

Groupe de travail Réseau
Request pour Comments : 5340
 RFC rendue obsolète : 2740
 Catégorie : Sur la voie de la normalisation
 Traduction Claude Brière de L'Isle

R. Coltun, Acoustra Productions
 D. Ferguson, Juniper Networks
 J. Moy, Sycamore Networks, Inc
 A. Lindem, éditeur, Redback Networks
 juillet 2008

OSPF pour IPv6

Statut du présent mémoire

Le présent document spécifie un protocole Internet sur la voie de la normalisation pour la communauté de l'Internet. Il appelle à la discussion et à des suggestions pour son amélioration. Prière de se référer à l'édition actuelle des "Normes officielles des protocoles de l'Internet" (STD 1) pour connaître l'état de normalisation et le statut de ce protocole. La distribution du présent mémoire n'est soumise à aucune restriction.

Résumé

Le présent document décrit les modifications à OSPF pour prendre en charge la version 6 du protocole Internet (IPv6). Les mécanismes fondamentaux de OSPF (arrosage, élection du routeur désigné (DR, *Designated Router*) prise en charge de la zone, calculs du plus court chemin en premier (SPF, *Short Path First*), etc.) restent inchangés. Cependant, certains changements ont été nécessaires, soit à cause de changements dans la sémantique du protocole entre IPv4 et IPv6, soit simplement pour traiter l'augmentation de la taille d'adresses de IPv6. Ces modifications nécessitent d'incrémenter la version du protocole de version 2 à version 3. OSPF pour IPv6 est aussi appelé OSPF version 3 (OSPFv3).

Les changements entre OSPF pour IPv4, OSPF Version 2, et OSPF pour IPv6 tels que décrits ici incluent ce qui suit. La sémantique d'adressage a été supprimée des paquets OSPF et des avis d'état de liaison (LSA, *Link State Advertisement*) de base. Les nouveaux LSA ont été créés pour porter les adresses et préfixes IPv6. OSPF fonctionne maintenant sur la base de la liaison plutôt que par sous réseau IP. La portée d'arrosage pour les LSA a été généralisée. L'authentification a été supprimée du protocole OSPF et s'appuie maintenant sur l'en-tête d'authentification et la charge utile d'encapsulation de sécurité (ESP, *Encapsulating Security Payload*) de IPv6.

Même avec de plus grandes adresses IPv6, la plupart des paquets dans OSPF pour IPv6 sont presque aussi compacts que ceux de OSPF pour IPv4. La plupart des limitations de champs et de taille de paquet présentes dans OSPF pour IPv4 ont été assouplies. De plus, le traitement des options a été rendu plus souple.

Toutes les capacités facultatives de OSPF pour IPv4, incluant la prise en charge de circuit à la demande et des zones "pas si en bout que cela" (NSSA, *Not-So-Stubby Area*) sont aussi prises en charge dans OSPF pour IPv6.

Table des matières

1. Introduction.....	2
1.1 Notation des exigences.....	2
1.2 Terminologie.....	3
2. Différences avec OSPF pour IPv4.....	3
2.1 Traitement du protocole par liaison, pas par sous réseau.....	3
2.2 Suppression de la sémantique d'adressage.....	3
2.3 Ajout de la portée d'arrosage.....	4
2.4 Prise en charge explicite de plusieurs instances par liaison.....	4
2.5 Utilisation d'adresses de liaison locale.....	4
2.6 Changements à l'authentification.....	4
2.7 Changements au format de paquet.....	5
2.8 Changements au format de LSA.....	5
2.9 Traitement des types de LSA inconnus.....	6
2.10 Prise en charge de zone de bout/NSSA.....	6
2.11 Identification des voisins par identifiant de routeur.....	7
3. Différences avec la RFC 2740.....	7
3.1 Prise en charge de plusieurs interfaces sur la même liaison.....	7
3.2 MOSPF pour IPv6 est déconseillé.....	7
3.3 Spécification de NSSA.....	7
3.4 La restriction d'arrosage de LSA inconnus à des zones de bout est déconseillée.....	7
3.5 Suppression de LSA de liaison.....	8

3.6 Mise à jour des options de LSA et de préfixe.....	8
3.7 Adresses IPv6 de site local.....	8
4. Détails de mise en œuvre.....	8
4.1 Structures de données du protocole.....	9
4.2 Traitement des paquets du protocole.....	10
4.3 Structure du tableau d'acheminement.....	13
4.4 Annonces d'état de liaison.....	13
4.5 Arrosage.....	23
4.6 Définition des LSA auto-générés.....	25
4.7 Liaisons virtuelles.....	25
4.8 Calcul des tableaux d'acheminement.....	26
4.9 Interfaces multiples à une seule liaison.....	28
5. Considérations sur la sécurité.....	30
6. Considérations de gestion.....	30
7. Considérations relatives à l'IANA.....	30
7.1 MOSPF pour OSPFv3 déconseillé.....	31
8. Remerciements.....	31
9. Références.....	32
9.1 Références normatives.....	32
9.2 Références pour information.....	32
Appendice A. Formats des données OSPF.....	33
A.1 Encapsulation des paquets OSPF.....	33
A.2 Champs d'options.....	33
A.3 Formats de paquet OSPF.....	34
A.4 Formats de LSA.....	40
Appendice B. Constantes architecturales.....	49
Appendice C. Constantes configurables.....	50
C.1 Paramètres généraux.....	50
C.2 Paramètres de zone.....	50
C.3 Paramètres d'interface de routeur.....	51
C.4 Paramètres de liaison virtuelle.....	52
C.5 Paramètres de réseau NBMA.....	52
C.6 Paramètres de réseau point à multipoints.....	53
C.7 Paramètres de chemin d'hôte.....	53
Adresse des auteurs.....	53
Déclaration complète de droits de reproduction.....	53

1. Introduction

Le présent document décrit les modifications à OSPF pour la prise en charge de la version 6 du protocole Internet (IPv6). Les mécanismes fondamentaux de OSPF (arrosage, élection du routeur désigné (DR) prise en charge de la zone, calculs du plus court chemin en premier (SPF, *Shortest Path First*) etc.) restent inchangés. Cependant, certains changements ont été nécessaires, à cause des changements dans la sémantique du protocole entre IPv4 et IPv6, ou simplement pour traiter l'augmentation de la taille d'adresse de IPv6. Ces modifications rendent nécessaire d'incrémenter la version de protocole de version 2 à version 3. OSPF pour IPv6 est aussi appelé OSPF version 3 (OSPFv3).

Le présent document est organisé comme suit. La Section 2 décrit en détails les différences entre OSPF pour IPv4 (OSPF version 2) et OSPF pour IPv6 (OSPF version 3). La Section 3 décrit les différences entre la RFC 2740 et le présent document. La Section 4 donne les détails de mise en œuvre des changements. L'Appendice A donne les formats de paquet OSPF pour IPv6 et des annonces d'état de liaison (LSA, *Link State Advertisement*). L'Appendice B fait la liste des constantes architecturales OSPF. L'Appendice C décrit les paramètres de configuration.

1.1 Notation 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].

1.2 Terminologie

Le présent document tente d'utiliser les termes venant à la fois de la spécification de OSPF pour IPv4 [RFC2328] et des spécifications du protocole IPv6 [RFC2460]. Cela a produit un résultat mixte. La plupart des termes utilisés à la fois par OSPF et par IPv6 ont en gros la même signification (par exemple, les interfaces). Cependant, il y a quelques conflits. IPv6 utilise le terme "liaison" de la même façon que "sous réseau" ou "réseau" de OSPF IPv4. Dans ce cas, on a choisi d'utiliser la terminologie "liaison" de IPv6. "Liaison" remplace le "sous réseau" et "réseau" de OSPF dans la plupart des endroits dans ce document, bien que le LSA de réseau d'OSPF reste inchangé (et malheureusement, un nouveau LSA de liaison a aussi été créé).

Les noms de certains des LSA OSPF ont aussi changé. Voir les détails au paragraphe 2.8.

Dans le contexte de ce document, une instance OSPF est une instance de protocole séparée complète avec ses propres structures de données de protocole (par exemple, zones, interfaces, voisins) base de données d'état de liaison, automates à état de protocole, et traitement du protocole (par exemple, calcul de SPF).

2. Différences avec OSPF pour IPv4

La plupart des algorithmes de OSPF pour IPv4 [RFC2328] ont été préservés dans OSPF pour IPv6. Cependant, certains changements ont été nécessaires, soit à cause de changements dans la sémantique du protocole entre IPv4 et IPv6, soit simplement pour traiter l'augmentation de la taille d'adresse de IPv6.

Les paragraphes qui suivent décrivent les différences entre ce document et la [RFC2328].

2.1 Traitement du protocole par liaison, pas par sous réseau

IPv6 utilise le terme de "liaison" pour indiquer "une facilité ou support de communication sur lequel les nœuds peuvent communiquer à la couche de liaison" ([RFC2460]). Les "interfaces" connectent les liaisons. Plusieurs sous réseaux IPv6 peuvent être alloués à une seule liaison, et deux nœuds peuvent parler directement sur une seule liaison, même si ils ne partagent pas un sous réseau IPv6 (préfixe IPv6).

Pour cette raison, OSPF pour IPv6 fonctionne par liaison au lieu du comportement IPv4 par sous réseau IP. Les termes de "réseau" et "sous réseau" utilisés dans la spécification de OSPF IPv4 [RFC2328] devraient généralement être remplacés par celui de liaison. De même, une interface OSPF connecte maintenant une liaison au lieu d'un sous réseau IP.

Ce changement affecte la réception des paquets de protocole OSPF, le contenu des paquets Hello, et le contenu des LSA de réseau.

2.2 Suppression de la sémantique d'adressage

Dans OSPF pour IPv6, la sémantique de l'adressage a été supprimée des paquets de protocole OSPF et des principaux types de LSA, laissant un cœur de protocole indépendant du réseau. En particulier :

- o Les adresses IPv6 ne sont pas présentes dans les paquets OSPF, sauf dans les charges utiles de LSA portées par les paquets de mise à jour d'état de liaison. Voir les détails au paragraphe 2.7.
- o Les LSA de routeur et les LSA de réseau ne contiennent plus d'adresses réseau, mais expriment simplement des informations de topologie. Voir les détails au paragraphe 2.8.
- o Les identifiants de routeur OSPF, les identifiants de zone, et les LSA d'identifiant d'état de liaison restent à la taille IPv4 de 32 bits. Ils ne peuvent plus être alloués comme adresses (IPv6).
- o Les routeurs du voisinage sont maintenant toujours identifiés par un identifiant de routeur. Précédemment, ils étaient identifiés par une adresse IPv4 sur des liaisons de diffusion, de non diffusion multi-accès (NBMA, *Non-Broadcast Multi-Access*) et point à multipoints.

2.3 Ajout de la portée d'arrosage

La portée d'arrosage pour les LSA a été généralisée et est maintenant explicitement codée dans le champ Type de LS des LSA. Il y a maintenant trois portées d'arrosage séparées pour les LSA :

- o Portée de liaison locale. Le LSA est seulement arrosé sur la liaison locale et pas plus loin. Utilisée pour le nouveau LSA de liaison. Voir les détails au paragraphe 4.4.3.8.
- o Portée de zone. Le LSA est seulement arrosé dans une seule zone OSPF. Utilisée pour les LSA de routeur, les LSA de réseau, les LSA de préfixe inter-zones, les LSA de routeur inter-zones, et les LSA de préfixe intra-zone.
- o Portée de système autonome (AS, *Autonomous System*). Le LSA est arrosé sur tout le domaine d'acheminement. Utilisée pour les LSA externes à l'AS. Un routeur qui génère des LSA de portée d'AS est considéré comme un routeur frontière de système autonome (ASBR, *AS Boundary Router*) et va établir son bit E dans les LSA de routeur pour les zones régulières.

2.4 Prise en charge explicite de plusieurs instances par liaison

OSPF prend maintenant en charge la capacité de faire fonctionner plusieurs instances de protocole OSPF sur une seule liaison. Par exemple, cela peut être exigé sur un segment de point d'accès réseau (NAP) partagé entre plusieurs fournisseurs. Les fournisseurs peuvent prendre en charge des domaines d'acheminement OSPF séparés qui souhaitent rester séparés même si ils ont un ou plusieurs segments de réseau physique (c'est-à-dire, des liaisons) en commun. Dans OSPF pour IPv4, cela était pris en charge au hasard en utilisant les champs d'authentification dans l'en-tête OSPF pour IPv4.

Une autre utilisation des instances OSPF multiples est si on veut, pour une raison ou pour une autre, avoir une seule liaison qui appartient à deux, ou plus, zones OSPF.

La prise en charge de plusieurs instances de protocole sur une liaison est réalisée via un "Identifiant d'instance" contenu dans l'en-tête de paquet OSPF et des structures de données d'interface OSPF. L'identifiant d'instance affecte seulement la réception des paquets OSPF et s'applique aux interfaces OSPF normales et aux liaisons virtuelles.

2.5 Utilisation d'adresses de liaison locale

Les adresses IPv6 de liaison locale sont à utiliser sur une seule liaison, pour les besoins de la découverte de voisin, l'auto-configuration, etc. Les routeurs IPv6 ne transmettent pas les datagrammes IPv6 qui ont des adresses de source de liaison locale [RFC4291]. Les adresses de liaison locale en envoi individuel sont allouées dans la gamme d'adresses IPv6 FE80/10.

OSPF pour IPv6 suppose que chaque routeur a reçu des adresses de liaison locale en envoi individuel sur chaque liaison physique rattachée du routeur [RFC4291]. Sur toutes les interfaces OSPF excepté les liaisons virtuelles, les paquets OSPF sont envoyés en utilisant l'adresse en envoi individuel de liaison locale associée de l'interface comme adresse de source. Un routeur apprend les adresses de liaison locale de tous les autres routeurs rattachés à ses liaisons et utilise ces adresses comme informations de prochain bond durant la transmission de paquets.

Sur les liaisons virtuelles, une adresse IPv6 de portée mondiale DOIT être utilisée comme adresse de source pour les paquets de protocole OSPF.

Les adresses de liaison locale apparaissent dans les LSA de liaison OSPF (voir le paragraphe 4.4.3.8). Cependant, les adresses de liaison locale ne sont pas permises dans les autres types de LSA OSPF. En particulier, les adresses de liaison locale NE DOIVENT PAS être annoncées dans des LSA de préfixe inter-zones (paragraphe 4.4.3.4) des LSA externes à l'AS (paragraphe 4.4.3.6) des LSA de NSSA (paragraphe 4.4.3.7) ou des LSA de préfixe intra-zone (paragraphe 4.4.3.9).

2.6 Changements à l'authentification

Dans OSPF pour IPv6, l'authentification a été supprimée du protocole OSPF. Les champs "AuType" et "Authentification" ont été supprimés de l'en-tête de paquet OSPF, et tous les champs en relation avec l'authentification ont été supprimés des structures de données de zone et d'interface OSPF.

Quand il fonctionne sur IPv6, OSPF s'appuie sur l'en-tête d'authentification IP (voir la [RFC4302]) et la charge utile

d'encapsulation de la sécurité IP (voir la [RFC4303]) comme décrit dans la [RFC4552] pour assurer l'intégrité et l'authentification/confidentialité des échanges d'acheminement.

La protection des échanges de paquets OSPF contre la corruption accidentelle des données est fournie par la somme de contrôle de couche supérieure standard IPv6 (comme décrite au paragraphe 8.1 de la [RFC2460]) couvrant le paquet OSPF entier et précédée du pseudo en-tête IPv6 (voir l'Appendice A.3.1).

2.7 Changements au format de paquet

OSPF pour IPv6 fonctionne directement sur IPv6. À part cela, toute la sémantique d'adressage a été retirée des en-têtes de paquet OSPF, le rendant essentiellement "indépendant du protocole réseau". Toutes les informations d'adressage sont maintenant contenues seulement dans les divers types de LSA.

Dans le détail, les changements dans le format du paquet OSPF consistent en ce qui suit :

- o Le numéro de version OSPF a été incrémenté de 2 à 3.
- o Le champ Options dans les paquets Hello et les paquets de description de base de données a été étendu à 24 bits.
- o Les champs Authentification et AuType ont été supprimés de l'en-tête de paquet OSPF (voir le paragraphe 2.6).
- o Le paquet Hello ne contient maintenant plus du tout d'informations d'adresse. Il comporte plutôt un identifiant d'interface que le routeur d'origine a alloué pour identifier de façon univoque (parmi ses propres interfaces) son interface à la liaison. Cet identifiant d'interface va être utilisé comme l'identifiant d'état de liaison du LSA de réseau si le routeur devient le routeur désigné sur la liaison.
- o Deux bits d'option, le bit "R" et le bit "V6", ont été ajoutés au champ Options pour traiter les LSA de routeur durant le calcul du SPF (voir l'Appendice A.2). Si le bit "R" est à zéro, un locuteur OSPF peut participer à la distribution de topologie OSPF sans être utilisé pour transmettre du trafic de transit ; cela peut être utilisé dans des hôtes multi rattachements qui veulent participer au protocole d'acheminement. Le bit V6 spécialise le bit R ; si le bit V6 est à zéro, un locuteur OSPF peut participer à la distribution de la topologie OSPF sans être utilisé à transmettre des datagrammes IPv6. Si le bit R est établi et si le bit V6 est à zéro, les datagrammes IPv6 ne sont pas transmis mais les datagrammes qui appartiennent à une autre famille de protocoles peuvent être transmis.
- o L'en-tête de paquet OSPF inclut maintenant un "Identifiant d'instance" qui permet que plusieurs instances de protocole OSPF fonctionnent sur une seule liaison (voir au paragraphe 2.4).

2.8 Changements au format de LSA

Toute la sémantique d'adressage a été supprimée de l'en-tête de LSA, des LSA de routeur, et des LSA de réseau. Ces deux LSA décrivent maintenant la topologie du domaine d'acheminement d'une manière indépendante du protocole réseau. De nouveaux LSA ont été ajoutés pour distribuer les informations d'adresse IPv6 et les données requises pour la résolution du prochain bond. Le nom de certains des LSA de IPv4 a été changé pour améliorer la cohérence globale.

Dans le détail, les changements au format de LSA consistent en ce que :

- o Le champ Options a été supprimé de l'en-tête de LSA, étendu à 24 bits, et déplacé dans le corps des LSA de routeur, LSA de réseau, LSA de routeur inter zones, et LSA de liaison. Voir les détails à l'Appendice A.2.
- o Le champ Type de LSA a été étendu (dans l'ancien espace d'options) à 16 bits, avec les trois bits de poids fort codant la portée d'arrosage et le traitement des types de LSA inconnus (voir au paragraphe 2.9).
- o Les adresses dans les LSA sont maintenant exprimées comme [préfixe, longueur de préfixe] au lieu de [adresse, gabarit] (voir l'Appendice A.4.1). Le chemin par défaut est exprimé comme un préfixe de longueur 0.
- o Les LSA de routeur et les LSA de réseau n'ont maintenant pas d'informations d'adresse et sont indépendants du protocole réseau.
- o Les informations d'interface de routeur PEUVENT être disséminées sur plusieurs LSA de routeur. Les receveurs DOIVENT enchaîner tous les LSA de routeur générés par un routeur lors du calcul de SPF.
- o Un nouveau LSA appelé LSA de liaison a été introduit. Les LSA de liaison ont une portée d'arrosage de liaison locale ; ils ne sont jamais arrosés au delà de la liaison à laquelle ils sont associés. Les LSA de liaison ont trois objets : 1) ils fournissent l'adresse de liaison locale du routeur à tous les autres routeurs rattachés à la liaison, 2) ils informent les autres routeurs rattachés à la liaison d'une liste des préfixes IPv6 à associer à la liaison, et 3) ils permettent au routeur

d'annoncer une collection de bits d'options à associer au LSA de réseau qui va être généré pour la liaison. Voir les détails au paragraphe 4.4.3.8.

- o Dans IPv4, le LSA de routeur porte les adresses IPv4 d'interface de routeur, l'équivalent IPv4 des adresses de liaison locale. Ils sont seulement utilisés lors du calcul des prochains bonds durant le calcul d'acheminement OSPF (voir au paragraphe 16.1.1 de la [RFC2328]) de sorte qu'il n'est pas besoin de les arroser au delà de la liaison locale. Donc, utiliser le LSA de liaison pour distribuer ces adresses est plus efficace. Noter que les adresses de liaison locale ne peuvent pas être apprises par la réception des Hello dans tous les cas. Sur les liaisons NBMA, les routeurs de prochain bond n'échangent pas nécessairement des Hello. Ces routeurs apprennent plutôt l'existence de chaque autre au moyen du routeur désigné (DR).
- o Le champ Options dans les LSA de réseau est réglé au OU logique des options que chaque routeur sur la liaison annonce dans son LSA de liaison.
- o Les LSA de résumé de type 3 ont été renommés "LSA de préfixe inter-zones". Les LSA de résumé de type 4 ont été renommés "LSA de routeur inter zones".
- o L'identifiant d'état de liaison dans les LSA de préfixe inter zones, les LSA de routeur inter zones, les LSA de NSSA, et les LSA externes à l'AS a perdu sa sémantique d'adressage et sert seulement maintenant à identifier des éléments individuels de la base de données d'état de liaison. Toutes les adresses ou identifiants de routeur qui étaient anciennement exprimées par l'identifiant d'état de liaison sont maintenant portées dans le corps des LSA.
- o Les LSA de réseau et les LSA de liaison sont les seuls LSA dont l'identifiant d'état de liaison porte une signification supplémentaire. Pour ces LSA, l'identifiant d'état de liaison est toujours l'identifiant d'interface du routeur d'origine sur la liaison décrite. Pour cette raison, les LSA de réseau et les LSA de liaison sont maintenant les seuls LSA dont la taille ne peut pas être limitée : un LSA de réseau DOIT faire la liste de tous les routeurs connectés à la liaison et un LSA de liaison DOIT faire la liste de toutes les adresses de routeur sur la liaison.
- o Un nouveau LSA appelé LSA de préfixe intra-zone a été introduit. Ce LSA porte toutes les informations de préfixe IPv6 qui dans IPv4 sont incluses dans les LSA de routeur et les LSA de réseau. Voir les détails au paragraphe 4.4.3.9.
- o L'inclusion d'une adresse de transmission ou d'une étiquette de chemin externe dans les LSA externes à l'AS est maintenant facultative. De plus, les LSA externes à l'AS peuvent maintenant faire référence à un autre LSA, pour l'inclusion d'attributs de chemin supplémentaires qui sortent du domaine d'application du protocole OSPF. Par exemple, cette référence pourrait être utilisée pour rattacher des attributs de chemin BGP aux chemins externes.

2.9 Traitement des types de LSA inconnus

Le traitement des types de LSA inconnus a été rendu plus souple afin que, sur la base du type de LS, les types de LSA inconnus soient soit traités comme ayant une portée d'arrosage de liaison locale, soit soient mémorisés et arrosés comme si ils étaient compris. Ce comportement est explicitement codé dans le bit Traitement de LSA du champ Type de LS de l'entête d'état de liaison (voir le bit U dans l'Appendice A.4.2.1).

Le comportement OSPF IPv4 de simplement éliminer les types inconnus n'est plus pris en charge à cause du désir de mêler les capacités de routeur sur une seule liaison. Éliminer les types inconnus cause des problèmes quand le routeur désigné prend en charge moins d'options que les autres routeurs sur la liaison.

2.10 Prise en charge de zone de bout/NSSA

Dans OSPF pour IPv4, les zones de bout et NSSA ont été conçues pour minimiser la taille de la base de données d'état de liaison et des tableaux d'acheminement pour les routeurs internes à la zone. Cela permet aux routeurs qui ont des ressources minimales de participer même dans de très grands domaines d'acheminement OSPF.

Dans OSPF pour IPv6, le concept de zone de bout et NSSA est conservé. Dans IPv6, parmi les types de LSA obligatoires, les zones de bout portent seulement des LSA de routeur, des LSA de réseau, des LSA de préfixe inter zones, des LSA de liaison, et des LSA de préfixe intra-zone. Les zones NSSA se restreignent à ces types et, bien sûr, aux LSA NSSA. Cela est l'équivalent IPv6 des types de LSA portés dans les zones de bout IPv4 : LSA de routeur, LSA de réseau, LSA de résumé de type 3, et pour les zones NSSA : les types de zone de bout et les LSA de NSSA.

2.11 Identification des voisins par identifiant de routeur

Dans OSPF pour IPv6, les routeurs du voisinage sur une liaison sont toujours identifiés par leur identifiant de routeur OSPF. Cela diffère du comportement IPv4 où les voisins sur des réseaux point à point et les liaisons virtuelles sont identifiés par leur identifiant de routeur tandis que les voisins sur les liaisons de diffusion, NBMA, et point à multipoints sont identifiés par leur adresse d'interface IPv4.

Ce changement affecte la réception des paquets OSPF (voir au paragraphe 8.2 de la [RFC2328]) la recherche des voisins (Section 10 de la [RFC2328]) et la réception des paquets Hello (paragraphe 10.5 de la [RFC2328]).

L'identifiant de routeur 0.0.0.0 est réservé et NE DEVRAIT PAS être utilisé.

3. Différences avec la RFC 2740

Les mises en œuvre de OSPFv3 fondées sur la RFC 2740 vont pleinement inter-opérer avec les mises en œuvre qui se fondent sur la présente spécification. Il y a cependant des ajouts et des changements au protocole (qui sont tous rétro compatibles).

3.1 Prise en charge de plusieurs interfaces sur la même liaison

Cette caractéristique du protocole était seulement partiellement spécifiée dans la RFC 2740. Le niveau de spécification était insuffisant pour mettre en œuvre la caractéristique. Le paragraphe 4.9 spécifie les ajouts et les précisions nécessaires pour sa mise en œuvre. Ils sont pleinement compatibles avec la RFC 2740.

3.2 MOSPF pour IPv6 est déconseillé

Cette caractéristique du protocole était seulement partiellement spécifiée dans la RFC 2740. Le niveau de spécification était insuffisant pour mettre en œuvre la caractéristique. Il n'y a pas de mise en œuvre connue. La prise en charge des extensions de diffusion groupée à OSPF (MOSPF) et des champs de protocole qui s'y rapportent a été déconseillée dans OSPFv3. Voir les paragraphes 4.4.3.2, 4.4.3.4, 4.4.3.6, 4.4.3.7, Appendice A.2, Appendice A.4.2.1, Appendice A.4.3, Appendice A.4.1.1, et le paragraphe 7.1.

3.3 Spécification de NSSA

Cette caractéristique du protocole était seulement partiellement spécifiée dans la RFC 2740. Le niveau de spécification était insuffisant pour mettre en œuvre la fonction. Le présent document inclut une spécification de NSSA unique pour OSPFv3. Cette spécification couplée à la [RFC3101] fournit une spécification suffisante pour la mise en œuvre. Se reporter au paragraphe 4.8.5, à l'Appendice A.4.3, à l'Appendice A.4.8, et à la [RFC3101].

3.4 La restriction d'arrosage de LSA inconnus à des zones de bout est déconseillée

Dans la [RFC2740], l'arrosage de LSA inconnus était restreint aux zones de bout et NSSA. Le texte qui décrit cette restriction est inclus ci-dessous.

"Cependant, à la différence de IPv4, IPv6 permet des LSA de types de LS non reconnus étiquetés "mémoire et arroser le LSA, comme si le type était compris" (voir le bit U dans l'Appendice A.4.2.1). L'introduction incontrôlée de tels LSA pourrait causer la croissance de la base de données d'état de liaison d'une zone de bout au delà des capacités des routeurs qui la composent.

Pour s'en protéger, la règle suivante concernant les zones de bout a été établie : un LSA dont le type de LS est non reconnu peut seulement être arrosé dans/à travers une zone de bout si à la fois a) le LSA a une portée d'arrosage de zone ou de liaison locale et b) le LSA a le bit U réglé à 0. Voir les détails au paragraphe 3.5."

Cette restriction a été déconseillée. Les routeurs OSPFv3 vont arroser les LSA de portée de liaison et de zone dont le type de LS est non reconnu et dont le bit U est réglé à 1 à travers les zones de bout et NSSA. Il n'y a pas de problème de rétro-compatibilité autre que les routeurs OSPFv3 qui prennent encore en charge la restriction ne peuvent pas propager les nouveaux types de LSA définis.

3.5 Suppression de LSA de liaison

Le paramètre de configuration d'interface LinkLSASuppression (*Suppression de LSA de liaison*) a été ajouté. Si LinkLSASuppression est configuré pour une interface et si le type d'interface n'est pas diffusion ou NBMA, la génération du LSA de liaison peut être supprimée. Le paramètre de configuration d'interface LinkLSASuppression est décrit dans l'Appendice C.3. Les paragraphes 4.8.2 et 4.4.3.8 ont été mis à niveau pour refléter l'usage du paramètre.

3.6 Mise à jour des options de LSA et de préfixe

Les champ Options de LSA et Options de préfixe ont été mis à jour pour refléter les récents ajouts au protocole. Précisément, les bits relatifs à MOSPF ont été déconseillés, les champ de bits d'options communs à OSPFv2 ont été réservés, et le bit DN a été ajouté aux options de préfixe. Voir l'Appendice A.2 et A.4.1.1.

3.7 Adresses IPv6 de site local

Toutes les références aux adresses IPv6 de site local ont été supprimées.

4. Détails de mise en œuvre

Quand on passe de IPv4 à IPv6, les mécanismes de base d'OSPF restent inchangés par rapport à ceux documentés dans la [RFC2328]. Ces mécanismes sont brièvement mentionnés à la Section 4 de la [RFC2328]. IPv6 et IPv4 ont tous deux une base de données d'état de liaison composée de LSA et synchronisée entre les routeurs adjacents. La synchronisation initiale est effectuée par le processus d'échange de base de données, qui inclut l'échange des paquets de description de base de données, de demande d'état de liaison, et de mise à jour d'état de liaison. À partir de là, la synchronisation de la base de données est maintenue via l'arrosage, en utilisant les paquets de mise à jour d'état de liaison et d'accusés de réception d'état de liaison. IPv6 et IPv4 utilisent tous deux des paquets OSPF Hello pour découvrir et maintenir les relations de voisin, ainsi que pour élire les routeurs désignés et les routeurs désignés de secours sur les liaisons de diffusion et NBMA. La décision de quelles relations de voisin deviennent des adjacences, et les idées de base derrière l'acheminement inter-zones, l'importation des informations externes dans les LSA externes à l'AS, et les divers calculs d'acheminement sont aussi les mêmes.

En particulier, la fonctionnalité OSPF IPv4 décrite dans la [RFC2328] reste complètement inchangée pour IPv6 :

- o IPv4 et IPv6 utilisent tous deux les types de paquet OSPF décrits au paragraphe 4.3 de la [RFC2328], à savoir : les paquets Hello, Description de base de données, Demande d'état de liaison, Mise à jour d'état de liaison, et Accusé de réception d'état de liaison. Bien que dans certains cas (par exemple, les paquets Hello) leur format ait un peu changé, les fonctions des divers types de paquet restent les mêmes.
- o Les exigences du système pour une mise en œuvre OSPF restent inchangées, bien que OSPF pour IPv6 exige une pile de protocoles IPv6 (à partir de la couche réseau) car il fonctionne directement sur la couche réseau IPv6.
- o La découverte et la maintenance des relations de voisin, et le choix et l'établissement des adjacences, restent les mêmes. Cela inclut l'élection du routeur désigné et du routeur de secours désigné sur les liaisons de diffusion et NBMA. Ces mécanismes sont décrits dans la Section 7, et les paragraphes 7.1, 7.2, 7.3, 7.4, et 7.5 de la [RFC2328].
- o Les types de liaison (ou de façon équivalente, les types d'interface) pris en charge par OSPF restent inchangés, à savoir: les liaisons en point à point, en diffusion, NBMA, en point à multipoints, et virtuelles.
- o L'automate à états d'interface, incluant la liste des états et événements d'interface OSPF, et l'algorithme d'élection de routeur désigné et de routeur de secours désigné restent inchangé. Ceci est décrit dans les paragraphes 9.1, 9.2, 9.3, et 9.4 de la [RFC2328].
- o L'automate à états de voisin, incluant la liste des états et événements de voisin OSPF, reste inchangé. L'automate à états de voisin est décrit aux paragraphes 10.1, 10.2, 10.3, et 10.4 de la [RFC2328].
- o Le vieillissement de la base de données d'état de liaison, ainsi que la purge des LSA du domaine d'acheminement à

travers le processus de vieillissement prématuré, reste inchangé par rapport à la description de la Section 14 de la [RFC2328].

Cependant, certains mécanismes du protocole OSPF ont changé, comme décrit dans la Section 2. Ces changements sont expliqués en détails dans les paragraphes qui suivent avec les références aux paragraphes appropriés de la [RFC2328].

Les paragraphes qui suivent donnent la recette pour changer une mise en œuvre OSPF IPv4 en une mise en œuvre OSPF IPv6.

4.1 Structures de données du protocole

Les structures de données OSPF majeures sont les mêmes pour IPv4 et IPv6 : les zones, interfaces, voisins, la base de données d'état de liaison, et le tableau d'acheminement. Les structures de données de niveau supérieur pour IPv6 restent celles mentionnées à la Section 5 de la [RFC2328], avec les modifications suivantes :

- o Tous les LSA avec un type de LS connu et une portée d'arrosage d'AS apparaissent dans la structure de données de niveau supérieur, au lieu d'appartenir à une zone ou liaison spécifique. Les LSA externes à l'AS sont les seuls LSA définis par la présente spécification qui ont la portée d'arrosage d'AS. Les LSA de type de LS inconnu, le bit U réglé à 1 (arroser même si non reconnu) et de portée d'arrosage d'AS, apparaissent aussi dans la structure de données de niveau supérieur.

4.1.1 Structure de données de zone

La structure de données de zone IPv6 contient tous les éléments définis pour les zones IPv4 à la Section 6 de la [RFC2328]. De plus, tous les LSA de type connu qui ont une portée d'arrosage de zone sont contenus dans la structure de données de zone IPv6. Cela inclut toujours les types de LSA suivants : LSA de routeur, LSA de réseau, LSA de préfixe inter zones, LSA de routeur inter zones, et LSA de préfixe intra-zone. Les LSA de type de LS inconnu, de bit U réglé à 1 (arroser même quand non reconnu) et de portée de zone apparaissent aussi dans la structure de données de zone. Les LSA NSSA sont aussi inclus dans une structure de données de zone NSSA.

4.1.2 Structure de données d'interface

Dans OSPF pour IPv6, une interface connecte un routeur à une liaison. La structure d'interface IPv6 modifie la structure d'interface IPv4 (comme défini à la Section 9 de la [RFC2328]) comme suit :

Identifiant d'interface : un identifiant d'interface est alloué à chaque interface, qui identifie de façon univoque l'interface auprès du routeur. Par exemple, certaines mises en œuvre PEUVENT être capables d'utiliser le IfIndex de la MIB-II [RFC2863] comme l'identifiant d'interface. L'identifiant d'interface apparaît dans les paquets Hello envoyés par l'interface, le LSA de liaison locale généré par le routeur pour la liaison rattachée, et le LSA de routeur généré par le routeur pour la zone associée. Il va aussi servir d'identifiant d'état de liaison pour le LSA de réseau que le routeur va générer pour la liaison si le routeur est élu routeur désigné. L'identifiant d'interface pour une liaison virtuelle est indépendant de l'identifiant d'interface de l'interface sortante qu'il traverse dans la zone de transit.

Identifiant d'instance : un identifiant d'instance est alloué à chaque interface. Cela devrait prendre 0 par défaut. Il est seulement nécessaire d'allouer une valeur autre que 0 aux liaisons qui vont contenir plusieurs communautés séparées de routeurs OSPF. Par exemple, on suppose qu'il y ait deux communautés de routeurs sur un segment Ethernet donné, qu'on souhaite garder séparées. La première communauté reçoit l'identifiant d'instance 0 et tous les routeurs de la première communauté vont recevoir 0 comme identifiant d'instance pour les interfaces connectées au segment Ethernet. Un identifiant d'instance de 1 est alloué aux autres interfaces des routeurs connectées au segment Ethernet. Le traitement d'émission et réception OSPF (voir au paragraphe 4.2) va alors garder les deux communautés séparées.

Listes des LSA avec portée de liaison locale : tous les LSA avec une portée de liaison locale et qui ont été générés/arrosés sur la liaison appartiennent à la structure d'interface qui connecte à la liaison. Cela inclut la collection des LSA de liaison de la liaison.

Adresse IP d'interface : pour IPv6, l'adresse IPv6 qui apparaît dans la source des paquets OSPF envoyés sur l'interface est presque toujours une adresse de liaison locale. La seule exception est pour les liaisons virtuelles qui DOIVENT utiliser une des propres adresses IPv6 mondiales du routeur comme adresse IP d'interface.

Liste des préfixes de la liaison : liste des préfixes IPv6 qui peuvent être configurés pour la liaison rattachée. Ils vont être annoncés par le routeur dans le LSA de liaison, de sorte qu'ils peuvent être annoncés par le routeur désigné de la liaison dans des LSA de préfixe intra zone.

Dans OSPF pour IPv6, chaque interface de routeur a une seule métrique qui représente le coût d'envoi des paquets sur l'interface. De plus, OSPF pour IPv6 s'appuie sur l'en-tête d'authentification IP (voir la [RFC4302]) et la charge utile d'encapsulation de sécurité IP (voir la [RFC4303]) comme décrit dans la [RFC4552] pour assurer l'intégrité et l'authentification/confidentialité des échanges d'acheminement. Pour cette raison, AuType et clé d'authentification ne sont pas associés aux interfaces IPv6 OSPF.

Les états d'interface, les événements, et l'automate à états d'interface restent inchangés par rapport à IPv4 comme documenté respectivement dans les paragraphes 9.1, 9.2, et 9.3 de la [RFC2328]. L'algorithme d'élection de routeur désigné et de routeur de secours désigné reste aussi inchangé par rapport à l'élection IPv4 du paragraphe 9.4 de la [RFC2328].

4.1.3 Structure de données de voisin

La structure de voisin effectue la même fonction dans IPv6 et IPv4. À savoir qu'elle collecte toutes les informations requises pour former une adjacence entre deux routeurs quand une telle adjacence devient nécessaire. Chaque structure de voisin est liée à une seule interface OSPF. Les différences entre la structure de voisin IPv6 et celle définie pour IPv4 à la Section 10 de la [RFC2328] sont :

Identifiant d'interface de voisin : l'identifiant d'interface que le voisin annonce dans ses paquets Hello doit être enregistré dans la structure de voisin. Le routeur va inclure l'identifiant d'interface du voisin dans le LSA de routeur du routeur quand soit a) il annonce une liaison en point à point ou point à multipoints au voisin, soit b) il annonce une liaison à un réseau où le voisin est devenu le routeur désigné.

Adresse IP de voisin : adresse IPv6 du voisin contenue comme adresse de source dans OSPF pour les paquets IPv6. Cela va être une adresse IPv6 de liaison locale pour tous les types de liaison sauf les liaisons virtuelles.

Routeur désigné de voisin : le choix du voisin du routeur désigné est maintenant codé comme un identifiant de routeur au lieu d'une adresse IP.

Routeur de secours désigné du voisin : le choix du voisin du routeur de secours désigné est maintenant codé comme un identifiant de routeur au lieu d'une adresse IP.

Les états de voisin, les événements, et l'automate à états de voisin restent inchangés par rapport à IPv4 comme documenté respectivement aux paragraphes 10.1, 10.2, et 10.3 de la [RFC2328]. La décision de quelles adjacences former reste aussi inchangée par rapport à la logique de IPv4 documentée au paragraphe 10.4 de la [RFC2328].

4.2 Traitement des paquets du protocole

OSPF pour IPv6 fonctionne directement sur la couche réseau de IPv6. À ce titre, il est encapsulé dans un ou plusieurs en-têtes IPv6 avec le champ Prochain en-tête de l'en-tête IPv6 immédiatement encapsulant réglé à la valeur de 89.

Comme pour OSPF pour IPv4, les paquets OSPF pour le protocole d'acheminement OSPF IPv6 sont envoyés seulement le long d'adjacences (à l'exception des paquets Hello, qui sont utilisés pour découvrir les adjacences). Les types et fonctions de paquet OSPF sont les mêmes dans IPv4 et IPv6, codés par le champ Type de l'en-tête standard de paquet OSPF.

4.2.1 Envoi des paquets de protocole

Quand un routeur IPv6 envoie un paquet de protocole d'acheminement OSPF, il remplit les champs de l'en-tête de paquet standard OSPF pour IPv6 (voir l'Appendice A.3.1) comme suit :

Numéro de version : réglé à 3, le numéro de version du protocole comme documenté dans cette spécification.

Type : le type du paquet OSPF, comme Mise à jour d'état de liaison ou Hello.

Longueur de paquet : longueur entière du paquet OSPF en octets, incluant l'en-tête standard de paquet OSPF.

Identifiant de routeur : identité du routeur lui-même (qui génère le paquet).

Identifiant de zone : zone OSPF pour l'interface sur laquelle le paquet est envoyé.

Identifiant d'instance : identifiant de l'instance OSPF associée à l'interface d'où le paquet est envoyé.

Somme de contrôle : somme de contrôle standard de couche supérieure IPv6 (comme décrite au paragraphe 8.1 de la [RFC2460]) couvrant le paquet OSPF entier et le pseudo en-tête IPv6 précédent (voir l'Appendice A.3.1).

Le choix des adresses IPv6 de source et de destination des paquets de protocole d'acheminement OSPF est effectué d'une façon identique à la logique IPv4 du paragraphe 8.1 de la [RFC2328]. L'adresse de destination IPv6 est choisie parmi les adresses AllSPFRouters (*tous routeurs SPF*), AllDRouters (*tous routeurs désignés*) et l'adresse IP de voisin associée à l'autre extrémité de l'adjacence (qui dans IPv6, pour toutes les liaisons sauf les liaisons virtuelles, est une adresse IPv6 de liaison locale).

L'envoi des paquets de demande d'état de liaison et des paquets d'accusé de réception d'état de liaison reste inchangé par rapport aux procédures de IPv4 documentées respectivement aux paragraphes 10.9 et 13.5 de la [RFC2328]. L'envoi des paquets Hello est documenté au paragraphe 4.2.1.1, et l'envoi des paquets de description de base de données au paragraphe 4.2.1.2. L'envoi des paquets de mise à jour d'état de liaison est documenté au paragraphe 4.5.2.

4.2.1.1 Envoi des paquets Hello

IPv6 change la façon dont les paquets OSPF Hello sont envoyés de la façon suivante (par rapport au paragraphe 9.5 de la [RFC2328]) :

- o Avant l'envoi du paquet Hello sur une interface, l'identifiant d'interface de l'interface DOIT être copié dans le paquet Hello.
- o Le paquet Hello ne contient plus de gabarit de réseau IP car OSPF pour IPv6 fonctionne par liaison au lieu de par sous réseau.
- o Le choix du routeur désigné et du routeur de secours désigné est maintenant indiqué dans les Hello par leur identifiant de routeur au lieu de leur adresse d'interface IP. L'annonce du routeur désigné (ou du routeur de secours désigné) comme 0.0.0.0 indique que le routeur désigné (ou routeur de secours désigné) n'a pas encore été choisi.
- o Le champ Options dans les paquets Hello a été déplacé, et augmenté. Plus de bits d'options sont maintenant possibles. Ceux qui DOIVENT être réglés correctement dans les paquets Hello sont comme suit. Le bit E est établi si et seulement si l'interface se rattache à une zone régulière, c'est-à-dire, pas une zone de bout ou NSSA. De même, le bit N est établi si et seulement si l'interface se rattache à une zone NSSA (voir la [RFC3101]). Finalement, le bit DC est établi si et seulement si le routeur souhaite supprimer l'envoi de futurs Hello sur l'interface (voir la [RFC1793]). Les bits non reconnus dans le champ Options du paquet Hello devraient être mis à zéro.

L'envoi des paquets Hello sur les réseaux NBMA se fait pour IPv6 exactement de la même façon que pour IPv4, comme documenté au paragraphe 9.5.1 de la [RFC2328].

4.2.1.2 Envoi des paquets de description de base de données

L'envoi des paquets de description de base de données diffère du paragraphe 10.8 de la [RFC2328] en ce que :

- o Le champ Options dans les paquets de description de base de données a été déplacé et a été augmenté. Plus de bits d'options sont maintenant possibles. Ceux qui DOIVENT être réglés correctement dans les paquets de description de base de données sont les suivants. Le bit DC est établi si et seulement si le routeur souhaite supprimer l'envoi des Hello sur l'interface (voir la [RFC1793]). Les bits non reconnus dans le champ Options du paquet Description de base de données devraient être mis à zéro.

4.2.2 Réception des paquets de protocole

Chaque fois qu'un routeur reçoit un paquet de protocole OSPF, il est marqué avec l'interface sur laquelle il a été reçu. Pour les routeurs qui ont des liaisons virtuelles configurées, il peut n'être pas immédiatement évident de trouver à quelle

interface associer le paquet. Par exemple, si on considère le routeur RT11 décrit à la Figure 6 de la [RFC2328]. Si RT11 reçoit un paquet de protocole OSPF sur son interface au réseau N8, il peut vouloir associer le paquet à l'interface à la zone 2, ou à la liaison virtuelle au routeur RT10 (qui fait partie du cœur de réseau). Dans ce qui suit, on suppose que le paquet est initialement associé à la liaison non virtuelle.

Afin que le paquet soit passé à OSPF pour traitement, les essais suivants doivent être effectués sur les en-têtes encapsulants IPv6 :

- o L'adresse IP de destination du paquet DOIT être une des adresses IPv6 d'envoi individuel associées à l'interface receveuse (cela inclut les adresses de liaison locale) une des adresses IPv6 de diffusion groupée AllSPFRouters ou AllDRouters, ou une adresse IPv6 mondiale (pour les liaisons virtuelles).
- o Le champ Prochain en-tête de l'en-tête IPv6 immédiatement encapsulant DOIT spécifier le protocole OSPF (89).
- o Tout en-tête d'authentification IP encapsulant (voir la [RFC4302]) et les charges utiles d'encapsulation de sécurité IP (voir la [RFC4303]) DOIT être traité et/ou vérifié pour assurer l'intégrité et l'authentification/confidentialité des échanges d'acheminement OSPF. Cela est décrit dans la [RFC4552].

L'en-tête de paquet OSPF est traité après le traitement des en-têtes IPv6 encapsulants. Les champs spécifiés dans l'en-tête doivent correspondre à ceux configurés pour l'interface OSPFv3 receveuse. Si ils ne correspondent pas, le paquet DEVRAIT être éliminé.

- o Le champ Numéro de version DOIT spécifier la version 3 du protocole.
- o La somme de contrôle IPv6 de couche supérieure (comme décrite au paragraphe 8.1 de la [RFC2460]) couvrant le paquet OSPF entier et précédé du pseudo en-tête IPv6, doit être vérifiée (voir l'Appendice A.3.1).
- o L'identifiant de zone et l'identifiant d'instance trouvés dans l'en-tête OSPF doivent être vérifiés. Si les deux cas suivants échouent, le paquet devrait être éliminé. L'identifiant de zone et l'identifiant d'instance spécifiés dans l'en-tête doivent soit :
 1. Correspondre à un des identifiants de zone et identifiant d'interface pour la liaison receveuse. À la différence de IPv4, l'adresse de source IPv6 n'est pas restreinte au même sous réseau IPv6 que la liaison receveuse. OSPF IPv6 fonctionne par liaison au lieu de par sous réseau IP.
 2. Correspondre à la zone de cœur de réseau et autre critère pour une liaison virtuelle configurée. Le routeur receveur doit être un routeur de bordure de zone (ABR, *Area Border Router*) et l'identifiant de routeur spécifié dans le paquet (le routeur source) doit être l'autre extrémité d'une liaison virtuelle configurée. De plus, la liaison receveuse doit avoir une interface OSPFv3 qui se rattache à la zone de transit configurée de la liaison virtuelle et l'identifiant d'instance doit correspondre à celui de la liaison virtuelle. Si ces deux vérifications réussissent, le paquet est accepté et est associé à la liaison virtuelle (et à la zone cœur de réseau).
- o Les paquets générés en local NE DEVRAIENT PAS être traités par OSPF sauf pour la prise en charge de plusieurs interfaces rattachées à la même liaison comme décrit au paragraphe 4.9. Les paquets générés en local ont une adresse de source égale à une des adresses locales du routeur.
- o Les paquets dont la destination IPv6 est AllDRouters devraient être acceptés seulement si l'état de l'interface OSPFv3 receveuse est DR ou Secours (voir au paragraphe 9.1 de la [RFC2328]).

Après le traitement de l'en-tête, la poursuite du traitement du paquet se fait conformément à son type de paquet OSPF. Les types et fonctions des paquets OSPF sont les mêmes pour IPv4 et IPv6.

Si le type de paquet est Hello, il devrait alors subir le traitement de paquet Hello décrit au paragraphe 4.2.2.1. Tous les autres types de paquet sont envoyés/reçus seulement sur les adjacences. Cela signifie que le paquet doit avoir été envoyé par un des voisins actifs du routeur. Le voisin est identifié par l'identifiant de routeur qui apparaît dans l'en-tête OSPF du paquet reçu. Les paquets qui ne correspondent pas à un voisin actif sont éliminés.

Le traitement de réception des paquets de description de base de données, des paquets de demande d'état de liaison, et des paquets d'accusé de réception d'état de liaison est presque identique aux procédures IPv4 documentées respectivement aux paragraphes 10.6, 10.7, et 13.7 de la [RFC2328] avec les exceptions notées ci-dessous.

- o Les LSA de type de LS inconnu dans des paquets de description de base de données qui ont une portée d'arrosage acceptable sont traités de la même façon que les LSA de type de LS connu. Dans OSPFv2 [RFC2328], ils résulteraient

en ce que l'adjacence soit rompue avec un événement SequenceMismatch.

La réception des paquets Hello est documentée au paragraphe 4.2.2.1 et la réception de paquets de mise à jour d'état de liaison est documentée au paragraphe 4.5.1.

4.2.2.1 Réception des paquets Hello

Le traitement à réception des paquets Hello diffère du paragraphe 10.5 de la [RFC2328] en ce que :

- o sur tous les types de liaison (par exemple, diffusion, NBMA, point à point, etc.) les voisins sont identifiés seulement par leur identifiant de routeur OSPF. Pour tous les types de liaison sauf les liaisons virtuelles, l'adresse IP de voisin est réglée à l'adresse IPv6 de source dans l'en-tête IPv6 du paquet Hello OSPF reçu.
- o Il n'y a plus de champ Gabarit de réseau dans le paquet Hello.
- o Le choix du voisin du routeur désigné et du routeur de secours désigné est maintenant codé comme un identifiant de routeur OSPF au lieu d'une adresse d'interface IP.

4.3 Structure du tableau d'acheminement

Le tableau d'acheminement utilisé par OSPF pour IPv4 est défini à la Section 11 de la [RFC2328]. Pour IPv6, il y a des entrées analogues du tableau d'acheminement : ce sont les entrées du tableau d'acheminement pour les préfixes d'adresse IPv6 et aussi pour les routeurs de frontière d'AS. Ces dernières entrées du tableau d'acheminement sont seulement utilisées pour contenir les résultats intermédiaires durant le processus de construction du tableau d'acheminement (voir au paragraphe 4.8).

Aussi, pour contenir les résultats intermédiaires durant le calcul du plus court chemin pour chaque zone, il y a un tableau d'acheminement séparé pour chaque zone, contenant les entrées suivantes :

- o Une entrée pour chaque routeur dans la zone. Les routeurs sont identifiés par leur identifiant de routeur OSPF. Ces entrées du tableau d'acheminement contiennent l'ensemble des plus courts chemins à travers une zone donnée à un routeur donné, ce qui permet à son tour le calcul des chemins vers les préfixes IPv6 annoncés par ce routeur dans les LSA de préfixe intra-zone. Si le routeur est aussi un routeur de bordure de zone, ces entrées sont aussi utilisées pour calculer les chemins pour les préfixes d'adresses inter-zones. Si de plus, le routeur est l'autre point d'extrémité d'une liaison virtuelle, l'entrée du tableau d'acheminement décrit le coût et la viabilité de la liaison virtuelle.
- o Une entrée pour chaque liaison de transit dans la zone. Les liaisons de transit ont un LSA de réseau associé. Les liaisons de transit et les LSA de réseau sont tous deux identifiés par une combinaison de l'identifiant d'interface du routeur désigné sur la liaison et de l'identifiant de routeur OSPF du routeur désigné. Ces entrées du tableau d'acheminement permettent un calcul ultérieur des chemins pour les préfixes IP annoncés pour la liaison de transit dans les LSA de préfixe intra-zone.

Les champs dans le tableau d'acheminement OSPF IPv4 (voir la Section 11 de la [RFC2328]) restent valides pour IPv6 : les capacités facultatives (pour les routeurs seulement) type de chemin, coût, coût de type 2, origine d'état de liaison, et pour chacun des chemins de coût égal pour la destination, les routeurs de prochain bond et annonceurs.

Pour IPv6, le champ Origine d'état de liaison dans l'entrée du tableau d'acheminement est le LSA de routeur ou le LSA de réseau qui a directement ou indirectement produit l'entrée du tableau d'acheminement. Par exemple, si l'entrée du tableau d'acheminement décrit un chemin pour un préfixe IPv6, l'origine d'état de liaison est le LSA de routeur ou le LSA de réseau qui est mentionné dans le corps du LSA de préfixe intra-zone qui a produit le chemin (voir l'Appendice A.4.10).

4.3.1 Recherche dans le tableau d'acheminement

La recherche dans le tableau d'acheminement (c'est-à-dire, la détermination de la meilleure entrée du tableau d'acheminement correspondante durant la transmission IP) est la même pour IPv6 que pour IPv4.

4.4 Annonces d'état de liaison

Pour IPv6, l'en-tête de LSA OSPF a légèrement changé, avec l'extension du champ Type de LS et le déplacement du champ Options dans le corps des LSA appropriés. Aussi, les formats de certains LSA ont un peu changé (à savoir, LSA de routeur, LSA de réseau, LSA externes à l'AS, et LSA NSSA) tandis que les noms d'autres LSA ont été changés (les LSA de résumé de type 3 et 4 sont maintenant respectivement des LSA de préfixe inter zones et des LSA de routeur inter zones) et

des LSA supplémentaires ont été ajoutés (LSA de liaison et LSA de préfixe intra-zone). Le type de service (TOS) de la spécification OSPFv2 [RFC2328] a été supprimé et n'est pas codé dans les LSA OSPF pour IPv6.

Ces changements vont être décrits en détails dans les paragraphes qui suivent.

4.4.1 En-tête de LSA

Dans IPv4 et IPv6, tous les LSA OSPF commencent par un en-tête de LSA standard de 20 octets. Cependant, le contenu de cet en-tête de 20 octets a changé dans IPv6. Les champs Âge de LS, Routeur annonceur, Numéro de séquence de LS, Somme de contrôle de LS, et Longueur dans l'en-tête de LSA restent inchangés, comme documenté respectivement aux paragraphes 12.1.1, 12.1.5, 12.1.6, 12.1.7, et A.4.1 de la [RFC2328]. Mais les champs suivants ont changé pour IPv6 :

Options : le champ Options a été retiré de l'en-tête de LSA standard de 20 octets et déplacé dans le corps du LSA de routeur, LSA de réseau, LSA de routeur inter zones, et LSA de liaison. La taille du champ Options a augmenté de 8 à 24 bits, et certaines définitions de bits ont changé (voir l'Appendice A.2). De plus, un champ Options de préfixe séparé de 8 bits est attaché à chaque préfixe annoncé dans le corps d'un LSA.

Type de LS : la taille du champ Type de LS a été augmentée de 8 à 16 bits, avec le bit de poids fort codant le traitement des types inconnus et les deux bits suivants qui codent la portée d'arrosage. Voir à l'Appendice A.4.2.1 le codage actuel du champ Type de LS.

Identifiant d'état de liaison : l'identifiant d'état de liaison reste de 32 bits. Cependant, sauf pour les LSA de réseau et les LSA de liaison, l'identifiant d'état de liaison n'a plus de sémantique d'adressage. Par exemple, un routeur IPv6 qui génère de multiples LSA externes à l'AS pourrait commencer par allouer au premier un identifiant d'état de liaison de 0.0.0.1, au second un identifiant d'état de liaison de 0.0.0.2, et ainsi de suite. Au lieu du comportement IPv4 de codage du numéro de réseau dans l'identifiant d'état de liaison d'un LSA externe à l'AS, l'identifiant d'état de liaison IPv6 sert simplement de moyen de différencier plusieurs LSA générés par le même routeur. Pour les LSA de réseau, l'identifiant d'état de liaison est réglé à l'identifiant d'interface du routeur désigné sur la liaison. Quand un routeur génère un LSA de liaison pour une certaine liaison, son identifiant d'état de liaison est réglé égal à l'identifiant d'interface du routeur sur la liaison.

4.4.2 Base de données d'état de liaison

Dans IPv6, comme dans IPv4, les LSA individuels sont identifiés par une combinaison de leurs champs Type de LS, Identifiant d'état de liaison, et Routeur annonceur. Avec deux instances d'un LSA, l'instance la plus récente est déterminée en examinant le numéro de séquence de LS du LSA, en utilisant la somme de contrôle LS et l'âge de LS comme départage (voir au paragraphe 13.1 de la [RFC2328]).

Dans IPv6, la base de données d'état de liaison est partagée en trois structures de données séparées. Les LSA avec une portée d'arrosage d'AS sont contenues dans la structure de données OSPF de niveau supérieur (voir au paragraphe 4.1) pour autant que leur type de LS est connu ou que leur bit U est 1 (arroser même si non reconnu) ; cela inclut les LSA externes à l'AS. Les LSA de portée d'arrosage de zone sont contenus dans la structure de données appropriée (voir au paragraphe 4.1.1) pour autant que leur type de LS est connu ou que leur bit U est 1 (arroser même si non reconnu) cela inclut les LSA de routeur, les LSA de réseau, les LSA de préfixe inter zones, les LSA de routeur inter zones, les LSA NSSA, et les LSA de préfixe intra-zone. Les LSA de type de LS inconnu, avec le bit U réglé à 0, et/ou de portée d'arrosage de liaison locale, sont contenus dans la structure d'interface appropriée (voir au paragraphe 4.1.2) ; cela inclut les LSA de liaison.

Pour chercher ou installer un LSA dans la base de données, on examine d'abord le type de LS et le contexte du LSA (c'est-à-dire, la zone ou liaison à laquelle appartient le LSA). Cette information permet de trouver la base de données correcte des LSA où chercher sur la base du type, de l'identifiant d'état de liaison, et du routeur annonceur du LSA.

4.4.3 Génération des LSA

Le processus de régénération d'un LSA dans IPv6 est le même que dans IPv4 : le numéro de séquence de LS du LSA est incrémenté, son âge de LS est réglé à 0, sa somme de contrôle de LS est calculée, et le LSA est ajouté à la base de données d'état de liaison et arrosé sur les interfaces appropriées.

La liste des événements causant la régénération des LSA pour IPv4 est donnée au paragraphe 12.4 de la [RFC2328]. Les

événements et/ou actions suivants sont ajoutés pour IPv6 :

- o L'état ou l'identifiant d'interface d'une des interfaces du routeur change. Le routeur peut avoir besoin de (re)générer ou purger sa LSA de liaison et un ou plusieurs LSA de routeur et/ou LSA de préfixe intra-zone. Si le routeur est le routeur désigné, il peut aussi avoir besoin de (re)générer et/ou purger les LSA de réseau qui correspondent à l'interface.
- o L'identité du routeur désigné d'une liaison change. Le routeur peut avoir besoin de (re)générer ou purger son LSA de liaison et un ou plusieurs LSA de routeur et/ou LSA de préfixe intra-zone.
- o Un voisin transite de/vers l'état "Plein". Le routeur peut avoir besoin de (re)générer ou purger le LSA de réseau de la liaison et un ou plusieurs LSA de routeur et/ou LSA de préfixe intra-zone.
- o L'identifiant d'interface d'un voisin change. Cela peut causer la génération d'une nouvelle instance de LSA de routeur pour la zone associée.
- o Un nouveau préfixe est ajouté à une liaison rattachée, ou un préfixe est supprimé (par configuration dans les deux cas). Cela cause la régénération par le routeur de son LSA de liaison pour la liaison ou, si il est le seul routeur rattaché à la liaison, cause la régénération par le routeur d'un LSA de préfixe intra-zone.
- o Un nouveau LSA de liaison est reçu, causant le changement de la collection de préfixes de la liaison. Si le routeur est le routeur désigné pour la liaison, il génère un nouveau LSA de préfixe intra-zone.
- o Un nouveau LSA de liaison est reçu, causant le changement du OU logique des options de LSA annoncées par les routeurs adjacents sur la liaison. Si le routeur est le routeur désigné pour la liaison, il génère un nouvel LSA de réseau.

La construction détaillée des sept types exigés de LSA IPv6 est donnée dans les paragraphes qui suivent. Pour afficher les exemples de LSA, la carte de réseau de la Figure 15 de la [RFC2328] a été retravaillée pour montrer l'adressage IPv6, résultant en la Figure 1. Le coût OSPF de chaque interface est affiché dans la Figure 1. L'allocation des préfixes IPv6 aux liaisons de réseau est montrée dans le Tableau 1. Une seule gamme d'adresses de zone a été configurée pour la Zone 1, de sorte que en dehors de la Zone 1 tous ses préfixes sont couverts par un seul chemin pour 2001:0db8:c001::/48. Les identifiants d'interface OSPF et les adresses de liaison locale pour les interfaces de routeur dans la Figure 1 sont donnés au Tableau 2.

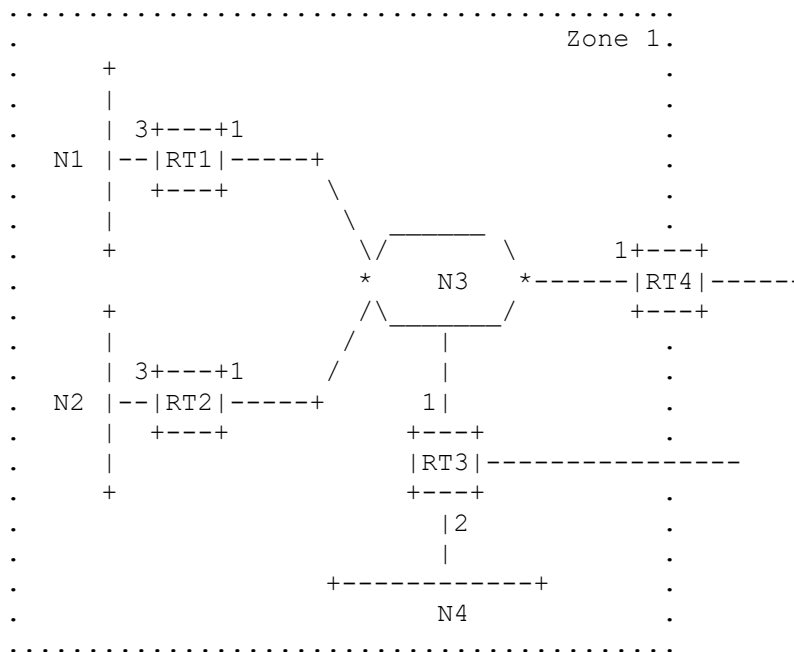


Figure 1 : Zone 1 avec les adresses IP

Réseau	préfixe IPv6
N1	2001:0db8:c001:0200::/56
N2	2001:0db8:c001:0300::/56

N3 2001:0db8:c001:0100::/56
 N4 2001:0db8:c001:0400::/56

Tableau 1 : Préfixes de liaison IPv6 pour l'échantillon de réseau

Routeur	Interface	Identifiant d'interface	Adresse de liaison locale
RT1	à N1	1	fe80:0001::RT1
	à N3	2	fe80:0002::RT1
RT2	à N2	1	fe80:0001::RT2
	à N3	2	fe80:0002::RT2
RT3	à N3	1	fe80:0001::RT3
	à N4	2	fe80:0002::RT3
RT4	à N3	1	fe80:0001::RT4

Tableau 2 : Identifiants d'interface OSPF et adresses de liaison locale

4.4.3.1 Options de LSA

Le champ Options dans les LSA devrait être codé comme suit. Le bit V6 devrait être établi sauf si le routeur ne va pas participer à l'acheminement de transit IPv6. Le bit E devrait être à zéro si et seulement si la zone rattachée est une zone de bout OSPF ou NSSA OSPF. Le bit E devrait toujours être établi dans les LSA de portée d'AS. Le bit N devrait être établi si et seulement si la zone rattachée est une zone NSSA OSPF. Le bit R devrait être établi sauf si le routeur ne va pas participer à de l'acheminement de transit. Le bit DC devrait être établi si et seulement si le routeur peut correctement traiter le bit DoNotAge quand il apparaît dans le champ Âge de LS des LSA (voir la [RFC1793]). Tous les bits non reconnus dans le champ Options devraient être mis à zéro.

Les bits V6 et R sont seulement examinés dans les LSA de routeur durant le calcul de SPF. Dans les autres types de LSA qui contiennent des options, ils ne sont mis qu'à des fins d'information.

4.4.3.2 LSA de routeur

Le type de LS d'un LSA de routeur est réglé à la valeur 0x2001. Les LSA de routeur ont une portée d'arrosage de zone. Un routeur PEUT générer un ou plusieurs LSA de routeur pour une zone donnée. Chaque LSA de routeur contient un nombre entier de descriptions d'interface. Prises ensemble, la collection de LSA de routeur générés par le routeur pour une zone décrit les états collectés de toutes les interfaces du routeur rattachées à la zone. Quand plusieurs LSA de routeur sont utilisés, ils sont distingués par leur champ Identifiant d'état de liaison.

À la gauche du champ Options, les bits de capacité de routeur V, E, et B devraient être réglés en accord avec le paragraphe 12.4.1 de la [RFC2328].

Chaque interface du routeur à la zone est alors décrite en ajoutant des "descriptions de liaison" au LSA de routeur. Chaque description de liaison est longue de 16 octets, consistant en cinq champs : Type (de liaison), Métrique, Identifiant d'interface, Identifiant d'interface de voisin, et Identifiant de routeur voisin (voir l'Appendice A.4.3). Les interfaces dans l'état "Down" ou "Loopback" ne sont pas décrites (bien que les interfaces en rebouclage puissent contribuer par des préfixes aux LSA de préfixe intra-zone) pas plus que ne le sont les interfaces sans aucune pleine adjacence décrite (sauf dans le cas de plusieurs interfaces en instance décrit au paragraphe 4.9). Toutes les autres interfaces à la zone ajoutent zéro, une, ou plusieurs descriptions de liaison. Leur nombre et leur contenu dépend du type d'interface. Dans chaque description de liaison, le champ Métrique est toujours réglé au coût de sortie de l'interface, et le champ Identifiant d'interface est réglé à l'identifiant d'interface OSPF de l'interface.

Interfaces point à point : si le routeur du voisinage est pleinement adjacent, ajouter une description de liaison de type 1 (point à point). Le champ Identifiant d'interface de voisin est réglé à l'identifiant d'interface annoncé par le voisin dans ses paquets Hello, et le champ Identifiant de routeur voisin est réglé à l'identifiant de routeur du voisin.

Interfaces de diffusion et NBMA : si le routeur est pleinement adjacent au routeur désigné de la liaison ou si le routeur lui-même est le routeur désigné et est pleinement adjacent à au moins un autre routeur, ajouter une seule description de liaison de type 2 (réseau de transit). Le champ Identifiant d'interface de voisin est réglé à l'identifiant d'interface annoncé par le routeur désigné dans ses paquets Hello, et le champ identifiant de routeur voisin est réglé à l'identifiant de routeur du routeur désigné.

Liaisons virtuelles : si le routeur du voisinage est pleinement adjacent, ajouter une description de liaison de type 4

(virtuelle). Le champ Identifiant d'interface de voisin est réglé à l'identifiant d'interface annoncé par le voisin dans ses paquets Hello, et le champ Identifiant de routeur voisin est réglé à l'identifiant de routeur du voisin. Noter que le coût de sortie d'une liaison virtuelle est calculé durant le calcul du tableau d'acheminement (voir au paragraphe 4.7).

Interfaces point à multi points : pour chaque voisin pleinement adjacent associé à l'interface, ajouter une description de liaison de type 1 (point à point) séparée avec le champ Identifiant d'interface de voisin réglé à l'identifiant d'interface annoncé par le voisin dans ses paquets Hello et le champ Identifiant de routeur voisin réglé à l'identifiant de routeur du voisin.

Par exemple, considérons le LSA de routeur que le routeur RT3 générerait pour la zone 1 dans la Figure 1. Une seule interface doit être décrite, à savoir, celle qui connecte au réseau de transit N3. On suppose que RT4 a été élu routeur désigné du réseau N3.

; LSA de routeur de RT3 pour la zone 1

Âge de LS = 0	; nouvellement (re)générée
Type de LS = 0x2001	; LSA de routeur
Identifiant d'état de liaison = 0	; premier fragment
Routeur annonceur = 192.0.2.3	; identifiant de routeur de RT3
bit E = 0	; pas un routeur de bordure d'AS
bit B = 1	; routeur de bordure de zone
Options = (bit V6 bit E bit R)	
Type = 2	; connecte à N3
Métrique = 1	; coût pour N3
Identifiant d'interface = 1	; identifiant d'interface de RT3 sur N3
Identifiant d'interface de voisin = 1	; identifiant d'interface de RT4 sur N3
Identifiant de routeur voisin = 192.0.2.4	; identifiant de routeur de RT4

LSA de routeur de RT3 pour la zone 1

Par exemple, si un autre routeur était ajouté au réseau N4, RT3 devrait annoncer une seconde description de liaison pour sa connexion au réseau (maintenant de transit) N4. Cela pourrait être réalisé en générant à nouveau le LSA de routeur ci-dessus, cette fois avec deux descriptions de liaison. Ou un LSA de routeur séparé pourrait être généré avec un identifiant d'état de liaison distinct (par exemple, en utilisant un identifiant d'état de liaison de 1) pour décrire la connexion à N4.

Les chemins d'hôtes pour les réseaux de bout n'apparaissent plus dans le LSA de routeur. Ils sont plutôt inclus dans le LSA de préfixe intra-zone.

4.4.3.3 LSA de réseau

Le type de LS d'un LSA de réseau est réglé à la valeur 0x2002. Les LSA de réseau ont une portée d'arrosage de zone. Un LSA de réseau est généré pour chaque liaison de diffusion ou NBMA avec un routeur désigné élu qui est pleinement adjacent à au moins un autre routeur sur la liaison. Le LSA de réseau est généré par le routeur désigné de la liaison et fait la liste tous les routeurs sur la liaison avec laquelle il est pleinement adjacent.

La procédure pour générer un LSA de réseau dans IPv6 est la même que dans la procédure IPv4 documentée au paragraphe 12.4.2 de la [RFC2328], avec les exceptions suivantes :

- o L'identifiant d'état de liaison d'un LSA de réseau IPv6 est réglé à l'identifiant d'interface du routeur désigné sur la liaison.
- o Le LSA de réseau IPv6 ne contient pas de gabarit de réseau. Toutes les informations d'adressage précédemment contenues dans le LSA de réseau IPv4 ont maintenant été consignées dans les LSA de préfixe intra-zone générés par le routeur désigné de la liaison.
- o Le champ Options dans le LSA de réseau est réglé au OU logique des champs Options contenus dans le LSA de liaison de la liaison associée correspondant aux voisins pleinement adjacents. De cette façon, la liaison de réseau présente une capacité quand au moins un voisin pleinement adjacent sur la liaison demande que la capacité soit annoncée.

Par exemple, en supposant que le routeur RT4 a été élu routeur désigné du réseau N3 dans la Figure 1, le LSA de réseau suivant est généré :

; LSA de réseau pour le réseau N3 :

Âge de LS = 0	; nouvellement (re)général
Type de LS = 0x2002	; LSA de réseau
Identifiant d'état de liaison = 1	; Identifiant d'interface de RT4 sur N3
Routeur annonceur = 192.0.2.4	; Identifiant de routeur de RT4
Options = (bit V6 bit E bit R)	
Routeur rattaché = 192.0.2.4	; identifiant de routeur
Routeur rattaché = 192.0.2.1	; identifiant de routeur
Routeur rattaché = 192.0.2.2	; identifiant de routeur
Routeur rattaché = 192.0.2.3	; identifiant de routeur

LSA de réseau pour le réseau N3

4.4.3.4 LSA de préfixe inter-zones

Le type de LS d'un LSA de préfixe inter zones est réglé à la valeur 0x2003. Les LSA de préfixe inter-zones ont une portée d'arrosage de zone. Dans IPv4, les LSA de préfixe inter zones étaient appelés des LSA de résumé de type 3. Chaque LSA de préfixe inter zones décrit un préfixe externe à la zone, mais interne au système autonome.

La procédure pour générer les LSA de préfixe inter zones dans IPv6 est la même que la procédure IPv4 documentée dans les paragraphes 12.4.3 et 12.4.3.1 de la [RFC2328], avec les exceptions suivantes :

- o L'identifiant d'état de liaison d'un LSA de préfixe inter zones a perdu toute sa sémantique d'adressage et sert simplement à distinguer plusieurs LSA de préfixe inter zones qui sont générés par le même routeur.
- o Le préfixe est décrit par les champs PrefixLength, PrefixOptions, et Préfixe d'adresse incorporés dans le corps du LSA. Le gabarit de réseau n'est plus spécifié.
- o Le bit NU dans le champ PrefixOptions devrait être à zéro.
- o Les adresses de liaison locale NE DOIVENT PAS être annoncées dans les LSA de préfixe inter zones.

Par exemple, la figure suivante montre le LSA de préfixe inter zones que le routeur RT4 génère dans la zone de cœur OSPF, condensant tous les préfixes de la zone 1 dans le seul préfixe 2001:0db8:c001::/48. Le coût est réglé à 4, qui est le coût maximum de tous les préfixes individuels composants. Le préfixe est bourré à un nombre pair de mots de 32 bits, de sorte qu'il consomme 64 bits d'espace au lieu de 48 bits.

; LSA de préfixe inter-zones pour les adresses de la zone 1 générées par le routeur RT4 dans le cœur de réseau

Âge de LS = 0	; nouvellement (re)général
Type de LS = 0x2003	; LSA de préfixe inter zones
Routeur annonceur = 192.0.2.4	; identifiant de RT4
Métrique = 4	; maximum de composants
Longueur de préfixe = 48	
Options de préfixe = 0	
Préfixe d'adresse = 2001:0db8:c001	; bourré à 64 bits

LSA de préfixe inter-zones pour les adresses de zone 1 générées par le routeur RT4 dans le cœur de réseau

4.4.3.5 LSA de routeur inter-zones

Le type de LS d'un LSA de routeur inter zones est réglé à la valeur 0x2004. Le LSA de routeur inter-zones a une portée d'arrosage de zone. Dans IPv4, les LSA de routeur inter zones étaient appelés des LSA de résumé de type 4. Chaque LSA de routeur inter zones décrit un chemin vers un routeur de destination OSPF (c'est-à-dire, un routeur frontière d'AS (ASBR, *AS Boundary Router*)) qui est externe à la zone mais interne au système autonome.

La procédure pour générer des LSA de routeur inter zones dans IPv6 est la même que la procédure IPv4 documentée au paragraphe 12.4.3 de la [RFC2328], avec les exceptions suivantes :

- o L'identifiant d'état de liaison d'un LSA de routeur inter zones n'est plus l'identifiant de routeur du routeur de destination OSPF et sert maintenant simplement à distinguer plusieurs LSA de routeur inter zones qui sont générés par le même routeur. L'identifiant de routeur du routeur de destination se trouve maintenant dans le corps du LSA.
- o Le champ Options dans un LSA de routeur inter zones devrait être réglé égal au champ Options contenu dans le propre LSA de routeur du routeur de destination. Le champ Options décrit donc les capacités prises en charge par le routeur de destination.

Par exemple, considérons le système autonome OSPF décrit dans la Figure 6 de la [RFC2328]. Le routeur RT4 va générer dans la zone 1 le LSA de routeur inter zones suivant pour le routeur de destination RT7.

; LSA de routeur inter zones pour le routeur de frontière d'AS RT7 généré par le routeur RT4 dans la zone 1

Âge de LS = 0	; nouvellement (re)généré
Type de LS = 0x2004	; LSA de routeur inter zones
Routeur annonceur = 192.0.2.4	; identifiant de RT4
Options = (bit V bit E bit R)	; capacités de RT7
Métrique = 14	; coût pour RT7
Identifiant de routeur de destination = Identifiant du routeur RT7	

LSA de routeur inter-zones pour le routeur frontière d'AS RT7 générés par le routeur RT4 dans la zone 1

4.4.3.6 LSA externes à l'AS

Le type de LS d'un LSA externe à l'AS est réglé à la valeur 0x4005. Les LSA externes à l'AS ont une portée d'arrosage d'AS. Chaque LSA externe à l'AS décrit un chemin vers un préfixe externe au système autonome.

La procédure pour générer des LSA externes à l'AS dans IPv6 est la même que la procédure IPv4 documentée au paragraphe 12.4.4 de la [RFC2328], avec les exceptions suivantes :

- o L'identifiant d'état de liaison d'un LSA externe à l'AS a perdu toute sa sémantique d'adressage et sert simplement à distinguer plusieurs LSA externes à l'AS qui sont générés par le même routeur.
- o Le préfixe est décrit par les champs Longueur de préfixe, Options de préfixe, et Préfixe d'adresse incorporés dans le corps de LSA. Le gabarit de réseau n'est plus spécifié.
- o Le bit NU dans le champ Options de préfixe devrait être à zéro.
- o Les adresses de liaison locale ne peuvent jamais être annoncées dans les LSA externes à l'AS.
- o L'adresse de transmission est présente dans le LSA externe à l'AS si et seulement si le bit F y est établi.
- o L'étiquette de chemin externe est présente dans le LSA externe à l'AS si et seulement si le bit T du LSA externe à l'AS est établi.
- o La capacité pour un LSA externe à l'AS de faire référence à un autre LSA a été prise en charge par l'inclusion du champ Type de LS référencé et le champ facultatif Identifiant d'état de liaison référencé (ce dernier n'étant présent que si et seulement si le type de LS référencé n'est pas zéro). Cette capacité est pour une utilisation future ; le type de LS référencé devrait être réglé à 0, et les valeurs non zéro reçues pour ce champ devraient être ignorées jusqu'à ce que son utilisation soit définie.

Par exemple, considérons le système autonome OSPF décrit à la Figure 6 de la [RFC2328]. Supposons que RT7 ait appris son chemin pour N12 via BGP et qu'il souhaite annoncer une métrique de type 2 dans l'AS. Supposons aussi que le préfixe IPv6 pour N12 soit la valeur 2001:0db8:0a00::/40. RT7 va alors générer le LSA externe à l'AS suivant pour le réseau externe N12. Noter que dans le LSA externe à l'AS, le préfixe de N12 occupe 64 bits d'espace afin de conserver l'alignement sur 32 bits.

; le LSA externe à l'AS pour le réseau N12, généré par le routeur RT7

Âge de LS = 0	; nouvellement (re)généré
Type de LS = 0x4005	; le LSA externe à l'AS

Identifiant d'état de liaison = 123 ; type de LSA / identifiant unique de portée
 Routeur annonceur = identifiant du routeur RT7
 bit E = 1 ; métrique de type 2
 bit F = 0 ; pas d'adresse de transmission
 bit T = 1 ; étiquette de chemin externe incluse
 Métrique = 2
 Longueur de préfixe = 40
 Options de préfixe = 0
 Type de LS référencé = 0 ; pas d'identifiant d'état de liaison référencé
 Préfixe d'adresse = 2001:0db8:0a00 ; bourré à 64 bits
 Étiquette de chemin externe = comme pour l'interaction BGP/OSPF

LSA externe à l'AS pour le réseau N12, généré par le routeur RT7

4.4.3.7 LSA NSSA

Le type de LS d'un LSA NSSA est réglé à la valeur 0x2007. Les LSA NSSA ont une portée d'arrosage de zone. Chaque LSA NSSA décrit un chemin à un préfixe externe au système autonome dont la portée d'arrosage est restreinte à une seule zone NSSA.

La procédure pour générer des LSA NSSA dans IPv6 est la même que la procédure IPv4 documentée dans [RFC3101], avec les exceptions suivantes :

- o L'identifiant d'état de liaison d'un LSA NSSA a perdu toute sa sémantique d'adressage et sert simplement à distinguer plusieurs NSSA-LSA qui sont générés par le même routeur dans la même zone.
- o Le préfixe est décrit par les champs Longueur de préfixe, Options de préfixe, et Préfixe d'adresse incorporés dans le corps du LSA. Le gabarit de réseau n'est plus spécifié.
- o Le bit NU dans le champ Options de préfixe devrait être à zéro.
- o Les adresses de liaison locale ne peuvent jamais être annoncées dans les LSA NSSA.
- o L'adresse de transmission est présente dans le LSA NSSA si et seulement si le bit F du LSA NSSA est établi.
- o L'étiquette de chemin externe est présente dans le LSA NSSA si et seulement si le bit T du LSA NSSA est établi.
- o La capacité pour un LSA NSSA de faire référence à un autre LSA a été prise en charge par l'inclusion du champ Type de LS référencé et le champ facultatif Identifiant d'état de liaison référencé (ce dernier présent si et seulement si le Type de LS référencé n'est pas zéro). Cette capacité est pour une utilisation future ; le type de LS référencé devrait être réglé à 0, et les valeurs non zéro reçues pour ce champ devraient être ignorées jusqu'à ce que son utilité soit définie.

Un exemple de LSA NSSA va seulement différer de celui d'un LSA externe à l'AS en ce que le type de LS va être 0x2007 plutôt que 0x4005.

4.4.3.8 LSA de liaisons

Le type de LS d'un LSA de liaison est réglé à la valeur 0x0008. Les LSA de liaison ont une portée d'arrosage de liaison locale. Un routeur génère un LSA de liaison séparé pour chaque liaison rattachée qui prend en charge deux routeurs ou plus (incluant le routeur générateur lui-même). Des LSA de liaison NE DEVRAIENT PAS être générés pour des liaisons virtuelles.

Les LSA de liaison ont trois objets :

1. Ils fournissent l'adresse de liaison locale du routeur à tous les autres routeurs rattachés à la liaison.
2. Ils informent les autres routeurs rattachés à la liaison d'une liste de préfixes IPv6 à associer à la liaison.
3. Ils permettent au routeur d'annoncer une collection de bits d'options dans le LSA de réseau généré par le routeur désigné sur une liaison de diffusion ou NBMA.

Un LSA de liaison pour une liaison L est construit de la façon suivante :

- o L'identifiant d'état de liaison est réglé à l'identifiant d'interface du routeur sur la liaison L.

- o La priorité de routeur de l'interface du routeur à la liaison L est insérée dans le LSA de liaison.
- o Le champ Options du LSA de liaison est réglé à refléter les capacités du routeur. Sur les liaisons multi-accès, le routeur désigné va faire un OU logique sur les champs d'option de la LSA de liaison pour tous les voisins pleinement adjacents dans le LSA de réseau de la liaison L.
- o Le routeur insère son adresse de liaison locale sur la liaison L dans le LSA de liaison. Cette information va être utilisée quand les autres routeurs sur la liaison L font leurs calculs de prochain bond (voir au paragraphe 4.8.2).
- o Chaque préfixe d'adresse IPv6 qui a été configuré sur la liaison L est ajouté au LSA de liaison en spécifiant les valeurs pour les champs Longueur de préfixe, Options de préfixe, et Préfixe d'adresse.

Après la construction d'un LSA de liaison pour une liaison donnée, le routeur installe le LSA de liaison dans la structure de données d'interface associée et arrose le LSA de liaison sur la liaison. Tous les autres routeurs sur la liaison vont recevoir le LSA de liaison, mais ils ne vont pas arroser le LSA de liaison sur d'autres liaisons.

Si LinkLSASuppression est configuré pour l'interface et si le type d'interface n'est pas diffusion ou NBMA, la génération du LSA de liaison peut être supprimée. Cela implique que les autres routeurs sur la liaison vont s'assurer de l'adresse de prochain bond du routeur en utilisant un mécanisme autre que le LSA de liaison (voir au paragraphe 4.8.2). Se référer à l'Appendice C.3 pour une description du paramètre de configuration d'interface LinkLSASuppression.

Par exemple, considérons le LSA de liaison que RT3 va construire pour N3 dans la Figure 1. Supposons que le préfixe 2001:0db8:c001:0100::/56 a été configuré dans RT3 pour N3. Cela va résulter en le LSA de liaison suivant que RT3 va arroser seulement sur N3. Noter tous les routeurs sur N3 n'ont pas besoin d'être configurés avec le préfixe ; ceux qui ne sont pas configurés vont apprendre le préfixe en recevant le LSA de liaison de RT3.

; LSA de liaison de RT3 pour N3

Âge de LS = 0	; nouvellement (re)génééré
Type de LS = 0x0008	; LSA de liaison
Identifiant d'état de liaison = 1	; identifiant d'interface de RT3 sur N3
Routeur annonceur = 192.0.2.3	; identifiant de routeur de RT3
Priorité de routeur = 1	; priorité de routeur de RT3 sur N3
Options = (bit V6 bit E bit R)	
Adresse d'interface de liaison locale = fe80:0001::RT3	
Nombre de préfixes = 1	
Longueur de préfixe = 56	
Options de préfixe = 0	
Préfixe d'adresse = 2001:0db8:c001:0100	; bourré à 64 bits

LSA de liaison de RT3 pour N3

4.4.3.9 LSA de préfixe intra-zone

Le type de LS d'un LSA de préfixe intra-zone est réglé à la valeur 0x2009. Les LSA de préfixe intra-zone ont une portée d'arrosage de zone. Un LSA de préfixe intra-zone a une des deux fonctions suivantes : soit il associe une liste de préfixes d'adresse IPv6 à une liaison de réseau de transit en se référant à un LSA de réseau, soit il associe une liste de préfixes d'adresse IPv6 à un routeur en faisant référence à un LSA de routeur. Les préfixes d'une liaison de bout sont associés à son routeur de rattachement.

Un routeur PEUT générer plusieurs LSA de préfixe intra-zone pour une zone donnée. Chaque LSA de préfixe intra-zone a un unique identifiant d'état de liaison et contient un nombre entier de descriptions de préfixe.

Le routeur désigné d'une liaison génère un ou plusieurs LSA de préfixe intra-zone pour annoncer les préfixes de la liaison dans toute la zone. Pour une liaison L, le routeur désigné de L construit un LSA de préfixe intra-zone de la façon suivante :

- o Afin d'indiquer que les préfixes sont à associer à la liaison L, les champs Type de LS référencé, Identifiant d'état de liaison référencé, et Routeur annonceur référencé sont réglés aux champs correspondants dans les LSA de réseau de la liaison L (à savoir respectivement, Type de LS, Identifiant d'état de liaison, et Routeur annonceur). Cela signifie que le type de LS référencé est réglé à 0x2002, l'identifiant d'état de liaison référencé est réglé à l'identifiant d'interface du

routeur désigné sur la liaison L, et le routeur annonceur référencé est réglé à l'identifiant de routeur du routeur désigné.

- o Chaque LSA de liaison associé à la liaison L est examiné (ils sont dans la structure d'interface du routeur désigné pour la liaison L). Si le routeur annonceur du LSA de liaison est pleinement adjacent au routeur désigné et si l'identifiant d'état de liaison correspond à l'identifiant d'interface du voisin, la liste des préfixes dans le LSA de liaison est copiée dans le LSA de préfixe intra-zone qui est en construction. Les préfixes qui ont le bit NU et/ou le bit LA établi dans leur champ Options NE DEVRAIENT PAS être copiés, ni ne devraient les adresses de liaison locale. Chaque préfixe est décrit par les champs Longueur de préfixe, Options de préfixe, et Préfixe d'adresse. Plusieurs préfixes ayant le même Longueur de préfixe et Préfixe d'adresse sont considérés être des dupliqués. Dans ce cas, leurs champs Options de préfixe devraient faire l'objet d'un OU logique, et une seule instance du préfixe dupliqué devrait être incluse dans le LSA de préfixe intra-zone. Le champ Métrique est réglé à 0 pour tous les préfixes.
- o Le champ "Nombre de préfixes" est réglé au nombre de préfixes que le routeur a copiés dans le LSA. Si nécessaire, la liste des préfixes peut être disséminée sur plusieurs LSA de préfixe intra-zone afin de garder petite la taille de LSA.

Un routeur construit un LSA de préfixe intra-zone pour annoncer les préfixes pour ses liaisons de bout rattachées, ses interfaces de rebouclage, et ses hôtes. Un routeur RTX va construire son LSA de préfixe intra-zone de la façon suivante :

- o Afin d'indiquer que les préfixes sont à associer au routeur RTX lui-même, RTX règle le type de LS référencé à 0x2001, l'identifiant d'état de liaison référencé à 0, et le routeur annonceur référencé à l'identifiant de routeur de RTX.
- o Le routeur RTX examine sa liste d'interfaces à la zone. Si l'interface est dans l'état Down, ses préfixes ne sont pas inclus. Si l'interface a été rapportée dans le LSA de routeur de RTX comme une description de liaison de type de 2 (liaison à un réseau de transit) les préfixes qui vont être inclus dans le LSA de préfixe intra-zone pour la liaison sont sautés. Cependant, tout préfixe qui aurait normalement le bit LA établi DEVRAIT être annoncé indépendamment de si l'interface est ou non annoncée comme une liaison de transit. Si le type d'interface est point à multipoints ou si l'interface est dans l'état Loopback, les adresses IPv6 de portée mondiale associées à l'interface (si il en est) sont copiées dans le LSA de préfixe intra-zone avec le bit LA des options de préfixe établi, la longueur de préfixe réglée à 128, et la métrique réglée à 0. Autrement, la liste des préfixes mondiaux configurée dans RTX pour la liaison est copiée dans le LSA de préfixe intra-zone en spécifiant les champs Longueur de préfixe, Options de préfixe, et Préfixe d'adresse. Le champ Métrique pour chacun de ces préfixes est réglé au coût de sortie de l'interface.
- o RTX ajoute les préfixes IPv6 pour tout hôte directement rattaché qui appartient à la zone (voir l'Appendice C.7) au LSA de préfixe intra-zone.
- o Si RTX a une ou plusieurs liaisons virtuelles configurées à travers la zone, il inclut une de ses adresses d'interface IPv6 de portée mondiale dans le LSA (si il ne l'a pas déjà fait) en établissant le bit LA dans le champ Options de préfixe, la longueur de préfixe à 128, et la métrique à 0. Cette information va être utilisée plus tard dans le calcul d'acheminement afin que les deux extrémités de la liaison virtuelle puissent découvrir l'une l'autre leurs adresses IPv6.
- o Le champ "Nombre de préfixes" est réglé au nombre de préfixes que le routeur a copié dans le LSA. Si nécessaire, la liste des préfixes peut être étalée sur plusieurs LSA de préfixe intra-zone afin de garder petite la taille de LSA.

Par exemple, les LSA de préfixe intra-zone générés par RT4 pour le réseau N3 (en supposant que RT4 est le routeur désigné de N3) et les LSA de préfixe intra-zone générés dans la zone 1 par le routeur RT3 pour ses propres préfixes sont décrits ci-dessous :

; LSA de préfixe intra-zone de RT4 pour la liaison de réseau N3

Âge de LS = 0	; nouvellement (re)généré
Type de LS = 0x2009	; LSA de préfixe intra-zone
Identifiant d'état de liaison = 5	; identifiant unique de type/portée de LSA
Routeur annonceur = 192.0.2.4	; identifiant de routeur de RT4
Nombre de préfixes = 1	
Type de LS référencé = 0x2002	; référence du LSA de réseau
Identifiant d'état de liaison référencé = 1	
Routeur annonceur référencé = 192.0.2.4	
Longueur de préfixe = 56	; préfixe de N3
Options de préfixe = 0	
Métrique = 0	
Préfixe d'adresse = 2001:0db8:c001:0100	; bourrage

; LSA de préfixe intra-zone de RT3 pour ses propres préfixes

Âge de LS = 0	; nouvellement (re)général
Type de LS = 0x2009	; LSA de préfixe intra-zone
Identifiant d'état de liaison = 177	; identifiant unique de type/portée de LSA
Routeur annonceur = 192.0.2.3	; identifiant de routeur de RT3
Nombre de préfixes = 1	
Type de LS référencé = 0x2001	; référence du LSA de routeur
Identifiant d'état de liaison référencé = 0	
Routeur annonceur référencé = 192.0.2.3	
Longueur de préfixe = 56	; préfixe de N4
Options de préfixe = 0	
Métrieque = 2	; coût d'interface de N4
Préfixe d'adresse = 2001:0db8:c001:0400	; bourrage

LSA de préfixe intra-zone pour la liaison de réseau N3

Quand les conditions de réseau changent, il peut être nécessaire pour un routeur de déplacer ses préfixes d'un LSA de préfixe intra-zone à un autre. Par exemple, si le routeur est le routeur désigné pour une liaison mais si la liaison n'a pas d'autre routeur rattaché, les préfixes de la liaison sont annoncés dans un LSA de préfixe intra-zone se référant au LSA de routeur du routeur désigné. Quand des routeurs supplémentaires apparaissent sur la liaison, un LSA de réseau est généré pour la liaison et les préfixes de la liaison sont déplacés à un LSA de préfixe intra-zone se référant au LSA de réseau.

Noter que dans le LSA de préfixe intra-zone, le routeur annonceur référencé est toujours égal au routeur qui génère le LSA de préfixe intra-zone (c'est-à-dire, le routeur annonceur du LSA). La raison pour laquelle le champ Routeur annonceur référencé apparaît est que, même si il est en fait redondant, il peut ne pas l'être à l'avenir. On peut parfois vouloir utiliser le même format de LSA pour annoncer les préfixes d'adresses pour d'autres suites de protocoles. Dans ce cas, le routeur désigné peut ne pas être en train de fonctionner sur l'autre suite de protocoles, et d'autres routeurs de la liaison peuvent avoir besoin de générer le LSA de préfixe intra-zone. Dans ce cas, le routeur annonceur référencé et le routeur annonceur vont être différents.

4.4.4 Validation du futur LSA

On s'attend à ce que de nouveaux LSA soient définis qui ne vont pas être traités durant le calcul du plus court chemin en premier (SPF) comme décrit au paragraphe 4.8, par exemple, les LSA OSPFv3 qui correspondent aux informations annoncées dans OSPFv2 en utilisant des LSA opaques [RFC2370]. En général, les nouvelles informations annoncées dans de futurs LSA ne devraient pas être utilisées sauf si le routeur OSPFv3 générateur du LSA est accessible. Cependant, selon l'application et les données annoncées, cette validation d'accessibilité PEUT être faite moins fréquemment qu'à chaque calcul de SPF.

Pour faciliter la validation d'accessibilité inter-zone, tout routeur OSPFv3 qui génère des LSA de portée d'AS est considéré comme un routeur frontière d'AS (ASBR, *AS Boundary Router*).

4.5 Arrosage

La plupart des algorithmes d'arrosage restent inchangés par rapport aux mécanismes d'arrosage IPv4 décrits dans la Section 13 de la [RFC2328]. En particulier, les processus de protocole pour déterminer quelle instance de LSA est plus récente (paragraphe 13.1 de la [RFC2328]) pour répondre aux mises à jour des LSA auto-générés (paragraphe 13.4 de la [RFC2328]) l'envoi de paquets d'accusé de réception d'état de liaison (paragraphe 13.5 de la [RFC2328]) la retransmission des LSA (paragraphe 13.6 de la [RFC2328]), et la réception des paquets d'accusé de réception d'état de liaison (paragraphe 13.7 de la [RFC2328]), sont exactement les mêmes pour IPv6 et IPv4.

Cependant, l'ajout de la portée d'arrosage et du traitement de type de LSA inconnu (voir l'Appendice A.4.2.1) a causé certains changements dans l'algorithme d'arrosage OSPF : la réception des mises à jour d'état de liaison (Section 13 de la [RFC2328]) et l'envoi des mises à jour d'état de liaison (paragraphe 13.3 de la [RFC2328]) doit tenir compte de la portée de LSA et du réglage du bit U. Aussi, l'installation des LSA dans la base de données OSPF (paragraphe 13.2 de la [RFC2328]) cause différents événements dans IPv6, dus à la réorganisation des types de LSA et du contenu des LSA IPv6. Ces changements sont décrits dans le détail ci-dessous.

4.5.1 Réception des paquets de mise à jour d'état de liaison

Le codage de la portée d'arrosage dans le type de LS et le besoin de traiter les types inconnus de LS cause des modifications au traitement des paquets de mise à jour d'état de liaison reçus. Comme dans IPv4, chaque LSA dans un paquet de mise à jour d'état de liaison reçu est examiné. Dans IPv4, huit étapes sont exécutées pour chaque LSA, comme décrit dans la Section 13 de la [RFC2328]. Pour IPv6, toutes les étapes sont les mêmes, sauf que les étapes 2 et 3 sont modifiées comme suit :

- (2) Examiner le type de LS du LSA. Éliminer le LSA et obtenir le prochain du paquet de mise à jour d'état de liaison reçu si la zone d'interface a été configurée comme une zone de bout ou NSSA et si le type de LS indique "portée d'arrosage d'AS". Cela généralise le comportement IPv4 où les LSA externes à l'AS et les LSA opaques de portée d'AS [RFC2370] ne sont pas arrosés à travers les zones de bout ou NSSA.
- (3) Autrement, si la portée d'arrosage dans le type de LSA de LS est réglé à "réserve", éliminer le LSA et obtenir le prochain du paquet de mise à jour d'état de liaison.

Les étapes 5b (envoi des paquets de mise à jour d'état de liaison) et 5d (installation des LSA dans la base de données d'état de liaison) dans la Section 13 de la [RFC2328] sont aussi un peu différentes pour IPv6, comme décrit dans les paragraphes 4.5.2 et 4.5.3 ci-dessous.

4.5.2 Envoi des paquets de mise à jour d'état de liaison

L'envoi des paquets de mise à jour d'état de liaison est décrit dans le paragraphe 13.3 de la [RFC2328]. Pour IPv4 et IPv6, les étapes pour l'envoi d'un paquet de mise à jour d'état de liaison sont les mêmes (étapes 1 à 5 du paragraphe 13.3 de la [RFC2328]). Cependant, la liste des interfaces éligibles sur lesquelles arroser les LSA est différente. Pour IPv6, les interfaces éligibles sont choisies sur la base des facteurs suivants :

- o La portée d'arrosage du LSA.
- o Pour les LSA avec portée d'arrosage de zone ou de liaison locale, la zone ou interface particulière à laquelle est associé le LSA.
- o Si le LSA a un type de LS reconnu.
- o Le réglage du bit U dans le type de LS. Si le bit U est réglé à 0, les types de LS non reconnus sont traités comme ayant une portée de liaison. Si il est réglé à 1, les types de LS non reconnus sont mémorisés et arrosés comme si ils étaient reconnus.

Choisir l'ensemble d'interfaces éligibles entre alors dans les cas suivants :

Cas 1 : le type de LS du LSA est reconnu. Dans ce cas, l'ensemble des interfaces éligibles est réglé selon la portée d'arrosage codée dans le type de LS. Si la portée d'arrosage est "portée d'arrosage d'AS", les interfaces éligibles sont toutes les interfaces de routeur sauf les liaisons virtuelles. De plus, les LSA externes à l'AS ne sont pas arrosés sur les interfaces connectant à des zones de bout ou NSSA. Si la portée d'arrosage est "portée d'arrosage de zone", les interfaces éligibles sont les interfaces connectant aux zones associés au LSA. Si la portée d'arrosage est "portée d'arrosage de liaison locale", alors il y a une seule interface éligible, celle qui connecte à la liaison associée du LSA (qui est aussi l'interface sur laquelle le LSA a été reçu dans un paquet de mise à jour d'état de liaison).

Cas 2 : le type de LS n'est pas reconnu et le bit U dans le type de LS est réglé à 0 (traiter le LSA comme si il avait une portée d'arrosage de liaison locale). Dans ce cas, il y a une seule interface éligible, à savoir, l'interface sur laquelle le LSA a été reçu.

Cas 3 : le type de LS n'est pas reconnu, et le bit U dans le type de LS est réglé à 1 (mémoriser et arroser le LSA comme si le type était compris). Dans ce cas, choisir les interfaces éligibles sur la base de la portée d'arrosage codée de la même manière que dans le cas 1 ci-dessus.

Une autre décision doit parfois être prise avant d'ajouter un LSA à une liste de retransmission d'état de liaison d'un voisin (étape 1d au paragraphe 13.3 de la [RFC2328]). Si le type de LS est reconnu par le routeur mais pas par le voisin (comme il peut être déterminé en examinant le champ Options que le voisin a annoncé dans son paquet de description de base de données) et si le bit U du LSA est réglé à 0, alors le LSA devrait être ajouté à la liste de retransmission d'état de liaison du voisin si et seulement si ce voisin est le routeur désigné ou le routeur de secours désigné pour la liaison rattachée. Les types de LS décrits en détails par le présent document, à savoir, LSA de routeur (type de LS 0x2001) LSA de réseau (0x2002),

LSA de préfixe inter zones (0x2003) LSA de routeur inter zones (0x2004) LSA NSSA (0x2007) LSA externes à l'AS (0x4005) LSA de liaison (0x0008) et LSA de préfixe intra zone (0x2009) sont supposés être compris par tous les routeurs. Cependant, tous les types de LS PEUVENT ne pas être compris par tous les routeurs. Par exemple, un nouveau type de LSA avec son bit U réglé à 0 PEUT seulement être compris par un sous ensemble de routeurs. Ce nouveau type de LS devrait seulement être arrosé à un voisin OSPF qui comprend le type de LS ou quand le voisin est le routeur désigné ou le routeur de secours désigné pour la liaison rattachée.

Le paragraphe précédent résout un problème pour les extensions d'OSPF IPv4, qui exige que le routeur désigné prenne en charge l'extension afin d'avoir les nouveaux types de LSA arrosés sur les réseaux de diffusion et NBMA.

4.5.3 Installation des LSA dans la base de données

Il y a trois endroits distincts où mémoriser les LSA, selon leur portée d'arrosage. Les LSA avec portée d'arrosage d'AS sont mémorisés dans la structure globale de données OSPF (voir au paragraphe 4.1) pour autant que leur type de LS est connu ou que leur bit U est 1. Les LSA avec portée d'arrosage de zone sont mémorisés dans la structure de données de zone appropriée (voir au paragraphe 4.1.1) pour autant que leur type de LS est connu ou que leur bit U est 1. Les LSA avec une portée d'arrosage de liaison locale et les LSA avec un type de LS inconnu et le bit U réglé à 0 (traiter le LSA comme si il avait une portée d'arrosage de liaison locale) sont mémorisés dans la structure de données d'interface appropriée.

Quand on mémorise le LSA dans la base de données d'état de liaison, on vérifie si le contenu du LSA a changé. Des changements du contenu sont indiqués exactement comme au paragraphe 13.2 de la [RFC2328]. Quand le contenu d'un LSA a changé, les parties suivantes du tableau d'acheminement doivent être recalculées, sur la base du type de LS du LSA :

LSA de routeur, LSA de réseau, LSA de préfixe intra zone, et LSA de liaison : le tableau d'acheminement entier est recalculé, en commençant par le calcul du plus court chemin pour chaque zone (voir au paragraphe 4.8).

LSA de préfixe inter-zones et LSA de routeur inter-zones : le meilleur chemin pour la destination décrit par le LSA doit être recalculé (voir au paragraphe 16.5 de la [RFC2328]). Si cette destination est un routeur de bordure d'AS, il peut aussi être nécessaire de réexaminer tous les LSA externes à l'AS.

LSA externes à l'AS et LSA NSSA : le meilleur chemin pour la destination décrit par le LSA externe à l'AS ou le LSA NSSA doit être recalculé (voir au paragraphe 16.6 de la [RFC2328] et le paragraphe 2.0 de la [RFC3101]).

Comme dans IPv4, toute vieille instance du LSA doit être supprimée de la base de données quand le nouveau LSA est installé. Cette vieille instance doit aussi être supprimée des listes de retransmission d'état de liaison de tous les voisins.

4.6 Définition des LSA auto-générés

Dans IPv6, la définition de LSA auto-générés a été simplifiée par rapport à la définition de IPv4 qui apparaît dans les paragraphes 13.4 et 14.1 de la [RFC2328]. Pour IPv6, les LSA auto-générés sont des LSA dont le routeur annonceur est égal au propre identifiant de routeur du routeur.

4.7 Liaisons virtuelles

Les liaisons virtuelles OSPF pour IPv4 sont décrites dans la Section 15 de la [RFC2328]. Les liaisons virtuelles sont les mêmes dans IPv6, avec les exceptions suivantes :

- o Les LSA qui ont une portée d'arrosage d'AS ne sont jamais arrosés sur des adjacences virtuelles, ni les LSA avec une portée d'arrosage d'AS résumés sur des adjacences virtuelles durant le processus d'échange de base de données. C'est une généralisation du traitement IPv4 des LSA externes à l'AS.
- o L'adresse d'interface IPv6 d'une liaison virtuelle DOIT être une adresse IPv6 ayant une portée mondiale, au lieu des adresses de liaison locale utilisées par les autres types d'interface. Cette adresse est utilisée comme source IPv6 pour les paquets de protocole OSPF envoyés sur la liaison virtuelle. Donc, un LSA de liaison NE DEVRAIT PAS être généré pour une liaison virtuelle car la liaison virtuelle n'a pas d'adresse de liaison locale ou de préfixes associés.
- o De même, l'adresse IPv6 du voisin virtuel est une adresse IPv6 de portée mondiale. Pour permettre la découverte de l'adresse IPv6 d'un voisin virtuel durant le calcul de chemin, le voisin annonce l'adresse d'interface IPv6 de sa liaison virtuelle dans un LSA de préfixe intra-zone généré pour la zone de transit de la liaison virtuelle (voir aux

paragraphes 4.4.3.9 et 4.8.1).

- o Comme toutes les autres interfaces OSPF IPv6, des identifiants d'interface uniques sont alloués aux liaisons virtuelles (au sein du routeur). Ils sont annoncés dans les Hello envoyés sur la liaison virtuelle et dans le LSA de routeur du routeur.

4.8 Calcul des tableaux d'acheminement

Le calcul d'acheminement OSPF IPv6 procède selon les mêmes lignes que le calcul d'acheminement OSPF IPv4, suivant les cinq étapes spécifiées par la Section 16 de la [RFC2328]. Les différences majeures entre les calculs d'IPv6 et d'IPv4 incluent :

- o Les informations de préfixe ont été supprimées des LSA de routeur et des LSA de réseau et sont maintenant annoncées dans les LSA de préfixe intra-zone. Chaque fois que la [RFC2328] spécifie que les réseaux de bout dans les LSA de routeur sont examinés, IPv6 va à la place examiner les préfixes dans les LSA de préfixe intra-zone.
- o Les LSA de résumé de type 3 et 4 ont été appelés respectivement des LSA de préfixe inter zones et des LSA de routeur inter zones.
- o Les informations d'adressage ne sont plus codées dans les identifiants d'état de liaison et sont maintenant seulement dans le corps des LSA.
- o Dans IPv6, un routeur peut générer plusieurs LSA de routeur, distingués par l'identifiant d'état de liaison, au sein d'une seule zone. Ces LSA de routeur DOIVENT être traités comme un seul agrégat par le calcul du plus court chemin de zone (voir au paragraphe 4.8.1).

Pour chaque zone, le calcul de l'arborescence de plus court chemin crée des entrées du tableau d'acheminement pour les routeurs de la zone et les liaisons de transit (voir au paragraphe 4.8.1). Ces entrées sont alors utilisées dans le traitement des LSA de préfixe intra-zone, des LSA de préfixe inter zones, et des LSA de routeur inter zones, comme décrit au paragraphe 4.8.3.

Le traitement des événements générés par suite de changements du tableau d'acheminement (paragraphe 16.7 de la [RFC2328]) et la logique du multi chemins de coût égal (paragraphe 16.8 de la [RFC2328]) sont identiques pour IPv4 et IPv6.

4.8.1 Calcul de l'arborescence de plus court chemin pour une zone

Le calcul du plus court chemin IPv4 est contenu au paragraphe 16.1 de la [RFC2328]. Le graphe utilisé par le calcul de l'arborescence de plus court chemin est identique pour IPv4 et IPv6. Les vertex du graphe sont les routeurs et les liaisons de transit, représentés respectivement par les LSA de routeur et les LSA de réseau. Un routeur est identifié par son identifiant de routeur OSPF, tandis qu'une liaison de transit est identifiée par son identifiant d'interface de routeur désigné et son identifiant de routeur OSPF. Les routeurs et les liaisons de transit ont des entrées du tableau d'acheminement associées dans la zone (voir au paragraphe 4.3).

Le paragraphe 16.1 de la [RFC2328] partage les calculs de plus court chemin en deux étapes. D'abord est effectué le calcul de Dijkstra, et ensuite les liaisons de bout sont ajoutées comme feuilles de l'arborescence. Le calcul IPv6 conserve cette séparation.

Le calcul de Dijkstra pour IPv6 est identique à celui spécifié pour IPv4, avec les exceptions suivantes (en se référant aux étapes du calcul de Dijkstra décrites au paragraphe 16.1 de la [RFC2328]) :

- o L'identifiant de vertex pour un routeur est l'identifiant de routeur OSPF. L'identifiant de vertex pour un réseau de transit est une combinaison de l'identifiant d'interface et de l'identifiant de routeur OSPF du routeur désigné du réseau.
- o Dans l'étape 2, quand un vertex de routeur V a juste été ajouté à l'arborescence de plus court chemin, il peut y avoir plusieurs LSA associés au routeur. Tous les LSA de routeur avec le routeur annonceur réglé à l'identifiant de routeur OSPF de V DOIVENT être traités comme un agrégat, en les traitant comme des fragments d'un seul grand LSA de routeur. Le champ Options et les bits de type de routeur (bits Nt, V, E, et B) devraient toujours être pris du LSA de routeur avec le plus petit identifiant d'état de liaison.

- o L'étape 2a n'est pas nécessaire dans IPv6, car il n'y a plus de liaisons de réseau de bout dans le LSA de routeur.
- o Dans l'étape 2b, si W est un routeur et si le bit V6 ou le bit R du LSA de routeur n'est pas établi dans les options de LSA, la liaison de transit W est ignorée et la prochaine liaison de V est examinée.
- o Dans l'étape 2b, si W est un routeur, il peut là encore y avoir plusieurs LSA associés au routeur. Tous les LSA de routeur avec le routeur annonceur réglé à l'identifiant de routeur OSPF de W DOIVENT être traités comme un agrégat, en les traitant comme des fragments d'un seul grand LSA de routeur.
- o Dans l'étape 4, il y a maintenant des entrées par zone du tableau d'acheminement pour chaque routeur d'une zone plutôt que juste les routeurs de bordure de zone. Ces entrées englobent toutes les fonctionnalités des entrées du tableau d'acheminement du routeur de bordure de zone IPv4, incluant la maintenance des liaisons virtuelles. Quand le routeur ajouté au tableau d'acheminement de la zone dans cette étape est l'autre extrémité d'une liaison virtuelle, l'adresse IP du voisin virtuel est vue comme suit : la collection des LSA de préfixe intra-zone générée par le voisin virtuel est examinée, avec l'adresse IP du voisin virtuel réglée au premier préfixe rencontré avec le bit LA établi.
- o Les entrées de tableau d'acheminement pour les réseaux de transit, qui ne sont plus associées à des réseaux IP, sont aussi calculées dans l'étape 4 et ajoutées au tableau d'acheminement par zone.

La prochaine étape du calcul de plus court chemin procède de façon similaire aux deux étapes du second stade du paragraphe 16.1 de la [RFC2328]. Cependant, au lieu d'examiner les liaisons de bout au sein des LSA de routeur, la liste des LSA de préfixe intra-zone de la zone est examinée. Une annonce de préfixe dont le bit NU est établi NE DEVRAIT PAS être incluse dans le calcul d'acheminement. Le coût de tout préfixe annoncé est la somme de la métrique annoncée du préfixe plus le coût jusqu'au vertex de transit (routeur ou réseau de transi) identifié par les champs Type de LS référencé, Identifiant d'état de liaison référencé, et Routeur annonceur référencé du LSA de préfixe intra-zone. Ce dernier coût est mémorisé dans l'entrée du tableau d'acheminement pour la zone du vertex de transit.

La présente spécification n'exige pas que l'algorithme ci-dessus soit utilisé pour calculer l'arborescence de plus court chemin intra-zone. Cependant, si un autre algorithme ou optimisation est utilisé, une arborescence de plus court chemin identique doit être produite. Il est aussi important que tout algorithme ou optimisation de remplacement conserve l'exigence que les vertex de transit soient bidirectionnels pour leur inclusion dans l'arborescence. Les algorithmes et optimisations de remplacement sortent du domaine d'application de cette spécification.

4.8.2 Calcul du prochain bond

Dans IPv6, le calcul de l'adresse IPv6 du prochain bond (qui va être une adresse de liaison locale) procède selon les mêmes lignes que dans le calcul du prochain bond IPv4 (voir au paragraphe 16.1.1 de la [RFC2328]). Cependant, il y a quelques différences. Quand on calcule l'adresse de prochain bond IPv6 pour un routeur (appelons le routeur X) qui partage une liaison avec le routeur qui calcule, celui-ci alloue l'adresse IPv6 du prochain bond comme étant l'adresse d'interface de liaison locale contenue dans le LSA de liaison du routeur X (voir l'Appendice A.4.9) pour la liaison. Cette procédure est nécessaire pour certains types de liaison, par exemple NBMA, où les deux routeurs n'ont pas besoin d'être voisins et pourraient ne pas échanger de paquets OSPF Hello. Pour d'autres types de liaison, l'adresse de prochain bond peut être déterminée via l'adresse IPv6 de source dans le paquet Hello du voisin.

De plus, quand on calcule des chemins pour les LSA de préfixe intra-zone de la zone, le vertex parent peut être soit un LSA de routeur, soit un LSA de réseau. Cela est différent de la seconde étape du SPF intra-zone de OSPFv2 (paragraphe 16.1 de la [RFC2328]) où le vertex parent est toujours un LSA de routeur. Dans le cas où le LSA référencé du LSA de préfixe intra-zone est un LSA de réseau directement connecté, les préfixes sont aussi considérés comme étant directement connectés. Dans ce cas, le prochain bond est seulement la liaison sortante et aucune adresse IPv6 de prochain n'est choisie.

4.8.3 Calcul des chemins inter-zones

Le calcul des chemins inter-zones pour IPv6 procède selon les mêmes lignes que le calcul IPv4 au paragraphe 16.2 de la [RFC2328], avec les modifications suivantes :

- o Les noms des LSA de résumé de type 3 et des LSA de résumé de type 4 ont été changés respectivement en LSA de préfixe inter zones et LSA de routeur inter zones.

- o L'identifiant d'état de liaison des types de LSA ci-dessus ne code plus le réseau ou routeur décrit par le LSA. À la place, un préfixe d'adresse est contenu dans le corps d'un LSA de préfixe inter zones et l'identifiant de routeur OSPF d'un routeur de frontière d'AS annoncé est porté dans le corps d'un LSA de routeur inter zones.
- o Les préfixes qui ont le bit NU établi dans leur champ Options de préfixe devraient être ignorés par le calcul de chemin inter-zone.

Quand un seul LSA de préfixe inter zones ou LSA de routeur inter zones a changé, les calculs incrémentaires mentionnés au paragraphe 16.5 de la [RFC2328] peuvent être effectués au lieu de recalculer le tableau d'acheminement entier.

4.8.4 Examen des LSA de résumé de zone de transit

L'examen des LSA de résumé de zone de transit dans IPv6 procède selon les mêmes lignes que le calcul IPv4 du paragraphe 16.3 de la [RFC2328], modifié de la même façon que le calcul de chemin inter-zone IPv6 du paragraphe 4.8.3.

4.8.5 Calcul des chemins d'AS externe et de NSSA

Le calcul de chemin externe à l'AS de IPv6 procède selon les mêmes lignes que le calcul IPv4 du paragraphe 16.4 de la [RFC2328] et du paragraphe 2.5 de la [RFC3101], avec les exceptions suivantes :

- o L'identifiant d'état de liaison des types de LSA externe à l'AS et de LSA NSSA ne code plus le réseau décrit par le LSA. À la place, un préfixe d'adresse est contenue dans le corps du LSA.
- o Le chemin par défaut dans les LSA externes à l'AS ou les LSA NSSA est annoncé par un préfixe de longueur zéro.
- o Au lieu de comparer le champ Adresse de transmission du LSA externe à l'AS ou du LSA NSSA à 0.0.0.0 pour voir si une adresse de transmission a été utilisée, le bit F est examiné dans les LSA respectifs. Une adresse de transmission n'est utilisée que si et seulement si le bit F est établi.
- o Les préfixes qui ont le bit NU établi dans leur champ Options de préfixe devraient être ignorés par le calcul de chemin inter-zones.
- o Le choix du routeur de frontière d'AS (*ASBR, AS Boundary Router*) et de l'adresse de transmission va se faire de la même façon que si RFC1583Compatibility est désactivé. De plus, RFC1583Compatibility n'est pas un paramètre de configuration d'OSPF pour IPv6. Voir à l'Appendice C.1.

Quand un seul LSA externe à l'AS ou LSA NSSA a changé, les calculs incrémentaires mentionnés au paragraphe 16.6 de la [RFC2328] peuvent être effectués au lieu de recalculer le tableau d'acheminement entier.

4.9 Interfaces multiples à une seule liaison

Dans OSPF pour IPv6, un routeur peut avoir plusieurs interfaces à une seule liaison associées à la même instance et zone OSPF. Toutes les interfaces vont être utilisées pour la réception et la transmission du trafic de données tandis qu'une seule interface envoie et reçoit le trafic de contrôle OSPF. Plus en détails :

- o Chacune des multiples interfaces reçoit un identifiant d'interface différent. Un routeur va automatiquement détecter que plusieurs interfaces sont rattachées à la même liaison quand un paquet Hello est reçu avec une des adresses de liaison locale du routeur comme adresse de source et un identifiant d'interface autre que celui de l'interface réceptrice.
- o Chacune des multiples interfaces DOIT être configurée avec le même identifiant d'instance d'interface pour être considérée comme étant sur la même liaison. Si une interface a plusieurs identifiants d'instance, elle va être groupée avec d'autres interfaces sur la base des identifiants d'instance correspondants. Chaque identifiant d'instance va être traité de façon unique à l'égard des groupements de plusieurs interfaces sur la même liaison. Par exemple, si l'interface A est configurée avec les identifiants d'instance 1 et 35, et si l'interface B est configurée avec l'identifiant d'instance 35, l'interface B peut être l'interface active pour l'identifiant d'instance 35 mais l'interface A va être active pour l'identifiant d'instance 1.
- o Le routeur va ignorer les paquets OSPF autres que les paquets Hello sur toutes les interfaces rattachées à la liaison sauf une. Il va seulement envoyer ses paquets de contrôle OSPF (y compris les paquets Hello) sur une seule interface. Cette

interface est désignée comme interface active et les autres interfaces rattachées à la même liaison vont être désignées comme interfaces en attente (*standby*). Le choix de l'interface active dépend de la mise en œuvre. Par exemple, l'interface avec le plus fort identifiant d'interface pourrait être choisi. Si le routeur est élu routeur désigné, ce va être l'identifiant d'interface de l'interface active qui va être utilisé comme identifiant d'état de liaison du LSA de réseau.

- o Toutes les interfaces à la liaison (active et en attente) vont apparaître dans le LSA de routeur. De plus, un LSA de liaison va être généré pour chaque interface. De cette façon, toutes les interfaces vont être incluses dans les calculs d'acheminement OSPF.
- o Tout LSA de portée de liaison locale généré pour une interface en attente va être arrosé sur l'interface active. Si une interface en attente est défaillante, alors les LSA de portée de liaison locale générés pour les interfaces en attente DOIVENT être purgés sur l'interface active.
- o Les préfixes sur les interfaces en attente vont être traités de la même façon que les préfixes sur l'interface active. Par exemple, si le routeur est le DR pour la liaison, les préfixes de l'interface active sont inclus dans un LSA de préfixe intra-zone qui est associé au LSA de réseau de l'interface active ; les préfixes provenant des interfaces en instance sur la liaison vont aussi être inclus dans ce LSA de préfixe intra-zone. De même, si la liaison est de bout, les préfixes pour les interfaces active et en attente vont être toutes incluses dans le même LSA de préfixe intra-zone associé au LSA de routeur.
- o Si l'interface active est défaillante, une nouvelle interface active va devoir prendre sa place. La nouvelle interface active DEVRAIT former toutes les nouvelles adjacences de voisin avec les routeurs sur la liaison. Cette défaillance peut être détectée quand les autres interfaces du routeur à la liaison de l'interface active cessent d'entendre les Hello du routeur ou par des mécanismes internes, par exemple, la surveillance de l'état de l'interface active.
- o Si le réseau subit une partition avec différentes interfaces locales se rattachant aux différentes partitions de réseau, plusieurs interfaces vont devenir des interfaces actives et fonctionner indépendamment.
- o Durant le calcul du SPF quand est examiné un LSA de réseau pour un réseau directement connecté au vertex racine, toutes les interfaces à la liaison du LSA de routeur adjacent doivent être utilisées dans le calcul de prochain bond. Cela peut être accompli durant la vérification de la liaison de retour (voir au paragraphe 16.1, étape 2 (b), dans la [RFC2328]) en examinant chaque liaison du LSA de routeur et en faisant une liste des liaisons qui pointent sur le LSA de réseau. Les identifiants d'interface pour les liaisons dans cette liste sont alors utilisés pour trouver les LSA de liaison et adresses de liaison locale correspondants utilisés comme prochains bonds lors de l'installation des chemins de coût égal dans le tableau d'acheminement.
- o L'automate à états d'interface est modifié pour ajouter l'état En attente. voir au paragraphe 4.9.1 la description de l'état En attente (*Standby*).

4.9.1 État d'interface En attente

Dans cet état, l'interface est une interface parmi plusieurs à une liaison et cette interface est désigné comme En attente et n'envoie ni ne reçoit de paquets de contrôle. L'interface va continuer de recevoir les paquets Hello envoyés par l'interface active. L'interface va tenir un temporisateur, le temporisateur d'interface active, avec le même intervalle que le RouterDeadInterval. Ce temporisateur va être réinitialisé chaque fois qu'un paquet Hello OSPF est reçu de l'interface active pour la liaison.

Deux nouveaux événements sont ajoutés à la liste des événements qui causent des changements de l'état d'interface : MultipleInterfacesToLink et ActiveInterfaceDead. Voici la description de ces événements :

MultipleInterfacesToLink : une interface sur le routeur a reçu un paquet Hello d'une autre interface sur le même routeur.

Une des interfaces est désignée comme interface active et l'autre interface est désignée comme interface en attente. L'interface en attente passe à l'état En attente.

ActiveInterfaceDead : il y a eu une indication qu'une interface en attente n'est plus sur une liaison avec une interface active. L'arrivée à expiration du temporisateur d'interface active est une indication de cet événement, car elle indique que l'interface en attente n'a pas reçu de paquet OSPF Hello de l'interface active pendant RouterDeadInterval. D'autres indications peuvent venir de notifications internes, telles que la désactivation de l'interface active par un changement de configuration. Toute indication interne au routeur, comme la connaissance par le routeur de ce que l'interface active n'est plus active sur la liaison, peut déclencher l'événement ActiveInterfaceDead pour une interface en attente.

Les ajouts à l'automate à états d'interface incluent :

État(s) : En attente, Autre DR, Secours, ou DR

Événement : MultipleInterfacesToLink

Nouvel état : En attente

Action : toutes les variables d'interface sont réinitialisées et les temporisateurs d'interface désactivés. Aussi, toutes les connexions de voisin associées à l'interface sont fermées. Cela est fait en générant l'événement KillNbr sur tous les voisins associés. Le temporisateur d'interface active est lancé et l'interface va écouter les paquets OSPF Hello provenant de l'interface active de la liaison.

État : En attente

Événement : ActiveInterfaceDead

Nouvel état : Mort

Action : Le temporisateur d'interface active est d'abord désactivé. Ensuite l'événement InterfaceUp est invoqué.

Ajouts à l'automate à états d'interface en attente

5. Considérations sur la sécurité

Quand il fonctionne sur IPv6, OSPFv3 s'appuie sur l'en-tête d'authentification IP (voir la [RFC4302]) et la charge utile d'encapsulation de sécurité IP (voir la [RFC4303]) pour assurer l'intégrité et l'authentification/confidentialité des paquets de protocole. Cela est décrit dans la [RFC4552].

La plupart des mises en œuvre de OSPFv3 vont fonctionner sur des systèmes qui prennent en charge plusieurs protocoles avec leurs propres hypothèses et domaines de sécurité indépendants. Quand IPsec est utilisé pour protéger les paquets OSPFv3, il est important que la mise en œuvre vérifie les associations de sécurité (SA, *Security Association*) IPsec et la base de données locale de SA pour s'assurer que le paquet OSPF est généré d'une source de confiance pour OSPFv3. Cela est exigé pour éliminer la possibilité que le paquet ait été authentifié en utilisant une SA définie pour un autre protocole fonctionnant sur le même système.

Les mécanismes de la [RFC4552] ne fournissent pas de protection contre les routeurs compromis, déficients, ou mal configurés. De tels routeurs peuvent, accidentellement ou délibérément, causer des dysfonctionnements affectant le domaine d'acheminement entier. Le lecteur est invité à consulter la [RFC4593] pour une description plus complète des menaces qui pèsent sur les protocoles d'acheminement.

6. Considérations de gestion

La base de données d'informations de gestion (MIB, *Management Information Base*) pour OSPFv3 est définie dans la [RFC5643].

7. Considérations relatives à l'IANA

La plupart des considérations relatives à l'IANA sur OSPF pour IPv6 sont documentées dans la [RFC4940]. L'IANA a mis à jour la référence à la RFC 2740 pour se référer au présent document.

De plus, le présent document introduit les exigences de l'IANA suivantes qui n'étaient pas présentes dans la [RFC2740] :

- o Réserver les options avec les valeurs 0x000040 et 0x000080 pour la migration des options OSPFv2 dans le registre Options OSPFv3 défini dans la [RFC4940]. Pour des informations sur le champ Options OSPFv3, voir l'Appendice A.2.
- o Ajouter le bit P d'option de préfixe avec la valeur 0x08 au registre OSPFv3 des options de préfixe défini dans la [RFC4940]. Pour des informations sur les options de préfixe OSPFv3, voir l'Appendice A.4.1.1.
- o Ajouter le bit DN d'option de préfixe avec la valeur 0x10 au registre OSPFv3 des options de préfixe défini dans la

[RFC4940]. Pour des informations sur les options de préfixe OSPFv3, voir l'Appendice A.4.1.1.

7.1 MOSPF pour OSPFv3 déconseillé

Du fait que MOSPF pour OSPFv3 est déconseillé, les codets suivants sont disponibles pour réallocation. Voir la [RFC4940] pour des informations sur les registres respectifs. Le présent document :

- o déconseille le bit MC avec la valeur 0x000004 dans le registre des options OSPFv3,
- o déconseille le LSA de membre de groupe avec la valeur 6 dans le registre OSPFv3 des codes de fonction de LSA,
- o déconseille le bit MC avec la valeur 0x04 dans le registre des options de préfixes OSPFv3.

Le bit W dans les propriétés de routeur OSPFv3 a aussi été déconseillé. Cela exige un nouveau registre pour les propriétés de routeur OSPFv3 car il va diverger des propriétés de routeur OSPFv2.

Nom de registre : Registre des propriétés de routeur OSPFv3

Référence : RFC 5340

Procédure d'enregistrement : Action de normalisation

Registre des propriétés de routeur OSPFv3 :

Valeur	Description	Référence
0x01	bit B	RFC 5340
0x02	bit E	RFC 5340
0x04	bit V	RFC 5340
0x08	déconseillé	RFC 5340
0x10	bit Nt	RFC 5340

8. Remerciements

Le texte de la RFC a été produit avec l'outil xml2rfc de Marshall Rose.

Les individus suivants ont contribué par des commentaires qui sont incorporés dans ce document :

- o Harold Rabbie pour sa description de détails du protocole qui avaient besoin d'être précisés pour la prise en charge de NSSA OSPFv3.
- o Nic Neate qui a relevé qu'il fallait des changements au traitement des types de LSA inconnus dans le traitement des paquets de description de base de données.
- o Jacek Kwiatkowski qui a été le premier à relever que les bits V6 et R ne sont pas pris en compte dans le calcul de SPF intra zone OSPFv3.
- o Michael Barnes a reconnu que la prise en charge de plusieurs interfaces à une seule liaison était rompue (voir le paragraphe 4.9) et a fourni la description des mécanismes de protocole actuels. Abhay Roy a revu et suggéré des améliorations à ces mécanismes.
- o Alan Davey a relu et commenté les révisions du document.
- o Vivek Dubey a relu et commenté les révisions du document.
- o Manoj Goyal et Vivek Dubey se sont assez plaints que la LSA de liaison était inutile pour obliger à l'introduction du paramètre de configuration d'interface LinkLSASuppression.
- o Manoj Goyal a souligné que le calcul de prochain bond pour les LSA de préfixe intra-zone correspondant aux vertex de réseau n'était pas clair.
- o Ramana Koppula a relu et commenté les révisions du document.
- o Paul Wells a relu et commenté les révisions du document.
- o Amir Khan a relu et commenté les révisions du document.
- o Dow Street et Wayne Wheeler a commenté sur l'ajout du bit DN à OSPFv3.
- o Mitchell Erblich a fourni de nombreux commentaires rédactionnels.
- o Russ White a fourni de nombreux commentaires rédactionnels.
- o Kashima Hiroaki a fourni des commentaires rédactionnels.
- o Sina Mirtorabi a suggéré que OSPFv3 devrait être aligné sur OSPFv2 à l'égard de la préséance et devrait le transposer en la classe de trafic IPv6 comme spécifié dans la RFC 2474. Steve Blake a fourni le texte.
- o Faraz Shamin a révisé une dernière version du document et fourni des commentaires rédactionnels..
- o Christian Vogt a effectué la révision de l'équipe de révision générale de zone (Gen-ART) et fourni des commentaires.
- o Dave Ward, Dan Romascanu, Tim Polk, Ron Bonica, Pasi Eronen, et Lars Eggert ont fourni des commentaires durant la révision de l'IESG. Merci aussi à Pasi pour le texte dans la Section 5 relatif aux menaces sur l'acheminement.

9. Références

9.1 Références normatives

- [RFC0791] J. Postel, éd., "Protocole Internet - Spécification du [protocole du programme Internet](#)", STD 5, septembre 1981.
- [RFC1793] J. Moy, "Extension d'OSPF pour la [prise en charge de circuits à la demande](#)", avril 1995. (MàJ par [RFC3883](#)) (P.S.)
- [RFC2119] S. Bradner, "[Mots clés à utiliser](#) dans les RFC pour indiquer les niveaux d'exigence", BCP 14, mars 1997. DOI 10.17487/RFC2119, (MàJ par [RFC8174](#))
- [RFC2328] J. Moy, "[OSPF version 2](#)", STD 54, avril 1998. (MàJ par la [RFC6549](#), [RFC8042](#), [RFC9355](#))
- [RFC2460] S. Deering et R. Hinden, "Spécification du [protocole Internet, version 6](#) (IPv6)", décembre 1998. (MàJ par [5095](#), [6564](#) ; D.S. ; Remplacée par [RFC8200](#), STD 86)
- [RFC2474] K. Nichols, S. Blake, F. Baker et D. Black, "Définition du [champ Services différenciés](#) (DS) dans les en-têtes IPv4 et IPv6", décembre 1998. (P.S. ; MàJ par [RFC3168](#), [RFC3260](#), [RFC8436](#))
- [RFC2863] K. McCloghrie, F. Kastholz, "MIB de groupe Interfaces", juin 2000. (D.S. ; MàJ par [RFC8892](#))
- [RFC3101] P. Murphy, "[Option OSPF zone pas tout à fait de bout](#) (NSSA)", janvier 2003. (P.S.)
- [RFC4291] R. Hinden, S. Deering, "[Architecture d'adressage IP version 6](#)", février 2006. (MàJ par [5952](#) et [6052](#), [8064](#)) (D.S.)
- [RFC4302] S. Kent, "[En-tête d'authentification IP](#)", décembre 2005. (P.S.)
- [RFC4303] S. Kent, "[Encapsulation de charge utile](#) de sécurité dans IP (ESP)", décembre 2005. (Remplace [RFC2406](#)) (P.S.)
- [RFC4552] M. Gupta, N. Melam, "[Authentification/confidentialité](#) pour OSPFv3", juin 2006. (P.S.)
- [RFC4576] E. Rosen et autres, "[Utilisation d'un bit d'option d'annonce](#) d'état de liaison (LSA) pour empêcher les boucles dans les réseaux privés virtuels (VPN) IP BGP/MPLS", juin 2006. (P.S.)
- [RFC4940] K. Kompella, B. Fenner, "Considérations de l'IANA sur OSPF", juillet 2007. ([BCP0130](#))

9.2 Références pour information

- [RFC1191] J. Mogul et S. Deering, "[Découverte de la MTU](#) de chemin", novembre 1990.
- [RFC1584] J. Moy, "Extensions de diffusion groupée à OSPF", mars 1994. (Historique)
- [RFC2370] R. Coltun, "[Option OSPF LSA opaque](#)", juillet 1998. (Obsolète, voir [RFC5250](#)) (P.S.)
- [RFC2740] R. Coltun, D. Ferguson, J. Moy, "OSPF pour IPv6", décembre 1999. (Obsolète, voir [RFC5340](#)) (P.S.)
- [RFC4593] A. Barbir et autres, "[Menaces génériques contre les protocoles](#) d'acheminement", octobre 2006. (Information)
- [RFC4594] J. Babiarz et autres, "Lignes directrices pour la configuration des classes de services de DiffServ", août 2006. (Info.)
- [RFC5643] D. Joyal, V. Manral, "Base de données d'informations de gestion pour OSPFv3", août 2009. (P. S.)

Appendice A. Formats des données OSPF

Cet appendice décrit le format des paquets de protocole OSPF et des LSA OSPF. Le protocole OSPF fonctionne directement sur la couche réseau IPv6. Avant de décrire les formats de données, on explique les détails de l'encapsulation OSPF. Ensuite, on décrit le champ Options OSPF. Ce champ décrit diverses capacités qui peuvent ou non être prises en charge par des éléments du domaine d'acheminement OSPF. Le champ Options OSPF est contenu dans les paquets Hello OSPF, les paquets de description de base de données, et les LSA OSPF. Les formats de paquet OSPF sont détaillés au paragraphe A.3. Une description des LSA OSPF apparaît dans le paragraphe A.4.

Cette section décrit comment les préfixes d'adresse IPv6 sont représentés dans les LSA, détaille l'en-tête standard de LSA, et donne ensuite les formats pour chaque type spécifique de LSA.

A.1 Encapsulation des paquets OSPF

OSPF fonctionne directement sur la couche de réseau IPv6. Les paquets OSPF sont donc encapsulés seulement par les en-têtes IPv6 et de liaison de données locales.

OSPF ne définit pas de moyen de fragmenter ses paquets de protocole, et dépend de la fragmentation IPv6 quand il transmet des paquets plus grands que la MTU de liaison. Si nécessaire, la longueur des paquets OSPF peut faire jusqu'à 65 535 octets. Les types de paquet OSPF qui vont probablement être grands (description de base de données, demande d'état de liaison, mise à jour d'état de liaison, et accusé de réception d'état de liaison) peuvent généralement être partagés en plusieurs paquets de protocole sans perte de fonctionnalité. Cela est recommandé ; la fragmentation IPv6 devrait être évitée chaque fois que possible. En utilisant ce raisonnement, on devrait tenter de limiter la taille des paquets OSPF envoyés sur des liaisons virtuelles à 1280 octets sauf si la découverte de la MTU de chemin est effectuée [RFC1191].

Les autres importantes caractéristiques de l'encapsulation IPv6 d'OSPF sont :

- o Utilisation de IPv6 en diffusion groupée. Certains messages OSPF sont en diffusion groupée quand ils sont envoyés sur des réseaux en diffusion. Deux adresses IP de diffusion groupée distinctes sont utilisées. Les paquets envoyés sur ces adresses de diffusion groupée ne devraient jamais être transmis ; ils sont destinés à voyager seulement sur un bond. À ce titre, les adresses de diffusion groupée ont été choisies avec une portée de liaison locale et les paquets envoyés à ces adresses devraient avoir leur limite de bonds IPv6 réglée à 1.

AllSPFRouters : cette adresse de diffusion groupée a reçu la valeur de FF02::5. Tous les routeurs qui fonctionnent avec OSPF devraient être prêts à recevoir des paquets envoyés à cette adresse. Les paquets Hello sont toujours envoyés à cette destination. Aussi, certains paquets de protocole OSPF sont envoyés à cette adresse durant la procédure d'arrosage.

AllDRouters : cette adresse de diffusion groupée a reçu la valeur de FF02::6. Le routeur désigné et le routeur de secours désigné doivent tous deux être prêts à recevoir des paquets destinés à cette adresse. Certains paquets de protocole OSPF sont envoyés à cette adresse durant la procédure d'arrosage.

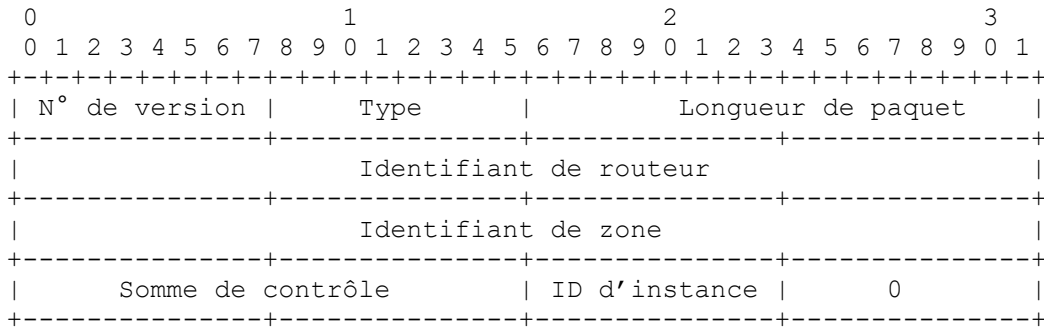
- o OSPF est le protocole IP 89. Ce numéro DEVRAIT être inséré dans le champ Prochain en-tête de l'en-tête IPv6 encapsulant.
- o La spécification OSPFv2 (Appendice A.1 de la [RFC2328]) indique que les paquets de protocole OSPF sont envoyés avec la préséance IP réglée à contrôle inter réseaux (B'110') [RFC0791]. Si les routeurs dans le domaine d'acheminement OSPF transposent leur octet de classe de trafic IPv6 en codet de service différencié (DSCP, *Differentiated Services Code Point*) comme spécifié dans la [RFC2474], alors les paquets OSPFv3 DEVRAIENT être envoyés avec leur DSCP réglé à CS6 (B'110000'), comme spécifié dans la [RFC4594]. Dans les réseaux qui prennent en charge cette transposition, les paquets OSPF vont avoir la préséance sur le trafic de données IPv6.

A.2 Champs d'options

Le champ Options OSPF de 24 bits est présent dans les paquets OSPF Hello, les paquets de description de base de données, et certains LSA (LSA de routeur, LSA de réseau, LSA de routeur inter zones, et LSA de liaison). Le champ Options permet aux routeurs OSPF de prendre en charge (ou non) des capacités facultatives, et de communiquer leur niveau de capacité aux

A.3.1 En-tête de paquet OSPF

Chaque paquet OSPF commence par un en-tête standard de 16 octets. Avec les en-têtes IPv6 encapsulants, l'en-tête OSPF contient toutes les informations nécessaires pour déterminer si le paquet devrait être accepté pour la suite du traitement. Cette détermination est décrite au paragraphe 4.2.2.



En-tête de paquet OSPF

Numéro de version : numéro de version OSPF. Cette spécification documente la version 3 du protocole OSPF.

Type : les types de paquet OSPF sont les suivants. Voir les détails dans les appendices A.3.2 à A.3.6.

Type	Description
1	Hello
2	Description de base de données
3	Demande d'état de liaison
4	Mise à jour d'état de liaison
5	Accusé de réception d'état de liaison

Longueur de paquet : longueur des paquets de protocole OSPF en octets. Cette longueur inclut l'en-tête standard OSPF.

Identifiant de routeur : identifiant de routeur de la source du paquet.

Identifiant de zone : nombre de 32 bits qui identifie la zone à laquelle appartient ce paquet. Tous les paquets OSPF sont associés à une seule zone. La plupart voyagent seulement sur un seul bond. Les paquets qui traversent une liaison virtuelle sont étiquetés avec l'identifiant de zone de cœur de réseau de 0.

Somme de contrôle : OSPF utilise le calcul standard de somme de contrôle pour les applications IPv6 : le complément à un de 16 bits de la somme des compléments à un du contenu entier du paquet, en commençant par l'en-tête de paquet OSPF, et en ajoutant devant un "pseudo en-tête" des champs d'en-tête IPv6, comme spécifié au paragraphe 8.1 de la [RFC2460]. La "Longueur de paquet de couche supérieure" dans le pseudo en-tête est réglée à la valeur du champ Longueur de l'en-tête de paquet OSPF. La valeur de prochain en-tête utilisée dans le pseudo en-tête est 89. Si la longueur du paquet n'est pas un nombre entier de mots de 16 bits, le paquet est bourré avec un octet de zéros avant de faire la somme de contrôle. Avant de calculer la somme de contrôle, le champ Somme de contrôle dans l'en-tête de paquet OSPF est réglé à 0.

Identifiant d'instance : permet que plusieurs instances d'OSPF fonctionnent sur une seule liaison. Chaque instance de protocole va recevoir un identifiant d'instance distinct ; l'identifiant d'instance a seulement une signification de liaison locale. Les paquets reçus dont l'identifiant d'instance n'est pas égal à l'identifiant d'instance de l'interface receveuse sont éliminés.

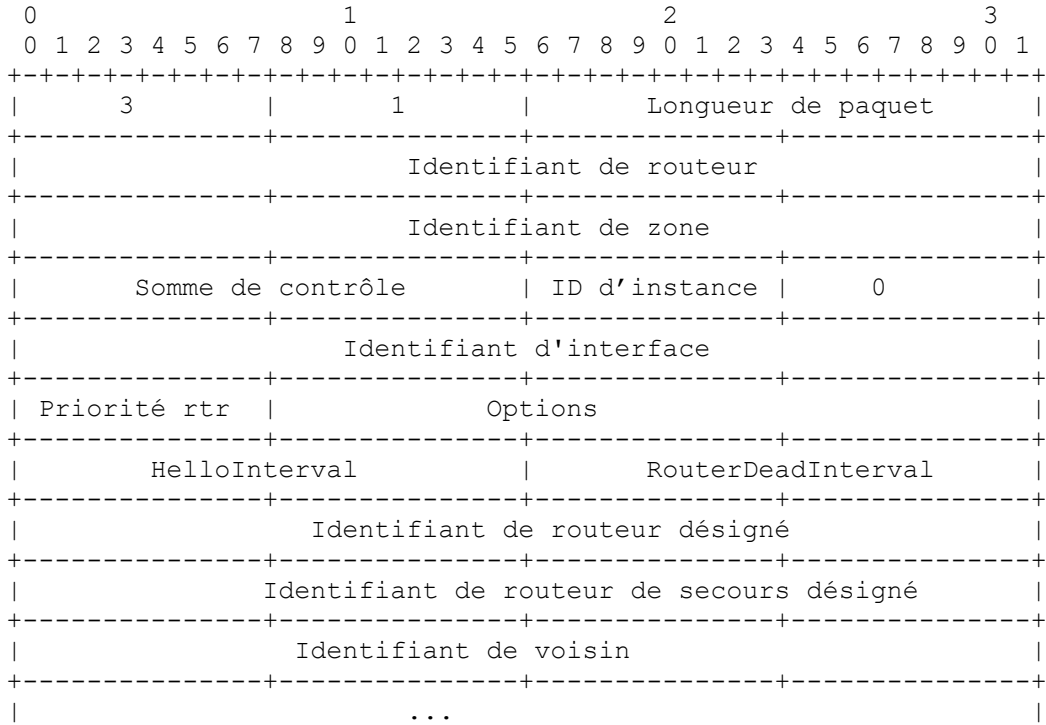
0 : ces champs sont réservés. Ils DEVRAIENT être réglés à 0 à l'envoi des paquets de protocole et DOIVENT être ignorés à la réception des paquets de protocole.

A.3.2 Paquet Hello

Les paquets Hello sont des paquet OSPF de type 1. Ces paquets sont envoyés périodiquement sur toutes les interfaces (y compris les liaisons virtuelles) afin d'établir et maintenir les relations de voisins. De plus, les paquets Hello sont en diffusion groupée sur les liaisons qui ont une capacité de diffusion groupée ou de diffusion, permettant une découverte

dynamique des routeurs du voisinage.

Tous les routeurs connectés à une liaison commune doivent s'accorder sur certains paramètres (HelloInterval et RouterDeadInterval). Ces paramètres sont inclus dans les paquets Hello permettant des différences qui inhibent la formation des relations de voisins. Le paquet Hello contient aussi des champs utilisés dans l'élection du routeur désigné (identifiant de routeur désigné et identifiant de routeur de secours désigné) et des champs utilisés pour détecter les communications bidirectionnelles (l'identifiant de routeur de tous les voisins dont les Hello ont été reçus récemment).



Paquet Hello OSPF

Identifiant d'interface : nombre de 32 bits qui identifie de façon univoque cette interface parmi la collection des interfaces de ce routeur. Par exemple, dans certaines mises en œuvre il est possible d'utiliser le MIB-II IfIndex ([RFC2863]).

Priorité rtr : priorité de routeur. Utilisée dans l'élection du routeur désigné (de secours). Si elle est à 0, le routeur va être inéligible à devenir routeur désigné (de secours).

Options : capacités facultatives acceptées par le routeur, comme documenté au paragraphe A.2.

HelloInterval : nombre de secondes entre les paquets Hello de ce routeur.

RouterDeadInterval : nombre de secondes avant de déclarer qu'un routeur silencieux est mort.

Identifiant de routeur désigné : vue du routeur envoyeur de l'identité du routeur désigné pour ce réseau. Le routeur désigné est identifié par son identifiant de routeur. Il est réglé à 0.0.0.0 si il n'y a pas de routeur désigné.

Identifiant de routeur de secours désigné : vue du routeur envoyeur de l'identité du routeur de secours désigné pour ce réseau. Le routeur de secours désigné est identifié par son identifiant de routeur IP. Il est réglé à 0.0.0.0 si il n'y a pas de routeur de secours désigné.

Identifiant de voisin : identifiant de routeur de chaque routeur sur le réseau avec l'état de voisin 1-Way ou supérieur.

A.3.3 Paquet de description de base de données

Les paquets de description de base de données sont des paquets OSPF de type 2. Ces paquets sont échangés quand une adjacence est initialisée. Ils décrivent le contenu de la base de données d'état de liaison. Plusieurs paquets peuvent être

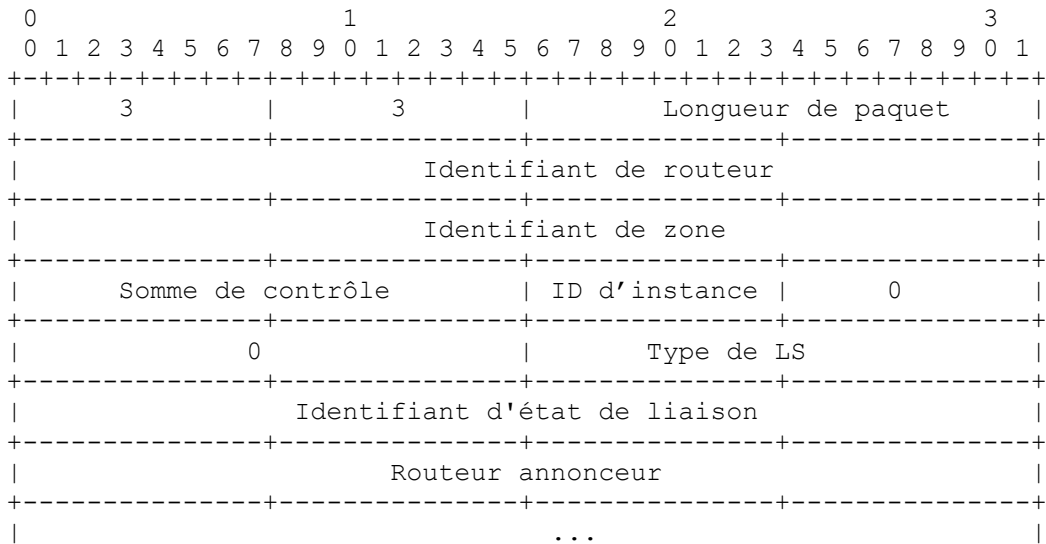
LSA dans la base de données est décrit par son en-tête de LSA. L'en-tête de LSA est documenté dans l'Appendice A.4.2. Il contient toutes les informations requises pour identifier de façon univoque les LSA et l'instance de LSA en cours.

A.3.4 Paquet Demande d'état de liaison

Les paquets de demande d'état de liaison sont des paquets OSPF de type 3. Après l'échange des paquets de description de base de données avec un routeur du voisinage, un routeur peut trouver que des parties de sa base de données d'état de liaison sont périmées. Le paquet Demande d'état de liaison est utilisé pour demander les pièces de la base de données du voisin qui sont plus à jour. Plusieurs paquets de demande d'état de liaison peuvent devoir être utilisés.

Un routeur qui envoie un paquet Demande d'état de liaison vise l'instance précise de la pièce de la base de données qu'il demande. Chaque instance est définie par son numéro de séquence de LS, sa somme de contrôle de LS, et âge de LS, bien que ces champs ne soient pas spécifiés dans le paquet Demande d'état de liaison lui-même. Le routeur peut recevoir même des instances de LSA plus récentes dans la réponse.

L'envoi des paquets de demande d'état de liaison est documenté au paragraphe 10.9 de la [RFC2328]. La réception des paquets de demande d'état de liaison est documentée au paragraphe 10.7 de la [RFC2328].



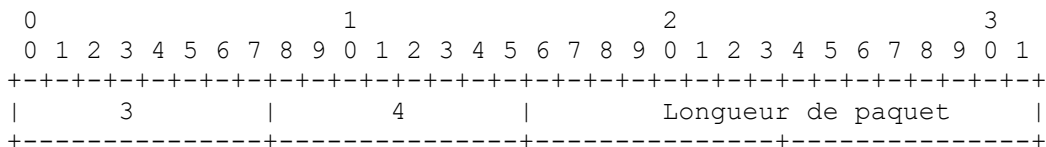
Paquet Demande d'état de liaison OSPF

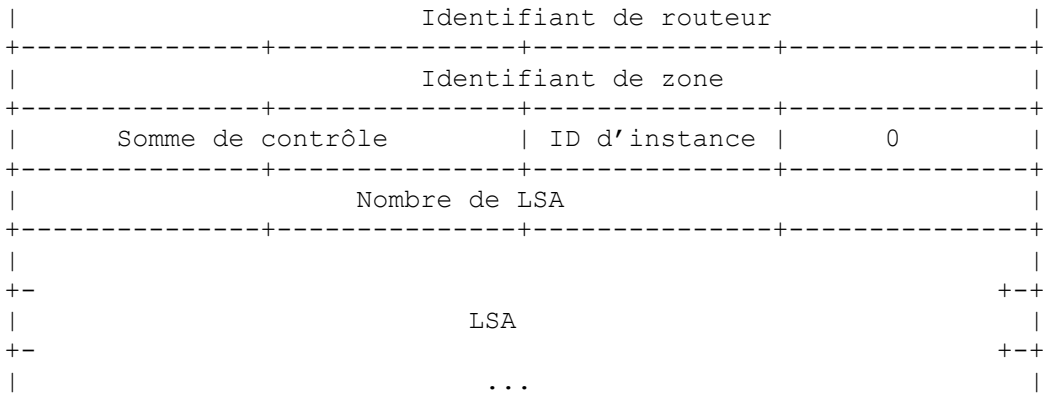
Chaque LSA demandé est spécifié par son type de LS, son identifiant d'état de liaison, et son routeur annonceur. Cela identifie de façon univoque le LSA sans spécifier son instance. Les paquets de demande d'état de liaison sont compris pour demander la plus récente instance des LSA spécifiés.

A.3.5 Paquet Mise à jour d'état de liaison

Les paquets de mise à jour d'état de liaison sont des paquet OSPF de type 4. Ces paquets mettent en œuvre l'arrosage des LSA. Chaque paquet de mise à jour d'état de liaison porte une collection de LSA un bond plus loin que leur origine. Plusieurs LSA peuvent être inclus dans un seul paquet.

Les paquets de mise à jour d'état de liaison sont en diffusion groupée sur les réseaux physiques qui prennent en charge la diffusion groupée/diffusion. Afin de rendre fiable la procédure d'arrosage, les LSA arrosés sont acquittés dans les paquets d'accusé de réception d'état de liaison. Si la retransmission de certains LSA est nécessaire, les LSA retransmis sont toujours portés par des paquets de mise à jour d'état de liaison en envoi individuel. Pour plus d'informations sur l'arrosage fiable des LSA, consulter le paragraphe 4.5.





Paquet Mise à jour d'état de liaison OSPF

Nombre de LSA : nombre de LSA inclus dans cette mise à jour.

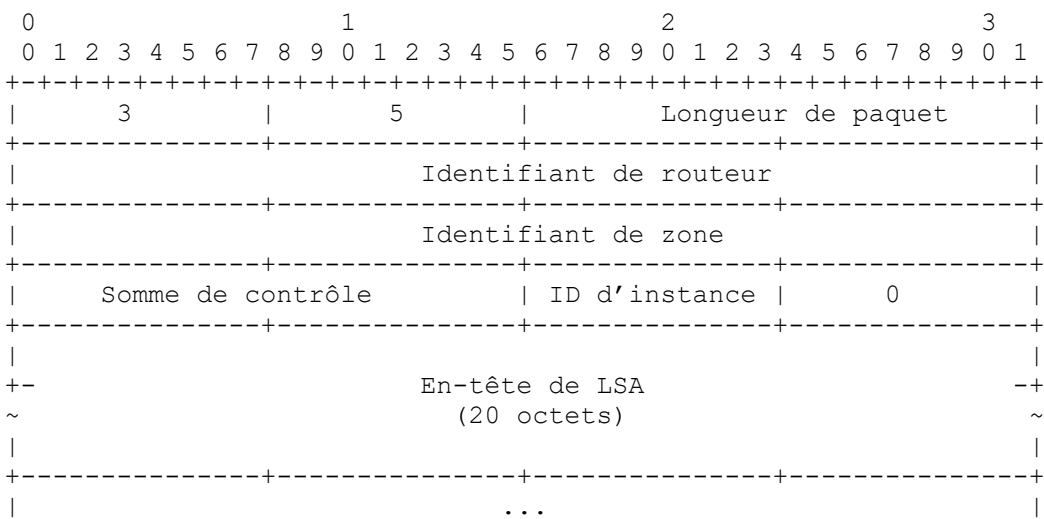
Le corps du paquet de mise à jour d'état de liaison consiste en une liste de LSA. Chaque LSA commence par un en-tête commun de 20 octets, décrit dans l'Appendice A.4.2. Le détail des formats des différents types de LSA est décrit à l'Appendice A.4.

A.3.6 Paquet Accusé de réception d'état de liaison

Les paquets d'accusé de réception d'état de liaison sont des paquets OSPF de type 5. Pour rendre l'arrosage des LSA fiable, les LSA arrosés sont explicitement ou implicitement acquittés. L'acquiescement explicite est accompli par l'envoi et la réception des paquets d'accusé de réception d'état de liaison. L'envoi des paquets d'accusé de réception d'état de liaison est documenté au paragraphe 13.5 de la [RFC2328]. La réception des paquets d'accusé de réception d'état de liaison est documentée au paragraphe 13.7 de la [RFC2328].

Plusieurs LSA PEUVENT être acquittés dans un seul paquet d'accusé de réception d'état de liaison. Selon l'état de l'interface d'envoi et de l'envoyeur du paquet de mise à jour d'état de liaison correspondant, un paquet d'accusé de réception d'état de liaison est envoyé à l'adresse de diffusion groupée AllSPFRouters, à l'adresse de diffusion groupée AllDRouters, ou à l'adresse d'envoi individuel d'un voisin (voir au paragraphe 13.5 de la [RFC2328] pour les détails).

Le format de ce paquet est similaire à celui du paquet Description de données. Le corps des deux paquets est simplement une liste des en-têtes de LSA.



Paquet Accusé de réception d'état de liaison OSPF

Chaque LSA acquitté est décrit par son en-tête de LSA. L'en-tête de LSA est documenté dans l'Appendice A.4.2. Il contient toutes les informations requises pour identifier de façon univoque le LSA et l'instance actuelle du LSA.

A.4 Formats de LSA

Le présent document définit huit types distincts de LSA. Chaque LSA commence par un en-tête de LSA standard de 20 octets. Cet en-tête est expliqué dans l'Appendice A.4.2. Les paragraphes qui suivent décrivent individuellement chaque type de LSA.

Chaque LSA décrit un élément du domaine d'acheminement OSPF. Chaque routeur génère un LSA de routeur. Un LSA de réseau est annoncé pour chaque liaison par son routeur désigné. Les adresses de liaison locale d'un routeur sont annoncées à ses voisins dans le LSA de liaison. Les préfixes IPv6 sont annoncés dans les LSA de préfixe intra-zone, les LSA de préfixe inter zones, les LSA externes à l'AS, et les LSA NSSA. La localisation de routeurs spécifiques peut être annoncée à travers les frontières de zone dans les LSA de routeur inter zones. Tous les LSA sont alors arrosés dans tout le domaine d'acheminement OSPF. L'algorithme d'arrosage est fiable, assurant que tous les routeurs communs à une portée d'arrosage ont la même collection de LSA associés à cette portée d'arrosage. (Voir au paragraphe 4.5 pour plus d'informations concernant l'algorithme d'arrosage.) Cette collection de LSA est appelée la base de données d'état de liaison.

À partir de la base de données d'état de liaison, chaque routeur construit une arborescence de plus court chemin avec lui-même comme racine. Cela donne un tableau d'acheminement (voir à la Section 11 de la [RFC2328]). Pour des détails sur le processus de construction du tableau d'acheminement, voir au paragraphe 4.8.

A.4.1 Représentation de préfixe IPv6

Les adresses IPv6 sont des chaînes binaires de 128 bits. Les protocoles d'acheminement IPv6, et OSPF pour IPv6 en particulier, annoncent les préfixes d'adresse IPv6. Les préfixes d'adresse IPv6 sont des chaînes de bits dont la longueur va de 0 à 128 bits (inclus).

Dans OSPF, les préfixes d'adresse IPv6 sont toujours représentés par une combinaison de trois champs : Longueur de préfixe, Options de préfixe, et Préfixe d'adresse. Longueur de préfixe est la longueur en bits du préfixe. Options de préfixe est un champ de 8 bits qui décrit diverses capacités associées au préfixe (voir l'Appendice A.4.1.1). Le préfixe d'adresse est un codage du préfixe lui-même comme multiple pair de mots de 32 bits, bourré avec des bits de zéro comme nécessaire. Ce codage consomme ((Longueur de préfixe + 31) / 32) mots de 32 bits.

Le chemin par défaut est représenté par un préfixe de longueur 0.

Des exemples de représentation de préfixe IPv6 dans OSPF se trouvent dans les appendices A.4.5, A.4.7, A.4.8, A.4.9, et A.4.10.

A.4.1.1 Options de préfixe

Chaque préfixe est annoncé avec un champ de 8 bits de capacités. Cela sert d'entrée aux divers calculs d'acheminement. Par exemple, cela peut indiquer que des préfixes sont à ignorer dans certains cas ou sont à marquer comme non réannonçables dans d'autres.

```

 0  1  2  3  4  5  6  7
+-----+
|  |  |  |DN| P|x|LA|NU|
+-----+
```

Champ Options de préfixe

Bit NU : bit de capacité "pas d'envoi individuel". Si il est établi, le préfixe devrait être exclu des calculs de IPv6 en envoi individuel. Sinon, il devrait être inclus.

Bit LA : bit de capacité "adresse locale". Si il est établi, le préfixe est en fait une adresse d'interface IPv6 du routeur annonceur. L'annonce des adresses d'interface locale est décrite au paragraphe 4.4.3.9. Une mise en œuvre PEUT aussi établir le bit LA pour des préfixes annoncés avec une longueur de préfixe d'hôte (128).

bit x : ce bit était précédemment défini comme un bit de capacité de "diffusion groupée". Cependant, son utilisation n'a jamais été adéquatement spécifiée et a été déconseillée pour OSPFv3. Le bit devrait être réglé à 0 et ignoré à réception. Il pourrait être réalloué à l'avenir.

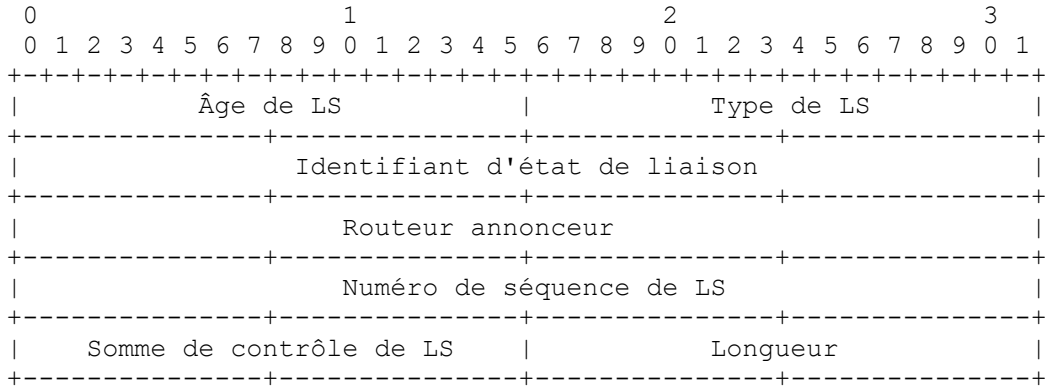
Bit P : bit "propager". Établi sur les préfixes de zone NSSA qui devraient être réannoncés par le NSSA de bordure de zone

traducteur [RFC3101].

Bit DN : ce bit contrôle le réannonceur d'un LSA de préfixe inter zones ou LSA externe à l'AS dans un environnement de VPN, comme spécifié dans la [RFC4576].

A.4.2 En-tête de LSA

Tous les LSA commencent par un en-tête commun de 20 octets. Cet en-tête contient assez d'informations pour identifier de façon univoque le LSA (type de LS, Identifiant d'état de liaison, et Routeur annonceur). Plusieurs instances du LSA peuvent exister dans le domaine d'acheminement en même temps. Il est alors nécessaire de déterminer quelle instance est la plus récente. Cela est accompli en examinant les champs Âge de LS, Numéro de séquence de LS, et Somme de contrôle de LS qui sont aussi contenus dans l'en-tête de LSA.



En-tête de LSA

Âge de LS : temps en secondes depuis que le LSA a été généré.

Type de LS : le champ Type de LS indique la fonction exercée par le LSA. Les trois bits de poids fort du type de LS codent les propriétés génériques du LSA, tandis que le reste (appelé le code de fonction du LSA) indique la fonction spécifique du LSA. Voir à l'Appendice A.4.2.1 une description détaillée du type de LS.

Identifiant d'état de liaison : identifiant du routeur générateur pour le LSA. La combinaison de l'identifiant d'état de liaison, du type de LS, et du routeur annonceur identifie de façon univoque le LSA dans la base de données d'état de liaison.

Routeur annonceur : identifiant de routeur du routeur qui a généré le LSA. Par exemple, dans un LSA de réseau ce champ est égal à l'identifiant de routeur du routeur désigné du réseau.

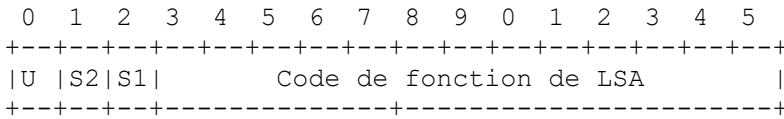
Numéro de séquence de LS : les instances successives d'un LSA reçoivent de numéros de séquences de LS successifs. Le numéro de séquence peut être utilisé pour détecter les instances de LSA périmées ou dupliquées. Voir au paragraphe 12.1.6 de la [RFC2328] pour plus de détails.

Somme de contrôle de LS : la somme de contrôle de Fletcher du contenu complet du LSA, incluant l'en-tête de LSA mais excluant le champ Âge de LS. Voir au paragraphe 12.1.7 de la [RFC2328] pour plus de détails.

Longueur : longueur en octets du LSA. Cela inclut les 20 octets de l'en-tête de LSA.

A.4.2.1 Type de LSA

Le champ Type de LS indique la fonction effectuée par le LSA. Les trois bits de poids fort du type de LS codent les propriétés génériques du LSA, tandis que le reste (appelé le code de fonction de LSA) indique la fonction spécifique du LSA. Le format du type de LS est le suivant :



Type de LSA

Le bit U indique comment le LSA devrait être traité par un routeur qui ne reconnaît pas le code de fonction de LSA. Ses valeurs sont :

bit U	Traitement de LSA
0	Traiter le LSA comme si il avait une portée d'arrosage de liaison locale
1	Mémoriser et arroser le LSA comme si le type était compris

Les bits S1 et S2 indiquent la portée d'arrosage du LSA. les valeurs sont :

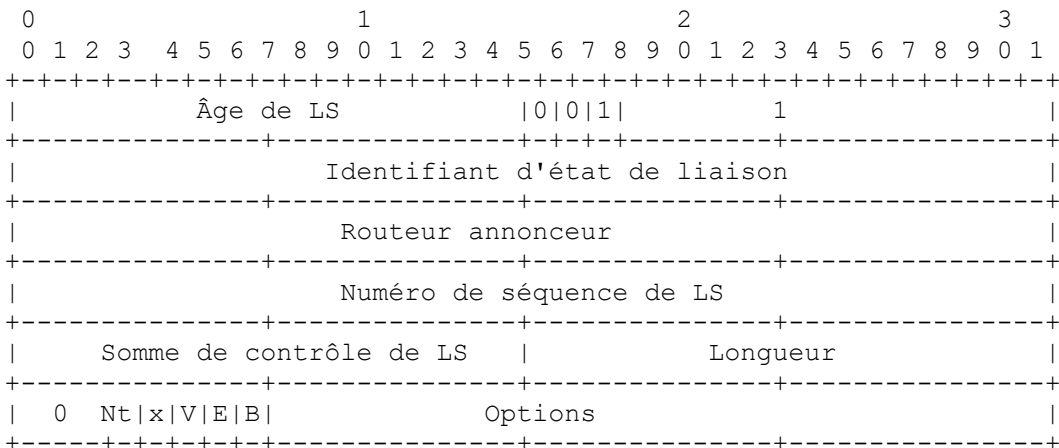
S2	S1	Portée d'arrosage
0	0	Portée de liaison locale - arrosé seulement sur la liaison d'origine
0	1	Portée de zone - arrosé seulement dans la zone d'origine
1	0	Portée d'AS – arrosé dans tout l'AS
1	1	Réservé

Les codes de fonction de LSA sont définis comme suit. La génération et le traitement de ces codes de fonction de LSA sont définis ailleurs dans ce document, sauf pour le LSA NSSA (voir la [RFC3101]) et 0x2006, qui étaient précédemment utilisés par MOSPF (voir la [RFC1584]). MOSPF a été déconseillé pour OSPFv3. Comme montré ci-dessous, chaque code de fonction de LSA implique aussi un réglage spécifique pour les bits U, S1, et S2.

Code de fonction de LSA	Type de LS	Description
1	0x2001	LSA de routeur
2	0x2002	LSA de réseau
3	0x2003	LSA de préfixe inter-zones
4	0x2004	LSA de routeur inter-zones
5	0x4005	LSA d'AS externe
6	0x2006	Déconseillé (peut être réalloué)
7	0x2007	LSA de NSSA
8	0x0008	LSA de liaison
9	0x2009	LSA de préfixe intra-zone

A.4.3 LSA de routeur

Les LSA de routeur ont le type de LS égal à 0x2001. Chaque routeur dans une zone génère un ou plusieurs LSA de routeur. La collection complète de LSA de routeur générée par le routeur décrit l'état et le coût des interfaces du routeur pour la zone. Pour les détails concernant la construction du LSA de routeur, voir au paragraphe 4.4.3.2. Les LSA de routeur sont arrosés sur une seule zone.



Type	0	Métrieque
Identifiant d'interface		
Identifiant d'interface de voisin		
Identifiant de routeur voisin		
...		
Type	0	Métrieque
Identifiant d'interface		
Identifiant d'interface de voisin		
Identifiant de routeur voisin		
...		

Format de LSA de routeur

Un seul routeur peut générer un ou plusieurs LSA de routeur, distingués par leur identifiant d'état de liaison (qui sont choisis arbitrairement par le routeur générateur). Le champ Options et les bits V, E, et B devraient être les mêmes dans tous les LSA de routeur provenant d'un seul générateur. Cependant, dans le cas de discordance, les valeurs dans le LSA avec le plus faible identifiant d'état de liaison prennent la préséance. Quand plus d'un LSA de routeur est reçu d'un seul routeur, les liaisons sont traitées comme si elles étaient enchaînées dans un seul LSA.

Bit V : quand il est établi, le routeur est un point d'extrémité d'une ou plusieurs liaisons virtuelles pleinement adjacentes qui ont la zone décrite comme zone de transit (V est pour signifier un point d'extrémité de liaison virtuelle).

Bit E : quand il est établi, le routeur est un routeur de bordure d'AS (E est pour externe).

Bit B : quand il est établi, le routeur est un routeur de bordure de zone (B est pour bordure).

Bit x : ce bit était précédemment utilisé par MOSPF (voir la [RFC1584]) et a été déconseillé pour OSPFv3. Le bit devrait être réglé à 0 et ignoré à réception. Il pourrait être réalloué à l'avenir.

Bit Nt : quand il est établi, le routeur est un routeur de bordure de NSSA qui traduit inconditionnellement les LSA NSSA en LSA externes à l'AS (Nt pour traduction en NSSA). Noter que ces routeurs ont leur paramètre de configuration de zone NSSATranslatorRole réglé à Toujours. (voir la [RFC3101].)

Options : capacités facultatives supportées par le routeur, comme documenté à l'Appendice A.2.

Les champs suivants sont utilisés pour décrire chaque interface de routeur. Le champ Type indique la sorte d'interface décrite. Ce peut être une interface à un réseau de transit, une connexion point à point à un autre routeur, ou une liaison virtuelle. Les valeurs de tous les autres champs décrivant une interface de routeur dépendent du champ Type de l'interface.

Type : sorte d'interface décrite. Un des suivants :

Type	Description
1	Connexion en point à point avec un autre routeur
2	Connexion à un réseau de transit
3	Réservé
4	Liaison virtuelle

Métrieque : coût d'utilisation de cette interface de routeur pour le trafic sortant.

Identifiant d'interface : identifiant d'interface alloué à l'interface décrite. Voir le paragraphe 4.1.2 et l'Appendice C.3.

Identifiant d'interface de voisin : identifiant d'interface de routeur voisin associé à la liaison, comme annoncé dans les paquets Hello du voisin. Pour les liaisons de transit (type 2) le routeur désigné de la liaison est le voisin décrit. Pour les

autres types de liaison, seul le voisin adjacent est décrit.

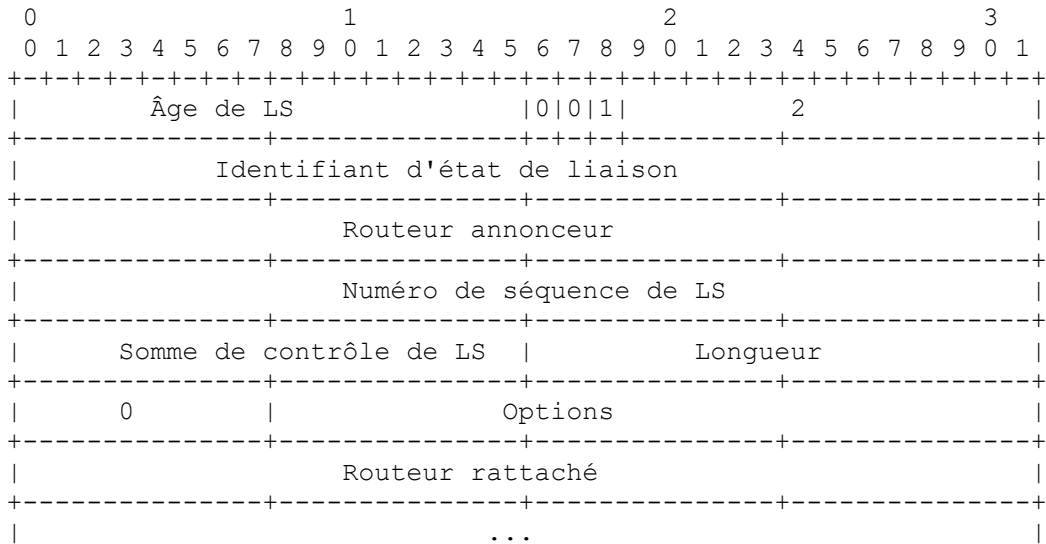
Identifiant de routeur voisin : identifiant de routeur du routeur voisin. Pour les liaisons de transit (type 2) le routeur désigné de la liaison est le voisin décrit. Pour les autres types de liaison, seul le voisin adjacent est décrit.

Pour les liaisons de transit (type 2) la combinaison de l'identifiant d'interface de voisin et de l'identifiant de routeur de voisin permet au LSA de réseau pour la liaison rattachée d'être trouvé dans la base de données d'état de liaison.

A.4.4 LSA de réseau

Les LSA de réseau ont le type de LS égal à 0x2002. Un LSA de réseau est généré pour chaque liaison de diffusion et NBMA dans la zone qui inclut deux ou plus routeurs adjacent. Le LSA de réseau est généré par le routeur désigné de la liaison. Le LSA décrit tous les routeurs rattachés à la liaison y compris le routeur désigné lui-même. Le champ Identifiant d'état de liaison du LSA est réglé à l'identifiant d'interface que le routeur désigné a annoncé dans les paquets Hello sur la liaison.

La distance du réseau à tous les routeurs rattachés est zéro. C'est pourquoi le champ Métrique n'a pas besoin d'être spécifié dans le LSA de réseau. Pour les détails concernant la construction du LSA de réseau, voir au paragraphe 4.4.3.3.



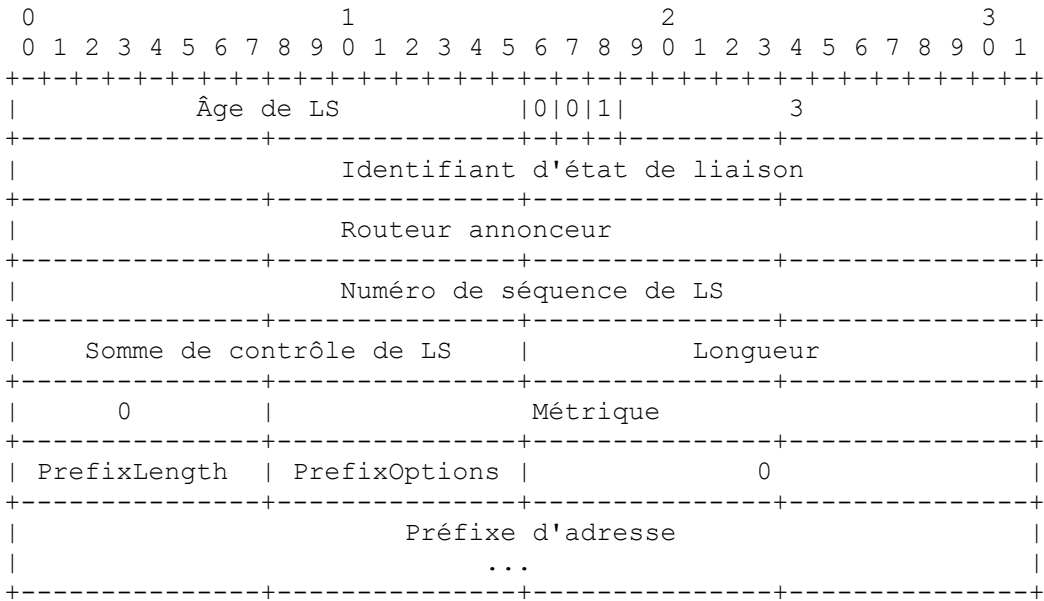
Format de LSA de réseau

Routeur rattaché : identifiant de routeur de chaque routeur rattaché à la liaison. En fait, seulement les routeurs qui sont pleinement adjacents au routeur désigné. Le routeur désigné s'inclut lui-même dans cette liste. Le nombre de routeurs inclus peut être déduit du champ Longueur de l'en-tête de LSA.

A.4.5 LSA de préfixe inter-zones

Les LSA de préfixe inter-zones ont leur type de LS égal à 0x2003. Ces LSA sont l'équivalent IPv6 des LSA de résumé de type 3 d'OSPF pour IPv4 (voir au paragraphe 12.4.3 de la [RFC2328]). Générés par les routeurs de bordure de zone, ils décrivent les chemins vers les préfixes d'adresse IPv6 qui appartiennent aux autres zones. Un LSA de préfixe inter zones séparé est généré pour chaque préfixe d'adresse IPv6. Pour les détails qui concernent la construction des LSA de préfixe inter zones, voir au paragraphe 4.4.3.4.

Pour les zones de bout, les LSA de préfixe inter zones peuvent aussi être utilisés pour décrire un chemin par défaut (par zone). Des chemins sommaires par défaut sont utilisés dans les zones de bout au lieu d'arroser un ensemble complet de chemins externes. Quand il décrit un chemin sommaire par défaut, la longueur de préfixe du LSA de préfixe inter zones est réglée à 0.



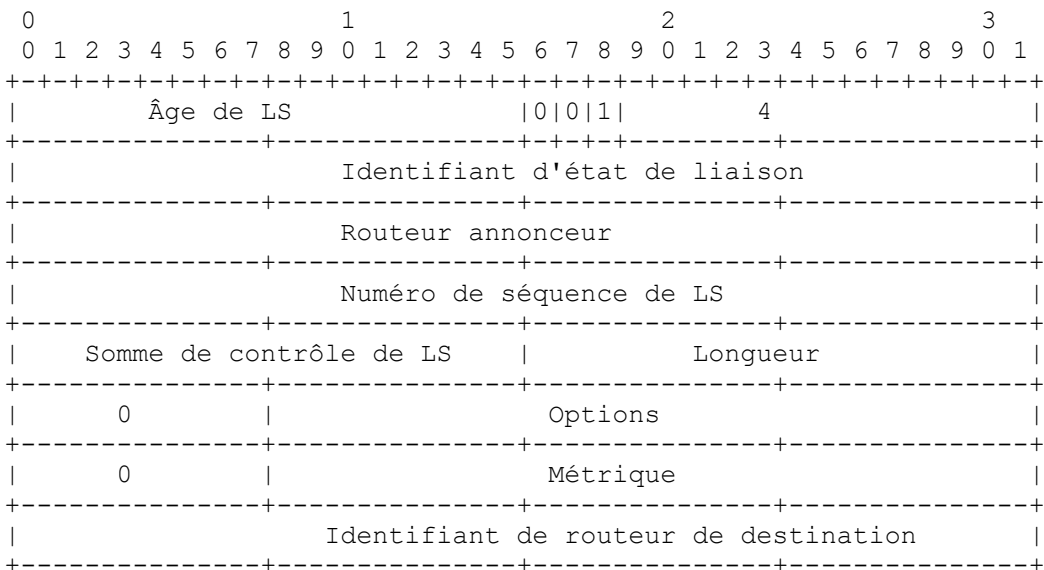
Format de LSA de préfixe inter-zones

Métrique : coût de ce chemin. Exprimée dans les mêmes unités que les coûts d'interface dans un LSA de routeur. Quand le LSA de préfixe inter zones décrit un chemin pour une gamme d'adresses (voir l'Appendice C.2) le coût est réglé au coût maximum pour tout composant accessible de la gamme d'adresses.

PrefixLength, PrefixOptions, et Préfixe d'adresse : représentation du préfixe d'adresse IPv6, comme décrit dans l'Appendice A.4.1.

A.4.6 LSA de routeur inter-zones

Les LSA de routeur inter-zones ont le type de LS égal à 0x2004. Ces LSA sont l'équivalent IPv6 des LSA résumés de type 4 de OSPF pour IPv4 (voir au paragraphe 12.4.3 de la [RFC2328]). Générés par les routeurs de bordure de zone, ils décrivent les chemins pour les routeurs de bordure d'AS dans les autres zones. Pour voir pourquoi il est nécessaire d'annoncer la localisation de chaque ASBR, consulter le paragraphe 16.4 de la [RFC2328]. Chaque LSA décrit un chemin pour un seul routeur. Pour les détails concernant la construction du LSA de routeur inter zones, voir au paragraphe 4.4.3.5.



Format de LSA de routeur inter-zones

Options : capacités facultatives supportées par le routeur, comme documenté dans l'Appendice A.2.

PrefixLength, PrefixOptions, et Préfixe d'adresse : représentation du préfixe d'adresse IPv6, comme décrite dans l'Appendice A.4.1.

Type de LS référencé : si il n'est pas zéro, un LSA avec ce type de LS est à associer à ce LSA (voir l'identifiant d'état de liaison référencé ci-dessous).

Adresse de transmission : adresse IPv6 pleinement qualifiée (128 bits). Incline dans le LSA si et seulement si le bit F a été établi. Si elle est incluse, le trafic de données pour la destination annoncée va être transmis à cette adresse. Elle NE DOIT PAS être réglée à l'adresse IPv6 inspecifiée (0:0:0:0:0:0:0) ou à une adresse IPv6 de liaison locale (préfixe FE80/10). Alors que les chemins OSPFv3 sont normalement installés avec des adresses de liaison locale, une mise en œuvre de OSPFv3 qui annonce une adresse de transmission DOIT annoncer une adresse IPv6 mondiale. Cette adresse IPv6 mondiale peut être la passerelle de prochain bond pour un préfixe externe ou peut être obtenue par une autre méthode (par exemple, par configuration).

Étiquette de chemin externe : champ de 32 bits qui PEUT être utilisé pour communiquer des informations supplémentaires entre les routeurs de bordure d'AS. N'est incluse dans le LSA que si et seulement si le bit T a été établi.

Identifiant d'état de liaison référencé : n'est inclus que si et seulement si le type de LS référencé n'est pas zéro. Si il est inclus, des informations supplémentaires concernant le chemin externe annoncé peuvent être trouvées dans le LSA qui a le type de LS égal à "Type de LS référencé", l'identifiant d'état de liaison égal à "Identifiant d'état de liaison référencé", et le même Routeur annonceur que spécifié dans l'en-tête d'état de liaison du LSA externe à l'AS. Ces informations supplémentaires ne sont pas utilisées par le protocole OSPF lui-même. Elles peuvent être utilisées pour communiquer des informations entre les routeurs de bordure d'AS. La nature précise de ces informations sort du domaine d'application de cette spécification.

Tous, aucun, ou certains des champs étiquetés Adresse de transmission, Étiquette de chemin externe, et Identifiant d'état de liaison référencé PEUVENT être présents dans le LSA externe à l'AS (comme indiqué par l'établissement du bit F, du bit T, et du type de LS référencé, respectivement). Quand elle est présente, l'adresse de transmission vient toujours en premier, l'étiquette de chemin externe vient ensuite, et l'identifiant d'état de liaison référencé en dernier.

A.4.8 LSA de NSSA

Les LSA NSSA ont le type de LS égal à 0x2007. Ces LSA sont générés par les routeurs de bordure d'AS au sein d'un NSSA et décrivent les destinations externes à l'AS qui peuvent ou non être propagées en dehors du NSSA (voir la [RFC3101]). À part le type de LS, leur format est exactement le même que celui des LSA externes à l'AS comme décrit à l'Appendice A.4.7.

Une adresse IPv6 mondiale DOIT être choisie comme adresse de transmission pour les LSA NSSA qui sont à propager par les routeurs de bordure de zone NSSA. Le choix devrait se faire de la même façon qu'avec la prise en charge de NSSA dans OSPFv2 [RFC3101] avec une vérification additionnelle pour s'assurer que l'adresse IPv6 de liaison locale n'est pas choisie.

A.4.9 LSA de liaisons

Les LSA de liaison ont le type de LS égal à 0x0008. Un routeur génère un LSA de liaison séparé pour chaque liaison physique rattachée. Ces LSA ont une portée d'arrosage de liaison locale ; elles ne sont jamais arrosées au delà de la liaison associée. Les LSA de liaison ont trois objets :

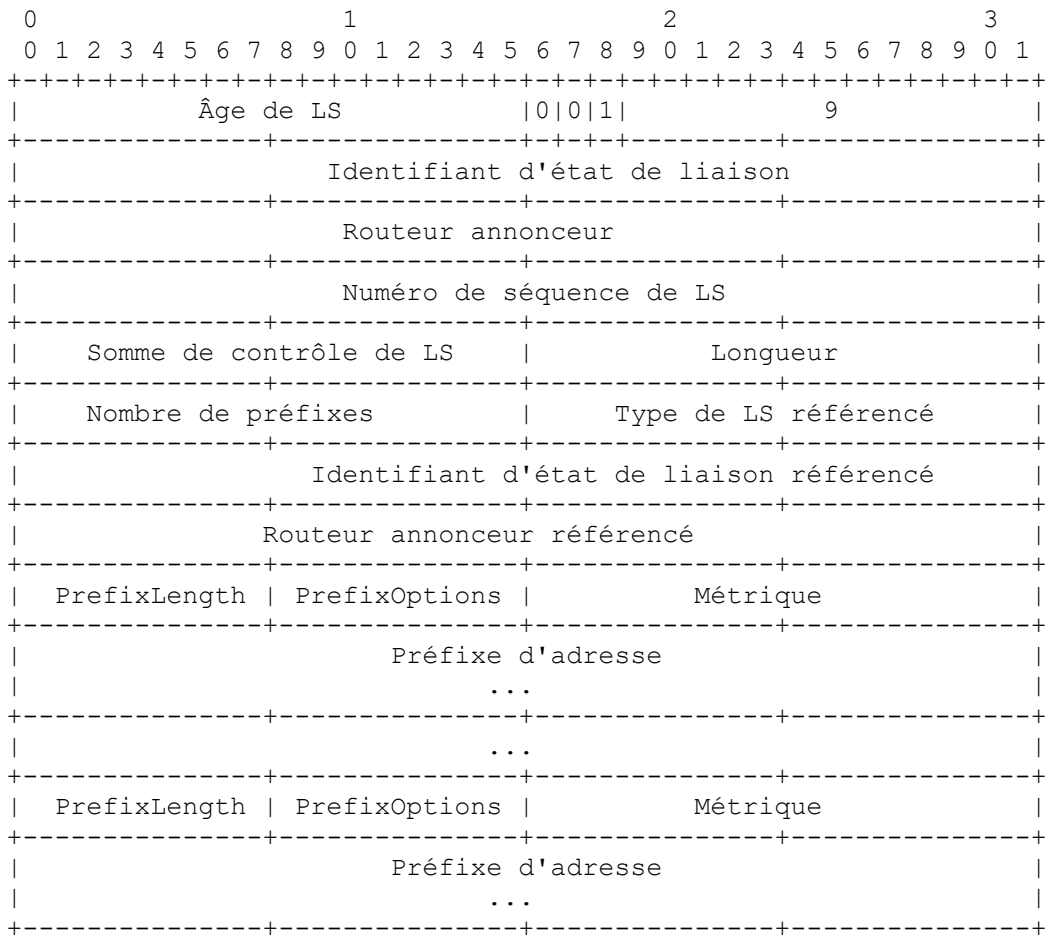
1. Ils donnent l'adresse de liaison locale du routeur à tous les autres routeurs rattachés à la liaison.
2. Ils informent les autres routeurs rattachés à la liaison d'une liste des préfixes IPv6 à associer à la liaison.
3. Ils permettent au routeur d'annoncer une collection de bits d'options dans le LSA de réseau généré par le routeur désigné sur une liaison en diffusion ou NBMA.

Pour les détails concernant la construction des LSA de liaison, voir au paragraphe 4.4.3.8.

L'identifiant d'état de liaison d'un LSA de liaison est réglé égal à l'identifiant d'interface du routeur générateur sur la liaison.

préfixe intra-zone. Pour les détails concernant la construction du LSA de préfixe intra-zone, voir au paragraphe 4.4.3.9.

Un routeur peut générer plusieurs LSA de préfixe intra-zone pour chaque routeur ou réseau de transit. Chaque LSA est distingué par son identifiant d'état de liaison univoque.



Format de LSA de préfixe intra-zone

Nombre de préfixes : nombre de préfixes d'adresse IPv6 contenues dans le LSA.

Type de LS référencé, Identifiant d'état de liaison référencé, et Routeur annonceur référencé : identifie le LSA de routeur ou LSA de réseau auquel les préfixes d'adresse IPv6 devraient être associés. Si le type de LS référencé est 0x2001, les préfixes sont associés au LSA de routeur, Identifiant d'état de liaison référencé devrait être 0, et Routeur annonceur référencé devrait être l'identifiant de routeur du routeur générateur. Si Type de LS référencé est 0x2002, les préfixes sont associés à un LSA de réseau, Identifiant d'état de liaison référencé devrait être l'identifiant d'interface du routeur désigné de la liaison, et Routeur annonceur référencé devrait être l'identifiant de routeur du routeur désigné.

Le reste du LSA de préfixe intra-zone contient une liste des préfixes IPv6 à associer au routeur ou liaison de transit, ainsi que leurs coûts associés.

PrefixLength, PrefixOptions, et Préfixe d'adresse : représentation d'un préfixe d'adresse IPv6, décrite dans l'Appendice A.4.1.

Métrique : coût de ce préfixe. Exprimé dans les mêmes unités que les coûts d'interface dans le LSA de routeur.

Appendice B. Constantes architecturales

Les constantes architecturales pour le protocole OSPF sont définies dans l'Appendice B de la [RFC2328]. La seule

différence pour OSPF pour IPv6 est que DefaultDestination est codé comme un préfixe de longueur 0 (voir l'Appendice A.4.1).

Appendice C. Constantes configurables

Le protocole OSPF a assez peu de paramètres configurables. La liste de ces paramètres est donnée ci-dessous. Ils sont groupés en catégories fonctionnelles générales (paramètres de zone, paramètres d'interface, etc.). Des échantillons de valeurs sont donnés pour certains des paramètres.

Certains réglages de paramètres doivent être cohérents sur des groupes de routeurs. Par exemple, tous les routeurs dans une zone doivent s'accorder sur les paramètres de cette zone. De même, tous les routeurs rattachés à un réseau doivent s'accorder sur le HelloInterval et le RouterDeadInterval de ce réseau.

Certains paramètres peuvent être déterminés par des algorithmes de routeur qui ne sont pas dans la présente spécification (par exemple, l'adresse d'un hôte connecté au routeur via une ligne SLIP). Du point de vue de OSPF, ces éléments sont encore configurables.

C.1 Paramètres généraux

En général, une copie séparée du protocole OSPF fonctionne pour chaque zone. À cause de cela, la plupart des paramètres de configuration sont définis par zone. Les quelques paramètres de configuration globaux sont mentionnés ci-dessous.

Identifiant de routeur : c'est un nombre de 32 bits qui identifie de façon univoque le routeur dans le système autonome. Si l'identifiant de routeur OSPF d'un routeur est changé, le logiciel OSPF du routeur devrait être redémarré avant que le nouvel identifiant de routeur prenne effet. Avant de redémarrer du fait d'un changement d'identifiant de routeur, le routeur devrait purger ses LSA auto générés du domaine d'acheminement (voir au paragraphe 14.1 de la [RFC2328]). Autrement, ils vont persister pour jusqu'à MaxAge secondes.

Parce que la taille de l'identifiant de routeur est inférieure à celle d'une adresse IPv6, il ne peut pas être réglé à une des adresses IPv6 du routeur (comme c'est fait couramment pour IPv4). Les procédures possibles pour l'allocation d'identifiant de routeur pour IPv6 incluent : a) d'allouer l'identifiant de routeur IPv6 comme une des adresses IPv4 du routeur ou b) d'allouer les identifiants de routeur IPv6 par une procédure administrative locale (similaire aux procédures utilisées par les fabricants pour allouer des numéros de série à leurs produits).

L'identifiant de routeur 0.0.0.0 est réservé et NE DEVRAIT PAS être utilisé.

C.2 Paramètres de zone

Tous les routeurs qui appartiennent à une zone doivent s'accorder sur la configuration de cette zone. Un désaccord entre deux routeurs va conduire à l'incapacité de former des adjacences entre eux, avec l'empêchement résultant d'écouler les informations de protocole d'acheminement et de trafic de données. Les éléments suivants doivent être configurés pour une zone :

Identifiant de zone : c'est un nombre de 32 bits qui identifie la zone. L'identifiant de zone 0 est réservé pour le cœur de réseau.

Liste des gammes d'adresses : les gammes d'adresses contrôlent l'annonce des chemins à travers les frontières de zone. Chaque gamme d'adresses consiste en les éléments suivants :

[préfixe IPv6, longueur de préfixe] : décrit la collection des adresses IPv6 contenues dans la gamme d'adresses.

État : réglé à Annoncer ou NePasAnnoncer. Les informations d'acheminement sont condensées aux frontières de zone.

Externe à la zone, au plus un seul chemin est annoncé (via un LSA de préfixe inter zones) pour chaque gamme d'adresses. Le chemin est annoncé si et seulement si l'état de la gamme d'adresses est réglé à Annoncer. Les gammes non annoncées permettent que l'existence de certains réseaux soit intentionnellement cachée aux autres zones. État est réglé à Annonce par défaut.

ExternalRoutingCapability : dit si les LSA externes à l'AS vont être arrosés à travers la zone. Si les LSA externes à l'AS sont exclus de la zone, la zone est appelée une zone de bout ou NSSA. En interne à la zone de bout, l'acheminement aux destinations externes va être fondé seulement sur un chemin inter zones par défaut. Le cœur de réseau ne peut pas

être configuré comme une zone de bout ou NSSA. Aussi, les liaisons virtuelles ne peuvent pas être configurées à travers des zones de bout ou NSSA. Pour plus d'informations, voir au paragraphe 3.6 de la [RFC2328] et la [RFC3101].

StubDefaultCost : si la zone a été configurée comme zone de bout, et si le routeur lui-même est un routeur de bordure de zone, le StubDefaultCost indique alors le coût du LSA de préfixe inter zones par défaut que le routeur devrait annoncer dans la zone. Voir au paragraphe 12.4.3.1 de la [RFC2328] pour plus d'informations.

NSSATranslatorRole et **TranslatorStabilityInterval** : ces paramètres de zone sont décrits dans l'Appendice D de la [RFC3101]. De plus, un routeur de bordure de zone NSSA (ABR) est aussi obligé de permettre la configuration de si un chemin de NSSA par défaut est ou non annoncé dans un LSA NSSA. Si il est annoncé, sa métrique et son type de métrique sont configurables. Cette exigence est aussi décrite dans l'Appendice D de la [RFC3101].

ImportSummaries : quand il est réglé à activé, les préfixes externes à la zone sont importés dans la zone via l'avis des LSA de préfixe inter zones. Quand il est réglé à désactivé, les chemins inter-zones ne sont pas importés dans la zone. Le réglage par défaut est activé. Ce paramètre est seulement valide pour les zones de bout ou NSSA.

C.3 Paramètres d'interface de routeur

Certains des paramètres configurables d'interface de routeur (comme Identifiant de zone, Intervalle de Hello, et Intervalle de routeur mort) impliquent en fait des propriétés des liaisons rattachées. Donc, ces paramètres doivent être cohérents sur tous les routeurs rattachés à cette liaison. Les paramètres qui doivent être configurés pour une interface de routeur sont :

Adresse IPv6 de liaison locale : adresse IPv6 de liaison locale associée à cette interface. Peut être apprise par auto-configuration.

Identifiant de zone : zone OSPF à laquelle appartient la liaison rattachée.

Identifiant d'instance : instance de protocole OSPF associée à cette interface OSPF. 0 par défaut.

Identifiant d'interface : nombre de 32 bits qui identifie de façon univoque cette interface parmi la collection des interfaces de ce routeur. Par exemple, dans certaines mises en œuvre il est possible d'utiliser le MIB-II IfIndex ([RFC2863]).

Préfixes IPv6 : liste des préfixes IPv6 à associer à la liaison. Elle va être annoncée dans le LSA de préfixe intra-zone.

Coûts de sortie de l'interface : coût d'envoi d'un paquet sur l'interface, exprimé dans la métrique d'état de liaison. Cela est annoncé comme le coût de la liaison pour cette interface dans le LSA de routeur du routeur. Le coût de sortie de l'interface DOIT toujours être supérieur à 0.

RxmtInterval : nombre de secondes entre les retransmissions de LSA pour les adjacences qui appartiennent à cette interface. Aussi utilisé lors de la retransmission des paquets de description de base de données et les paquets de demande d'état de liaison. Cela devrait être bien au dessus du délai d'aller-retour attendu entre deux routeurs sur la liaison rattachée. Le réglage de cette valeur devrait être prudent sinon des retransmissions inutiles vont en résulter. Un exemple de valeur pour un réseau de zone locale est 5 secondes.

InfTransDelay : estimation du nombre de secondes nécessaire pour transmettre un paquet de mise à jour d'état de liaison sur cette interface. Les LSA contenus dans le paquet de mise à jour doivent avoir leur âge incrémenté de cette valeur avant transmission. Cette valeur devrait tenir compte des délais de transmission et de propagation de l'interface. Il DOIT être supérieur à 0. Un exemple de valeur pour un réseau de zone locale est 1 seconde.

Priorité de routeur : entier non signé de 8 bits. Quand deux routeurs rattachés à un réseau tentent tous deux de devenir le routeur désigné, celui qui a la plus forte priorité de routeur prend la préséance. Si il y a toujours à les départager, le routeur avec le plus fort identifiant de routeur prend la préséance. Un routeur dont la priorité de routeur est réglée à 0 est inéligible à devenir routeur désigné sur la liaison rattachée. La priorité de routeur est seulement configurée pour les interfaces aux réseaux de diffusion et NBMA.

Intervalle de Hello : durée, en secondes, entre les paquets Hello que le routeur envoie sur l'interface. Cette valeur est annoncée dans les paquets Hello du routeur. Il DOIT être le même pour tous les routeurs rattaché à une liaison commune. Plus le HelloInterval est petit, plus vite les changements topologiques vont être détectés. Cependant, plus de trafic de protocole d'acheminement OSPF va s'ensuivre. Un exemple de valeur pour un PDN X.25 est 30 secondes. Un exemple de valeur pour un réseau de zone locale (LAN) est 10 secondes.

Intervalle de routeur mort : après qu'ils cessent d'entendre les paquets Hello du routeur, le nombre de secondes avant que ses voisins déclarent le routeur mort. Cela est aussi annoncé dans les paquets Hello du routeur dans leur champ RouterDeadInterval. Cela devrait être un multiple de l'intervalle de Hello (par exemple, 4). Cette valeur DOIT être la même pour tous les routeurs rattachés à une liaison commune.

Suppression de LSA de liaison : indique si la génération d'un LSA de liaison est ou non supprimée. Si il est réglé à "activé" et si le type d'interface n'est pas diffusion ou NBMA, le routeur ne va pas générer de LSA de liaison pour la liaison. Cela implique que les autres routeurs sur la liaison vont s'assurer de l'adresse de prochain bond du routeur en utilisant un mécanisme autre que le LSA de liaison (voir au paragraphe 4.8.2). La valeur par défaut est "désactivé" pour les types d'interface décrits dans cette spécification. Il est implicitement "désactivé" si le type d'interface est diffusion ou NBMA. De futurs types d'interface POURRONT spécifier un comportement par défaut différent.

C.4 Paramètres de liaison virtuelle

Les liaisons virtuelles sont utilisées pour restaurer/augmenter la connexité au cœur de réseau. Les liaisons virtuelles peuvent être configurées entre toute paire de routeurs de bordure de zone qui ont des interfaces à une zone commune (non de cœur). La liaison virtuelle apparaît comme une liaison point à point sans adresses IPv6 mondiales dans le graphe pour le cœur de réseau. La liaison virtuelle doit être configurée dans les deux routeurs de bordure de zone.

Une liaison virtuelle apparaît dans le LSA de routeur (pour le cœur de réseau) comme si elle était une interface de routeur séparée au cœur de réseau. À ce titre, elle a la plupart des paramètres associés à une interface de routeur (voir l'Appendice C.3). Les liaisons virtuelles n'ont pas d'adresse de liaison locale, mais utilisent à la place des adresses IPv6 de portée mondiale du routeur comme source IP dans les paquets de protocole OSPF qu'il envoie sur la liaison virtuelle. La priorité de routeur n'est pas utilisée sur les liaisons virtuelles. Le coût de sortie d'interface n'est pas configuré sur les liaisons virtuelles, mais est dynamiquement réglé à être le coût du chemin intra-zone de la zone de transit entre les deux routeurs d'extrémité. Le paramètre RxmtInterval peut être configuré et devrait être bien au dessus du délai d'aller-retour attendu entre les deux routeurs. Cela peut être difficile à estimer pour une liaison virtuelle ; il est préférable de courir le risque de le faire trop long.

Une liaison virtuelle est définie par les deux paramètres configurables suivants : l'identifiant de routeur de l'autre point d'extrémité de la liaison virtuelle et la zone (non de cœur) que la liaison virtuelle traverse (appelée la zone de transit de la liaison virtuelle). Les liaisons virtuelles ne peuvent pas être configurées à travers des zones de bout ou NSSA. De plus, un identifiant d'instance peut être configuré pour les liaisons virtuelles à partir de différentes instances de protocole afin d'utiliser la même zone de transit (sans exiger des identifiants de routeur différents pour le démultiplexage).

C.5 Paramètres de réseau NBMA

OSPF traite un réseau NBMA comme un réseau de diffusion. Comme il peut y avoir de nombreux routeurs rattachés au réseau, un routeur désigné est choisi pour le réseau. Ce routeur désigné génère alors un LSA de réseau qui fait la liste de tous les routeurs rattachés au réseau NBMA.

Cependant, à cause de l'absence de capacités de diffusion, il peut être nécessaire d'utiliser des paramètres de configuration dans le choix du routeur désigné. Ces paramètres vont seulement devoir être configurés dans les routeurs qui sont eux-mêmes éligibles à devenir routeur désigné (c'est-à-dire, les routeurs dont la priorité de routeur pour le réseau n'est pas zéro) et ensuite seulement si il n'existe aucune procédure automatique pour découvrir les voisins :

Liste de tous les autres routeurs rattachés : liste de tous les autres routeurs rattachés au réseau NBMA. Chaque routeur est configuré avec son identifiant de routeur et son adresse IPv6 de liaison locale sur le réseau. Aussi, pour chaque routeur mentionné, l'éligibilité de ce routeur à devenir routeur désigné doit être définie. Quand une interface à un réseau NBMA est activée pour la première fois, le routeur envoie seulement des paquets Hello aux voisins éligibles à devenir le routeur désigné jusqu'au moment où un routeur désigné est élu.

Intervalle d'interrogation : si un routeur du voisinage est devenu inactif (les paquets Hello n'ont pas été vus pendant RouterDeadInterval secondes) il peut être quand même nécessaire d'envoyer des paquets Hello au voisin mort. Ces paquets Hello vont être envoyés au taux réduit de PollInterval, qui devrait être beaucoup plus élevé que HelloInterval. Un exemple de valeur pour un réseau PDN X.25 est 2 minutes.

C.6 Paramètres de réseau point à multipoints

Sur les réseaux en point à multi-points, il peut être nécessaire de configurer l'ensemble des voisins qui sont directement accessibles sur le réseau en point à multi-points. Chaque voisin est configuré avec son identifiant de routeur et son adresse IPv6 de liaison locale sur le réseau. Les routeurs désignés ne sont pas élus sur les réseaux en point à multi-points, de sorte que l'éligibilité à être routeur désigné des voisins configurés n'est pas définie.

C.7 Paramètres de chemin d'hôte

Les préfixes d'hôtes sont annoncés dans le LSA de préfixe intra-zone. Cela indique des adresses de routeur local, des interfaces de routeur aux réseaux en point à point, des interfaces de routeur de boucle, ou des hôtes IPv6 qui sont directement connectés au routeur (par exemple, via une connexion PPP). Pour chaque hôte directement connecté au routeur, les éléments suivants doivent être configurés :

Préfixe IPv6 d'hôte : préfixe IPv6 appartenant à l'hôte directement connecté. Cela ne doit pas être un préfixe IPv6 mondial valide.

Coût de liaison à l'hôte : coût d'envoi d'un paquet à l'hôte, en termes de métrique d'état de liaison. Cependant, comme l'hôte a probablement seulement une connexion à l'Internet, le coût réel configuré est dans de nombreux cas sans importance (c'est-à-dire, ne va pas avoir d'effet sur l'acheminement).

Identifiant de zone : zone OSPF à laquelle appartient le préfixe de l'hôte.

Adresse des auteurs

Rob Coltun Acoustra Productions 3204 Brooklawn Terrace Chevy Chase, MD 20815 USA	Dennis Ferguson Juniper Networks 1194 N. Mathilda Avenue Sunnyvale, CA 94089 USA mél : dennis@juniper.net	John Moy Sycamore Networks, Inc 10 Elizabeth Drive Chelmsford, MA 01824 USA mél : jmoy@sycamorenet.com	Acee Lindem Redback Networks 102 Carric Bend Court Cary, NC 27519 USA mél : acee@redback.com
--	--	---	---

Déclaration complète de droits de reproduction

Copyright (C) The Internet Society (2008)

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.