

Groupe de travail Réseau
Request for Comments : 3215
 Catégorie : Information
 Traduction Claude Brière de L'Isle

C. Boscher & P. Cheval, Alcatel
 L. Wu, Cisco
 E. Gray, Sandburst
 janvier 2002

Automate à états de LDP

Statut du présent mémoire

Le présent mémoire apporte des informations pour la communauté de l'Internet. Il ne spécifie aucune sorte de norme de l'Internet. La distribution du présent mémoire n'est soumise à aucune restriction.

Notice de copyright

Copyright (C) The Internet Society (2002). Tous droits réservés.

Résumé

Le présent document fournit les tableaux de l'automate à états des routeurs de commutation d'étiquettes (LSR, *Label Switching Router*) en mode de transfert asynchrone (ATM, *Asynchronous Transfer Mode*). Dans la spécification LDP actuelle, il n'est pas spécifié d'automate à états pour le traitement des messages LDP. On pense que définir un automate à états commun est très important pour l'interopérabilité entre les différentes mises en œuvre de LDP et de CR-LDP.

On commence par définir à la section 1 une liste de termes. Puis la section 2 propose deux ensembles de tableaux d'automate à états pour les LSR de commutateur ATM qui utilisent le mode vers l'aval à la demande, une méthode peut être utilisée pour les LSR ATM sans capacité de fusion de canaux virtuels, tandis que l'autre peut être utilisée pour les LSR ATM à capacité de fusion de VC. La section 3 présente un automate à états pour les LSR ATM en mode vers l'aval non sollicité.

On se concentre sur les automates à états de LDP et les blocs de contrôle associés utilisés pour établir et entretenir les LSP. On ne décrit pas les automates à états pour le "contrôleur LDP" qui est chargé de l'initialisation de session LDP, de la gestion des messages de transposition d'adresse, de l'interface d'acheminement, etc. qui sont définis dans la spécification LDP.

Bien que les automates à états soient spécifiques du LSR ATM dans le présent document, ils peuvent être facilement adaptés pour d'autres types de LSR.

Table des matières

1. Terminologie.....	2
2. Automate à états pour le mode vers l'aval à la demande.....	2
2.1 Comportement d'un LSR dans le cas d'un changement du prochain bond.....	2
2.2 LSR de commutation ATM sans capacité de fusion de VC.....	3
2.2.1 Bloc de contrôle LSP.....	3
2.2.2 États.....	4
2.2.3 Événements.....	4
2.2.4 Transitions d'état.....	5
2.2.5 Automate à états.....	6
2.2.6 Traitement du changement de prochain bond.....	11
2.2.7 Traitement de message en rapport avec LDP.....	14
2.3 LSR commutateur ATM avec fusion de VC.....	14
2.3.1 Fusion de VC.....	14
2.3.2 Bloc de contrôle.....	15
2.3.3 Automate à états pour le mode vers l'aval à la demande.....	16
2.3.4 Traitement du message en rapport avec LDP.....	27
3. Automate à états pour le mode aval non sollicité.....	27
3.1 Bloc de contrôle.....	28
3.2 États de l'automate du bloc de contrôle du LSP amont pour le mode aval.....	28
3.3 Événements de l'automate à états du bloc de contrôle du LSP amont pour le mode aval.....	28
3.4 Transitions d'état de l'automate du bloc de contrôle du LSP amont pour le mode aval.....	29
3.5 Automate à états du bloc de contrôle du LSP amont pour le mode aval.....	29
3.5.1 État -- "REPOS".....	29

3.5.2 État -- "ÉTABLI".....	30
3.5.3 État -- "LIBÉRATION_ATTENDUE".....	30
3.5.4 État -- "RESSOURCE_ATTENDUE".....	31
3.6 États de l'automate à états du bloc de contrôle du LSP aval pour le mode aval.....	32
3.7 Événements de l'automate à états du bloc de contrôle du LSP aval pour le mode aval.....	32
3.8 Transitions d'état de l'automate à états du bloc de contrôle du LSP aval pour le mode aval.....	32
3.9 Automate à état du bloc de contrôle du LSP aval pour le mode aval.....	32
3.9.1 État -- "REPOS".....	32
3.9.2 État -- "ÉTABLI".....	33
3.10 Traitement de message en rapport avec LDP pour le mode aval.....	33
4. Considérations pour la sécurité.....	34
5. Remerciements.....	34
6. Références.....	35
7. Adresse des auteurs.....	35
8. Déclaration complète de droits de reproduction.....	35

1. Terminologie

- DEMANDE-LDP : message Demande d'étiquette LDP.
- TRANSPOSITION-LDP : message Transposition d'étiquette LDP.
- RETRAIT-LDP : message Retrait d'étiquette LDP.
- LIBÉRATION-LDP : message Libération d'étiquette LDP.
- INTERRUPTION-LDP : message Abandon LDP utilisé pour abandonner l'établissement d'un LSP.
- LDP-NAK : message Notification LDP utilisé pour rejeter un message LDP.

2. Automate à états pour le mode vers l'aval à la demande

Dans le présent document, on fournit deux ensembles d'automates à états : un pour le LSR ATM qui n'a pas la capacité de fusion de VC, et l'autre pour le LSR ATM qui a cette capacité.

Les descriptions d'automates à états sont données en termes de blocs de contrôle, états, événements, actions en réponse et transitions d'état. Les blocs de contrôle contiennent les informations qui sont nécessaires pour la prise en charge du traitement des événements. Un bloc de contrôle peut aussi contenir toutes les informations supplémentaires qui sont requises pour toute mise en œuvre spécifique ou pour la prise en charge de toute autre fonction exigée. Dans tous les cas, les informations supplémentaires requises pour la prise en charge des procédures définies dans la spécification LDP [RFC3036] ou les objets de gestion définis dans la MIB LDP [RFC3815] seront mémorisés dans des mises en œuvre spécifiques de LDP – soit au titre de la structure de bloc de contrôle soit de quelque autre façon.

Les automates à états couvrent aussi bien le contrôle LSP indépendant que le contrôle LSP ordonné.

Les messages de détection de boucle et de prévention de boucle seront traités comme spécifié dans la [RFC3036]. L'impact des messages de détection et de prévention de boucles sur les transitions d'état fera l'objet d'études complémentaires.

2.1 Comportement d'un LSR dans le cas d'un changement du prochain bond

Lorsque il y a un changement de topologie et qu'un LSR détecte un meilleur nouveau prochain bond pour un LSP, il peut se comporter de deux façons différentes :

- 1) Il essaye de faire une "réparation locale". Cela signifie qu'il étend le LSP à travers le nouveau prochain bond, libère l'ancien chemin à partir de ce LSR puis se raccorde à ce nouveau LSP étendu.
- 2) Si le LSP est créé avec l'option "épinglage" (CR-LDP de la [RFC3212]) le LSR ignore le changement de nouveau prochain bond, et le LSP reste inchangé. Le LSR peut décider d'envoyer un TRANSPOSITION-LDP contenant des attributs pour ce nouveau prochain bond (NH, *Next Hop*) qui ont changé.

2.2 LSR de commutation ATM sans capacité de fusion de VC

Dans un domaine MPLS où certains LSR ATM n'ont pas la capacité de fusion de VC, le mode vers l'aval à la demande est exigé pour ces LSR ATM [RFC3035]. Aussi, le "mode prudent de rétention d'étiquette" est requis dans ce cas [RFC3035].

Pour chaque LSP, deux sortes d'automates à états sont impliqués :

- 1) Le bloc de contrôle de LSP et son automate à états qui peut être utilisé pour traiter l'établissement normal de LSP. Il est créé lorsque le LSR reçoit une nouvelle Demande LDP et il est supprimé lorsque le LSP de cette demande est détruit.
- 2) Le bloc de contrôle de déclenchement de prochain bond et son automate à états qui est utilisé pour traiter la commutation sur un meilleur LSP à travers un prochain bond différent. Il est créé lorsque le LSR décide de passer sur un meilleur prochain bond et il est supprimé lorsque le LSR arrête de commuter sur le meilleur prochain bond. Cet automate à états utilise un temporisateur (et a les états correspondants) pour s'assurer que la commutation se fait à temps après qu'un acheminement transitoire a eu le temps de se stabiliser.

2.2.1 Bloc de contrôle LSP

Pour chaque LSP, un bloc de contrôle LSP est défini qui peut contenir les informations suivantes :

- Identifiant de demande d'étiquette amont (alloué par le LSR amont) qui est l'identifiant de message dans le message Demande d'étiquette reçu du LSR amont.
- Identifiant de demande d'étiquette aval (alloué par ce LSR lui-même) qui est l'identifiant de message dans le message Demande d'étiquette envoyé par le LSR aval.
- Identifiant de LDP amont
- Identifiant de LDP aval
- État
- FEC
- Étiquette amont (allouée par ce LSR)
- Étiquette aval (allouée par le LSR aval)
- Pointeur de bloc de contrôle déclencheur (utilisé seulement au LSR d'entrée d'un LSP) qui pointe sur le bloc de contrôle qui déclenche l'établissement de ce LSP ou la destruction de ce LSP.
- Pointeur de bloc de contrôle de prochain bond, qui pointe sur le bloc de contrôle utilisé pour commuter sur un meilleur LSP.

Les combinaisons d'indices suivantes peuvent être utilisées pour localiser un unique bloc de contrôle LSP :

- Étiquette aval et Identifiant de LDP aval, ou
- Étiquette amont et Identifiant de LDP amont, ou
- Identifiant de demande d'étiquette aval et Identifiant de LDP aval
- Identifiant de demande d'étiquette amont et Identifiant de LDP amont

Voici les relations entre les différents blocs de contrôle ; le détail de la définition du bloc de contrôle de déclencheur de prochain bond est décrit au paragraphe 2.2.6.

Par exemple, un LSP qui transite à travers (LSR-A, LSR-B, LSR-C, LSR-D) : LSR-A ----> LSR-B ----> LSR-C ----> LSR-D

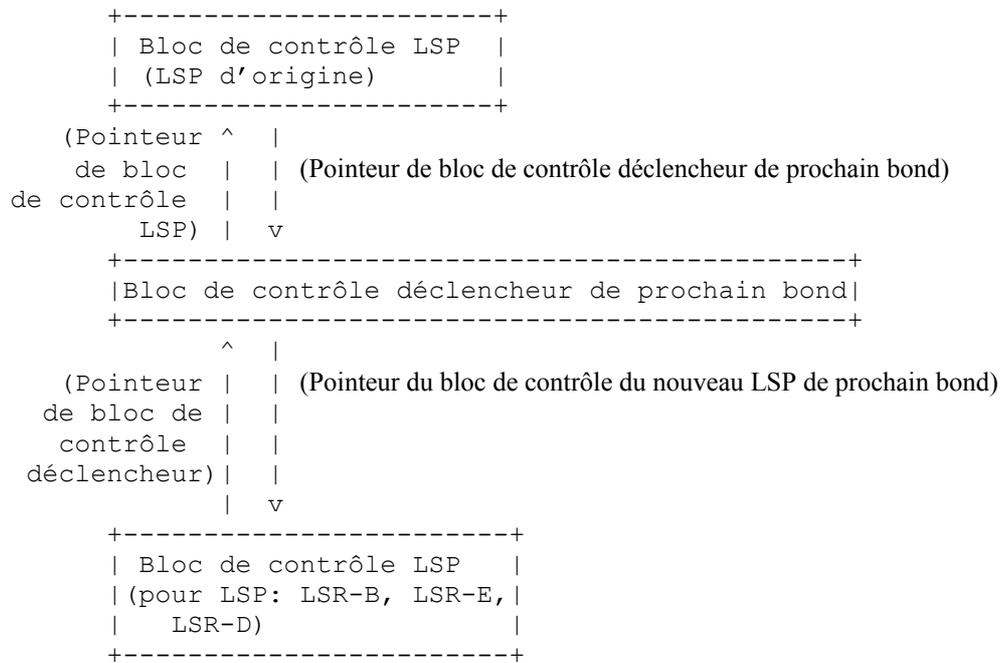
Les blocs de contrôle dans le LSR-A sont :

```

+-----+
|Bloc de contrôle déclencheur|
|(par ex., par configuration)|
+-----+
      ^
      | (Pointeur de bloc de contrôle déclencheur)
      |
      |
+-----+
| Bloc de contrôle LSP |
+-----+

```

Lorsque le LSR-B détecte un meilleur prochain bond pour le LSR-D à travers le LSR-E, et qu'il décide de commuter sur lui, les blocs de contrôle dans le LSR-B sont alors :



2.2.2 États

Ce paragraphe décrit les divers états qui sont utilisés dans l'automate à états pour le LSR ATM sans fusion de VC.

-- REPOS (*IDLE*)

C'est l'état initial du LSP, lorsque le bloc de contrôle LSP est créé.

-- RÉPONSE ATTENDUE (*RESPONSE_AWAITED*)

Cet état signifie que le LSR a reçu et traité une Demande LDP d'un LSR amont, ou qu'il a reçu une demande interne d'établissement. Il a envoyé une nouvelle Demande LDP vers un LSR aval. Le LSR attend la Transposition LDP du LSR aval.

-- ÉTABLI (*ESTABLISHED*)

Cet état signifie que le LSR a reçu la Transposition LDP du LSR aval et que le LSP est ouvert et opérationnel.

-- LIBÉRATION ATTENDUE (*RELEASE_AWAITED*)

Cet état signifie que le LSR a envoyé un Retrait LDP vers l'amont et qu'il attend le Libération LDP avant de libérer la ressource d'étiquette.

2.2.3 Événements

-- Demande LDP

Le LSR reçoit un DEMANDE-LDP d'un LSR amont.

-- Transposition LDP

Le LSR reçoit un TRANSPOSITION-LDP d'un LSR aval.

-- Libération LDP

Le LSR reçoit un LIBÉRATION-LDP d'un LSR amont.

-- Retrait LDP

Le LSR reçoit un RETRAIT-LDP d'un LSR aval.

-- Interruption LDP amont

Le LSR reçoit un INTERRUPTION-LDP d'un LSR amont.

-- Non accusé de réception du LDP aval

Le LSR reçoit une (notification) LDP-NAK d'un LSR aval.

-- Amont perdu

Le LSR a perdu sa session LDP avec un LDP homologue vers l'amont.

-- Aval perdu

Le LSR a perdu sa session LDP avec un LDP homologue vers l'aval.

-- Établissement interne

Pour une raison quelconque, par exemple, une demande de configuration d'un tunnel d'ingénierie du trafic, ou la reconnaissance d'une nouvelle FEC, pourrait déclencher un événement Établissement interne pour établir un nouveau LSP à partir de ce nœud.

-- Suppression interne

Le LSR envoie un événement Suppression pour supprimer un LSP.

-- Interconnexion interne

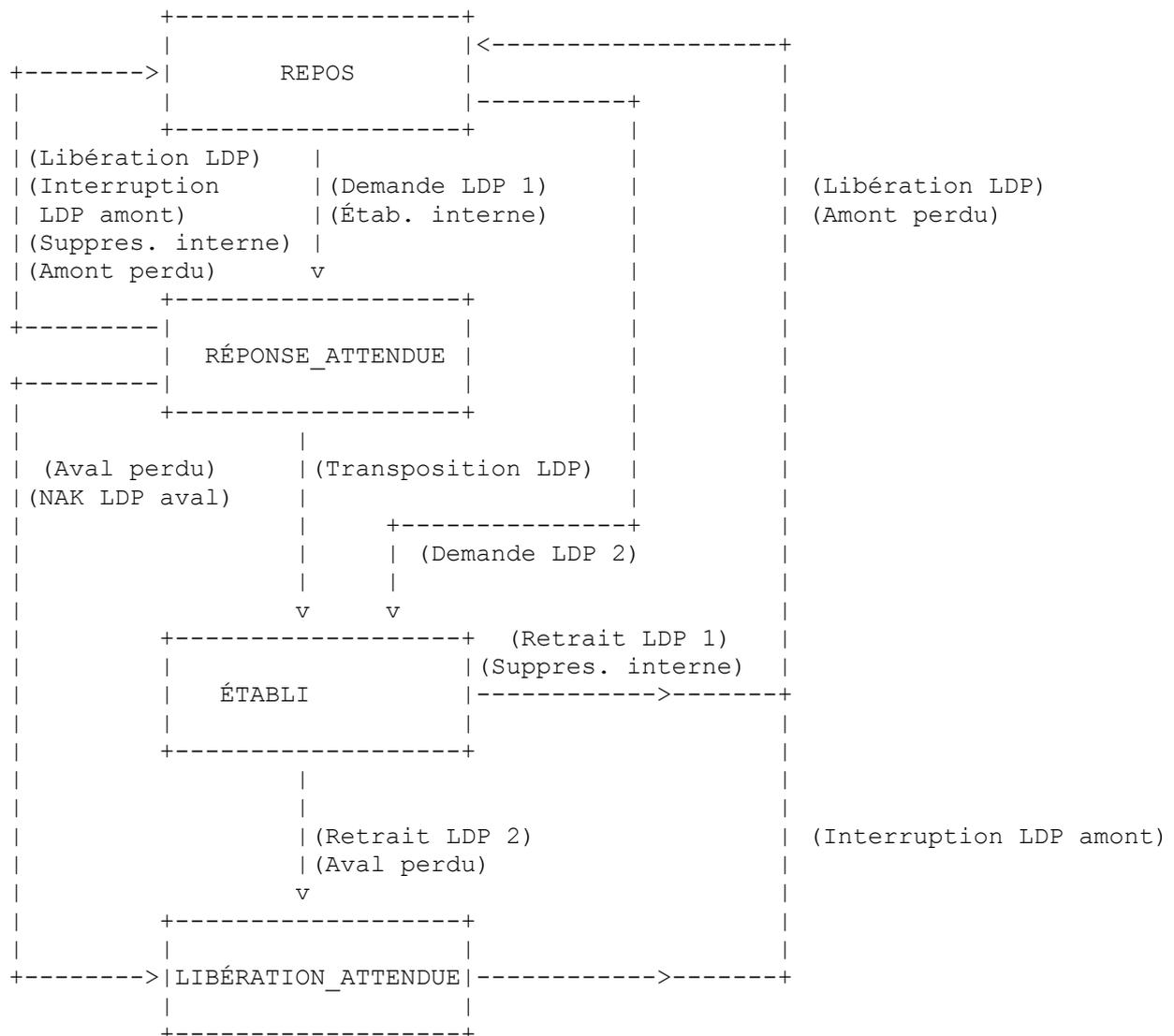
Le LSR envoie un événement Interconnexion interne pour fusionner deux LSP en un seul. Cela arrive lorsque un LSR commute sur un meilleur prochain bond.

-- Nouveau prochain bond interne

Le LSR décide de commuter sur le meilleur prochain bond.

2.2.4 Transitions d'état

Le diagramme suivant décrit brièvement les transitions d'état.



2.2.5 Automate à états

2.2.5.1 État -- "REPOS"

État : REPOS

Événement : Demande LDP

Nouvel état : Dépend du sous programme d'action.

Actions :

Si ce LSR est le LSP de sortie ou mandataire de sortie [RFC3035]

Alors :

Choisir une étiquette amont, connecter cette étiquette amont au module local de transmission IP, allouer les ressources, envoyer le TRANSPOSITION-LDP en amont avec l'étiquette amont, et aller au nouvel état 'ÉTABLI'.

Autrement

Obtenir un prochain bond (ou interface) avec la FEC spécifiée dans la DEMANDE-LDP, propager la DEMANDE-LDP, avec l'identifiant de message nouvellement alloué par ce LSR, en direction du prochain bond obtenu, et aller au nouvel état 'RÉPONSE_ATTENDUE'.

Si le LSR utilise le mode de contrôle indépendant [RFC3031], choisir une étiquette amont, connecter cette étiquette amont au module de transmission IP local, aller à l'état "ÉTABLI" et envoyer une TRANSPOSITION-LDP vers l'amont avec l'étiquette amont.

Si on est incapable de traiter la demande pour une raison quelconque, produire un LDP-NAK à l'expéditeur avec le code d'erreur approprié, aller à l'état REPOS et supprimer le bloc de contrôle LSP.

État : REPOS

Événement : Transposition LDP

Nouvel état : REPOS

Actions : Ignorer l'événement. C'est une erreur interne de mise en œuvre.

État : REPOS

Événement : Libération LDP

Nouvel état : REPOS

Actions : Ignorer l'événement. C'est une erreur interne de mise en œuvre.

État : REPOS

Événement : Retrait LDP

Nouvel état : REPOS

Actions : Ignorer l'événement. C'est une erreur interne de mise en œuvre.

État : REPOS

Événement : interruption LDP amont

Nouvel état : REPOS

Actions : Ignorer l'événement. C'est une erreur interne de mise en œuvre.

État : REPOS

Événement : Non accusé de réception du LDP aval

Nouvel état : REPOS

Actions : Ignorer l'événement. C'est une erreur interne de mise en œuvre.

État : REPOS

Événement : Amont perdu

Nouvel état : REPOS

Actions : Ignorer l'événement. C'est une erreur interne de mise en œuvre.

État : REPOS

Événement : Aval perdu

Nouvel état : REPOS

Actions : Ignorer l'événement. C'est une erreur interne de mise en œuvre.

État : REPOS

Événement : Établissement interne

Nouvel état : RÉPONSE_ATTENDUE

Actions : Établir le pointeur Bloc de contrôle déclencheur, obtenir un prochain bond (ou interface) avec la FEC spécifiée dans le message Établissement interne, envoyer une DEMANDE-LDP vers le prochain bond

obtenu, et aller au nouvel état `RÉPONSE_ATTENDUE`.

État : REPOS
 Événement : suppression interne
 Nouvel état : REPOS
 Actions : Ignorer. C'est une erreur interne de mise en œuvre.

État : REPOS
 Événement : Interconnexion interne
 Nouvel état : REPOS
 Actions : Ignorer. C'est une erreur interne de mise en œuvre.

État : REPOS
 Événement : Nouveau prochain bond interne
 Nouvel état : REPOS
 Actions : Ignorer. C'est une erreur interne de mise en œuvre.

2.2.5.2 État -- "RÉPONSE_ATTENDUE"

État : RÉPONSE_ATTENDUE
 Événement : Demande LDP
 Nouvel état : RÉPONSE_ATTENDUE
 Actions : Ignorer l'événement. C'est une erreur interne de mise en œuvre. Un LSR ATM sans fusion de VC doit créer un nouveau bloc de contrôle de LSP pour une nouvelle demande LDP.

État : RÉPONSE_ATTENDUE
 Événement : Transposition LDP
 Nouvel état : "ÉTABLI"
 Actions :

- 1) Si le LSP est déclenché par le routeur local (le pointeur Bloc de contrôle déclencheur n'est pas à zéro) envoyer l'événement 'LSP interne activé' au bloc de contrôle déclencheur.
 - 2) Autrement, si le LSR utilise le mode de contrôle ordonné, choisir une étiquette amont.
 - 3) Connecter l'étiquette amont à l'étiquette aval. Allouer les ressources. Propager le TRANSPOSITION-LDP en amont avec l'étiquette amont.
- Si on est incapable de traiter le message, déconnecter l'étiquette amont de l'étiquette aval, libérer l'étiquette amont, libérer les ressources, envoyer un LIBÉRATION-LDP vers l'aval et un LDP-NAK en amont avec l'état (Pas de ressources en étiquette [RFC3036]) passer à REPOS et supprimer le bloc de contrôle LSP.

État : RÉPONSE_ATTENDUE
 Événement : Libération LDP
 Nouvel état : REPOS
 Actions : Si le LSR utilise le mode de contrôle indépendant, libérer l'étiquette amont.
 Envoyer un INTERRUPTION-LDP vers l'aval, passer à REPOS et supprimer le bloc de contrôle LSP.

Note : Ceci ne devrait survenir que si le LSR utilise le mode de contrôle indépendant. Dans le mode de contrôle ordonné, aucune transposition d'étiquette amont n'aura été envoyée qui corresponde à ce LSP lors d'une attente de transposition d'étiquette provenant de l'aval.

État : RÉPONSE_ATTENDUE
 Événement : Retrait LDP
 Nouvel état : RÉPONSE_ATTENDUE
 Actions : Ignorer l'événement. C'est une erreur de protocole de la part du LSR aval.

État : RÉPONSE_ATTENDUE
 Événement : Interruption LDP amont
 Nouvel état : REPOS
 Actions : Si le LSR utilise le mode de contrôle indépendant, libérer l'étiquette amont.
 Envoyer un INTERRUPTION-LDP vers l'aval.
 Supprimer le bloc de contrôle LSP.

État : RÉPONSE_ATTENDUE
 Événement : Non accusé de réception du LDP aval
 Nouvel état : Dépend du sous-programme d'action.
 Actions :

1. Si le LSP est déclenché par le compteur local (le pointeur Bloc de contrôle déclencheur n'est pas à zéro) envoyer l'événement "LSP interne MORT" au bloc de contrôle déclencheur, passer à REPOS et supprimer le bloc de contrôle LSP.
2. Autrement, si le LSR utilise le mode de contrôle indépendant, envoyer un RETRAIT-LDP en amont et passer à l'état 'LIBÉRATION_ATTENDUE'.
Si le LSR utilise le mode de contrôle ordonné, envoyer un LDP-NAK en amont, passer à REPOS et supprimer le bloc de contrôle LSP.

État : RÉPONSE_ATTENDUE
 Événement : Amont perdu
 Nouvel état : REPOS
 Actions : Si le LSR utilise le mode de contrôle indépendant, libérer l'étiquette amont.
 Envoyer un INTERRUPTION-LDP vers l'aval, passer à REPOS et supprimer le bloc de contrôle LSP.

État : RÉPONSE_ATTENDUE
 Événement : Aval perdu
 Nouvel état : Dépend du sous-programme d'action.
 Actions :

1. Si le LSP est déclenché par le routeur local (le pointeur Bloc de contrôle déclencheur n'est pas à zéro) envoyer un événement 'LSP interne MORT' au bloc de contrôle déclencheur, passer à REPOS et supprimer le bloc de contrôle LSP.
2. Autrement, si le LSR utilise le mode de contrôle indépendant, libérer l'étiquette amont et envoyer un RETRAIT-LDP en amont et passer à l'état 'LIBÉRATION_ATTENDUE'.
Si le LSR utilise le mode de contrôle ordonné, envoyer un LDP-NAK vers l'amont (avec un état 'Pas de chemin' [RFC3036]) passer à REPOS et supprimer le bloc de contrôle LSP.

État : RÉPONSE_ATTENDUE
 Événement : Établissement interne
 Nouvel état : RÉPONSE_ATTENDUE
 Actions : Ignorer, c'est une erreur interne de mise en œuvre.

État : RÉPONSE_ATTENDUE
 Événement : Suppression interne
 Nouvel état : REPOS
 Actions : Envoyer un INTERRUPTION-LDP vers l'aval, passer à REPOS et supprimer le bloc de contrôle LSP.

État : RÉPONSE_ATTENDUE
 Événement : Interconnexion interne
 Nouvel état : RÉPONSE_ATTENDUE
 Actions : Ignorer l'événement. C'est une erreur interne de mise en œuvre.

État : RÉPONSE_ATTENDUE
 Événement : Nouveau prochain bond interne
 Nouvel état : RÉPONSE_ATTENDUE
 Actions : Envoyer INTERRUPTION-LDP à l'ancien aval, et envoyer DEMANDE-LDP au nouveau prochain bond.

2.2.5.3 État -- ÉTABLI

État : ÉTABLI
 Événement : Demande LDP
 Nouvel état : ÉTABLI
 Actions : Ignorer l'événement. C'est une erreur interne de mise en œuvre. Pour un LSR ATM sans fusion de VC, un nouveau bloc de contrôle LSP est toujours créé pour chaque demande LDP.

État : ÉTABLI
 Événement : Transposition LDP
 Nouvel état : ÉTABLI
 Actions : Traiter le TRANSPOSITION-LDP, qui peut contenir les nouveaux attribus de la transposition d'étiquette, puis propager le TRANSPOSITION-LDP vers l'amont.

État : ÉTABLI
 Événement : Libération LDP
 Nouvel état : REPOS
 Actions : Déconnecter l'étiquette amont de l'étiquette aval.
 Libérer l'étiquette amont.

Libérer les ressources.

Envoyer l'événement 'Suppression interne' au bloc de contrôle déclencheur du prochain bond si il était sur le point de commuter sur le meilleur prochain bond.

Propager le LIBÉRATION-LDP vers l'aval si le LSR n'est pas la sortie pour le LSP, passer à REPOS et supprimer le bloc de contrôle LSP.

État : ÉTABLI
 Événement : Retrait LDP
 Nouvel état : Dépend du sous-programme d'action.

Actions :

- 1) Libérer les ressources et envoyer un LIBÉRATION-LDP en aval.
- 2) Si c'est le mode de contrôle indépendant, régler l'état à 'REPOS', créer une Demande LDP interne avec les informations dans le bloc de contrôle LSP, et passer l'événement 'Demande LDP' à son propre automate à états.
- 3) Autrement, pour le mode de contrôle ordonné
 - 3.1) Si le LSP est déclenché pour être réglé par lui-même (par exemple, si il est le LSR d'entrée de ce LSP) envoyer l'événement 'LSP interne mort' au bloc de contrôle déclencheur, aller à l'état REPOS et supprimer le bloc de contrôle du LSP.
 - 3.2) Autrement, si il est déclenché par la Demande LDP entrante, déconnecter l'étiquette amont de l'étiquette aval. Propager le RETRAIT-LDP en amont et passer à l'état 'LIBÉRATION_ATTENDUE'.
 - 3.3) Si le LSP est en train de commuter sur un meilleur LSP, envoyer l'événement 'Suppression interne' à l'automate à états de son nouveau bloc de contrôle LSP de prochain bond, passer à REPOS et supprimer le bloc de contrôle LSP.

État : ÉTABLI
 Événement : interruption LDP amont
 Nouvel état : ÉTABLI
 Actions : Ignorer l'événement.

Note : Ce scénario peut survenir si le LSR amont envoie un INTERRUPTION-LDP à peu près en même temps que le LSR local envoie un TRANSPOSITION-LDP. Dans cette situation, il devrait dépendre d'exactement un des deux LSR de décider si l'étiquette qui a été envoyée reste ou non valide. La spécification des procédures LDP [RFC3036] laisse le choix au LSR amont qui doit envoyer un LIBÉRATION-LDP si il ne va pas utiliser l'étiquette fournie.

État : ÉTABLI
 Événement : Non accusé de réception du LDP aval
 Nouvel état : ÉTABLI
 Actions : Ignorer l'événement. C'est une erreur de protocole du LSR aval. Le LSR aval devrait toujours envoyer un RETRAIT_LSP pour supprimer le LSP lorsque le LSP est établi.

État : ÉTABLI
 Événement : Amont perdu
 Nouvel état : REPOS
 Actions : Déconnecter l'étiquette amont de l'étiquette aval.
 Libérer l'étiquette amont.
 Envoyer l'événement 'Suppression interne' au bloc de contrôle déclencheur de prochain bond si il était en train de commuter sur le meilleur prochain bond.
 Libérer les ressources.
 Propager un LIBÉRATION-LDP vers l'aval, passer à REPOS et supprimer le bloc de contrôle LSP.

État : ÉTABLI
 Événement : Aval perdu
 Nouvel état : Dépend du sous-programme d'action.
 Actions :

- 1) Si le LSP est déclenché par le routeur local (le pointeur Bloc de contrôle déclencheur n'est pas à zéro) envoyer l'événement 'NAK de LSP interne' au bloc de contrôle déclencheur, passer à REPOS et supprimer le bloc de contrôle LSP.
- 2) Autrement, déconnecter l'étiquette amont de l'étiquette aval. Propager un RETRAIT-LDP en amont et passer à l'état 'LIBÉRATION_ATTENDUE'.
- 3) Envoyer l'événement 'Suppression interne' au bloc de contrôle déclencheur de prochain bond si il était en train de commuter sur le meilleur prochain bond.

État : ÉTABLI
 Événement : Établissement interne
 Nouvel état : ÉTABLI

Actions :	Ignorer, c'est une erreur de mise en œuvre interne.
État :	ÉTABLI
Événement :	Suppression interne
Nouvel état :	REPOS
Actions :	Déconnecter l'étiquette amont de l'étiquette aval si ce n'est pas l'entrée du LSP. Libérer les ressources. Envoyer un LIBÉRATION-LDP en aval, passer à REPOS et supprimer le bloc de contrôle LSP.
État :	ÉTABLI
Événement :	Interconnexion interne
Nouvel état :	ÉTABLI
Actions :	Connecter l'étiquette amont à l'étiquette aval. Il peut être nécessaire d'envoyer un nouveau TRANSPOSITION-LDP en amont avec les attributs du nouveau prochain bond. Remettre le pointeur Bloc de contrôle déclencheur à zéro.
État :	ÉTABLI
Événement :	Nouveau prochain bond interne
Nouvel état :	ÉTABLI
Actions :	<ol style="list-style-type: none"> 1) Si le LSR était en train de commuter sur un meilleur prochain bond (le pointeur Bloc de contrôle déclencheur de prochain bond n'est pas à zéro) il envoie 'Nouveau prochain bond interne' à ce bloc de contrôle. 2) Autrement, il crée un nouveau bloc de contrôle déclencheur de prochain bond, règle le pointeur Bloc de contrôle déclencheur de prochain bond pour pointer sur ce bloc de contrôle, et passe 'Nouveau prochain bond interne' à ce bloc de contrôle.
2.2.5.4	État -- "LIBÉRATION_ATTENDUE"
État :	LIBÉRATION_ATTENDUE
Événement :	Demande LDP
Nouvel état :	LIBÉRATION_ATTENDUE
Actions :	Ignorer l'événement. C'est une erreur interne de mise en œuvre.
État :	LIBÉRATION_ATTENDUE
Événement :	Transposition LDP
Nouvel état :	LIBÉRATION_ATTENDUE
Actions :	C'est une erreur de protocole de l'homologue LDP aval, mais envoyer quand même un LIBÉRATION-LDP vers l'aval.
État :	LIBÉRATION_ATTENDUE
Événement :	Libération LDP
Nouvel état :	REPOS
Actions :	<ol style="list-style-type: none"> 1) Libérer l'étiquette amont 2) Supprimer le bloc de contrôle.
État :	LIBÉRATION_ATTENDUE
Événement :	Retrait LDP
Nouvel état :	LIBÉRATION_ATTENDUE
Actions :	C'est une erreur de protocole de l'homologue LDP aval, mais envoyer quand même un LIBÉRATION-LDP.
État :	LIBÉRATION_ATTENDUE
Événement :	Interruption LDP amont
Nouvel état :	REPOS
Actions :	<ol style="list-style-type: none"> 1) Libérer l'étiquette amont. 2) Supprimer le bloc de contrôle.
État :	LIBÉRATION_ATTENDUE
Événement :	Non accusé de réception du LDP aval
Nouvel état :	LIBÉRATION_ATTENDUE
Actions :	Ignorer l'événement. Continuer d'attendre le LIBÉRATION-LDP provenant de l'amont.
État :	LIBÉRATION_ATTENDUE
Événement :	Amont perdu

Nouvel état : REPOS
 Actions : 1) Libérer l'étiquette amont.
 2) Supprimer le bloc de contrôle.

État : LIBÉRATION_ATTENDUE
 Événement : Aval perdu
 Nouvel état : LIBÉRATION_ATTENDUE
 Actions : Ignorer l'événement. Continuer d'attendre le LIBÉRATION-LDP en provenance de l'amont.

État : LIBÉRATION_ATTENDUE
 Événement : Établissement interne
 Nouvel état : LIBÉRATION_ATTENDUE
 Actions : Ignorer l'événement. C'est une erreur interne de mise en œuvre.

État : LIBÉRATION_ATTENDUE
 Événement : Suppression interne
 Nouvel état : LIBÉRATION_ATTENDUE
 Actions : Ignorer l'événement. C'est une erreur interne de mise en œuvre.

État : LIBÉRATION_ATTENDUE
 Événement : Interconnexion interne
 Nouvel état : LIBÉRATION_ATTENDUE
 Actions : Ignorer l'événement. C'est une erreur interne de mise en œuvre.

2.2.6 Traitement du changement de prochain bond

Lorsque un LSR détecte un meilleur prochain bond, il peut décider d'établir un nouveau LSP à travers ce prochain bond. Par exemple, un LSR est configuré comme "repare local", ou le LSR est configuré comme "repare global" et il est l'extrémité d'entrée d'un LSP. Il peut alors créer un bloc de contrôle déclencheur de prochain bond et utiliser l'automate à états du bloc de contrôle déclencheur de prochain bond pour établir un nouveau LSP à travers le meilleur prochain bond.

2.2.6.1 Bloc de contrôle déclencheur de prochain bond

-- État
 -- Pointeur de bloc de contrôle LSP, qui pointe sur le bloc de contrôle LSP original.
 -- Le pointeur de bloc de contrôle LSP de nouveau bond, qui pointe sur le bloc de contrôle LSP qui établit un LSP à travers le nouveau prochain bond.

2.2.6.2 États

-- REPOS
 C'est l'état initial du LSP, lorsque le Bloc_de_contrôle_déclencheur est créé.

-- RÉESSAI_DE_NOUVEAU_BOND
 C'est l'état où un LSR attend l'arrivée à expiration d'un temporisateur de réessai puis essaye d'établir un LSP à travers un nouveau prochain bond.

-- RÉPONSE_ATTENDUE_DE_NOUVEAU_BOND
 C'est l'état où un LSR est en train d'établir un nouveau LSP à travers un nouveau prochain bond. Il a déclenché un bloc de contrôle LSP pour envoyer un DEMANDE-LDP vers le nouveau prochain bond et attend le TRANSPOSITION-LDP.

2.2.6.3 Événements

-- Nouveau prochain bond interne
 Le LSR détecte qu'il y a un nouveau prochain bond pour une FEC.

-- Fin de temporisation de réessai interne
 Le temporisateur de réessai de LSP arrive à expiration.

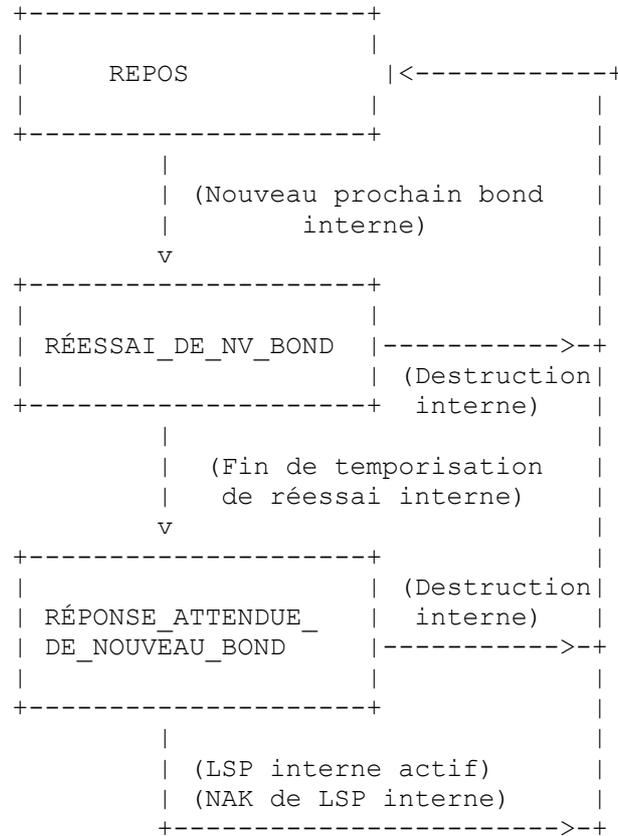
-- LSP interne ACTIF
 Le LSP pour le nouveau prochain bond est ACTIF

-- NAK de LSP interne
 Le LSP à travers le nouveau prochain bond n'a pas pu être activé.

-- Suppression interne

Cet événement est déclenché lorsque le LSR a perdu la session LDP avec son voisin amont.

2.2.6.4 État Transition de changement de prochain bond



2.2.6.5 Automate à états

2.2.6.5.1 État -- "REPOS"

État : REPOS
 Événement : Nouveau prochain bond interne
 Nouvel état : RÉESSAI_DE_NOUVEAU_BOND
 Actions : Lancer le temporisateur de réessai de LSP et passer à l'état 'RÉESSAI_DE_NOUVEAU_BOND'.

État : REPOS
 Événement : Fin de temporisation de réessai interne.
 Nouvel état : REPOS
 Actions : Ignorer. C'est une erreur interne de mise en œuvre.

État : REPOS
 Événement : LSP interneACTIF
 Nouvel état : REPOS
 Actions : Ignorer. C'est une erreur interne de mise en œuvre.

État : REPOS
 Événement : NAK de LSP interne.
 Nouvel état : REPOS
 Actions : Ignorer. C'est une erreur interne de mise en œuvre.

État : REPOS
 Événement : Destruction interne.
 Nouvel état : REPOS
 Actions : Ignorer. C'est une erreur interne de mise en œuvre.

2.2.6.5.2 État -- "RÉESSAI_DE_NOUVEAU_BOND"

État : RÉESSAI_DE_NOUVEAU_BOND
 Événement : Nouveau prochain bond interne
 Nouvel état : RÉESSAI_DE_NOUVEAU_BOND
 Actions : Relancer le temporisateur de réessai de LSP.

État : RÉESSAI_DE_NOUVEAU_BOND
 Événement : Fin de temporisation de réessai interne.
 Nouvel état : Dépend du sous-programme d'action.
 Actions : Si le nouveau prochain bond est le même que l'ancien prochain bond, passer à REPOS et supprimer le bloc de contrôle. Autrement, créer un bloc de contrôle LSP qui va essayer d'établir un nouveau LSP à travers le nouveau prochain bond, envoyer l'événement 'Établissement interne' à son automate à états et passe à RÉPONSE_ATTENDUE_DE_NOUVEAU_BOND.

État : RÉESSAI_DE_NOUVEAU_BOND
 Événement : LSP interne ACTIF
 Nouvel état : RÉESSAI_DE_NOUVEAU_BOND
 Actions : Ignorer. C'est une erreur interne de mise en œuvre.

État : RÉESSAI_DE_NOUVEAU_BOND
 Événement : NAK de LSP interne
 Nouvel état : RÉESSAI_DE_NOUVEAU_BOND
 Actions : Ignorer. C'est une erreur interne de mise en œuvre.

État : RÉESSAI_DE_NOUVEAU_BOND
 Événement : Destruction interne
 Nouvel état : REPOS
 Actions : Arrêter le temporisateur, passer à REPOS et supprimer le bloc de contrôle.

2.2.6.5.3 État -- "RÉPONSE_ATTENDUE_DE_NOUVEAU_BOND"

État : RÉPONSE_ATTENDUE_DE_NOUVEAU_BOND
 Événement : Nouveau prochain bond interne
 Nouvel état : RÉESSAI_DE_NOUVEAU_BOND
 Actions : Redémarrer le temporisateur de réessai de LSP, envoyer une 'Destruction interne' au bloc de contrôle du LSP pour le nouveau prochain bond et passer à l'état 'RÉESSAI_DE_NOUVEAU_BOND'.

État : RÉPONSE_ATTENDUE_DE_NOUVEAU_BOND
 Événement : Fin de temporisation de réessai interne
 Nouvel état : RÉPONSE_ATTENDUE_DE_NOUVEAU_BOND
 Actions : Ignorer. C'est une erreur interne de mise en œuvre.

État : RÉPONSE_ATTENDUE_DE_NOUVEAU_BOND
 Événement : LSP interne ACTIF
 Nouvel état : REPOS
 Actions : Envoyer l'événement 'Inteconnexion interne' au bloc de contrôle LSP du nouveau prochain bond.
 Envoyer l'événement 'Destruction interne' au bloc de contrôle LSP d'origine.
 Puis passer à REPOS et supprimer le bloc de contrôle.

État : RÉPONSE_ATTENDUE_DE_NOUVEAU_BOND
 Événement : NAK de LSP interne.
 Nouvel état : REPOS
 Actions : Supprimer le bloc de contrôle.

État : RÉPONSE_ATTENDUE_DE_NOUVEAU_BOND
 Événement : Destruction interne.
 Nouvel état : REPOS
 Actions : Envoyer l'événement 'Destruction interne' au bloc de contrôle pour le nouveau LSP à travers le nouveau prochain bond.

2.2.7 Traitement de message en rapport avec LDP

- Si un LSR reçoit une DEMANDE-LDP d'un LSR amont :
 - a) Si c'est une demande dupliquée, éliminer le message. Une demande dupliquée signifie qu'il y a un bloc de contrôle LSP qui a la même FEC, le même identifiant de demande d'étiquette amont, et le même identifiant de session LDP amont.
 - b) Autrement, créer un nouveau bloc de contrôle LSP, mémoriser les informations pertinentes du message dans le bloc de contrôle, puis passer l'événement 'Demande LDP' à son automate à états.

- Si un LSR reçoit un TRANSPOSITION-LDP d'un LSR aval :
 - a) Extraire le champ 'message Demande d'étiquette ID' du TRANSPOSITION-LDP.
 - b) Trouver un bloc de contrôle LSP qui a le même identifiant de demande d'étiquette aval et le même identifiant de session LDP aval.
 - c) Si un bloc de contrôle LSP est trouvé, passer l'événement 'Transposition LDP' à son automate à états.
 - d) Si on ne trouve pas de bloc de contrôle LSP correspondant, essayer alors de trouver un bloc de contrôle LSP qui a la même étiquette aval et le même identifiant de session LDP aval.
 - e) Si un bloc de contrôle LSP est trouvé, passer l'événement 'Transposition LDP' à son automate à états.
 - f) Autrement, ignorer le TRANSPOSITION-LDP et envoyer un LIBÉRATION-LDP vers l'aval.

- Si un LSR reçoit un LIBÉRATION-LDP d'un LSR amont :
 - a) Trouver un bloc de contrôle LSP qui a la même étiquette amont et le même identifiant de session LDP amont.
 - b) Si un bloc de contrôle LSP est trouvé, passer l'événement 'Libération LDP' à son automate à états.
 - c) Autrement, ignorer le message.

- Si un LSR reçoit un RETRAIT-LDP d'un LSR aval :
 - a) Trouver un bloc de contrôle LSP qui a la même étiquette aval et le même identifiant de session LDP aval.
 - b) Si un bloc de contrôle LSP est trouvé, passer l'événement 'Retrait LDP' à son automate à états.
 - c) Autrement, ignorer le RETRAIT-LDP et envoyer un LIBÉRATION-LDP vers l'aval.

- Si un homologue LDP amont est perdu :
 - a) Trouver tous les blocs de contrôle LSP dont l'homologue LDP amont est ce LSR.
 - b) Puis, passer l'événement 'Amont perdu' à leurs automates à états.

- Si un homologue LDP aval est perdu :
 - a) Trouver tous les blocs de contrôle LSP dont l'homologue LDP aval est ce LSR.
 - b) Puis passer l'événement 'Aval perdu' à leurs automates à états.

- Si le LSR détecte un nouveau prochain bond pour une FEC :
 Pour chaque LSP qui a besoin d'une "réparation locale", ou qui a besoin d'une "réparation globale" et qui est l'entrée du LSP, passer l'événement "Nouveau prochain bond interne" à son automate à états.

- Si un LSR reçoit un Abandon-de-LDP d'un LSR amont :
 - a) Extraire la valeur d'ID de demande LDP du message Abandon-de-LDP.
 - b) Trouver un bloc de contrôle LSP qui a le même Identifiant de demande d'étiquette amont et le même identifiant de session LDP amont.
 - c) Si un bloc de contrôle LSP est trouvé, passer l'événement 'interruption LDP amont' à son automate à états.
 - d) Autrement, ignorer le message.

- Si le LSR reçoit un LDP-NAK d'un LSR aval :
 - a) Extraire la valeur d'identifiant de demande LDP du LDP-NAK.
 - b) Trouver un bloc de contrôle LSP qui a le même ID de demande d'étiquette aval et le même identifiant de session LDP aval.
 - c) Si un bloc de contrôle LSP est trouvé, passer l'événement 'Non accusé de réception du LDP aval' à son automate à états.
 - d) Autrement, ignorer le message.

2.3 LSR commutateur ATM avec fusion de VC

2.3.1 Fusion de VC

Un LSR capable de fusion de VC peut transposer plusieurs étiquettes entrantes (VPI/VCI) en une étiquette sortante. Il est possible que ce LSR ne puisse fusionner qu'un nombre limité d'étiquettes entrantes en une seule étiquette sortante. Comme décrit dans la [RFC3031], supposons, par exemple, que du fait de certaines limitations du matériel, un nœud soit capable de fusionner quatre étiquettes entrantes en une seule étiquette sortante. Supposons cependant que ce nœud a six étiquettes entrantes qui lui arrivent pour une certaine FEC. Dans ce cas, le nœud peut les fusionner en deux étiquettes sortantes.

Lorsque un LSR amont a une capacité de fusion limitée, il est difficile à un LSR aval de savoir combien d'étiquettes devraient être affectées à chaque FEC. Dans ce cas, le mode vers l'aval à la demande est recommandé.

2.3.2 Bloc de contrôle

Trois types de blocs de contrôle sont impliqués : le bloc de contrôle LSP amont, le bloc de contrôle LSP aval, et le bloc de contrôle déclencheur de prochain bond.

Il y a un bloc de contrôle LSP amont pour chaque DEMANDE-LDP reçue.

Il y a un bloc de contrôle LSP aval pour chaque DEMANDE-LDP unique envoyée à un LSR aval. Il peut y avoir plusieurs bloc de contrôle LSP aval par FEC dans un LSR. Cela peut être le résultat d'un LSR amont qui demande une étiquette pour une FEC. Ce LSR doit allouer une unique étiquette amont et il ne peut pas fusionner cette étiquette amont avec une étiquette aval existante pour cette FEC.

Il y a un bloc de contrôle déclencheur de prochain bond pour chaque FEC pour lequel un meilleur prochain bond a été détecté et le LSR a décidé de commuter sur ce meilleur prochain bond. Cela pourrait être le résultat d'une "réparation locale" ou d'une "réparation globale" si le LSR est le LSR d'entrée du LSP.

Un bloc de contrôle LSP aval contient une liste de pointeurs sur les blocs de contrôle LSP amont ou le bloc de contrôle déclencheur de prochain bond. Cela signifie que ce LSR a décidé de transposer les étiquettes multiples énumérées dans les blocs de contrôle LSP amont et le bloc de contrôle déclencheur de prochain bond en une seule étiquette citée dans le bloc de contrôle LSP aval.

Un bloc de contrôle LSP amont peut contenir les informations suivantes :

- Identifiant de session LDP amont
- État
- Étiquette amont (allouée par ce LSR)
- Pointeur de bloc de contrôle LSP amont
- Identifiant de demande LDP amont (allouée par le LSR amont en mode vers l'aval à la demande)
- Pointeur de bloc déclencheur de prochain bond

L'étiquette amont et l'identifiant de session LDP amont peuvent être utilisés pour localiser un unique bloc de contrôle LSP amont.

Si un LSR utilise le mode vers l'aval à la demande, il peut utiliser l'identifiant de demande LDP amont et l'identifiant de session LDP amont pour localiser un unique bloc de contrôle LSP amont.

Un bloc de contrôle LSP déclencheur de prochain bond peut contenir les informations suivantes :

- Un pointeur de bloc de contrôle LSP amont, qui pointe sur celui qui est nécessaire pour commuter sur le meilleur prochain bond
- L'état
- Le pointeur de bloc de contrôle LSP aval

Un bloc de contrôle LSP aval peut contenir les informations suivantes :

- La FEC
- L'état
- L'identifiant de session LDP aval
- La liste des pointeurs sur les blocs de contrôle LSP amont ou les blocs de contrôle déclencheurs qui sont fusionnés à ce LSR pour cette FEC
- L'étiquette aval (allouée par le LSR aval)
- L'identifiant de demande d'étiquette aval (alloué par le LSR lui-même si il utilise le mode vers l'aval à la demande)

L'étiquette aval et l'identifiant de session LDP aval peuvent être utilisés pour localiser un unique bloc de contrôle LSP aval.

Si un LSR utilise le mode vers l'aval à la demande, il peut aussi utiliser l'identifiant de demande d'étiquette aval et l'identifiant de session LDP aval pour localiser un unique bloc de contrôle LSP aval.

Le diagramme suivant précise les relations entre ces deux 2 types de blocs de contrôle :

Par exemple, le LSR a décidé de fusionner trois DEMANDE-LDP d'une FEC provenant des LSR, LSR2, LSR3 en une DEMANDE-LDP et de l'envoyer au LSR aval, LSR4.

```

+-----+
| Bloc de contrôle |
| de LSP amont    |
| pour le LSR amont |-----+
| LSR1           |         |
+-----+         |
                    |
+-----+         |         (fusionnées en)
| Bloc de contrôle |-----+
| de LSP amont pour |         |
| le LSR amont LSR2 |         |
+-----+         |
                    |         +-----+
+-----+         +---->| Bloc de contrôle LSP aval |
| Bloc de contrôle |         | pour le LSR aval, LSR4 |
| déclencheur de   |-----+ +-----+
| prochain bond de LSP|
+-----+

```

2.3.3 Automate à états pour le mode vers l'aval à la demande

Les paragraphes qui suivent décrivent les automates à états utilisés en mode vers l'aval à la demande.

2.3.3.1 États de l'automate du bloc de contrôle LSP pour le mode vers l'aval à la demande

-- REPOS

C'est l'état initial du LSP.

-- RÉPONSE_ATTENDUE

Cet état signifie que le LSR a reçu et traité un DEMANDE-LDP d'un LSR amont, et a envoyé un nouveau DEMANDE-LDP vers un LSR aval. Le LSR attend le TRANSPOSITION-LDP provenant du LSR aval.

-- ÉTABLI

Cet état signifie que le LSR a reçu le TRANSPOSITION-LDP du LSR aval et que le LSP est actif et opérationnel.

-- LIBÉRATION_ATTENDUE

Cet état signifie que le LSR a envoyé un RETRAIT-LDP vers l'amont et attend le LIBÉRATION-LDP avant de libérer la ressource d'étiquette.

2.3.3.2 Événements de l'automate à états du bloc de contrôle LSP amont pour le mode vers l'aval à la demande

-- Demande LDP

Le LSR reçoit un DEMANDE-LDP d'un LSR amont.

-- Transposition aval interne

Cet événement est envoyé par l'automate à états d'un bloc de contrôle LSP aval. Ce bloc de contrôle LSP aval est le bloc de contrôle LSP aval fusionné pour ce bloc de contrôle LSP amont. L'événement est le résultat de la réception d'un TRANSPOSITION-LDP par l'automate à états du bloc de contrôle LSP aval.

-- Libération LDP

Le LSR reçoit un LIBÉRATION-LDP d'un LSR amont.

-- Retrait aval interne

Cet événement est envoyé par un automate à états du bloc de contrôle LSP aval. Ce bloc de contrôle LSP aval est le bloc de contrôle LSP aval fusionné de ce bloc de contrôle LSP amont. L'événement est le résultat de la réception d'un RETRAIT-LDP par l'automate à états du bloc de contrôle LSP aval.

-- Interruption LDP amont

Le LSR reçoit un INTERRUPTION-LDP d'un LSR amont.

-- NAK aval interne

Cet événement est envoyé par un automate à états du bloc de contrôle LSP aval. Ce bloc de contrôle LSP aval est le bloc de contrôle LSP aval fusionné de ce bloc de contrôle LSP amont. L'événement est le résultat de la réception d'un LDP-NAK par l'automate à états du bloc de contrôle LSP aval, ou bien de la détection d'une erreur.

-- Amont perdu

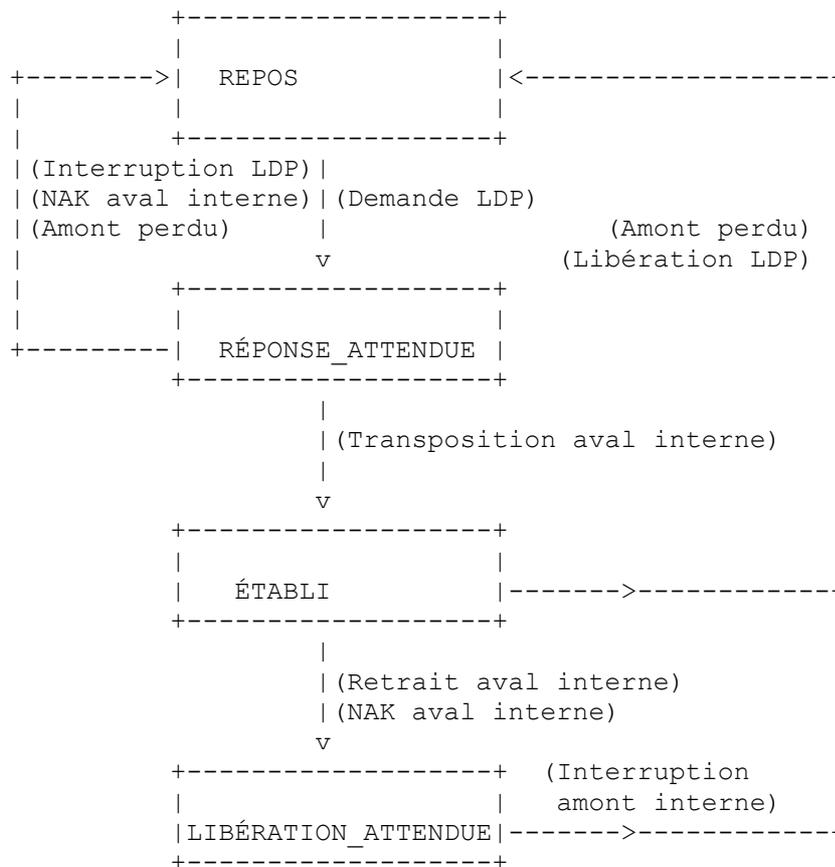
Le LSR perd la session LDP avec son homologue LDP amont.

-- Nouveau prochain bond interne

Le LSR détecte qu'il y a un meilleur prochain bond et décide d'établir le LSP à travers ce meilleur prochain bond.

-- Réinterconnexion interne

Cet événement est utilisé pour déclencher l'épissurage dans un LSP aval différent. Cela peut arriver lorsque il est commuté sur un meilleur LSP à travers le nouveau prochain bond.

2.3.3.3 Transitions d'état de l'automate du bloc de contrôle LSP amont pour le mode vers l'aval à la demande**2.3.3.4 Automate à états du bloc de contrôle LSP amont pour le mode vers l'aval à la demande****2.3.3.4.1 État -- "REPOS"**

État : REPOS

Événement : Demande LDP

Nouvel état : Dépend du sous-programme d'action.

Actions : Si ce LSR est l'entrée du LSP ou le mandataire d'entrée [RFC3031],

Alors :

Choisir une étiquette amont, allouer les ressources, connecter cette étiquette amont au module de transmission IP local, envoyer un TRANSPOSITION-LDP vers l'amont avec l'étiquette amont et passer à l'état 'ÉTABLI'.

Autrement

Obtenir un prochain bond (ou une interface). Trouver un bloc de contrôle LSP aval qui a la même FEC et le même prochain bond et est aussi capable de fusionner plus d'étiquettes d'entrée. Si on n'en trouve pas, créer un nouveau bloc de contrôle LSP aval avec l'état 'REPOS'.

Si l'état du bloc de contrôle LSP aval est 'ÉTABLI', choisir une étiquette amont, connecter l'étiquette amont avec l'étiquette aval et envoyer un TRANSPOSITION-LDP vers l'amont avec l'étiquette amont,

et passer à l'état 'ÉTABLI'.

Si l'état du bloc de contrôle LSP amont n'est pas 'ÉTABLI', établir l'état du bloc de contrôle LSP amont à 'RÉPONSE_ATTENDUE'. Si le LSR utilise le mode de contrôle indépendant [RFC3031], choisir une étiquette amont, et envoyer un TRANSPOSITION-LDP vers l'amont.

Passer l'événement 'Ajout amont interne' à l'automate à états du bloc de contrôle LSP aval.

Si on n'est pas capable de traiter la demande pour une raison quelconque, produire un LDP-NAK à l'envoyeur avec le code d'erreur approprié, passer à REPOS et supprimer le bloc de contrôle.

État : REPOS
 Événement : Transposition aval interne
 Nouvel état : REPOS
 Actions : Ignorer l'événement. C'est une erreur interne de mise en œuvre.

État : REPOS
 Événement : Libération LDP
 Nouvel état : REPOS
 Actions : Ignorer l'événement. C'est une erreur interne de mise en œuvre.

État : REPOS
 Événement : Retrait aval interne
 Nouvel état : REPOS
 Actions : Ignorer l'événement. C'est une erreur interne de mise en œuvre.

État : REPOS
 Événement : Interruption LDP amont
 Nouvel état : REPOS
 Actions : Ignorer l'événement. C'est une erreur interne de mise en œuvre.

État : REPOS
 Événement : NAK aval interne
 Nouvel état : REPOS
 Actions : Ignorer l'événement. C'est une erreur interne de mise en œuvre.

État : REPOS
 Événement : Amont perdu
 Nouvel état : REPOS
 Actions : Ignorer l'événement. C'est une erreur interne de mise en œuvre.

État : REPOS
 Événement : Réinterconnexion interne
 Nouvel état : REPOS
 Actions : Ignorer l'événement. C'est une erreur interne de mise en œuvre.

État : REPOS
 Événement : Nouveau prochain bond interne
 Nouvel état : REPOS
 Actions : Ignorer l'événement. C'est une erreur interne de mise en œuvre.

2.3.3.4.2 État -- "RÉPONSE_ATTENDUE"

État : RÉPONSE_ATTENDUE
 Événement : Demande LDP
 Nouvel état : RÉPONSE_ATTENDUE
 Actions : Ignorer l'événement. C'est une erreur interne de mise en œuvre.

État : RÉPONSE_ATTENDUE
 Événement : Transposition aval interne
 Nouvel état : Dépend du sous-programme d'action.
 Actions : Si le LSR utilise le mode de contrôle ordonné, allouer une étiquette amont, connecter l'étiquette amont à l'étiquette aval et allouer les ressources, envoyer un TRANSPOSITION-LDP en amont avec l'étiquette amont et passer à l'état 'ÉTABLI'.
 Si on n'est pas capable de traiter le message pour une raison quelconque, produire un LDP-NAK vers l'amont et un LIBÉRATION-LDP vers l'aval, passer à REPOS et supprimer le bloc de contrôle.

- État : RÉPONSE_ATTENDUE
 Événement : Libération LDP
 Nouvel état : RÉPONSE_ATTENDUE
 Actions : Ignorer l'événement. C'est une erreur de protocole de l'homologue amont.
- État : RÉPONSE_ATTENDUE
 Événement : Retrait aval interne
 Nouvel état : RÉPONSE_ATTENDUE
 Actions : Ignorer l'événement. C'est une erreur interne de mise en œuvre.
- État : RÉPONSE_ATTENDUE
 Événement : Interruption LDP amont
 Nouvel état : REPOS
 Actions : Si le LSR utilise le mode de contrôle indépendant, libérer l'étiquette amont et les ressources.
 Envoyer l'événement 'Suppression amont interne' à son automate à états de bloc de contrôle LSP aval.
 Supprimer le bloc de contrôle.
- État : RÉPONSE_ATTENDUE
 Événement : NAK aval interne
 Nouvel état : REPOS
 Actions : Si le LSR utilise le mode de contrôle indépendant, libérer l'étiquette amont et les ressources. Puis,
 envoyer un RETRAIT-LDP vers l'amont.
 Si le LSR utilise le mode de contrôle ordonné, propager le LDP-NAK vers l'amont.
 Supprimer le bloc de contrôle.
- État : RÉPONSE_ATTENDUE
 Événement : Amont perdu
 Nouvel état : REPOS
 Actions : Si le LSR utilise le mode de contrôle indépendant, libérer l'étiquette amont et les ressources.
 Envoyer l'événement 'Suppression amont interne' à son automate à états de bloc de contrôle LSP aval.
 Supprimer le bloc de contrôle.
- État : RÉPONSE_ATTENDUE
 Événement : Réinterconnexion interne
 Nouvel état : RÉPONSE_ATTENDUE
 Actions : Ignorer l'événement. C'est une erreur interne de mise en œuvre.
- État : RÉPONSE_ATTENDUE
 Événement : Nouveau prochain bond interne
 Nouvel état : Dépend des actions.
 Actions : Envoyer l'événement 'Supprimer l'amont interne' à son vieux bloc de contrôle aval.
 Trouver un bloc de contrôle LSP aval qui a la même FEC et le même prochain bond et est aussi capable
 de fusionner plus d'étiquettes d'entrée. Si on en trouve pas, créer un nouveau bloc de contrôle LSP aval
 avec l'état 'REPOS'.
 Si l'état du bloc de contrôle LSP aval est 'ÉTABLI', choisir une étiquette amont, connecter l'étiquette
 amont avec l'étiquette aval et envoyer un TRANSPOSITION-LDP en amont avec l'étiquette amont, et
 passer à l'état 'ÉTABLI'.
 Si l'état du bloc de contrôle LSP aval n'est pas 'ÉTABLI', régler l'état du bloc de contrôle LSP amont à
 'RÉPONSE_ATTENDUE'.
 Passer l'événement 'Ajout amont interne' au nouvel automate à états du bloc de contrôle LSP aval.

2.3.3.4.3 État -- "ÉTABLI"

- État : ÉTABLI
 Événement : Demande LDP
 Nouvel état : ÉTABLI
 Actions : Ignorer l'événement. C'est une erreur interne de mise en œuvre.
- État : ÉTABLI
 Événement : Transposition aval interne.
 Nouvel état : ÉTABLI
 Actions : Traiter les nouveaux attributs de la transposition et propager le TRANSPOSITION-LDP en amont.

État : ÉTABLI
 Événement : Libération LDP
 Nouvel état : REPOS
 Actions : Déconnecter l'étiquette amont de l'étiquette aval, libérer l'étiquette amont et les ressources.
 Envoyer l'événement 'Supprimer l'amont interne' dans son automate à états de bloc de contrôle LSP aval.
 Envoyer l'événement 'Suppression interne' à l'automate à états du bloc déclencheur de prochain bond si le LSR était en train de commuter sur le meilleur prochain bond.
 Supprimer le bloc de contrôle.

État : ÉTABLI
 Événement : Retrait aval interne
 Nouvel état : Dépend du sous programme d'action.
 Actions : Si il utilise le mode indépendant, régler son état à 'REPOS' et créer une 'Demande LDP' interne et l'envoyer à son propre automate à états.
 Autrement
 Déconnecter l'étiquette amont de l'étiquette aval.
 Propager le RETRAIT-LDP vers l'amont et passer à l'état 'LIBÉRATION_ATTENDUE'.
 Envoyer l'événement 'Suppression interne' à l'automate à états du bloc déclencheur de prochain bond si le LSR était en train de commuter sur le meilleur prochain bond.

État : ÉTABLI
 Événement : Interruption LDP amont
 Nouvel état : ÉTABLI
 Actions : Ignorer l'événement.

Note : Ce scénario peut survenir si le LSR amont envoie un INTERRUPTION-LDP à peu près en même temps que le LSR local envoie un TRANSPOSITION-LDP. Dans cette situation, il devrait revenir à exactement un des deux LSR de décider si l'étiquette qui a été envoyée reste ou non valide. La spécification des procédures LDP [RFC3036] laisse le choix au LSR amont qui doit envoyer un LIBÉRATION-LDP si il ne va pas utiliser l'étiquette fournie.

État : ÉTABLI
 Événement : NAK aval interne
 Nouvel état : Dépend du sous-programme d'action.
 Actions : Si il utilise le mode indépendant, il règle son état à 'REPOS' et crée une 'Demande LDP' interne et l'envoie à son propre automate à états.
 Autrement
 Déconnecte l'étiquette amont de l'étiquette aval
 Envoie un RETRAIT-LDP en amont et passe à l'état 'LIBÉRATION_ATTENDUE'.
 Envoie l'événement 'Suppression interne' à l'automate à états du bloc déclencheur de prochain bond si le LSR était en train de commuter sur le meilleur prochain bond.

État : ÉTABLI
 Événement : Amont perdu
 Nouvel état : REPOS
 Actions : Déconnecte l'étiquette amont de l'étiquette aval, libère l'étiquette amont et les ressources.
 Envoie l'événement 'Supprime l'amont interne' à son automate à états de bloc de contrôle LSP aval.
 Envoie l'événement 'Suppression interne' à l'automate à états du bloc déclencheur de prochain bond si le LSR était en train de commuter sur le meilleur prochain bond.
 Supprime le bloc de contrôle.

État : ÉTABLI
 Événement : Réinterconnexion interne
 Nouvel état : ÉTABLI
 Actions : Reconnecte l'étiquette amont à la nouvelle étiquette aval.
 Envoie l'événement 'Supprime l'amont interne' à son ancien automate à états du bloc de contrôle LSP aval.

État : ÉTABLI
 Événement : Nouveau prochain bond interne
 Nouvel état : ÉTABLI
 Actions : Crée un nouveau bloc de contrôle déclencheur de nouveau bond et passe l'événement 'Nouveau prochain bond interne' à son automate à états.

2.3.3.4.4 État -- "LIBÉRATION_ATTENDUE"

État : LIBÉRATION_ATTENDUE
 Événement : Demande LDP
 Nouvel état : LIBÉRATION_ATTENDUE
 Actions : Ignorer l'événement. C'est une erreur de protocole de la part du LSR amont.

État : LIBÉRATION_ATTENDUE
 Événement : Transposition aval interne
 Nouvel état : LIBÉRATION_ATTENDUE
 Actions : Ignorer l'événement. C'est une erreur interne de mise en œuvre.

État : LIBÉRATION_ATTENDUE
 Événement : Libération LDP
 Nouvel état : REPOS
 Actions : Libérer la ressource d'étiquette amont et supprimer le bloc de contrôle.

État : LIBÉRATION_ATTENDUE
 Événement : Retrait aval interne
 Nouvel état : LIBÉRATION_ATTENDUE
 Actions : Ignorer l'événement. C'est une erreur de protocole de la part du LSR aval.

État : LIBÉRATION_ATTENDUE
 Événement : Interruption LDP amont
 Nouvel état : REPOS
 Actions : Libérer la ressource d'étiquette amont et supprimer le bloc de contrôle.

État : LIBÉRATION_ATTENDUE
 Événement : NAK aval interne
 Nouvel état : LIBÉRATION_ATTENDUE
 Actions : Ignorer l'événement. Continuer d'attendre le LIBÉRATION-LDP.

État : LIBÉRATION_ATTENDUE
 Événement : Amont perdu
 Nouvel état : REPOS
 Actions : Libérer la ressource d'étiquette amont et supprimer le bloc de contrôle.

État : LIBÉRATION_ATTENDUE
 Événement : Nouveau prochain bond interne
 Nouvel état : LIBÉRATION_ATTENDUE
 Actions : Ignorer l'événement. Continuer d'attendre le LIBÉRATION-LDP.

État : LIBÉRATION_ATTENDUE
 Événement : Réinterconnexion interne
 Nouvel état : LIBÉRATION_ATTENDUE
 Actions : Ignorer l'événement. C'est une erreur interne de mise en œuvre.

2.3.3.5 État de l'automate du bloc de contrôle LSP aval pour le mode vers l'aval à la demande

-- REPOS

C'est l'état initial du LSP.

-- RÉPONSE_ATTENDUE

Cet état signifie que le LSR a reçu un DEMANDE-LDP d'un LSR amont, a traité le DEMANDE-LDP, et a envoyé un nouveau DEMANDE-LDP vers un LSR aval. Le LSR attend le TRANSPOSITION-LDP du LSR aval.

-- ÉTABLI

Cet état signifie que le LSR a reçu le TRANSPOSITION-LDP du LSR aval et que LSP est ouvert et opérationnel.

2.3.3.6 Événements de l'automate à états du bloc de contrôle LSP aval pour le mode vers l'aval à la demande

-- Ajout amont interne

Cet événement est envoyé par l'automate à états d'un bloc de contrôle LSP amont lors de sa création.

-- Supprime amont interne

Cet événement est envoyé par l'automate à états d'un bloc de contrôle LSP amont lors de sa suppression.

-- Transposition LDP

Le LSR reçoit un TRANSPOSITION-LDP d'un LSR aval.

-- Retrait LDP

Le LSR reçoit un RETRAIT-LDP d'un LSR aval.

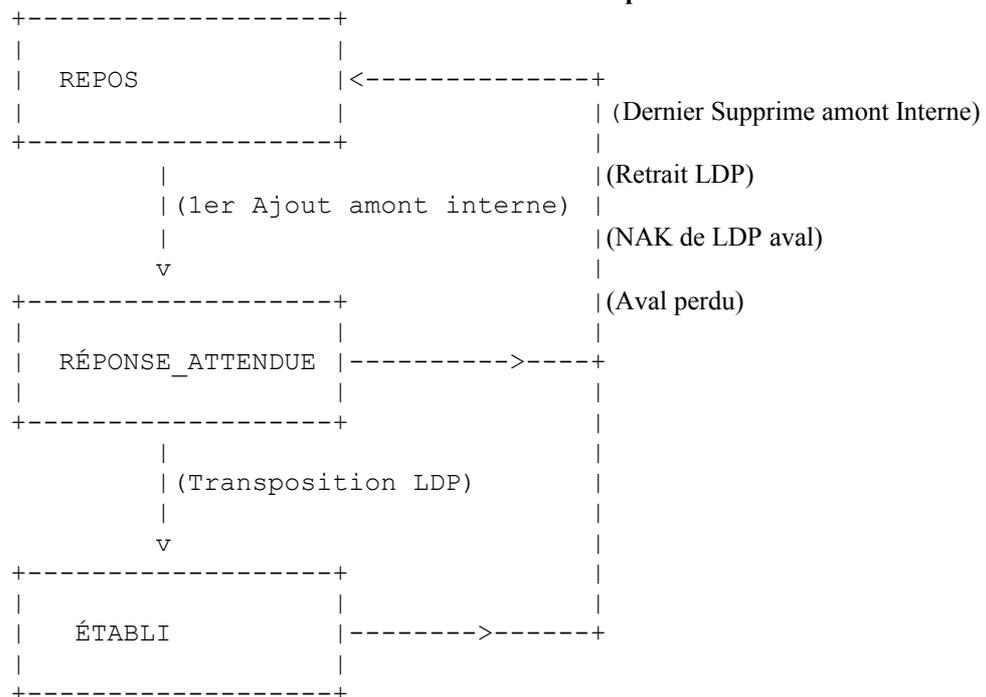
-- Non accusé de réception du LDP aval

Le LSR reçoit un LDP-NAK d'un LSR aval.

-- Aval perdu

Le LSR perd la session LDP avec son LSR aval.

2.3.3.7 Transitions d'état de l'automate du bloc de contrôle LSP aval pour le mode vers l'aval à la demande



2.3.3.8 Automate à états du bloc de contrôle LSP aval pour le mode vers l'aval à la demande

2.3.3.8.1 État -- "REPOS"

État : REPOS

Événement : Ajout amont interne

Nouvel état : RÉPONSE_ATTENDUE

Actions : Initialise la liste des pointeurs dans le bloc de contrôle LSP amont pour contenir le pointeur amont qui vient d'être ajouté.
Envoie un nouveau DEMANDE-LDP vers l'aval et passe à l'état 'RÉPONSE_ATTENDUE'.

État : REPOS

Événement : Supprime amont interne

Nouvel état : REPOS

Actions : Ignorer l'événement. C'est une erreur interne de mise en œuvre.

État : REPOS

Événement : Transposition LDP

Nouvel état : REPOS

Actions : Ignorer l'événement. C'est une erreur interne de mise en œuvre.

État : REPOS

Événement : Retrait LDP

Nouvel état : REPOS
 Actions : Ignorer l'événement. C'est une erreur interne de mise en œuvre.

État : REPOS
 Événement : Non accusé de réception du LDP aval
 Nouvel état : REPOS
 Actions : Ignorer l'événement. C'est une erreur interne de mise en œuvre.

État : REPOS
 Événement : Aval perdu
 Nouvel état : REPOS
 Actions : Ignorer l'événement. C'est une erreur interne de mise en œuvre.

2.3.3.8.2 État -- "RÉPONSE_ATTENDUE"

État : RÉPONSE_ATTENDUE
 Événement : Ajout amont interne
 Nouvel état : RÉPONSE_ATTENDUE
 Actions : Ajoute le pointeur sur le nouveau bloc de contrôle LSP amont à la liste des pointeurs de bloc de contrôle LSP amont.

État : RÉPONSE_ATTENDUE
 Événement : Supprime amont interne
 Nouvel état : Dépend du sous-programme d'action
 Actions : Supprime le pointeur du bloc de contrôle LSP amont de la liste des pointeurs de bloc de contrôle LSP amont.
 Si la liste devient vide, libérer les ressources, envoyer un Interruption LDP vers l'aval, passer à l'état REPOS puis supprimer le bloc de contrôle.

État : RÉPONSE_ATTENDUE
 Événement : Transposition LDP
 Nouvel état : ÉTABLI
 Actions : Pour chaque bloc de contrôle LSP amont dans la liste de pointeurs de bloc de contrôle LSP amont, passer l'événement 'Transposition aval interne' à son automate à états.

État : RÉPONSE_ATTENDUE
 Événement : Retrait LDP
 Nouvel état : RÉPONSE_ATTENDUE
 Actions : C'est une erreur de protocole de l'homologue LDP aval ; envoyer un LIBÉRATION-LDP vers l'aval.

État : RÉPONSE_ATTENDUE
 Événement : Non accusé de réception du LDP aval
 Nouvel état : REPOS
 Actions : Pour chaque bloc de contrôle LSP amont sur la liste des pointeurs de bloc de contrôle LSP amont, passer l'événement 'NAK aval interne' à son automate à états.
 Libérer les ressources, et supprimer le bloc de contrôle.

État : RÉPONSE_ATTENDUE
 Événement : Aval perdu
 Nouvel état : REPOS
 Actions : Pour chaque bloc de contrôle LSP amont de la liste des pointeurs de bloc de contrôle LSP amont, passer l'événement 'NAK aval interne' à son automate à états.
 Libérer les ressources, et supprimer le bloc de contrôle.

2.3.3.8.3 État -- "ÉTABLI"

État : ÉTABLI
 Événement : Ajout amont interne
 Nouvel état : ÉTABLI
 Actions : Ajouter le pointeur sur le nouveau bloc de contrôle LSP amont à la liste des pointeurs de bloc de contrôle LSP amont.

État : ÉTABLI
 Événement : Supprime amont interne

Nouvel état : Dépend du sous-programme d'action.
 Actions : Supprime le pointeur sur le bloc de contrôle LSP amont de la liste des pointeurs de bloc de contrôle LSP amont.
 Si la liste devient vide, libérer les ressources, envoyer un LIBÉRATION-LDP en aval, passer à REPOS et supprimer le bloc de contrôle.
 Autrement, rester dans l'état ÉTABLI.

État : ÉTABLI
 Événement : Transposition LDP
 Nouvel état : ÉTABLI
 Actions : Pour chaque bloc de contrôle LSP amont dans la liste des pointeurs de bloc de contrôle LSP amont, passer l'événement 'Transposition aval interne' à son automate à états.

État : ÉTABLI
 Événement : Retrait LDP
 Nouvel état : REPOS
 Actions : Pour chaque bloc de contrôle LSP amont dans la liste des pointeurs de bloc de contrôle LSP amont, passer l'événement 'Retrait aval interne' à son automate à états.
 Libérer les ressources, supprimer le bloc de contrôle et envoyer LIBÉRATION-LDP vers l'aval.

État : ÉTABLI
 Événement : Non accusé de réception du LDP aval
 Nouvel état : ÉTABLI
 Actions : C'est une erreur de protocole de la part de l'homologue LDP aval.

2.3.3.9 État de l'automate du bloc déclencheur de prochain bond pour le mode vers l'aval à la demande

-- REPOS

C'est l'état initial du LSP.

-- RÉESSAI_DE_NOUVEAU_PROCHAIN_BOND

C'est l'état où un LSR attend l'arrivée à expiration d'un temporisateur de réessai puis essaye d'établir un LSP à travers un nouveau prochain bond.

-- RÉPONSE_ATTENDUE_DE_NOUVEAU_PROCHAIN_BOND

Cet état signifie que le LSR a envoyé un nouveau DEMANDE-LDP vers un LSR aval. Le LSR attend le TRANSPOSITION-LDP de la part du LSR aval.

2.3.3.10 Événements de l'automate du bloc de contrôle déclencheur de prochain bond pour le mode vers l'aval à la demande

-- Nouveau prochain bond interne

Déclenche l'établissement d'un LSP à travers un meilleur prochain bond.

-- Transposition aval interne

Cet événement est envoyé par un automate à états de bloc de contrôle LSP aval. Ce bloc de contrôle LSP aval est le bloc de contrôle LSP aval fusionné de ce bloc de contrôle LSP amont. L'événement est le résultat de la réception d'un TRANSPOSITION-LDP par l'automate à états du bloc de contrôle LSP aval.

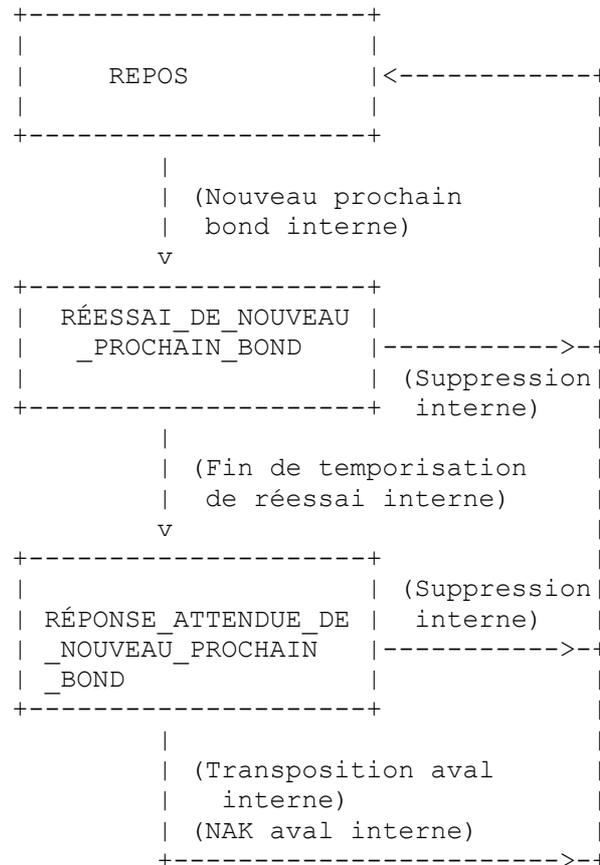
-- NAK aval interne

Cet événement est envoyé par un automate à états de bloc de contrôle LSP aval. Ce bloc de contrôle LSP aval est le bloc de contrôle LSP aval fusionné de ce bloc de contrôle LSP amont. L'événement est le résultat de la réception d'un LDP-NAK par l'automate à états du bloc de contrôle LSP aval, ou de la détection d'une erreur.

-- Suppression interne

Cet événement est utilisé pour arrêter la procédure de commutation sur le meilleur prochain bond.

2.3.3.11 Transitions d'état de l'automate du bloc de contrôle déclencheur de prochain bond pour le mode vers l'aval à la demande



2.3.3.12 Automate à états

2.3.3.12.1 État -- "REPOS"

État : REPOS
 Événement : Nouveau prochain bond interne
 Nouvel état : RÉESSAI_DE_NOUVEAU_PROCHAIN_BOND
 Actions : Lancer le temporisateur de réessai de LSP et passer à l'état 'RÉESSAI_DE_NOUVEAU_PROCHAIN_BOND'.

État : REPOS
 Événement : Arrivée à expiration du temporisateur de réessai
 Nouvel état : REPOS
 Actions : Ignorer. C'est une erreur interne de mise en œuvre.

État : REPOS
 Événement : Transposition aval interne
 Nouvel état : REPOS
 Actions : Ignorer. C'est une erreur interne de mise en œuvre.

État : REPOS
 Événement : NAK aval interne
 Nouvel état : REPOS
 Actions : Ignorer. C'est une erreur interne de mise en œuvre.

État : REPOS
 Événement : Suppression interne
 Nouvel état : REPOS
 Actions : Ignorer. C'est une erreur interne de mise en œuvre.

2.3.3.12.2 État -- "RÉESSAI_DE_NOUVEAU_PROCHAIN_BOND"

État : RÉESSAI_DE_NOUVEAU_PROCHAIN_BOND
 Événement : Nouveau prochain bond interne
 Nouvel état : RÉESSAI_DE_NOUVEAU_PROCHAIN_BOND
 Actions : Redémarrer le temporisateur de réessai de LSP.

État : RÉESSAI_DE_NOUVEAU_PROCHAIN_BOND
 Événement : Arrivée à expiration du temporisateur de réessai
 Nouvel état : Dépend du sous-programme d'action.
 Actions : Si le nouveau prochain bond est le même que l'ancien prochain bond, passer à REPOS et supprimer le bloc de contrôle.
 Autrement, passer à RÉPONSE_ATTENDUE_DE_NOUVEAU_PROCHAIN_BOND, trouver un bloc de contrôle de LSP aval qui passe par le même prochain bond pour la même FEC ; si il n'y a pas, en créer un, et passer l'événement 'Ajout amont interne' à son automate à états.

État : RÉESSAI_DE_NOUVEAU_PROCHAIN_BOND
 Événement : Transposition aval interne
 Nouvel état : RÉESSAI_DE_NOUVEAU_PROCHAIN_BOND
 Actions : Ignorer. C'est une erreur interne de mise en œuvre.

État : RÉESSAI_DE_NOUVEAU_PROCHAIN_BOND
 Événement : NAK aval interne
 Nouvel état : RÉESSAI_DE_NOUVEAU_PROCHAIN_BOND
 Actions : Ignorer. C'est une erreur interne de mise en œuvre.

État : RÉESSAI_DE_NOUVEAU_PROCHAIN_BOND
 Événement : Suppression interne
 Nouvel état : REPOS
 Actions : Arrêter le temporisateur et supprimer le bloc de contrôle.

2.3.3.12.3 État -- "RÉPONSE_ATTENDUE_DE_NOUVEAU_PROCHAIN_BOND"

État : RÉPONSE_ATTENDUE_DE_NOUVEAU_PROCHAIN_BOND
 Événement : Nouveau prochain bond interne
 Nouvel état : RÉESSAI_DE_NOUVEAU_PROCHAIN_BOND
 Actions : Redémarrer le temporisateur de réessai de LSP et envoyer l'événement 'Suppression interne' au bloc de contrôle du LSP pour le nouveau prochain bond.

État : RÉPONSE_ATTENDUE_DE_NOUVEAU_PROCHAIN_BOND
 Événement : Arrivée à expiration du temporisateur de réessai
 Nouvel état : RÉPONSE_ATTENDUE_DE_NOUVEAU_PROCHAIN_BOND
 Actions : Ignorer. C'est une erreur interne de mise en œuvre.

État : RÉPONSE_ATTENDUE_DE_NOUVEAU_PROCHAIN_BOND
 Événement : Transposition aval interne
 Nouvel état : REPOS
 Actions : Envoyer l'événement 'Réinterconnexion interne' au bloc de contrôle LSP amont du nouveau prochain bond.
 Envoyer l'événement 'Supprime amont' au bloc de contrôle de LSP aval du nouveau prochain bond, car l'amont s'est greffé sur le nouveau prochain bond.

État : RÉPONSE_ATTENDUE_DE_NOUVEAU_PROCHAIN_BOND
 Événement : NAK aval interne
 Nouvel état : REPOS
 Actions : Supprimer le bloc de contrôle.

État : RÉPONSE_ATTENDUE_DE_NOUVEAU_PROCHAIN_BOND
 Événement : Suppression interne
 Nouvel état : REPOS
 Actions : Envoyer l'événement 'Supprime amont interne' au bloc de contrôle pour le nouveau LSP à travers le nouveau prochain bond.

2.3.4 Traitement du message en rapport avec LDP

- Si un LSR reçoit un DEMANDE-LDP :
 - a) Si c'est une demande dupliquée, éliminer le message. Une demande dupliquée signifie qu'il y a un bloc de contrôle LSP qui a la même FEC, le même identifiant de demande d'étiquette, et le même identifiant de session LDP amont.
 - b) Autrement, créer un nouveau bloc de contrôle LSP amont. Puis passer l'événement 'Demande LDP' à l'automate à états de ce bloc de contrôle LSP amont.

- Si un LSR reçoit un TRANSPOSITION-LDP :

Localiser un bloc de contrôle LSP aval qui a la même FEC, le même identifiant de session LDP aval et la même étiquette aval. Si un bloc de contrôle LSP aval est trouvé, passer l'événement 'Transposition LDP' à son tableau d'états. Cela pourrait vouloir dire que les attributs du lien d'étiquette ont changé.

Autrement, utiliser l'identifiant de demande LDP aval (le champ 'Identifiant de message Demande d'étiquette' dans le TRANSPOSITION-LDP) et l'identifiant de session LDP aval pour localiser le bloc de contrôle LSP aval et passer l'événement 'Transposition LDP' à son automate à états. Si aucun bloc de contrôle LSP aval n'est trouvé, ignorer le message.

- Si un LSR reçoit un LIBÉRATION-LDP :

Localiser un bloc de contrôle LSP amont qui a la même FEC, la même étiquette amont, le même identifiant de session LDP amont. Si aucun bloc de contrôle LSP amont n'est trouvé, ignorer le message. Si un bloc de contrôle LSP amont est trouvé, envoyer l'événement 'Libération LDP' à son automate à états.

- Si un LSR reçoit un RETRAIT-LDP :

Trouver un bloc de contrôle LSP aval qui a la même FEC, le même identifiant de session LDP aval, et la même étiquette aval. Passer l'événement 'Retrait LDP' à son automate à états.

- Si un homologue LDP amont est persu :

Passer l'événement 'Amont perdu' à l'automate à états de tous les blocs de contrôle LSP amont dont l'homologue LDP amont est ce LSR.

- Si un homologue LDP aval est perdu :

Passer l'événement 'Aval perdu' à l'automate à états de tous les blocs de contrôle LSP aval dont l'homologue LDP aval est ce LSR.

- Si un prochain bond d'une FEC est changé :

Pour tous les blocs de contrôle LSP amont qui sont affectés par ce changement, passer l'événement 'Nouveau prochain bond interne' à leur automate à états.

- Si un LSR reçoit un INTERRUPTION-LDP d'un LSR amont :

Utiliser l'identifiant de demande LDP amont et l'identifiant de session LDP amont pour localiser le bloc de contrôle LSP amont et passer l'événement 'Interruption LDP' à son automate à états.

- Si un LSR reçoit un LDP-NAK d'un LSR aval :

Utiliser l'identifiant de demande LDP aval et l'identifiant de session aval pour localiser un bloc de contrôle de LSP aval et passer l'événement 'Non accusé de réception du LDP aval' à son automate à états.

3. Automate à états pour le mode aval non sollicité

Les paragraphes qui suivent décrivent les automates à états pour un LSR ATM qui utilise le mode aval non sollicité.

Bien que les deux modes de contrôle de LSP indépendant et ordonné soient possibles, seul le mode ordonné est pris en compte, parce que le mode de contrôle indépendant de LSP utilise le mode libéral de rétention d'étiquette et est donc considéré comme consommant trop de ressources ATM.

Dans le mode aval non sollicité, les chemins multiples ne sont pas pris en charge dans cette version et feront l'objet de travaux complémentaires (FFS). Il se pourrait qu'avec plusieurs prochains bonds et le mode vers l'aval, il soit facile de se mettre en boucle.

3.1 Bloc de contrôle

Il y a deux types de blocs de contrôle impliqués : le bloc de contrôle LSP amont, le bloc de contrôle LSP aval.

Il y a une liste de blocs de contrôle LSP amont pour chaque FEC dans le tableau d'acheminement, chacun d'eux correspondant à un homologue LDP. Un bloc de contrôle LSP amont est créé pour chaque FEC lorsque il y a une étiquette prête à être distribuée à cet amont. Il est supprimé lorsque la FEC est supprimée du tableau des FEC, ou lorsque l'homologue LDP disparaît, ou lorsque l'étiquette aval est retirée.

Il y a un bloc de contrôle LSP aval pour chaque FEC dans le tableau d'acheminement. Il est créé lorsque la FEC est insérée dans le tableau de transmission et supprimé lorsque la FEC est retirée du tableau de transmission.

Un bloc de contrôle LSP amont peut contenir les informations suivantes :

- Identifiant de session LDP amont
- État
- Étiquette amont (allouée par ce LSR)
- FEC

L'étiquette amont et l'identifiant de session LDP amont, ou la FEC et l'identifiant de session LDP amont peuvent être utilisés pour localiser un unique bloc de contrôle LSP amont.

Un bloc de contrôle LSP aval peut contenir les informations suivantes :

- FEC
- État
- Identifiant de session LDP aval
- Étiquette aval (allouée par le LSR aval)
- Identifiant de demande d'étiquette aval (alloué par le LSR lui-même).

Étiquette aval et Identifiant de session LDP aval, ou FEC et Identifiant de session LDP aval peuvent être utilisés pour localiser un unique bloc de contrôle LSP aval.

3.2 États de l'automate du bloc de contrôle du LSP amont pour le mode aval

-- REPOS

C'est l'état initial du LSP.

-- ÉTABLI

Cet état signifie que le LSR a reçu le TRANSPOSITION-LDP du LSR aval et que le LSP est ouvert et opérationnel.

-- LIBÉRATION_ATTENDUE

Cet état signifie que le LSR attend le LIBÉRATION-LDP en réponse au RETRAIT-LDP envoyé par ce LSR.

-- RESSOURCES_ATTENDUES

Cet état signifie que le LSR attend les ressources d'étiquette.

3.3 Événements de l'automate à états du bloc de contrôle du LSP amont pour le mode aval

-- Transposition aval interne

Cet événement est envoyé par un automate à états de bloc de contrôle LSP aval. L'événement résulte de la réception d'un TRANSPOSITION-LDP par l'automate à états du bloc de contrôle LSP aval. Ou lorsque l'homologue LDP est découvert et qu'il y a une étiquette aval disponible pour cette FEC.

-- Libération LDP

Le LSR reçoit un LIBÉRATION-LDP d'un LSR amont.

-- Retrait interne

Cet événement est envoyé par l'automate à états du bloc de contrôle LSP aval. L'événement résulte de la réception d'un RETRAIT-LDP par l'automate à états du bloc de contrôle LSP aval.

-- Ressource disponible

Cet événement signifie qu'une ressource locale (comme une étiquette) devient disponible.

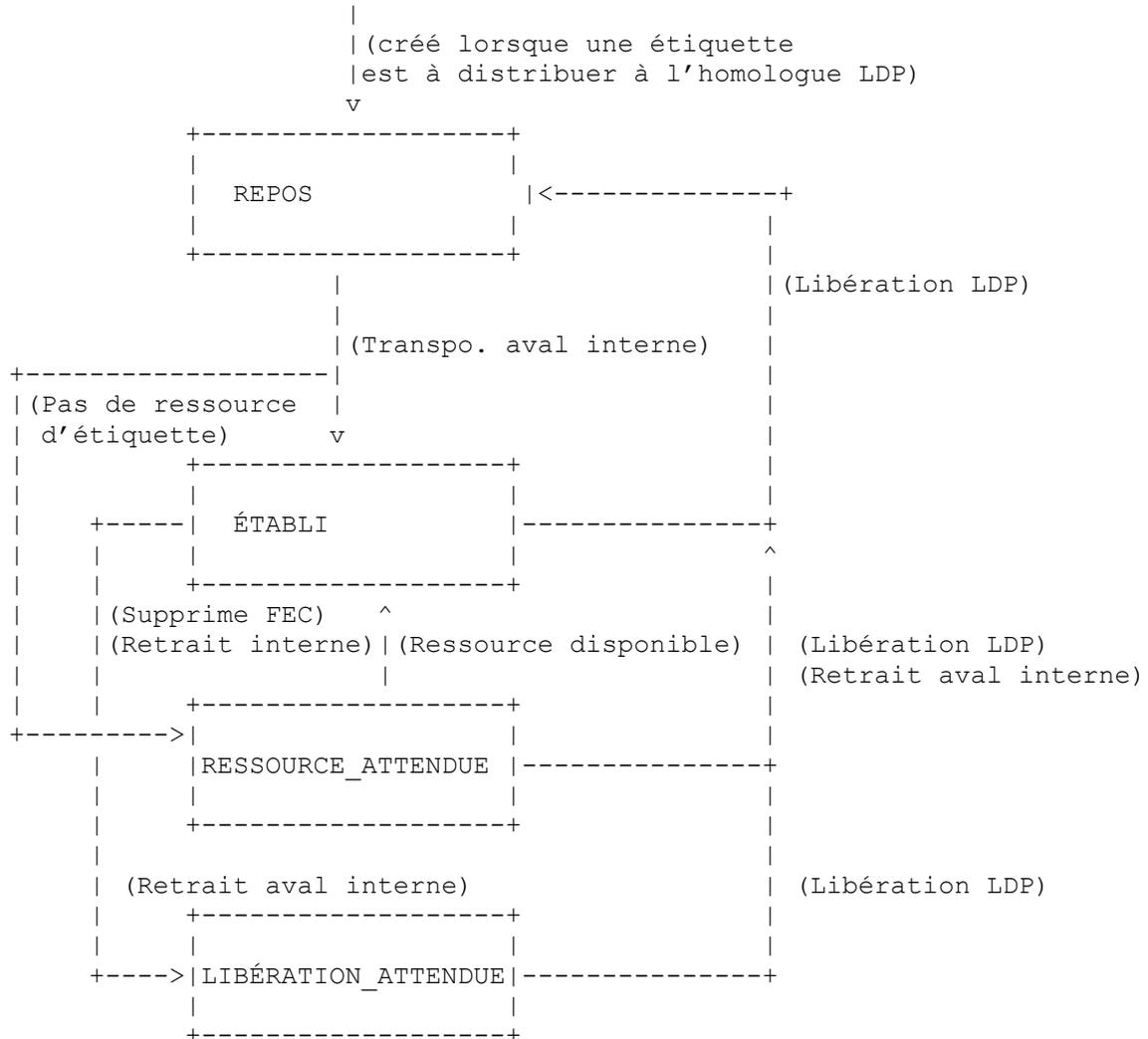
-- FEC supprimée

Cet événement signifie que la FEC est retirée du tableau de transmission.

-- Amont perdu

Cet événement signifie que l'homologue LDP amont est perdu.

3.4 Transitions d'état de l'automate du bloc de contrôle du LSP amont pour le mode aval



3.5 Automate à états du bloc de contrôle du LSP amont pour le mode aval

3.5.1 État -- "REPOS"

État : REPOS

Événement : Transposition aval interne

Nouvel état : Dépend du sous-programme d'action.

Actions : Choisir une étiquette amont, connecter l'étiquette amont avec l'étiquette aval, propager le TRANSPPOSITION-LDP en amont et passer à l'état 'ÉTABLI'.
Si il n'y a pas de ressource pour l'étiquette amont, passer à l'état 'RESSOURCE_ATTENDUE'.

État : REPOS

Événement : Libération LDP

Nouvel état : REPOS

Actions : Ignorer l'événement. C'est une erreur interne de mise en œuvre.

État : REPOS
 Événement : Retrait aval interne
 Nouvel état : REPOS
 Actions : Ignorer l'événement. C'est une erreur interne de mise en œuvre.

État : REPOS
 Événement : Ressource disponible
 Nouvel état : REPOS
 Actions : Ignorer l'événement. C'est une erreur interne de mise en œuvre.

État : REPOS
 Événement : FEC supprimée
 Nouvel état : REPOS
 Actions : Supprimer le bloc de contrôle.

État : REPOS
 Événement : Amont perdu
 Nouvel état : REPOS
 Actions : Supprimer le bloc de contrôle.

3.5.2 État -- "ÉTABLI"

État : ÉTABLI
 Événement : Transposition aval interne
 Nouvel état : ÉTABLI
 Actions : Traiter les nouveaux attributs du nouveau message de transposition.
 Propager en amont le TRANSPOSITION-LDP.

État : ÉTABLI
 Événement : Libération LDP
 Nouvel état : REPOS
 Actions : Déconnecter l'étiquette de l'étiquette aval.
 Libérer la ressource d'étiquette amont.
 Supprimer le bloc de contrôle.

État : ÉTABLI
 Événement : Retrait aval interne
 Nouvel état : LIBÉRATION_ATTENDUE
 Actions : Déconnecter l'étiquette amont de l'étiquette aval.
 Propager en amont le RETRAIT-LDP.

État : ÉTABLI
 Événement : Ressource disponible
 Nouvel état : ÉTABLI
 Actions : Ignorer l'événement. C'est une erreur interne de mise en œuvre.

État : ÉTABLI
 Événement : FEC supprimée
 Nouvel état : LIBÉRATION_ATTENDUE
 Actions : Envoyer en amont un RETRAIT-LDP.

État : ÉTABLI
 Événement : Amont perdu
 Nouvel état : REPOS
 Actions : Libérer l'étiquette amont et supprimer le bloc de contrôle.

3.5.3 État -- "LIBÉRATION_ATTENDUE"

État : LIBÉRATION_ATTENDUE
 Événement : Transposition aval interne
 Nouvel état : LIBÉRATION_ATTENDUE

Actions : Ignorer le message.
 État : LIBÉRATION_ATTENDUE
 Événement : Libération LDP
 Nouvel état : REPOS
 Actions : Libérer l'étiquette amont et supprime le bloc de contrôle.

État : LIBÉRATION_ATTENDUE
 Événement : Retrait aval interne
 Nouvel état : LIBÉRATION_ATTENDUE
 Actions : Ignorer l'événement.

État : LIBÉRATION_ATTENDUE
 Événement : Ressource disponible
 Nouvel état : LIBÉRATION_ATTENDUE
 Actions : Ignorer l'événement. C'est une erreur interne de mise en œuvre.

État : LIBÉRATION_ATTENDUE
 Événement : FEC supprimée
 Nouvel état : LIBÉRATION_ATTENDUE
 Actions : Ne rien faire

État : LIBÉRATION_ATTENDUE
 Événement : Amont perdu
 Nouvel état : REPOS
 Actions : Libérer l'étiquette amont et supprimer le bloc de contrôle.

3.5.4 État -- "RESSOURCE_ATTENDUE"

État : RESSOURCE_ATTENDUE
 Événement : Transposition aval interne
 Nouvel état : RESSOURCE_ATTENDUE
 Actions : Ignorer le message.

État : RESSOURCE_ATTENDUE
 Événement : Libération LDP
 Nouvel état : RESSOURCE_ATTENDUE
 Actions : Ignorer le message. C'est une erreur interne de mise en œuvre.

État : RESSOURCE_ATTENDUE
 Événement : Retrait aval interne
 Nouvel état : REPOS
 Actions : Supprimer le bloc de contrôle.

État : RESSOURCE_ATTENDUE
 Événement : Ressource disponible
 Nouvel état : ÉTABLI
 Actions : Allouer une étiquette amont, connecter l'étiquette amont à l'étiquette aval, et envoyer en amont le TRANSPOSITION-LDP.

État : RESSOURCE_ATTENDUE
 Événement : FEC supprimée
 Nouvel état : REPOS
 Actions : Supprimer le bloc de contrôle.

État : RESSOURCE_ATTENDUE
 Événement : Amont perdu
 Nouvel état : REPOS
 Actions : Supprimer le bloc de contrôle.

3.6 États de l'automate à états du bloc de contrôle du LSP aval pour le mode aval

-- REPOS

C'est l'état initial du LSP.

-- ÉTABLI

Cet état signifie que le LSR a reçu le TRANSPOSITION-LDP du LSR aval.

3.7 Événements de l'automate à états du bloc de contrôle du LSP aval pour le mode aval

-- Transposition LDP

Le LSR reçoit un TRANSPOSITION-LDP d'un LSR aval.

-- Retrait LDP

Le LSR reçoit un RETRAIT-LDP d'un LSR aval.

-- FEC supprimée

La FEC est supprimée du tableau de transmission.

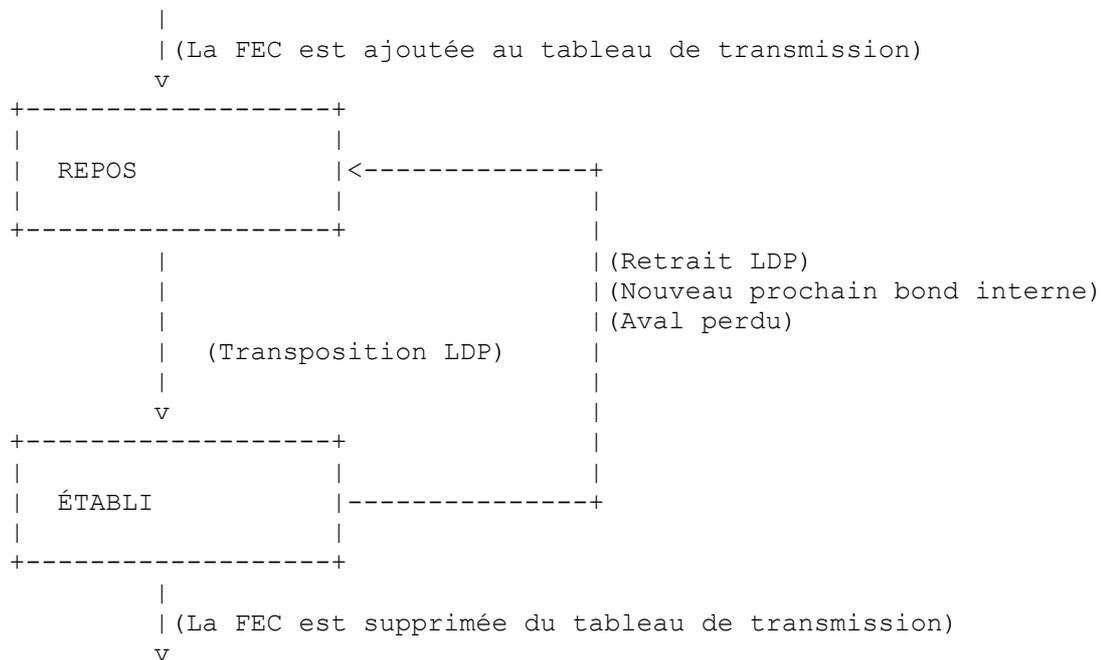
-- Changement de prochain bond

Le prochain bond pour cette FEC est changé pour un LSR différent.

-- Aval perdu

L'homologue aval est parti.

3.8 Transitions d'état de l'automate à états du bloc de contrôle du LSP aval pour le mode aval



3.9 Automate à état du bloc de contrôle du LSP aval pour le mode aval

3.9.1 État -- "REPOS"

État : REPOS

Événement : Transposition de LDP

Nouvel état : ÉTABLI

Actions : Pour tous les homologues LDP sauf le LSR aval qui a alloué l'étiquette, créer un bloc de contrôle LSP amont, et passer l'événement 'Transposition aval interne' à l'automate à états de chaque bloc de contrôle LSP amont.

État : REPOS
 Événement : Retrait LDP
 Nouvel état : REPOS
 Actions : Ignorer l'événement. C'est une erreur interne de mise en œuvre.

État : REPOS
 Événement : FEC supprimée
 Nouvel état : REPOS
 Actions : Supprimer le bloc de contrôle.

État : REPOS
 Événement : Changement de prochain bond
 Nouvel état : REPOS
 Actions : Ignorer l'événement.

État : REPOS
 Événement : Aval perdu
 Nouvel état : REPOS
 Actions : Ignorer l'événement.

3.9.2 État -- "ÉTABLI"

État : ÉTABLI
 Événement : Transposition de LDP
 Nouvel état : ÉTABLI
 Actions : Pour chaque bloc de contrôle de LSP amont de cette FEC, passer l'événement 'Transposition aval interne' à son automate à états.

État : ÉTABLI
 Événement : Retrait LDP
 Nouvel état : REPOS
 Actions : Pour chaque bloc de contrôle de LSP amont de cette FEC, passer l'événement 'Transposition aval interne' à son automate à états.
 Envoyer en aval un Retrait LDP.

État : ÉTABLI
 Événement : FEC supprimée
 Nouvel état : REPOS
 Actions : Envoyer en aval un LIBÉRATION-LDP et supprimer le bloc de contrôle.

État : ÉTABLI
 Événement : Changement de prochain bond
 Nouvel état : REPOS
 Actions : Pour chaque bloc de contrôle de LSP amont de cette FEC, passer l'événement 'Transposition aval interne' à son automate à états.
 Envoyer un DEMANDE-LDP au nouveau prochain bond.

État : ÉTABLI
 Événement : Aval perdu
 Nouvel état : REPOS
 Actions : Envoyer un RETRAIT-LDP à l'automate à états de tous les blocs de contrôle amont de cette FEC.

3.10 Traitement de message en rapport avec LDP pour le mode aval

- Si un LSR reçoit un DEMANDE-LDP :

Si il y a un prochain bond pour cette FEC et si il y a un bloc de contrôle aval pour cette FEC dont l'état est 'ÉTABLI', créer un nouveau bloc de contrôle amont et passer l'événement 'Transposition interne' à son automate à états.

- Si un LSR reçoit un TRANSPOSITION-LDP :

Localiser un bloc de contrôle LSP aval qui a la même FEC, le même identifiant de session de LDP aval et la même

étiquette aval. Si un bloc de contrôle LSP aval est trouvé, passer l'événement 'Transposition LDP' à son tableau d'états. Cela peut signifier que les attributs du lien d'étiquette ont changé.

Autrement, si on ne trouve pas de bloc de contrôle LSP aval correspondant, trouver un bloc de contrôle LSP aval de cette FEC et son prochain bond est cet homologue aval, passer l'événement 'Transposition LDP' à son automate à états.

- Si un LSR reçoit un LIBÉRATION-LDP :

Localiser un bloc de contrôle LSP amont qui a la même FEC, la même étiquette amont, le même identifiant de session LDP amont. Si on ne trouve aucun bloc de contrôle LSP amont, ignorer le message. Si un bloc de contrôle LSP amont est trouvé, envoyer l'événement 'Libération LDP' à son automate à états.

- Si un LSR reçoit un RETRAIT-LDP :

Trouver un bloc de contrôle LSP aval qui a la même FEC, le même identifiant de session LDP aval et la même étiquette aval. Passer l'événement 'Retrait LDP' à son automate à états.

- Si un homologue LDP amont est perdu :

Passer l'événement 'Amont perdu' à l'automate à états de tous les blocs de contrôle LSP amont dont l'homologue LDP amont est ce LSR.

- Si un homologue LDP aval est perdu :

Passer l'événement 'Retrait d'étiquette' à l'automate à états de tous les blocs de contrôle LSP aval dont l'homologue LDP aval est ce LSR.

- Si un prochain bond d'une FEC est changé :

Trouver tous les blocs de contrôle LSP aval qui ont la même FEC et le même prochain bond et passer l'événement 'Changement de prochain bond' à leur automate à états

- Si une FEC est ajoutée au tableau de transmission :

Créer un nouveau bloc de contrôle LSP aval avec l'état 'REPOS'

- Si la FEC est supprimée du tableau de transmission :

Envoyer l'événement 'FEC supprimée' à son bloc de contrôle.

- Si un LSR reçoit un LDP-NAK d'un LSR amont :

Ignorer le message. Un LDP-NAK ne devrait jamais apparaître dans le LSR en mode aval.

- Si un LSR reçoit un LDP-NAK d'un LSR aval :

Ignorer le message. C'est une erreur de protocole de la part du LSR aval.

4. Considérations pour la sécurité

Le présent document est fourni à titre d'extension informative à la spécification de LDP [RFC3036]. Les automates à états présentés ici sont destinés à préciser les procédures définies dans la spécification de LDP, mais ne supplantent ni ne se substituent pas aux définitions et procédures qui y sont fournies.

Les mises en œuvre d'automate à états peuvent être vulnérables à des événements parasites générés par une source externe. Dans le présent document, les événements entrent dans deux catégories : les événements internes et les événements externes causés par la réception d'un message LDP.

Les messages LDP peuvent être protégés en utilisant des mécanismes décrits dans la spécification de LDP. Voir la section "Considérations pour la sécurité" de la spécification LDP, [RFC3036].

Les considérations pour la sécurité qui se rapportent à la génération d'événements internes parasites ne sont pas traités dans le présent document.

5. Remerciements

Les auteurs tiennent à remercier de leurs utiles commentaires et suggestions Bob Thomas, Myunghee Son et Adrian Farrel.

6. Références

- [RFC3035] B. Davie et autres, "[Utilisation de MPLS](#) dans la commutation de circuit virtuel LDP et ATM", janvier 2001. (P.S.)
- [RFC3031] E. Rosen, A. Viswanathan, R. Callon, "Architecture de [commutation d'étiquettes multi protocoles](#)", janvier 2001. (P.S.)
- [RFC3815] J. Cucchiara, H. Sjostrand, J. Luciani, "Définitions des objets gérés pour le protocole de distribution d'étiquettes (LDP) de commutation d'étiquettes multiprotocoles (MPLS)", juin 2004. (P.S.)
- [RFC3036] L. Andersson et autres, "Spécification de LDP", janvier 2001. (Rendue obsolète par la RFC5036)
- [RFC3212] B. Jamoussi et autres, "Établissement de [LSP fondé sur la contrainte avec LDP](#)", janvier 2002. (MàJ par RFC3468) (P.S.)

7. Adresse des auteurs

Christophe Boscher
Alcatel
Le Mail
44700 Orvault
France
téléphone : (33) 251781828
mél : christophe.boscher@alcatel.fr

Pierrick Cheval
Alcatel
5 rue Noel-Pons
92734 Nanterre Cedex
France
téléphone : (33) 146524027
mél : pierrick.cheval@space.alcatel.fr

Liwen Wu
Cisco Systems, Inc.
3550 Cisco Way
San Jose, CA 95134
U.S.A
téléphone : 408-853-4065
mél : liwwu@cisco.com

Eric Gray
Sandburst Corporation
600 Federal Drive
Andover, MA 01810
USA
téléphone : (978) 689-1610
mél : eric.gray@sandburst.com

8. Déclaration complète de droits de reproduction

Copyright (c) The Internet Society (2002). Tous droits réservés.

Le présent document et ses traductions peuvent être copiés et fournis aux tiers, et les travaux dérivés qui les commentent ou les expliquent ou aident à leur mise en œuvre peuvent être préparés, copiés, publiés et distribués, en tout ou partie, sans restriction d'aucune sorte, pourvu que la déclaration de copyright ci-dessus et le présent et paragraphe soient inclus dans toutes telles copies et travaux dérivés. Cependant, le présent document lui-même ne peut être modifié d'aucune façon, en particulier en retirant la notice de droits de reproduction ou les références à la Internet Society ou aux autres organisations Internet, excepté autant qu'il est nécessaire pour le besoin du développement des normes Internet, auquel cas les procédures de droits de reproduction définies dans les procédures des normes Internet doivent être suivies, ou pour les besoins de la traduction dans d'autres langues que l'anglais.

Les permissions limitées accordées ci-dessus sont perpétuelles et ne seront pas révoquées par la Internet Society, ses successeurs ou ayant droits.

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

Remerciement

Le financement de la fonction d'édition des RFC est actuellement fourni par l'Internet Society.