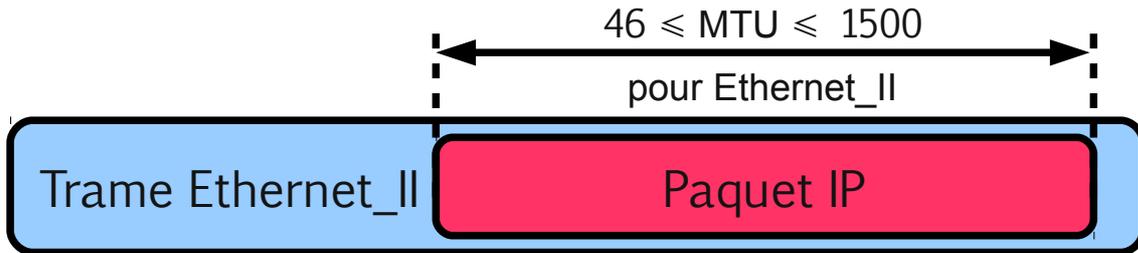


Protocole IP

La couche réseau IP assure l'**acheminement des paquets** à travers un réseau. Ce protocole peut transférer des données pour de nombreux protocoles de plus haut niveau (UDP, TCP, ICMP, ...). Ces paquets sont ensuite transmis à la couche Interface afin d'y être **encapsulés dans des trames** (par exemple Ethernet).

MTU

Le MTU (Maximum Transmission Unit) est la **taille maximale d'un paquet** pouvant être transmis en une seule fois (sans fragmentation) sur une interface. Il correspond donc à la longueur en octets du champ DATA de la trame qui encapsule ce paquet.



Paramétrage du MTU pour l'interface eth0 sous Linux :

```
ifconfig eth0 eth0 mtu 100
```

Paramétrage du MTU pour l'interface "Connexion au réseau local" sous Windows :

```
netsh interface ipv4 set interface "Connexion au réseau local"  
mtu=100 store=persistent
```

Manipulation

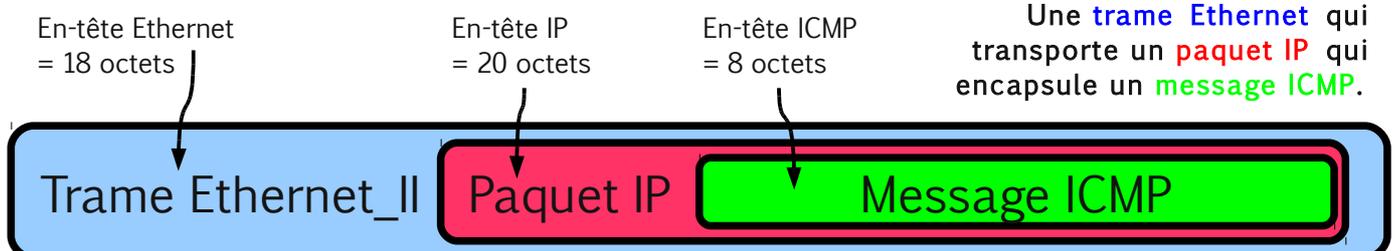


Le MSS (*Maximum Segment Size*) désigne la quantité de données en octets que peut contenir un paquet seul et non fragmenté. Le MSS pourra donc garantir une non fragmentation des paquets. Le MSS se calcule de la manière suivante : $MSS = MTU - \text{En-tête IP} - \text{En-tête TCP}$
Par exemple avec un MTU de 1500, on aura : $MSS = 1500 - 20 - 20 = 1460$ octets.

ping est le nom d'une commande informatique réseau permettant d'envoyer une requête **ICMP** (demande d'ECHO ou **echo-request**) d'une machine à une autre machine. Elle attend en retour une réponse d'ECHO (**echo-reply**). Selon la réponse (ou non), on connaît l'état de la machine distante. Cette commande réseau de base permet d'obtenir des informations et en particulier le temps de réponse de la machine à travers le réseau et aussi quel est l'état de la connexion avec cette machine (renvoi d'un code d'erreur correspondant).

ICMP (*Internet Control Message Protocol - Protocole de message de contrôle sur Internet*) est un protocole de niveau 3 sur le modèle OSI, qui permet le contrôle des erreurs de transmission. En effet, comme le protocole IP ne gère que le transport des paquets et ne permet pas l'envoi de messages d'erreur, c'est grâce à ce protocole qu'une machine émettrice peut savoir qu'il y a eu un incident de réseau (par exemple lorsqu'un service ou un hôte est inaccessible). Il est détaillé dans la RFC 792. Bien qu'il soit à un niveau équivalent au protocole IP, un paquet ICMP est néanmoins encapsulé dans un paquet IP.

Une **trame Ethernet** qui transporte un **paquet IP** qui encapsule un **message ICMP**.



Fragmentation

Lorsque la taille du paquet IP est plus grand que la valeur du MTU, la machine ou la passerelle le fragmente en un certain nombre de fragments transportés par autant de trames sur le support physique. Le destinataire final reconstitue le paquet initial à partir de l'ensemble des fragments reçus. On rappelle que les paquets peuvent emprunter des chemins différents pour atteindre une machine destinatrice.

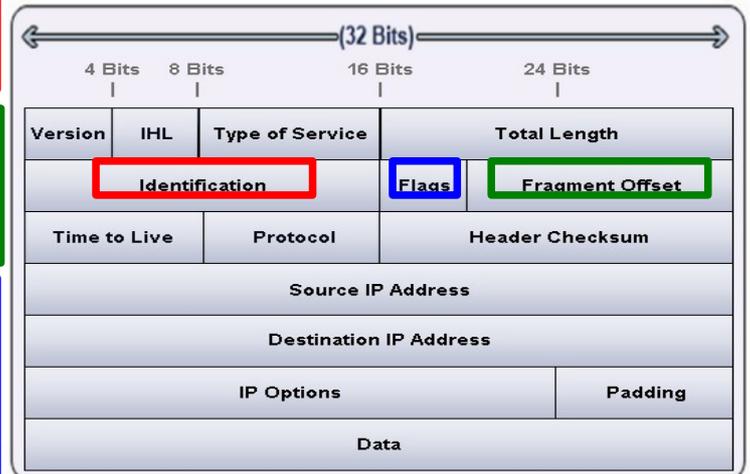
Remarque : si un seul des fragments est perdu, le paquet est considéré comme perdu.

Dans un paquet IP, les champs utilisés pour la fragmentation sont :

Identification : entier sur 16 bits qui identifie le paquet initial. Tous les fragments auront le même ID.

FRAGMENT OFFSET : valeur sur 13 bits indiquant la position des données (contenues dans le fragment) par rapport au paquet initial. Cette valeur est toujours un multiple de 8 octets.

FLAGS : 3 bits (dont le bit de poids fort n'est pas utilisé) : X DF MF
DF : Don't Fragment,
MF : More Fragments,
- MF = 1 : il y a d'autres fragments
- MF = 0 : dernier fragment



Exemple de manipulation avec un MTU de 1500 octets

Le paquet est trop gros ($1473 + 20 + 8 = 1501 > \text{MTU}$) et une fragmentation sera réalisée :

```
$ ping -s 1473 www.google.fr
PING www.1.google.com (209.85.229.104) 1473(1501) bytes of data.
```

Remarque : avec l'option -M do, on interdit la fragmentation.

Le paquet est trop gros ($1473 + 20 + 8 = 1501 > \text{MTU}$) et une fragmentation serait nécessaire (ici le paquet n'est pas envoyé) :

```
$ ping -M do -s 1473 www.google.fr
PING www.1.google.com (209.85.229.104) 1473(1501) bytes of data.
From 192.168.52.2 icmp_seq=1 Frag needed and DF set (mtu = 1500)
```

Par contre avec un paquet égal au MTU ($1472 + 20 + 8 = 1500 == \text{MTU}$), il n'y aura pas de fragmentation :

```
$ ping -M do -s 1472 www.google.fr
PING www.1.google.com (209.85.229.104) 1472(1500) bytes of data.
64 bytes from ww-in-f104.google.com (209.85.229.104)
```

TTL

Le **TTL** (*Time To Live*) est l'expression en secondes (ou en nombre de routeurs traversés) de la durée maximale de séjour du paquet dans un réseau. Chaque routeur qui traite ce paquet décrémente le TTL d'une unité (compteur de routeurs). Si le TTL devient nul, son paquet IP n'est plus relayé (indication d'une erreur de paquet qui boucle). Le routeur détruit alors le paquet et retourne un paquet ICMP d'erreur vers l'émetteur.

Une utilisation détournée de ce champ permet de "tracer" la route empruntée par un paquet (voir la commande **traceroute** ou **tracert**).