


## UNE VISION DE LA COMMUNICATION

- Les bases d'IP :
  - Un monde parfait!
- Et si ce n'était pas le cas?
  - Une réponse
    - TANT PIS! Ce n'est pas mon problème!
- Qui s'en occupe?
  - En dessous :
    - Les technologies sont assez fiables
  - Au dessus:
    - Les applications font le nécessaire?
    - L'ajout d'un protocole qui s'en occupe de bout en bout



## LE RÔLE D'IP

### ○ Objectifs:

- Pouvoir communiquer entre tous les équipements d'Internet
  - Clients
  - Serveurs
- A travers un ensemble de moyens de communication hétérogènes

➡ Interconnexion

### ○ Message IP (Unité protocolaire = N-PDU)

- Un paquet = Datagramme IP



## COMMENT FAIRE?

### ○ Comment?

- Acheminer le message jusqu'au bon destinataire
- Dans le bon réseau
- Notion de hiérarchie
- Utilisation d'un équipement pour faire le lien entre deux réseaux

### ○ Equipement d'interconnexion = Routeur

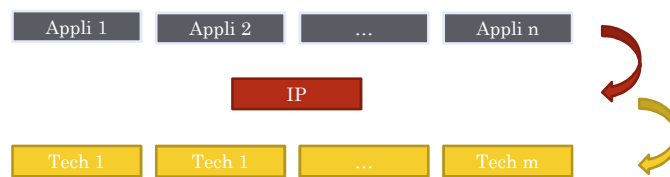
- Interconnexion entre plusieurs réseaux
- Chaque paquet est traité indépendamment
- Le routeur décide seul

### ○ On parle de routage en mode paquet



## INTERACTIONS

- Service rendu à l'application
  - Acheminer mes messages
- Service rendu par la technologie de communication
  - Véhicule jusqu'à un équipement de ton réseau
- Modèle en sablier simple



*capsule vidéo – modèle en sablier simple*



## ADRESSAGE IPv4



## L'ADRESSAGE IPV4

### *RÔLE*



#### ○ Notion d'adresse

- Localisation et représentation d'une entité IP
  - Unicité (gestion centralisée)
  - Attribution
- Toute entité de niveau 3 IP doit avoir au moins une adresse pour pouvoir communiquer
  - Question de l'unicité?
  - Adresse liée à une interface réseau

#### ○ Dans un datagramme ?

- Source
- Destination



## L'ADRESSAGE IPV4

### *ATTRIBUTION ET HIERARCHIE*

#### ○ Comment les attribuer?

- Obtenir une adresse
- Configurer une adresse
  - Statique ou dynamique
  - Par qui?
  - Notion d'interface IP / interface réseau



#### ○ Hiérarchie

- Notion de réseau
- Attribution liée à la hiérarchie

#### ○ Adresses « hors hiérarchie »

- Privées vs publiques
  - Non unicité des adresses privées
- Adresses spécifiques

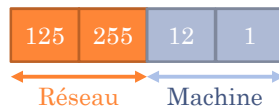


## L'ADRESSAGE IPV4

### LE FORMAT



- Format : 4 Octets soit 32 bits
  - Exemple: 125.255.12.1
  - $2^{32}$  adresses possibles = 4, 29 Millions
- Deux parties distinctes
  - Partie réseau (network)
  - Partie machine (host)
  - Propose une forme de hiérarchie



- Mais où est la limite?



## L'ADRESSAGE IPV4

### LES CLASSES

- Historiquement séparée en 3 classes principales
  - Séparer en réseaux de tailles différentes
  - A – adresse réseau : 55.0.0.0



- B – adresse réseau : 155.221.0.0



- C – adresse réseau: 201.1.45.0



## L'ADRESSAGE IPV4

### PLAGE D'ADRESSES ET PÉNURIE

- Besoin
  - S'affranchir des classes trop contraignantes
    - Limites de la hiérarchie en classe
      - Classe A et B trop importante / Classe C trop petite
      - Gaspillage & Pénurie
  - Taille d'une adresse IP limitante (4 octets)
- Plages d'adresses
  - 1993 -Classless Inter-Domain Routing (CIDR)
    - Notion de plages d'adresses
    - Fin de la notion de la classe
    - Utilisation des masques pour agréger
- Changer IP?
  - IPv6
    - Adressage sur 16 octets (128 bits)
    - Notion de hiérarchie innée
- Briser les règles?
  - Adressage privé et traduction d'adresses (NAT)

13



## L'ADRESSAGE IPV4

### LA NOTION DE MASQUE

- Besoin
  - Avoir des plages d'adresses flexibles
- Comment? **le masque**
  - Permet de différencier la partie réseau de la partie machine en appliquant:
    - Un & binaire avec le masque pour obtenir l'adresse réseau
    - Un & binaire avec le !(masque) pour obtenir l'adresse machine
  - Le masque est une adresse IPv4 avec
    - Tous les bits à 1 pour la partie réseau
    - Tous les bits à 0 pour la partie hôte
  - Autre notation: le préfixe
    - = /<nombre de bits du réseau>

14



## L'ADRESSAGE IPV4

### ADRESSES SPÉCIFIQUES

- Adresses spécifiques d'un réseau
  - Bits machines à 0 → adresse réservée au réseau
  - Bits machines à 1 → adresse de diffusion du réseau
- 0.0.0.0
  - Adresse illégale en destination
  - Signifie sur une machine
    - toute interface
    - le « par défaut »
- 255.255.255.255
  - Adresse de diffusion sur Internet
- 127.0.0.1
  - Adresse de rebouclage (loopback)



## L'ADRESSAGE IPV4

### ADRESSES PRIVÉES

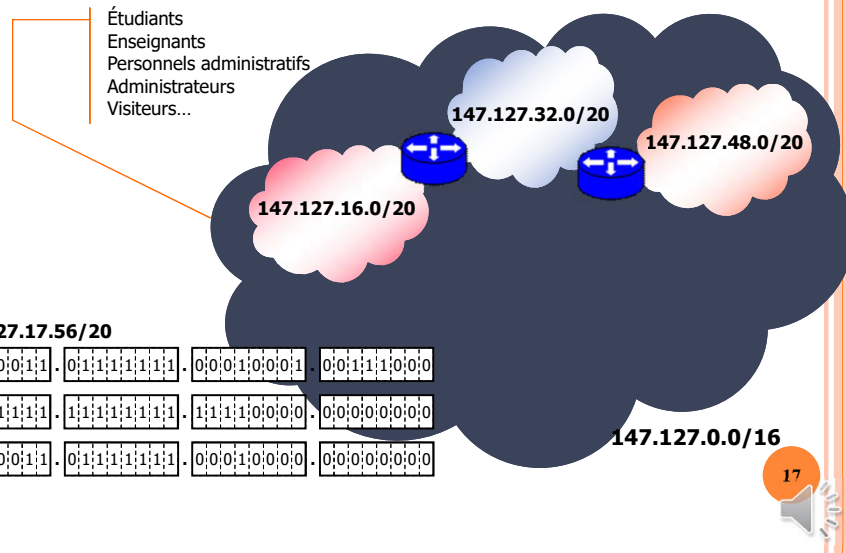
- Non routables sur Internet
  - Non unicité
  - Usage à l'origine local ou expérimental
- Les plages d'adresses
  - 10.0.0.0
  - 172.16.0.0 – 172.31.0.0
  - 192.168.0.0 – 192.168.255.0





## L'ADRESSAGE IPv4

### DÉCOUPAGE D'UNE PLAGE EN SOUS-RÉSEAUX



## ROUTAGE IPv4



## LE ROUTAGE IP

### OBJECTIF ET DÉFINITION

- Objectif:
  - Acheminer les paquets d'un point A à B à travers Internet
  - Service au cœur d'IP
- Comment?
  - Trouver les chemins vers toute entité d'Internet  
→ **algorithme de routage (pas le rôle d'IP)**
  - Aiguillage et relayage du datagramme sur une entité de niveau 3  
→ **routage IP**



## LE ROUTAGE IP

### PRINCIPE

- Qui fait du routage?
  - Machine source ou destination
  - Routeur
- Routeur IP
  - Interconnecte au moins deux réseaux différents
    - Appartient à différents réseaux
    - Présente plusieurs interfaces IP
    - Attention c'est aussi possible pour une machine non routeur!
  - Prend en charge des messages dont il n'est ni la source ni la destination
    - Différence avec le fonctionnement classique d'une machine
    - Mode « *forwarding* »
- Illustration du principe



### 3.3 – LE ROUTAGE IP

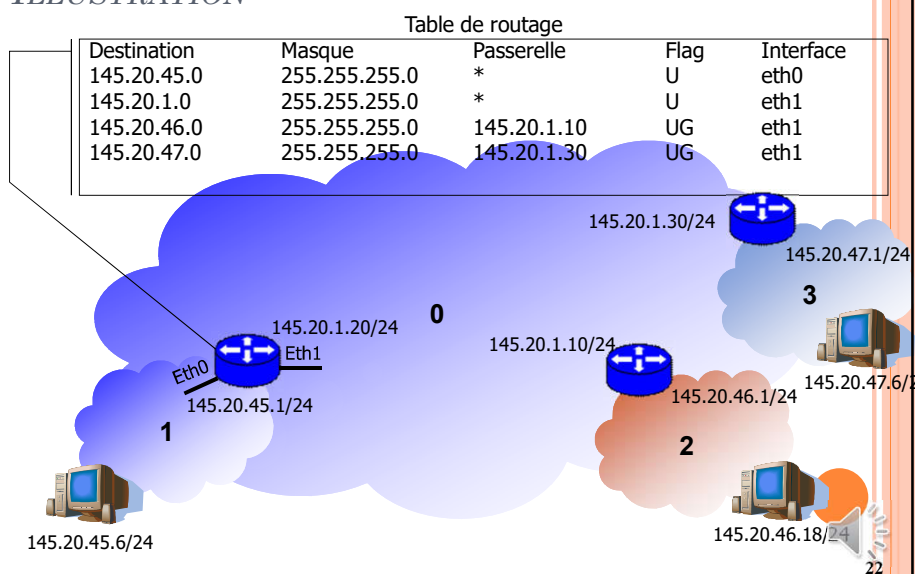
#### LES INFORMATIONS DE ROUTAGE

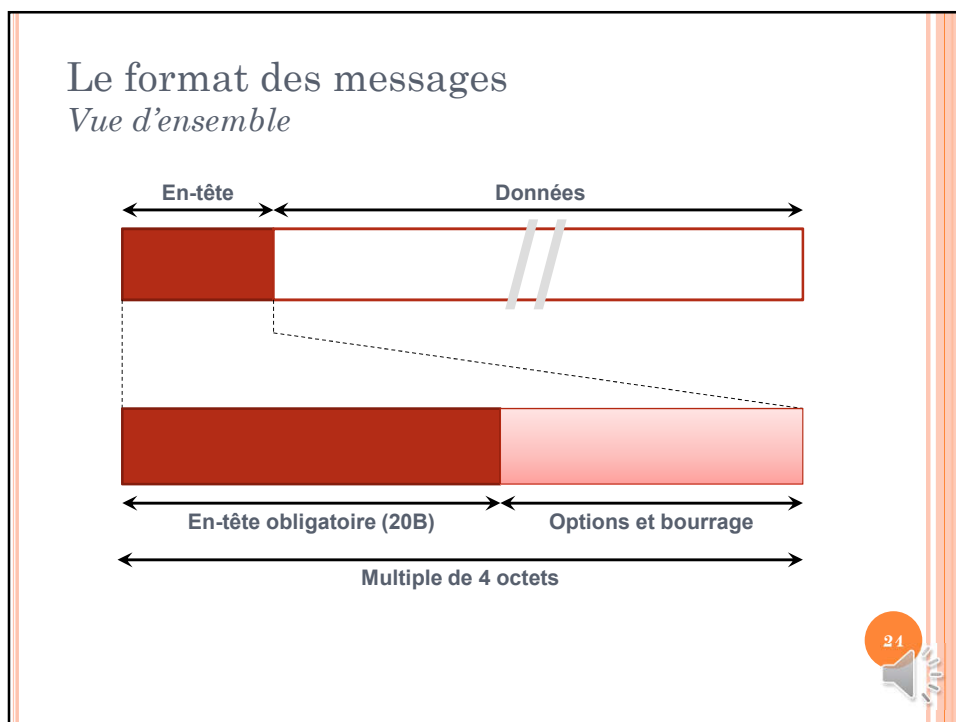
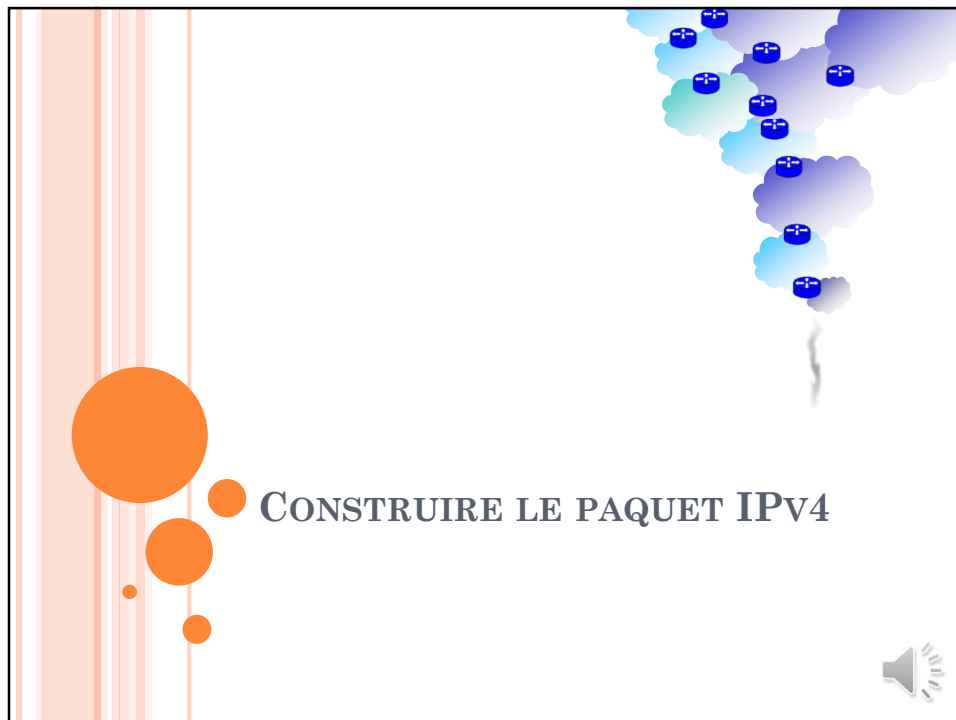
- Format
  - Un chemin = une route
  - Routes regroupées en un table de routage
  
- Illustration du fonctionnement d'une table de routage
  - Focus sur les intérêts d'une bonne hiérarchie
  
- Comment obtenir les routes ?
  - Ce n'est pas le problème d'IP



### 3.3 – LE ROUTAGE IP

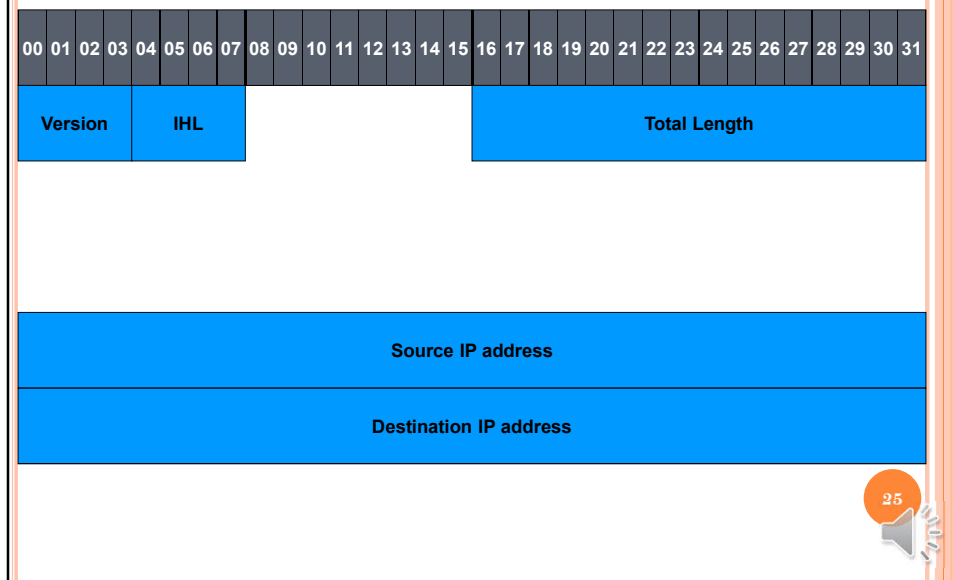
#### ILLUSTRATION



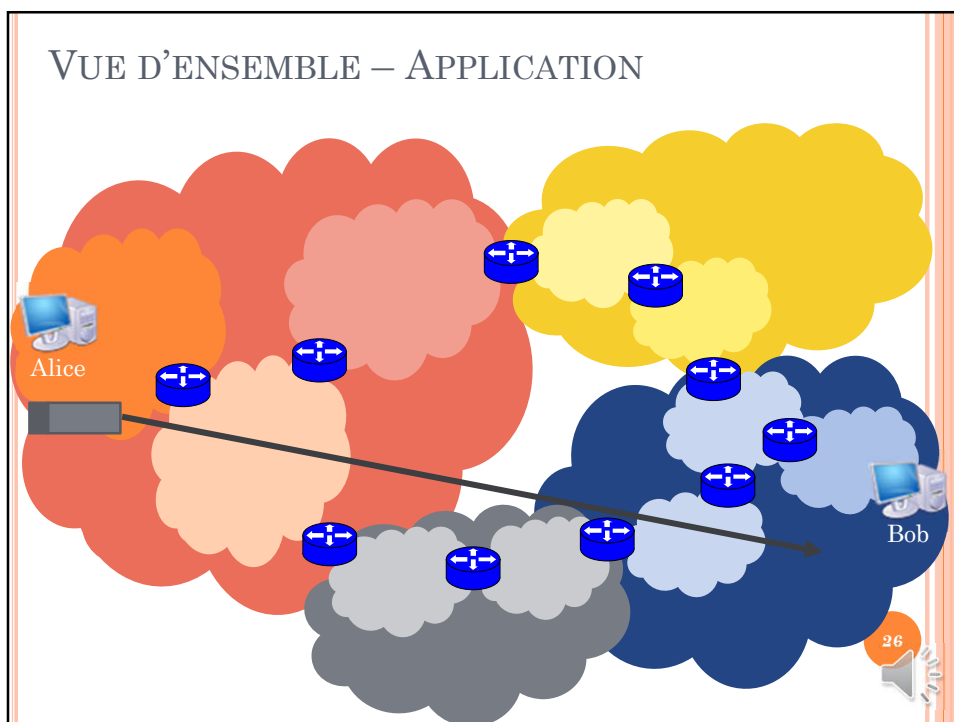


## Le format des messages

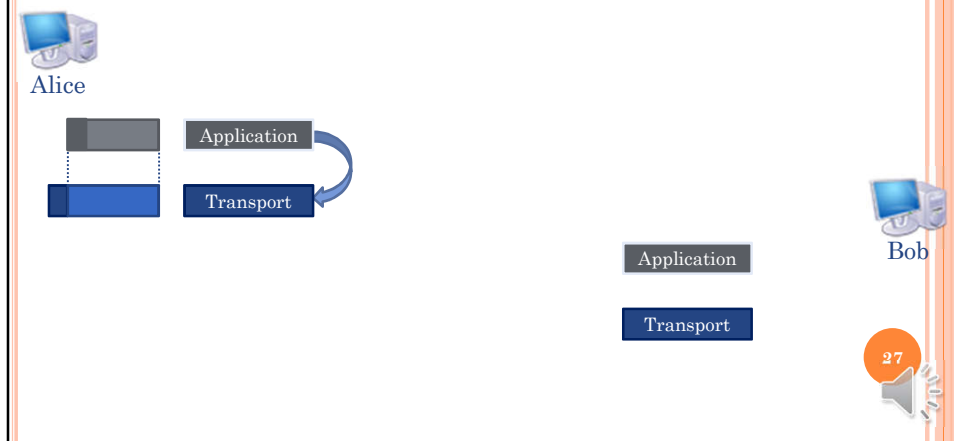
### Construire l'en-tête



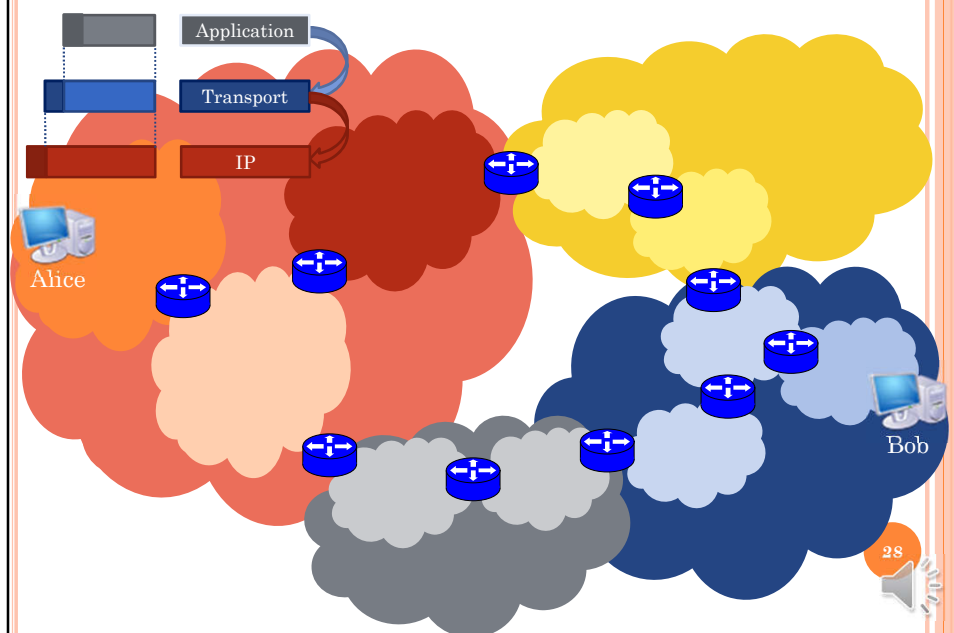
## VUE D'ENSEMBLE – APPLICATION



## VUE D'ENSEMBLE – TRANSPORT

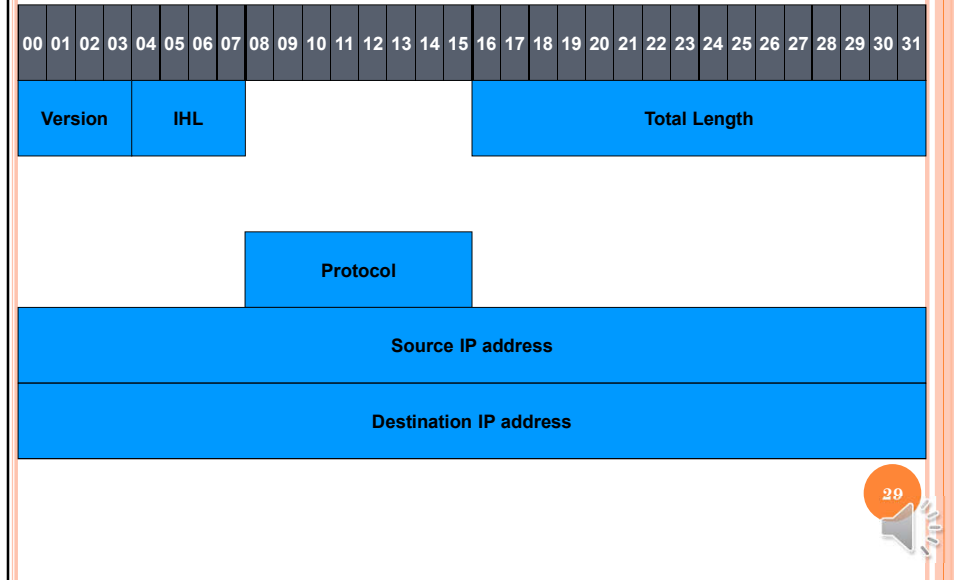


## VUE D'ENSEMBLE - IP



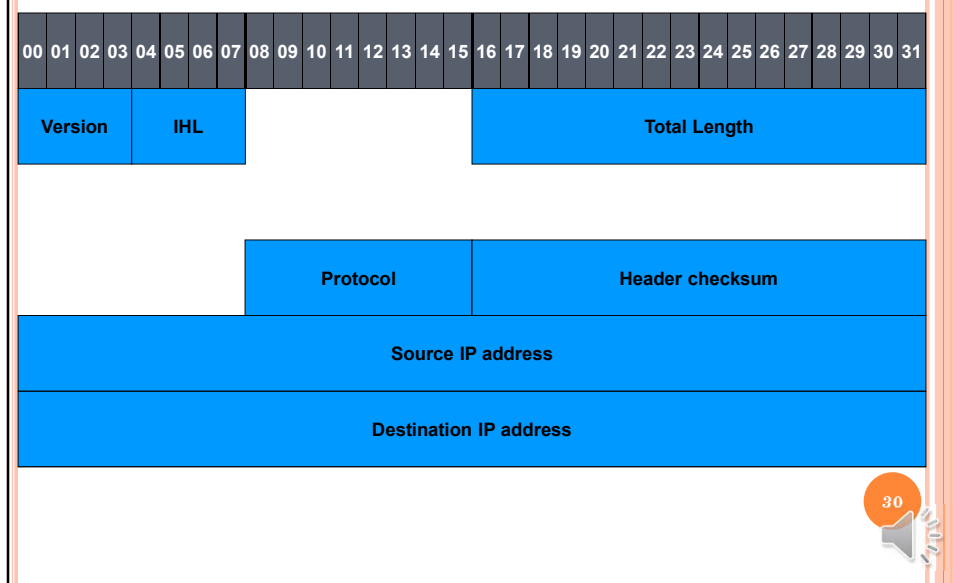
## Le format des messages

### Construire l'en-tête - Protocol

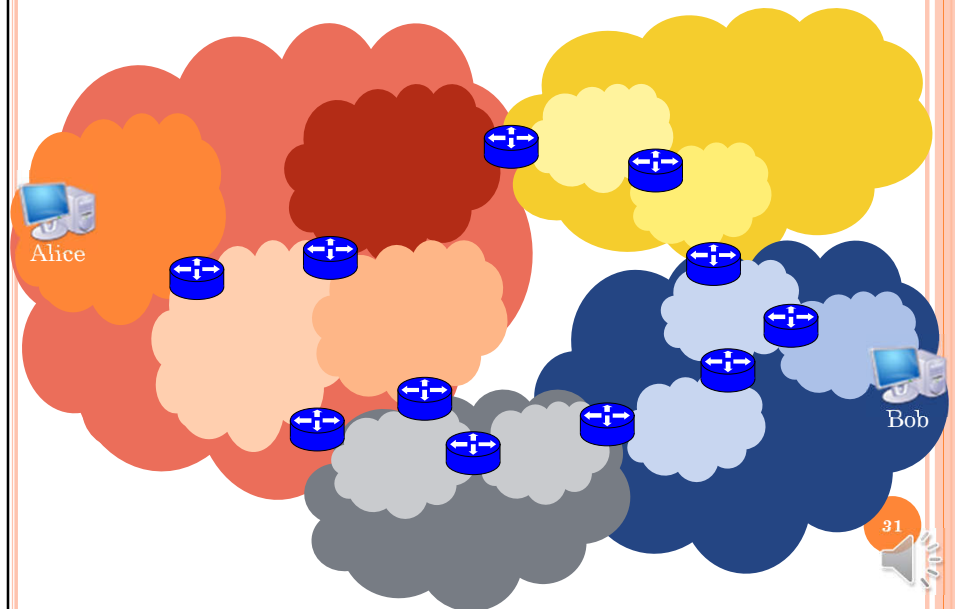


## Le format des messages

### Construire l'en-tête – En-tête erronée?



## VUE D'ENSEMBLE – LES BOUCLES



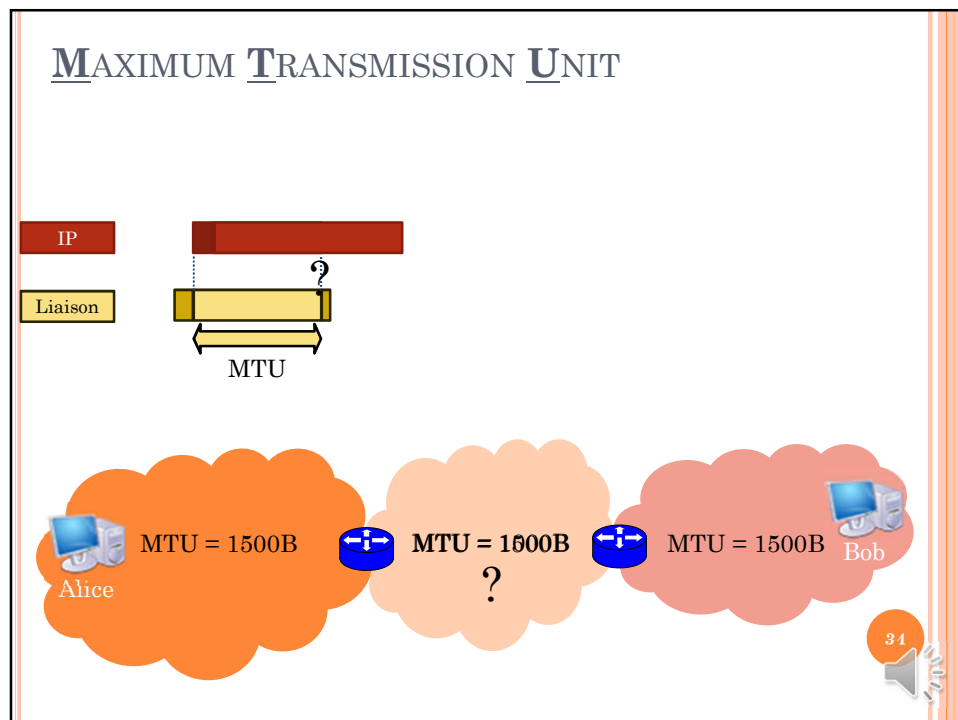
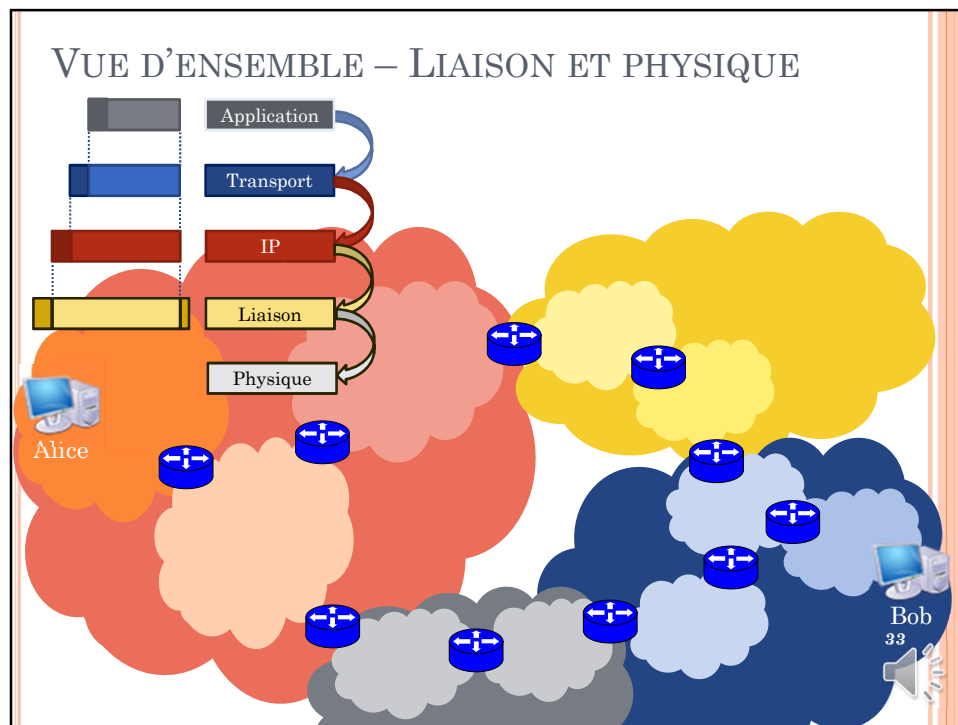
## Le format des messages

*Construire l'en-tête - Protocol*

00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31				
Version				IHL				Total Length																											
TTL								Protocol								Header checksum																			
Source IP address																																			
Destination IP address																																			

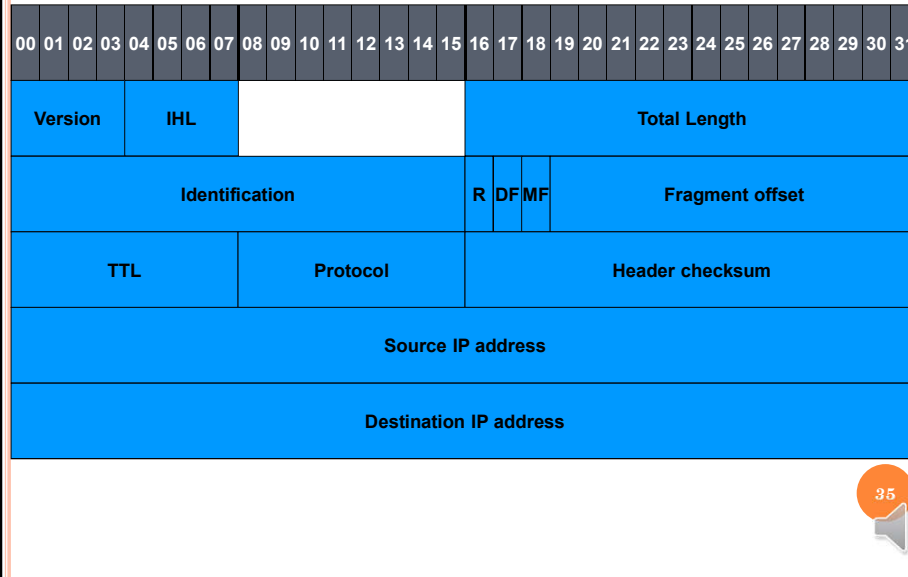
32





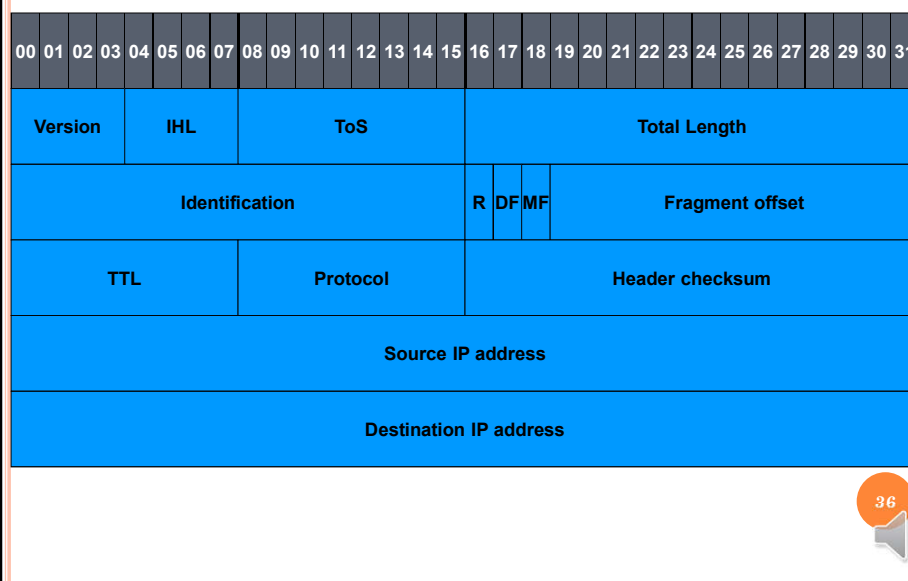
## Le format des messages

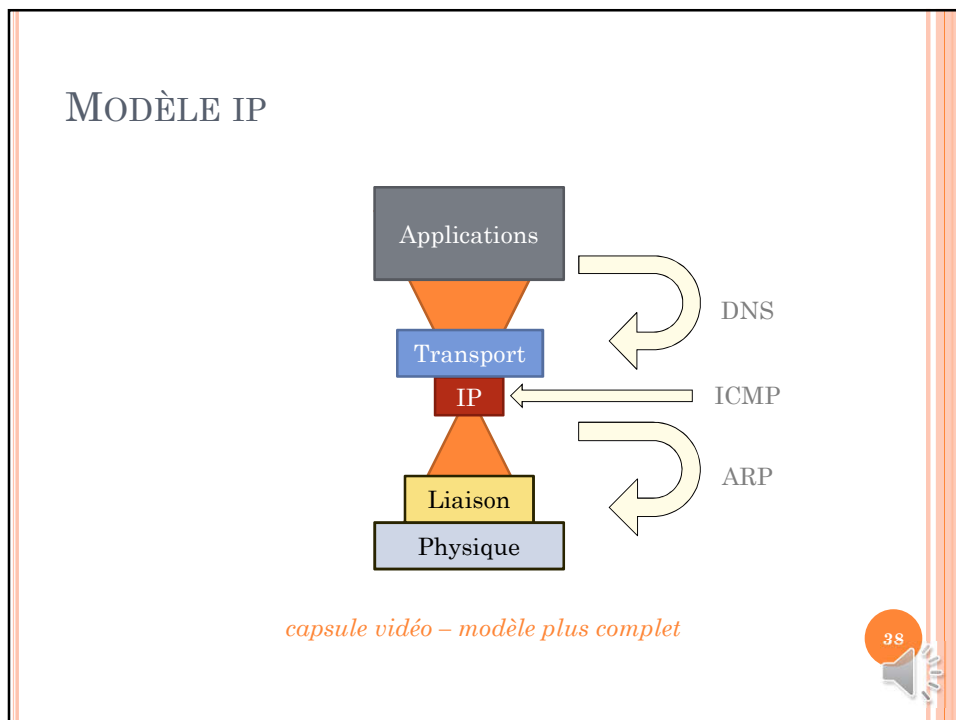
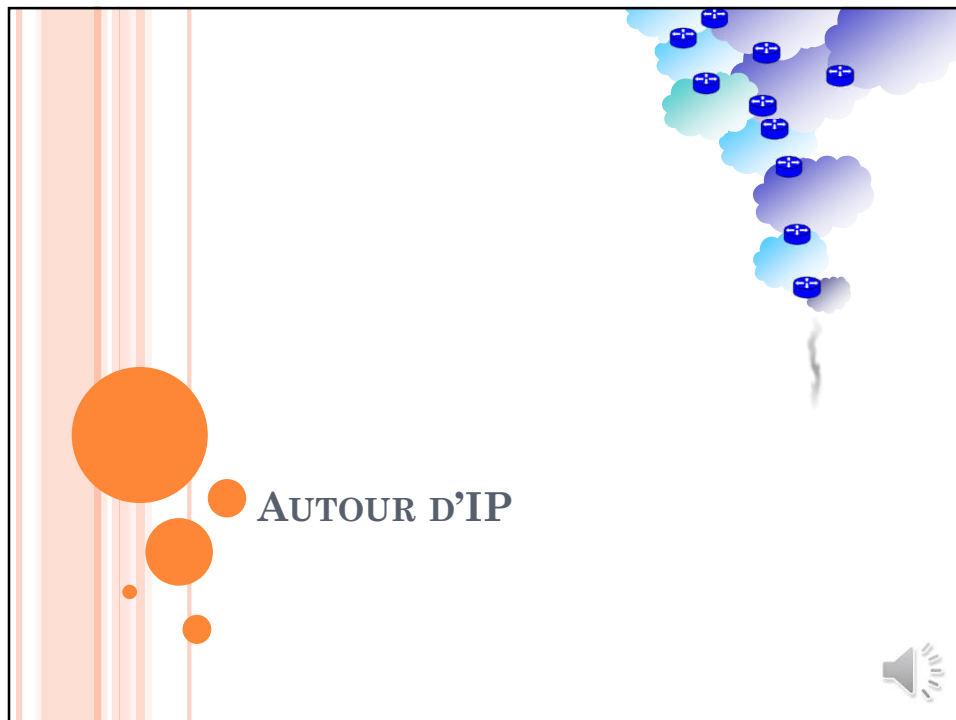
### *Construire l'en-tête - fragmentation*



## Le format des messages

### *Construire l'en-tête - ToS*





## ICMP

### *PLAN DE CONTRÔLE D'INTERNET?*

- Internet Control Message Protocol
  - Internet
    - Service Best Effort
    - Pas de garanties
      - Pas de chemin fixe
      - Pas de délai maximum
      - Pas de fiabilité
  - Control
    - Configuration?
    - Mise en place d'un chemin?
    - Vérification des ressources?
    - Vérification du bon acheminement des données?
  - Ambiguïté
    - IP or not IP?
    - Principe

39



## ICMP

### *GÉNÉRALITÉS*

- RFC 792
  - Signalisation au niveau IP
  - Véhiculé par IP
- Utilisations
  - Test du réseau
    - Echo request/reply (ping)
    - Timestamp request/reply
  - Avertissements
    - Destination unreachable
    - Time Exceeded
- Obsolescence
  - Configuration
  - Redirection...

40



## ADDRESS RESOLUTION PROTOCOL

- RFC 826
- Objectif :  
Correspondance dynamique entre une adresse IP et une adresse MAC
- Comment?
  - Des messages
    - ARP Request
    - ARP Reply
  - Un Cache
    - Temporisation
  - Possibilité de proxy



## BILAN SUR IP

- Nature Best Effort
  - Fait au plus simple
  - Réponse commune à un problème = détruire le message
- Modèle de communication en couches
  - Un seul protocole pour le réseau IP
  - Modèle en sablier
- Rôle:
  - Acheminer des messages dénommés datagramme d'un point A à B d'Internet
- Comment
  - Adressage hiérarchique
  - Routage IP
  - Demande peu aux technologies sous-jacentes

