

Chapitre : Les Protocoles Outils de l'Internet

Joyce El Haddad

DU1 MI2E – Université Paris Dauphine

2009-2010

Plan

1. Le modèle TCP/IP
2. Les adresses IP
3. Le Protocole IP
4. Le Protocole TCP
5. Les Protocoles ICMP, FTP, HTTP

Les Protocoles

- Un **protocole** = une méthode standard qui permet la communication entre des processus
 - un ensemble de règles et de procédures à respecter pour émettre et recevoir des données sur un réseau
- Il existe plusieurs protocoles selon ce que l'on attend de la communication
 - Exemple : Echange de fichiers (FTP), gestion de l'état de la transmission et des erreurs (ICMP), ...
- Sur Internet, les protocoles utilisés font partie d'une **suite de protocoles** = un ensemble de protocoles reliés entre-eux
- Cette **suite de protocole Internet s'appelle TCP/IP** (Transmission Control Protocol/Internet Protocol)
 - Un ensemble des règles de communication basé sur la notion d'adressage IP

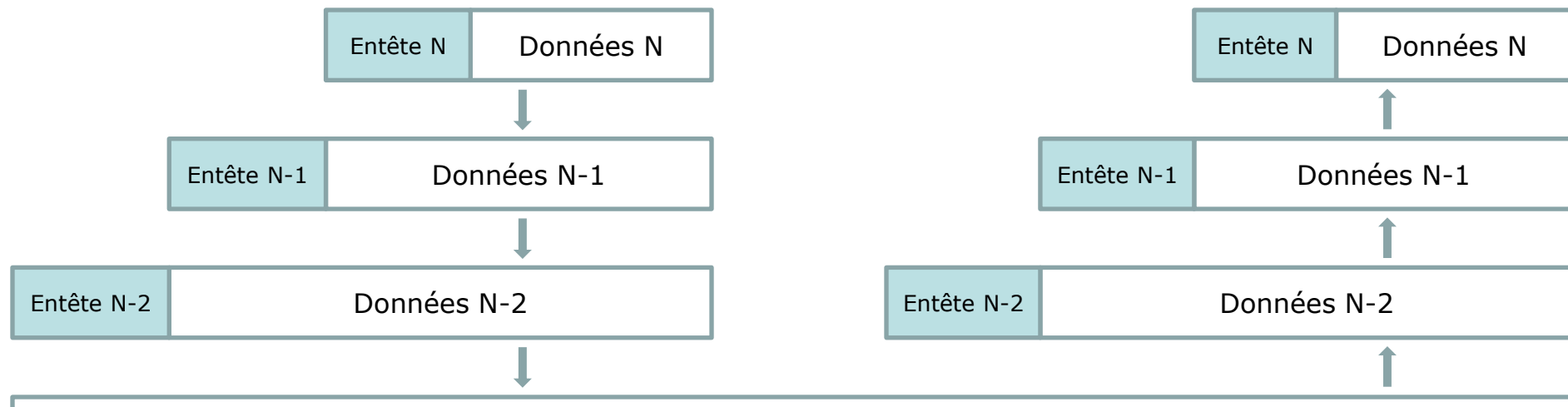
TCP/IP un modèle en couches

- La suite TCP/IP issue d'un organisme d'Etat américain, le DoD (Department of Defense), est apparu au début des années 70
- Le système de protocoles TCP/IP est décomposé en plusieurs modules effectuant chacun une tâche précise
 - modèle en couches
- Chaque couche du modèle communique avec une couche adjacente
 - Une couche utilise les services des couches inférieures et en fournit à celle du niveau supérieur => La couche N utilise la couche N-1 et fournit des services à la couche N+1
- Les données qui transitent sur le réseau traversent plusieurs niveaux de protocoles
 - Les paquets qui circulent sur le réseau sont traités successivement par chaque couche, puis sont transmises à la couche suivante => le principe de l'Encapsulation

TCP/IP un modèle en couches

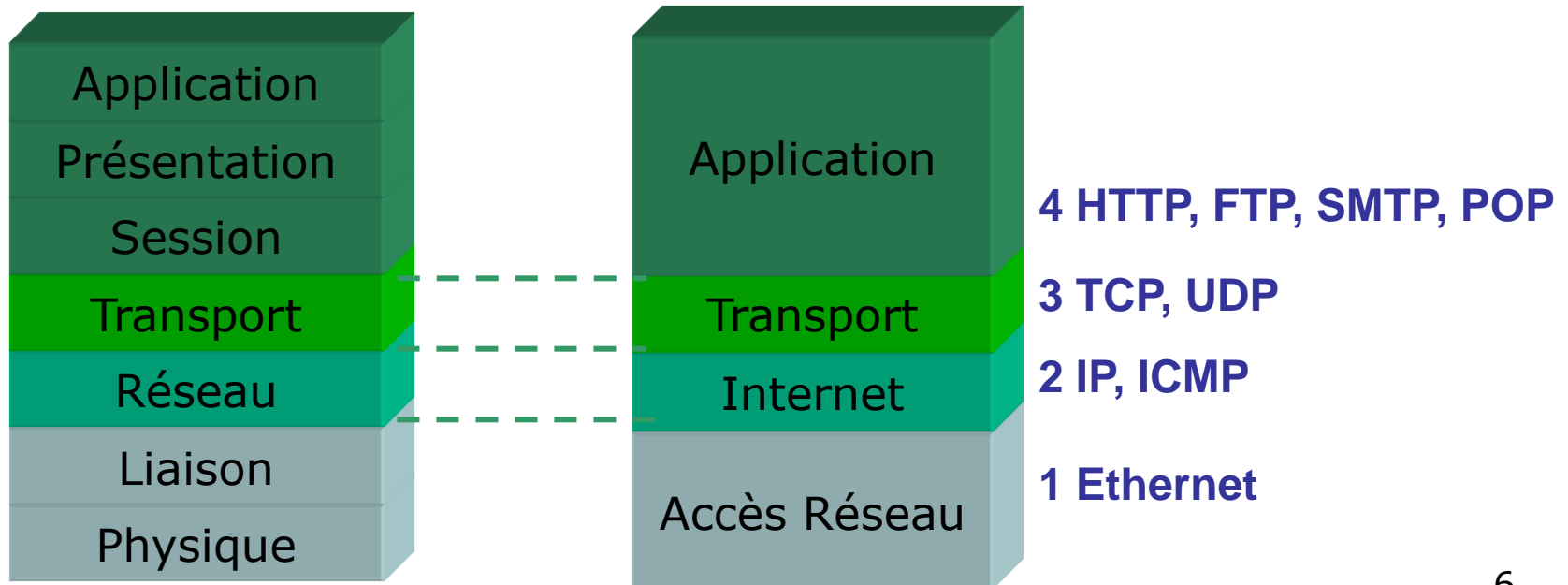
- Encapsulation

- Lorsqu'une couche réseau veut dialoguer avec sa couche homologue, elle n'a pas d'autre choix que de faire redescendre l'information en ajoutant des consignes pour la couche du destinataire.
- l'entête et les données d'une couche N vont devenir les données de la couche N-1. Cette couche N-1 va construire un entête (des consignes). Cet entête et ces données vont devenir les données de la couche N-2.



TCP/IP un modèle en couches

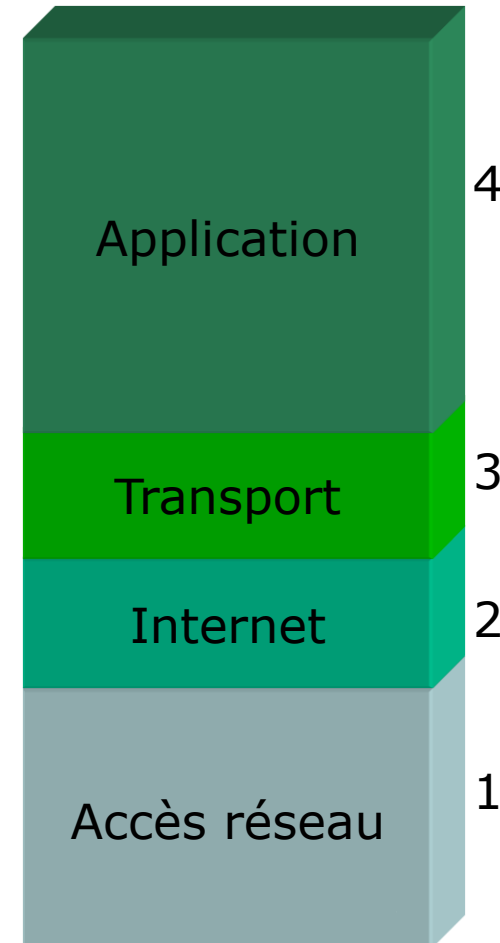
- Le modèle TCP/IP est très proche du modèle OSI mis au point par l'organisation internationale des standards (ISO) afin de normaliser les communications entre ordinateurs.
- Sur Internet, les protocoles utilisés font partie de la suite de protocoles TCP/IP, qui contient, entre autres, les protocoles suivants :



Le modèle TCP/IP

1. La couche Accès réseau

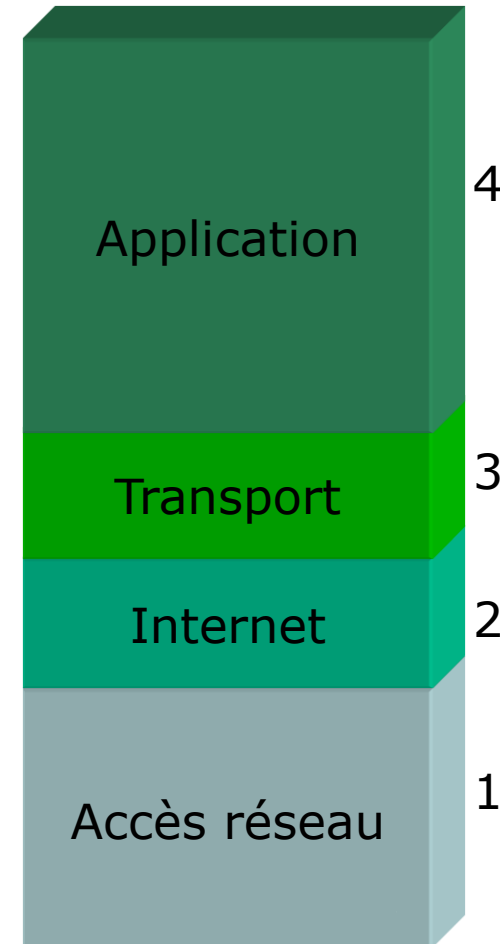
- Niveau 1 Physique + Niveau 2 Liaison du modèle OSI
- Elle prend en charge l'acheminement des données sur la liaison
- C'est au niveau de cette couche que les données numériques sont traduites en signal
 - Elle spécifie la forme sous laquelle les données doivent être acheminées quel que soit le type de réseau utilisé
- Les bits sont organisés en trames. Un en-tête est créé dans lequel on identifie l'émetteur et le destinataire par une adresse physique (adresse MAC)



Le modèle TCP/IP

2. La couche Internet

- Elle définit les paquet de données (les datagrammes) et gère les notions d'adressage IP (elle gère le choix du meilleur chemin (si existe) pour atteindre le destinataire)
- Elle gère la fragmentation des datagrammes à l'émission et leur assemblage à réception



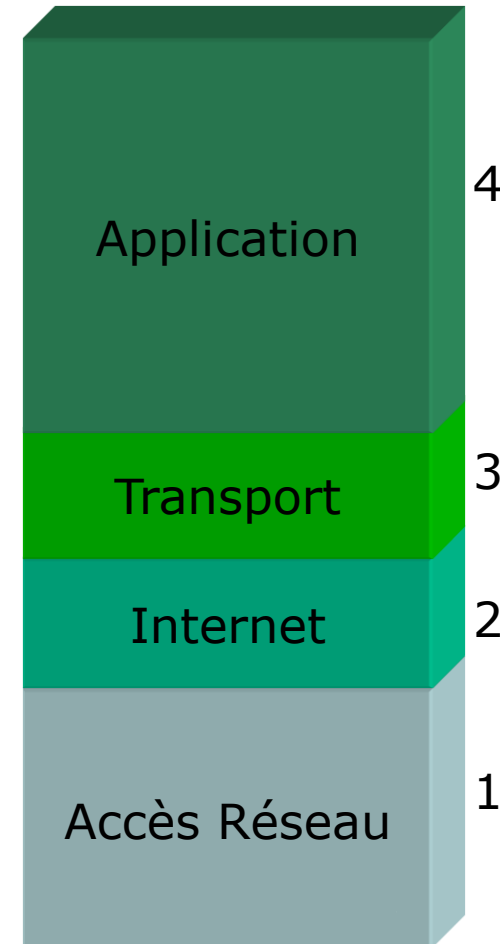
Le modèle TCP/IP

3. La couche Transport

- Elle assure l'acheminement des données.
- Elle assure les mécanismes permettant de connaître l'état de la transmission.
- Elle permet à des applications tournant sur des machines distantes de communiquer.

4. La couche Application

- Elle englobe les applications standard du réseau (HTTP, Telnet, SMTP, FTP, ...) permettant de communiquer grâce aux couches inférieures



Les adresses IP

Qu'est-ce qu'une adresse IP

- Adresse IP = adresse numérique composée de 4 nombres entiers (4 octets = 32 bits) entre 0 et 255 et séparés par des points sous la forme xxx.xxx.xxx.xxx
 - Exemple : 194.153.205.26 est une adresse TCP/IP
- Internet Assigned Numbers Agency (IANA) est l'organisme chargé d'attribuer ces numéros
- On distingue deux parties dans une adresse IP
 - **NetID** : les nombres à gauche qui désigne le réseau
 - **hostID** : les nombres de droite désignant les ordinateurs de ce réseau
- Exemples de réseaux
 - Un petit réseau 194.28.12. de 4 machines
 - Il contient alors les ordinateurs de 194.28.12.1 à 194.28.12.4

Les classes de réseaux

- Les adresses IP sont réparties en classes, selon le nombre d'octets qui représentent le réseau

- **Classe A (de 0.0.0.1 à 127.255.255.254)**

- Le premier octet représente le réseau
- Les trois octets de droite représentent les ordinateurs du réseaux

0xxxxxxx.xxxxxxxx.xxxxxxxxx.xxxxxxxxx

Réseau

Ordinateurs

- **Classe B (de 128.0.0.1 à 191.255.255.254)**

- Les deux premiers octets représentent le réseau
- Les deux octets de droite représentent les ordinateurs du réseau

10xxxxxx.xxxxxxxx.xxxxxxxxx.xxxxxxxxx

Réseau

Ordinateurs

- **Classe C (de 192.0.0.1 à 223.255.255.254)**

- Les trois premiers octets représentent le réseau
- L'octet de droite représente les ordinateurs du réseau

110xxxxx.xxxxxxxx.xxxxxxxxx.xxxxxxxxx

Réseau

Ordinateurs

Les adresses IP

- On associe à ces adresses IP des **noms de domaine** pour permettre de s'en souvenir plus facilement
 - Les utilisateurs ne veulent pas travailler avec des adresses numériques du genre *194.153.205.26* mais avec des noms de machine ou des adresses plus explicites.
 - Chaque machine peut être connue par une chaîne de caractères.
- On appelle **résolution de noms de domaines** (ou **résolution d'adresses**) la corrélation entre les adresses IP et le nom de domaine associé.

Les adresses IP

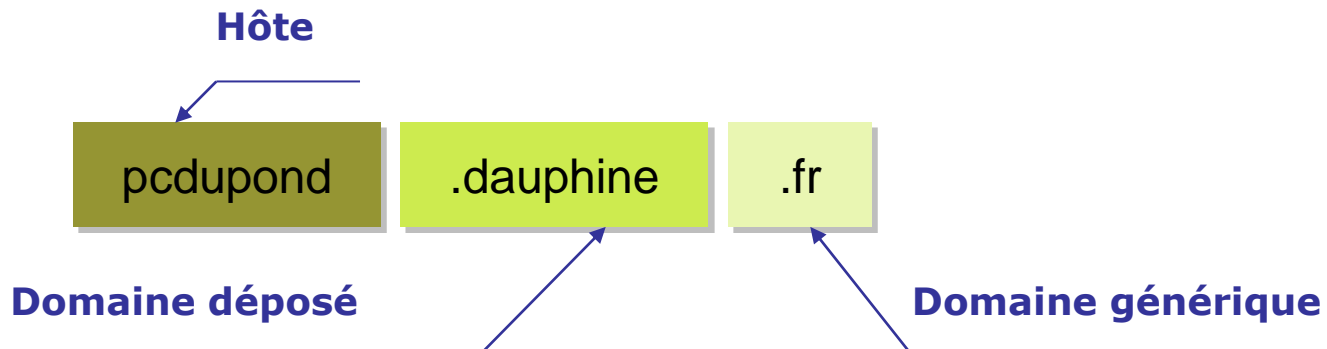
- Aux origines de TCP/IP, le nombre d'ordinateurs connectés à un même réseau était faible, les administrateurs réseau créaient des fichiers appelés **tables de conversion manuelle**.
- **Table de conversion manuelle** = fichier séquentiel, nommés **host**, associant sur chaque ligne l'adresse IP de la machine et le nom littéral associé, appelé **nom d'hôte**.
- Le système de tables de conversion nécessite une mise à jour manuelle des tables de tous les ordinateurs en cas d'ajout ou de modification d'un nom de machine.

Domain Name System (DNS)

- Avec l'explosion de la taille des réseaux, et de leur interconnexion, il a fallu mettre en place un système de gestion des noms hiérarchisé et plus facilement administrable : Le système nommé **Domain Name System (DNS)**
- Ce système propose
 - un **espace de noms** hiérarchique permettant de garantir l'unicité d'un nom dans une structure arborescente.
 - un système de **serveurs distribués** permettant de rendre disponible l'espace de noms.
 - un **système de clients** permettant de « résoudre » les noms de domaines, c'est-à-dire interroger les serveurs afin de connaître l'adresse IP correspondant à un nom.

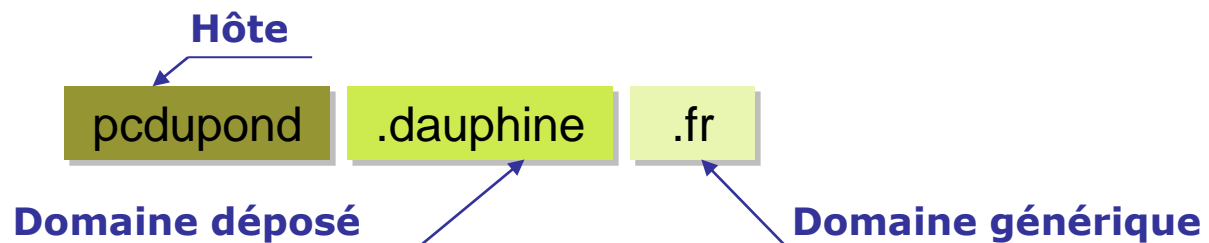
Espace de noms

- Le DNS est une organisation hiérarchisée en domaines, sous-domaines et machines
 - Partant d'une racine, puis répertoires , sous-répertoires ... jusqu'aux noms des machines
 - Exemple: pcdupond.dauphine.fr, la machine s'appelle pcdupond et appartient au domaine dauphine.fr
 - Le nommage commence par le nom de la machine et remonte les domaines dans lesquelles elle appartient jusqu'à la racine, nommée par un point "."



Espace de noms

- Le top level domain : le dernier suffixe dans le nom fait un premier découpage en zones
 - **Thématique** : .net réseaux, .com commerces ou .org organisations, .gov organismes gouvernementaux, .edu organismes éducatifs...
 - **Géographique** : .fr pour France, .jp pour Japon, .us pour Etats-unis...
- Les sous-domaines sont souvent la désignation des entreprises ou des institutions (snCF, ibm, ...).
- Les machines qui apparaissent dans le préfixe des adresses sont souvent nommées par le service qu'elles proposent.



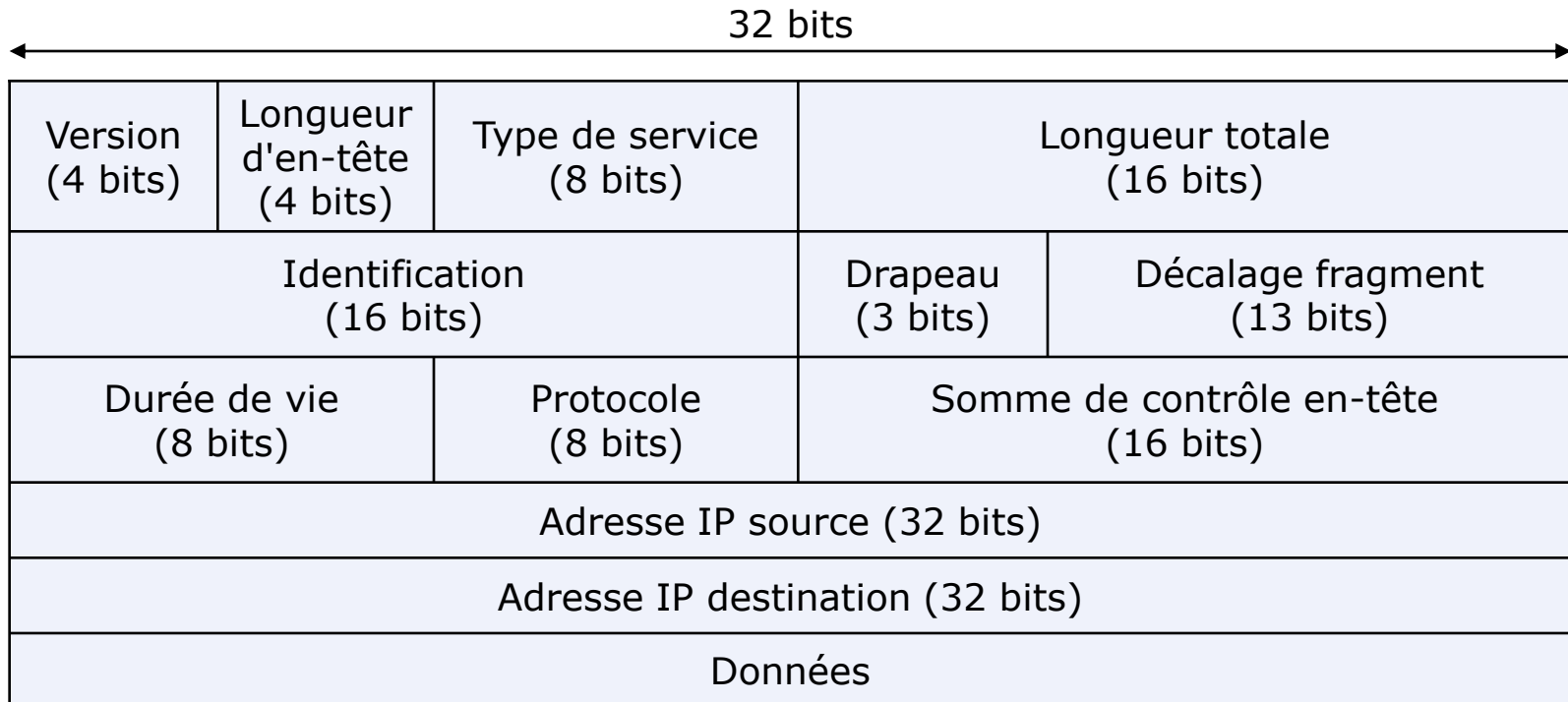
Couche Internet : Le Protocole IP

Le protocole IP

- IP (Internet Protocol) fait partie de la couche Internet de la suite de protocoles TCP/IP.
- Un des protocoles les plus importants
 - il permet l'élaboration et le transport des datagrammes IP sans assurer la « livraison ».
 - il traite les datagrammes IP indépendamment les uns des autres en définissant leur représentation, leur routage et leur expédition.
- Les données circulent sur Internet sous forme de datagrammes ou paquets

Le protocole IP

- Datagrammes = données encapsulée + des en-têtes correspondant à des informations sur leur transport
 - Exemple d'en-tête : @IP de destination

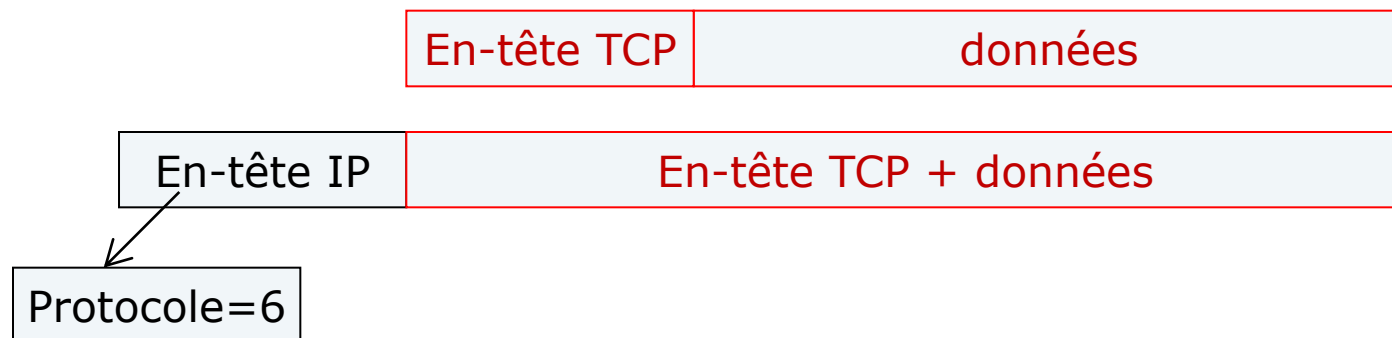


- Les données contenues dans les datagrammes sont analysées par les routeurs permettant leur transit. 20

Couche Transport : Le Protocole TCP

Protocole TCP

- TCP (Transmission Control Protocol) = protocole de contrôle de transmission.
- Un des principaux protocoles de la couche transport .
- Il permet de gérer les données en provenance (ou à destination) de la couche Internet
- Lorsque les données sont fournies au protocole IP, celui-ci les encapsule dans des datagrammes IP, en fixant le champ protocole à 6 (le protocole en amont est TCP)
- Les données encapsulées dans un en-tête TCP sont des **paquets TCP**



Protocole TCP

- TCP est un protocole orienté connexion
 - il opère un contrôle de transmission des données pendant une communication établie entre deux machines
- Les applications peuvent communiquer de façon sûre grâce au système d'accusés de réception du protocole TCP.
- Lors d'une communication, les deux machines doivent établir une connexion.
- La communication se fait dans les deux sens

Les caractéristiques TCP

1. TCP permet l'établissement d'un **circuit virtuel** entre les deux points qui échangent de l'information
 - TCP fonctionne en **mode connecté**
2. TCP simule **une connexion en full duplex**
 - il autorise la clôture du flot dans une direction tandis que l'autre continue à être active. Le circuit virtuel est rompu quand les deux parties ont clos le flux
3. TCP a la capacité de **mémoriser des données**
 - les applications s'envoient des volumes de données absolument quelconques. À la réception, TCP délivre les octets exactement comme ils ont été envoyés
4. TCP est libre de **fragmenter le flux de données** en paquets de tailles adaptées aux réseaux traversés
 - il lui incombe d'effectuer le réassemblage et donc de stocker temporairement les fragments avant de les présenter dans le bon ordre à l'application

Couche Application : Les Protocoles SMTP, FTP, HTTP

La couche application : les services Internet

- Les services Internet sont liés à la communication :

1. La messagerie électronique

- Le service d'échange de messages (POP, SMTP,IMAP).
- Déposer un message dans la boîte aux lettres d'un correspondant, qu'il soit ou non devant une machine.
- Le correspondant sera capable, à sa prochaine connexion, de consulter sa boîte aux lettres pour lire ou envoyer des messages.

2. Échange de fichiers

- Le service d'échange de fichiers (FTP).
- Permet de déposer des fichiers sur une machine distante.
- Permet de télécharger des fichiers.
- La distribution de logiciels gratuits, la diffusion d'images, de sons, de notes de cours pour les étudiants ou d'articles scientifiques sont parmi les utilisations les plus courantes de ce service.

La couche application : Services Internet

3. La connexion à distance

- Le service de connexion à distance ([Telnet](#)).
- Permet à un internaute de se connecter à distance à une machine comme s'il se trouvait face à elle.
- Ouvre des possibilités pour le travail à domicile, puisqu'il devient possible d'utiliser les machines sur son lieu de travail depuis chez soi.

4. Le Web

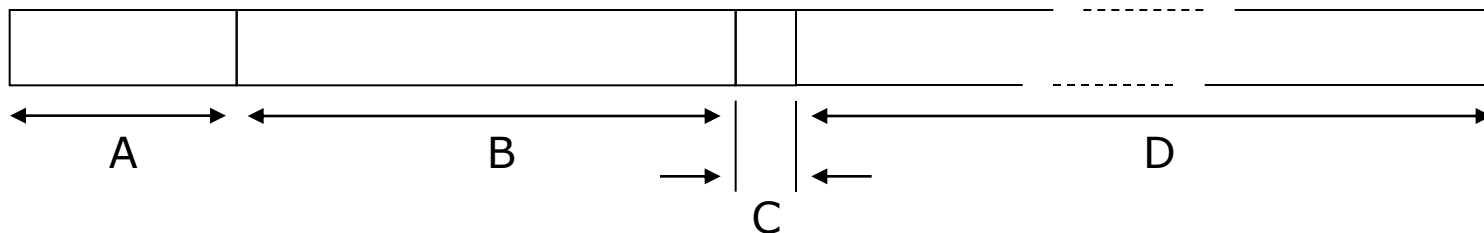
- Le service de consultation d'hyper-documents ([HTTP](#) ou [WWW](#)).
- LE service Internet le plus connu.
- C'est ce service qui a rendu Internet attrayant et «commerciallement utile».

Protocole FTP

- FTP (File Transfer Protocol) est un protocole de transfert de fichier
- FTP définit la façon selon laquelle des données doivent être transférées sur un réseau TCP/IP
- FTP a pour objectif de
 - permettre un partage (transfère) de fichiers entre machines distantes
- FTP s'inscrit dans un modèle client-serveur
- Lors d'une connexion FTP, deux canaux de transmission sont ouverts
 - Un canal pour les commandes (canal de contrôle)
 - Un canal pour les données

Protocole HTTP

- Le protocole HTTP (HyperText Transfer Protocol) est le protocole le plus utilisé sur Internet depuis 1990
- Le but du protocole HTTP est de permettre un transfert de fichiers (essentiellement au format HTML) localisés grâce à une URL entre un navigateur (le client) et un serveur Web
- La communication se fait en deux temps :
 - Le navigateur effectue une **requête HTTP**
 - Le serveur traite la requête puis envoie une **réponse HTTP**
- La question et la réponse sont bâties sur un modèle : le **message HTTP**



Les parties A, B et C forment l'en-tête du message, et D le corps

Requête HTTP

- Ensemble de lignes envoyé au serveur par le navigateur et qui comprend:
 - Une **ligne de requête**: une ligne précisant le type de document demandé, la méthode qui doit être appliquée, et la version du protocole utilisée
 - Les champs **d'en-tête de la requête** : ensemble de lignes facultatives permettant de donner des informations supplémentaires sur la requête et/ou le client (Navigateur, système d'exploitation, ...)
 - Le **corps de la requête**: ensemble de lignes optionnelles devant être séparées des lignes précédentes par une ligne vide et permettant par exemple un envoi de données par une commande POST lors de l'envoi de données au serveur par un formulaire

- Exemple de requête HTTP:

```
GET http://www.dauphine.fr HTTP/1.1
Accept : text/html
If-Modified-Since : Monday, 16-January-2006 10:21:13 GMT
User-Agent : Mozilla/4.0 (compatible; MSIE 5.0; Windows 95)
```

Courrier électronique

- Le courrier électronique est considéré comme étant le service le plus utilisé sur Internet
- TCP/IP offre une panoplie de protocoles permettant de gérer facilement le routage du courrier sur le réseau
- Le protocole **SMTP** (Simple Mail Transfer Protocol) est le protocole standard permettant de transférer le courrier d'un serveur à un autre en connexion point à point
- Il s'agit d'un protocole fonctionnant en mode connecté, encapsulé dans une trame TCP/IP
- SMTP fonctionne grâce à des commandes textuelles envoyées au serveur SMTP sur le port 25. Chacune des commandes envoyées par le client est suivi d'une réponse du serveur SMTP composée d'un numéro et d'un message descriptif

Protocole SMTP

- Demande d'envoi de mail à un serveur SMTP
 1. Lors de l'ouverture de la session SMTP, la première commande à envoyer est la commande EHLO suivie du nom de domaine de votre machine
 2. La seconde commande est "MAIL FROM:" suivie de l'adresse email de l'expéditeur. Si la commande est acceptée le serveur renvoie le message "250 OK"
 3. La commande suivante est "RCPT TO:" suivie de l'adresse email du destinataire. Si la commande est acceptée le serveur renvoie le message "250 OK"
 4. La commande DATA annonce le début du corps du message. Si la commande est acceptée le serveur renvoie un message intermédiaire numéroté 354 indiquant que l'envoi du corps du mail peut commencer et considère l'ensemble des lignes suivantes jusqu'à la fin du message repéré par une ligne contenant uniquement un point. Le corps du mail contient éventuellement certains des en-têtes suivants : Date, Subject, Cc, Bcc ou From²

Protocole SMTP

```
telnet smtp.dauphine.fr 25
Trying 100.100.100.10...
Connected to smtp.dauphine.fr (100.100.100.10).
Escape character is '^]'.
220 serveur.dauphine.fr ESMTP Sendmail 8.13.3/jtpda-5.4+CB ready at Mon, 16 Jan 2006 18:22:55
+0100
EHLO monordi.mondomaine.fr
250-serveur.dauphine.fr Hello monordi.mondomaine.fr [132.227.204.179], pleased to meet you
250-ENHANCEDSTATUSCODES
250-PIPELINING
250-8BITMIME
250-SIZE 16777216
250-DSN
250-AUTH DIGEST-MD5 CRAM-MD5
250-DELIVERBY
250 HELP
MAIL FROM: moi@dauphine.fr
250 2.1.0 moi@dauphine.fr... Sender ok
RCPT TO: toi@dauphine.fr
250 2.1.5 toi@dauphine.fr... Recipient ok
DATA
354 Enter mail, end with "." on a line by itself
Subject: envoi SMTP
Bonjour,
Je vous envoie ce mail en ligne de commande.
A bientôt,
.
250 2.0.0 c0FGLtIP004228 Message accepted for delivery
QUIT
221 2.0.0 serveur.dauphine.fr closing connection
Connection closed by foreign host.
```

... FIN !!