

Chapitre I – Généralités

Chapitre II – Réseau : Internet Protocol

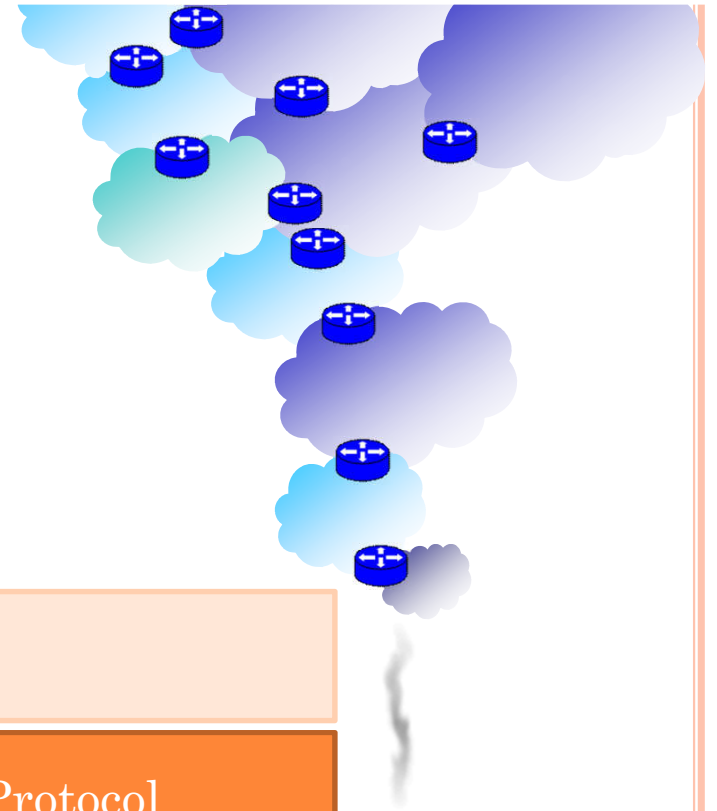
Chapitre III – Transport : TCP

Chapitre IV – Protocole de Routage : RIP

Chapitre V – De l'architecture d'Internet au
réseau domestique

Emmanuel Chaput et Julien Fasson

INPT/ENSEEIH



PLAN CHAPITRE 2

INTERNET PROTOCOL

Partie I – Vue d'ensemble d'IP

- Rôle
- Modèle en sablier simple

Partie II – Adressage IPv4

Partie III - Routage

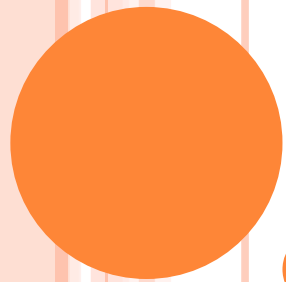
Partie IV – Format du paquet IP

- Construire le paquet IP

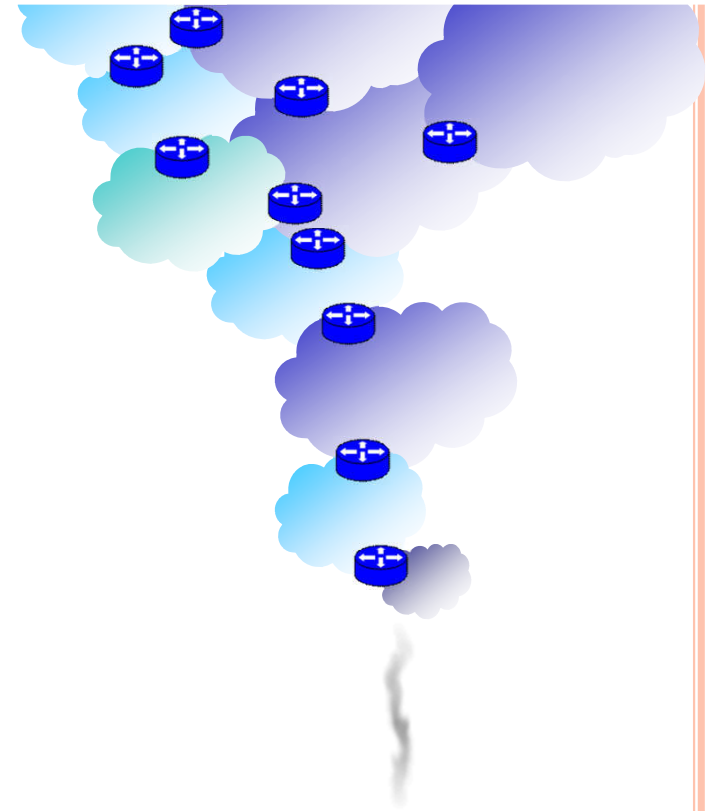
Partie V – Autour d'IP

- Modèle en sablier plus complet
- ICMP
- ARP





IP, VUE D'ENSEMBLE



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
 - wooclap1



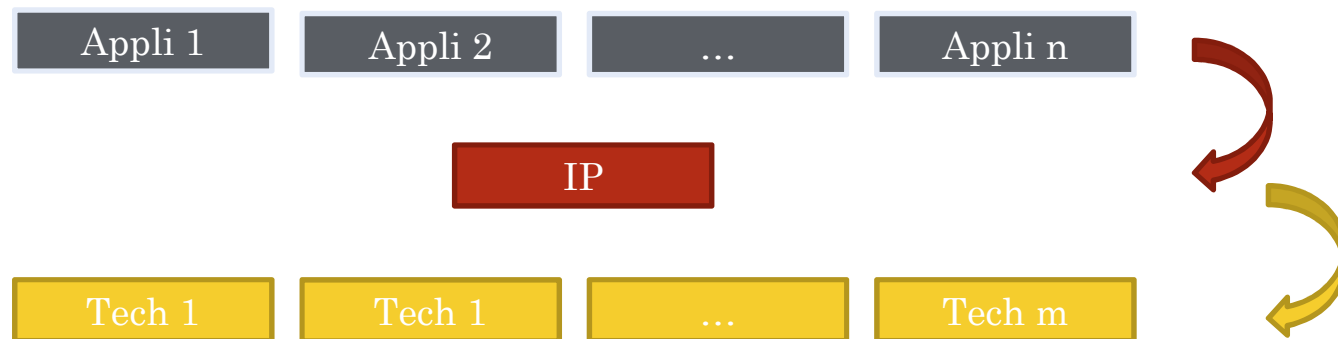
INTERACTIONS

- Service rendu à l'application
 - Acheminer mes messages
- Service rendu par la technologie de communication
 - wooclap2



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 WOOC LAP4



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

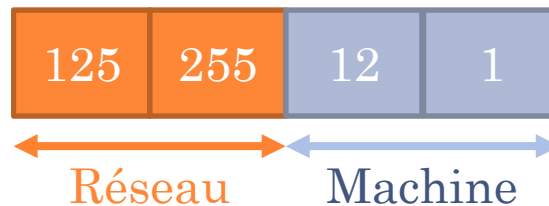


- Format : 4 Octets soit 32 bits

- Exemple: 125.255.12.1
- 2^{32} adresses possibles = 4, 29 Milliards

- Deux parties distinctes

- Partie réseau (network)
- Partie machine (host)
- Propose une forme de hiérarchie



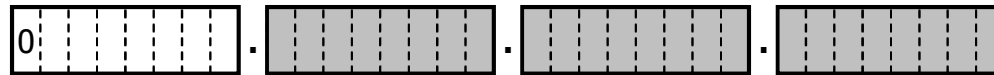
- Mais où est la limite?

L'ADRESSAGE IPv4

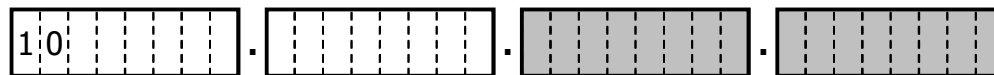
LES CLASSES

- Historiquement séparée en 3 classes principales
 - Séparer en réseaux de tailles différentes

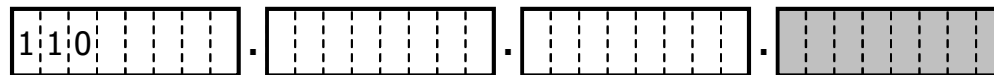
- A – adresse réseau : 55.0.0.0



- 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)



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>*



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

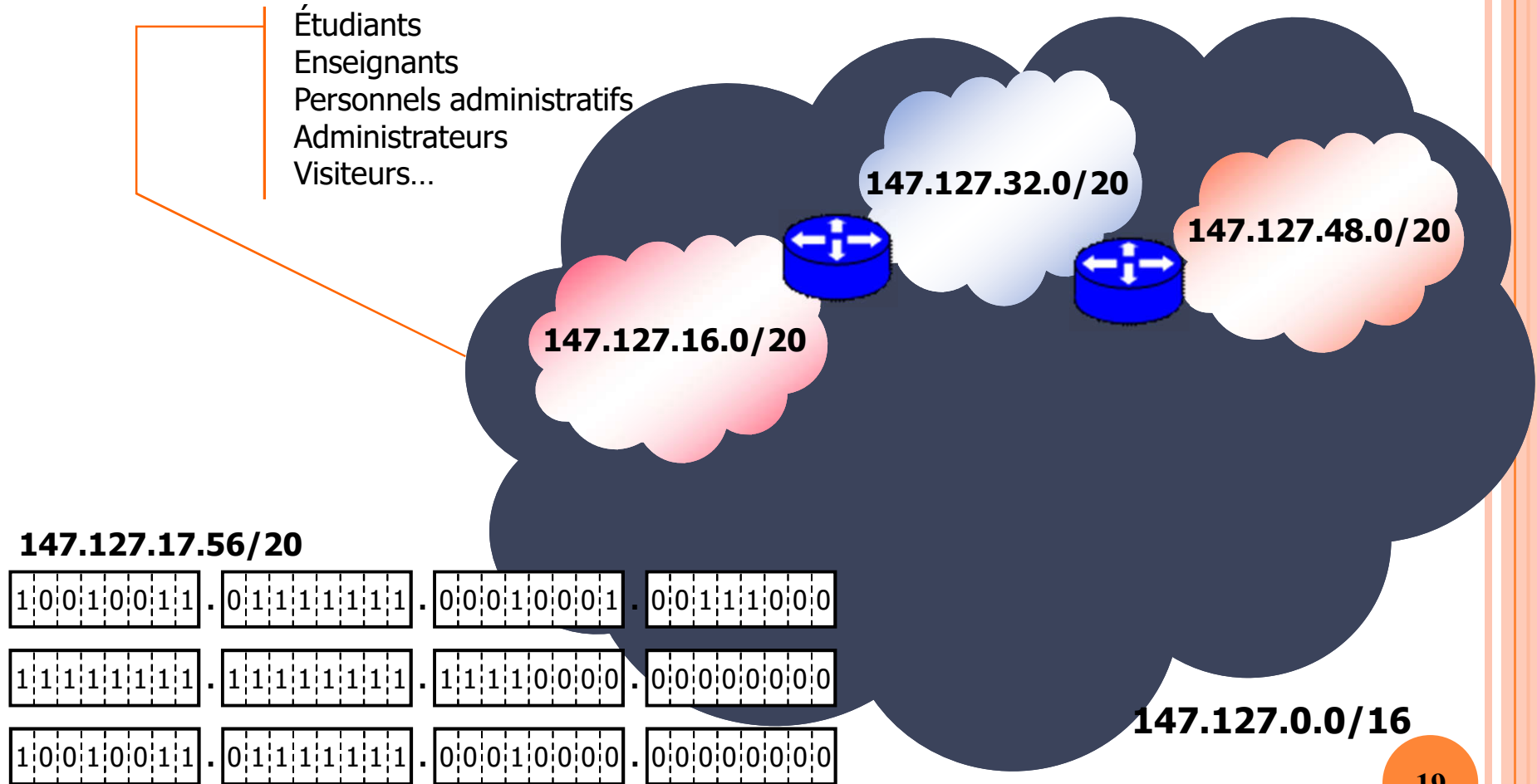
- Non routables sur Internet
 - Non unicité
 - Usage à l'origine local ou expérimental
- Les plages d'adresses
 - 10.0.0.0
 - 172.16.0.0 – 172.31.0.0
 - 192.168.0.0 – 192.168.255.0
- wooclap5

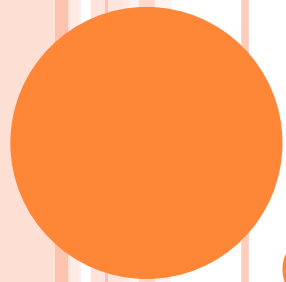


L'ADRESSAGE IPv4

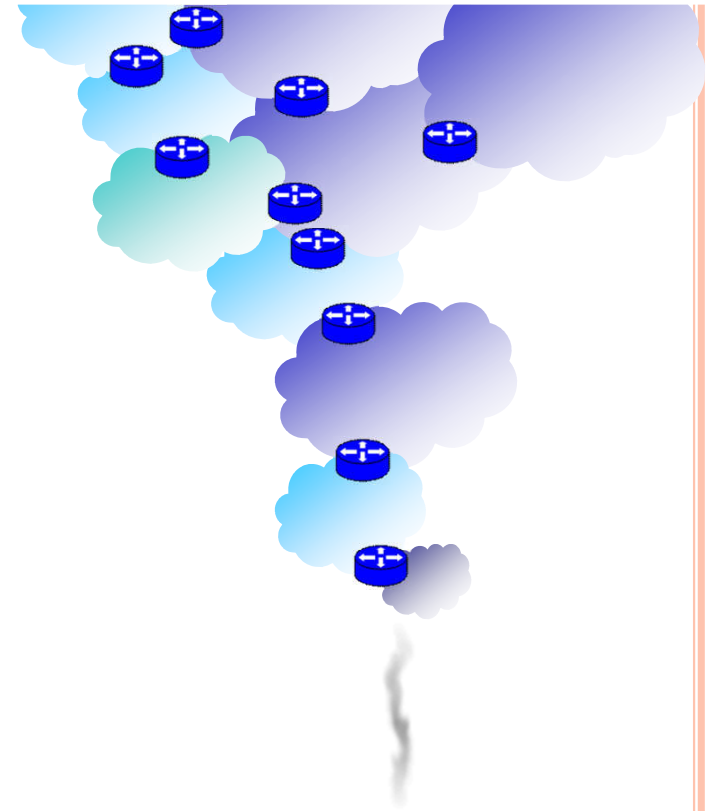
DÉCOUPAGE D'UNE PLAGE EN SOUS-RÉSEAUX *WOOLAP6*

Étudiants
Enseignants
Personnels administratifs
Administrateurs
Visiteurs...





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

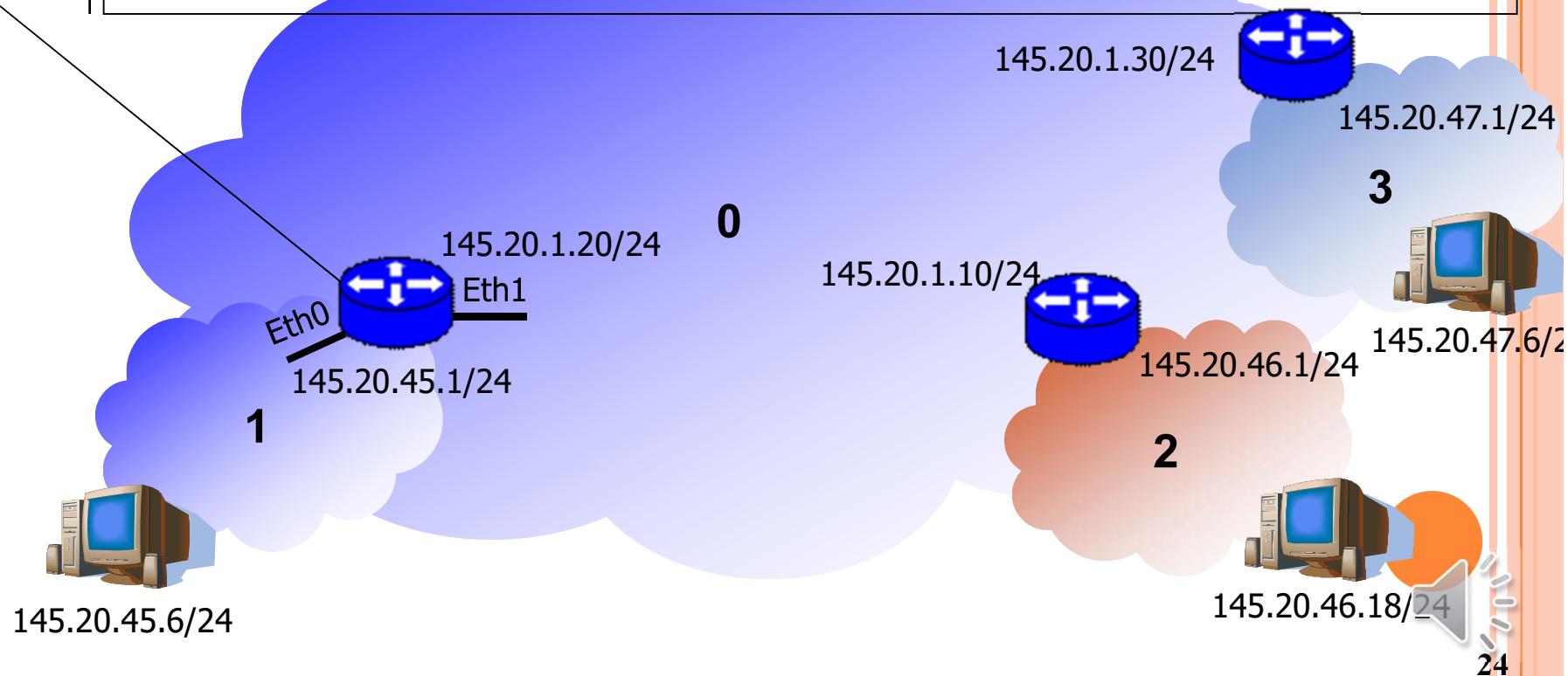


3.3 – LE ROUTAGE IP

ILLUSTRATION

Table de routage

Destination	Masque	Passerelle	Flag	Interface
145.20.45.0	255.255.255.0	*	U	eth0
145.20.1.0	255.255.255.0	*	U	eth1
145.20.46.0	255.255.255.0	145.20.1.10	UG	eth1
145.20.47.0	255.255.255.0	145.20.1.30	UG	eth1



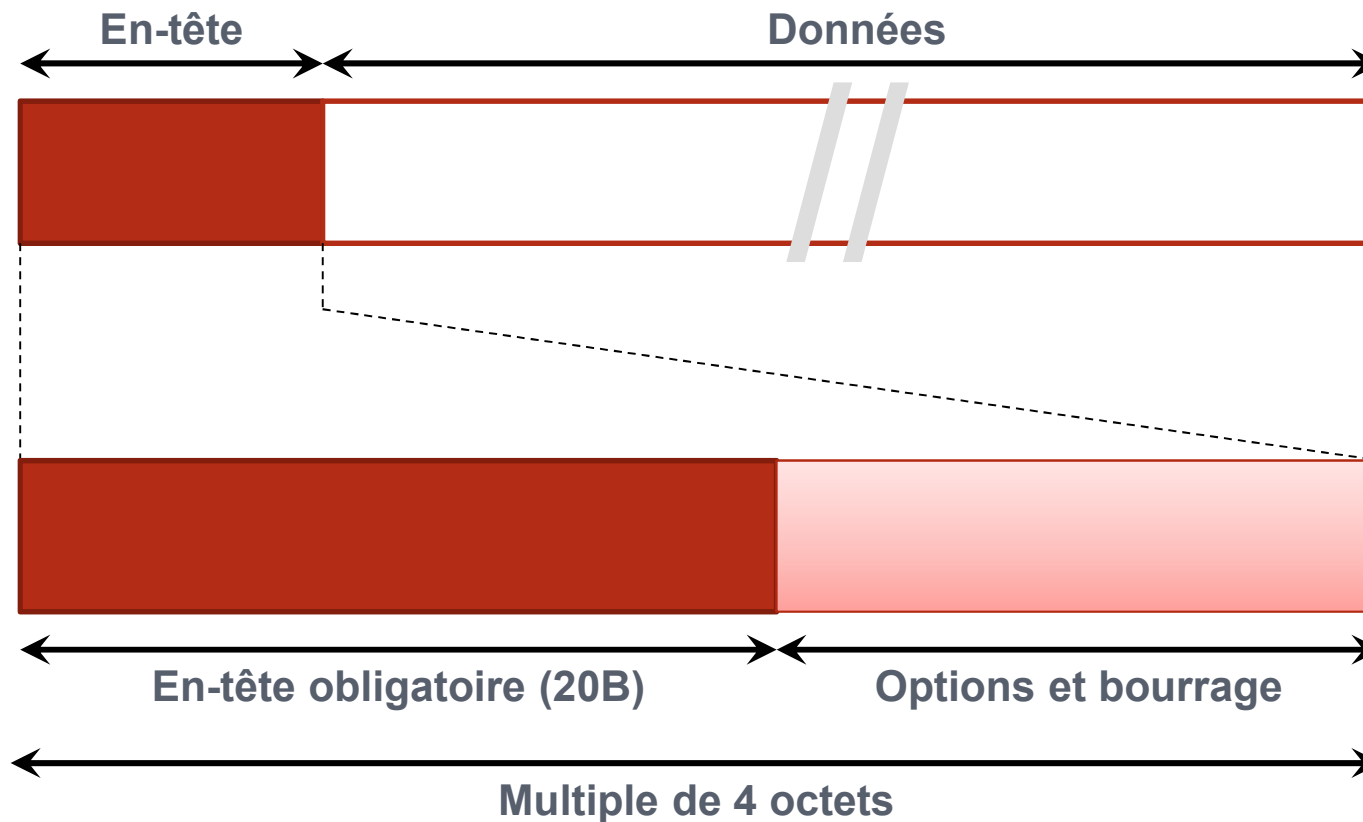


CONSTRUIRE LE PAQUET IPv4



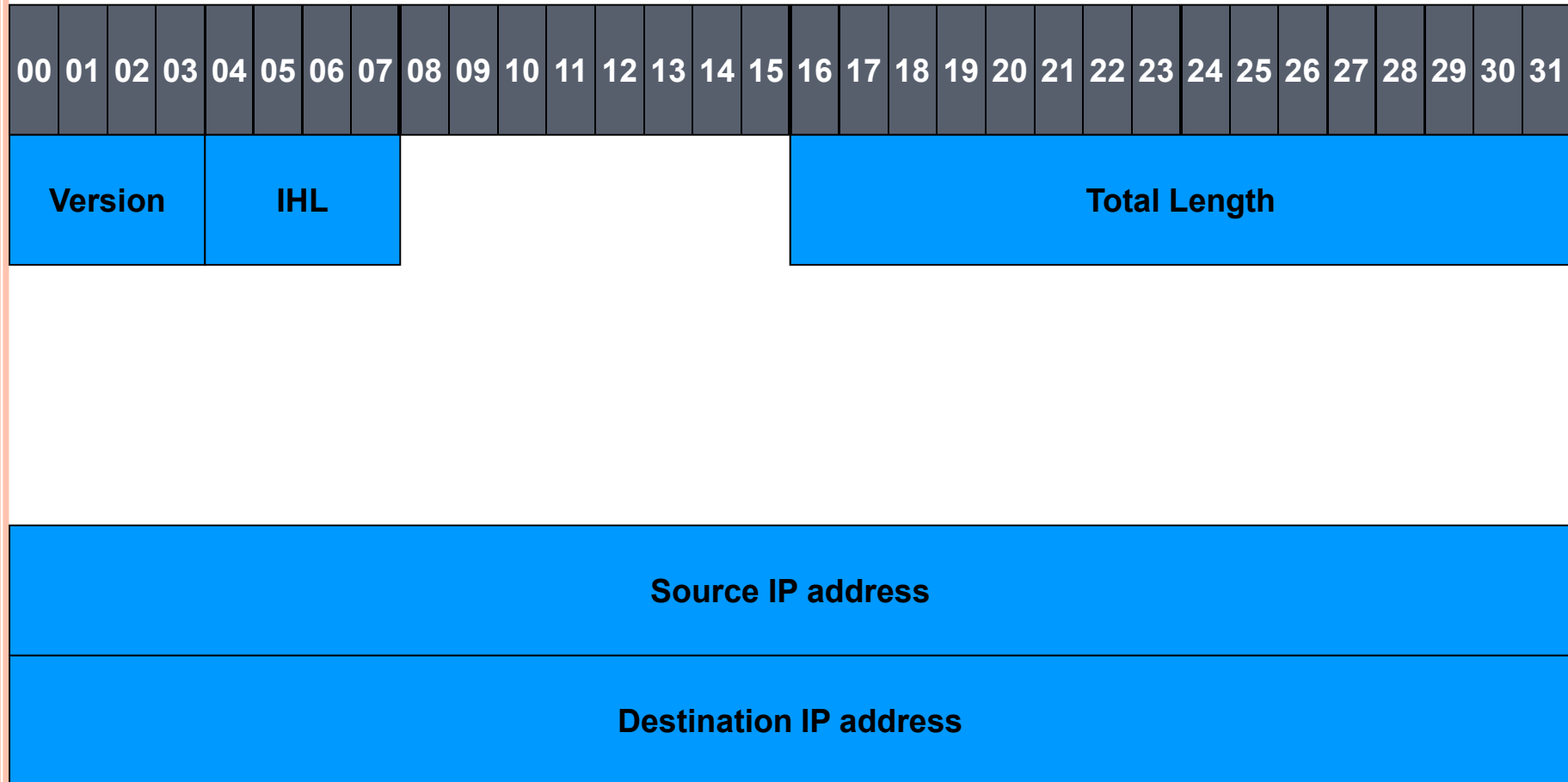
Le format des messages

Vue d'ensemble

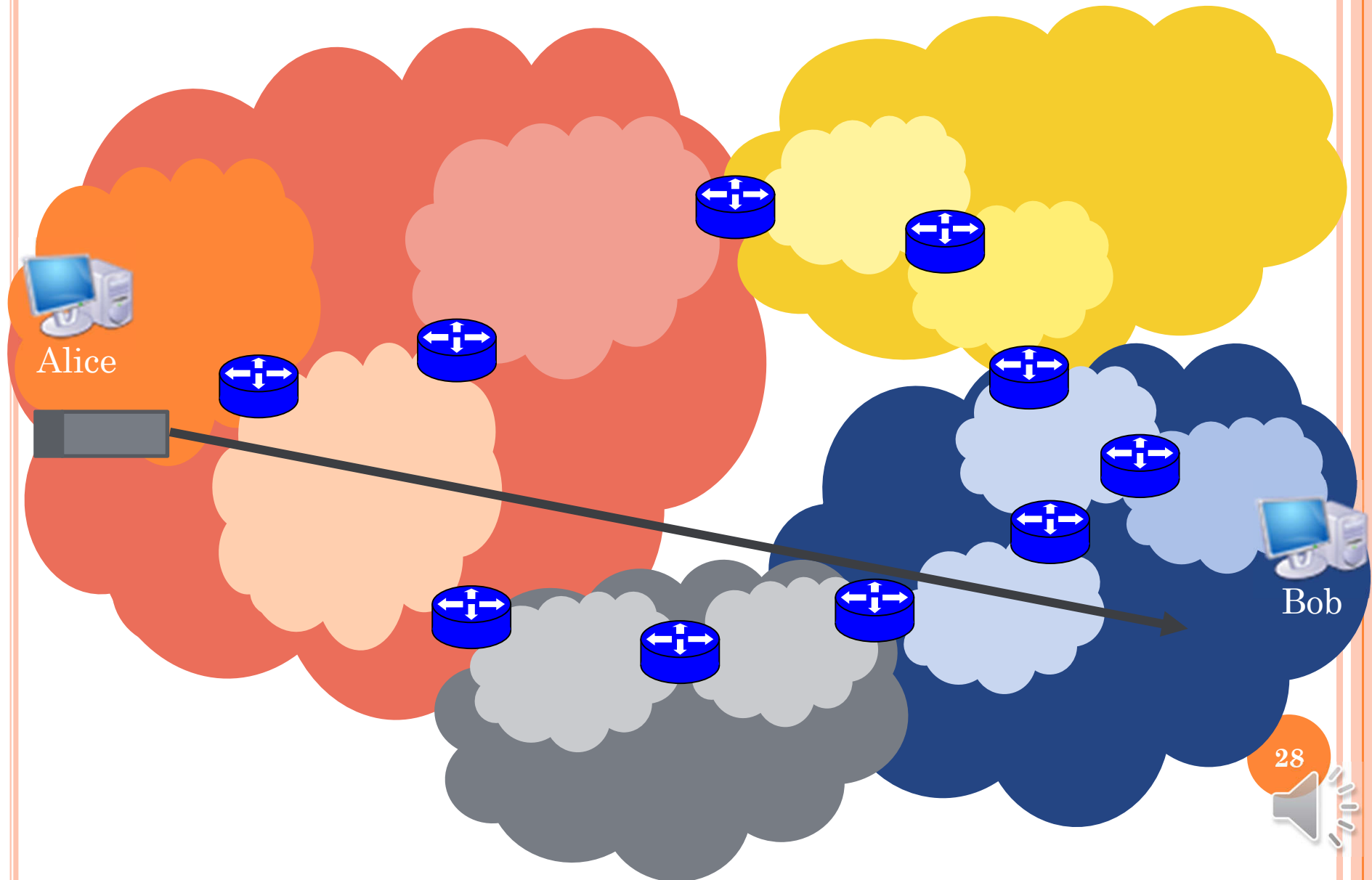


Le format des messages

Construire l'en-tête



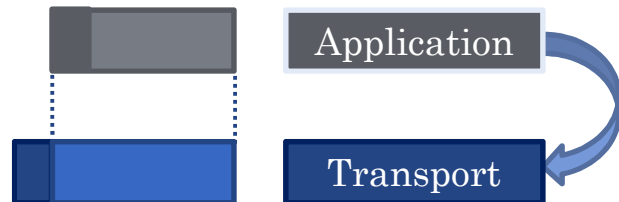
VUE D'ENSEMBLE – APPLICATION



VUE D'ENSEMBLE – TRANSPORT



Alice



Application

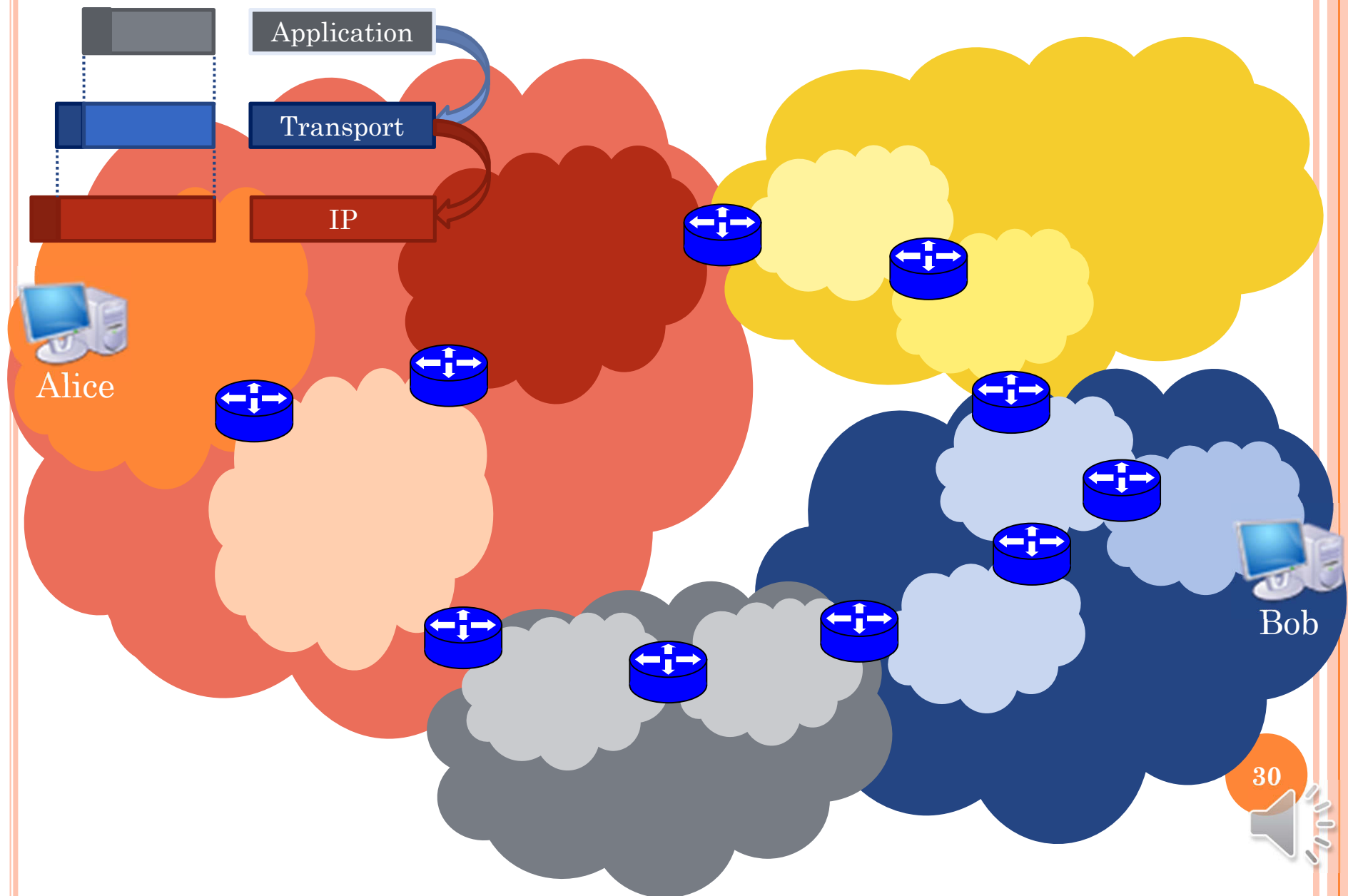
Transport



Bob

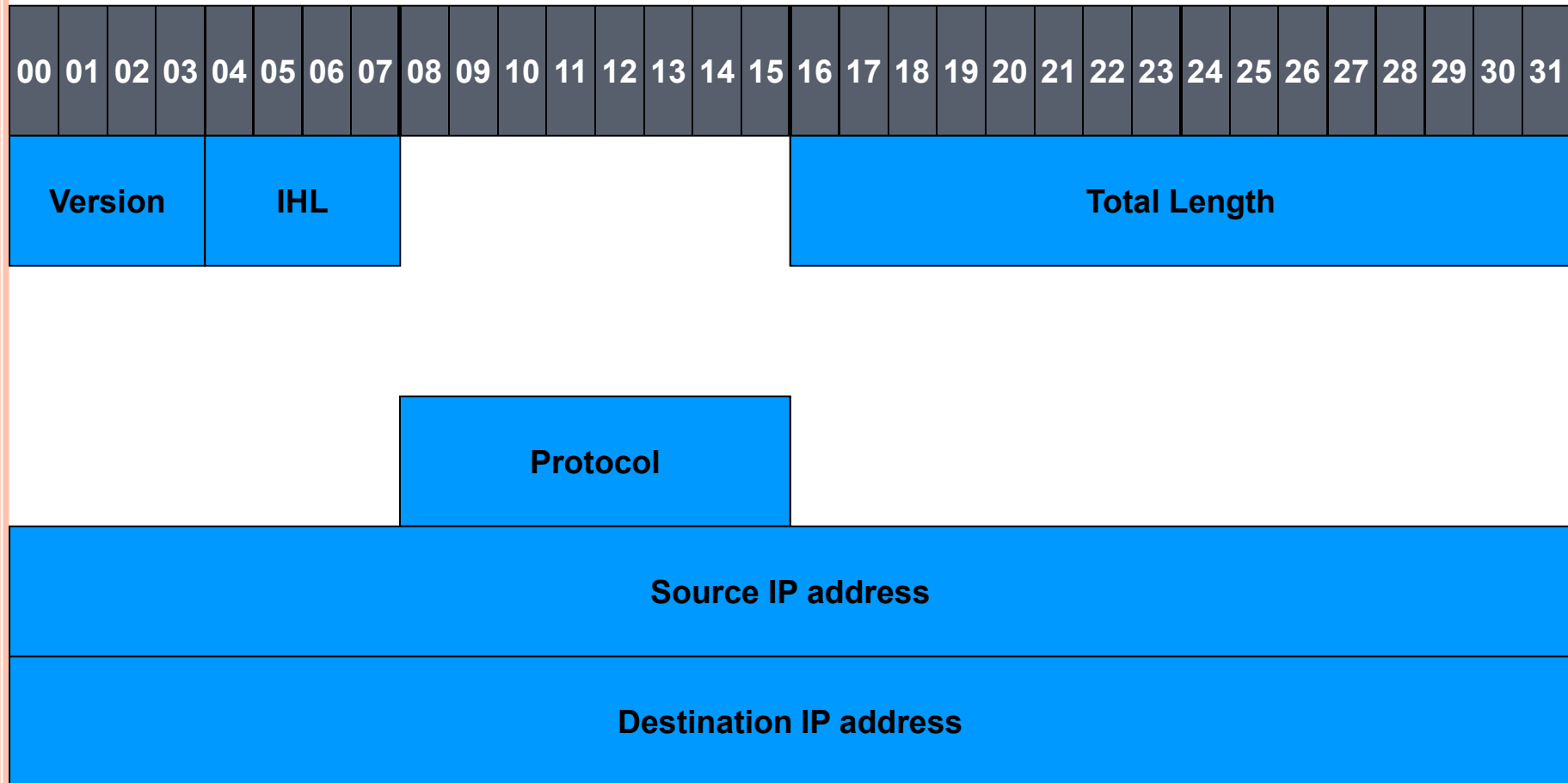


VUE D'ENSEMBLE - IP



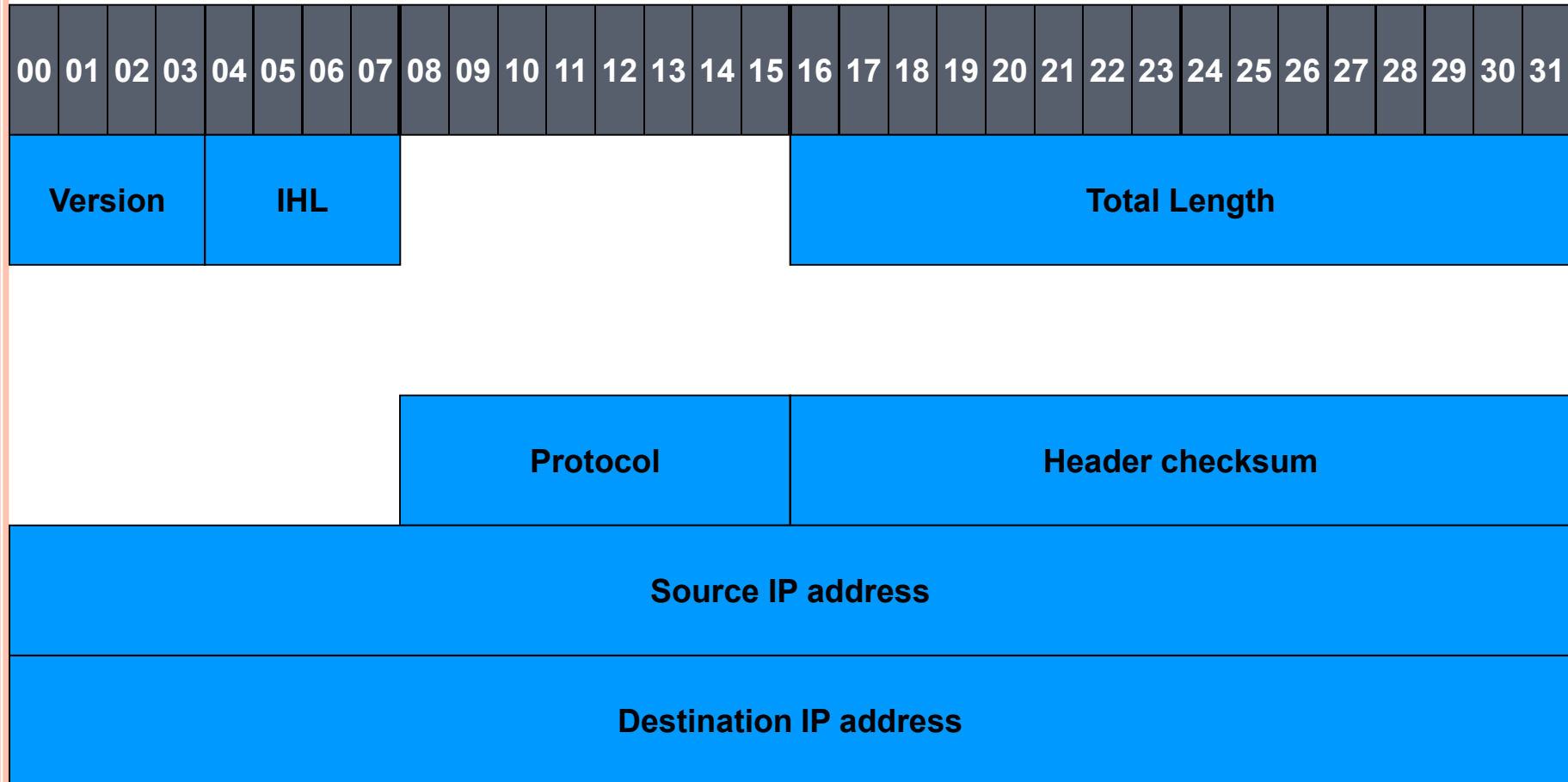
Le format des messages

Construire l'en-tête - Protocol

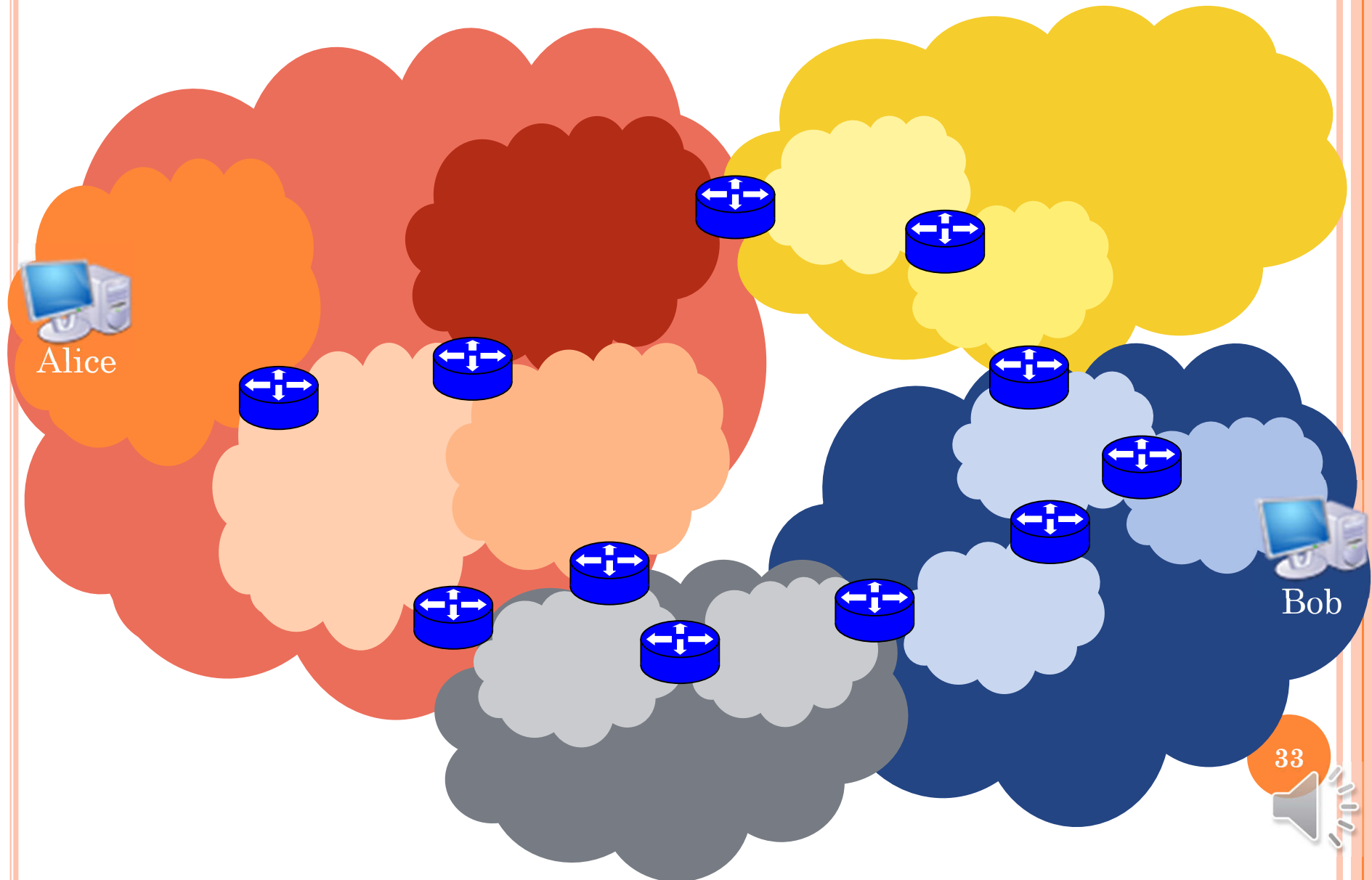


Le format des messages

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

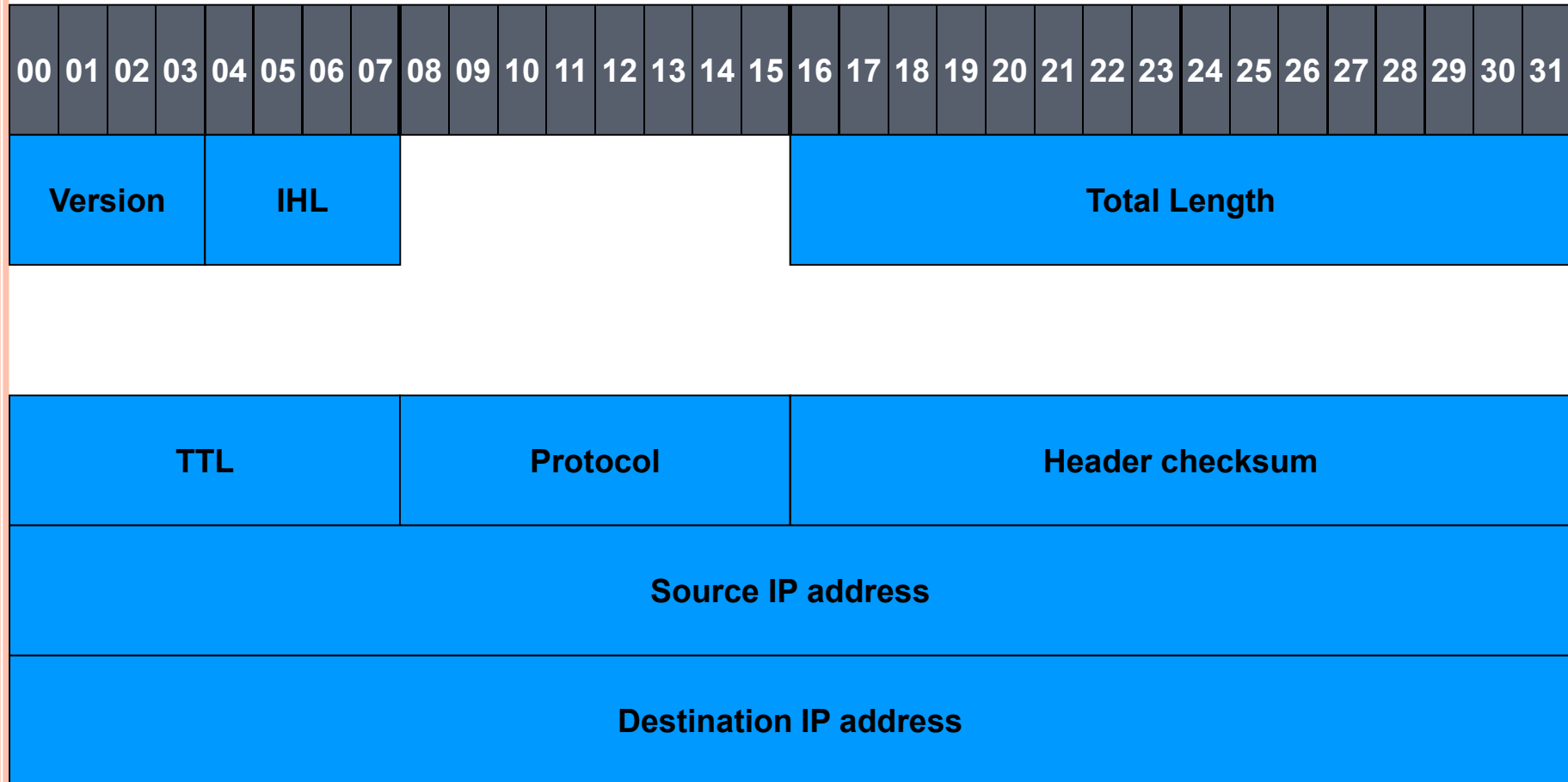


VUE D'ENSEMBLE – LES BOUCLES

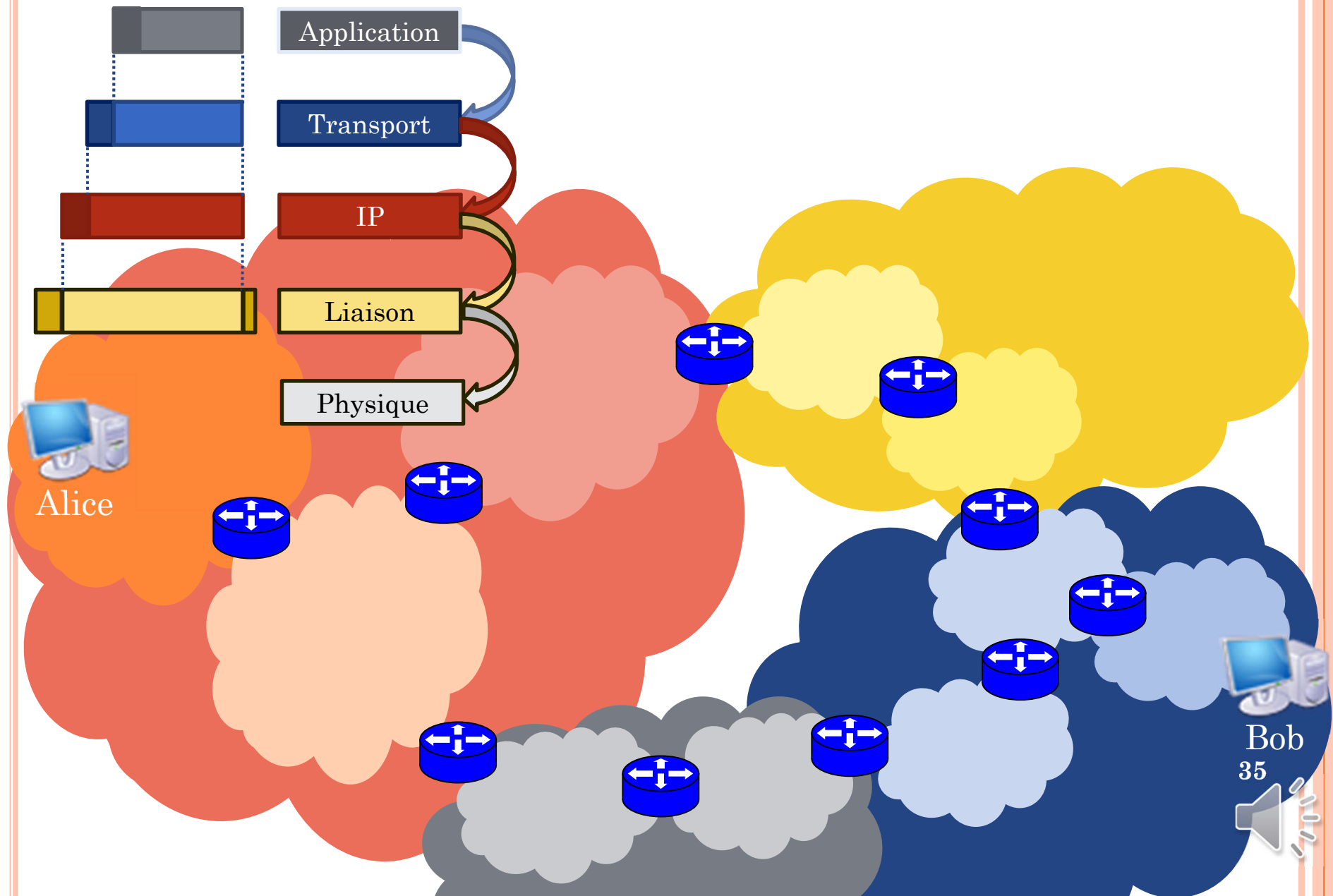


Le format des messages

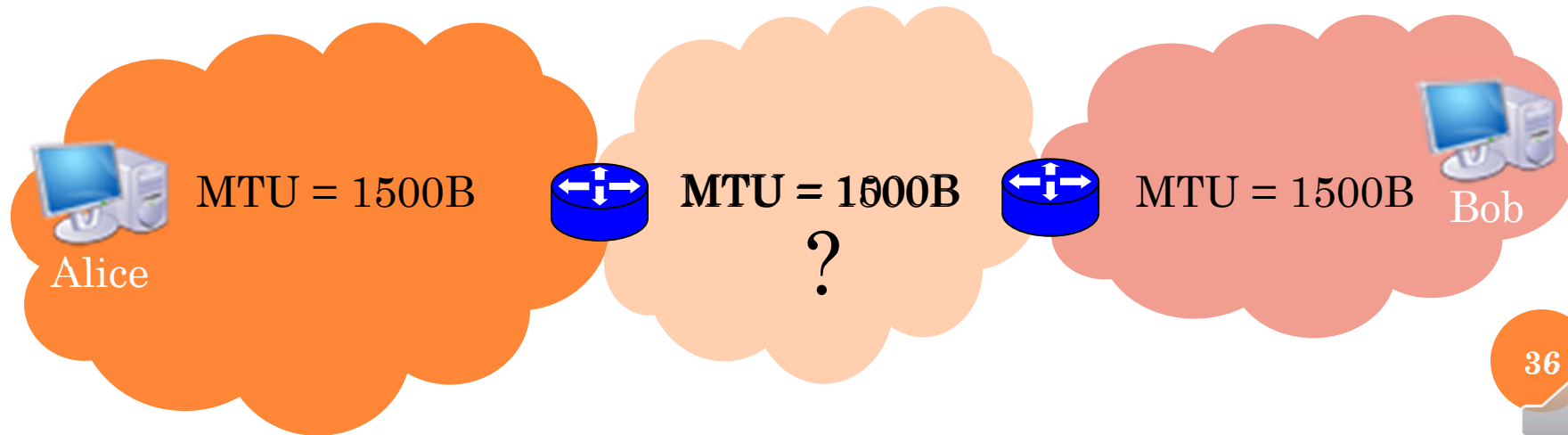
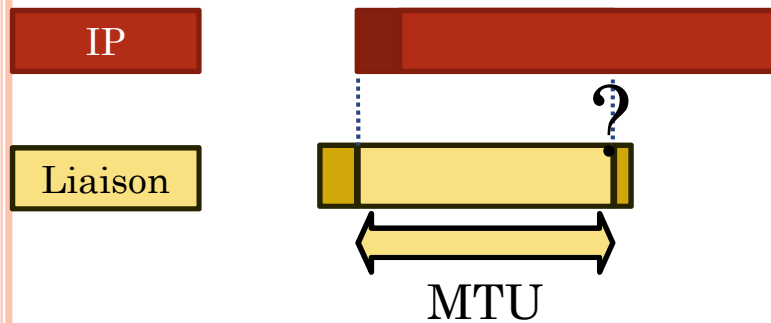
Construire l'en-tête - Protocol



VUE D'ENSEMBLE – LIAISON ET PHYSIQUE



MAXIMUM TRANSMISSION UNIT



Le format des messages

Construire l'en-tête - fragmentation

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																		
Identification																R	DF	MF	Fragment offset															
TTL								Protocol								Header checksum																		
Source IP address																																		
Destination IP address																																		

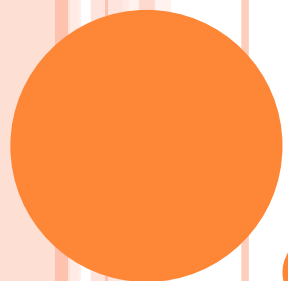


Le format des messages

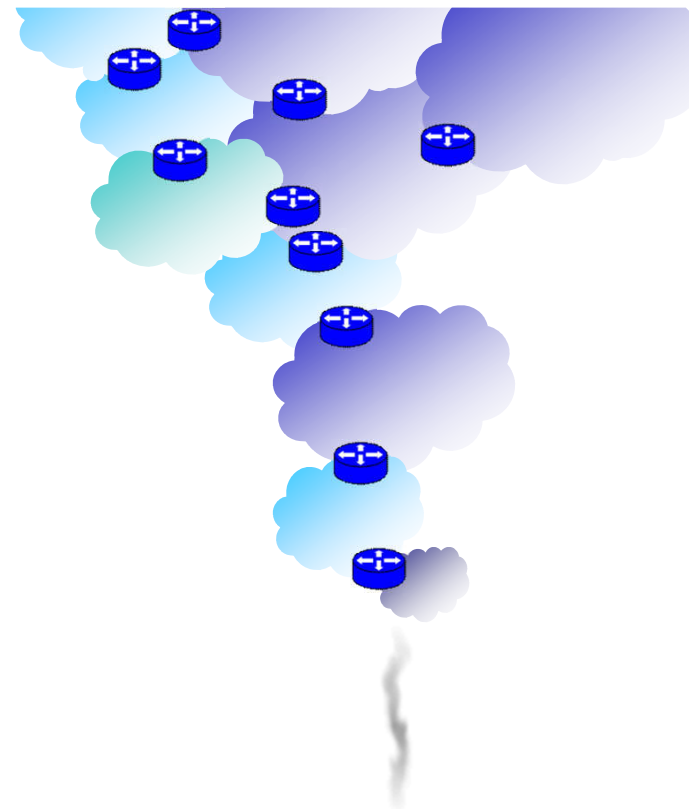
Construire l'en-tête - ToS

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				ToS								Total Length																		
Identification																R	DF	MF	Fragment offset															
TTL								Protocol								Header checksum																		
Source IP address																																		
Destination IP address																																		

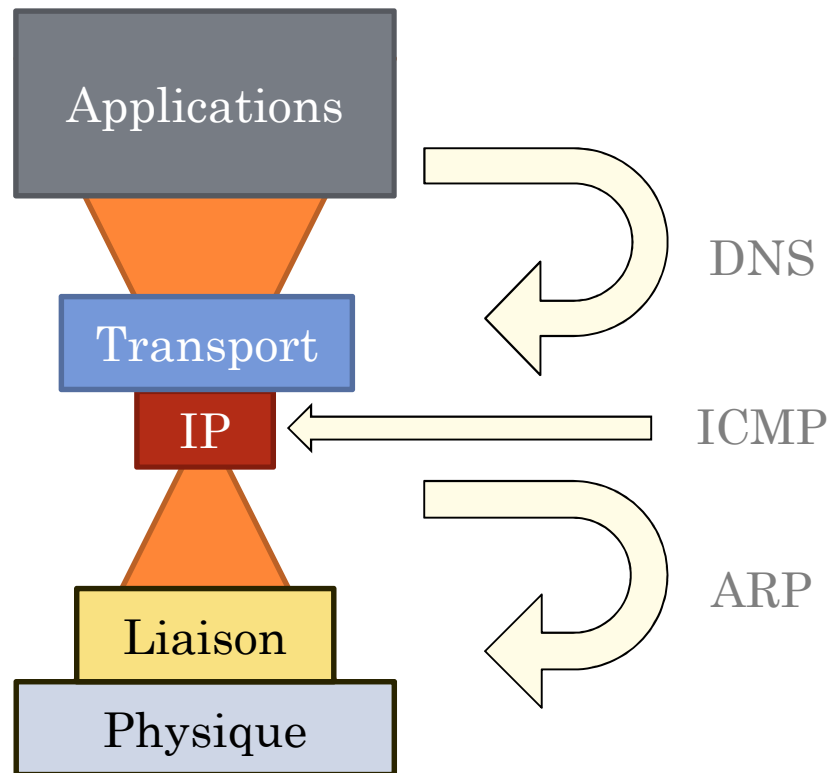




AUTOUR D'IP



MODÈLE IP



capsule vidéo – modèle plus complet



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



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...



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

