

Groupe de travail Réseau

**Request for Comments : 4433**

Catégorie : Sur la voie de la normalisation

Traduction Claude Brière de L'Isle

M. Kulkarni, Cisco Systems Inc.

A. Patel, Cisco Systems Inc.

K. Leung, Cisco Systems Inc.

mars 2006

## Allocation dynamique d'agent de rattachement IPv4 mobile

### Statut de ce mémoire

Le présent document spécifie un protocole de l'Internet en cours de 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 "Normes officielles des protocoles de l'Internet" (STD 1) pour connaître l'état de la normalisation et le statut de ce protocole. La distribution du présent mémoire n'est soumise à aucune restriction.

### Notice de copyright

Copyright (C) The Internet Society (2006).

### Résumé

IPv4 mobile (RFC 3344) utilise un agent de rattachement (HA, *Home Agent*) pour ancrer les sessions d'un nœud mobile (MN, *Mobile Node*) en itinérance. Le présent document propose un mécanisme de messagerie pour l'allocation dynamique d'agent de rattachement et la redirection de HA. Le but est de fournir un mécanisme pour allouer un HA optimal pour une session IP mobile tout en permettant une méthode convenable pour le choix de HA.

### Table des matières

1. Introduction.....	1
2. Terminologie des exigences.....	2
3. Position du problème.....	3
3.1 Domaine d'application.....	3
3.2 Découverte dynamique d'agent de rattachement dans IPv4 mobile.....	3
3.3 Usage de NAI et allocation dynamique de HA.....	3
3.4 Extension HA dynamique.....	3
4. Mécanisme d'échange de messages pour l'allocation/redirection dynamique de HA.....	4
4.1 Messages pour l'allocation dynamique de HA.....	4
4.2 Message pour une redirection de HA.....	6
5. Considérations sur l'agent de mobilité.....	8
5.1 Considérations sur le nœud mobile.....	8
5.2 Considérations sur l'agent étranger.....	10
5.3 Considérations sur l'agent de rattachement.....	10
6. Choix de l'agent de rattachement demandé.....	11
7. Valeurs d'erreur.....	12
8. Considérations relatives à l'IANA.....	12
9. Considérations sur la sécurité.....	12
10. Considérations de rétro compatibilité.....	13
11. Remerciements.....	13
12. Références normatives.....	14
Adresse des auteurs.....	14
Déclaration complète de droits de reproduction.....	14

## 1. Introduction

Le présent document ajoute au protocole IP mobile [RFC3344], en proposant un mécanisme de messages pour l'allocation dynamique d'agent de rattachement et la redirection d'agent de rattachement durant l'enregistrement initial. Le but est d'allouer un agent de rattachement optimal pour une session IP mobile. Le nœud mobile DOIT utiliser l'extension d'identifiant d'accès réseau (NAI, *Network Access Identifier*) de la [RFC2794] quand il demande l'allocation dynamique d'un agent de rattachement.

Le MN demande l'allocation dynamique d'un HA en réglant le champ HA dans la demande d'enregistrement initiale à ALL-ZERO-ONE-ADDR (défini à la Section 2). Si la demande est acceptée, le HA envoie une réponse d'enregistrement réussie contenant la propre adresse du HA. Le HA demandé peut suggérer un autre HA et si il en est ainsi, la réponse d'enregistrement est rejetée avec un nouveau code d'erreur REDIRECT-HA-REQ et l'adresse du HA de remplacement est spécifiée dans une nouvelle extension (extension HA redirigé).

Le présent document définit aussi une nouvelle extension HA demandé à utiliser dans les demandes d'enregistrement quand le champ HA est réglé à ALL-ZERO-ONE-ADDR. L'adresse du HA demandé est un conseil au réseau quant au HA préféré du nœud mobile.

Le mécanisme d'échange de messages est défini dans le présent document afin que le nœud mobile puisse demander et recevoir une adresse de HA dynamique dans les messages IP mobile. Cependant, le mécanisme par lequel le réseau choisit un HA pour l'allouer au MN sort du domaine d'application du présent document. Par exemple, le choix peut être fait par tout nœud du réseau qui reçoit la demande d'enregistrement (ou des informations sur la demande d'enregistrement) comme un agent étranger, un serveur AAA, ou un agent de rattachement. Le nœud qui choisit le HA peut le faire sur la base d'un certain nombre de critères, incluant sans s'y limiter l'équilibrage de charge du HA, la proximité géographique, une politique administrative, etc.

## 2. Terminologie des exigences

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].

La terminologie relative à IP mobile décrite dans la [RFC3344] est utilisée dans le présent document. De plus, les termes suivants sont utilisés :

ALL-ZERO-ONE-ADDR : adresse IP 0.0.0.0 ou 255.255.255.255. Une adresse de 255.255.255.255 indique une préférence pour un HA dans le domaine de rattachement. Une adresse de 0.0.0.0 indique qu'il n'y a pas de préférence pour le domaine de rattachement par rapport au domaine visité.

HA demandé : adresse IP de destination de l'agent de rattachement à laquelle la demande d'enregistrement est envoyée. Elle doit être une adresse IP d'envoi individuel. Cette adresse peut être obtenue comme décrit à la Section 6.

Noter que la présente spécification définit une nouvelle "extension HA demandé" au paragraphe 3.4, qui est différente du terme "HA demandé".

HA alloué : agent de rattachement qui accepte une demande d'enregistrement d'un MN et retourne une réponse d'enregistrement réussi.

HA redirigé : si l'enregistrement est rejeté avec le code d'erreur REDIRECT-HA-REQ, le HA visé est spécifié dans une nouvelle extension (extension HA redirigé).

Serveur AAA : serveur d'authentification, autorisation, et comptabilité.

DNS : système des noms de domaines.

DHCP : protocole de configuration dynamique d'hôte.

MN (*Mobile Node*) : nœud mobile comme défini dans IPv4 mobile [RFC3344].

HA (*Home Agent*) : agent de rattachement comme défini dans IPv4 mobile [RFC3344].

FA (*Foreign Agent*) : agent étranger comme défini dans IPv4 mobile [RFC3344].

CoA (*Care-of Address*) : adresse d'entretien

CCoA (*Co-located Care-of Address*) : adresse d'entretien colocalisée

MN HoA (*Mobile node's Home Address*) : adresse de rattachement du nœud mobile

NAI (*Network Access Identifier*) : identifiant d'accès réseau [RFC2794].

Src IP (*Source IP*) : adresse IP de source du paquet.

Dest IP : adresse IP de destination du paquet.

RRQ (*Registration Request*) : demande d'enregistrement.

### 3. Position du problème

L'extension NAI IPv4 mobile pour IPv4 [RFC2794] introduit le concept d'identification d'un MN par le NAI et d'activation de l'allocation dynamique d'adresse de rattachement. Quand l'adresse de rattachement est allouée de façon dynamique, il est souhaitable de découvrir l'agent de rattachement dynamiquement ou d'informer le MN d'un HA optimal à utiliser pour une multitude de raisons, comme :

- Si la distance entre le réseau visité et le réseau de rattachement du nœud mobile est grande, le délai de signalisation pour ces enregistrements peut être long. Dans ce cas, le MN sera ancré à son agent de rattachement distant, avec pour résultat que le trafic tunnelé va voyager sur une longue distance entre l'agent de rattachement et le nœud mobile. Quand une session IP mobile s'initie, si le nœud mobile peut recevoir un agent de rattachement proche du nœud mobile, il peut réduire de façon drastique la latence entre l'agent de rattachement et le nœud mobile.
- Dans un déploiement de IP mobile à grande échelle, il n'y a pas de sens à fournir aux MN plusieurs adresses de HA.
- Il est souhaitable de réaliser une forme d'équilibrage de charge entre les multiples HA du réseau. L'allocation dynamique de HA et/ou la redirection dynamique de HA laisse le réseau choisir le HA optimal parmi un ensemble de HA et donc réalise l'équilibrage de charge entre un groupe de HA.
- Les politiques administrative locales.

#### 3.1 Domaine d'application

La présente spécification ne traite pas le problème de la distribution d'une association de sécurité entre le MN et le HA, et peut être pré configurée ou distribuée de façon dynamique en utilisant d'autres mécanismes [RFC3957].

Le document introduit les termes de HA demandé/alloué/redirigé (Section 6). La découverte d'adresses de HA candidats pour insertion dans l'extension HA redirigé peut être accomplie par divers moyens qui sont spécifiques du réseau et/ou du déploiement et donc sortent du domaine d'application de la présente spécification.

Le MN PEUT demander l'allocation dynamique de HA quand il ne connaît aucune adresse d'agent de rattachement et même quand il connaît au moins une adresse d'agent de rattachement.

#### 3.2 Découverte dynamique d'agent de rattachement dans IPv4 mobile

IPv4 mobile [RFC3344] spécifie le mécanisme pour découvrir l'agent de rattachement du nœud mobile en utilisant l'adresse IP de diffusion dirigée sur le sous réseau dans le champ Agent de rattachement de la demande d'enregistrement. Ce mécanisme a été conçu pour les nœuds mobiles avec une adresse de rattachement statique et un préfixe de sous réseau, ancré sur un réseau de rattachement fixe. Cependant, en utilisant la diffusion dirigée sur le sous réseau comme adresse IP de destination de la demande d'enregistrement, il est peu probable que la demande d'enregistrement atteigne le sous réseau de rattachement parce que les routeurs vont éliminer ces paquets par défaut. Voir l'avis du CERT CA-1998-01 "Smurf IP Denial-of-Service Attacks" dans la [RFC2644].

#### 3.3 Usage de NAI et allocation dynamique de HA

L'extension NAI IPv4 mobile pour IPv4 [RFC2794] introduit le concept d'identification d'un MN par le NAI et d'activation de l'allocation dynamique d'adresse de rattachement. Le présent document exige que lorsque il utilise l'allocation dynamique de HA, le MN DOIT utiliser le NAI et obtenir une adresse de rattachement. Le MN peut quand même suggérer une adresse de rattachement statique dans la demande d'enregistrement, mais doit prendre l'adresse dans la réponse d'enregistrement comme adresse de rattachement pour la session. Ceci est compatible avec les procédures documentées dans la spécification du NAI [RFC2794].

#### 3.4 Extension HA dynamique

L'extension HA dynamique, montrée à la Figure 1, contient l'adresse du HA. C'est une extension générique qui peut être utilisée dans les messages de demande et de réponse d'enregistrement. C'est une extension sautable. L'extension devrait être spécifiée dans le "format d'extension court" qui est utilisé pour les extensions sautables conformément au paragraphe 1.11 de la RFC 3344 (*Errata 898*).



Si le MN connaît une adresse d'agent de rattachement qu'il désire, il peut ajouter cette adresse dans l'extension HA demandé dans la demande d'enregistrement. Si le HA ne prend pas en charge l'extension HA demandé, voir l'étape 2 ci-dessous.

2. Cette étape est applicable, au lieu de l'étape 1, pour un MN qui connaît l'adresse d'agent de rattachement et désire une allocation dynamique de HA. Aussi, le MN suit cela (quand il connaît une adresse d'agent de rattachement) quand il découvre un FA traditionnel dans le chemin ou si le HA connu ne prend pas en charge l'extension HA demandé (voir la Section 10).

Le MN règle le champ Adresse d'agent de rattachement dans la demande d'enregistrement à l'adresse d'agent de rattachement (au lieu de la régler à ALL-ZERO-ONE-ADDR). Le MN ajoute aussi la même adresse d'agent de rattachement dans l'extension HA demandé dans la demande d'enregistrement.

3. Le MN (si il utilise l'adresse d'entretien colocalisée et s'enregistre directement auprès du HA) ou le FA (si le MN s'enregistre via le FA) envoie la demande d'enregistrement au "HA demandé". Si l'extension HA demandé est présente, le HA demandé est spécifié dans le champ "Adresse de HA" de cette extension.

Selon la Section 10, en cas de FA traditionnel, le FA traditionnel transmet la demande d'enregistrement à l'adresse qui est dans le champ HA de la demande (donc, le MN utilise l'étape 2 ci-dessus en cas de FA traditionnel au lieu de l'étape 1).

4. Le "HA demandé" est l'agent de rattachement qui traite la demande d'enregistrement en accord avec IPv4 mobile [RFC3344] et selon la spécification du présent document. Il crée un lien de mobilité pour une demande d'enregistrement réussie. Il envoie aussi une réponse d'enregistrement au MN.
5. Le MN obtient une adresse de "HA alloué" du champ HA dans la réponse d'enregistrement réussi et l'utilise pour le reste de la session. (Noter que le "HA alloué" sera le même que le "HA demandé".)
- 6 Les messages suivants de demande d'enregistrement pour le renouvellement sont envoyés au HA alloué.

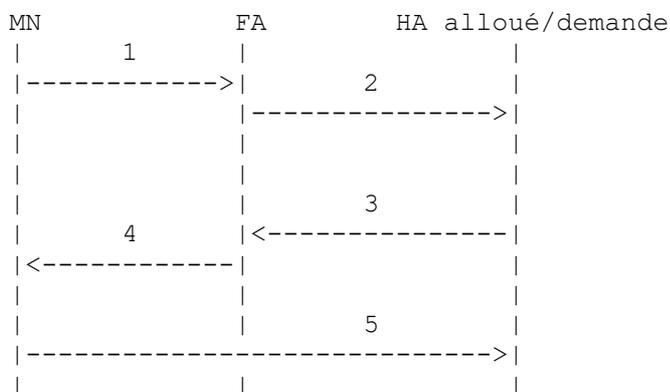
Le paragraphe 5.3.1 décrit en détails le HA alloué. Quelques idées sur la façon de choisir le HA demandé sont brièvement traitées dans la Section 6.

#### 4.1.1 Exemple avec diagramme de flux de messages

Les explication détaillées de cette solution sont mieux décrites à l'aide d'un diagramme et d'une description de flux de messages.

La Figure 2 montre un exemple spécifique d'un nœud mobile utilisant une adresse d'entretien localisée sur un FA et le FA comprend l'extension HA demandé selon la présente spécification.

D'autres scénarios comme quand le nœud mobile utilise une adresse d'entretien colocalisée et la présence d'un HA ou FA traditionnels ne sont pas décrits ci-dessous, mais le comportement est similaire.



**Figure 2 : Exemple de flux de messages pour l'allocation dynamique de HA**

1. Le MN règle le champ Adresse d'agent de rattachement dans la demande d'enregistrement à ALL-ZERO-ONE-ADDR.

Comme le MN utilise l'adresse d'entretien de FA dans cet exemple, il envoie la demande d'enregistrement au FA. La demande d'enregistrement est formatée comme suit :

```
+-----+
| Src IP=| Dest IP = | MN HoA | Adresse de HA = | CoA = |
| MN     | FA           |        | ALL-ZERO-ONE-ADDR |FA CoA |
+-----+
```

Si le MN connaît une adresse d'agent de rattachement désirée, il peut ajouter dans la demande d'enregistrement, à titre d'indication, cette adresse dans l'extension HA demandé. Cette extension n'est pas montrée ci-dessus.

2. Le FA envoie la demande d'enregistrement au HA demandé. Si l'extension HA demandé est présente, le HA demandé est l'adresse d'agent de rattachement dans cette extension. Si l'extension HA demandé n'est pas présente, le FA détermine le HA demandé par des moyens qui sortent du domaine d'application de la présente spécification. La demande d'enregistrement est formatée comme suit :

```
+-----+
| Src IP=| Dest IP = | MN HoA | Adresse de HA = | CoA = |
| FA     | HA demandé |        | ALL-ZERO-ONE-ADDR |FA CoA |
+-----+
```

(Si le MN inclut l'extension HA demandé, le FA copie cette extension. Le FA transmet ensuite la demande d'enregistrement, ainsi que l'extension HA demandé, à l'adresse d'agent de rattachement spécifiée dans l'extension HA demandé.)

3. Le HA traite la demande d'enregistrement en accord avec IPv4 mobile [RFC3344] et l'échange de messages défini dans le présent document. Le HA crée un lien de mobilité pour la demande réussie et devient le HA alloué. Le HA envoie alors une réponse d'enregistrement au FA, qui est formatée comme suit :

```
+-----+
| Src IP=| Dest IP = | MN HoA | Adresse de HA = | CoA = |
| alloué | Src IP de |        | HA alloué      |FA CoA/|
| HA     | la RRQ    |        |                 |        |
+-----+
```

4. Le FA relaye la réponse d'enregistrement au MN, comme suit :

```
+-----+
| Src IP=| Dest IP = | MN HoA | Adresse de HA = | CoA = |
| FA     | MN        |        | HA alloué      |FA CoA/|
+-----+
```

5. Le MN obtient l'adresse allouée d'agent de rattachement du champ HA dans la réponse de succès d'enregistrement et l'utilise pour le reste de la session. Le MN envoie alors les demandes suivantes de réenregistrement ou de désenregistrement pour le reste de la session directement au HA alloué. Le champ Adresse d'agent de rattachement dans cette demande d'enregistrement est réglé à ALL-ZERO-ONE-ADDR. Noter que le HA alloué est le même que le HA demandé.

## 4.2 Message pour une redirection de HA

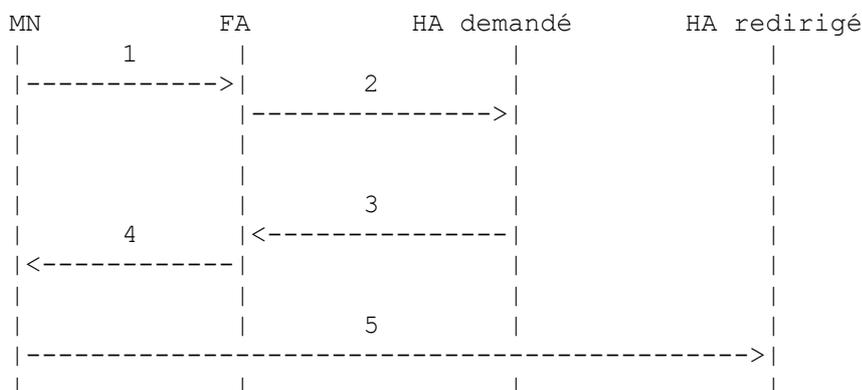
Ce paragraphe décrit les événements qui se produisent quand le HA demandé n'accepte pas la demande d'enregistrement et redirige plutôt le nœud mobile sur un autre HA (autrement dit le HA redirigé). Les HA traditionnels ne présentent pas ce comportement et l n'y est donc pas fait référence dans la description qui suit. En présence d'un FA traditionnel, voir au paragraphe 4.1 le champ spécifique dans la demande d'enregistrement.

1. Le MN règle le champ Adresse d'agent de rattachement dans la demande d'enregistrement à ALL-ZERO-ONE-ADDR.
2. Le MN (si il utilise une adresse d'entretien colocalisée et s'enregistre directement auprès du HA) ou le FA (si le MN s'enregistre via le FA) envoie la demande d'enregistrement au "HA demandé". Si le MN a connaissance d'une adresse d'agent de rattachement, il peut ajouter cette adresse dans l'extension HA demandé dans la demande d'enregistrement.

3. Quand le HA reçoit la demande d'enregistrement, si le champ HA est réglé à ALL-ZERO-ONE-ADDR, le HA peut rejeter la demande avec le code de réponse REDIRECT-HA-REQ et suggérer un autre HA.  
Le HA peut rejeter la demande pour un certain nombre de raisons, qui sortent du domaine d'application de la présente spécification. Si le HA rejette la demande, le champ HA dans la réponse est réglé à cette adresse de HA. L'adresse IP du HA qui est la cible de la redirection est spécifiée dans l'extension HA redirigé. La présence de cette extension est obligatoire quand le code de réponse est réglé à REDIRECT-HA-REQ. Le HA envoie la réponse au FA/MN.
4. Le FA envoie la réponse au MN.
5. Si le code d'erreur est réglé à REDIRECT-HA-REQ, le MN obtient l'adresse d'agent de rattachement de l'extension HA redirigé. Le MN envoie alors une demande d'enregistrement au HA redirigé. Le MN peut choisir d'ajouter l'extension HA demandé dans cette nouvelle demande d'enregistrement. Si une boucle d'enregistrement se produit (dans le cas où le HA redirigé est un HA qui avait déjà demandé au MN de s'enregistrer ailleurs) le MN arrête d'envoyer d'autres demandes d'enregistrement et fournit l'indication que l'événement de boucle a été détecté. Le nombre de HA redirigés consécutifs mémorisé par le MN pour la détection de boucle est un paramètre de mise en œuvre.

#### 4.2.1 Exemple avec un diagramme de flux de messages

La Figure 3 montre un exemple spécifique de nœud mobile qui utilise une adresse d'entretien située sur un agent étranger, où l'agent étranger n'est pas un FA traditionnel.



**Figure 3 : Exemple de flux de messages pour redirection de HA**

1. Le MN règle le champ Adresse d'agent de rattachement dans la demande d'enregistrement à ALL-ZERO-ONE-ADDR. Comme le MN utilise une adresse d'entretien d'agent étranger dans cet exemple, il envoie la demande d'enregistrement au FA. La demande d'enregistrement est formatée comme suit :

```
+-----+
| Src IP=| Dest IP = | MN HoA | Adresse de HA = | CoA = |
| MN     | FA         |        | ALL-ZERO-ONE-ADDR |FA CoA |
+-----+
```

Si le MN a connaissance d'une adresse d'agent de rattachement, il peut ajouter cette adresse dans l'extension HA demandé dans la demande d'enregistrement à titre de conseil. Cette extension n'est pas montrée ici.

2. Le FA envoie la demande d'enregistrement au HA demandé. Si l'extension HA demandé est présente, le HA demandé est l'adresse d'agent de rattachement dans cette extension. Si l'extension HA demandé n'est pas présente, le FA détermine le HA demandé par des moyens qui sortent du domaine d'application de la présente spécification. La demande d'enregistrement est formatée comme suit :

```
+-----+
| Src IP=| Dest IP = | MN HoA | Adresse de HA = | CoA = |
| FA     | HA demandé |        | ALL-ZERO-ONE-ADDR |FA CoA |
+-----+
```

3. Le HA traite la demande d'enregistrement en accord avec IPv4 mobile [RFC3344] et l'échange de messages défini dans la présente spécification. Si l'enregistrement réussit, mais si la politique locale de configuration/administrative, etc., impose au HA de renvoyer le MN sur un autre HA, le HA rejette la demande avec le code d'erreur REDIRECT-HA-REQ. Le HA remplit l'adresse du HA redirigé dans l'extension HA redirigé. Le HA envoie alors la réponse d'enregistrement de rejet au FA, qui est formaté comme suit :

```
+-----+
| Src IP | Dest IP = | MN HoA | Adresse de HA = | CoA = |
|   =   | Src IP de |        |       HA       | FA CoA |
|   HA  | la RRQ   |        |                |        |
+-----+
| Extension HA redirigé ... |
+-----+
```

4. Le FA relaye la réponse d'enregistrement au MN, comme suit :

```
+-----+
| Src IP=| Dest IP = | MN HoA | Adresse de HA = | CoA = |
|   FA   |   MN     |        |       HA       | FA CoA/ |
+-----+
| Extension HA redirigé ... |
+-----+
```

5. Si le MN peut authentifier la réponse, le MN extrait l'adresse d'agent de rattachement de l'extension HA redirigé. Le MN envoie alors la demande d'enregistrement au HA redirigé, sauf si il a déjà reçu une réponse de redirection de ce HA lorsque il traitait la demande d'enregistrement. Le MN peut choisir d'ajouter l'extension HA demandé dans cette nouvelle demande d'enregistrement.

## 5. Considérations sur l'agent de mobilité

Les paragraphes qui suivent décrivent en détails le comportement de chaque agent de mobilité.

### 5.1 Considérations sur le nœud mobile

Le nœud mobile DOIT utiliser l'extension de NAI pour l'allocation d'adresse de rattachement quand il utilise le mécanisme d'échange de messages dans le présent document. Comme le MN utilise l'extension NAI, le champ Adresse de rattachement est réglé à 0.0.0.0.

Lorsque l'allocation dynamique de HA est en cours et que le MN n'a pas encore réussi à s'ancrer à un agent de rattachement, le MN DOIT régler le champ Agent de rattachement dans la demande d'enregistrement à une ALL-ZERO-ONE-ADDR, qui est 255.255.255.255 ou 0.0.0.0.

La demande d'enregistrement DOIT être protégée par un authentifiant valide comme spécifié dans IPv4 mobile [RFC3344] ou des extensions IPv4 mobile Défi/Réponse [RFC3012]. La configuration des associations de sécurité est spécifique du déploiement et sort donc du domaine d'application de la présente spécification. Les associations de sécurité entre un MN et un HA individuel peuvent aussi être déduites dynamiquement durant l'allocation dynamique de HA, sur la base d'un secret partagé entre le MN et l'infrastructure AAA [RFC3957].

Le nœud mobile DOIT conserver le HA alloué pour le reste de la session IP mobile.

Comme mentionné dans les considérations sur la sécurité (Section 9) il y a une possibilité que plus d'un HA créent une entrée de lien de mobilité pour un certain MN, si un nœud félon capture la demande d'enregistrement en chemin et la transmet à d'autres agents de rattachement. Le MN peut atténuer une telle condition en utilisant une courte durée de vie (par exemple, 5 secondes) dans la demande d'enregistrement avec le champ Agent de rattachement réglé à ALL-ZERO-ONE-ADDR.

Les paragraphes qui suivent décrivent le comportement de MN en mode adresse d'entretien de FA et en mode d'adresse d'entretien colocalisée.

### 5.1.1 MN utilisant une adresse d'entretien d'agent étranger

Quand un nœud mobile initie une session IP mobile en demandant une allocation dynamique de HA, il DOIT régler le champ Adresse d'agent de rattachement dans la demande d'enregistrement à ALL-ZERO-ONE-ADDR. L'adresse IP de destination de la demande d'enregistrement est le FA. Le FA va déterminer le HA demandé et transmettre la demande d'enregistrement au HA demandé. Le traitement de la demande d'enregistrement a lieu sur le HA demandé conformément à la spécification du présent document.

La demande d'enregistrement DOIT être authentifiée de façon appropriée pour que le HA valide la demande.

Si une réponse de succès d'enregistrement est reçue, le MN obtient le HA alloué du champ HA de la réponse. L'adresse allouée d'agent de rattachement sera la même que l'extension HA demandé, si elle était incluse dans la demande d'enregistrement par le MN.

Si une réponse d'enregistrement est reçue avec le code REDIRECT-HA-REQ, le MN DOIT authentifier la réponse sur la base de l'adresse d'agent de rattachement dans le champ HA de la réponse et tenter l'enregistrement avec l'adresse d'agent de rattachement spécifiée dans l'extension HA redirigé. Le MN DOIT mettre l'adresse redirigée d'agent de rattachement comme extension HA demandé de la nouvelle demande d'enregistrement.

Dans certains cas, pour la première demande d'enregistrement, le MN peut vouloir donner une indication au réseau pour être ancré à un HA spécifique. Le MN DEVRAIT mettre cette adresse dans l'adresse d'agent de rattachement de l'extension HA demandé.

### 5.1.2 MN utilisant une adresse d'entretien colocalisée

Un MN en mode d'adresse d'entretien colocalisée qui demande une allocation dynamique de HA DOIT régler le champ Adresse d'agent de rattachement dans la demande d'enregistrement à ALL-ZERO-ONE-ADDR. L'adresse de destination IP de la demande d'enregistrement est le HA demandé. Quelques idées sur la façon de choisir un HA demandé sont brièvement traitées dans la Section 6.

Si une réponse de succès est reçue, le MN obtient l'adresse d'agent de rattachement allouée de la réponse d'enregistrement réussi. Le HA alloué sera le même que le HA demandé auquel la demande d'enregistrement a été envoyée. Le MN DOIT mettre en antémémoire l'adresse d'agent de rattachement allouée pour la durée de la session IP mobile. Le nœud mobile DOIT alors utiliser cette adresse d'agent de rattachement allouée précédemment mise en antémémoire comme adresse d'agent de rattachement dans les demandes suivantes de réenregistrement et désenregistrement. Cela assure que pour la durée de la session IP mobile, le nœud mobile va toujours être ancré à l'agent de rattachement alloué auprès duquel il s'est initialement enregistré.

Si une réponse d'enregistrement est reçue avec un code REDIRECT-HA-REQ, le MN DOIT authentifier la réponse sur la base de l'adresse d'agent de rattachement dans le champ HA de la réponse et tenter l'enregistrement avec l'adresse d'agent de rattachement spécifiée dans l'extension HA redirigé. Le MN DOIT mettre le HA redirigé dans l'extension HA demandé de la nouvelle demande d'enregistrement.

Dans certains cas, pour la première demande d'enregistrement, le MN peut vouloir donner une indication au réseau pour être ancré à un HA spécifique et le MN DEVRAIT mettre cette adresse dans l'adresse d'agent de rattachement de l'extension HA demandé.

Lorsque il demande l'allocation dynamique de HA et s'enregistre directement auprès d'un HA, l'extension HA demandé DOIT être incluse et DOIT contenir l'adresse du HA auquel la demande d'enregistrement est envoyée. Quand il utilise une adresse d'entretien colocalisée mais s'enregistre via un FA traditionnel, le champ HA dans la demande d'enregistrement peut être réglé au HA demandé.

Si la demande d'enregistrement contient l'extension HA demandé, l'adresse d'agent de rattachement dans cette extension DOIT correspondre à la destination IP de la demande.

### 5.1.3 Rafraîchissement de l'adresse de HA allouée sur le nœud mobile

Quand la session IP mobile se termine, le nœud mobile PEUT supprimer l'adresse d'agent de rattachement allouée placée en

antémémoire comme adresse d'agent de rattachement. Il PEUT demander une nouvelle adresse d'agent de rattachement pour la nouvelle session IP mobile en n'incluant pas l'extension HA demandé. L'avantage de cette approche est que le nœud mobile sera toujours ancré à un agent de rattachement optimal de là où il a initié la session IP mobile.

Autrement, le MN peut sauvegarder l'adresse d'agent de rattachement allouée et l'utiliser dans l'extension HA demandé avec l'adresse d'agent de rattachement ALL-ZERO-ONE-ADDR dans une demande d'enregistrement pour une nouvelle session IP mobile.

## 5.2 Considérations sur l'agent étranger

Quand le nœud mobile utilise une adresse d'entretien de FA, il s'enregistre toujours via le FA. Quand le MN utilise une adresse d'entretien colocalisée, il peut s'enregistrer à travers un FA ou directement avec un HA, sauf si le bit "R" est établi dans l'annonce d'agent du FA, et dans ce cas il s'enregistre toujours à travers le FA.

Quand le FA reçoit une demande d'enregistrement avec le champ Adresse d'agent de rattachement réglé à ALL-ZERO-ONE-ADDR qui ne contient pas l'extension HA demandé, le FA obtient l'adresse d'agent de rattachement demandée pour transmettre la demande d'enregistrement en utilisant des moyens qui sortent du domaine d'application de la présente spécification. Quelques idées sur la façon de choisir un HA demandé sont brièvement traitées à la Section 6.

Si le FA ne peut pas obtenir le HA demandé auquel transmettre une demande d'enregistrement provenant du MN, il DOIT rejeter la demande avec le code d'erreur NONZERO-HA-REQD.

Si le MN a inclus l'extension HA demandé, le FA DOIT transmettre la demande d'enregistrement à l'adresse qui est dans cette extension. Si l'adresse d'agent de rattachement dans cette extension n'est pas une adresse d'envoi individuel acheminable, le FA DOIT rejeter la demande avec un code d'erreur NONZERO-HA-REQD.

Si la demande d'enregistrement contient l'extension HA demandé, le FA utilise cette adresse comme destination pour la demande d'enregistrement relayée.

Les problèmes de rétro compatibilité relatifs aux agents de mobilité sont traités à la Section 10.

## 5.3 Considérations sur l'agent de rattachement

Un agent de rattachement peut traiter une demande d'enregistrement entrante d'une des deux façons suivantes :

1. Le MN ou le FA envoie la demande d'enregistrement au HA demandé. Le terme de "HA demandé" a une signification dans le contexte d'un message de demande d'enregistrement. Quand le HA demandé réussit à traiter la demande d'enregistrement et crée un lien et envoie une réponse avec son adresse, il devient le HA alloué. Le terme de "HA alloué" a une signification dans le contexte d'un message de réponse d'enregistrement.
2. Un agent de rattachement qui reçoit une demande d'enregistrement avec le champ HA réglé à ALL-ZERO-ONE-ADDR PEUT rejeter la demande même si elle est bien authentifiée et suggérer une autre adresse d'agent de rattachement en réponse. Dans ce cas, le HA met sa propre adresse dans le champ HA de la réponse et règle le code de réponse à REDIRECT-HA-REQ et ajoute l'extension HA redirigé.

Si la demande d'enregistrement contient l'extension HA demandé, l'adresse d'agent de rattachement dans cette extension doit correspondre à la destination IP de la demande. Si elle ne correspond pas, le HA demandé DOIT rejeter la demande d'enregistrement avec le code d'erreur 136.

### 5.3.1 Considérations sur l'agent de rattachement alloué

Le HA qui traite la demande d'enregistrement entrante en pleine conformité avec IPv4 mobile [RFC3344] et la présente spécification devient le HA alloué. La demande d'enregistrement se termine au HA alloué.

Le HA alloué crée un lien de mobilité par MN et envoie la réponse d'enregistrement au MN en copiant son adresse dans le champ Agent de rattachement et comme adresse IP de source de la réponse.

Le tableau suivant résume le comportement du HA demandé (*Errata 92*), sur la base de la valeur de l'adresse IP de destination et du champ Agent de rattachement de la demande d'enregistrement.

<b>Adresse IP dest.</b>	<b>Champ HA</b>	<b>Traitement au HA demandé (Errata 92)</b>
Envoi individuel (Doit être égal au HA qui reçoit le RRQ)	non envoi individuel	IPv4 mobile [RFC3344] : il n'y a pas de changement dans le traitement pour ce cas par rapport à IPv4 mobile. Il n'est mentionné ici que pour référence. Le HA refuse l'enregistrement avec le code d'erreur 136 et règle le champ HA à sa propre adresse IP dans la réponse (paragraphe 3.8.3.2 de la [RFC3344]).
	ALL-ZERO- ONE-ADDR	Nouveau comportement : accepte le RRQ selon la présente spécification. Authentifie le RRQ et crée un lien de mobilité si le HA agit comme HA alloué. Règle le champ HA à sa propre adresse IP dans la réponse d'enregistrement.
	OU	Nouveau comportement : si l'authentification réussit, rejette le RRQ avec un nouveau code d'erreur REDIRECT-HA-REQ. Le HA met son adresse dans le champ Adresse d'agent de rattachement du rejet. Le HA suggère un autre HA à utiliser dans la nouvelle extension HA redirigé.

**Tableau 1 : Traitement de la demande d'enregistrement au HA demandé (Errata 92)**

Conformément à l'échange de messages proposé ici, le nœud mobile (ou l'agent étranger) envoie la demande d'enregistrement à l'adresse d'agent de rattachement demandée, qui est une adresse d'envoi individuel. Donc, le présent document ne spécifie aucun nouveau comportement pour le cas où le HA reçoit une demande d'enregistrement en diffusion dirigée sur le sous réseau comme spécifié au paragraphe 3.8.2.1 de la spécification IPv4 mobile [RFC3344]. Bien que le champ Agent de rattachement dans la demande d'enregistrement ne soit pas une adresse d'envoi individuel, l'adresse IP de destination est une adresse d'envoi individuel. Cela évite le problème associé à l'adresse IP de destination en diffusion dirigée sur le sous réseau qui peut avoir pour résultat que plusieurs HA répondent. Donc, il n'est pas nécessaire de refuser l'enregistrement comme déclaré au paragraphe 3.8.3.2 de IPv4 mobile [RFC3344].

Lorsque l'adresse IP de destination est une adresse d'envoi individuel et que le champ Agent de rattachement est ALL-ZERO-ONE-ADDR, le HA accepte/refuse l'enregistrement et règle le champ HA à sa propre adresse IP dans la réponse (c'est-à-dire, l'enregistrement n'est pas rejeté avec le code d'erreur 136).

Le HA peut rejeter la demande avec le code d'erreur REDIRECT-HA-REQ et suggérer un autre HA. Cette redirection peut être utilisée pour l'équilibrage de charge, la proximité géographique sur la base de l'adresse d'entretien, ou d'autres raisons. Le HA met sa propre adresse dans le champ HA du message de réponse d'enregistrement et met l'adresse du HA redirigé dans l'extension HA redirigé. Si le HA accepte la demande, il règle le champ HA dans la réponse d'enregistrement à sa propre adresse.

Le HA demandé effectue toujours les vérifications standard de validité sur la demande d'enregistrement. Si il y a des erreurs, la demande d'enregistrement est rejetée avec les codes d'erreur spécifiés dans IPv4 mobile [RFC3344].

## 6. Choix de l'agent de rattachement demandé

Lorsque l'allocation dynamique de HA est demandée, le MN (ou FA dans le cas d'enregistrement via un FA) envoie la demande d'enregistrement au HA demandé. Cette adresse DOIT être une adresse IP d'envoi individuel. Si le MN a inclus une extension HA demandé dans la demande d'enregistrement, l'adresse d'agent de rattachement dans cette extension est le HA demandé.

Des exemples des méthodes par lesquelles le MN ou FA peut choisir le HA demandé sont brièvement décrites ci-dessous :

**DHCP** : le MN effectue DHCP pour obtenir une adresse IP sur le réseau visité. Le HA demandé est appris de l'option DHCP 68 Agent de rattachement IP mobile [RFC2132]. Le MN envoie la demande d'enregistrement directement à ce HA et reçoit le HA alloué à utiliser pour le reste de la session IP mobile.

**AAA** : le MN effectue le défi/réponse [RFC3012] avec le FA. Le FA restitue le HA demandé du serveur AAA et transmet la demande d'enregistrement directement à ce HA. Le HA alloué envoie une réponse d'enregistrement au FA, qui la relaye au MN. Le MN utilise le HA alloué pour le reste de la session IP mobile.

DNS : dans ce cas, le nom d'hôte du HA est configuré sur le MN ou obtenu par un autre moyen, par exemple, en utilisant un protocole de localisation de service. Le MN effectue une recherche DNS sur le nom d'hôte du HA. L'infrastructure du DNS fournit un enregistrement de ressource avec des informations pour identifier le HA optimal au MN. Le MN envoie une demande d'enregistrement directement au HA et reçoit le HA alloué à utiliser pour le reste de la session IP mobile.

Configuration statique : l'adresse d'agent de rattachement est configurée de façon statique sur le MN. Le MN envoie la demande d'enregistrement à l'adresse configurée. Le HA demandé peut alors rediriger le MN sur un HA redirigé.

## 7. Valeurs d'erreur

Chaque entrée du tableau qui suit contient le nom et la valeur du code d'erreur à retourner dans une réponse d'enregistrement. Elle comporte aussi le paragraphe dans lequel ce code d'erreur est mentionné dans le présent document.

Nom d'erreur	Valeur	Paragraphe	Description
NONZERO-HA-REQD	90	5.2	Adresse non zéro d'agent de rattachement requise dans la demande d'enregistrement.
REDIRECT-HA-REQ	143	5.3	Réenregistrer avec le HA redirigé.

## 8. Considérations relatives à l'IANA

La valeur de code NONZERO-HA-REQD est un code de réponse IP mobile [RFC3344] pris dans la gamme des valeurs associées au rejet par l'agent étranger (c'est-à-dire, une valeur dans la gamme 64 à 127).

La valeur de code REDIRECT-HA-REQ est un code de réponse IP mobile [RFC3344] pris dans la gamme des valeurs associées au rejet par l'agent de rattachement (c'est-à-dire, une valeur dans la gamme 128 à 192).

L'extension HA dynamique est allouée à partir de la gamme des valeurs associées aux extensions sautables chez l'agent de rattachement (c'est-à-dire, une valeur dans la gamme 128 à 255).

L'IANA a enregistré les valeurs comme défini dans la Section 7 et au paragraphe 3.4.

## 9. Considérations sur la sécurité

La présente spécification suppose qu'une configuration de sécurité a été pré configurée entre le MN et le HA ou est configurée avec la demande/réponse d'enregistrement initiale conformément à la [RFC3957].

Il y a la possibilité que plus d'un HA crée une entrée de lien de mobilité pour un certain MN, si un attaquant interposé capture la demande d'enregistrement avec le champ HA réglé à ALL-ZERO-ONE-ADDR et la transmette à d'autres HA. Ce scénario suppose que le nœud félon peut découvrir les adresses des HA qui sont capables d'authentifier la demande d'enregistrement. Cela suppose aussi que le nœud félon a la capacité de mémoriser, dupliquer, et envoyer des paquets aux autres HA dans le délai limité de la fenêtre de répétition. Autrement, ces HA vont de toutes façons rejeter les demandes d'enregistrement. De plus, ce type d'attaque n'est possible que quand l'extension HA demandé n'est pas incluse dans le message d'enregistrement. Le nœud mobile peut minimiser la durée de cette condition en utilisant une courte durée de vie (par exemple, 5 secondes) dans la demande d'enregistrement.

La présente spécification ne change pas le modèle de sécurité établi dans IPv4 mobile [RFC3344]. Les nœuds mobiles sont souvent connectés au réseau via des liaisons sans fil, qui peuvent être plus enclines à l'espionnage passif ou à des attaques en répétition. Une telle attaque peut conduire à des enregistrements fautifs ou à une redirection du trafic ou à un déni de service.

Selon l'échange de messages du présent document, l'agent de rattachement alloué va traiter la demande d'enregistrement entrante conformément à IPv4 mobile [RFC3344]. Donc, l'agent de rattachement alloué va avoir les mêmes soucis de sécurité que l'agent de rattachement dans IPv4 mobile [RFC3344]. Ils sont traités dans la Section 5, "Considérations sur la sécurité", de IPv4 mobile [RFC3344].

Les messages de demande d'enregistrement et de réponse d'enregistrement sont protégés par un authentifiant valide comme spécifié dans IPv4 mobile [RFC3344]. La configuration des associations de sécurité est une question spécifique du déploiement et est couverte par d'autres spécifications IP mobile. Il peut y avoir de nombreuses façons de configurer les associations de sécurité, mais la présente spécification n'exige aucune méthode spécifique.

Un exemple est lorsque l'association de sécurité entre un MN et un HA individuel (demandé ou alloué) est déduit dynamiquement durant le processus d'enregistrement sur la base d'un secret partagé entre le MN et l'infrastructure AAA, comme défini dans la [RFC3957]. La demande d'enregistrement est protégée par l'extension d'authentification MN-AAA, et la réponse d'enregistrement est protégée par l'extension d'authentification MN-HA. Parce que l'association de sécurité est partagée entre le MN et AAA, tout HA alloué de façon dynamique dans le domaine local peut servir de mandataire d'authentification pour le MN en utilisant AAA conformément à la [RFC3957].

L'agent de rattachement alloué authentifie chaque demande d'enregistrement provenant du nœud mobile comme spécifié dans IPv4 mobile [RFC3344] et/ou [RFC3012]. Le MN authentifie aussi la réponse d'enregistrement provenant du HA alloué ; donc, le modèle de confiance existant dans IPv4 mobile [RFC3344] est conservé.

## 10. Considérations de rétro compatibilité

Dans cette section, on examine les problèmes qui peuvent survenir quand on utilise la présente spécification dans un environnement mixte où certains nœuds mettent en œuvre cette spécification et d'autres ne le font pas. Dans chacun des exemples ci-dessous, on considère le cas où un nœud est un nœud "traditionnel", qui ne met pas en œuvre cette spécification alors que les autres nœuds le font.

Agent de rattachement traditionnel : les agents de rattachement traditionnels peuvent rejeter une demande d'enregistrement avec le code d'erreur 136 parce que le champ Agent de rattachement n'est pas une adresse d'envoi individuel. Cependant, certaines mises en œuvre traditionnelles d'agent de rattachement peuvent quand même traiter la demande d'enregistrement conformément au présent document, quand le champ HA dans la demande d'enregistrement est réglé à ALL-ZERO-ONE-ADDR.

Agent étranger traditionnel : les agents étrangers traditionnels peuvent transmettre une demande d'enregistrement avec le champ Agent de rattachement réglé à ALL-ZERO-ONE-ADDR en réglant l'adresse IP de destination à ALL-ZERO-ONE-ADDR. Il va en résulter que le paquet sera éliminé ou éventuellement traité par un HA de prochain bond, adjacent au FA. Le MN peut n'être pas instruit de l'abandon de la demande d'enregistrement et peut probablement réessayer l'enregistrement, augmentant par là le retard de l'enregistrement.

Pour réduire le délai d'enregistrement, le MN devrait prendre les mesures suivantes :

1. Le MN devrait envoyer la demande d'enregistrement comme spécifié dans la présente spécification. En d'autres termes, le MN devrait régler le champ Agent de rattachement dans la demande d'enregistrement à ALL-ZERO-ONE-ADDR et aussi ajouter l'extension HA demandé.
2. Si le MN ne reçoit pas de réponse d'enregistrement dans un certain délai et/ou après l'envoi de quelques demandes d'enregistrement, il peut supposer que la ou les demandes d'enregistrement ont été éliminées, soit par un FA traditionnel, soit par un HA incorrect. De plus, si l'enregistrement est refusé avec un code d'erreur 70 (Demande mal formée) le MN peut supposer que le FA traditionnel ne peut pas traiter ce message. Dans l'un et l'autre cas, le MN devrait revenir à un mécanisme de récupération. Le MN devrait rapidement envoyer une nouvelle demande d'enregistrement comme mentionné au paragraphe 4.1 étape 2. Cette étape va assurer qu'un FA traditionnel va transmettre la demande d'enregistrement à l'agent de rattachement, rendant par là l'allocation dynamique de HA possible.

Nœud mobile traditionnel : un MN qui envoie une demande d'enregistrement à un FA qui peut faire l'allocation dynamique de HA, mais ne règle pas le champ HA à ALL-ZERO-ONE-ADDR, va continuer d'être enregistré avec son HA à configuration statique, exactement comme dans la RFC 3344.

## 11. Remerciements

Les auteurs tiennent à remercier Pete McCann de sa relecture attentive, de ses suggestions sur les considérations de sécurité, et de la définition de ALL-ZERO-ONE-ADDR. Merci à Kuntal Chowdhury de sa relecture extensive et ses commentaires sur ce document. Merci aussi à Henrik Levkowetz de sa relecture et suggestions détaillées. Thomas Narten a

relevé des problèmes dans les considérations de FA traditionnelles. Merci à Ahmad Muhanna d'avoir mentionné le scénario de liens multiples sur les HA, documenté dans la section des considérations sur la sécurité.

Les auteurs remercient Mike Andrews, Madhavi Chandra, et Yoshi Tsuda de leur relecture et de leurs suggestions.

## 12. Références normatives

- [RFC2119] S. Bradner, "[Mots clés à utiliser](#) dans les RFC pour indiquer les niveaux d'exigence", BCP 14, mars 1997. (MàJ par [RFC8174](#))
- [RFC2132] S. Alexander et R. Droms, "Options DHCP et [Extensions de fabricant BOOTP](#)", mars 1997.
- [RFC2644] D. Senie, "Changer la [valeur par défaut en diffusion dirigée](#) dans les routeurs", août 1999. ([BCP0034](#))
- [RFC2794] P. Calhoun, C. Perkins, "Extension d'[identifiant d'accès à un réseau mobile IP](#) pour IPv4", mars 2000. (P.S.)
- [RFC3012] C. Perkins, P. Calhoun, "Extensions de mise en cause/réponse pour IPv4 mobile", novembre 2000. (Obs., voir [RFC4721](#)) (P.S.)
- [RFC3344] C. Perkins, éd., "Prise en charge de la mobilité IP pour IPv4", août 2002. (Obsolète, voir [RFC5944](#)) (P.S.)
- [RFC3957] C. Perkins, P. Calhoun, "[Clés d'enregistrement d'authentification, d'autorisation](#), et de comptabilité (AAA) pour IPv4 mobile", mars 2005. (P.S.)

## Adresse des auteurs

Milind Kulkarni  
Cisco Systems Inc.  
170 W. Tasman Drive,  
San Jose, CA 95134  
USA  
téléphone : +1 408-527-8382  
mél : [mkulkam@cisco.com](mailto:mkulkam@cisco.com)

Alpesh Patel  
Cisco Systems Inc.  
170 W. Tasman Drive,  
San Jose, CA 95134  
USA  
téléphone : +1 408-853-9580  
mél : [alpesh@cisco.com](mailto:alpesh@cisco.com)

Kent Leung  
Cisco Systems Inc.  
170 W. Tasman Drive,  
San Jose, CA 95134  
USA  
téléphone : +1 408-526-5030  
mél : [kleung@cisco.com](mailto:kleung@cisco.com)

## Déclaration complète de droits de reproduction

Copyright (C) The Internet Society (2006).

Le présent document est soumis aux droits, licences et restrictions contenus dans le BCP 78, et à [www.rfc-editor.org](http://www.rfc-editor.org), 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 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 pourrait 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 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, *IETF Administrative Support Activity*).