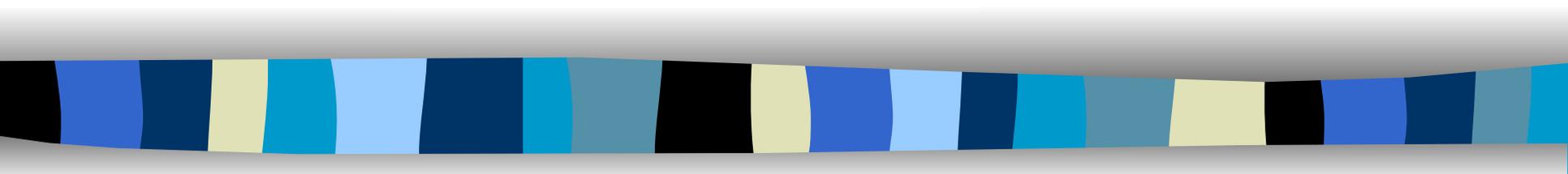


Protocole IP

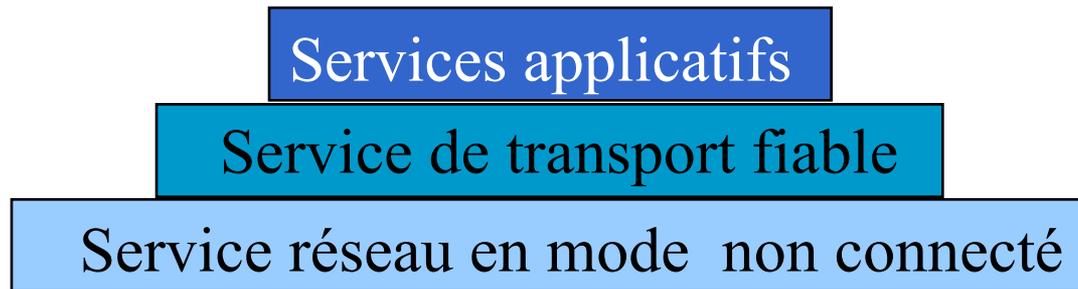


Dominique SERET

IP : Internet Protocol

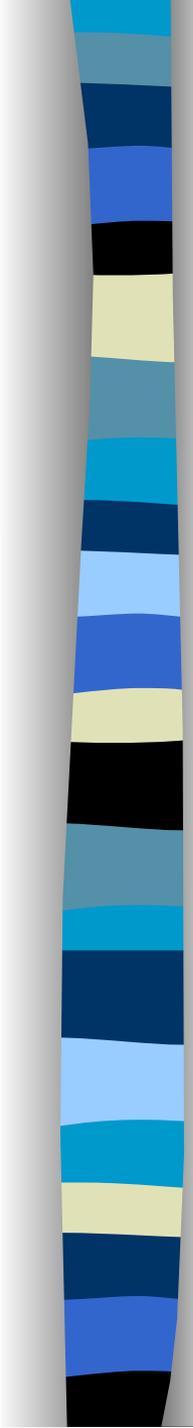
- Internet Protocol ou IP

- réalise les fonctionnalités de la couche réseau selon le modèle OSI
- se situe au coeur de l'architecture TCP/IP qui met en oeuvre un mode de transport fiable (TCP) sur un service réseau en mode non connecté



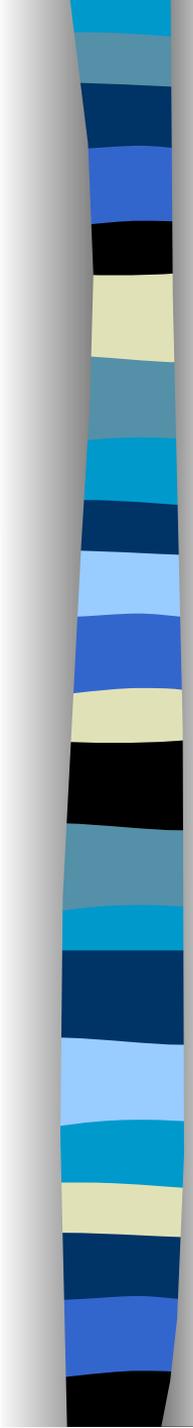
Octobre 2000

Dominique SERET -
Université Boré



Le service offert par IP

- Le service offert par le protocole IP est dit non fiable :
 - remise de paquets non garantie,
 - sans connexion (paquets traités indépendamment les uns des autres),
 - pour le mieux (best effort, les paquets ne sont pas éliminés sans raison).

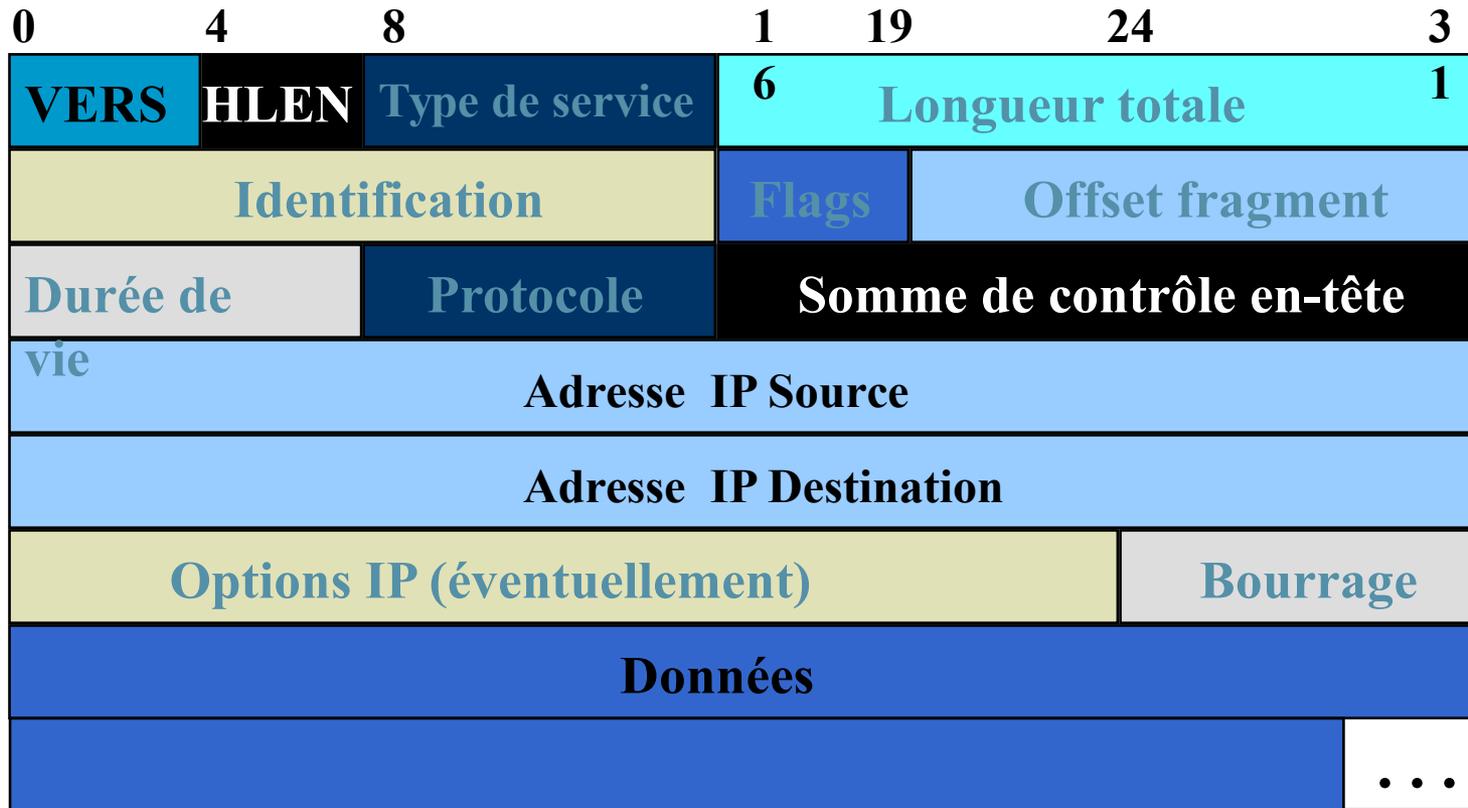


Les fonctionnalités d'IP

■ Le protocole IP définit :

- l'unité de donnée transférée dans les interconnexions :
 - le **datagramme** est l'unité de transfert de base dans un réseau internet
 - le **datagramme** est constitué d'un en-tête et d'un champ de données
- la fonction de routage,
- les règles qui mettent en oeuvre la remise de paquets en mode non connecté.

Format du datagramme



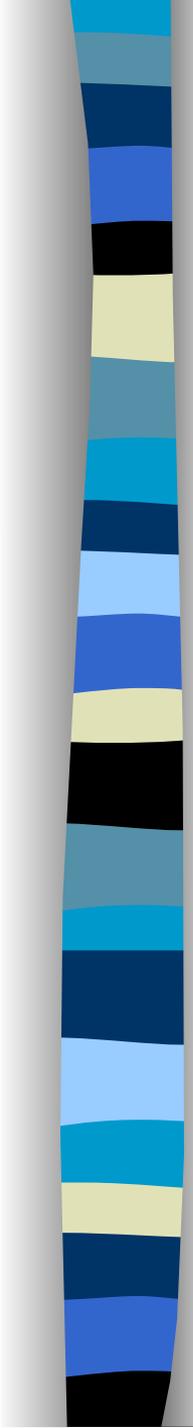
Signification des champs (1)

- **VERS** : numéro de version de protocole IP, actuellement version 4, (bientôt version 6)
- **HLEN** : longueur de l'en-tête en mots de 32 bits, (égal à 5 s'il n'y a pas d'option)
- **Longueur totale** : longueur totale du datagramme en octets (en-tête + données)
- **Type de service** : indique comment le datagramme doit être géré
 - **PRECEDENCE (3 bits)** : définit la priorité du datagramme ; en général ignoré par les machines et passerelles (pb de congestion).
 - **Bits D, T, R** : indiquent le type d'acheminement désiré du datagramme, permettant à un routeur de choisir entre plusieurs routes (si elles existent) : D signifie délai court, T signifie débit élevé et R signifie grande fiabilité.



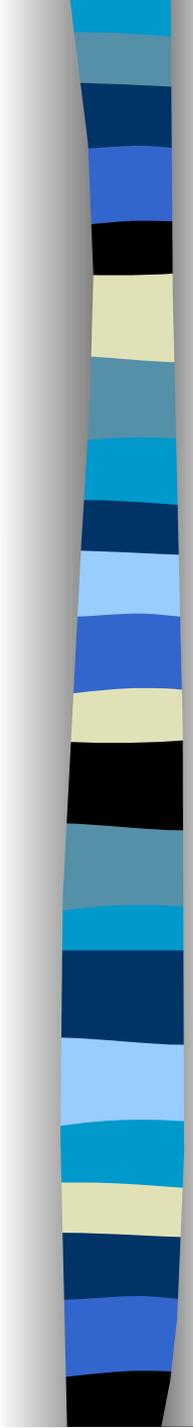
Octobre 2000

Dominique SERET -
Université Boné



Signification des champs (2)

- FRAGMENT OFFSET, FLAGS, IDENTIFICATION : les champs de la fragmentation.
 - Sur toute machine ou routeur mettant en oeuvre TCP/IP, une unité maximale de transfert (*Maximum Transfert Unit* ou MTU) définit la taille maximale d'un datagramme véhiculé sur le réseau physique correspondant
 - lorsque le datagramme est routé vers un réseau physique dont le MTU est plus petit que le MTU courant, le routeur fragmente le datagramme en un certain nombre de fragments, véhiculés par autant de trames sur le réseau physique correspondant
 - lorsque le datagramme est routé vers un réseau physique dont le MTU est supérieur au MTU courant, le routeur route les fragments tels quels,
 - le destinataire final reconstitue le datagramme initial à partir de l'ensemble des fragments reçus ; la taille de ces fragments correspond au plus petit MTU emprunté sur le réseau. Si un seul des fragments est perdu, le datagramme initial est considéré comme perdu : la probabilité de perte d'un datagramme augmente donc avec la fragmentation.

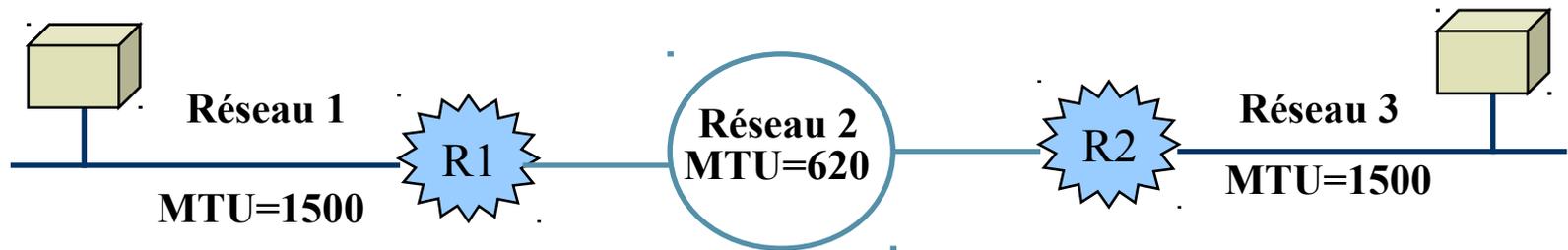


Signification des champs (2 bis)

■ FRAGMENT OFFSET, FLAGS, IDENTIFICATION

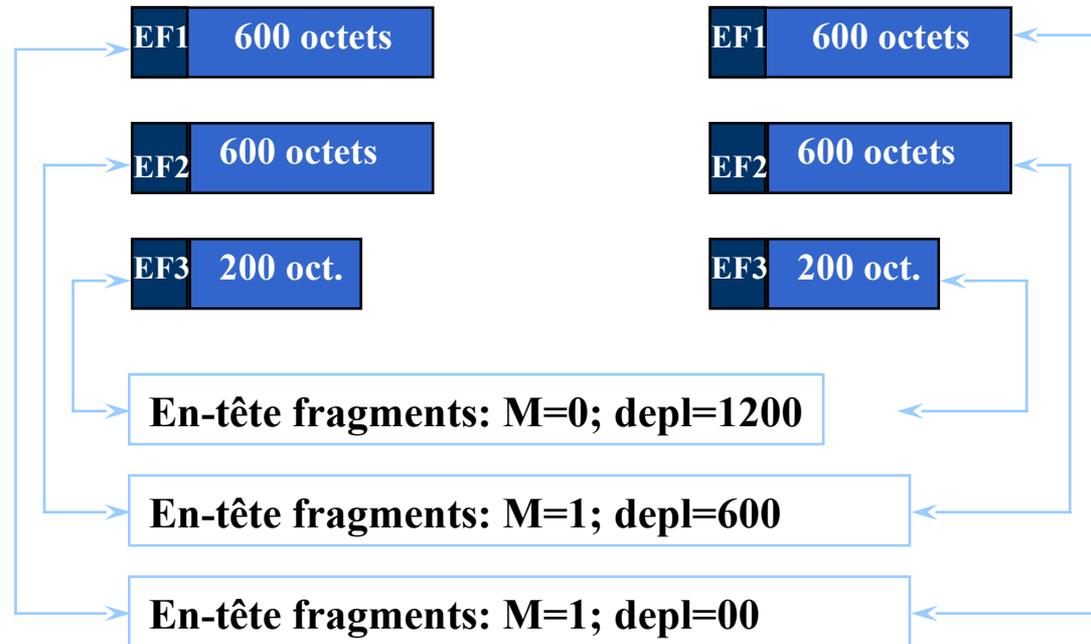
- **FRAGMENT OFFSET** : indique le déplacement des données contenues dans le fragment par rapport au datagramme initial. C'est un multiple de 8 octets ; la taille du fragment est donc également un multiple de 8 octets.
- chaque fragment a une structure identique à celle du datagramme initial, seul les champs FLAGS et FRAGMENT OFFSET sont spécifiques.
- **IDENTIFICATION** : entier qui identifie le datagramme initial (utilisé pour la reconstitution à partir des fragments qui ont tous la même valeur).
- **FLAGS** contient un bit appelé "*do not fragment*" (01X)
- un autre bit appelé "*More fragments*" (FLAGS = 001 signifie d'autres fragments à suivre) permet au destinataire final de reconstituer le datagramme initial en identifiant les différents fragments (milieu ou fin du datagramme initial)

La fragmentation



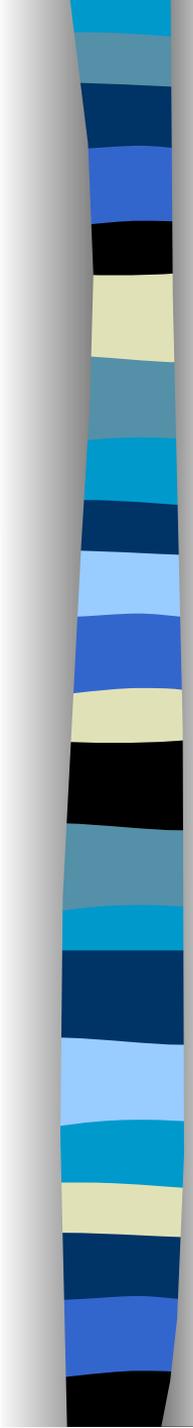
En-tête datagramme

EF1 et EF2 ont le bit More (M) positionné.
Le déplacement (depl) est relatif au datagramme initial.



Octobre 2000

Dominique SERET -
Université René



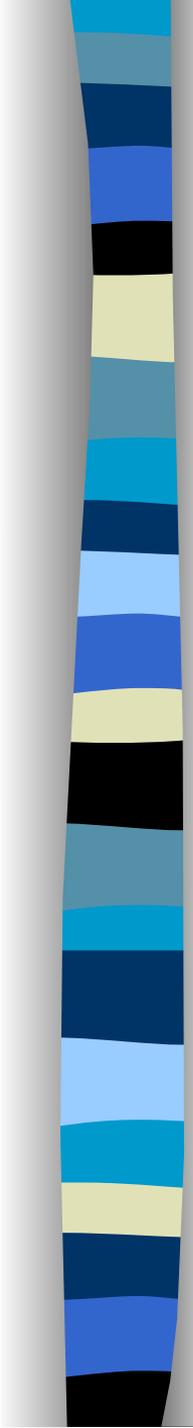
Signification des champs (3)

■ Durée de vie

- Ce champ indique en secondes, la durée maximale de transit du datagramme sur l'internet. La machine qui émet le datagramme définit sa durée de vie.
- Les routeurs qui traitent le datagramme doivent décrémenter sa durée de vie du nombre de secondes (1 au minimum) que le datagramme a passé pendant son séjour dans le routeur ; lorsque celle-ci expire le datagramme est détruit et un message d'erreur est renvoyé à l'émetteur.

■ Protocole

Ce champ identifie le protocole de niveau supérieur dont le message est véhiculé dans le champ données du datagramme :
6 = TCP, 17 = UDP, 1 = ICMP.



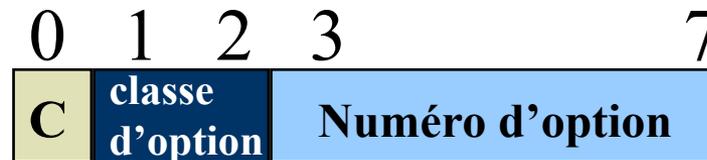
La somme de contrôle

- Ce champ permet de détecter les erreurs survenant dans l'en-tête du datagramme, et par conséquent l'intégrité du datagramme.
- Le total de contrôle d'IP porte sur l'en-tête du datagramme et non sur les données véhiculées. Lors du calcul, le champ HEADER CHECKSUM est supposé contenir la valeur 0 :

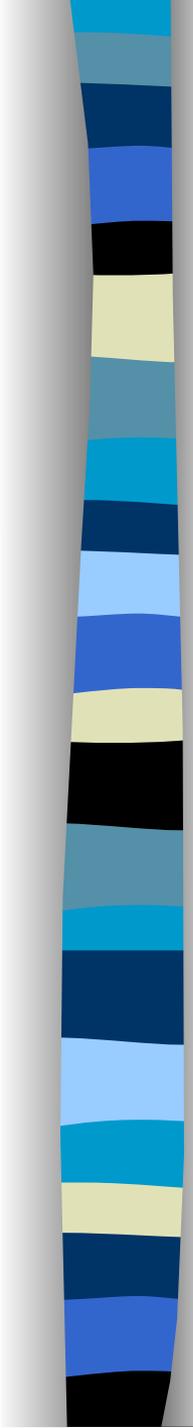
- xxxx xxxx xxxx xxxx VERS, HLEN, TYPE OF SERVICE
- xxxx xxxx xxxx xxxx TOTAL LENGTH
- xxxx xxxx xxxx xxxx ID. FLAGS, FRAGMENT OFFSET
- xxxx xxxx xxxx xxxx TIME TO LIVE, PROTOCOL
- 0000 0000 0000 0000 HEADER CHECKSUM
- xxxx xxxx xxxx xxxx IP SOURCE
- xxxx xxxx xxxx xxxx IP SOURCE
- xxxx xxxx xxxx xxxx IP DESTINATION
- xxxx xxxx xxxx xxxx IP DESTINATION
- ... OPTIONS éventuelles + PADDING

Les options du datagramme

- Le champ OPTIONS est facultatif et de longueur variable. Les options concernent essentiellement des fonctionnalités de mise au point. Une option est définie par un champ octet



- copie (C) indique que l'option doit être recopiée dans tous les fragments (c=1) ou bien uniquement dans le premier fragment (c=0).
- les bits classe d'option et numéro d'option indiquent le type de l'option et une option particulière de ce type



Les options du datagramme (2)

Enregistrement de route (classe = 0, option = 7) permet à la source de créer une liste d'adresse IP vide et de demander à chaque passerelle d'ajouter son adresse dans la liste.

Routage strict prédéfini par l'émetteur (classe = 0, option = 9) prédéfinit le routage qui doit être utilisé dans l'interconnexion en indiquant la suite des adresses IP.

Routage lâche prédéfini par l'émetteur (classe = 0, option = 3) autorise, entre deux passages obligés, le transit par d'autres intermédiaires.

Horodatage (classe = 2, option = 4) permet d'obtenir les temps de passage (*timestamp*) des datagrammes dans les routeurs. Exprimé en heure et date universelle