

3. Protocoles IP

**Licence professionnelle
Université de Caen**

Jean Fromentin

<mailto:jfroment@info.unicaen.fr>

<http://www.info.unicaen.fr/~jfroment>

Couche 5 : Application

Couche 4 : Transport

Couche 3 : Réseau (IP)

Couche 2 : Liaison

Couche 1 : Physique

Couche 5 : Application

Couche 4 : Transport

Couche 3 : Réseau (IP)

Couche 2 : Liaison

Couche 1 : Physique

- Couche 1 : Elle décrit les caractéristiques physiques de la communication : tension dans les fils, longueur d'onde du laser dans les fibres optiques, etc.

Couche 5 : Application

Couche 4 : Transport

Couche 3 : Réseau (IP)

Couche 2 : Liaison

Couche 1 : Physique

- Couche 2 : Elle comment les paquets sont transportés sur la couche physique et en particulier le **tramage** qui délimite les séquences de bits envoyés. Par exemple, les trames **Ethernet** contiennent des informations sur le destinataire du paquet.

Couche 5 : Application

Couche 4 : Transport

Couche 3 : Réseau (IP)

Couche 2 : Liaison

Couche 1 : Physique

- Couche 3 : Elle résout le problème d'acheminement de paquet à travers le réseau. Le protocole **IP** assure l'acheminement des paquets depuis une source vers une destination. Elle peut aussi transférer des données pour des protocoles de haut niveau : **ICMP**.

Couche 5 : Application

Couche 4 : Transport

Couche 3 : Réseau (IP)

Couche 2 : Liaison

Couche 1 : Physique

- Couche 4 : C'est ici que sont résolus des problèmes comme la fiabilité des échanges (est-ce que les données sont arrivées à destination?) et l'assurance que les données arrivent dans l'ordre correct.

Couche 5 : Application

Couche 4 : Transport

Couche 3 : Réseau (IP)

Couche 2 : Liaison

Couche 1 : Physique

- Couche 5 : C'est ici que se situent la plupart des programmes réseau.

Protocole UDP

- Le **protocole de datagramme utilisateur** ou **UDP** est un des principaux protocoles de télécommunications utilisés par internet.

Protocole UDP

- Le **protocole de datagramme utilisateur** ou **UDP** est un des principaux protocoles de télécommunications utilisés par internet.
- Il fait partie de la couche **Transport** du modèle IP.

Protocole UDP

- Le **protocole de datagramme utilisateur** ou **UDP** est un des principaux protocoles de télécommunications utilisés par internet.
- Il fait partie de la couche **Transport** du modèle IP.
- Il est utilisé quand :

Protocole UDP

- Le **protocole de datagramme utilisateur** ou **UDP** est un des principaux protocoles de télécommunications utilisés par internet.
- Il fait partie de la couche **Transport** du modèle IP.
- Il est utilisé quand :
 - il est nécessaire de transmettre des données très rapidement,

Protocole UDP

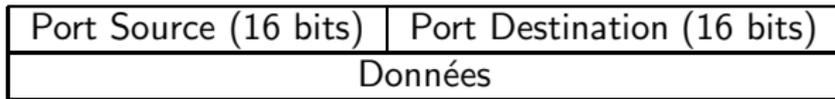
- Le **protocole de datagramme utilisateur** ou **UDP** est un des principaux protocoles de télécommunications utilisés par internet.
- Il fait partie de la couche **Transport** du modèle IP.
- Il est utilisé quand :
 - il est nécessaire de transmettre des données très rapidement,
 - la perte des données n'a pas de grande importance.

Protocole UDP

- Le **protocole de datagramme utilisateur** ou **UDP** est un des principaux protocoles de télécommunications utilisés par internet.
- Il fait partie de la couche **Transport** du modèle IP.
- Il est utilisé quand :
 - il est nécessaire de transmettre des données très rapidement,
 - la perte des données n'a pas de grande importance.
- Exemple d'utilisation : voix sur IP, jeu en réseau, streaming, protocole DNS.

Protocole UDP

- Le **protocole de datagramme utilisateur** ou **UDP** est un des principaux protocoles de télécommunications utilisés par internet.
- Il fait partie de la couche **Transport** du modèle IP.
- Il est utilisé quand :
 - il est nécessaire de transmettre des données très rapidement,
 - la perte des données n'a pas de grande importance.
- Exemple d'utilisation : voix sur IP, jeu en réseau, streaming, protocole DNS.



Serveur de noms

- Comment est obtenue une adresse IP à partir de `fr.wikipedia.com`?

Serveur de noms

- Comment est obtenue une adresse IP à partir de `fr.wikipedia.com`?
↳ A l'aide d'un serveur de nom ou **DNS**.

Serveur de noms

- Comment est obtenue une adresse IP à partir de `fr.wikipedia.com`?
↳ A l'aide d'un serveur de nom ou **DNS**.
- Dans le monde, il existe plusieurs centaines de milliers de serveur **DNS**, ayant chacun qu'un ensemble d'information restreint.

Serveur de noms

- Comment est obtenue une adresse IP à partir de `fr.wikipedia.com`?
↳ A l'aide d'un serveur de nom ou **DNS**.
- Dans le monde, il existe plusieurs centaines de milliers de serveur **DNS**, ayant chacun qu'un ensemble d'information restreint.
- Lorsque je suis chez moi, j'interroge celui de mon fournisseur d'accès à internet.

Serveur de noms

- Comment est obtenue une adresse IP à partir de `fr.wikipedia.com`?
↳ A l'aide d'un serveur de nom ou **DNS**.
- Dans le monde, il existe plusieurs centaines de milliers de serveur **DNS**, ayant chacun qu'un ensemble d'information restreint.
- Lorsque je suis chez moi, j'interroge celui de mon fournisseur d'accès à internet.
- Pour optimiser les requêtes ultérieures, la plupart des serveurs DNS gardent en mémoire une résolution de nom.

Serveur de noms

- Comment est obtenue une adresse IP à partir de `fr.wikipedia.com`?
↳ A l'aide d'un serveur de nom ou **DNS**.
- Dans le monde, il existe plusieurs centaines de milliers de serveur **DNS**, ayant chacun qu'un ensemble d'information restreint.
- Lorsque je suis chez moi, j'interroge celui de mon fournisseur d'accès à internet.
- Pour optimiser les requêtes ultérieures, la plupart des serveurs DNS gardent en mémoire une résolution de nom.
↳ De même pour les navigateurs Web.

Serveur de noms

- Comment est obtenue une adresse IP à partir de `fr.wikipedia.com`?
↳ A l'aide d'un serveur de nom ou **DNS**.
- Dans le monde, il existe plusieurs centaines de milliers de serveur **DNS**, ayant chacun qu'un ensemble d'information restreint.
- Lorsque je suis chez moi, j'interroge celui de mon fournisseur d'accès à internet.
- Pour optimiser les requêtes ultérieures, la plupart des serveurs DNS gardent en mémoire une résolution de nom.
↳ De même pour les navigateurs Web.
- Pour obtenir un nom de domaine, il faut l'enregistrer auprès d'un serveur de DNS, c'est ce que propose certains registrar (pour un `.fr`, il faut compter environ 25 euros HT par an).

UDP et serveur DNS

UDP et serveur DNS

- Le port pour les requêtes DNS est le 53.

UDP et serveur DNS

- Le port pour les requêtes DNS est le 53.
- Elles utilisent un protocole de niveau 5 dans le modèle IP.

UDP et serveur DNS

- Le port pour les requêtes DNS est le 53.
- Elles utilisent un protocole de niveau 5 dans le modèle IP.
- Disons qu'une requête DNS est de la forme <ID, Nom à résoudre>.

UDP et serveur DNS

- Le port pour les requêtes DNS est le 53.
- Elles utilisent un protocole de niveau 5 dans le modèle IP.
- Disons qu'une requête DNS est de la forme <ID, Nom à résoudre>.
- Au niveau de la couche 4, elle devient :

58649	53
<ID, Nom à résoudre>	

Datagramme IP

- Datagramme d'encapsulation de données au niveau de la couche 3 :

Version (4 bits)	Long. entête (4 bits)	Type de ser- vice (8 bits)	Longueur totale (16 bits)	
Identifications (16 bits)			Drap. (3 bits)	Décalage fragment (13 bits)
Durée de vie (8 bits)		Protocole (8 bits)	Somme contrôle entête (16 bits)	
Adresse IP source (32 bits)				
Adresse IP destination (32 bits)				
Données				

Datagramme IP

- Datagramme d'encapsulation de données au niveau de la couche 3 :

Version (4 bits)	Long. entête (4 bits)	Type de ser- vice (8 bits)	Longueur totale (16 bits)	
Identifications (16 bits)			Drap. (3 bits)	Décalage fragment (13 bits)
Durée de vie (8 bits)		Protocole (8 bits)	Somme contrôle entête (16 bits)	
Adresse IP source (32 bits)				
Adresse IP destination (32 bits)				
Données				

- Durée de vie : nombre de passage au travers un routeur.

Datagramme IP

- Datagramme d'encapsulation de données au niveau de la couche 3 :

Version (4 bits)	Long. entête (4 bits)	Type de ser- vice (8 bits)	Longueur totale (16 bits)	
Identifications (16 bits)			Drap. (3 bits)	Décalage fragment (13 bits)
Durée de vie (8 bits)		Protocole (8 bits)	Somme contrôle entête (16 bits)	
Adresse IP source (32 bits)				
Adresse IP destination (32 bits)				
Données				

- Durée de vie : nombre de passage au travers un routeur.
- Protocole : permet de savoir de quel protocole le datagramme est issue : (ICMP 1) (IGMP 2), (TCP 6), (UDP 17)

UDPet serveur DNS

- Supposons que notre adresse IP soit 192.168.0.50 et que celle du serveur DNS soit 192.168.0.120.

UDPet serveur DNS

- Supposons que notre adresse IP soit 192.168.0.50 et que celle du serveur DNS soit 192.168.0.120.
- Le datagramme de la requête DNS au niveau de la couche 3 est :

Version	Ent.	Type service	Longueur totale	
Identifications			Drap.	Décalage fragment
Durée de vie		Protocole	Somme contrôle entête	
Adresse IP source				
Adresse IP destination				
Données				

UDPet serveur DNS

- Supposons que notre adresse IP soit 192.168.0.50 et que celle du serveur DNS soit 192.168.0.120.
- Le datagramme de la requête DNS au niveau de la couche 3 est :

Version	Ent.	Type service	Longueur totale	
Identifications			Drap.	Décalage fragment
Durée de vie		Protocole	Somme contrôle entête	
Adresse IP source				
Adresse IP destination				
Données				

UDPet serveur DNS

- Supposons que notre adresse IP soit 192.168.0.50 et que celle du serveur DNS soit 192.168.0.120.
- Le datagramme de la requête DNS au niveau de la couche 3 est :

4	Ent.	Type service	Longueur totale	
Identifications			Drap.	Décalage fragment
Durée de vie		Protocole	Somme contrôle entête	
Adresse IP source				
Adresse IP destination				
Données				

UDPet serveur DNS

- Supposons que notre adresse IP soit 192.168.0.50 et que celle du serveur DNS soit 192.168.0.120.
- Le datagramme de la requête DNS au niveau de la couche 3 est :

4	5	Type service	Longueur totale	
Identifications			Drap.	Décalage fragment
Durée de vie		Protocole	Somme contrôle entête	
Adresse IP source				
Adresse IP destination				
Données				

UDPet serveur DNS

- Supposons que notre adresse IP soit 192.168.0.50 et que celle du serveur DNS soit 192.168.0.120.
- Le datagramme de la requête DNS au niveau de la couche 3 est :

4	5	0	Longueur totale	
Identifications			Drap.	Décalage fragment
Durée de vie		Protocole	Somme contrôle entête	
Adresse IP source				
Adresse IP destination				
Données				

UDPet serveur DNS

- Supposons que notre adresse IP soit 192.168.0.50 et que celle du serveur DNS soit 192.168.0.120.
- Le datagramme de la requête DNS au niveau de la couche 3 est :

4	5	0	74	
Identifications			Drap.	Décalage fragment
Durée de vie		Protocole	Somme contrôle entête	
Adresse IP source				
Adresse IP destination				
Données				

UDPet serveur DNS

- Supposons que notre adresse IP soit 192.168.0.50 et que celle du serveur DNS soit 192.168.0.120.
- Le datagramme de la requête DNS au niveau de la couche 3 est :

4	5	0	74	
8118			Drap.	Décalage fragment
Durée de vie		Protocole	Somme contrôle entête	
Adresse IP source				
Adresse IP destination				
Données				

UDPet serveur DNS

- Supposons que notre adresse IP soit 192.168.0.50 et que celle du serveur DNS soit 192.168.0.120.
- Le datagramme de la requête DNS au niveau de la couche 3 est :

4	5	0	74	
8118			0	Décalage fragment
Durée de vie		Protocole	Somme contrôle entête	
Adresse IP source				
Adresse IP destination				
Données				

UDPet serveur DNS

- Supposons que notre adresse IP soit 192.168.0.50 et que celle du serveur DNS soit 192.168.0.120.
- Le datagramme de la requête DNS au niveau de la couche 3 est :

4	5	0	74	
8118			0	0
Durée de vie		Protocole	Somme contrôle entête	
Adresse IP source				
Adresse IP destination				
Données				

UDPet serveur DNS

- Supposons que notre adresse IP soit 192.168.0.50 et que celle du serveur DNS soit 192.168.0.120.
- Le datagramme de la requête DNS au niveau de la couche 3 est :

4	5	0	74	
8118			0	0
64		Protocole	Somme contrôle entête	
Adresse IP source				
Adresse IP destination				
Données				

UDPet serveur DNS

- Supposons que notre adresse IP soit 192.168.0.50 et que celle du serveur DNS soit 192.168.0.120.
- Le datagramme de la requête DNS au niveau de la couche 3 est :

4	5	0	74	
8118			0	0
64		17	Somme contrôle entête	
Adresse IP source				
Adresse IP destination				
Données				

UDPet serveur DNS

- Supposons que notre adresse IP soit 192.168.0.50 et que celle du serveur DNS soit 192.168.0.120.
- Le datagramme de la requête DNS au niveau de la couche 3 est :

4	5	0	74	
8118			0	0
64		17	0x55D9	
Adresse IP source				
Adresse IP destination				
Données				

UDPet serveur DNS

- Supposons que notre adresse IP soit 192.168.0.50 et que celle du serveur DNS soit 192.168.0.120.
- Le datagramme de la requête DNS au niveau de la couche 3 est :

4	5	0	74	
8118			0	0
64		17	0x55D9	
192.168.0.50				
Adresse IP destination				
Données				

UDPet serveur DNS

- Supposons que notre adresse IP soit 192.168.0.50 et que celle du serveur DNS soit 192.168.0.120.
- Le datagramme de la requête DNS au niveau de la couche 3 est :

4	5	0	74	
8118			0	0
64		17	0x55D9	
192.168.0.50				
192.168.0.120				
Données				

UDPet serveur DNS

- Supposons que notre adresse IP soit 192.168.0.50 et que celle du serveur DNS soit 192.168.0.120.
- Le datagramme de la requête DNS au niveau de la couche 3 est :

4	5	0	74	
8118			0	0
64		17	0x55D9	
192.168.0.50				
192.168.0.120				
58649			53	
<ID, Nom à résoudre>				

Adresse MAC

- Toute interface réseau possède une adresse **MAC** (ou **Media Access Control**) unique.

Adresse MAC

- Toute interface réseau possède une adresse **MAC** (ou **Media Access Control**) unique.
- Elle est composée d'une suite de 6 octets, souvent représentée sous la forme hexadécimal :

01 : 23 : 45 : 67 : 89 : ab

Adresse MAC

- Toute interface réseau possède une adresse **MAC** (ou **Media Access Control**) unique.
- Elle est composée d'une suite de 6 octets, souvent représentée sous la forme hexadécimal :

01 : 23 : 45 : 67 : 89 : ab

- Cette adresse est souvent utilisé dans les protocoles de niveau 2 comme Ethernet : on ajoute l'adresse MAC source et de destination au datagramme IP.

Adresse MAC

- Toute interface réseau possède une adresse **MAC** (ou **Media Access Control**) unique.
- Elle est composée d'une suite de 6 octets, souvent représentée sous la forme hexadécimal :

01 : 23 : 45 : 67 : 89 : ab

- Cette adresse est souvent utilisé dans les protocoles de niveau 2 comme Ethernet : on ajoute l'adresse MAC source et de destination au datagramme IP.
- Comment l'ordinateur source peut-il connaître l'adresse MAC de l'ordinateur portant l'adresse IP 192.168.0.120 ?

Adresse MAC

- Toute interface réseau possède une adresse **MAC** (ou **Media Access Control**) unique.
- Elle est composée d'une suite de 6 octets, souvent représentée sous la forme hexadécimal :

01 : 23 : 45 : 67 : 89 : ab

- Cette adresse est souvent utilisé dans les protocoles de niveau 2 comme Ethernet : on ajoute l'adresse MAC source et de destination au datagramme IP.
- Comment l'ordinateur source peut-il connaître l'adresse MAC de l'ordinateur portant l'adresse IP 192.168.0.120?
↪ A l'aide du protocole **ARP**.

Protocole ARP

- L'**Adress resolution protocol** ou (**ARP**) est un protocole effectuant la traduction d'une adresse IP en adresse MAC.

Protocole ARP

- L'**Address resolution protocol** ou (**ARP**) est un protocole effectuant la traduction d'une adresse IP en adresse MAC.
- Scénario typique :

Protocole ARP

- L'**Adress resolution protocol** ou (**ARP**) est un protocole effectuant la traduction d'une adresse IP en adresse MAC.
- Scénario typique :
 - L'ordinateur **A** d'adresse IP 192.168.0.50 souhaite envoyer un paquet Ethernet à celui d'adresse IP 192.168.0.120.

Protocole ARP

- L'**Adress resolution protocol** ou (**ARP**) est un protocole effectuant la traduction d'une adresse IP en adresse MAC.
- Scénario typique :
 - L'ordinateur **A** d'adresse IP 192.168.0.50 souhaite envoyer un paquet Ethernet à celui d'adresse IP 192.168.0.120.
 - **A** envoie une requête "quelle est l'adresse MAC correspondant à l'IP 192.168.0.120" en broadcast,

Protocole ARP

- L'**Adress resolution protocol** ou (**ARP**) est un protocole effectuant la traduction d'une adresse IP en adresse MAC.
- Scénario typique :
 - L'ordinateur **A** d'adresse IP 192.168.0.50 souhaite envoyer un paquet Ethernet à celui d'adresse IP 192.168.0.120.
 - **A** envoie une requête "quelle est l'adresse MAC correspondant à l'IP 192.168.0.120" en broadcast,
 - l'ordinateur **B** d'adresse IP 192.168.0.120 la reçoit et répond à **A**.

Protocole ARP

- L'**Adress resolution protocol** ou (**ARP**) est un protocole effectuant la traduction d'une adresse IP en adresse MAC.
- Scénario typique :
 - L'ordinateur **A** d'adresse IP 192.168.0.50 souhaite envoyer un paquet Ethernet à celui d'adresse IP 192.168.0.120.
 - **A** envoie une requête "quelle est l'adresse MAC correspondant à l'IP 192.168.0.120" en broadcast,
 - l'ordinateur **B** d'adresse IP 192.168.0.120 la reçoit et répond à **A**.
- L'ordinateur **A** peut alors ajouter la correspondance entre adresses MAC et IP de **B** en mémoire.

Concentrateur

- Un **concentrateur** ou **hub** permet la connexion de plusieurs appareils sur une même ligne de communication. C'est un appareil de niveau 2.

Concentrateur

- Un **concentrateur** ou **hub** permet la connexion de plusieurs appareils sur une même ligne de communication. C'est un appareil de niveau 2.
- Principe : Lorsqu'il reçoit un signal sur un de ses ports physiques, il le renvoie sur tous les autres.

Concentrateur

- Un **concentrateur** ou **hub** permet la connexion de plusieurs appareils sur une même ligne de communication. C'est un appareil de niveau 2.
- Principe : Lorsqu'il reçoit un signal sur un de ses ports physiques, il le renvoie sur tous les autres.
- Avantage : Pas cher.

Concentrateur

- Un **concentrateur** ou **hub** permet la connexion de plusieurs appareils sur une même ligne de communication. C'est un appareil de niveau 2.
- Principe : Lorsqu'il reçoit un signal sur un de ses ports physiques, il le renvoie sur tous les autres.
- Avantage : Pas cher.
- Inconvénient : Surcharge du réseau.

Commutateur réseau

- Un **commutateur réseau** ou **switch** permet la connexion de plusieurs appareils sur une même ligne de communication. C'est un appareil de niveau 2.

Commutateur réseau

- Un **commutateur réseau** ou **switch** permet la connexion de plusieurs appareils sur une même ligne de communication. C'est un appareil de niveau 2.
- Principe : il tient à jours une correspondance entre adresse MAC et port physiques. Lorsqu'il reçoit un paquet à destination de l'ordinateur d'adresse MAC M :

Commutateur réseau

- Un **commutateur réseau** ou **switch** permet la connexion de plusieurs appareils sur une même ligne de communication. C'est un appareil de niveau 2.
- Principe : il tient à jours une correspondance entre adresse MAC et port physiques. Lorsqu'il reçoit un paquet à destination de l'ordinateur d'adresse MAC M :
 - s'il connaît M, il renvoie le paquet sur le bon port physique,

Commutateur réseau

- Un **commutateur réseau** ou **switch** permet la connexion de plusieurs appareils sur une même ligne de communication. C'est un appareil de niveau 2.
- Principe : il tient à jours une correspondance entre adresse MAC et port physiques. Lorsqu'il reçoit un paquet à destination de l'ordinateur d'adresse MAC M :
 - s'il connaît M, il renvoie le paquet sur le bon port physique,
 - sinon il traite le paquet à l'aide d'un broadcast.

Commutateur réseau

- Un **commutateur réseau** ou **switch** permet la connexion de plusieurs appareils sur une même ligne de communication. C'est un appareil de niveau 2.
- Principe : il tient à jours une correspondance entre adresse MAC et port physiques. Lorsqu'il reçoit un paquet à destination de l'ordinateur d'adresse MAC M :
 - s'il connaît M, il renvoie le paquet sur le bon port physique,
 - sinon il traite le paquet à l'aide d'un broadcast.
- Avantage : Peu de collision.

Commutateur réseau

- Un **commutateur réseau** ou **switch** permet la connexion de plusieurs appareils sur une même ligne de communication. C'est un appareil de niveau 2.
- Principe : il tient à jours une correspondance entre adresse MAC et port physiques. Lorsqu'il reçoit un paquet à destination de l'ordinateur d'adresse MAC M :
 - s'il connaît M, il renvoie le paquet sur le bon port physique,
 - sinon il traite le paquet à l'aide d'un broadcast.
- Avantage : Peu de collision.
- Inconvénient : Cher (enfin plus maintenant).

Tester une connexion

- ping (de ping-pong) permet d'envoyer une requête **ICMP** echo à un ordinateur distant.

Tester une connection

- ping (de ping-pong) permet d'envoyer une requête **ICMP** echo à un ordinateur distant.
 - ↳ teste de connection.

Tester une connection

- ping (de ping-pong) permet d'envoyer une requête **ICMP** echo à un ordinateur distant.
 - ↳ teste de connection.
- Exemple :
 - ping 127.0.0.1
 - ping fr.wikipedia.com

Tester une connection

- ping (de ping-pong) permet d'envoyer une requête **ICMP** echo à un ordinateur distant.
 - ↳ teste de connection.
- Exemple :
 - ping 127.0.0.1
 - ping fr.wikipedia.com
- Options :
 - c *nombre* s'arrête après l'envoi de *nombre* paquets,
 - i *int* attendre *int* secondes avant l'envoi d'un autre paquet,
 - t *ttl* durée de vie de la requête IP.