

Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique
Institut Supérieur des Études Technologiques de Zaghuan
Département Technologies de l'Informatique



Module
**Réseaux Locaux d'Entreprises
& Architecture TCP/IP**
Chapitre 7
**Introduction à TCP/IP & les Protocoles ARP, RARP
& ICMP**

Elaboré par
Rim BRAHMI

Public cible
**2^{ème} année Licence Appliquée en Réseaux et Services
Informatiques**

Année universitaire 2019-2020

Table de matières

Chapitre 7 : Introduction à TCP/IP & les Protocoles ARP, RARP et ICMP.....	3
Leçon1 : Introduction à TCP/IP	4
Introduction	5
I. TCP est un modèle en couches.....	5
I.1. L'intérêt d'un système en couches	5
I.2. Le modèle OSI	6
I.3. Le modèle TCP/IP	7
II. Services et protocoles	9
III. Modèle client serveur	10
Conclusion.....	10
Leçon 2 : Les Protocoles ARP et RARP	11
Introduction	12
I. Le protocole ARP (Address Resolution Protocole).....	12
I.1. Fonctionnement ARP	12
I.2. Format de message ARP	13
II. Protocole RARP : « Reverse ARP ».....	15
Conclusion.....	15
Leçon 3 : Le Protocole ICMP.....	16
Introduction	17
I. La gestion des erreurs	17
II. Les messages ICMP	17
Conclusion.....	19

Chapitre 7 : Introduction à TCP/IP & les Protocoles ARP, RARP et ICMP

Vue d'ensemble

Ce chapitre présente le modèle en couche TCP/IP en détaillant les fonctionnalités offertes par chaque couche. L'interaction entre les couches est aussi introduite en citant les protocoles intervenants à savoir les protocoles ARP, RARP et ICMP. Chaque protocole a été détaillé en précisant son fonctionnement avec un exemple.

Objectifs

- Connaître l'histoire et les principes de base des modèles en couche OSI et TCP/IP.
- Comprendre le principe du protocole ARP.
- Comprendre le principe du protocole RARP.
- Acquérir les connaissances de base sur le protocole ICMP.
- Identifier les différents champs du paquet ICMP.
- Utiliser les utilitaires ping et trace route pour tester la connectivité réseau.

Prérequis

U.E Fondement réseaux, U.E Architecture et système I

Durée de déroulement

- 2h de Cours
- 1 séance (1h) de TD

Elements de contenu

- Introduction à TCP/IP
- Les protocoles ARP et RARP
- Le protocole ICMP

Leçon1 : Introduction à TCP/IP

Objectif général	<ul style="list-style-type: none">• Connaître l'histoire et les principes de base des modèles en couche OSI et TCP/IP.
Objectifs spécifiques	<ul style="list-style-type: none">• Savoir les modes de transfert• Comprendre la notion de services et protocoles• Identifier les différentes couches du modèle TCP/IP• Identifier les équipements et le format de données par couche• Identifier les protocoles par couche
Volume horaire	<ul style="list-style-type: none">• Cours : 1,5h
Mots clés	<ul style="list-style-type: none">• Le modèle OSI, TCP/IP, Services et protocoles...

Introduction

Le sigle TCP/IP signifie «**Transmission Control Protocol/Internet Protocol**», **TCP/IP** est une suite de protocoles.

TCP/IP représente d'une certaine façon l'ensemble des règles de communication sur internet et se base sur la notion adressage IP, c'est-à-dire le fait de fournir une adresse IP à chaque machine du réseau afin de pouvoir acheminer des paquets de données. Etant donné que la suite de protocoles TCP/IP a été créée à l'origine dans un but militaire, elle est conçue pour répondre à un certain nombre de critères parmi lesquels :

- Le fractionnement des messages en paquets ;
- L'utilisation d'un système d'adresses ;
- L'acheminement des données sur le réseau (routage) ;
- Le contrôle des erreurs de transmission de données.

I. TCP est un modèle en couches

Afin de pouvoir appliquer le modèle TCP/IP à n'importe quelles machines, c'est-à-dire indépendamment du système d'exploitation, le système de protocoles TCP/IP a été décomposé en plusieurs modules effectuant chacun une tâche précise. De plus, ces modules effectuent ces tâches les uns après les autres dans un ordre précis, on a donc un système stratifié, c'est la raison pour laquelle on parle de modèle **en couches**. Le terme de couche est utilisé pour évoquer le fait que les données qui transitent sur le réseau traversent plusieurs **niveaux de protocoles**. Ainsi, les données (paquets d'informations) qui circulent sur le réseau sont traitées successivement par chaque couche, qui vient rajouter un élément d'information (appelé en-tête) puis sont transmises à la couche suivante.

Le modèle TCP/IP est très proche du modèle OSI (modèle comportant 7 couches) qui a été mis au point par l'organisation internationale des standards (ISO, organisation internationale de normalisation) afin de normaliser les communications entre ordinateurs.

I.1. L'intérêt d'un système en couches

Le but d'un système en couches est de séparer le problème en différentes parties (les couches) selon leur niveau d'abstraction. Chaque couche du modèle communique avec une couche adjacente (celle du dessus ou celle

du dessous). Chaque couche utilise ainsi les services des couches inférieures et en fournit à celle de niveau supérieur.

I.2. Le modèle OSI

Le modèle OSI est un modèle qui comporte 7 couches, tandis que le modèle TCP/IP n'en comporte que 4. En réalité le modèle TCP/IP a été développé à peu près au même moment que le modèle OSI, c'est la raison pour laquelle il s'en inspire mais n'est pas totalement conforme aux spécifications du modèle OSI. Les couches du modèle OSI sont les suivantes :

Niveau	Nom de la couche
Niveau 1	Couche physique
Niveau 2	Couche liaison des données
Niveau 3	Couche réseau
Niveau 4	Couche transport
Niveau 5	Couche session
Niveau 6	Couche présentation
Niveau 7	Couche application

- **La couche physique** définit la façon dont les données sont physiquement converties en signaux numériques sur le média de communication (impulsions électriques, modulation de la lumière, etc.).
- **La couche liaison données** définit l'interface avec la carte réseau et le partage du média de transmission.
- **La couche réseau** permet de gérer l'adressage et le routage des données, c'est-à-dire leur acheminement via le réseau.
- **La couche transport** est chargée du transport des données, de leur découpage en paquets et de la gestion des éventuelles erreurs de transmission.

- **La couche session** définit l'ouverture et la destruction des sessions de communication entre les machines du réseau.
- **La couche présentation** définit le format des données manipulées par le niveau applicatif (leur représentation, éventuellement leur compression et leur chiffrement) indépendamment du système.
- **La couche application** assure l'interface avec les applications. Il s'agit donc du niveau le plus proche des utilisateurs, géré directement par les logiciels.

I.3. Le modèle TCP/IP

Le modèle TCP/IP, inspiré du modèle OSI, reprend l'approche modulaire (utilisation de modules ou couches) mais en contient uniquement quatre couches :

Modèle TCP/IP	Modèle OSI
Couche application	Couche application
	Couche présentation
	Couche session
Couche transport (TCP)	Couche transport
Couche internet (IP)	Couche réseau
Couche accès réseau	Couche liaison des données
	Couche physique

Nous pouvons remarquer que les couches du modèle TCP/IP ont des tâches beaucoup plus diverses que les couches du modèle OSI, étant donné que certaines couches du modèle TCP/IP correspondent à plusieurs couches du modèle OSI.

Les rôles des différentes couches sont les suivants :

Couche Accès réseau : La couche accès réseau est la première couche de la pile TCP/IP, elle offre les capacités à accéder à un réseau physique quel qu'il soit, c'est-à-dire les moyens à mettre en œuvre afin de transmettre des données via un réseau. Ainsi, la couche accès réseau contient toutes les spécifications concernant la transmission de

données sur un réseau physique, qu'il s'agisse de réseau local (Anneau à jeton - token ring, Ethernet, FDDI), de connexion à une ligne téléphonique ou n'importe quel type de liaison à un réseau. Elle prend en charge les notions suivantes :

- Acheminement des données sur la liaison
- Coordination de la transmission de données (synchronisation)
- Format des données
- Conversion des signaux (analogique/numérique)
- Contrôle des erreurs à l'arrivée

Couche Internet : La couche Internet est la couche "la plus importante" (elles ont toutes leur importance) car c'est elle qui définit les datagrammes, et qui gère les notions d'adressage IP. Elle permet l'acheminement des datagrammes (paquets de données) vers des machines distantes ainsi que de la gestion de leur fragmentation et de leur assemblage à réception. La couche Internet contient 5 protocoles :

- Le protocole IP
- Le protocole ARP
- Le protocole ICMP
- Le protocole RARP
- Le protocole IGMP Les trois premiers protocoles sont les protocoles les plus importants de cette couche...

Couche Transport : Les protocoles des couches précédentes permettaient d'envoyer des informations d'une machine à une autre. La couche transport permet à des applications tournant sur des machines distantes de communiquer. Le problème consiste à identifier ces applications.

En effet, suivant la machine et son système d'exploitation, l'application pourra être un programme, une tâche, un processus... De plus, la dénomination de l'application peut varier d'un système à un autre, c'est la raison pour laquelle un système de numéro a été mis en place afin de pouvoir associer un type d'application à un type de données, ces identifiants sont appelés ports. La couche transport contient deux protocoles permettant à deux applications d'échanger des

données indépendamment du type de réseau emprunté (c'est-à-dire indépendamment des couches inférieures...), il s'agit des protocoles suivants :

- TCP, un protocole orienté connexion qui assure le contrôle des erreurs
- UDP, un protocole non orienté connexion dont le contrôle d'erreur est archaïque
- RTP

Couche Application : La couche application est la couche située au sommet des couches des protocoles TCP/IP. Celle-ci contient les applications réseaux permettant de communiquer grâce aux couches inférieures. Les logiciels de cette couche communiquent donc grâce à un des deux protocoles de la couche inférieure (la couche transport) c'est-à-dire TCP ou UDP.

Les applications de cette couche sont de différents types, mais la plupart sont des services réseau, c'est-à-dire des applications fournies à l'utilisateur pour assurer l'interface avec le système d'exploitation. Nous pouvons les classer selon les services qu'ils rendent :

- Les services de gestion (transfert) de fichier et d'impression
- Les services de connexion au réseau
- Les services de connexion à distance
- Les utilitaires Internet divers

II. Services et protocoles

Le modèle TCP/IP correspond à une suite de **protocoles** de différents niveaux participant à la réalisation de la communication. Nous parlons aussi de pile de protocoles afin de rappeler qu'il s'agit bien d'une architecture en couches :

Voici les principaux protocoles faisant partie de la suite TCP/IP

Modèle TCP/IP
Couche transport : TCP, UDP et RTP
Couche Internet: IP, ARP, RARP, ICMP, EIGRP, RIP, OSPF...

Couche Accès réseau : FDDI, PPP, Ethernet, Anneau à jeton (Token ring), PPP, ATM, Frame Relay, HDLC...

III. Modèle client serveur

Les applications réseaux fonctionnent sur le modèle client/serveur. Sur la machine serveur un processus serveur traite les requêtes des clients. Client et serveur dialoguent en échangeant des messages qui contiennent des requêtes et des réponses.

1. Le client passe une requête au serveur (un port)
2. Il utilise un port client
3. Le serveur écoute sur un port

Si le client et le serveur sont sur la même machine, le processus est identique

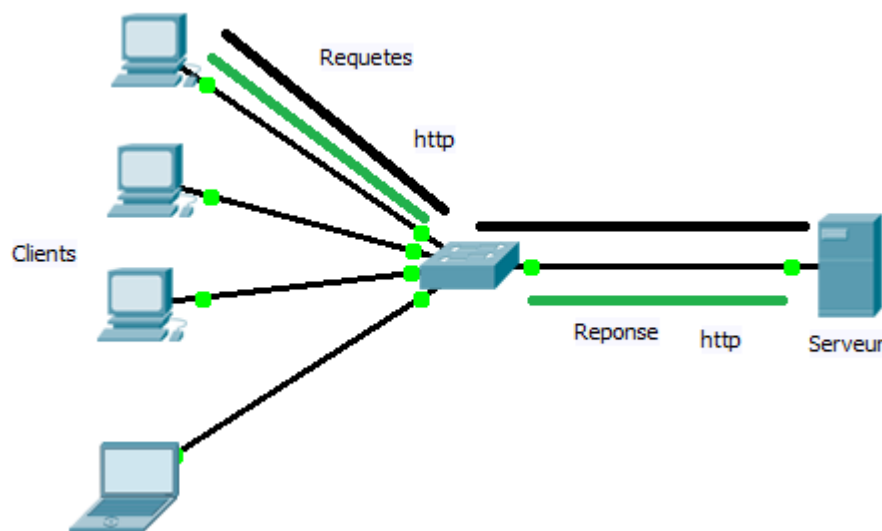


Figure 7.1. 1: Exemple Client serveur

Conclusion

Nous avons vu les modèles en couche, OSI et TCP/IP, en détaillant les différentes couches avec les principales fonctionnalités et la liste des protocoles.

Leçon 2 : Les Protocoles ARP et RARP

Objectif général	<ul style="list-style-type: none">• Connaître le principe du fonctionnement des protocoles ARP et RARP
Objectifs spécifiques	<ul style="list-style-type: none">• Comprendre le principe du protocole ARP.• Comprendre le principe du protocole RARP.
Volume horaire	<ul style="list-style-type: none">• Cours : 1,5h
Mots clés	<ul style="list-style-type: none">• La couche internet, ARP, RARP, adresse physique, adresse IP...

Introduction

La communication entre les différentes machines ne peut s'effectuer qu'à travers l'interface physique, nous avons alors besoin de l'adresse physique des deux machines pour établir une communication.

Nous appelons résolution d'adresse IP la technique qui permet de déterminer l'adresse physique à partir de l'adresse IP de la machine ou l'inverse.

I. Le protocole ARP (Address Resolution Protocole)

Le protocole ARP, fonctionne en couche Internet du modèle TCP/IP correspondant à la couche 3 (couche IP ou couche réseau) du modèle OSI. L'objectif de ARP est de permettre la résolution d'une adresse physique par l'intermédiaire de l'adresse IP correspondante d'un hôte distant. Le protocole ARP apporte un mécanisme de « translation » pour résoudre ce besoin. Ce protocole est normalisé RFC 826 "An Ethernet Address Resolution Protocol".

I.1. Fonctionnement ARP

Pour envisager une discussion entre deux hôtes se situant dans le même réseau, les deux hôtes doivent avoir connaissance des adresses physiques des machines avec lesquelles elles discutent. De ce mécanisme découle une table de conversion contenant à la fois les adresses IP et Mac. L'alimentation de cette table peut s'effectuer de deux manières, automatique via ARP ou manuelle via l'administrateur. Si les deux hôtes n'ont jamais discuté ensemble la table ARP est vide.

- La machine A possède l'adresse IP de C et veut connaître son adresse physique
- La machine A envoie un message ARP sur le réseau
- Ce message est appelé **demande ARP** et envoyé en diffusion sur le réseau.
- Chaque machine qui reçoit le message enregistre dans sa table ARP (table de correspondance) l'adresse IP et de « A » l'adresse physique de « A »
- Seule la machine « C » répond par une réponse ARP destiné à « A » et qui ne sera reçu que par cette machine.
- A la réception de ce message, la machine « A » met à jour sa table ARP

Remarque :

- L'adresse IP et l'adresse physique de l'émetteur sont toujours enregistrés dans toutes les tables ARP du réseau.
- La demande ARP est toujours envoyée en diffusion sur le réseau de la machine émettrice.

I.2. Format de message ARP

Type de réseau		Type de protocole adresse IP
Longueur d'adresse physique	Longueur d'adresse IP Protocol	Opération
Adresse physique émetteur		
Adresse physique émetteur		Adresse IP émetteur
Adresse IP émetteur		Adresse physique récepteur
Adresse physique récepteur		
Adresse IP récepteur		

Tableau 4 : Le message ARP

- **Type de réseau** : il est codé sur 2bits octets et il indique le type de réseau local utilisé par exemple = 1 pour réseau Ethernet et 19 réseaux ATM, 15 Frame Relay.
- **Type d'adresse Protocole** : il est codé sur 2 octets, il indique le type de protocole utilise (0800)
- **Longueur d'adresse physique** : il indique le nombre d'octet réservé aux adresses physique.

1.3. Exemple

- **La requête ARP** : La machine ayant l'adresse physique « 00 08 54 0b 21 77 » a besoin de l'adresse physique de la machine possédant l'adresse IP 192.168.0.1. La requête saisie se traduit comme suit avec le logiciel Wireshark

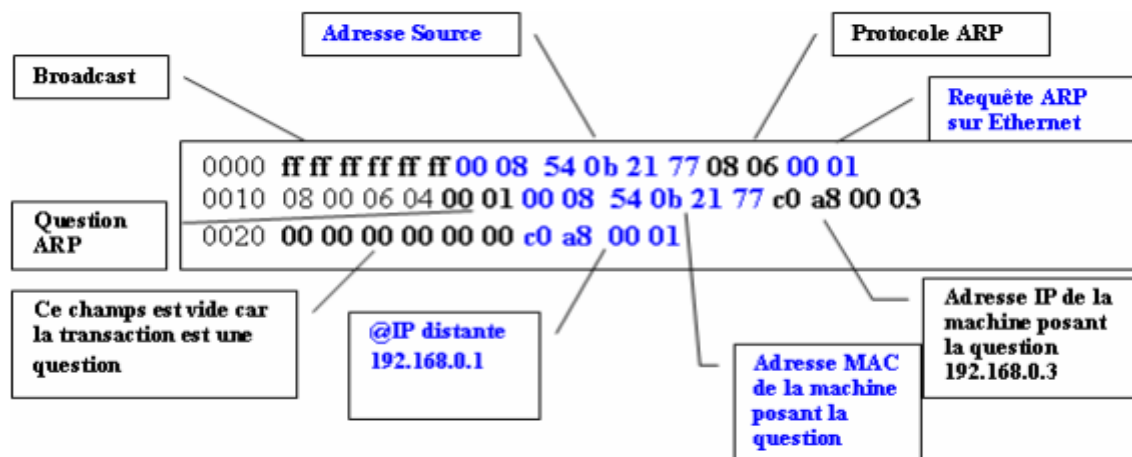


Figure 7.2. 1 : Exemple de requête ARP

- **La réponse ARP** : L'hôte destinataire qui va se reconnaître va pouvoir d'un côté alimenter sa table de conversion et répondre à l'hôte source en envoyant une trame comportant son adresse physique. Voici la traduction de cette réponse saisie grâce à Wire Shark.

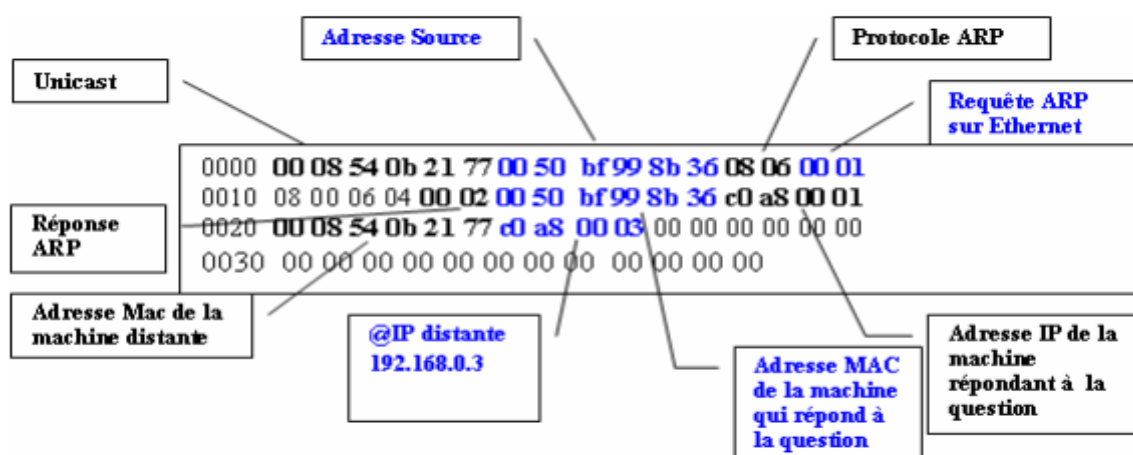


Figure 7.2. 2 : Réponse ARP

II. Protocole RARP : « Reverse ARP »

Le protocole RARP effectue le travail inverse du protocole ARP. Son rôle est de déterminer l'adresse IP d'une machine en connaissant son adresse physique à condition que les deux machines appartiennent au même réseau.

- RARP utilise les mêmes procédures de communication qu'ARP avec des requêtes transmises par diffusion et des réponses transmises en mono destinataire.
- Un ordinateur qui envoie une requête RARP essaie de découvrir une information sur lui-même.
- Comme l'hôte ne connaît pas encore son adresse IP, le champ IP de l'émetteur contient la valeur 0.0.0.0.
- RARP a été le premier protocole utilisé pour assigner automatiquement des adresses IP à des systèmes TCP/IP.

Conclusion

Les protocoles ARP et RARP diffèrent des autres protocoles TCP/IP car ils ne sont pas transmis dans les datagrammes IP. Ils se situent au niveau de la couche Internet et relient IP et Ethernet.

Leçon 3 : Le Protocole ICMP

Objectif général	<ul style="list-style-type: none">• Décrire le rôle du protocole ICMP dans un réseau IP (IPv4 et IPv6).
Objectifs spécifiques	<ul style="list-style-type: none">• Acquérir les connaissances de base sur le protocole ICMP.• Identifier les différents champs du paquet ICMP.• Utiliser les utilitaires ping et trace route pour tester la connectivité réseau.
Volume horaire	<ul style="list-style-type: none">• Cours : 1,5h
Mots clés	<ul style="list-style-type: none">• Gestion des erreurs, ICMP, ping, trace route

Introduction

ICMP est l'acronyme de 'Internet Control Message Protocol. Il est historiquement défini dans la RFC 950.

Les paquets circulent d'une passerelle vers un autre jusqu'à en trouver une qui puisse les délivrer directement à un hôte. Si une passerelle ne peut router ou délivrer directement un paquet ou si un événement anormal arrive sur le réseau comme un trafic trop important ou une machine indisponible, il faut pouvoir en informer l'hôte qui a émis le paquet. Celui-ci pourra alors réagir en fonction du type de problème rencontré. ICMP est un mécanisme de contrôle des erreurs au niveau IP

I. La gestion des erreurs

Le protocole **ICMP** (Internet Control Message Protocol) est un protocole qui permet de gérer les informations relatives aux erreurs aux machines connectées. Etant donné le peu de contrôles que le protocole IP réalise, il permet non pas de corriger ces erreurs mais de faire part de ces erreurs aux protocoles des couches voisines. Ainsi, le protocole ICMP est utilisé par tous les routeurs, qui l'utilisent pour signaler une erreur (appelé Delivery Problem).

II. Les messages ICMP

Les messages d'erreur ICMP sont transportés sur le réseau sous forme de datagramme, comme n'importe quelle donnée. Ainsi, les messages d'erreur peuvent eux-mêmes être sujet d'erreurs.

Toutefois en cas d'erreur sur un datagramme transportant un message ICMP, aucun message d'erreur n'est délivré pour éviter un effet "boule de neige" en cas d'incident sur le réseau.

Voici à quoi ressemble un message ICMP encapsulé dans un datagramme IP :

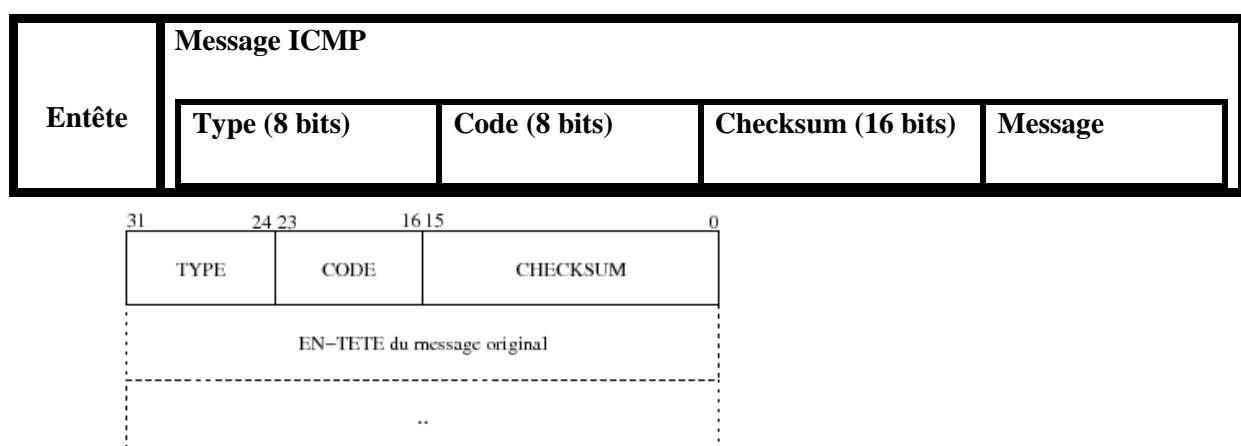


Figure 7.3. 1 : Message ICMP

Chaque message ICMP a un type particulier qui caractérise le problème qu'il signale. Un en-tête de 32 bits est composé comme suit :

- **TYPE** : contient le code d'erreur.
- **CODE** : complète l'information du champ précédent.
- **CHECKSUM** : est utilisé avec le même mécanisme de vérification que pour les datagrammes IP mais ici il ne porte que sur le message ICMP.

Signification des messages ICMP

Type	Code	Message	Signification du message
8	0	Demande d'écho	Ce message est utilisé lorsqu'on utilise la commande PING. Cette commande, permettant de tester le réseau, envoie un datagramme à un destinataire et lui demande de le restituer
3	0	Destinataire inaccessible	Le réseau n'est pas accessible
3	1	Destinataire inaccessible	La machine n'est pas accessible
3	2	Destinataire inaccessible	Le protocole n'est pas accessible
3	3	Destinataire inaccessible	Le port n'est pas accessible
3	4	Destinataire inaccessible	Fragmentation nécessaire mais impossible à cause du drapeau (flag) DF
3	5	Destinataire Inaccessible	Le routage a échoué
3	6	Destinataire Inaccessible	Réseau inconnu
11	0	Temps dépassé	Ce message est envoyé lorsque le temps de vie d'un datagramme est dépassé. L'en-tête du datagramme est renvoyé pour que l'utilisateur sache quel datagramme a été détruit
12	0	En-tête erroné	Ce message est envoyé lorsqu'un champ d'un en-tête est erroné. La position de l'erreur est retournée

15	0	Demande d'adresse Réseau	Ce message permet de demander au réseau une adresse IP
16	0	Réponse d'adresse Réseau	Ce message répond au message précédent

Conclusion

Le protocole ICMP fait partie de la couche réseaux. C'est mécanisme utile pour détecter les problèmes à l'aide de type particulier de Chaque message ICMP.