

Groupe de travail Réseau  
**Request for Comments : 4950**  
 Catégorie : sur la voie de la normalisation  
 Traduction Claude Brière de L'Isle

R. Bonica, Juniper Networks  
 D. Gan  
 D. Tappan, Consultant  
 C. Pignataro, Cisco Systems, Inc.  
 août 2007

## Extensions ICMP pour commutation d'étiquettes multi protocoles

### Statut du présent mémoire

Le présent document spécifie un protocole de l'Internet sur la voie de la normalisation pour la communauté de l'Internet, et appelle à des discussions et suggestions pour son amélioration. Prière de se référer à l'édition en cours des "Protocoles officiels de l'Internet" (STD 1) pour voir l'état de normalisation et le statut de ce protocole. La distribution du présent mémoire n'est soumise à aucune restriction.

### Notice de Copyright

Copyright (C) The IETF Trust (2007).

### Résumé

Le présent mémoire définit un objet d'extension qui peut être ajouté à des messages ICMP multi-parties choisis. Cette extension permet aux routeurs de commutation d'étiquettes d'ajouter des informations MPLS aux messages ICMP, et elle est déjà largement déployée.

### Table des matières

1. Introduction.....	1
2. Conventions utilisées dans le document.....	2
3. Application à TRACEROUTE.....	2
4. Délimitation du champ d'application.....	2
5. Objet Pile d'étiquettes MPLS.....	3
6. Considérations sur la sécurité.....	3
7. Considérations relatives à l'IANA.....	4
8. Références.....	4
8.1 Références normatives.....	4
8.2 Références pour information.....	4
Adresse des auteurs.....	4
Déclaration complète de droits de reproduction.....	5

## 1. Introduction

Les routeurs IP utilisent le protocole de message de contrôle de l'Internet (ICMP, *Internet Control Message Protocol*) version 4 [RFC0792] et ICMPv6 [RFC4443], pour porter les informations de contrôle aux hôtes de source. Les opérateurs de réseau utilisent ces informations pour diagnostiquer les problèmes d'acheminement.

Quand un routeur reçoit un datagramme IP qu'il ne peut pas livrer, il peut envoyer un message ICMP à l'hôte qui est à l'origine du datagramme. Le message ICMP indique pourquoi le datagramme n'a pas pu être livré. Il contient aussi l'en-tête IP et les octets de tête de la charge utile du "datagramme original" auquel le message ICMP est en réponse.

Les routeurs de commutation d'étiquettes (LSR, *Label Switching Router*) MPLS utilisent aussi ICMP pour porter les informations de contrôle aux hôtes sources. Le paragraphe 2.3 de la [RFC3032] décrit les interactions entre MPLS et ICMP, et le paragraphe 2.4 et la Section 3 de la [RFC3032] fournissent des applications de ces interactions.

Quand un LSR reçoit un datagramme non livrable encapsulé dans MPLS, il retire la pile entière d'étiquettes MPLS, exposant le datagramme IP précédemment encapsulé. Le LSR soumet alors le datagramme IP à un module de traitement d'erreur. Le traitement d'erreur peut inclure la génération de message ICMP.

Le message ICMP indique pourquoi le datagramme original n'a pas pu être livré. Il contient aussi l'en-tête IP et les octets de

tête du datagramme original.

Le message ICMP ne contient cependant pas d'information concernant la pile d'étiquettes MPLS qui encapsulait le datagramme original quand il est arrivé au LSR. Cette omission est significative parce que le LSR aurait transmis le datagramme original sur la base des informations contenues dans la pile d'étiquettes MPLS.

Le présent mémoire définit un objet d'extension ICMP qui permet à un LSR d'ajouter des informations MPLS aux messages ICMP. Les messages ICMP choisis DEVRAIENT inclure la pile d'étiquettes MPLS, comme elle est arrivée au routeur qui envoie le message ICMP. Le message ICMP DOIT aussi inclure l'en-tête IP et les octets de tête de la charge utile du datagramme original.

Les extensions ICMP définies dans le présent document doivent être précédées par un en-tête Structure d'extension ICMP et un en-tête Objet ICMP. Ces deux en-têtes sont définis dans la [RFC4884].

L'extension ICMP définie dans le présent document est également applicable à ICMPv4 [RFC0792] et à ICMPv6 [RFC4443]. Dans le présent document, sauf mention contraire, l'acronyme ICMP se réfère aux messages ICMP multi-parties, englobant ICMPv4 et ICMPv6.

## 2. Conventions utilisées dans le document

Les mots clés "DOIT", "NE DOIT PAS", "EXIGE", "DEVRA", "NE DEVRA PAS", "DEVRAIT", "NE DEVRAIT PAS", "RECOMMANDE", "PEUT", et "FACULTATIF" en majuscules dans ce document sont à interpréter comme décrit dans le BCP 14, [RFC2119].

## 3. Application à TRACEROUTE

L'extension ICMP définie dans le présent mémoire prend en charge des améliorations à TRACEROUTE. Les applications TRACEROUTE améliorées, comme les plus anciennes mises en œuvre, indiquent quels nœuds a visité le datagramme d'origine sur le chemin vers sa destination. Elles diffèrent des plus anciennes mises en œuvre en ce qu'elles reflètent aussi l'état d'encapsulation MPLS du datagramme original lorsque il est arrivé à chaque nœud.

La Figure 1 contient un échantillon du résultat d'une mise en œuvre TRACEROUTE améliorée.

```
---> traceroute 192.0.2.1
traceroute à 192.0.2.1 (192.0.2.1), 30 bonds max, paquets de 40 octets

  1 192.0.2.13 (192.0.2.13) 0,661 ms 0,618 ms 0,579 ms
  2 192.0.2.9 (192.0.2.9) 0,861 ms 0,718 ms 0,679 ms
    Étiquette MPLS =100048 Exp=0 TTL=1 S=1
  3 192.0.2.5 (192.0.2.5) 0,822 ms 0,731 ms 0,708 ms
    Étiquette MPLS =100016 Exp=0 TTL=1 S=1
  4 192.0.2.1 (192.0.2.1) 0,961 ms 8,676 ms 0,875 ms
```

**Figure 1 : Échantillon du résultat de TRACEROUTE amélioré**

## 4. Délimitation du champ d'application

Le présent mémoire ne définit pas les relations générales entre ICMP et MPLS. Le paragraphe 2.3 de la [RFC3032] définit ces relations.

Le présent mémoire ne définit pas les procédures de manipulation de durée de vie (TTL, *Time to Live*) spécifiques de l'encapsulation. Il renvoie en cette matière au paragraphe 5.4 de la [RFC3034] et à la Section 10 de la [RFC3035].

Quand des procédures de manipulation de TTL spécifiques de l'encapsulation contredisent le mécanisme de base de TRACEROUTE, elles vont aussi contredire les mises en œuvre de TRACEROUTE amélioré.

## 5. Objet Pile d'étiquettes MPLS

L'objet Pile d'étiquettes MPLS peut être ajouté aux messages ICMP Temps écoulé et Destination injoignable. Une seule instance de l'objet Pile d'étiquettes MPLS représente la pile d'étiquettes MPLS entière, formatée exactement comme elle était quand elle est arrivée au LSR qui envoie le message ICMP.

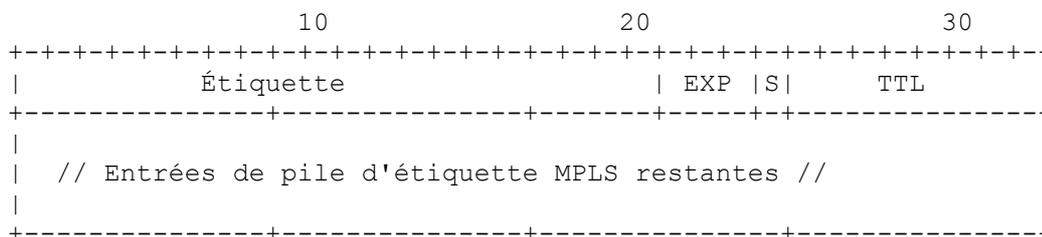
La Figure 2 décrit l'objet Pile d'étiquettes MPLS. Il doit être précédé par un en-tête Structure d'extension ICMP et un en-tête Objet ICMP. Tous deux sont définis dans la [RFC4884].

Dans la charge utile de l'objet, les octets 0 à 3 décrivent le premier membre de la pile d'étiquettes MPLS. Chaque membre restant de la pile d'étiquette MPLS est représenté par 4 autres octets qui ont le même format.

Class-Num = 1, Classe de pile d'étiquette MPLS

C-Type = 1, pile d'étiquette MPLS entrante

Longueur = 4 + 4 \* (nombre de LSE MPLS)



**Figure 2 : Objet Pile d'étiquettes MPLS**

Étiquette : 20 bits

Exp : utilisation expérimentale, 3 bits

S : Bas de la pile, 1 bit

TTL : durée de vie, 8 bits

## 6. Considérations sur la sécurité

Le présent mémoire ne spécifie pas les conditions qui déclenchent la génération des messages ICMP pour les paquets IP étiquetés. Il ne définit pas l'interaction entre MPLS et ICMP. Cependant, le présent document définit une extension qui permet à un routeur MPLS d'ajouter des informations MPLS aux messages ICMP multi-parties, et donc peut fournir à l'utilisateur de l'application TRACEROUTE des informations supplémentaires. Par conséquent, un opérateur de réseau peut souhaiter fournir ces informations de façon sélective sur la base d'une politique ; par exemple, de seulement inclure les extensions MPLS dans les messages ICMP destinés aux adresses situées dans les blocs de gestion de réseau avec contrôle administratif sur le routeur. Une mise en œuvre pourrait déterminer si elle inclut les extensions de pile d'étiquettes MPLS sur la base de l'adresse de destination du message ICMP, ou sur la base d'une option globale de configuration dans le routeur. Autrement, une mise en œuvre peut déterminer si elle va inclure ces extensions MPLS quand le TTL expire sur la base du nombre d'entrées de la pile d'étiquettes (profondeur de la pile d'étiquettes) du paquet entrant. Finalement, un opérateur peut utiliser le traitement du TTL sur les LSP de modèle tunnel MPLS définis dans la [RFC3443] pour un mode de fonctionnement transparent au TTL qui empêcherait le dépassement de temps ICMP lors d'un tunnelage sur le LSP MPLS.

## 7. Considérations relatives à l'IANA

L'IANA a alloué le numéro de classe d'objet suivant dans le registre Objet d'extension ICMP :

Numéro de classe	Description
1	Classe de pile d'étiquettes MPLS

L'IANA a établi un registre pour l'espace de sous type de classe correspondant (C-Type) comme suit :

Sous types de classe de pile d'étiquettes MPLS :

C-Type	Description
0	Réservé
1	Pile d'étiquettes MPLS entrante
0x02 à 0xF6	Disponible pour allocation
0xF7 à 0xFF	Réservé pour utilisation privée

Les valeurs de C-Type sont allouées sur la base du premier arrivé premier servi (FCFS) de la [RFC2434].

## 8. Références

### 8.1 Références normatives

- [RFC0792] J. Postel, "Protocole du [message de contrôle Internet](#) – Spécification du protocole du programme Internet DARPA", STD 5, septembre 1981. (*MàJ par la RFC6633*)
- [RFC2119] S. Bradner, "[Mots clés à utiliser](#) dans les RFC pour indiquer les niveaux d'exigence", BCP 14, mars 1997. (*MàJ par RFC8174*)
- [RFC2434] T. Narten et H. Alvestrand, "Lignes directrices pour la rédaction d'une section Considérations relatives à l'IANA dans les RFC", BCP 26, octobre 1998. (*Rendue obsolète par la RFC5226*)
- [RFC3032] E. Rosen et autres, "[Codage de pile d'étiquettes MPLS](#)", janvier 2001.
- [RFC4443] A. Conta et autres, "Spécification du [protocole de message de contrôle Internet](#) (ICMPv6) pour la version 6 du protocole Internet (IPv6)", mars 2006. (*Remplace RFC2463*) (*MàJ RFC2780*) (*MàJ par RFC4884*) (*D.S.*)
- [RFC4884] R. Bonica et autres, "[ICMP étendu](#) pour la prise en charge de messages multiparties", avril 2007. (*MàJ RFC0792, RFC4443*) (*P.S. ; MàJ par RFC8335*)

### 8.2 Références pour information

- [RFC3034] A. Conta, P. Doolan, A. Malis, "Spécification de l'[utilisation de la commutation d'étiquettes](#) sur les réseaux en relais de trame", janvier 2001. (*P.S.*)
- [RFC3035] B. Davie et autres, "[Utilisation de MPLS](#) dans la commutation de circuit virtuel LDP et ATM", janvier 2001. (*P.S.*)
- [RFC3443] P. Agarwal, B. Akyol, "[Traitement de la durée de vie](#) (TTL) dans les réseaux à commutation d'étiquettes multi-protocoles (MPLS)", janvier 2003. (*P.S.*)

## Adresse des auteurs

Ronald P. Bonica  
 Juniper Networks  
 2251 Corporate Park Drive  
 Herndon, VA 20171  
 US  
 mél : [rbonica@juniper.net](mailto:rbonica@juniper.net)

Carlos Pignataro  
 Cisco Systems, Inc.  
 7025 Kit Creek Road  
 Research Triangle Park, NC 27709  
 US  
 mél : [cpignata@cisco.com](mailto:cpignata@cisco.com)

Der-Hwa Gan  
 Consultant  
 mél : [derhwagan@yahoo.com](mailto:derhwagan@yahoo.com)

Daniel C. Tappan  
 Consultant  
 mél : [Dan.Tappan@gmail.com](mailto:Dan.Tappan@gmail.com)

## **Déclaration complète de droits de reproduction**

Copyright (C) The IETF Trust (2007)

Le présent document est soumis aux droits, licences et restrictions contenus dans le BCP 78, et sauf pour ce qui est mentionné ci-après, les auteurs conservent tous leurs droits.

Le présent document et les informations contenues sont fournis sur une base "EN L'ÉTAT" et le contributeur, l'organisation qu'il ou elle représente ou qui le/la finance (s'il en est), la INTERNET SOCIETY, le IETF TRUST et la INTERNET ENGINEERING TASK FORCE déclinent toutes garanties, exprimées ou implicites, y compris mais non limitées à toute garantie que l'utilisation des informations encloses ne viole aucun droit ou aucune garantie implicite de commercialisation ou d'aptitude à un objet particulier.

### **Propriété intellectuelle**

L'IETF ne prend pas position sur la validité et la portée de tout droit de propriété intellectuelle ou autres droits qui pourraient être revendiqués au titre de la mise en œuvre ou l'utilisation de la technologie décrite dans le présent document ou sur la mesure dans laquelle toute licence sur de tels droits pourrait être ou n'être pas disponible ; pas plus qu'elle ne prétend avoir accompli aucun effort pour identifier de tels droits. Les informations sur les procédures de l'ISOC au sujet des droits dans les documents de l'ISOC figurent dans les BCP 78 et BCP 79.

Des copies des dépôts d'IPR faites au secrétariat de l'IETF et toutes assurances de disponibilité de licences, ou le résultat de tentatives faites pour obtenir une licence ou permission générale d'utilisation de tels droits de propriété par ceux qui mettent en œuvre ou utilisent la présente spécification peuvent être obtenues sur le répertoire en ligne des IPR de l'IETF à <http://www.ietf.org/ipr>.

L'IETF invite toute partie intéressée à porter son attention sur tous copyrights, licences ou applications de licence, ou autres droits de propriété qui pourraient couvrir les technologies qui peuvent être nécessaires pour mettre en œuvre la présente norme. Prière d'adresser les informations à l'IETF à [ietf-ipr@ietf.org](mailto:ietf-ipr@ietf.org).

### **Remerciement**

Le financement de la fonction d'édition des RFC est fourni par l'activité de soutien administratif de l'IETF (IASA).