

RFC 792

Septembre 1981

Remplace : RFC 777, RFC 760

Remplace : IEN 109, IEN 128

Spécification du protocole de message de contrôle Internet

Table des matières

Introduction	1
Formats de message	1
Message Destination inaccessible	2
Message Durée de vie écoulée	3
Message Erreur de paramètre	3
Message Extinction de source	4
Message Rediriger	5
Message d'écho et Réponse d'écho"	6
Message Horodatage ou Réponse d'horodatage	7
Messages Demande d'Information et Réponse d'information	7
Résumé des types de Message	8
Références	9

Introduction

Le Protocole Internet (IP) [1] est utilisé pour la transmission de datagrammes d'hôte à hôte à l'intérieur d'un système de réseaux interconnectés appelé Catenet [2]. Les appareils raccordant les réseaux entre eux sont appelés des routeurs. Ces routeurs communiquent entre eux en utilisant le protocole Routeur à Routeur (GGP) [3], [4] afin d'échanger des informations de contrôle et de gestion du réseau. Occasionnellement, un routeur ou un hôte destinataire peut avoir à communiquer vers l'émetteur du datagramme, par exemple, pour signaler une erreur de traitement du datagramme. C'est dans cette perspective qu'a été mis en place le protocole de message de contrôle Internet (ICMP, *Internet Control Message Protocol*). Il s'appuie sur le support de base fourni par IP comme s'il s'agissait d'un protocole d'une couche supérieure. ICMP n'en reste pas moins une partie intégrante du protocole IP, et doit de ce fait être implémenté dans chaque module IP.

Les messages ICMP sont envoyés dans diverses situations : par exemple, lorsqu'un datagramme ne peut pas atteindre sa destination, lorsque le routeur manque de réserve de mémoire pour retransmettre correctement le datagramme, ou lorsque le routeur décide de viser l'hôte destinataire via une route de remplacement pour optimiser le trafic.

Le protocole Internet n'est pas absolument fiable dans sa définition. Le but de ces messages de contrôle est de pouvoir signaler l'apparition d'un cas d'erreur dans l'environnement IP, pas de rendre IP fiable. Aucune garantie que le datagramme soit acheminé ni qu'un message de contrôle soit retourné, ne peut être donnée. Certains datagrammes pourront se perdre dans le réseau sans qu'aucun message de contrôle ne le signale. Les protocoles de niveau supérieur s'appuyant sur une couche IP devront implémenter leurs propres mécanismes de contrôle d'erreur et de retransmission si leur objet nécessite un circuit de communication sécurisé.

Les messages ICMP reportent principalement des erreurs concernant le traitement d'un datagramme dans un module IP. Pour éviter d'entrer dans un cercle sans fin de réémission de message de contrôle en réponse à un autre message de contrôle, aucun message ICMP ne sera réémis en réponse à un message ICMP. De même les messages ICMP ne seront transmis qu'à propos d'erreurs de traitement du fragment zéro de datagrammes fragmentés. (Le fragment zéro est celui dont le décalage de fragment vaut zéro).

Formats de message

Les messages ICMP sont émis en utilisant l'en-tête IP de base. Le premier octet de la section de données du datagramme est le champ de type ICMP ; sa valeur détermine le format du reste des données. Tout champ marqué "non utilisé" est réservé pour extension future et doit être laissé à zéro lors de l'émission, mais les récepteurs ne devraient pas utiliser ces champs (sauf pour les inclure dans la somme de contrôle). Sauf mention contraire signalée dans une description de message spécifique, les valeurs des champs d'en-tête Internet auront la signification suivante :

Version : 4
 IHL : Longueur d'en-tête Internet en mots de 32 bits.
 Type de service : 0
 Longueur totale : Longueur de l'en-tête et des données Internet en octets.
 Identification, fanions, décalage de fragment : Utilisés par le mécanisme de fragmentation, voir [1].
 Durée de vie : Durée de vie du datagramme en secondes ; comme ce champ est diminué d'une unité pour chaque module IP traversé dans lequel le datagramme est traité, la valeur dans ce champ doit être au moins égale au nombre maximum de routeurs que ce datagramme traversera jusqu'à sa destination finale.
 Protocole : ICMP = 1
 Somme de contrôle d'en-tête : Le complément à un sur 16 bits de la somme des compléments à un de tous les mots de 16 bits de l'en-tête. Pour calculer la somme de contrôle, le champ somme de contrôle devrait être à zéro. Ce mécanisme de somme de contrôle pourrait être changé à l'avenir.
 Adresse source : L'adresse du routeur ou hôte qui compose le message ICMP. Sauf mention contraire, celle-ci peut être n'importe laquelle des adresses d'un routeur.
 Adresse destinataire : L'adresse du routeur ou hôte à qui le message devrait être envoyé.

Message "destination inaccessible"

```

      0                1                2                3
    0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
|   Type           |   Code           |   Somme de contrôle           |
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
|                                     non utilisé                                     |
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
| En-tête Internet + 64 bits du datagramme de données original |
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+

```

Champs IP :

Adresse destinataire : L'adresse et réseau source des données du datagramme original.

Champs ICMP :

Type : 3

Code :

- 0 = réseau inaccessible ;
- 1 = hôte inaccessible ;
- 2 = protocole inaccessible ;
- 3 = port inaccessible ;
- 4 = fragmentation nécessaire mais interdite ;
- 5 = échec d'acheminement source.

Somme de contrôle : Le complément à un sur 16 bits de la somme des compléments à un du message ICMP en commençant par le type ICMP. Pour calculer la somme de contrôle, le champ Somme de contrôle devrait être à zéro. Ce mécanisme de somme de contrôle sera changé dans le futur.

En-tête Internet + 64 bits du datagramme de données

L'en-tête Internet plus les 64 premiers bits du datagramme original. Ces données sont utilisées par l'hôte pour reconnaître le programme concerné par ce message. Si un protocole de niveau supérieur utilise des numéros de port, on suppose qu'ils figurent dans les 64 premiers bits de données du datagramme original.

Description

Si, compte tenu des informations contenues dans les tables de routage du routeur, le réseau indiqué dans le champ adresse de destination de l'en-tête IP du datagramme reçu est inaccessible, par exemple, la distance à ce réseau est marquée comme infinie, le routeur pourra envoyer un message destination inaccessible à l'hôte d'origine du datagramme. De plus, dans certains réseaux, le routeur peut être capable de déterminer si l'hôte destinataire est inaccessible. Les routeurs de ces réseaux peuvent envoyer des messages Destination inaccessible à l'hôte de source lorsque l'hôte de destination est inaccessible.

Si, dans l'hôte de destination, le module IP ne peut délivrer le datagramme parce que le module ou processus de protocole indiqué n'est pas activé, l'hôte de destination peut envoyer un message Destination inaccessible à l'hôte de source.

Un autre cas de figure est celui où un datagramme doit être fragmenté pour être retransmis par le routeur alors que le fanion non fragmentation est mis. Dans ce cas, le routeur doit éliminer le datagramme et peut retourner un message destination inaccessible.

Les codes 0, 1, 4, et 5 seront reçus de la part de routeurs. Les codes 2 et 3 proviendront d'hôtes.

Message "Durée de vie écoulée"

```

      0                1                2                3
      0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
|   Type   |   Code   |   Somme de contrôle   |
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
|                                     non utilisé                                     |
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
| En-tête Internet + 64 bits du datagramme de données original |
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+

```

Champs IP :

Adresse de destination : L'adresse et réseau source des données du datagramme original.

Champs ICMP :

Type : 11

Code : 0 = durée de vie écoulée dépassée pendant le transit ;
1 = temps limite de réassemblage du fragment dépassé.

Somme de contrôle : Complément à un sur 16 bits de la somme des compléments à un du message ICMP commençant par le Type ICMP. Pour le calcul de la somme de contrôle, le champ Somme de contrôle devrait être à zéro. Ce mécanisme de somme de contrôle sera changé dans le futur.

En-tête Internet + 64 bits du datagramme de données

L'en-tête Internet plus les 64 premiers bits des données du datagramme original. Ces données sont utilisées par l'hôte pour reconnaître le programme concerné par ce message. Si un protocole de niveau supérieur utilise des "numéros de port", on suppose que ces derniers apparaissent dans les 64 premiers bits de données du datagramme original.

Description

Lorsqu'un routeur traitant un datagramme trouve que le champ Durée de vie de l'en-tête IP a atteint une valeur zéro, il doit éliminer le datagramme. Le routeur peut alors en prévenir l'hôte source par le message Durée de vie écoulée.

Si un hôte réassemblant un datagramme fragmenté ne peut terminer cette opération à cause de fragments manquants au bout de la temporisation de réassemblage, il détruit le datagramme et il peut envoyer le message Durée de vie écoulée.

Si parmi les fragments reçus, aucun ne porte le numéro 0, il n'est pas utile d'envoyer ce message.

Un message de code 0 pourra provenir d'un routeur. Un message de code 1 peut être reçu provenant d'un hôte.

Message d'erreur de paramètre

```

      0                1                2                3
      0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
|   Type   |   Code   |   Somme de contrôle   |
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
| Pointeur |                                     non utilisé                                     |
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
| En-tête Internet + 64 bits du datagramme de données original |
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+

```

Champs IP :

Adresse destinataire : L'adresse et réseau source provenant des données du datagramme original.

Champs ICMP :

Type : 12

Code : 0 = l'erreur est indiquée par le pointeur.

Somme de contrôle : Le complément à un sur 16 bits de la somme des compléments à un du message ICMP commençant par le Type ICMP. Lors du calcul de la somme de contrôle, le champ Somme de contrôle devrait être à zéro. Ce mécanisme de somme de contrôle sera changé dans le futur.

Pointeur : Si code = 0, identifie l'octet où l'erreur a été détectée.

En-tête Internet + 64 bits du datagramme de données

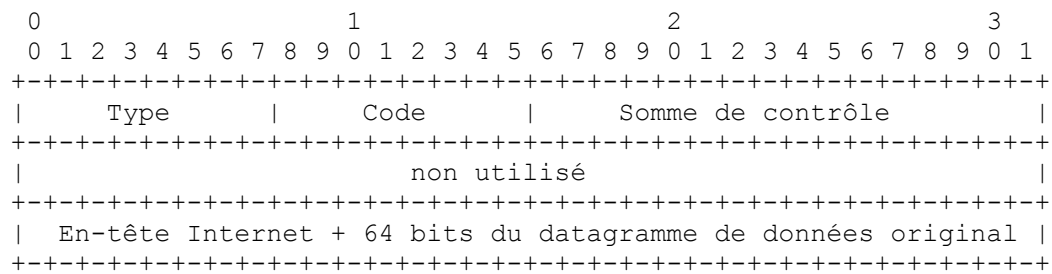
L'en-tête Internet plus les 64 premiers bits des données du datagramme original. Ces données seront utilisées par l'hôte pour reconnaître le programme concerné par ce message. Si un protocole de niveau supérieur utilise des "numéros de port", on suppose qu'ils apparaissent dans les 64 premiers bits de données du datagramme original.

Description

Si le routeur où l'hôte traitant un datagramme rencontre un problème avec les paramètres de l'en-tête qui l'empêchent de finir son traitement, le datagramme doit être détruit. Une source possible d'un tel problème est la présence d'arguments incorrects dans une option. Le routeur ou l'hôte peut aussi en avertir l'hôte source par le message Problèmes de paramètres. Ce message n'est envoyé que si l'erreur a causé l'élimination du datagramme.

Le pointeur identifie l'octet de l'en-tête du datagramme original dans lequel l'erreur a été détectée (cela peut être au milieu d'une option). Par exemple, une valeur de 1 indique un Type de service erroné, et (si l'en-tête comporte des options) 20 indique une erreur sur le code de type de la première option.

Un message de code 0 pourra provenir d'un routeur ou d'un hôte.

Message d'extinction de source**Champs IP :**

Adresse destinataire : L'adresse et réseau source des données du datagramme original.

Champs ICMP :

Type : 4

Code : 0

Somme de contrôle : Le complément à un sur 16 bits de la somme des compléments à un du message ICMP commençant par le Type ICMP. Pour calculer la somme de contrôle, le champ Somme de contrôle devrait être à zéro. Ce mécanisme de somme de contrôle sera changé dans le futur.

En-tête Internet + 64 bits du datagramme de données

L'en-tête Internet plus les 64 premiers bits des données du datagramme original. Ces données seront utilisées par l'hôte pour reconnaître le programme concerné par ce message. Si un protocole de niveau supérieur utilise des "numéros de port", on suppose qu'ils figurent dans les 64 premiers bits des données du datagramme original.

Description

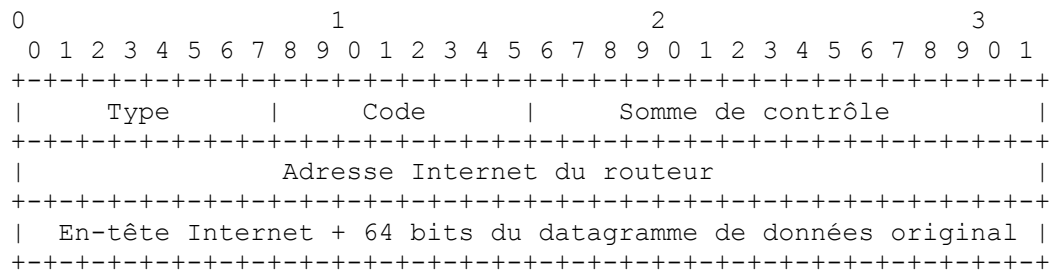
Un routeur peut éliminer des datagrammes Internet s'il n'a pas l'espace de mémoire tampon nécessaire pour mettre en file d'attente les datagrammes à émettre sur le prochain réseau sur le chemin du réseau de destination. Si un routeur élimine un datagramme, il peut envoyer un message Extinction de source à l'hôte de source Internet du datagramme. Un

hôte de destination peut aussi envoyer le message Extinction de source si les datagrammes arrivent trop rapidement pour qu'il puisse les traiter. Le message Extinction de source demande à l'hôte de source de diminuer auquel il envoie du trafic à la destination Internet. Le routeur peut envoyer un message Extinction de source pour chaque datagramme éliminé. À réception du message Extinction de source, l'hôte de source devrait diminuer son débit d'émission vers la destination spécifiée jusqu'à ce qu'il ne reçoive plus de messages Extinction de source de la part du routeur. L'hôte de source peut alors graduellement augmenter son débit d'envoi de trafic pour cette destination jusqu'à recevoir de nouveau des messages Extinction de source.

Le routeur ou l'hôte peut envoyer le message Extinction de source lorsqu'il approche de sa limite de capacité plutôt que d'attendre que cette capacité soit dépassée. Ceci veut dire que le datagramme de données ayant déclenché l'émission du message Extinction de source peut être délivré.

Le code 0 peut provenir d'un hôte ou d'un routeur.

Message Redirection



Champs IP :

Adresse de destination : L'adresse et réseau source des données du datagramme original.

Champs ICMP :

Type :

5

Code :

0 = Redirection des datagramme pour le réseau.

1 = Redirection des datagrammes pour l'hôte.

2 = Redirection des datagrammes pour le type de service et le réseau.

3 = Redirection des datagrammes pour le type de service et l'hôte.

Somme de contrôle : Le complément à un sur 16 bits de la somme des compléments à un du message ICMP commençant avec le type ICMP. Pour calculer la somme de contrôle, le champ Somme de contrôle devrait être à zéro. Ce mécanisme de somme de contrôle sera changé dans le futur.

Adresse IP de routeur : Adresse du routeur auquel devrait être envoyé le trafic à destination du réseau spécifié dans le champ Réseau de destination des données du datagramme original.

En-tête Internet + 64 bits du datagramme de données

L'en-tête Internet plus les 64 premiers bits des données du datagramme original. Ces données seront utilisées par l'hôte pour reconnaître le programme concerné par ce message. Si un protocole de niveau supérieur utilise des "numéros de port", ils sont supposés figurer dans les 64 premiers bits de données du datagramme original.

Description

Le routeur envoie un message Rediriger à un hôte dans les situations suivantes. Un routeur G1, reçoit un datagramme Internet en provenance d'un hôte situé sur réseau auquel le routeur est rattaché. Le routeur G1, vérifie son tableau d'acheminement et obtient l'adresse du routeur suivant, G2, sur le chemin du réseau de destination Internet X du datagramme. Si G2 et l'hôte identifié par l'adresse de source Internet se trouvent sur le même réseau, un message Rediriger est envoyé à l'hôte de source. Le message Rediriger indique à la source d'envoyer directement son trafic pour le réseau X au routeur G2, car c'est un chemin plus court vers la destination. Le routeur transmet les données du datagramme original vers leur destination Internet.

Pour les datagrammes présentant une option IP de routage et l'adresse du routeur dans le champ Adresse de destination, aucun message de redirection ne sera émis même si il y a vers la destination finale un meilleur chemin que celui indiqué par l'adresse suivante de la liste de routage de la source.

Les codes 0, 1, 2, et 3 peuvent provenir d'un routeur.

Message d'écho et de "réponse à écho"

0								1								2								3															
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Type								Code								Somme de contrôle																							
Identifiant																Numéro de séquence																							
Données ...																																							

Champs IP :

Adresses : L'adresse de la source dans un message d'écho doit être la destination du message de "réponse à écho". Pour constituer un message de réponse à écho, il suffit d'inverser les adresses de source et de destination, et de mettre code de type à 0, puis de recalculer la somme de contrôle.

Champs ICMP :

Type : 8 = message d'écho ;
0 = message de réponse à écho.

Code : 0

Somme de contrôle : Le complément à un sur 16 bits de la somme des compléments à un du message ICMP commençant par le Type ICMP. Pour calculer la somme de contrôle, le champ Somme de contrôle devrait être à zéro. Si la longueur totale est impaire, les données reçues sont bourrées avec un octet de zéros pour calculer la somme de contrôle. Ce mécanisme de somme de contrôle pourra être changé dans le futur.

Identificateur : Si le code = 0, un identificateur permettant d'associer l'écho et la réponse à l'écho, peut être à zéro.

Numéro de séquence : Si le code = 0, un numéro de séquence permettant d'associer l'écho et sa réponse. Peut être à zéro.

Description

Les données reçues dans un message d'écho doivent être retournées dans le message de réponse à l'écho.

L'identificateur et le numéro de séquence peuvent être utilisés par l'émetteur du message d'écho afin d'associer facilement l'écho et sa réponse. Par exemple, l'identificateur peut être utilisé comme l'est un port dans TCP ou UDP, pour identifier une session, et le numéro de séquence incrémenté pour chaque message d'écho envoyé. Le "miroir" respectera ces deux valeurs dans la réponse d'écho.

Le code 0 peut provenir d'un routeur ou d'un hôte.

Message d'horodatage ou de réponse d'horodatage

0								1								2								3															
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Type								Code								Somme de contrôle																							
Identifiant																Numéro de séquence																							
Horodatage de l'origine																																							
Horodatage de réception																																							
Horodatage de transmission																																							

Champs IP :

Adresses : L'adresse de la source dans un message d'horodatage doit être la destination du message de

réponse d'horodatage. Pour former un message de réponse d'horodatage, on intervertira simplement l'adresse de source et l'adresse de destination, le code de type sera change en 14, et la somme de contrôle sera recalculée.

Champs ICMP :

Type : 13 = message d'horodatage ;
14 = message de réponse d'horodatage.

Code : 0

Somme de contrôle : Le complément à un sur 16 bits de la somme des compléments à un du message ICMP commençant par le Type ICMP. Pour calculer la somme de contrôle, le champ Somme de contrôle devrait être à zéro. Ce mécanisme de somme de contrôle sera changé dans le futur.

Identificateur : Si le code = 0, un identificateur permettant d'associer l'horodatage et sa réponse, peut être à zéro.

Numéro de séquence : Si le code = 0, un numéro de séquence permettant d'associer l'horodatage et sa réponse, peut être à zéro.

Description

Les données reçues (un horodatage) dans le message sont retournées dans la réponse, additionnées d'un horodatage supplémentaire. Un horodatage code une durée en millisecondes sur 32 bits à partir de minuit GMT. Une utilisation de ces horodatages est décrite par Mills [5].

L'horodatage d'origine est l'heure à laquelle le message a été modifié pour la dernière fois par la source avant de l'envoyer, l'horodatage de réception donne l'heure à laquelle la cible a reçu le message, et l'horodatage de transmission donne l'heure à laquelle la cible réemet le message.

Si l'heure ne peut être obtenue en millisecondes ou ne peut être calculée par rapport à la référence 0 h 00 GMT, alors toute heure peut être codée dans l'horodatage pourvu que le bit de poids fort de l'horodatage soit mis à un pour indiquer la présence d'une valeur non standard.

L'identificateur et le numéro de séquence peuvent être utilisés par l'expéditeur de l'écho afin d'associer facilement les réponses et les demandes. Par exemple, l'identificateur peut être utilisé comme l'est un port en TCP ou UDP pour identifier une session, et le numéro de séquence incrémenté pour chaque demande envoyée. La destination retourne ces mêmes valeurs dans la réponse.

Le code 0 peut provenir d'un routeur ou d'un hôte.

Messages Demande d'information ou Réponse d'information

0								1								2								3															
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Type								Code								Somme de contrôle																							
Identifiant																Numéro de séquence																							

Champs IP :

Adresses : L'adresse de source dans un message Demande d'information doit être la destination du message Réponse d'information. Pour former un message de réponse d'information, on intervertira simplement l'adresse de source et l'adresse de destination, le code de type sera changé à la valeur 16, et la somme de contrôle sera recalculé.

Champs ICMP :

Type : 15 = message de demande d'information;
16 = message de réponse d'information.

Code : 0

Somme de contrôle : Le complément à un sur 16 bits de la somme des compléments à un du message ICMP commençant par le Type ICMP. Pour calculer la somme de contrôle, le champ Somme de contrôle devrait être à zéro. Ce mécanisme de Somme de contrôle sera changé dans le futur.

Identificateur : Si le code = 0, un identificateur permettant d'associer la demande et sa réponse, peut être à

Numéro de séquence : zéro.
Si le code = 0, un numéro de séquence permettant d'associer la demande et sa réponse. Peut être à zéro.

Description

Ce message peut être envoyé avec des champs source réseau dans l'en-tête IP de source et adresse de destination à 0 (ce qui signifie "ce" réseau). Le module IP qui répondra devrait alors envoyer une réponse avec les adresses entièrement renseignées. Par ce message, un hôte peut demander à un routeur le numéro du réseau sur lequel il est situé.

L'identificateur et le numéro de séquence peuvent être utilisés par l'envoyeur d'écho pour associer facilement la demande et sa réponse. Par exemple, l'identificateur peut être utilisé comme l'est un port en TCP ou UDP pour identifier une session, et le numéro de séquence incrémenté pour chaque demande envoyée. La destination retournera ces mêmes valeurs dans la réponse.

Le code 0 peut provenir d'un routeur ou d'un hôte.

Résumé des types de Message

0	Réponse d'écho
3	Destination inaccessible
4	Extinction de source
5	Rediriger
8	Écho
11	Durée de vie écoulée
12	Erreur de paramètre
13	Horodatage
14	Réponse à horodatage
15	Demande d'information
16	Réponse à information

Références

- [1] J. Postel (ed.), "Internet Protocol - DARPA Internet Program Protocol Specification," RFC 791, USC/Information Sciences Institute, septembre 1981.
- [2] Cerf, V., "The Catenet Model for Internetworking," IEN 48, Information Processing Techniques Office, Defense Advanced Research Projects Agency, juillet 1978.
- [3] Strazisar, V., "Gateway Routing: An Implementation Specification", IEN 30, Bolt Beranek and Newman, avril 1979.
- [4] Strazisar, V., "How to Build a Gateway", IEN 109, Bolt Beranek and Newman, août 1979.
- [5] Mills, D., "DCNET Internet Clock Service," RFC 778, COMSAT Laboratories, avril 1981.