

# Couche Réseau IP

Présentation des réseaux V7.0  
(ITN)



# Module 4: Rubriques

Qu'est-ce que je vais apprendre dans ce module?

Rubrique	Objectif du rubrique
Caractéristiques de la couche réseau	Expliquer comment la couche réseau utilise les protocoles IP pour des communications fiables.
Entête Paquet IPV4	Décrire les principales informations de l'entête IPV4 et leur rôle
PaquetIPV4:connexion	Décrire la connexion entre 2 périphériques, sur le réseau local ou sur un réseau distant
Routage des hôtes	Expliquer de quelle manière les périphériques réseau utilisent les tables de routage pour diriger les paquets.
Dépannage des hôtes	Utiliser diverses méthodes pour tracer une route entre deux périphériques

Caractéristiques de la couche réseau

## Caractéristiques de l'IP

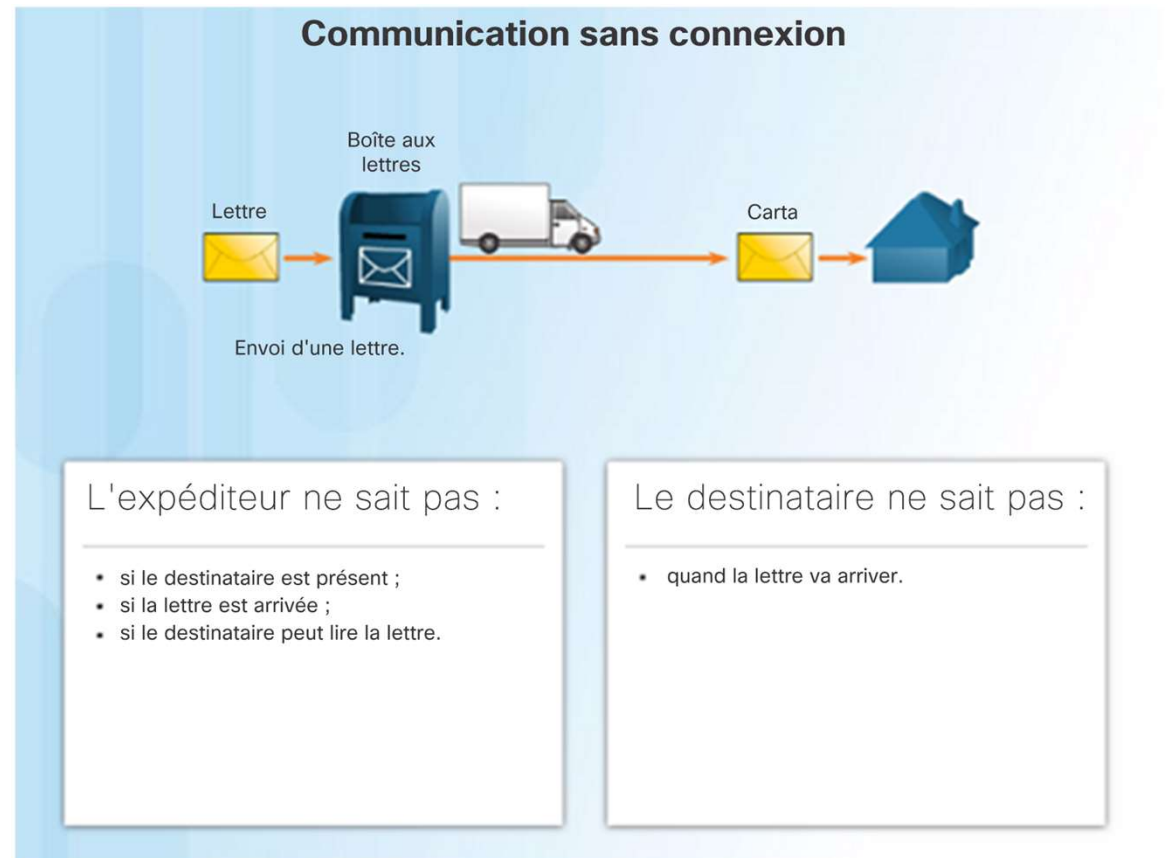
IP est conçu pour avoir de faibles frais généraux et peut être décrit comme :

- Sans connexion
- Acheminement au mieux
- Indépendant vis-à-vis des supports

## Caractéristiques du protocole IP

### IP – Sans connexion (8.1.4)

- Le protocole IP est un protocole connexion directe entre les deux extrémités:
- Comparable à l'envoi d'une lettre par la poste.
- Livraison sans preuve de réception, au mieux du transfert.
- Cette fonctionnalité contribue à la faible surcharge du protocole IP. Les transferts sont plus performants.

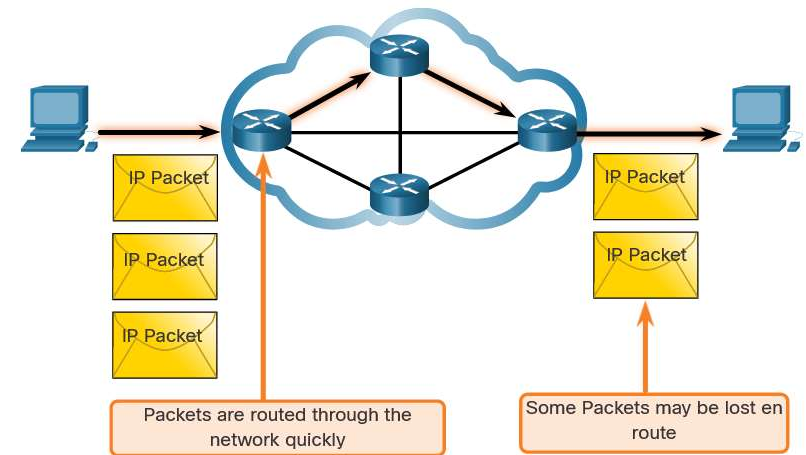


## Caractéristiques de la couche réseau

### Acheminement au mieux (8.1.5)

L'IP assure un acheminement « au mieux »

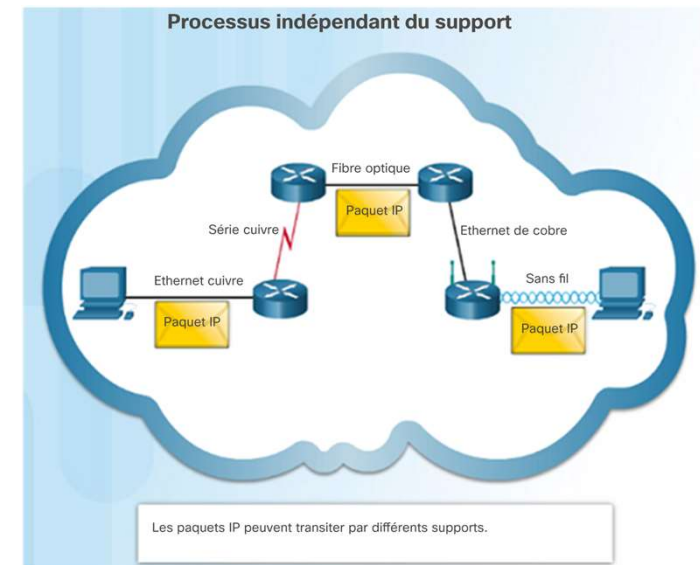
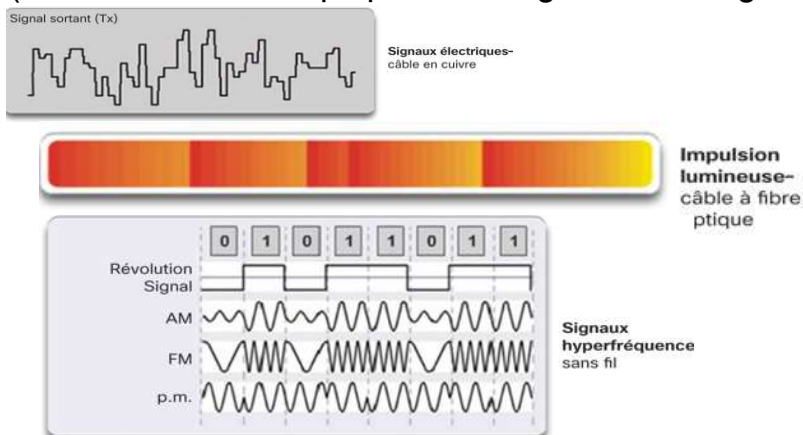
- Le parcours tracé est le plus rapide
  - Si le parcours est en panne, un chemin alternatif est utilisé, s'il existe!
  - DONC IP ne garantit pas la livraison du paquet, ni le délai de livraison
- IP réduit tous les mécanismes qui pourraient ralentir l'ensemble du réseau



# Caractéristiques du protocole IP

## Indépendance vis-à-vis des supports

- Tous les médias possibles participent à la distribution:
  - câbles en cuivre, fibres optiques, supports sans fil, satellites parfois.
- Le réseau adapte le format de la transmission en fonction du type de connecteur entre les périphériques
- Les signaux peuvent être électriques, optiques, ondulatoires, etc (un autre module explique le changement de signaux)



# 8.2 Paquet IPv4



## Paquet IPv4

# En-tête de paquet IPv4

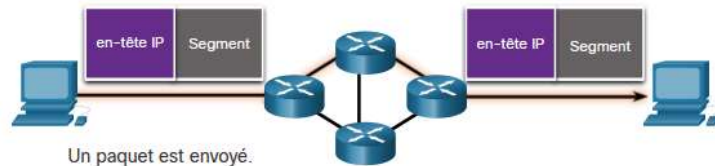
Pour réaliser sa fonction de transport, IPv4 a besoin de moyens de contrôle.

L'entête du protocole est ce moyen. . .

- qui garantit que le paquet est envoyé vers la meilleure destination
- que le paquet reste intègre (sans erreur) à chaque étape du transport
  - Un algorithme est mis en œuvre pour cela
- que le paquet ne tourne pas à l'infini sur le réseau
- L'entête contient 20 octets d'informations

## Rôle de la couche Réseau

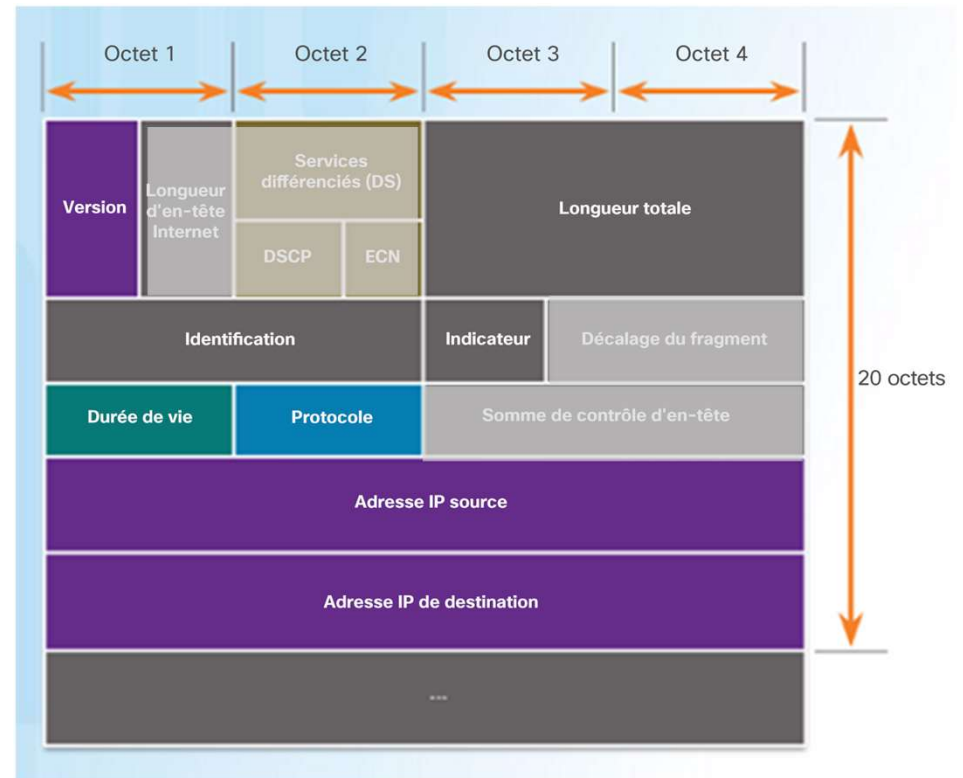
- Transporter le message à destination le plus rapidement possible.
  - Le message peut être une requête web, un courriel, une conference video, etc
  - Pour que le message se rende, l'émetteur (la source) construit une trame. C'est l'enveloppe.
  - La « **Trame** » peut être imaginée comme un convoi qui contient les informations de livraison et le message
  - La partie « **Données** » c'est le message, comme une requête web d'un PC
  - L'entête IP contient les adresses IP source et IP de destination
  - L'adresse IP « **de destination** » est la clé utilisée pour diriger le message à travers tous les points de contacts du réseau jusqu'à une possible destination!



## Paquet IPv4

### En-tête de paquet IPv4 (8.2.2)

- Un en-tête de paquet IPv4 se compose des champs contenant des nombres binaires. Ces numéros identifient les différents paramètres du paquet IP examinés par le processus de couche 3.
- Champs importants pour nous:
  - **Version du protocole**: chiffre 4 ou chiffre 6
  - Time-to-live (durée de vie, **TTL**) : limite la durée de vie d'un paquet – diminue d'un point à chaque routeur pendant la transmission.
  - Protocole suivant: identifier le protocole de niveau suivant (souvent TCP ou UDP).
  - **Adresse IPv4 source** : adresse source du paquet.
  - **Adresse IPv4 destination** : adresse de destination.



# Exemple d'entête IPV4

- Image tirée de l'analyseur de réseau WireShark
- Requête web

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
1	0.00000000	fe80::b1ee:c4ae:a11ff02::c		SSDP	208	M-SEARCH * HTTP/1.1
2	0.30588900	192.168.1.109	192.168.1.1	TCP	66	56081 > http [SYN] Seq
3	0.30723400	192.168.1.109	192.168.1.1	TCP	66	56082 > http [SYN] Seq
4	0.31007200	192.168.1.1	192.168.1.109	TCP	66	http > 56081 [SYN, ACK]
5	0.31018800	192.168.1.109	192.168.1.1	TCP	54	56081 > http [ACK] Seq
6	0.31092800	192.168.1.1	192.168.1.109	TCP	66	http > 56082 [SYN, ACK]
7	0.31103000	192.168.1.109	192.168.1.1	TCP	54	56082 > http [ACK] Seq
8	0.35044400	192.168.1.109	192.168.1.1	HTTP	425	GET / HTTP/1.1

Frame 2: 66 bytes on wire (528 bits), 66 bytes captured (528 bits) on interface 0

Ethernet II, Src: IntelCor\_45:5d:c4 (24:77:03:45:5d:c4), Dst: Cisco-Li\_a0:d1:be (00:18:3d:a0:d1:be)

**Internet Protocol Version 4, Src: 192.168.1.109 (192.168.1.109), Dst: 192.168.1.1 (192.168.1.1)**

Version: 4  
Header length: 20 bytes  
Differentiated Services Field: 0x00 (DSCP 0x00: Default; ECN: 0x00: Not-ECT (Not ECN-Capable))  
Total Length: 52  
Identification: 0x31fc (12796)  
Flags: 0x02 (Don't Fragment)  
Fragment offset: 0  
Time to live: 128  
Protocol: TCP (6)  
Header checksum: 0x4509 [correct]  
Source: 192.168.1.109 (192.168.1.109)  
Destination: 192.168.1.1 (192.168.1.1)  
[Source GeoIP: Unknown]

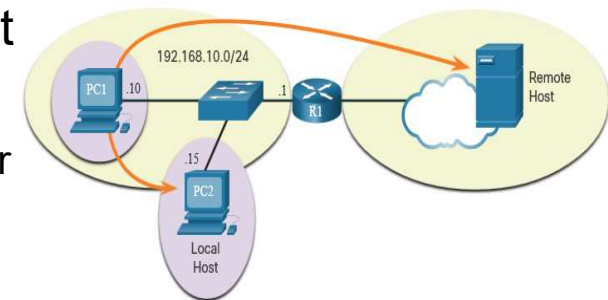
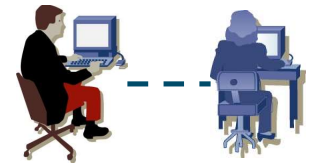
- Adresse du PC et du serveur web distant

# 8.4 Méthode de routage des hôtes

## Méthode de routage des hôtes

### Diriger les paquets (8.4.1)

- Le périphérique source, exemple un PC, transmet le paquet sur son câble réseau. Le paquet peut prendre 3 parcours différents.
  1. Les deux périphériques sont branchés dos-à-dos, sans autre équipement intermédiaire
  2. Destinataire sur le même réseau que la source: le paquet rejoint la destination en passant par le commutateur
  3. Destinataire sur un réseau différent de la source: le paquet est envoyé au routeur
    - Le routeur, c'est le « commissionnaire ». Il a la responsabilité d'envoyer le paquet vers la destination.



# Méthode de routage par un hôte

## Décisions relatives aux transmissions (1/3) hôte lui-même (8.4.1)



- PC LUI-MÊME :
- **Ping de l'adresse réseau:**
- signifie que la carte est bien configurée
- **Ping de l'adresse 127.0.0.1**
- Pour tester le fonctionnement de la carte réseau Ethernet
- **appelé l'interface de bouclage.**

CLI Administrateur : Invite de commandes

```
C:\>ping 192.168.1.142

Envoi d'une requête 'Ping' 192.168.1.142 avec 32 octet
Réponse de 192.168.1.142 : octets=32 temps<1ms TTL=128
Réponse de 192.168.1.142 : octets=32 temps<1ms TTL=128
Réponse de 192.168.1.142 : octets=32 temps<1ms TTL=128
```

CLI Administrateur : Invite de commandes

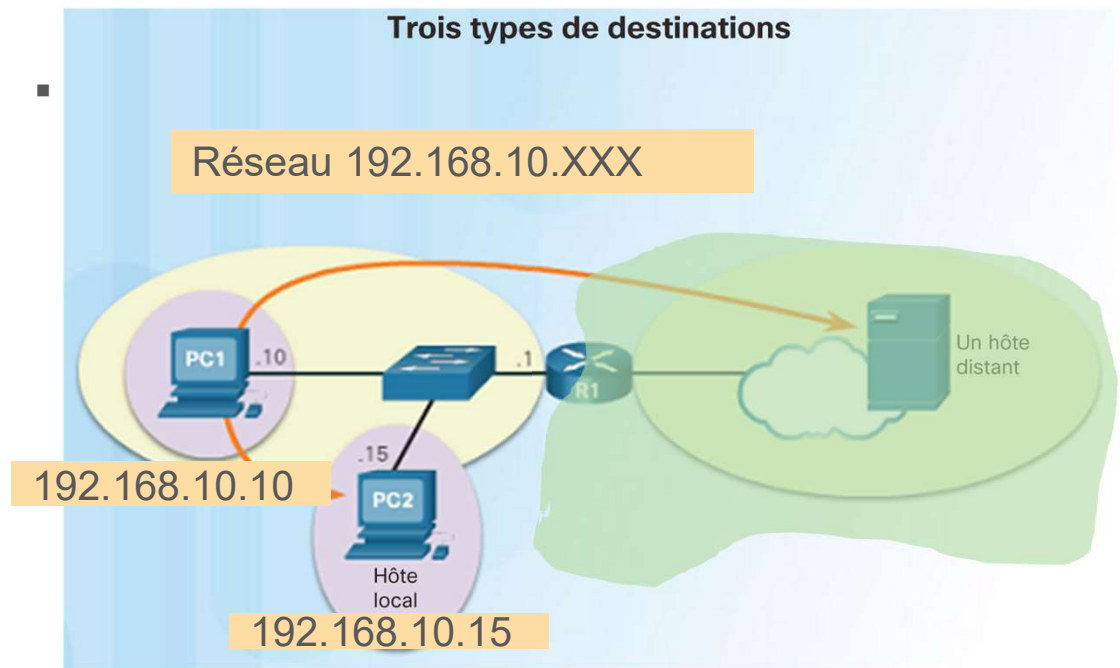
```
C:\>ping 127.0.0.1

Envoi d'une requête 'Ping' 127.0.0.1 avec 32 octet
Réponse de 127.0.0.1 : octets=32 temps<1ms TTL=128
Réponse de 127.0.0.1 : octets=32 temps<1ms TTL=128
```

Méthode de routage par un hôte

# Décisions relatives aux transmissions: réseau local (8.4.1)

Trois types de destinations



- Un hôte local :
- sur le même réseau local que l'hôte émetteur. Les 3 premiers octets sont identiques.
- Adresse PC1 : 192.168.10.10
- Adresse PC2 : 192.168.10.15
- Réseau local ici: 192.168.10.XXX
- La valeur des « XXX » est déterminée par le masque de sous-réseau (à voir plus tard.....)

```
Administrateur : Invite de commandes
C:\>ping 192.168.1.9
Envoi d'une requête 'Ping' 192.168.1.9 avec 32 octets
Réponse de 192.168.1.9 : octets=32 temps=1 ms TTL=255
```

Des hôtes sur un même réseau, n'ont pas besoin de routeur



Méthode de routage par un hôte

# Décisions relatives aux transmissions: réseau distant (8.4.2)

Trois types de destinations

192.168.10.10

192.168.10.1

72.163.4.185

Un hôte distant

```
C:\> Administrateur : Invite de commandes
C:\>ipconfig

Configuration IP de Windows

<Lignes sautées>

Carte réseau sans fil Wi-Fi :

Suffixe DNS propre à la connexion. . . :
Adresse IPv4. . . . . : 192.168.1.142
Masque de sous-réseau. . . . . : 255.255.255.0
Passerelle par défaut. . . . . : 192.168.1.1
```

- Un hôte distant : il s'agit d'un hôte sur un réseau différent du réseau de l'hôte.
- Adresse PC1 : 192.168.10.10
- Adresse hôte distant: 72.163.4.185
- PARCE l'adresse de destination n'est PAS sur le même réseau, PC1 envoie le paquet à sa passerelle par défaut (192.168.10.1)

```
C:\> Administrateur : Invite de commandes
C:\>ping 72.163.4.185

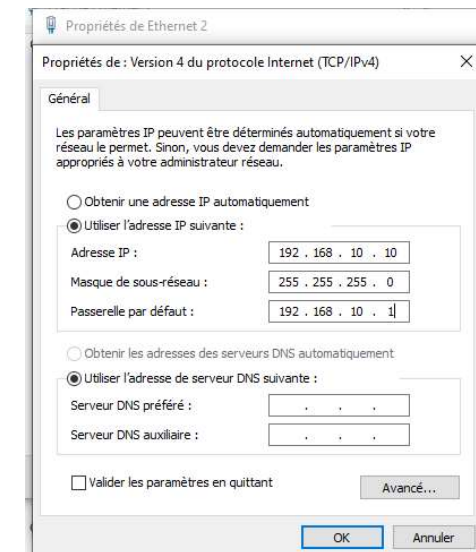
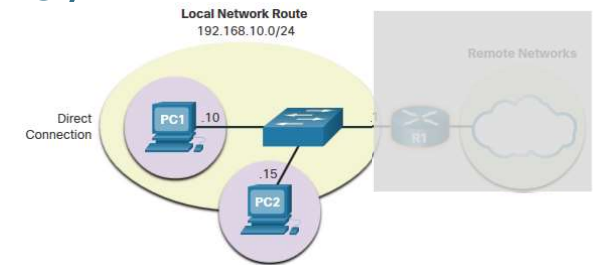
Envoi d'une requête 'Ping' 72.163.4.185 avec 32 octets
Réponse de 72.163.4.185 : octets=32 temps=80 ms TTL=240
Réponse de 72.163.4.185 : octets=32 temps=76 ms TTL=240
```

Méthode de routage d'un hôte

## Utilisation de la passerelle par défaut (8.4.2;8.4.3)

La configuration des périphériques doit inclure la passerelle  
Par défaut.

Si la valeur est absente ou incorrecte, le transfert de paquet  
ne pourra pas quitter le réseau local.



# 8.4 Routage et Dépannage des hôtes

## Routage et dépannage d'un hôte (8.4.2)

Les commandes « **ping** » et « **tracert** » servent à tester et dépanner les transferts

La commande **ping** confirme un parcours réussi

1. vérifier la configuration du poste
2. Rejoindre la passerelle par défaut: **ping** *adressePasserelle*
3. Rejoindre un autre périphérique du réseau local
4. Rejoindre un périphérique distant. Si la commande ping ne réussit pas, la commande **route** peut servir

Ne passez une étape sans la corriger



Obtenir une adresse IP automatiquement  
☒ Utiliser l'adresse IP suivante :

Adresse IP :	192 . 168 . 10 . 10
Masque de sous-réseau :	255 . 255 . 255 . 0
Passerelle par défaut :	192 . 168 . 10 . 1

☐ Obtenir les adresses des serveurs DNS automatiquement

```
C:\>ping 192.168.10.1
```

```
C:\>ping 192.168.10.15
```

```
C:\>ping 172.16.1.254
```

# La méthode de routage des hôtes

## Tables de routage des hôtes

Table de routage IPv4 pour PC1



```
C:\Users\PC1> netstat -r
<output omitted>
IPv4 Route Table
=====
Active Routes:
  Network Destination        Netmask          Gateway          Interface        Metric
  0.0.0.0                    0.0.0.0          192.168.10.1     192.168.10.10    25
  127.0.0.0                  255.0.0.0        On-link          127.0.0.1        306
  127.0.0.1                  255.255.255.255  On-link          127.0.0.1        306
  127.255.255.255            255.255.255.255  On-link          127.0.0.1        306
  192.168.10.0                255.255.255.0    On-link          192.168.10.10    281
  192.168.10.10              255.255.255.255  On-link          192.168.10.10    281
  192.168.10.255             255.255.255.255  On-link          192.168.10.10    281
  224.0.0.0                  240.0.0.0        On-link          127.0.0.1        306
  224.0.0.0                  240.0.0.0        On-link          192.168.10.10    281
  255.255.255.255            255.255.255.255  On-link          127.0.0.1        306
  255.255.255.255            255.255.255.255  On-link          192.168.10.10    281
=====
<output omitted>
```

- table de routage sur PC :
- **C:/> netstat -r**
- Trois sections s'afficheront :
  - **Interface List** (liste des interfaces) : répertorie les adresses MAC et les numéros d'interface attribués aux interfaces réseau sur l'hôte.
- **C:/> route print -4**
- Table de **routage IPv4** : répertorie toutes les routes IPv4 connues.

## Routage et dépannage d'un hôte

### Dépannage

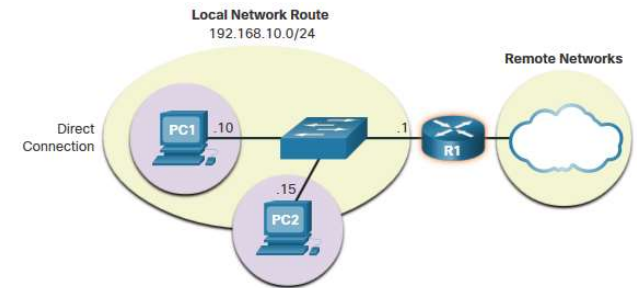
La commande **tracert** de Windows (**traceroute** en Linux) liste tous les parcours intermédiaires entre la source et la destination

1. Vérifier la documentation de la topologie du réseau
2. Lancer la commande **tracert adresseDestination**

**Tracert URL** est une option disponible

La liste des parcours intermédiaires s'affiche

3. Si la destination ne peut pas être atteinte, il faut arrêter la recherche
4. Le schéma de la topologie facilite le repérage du point de rupture



# Options de dépannage

- L'option **/?** des commandes affiche les possibilités offertes pour faciliter le dépannage

```
C:\> ping /?

Usage: ping [-t] [-a] [-n count] [-l size] [-f] [-i TTL] [-v TOS]
           [-r count] [-s count] [[-j host-list] | [-k host-list]]
           [-w timeout] [-R] [-S srcaddr] [-4] [-6] target_name

Options:
  -t           Ping the specified host until stopped.
               To see statistics and continue - type Control-Break;
               To stop - type Control-C.
  -a           Resolve addresses to hostnames.
  -n count     Number of echo requests to send.
  -l size      Send buffer size.
  -f           Set Don't Fragment flag in packet (IPv4-only).
  -i TTL       Time To Live.
  -v TOS       Type Of Service (IPv4-only. This setting has been deprecated
               and has no effect on the type of service field in the IP Header).
  -r count     Record route for count hops (IPv4-only).
  -s count     Timestamp for count hops (IPv4-only).
  -j host-list Loose source route along host-list (IPv4-only).
  -k host-list Strict source route along host-list (IPv4-only).
  -w timeout   Timeout in milliseconds to wait for each reply.
  -R           Use routing header to test reverse route also (IPv6-only).
  -S srcaddr   Source address to use.
  -4           Force using IPv4.
  -6           Force using IPv6.

C:\>
```

```
C:\>tracert /?

Utilisation : tracert [-d] [-h SautsMaxi] [-j ListeHôtes] [-w délai]
                  [-R] [-S srcaddr] [-4] [-6] nom_cible

Options :
  -d           Ne pas convertir les adresses en noms d'hôtes.
  -h SautsMaxi Nombre maximum de sauts pour rechercher la cible.
  -j ListeHôtes Itinéraire source libre parmi la liste des hôtes
               (IPv4 uniquement).
  -w délai     Attente d'un délai en millisecondes pour chaque réponse.
  -R           Chemin de suivi (IPv6 uniquement).
  -S srcaddr   Adresse source à utiliser (IPv6 uniquement).
  -4           Force utilisant IPv4.
  -6           Force utilisant IPv6.
```

# 8.6 Module pratique et questionnaire



# Qu'est-ce que j'ai appris dans ce module?

- IP est un protocole sans connexion, l'acheminement des paquets se fait au mieux et indépendant vis-à-vis des supports.
- IP ne garantit pas la livraison des paquets.
- L'en-tête de paquet IPv4 est constitué de champs contenant des informations importantes sur le paquet.
  - Version; TTL; adresses IP source et IP destination, autres
- Au moment de lancer un transfert, le périphérique d'origine détermine si
  - La destination est sur le même réseau local que lui
  - ou la destination est sur un réseau distant.
- Pour rejoindre un réseau distant, une passerelle par défaut doit être configurée sur le poste
  - Le routeur, qui fait partie du réseau local, possède une adresse IP qui est cette passerelle par défaut. Le routeur sera utilisé comme un « commissionnaire » vers d'autres réseaux.
- Les commandes ping et tracer (ou traceroute) servent à tester et faciliter le dépannage des parcours.

## Network Layer

# New Terms and Commands

- Packet
- Internet Protocol Version 4 (IPv4)
- Internet Protocol Version 6 (IPv6)
- IP Header

- Best effort delivery
- Media independent
- Connectionless
- Unreliable
- Version
- Time-to-Live (TTL)

- Identification, Flags, Fragment Offset fields
- Network Address
- Local host
- Remote host
- Default Gateway

## Network Layer

# New Terms and Commands

- ping *destination*
- tracert *destination*
- IPv4 Route Table

