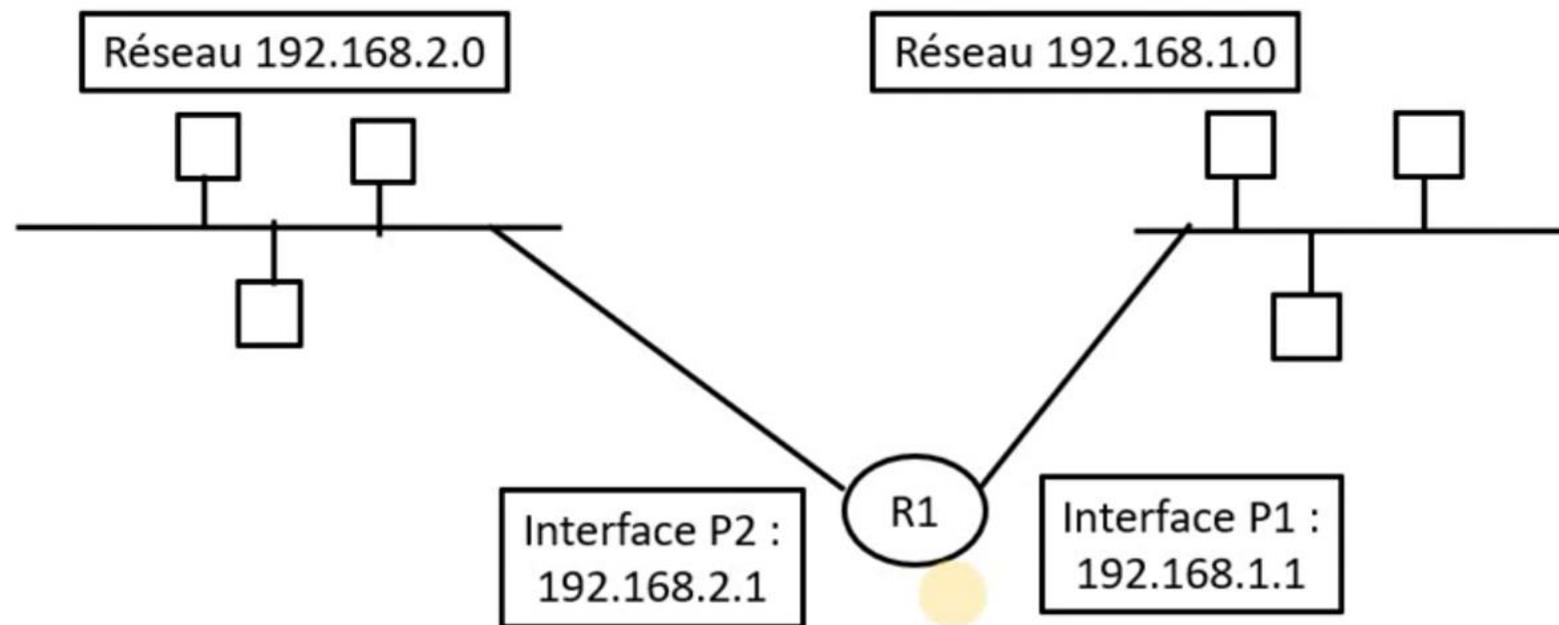
La Table de routage

- Pour assurer la fonction de routage (trouver un chemin) le **ROUTEUR CONSULTE** une **TABLE** dite table **DE ROUTAGE**
- Les tables de routage contiennent les informations nécessaires à la transmission des paquets sur les autres réseaux .
- Les routeurs emploient des protocoles de routage pour : construire et gérer les tables de routage contenant les informations d'acheminement.

Structure de la table de routage

- Une table de routage contient les informations suivantes :
 - **Adresse réseau destination** ainsi que le **masque** associé à ce réseau.
 - **Adresse IP de la Passerelle** : correspondant à l'adresse du **prochain routeur** qui va recevoir le paquet destiné au réseau de destination .
 - **Interface de sortie** : puisque le routeur possède plusieurs interfaces , donc il faut indiquer via quelle interface doit transiter le paquet.
- Généralement la table de routage IP, contient seulement les adresses réseaux et non pas les adresses machines afin de ne pas avoir une **table de très grande taille**.

Exemple 1 : un routeur et deux réseaux



Pour atteindre le réseau de destination	Prochain nœud Passerelle	Via l'interface
192.168.1.0/255.255.255.0	Direct	P1
192.168.2.0/255.255.255.0	Direct	P2

indique que pour atteindre le réseau (192.168.1.0) passer directement via l'interface P1 .

indique que pour atteindre le réseau (192.168.2.0) passer directement via l'interface P2.

Exemple 2 : deux routeurs et deux réseaux

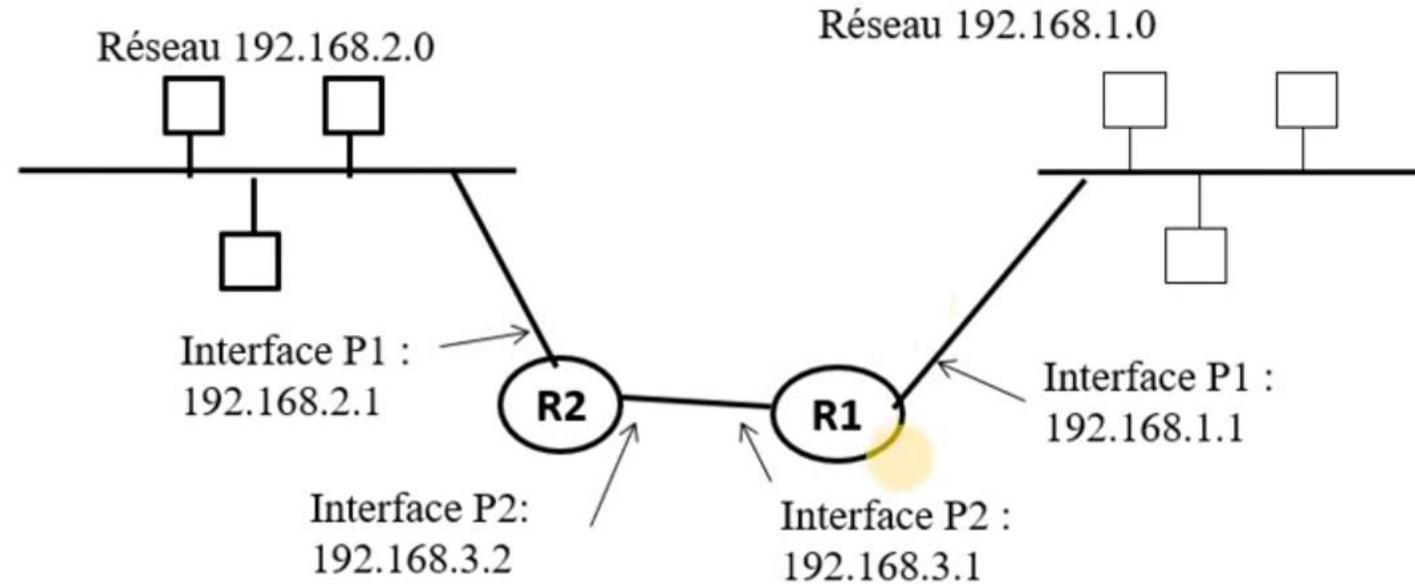


Table de routage de routeur R1

Pour atteindre le réseau de destination	Prochain nœud Passerelle	Via l'interface
192.168.1.0/24	Direct	P1
192.168.3.0/24	Direct	P2
192.168.2.0/24	192.168.3.2	P2

Table de routage de routeur R2

Pour atteindre le réseau de destination	Prochain nœud Passerelle	Via l'interface
192.168.2.0/24	Direct	P1
192.168.3.0/24	Direct	P2
192.168.1.0/24	192.168.3.1	P2

Exemple 3 : deux routeurs et trois réseaux

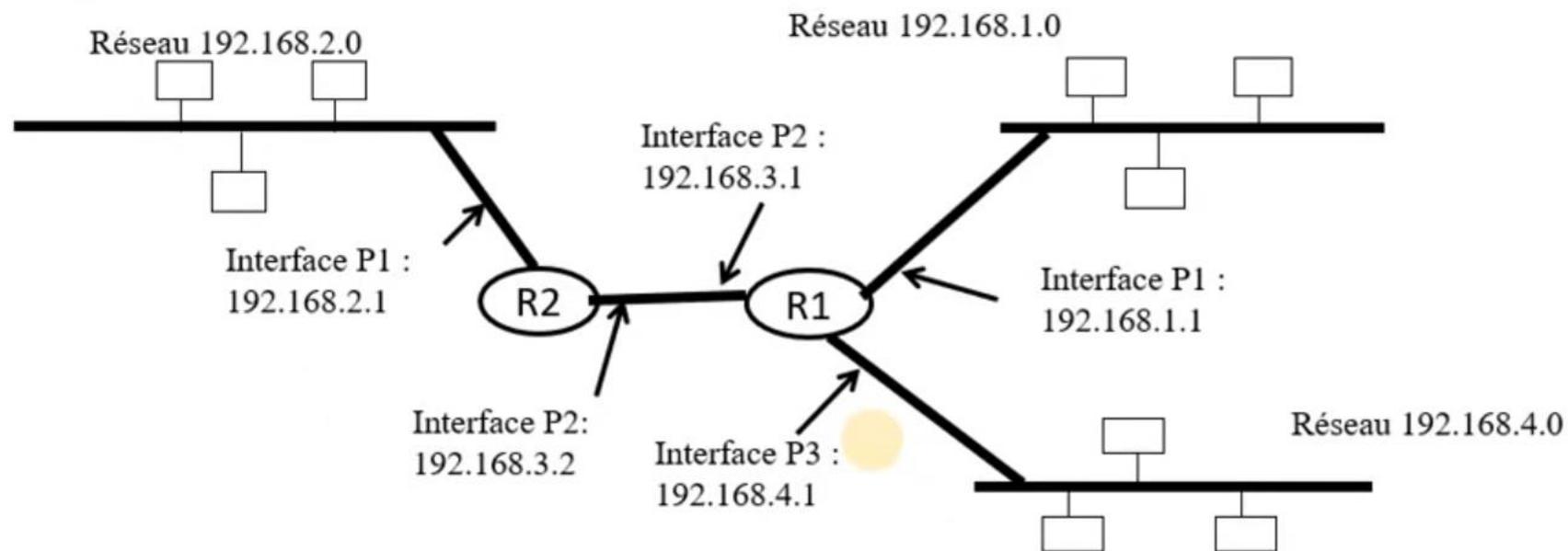


Table de routage de routeur R1

Pour atteindre le réseau de destination	Prochain nœud Passerelle	Via l'interface
192.168.1.0/24	Direct	P1
192.168.3.0/24	Direct	P2
192.168.4.0/24	Direct	P3
192.168.2.0/24	192.168.3.2	P2

Table de routage de routeur R2

Pour atteindre le réseau de destination	Prochain nœud Passerelle	Via l'interface
192.168.2.0/24	Direct	P1
192.168.3.0/24	Direct	P2
192.168.1.0/24	192.168.3.1	P2
192.168.4.0/24	192.168.3.1	P2

Exemple 4 : deux routeurs et trois réseaux (utilisation de sous réseaux)

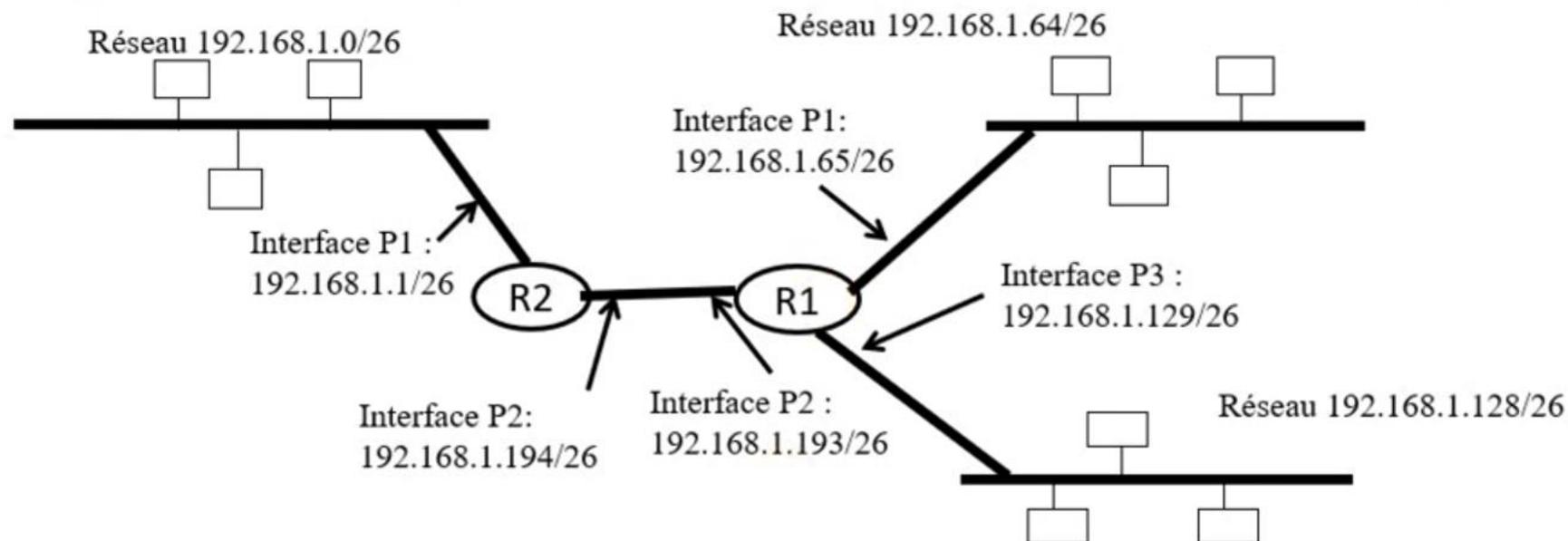


Table de routage de routeur R1

Pour atteindre le réseau de destination	Prochain nœud Passerelle	Via l'interface
192.168.1.64/26	Direct	P1
192.168.1.128/26	Direct	P3
192.168.1.192/26	Direct	P2
192.168.1.0/26	192.168.1.194	P2

Table de routage de routeur R 2

Pour atteindre le réseau de destination	Prochain nœud Passerelle	Via l'interface
192.168.1.0/26	Direct	P1
192.168.1.192/26	Direct	P2
192.168.1.64/26	192.168.1.193	P2
192.168.1.128/26	192.168.1.193	P2

Route par défaut

passerelle par défaut

- La route par défaut est utilisée :
 - lorsque le chemin de destination n'est pas explicitement précisé dans la table de routage (une destination inconnue) : s'il n'y a pas une route vers le réseau de destination alors par défaut l'envoyer vers cette passerelle .
 - Grouper la même route pour un ensemble de réseaux pour ne pas encombrer la table de routage. ●

Route par défaut : exemple

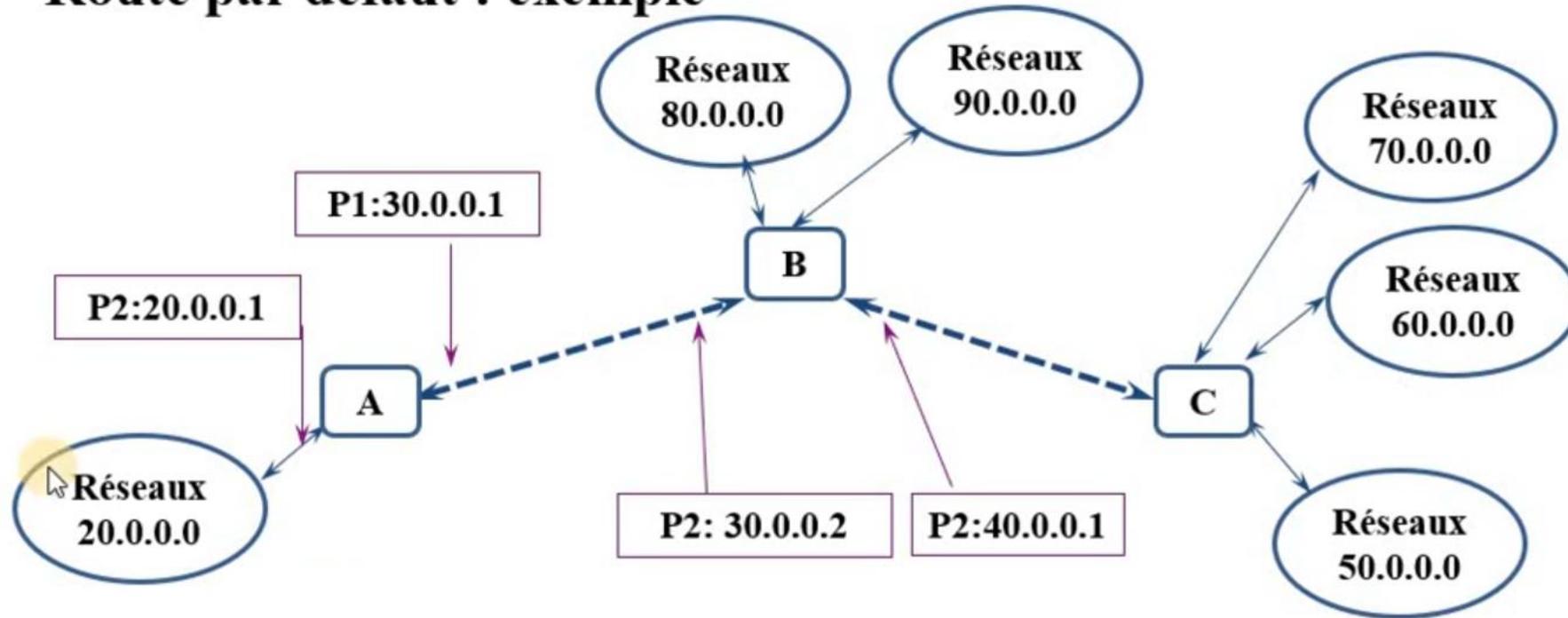


Table de routage de routeur A

Pour atteindre le réseau de destination	Prochain nœud Passerelle	Via l'interface
20.0.0.0/8	Direct	P2
30.0.0.0/8	Direct	P1
50.0.0.0/8	30.0.0.2	P1
60.0.0.0/8	30.0.0.2	P1
70.0.0.0/8	30.0.0.2	P1
80.0.0.0/8	30.0.0.2	P1
90.0.0.0/8	30.0.0.2	P1

Table de routage de routeur A

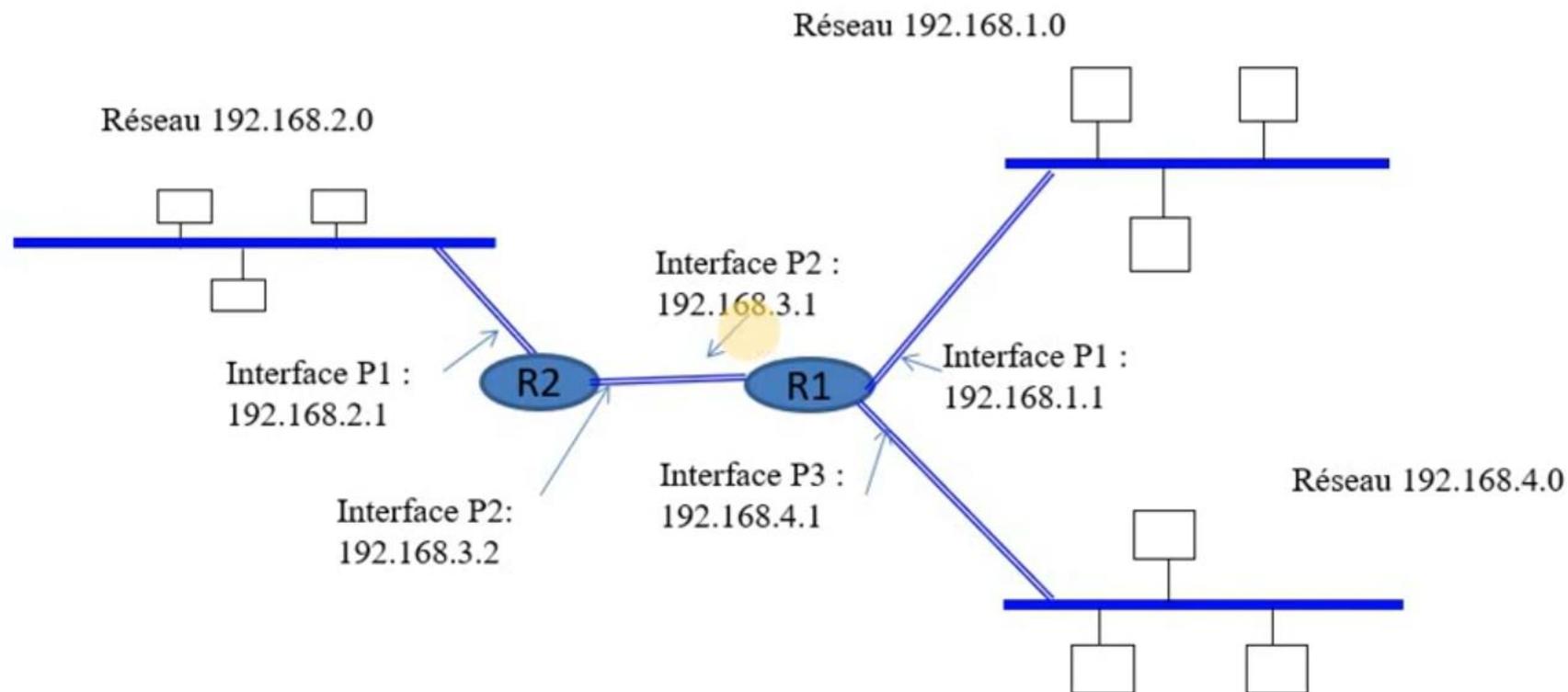
On remarque que si la même route qui est utilisée pour atteindre le réseau : **50.0.0.0 , 60.0.0.0 , 70.0.0.0 , 80.0.0.0 et 90.0.0.0**
→ utiliser **une route par défaut** via **30.0.0.2 (le routeur B)**

Pour atteindre le réseau de destination	Prochain nœud Passerelle	Via l'interface
20.0.0.0/8	Direct (le même réseau)	P2
30.0.0.0/8	Direct (le même réseau)	P1
0.0.0.0/0.0.0.0 (tout les autres réseaux) Route par défaut	30.0.0.2	P1

Exemple table de routage d'une machine

- On prend la machine M 1 (@ IP : 192.168.2.5), sa table de routage .

Pour atteindre le réseau de destination	Prochain nœud Passerelle	Via l'interface
192.168.2.0/24	Direct (le même réseaux)	P1
0.0.0.0/0.0.0.0	192.168.2.1	P1



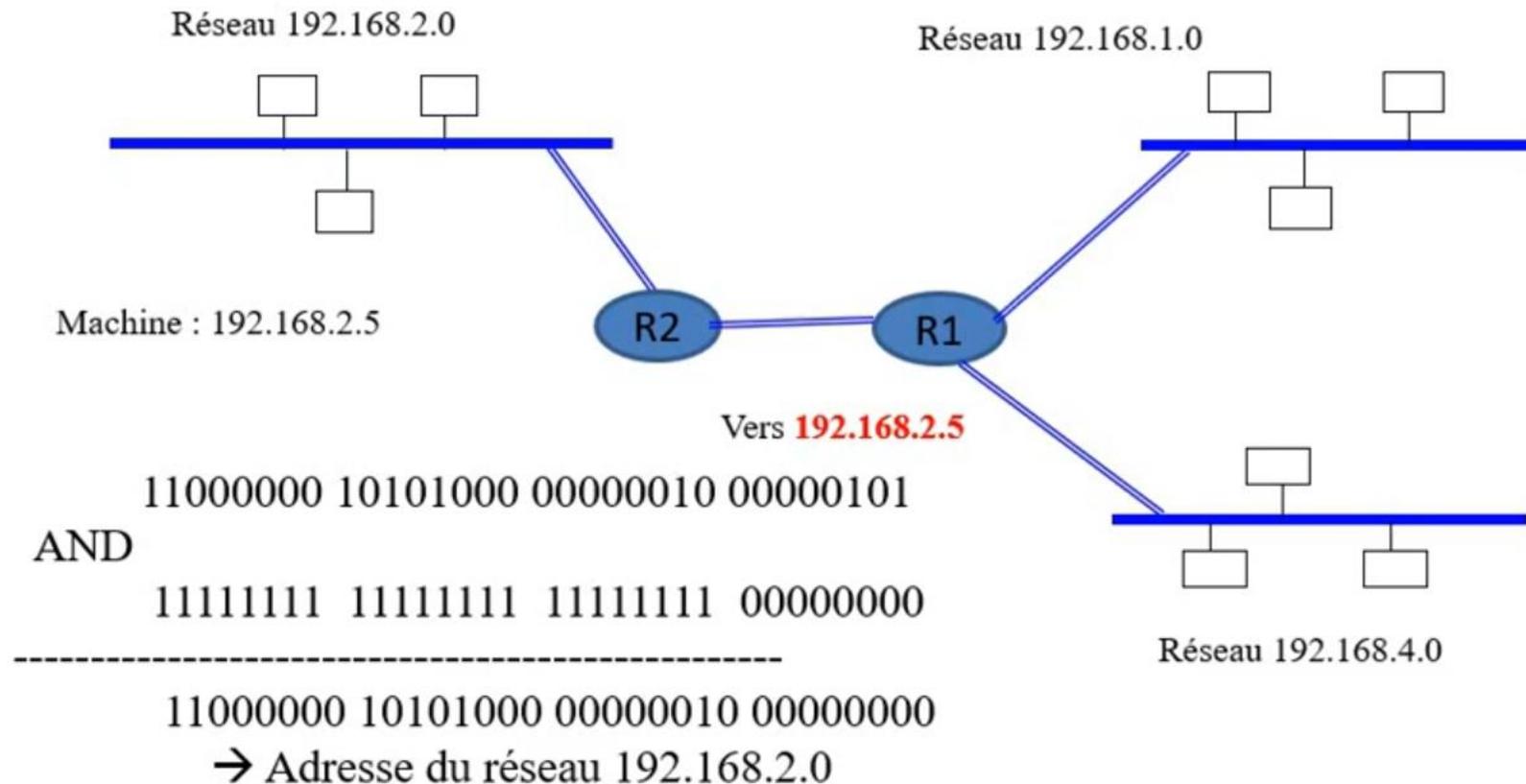
Algorithme de Routage

comment exploiter la table de routage

- La table de routage contient les informations nécessaires pour le routage.
 - À chaque envoi d'un paquet , le protocole IP interroge la table de routage selon l'algorithme suivant :
1. Extraire l'adresse IP destination à partir de l'entête du paquet IP.
 2. Parcourir la table de routage et pour chaque entrée , Calculer l'adresse du réseau destination : NET_ID_DEST.
 - Si NET_ID_DEST correspondant à une adresse de réseau **directement connecté** :
envoyer le paquet sur l'interface correspondante sur ce réseau.
 - Sinon
 - si dans la table de routage, il **existe une route vers NET_ID_DEST**
 - Extraire l'adresse IP du prochain routeur ainsi que l'interface.
 - Envoyer le paquet vers ce routeur via l'interface correspondante.
 - sinon
 - s'il existe **une route par défaut**
Envoyer le paquet vers la passerelle par défaut via l'interface correspondante. .
 - sinon **déclarer une erreur de routage « réseaux inaccessible »** .

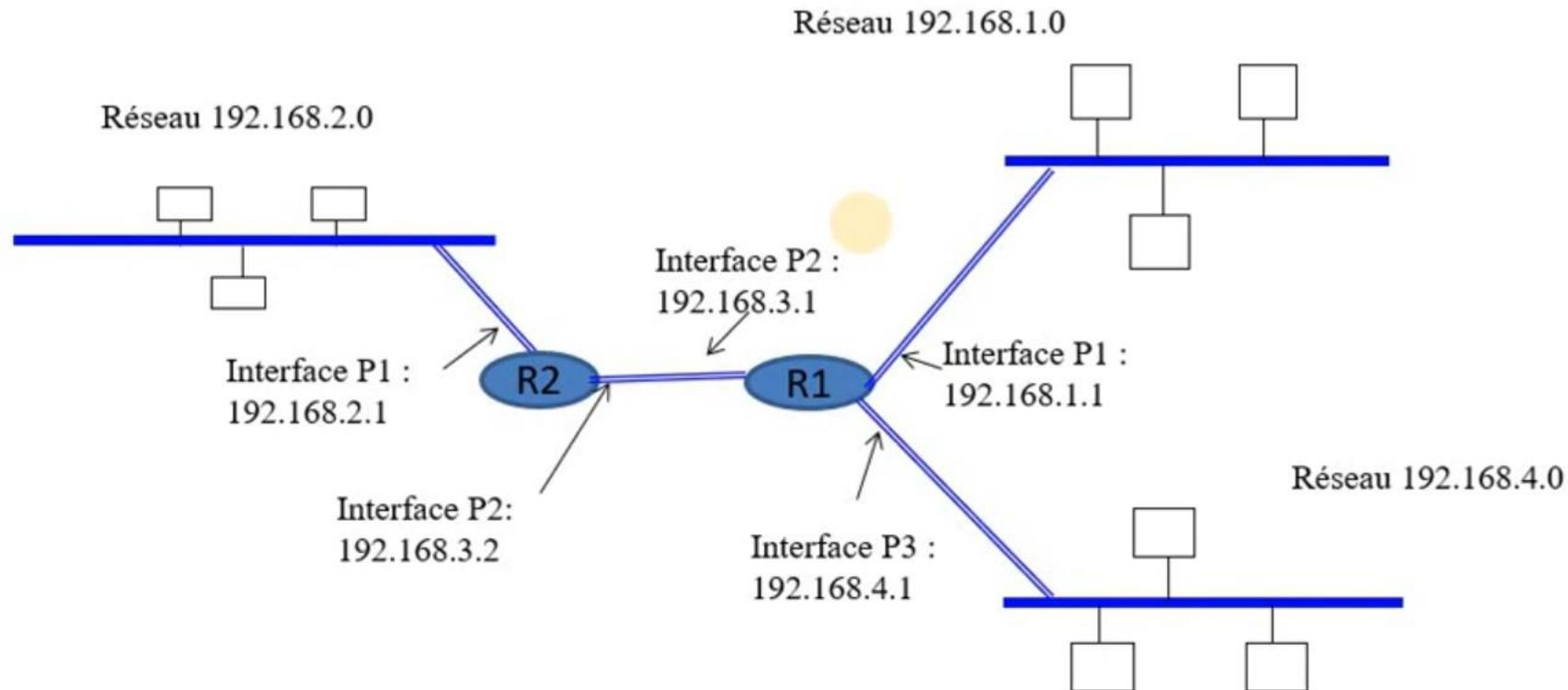
Calcul de l'adresse réseau de destination

- La première étape du processus de routage est le calcul de l'adresse du réseau de destination
- Pour cela le routeur ou la machine consulte sa table de routage et effectue un ET LOGIQUE entre l'adresse destination et les masques qui existent dans chaque entrée de la table de routage



Exemple : Déroulement du processus de routage

- Supposant que la machine M 1 (@ IP : 192.168.2.5) envoie un paquet vers la machine 192.168.2.6
- La machine M1 consulte sa table de routage , elle calcule l'adresse du réseau de destination → 192.168.2.0
- La machine existe sur le même réseau donc envoi direct (sans passer par la passerelle),



Exemple

Déroulement du processus de routage

- Supposant que la machine M 1 (@ IP : 192.168.2.5) envoie un paquet vers la machine 192.168.1.6
- La machine M1 consulte sa table de routage , elle calcule l'adresse du réseau de destination → 192.168.1.0
- La machine n'est pas sur le même réseau donc envoi vers la passerelle par défaut (le routeur R2 ayant l'adresse 192.168.2.1)
- Le routeur R2 reçoit le paquet : recalcul l'adresse de destination → 192.168.1.0 : il trouve qu'il faut contacter la machine 192.168.3.1 via son interface P2
- Le routeur R1 (192.168.3.1) reçoit le paquet : refait le même travail, recalcul l'adresse de destination : 192.168.1.0
- Il constate que ce réseau est lui directement connecté → envoyer sur le réseau 192.168.1.0 via l'interface P1 (192.168.1.1)