

# IPv6

---

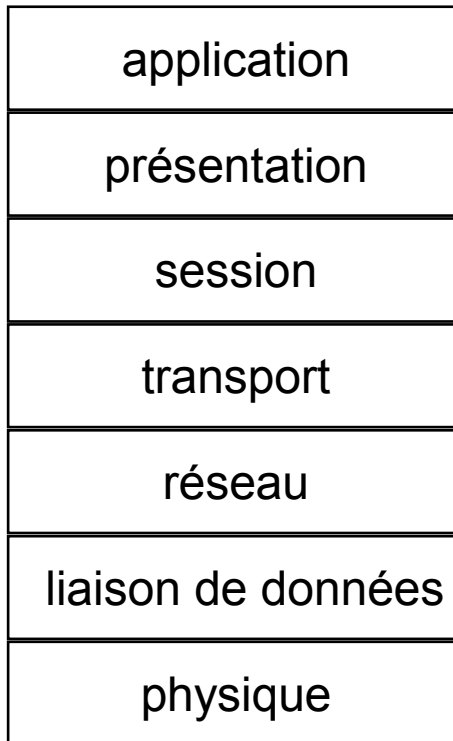
## Protocoles

### Objectif:

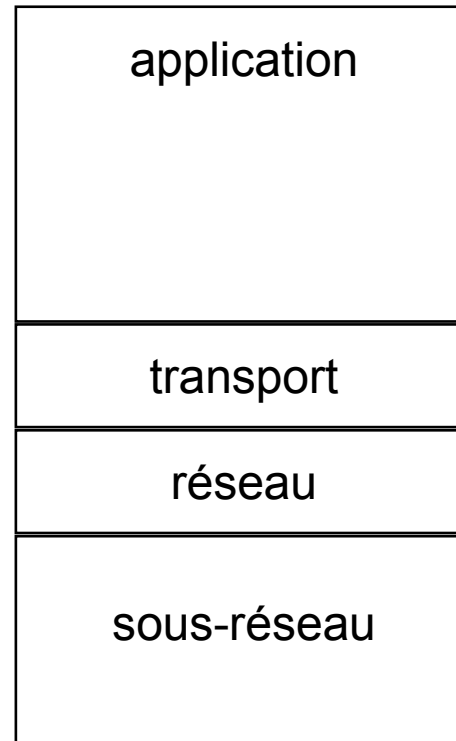
En quoi IPv6 en tant que protocole est plus performant que IPv4 ?

# Internet

Modèle de référence OSI



Architecture Internet



Exemples de protocoles

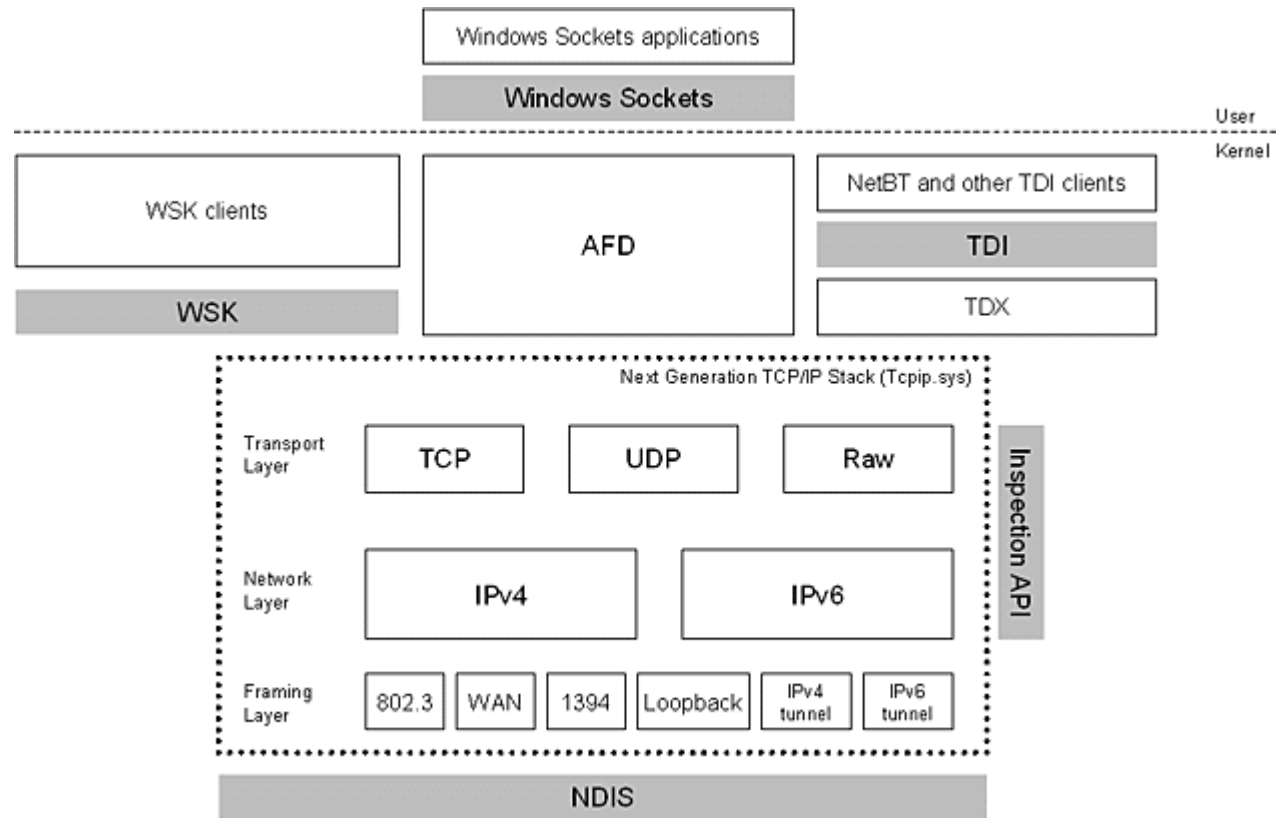
FTP  
SMTP  
HTTP

TCP, UDP

IPv4, IPv6

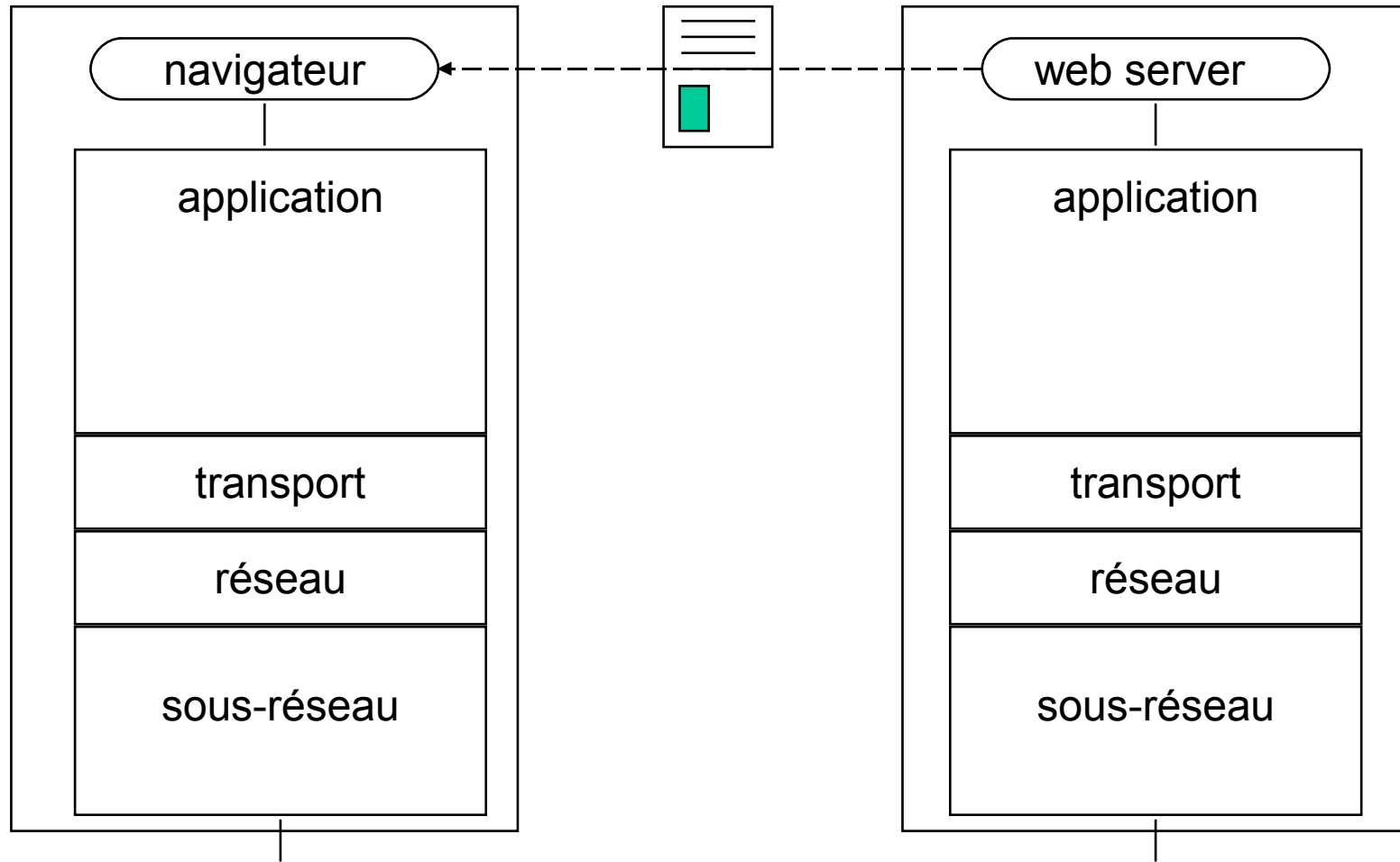
PPP, Ethernet

# Windows Next Generation TCP/IP Stack

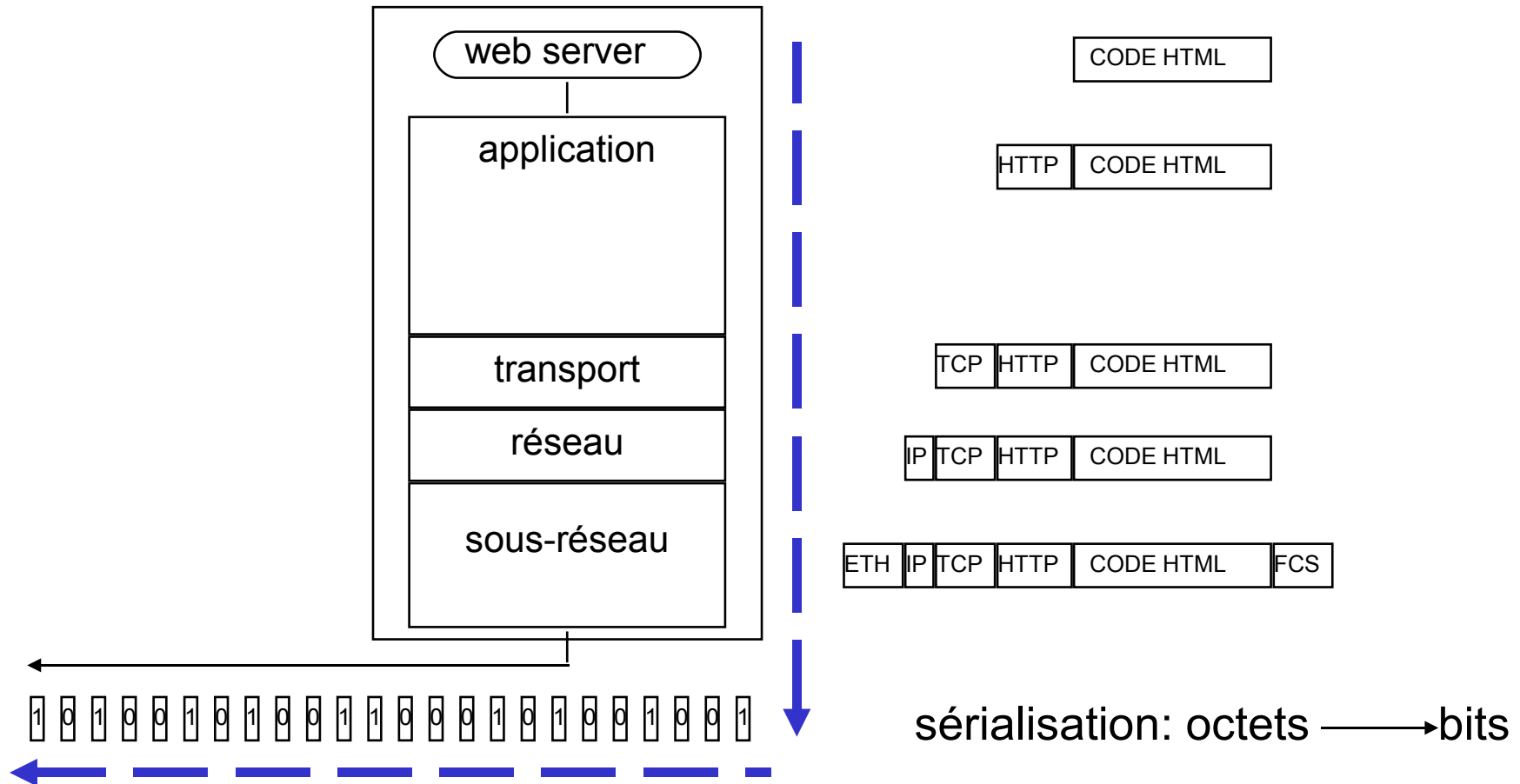


- Windows Vista
- Windows Server 2008

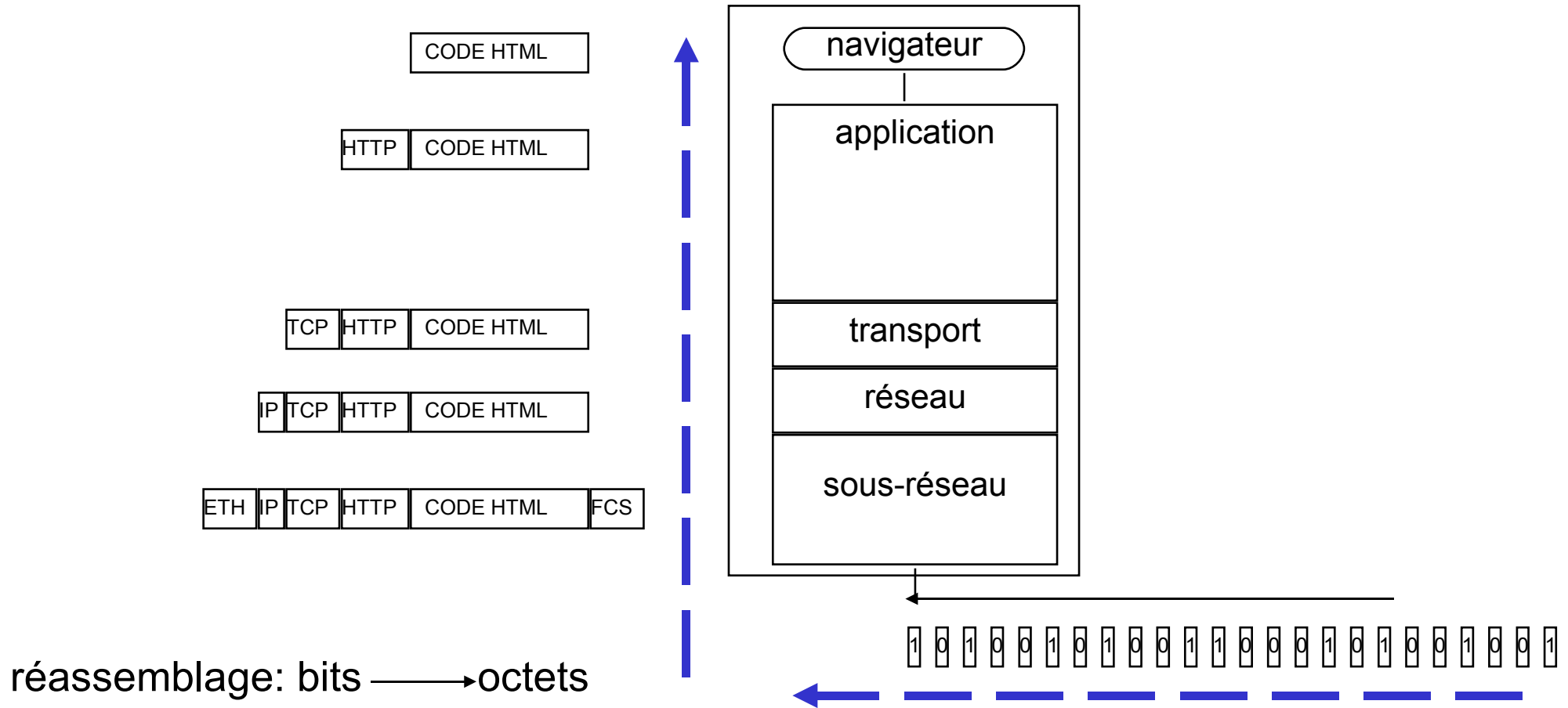
# Exemple transmission page HTML



# Exemple transmission page HTML



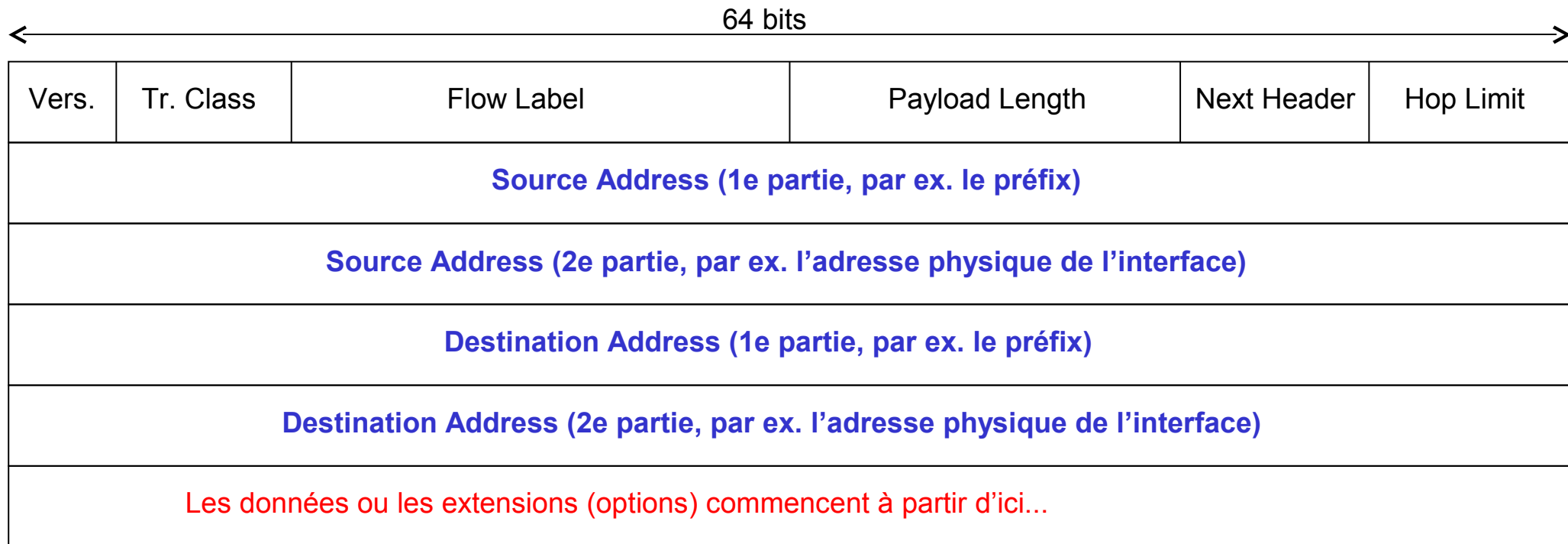
# Exemple réception page HTML





# En-tête Protocole IP version 6

- Version: 6 (IPv6)
- Traffic Class, par ex. priorité, voix
- Flow Label: identificateur d'un flot particulier
- Payload Length: longueur de la partie données du datagramme
- Next Header: protocole de niveau supérieur ou options, ici appelée extension
- Hop Limit: nombre max de "sauts" (hops)
- **Source Address: 128 bits**
- **Destination Address: 128 bits**



# Comparison IPv4 IPv6

- IPv4

- Source and destination addresses are 32 bits (4 bytes) in length.
- IPsec support is optional.
- No identification of packet flow for QoS handling by routers is present within the IPv4 header.
- Fragmentation is done by both routers and the sending host.
- Header includes a checksum.
- Header includes options.

- IPv6

- Source and destination addresses are 128 bits (16 bytes) in length.
- IPsec support is required.
- Packet flow identification for QoS handling by routers is included in the IPv6 header using the Flow Label field.
- Fragmentation is not done by routers, only by the sending host.
- Header does not include a checksum.
- All optional data is moved to IPv6 extension headers.

# IPv4

- Address Resolution Protocol (ARP) uses broadcast ARP Request frames to resolve an IPv4 address to a link layer address.
- Internet Group Management Protocol (IGMP) is used to manage local subnet group membership.
- ICMP Router Discovery is used to determine the IPv4 address of the best default gateway and is optional.
- Broadcast addresses are used to send traffic to all nodes on a subnet.

# IPv6

- ARP Request frames are replaced with multicast Neighbor Solicitation messages.
- IGMP is replaced with Multicast Listener Discovery (MLD) messages.
- ICMP Router Discovery is replaced with ICMPv6 Router Solicitation and Router Advertisement messages and is required.
- There are no IPv6 broadcast addresses. Instead, a link-local scope all-nodes multicast address is used.

# IPv4

- Must be configured either manually or through DHCP.
- Uses host address (A) resource records in the Domain Name System (DNS) to map host names to IPv4 addresses.
- Uses pointer (PTR) resource records in the IN-ADDR.ARPA DNS domain to map IPv4 addresses to host names.
- Must support a 576-byte packet size (possibly fragmented).

# IPv6

- Does not require manual configuration or DHCP.
- Uses host address (AAAA) resource records in the Domain Name System (DNS) to map host names to IPv6 addresses.
- Uses pointer (PTR) resource records in the IP6.ARPA DNS domain to map IPv6 addresses to host names.
- Must support a 1280-byte packet size (without fragmentation).

# Comparaison en-têtes IPv4 - IPv6

---

- Taille de l'en-tête passe de 20 à 40 octets, mais:
- Simplification
  - Moins de champs, moins de traitements pour les routeurs
  - Champs alignés sur des mots de 64 bits, traitements plus rapides
  - Fragmentation retirée des routeurs
  - Plus de checksum dans l'en-tête
    - A cause de la décrémentation du champ durée de vie (TTL) le checksum doit être recalculé en IPv4
    - Remplacé par un checksum de bout en bout incluant un pseudo-en-tête calculé par les protocoles de niveau supérieur (donc modification !)
- Taille fixe, pas d'options ?
  - Options remplacées par des extensions, avec nouveaux en-têtes
- Taille minimale des MTU: 1280 octets
  - Maximum Transmission Unit

# Classe de trafic

- Deux sous-champs
  - DiffServ, Differentiated Services Code Point (DSCP)
    - Assured Forwarding (AF)
      - Quatre classes et trois priorités
      - Possibilités d'agrégation des flux
    - Expedited Forwarding (EF)
      - Comportement comparable à un circuit à débit constant
  - CU
    - Pas encore utilisé; pourrait être utilisé pour prévenir le Risque de Congestion (Random Early Detection)
- Contrats de trafic
  - entre clients et opérateurs et entre opérateurs
- Mais toujours “Best effort”
  - Classe de contrôle de réseau (ToS: 0xE0)
  - Compatible avec les équipements existants

# Identificateur de flux

- Numéro unique choisi par la source
- Marque à un contexte dans le routeur
  - Choix d'une route
  - Traitement temps réel
- Cisco Tag Switching
  - Technique similaire aux circuits virtuel
  - Identificateur n'est plus unique
- Groupe de travail Multi Protocol Label Switching (MPLS)
  - Un en-tête spécifique est introduit entre l'encapsulation de niveau 2 et celle de niveau 3
- Protocole de réservation RSVP
  - Peut utiliser cette valeur identique tout au long du chemin
- **Champ “réservé” pour utilisation future**

# Longueur des données utiles (payload)

---

- Taille des données utiles
  - Sans prendre en compte donc la longueur de l'en-tête
  - Si  $> 65535$ , alors ce champ = 0 et on utilise les Jumbogrammes
- Option Jumbogramme de l'extension proche en proche
  - Transmission à grand débit entre deux équipements

# En-tête suivant

- Extensions

- 0: Proche en proche
- 43: Routage
- 44: Fragmentation
- 50: Confidentialité
- 51: Authentification
- 59: Fin des en-têtes
- 60: Destination

- Protocoles

- 4: IPv4
- 6: TCP
- 17: UDP
- 41: IPv6
- 58: ICMPv6
- 132: SCTP
- 135: Mobilité
- 136: UDP-lite

# Next Header

<b>Value (in decimal)</b>	<b>Header</b>
0	Hop-by-Hop Options Header
6	TCP
17	UDP
41	Encapsulated IPv6 Header
43	Routing Header
44	Fragment Header
46	Resource ReSerVation Protocol
50	Encapsulating Security Payload
51	Authentication Header
58	ICMPv6
59	No next header
60	Destination Options Header

# Nombre de sauts

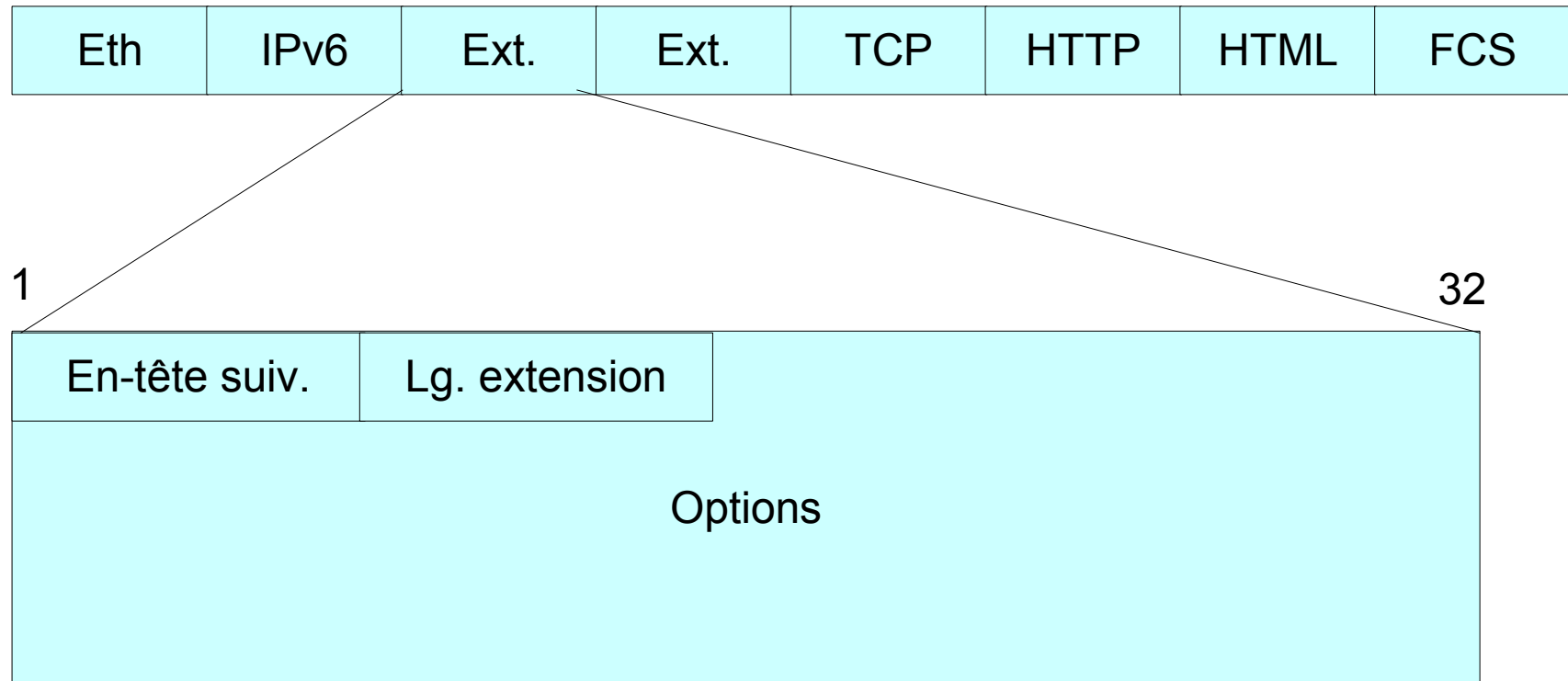
---

- Décrementé à chaque noeud traversé
- Si = 0, datagramme rejeté et message d'erreur ICMPv6
- Valeur initiale par IANA/ICANN
  - Valeur conseillé: 64
- Valeur par défaut par annonce des routeurs
- Valeur maximale 255
  - Aujourd'hui on traverse au maximum 40 routeurs dans l'Internet

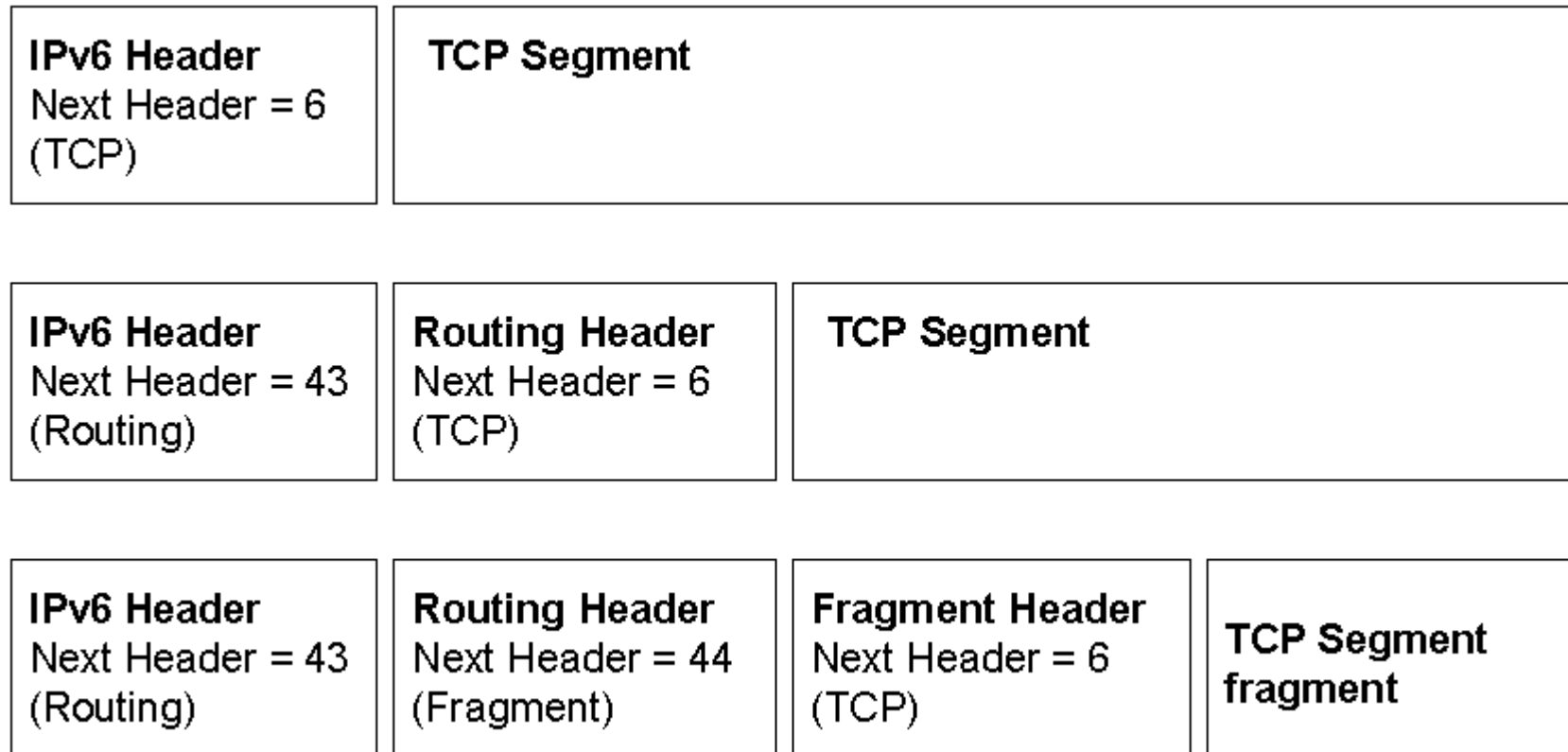
# Les extensions

- Peuvent être vues comme prolongement de l'encapsulation d'IP dans IP
  - L'extension de proche en proche est traitée par tous les routeurs intermédiaires
  - Les autres extensions sont traitées uniquement par les équipements destinataires des paquets
    - En IPv4 les options doivent être traitées par tous les routeurs
  - Longueur multiple de 8 octets (64 bits)
- Le premier champ, en-tête suivant, permet le chaînage
  - Si longueur variable, octet suivant contient longueur
  - Ordre recommandé
    - Proche en proche (doit être la première, si présente)
    - Destination (intermédiaire, si extension de routage), Routage, Fragmentation
    - Authentification, Encapsulating Security Payload (Confidentialité)
    - Destination (finale)

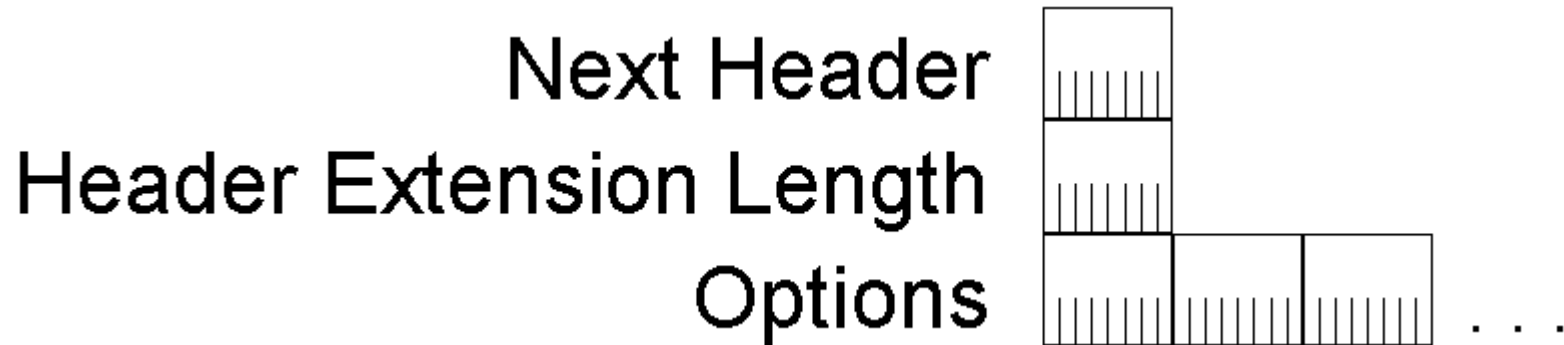
# Les extensions



# Extension Header Examples



# Hop-by-Hop Options Header



- An option is a header within the Hop-by-Hop Options header that either describes a specific characteristic of the packet delivery or provides padding.
- Each option is encoded in the type-length-value (TLV) format that is commonly used in TCP/IP protocols.
- The option type both identifies the option and determines the way it is handled by the processing node.

# Proche-en-proche

- Router Alert (type 5)
  - Examiner les données
    - 0: pour les messages MLD
    - 1: pour les messages RSVP
    - 2: pour les réseaux actifs
- Jumbogramme (type 194)
  - Longueur datagramme
- Options de bourrage
  - Pour aligner sur 32 ou 64 bits

Type

Pad 0	0		
Pad n	1	Lg	0 ... 0
Router Alert	5	Lg = 2	Valeur
Jumbogram	194	Lg = 4	Longueur du champ données

# Destination Options Header



- The Destination Options header is used to specify packet delivery parameters for either intermediate destinations or the final destination.
- The fields within the Destination Options header are defined the same as the Hop-by-Hop Options header.

# Destination

---

- Mobilité
- Tunnelage dans les paquets IPv6
  - RFC 2473
- Options de bourrage

# Routage

- Routage par la source

- Similaire a LSR
  - Loose Source Routing
- Permet d'imposer une route

1

- Mobilité

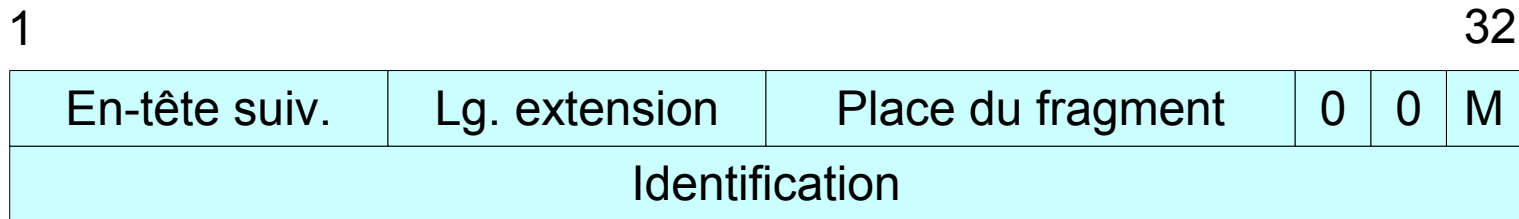
- Permet d'optimiser la route

32

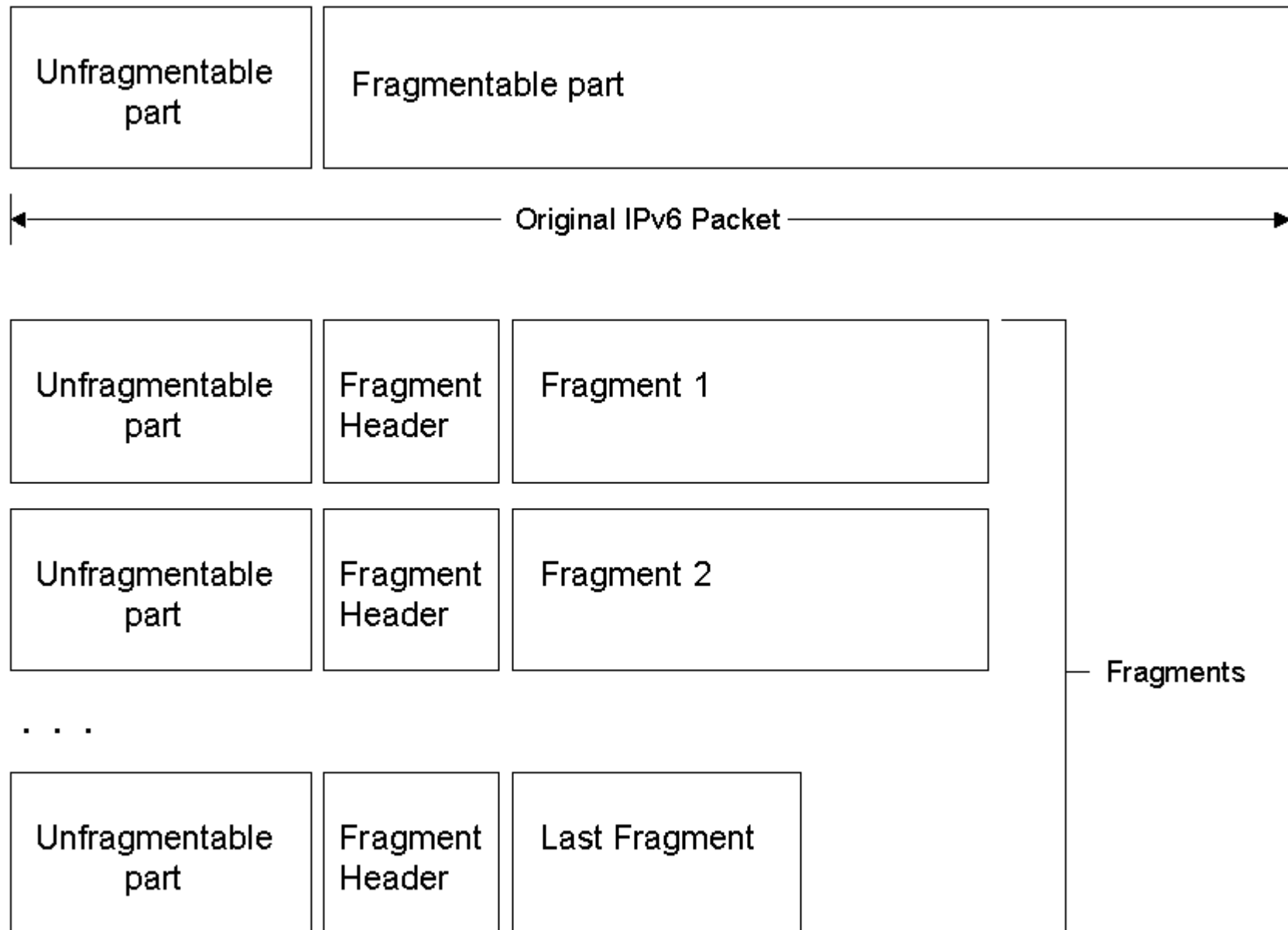
En-tête suiv.	Lg. extension	Type rout.	Segment rest.
Réservé			
Adresse routeur 1			
...			
Adresse routeur n (ou destination finale)			

# Fragmentation

- Fragmentation pas performante dans IPv4
- Plus intéressant d'adapter la taille à l'émission
  - Protocole de découverte Path Maximum Transmission Unit (PMTU)
- Utilisée pour les applications NFS sur UDP



# Fragmentation Process



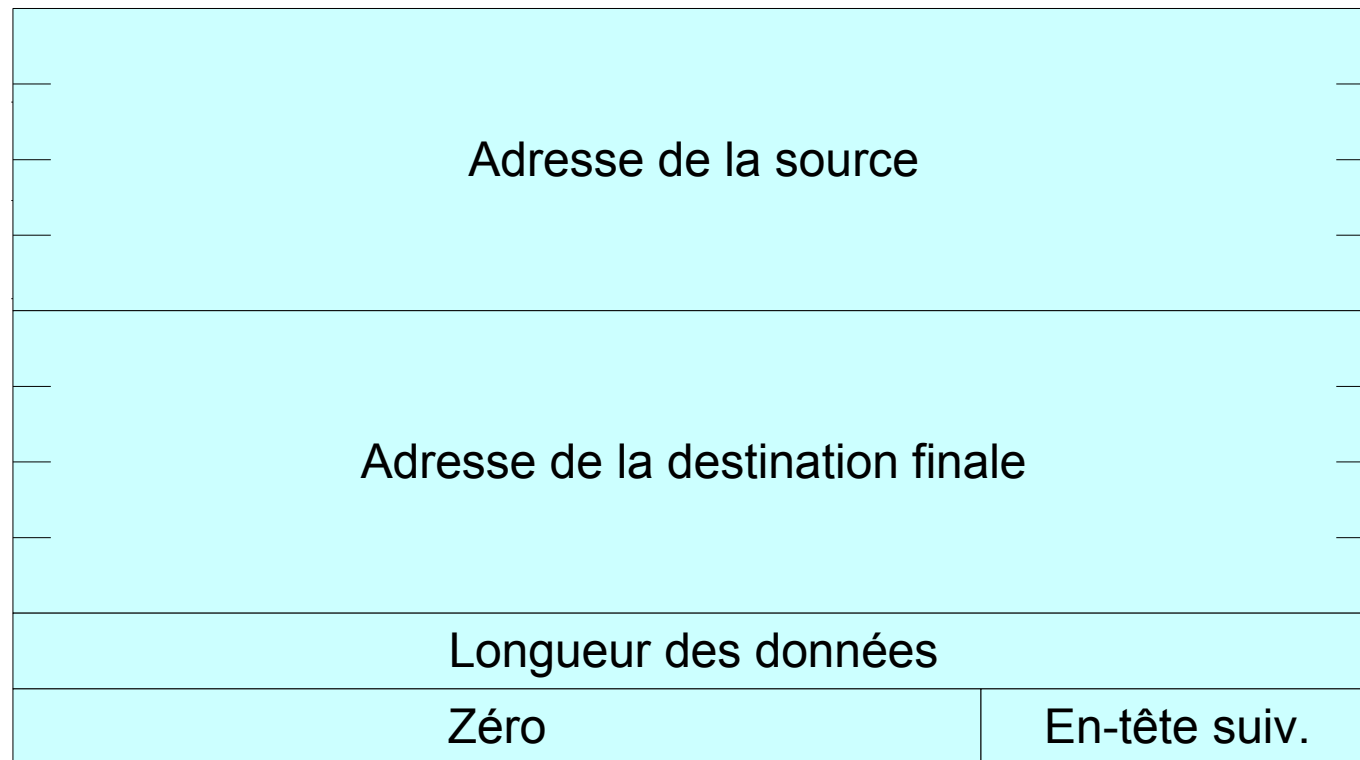
# Checksum au niveau transport

- Pseudo en-tête

- Champ supprimé dans l'en-tête Ipv6
  - Meilleure qualité des support physiques et détection d'erreurs (Ethernet)
- Somme de contrôle des protocoles au-dessus de IPv6 (ULP, e.g. ICMP, TCP, UDP) doit intégrer données et certaines infos de

1 l'en-tête IPv6

32



# Modifications UDP et TCP

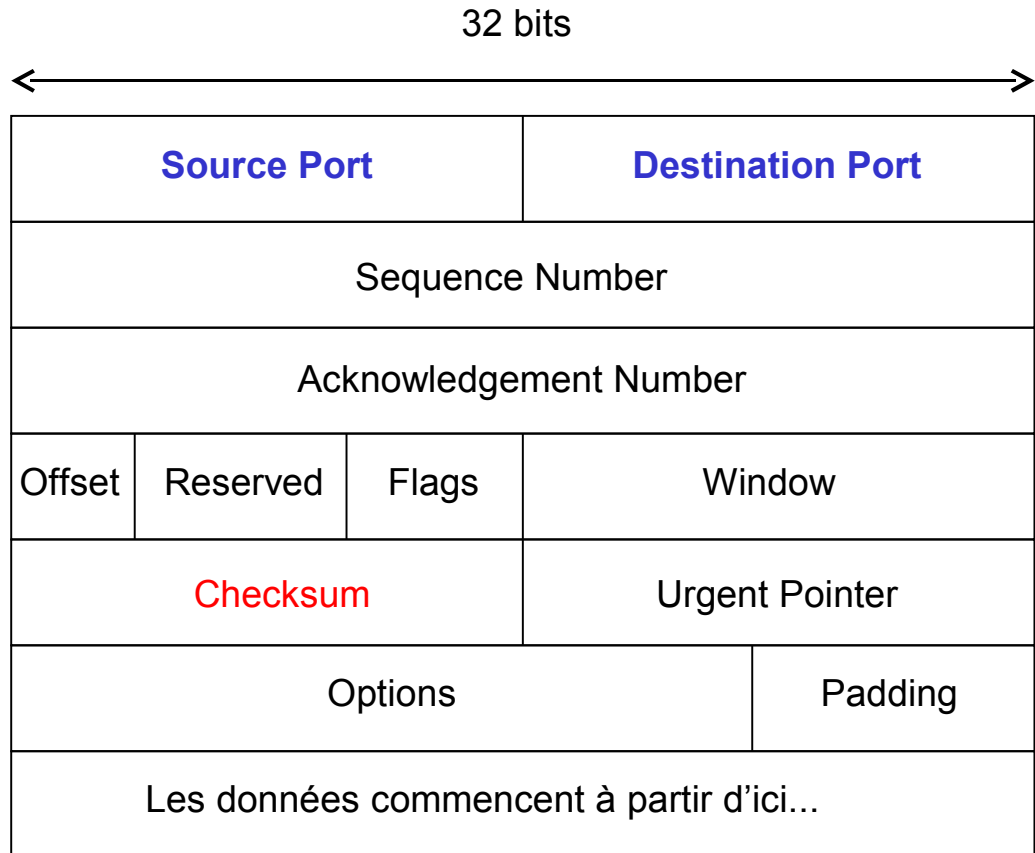
---

- Modifications minimales (mais modifications quand même!)
- Checksum obligatoire doit inclure pseudo en-tête
  - Option jumbogramme de l'extension proche en proche requiert des modifications dans les champs liés à la longueur
- S'agissant de protocoles de bout en bout, les évolutions pourront être négociées entre extrémités
  - IP par contre requiert que tous les routeurs intermédiaires prennent en compte les modifications

# Protocole TCP

- **Service de bout en bout avec garanties** pour pallier les carences du protocole IP
  - établissement d'une connexion
  - acquittements
  - remise en ordre des données
  - retransmissions
  - options: par ex. sécurité
- Les applications qui utilisent ce protocole sont identifiées par leur "numéro de port":
  - HTTP: 80
  - FTP: 20 pour le transfert des données, 21 pour le contrôle
  - SMTP: 25

# En-tête Protocole TCP

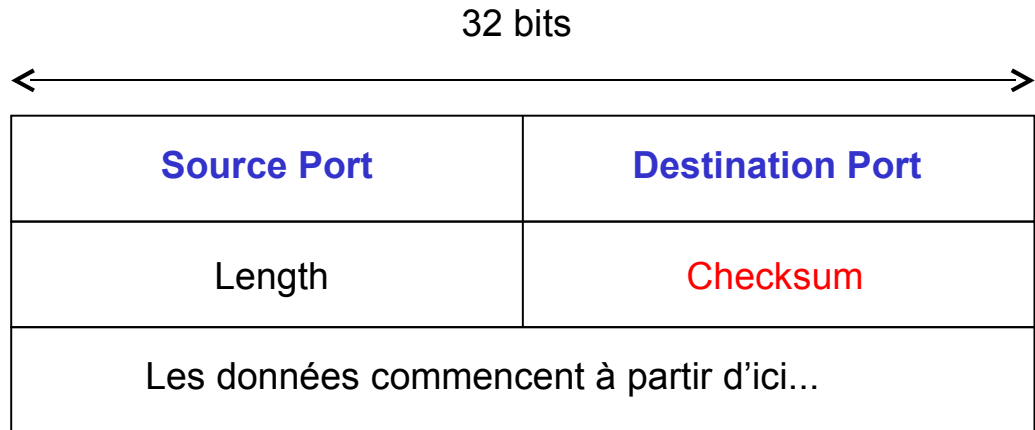


- **Source Port (Application)**
- **Destination Port (Application)**
- Sequence Number
- Acknowledgement Number
- Offset
- Reserved
- Flags
- Window
- **Checksum (nouvelle méthode de calcul)**
- Urgent Pointer
- Options: par ex. cryptage
- Padding: remplissage à 32 bits

# Protocole UDP

- Service minimal de bout en bout
  - sans garanties supplémentaires par rapport au service “best effort” du protocole IP
  - sans connexion ni retransmission
  - **service simple et rapide**
- Service utilisé par les applications “en temps réel”
  - comme la voix sur Internet qui
    - ont besoin de rapidité,
    - peuvent tolérer des pertes et
    - n’ont pas d’intérêt pour la retransmission
      - car ce serait trop tard de toute manière

# En-tête Protocole UDP



- **Source Port (Application)**
- **Destination Port (Application)**
- Length
- **Checksum obligatoire (nouvelle méthode de calcul)**

# UDP-lite

- Permet de remonter des paquets avec erreurs aux applications
  - Flux multimédia tolèrent des erreurs
    - Imperceptibles
    - FEC Forward Error Correction
- Calcul checksum obligatoire
  - Sémantique du champ longueur change et devient couverture du checksum
    - 0: tout le paquet
    - 1 à 7: interdit
    - 8: seulement l'en-tête est protégé
    - >8: une partie des données est protégée
    - RFC 3828  
<http://www.ietf.org/rfc/rfc3828.txt>

# SCTP

- Stream Control Transmission Protocol
  - Protocole de signalisation de niveau 4 fortement lié à IPv6
  - Permet aux correspondants d'échanger toutes les adresses IPv4 et IPv6 à l'initialisation
  - Adresse privilégiée (IPv6)
  - Facilite la transition
  - Multi-domiciliation
  - Brise le lien entre domiciliation et identification des associations (TCP)
    - RFC 2960
    - <http://www.ietf.org/rfc/rfc2960.txt>

# Questions

---

- 1 – Donner trois caractéristiques d'IPv6 qui permettent d'affirmer que ce protocole est plus performant que IPv4
- 2 – A quoi servent les extensions ?
- 3 – Pourquoi les extensions peuvent être vues comme un prolongement de l'encapsulation d'IP dans IP et qui les traite ?
  
- Vos questions
- 
- 
-

# Références

---

- IPv6 Théorie et Pratique, Chapitre Protocoles  
[http://livre.point6.net/index.php/Les\\_extensions](http://livre.point6.net/index.php/Les_extensions)
- Microsoft, Introduction to IPv6  
<http://technet.microsoft.com/library/bb726944.aspx>
- IANA/ICANN  
<http://www.iana.org>