Telecommunication Services Engineering (TSE) Lab

UNIVERSITÉ Concordia UNIVERSITY

Chapitre 1: Couche reseau

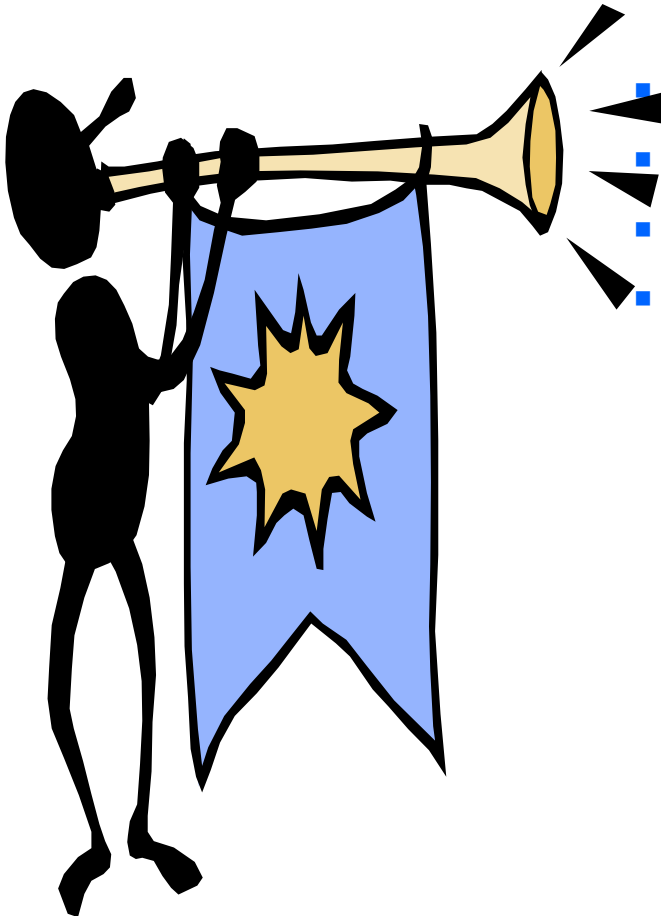
Roch Glitho, PhD

Associate Professor and Canada Research Chair

My URL - http://users.encs.concordia.ca/~glitho/

Concordia University
Engineering and Computer Science
Concordia Institute for Information Systems Engineering

Table des matières (Couche réseau - Deuxième partie - Internet)



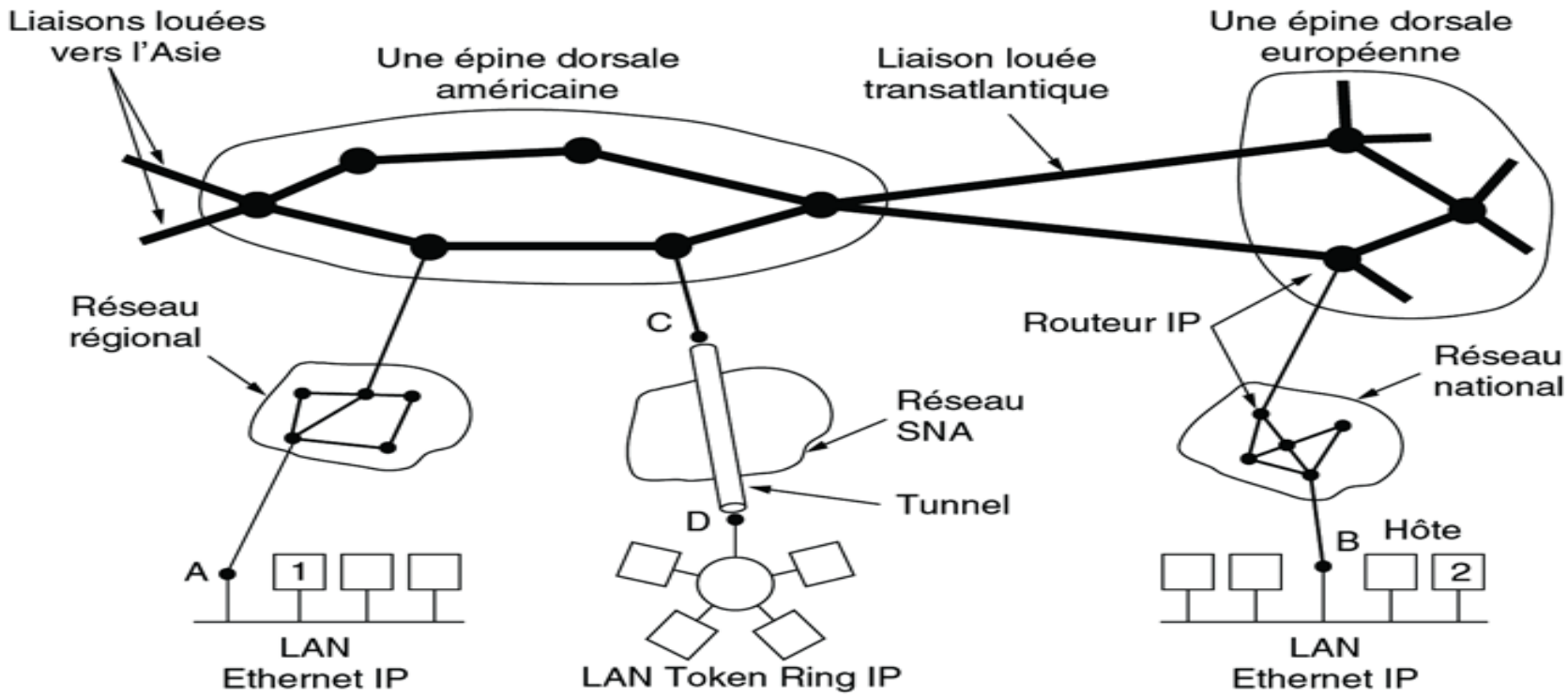
- Principes fondamentaux
- Le protocole IP
- Routage
- Protocoles de contrôle

Internet

- Internet
  - Ensemble de sous-réseaux, ou systèmes autonomes (AS – autonomous systems) indépendants et interconnectés
    - Epines dorsales (backbones)
      - Artères de communications a haut débit
      - Routeurs très rapides

Internet

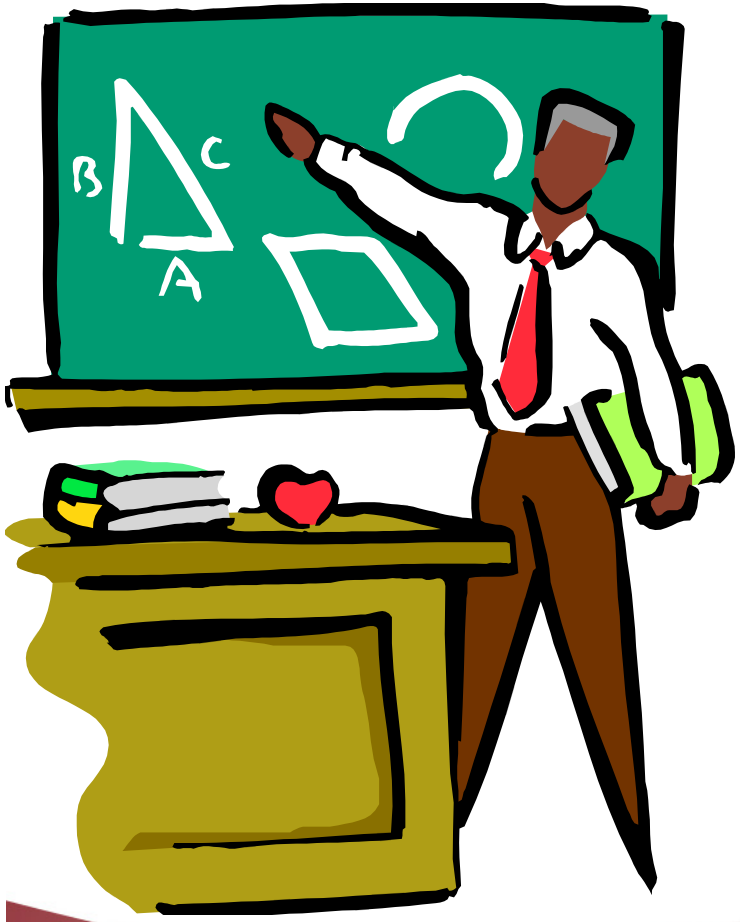
Internet



© Pearson Education France

Telecommunication Services Engineering (TSE) Lab

Principes fondamentaux



UNIVERSITÉ Concordia UNIVERSITY

Principes de base

IETF (Internet Engineering Task Force)

1. S assurer que tout fonctionne
   - Nécessité d'avoir plusieurs prototypes qui marchent avant de publier les normes
   - Éviter de publier des normes avant de s'assurer que tout marche bien
   - Note
2. Privilégier la simplicité
   - Renoncer aux fonctionalités non essentielles mais qui compliquent la conception du système
     - Examples: Accusé de réception en messagerie électronique

Principes de base ...

3. Faire des choix

- Ceci facilite l'inter-opérabilité par rapport aux normes qui offrent plusieurs options

4. Exploiter la modularité

- principe valide dans la plupart des domaines du génie

Principes de base ...

5. Anticiper l hétérogénéité

- Principe très visionnaire car l'hétérogéneité est devenue la règle de nos jours

  Machines (e.g. serveurs, desktops, laptops, palmtops, téléphone cellulaire)

  Liens (avec fil, sans fil, débit variable)

6. Eviter les options et les paramètres statiques

- Éviter les paramètres configurés de manière statique
- Laisser plutôt émetteur et récepteur s entendre

Principes de base ...

Principes essentiels

7. **Rechercher une conception efficace mais pas parfaite**

- **C est suffisant que cela marche dans la plupart des cas.**

8. **Penser a l évolutivité**

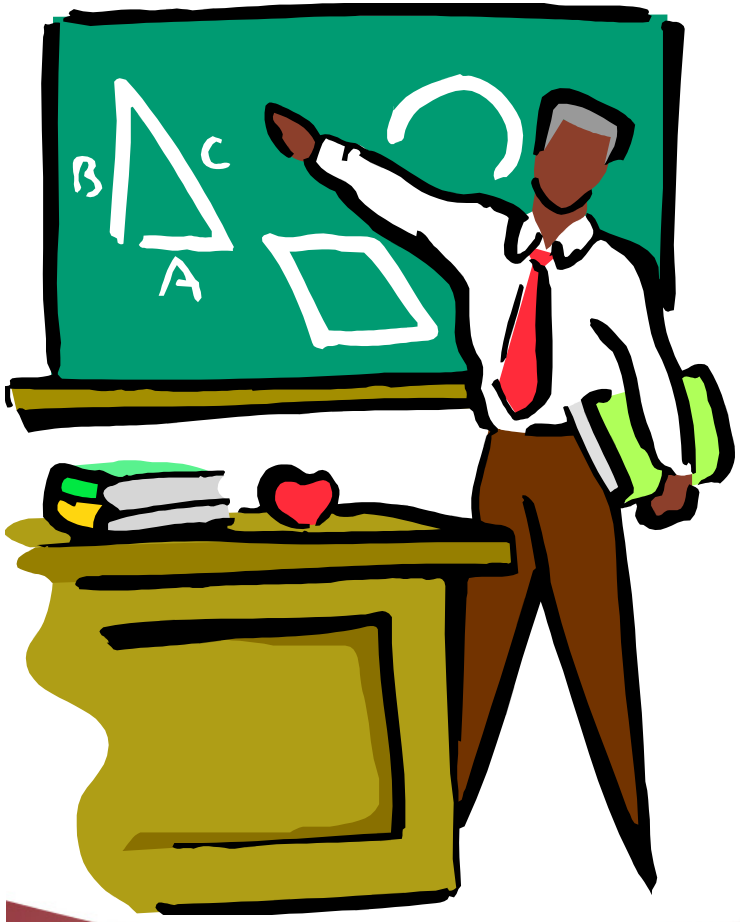
- **Nécessité de pouvoir ajouter facilement de nouvelles fonctionalités**

Principes de base ...

10. Etre sévère lors de l envoie et tolérant lors de la réception
    - Apporte de la robustesse

11. Considérer les performances et les couts
    - Condition essentielle pour un déploiement rapide

Internet Protocol (IP)

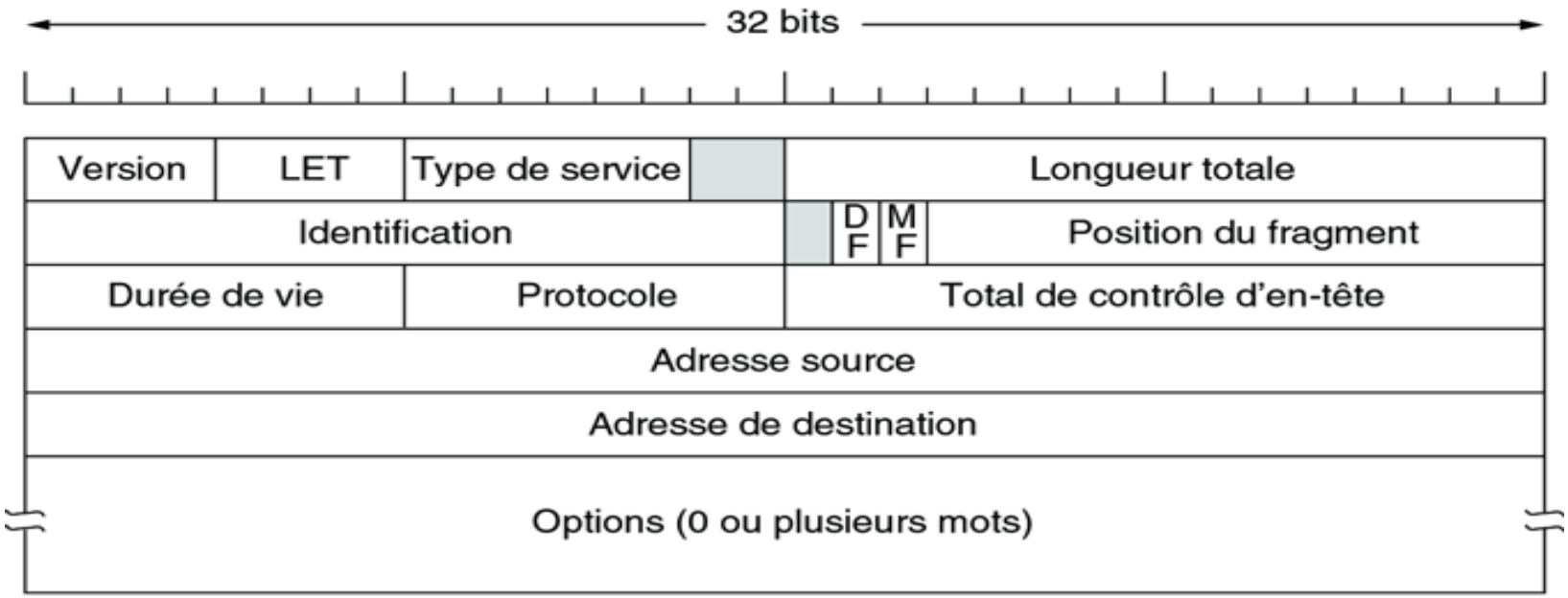


1. IPv4
2. IPv6
3. Co-existence et intégration IPv4/IPv6

IP

- Internet Protocol (IP)
  - Protocole d interconnection
    - Hote – routeur
    - Routeur - routeur
    - Fait de son mieux pour délivrer (`Best effort`)
  - Couche transport découpe en datagrammes
    - Datagrammes acheminés par Internet
    - Peuvent etre fragmentés en chemin
      - Re- assemblage a la destination
  - Version de base: IPv4
  - Version la plus récente: IPv6

IP v4

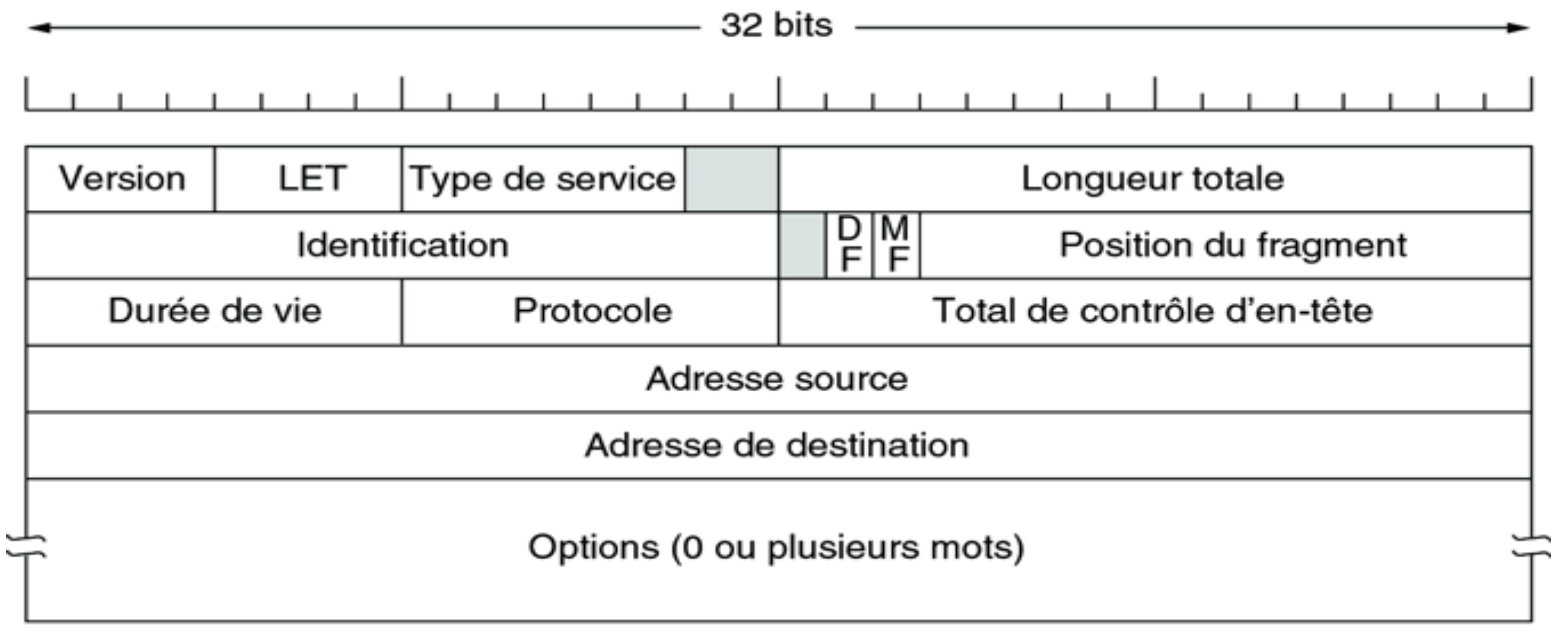


© Pearson Education France

IPv4

En-tête

- Partie fixe: 20 0ctets
- Partie facultative: longueur variable



© Pearson Education France

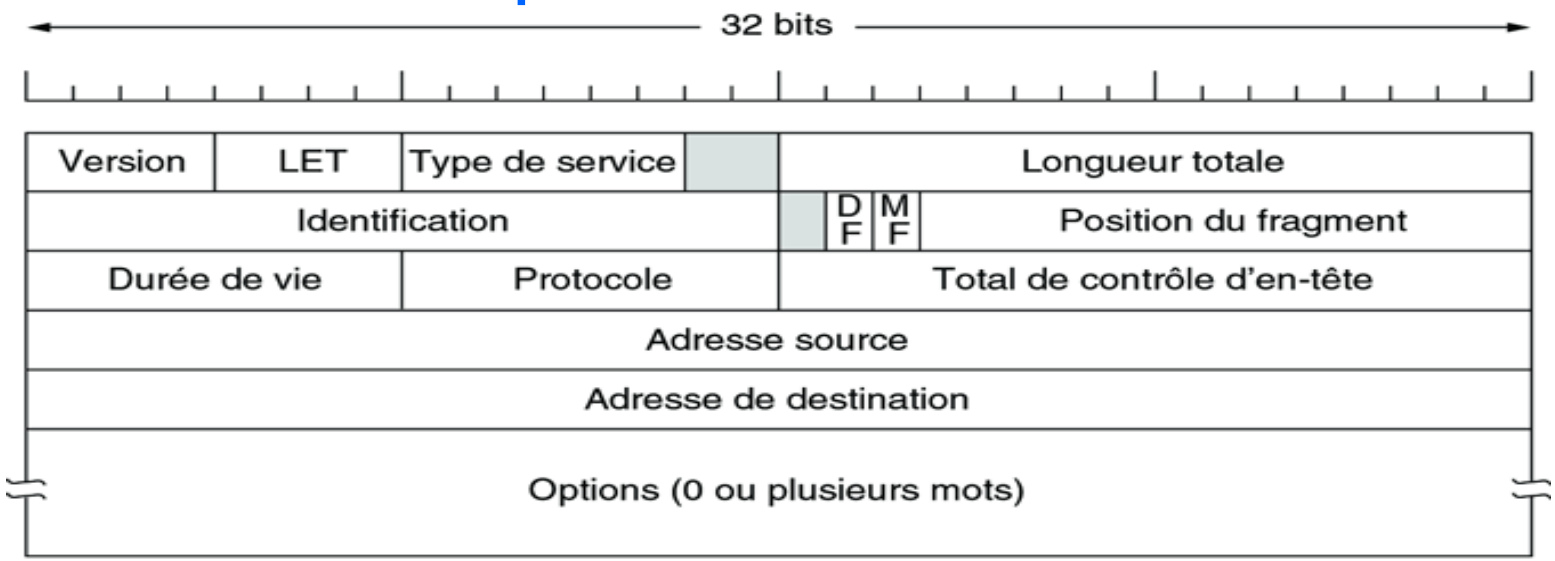
IPv4

Version: IPv4 vs IPv6

LET: Longueur de l en-tete en mots de 32 bits (min: 5, max: 15)

Type de service: Concu pour qualité de service mais pas utilisé en pratique

Idée: Coder la priorité sur 6 bits



© Pearson Education France

IPv4

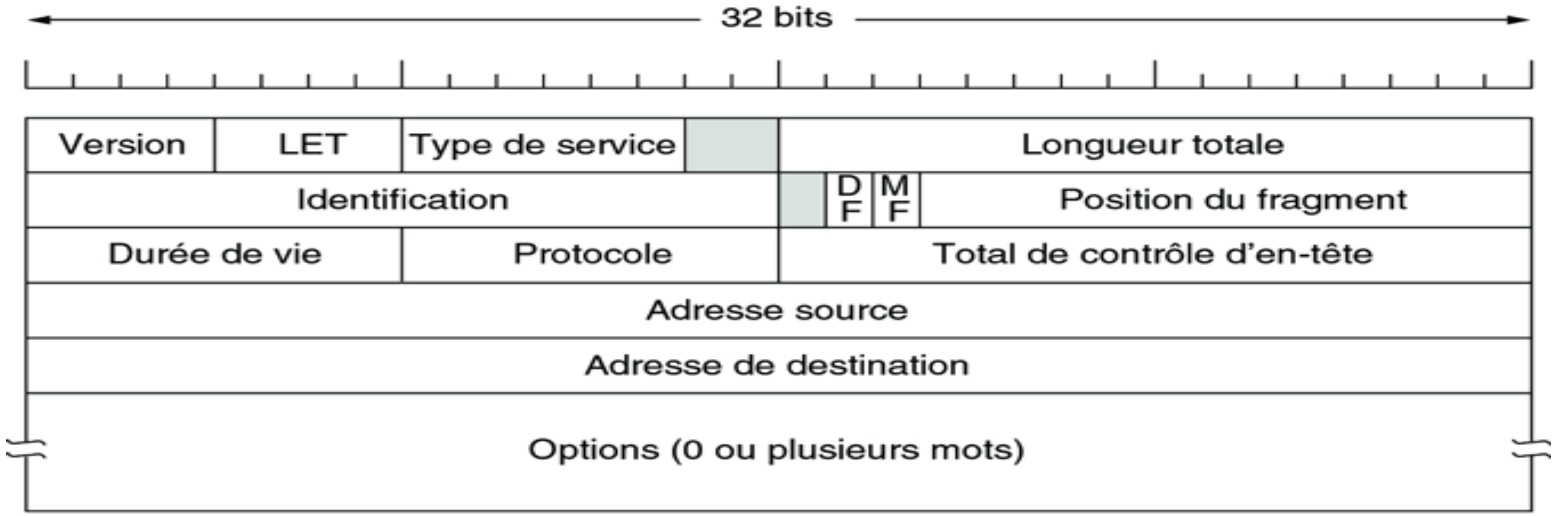
Longueur totale: En-tête + données (max: 65 535 octets)

Identification: A quel datagramme appartient le fragment

DF: Fragmenter ou ne pas fragmenter

MF: Il y a encore des fragments

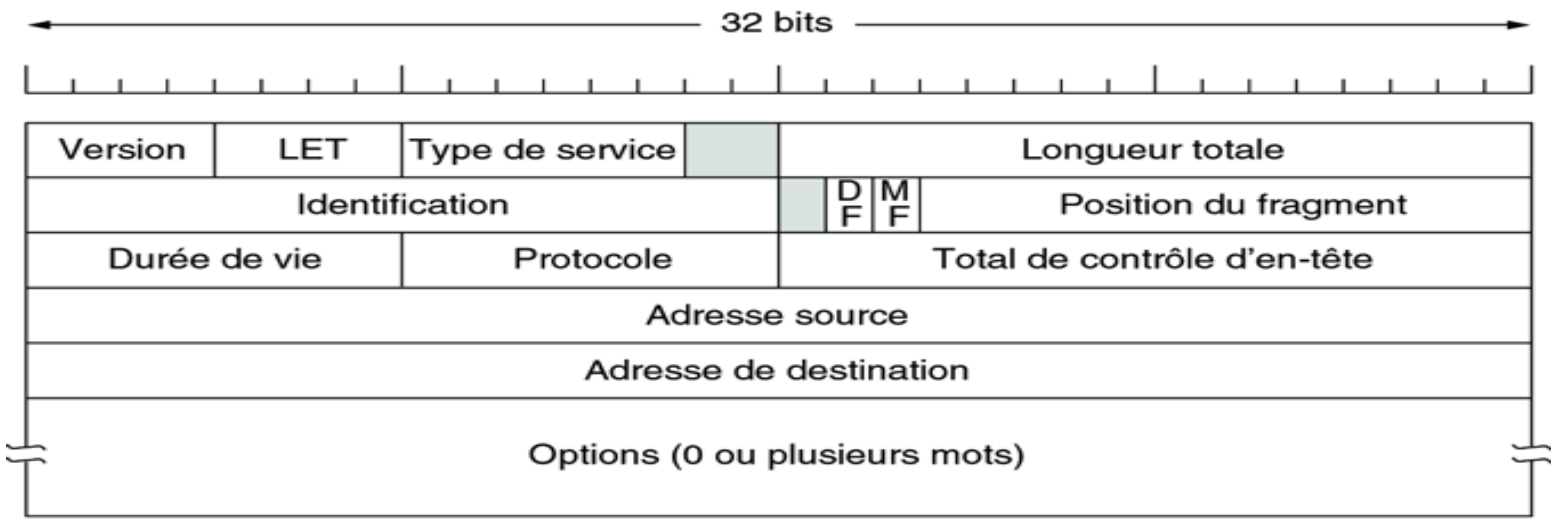
Position du fragment:



© Pearson Education France

IPv4

- Durée: n est plus valide après ce temps
- Protocole: protocole émetteur (TCP, UDP, DCCP ou autres)
- Total de contrôle d en-tête: Sert à détecter les erreurs dans l en-tête
- Adresse source, adresse destination



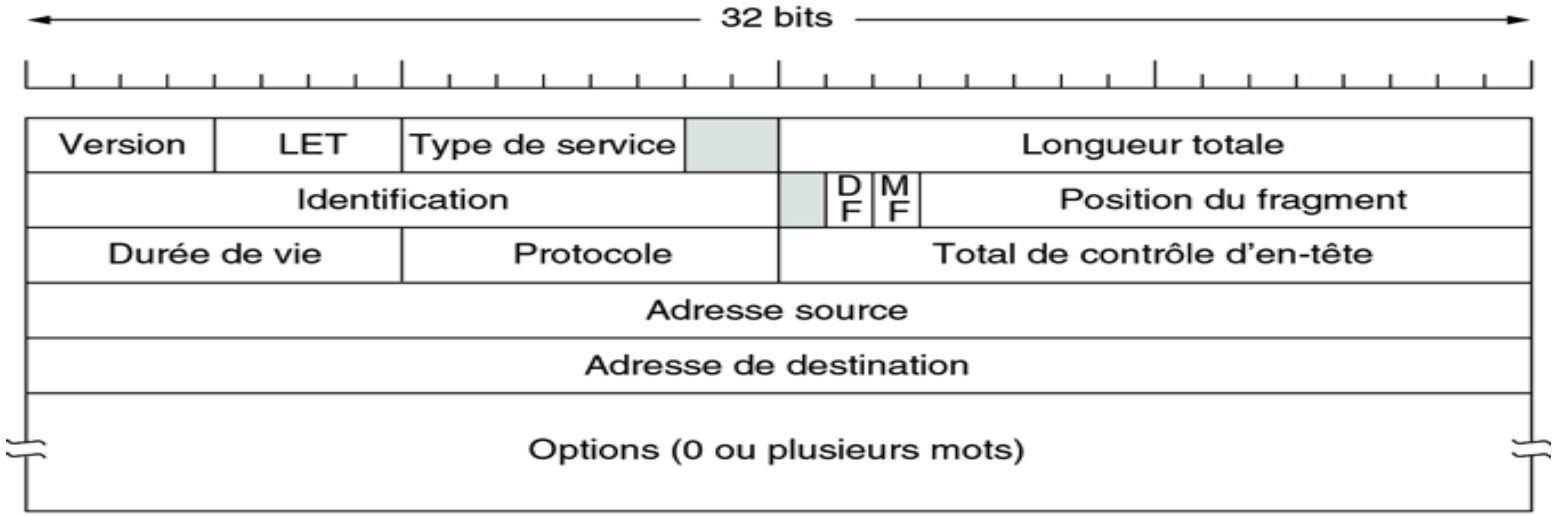
© Pearson Education France

IPv4

Options: Code d indentification de 1 octet

Examples d options

- **Routage strict par la source**
- **Enrégistrement de route**



© Pearson Education France

IPv4

Adresse IP: 32 bits

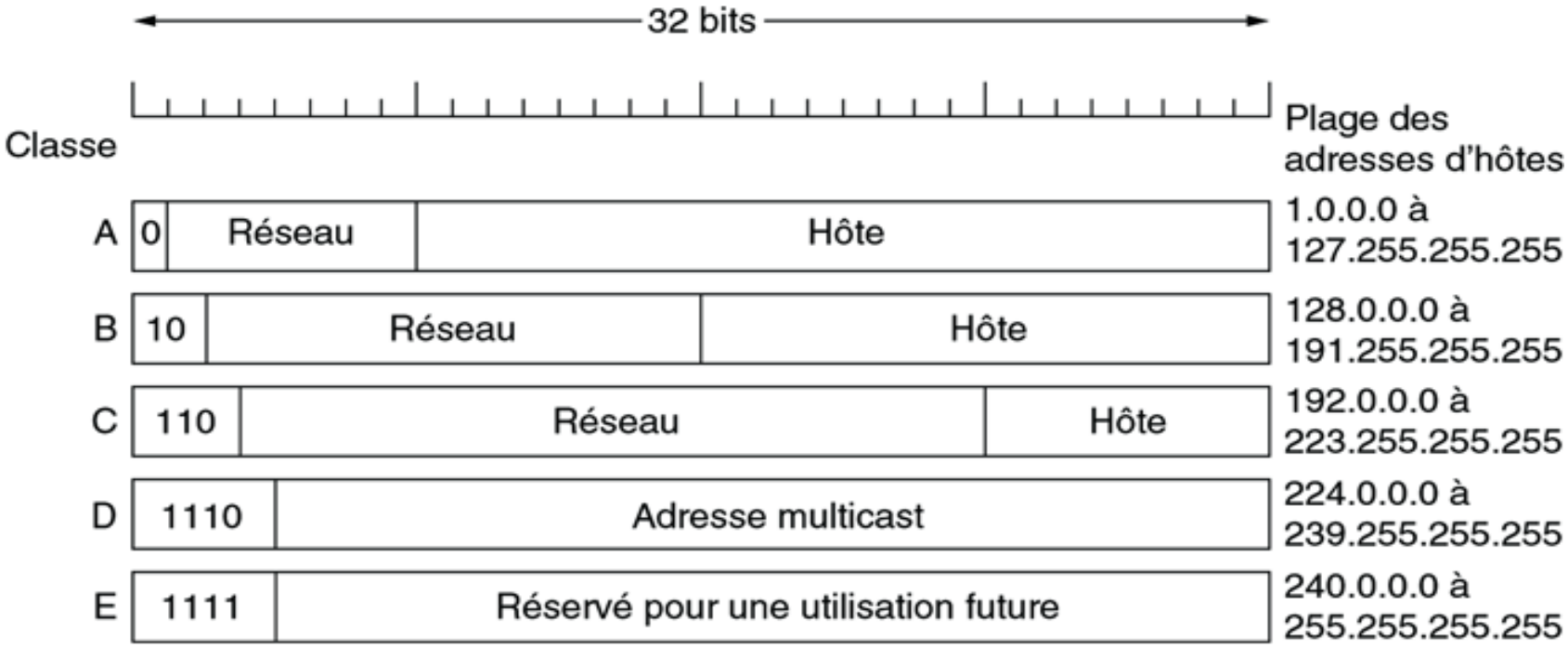
- **Routeur**
- **Hôte**

Principe général

- **Combinaison: Identification de l'hôte + identification du réseau**

IPv4

Adressage par classes (classful addressing)



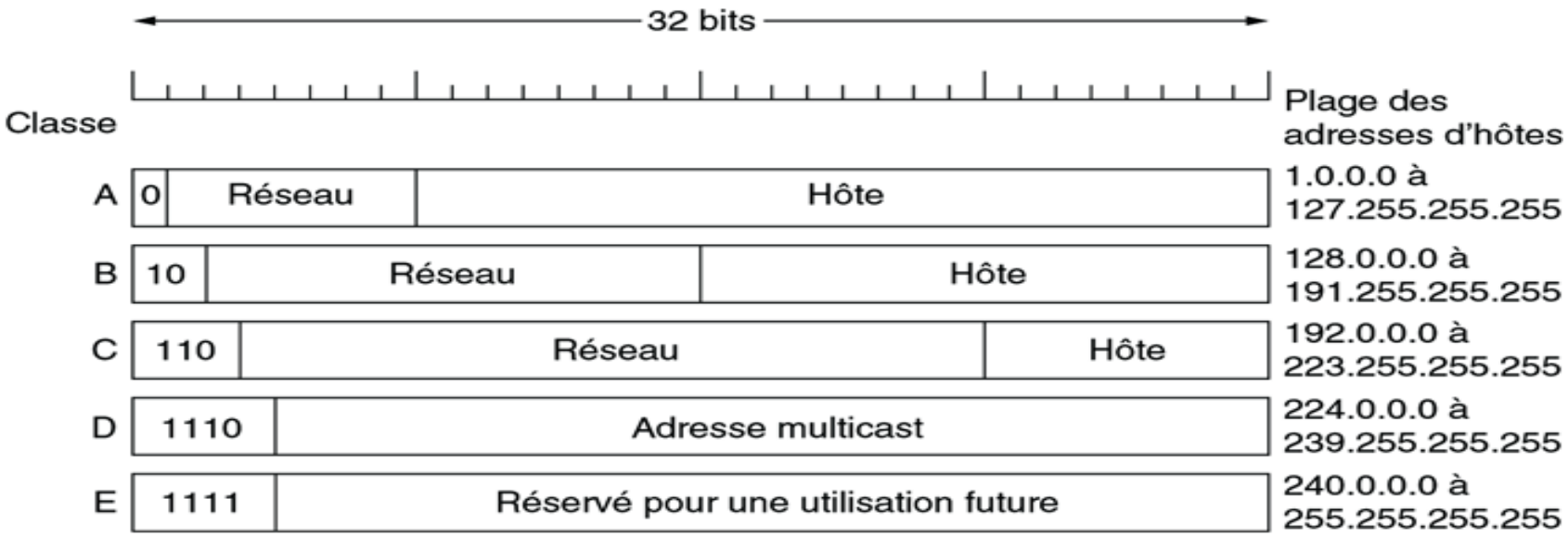
© Pearson Education France

IPv4

Adressage par classes (classful addressing)

Classe:

- 128 réseaux avec plus de 16 millions d hôtes chacun



© Pearson Education France

IPv4

Adresses particulières

0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0		Cet hôte
0 0 . . . 0 0	Hôte	Un hôte sur ce réseau
1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1		Diffusion broadcast sur le réseau local
Réseau	1 1 1 1 . . . 1 1 1 1	Diffusion broadcast sur un réseau distant
127	(Valeur quelconque)	Bouclage

© Pearson Education France

IPv4

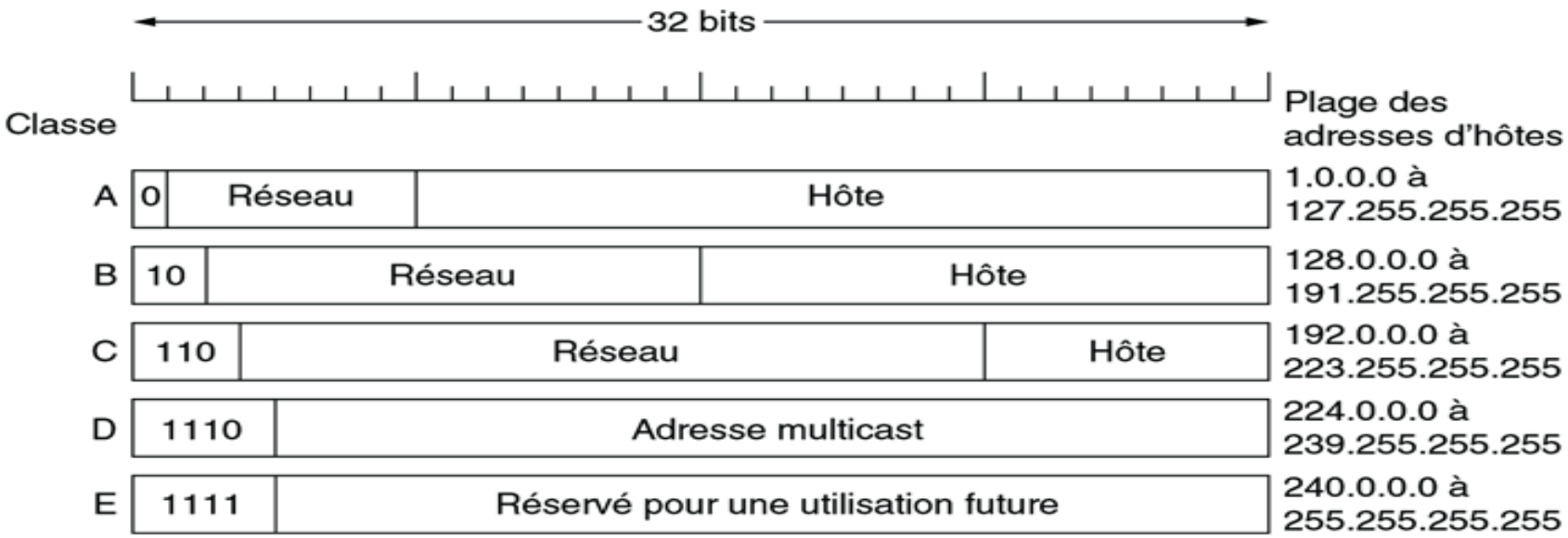
Problème de la rareté d'adresse IP

- Raisons essentielles
  - Croissance du nombre d'hôtes
  - Sous utilisation du champ hôte
    - Beaucoup d'organizations qui ont acquis des adresses IP de classe B ont moins que 65536 hôtes
    - Des études ont montré qu elles ont moins que 50 hôtes

IPv4

Problème de la rareté d'adresse IP

- Solutions intermédiaires / envisageables
  - Allouer les adresses de classe E en bloc
  - Faire du routage inter-domain sans classe (CIDR)



© Pearson Education France

IPv4

Problème de la rareté d'adresse IP

- Autre solution: Traduction d adresse
  - Assignation d une adresse unique à chaque organisation pour le traffic Internet
    - Une seule adresse vu de l extérieur
  - Assignation d adresses IP internes à chaque hôte
    - Plusieurs adresses vu de l intérieur
  - Traduction de l adresse IP externe en adresse IP externe et vice versa à chaque requête

IPv4

Network Address Translation (NAT)

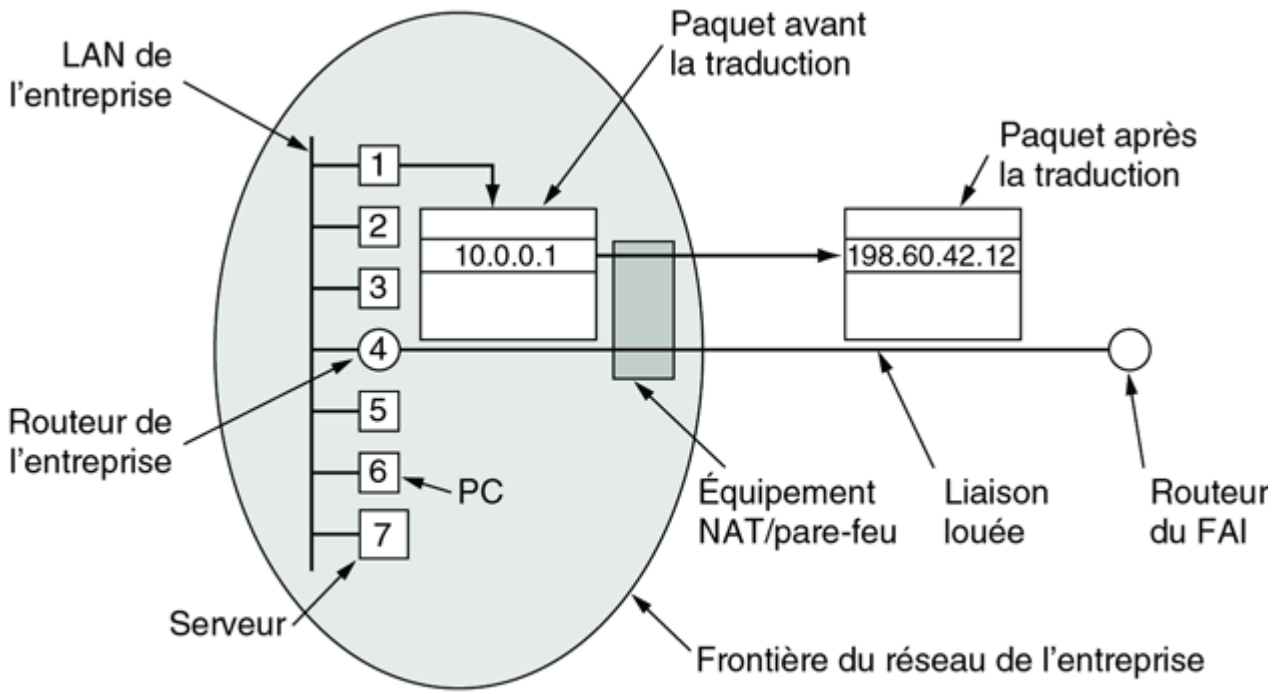


Figure 5.60 Référence [1]

© Pearson Education France

IPv4

Problème de la rareté d'adresse IP

- Autre solution: Traduction d adresse
  - Processus de mappage assez complexe
    - Utilise:
      - Adresse IP interne
      - Port TCP, UDP
      - Et autres

IPv4

Problème de la rareté d'adresse IP

- Autre solution: Traduction d adresse
  - Problèmes
    - Ne marche qu avec TCP et UDP
    - Ne marche pas `facilement`avec certains protocoles applicatifs
      - Examples: Protocoles qui insèrent comme données dans le message des adresses IP
        - » FTP
        - » H.323

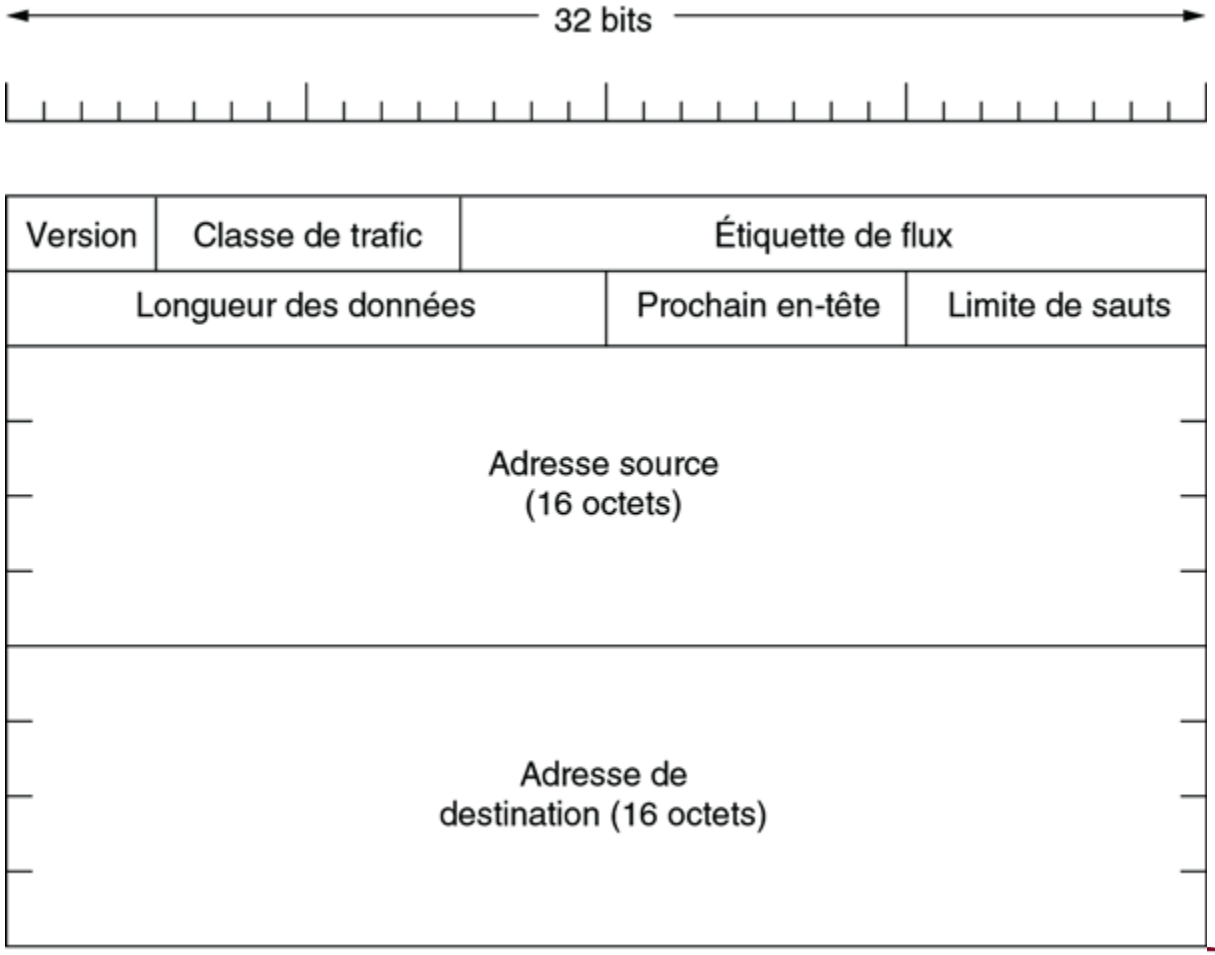
IPv6

Principaux objectifs

- Supporter des milliards d'hôtes
- Reduire la taille des tables de routage
- Simplifier le protocole
- Améliorer la sécurité
- Accorder plus d importance à la qualité de service
- Améliorer la diffusion restreinte (multicast)
- Améliorer la mobilité (Se déplacer sans changer d adresse)
- Rendre IP évolutif
- Permettre la co-existence IPv4 / IPv6

IPv6

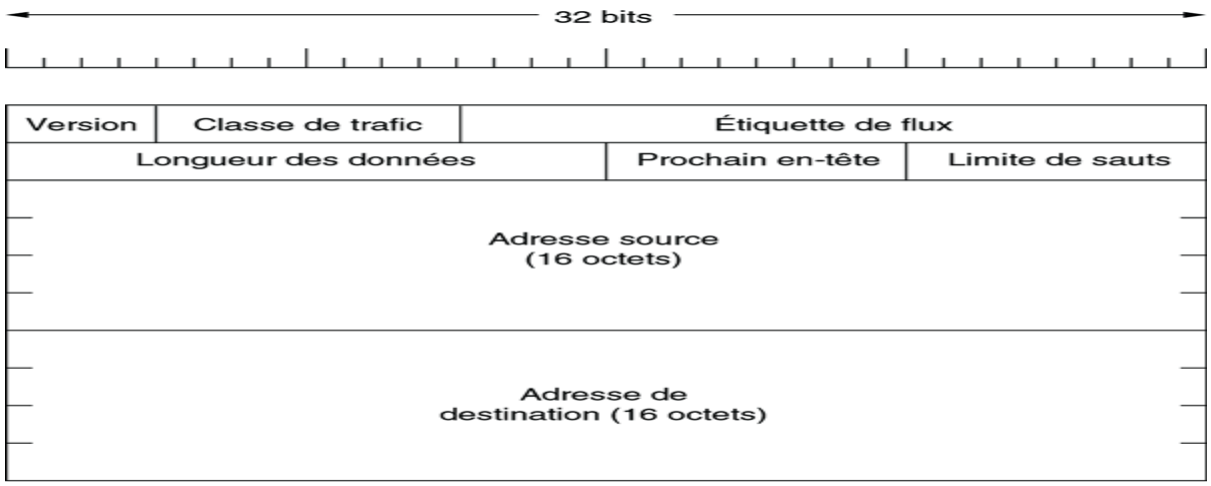
- En-tête IPv6 fixe



© Pearson Education France

IPv6

- En-tête IPv6 fixe
  - Version: 6
  - Classe de traffic: Existait déjà dans IPv4
  - Étiquette de flux: Stade expérimental – Peut permettre la réservation de resources

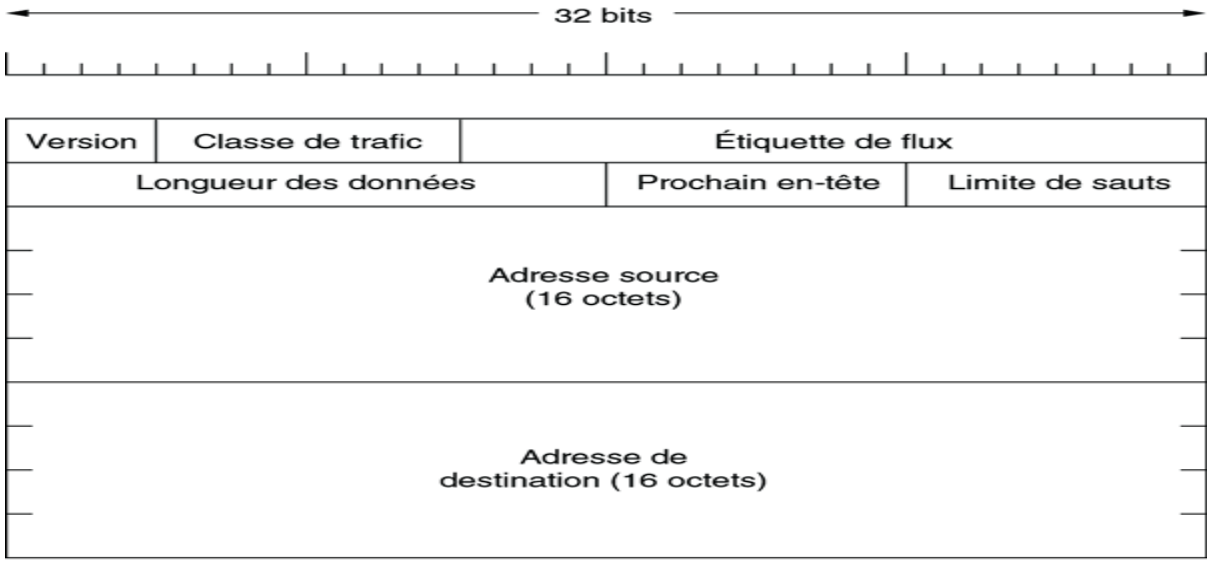


© Pearson Education France

Figure 5.68 - Reference [1]

IPv6

- En-tête IPv6 fixe
  - Longueur de données: nombre d octets après l'en-tête de 40 octets
  - Prochain en-tête: Lequel des 6 en-têtes facultatifs suit, s il y en a un

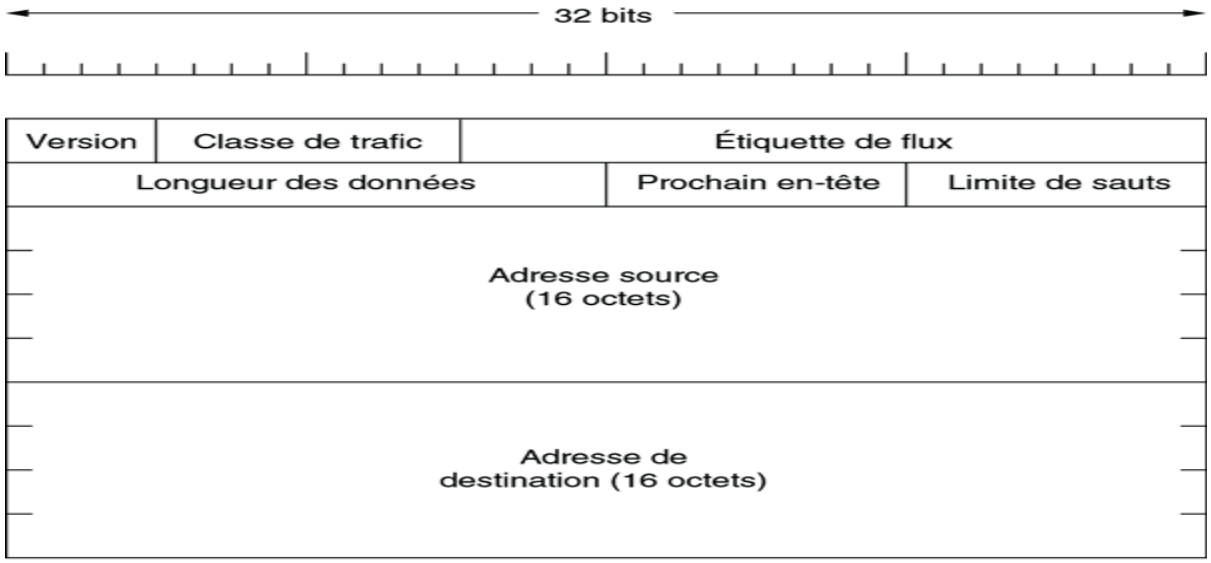


© Pearson Education France

Figure 5.68 - Reference [1]

IPv6

- En-tête IPv6 fixe
  - Limite de sauts: Durée de vie
  - Adresse source, adresse destination



© Pearson Education France

Figure 5.68 - Reference [1]

IPv6

En-tête facultatif (Type, Longueur, valeur)

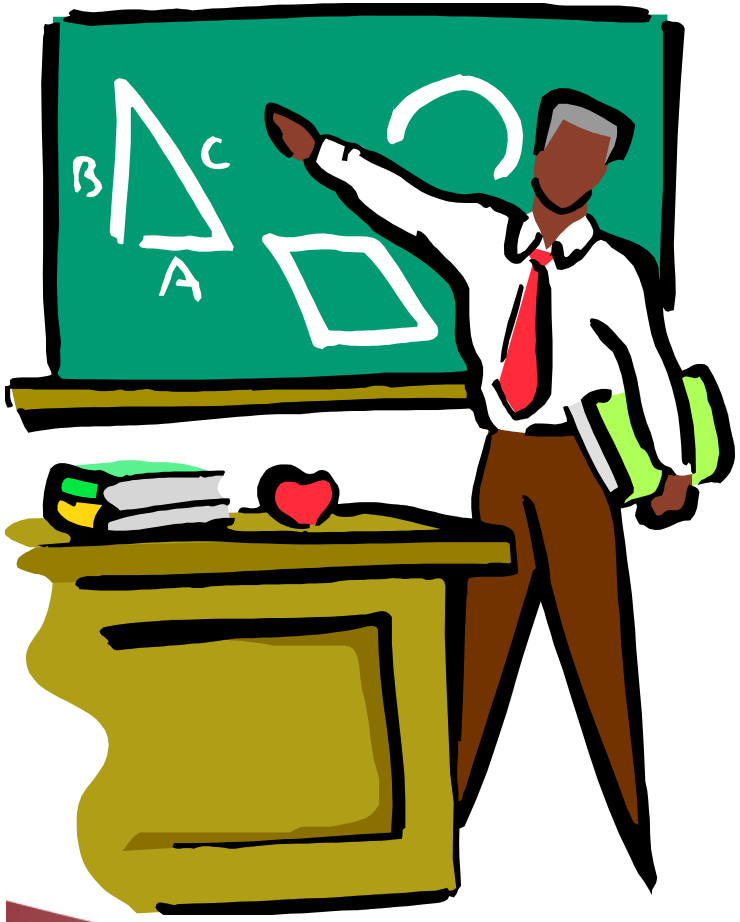
- Type (1 octet)
  1. saut par saut
     1. Ex: Support de datagrammes excedent 64 ko
  2. Destination
     1. Pas utilisé pour l instant
  3. Routage
     1. Liste de routeurs qui doivnet être traversés
  4. Fragmentation
  5. Authentication
     1. Sécurité
  6. Charge utile chiffrée
     1. Sécurité

IPv6

En-tête facultatif (Type, Longueur, valeur)

- Longeur (Longueur du champ valeur)
- Valeur (Que faire de l option quand on ne le reconnait pas)
  - Ignorer
  - Eliminer le paquet
  - Éliminer le paquet et envoyer un paquet de contrôle pour notifier à l expéditeur

Algorithmes de routage



1. Principes généraux
2. Routage sans table
3. Routage avec table

Principaux généraux ...

Les deux processus

- Remplissage de la table de routage (s il y en a une)
- Décision de routage

Quelques requis

- Exatitude
- Simplicité
- Robustesse
- Équité

Principaux généraux ...

Critères de classification

- Avec ou sans table de routage
- Adaptifs/dynamiques vs. non adaptifs / statiques
- Centralisés vs. distribués

Routage sans table ...

- Rarement utilisé
  - Réseaux spécialisés
    - Certains réseaux militaires
  - Utilisé comme complément de certaines techniques de routage avec table
    - Diffusion de table de routage
  - Inodation pure
    - Chaque paquet recu par un noeud est envoyé a tous les noeuds adjacents sauf celui duquel il est recu
    - Processus reitéré jusqu a ce que le paquet atteigne la destination finale

Routage sans table ...

Routage par inondation

Avantages

- Rapidité
- Robustesse

Desavantages

- Nombre élevé de paquets injectés dans le réseau
- Nombre élevé de paquets recus par la destination

Routage sans table ...

Quelques amiliorations a l inondation pure

1. Destinataire envoie par inondation accusé de reception a tous les noeuds des reception de la premiere copie
   - Noeuds cessent envoie du paquet acquitté
2. Noeuds numerotent séquentiellement paquets transmis
   - Base: source et destination
   - Paquets deja transmis ne sont pas re-transmis
3. Inondation controlée
   - Chaque paquet a une valeur V
   - Chaque lien a un poids P
   - Valeur V décrémentée du poids P chaque fois que le paquet traverse le lien
   - Paquet ne peut traverser lien de poids P que si sa valeur V est superieure au poids P

Routage sans table ...

Autres techniques de routage sans table

Routage aleatoire

- Chaque noeud envoie tout paquet recu a un noeud adjacent sélectionné aléatoirement
  - Exclusion du noeud duquel le paquet a été recu
  - Processus re-itéré jusqu a ce que le destinataire recoive le paquet

Routage par la source

- Expediteur indique dans le paquet le chemin a suivre
- Force routeurs a expédier sur routeurs adjacents indiqués dans paquets
  - Parfois utilisé dans Internet
    - Chemin indiqué dans paquet IP

Routage avec table ...

Remplissage de table de routage

Principe du chemin le plus court

- Plusieurs métriques sont possibles

Cout

- Distance
  - Nombre de sauts
  - Distance en kilomètres
- Autre
  - Bande passante

Algorithme de Dijkstra

- Methode de base pour calcul de la distance la plus courte
- Utilisé seul ou
- Comme base d autres algorithmes plus complexes

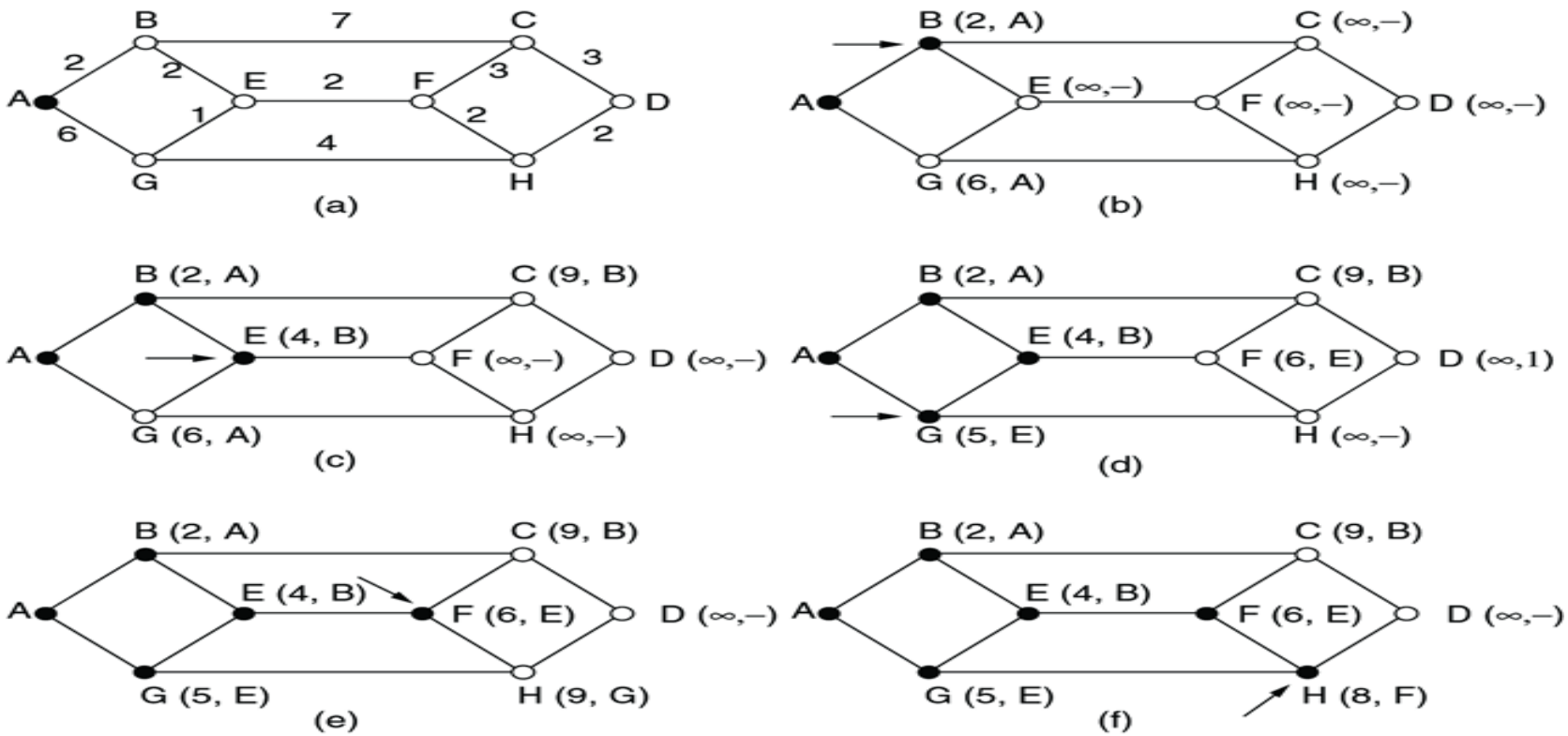
Routage avec table ...

Algorithme de Dijkstra

- Si N est sur le plus court chemin entre S et T, le plus court chemin entre S et N ou le plus court chemin entre N et T est connu
- Ce constat peut être utilisé itérativement pour construire le chemin le plus court entre S et T
- Les noeuds sont divisés en 3 ensembles
  - Premier ensemble: Les noeuds pour lesquels le plus court chemin partant de S est connu
  - Deuxième ensemble: Les noeuds qui sont candidats pour passer dans le premier ensemble
  - Troisième ensemble: Tous les autres noeuds

Routage avec table ...

Algorithme de Dijkstra



© Pearson Education France

Routage avec table ...

Algorithme de Dijkstra

```
#define MAX_NODES 1024        /* nombre maximal de nœuds */
#define INFINITY 1000000000  /* nombre supérieur à tout chemin maximal */
int n, dist[MAX_NODES][MAX_NODES];/* dist[i][j] est la distance de i à j
   */
void shortest_path(int s, int t, int path[])
{ struct state {       /* le chemin en cours d'analyse */
   int predecessor;       /* nœud précédent */
   int length;            /* longueur entre la source et le nœud en cours
   */
   enum {permanent, tentative} label; /* état de l'étiquette */
} state[MAX_NODES];
int i, k, min;
struct state *p;
for (p = &state[0]; p < &state[n]; p++) { /* état d'initialisation */
   p->predecessor = 1;
   p->length = INFINITY;
   p->label = tentative;
}
```

Routage avec table...

```
Algorithme de Dijkstra
state[t].length = 0; state[t].label = permanent;
k = t;        /* k est le nœud actif initial */
do {          /* Y a-t-il un meilleur chemin à partir de k ? */
   for (i = 0; i < n; i++)         /* ce graphe possède n nœuds */
      if (dist[k][i] != 0 && state[i].label == tentative) {
         if (state[k].length + dist[k][i] < state[i].length) {
            state[i].predecessor = k;
            state[i].length = state[k].length + dist[k][i];
         }
      }
/* Trouve le nœud provisoire avec la plus faible valeur d'étiquette */
   k = 0; min = INFINITY;
   for (i = 0; i < n; i++)
      if (state[i].label == tentative && state[i].length < min) {
         min = state[i].length;
         k = i;
      }
   state[k].label = permanent;
} while (k != s);
/* Copie le chemin dans le tableau de résultats */
i = 0; k = s;
do {path[i++] = k; k = state[k].predecessor; } while (k >= 0);
}
```

Routage avec table ...

Algorithme vecteur de distance

- Approche dynamique
- Utilisé dans Arpanet jusqu en 1979
  - Table de routage mise a jour avec information recue des routeurs voisins
  - Table indexée par destination possible contenant
    - Ligne de sortie préférée
    - Cout (e.g. temps, distance)

Routage avec table ...

Algorithme vecteur de distance

- Principe de re-construction dynamique de la table de routage
  - Chaque noeud :
    - connait le cout pour aller vers les noeuds adjacents
    - Envoie périodiquement a chacun des noeuds adjacents (et recoit périodiquement de chacun d entre eux) le cout pour aller vers les destinations
    - Recalcule périodiquement le cout total pour aller vers chaque destination, pour chaque possibilité
    - Choisit le la route avec le cout le plus bas

Routage avec table ...

Algorithme vecteur de distance

- Processus dans chaque noeud
  - Envoie périodique de vecteur de distance (table indexée) a chaque voisin
  - Réception périodique de vecteur de distance de chaque voisin
  - Calcul périodique de la nouvelle table de routage
    - Principe du moindre cout

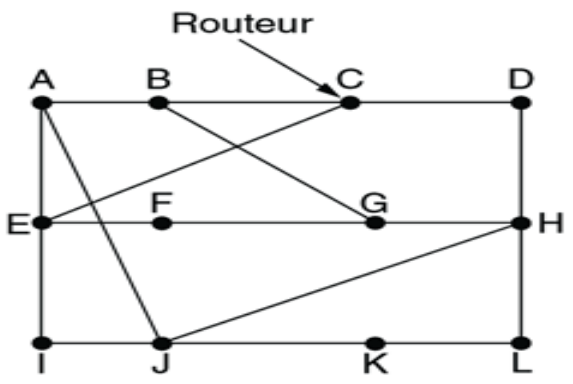
Routage avec table ...

Algorithme vecteur de distance

- Exemple
  - Noeud J avec 4 voisins A, I, H, K recoit 4 vecteurs de distance
  - Distance vers un noeud donné X = Plus courte distance indiquée par les voisins + distance vers ce voisin

Routage avec table ...

Algorithme vecteur de distance



(a)

Vers	A	I	H	K	Nouveaux délais depuis J	Ligne
A	0	24	20	21	8	A
B	12	36	31	28	20	A
C	25	18	19	36	28	I
D	40	27	8	24	20	H
E	14	7	30	22	17	I
F	23	20	19	40	30	I
G	18	31	6	31	18	H
H	17	20	0	19	12	H
I	21	0	14	22	10	I
J	9	11	7	10	0	
K	24	22	22	0	6	K
L	29	33	9	9	15	K
	Délai JA de 8	Délai JI de 10	Délai JH de 12	Délai JK de 6	Nouvelle table de routage de J	

Vecteurs reçus des quatre voisins de J

(b)

© Pearson Education France

Routage avec table ...

Algorithme vecteur de distance

Le problème de la valeur infinie

Les bonnes nouvelles se propagent rapidement (a) et les mauvaises lentement (b) (Note: B manque a gauche)

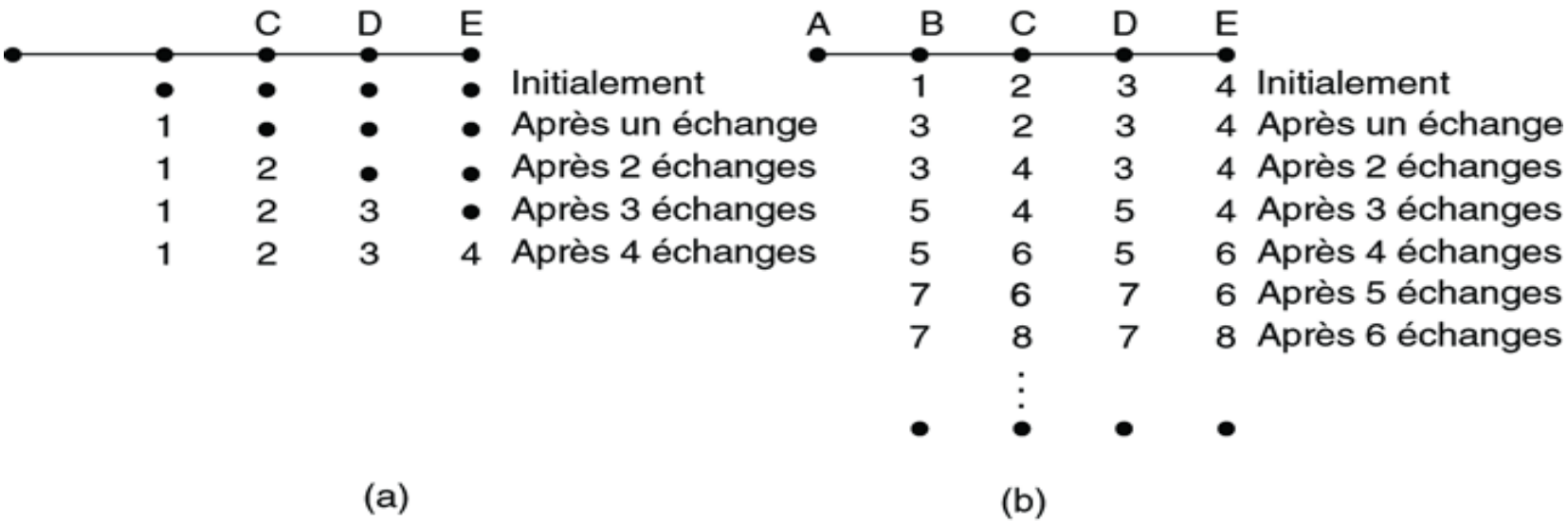
(a) Routeur A qui était en panne se remet en marche

(b) Routeur A qui était en marche tombe en panne

Notes: A et B manquent sur la figure de gauche

Routage avec table ...

- Algorithme vecteur de distance
- Le problème de la valeur infinie
- Les bonnes nouvelles se propagent rapidement (a) et les mauvaises lentement (b)



© Pearson Education France

Routage avec table ...

Algorithme état de lien

- Remplace algorithme vecteur de distance en 1979
- Largement déployée sur Internet
- Apporte une solution au problème fondamental de l algorithme vecteur distance
  - Problème
    - Lenteur de la propagation des mauvaises nouvelles (problème du comptage infini)
  - Racine
    - Compter uniquement sur les voisins
    - Confiance absolue en eux et en l information qu ils donnent
      - Voisins ne peuvent donner que l information qu ils ont …

Routage avec table ...

Algorithme état de lien

- Chaque noeud compte sur tous les autres noeuds du réseau
  - Permet d avoir sa propre vue du réseau au lieu de la vue décrite par les voisins
    - Permet d avoir les mauvaises nouvelles plus rapidement

Routage avec table ...

Algorithme état de lien

1. Découvrir les voisins et leur adresse de réseau
2. Calculer le cout pour atteindre chacun d eux
3. Construire un paquet spécial contenant l information
4. Envoyer ce paquet a tous les autres routeurs
5. Calculer le plus court chemin vers chaque routeur en utilisant l information recue de tous les autres routeurs

Routage avec table ...

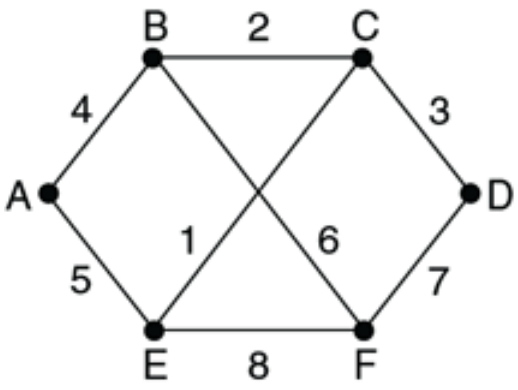
Algorithme état de lien

1. Découvrir les voisins et leur adresse de réseau
   - Paquet spécial HELLO
2. Calculer le cout pour atteindre chacun d eux
   - Paquet spécial ECHO
   - Mesure du temps pris pour l aller-retour
   - Division par 2

Routage avec table ...

Algorithme état de lien

Construire un paquet spécial contenant l information



(a)

Lien État Paquets

A	
Séq.	
Âge	
B	4
E	5

B	
Séq.	
Âge	
A	4
C	2
F	6

C	
Séq.	
Âge	
B	2
D	3
E	1

D	
Séq.	
Âge	
C	3
F	7

E	
Séq.	
Âge	
A	5
C	1
F	8

F	
Séq.	
Âge	
B	6
D	7
E	8

(b)

© Pearson Education France

Routage avec table ...

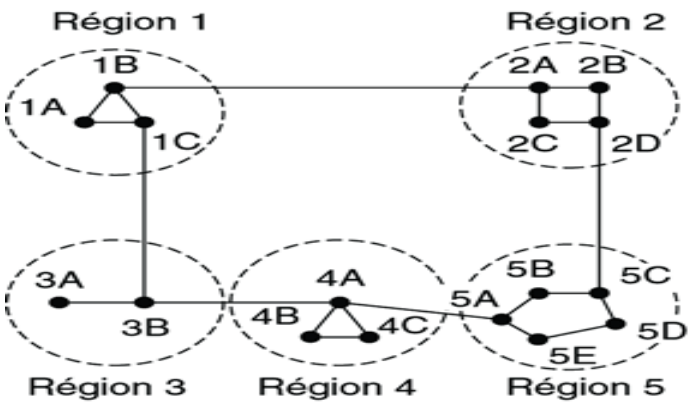
- Algorithme état de lien
  - Distribution de paquets d états de liens
    - Inondation amiliorée (utilisation de numeros de séquence)
  - Calcul du chemin le plus court
    - Algorithme de Dijkstra

Routage avec table ...

- Routage hiérarchique
  - Réduction de la grosseur des tables de routage
    - Réduction de la mémoire requise
    - Réduction des resources processeur requises
  - Très utilisé dans les réseaux téléphoniques
  - Principes
    - Découpage en régions
    - Chaque routeur a une table complète pour les noeuds qui sont dans sa région
    - Utilisation d un point d entrée et d un seul par région pour toutes les autres régions

Routage avec table ...

Routage hiérarchique



(a)

Table complète pour 1A

Dest.	Ligne	Sauts
1A	–	–
1B	1B	1
1C	1C	1
2A	1B	2
2B	1B	3
2C	1B	3
2D	1B	4
3A	1C	3
3B	1C	2
4A	1C	3
4B	1C	4
4C	1C	4
5A	1C	4
5B	1C	5
5C	1B	5
5D	1C	6
5E	1C	5

(b)

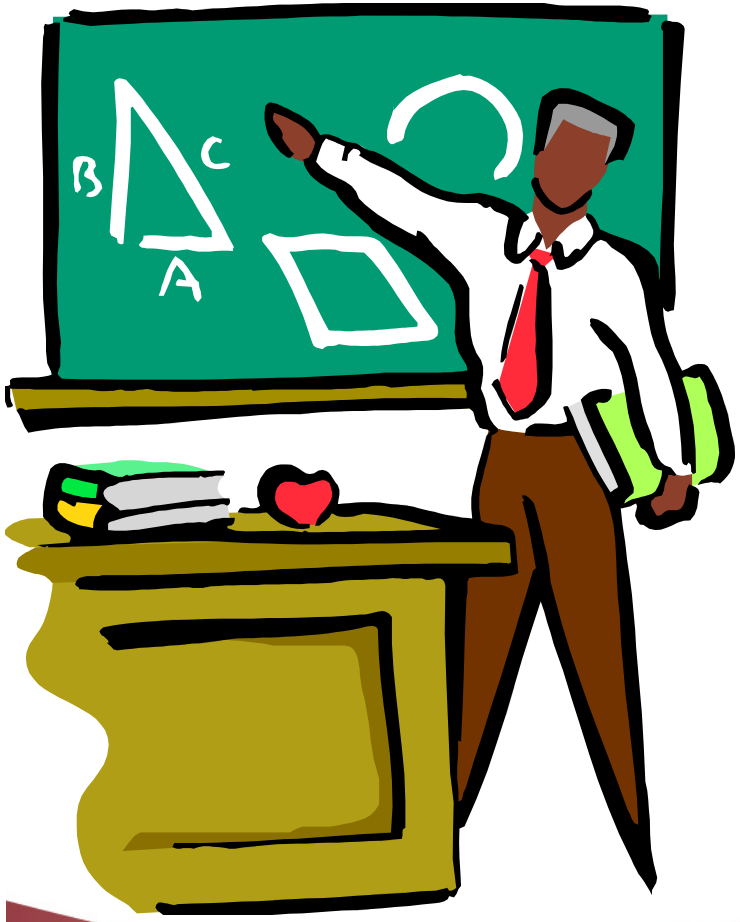
Table hiérarchique pour 1A

Dest.	Ligne	Sauts
1A	–	–
1B	1B	1
1C	1C	1
2	1B	2
3	1C	2
4	1C	3
5	1C	4

(c)

© Pearson Education France

Routage



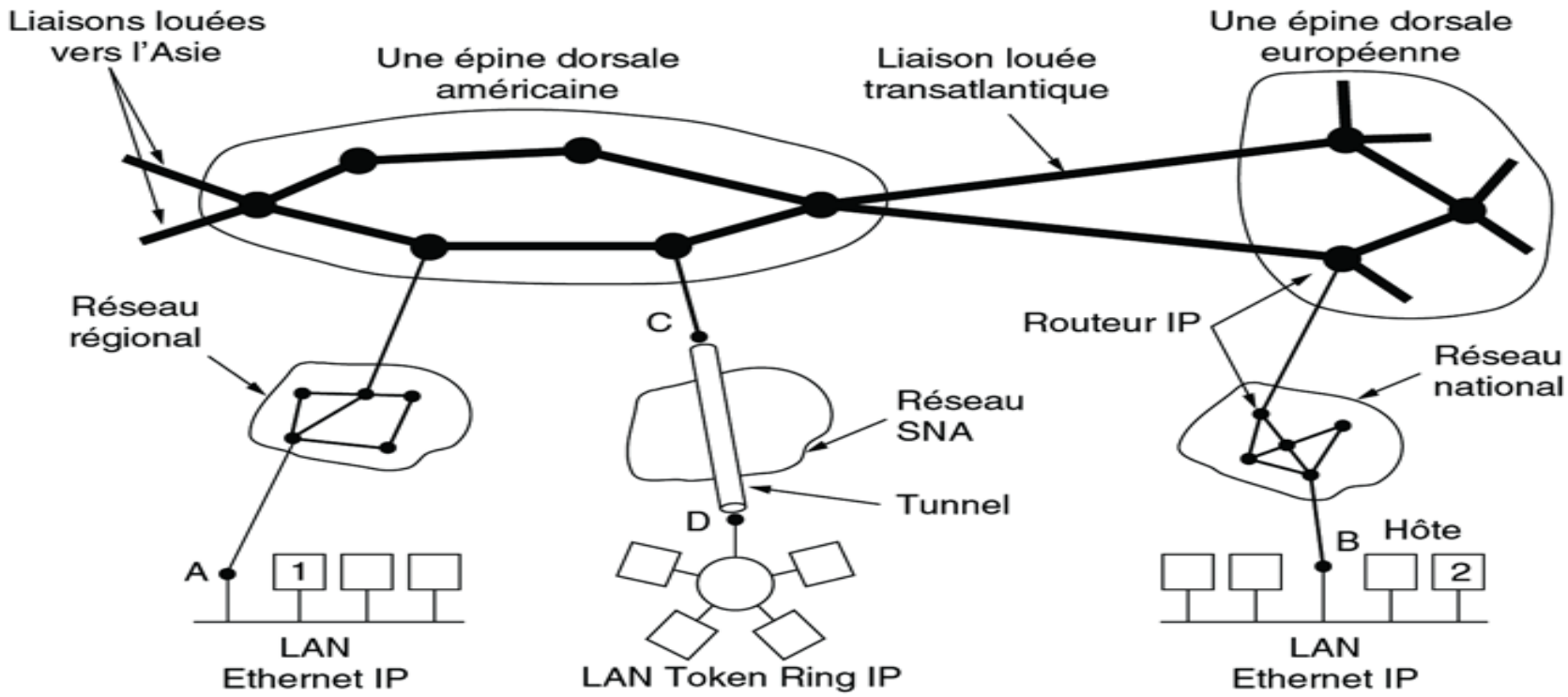
1. Routage interne
2. Routage externe
2. Routage pour hôtes mobiles

Internet

- Internet
  - Ensemble de sous-réseaux, ou systèmes autonomes (AS – autonomous systems) indépendants et interconnectés
    - Epines dorsales (backbones)
      - Artères de communications a haut débit
      - Routeurs très rapides

Internet

Internet



© Pearson Education France

Routage interne ...

- Routage a l intérieur des systèmes autonomes
  - Facilite fonctionnement d Internet mais n est pas une nécessité absolue
  - Historique
    - Vecteur de distance: Jusqu en 1979
      - RIP
    - Etat de lien: de 1979 – 1990
    - Open Short Path First (OSPF)
      - Depuis 1990
      - Norme Internet (RFC 2328)
      - Supportée par la plupart des routeurs
      - Implantée dans la plupart des systèmes autonomes

Routage interne ...

OSPF

Requis principaux

1. **Ouverture:**
   - Spécifications disponibles dans le domaine public
2. **Variété de métriques - Exemples**
   - Distance physique
   - Délai
   - Nombre de sauts

Routage interne ...

OSPF

Requis principaux

3. Dynamicité

- Adaptation automatique aux changements de topologie (e.g. pannes de routeur)

4. Routage en fonction du type de service

- Routages différents pour traffic temps réel et traffic non temps réel

Routage interne ...

OSPF

Requis principaux

5. Equilibrage de charges

- Paquets ne prennent pas nécessairement le chemin le plus court)
  - Paquets peuvent éviter le chemin le plus court afin d'éviter des congestions

Routage interne ...

OSPF

6. Systèmes hiérarchiques
7. Sécurité
8. Support des principaux types de connexions et de réseaux

Routage interne ...

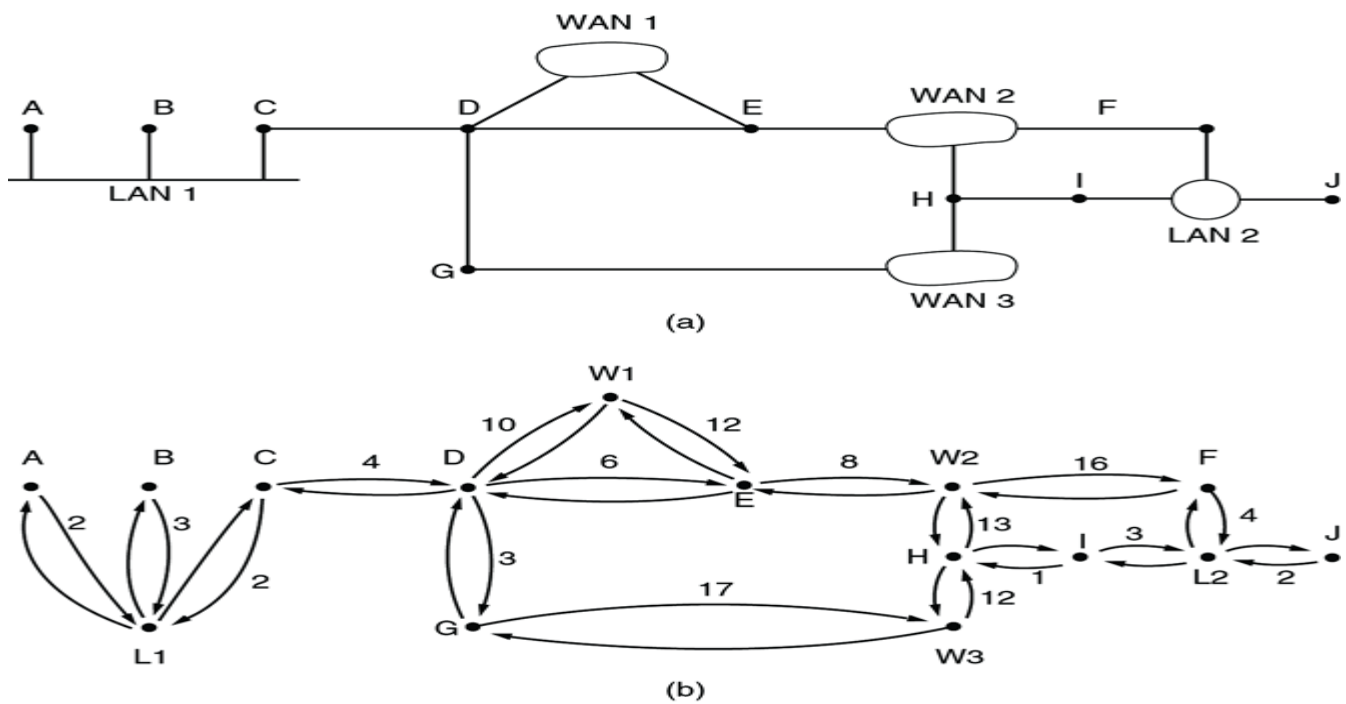
OSPF

Fonctionnement général

- Abstraction du réseau en graphes
- Base de données dans chaque routeur
- Base de données mise a jour par inondation
- Calcul du chemin le plus court par chaque routeur

Routage interne

OSPF



© Pearson Education France

Routage interne ...

OSPF

Messages

- Hello
  - Initialisation de chaque routeur
  - Permet de signaler son existence

Routage interne ...

OSPF

Messages

- Mise a jour état de lien et acquitement
  - Calcul de la distance vers ses voisins

Routage interne ...

OSPF

Messages

- Description de base de données: Envoie par inondation

Routage interne ...

OSPF

Messages

- Demande d état de lien
- Envoie éventuel aux voisins

Routage externe ...

- Routage entre systèmes autonomes (inter-systèmes)
  - Soumis a des contraintes politiques et de sécurité configurées manuellement
  - Exemples:
    - Traffic sortant d une compagnie ne doit pas passer par une compagnie conccurente
    - Traffic ne doit pas passer par pays “instables”
- Protocole utilisé: Border Gateway Protocol (BGP)
  - Version amiliorée de l algorithme vecteur de distance

Routage externe ...

BGP

Réseau sans issue:

Ne peuvent pas servir a l acheminement de traffic (une seule connexion sur le graphe BGP)

Réseau multiconnectés:

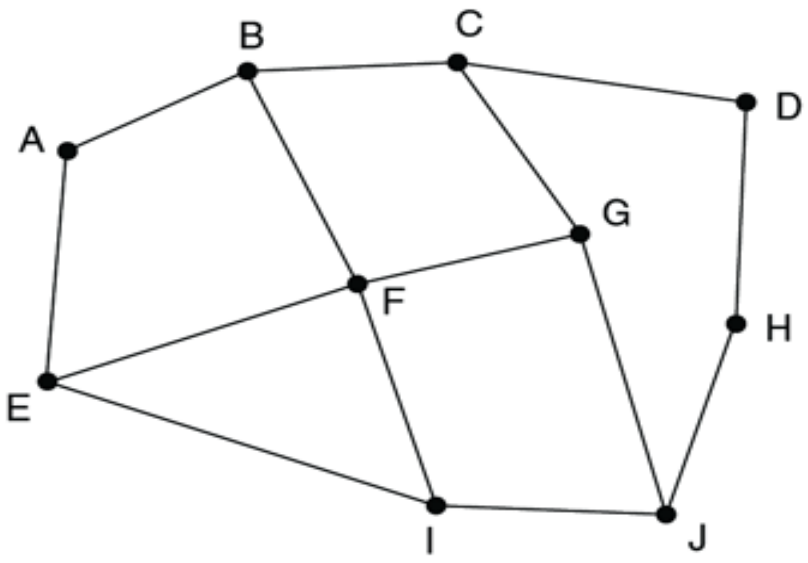
Servent a l acheminement sauf indication contraire

Réseau de transit:

Servent a l acheminement, généraelement moyennant finance

Routage externe ...

BGP: Information envoyée à F



(a)

Informations reçues par F de la part de ses voisins à propos de D

De la part de B : «J'utilise BCD»
De la part de G : «J'utilise GCD»
De la part de I : «J'utilise IFGCD»
De la part de E : «J'utilise EFGCD»

(b)

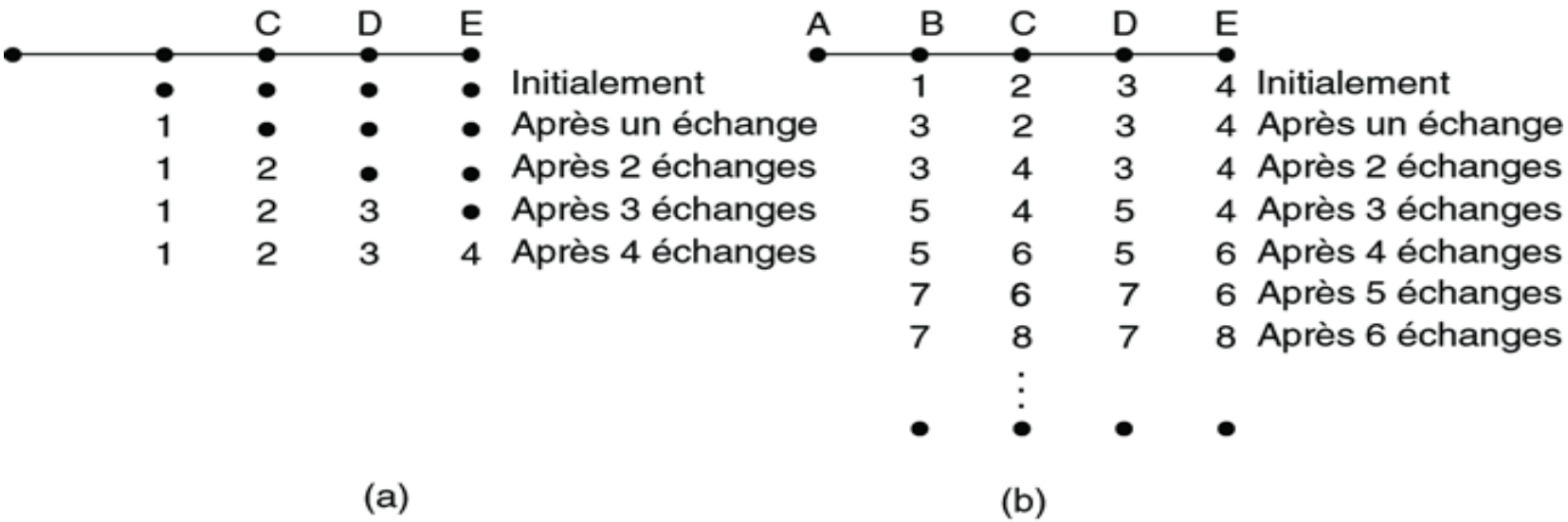
© Pearson Education France

Routage externe ...

- BGP
  - Attribue une note à chaque route
    - Routes qui violent les règles de configuration peuvent être exclues
    - Éliminent ausi les routes qui passent par le routeur lui-meme
      - Résoud ansi le problème de la valeur infinie

Rappel: Problème de la valeur infinie

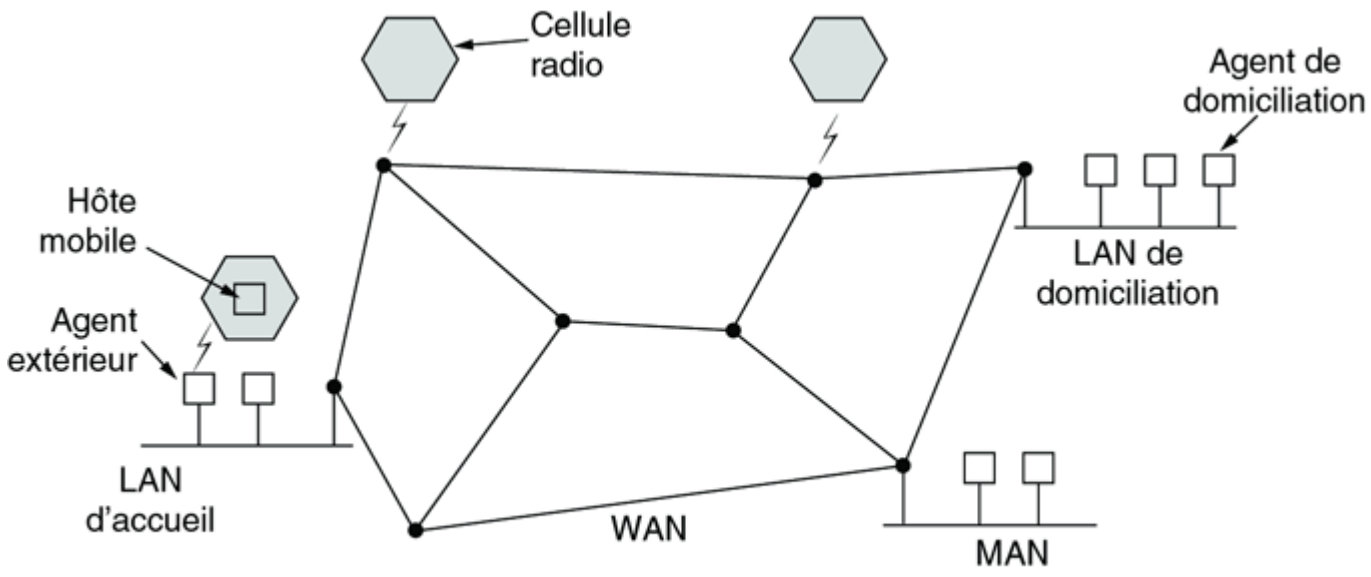
- Algorithme vecteur de distance
- Le problème de la valeur infinie
- Les bonnes nouvelles se propagent rapidement (a) et les mauvaises lentement (b)



© Pearson Education France

Routage pour hôtes mobiles

Le problème



© Pearson Education France

Routage pour hôtes mobiles

Deux types de mobilité

1. Migration

   Se déconnecter d un réseau et aller se reconnecter à un autre

2. Itinérance

   Garder la connection en se déplacant de réseau à réseau

   Beaucoup plus difficile à gérér

Routage pour hôtes mobiles

IP mobile (Mobile IP)

Fonctionne à peu de choses près comme la mobilité dans les réseaux cellulaires

Principes de base

1. Chaque hôte a une domiciliation permanente (zone)

   Agent de domiciliation (Home agent) connait a chaque moment l adresse IP de tous les hotes du domicile qui sont en déplacement

2. Dans chaque zone il y a un agent exterieur (Foreign agent) qui s occupe des visiteurs

Routage pour hôtes mobiles

IP mobile (Mobile IP)

Fonctionne à peu de choses près comme la mobilité dans les réseaux cellulaires

Algorithme de base

1. Agent extérieur émet périodiquement un paquet broadcast (diffusion générale)

   Paquet recu par tous les hôtes y inclus les hôtes venant d autres réseaux

2. Hôtes venant d autres réseaux répondent avec leur adresse de domiciliation

3. Agent extérieur contacte agent de domiciliation de l'hôte pour signaler la position de l hôte

Routage pour hôtes mobiles

IP mobile (Mobile IP)

Fonctionne à peu de choses près comme la mobilité dans les réseaux cellulaires

Algorithme de base

Paquet envoyé à hote en déplacement

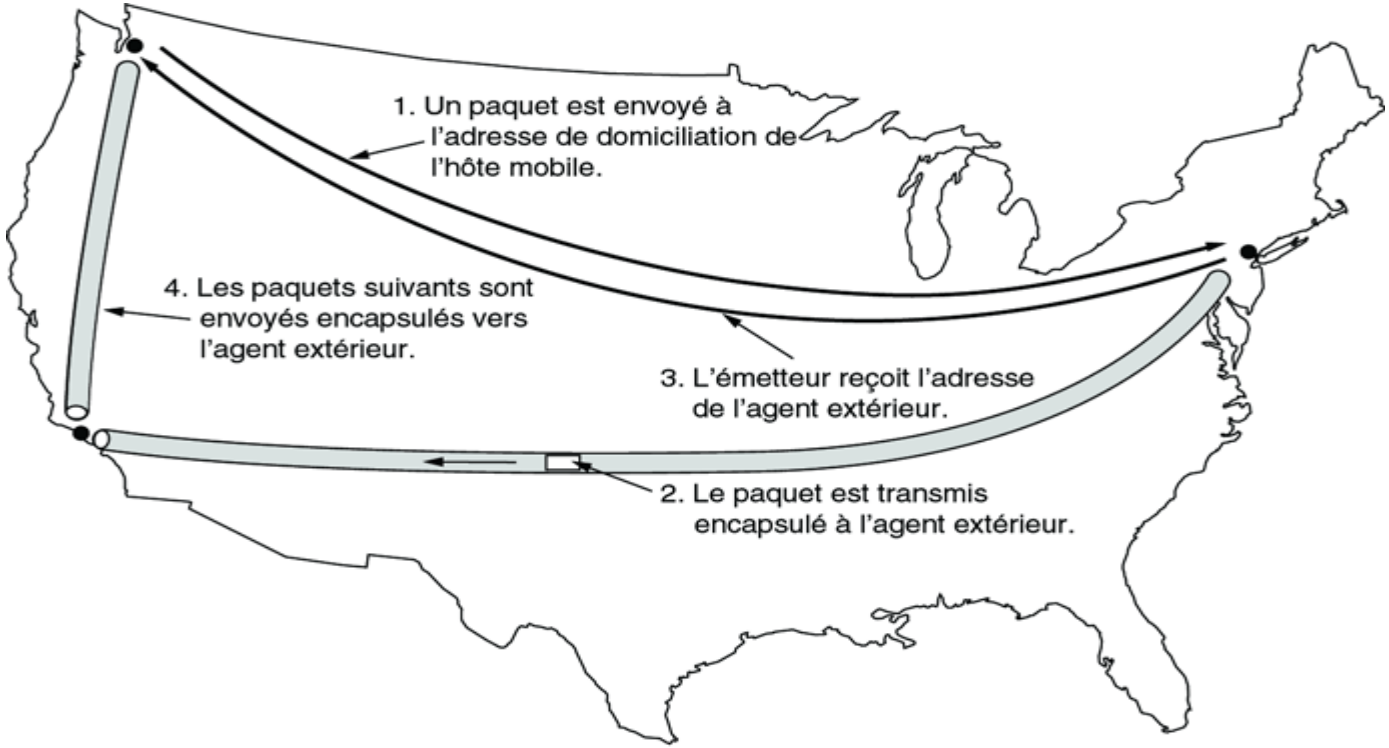
Paquet capté par agent de domiciliation

1. Agent encapsule le paquet et l envoie à l agent extérieur qui le délivre au destinataire
2. Agent de domiciliation communique adresse agent extérieur à l expéditeur pour demander à expéditeur d envoyer les autres paquets directement à agent extérieur

Routage pour hôtes mobiles

IP mobile (Mobile IP)

Fonctionne à peu de choses près comme la mobilité dans les réseaux cellulaires



© Pearson Education France

Références ...

1. A. Tanembaum, Réseaux, 4eme édition, Pearson Education 2003 (Chapitres 5)
2. - M. Tatipamula and P. Grossetete, IPv6 Integration and Co-existence Strategies for Next Generation Networks, IEEE Communications Magazine, January 2004

UNIVERSITÉ
Concordia
UNIVERSITY

www.ciise.concordia.ca