

Principe du routage

Christophe Viroulaud

Terminale - NSI

Archi 10

Principe du routage

Christophe Viroulaud

Terminale - NSI

Archi 10

Le réseau internet permet de communiquer avec n'importe quelle machine connectée.

Juin 2020 : 1,78 milliards de sites web

Comment retrouver une machine dans un réseau ?

Juin 2020 : 1,78 milliards de sites web

Comment retrouver une machine dans un réseau ?

- 1. Protocoles de communication
- 2. Couche Internet
- 3. Structure en étoile
- 4. Communiquer entre les réseaux

Sommaire

1. Protocoles de communication

2. Couche Internet

3. Structure en étoile

4. Communiquer entre les réseaux

À retenir

Protocole : ensemble de règles qui définissent comment se produit une communication dans un réseau.

Protocoles de communication

À retenir

Protocole : ensemble de règles qui définissent comment se produit une communication dans un réseau.

TCP : Transmission Control Protocol

Application
Transport ou TCP
Internet ou IP
Réseau ou Interface

Tableau 1 – Protocole TCP/IP (1970)

Application
Transport ou TCP
Internet ou IP
Réseau ou Interface

Tableau 1 – Protocole TCP/IP (1970)

Remarque

Le modèle **OSI (Open Systems Interconnection)** (1978) est une formalisation plus générale des protocoles de communication.

Remarque

Le modèle **OSI (Open Systems Interconnection)** (1978) est une formalisation plus générale des protocoles de communication.

Protocoles de communication

Couche Internet

Adresse IP

Masque de sous-réseau

Structure en étoile

Communiquer entre les réseaux

Passerelle

Structure maillée

Réseau	Définit la forme dont les données sont physiquement transmises (onde, impulsion électrique, lumière)
--------	--

Tableau 2 – Protocole TCP/IP (1970)

TCP : Découpe les messages en paquets.

Réseau	Définit la forme dont les données sont physiquement transmises (onde, impulsion électrique, lumière)
--------	--

Tableau 2 – Protocole TCP/IP (1970)

TCP : Découpe les messages en paquets.

Internet	Gère les chemins possibles à travers le réseau et achemine le message de l'expéditeur au destinataire.
Réseau	Définit la forme dont les données sont physiquement transmises (onde, impulsion électrique, lumière)

Tableau 3 – Protocole TCP/IP (1970)

Internet	Gère les chemins possibles à travers le réseau et achemine le message de l'expéditeur au destinataire.
Réseau	Définit la forme dont les données sont physiquement transmises (onde, impulsion électrique, lumière)

Tableau 3 – Protocole TCP/IP (1970)

Principe du routage

Protocoles de communication

TCP : Découpe les messages en paquets.

Transport	S'assure de la bonne transmission des données.
Internet	Gère les chemins possibles à travers le réseau et achemine le message de l'expéditeur au destinataire.
Réseau	Définit la forme dont les données sont physiquement transmises (onde, impulsion électrique, lumière)

Tableau 4 – Protocole TCP/IP (1970)

Transport	S'assure de la bonne transmission des données.
Internet	Gère les chemins possibles à travers le réseau et achemine le message de l'expéditeur au destinataire.
Réseau	Définit la forme dont les données sont physiquement transmises (onde, impulsion électrique, lumière)

Tableau 4 – Protocole TCP/IP (1970)

Principe du routage

└ Protocoles de communication

Application	Utilise les données dans les divers logiciels qui les demandent (navigateur, client mail...).
Transport	S'assure de la bonne transmission des données.
Internet	Gère les chemins possibles à travers le réseau et achemine le message de l'expéditeur au destinataire.
Réseau	Définit la forme dont les données sont physiquement transmises (onde, impulsion électrique, lumière).

Tableau 5 – Protocole TCP/IP (1970)

TCP : Découpe les messages en paquets.

Application	Utilise les données dans les divers logiciels qui les demandent (navigateur, client mail...).
Transport	S'assure de la bonne transmission des données.
Internet	Gère les chemins possibles à travers le réseau et achemine le message de l'expéditeur au destinataire.
Réseau	Définit la forme dont les données sont physiquement transmises (onde, impulsion électrique, lumière).

Tableau 5 – Protocole TCP/IP (1970)

- 1. Protocoles de communication
- 2. **Couche Internet**
 - 2.1 Adresse IP
 - 2.2 Masque de sous-réseau
- 3. Structure en étoile
- 4. Communiquer entre les réseaux

Sommaire

1. Protocoles de communication

2. Couche Internet

2.1 Adresse IP

2.2 Masque de sous-réseau

3. Structure en étoile

4. Communiquer entre les réseaux

Principe du routage

└─ Couche Internet

└─ Adresse IP

└─ Couche Internet - Adresse IP

À retenir

Sur un réseau chaque machine est repérée par son **adresse IP (Internet Protocol)**.

Une adresse IP version 4 (IPv4) est longue de 4 octets :

192.168.10.3

Couche Internet - Adresse IP

À retenir

Sur un réseau chaque machine est repérée par son **adresse IP (Internet Protocol)**.

Une adresse IP version 4 (IPv4) est longue de 4 octets :

192.168.10.3

Activité 1 : Calculer le nombre d'adresses IPv4 disponibles.

Activité 1 : Calculer le nombre d'adresses IPv4 disponibles.

8 groupes de 2 octets

Correction

4 octets → 32 bits

 $2^{32} = 4294967296 \simeq 4$ milliards d'adresses**Remarque**

Ce nombre devient insuffisant. Une nouvelle norme prend peu à peu la place. Le protocole IPv6 propose des adresses de 128 bits.

2001:0db8:0000:85a3:0000:0000:ac1f:8001

Correction

4 octets → 32 bits

$2^{32} = 4294967296 \simeq 4$ milliards d'adresses

Remarque

Ce nombre devient insuffisant. Une nouvelle norme prend peu à peu la place. Le protocole IPv6 propose des adresses de 128 bits.

2001:0db8:0000:85a3:0000:0000:ac1f:8001

Sommaire

1. Protocoles de communication

2. Couche Internet

2.1 Adresse IP

2.2 Masque de sous-réseau

3. Structure en étoile

4. Communiquer entre les réseaux

Principe du routage

└─ Couche Internet

└─ Masque de sous-réseau

└─ Masque de sous-réseau

pas forcément ordinateur (caméra surveillance, tablette, frigo, imprimante)

Masque de sous-réseau

À retenir

Un **réseau informatique** est un ensemble de machines reliées entre elles pour échanger des informations, partager des ressources.

Exemples :

- réseau du lycée,
- réseau domestique.

Masque de sous-réseau

À retenir

Un **réseau informatique** est un ensemble de machines reliées entre elles pour échanger des informations, partager des ressources.

Exemples :

- réseau du lycée,
- réseau domestique.

Une adresse IP est accompagnée de son masque de sous-réseau. Il permet de déterminer le réseau auquel appartient la machine.

adresse IP	192	168	10	3
masque	255	255	255	0

Une adresse IP est accompagnée de son masque de sous-réseau. Il permet de déterminer le réseau auquel appartient la machine.

adresse IP	192	168	10	3
masque	255	255	255	0

Principe du routage

└ Couche Internet

└ Masque de sous-réseau

Pour connaître le réseau on convertit les adresses en binaire et on applique une porte logique AND.

adresse IP	192	168	10	3
adresse IP	11000000	10101000	00001010	00000011
masque	11111111	11111111	11111111	00000000
réseau	11000000	10101000	00001010	00000000

Deux adresses qui donnent le même résultat appartiennent au même réseau.

On parle souvent de sous-réseau

Pour connaître le réseau on convertit les adresses en binaire et on applique une porte logique AND.

adresse IP	192	168	10	3
adresse IP	11000000	10101000	00001010	00000011
masque	11111111	11111111	11111111	00000000
réseau	11000000	10101000	00001010	00000000

Deux adresses qui donnent le même résultat appartiennent au même réseau.

Principe du routage

└─ Couche Internet

└─ Masque de sous-réseau

└─ Notation CIDR

Notation CIDR

À retenir

On note une adresse IP avec son masque de sous-réseau.
Le nombre après / correspond au nombre de 1 du masque
(notation *CIDR* - (Classless Inter-Domain Routing)).

192.168.10.3/24

Les 24 premiers bits correspondent au réseau.

Notation CIDR

À retenir

On note une adresse IP avec son masque de sous-réseau.
Le nombre après / correspond au nombre de 1 du masque
(notation *CIDR* - (Classless Inter-Domain Routing)).

192.168.10.3/24

Les 24 premiers bits correspondent au réseau.

Activité 2 :

1. Donner le réseau auquel appartient l'adresse 10.103.10.2/12
2. Combien d'adresses peut-on créer dans ce réseau ?

Activité 2 :

1. Donner le réseau auquel appartient l'adresse 10.103.10.2/12
2. Combien d'adresses peut-on créer dans ce réseau ?

Principe du routage

Couche Internet

Masque de sous-réseau

Correction

Correction

Les 12 premiers bits sont réservés pour le réseau.

adresse IP	10	103	10	2
adresse IP	00001010	01100111	00001010	00000010
masque	11111111	11110000	00000000	00000000
réseau	00001010	01100000	00000000	00000000
réseau	10	96	0	0

Correction

Les 12 premiers bits sont réservés pour le réseau.

adresse IP	10	103	10	2
adresse IP	00001010	01100111	00001010	00000010
masque	11111111	11110000	00000000	00000000
réseau	00001010	01100000	00000000	00000000
réseau	10	96	0	0

On peut créer $2^{32-12} = 2^{20} = 1048576$ adresses dans ce réseau.

1. possibilité de créer des sous-réseaux en "augmentant" le masque

On peut créer $2^{32-12} = 2^{20} = 1048576$ adresses dans ce réseau.

Remarque

Par convention :

► la première adresse est réservée pour identifier le réseau

00001010	01100000	00000000	00000000
10	96	0	0

Remarque

Par convention :

- la première adresse est réservée pour identifier le réseau

00001010	01100000	00000000	00000000
10	96	0	0

Remarque

Par convention :

► la première adresse est réservée pour identifier le réseau

00001010	01100000	00000000	00000000
10	96	0	0

► la dernière adresse est le **broadcast** : une adresse permettant de communiquer à toutes les machines en même temps

00001010	01101111	11111111	11111111
10	111	255	255

Remarque

Par convention :

- la première adresse est réservée pour identifier le réseau

00001010	01100000	00000000	00000000
10	96	0	0

- la dernière adresse est le **broadcast** : une adresse permettant de communiquer à toutes les machines en même temps

00001010	01101111	11111111	11111111
10	111	255	255

Activité 3 :

1. Dans la machine virtuelle, ouvrir un terminal et taper la commande (code 1).

```
1 # a pour adresse, 4 pour n'avoir que les IPv4
2 ip -4 a
```

Code 1 – Adresse IPv4

2. Quelle est l'adresse de la machine ?

3. Quelle est l'adresse du réseau ?

Activité 3 :

1. Dans la machine virtuelle, ouvrir un terminal et taper la commande (code 1).

```
1 # a pour adresse, 4 pour n'avoir que les IPv4
2 ip -4 a
```

Code 1 – Adresse IPv4

2. Quelle est l'adresse de la machine ?
3. Quelle est l'adresse du réseau ?

Principe du routage

Couche Internet

Masque de sous-réseau

Correction

1. adresse 169.254... = quand machine n'obtient pas adresse via DHCP, elle s'en crée une

Correction



FIGURE 1 – Adresse de la machine

- L'adresse du réseau est 192.168.0.0
- L'adresse de broadcast est 192.168.0.255
- On peut connecter 254 machines sur ce réseau

Correction

```
1: lo: <LOOPBACK,UP,LOWER_UP> mtu 65536 qdisc noqueue state UNKNOWN group default qlen 1000
    inet 127.0.0.1/8 scope host lo
        valid_lft forever preferred_lft forever
2: wlp2s0: <BROADCAST,MULTICAST,UP,LOWER_UP> mtu 1500 qdisc mq state UP group default qlen 1000
    inet 192.168.0.19/24 brd 192.168.0.255 scope global dynamic noprefixroute wlp2s0
        valid_lft 34519sec preferred_lft 34519sec
```

FIGURE 1 – Adresse de la machine

- L'adresse du réseau est 192.168.0.0
- L'adresse de broadcast est 192.168.0.255
- On peut connecter 254 machines sur ce réseau

Sommaire

1. Protocoles de communication

2. Couche Internet

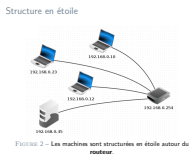
3. Structure en étoile

4. Communiquer entre les réseaux

Principe du routage

Structure en étoile

Structure en étoile



Structure en étoile

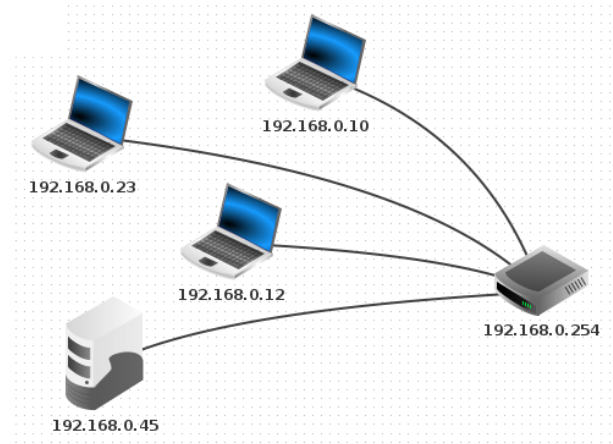


FIGURE 2 – Les machines sont structurées en étoile autour du **routeur**.

À retenir

Un réseau est structuré autour d'un **routeur**.
► Il appartient au réseau. Il possède donc une adresse IP du réseau (par convention souvent la dernière disponible).

À retenir

Un réseau est structuré autour d'un **routeur**.

- Il appartient au réseau. Il possède donc une adresse IP du réseau (par convention souvent la dernière disponible).

À retenir

Un réseau est structuré autour d'un **routeur**.

- Il appartient au réseau. Il possède donc une adresse IP du réseau (par convention souvent la dernière disponible).
- Il route les informations d'un expéditeur vers le destinataire.

À retenir

Un réseau est structuré autour d'un **routeur**.

- Il appartient au réseau. Il possède donc une adresse IP du réseau (par convention souvent la dernière disponible).
- Il route les informations d'un expéditeur vers le destinataire.

Sommaire

1. Protocoles de communication

2. Couche Internet

3. Structure en étoile

4. Communiquer entre les réseaux

4.1 Passerelle

4.2 Structure maillée

Principe du routage

└ Communiquer entre les réseaux

└ Passerelle

└ Communiquer entre les réseaux - passerelle



Communiquer entre les réseaux - passerelle

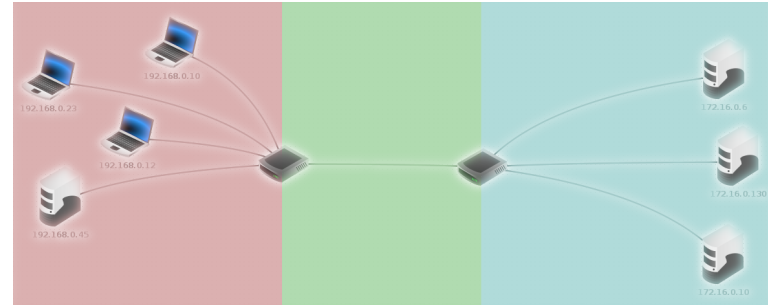


FIGURE 3 – Trois réseaux

Protocoles de communication

Couche Internet

Adresse IP

Masque de sous-réseau

Structure en étoile

Communiquer entre les réseaux

Passerelle

Structure maillée

Principe du routage

- Communiquer entre les réseaux
- Passerelle

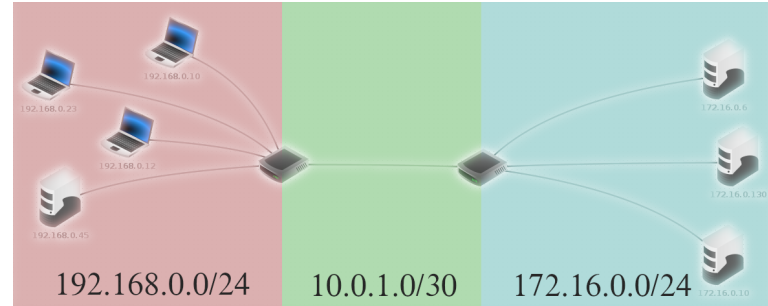
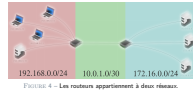


FIGURE 4 – Les routeurs appartiennent à deux réseaux.

Protocoles de communication

Couche Internet

Adresse IP

Masque de sous-réseau

Structure en étoile

Communiquer entre les réseaux

Passerelle

Structure maillée

Principe du routage

- Communiquer entre les réseaux
- Passerelle



À retenir

Un routeur est une passerelle entre plusieurs réseaux. Il possède autant d'**interfaces** que de réseaux associés.

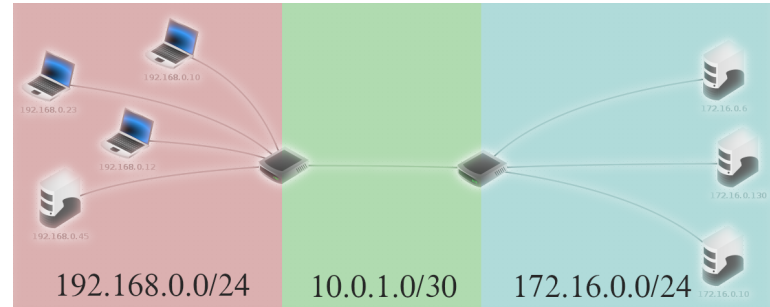
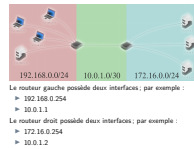


FIGURE 5 – Un routeur lié à quatre réseaux

Principe du routage

Communiquer entre les réseaux

Passerelle



Le routeur gauche possède deux interfaces ; par exemple :

- 192.168.0.254
- 10.0.1.1

Le routeur droit possède deux interfaces ; par exemple :

- 172.16.0.254
- 10.0.1.2

Protocoles de communication

Couche Internet

Adresse IP

Masque de sous-réseau

Structure en étoile

Communiquer entre les réseaux

Passerelle

Structure maillée

Principe du routage

└ Communiquer entre les réseaux

└ Structure maillée

└ Sommaire

Sommaire

1. Protocoles de communication

2. Couche Internet

3. Structure en étoile

4. Communiquer entre les réseaux

4.1 Passerelle

4.2 Structure maillée

Sommaire

1. Protocoles de communication

2. Couche Internet

3. Structure en étoile

4. Communiquer entre les réseaux

4.1 Passerelle

4.2 Structure maillée

Principe du routage

Protocoles de communication

Couche Internet

Adresse IP

Masque de sous-réseau

Structure en étoile

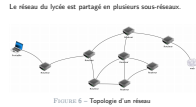
Communiquer entre les réseaux

Passerelle

Structure maillée

Principe du routage

- Communiquer entre les réseaux
- Structure maillée



1. routeurs d'accès et internes

Le réseau du lycée est partagé en plusieurs sous-réseaux.

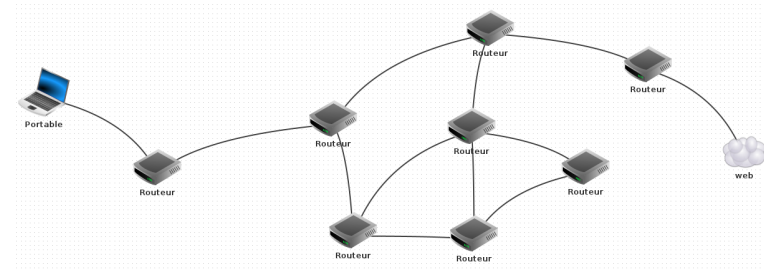
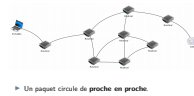


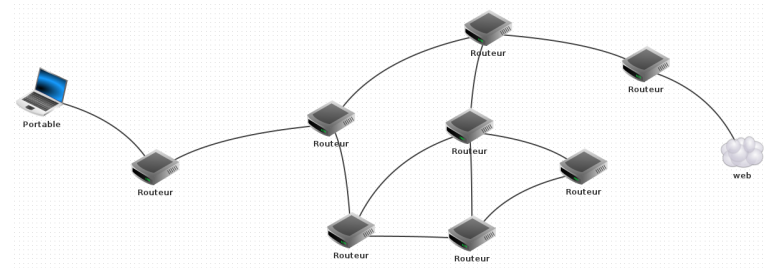
FIGURE 6 – Topologie d'un réseau

Principe du routage

- Communiquer entre les réseaux
- Structure maillée



Écritures différentes selon la littérature → on verra dans les exos



- Un paquet circule de **proche en proche**.

Protocoles de communication

Couche Internet

Adresse IP

Masque de sous-réseau

Structure en étoile

Communiquer entre les réseaux

Passerelle

Structure maillée

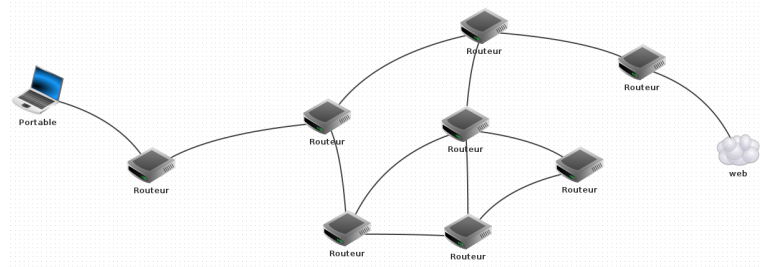
Principe du routage

- Communiquer entre les réseaux
- Structure maillée



- Un paquet circule de **proche en proche**.
- Chaque routeur possède une **table de routage**.

Écritures différentes selon la littérature → on verra dans les exos



- Un paquet circule de **proche en proche**.
- Chaque routeur possède une **table de routage**.

Protocoles de communication

Couche Internet

Adresse IP

Masque de sous-réseau

Structure en étoile

Communiquer entre les réseaux

Passerelle

Structure maillée

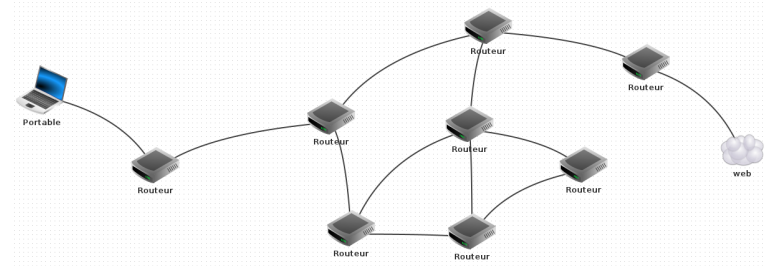
Principe du routage

- Communiquer entre les réseaux
- Structure maillée



- Un paquet circule de **proche en proche**.
- Chaque routeur possède une **table de routage**.
- La table de routage indique le prochain routeur voisin.

Écritures différentes selon la littérature → on verra dans les exos



- Un paquet circule de **proche en proche**.
- Chaque routeur possède une **table de routage**.
- La table de routage indique le prochain *routeur voisin*.

Protocoles de communication

Couche Internet

Adresse IP

Masque de sous-réseau

Structure en étoile

Communiquer entre les réseaux

Passerelle

Structure maillée

Principe du routage

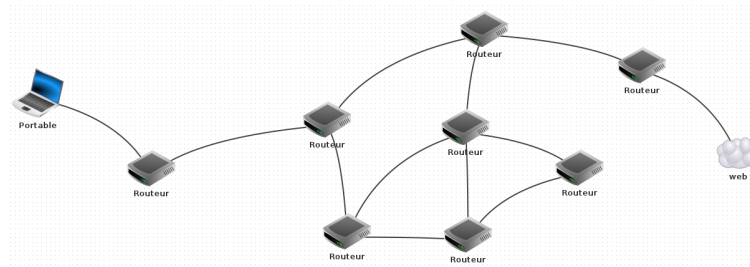
Communiquer entre les réseaux

Structure maillée



- Un paquet circule de **proche en proche**.
- Chaque routeur possède une **table de routage**.
- La table de routage indique le prochain routeur voisin.
- La table de routage liste les routes d'accès à chaque réseau.

Écritures différentes selon la littérature → on verra dans les exos



- Un paquet circule de **proche en proche**.
- Chaque routeur possède une **table de routage**.
- La table de routage indique le prochain *routeur voisin*.
- La table de routage liste les routes d'accès à chaque réseau.

Protocoles de communication

Couche Internet

Adresse IP

Masque de sous-réseau

Structure en étoile

Communiquer entre les réseaux

Passerelle

Structure maillée

Principe du routage

└ Communiquer entre les réseaux

└ Structure maillée

Activité 4 : Afficher la table de routage de la machine.

```
1 ip route
```

Activité 4 : Afficher la table de routage de la machine.

```
1 ip route
```

Principe du routage

└ Communiquer entre les réseaux

└ Structure maillée

```
default via 192.168.1.1 dev wlp2s0 proto dhcp metric 600
169.254.0.0/16 dev wlp2s0 scope link metric 1000
192.168.1.0/24 dev wlp2s0 proto kernel scope link src 192.168.1.103 metric 600
```

FIGURE 7 – Table de routage d'un ordinateur personnel

```
default via 192.168.1.1 dev wlp2s0 proto dhcp metric 600
169.254.0.0/16 dev wlp2s0 scope link metric 1000
192.168.1.0/24 dev wlp2s0 proto kernel scope link src 192.168.1.103 metric 600
```

FIGURE 7 – Table de routage d'un ordinateur personnel

Principe du routage

- └ Communiquer entre les réseaux
- └ Structure maillée

1. Envoi de 3 paquets → donne une information moyenne
2. La commande envoie des paquets avec un TTL (Time To Live) croissant pour découvrir la route au fur et à mesure.
3. * * * ? La commande limite le TTL à 30 ; les serveurs rejettent les paquets UDP (User Datagram Protocol) (n'accepte que les TCP - Transmission Control Protocol)
4. L'option -I de traceroute permet d'envoyer des paquets avec le protocole ICMP (Internet Control Message Protocol) = ping

Activité 5 :

1. Installer le paquet traceroute

1 `sudo apt install traceroute`

Code 2 – Installation d'un paquet

2. Taper la commande (code 3).

1 `sudo traceroute -I fr.wikipedia.org`

Code 3 – Tracer le chemin suivi vers une destination

Activité 5 :

1. Installer le paquet traceroute

1 `sudo apt install traceroute`

Code 2 – Installation d'un paquet

2. Taper la commande (code 3).

1 `sudo traceroute -I fr.wikipedia.org`

Code 3 – Tracer le chemin suivi vers une destination

Protocoles de communication

Couche Internet

Adresse IP

Masque de sous-réseau

Structure en étoile

Communiquer entre les réseaux

Passerelle

Structure maillée

Principe du routage

- └ Communiquer entre les réseaux
- └ Structure maillée

À retenir

Il n'y a pas de route définie entre l'émetteur et le destinataire. On parle de **commutation par paquets**.

1. Deux paquets qui partent de l'émetteur ne vont pas suivre le même chemin.
2. Commutation de circuits = liaison physique entre émetteur et destinataire → téléphone

À retenir

Il n'y a pas de route définie entre l'émetteur et le destinataire. On parle de **commutation par paquets**.

Protocoles de communication

Couche Internet

Adresse IP

Masque de sous-réseau

Structure en étoile

Communiquer entre les réseaux

Passerelle

Structure maillée