

Union internationale des télécommunications

UIT-T

SECTEUR DE LA NORMALISATION
DES TÉLÉCOMMUNICATIONS
DE L'UIT

X.607

(02/2007)

SÉRIE X: RÉSEAUX DE DONNÉES, COMMUNICATION
ENTRE SYSTÈMES OUVERTS ET SÉCURITÉ

Réseautage OSI et aspects systèmes – Réseautage

**Technologies de l'information – Protocole de
transport de communications amélioré –
Spécification du transport multidiffusé duplex**

Recommandation UIT-T X.607

RECOMMANDATIONS UIT-T DE LA SÉRIE X
RÉSEAUX DE DONNÉES, COMMUNICATION ENTRE SYSTÈMES OUVERTS ET SÉCURITÉ

RÉSEAUX PUBLICS DE DONNÉES	
Services et fonctionnalités	X.1–X.19
Interfaces	X.20–X.49
Transmission, signalisation et commutation	X.50–X.89
Aspects réseau	X.90–X.149
Maintenance	X.150–X.179
Dispositions administratives	X.180–X.199
INTERCONNEXION DES SYSTÈMES OUVERTS	
Modèle et notation	X.200–X.209
Définitions des services	X.210–X.219
Spécifications des protocoles en mode connexion	X.220–X.229
Spécifications des protocoles en mode sans connexion	X.230–X.239
Formulaires PICS	X.240–X.259
Identification des protocoles	X.260–X.269
Protocoles de sécurité	X.270–X.279
Objets gérés des couches	X.280–X.289
Tests de conformité	X.290–X.299
INTERFONCTIONNEMENT DES RÉSEAUX	
Généralités	X.300–X.349
Systèmes de transmission de données par satellite	X.350–X.369
Réseaux à protocole Internet	X.370–X.379
SYSTÈMES DE MESSAGERIE	X.400–X.499
ANNUAIRE	X.500–X.599
RÉSEAUTAGE OSI ET ASPECTS SYSTÈMES	
Réseautage	X.600–X.629
Efficacité	X.630–X.639
Qualité de service	X.640–X.649
Dénomination, adressage et enregistrement	X.650–X.679
Notation de syntaxe abstraite numéro un (ASN.1)	X.680–X.699
GESTION OSI	
Cadre général et architecture de la gestion-systèmes	X.700–X.709
Service et protocole de communication de gestion	X.710–X.719
Structure de l'information de gestion	X.720–X.729
Fonctions de gestion et fonctions ODMA	X.730–X.799
SÉCURITÉ	X.800–X.849
APPLICATIONS OSI	
Engagement, concomitance et rétablissement	X.850–X.859
Traitement transactionnel	X.860–X.879
Opérations distantes	X.880–X.889
Applications génériques de l'ASN.1	X.890–X.899
TRAITEMENT RÉPARTI OUVERT	X.900–X.999
SÉCURITÉ DES TÉLÉCOMMUNICATIONS	X.1000–

Pour plus de détails, voir la Liste des Recommandations de l'UIT-T.

**Technologies de l'information – Protocole de transport de communications amélioré –
Spécification du transport multidiffusé duplex**

Résumé

La présente Recommandation | Norme internationale décrit un protocole de transport multidiffusé duplex sur Internet lorsque la multidiffusion IP est prise en charge. Elle définit le mécanisme d'arborescence de gestion en vue de l'échelonnabilité et le mécanisme de protection contre les erreurs en vue d'une transmission fiable de données multidiffusées. Elle décrit les détails du protocole, notamment le format des paquets, les valeurs des paramètres et les procédures. Le protocole peut être utilisé pour les applications qui nécessitent des services de transmission de données "de un à beaucoup" (*one-to-many*) et "de beaucoup à un" (*many-to-one*).

Source

La Recommandation UIT-T X.607 a été approuvée le 13 février 2007 par la Commission d'études 17 (2005-2008) de l'UIT-T selon la procédure définie dans la Recommandation UIT-T A.8. Un texte identique est publié comme Norme Internationale ISO/CEI 14476-3.

AVANT-PROPOS

L'UIT (Union internationale des télécommunications) est une institution spécialisée des Nations Unies dans le domaine des télécommunications. L'UIT-T (Secteur de la normalisation des télécommunications) est un organe permanent de l'UIT. Il est chargé de l'étude des questions techniques, d'exploitation et de tarification, et émet à ce sujet des Recommandations en vue de la normalisation des télécommunications à l'échelle mondiale.

L'Assemblée mondiale de normalisation des télécommunications (AMNT), qui se réunit tous les quatre ans, détermine les thèmes d'étude à traiter par les Commissions d'études de l'UIT-T, lesquelles élaborent en retour des Recommandations sur ces thèmes.

L'approbation des Recommandations par les Membres de l'UIT-T s'effectue selon la procédure définie dans la Résolution 1 de l'AMNT.

Dans certains secteurs des technologies de l'information qui correspondent à la sphère de compétence de l'UIT-T, les normes nécessaires se préparent en collaboration avec l'ISO et la CEI.

NOTE

Dans la présente Recommandation, l'expression "Administration" est utilisée pour désigner de façon abrégée aussi bien une administration de télécommunications qu'une exploitation reconnue.

Le respect de cette Recommandation se fait à titre volontaire. Cependant, il se peut que la Recommandation contienne certaines dispositions obligatoires (pour assurer, par exemple, l'interopérabilité et l'applicabilité) et considère que la Recommandation est respectée lorsque toutes ces dispositions sont observées. Le futur d'obligation et les autres moyens d'expression de l'obligation comme le verbe "devoir" ainsi que leurs formes négatives servent à énoncer des prescriptions. L'utilisation de ces formes ne signifie pas qu'il est obligatoire de respecter la Recommandation.

DROITS DE PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

L'UIT attire l'attention sur la possibilité que l'application ou la mise en œuvre de la présente Recommandation puisse donner lieu à l'utilisation d'un droit de propriété intellectuelle. L'UIT ne prend pas position en ce qui concerne l'existence, la validité ou l'applicabilité des droits de propriété intellectuelle, qu'ils soient revendiqués par un membre de l'UIT ou par une tierce partie étrangère à la procédure d'élaboration des Recommandations.

A la date d'approbation de la présente Recommandation, l'UIT n'avait pas été avisée de l'existence d'une propriété intellectuelle protégée par des brevets à acquérir pour mettre en œuvre la présente Recommandation. Toutefois, comme il ne s'agit peut-être pas des renseignements les plus récents, il est vivement recommandé aux développeurs de consulter la base de données des brevets du TSB sous <http://www.itu.int/ITU-T/ipr/>.

© UIT 2008

Tous droits réservés. Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite, par quelque procédé que ce soit, sans l'accord écrit préalable de l'UIT.

TABLE DES MATIÈRES

	<i>Page</i>
1 Champ d'application.....	1
2 Références normatives.....	1
3 Définitions	1
4 Abréviations	2
5 Conventions	3
6 Généralités	3
7 Considérations en matière de conception	5
7.1 Participants	5
7.2 Arborescence de gestion	6
7.3 Voies de transmission de données.....	7
7.4 Adressage.....	8
7.5 Jetons	9
8 Paquets.....	9
8.1 En-tête de base	9
8.2 Eléments d'extension	11
8.3 Format de paquet	15
9 Procédures	26
9.1 Création de connexion.....	27
9.2 Participation tardive.....	27
9.3 Transport de données vers l'avant	28
9.4 Gestion des jetons	30
9.5 Transport de données vers l'arrière.....	31
9.6 Gestion de la fiabilité	31
9.7 Gestion de la connexion	33
Annexe A – Temporisateurs et paramètres	35
A.1 Temporisateurs	35
A.2 Paramètres	35
Annexe B – Diagrammes de transition d'état.....	37
Annexe C – Interfaces de programmation d'application	39

Introduction

La présente Recommandation | Norme internationale définit le protocole de transport de communications amélioré (ECTP, *enhanced communications transport protocol*), qui est un protocole de transport visant à prendre en charge les applications multidiffusion Internet fonctionnant sur les réseaux pouvant assurer la multidiffusion. Le protocole ECTP fonctionne sur les réseaux IPv4/IPv6 ayant une capacité de transmission multidiffusion IP au moyen de protocoles de routage multidiffusion IP et IGMP. Le protocole ECTP peut être configuré en mode UDP.

Le protocole ECTP a pour objet de prendre en charge les connexions multidiffusion étroitement gérées dans des applications simplex, duplex et N-plex. La troisième partie du protocole ECTP (Rec. UIT-T X.607 | ISO/CEI 14476-3) définit les mécanismes protocolaires visant à assurer la gestion de la fiabilité en mode duplex. Le protocole ECTP définit aussi les fonctions de gestion de la qualité de service (QS) en vue d'une gestion QS stable pour les utilisateurs de la connexion. Les procédures de gestion QS pour les transmissions seront définies dans la spécification relative à la gestion de la qualité de service en mode duplex (Rec. UIT-T X.607.1 | ISO/IEC 14476-4).

Dans la connexion multidiffusée duplex, les participants sont le propriétaire de la connexion TC (*TC-owner*) et de nombreux utilisateurs du service de transport TS (*TS-user*). Le propriétaire de la connexion TC sera choisi parmi les utilisateurs du service TS avant le début de la connexion. Dans la connexion multidiffusée duplex, deux types de transport de données sont pris en charge: le transport de données multidiffusées du propriétaire de la connexion TC vers tous les autres utilisateurs du service TS et le transport de données unidiffusées des utilisateurs du service TS vers le propriétaire de la connexion TC. Après la création de la connexion, le propriétaire de la connexion TC peut transmettre des données multidiffusées au groupe, tandis que chaque utilisateur du service TS est autorisé à envoyer des données unidiffusées au propriétaire de la connexion TC juste après avoir obtenu un jeton de ce dernier.

Dans le protocole ECTP, le propriétaire de la connexion TC est au centre des communications multidiffusées de groupe. Il est chargé de la gestion globale de la connexion et, pour ce faire, il gère la création et la fin de la connexion, les pauses et les reprises, ainsi que les opérations de participation tardive ou de sortie.

La connexion multidiffusée duplex définie dans le protocole ECTP-3 vise les applications multidiffusion dans lesquelles le propriétaire de la connexion TC (un expéditeur multidiffusion unique) transmet des données à tous les autres utilisateurs du service TS et dans lesquelles certains des utilisateurs du service TS répondent à l'expéditeur multidiffusion au moyen des données de réaction multidiffusées. En général, le transport multidiffusé duplex convient bien pour les applications multidiffusion "de un à beaucoup" qui nécessitent les voies de réaction unidiffusion provenant de certains utilisateurs du service TS (par exemple, l'enseignement à distance, la radiodiffusion Internet, etc.). Ainsi, dans une application d'enseignement à distance, l'expéditeur multidiffusion (l'enseignant) transmet des données telles que la voix, du texte et des images à un groupe d'étudiants, alors que certains des étudiants peuvent répondre à l'enseignant par des données unidiffusées comme des questions pour confirmation.

Il convient de noter que cette connexion multidiffusée duplex peut aussi être utilisée pour des applications multidiffusion "de plusieurs à beaucoup" (*some-to-many*) (notamment dans une conférence de groupe) dans lesquelles quelques utilisateurs du service TS veulent envoyer des données multidiffusées au groupe. Dans ce cas de figure, les données multidiffusées émanant des utilisateurs du service TS peuvent d'abord être transmises au propriétaire de la connexion TC en mode unidiffusion, puis le propriétaire de la connexion transmettra les données unidiffusées reçues au groupe en mode multidiffusion. Par exemple, dans la conférence de groupe, certains des utilisateurs du service TS peuvent agir en tant que groupe et transmettre les données multidiffusées au groupe d'auditeurs par l'intermédiaire du propriétaire de la connexion TC (l'organisateur de la conférence). L'utilisation détaillée de la connexion multidiffusée duplex dépend des applications du protocole de transport multidiffusé duplex.

**NORME INTERNATIONALE
RECOMMANDATION UIT-T**

**Technologies de l'information – Protocole de transport de communications amélioré –
Spécification du transport multidiffusé duplex**

1 Champ d'application

La présente Recommandation | Norme internationale définit le protocole de transport de communications amélioré (ECTP, *enhanced communications transport protocol*), qui est un protocole de transport visant à prendre en charge les applications multidiffusion Internet fonctionnant sur les réseaux pouvant assurer la multidiffusion.

La présente Recommandation | Norme internationale définit la partie 3 du protocole ECTP (ECTP-3) pour la connexion de transport multidiffusé duplex dans laquelle les participants sont un propriétaire de la connexion TC et de nombreux utilisateurs du service TS. La connexion de transport multidiffusé duplex prend en charge deux types de transport de données: le transport de données multidiffusées du propriétaire de la connexion TC vers tous les autres utilisateurs du service TS et le transport de données unidiffusées des utilisateurs du service TS vers le propriétaire de la connexion TC. Un utilisateur du service TS est autorisé à envoyer des données unidiffusées au propriétaire de la connexion TC uniquement s'il obtient un jeton du propriétaire de la connexion TC.

La présente spécification décrit le protocole de prise en charge du transport multidiffusé duplex, qui comprend le mécanisme de gestion de la connexion (établissement, fin, pause, reprise, participation et sortie des utilisateurs) et le mécanisme de gestion de la fiabilité en vue du transport de données multidiffusées et unidiffusées. En particulier, les opérations protocolaires concernant le transport de données multidiffusées du propriétaire de la connexion TC vers les utilisateurs du service TS seront conçues conformément au protocole de transport multidiffusé simplex (ECTP-1), comme indiqué dans la Rec. UIT-T X.606 | ISO/CEI 14476-1.

2 Références normatives

Les Recommandations et Normes internationales suivantes contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente Recommandation | Norme internationale. Au moment de la publication, les éditions indiquées étaient en vigueur. Toutes Recommandations et Normes sont sujettes à révision et les parties prenantes aux accords fondés sur la présente Recommandation | Norme internationale sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des Recommandations et Normes indiquées ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur. Le Bureau de la normalisation des télécommunications de l'UIT tient à jour une liste des Recommandations de l'UIT-T en vigueur.

- Recommandation UIT-T X.601 (2000), *Cadre général des communications entre homologues multiples*.
- Recommandation UIT-T X.602 (2004) | ISO/CEI 16513:2005, *Technologies de l'information – Protocole de gestion de groupe*.
- Recommandation UIT-T X.605 (1998) | ISO/CEI 13252:1999, *Technologies de l'information – Définition du service de transport de communications amélioré*.
- Recommandation UIT-T X.606 (2001) | ISO/CEI 14476-1:2002, *Technologies de l'information – Protocole de transport de communications amélioré: spécification du transport simplex en multidiffusion*.
- Recommandation UIT-T X.606.1 (2003) | ISO/CEI 14476-2:2003, *Technologies de l'information – Protocole de transport de communications amélioré: spécification de la gestion de la qualité de service pour le transport simplex en multidiffusion*.

3 Définitions

La présente Recommandation | Norme internationale est fondée sur les définitions ci-après, qui sont indiquées dans la Rec. UIT-T X.605 | ISO/CEI 13252 (service de transport de communications amélioré).

- a) Connexion de transport: simplex, duplex et N-plex.
- b) Propriétaire de la connexion TC et utilisateurs du service TS.

La présente Recommandation | Norme internationale utilise les termes suivants, qui sont définis dans la Rec. UIT-T X.606 | ISO/CEI 14476-1 (protocole de transport de communications amélioré: partie 1).

a) Arborescence de gestion.

b) Parent et enfants.

c) Propriétaire principal (TO, *top owner*):

Le propriétaire principal est l'unique expéditeur de paquets de données multidiffusées qui peut transmettre des données multidiffusées aux autres utilisateurs du service TS et il gère les opérations globales du protocole ECTP-3. Il sera choisi entre les utilisateurs du service TS avant le début de la connexion et assurera les fonctions du propriétaire de la connexion TC.

d) Propriétaire local (LO, *local owner*):

Un propriétaire local est situé sur l'arborescence de gestion ECTP-3. Un ou plusieurs propriétaires locaux peuvent être désignés en vue d'une reprise après erreur échelonnable et d'un contrôle d'état dans le protocole ECTP-3. C'est aussi un utilisateur du service TS qui peut recevoir les données multidiffusées en provenance du propriétaire principal (TO). Les propriétaires locaux peuvent être configurés en tant que parents des groupes locaux dans le cadre de la configuration de l'arborescence de gestion ECTP-3; et

e) Entité feuille (LE, *leaf entity*):

Une entité feuille est un nœud feuille sur l'arborescence de gestion ECTP-3. C'est un utilisateur du service TS dans la connexion ECTP-3 et il peut recevoir les données multidiffusées envoyées par le propriétaire principal.

La présente Recommandation | Norme internationale applique aussi les définitions suivantes:

a) Utilisateur du service TS expéditeur (SU, *sending TS-user*):

Dans le protocole ECTP-3, certains des utilisateurs du service TS peuvent envoyer des données unidiffusées au propriétaire principal. Un utilisateur du service TS expéditeur (SU) est un utilisateur du service TS qui obtient un jeton auprès du propriétaire principal. Seul l'utilisateur expéditeur SU est autorisé à envoyer des données unidiffusées au propriétaire principal. Autrement dit, avant d'envoyer des données unidiffusées, chaque utilisateur doit demander un jeton au propriétaire principal.

b) Jeton:

Représente le droit pour un utilisateur du service TS de transmettre des données. L'utilisateur du service TS qui a un jeton est l'utilisateur du service TS expéditeur (SU). Les jetons sont gérés par le propriétaire principal.

c) Voie de transmission de données vers l'avant:

Représente la voie de transmission des données multidiffusées du propriétaire principal vers les membres du groupe. Le propriétaire principal envoie des données multidiffusées à tous les membres du groupe à l'adresse IP multidiffusion.

d) Voie de transmission de données vers l'arrière:

Représente la voie de transmission des données multidiffusées dans laquelle les paquets de données circulent d'un utilisateur expéditeur SU vers le propriétaire principal. Un utilisateur expéditeur SU peut envoyer des données unidiffusées au propriétaire principal à une adresse IP unidiffusion.

4 Abréviations

Pour les besoins de la présente Recommandation | Norme internationale, les abréviations suivantes s'appliquent et visent les paquets utilisés dans le protocole ECTP-3.

ACK	accusé de réception (<i>acknowledgment</i>)
CC	confirmation de création de connexion (<i>connection creation confirm</i>)
CR	demande de création de connexion (<i>connection creation request</i>)
CT	demande de fin de connexion (<i>connection termination request</i>)
DT	données (<i>data</i>)
HB	pulsation (<i>heartbeat</i>)
HBACK	accusé de réception de pulsation (<i>heartbeat acknowledgment</i>)
JC	confirmation de participation tardive (<i>late join confirm</i>)
JR	demande de participation tardive (<i>late join request</i>)

LE	entité feuille (<i>leaf entity</i>)
LO	propriétaire local (<i>local owner</i>)
LR	demande de sortie d'un utilisateur (<i>user leave request</i>)
ND	données nulles (<i>null data</i>)
RD	données de retransmission (<i>retransmission data</i>)
SU	utilisateur du service TS expéditeur (<i>sending TS-user</i>)
TC	confirmation de participation à l'arborescence (<i>tree join confirm</i>)
TGC	confirmation d'obtention de jeton (<i>token get confirm</i>)
TGR	demande d'obtention de jeton (<i>token get request</i>)
TJ	demande de participation à une arborescence (<i>tree join request</i>)
TO	propriétaire principal (<i>top owner</i>)
TRC	confirmation de restitution de jeton (<i>token return confirm</i>)
TRR	demande de restitution de jeton (<i>token return request</i>)
TS	services de transport (<i>transport services</i>)

5 Conventions

Dans la présente Recommandation | Norme internationale, les caractères en majuscules représentent un "paquet" du protocole ECTP-3 (par exemple, *CR* pour le paquet de demande de création de connexion) et les caractères en majuscules et en italiques les "temporisateurs" ou "variables" utilisés dans le protocole ECTP-3 (par exemple, *CCT* pour le temporisateur de création de connexion et *AGN* pour la fréquence de création de paquets ACK).

6 Généralités

Le protocole de transport de communications amélioré (ECTP) est un protocole de transport visant à prendre en charge les applications multidiffusion Internet fonctionnant sur les réseaux pouvant assurer la multidiffusion. Il fonctionne sur les réseaux IPv4/IPv6 ayant une capacité de transmission multidiffusion IP au moyen de protocoles de routage multidiffusion IP et IGMP, comme indiqué à la Figure 1. Le protocole ECTP peut être configuré en mode UDP.

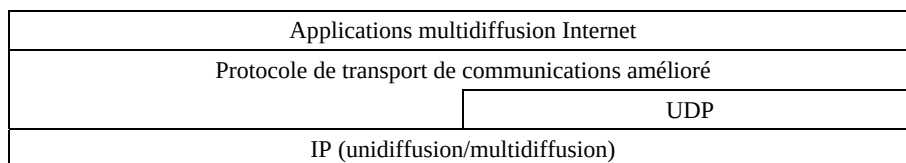


Figure 1 – Modèle de protocole ECTP

La présente Recommandation | Norme internationale décrit la spécification du protocole ECTP, partie 3 (ECTP-3) pour la connexion multidiffusée duplex, qui permet de prendre en charge le transport de données multidiffusées entre des participants qui comprennent un seul propriétaire de la connexion TC (propriétaire principal (TO)) et les autres utilisateurs du service TS. Une connexion multidiffusée duplex prend en charge deux types de voies de données entre les participants: *la voie de transmission de données multidiffusées* (envoyée par le propriétaire principal à tous les autres membres du groupe) et *la voie de transmission de données unidiffusées* (envoyée par un utilisateur du service TS au propriétaire principal). Cet utilisateur du service TS est l'utilisateur du service TS expéditeur (SU) dans le protocole ECTP-3.

La Figure 2 montre les deux types de voies de transport de données utilisées dans la connexion multidiffusée duplex. Comme l'indique la figure, le propriétaire principal peut transmettre des données multidiffusées aux autres utilisateurs du service TS à l'adresse IP multidiffusion (de groupe). Certains utilisateurs expéditeurs SU peuvent envoyer des données unidiffusées au propriétaire principal. L'utilisateur expéditeur SU doit d'abord obtenir un jeton auprès du propriétaire principal avant d'envoyer les données unidiffusées.

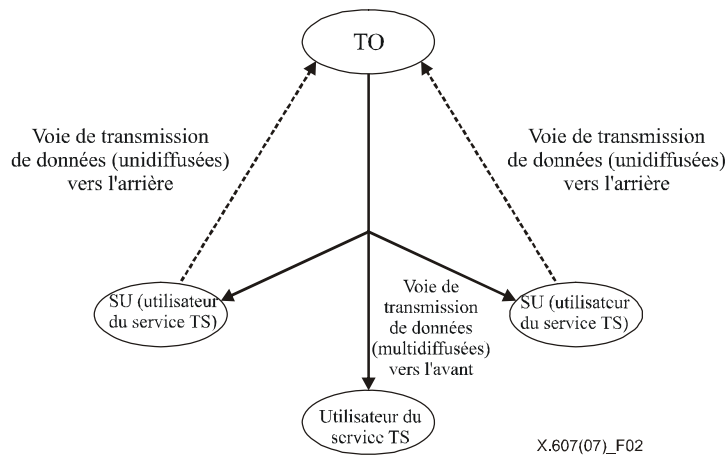


Figure 2 – Transport de données dans le protocole ECTP-3

Pour établir une connexion multidiffusée duplex, le propriétaire principal transmet au groupe un paquet de demande de création de connexion (CR, *connection creation request*). Le paquet CR contient les informations de connexion, y compris les caractéristiques générales de la connexion. En particulier, le paquet CR doit indiquer que le type de connexion est le transport multidiffusé duplex. Chaque utilisateur du service TS désireux de participer à la connexion répondra au propriétaire principal par un paquet de confirmation de création de connexion (CC, *connection creation confirm*). L'opération de création de connexion s'achèvera à l'expiration d'un temporisateur CCT prédéterminé.

Pendant la phase de création de connexion, une arborescence de gestion logique est configurée entre le propriétaire principal et les utilisateurs du service TS, ou entre les utilisateurs du service TS, pour assurer la gestion échelonnée de la fiabilité. La racine étant le propriétaire principal, l'arborescence de gestion définit une relation parent-enfant par paire d'utilisateurs du service TS. L'utilisateur du service TS parent est le propriétaire local (LO). La reprise après erreur aura lieu selon l'arborescence de gestion. Pour configurer une arborescence de gestion, chaque utilisateur du service TS envoie un message de demande de participation à une arborescence (TJ, *tree join request*) à un nœud parent candidat qui a déjà été connecté à l'arborescence. Le nœud parent répondra à l'utilisateur du service TS enfant potentiel par le message de confirmation de participation à une arborescence (TC, *tree join confirm*). Ainsi, l'arborescence de gestion se développera progressivement de la racine vers les nœuds feuilles.

Certains des utilisateurs du service TS potentiels peuvent participer à la connexion en tant que participants tardifs. L'utilisateur du service TS qui est un participant tardif se joint à la connexion en envoyant au propriétaire principal un message de demande de participation tardive (JR, *late join request*). En réponse au message JR, le propriétaire principal envoie à l'utilisateur du service TS un message de confirmation de participation tardive (JC, *late join confirm*). L'utilisateur du service TS qui est un participant tardif se joindra aussi à l'arborescence de gestion au moyen des messages TJ et TC. A cette fin, le message JC du propriétaire principal peut comprendre des informations sur le nœud LO parent potentiel à l'intention du participant tardif. L'utilisateur du service TS qui est un participant tardif peut essayer de se connecter au nœud LO potentiel pour configurer l'arborescence de gestion.

Une fois la connexion établie, la phase de transmission de données commence. Le protocole ECTP-3 prend en charge les deux types de voies de données, à savoir la voie multidiffusion vers l'avant, du propriétaire principal vers le groupe, et la voie multidiffusion vers l'arrière, de l'utilisateur du service TS vers le propriétaire principal. Il assure le transport fiable de données avec reprise après erreur, dans lequel tous les paquets de données (DT) seront récupérés par le parent sur l'arborescence.

Dans la transmission de données multidiffusées vers l'avant, le propriétaire principal peut commencer à transmettre des données multidiffusées au groupe au moyen de l'adresse IP multidiffusion et du numéro de port de groupe. Les paquets de données multidiffusées envoyés par le propriétaire principal seront segmentés séquentiellement et transmis par paquets DT aux utilisateurs du service TS destinataires. Les utilisateurs du service TS transmettront les paquets DT reçus à l'application de couche supérieure dans l'ordre de transmission appliqué par le propriétaire principal.

Pour la voie de transmission vers l'avant de données multidiffusées provenant du propriétaire principal, la protection contre les erreurs sera assurée sur la base du groupe local défini par l'arborescence de gestion ECTP. Si un nœud enfant détecte une perte de données, il envoie une demande de retransmission à son parent au moyen de paquets ACK. Chaque enfant crée un paquet ACK selon la *fréquence de création des paquets ACK* (AGN, *ACK generation number*). Autrement dit, un paquet ACK est créé pour un nombre de paquets de données du propriétaire principal égal à la valeur d'AGN. Un message ACK contient une "suite binaire" indiquant quels paquets de données ont été reçus ou non. En réponse au paquet ACK, chaque propriétaire local (LO) parent peut retransmettre les paquets RD à ses enfants.

Dans le transport de données multidiffusées vers l'avant, les paquets de pulsation (HB, *heartbeat*) et d'accusé de réception de pulsation (HBACK, *heartbeat ACK*) sont utilisés entre un parent et ses enfants pour la mise à jour de l'arborescence de gestion. Un parent transmet des paquets HB à ses enfants après chaque délai de création de paquets HB (HGT, *HB generation time*). Le paquet HB indique quel enfant doit lui répondre au moyen du paquet HBACK. L'enfant correspondant enverra un paquet HBACK au parent. Le paquet HB peut aussi être utilisé par le parent pour calculer le temps de transmission aller retour (RTT, *round trip time*) pour le groupe. A cette fin, les paquets HB et HBACK contiennent un horodateur.

Pour le transport de données unidiffusées vers l'arrière, un utilisateur du service TS dans la connexion peut obtenir un jeton auprès du propriétaire principal (TO) en envoyant un message de demande d'obtention de jeton (TGR, *token get request*). Le propriétaire principal répondra alors à l'utilisateur du service TS par le message de confirmation d'obtention de jeton (TGC, *token get confirm*) qui contient un *ID de jeton*. En conséquence, le nombre total de jetons de la connexion est géré par le propriétaire principal. L'ID de jeton permet d'identifier l'expéditeur des paquets DT unidiffusés du côté du propriétaire principal. L'utilisateur du service TS qui a un jeton est l'utilisateur du service TS expéditeur (SU).

L'utilisateur expéditeur SU peut envoyer des paquets DT unidiffusés au propriétaire principal. Pour la reprise après erreur et la gestion des encombrements, les paquets HB et HBACK sont échangés entre l'utilisateur expéditeur SU et le propriétaire principal. L'utilisateur expéditeur SU envoie un message HB au propriétaire principal. Le propriétaire principal répond ensuite par le paquet HBACK qui contient des informations d'accusé de réception, comme c'est le cas des paquets ACK dans la voie multidiffusion vers l'avant. Il convient de noter que le paquet HBACK est utilisé pour la demande de retransmission sur la voie vers l'arrière.

Après avoir achevé la transmission des données unidiffusées, l'utilisateur expéditeur SU restituera le jeton au propriétaire principal en envoyant un message de demande de restitution de jeton (TRR, *token return request*). Le propriétaire principal répondra à l'utilisateur expéditeur SU par un message de confirmation de restitution de jeton (TRC, *token return confirm*).

Les opérations de gestion de connexion font partie de la connexion (sortie des utilisateurs, pause et reprise de la connexion, fin). Dans l'opération de sortie d'un utilisateur, un utilisateur du service TS participant peut quitter la connexion en envoyant au parent un message de demande de sortie d'un utilisateur (LR, *user leave request*). Dans certains cas, le parent peut forcer un nœud enfant déterminé à quitter la connexion en envoyant le message LR (éjection des éléments perturbateurs). Le propriétaire principal peut temporairement effectuer une pause puis reprendre la connexion. Pendant la période de pause, le propriétaire principal enverra au groupe des paquets de données nulles (ND, *null data*). Lorsque le propriétaire principal a achevé le transport de données, il peut mettre fin à la connexion duplex en envoyant au groupe un message de demande de fin de connexion (CT, *connection termination request*).

7 Considérations en matière de conception

On trouvera dans le présent paragraphe quelques considérations concernant le protocole ECTP-3.

7.1 Participants

Tous les participants à une connexion multidiffusée duplex sont des utilisateurs du service TS et l'un d'entre eux agit en tant que propriétaire de la connexion TC.

Propriétaire de la connexion TC

Dans une connexion multidiffusée duplex, le propriétaire de la connexion TC est responsable de la gestion de la connexion, y compris de la création/fin de la connexion, des participations tardives, de la mise à jour de la connexion et de la gestion des jetons.

Utilisateur du service TS (utilisateur du service de transport)

Une connexion multidiffusée duplex comporte un ou plusieurs utilisateurs du service TS qui peuvent recevoir des données multidiffusées en provenance du propriétaire de la connexion TC. Quelques utilisateurs du service TS peuvent envoyer des données unidiffusées au propriétaire de la connexion TC.

Un utilisateur du service TS peut devenir le propriétaire principal (TO), un propriétaire local (LO) ou une entité feuille (LE), selon le rôle qu'il assume.

Propriétaire principal (TO, *top owner*)

Une connexion multidiffusée duplex a un seul propriétaire principal, qui correspond au propriétaire de la connexion TC. Le propriétaire principal est responsable des opérations globales requises pour la gestion de la connexion, y compris la création et la fin de la connexion, la création de l'arborescence de gestion, les participations tardives et la mise à jour de la connexion. C'est aussi le seul expéditeur sur la voie de

transmission de données multidiffusées vers l'avant. Lui seul est autorisé à envoyer les données multidiffusées initiales aux autres participants.

Propriétaire local (LO, *local owner*)

Dans la connexion multidiffusée duplex, un propriétaire local est un utilisateur du service TS qui est responsable de la reprise après erreur à l'égard du groupe local au moyen de la retransmission de données. Selon la hiérarchie de l'arborescence de gestion ECTP-3, un propriétaire local est un nœud parent, qui a des nœuds enfants. Il est à noter qu'un propriétaire local est aussi un utilisateur du service TS. Autrement dit, il reçoit aussi des données multidiffusées du propriétaire principal. Dans le protocole ECTP-3, un utilisateur du service TS peut agir en tant que propriétaire local dans la connexion, ou certains propriétaires locaux désignés peuvent être utilisés pour la reprise après erreur dans la connexion. Cela dépend de la mise en œuvre du protocole ECTP-3.

Entité feuille (LE, *leaf entity*)

Dans la connexion multidiffusée duplex, une entité feuille représente un nœud feuille sur l'arborescence de gestion. Chaque entité feuille est un utilisateur du service TS qui reçoit les données multidiffusées en provenance du propriétaire principal.

Un utilisateur du service TS peut devenir un utilisateur expéditeur SU lorsqu'il obtient un jeton du propriétaire de la connexion TC.

Utilisateur du service TS expéditeur (SU, *sending TS-user*)

Un utilisateur expéditeur SU est un utilisateur du service TS qui peut envoyer des données unidiffusées au propriétaire principal. Dans la connexion multidiffusée duplex, un utilisateur du service TS devient un utilisateur expéditeur SU lorsqu'il a un jeton et il peut alors transmettre des données unidiffusées au propriétaire principal.

7.2 Arborescence de gestion

Une connexion multidiffusée duplex peut configurer une arborescence de gestion en vue d'une gestion échelonnée de la fiabilité de la manière suivante.

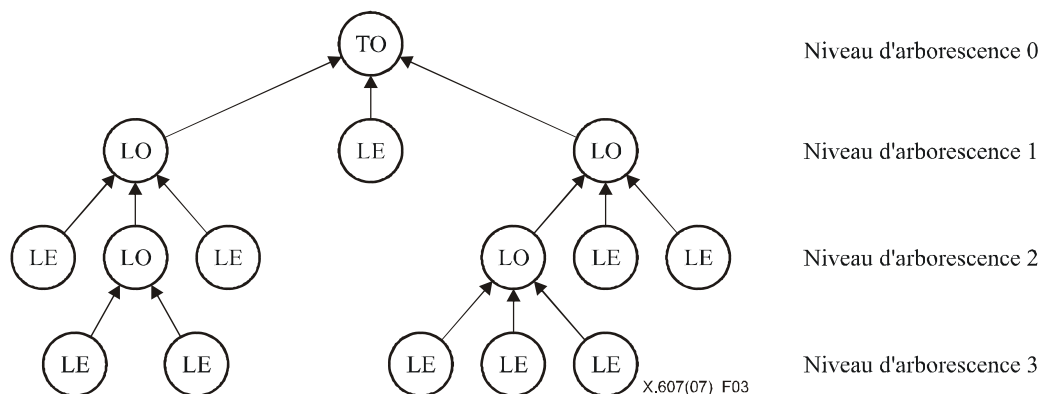


Figure 3 – Arborescence de gestion du protocole ECTP-3

Dans l'arborescence de gestion ECTP-3, le propriétaire principal représente le sommet de l'arborescence, qui est au niveau d'arborescence 0. Un propriétaire local est un nœud parent de l'arborescence et a un ou plusieurs enfants. Un utilisateur du service TS qui n'est pas choisi comme propriétaire local est une entité feuille (LE) et ne peut pas avoir d'enfants. Une telle arborescence de gestion sera configurée pendant la phase de création de connexion.

Dans le protocole ECTP-3, la reprise après erreur s'effectuera au sein de chaque groupe local défini par l'arborescence de gestion. Un enfant peut demander une retransmission au propriétaire local (LO) qui est son parent. En réponse à la demande, le propriétaire local parent retransmettra les paquets de données aux enfants, s'il les a dans la mémoire tampon. Un propriétaire local est aussi un utilisateur du service TS et reçoit donc les données multidiffusées provenant du propriétaire principal. L'arborescence de gestion est utilisée uniquement pour la voie de transmission de données multidiffusées vers l'avant et non pour la voie de transmission des données unidiffusées vers l'arrière.

7.3 Voies de transmission de données

Dans le protocole ECTP-3, les deux types de voies de transmission de données sont utilisés, à savoir la voie de transmission de données vers l'avant et la voie de transmission de données vers l'arrière.

7.3.1 Voie de transmission de données vers l'avant

La voie de transmission de données vers l'avant est utilisée pour permettre au propriétaire principal (TO) d'envoyer des données multidiffusées aux autres membres. La voie de transmission de données multidiffusées vers l'avant peut aussi être utilisée par un propriétaire local (LO) pour envoyer des données de retransmission aux utilisateurs qui sont ses enfants.

L'adresse de la voie de transmission de données vers l'avant comprend l'adresse IP (multidiffusion) de groupe et le port de groupe. Le propriétaire principal envoie des données multidiffusées au moyen de paquets DT à l'adresse de la voie de transmission de données vers l'avant. Le propriétaire principal et les propriétaires locaux peuvent aussi retransmettre des données multidiffusées au moyen de paquets RD à l'adresse de la voie de transmission de données vers l'avant.

La Figure 4 représente l'utilisation des voies de transmission de données multidiffusées vers l'avant dans le protocole ECTP-3.

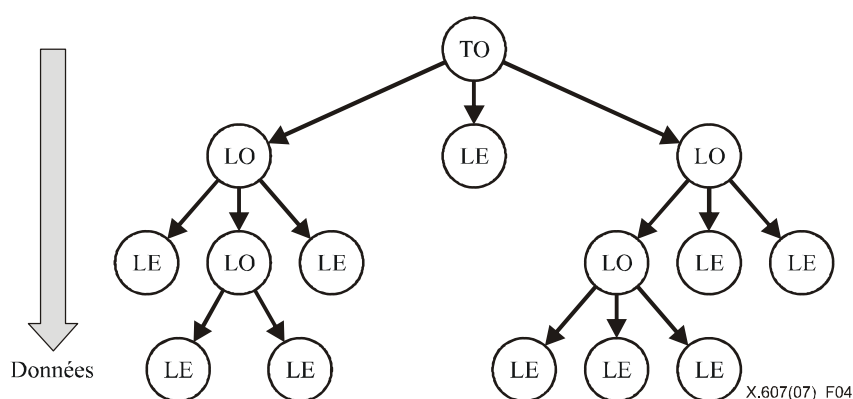


Figure 4 – Voies de transmission de données vers l'avant et arborescence de gestion dans le protocole ECTP-3

7.3.2 Voie de transmission de données vers l'arrière

La voie de transmission de données vers l'arrière est utilisée par un utilisateur du service TS expéditeur (SU) pour envoyer des données unidiffusées au propriétaire principal. L'adresse de la voie vers l'arrière comprend l'adresse IP du propriétaire principal (TO) et le port de "groupe".

La Figure 5 représente l'utilisation des voies de transmission de données unidiffusées vers l'arrière dans le protocole ECTP-3.

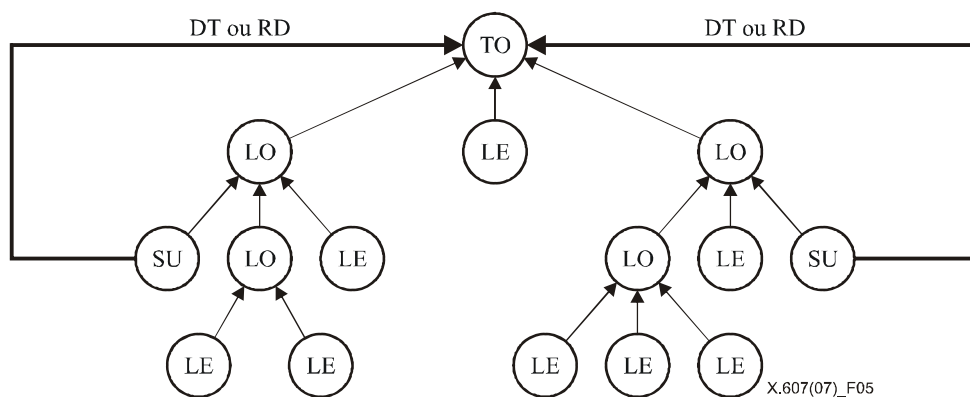


Figure 5 – Voies de transmission de données vers l'arrière dans le protocole ECTP-3

Chaque utilisateur expéditeur SU peut envoyer au propriétaire principal des données unidiffusées au moyen de paquets DT et RD en utilisant l'adresse de cette voie de transmission de données vers l'arrière comme adresse de destination. Par contre, le propriétaire principal doit associer l'adresse de sa voie de transmission de données vers l'arrière pour recevoir les données unidiffusées de tout utilisateur expéditeur SU dans la connexion.

7.4 Adressage

Dans le protocole ECTP-3, chaque paquet utilise les types suivants d'adresse IP et de numéro de port pour ses adresses source et de destination:

- a) Adresse IP de groupe et adresse IP locale.
- b) Port de groupe et port local.

7.4.1 Adresse IP de groupe et adresse IP locale

L'adresse IP de groupe est l'adresse IP multidiffusion (par exemple, l'adresse de classe D pour le système IPv4), alors qu'une adresse IP locale représente l'adresse IP unidiffusion pour chacun des participants ECTP: le propriétaire principal, les propriétaires locaux et les entités feuilles.

L'adresse IP de groupe est utilisée comme adresse de destination des paquets qui doivent être multidiffusés par le propriétaire principal et les propriétaires locaux. Par exemple, les paquets CR et DT du propriétaire principal utiliseront l'adresse IP de groupe comme adresse de destination des paquets IP associés. Chaque propriétaire local utilise aussi l'adresse IP de groupe comme adresse de destination des paquets RD et HB.

L'adresse IP locale de chaque participant est utilisée comme adresses IP source et de destination pour les paquets unidiffusés, ainsi que comme adresse source pour les paquets multidiffusés.

Notons que l'adresse IP de groupe et l'adresse IP locale du propriétaire principal doivent être annoncées à tous les participants potentiels au moyen d'une signalisation hors bande telle qu'une annonce sur le web.

7.4.2 Port de groupe et port local

Le port de groupe représente le numéro de port qui a été annoncé à tous les participants ECTP-3 avant la connexion. Dans le protocole ECTP-3, le port de groupe sera généralement utilisé comme "port de destination" des paquets multidiffusés ECTP-3 transmis par le propriétaire principal ou les propriétaires locaux, par exemple les paquets CR et DT. Autrement dit, chaque utilisateur du service TS devrait associer au groupe l'adresse et le port IP pour recevoir les paquets multidiffusés ECTP-3 appropriés.

Le numéro de port de groupe est aussi utilisé par l'utilisateur expéditeur SU pour envoyer des données unidiffusées au propriétaire principal. Autrement dit, le propriétaire principal associera le port local à son adresse IP locale pour recevoir les données unidiffusées de tout utilisateur expéditeur SU. En particulier, le port de groupe est aussi utilisé comme port de destination du paquet qui demande une certaine action, par exemple une participation tardive.

Par contre, dans les autres cas non décrits ci-dessus, le paquet ECTP-3 utilisera le numéro de port local comme ports source et/ou de destination. Par exemple, en réponse à une demande de participation tardive (JR, *late join request*) d'un utilisateur du service TS, le propriétaire principal répondra par un message de confirmation de participation tardive (JC, *late join confirm*) qui utilise le port local de l'utilisateur du service TS comme port de destination.

L'utilisation détaillée de l'adresse et du port IP locaux est spécifiée pour chacun des paquets ECTP-3 dans les paragraphes suivants.

7.4.3 Adresses des voies de transmission de données

Dans le protocole ECTP-3, tous les paquets de données utilisent le numéro de port de groupe comme port de destination. En conséquence, avant la création de la connexion, les informations suivantes doivent être annoncées à tous les participants ECTP-3 au moyen d'une signalisation hors bande telle qu'une annonce sur le web.

- a) Adresse IP de groupe et port de groupe.
- b) Adresse IP locale du propriétaire principal.

La Figure 6 décrit l'utilisation de l'adresse IP et du port pour les voies de transmission de données vers l'avant et l'arrière. Les paquets de données multidiffusés vers l'avant utilisent l'adresse IP et le numéro de port de groupe comme adresse de destination des paquets de données, tandis que les paquets de données vers l'arrière utilisent l'adresse IP locale du propriétaire principal et le numéro de port de groupe comme adresse de destination.

L'utilisation détaillée des adresses de groupe et locales pour les autres paquets sera spécifiée ultérieurement.

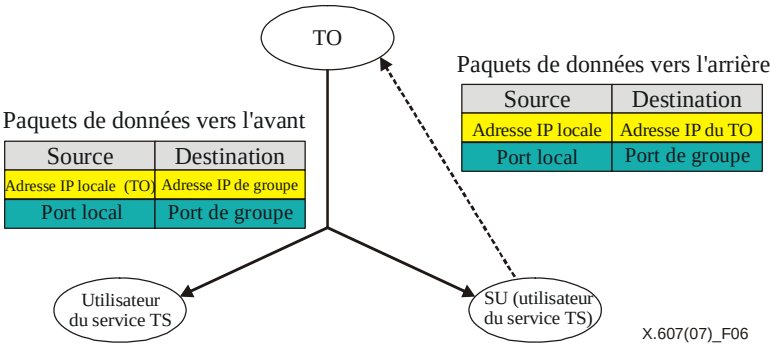


Figure 6 – Adressage des voies de transmission de données dans le protocole ECTP-3

7.5 Jetons

Dans le protocole ECTP-3, un jeton représente le droit d'un utilisateur du service TS d'envoyer des données unidiffusées au propriétaire principal. Avant de transmettre les données, chaque utilisateur du service TS doit obtenir un jeton auprès du propriétaire principal, selon les procédures de gestion des jetons du protocole ECTP-3.

Dans le protocole ECTP-3, chaque jeton est représenté par un entier non négatif de 1 octet. Ce nombre (ou ID de jeton) sera attribué par le propriétaire principal lorsqu'un utilisateur du service TS demande un jeton dans la connexion. L'ID de jeton est compris entre 1 et 255. La valeur "0" est réservée au propriétaire principal. Du côté du propriétaire principal, l'ID de jeton peut servir à identifier l'expéditeur des données unidiffusées.

8 Paquets

Un paquet ECTP contient un en-tête de base de 16 octets ainsi que des éléments d'extension ou des données utilisateur. Il convient de noter que les paquets de données ne comprennent pas d'éléments d'extension. Le format de paquet du protocole ECTP-3 est indiqué à la Figure 7:

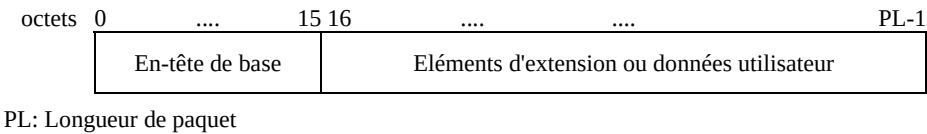


Figure 7 – Format de paquet du protocole ECTP-3

8.1 En-tête de base

L'en-tête de base de 16 octets contient des informations utiles pour toutes les opérations protocolaires, en particulier pour les paquets de données. La Figure 8 représente la structure de l'en-tête de base lorsque le protocole ECTP fonctionne sur IP.

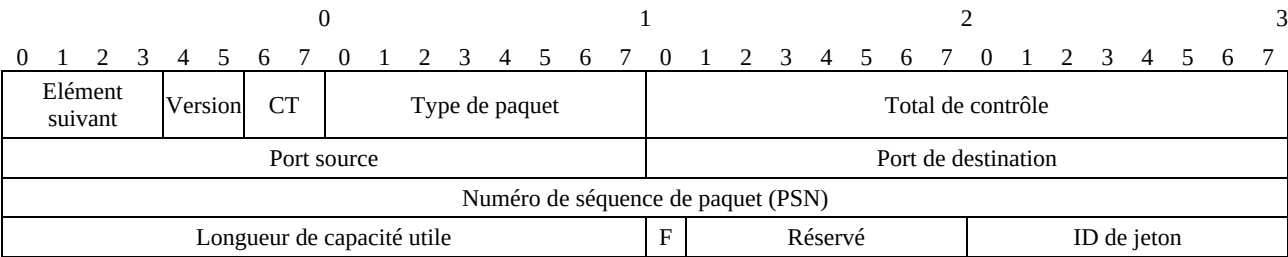


Figure 8 – En-tête de base (ECTP sur IP)

L'en-tête de base contient les informations suivantes:

- a) *Elément suivant* (4 bits)
Indique le type d'élément d'extension suivant immédiatement l'en-tête de base. Les valeurs de codage des éléments d'extension seront décrites ultérieurement. La valeur "0000" signifie que la partie suivante du paquet contient les données utilisateur éventuelles.
- b) *Version* (2 bits)
Définit la version du protocole ECTP-3. La version en cours est codée à "00".
- c) *CT (type de connexion)* (2 bits)
Spécifie le type de connexion ECTP. Les valeurs de codage sont les suivantes:
 - 1) 01 – connexion multidiffusée simplex (pour les protocoles ECTP-1 et ECTP-2)
 - 2) 10 – connexion multidiffusée duplex (pour les protocoles ECTP-3 et ECTP-4)
 - 3) 11 – connexion multidiffusée N-plex (pour les protocoles ECTP-5 et ECTP-6)La valeur "00" est réservée pour une future utilisation. Dans la présente spécification du protocole ECTP-3, le type *CT* doit être mis à "10". Il convient de noter que cette définition est compatible avec les spécifications des protocoles ECTP-1 et ECTP-2.
- d) *Type de paquet* (8 bits)
Indique le type de paquet ECTP-3. Les valeurs de codage des paquets ECTP-3 seront décrites ultérieurement.
- e) *Total de contrôle* (16 bits)
Permet de vérifier la validité du paquet ECTP-3 qui comprend l'en-tête de base, l'en-tête d'extension et/ou les données utilisateur. Le total de contrôle ECTP-3 est calculé au moyen de l'opération arithmétique classique du complément à un, comme c'est le cas avec les protocoles TCP et UDP.
- f) *Port source* (16 bits) et *Port de destination* (16 bits)
Ces numéros de port permettent d'identifier les applications expéditrices et destinataires dans le cas du protocole ECTP-3 sur IP. Lorsque le protocole ECTP-3 fonctionne avec le protocole UDP, ces champs servent à représenter l'ID de connexion, comme on le verra ultérieurement.
- g) *PSN (numéro de séquence de paquet)* (32 bits)
Cette valeur représente le numéro de séquence du paquet de données pour les paquets DT ou RD du protocole ECTP-3. Pour certains paquets de gestion tels que les paquets ND ou HB, cette valeur présente une sémantique différente, qui sera décrite ultérieurement. Pour les autres paquets de gestion, elle n'est pas prise en compte. Ce numéro de séquence est un nombre sans signe de 32 bits qui commence par le numéro de séquence initial, augmente de "1" à chaque paquet et reboucle sur "1" après avoir atteint la valeur " $2^{32} - 1$ ".
- h) *Longueur de capacité utile* (16 bits)
Cette valeur indique, en octets, la longueur totale des en-têtes d'extension ou des données utilisateur suivant l'en-tête de base.
- i) *F* (1 bit)
Il s'agit d'un bit indicateur, dont l'utilisation dépend du type de paquet:
 - 1) pour les paquets JC (confirmation de participation tardive), TJ (confirmation de participation à une arborescence), TGC (confirmation d'obtention de jeton) et TRC (confirmation de restitution de jeton), la valeur $F = 1$ indique que chaque demande de participation correspondante est acceptée. Dans le cas contraire, F est mis à "0";
 - 2) pour le paquet LR (demande de sortie d'un utilisateur), F est mis à "1" pour une sortie demandée par l'utilisateur ou à "0" pour l'éjection des éléments perturbateurs;
 - 3) pour le paquet CT (demande de fin de connexion), F est mis à "1" pour une fin anormale ou à "0" pour une fin normale après la transmission de toutes les données.Pour les autres paquets, la description est donnée dans le paragraphe relatif à la procédure protocolaire. Par contre, si aucune utilisation n'est spécifiée, ce champ ne sera pas pris en compte.
- j) *Réservé* (7 bits)
Ce champ est réservé pour une utilisation future.

k) *ID de jeton* (8 bits)

L'ID de jeton est valide uniquement pour les paquets de données DT et RD. Il représente la source des paquets de données. Sa valeur est comprise entre 0 et 255. Chaque utilisateur expéditeur SU reçoit un ID de jeton du propriétaire principal au moyen de la procédure d'obtention et de cession de jeton et donne à ce champ le numéro attribué par le propriétaire principal. Dans les paquets de données multidiffusées vers l'avant émanant du propriétaire principal, ce champ sera mis à "0".

Par ailleurs, lorsque le protocole ECTP fonctionne avec le protocole UDP, il n'est pas nécessaire que l'en-tête de paquet précise les ports source et de destination, qui seront indiqués par l'en-tête du protocole UDP. Dans ce cas, le champ de 32 bits correspondant aux ports source et de destination sera rempli au moyen de l'"ID de connexion". Par défaut, il peut recevoir la valeur de l'adresse de groupe IPv4.

Le format de l'en-tête de base pour le protocole ECTP sur UDP est le suivant:

0								1								2								3											
0	1	2	3	4	5	6	7	0	1	2	3	4	5	6	7	0	1	2	3	4	5	6	7	0	1	2	3	4	5	6	7				
Elément suivant				Version				CT				Type de paquet								Total de contrôle															
ID de connexion																																			
Numéro de séquence de paquet																																			
Longueur de capacité utile																F		Réservé								ID de jeton									

Figure 9 – En-tête de base (ECTP sur UDP)

L'ID de connexion permet à l'hôte ECTP d'identifier une connexion ECTP. Il peut aussi servir à vérifier la connexion. Dans la phase d'établissement de la connexion, cette information doit d'abord être communiquée par le propriétaire principal aux autres participants au moyen des paquets CR ou JC. Tous les autres paquets ECTP-3 doivent avoir, pour ce champ, la valeur indiquée par le propriétaire principal.

8.2 Éléments d'extension

Les paquets ECTP utilisés pour la gestion peuvent contenir un ou plusieurs éléments d'extension conjointement avec l'en-tête de base. Celui-ci, ainsi que chaque élément d'extension, ont un champ "Elément suivant" qui pointe sur l'élément d'extension venant éventuellement immédiatement après.

Le champ Elément suivant est codé comme l'indique le Tableau 1. Il convient de noter que la valeur "0000" signifie "Aucun élément". En conséquence, le dernier élément d'extension d'un paquet ECTP doit mettre son champ Elément suivant à la valeur "0000".

Tableau 1 – Éléments d'extension

Élément d'extension	Valeur de codage de l'élément suivant de l'élément précédent (4 bits)	Longueur de l'élément d'extension (octets)
Aucun élément	0000	0
Connexion	0001	4
Accusé de réception	0010	Variable
Membre	0011	4
Horodateur	0100	12
Adresse	0110	8 ou 20

Il convient de noter que tous les éléments d'extension autres que l'élément "Adresse" ont déjà été définis dans les protocoles ECTP-1 et ECTP-2. En conséquence, les valeurs de codage de ces éléments d'extension seront réutilisées dans le protocole ECTP-3. Notons que la valeur de codage "0101" est réservée pour l'élément d'extension QS, qui n'est pas utilisé dans le protocole ECTP-3 et peut être défini pour la gestion QS dans le protocole ECTP-4.

Tous les éléments d'extension décrits dans le tableau seront définis dans le présent paragraphe par référence aux prescriptions relatives au protocole ECTP-3.

8.2.1 Élément Connexion

L'élément d'extension Connexion contient des informations globales sur la connexion de transport ECTP-3. Il est codé à "0001" dans le champ Élément suivant de l'élément précédent ou de l'en-tête de base. Cet élément d'extension doit être inclus dans les paquets CR, JC et TGR. La structure de l'élément est indiquée à la Figure 10 sur une longueur de "4" octets:

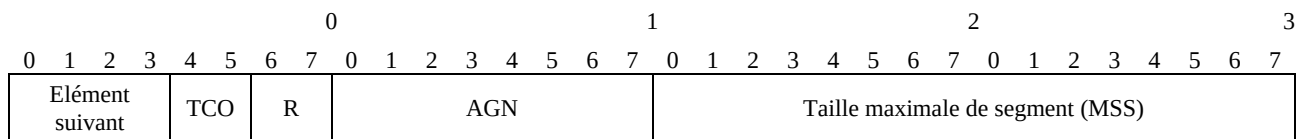


Figure 10 – Élément d'extension Connexion

Chaque champ est défini comme suit:

a) *Elément suivant* (4 bits)

Précise le type d'élément d'extension suivant, comme l'indique le Tableau 1.

b) *TCO (option de configuration d'arborescence)* (2 bits)

Précise l'option de configuration d'arborescence utilisée dans le protocole ECTP-3 comme suit:

1) 00 – Configuration de niveau 1

Aucun propriétaire local (LO) n'est utilisé dans la connexion. Ainsi, tous les utilisateurs du service TS doivent être connectés au propriétaire principal qui est leur parent sur l'arborescence de gestion.

2) 01 – Configuration de niveau 2

Une arborescence de gestion de niveau 2 est configurée: propriétaire principal (TO) ⇔ propriétaire local (LO) ⇔ entité feuille (LE). Chaque entité feuille peut être connectée à un propriétaire local ou directement au propriétaire principal. Les entités feuilles sont toutes connectées au propriétaire principal sur l'arborescence.

3) 10 – Configuration générale

Dans cette option, il est possible de configurer une arborescence de gestion de plus de deux niveaux d'arborescence.

4) 11 – Réserve pour une future utilisation.

c) *R (réserve)* (2 bits)

Réserve pour une future utilisation.

d) *AGN (fréquence de création de paquets ACK)* (8 bits)

Entier positif compris entre 1 et 255 qui représente la *fréquence de création de paquets ACK*. La fréquence AGN est utilisée par un utilisateur enfant pour créer et transmettre un paquet ACK dans le protocole ECTP-3.

e) *MSS* (16 bits)

Définit, en octets, la taille maximale du segment de données utilisateur susceptible d'être contenu dans un paquet DT ECTP-3, qui peut contenir au maximum "65535" octets de données utilisateur. La valeur par défaut est "1024".

8.2.2 Élément Accusé de réception

Cet élément d'extension donne des informations sur l'état de réception des paquets au nœud enfant, informations qui seront utilisées par le nœud parent pour la gestion des erreurs, du flux et des encombrements. Cet en-tête d'extension est joint au paquet ACK. Il est codé à "0010" dans le champ Élément suivant de l'élément précédent ou de l'en-tête de base.

Il comprend quatre octets fixes et la *suite binaire du paquet ACK* de taille variable, ainsi qu'il est décrit sur la Figure 11.

0								1								2								3							
0	1	2	3	4	5	6	7	0	1	2	3	4	5	6	7	0	1	2	3	4	5	6	7	0	1	2	3	4	5	6	7
Elément suivant				Longueur de suite binaire				Longueur de suite binaire valide								Réservé															
Suite binaire du paquet ACK																															

Figure 11 – Élément d'extension Accusé de réception

Chaque champ est défini comme suit:

- Elément suivant* (4 bits)
Précise le type d'élément d'extension suivant, comme l'indique le Tableau 1.
- Longueur de suite binaire* (4 bits)
Définit la taille totale de la variable suite binaire du paquet ACK en unités de mot (4 octets), à l'exclusion des 8 octets fixes. Il convient de noter que la valeur maximale de l'élément Longueur de suite binaire est de "8" (mots).
- Longueur de suite binaire valide* (8 bits)
Représente, en "bits", la longueur de la partie réellement valide de la variable *suite binaire du paquet ACK*.
- Réservé* (16 bits)
Réservé pour une future utilisation. En particulier, certaines informations sur la gestion QS peuvent être spécifiées dans ce champ par le protocole ECTP-4.
- Suite binaire du paquet ACK* (variable)
Représente par "0" ou "1" des informations indiquant quels paquets de données ont été reçus (1) ou perdus (0) par le destinataire. Dans la *suite binaire du paquet ACK*, les informations commencent par le numéro de séquence *LSN*, qui représente le numéro de séquence du paquet DT au numéro le plus bas qui n'a pas encore été reçu par le destinataire. Le numéro *LSN* sera défini dans le champ *PSN* de l'en-tête de base. La *suite binaire du paquet ACK* contient la totalité des informations concernant la taille de la variable *longueur de suite binaire valide*.

La longueur totale de la partie *suite binaire du paquet ACK* est représentée, en mots, par la *longueur de suite binaire*. En conséquence, le remplissage par des "0" peut avoir lieu pour la partie de la *suite binaire du paquet ACK* autre que les bits de la *longueur de suite binaire valide* pour assurer l'alignement de l'élément Accusé de réception dans l'unité de mot.

Comme exemple de l'utilisation de la suite binaire du paquet ACK, supposons que *LSN* = 100, *longueur de suite binaire valide* = 8 et *suite binaire du paquet ACK* = 01110111. Cette *suite binaire* signifie que le destinataire a perdu les paquets de données ayant les numéros de séquence 100 et 104 et a reçu tous les paquets de données dont le numéro de séquence est inférieur à 100. En pareil cas, la *longueur de suite binaire* est de "1" et les 24 derniers bits de la *suite binaire du paquet ACK* sont tous remplis de "0". Notons que le premier bit de la *suite binaire du paquet ACK* doit toujours être mis à "0".

8.2.3 Élément Composition

Cet élément d'extension de 4 octets contient des informations sur la composition de l'arborescence, ainsi qu'il est montré sur la Figure 12. Il est codé à "0011" dans le champ Elément suivant de l'élément précédent ou de l'en-tête de base.

0				1				2				3			
0	1	2	3	4	5	6	7	0	1	2	3	4	5	6	7
Elément suivant				Niveau d'arborescence				ID d'enfant				Nombre de descendants actifs			

Figure 12 – Élément d'extension Composition

Chaque champ est défini comme suit:

a) *Elément suivant* (4 bits)

b) *Niveau d'arborescence* (4 bits)

Définit le niveau d'arborescence de l'expéditeur du paquet sur l'arborescence de gestion ECTP-3. Le propriétaire principal (TO) sera au niveau d'arborescence "0" et ses enfants au niveau d'arborescence "1". La valeur du *niveau d'arborescence* augmente de "1" à mesure que l'arborescence se développe progressivement.

c) *ID d'enfant* (8 bits)

Entier non négatif qui spécifie le numéro d'identification d'un nœud enfant. Dans la phase de création de l'arborescence, cet ID d'enfant sera attribué par le parent à chacun des enfants. Il permet de déterminer à quel moment envoyer un paquet ACK à son parent, opération décrite ultérieurement. Un paquet ACK d'un nœud enfant contient son ID d'enfant, qui peut être utilisé par le parent pour la reprise après erreur. La valeur "0" indique que ce champ ne doit pas être pris en compte.

d) *Nombre de descendants actifs (ADN, active descendant number)* (16 bits)

Représente le nombre de descendants actifs du nœud le long de l'arborescence. Chaque utilisateur du service TS met le nombre ADN à "1", puisqu'il n'a pas d'enfant. Le propriétaire local parent regroupera toutes les valeurs du nombre ADN correspondant à ses enfants. Le propriétaire principal peut ainsi savoir combien d'utilisateurs du service TS participent à la connexion.

8.2.4 Elément Horodateur

L'élément Horodateur est codé à "0100" dans le champ Elément suivant de l'élément précédent ou de l'en-tête de base. Le protocole ECTP-3 utilise un horodateur de 8 octets pour calculer le temps de transmission aller retour (RTT, *round trip time*).

L'élément d'extension Horodateur de 12 octets a le format suivant (voir Figure 13).

0								1								2								3											
0	1	2	3	4	5	6	7	0	1	2	3	4	5	6	7	0	1	2	3	4	5	6	7	0	1	2	3	4	5	6	7				
Elément suivant				Réservé																															
Horodateur (secondes)																																			
Horodateur (microsecondes)																																			

Figure 13 – Elément d'extension Horodateur

Chaque champ est défini comme suit:

a) *Elément suivant* (4 bits)

b) *Réservé* (28 bits)

c) *Horodateur* (64 bits)

Contient la valeur de l'horodateur de 8 octets. Les 4 premiers octets représentent la valeur temporelle en secondes, les quatre octets suivants en microsecondes, comme dans le programme *ping* classique.

8.2.5 Elément Adresse

L'élément d'extension Adresse est codé à "0110" dans le champ Elément suivant de l'élément précédent ou de l'en-tête de base. Il est joint au paquet lorsque le protocole doit spécifier l'adresse IPv4 ou IPv6 du participant concerné. Par exemple, le paquet JC du propriétaire principal (TO) peut inclure cet élément afin d'indiquer à un utilisateur qui est un participant tardif l'adresse IP du propriétaire local (LO) auquel cet utilisateur peut se connecter.

La longueur de l'élément est de 8 ou 20 octets, selon la version du protocole IP. L'élément a le format suivant (voir Figure 14).

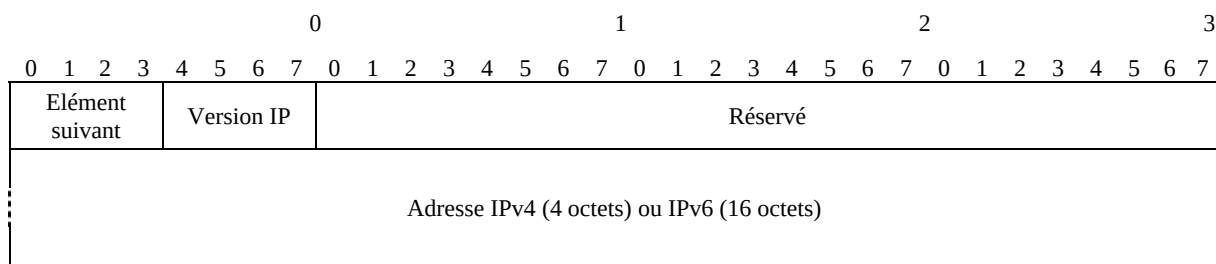


Figure 14 – Élément d'extension Adresse

Chaque champ est défini comme suit:

- a) *Elément suivant* (4 bits)
- b) *Version IP* (4 bits)

Ce champ indique la version de l'adresse IP figurant dans l'élément. Actuellement, les valeurs suivantes sont disponibles: IPv4 (0100) et IPv6 (0110).

- c) *Réservé* (24 bits)
- d) *Adresse IP* (32 ou 128 bits): Ce champ indique l'adresse IPv4 ou IPv6 du participant concerné.

8.3 Format de paquet

Le protocole ECTP-3 définit les 18 types de paquets: 3 types de paquets de données et 15 types de paquets de gestion. Les paquets de données sont les paquets DT, ND et RD. Le Tableau 2 résume les types de paquets utilisés dans le protocole ECTP-3. Dans le tableau, les parties en gris indiquent les types de paquets nouvellement définis dans le protocole ECTP-3.

Tableau 2 – Paquets du protocole ECTP-3

Nom complet	Abréviation	Transport	De	A
Demande de création de connexion	CR	Multidiffusé	Propriétaire principal	Utilisateurs du service TS
Confirmation de création de connexion	CC	Unidiffusé	Utilisateur du service TS	Propriétaire principal
Demande de participation à une arborescence	TJ	Unidiffusé	Enfant	Parent
Confirmation de participation à une arborescence	TC	Unidiffusé	Parent	Enfant
Données	DT	Multidiffusé Unidiffusé	Propriétaire principal Utilisateur expéditeur SU	Utilisateur du service TS Propriétaire principal
Données nulles	ND	Multidiffusé	Propriétaire principal	Utilisateurs du service TS
Données de retransmission	RD	Multidiffusé Unidiffusé	Parent Utilisateur expéditeur SU	Enfants Propriétaire principal
Accusé de réception	ACK	Unidiffusé	Enfant	Parent
Pulsation	HB	Multidiffusé Unidiffusé	Parent Utilisateur expéditeur SU	Enfants Propriétaire principal
Accusé de réception de pulsation	HBACK	Unidiffusé	Enfant/Propriétaire principal	Parent/Utilisateur expéditeur SU
Demande de participation tardive	JR	Unidiffusé	Utilisateur du service TS	Propriétaire principal
Confirmation de participation tardive	JC	Unidiffusé	Propriétaire principal	Utilisateur du service TS
Demande de sortie d'un utilisateur	LR	Unidiffusé	Parent/Enfant	Enfant/Parent
Demande de fin de connexion	CT	Multidiffusé	Propriétaire principal	Utilisateurs du service TS
Demande d'obtention de jeton	TGR	Unidiffusé	Utilisateur expéditeur SU/Propriétaire principal	Propriétaire principal/ Utilisateur expéditeur SU
Confirmation d'obtention de jeton	TGC	Unidiffusé	Propriétaire principal/ Utilisateur expéditeur SU	Utilisateur expéditeur SU/ Propriétaire principal

Tableau 2 – Paquets du protocole ECTP-3

Nom complet	Abréviation	Transport	De	A
Demande de restitution de jeton	TRR	Unidiffusé	Utilisateur du service TS/ Propriétaire principal	Propriétaire principal/ Utilisateur du service TS
Confirmation de restitution de jeton	TRC	Unidiffusé	Propriétaire principal/ Utilisateur du service TS	Utilisateur du service TS/ Propriétaire principal

Dans le tableau, le nœud parent représente le propriétaire principal ou le propriétaire local, et les paquets utilisés pour la gestion des jetons peuvent être envoyés par l'utilisateur expéditeur SU et le propriétaire principal. De même, comme le montre le tableau, tous les paquets ECTP-3 sont échangés entre les participants dans le mode "demande et confirmation". Par exemple, la demande CR devrait être suivie de la réception du message de confirmation CC correspondant. Les messages ACK permettront de confirmer les messages DT et RD. Par contre, les messages LR et CT n'exigent aucun message de confirmation correspondant.

Par ailleurs, la valeur de codage et la structure de paquet sont indiquées pour chacun des paquets ECTP-3 dans le Tableau 3. Les éléments d'extension sont joints à l'en-tête de base dans l'ordre indiqué dans le tableau.

Tableau 3 – Format des paquets ECTP-3

Type de paquet	Valeur de codage	Éléments d'extension ou données utilisateur (structure de paquet)	Longueur (octets)	Phase protocolaire opérationnelle
CR	0000 0001	Connexion	20	Création de connexion
CC	0000 0010		16	
TJ	0000 0011		16	Création d'arborescence de gestion
TC	0000 0100	Composition + <i>Adresse</i>	20+	
DT	0000 0101	Données utilisateur	16+	Transport de données (vers l'avant et vers l'arrière)
ND	0000 0110		16	
RD	0000 0111	Données utilisateur	16+	
ACK	0000 1000	Composition + Accusé de réception	20+	
HB	0000 1001	Composition + <i>Horodateur</i>	20+	Mise à jour de l'arborescence de gestion
HBACK	0000 1110	Composition + Accusé de réception + <i>Horodateur</i>	20+	
JR	0000 1010		16	Participation tardive
JC	0000 1011	Connexion + <i>Adresse</i>	20+	
LR	0000 1100		16	Sortie d'un utilisateur
CT	0000 1101		16	Fin
TGR	0001 0001		16	Obtention de jeton
TGC	0001 0010		16	
TRR	0001 0011		16	Restitution de jeton
TRC	0001 0100		16	

Dans le tableau, les parties en grisé indiquent les paquets nouvellement définis dans le protocole ECTP-3: HBACK, TGR, TGC, TRR et TRC. Il convient de noter que les parties en italique (des éléments d'extension) indiquent que l'utilisation de l'élément d'extension correspondant est facultative, et non impérative, lors de l'implémentation.

Dans la colonne indiquant la longueur de paquet, le signe "+" signifie que la taille de paquet peut augmenter si l'élément facultatif spécifié ou des données utilisateur sont ajoutés. A noter que le paquet ND est utilisé uniquement pour le transport de données multidiffusées vers l'avant. Par contre, les valeurs de codage suivantes sont réservées pour une future utilisation: "0000 0000", "0000 1111" et "0001 0000".

8.3.1 Demande de création de connexion (CR, *connection creation request*)

Le paquet CR est utilisé par le propriétaire principal (TO) pour créer une connexion multidiffusée duplex. Le propriétaire principal envoie le paquet CR au groupe aux adresses source et de destination suivantes:

- Adresse IP source: adresse IP du propriétaire principal
- Port source: numéro de port local du propriétaire principal

- Adresse IP de destination: adresse IP multidiffusion du groupe
- Port de destination: numéro de port de groupe

La longueur du paquet CR est de 20 octets (en-tête de base de 16 octets + élément Connexion de 4 octets). Le paquet CR a le format suivant (voir Figure 15):

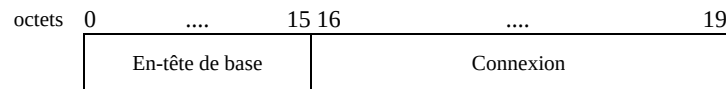


Figure 15 – Paquet CR

L'en-tête de base de 16 octets du paquet CR doit être codé comme suit:

- Elément suivant*: "0001" (élément Connexion)
- Version*: "00" (version en cours du protocole ECTP-3)
- CT*: "10" (connexion multidiffusée duplex)
- Type de paquet*: "0000 0001" (CR)
- Total de contrôle*: à calculer
- Port source*: numéro de port local du propriétaire principal (ou ID de connexion)
- Port de destination*: numéro de port de groupe (ou ID de connexion)
- PSN*: numéro *PSN* initial qui sera attribué par le propriétaire principal et utilisé pour la voie de transmission de données vers l'avant
- Longueur de capacité utile*: 4
- F*: "0" (à ne pas prendre en compte)
- ID de jeton*: "0" (l'ID de jeton du propriétaire principal est mis à "0").

L'élément Connexion de 4 octets doit être codé comme suit:

- Elément suivant*: "0000" ou "0100" (si l'élément Horodateur est ajouté à titre facultatif)
- TCO*: tel que configuré par le propriétaire principal
- RO*: tel que configuré par le propriétaire principal
- AGN*: tel que configuré par le propriétaire principal
- MSS*: tel que configuré par le propriétaire principal (la valeur par défaut étant "1024").

8.3.2 Confirmation de création de connexion (CC, *connection creation confirm*)

Le paquet CC est utilisé par l'utilisateur du service TS en réponse au paquet CR émanant du propriétaire principal. Un utilisateur du service TS envoie le paquet CC au propriétaire principal aux adresses source et de destination suivantes:

- Adresse IP source: adresse IP de l'utilisateur du service TS
- Port source: numéro de port local de l'utilisateur du service TS
- Adresse IP de destination: adresse IP du propriétaire principal
- Port de destination: numéro de port de groupe

Le paquet CC contient uniquement l'en-tête de base de 16 octets, qui doit être codé comme suit:

- Elément suivant*: "0000" ou "0100" (si l'élément Horodateur est ajouté à titre facultatif)
- CT*: "10"
- Type de paquet*: "0000 0010" (CC)
- Total de contrôle*: à calculer
- Port source*: numéro de port local de l'utilisateur du service TS (ou ID de connexion)
- Port de destination*: numéro de port de groupe (ou ID de connexion).

Tous les champs autres que ceux qui sont définis plus haut seront mis à "0" et ne seront pas pris en compte par le destinataire.

8.3.3 Demande de participation à une arborescence (TJ, *tree join request*)

Le paquet TJ est envoyé par l'utilisateur du service TS au nœud parent potentiel en vue d'une participation à l'arborescence de gestion. Le nœud parent potentiel peut être le propriétaire principal (TO) lui-même ou peut être indiqué par ce dernier (au moyen du paquet JC). Un utilisateur du service TS envoie le paquet TJ au parent (propriétaire principal ou propriétaire local) aux adresses source et de destination suivantes:

- Adresse IP source: adresse IP de l'utilisateur du service TS
- Port source: numéro de port local de l'utilisateur du service TS
- Adresse IP de destination: adresse IP du nœud parent (propriétaire principal ou propriétaire local)
- Port de destination: numéro de port de groupe

Le paquet TJ contient uniquement l'en-tête de base de 16 octets, qui doit être codé comme suit:

- a) *Elément suivant*: "0000"
- b) *CT*: "10"
- c) *Type de paquet*: "0000 0011" (TJ)
- d) *Total de contrôle*: à calculer
- e) *Port source*: numéro de port local de l'utilisateur du service TS (ou ID de connexion)
- f) *Port de destination*: numéro de port de groupe (ou ID de connexion).

Tous les champs autres que ceux qui sont définis plus haut seront mis à "0" et ne seront pas pris en compte par le destinataire.

8.3.4 Confirmation de participation à une arborescence (TC, *tree join confirm*)

Le paquet TC est envoyé par le nœud parent (propriétaire principal ou propriétaire local) en réponse au paquet TJ. Le nœud parent envoie le paquet TC à l'utilisateur du service TS aux adresses source et de destination suivantes:

- Adresse IP source: adresse IP du nœud parent (propriétaire principal ou propriétaire local)
- Port source: numéro de port de groupe
- Adresse IP de destination: adresse IP de l'utilisateur du service TS
- Port de destination: port local de l'utilisateur du service TS

Le paquet TC contient l'en-tête de base de 16 octets. Si la demande TJ correspondante est acceptée, le paquet TC contiendra aussi l'élément Composition de 4 octets et éventuellement l'élément Adresse (facultatif).

Le paquet TC a le format suivant comme le montre la Figure 16:

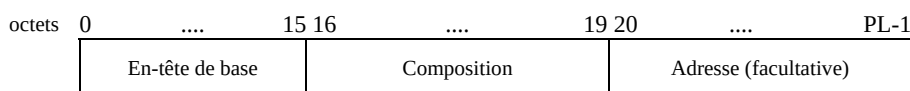


Figure 16 – Paquet TC

L'en-tête de base de 16 octets du paquet TC doit être codé comme suit:

- a) *Elément suivant*: "0011" (élément Composition)
- b) *CT*: "10"
- c) *Type de paquet*: "0000 0100" (TC)
- d) *Total de contrôle*: à calculer
- e) *Port source*: port de groupe (ou ID de connexion)
- f) *Port de destination*: port local de l'utilisateur du service TS (ou ID de connexion)
- g) *Longueur de capacité utile*: 4 ou plus (si l'élément Adresse est ajouté)
- h) *F*: "1" si la demande TJ est acceptée, "0" dans le cas contraire.

Tous les champs autres que ceux qui sont définis plus haut seront mis à "0" et ne seront pas pris en compte par le destinataire.

L'élément Composition de 4 octets doit être codé comme suit:

- a) *Elément suivant*: "0000" ou "0110" (si l'élément Adresse est ajouté à titre facultatif)

- b) *Niveau d'arborescence*: représente le niveau d'arborescence existant du nœud parent
- c) *ID d'enfant*: est attribué par le nœud parent
- d) *ADN*: est mis à "0" et n'est pas pris en compte.

L'élément Adresse peut être ajouté à titre facultatif à l'élément Composition, uniquement si la demande TJ est rejetée. En pareil cas, les informations d'adresse représentent l'adresse IP d'un autre nœud parent potentiel auquel le nœud enfant qui a essuyé un échec peut tenter à nouveau de se connecter.

L'élément Adresse doit alors être codé comme suit:

- a) *Élément suivant*: "0000"
- b) *Version IP*: "0100" (IPv4) ou "0110" (IPv6)
- c) *adresse IP*: adresse IP du propriétaire local parent potentiel.

8.3.5 Données (DT, data)

Le paquet DT est utilisé par le propriétaire principal pour transmettre aux membres du groupe des données multidiffusées vers l'avant, ou par l'utilisateur expéditeur SU pour envoyer au propriétaire principal des données unidiffusées vers l'arrière.

Les paquets DT multidiffusés vers l'avant sont envoyés aux utilisateurs du service TS aux adresses source et de destination suivantes:

- Adresse IP source: adresse IP du propriétaire principal
- Port source: numéro de port local du propriétaire principal
- Adresse IP de destination: adresse IP multidiffusion du groupe
- Port de destination: numéro de port de groupe

Les paquets DT unidiffusés vers l'arrière sont envoyés au propriétaire principal aux adresses source et de destination suivantes:

- Adresse IP source: adresse IP de l'utilisateur expéditeur SU
- Port source: numéro de port local de l'utilisateur expéditeur SU
- Adresse IP de destination: adresse IP du propriétaire principal
- Port de destination: numéro de port de groupe

Le paquet DT contient l'en-tête de base de 16 octets et les données utilisateur de longueur variable.

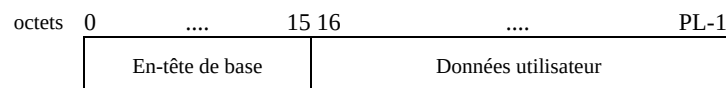


Figure 17 – Paquet DT

L'en-tête de base de 16 octets du paquet DT doit être codé comme suit:

- a) *Élément suivant*: "0000"
- b) *CT*: "10" (connexion multidiffusée duplex)
- c) *Type de paquet*: "0000 0101" (DT)
- d) *Total de contrôle*: à calculer
- e) *Port source*: numéro de port local du propriétaire principal (ou ID de connexion)
- f) *Port de destination*: numéro de port de groupe (ou ID de connexion)
- g) *PSN*: numéro PSN du paquet DT, qui augmentera de 1, à partir du *numéro PSN initial*.
- h) *Longueur de capacité utile*: indique la longueur (en octets) des données utilisateur contenues dans le paquet
- i) *F*: "0" (à ne pas prendre en compte)
- j) *ID de jeton*: ID de jeton de l'expéditeur du paquet de données ("0" pour le propriétaire principal ou un nombre positif pour l'utilisateur expéditeur SU).

8.3.6 Données nulles (ND, *null data*)

Le paquet ND est utilisé par le propriétaire principal dans la voie de transmission de données vers l'avant afin d'indiquer que la connexion ECTP est toujours active. Les utilisateurs du service TS destinataires ne sont pas tenus de répondre à ce paquet.

Le propriétaire principal envoie le paquet ND au groupe aux adresses source et de destination suivantes:

- Adresse IP source: adresse IP du propriétaire principal
- Port source: numéro de port local du propriétaire principal
- Adresse IP de destination: adresse IP multidiffusion du groupe
- Port de destination: numéro de port de groupe

Le paquet ND contient uniquement l'en-tête de base de 16 octets, qui doit être codé comme suit:

- a) *CT*: "10" (connexion multidiffusée duplex)
- b) *Type de paquet*: "0000 0110" (ND)
- c) *Total de contrôle*: à calculer
- d) *Port source*: numéro de port local du propriétaire principal (ou ID de connexion)
- e) *Port de destination*: numéro de port de groupe (ou ID de connexion)
- f) *PSN*: numéro *PSN* du dernier paquet DT envoyé par le propriétaire principal.

Tous les champs autres que ceux qui sont définis plus haut seront mis à "0" et ne seront pas pris en compte par le destinataire.

8.3.7 Données de retransmission (RD, *retransmission data*)

Le paquet RD est utilisé dans la voie de transmission de données vers l'avant par le nœud parent (propriétaire principal ou propriétaire local) sur l'arborescence de gestion pour retransmettre le paquet DT en vue d'une reprise après erreur. Il est également utilisé dans la voie de transmission de données vers l'arrière par l'utilisateur expéditeur SU en vue d'une reprise après erreur.

Le format de paquet est identique à celui du paquet DT.

8.3.8 Accusé de réception (ACK, *acknowledgement*)

Le paquet ACK est envoyé dans la voie de transmission de données vers l'avant par un nœud enfant au nœud parent sur l'arborescence de gestion pour accuser réception des paquets DT reçus du propriétaire principal. Un tel paquet est créé selon la règle de création des paquets ACK, qui sera décrite ultérieurement. Il ne sera pas utilisé dans la voie de transmission de données vers l'arrière.

Pour la voie de transmission de données vers l'avant, un paquet ACK est transmis par un nœud enfant à son parent aux adresses source et de destination suivantes:

- Adresse IP source: adresse IP de l'utilisateur du service TS
- Port source: numéro de port local de l'utilisateur du service TS
- Adresse IP de destination: adresse IP du nœud parent (propriétaire principal ou propriétaire local)
- Port de destination: numéro de port de groupe

Le paquet ACK contient l'en-tête de base de 16 octets, l'élément Composition de 4 octets et l'élément Accusé de réception de longueur variable, ainsi qu'il est indiqué à la Figure 18.

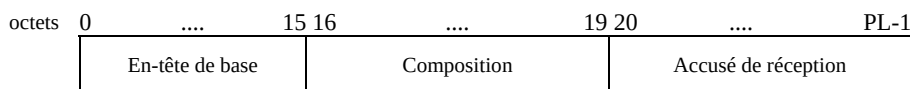


Figure 18 – Paquet ACK

L'en-tête de base du paquet ACK doit être codé comme suit:

- a) *Élément suivant*: "0011" (élément Composition)
- b) *CT*: "10"
- c) *Type de paquet*: "0000 1000" (ACK)

- d) *Total de contrôle*: à calculer
- e) *Port source*: numéro de port local de l'utilisateur du service TS ou numéro de port de groupe du propriétaire principal (ou ID de connexion)
- f) *Port de destination*: numéro de port de groupe ou numéro de port local de l'utilisateur expéditeur SU (ou ID de connexion)
- g) *PSN*: *LSN*, numéro *PSN* du paquet DT au numéro le plus bas qui n'a pas encore été reçu
- h) *Longueur de capacité utile*: longueur (en octets) des éléments d'extension joints à l'en-tête de base
- i) *F*: "0" (à ne pas prendre en compte)
- j) *ID de jeton*: ID de jeton de l'expéditeur correspondant ("0" pour le propriétaire principal ou un nombre positif pour l'utilisateur expéditeur SU).

L'élément Composition de 4 octets doit être codé comme suit:

- a) *Élément suivant*: "0010" (élément Accusé de réception)
- b) *Niveau d'arborescence*: représente le niveau d'arborescence existant du nœud enfant ("0" pour le propriétaire principal)
- c) *ID d'enfant*: ID d'enfant (entier) qui est attribué à l'enfant et qui n'est pas pris en compte pour la voie de transmission vers l'arrière.
- d) *ADN*: nombre de descendants actifs de l'enfant pour la voie de transmission de données vers l'avant; ce nombre n'est pas pris en compte pour la voie de transmission vers l'arrière.

L'élément Accusé de réception doit être codé comme suit:

- a) *Élément suivant*: "0000"
- b) *Longueur de suite binaire*: représente la longueur totale de la *suite binaire du paquet ACK* en mots (4 octets)
- c) *Longueur de suite binaire valide*: longueur réellement valable, en bits, de la *suite binaire du paquet ACK*
- d) *Suite binaire du paquet ACK*: représente les informations de suite binaire indiquant quels paquets DT sont perdus, à partir du numéro *LSN*.

8.3.9 Pulsation (HB, *heartbeat*)

Le paquet HB est utilisé par le nœud parent (propriétaire principal ou propriétaire local) pour la mise à jour de l'arborescence. Il peut aussi servir à calculer, de manière facultative, le temps RTT local entre le parent et l'enfant. Il est également utilisé dans la voie de transmission de données vers l'arrière entre l'utilisateur expéditeur SU et le propriétaire principal.

Le nœud parent envoie périodiquement le paquet HB à ses enfants aux adresses source et de destination suivantes:

- Adresse IP source: adresse IP du nœud parent (propriétaire principal ou propriétaire local)
- Port source: numéro de port local du nœud parent
- Adresse IP de destination: adresse IP multidiffusion du groupe
- Port de destination: numéro de port de groupe

Le paquet HB contient l'en-tête de base de 16 octets, l'élément Composition de 4 octets et éventuellement l'élément Horodateur (facultatif), ainsi qu'il est indiqué à la Figure 19.

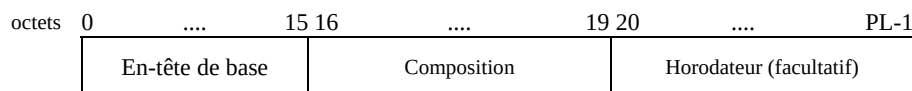


Figure 19 – Paquet HB

L'en-tête de base du paquet HB a le format suivant:

- a) *Élément suivant*: "0011" (élément Composition)
- b) *CT*: "10"
- c) *Type de paquet*: "0000 1001" (HB)
- d) *Total de contrôle*: à calculer
- e) *Port source*: numéro de port local du parent (ou ID de connexion)

- f) *Port de destination*: numéro de port de groupe (ou ID de connexion)
- g) *PSN*: numéro PSN du paquet DT au numéro le plus bas que le nœud parent contient dans la mémoire tampon
- h) *Longueur de capacité utile*: longueur (en octets) des éléments d'extension joints à l'en-tête de base.

Tous les champs autres que ceux qui sont définis plus haut seront mis à "0" et ne seront pas pris en compte par le destinataire.

L'élément Composition de 4 octets doit être codé comme suit:

- a) *Élément suivant*: "0000" ou "0100" (si l'élément Horodateur est ajouté à titre facultatif)
- b) *Niveau d'arborescence*: représente le niveau d'arborescence existant du nœud parent ("0" pour le propriétaire principal)
- c) *ID d'enfant*: ID de l'enfant qui devrait répondre au paquet HB par le paquet HBACK.
- d) *ADN*: est mis à "0" et n'est pas pris en compte.

L'élément Horodateur facultatif de 12 octets doit être codé comme suit:

- a) *Élément suivant*: "0000"
- b) *Horodateur*: valeur temporelle de 8 octets mesurée au niveau du parent et utilisée pour calculer le temps RTT local.

8.3.10 Accusé de réception de pulsation (HBACK, *heartbeat acknowledgement*)

Le paquet HBACK est envoyé par le nœud enfant en réponse au paquet HB émanant du parent. Lorsqu'un enfant reçoit le paquet HB du parent, si l'ID d'enfant du paquet HB est égal à son ID d'enfant, l'enfant devrait répondre par le paquet HBACK. Ce paquet permet d'indiquer que l'enfant est toujours actif. Il permet aussi au parent de calculer le temps RTT local.

Le paquet HBACK est également utilisé dans la voie de transmission de données vers l'arrière entre l'utilisateur expéditeur SU et le propriétaire principal.

Le nœud enfant envoie le paquet HBACK à son parent aux adresses source et de destination suivantes:

- Adresse IP source: adresse IP de l'enfant
- Port source: numéro de port local de l'enfant
- Adresse IP de destination: adresse IP du parent
- Port de destination: numéro de port local du parent

Le paquet HBACK contient l'en-tête de base de 16 octets et l'élément Composition de 4 octets, l'élément Accusé de réception et éventuellement l'élément Horodateur (facultatif), comme l'indique la Figure 20.

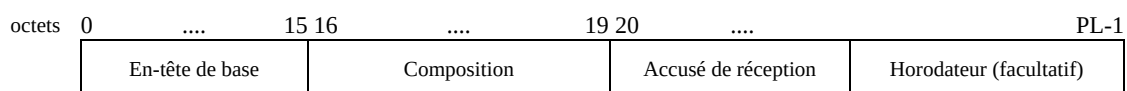


Figure 20 – Paquet HBACK

L'en-tête de base du paquet HBACK a le format suivant:

- a) *Élément suivant*: "0011" (Élément Composition)
- b) *CT*: "10"
- c) *Type de paquet*: "0000 1110" (HBACK)
- d) *Total de contrôle*: à calculer
- e) *Port source*: numéro de port local de l'enfant (ou ID de connexion)
- f) *Port de destination*: numéro de port local du parent (ou ID de connexion)
- g) *Longueur de capacité utile*: longueur (en octets) des éléments d'extension joints à l'en-tête de base.

Tous les champs autres que ceux qui sont définis plus haut seront mis à "0" et ne seront pas pris en compte par le destinataire.

L'élément Composition de 4 octets doit être codé comme suit:

- a) *Elément suivant*: "0000" ou "0100" (si l'élément Horodateur est ajouté à titre facultatif)
- b) *Niveau d'arborescence*: représente le niveau d'arborescence existant de l'enfant
- c) *ID d'enfant*: ID d'enfant de l'enfant
- d) *ADN*: nombre de descendants actifs de l'enfant.

L'élément Accusé de réception doit être codé comme dans le paquet ACK.

L'élément Horodateur facultatif de 12 octets doit être codé comme suit:

- a) *Elément suivant*: "0000"
- b) *Horodateur*: valeur temporelle de 8 octets contenue dans le paquet HB du parent.

8.3.11 Demande de participation tardive (JR, *late join request*)

Le paquet JR est utilisé par un nouvel utilisateur du service TS participant pour se joindre à la connexion ECTP. Ce dernier envoie le paquet JR au propriétaire principal aux adresses source et de destination suivantes:

- Adresse IP source: adresse IP de l'utilisateur du service TS
- Port source: numéro de port local de l'utilisateur du service TS
- Adresse IP de destination: adresse IP du propriétaire principal
- Port de destination: numéro de port de groupe

Le paquet JR contient uniquement l'en-tête de base de 16 octets, qui doit être codé comme suit:

- a) *Elément suivant*: "0000"
- b) *CT*: "10"
- c) *Type de paquet*: "0000 1010" (JR)
- d) *Total de contrôle*: à calculer
- e) *Port source*: numéro de port local de l'utilisateur du service TS (ou ID de connexion)
- f) *Port de destination*: numéro de port de groupe (ou ID de connexion).

Tous les champs autres que ceux qui sont définis plus haut seront mis à "0" et ne seront pas pris en compte par le destinataire.

8.3.12 Confirmation de participation tardive (JC, *late join confirm*)

Le paquet JC est utilisé par le propriétaire principal (TO) en réponse au paquet JR. Le propriétaire principal envoie le paquet JC au nouveau participant aux adresses source et de destination suivantes:

- Adresse IP source: adresse IP du propriétaire principal
- Port source: numéro de port local du propriétaire principal
- Adresse IP de destination: adresse IP de l'utilisateur du service TS
- Port de destination: port local de l'utilisateur du service TS

Le paquet JC contient l'en-tête de base de 16 octets. Si la demande LJ correspondante est acceptée, il contiendra aussi l'élément Connexion de 4 octets et éventuellement l'élément Adresse (facultatif).

Le paquet JC a le format suivant, tel qu'indiqué à la Figure 21.

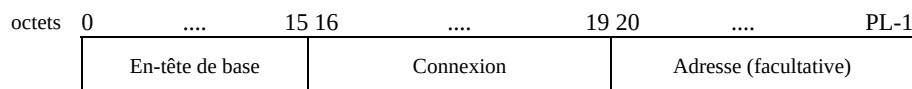


Figure 21 – Paquet JC

L'en-tête de base de 16 octets du paquet JC doit être codé comme suit:

- a) *Elément suivant*: "0001" (élément Connexion)
- b) *CT*: "10"
- c) *Type de paquet*: "0000 1011" (JC)

- d) *Total de contrôle*: à calculer
- e) *Port source*: port local du propriétaire principal (ou ID de connexion)
- f) *Port de destination*: port local de l'utilisateur du service TS (ou ID de connexion)
- g) *Longueur de capacité utile*: 4 ou plus (si l'élément Adresse est ajouté)
- h) *F*: "1" si la demande LJR est acceptée, "0" dans le cas contraire.

Tous les champs autres que ceux qui sont définis plus haut seront mis à "0" et ne seront pas pris en compte par le destinataire.

L'élément Connexion de 4 octets doit être codé comme suit:

- a) *Élément suivant*: "0000" ou "0110" (si l'élément Adresse est ajouté à titre facultatif)
- b) *TCO*: tel que configuré par le propriétaire principal
- c) *AGN*: tel que configuré par le propriétaire principal
- d) *MSS*: tel que configuré par le propriétaire principal (la valeur par défaut étant "1024").

L'élément Adresse peut être ajouté à titre facultatif à l'élément Connexion, uniquement si le propriétaire principal veut indiquer le nœud LO parent potentiel au nouvel utilisateur du service TS participant. Dans ce cas, le nouveau participant peut tenter de se connecter au nœud parent indiqué par l'élément Adresse dans la configuration d'arborescence.

L'élément Adresse doit alors être codé comme suit:

- a) *Élément suivant*: "0000"
- b) *Version IP*: "0100" (IPv4) ou "0110" (IPv6)
- c) *Adresse IP*: adresse IP du propriétaire local parent potentiel.

8.3.13 Demande de sortie d'un utilisateur (LR, *user leave request*)

Le paquet LR est utilisé par l'enfant pour indiquer qu'il quittera la connexion, ou par le nœud parent pour éjecter un enfant qui est un élément perturbateur. Le paquet LR n'exige pas de paquet de confirmation correspondant. Il est envoyé par l'enfant ou le parent aux adresses source et de destination suivantes:

- Adresse IP source: adresse IP de l'enfant (sortie d'un utilisateur) ou du parent (éjection des éléments perturbateurs)
- Port source: numéro de port local de l'enfant ou du parent
- Adresse IP de destination: adresse IP du parent ou de l'enfant
- Port de destination: numéro de port de groupe ou numéro de port local de l'enfant

Le paquet LR contient uniquement l'en-tête de base de 16 octets, qui a le format suivant:

- a) *Élément suivant*: "0000"
- b) *CT*: "10"
- c) *Type de paquet*: "0000 1100" (LR)
- d) *Total de contrôle*: à calculer
- e) *Port source*: port local de l'enfant ou du parent (ou ID de connexion)
- f) *Port de destination*: port de groupe ou port local de l'enfant (ou ID de connexion)
- g) *F*: "1" pour une sortie demandée par l'utilisateur ou "0" pour l'éjection des éléments perturbateurs.

Tous les champs autres que ceux qui sont définis plus haut seront mis à "0" et ne seront pas pris en compte par le destinataire.

8.3.14 Demande de fin de connexion (CT, *connection termination request*)

Le paquet CT est utilisé par le propriétaire principal pour mettre fin à la connexion. Il n'exige pas de paquet de confirmation correspondant. Il est envoyé par le propriétaire principal aux adresses source et de destination suivantes:

- Adresse IP source: adresse IP du propriétaire principal
- Port source: numéro de port local du propriétaire principal
- Adresse IP de destination: adresse IP multidiffusion du groupe
- Port de destination: numéro de port de groupe

Le paquet CT contient uniquement l'en-tête de base de 16 octets, qui a le format suivant:

- a) *Élément suivant*: "0000"
- b) *CT*: "10"
- c) *Type de paquet*: "0000 1101" (CT)
- d) *Total de contrôle*: à calculer
- e) *Port source*: port local du propriétaire principal (ou ID de connexion)
- f) *Port de destination*: port de groupe (ou ID de connexion)
- g) *F*: "1" pour une fin anormale, ou "0" pour une fin normale (après la transmission des données multidiffusées).

Tous les champs autres que ceux qui sont définis plus haut seront mis à "0" et ne seront pas pris en compte par le destinataire.

8.3.15 Demande d'obtention de jeton (TGR, *token get request*)

Le paquet TGR est utilisé par un utilisateur du service TS pour obtenir un jeton en vue du transport de données unidiffusées vers l'arrière (opération d'obtention de jeton initiée par l'utilisateur du service TS). Dans ce cas, l'utilisateur du service TS peut demander un jeton au propriétaire principal en envoyant un paquet TGR. L'utilisateur du service TS qui détient un jeton devient un utilisateur expéditeur SU.

Le paquet TGR est envoyé aux adresses source et de destination suivantes:

- Adresse IP source: adresse IP de l'utilisateur du service TS
- Port source: numéro de port local de l'utilisateur du service TS
- Adresse IP de destination: adresse IP du propriétaire principal
- Port de destination: numéro de port de groupe du propriétaire principal

Le paquet TGR contient uniquement l'en-tête de base de 16 octets, qui doit être codé comme suit:

- a) *Élément suivant*: "0000"
- b) *CT*: "10"
- c) *Type de paquet*: "0001 0001" (TGR)
- d) *Total de contrôle*: à calculer
- e) *Port source*: numéro de port local de l'utilisateur du service TS (ou ID de connexion)
- f) *Port de destination*: numéro de port de groupe du propriétaire principal (ou ID de connexion)
- g) *PSN*: numéro PSN initial de la voie de transmission de données vers l'arrière
- h) *Longueur de capacité utile*: "0"
- i) *ID de jeton*: est mis à "0" et n'est pas pris en compte.

8.3.16 Confirmation d'obtention de jeton (TGC, *token get confirm*)

Le propriétaire principal (TO) envoie le paquet TGC pour donner un jeton à l'entité associée. Ce paquet est envoyé aux adresses source et de destination suivantes:

- Adresse IP source: adresse IP du propriétaire principal
- Port source: numéro de port de groupe du propriétaire principal
- Adresse IP de destination: adresse IP de l'utilisateur du service TS
- Port de destination: port local de l'utilisateur du service TS

Le paquet TGC contient uniquement l'en-tête de base de 16 octets, qui doit être codé comme suit:

- a) *Élément suivant*: "0000"
- b) *CT*: "10"
- c) *Type de paquet*: "0001 0010" (TGC)
- d) *Total de contrôle*: à calculer
- e) *Port source*: numéro de port de groupe du propriétaire principal (ou ID de connexion)
- f) *Port de destination*: numéro de port local de l'utilisateur du service TS (ou ID de connexion)
- g) *Longueur de capacité utile*: "0"

- h) *F*: "1" (acceptation) ou "0" (rejet)
- i) *ID de jeton*: ID de jeton attribué par le propriétaire principal (obtention de jeton).

8.3.17 Demande de restitution de jeton (TRR, *token return request*)

Le paquet TRR est utilisé par un utilisateur du service TS pour restituer un jeton au propriétaire principal (opération de restitution de jeton initiée par un utilisateur du service TS). Dans ce cas, l'utilisateur du service TS envoie un paquet TRR.

Le paquet TRR est envoyé aux adresses source et de destination suivantes:

- Adresse IP source: adresse IP de l'utilisateur du service TS
- Port source: port local de l'utilisateur du service TS
- Adresse IP de destination: adresse IP du propriétaire principal
- Port de destination: port de groupe du propriétaire principal

Le paquet TRR contient uniquement l'en-tête de base de 16 octets, qui doit être codé comme suit:

- a) *Élément suivant*: "0000"
- b) *CT*: "10"
- c) *Type de paquet*: "0001 0011" (TRR)
- d) *Total de contrôle*: à calculer
- e) *Port source*: numéro de port local de l'utilisateur du service TS (ou ID de connexion)
- f) *Port de destination*: numéro de port de groupe du propriétaire principal (ou ID de connexion)
- g) *ID de jeton*: ID de jeton de l'utilisateur expéditeur SU.

Tous les champs autres que ceux qui sont définis plus haut seront mis à "0" et ne seront pas pris en compte par le destinataire.

8.3.18 Confirmation de restitution de jeton (TRC, *token return confirm*)

Le paquet TRC est envoyé par le propriétaire principal (TO) pour confirmer la demande TRR connexe. Il est envoyé aux adresses source et de destination suivantes:

- Adresse IP source: adresse IP du propriétaire principal
- Port source: port de groupe du propriétaire principal
- Adresse IP de destination: adresse IP de l'utilisateur expéditeur SU
- Port de destination: port local de l'utilisateur expéditeur SU

Le paquet TRC contient uniquement l'en-tête de base de 16 octets, qui doit être codé comme suit:

- a) *Élément suivant*: "0000"
- b) *CT*: "10"
- c) *Type de paquet*: "0001 0100" (TRC)
- d) *Total de contrôle*: à calculer
- e) *Port source*: numéro de port de groupe du propriétaire principal (ou ID de connexion)
- f) *Port de destination*: numéro de port local de l'utilisateur expéditeur SU (ou ID de connexion)
- g) *ID de jeton*: ID de jeton de l'utilisateur expéditeur.

Tous les champs autres que ceux qui sont définis plus haut seront mis à "0" et ne seront pas pris en compte par le destinataire.

9 Procédures

Le présent paragraphe décrit les procédures protocolaires ECTP-3. Avant la création d'une connexion multidiffusée duplex, les informations d'adresse ci-après devraient être annoncées aux participants potentiels (utilisateurs du service TS).

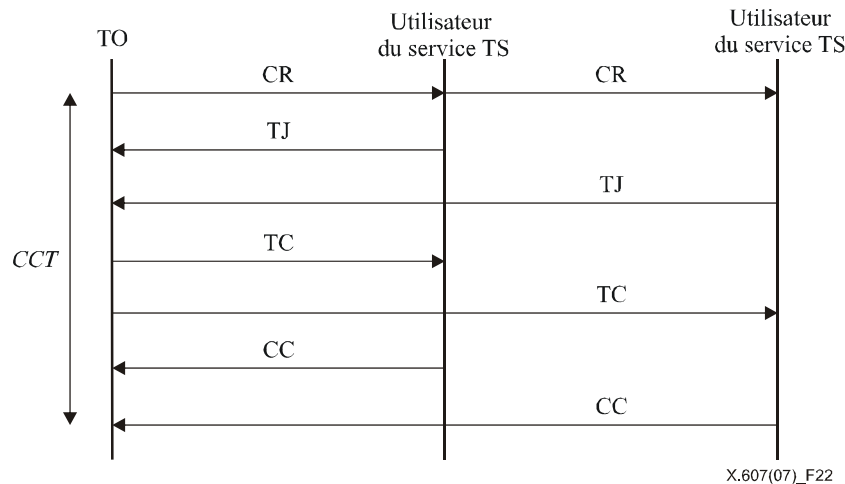
- a) Adresse IP multidiffusion du groupe
- b) Numéro de port de groupe
- c) Adresse IP du propriétaire principal.

Ces informations peuvent être annoncées aux participants potentiels par un mécanisme de signalisation hors bande tel qu'une annonce sur le web. En conséquence, l'utilisateur du service TS potentiel devrait être en mesure de rattacher l'adresse IP et le port de groupe afin de recevoir le paquet CR du propriétaire principal. Un utilisateur du service TS potentiel qui est un participant tardif devrait également envoyer un paquet JR au propriétaire principal.

9.1 Création de connexion

Une connexion multidiffusée duplex débutera lorsque le propriétaire principal (TO) envoie au groupe le premier paquet ECTP-3 (CR) à l'adresse IP multidiffusion et au port de groupe. Une arborescence de gestion ECTP-3 est aussi configurée dans la phase de création de connexion.

Les opérations générales de création de connexion et de création d'arborescence de gestion sont indiquées à la Figure 22.



X.607(07)_F22

Figure 22 – Procédure de création de connexion

9.1.1 Lancement de la création de connexion

Le propriétaire principal (TO) lance l'opération de création de connexion en envoyant le paquet CR au groupe. Ce paquet contient des informations générales sur l'élément Connexion telles que *l'option de configuration d'arborescence* (TCO, *tree configuration option*), *l'option fiabilité* (RO, *reliability option*) et *la taille maximale de segment* (MSS, *maximum segment size*).

Après avoir envoyé le paquet CR, le propriétaire principal lance le *temporisateur de création de connexion* (CCT, *connection creation timer*). Seuls les paquets CC sont autorisés pendant le délai CCT.

Chaque utilisateur du service devrait se joindre à l'arborescence de gestion avant de répondre par un paquet CC. Dans la phase de création de connexion, chaque utilisateur ne peut se joindre qu'au propriétaire principal.

9.1.2 Création d'arborescence de gestion

Pour se joindre à l'arborescence de gestion, chaque utilisateur du service TS envoie un paquet TJ au propriétaire principal. Ce dernier répond alors à l'utilisateur du service TS par le paquet TC. Celui-ci devrait indiquer si la demande de participation à l'arborescence est acceptée ou non au moyen de l'indicateur *F* de l'en-tête de base.

Le paquet TC devrait aussi contenir l'*ID d'enfant* et le *niveau d'arborescence* de l'élément Composition. Il peut à titre facultatif contenir l'élément Adresse pour représenter un propriétaire local parent potentiel pour l'utilisateur du service TS. Il doit s'assurer que le propriétaire local parent est déjà sur l'arborescence.

9.2 Participation tardive

Certains des participants potentiels peuvent se joindre à la connexion multidiffusée duplex en tant que participants tardifs. En particulier, tout utilisateur du service TS est autorisé à participer à la connexion en tant que participant tardif après l'expiration du délai CCT.

Les opérations générales concernant un participant tardif sont indiquées à la Figure 23.

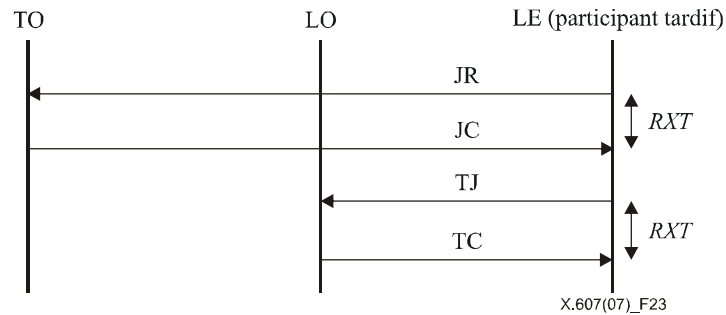


Figure 23 – Procédure de participation tardive

Un utilisateur du service TS potentiel peut participer à la connexion de manière normale (en envoyant un paquet CC en réponse au paquet CR) ou en tant que participant tardif (en envoyant un paquet LJ au propriétaire principal). A cette fin, il peut essayer d'effectuer l'opération de participation tardive en attendant le paquet CR du propriétaire principal pendant un laps de temps préconfiguré, le *délai d'attente du paquet CR* (CWT, *CR waiting time*), qui peut être défini localement par chaque utilisateur du service TS potentiel.

L'utilisateur du service TS qui est un participant tardif envoie un paquet JR au propriétaire principal. En réponse au paquet JR, le propriétaire principal envoie au participant tardif un paquet JC, qui devrait indiquer que la demande est acceptée ou non au moyen de l'indicateur *F* de l'en-tête de base.

Le paquet JC devrait contenir l'élément Connexion. Il peut aussi contenir l'élément Adresse qui recommande le propriétaire local parent potentiel à l'utilisateur du service TS (participant tardif). Si aucun élément Adresse n'est indiqué, le participant tardif peut essayer de se joindre au propriétaire principal dans la configuration de l'arborescence de gestion. Si le paquet JC n'arrive pas dans le *délai de retransmission* (RXT, *retransmission timeout*), le participant tardif peut essayer d'envoyer de nouveau le paquet JR.

Lorsque l'utilisateur du service TS reçoit le paquet JC du propriétaire principal, il se joindra à l'arborescence de gestion, selon les opérations de "création d'arborescence de gestion" décrites dans le paragraphe précédent.

9.3 Transport de données vers l'avant

Dans la voie de transmission de données vers l'avant ECTP-3, le propriétaire principal envoie des paquets DT multidiffusés au groupe. Lorsqu'une perte de paquets de données est détectée par l'utilisateur destinataire, la retransmission en vue de la reprise après erreur sera effectuée dans un groupe local défini par l'arborescence de gestion.

Le protocole ECTP-3 assure un transport fiable de données avec le système de reprise après erreur, dans lequel tous les paquets DT seront récupérés par le parent situé sur l'arborescence. Chaque enfant demande la retransmission au moyen du paquet ACK et le parent envoie le paquet RD correspondant à l'adresse multidiffusion.

9.3.1 Transmission de données multidiffusées

Après la création de la connexion, le propriétaire principal peut envoyer des paquets DT multidiffusés aux membres du groupe.

Le propriétaire principal créera des paquets DT au moyen de la procédure de segmentation. Pour ce faire, il divise un flux de données multidiffusées de l'application en plusieurs paquets DT. Chaque paquet DT a son propre numéro de séquence. Lorsque le propriétaire principal n'a pas de données à transmettre, il peut transmettre périodiquement des paquets ND pendant la période de pause de la connexion.

Chaque destinataire transmet tous les paquets de données reçus à l'application dans l'ordre d'envoi appliqué par le propriétaire principal. Chaque destinataire rassemble les paquets reçus. Les paquets altérés et perdus sont détectés au moyen d'un total de contrôle et d'un numéro de séquence. Un paquet altéré est aussi considéré comme perdu. Les paquets DT perdus sont récupérés au moyen de la fonction de protection contre les erreurs.

Le protocole ECTP-3 utilise la fonction de gestion de flux en se fondant sur une *fenêtre* de taille fixe. La *taille de fenêtre* représente le nombre de paquets de données sans accusé de réception contenus dans la mémoire tampon d'envoi. Le propriétaire principal peut transmettre au maximum un nombre de paquets de données égal à la taille de fenêtre, au débit de transmission de données configuré. Dans le protocole ECTP-3, le débit de transmission des données multidiffusées est régi par les mécanismes de gestion des encombrements fondés sur le débit.

Un nouveau paquet DT est numéroté séquentiellement par le propriétaire principal. Le numéro de séquence du paquet DT commence à partir du *numéro PSN initial* et augmente de "1". Il permet de détecter les paquets de données perdus par les destinataires. Le *numéro PSN initial* est créé de façon aléatoire à une valeur différente de "0". Le numéro de séquence "0" est réservé. Le numéro de séquence de paquet augmente à chaque nouveau paquet DT. Une arithmétique de modulo 2^{32} est utilisée et le numéro de séquence reboucle sur "1" après avoir atteint la valeur " $2^{32} - 1$ ". Le numéro PSN initial sera indiqué aux membres du groupe au moyen du paquet CR ou JC.

9.3.2 Mise à jour de l'arborescence de gestion

L'arborescence de gestion ECTP-3 est mise à jour au moyen des paquets HB et HBACK. Chaque propriétaire local parent annonce les paquets HB périodiques dans le *délai de création de pulsations* (*HGT, heartbeat generation time*), après quoi il devient un nœud sur l'arborescence. Le délai *HGT* par défaut est de 3 secondes. Le paquet HB contient des informations (*ID d'enfant* de l'élément Composition) indiquant l'enfant qui devrait répondre au paquet HB. L'enfant correspondant devrait répondre par le paquet HBACK.

La Figure 24 montre l'opération de mise à jour de l'arborescence au moyen des paquets HB et HBACK.

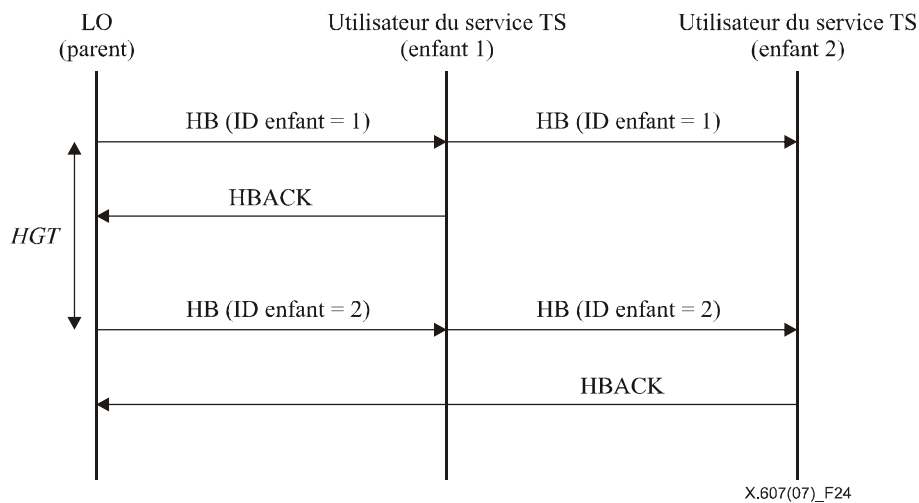


Figure 24 – Mise à jour de l'arborescence au moyen des paquets HB et HBACK

Dans le protocole ECTP-3, l'échange de paquets HB et HBACK entre un parent et ses enfants s'effectue aux deux fins ci-après:

- a) Vérifier si le nœud d'arborescence est toujours actif:

Un enfant détecte une défaillance de son parent s'il ne peut recevoir de celui-ci des paquets tels que les paquets HB et RD pendant l'intervalle de temps équivalant au *nombre de détections de défaillances* (*FDN, failure detection number*) $\times$ le *délai de création de pulsations* (*HGT*). L'enfant commence alors à chercher un autre parent. Le nombre *FDN* par défaut est 3.

Un parent détecte la défaillance d'un enfant s'il ne peut détecter aucun paquet HBACK en provenance de cet enfant pour un nombre de paquets HB consécutifs égal au nombre *FDN*. Si la défaillance d'un enfant est détectée, le parent envoie un paquet LR (pour l'éjection des éléments perturbateurs) à l'enfant défaillant et le supprime de sa liste d'enfants.

- b) Calculer le temps RTT local:

Par contre, les paquets HB et HBACK peuvent aussi être utilisés pour calculer le temps de transmission aller retour (*RTT*) pour un groupe local. Un propriétaire local parent envoie à ses enfants un paquet HB contenant un élément Horodateur à chaque intervalle *HGT*. L'enfant correspondant détiendra aussi l'élément Horodateur puisqu'il se trouve dans le paquet HBACK. À réception du paquet HBACK en provenance d'un enfant, le propriétaire local calcule le temps RTT en soustrayant la valeur *Horodateur* de l'heure qu'il est. Le temps RTT est enregistré dans la liste d'enfants. Le parent détermine le temps RTT local d'après la valeur RTT maximale correspondant à ses enfants.

Il convient de noter que les paquets HB et HBACK sont échangés "périodiquement" entre un parent et ses enfants, ce qui se réalisera grâce au temporisateur *HGT*. En conséquence, même si un paquet HB ou HBACK est perdu, les paquets HB ou HBACK ultérieurs seront utilisés pour la mise à jour de l'arborescence de gestion. Ainsi qu'il a été dit plus haut, si un enfant ou un parent ne peut recevoir aucun paquet HB ou HBACK en provenance du parent ou de

l'enfant correspondant pendant l'intervalle de temps $FDN \times HGT$, il se rendra compte que le nœud correspondant est défaillant sur l'arborescence de gestion.

9.4 Gestion des jetons

Dans le protocole ECTP-3, un jeton représente le droit d'envoyer des données au propriétaire principal dans la voie de transmission de données unidiffusées vers l'arrière. Chaque utilisateur du service TS désireux de transmettre des données au propriétaire principal doit obtenir un jeton auprès de ce dernier. L'utilisateur du service TS deviendra un utilisateur expéditeur SU après avoir obtenu un jeton auprès du propriétaire principal. Ainsi, ce dernier peut gérer le nombre maximal de jetons simultanément actifs pour la connexion.

Un utilisateur expéditeur SU restitue le jeton après avoir transmis les données unidiffusées au propriétaire principal.

9.4.1 Obtention de jeton

L'utilisateur du service TS peut obtenir un jeton auprès du propriétaire principal. Dans cette opération d'obtention de jeton, il demande d'abord un jeton au propriétaire principal. La Figure 25 montre les opérations d'obtention de jeton.

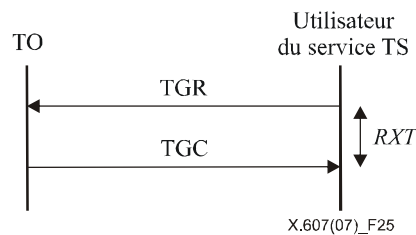


Figure 25 – Procédure d'obtention de jeton

Pour obtenir un jeton dans l'opération d'obtention de jeton, un utilisateur du service TS envoie un message TGR au propriétaire principal et attend ensuite le message TGC correspondant. En réponse au paquet TGR, le propriétaire principal devrait envoyer un message TGC à l'utilisateur du service TS. Ce message devrait indiquer si la demande est acceptée ou non au moyen de l'indicateur *F* de l'en-tête de base. En cas d'acceptation, le message contiendra également un *ID de jeton* valide et un *numéro PSN* initial dans l'en-tête de base. Si le message TGC de réponse n'est pas arrivé avant l'expiration du temporisateur *RTO*, l'utilisateur du service TS peut envoyer à nouveau le message TGR.

9.4.2 Restitution de jeton

A la fin de la transmission de données, l'utilisateur expéditeur SU peut restituer le jeton au propriétaire principal. Dans cette opération de restitution de jeton, l'utilisateur expéditeur SU envoie le paquet TRR au propriétaire principal.

La Figure 26 montre les opérations de restitution de jeton.

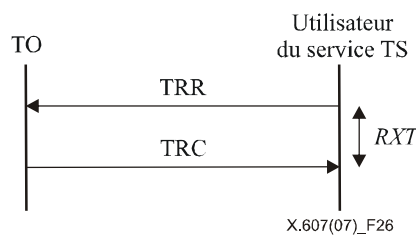


Figure 26 – Procédure de restitution de jeton

Dans le cas de la restitution de jeton, l'utilisateur expéditeur SU envoie un message TRR au propriétaire principal. Ce dernier répond alors par le message TRC. Si celui-ci n'arrive pas avant l'expiration du temporisateur *RTO*, le message TRR peut être envoyé à nouveau.

9.5 Transport de données vers l'arrière

Après avoir obtenu un jeton du propriétaire principal, un utilisateur expéditeur SU peut transmettre à ce dernier des paquets DT unidiffusés. La procédure de transport de données unidiffusées vers l'arrière est indiquée à la Figure 27:

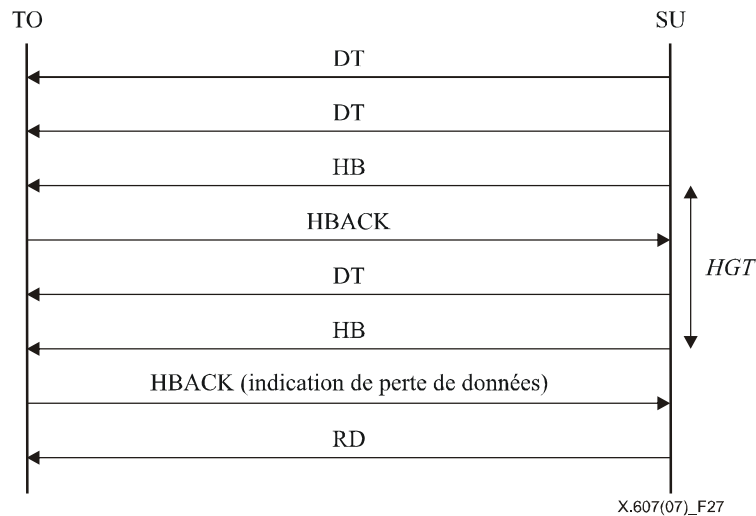


Figure 27 – Procédure de transport de données unidiffusées vers l'arrière

Dans la voie de transmission de données unidiffusées vers l'arrière, le numéro de séquence initial (ISN, *initial sequence number*) de l'utilisateur expéditeur SU est indiqué dans le champ *PSN* de l'en-tête du paquet TGR (dans le cas de l'obtention de jeton) ou TGC (dans le cas de la cession de jeton). Le numéro *ISN* est créé de façon aléatoire à une valeur différente de "0", comme dans la voie de transmission de données vers l'avant.

Les paquets DT transmis par l'utilisateur expéditeur SU doivent indiquer l'ID de jeton qui est attribué par le propriétaire principal.

9.6 Gestion de la fiabilité

9.6.1 Gestion de la fiabilité pour la voie de transmission de données vers l'avant

9.6.1.1 Détection des erreurs

Le champ Total de contrôle de l'en-tête de base permet de détecter une altération des paquets et le champ *PSN* permet de détecter une perte de paquets. À réception d'un paquet, chaque destinataire examine le total de contrôle. Si ce champ n'est pas valide, le paquet est réputé altéré et doit être ignoré. Une altération est traitée comme une perte. La perte peut être détectée comme étant un écart entre deux numéros de séquence consécutifs concernant les paquets DT. Les informations de perte sont enregistrées dans la suite binaire du paquet ACK, qui est jointe aux paquets ACK ultérieurs.

Les paquets ACK sont utilisés pour les demandes de retransmission. Lorsqu'un destinataire détecte un écart dans les numéros de séquence des paquets reçus, il met à zéro le bit de la suite binaire du paquet ACK qui correspond au paquet DT perdu. La suite binaire du paquet ACK est incluse dans l'élément Accusé de réception, qui est joint au paquet ACK suivant et transmis au parent selon les mécanismes de création de paquets ACK.

Pour un groupe local, un parent et ses enfants mettent à jour les variables *Numéro de séquence le plus bas* (LSN, *lowest sequence number*) afin de déterminer l'état des paquets DT. Pour un enfant, le numéro *LSN* représente le numéro de séquence du paquet DT au numéro le plus bas que l'enfant n'a pas reçu. Pour un parent, c'est le numéro de séquence du paquet DT au numéro le plus bas dont les enfants n'ont pas accusé réception.

Pour demander la retransmission des données perdues, chaque enfant crée un élément Accusé de réception contenant le numéro *LSN*, la *longueur de suite binaire valide* et la *suite binaire du paquet ACK*. La *suite binaire du paquet ACK* indique le succès ou l'échec de la transmission de chaque paquet DT, "1" en cas de succès et "0" en cas d'échec. Supposons que la *suite binaire* ait une valeur égale à 01101111 et que le nombre *LSN* soit égal à 15. Les paquets DT ayant les numéros de séquence 15 et 18 sont perdus.

9.6.1.2 Demande de retransmission par création de paquets ACK

La Figure 28 montre les opérations de protection contre les erreurs dans la voie de transmission de données multidiffusées vers l'avant.

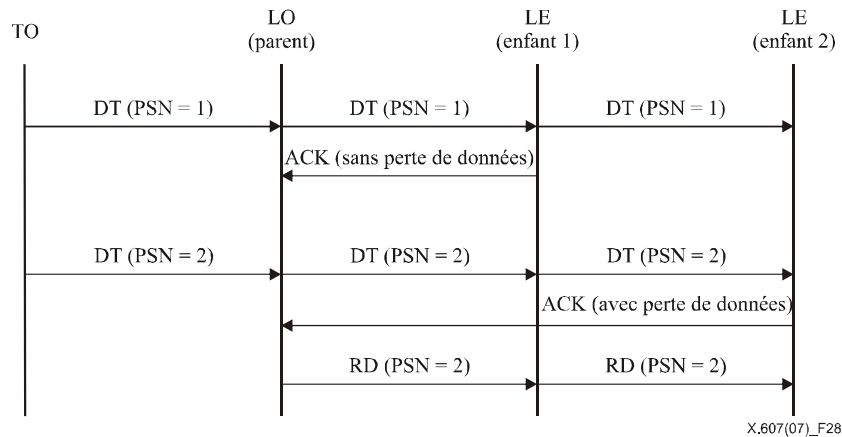


Figure 28 – Reprise après erreur fondée sur l'arborescence de gestion pour la voie de transmission de données vers l'avant

Chaque enfant crée un paquet ACK en fonction de la *fréquence de création de paquets* (AGN, *ACK generation number*). Chaque enfant envoie un paquet ACK à son parent à chaque nombre de paquets égal à la valeur AGN. A cet effet, un enfant reçoit un *ID d'enfant* de son parent dans la configuration de l'arborescence, élément qui est contenu dans l'élément Composition de l'arborescence du paquet TC.

Chaque enfant envoie un paquet ACK à son parent si le numéro PSN d'un paquet DT modulo AGN est égal à *ID d'enfant* modulo AGN, c'est-à-dire si

$$PSN \% AGN = ID\ d'enfant \% AGN.$$

Supposons que $AGN = 8$ et $ID\ d'enfant = 2$. L'enfant crée un paquet ACK pour les paquets DT dont les numéros de séquence sont 2, 10, 18, 26, etc. Cette règle de création de paquets ACK s'applique lorsque le paquet DT correspondant est reçu ou détecté comme étant perdu par l'enfant.

9.6.1.3 Retransmission et regroupement de paquets ACK par le propriétaire local

Chaque parent utilise des paquets ACK pour rassembler des informations d'état en vue de la reprise après erreur. Chaque fois qu'un parent reçoit un paquet ACK de l'un de ses enfants, il enregistre et met à jour les informations d'état concernant les paquets effectivement reçus par ses enfants.

Un paquet DT est défini comme "stable" si tous les enfants l'ont reçu. Les paquets DT stables peuvent être émis à partir de la mémoire tampon du parent. Lorsqu'un parent reçoit un paquet ACK de l'un de ses enfants et si une ou plusieurs pertes de paquets sont indiquées, il transmet les paquets RD correspondants à tous ses enfants à son adresse de gestion multidiffusion.

Après avoir retransmis un paquet RD, un parent ne tient compte d'aucune demande de retransmission du même paquet pendant la période *RXT*.

Un paquet ACK contient des informations sur le *nombre de descendants actifs* (ADN, *number of active descendants*). Le parent regroupe les variables ADN pour tous ses enfants et envoie les informations regroupées à son parent (lorsqu'il envoie un paquet à ce dernier).

9.6.2 Gestion de la fiabilité pour la voie de transmission de données vers l'arrière

La gestion de la fiabilité pour la voie de transmission des données unidiffusées s'effectuera entre l'utilisateur expéditeur SU et le propriétaire principal. Dans la phase de transmission de données, l'utilisateur expéditeur SU envoie un paquet HB au propriétaire principal à chaque intervalle de temps égal à *HGT*. Le propriétaire principal devrait répondre à l'utilisateur expéditeur SU par le paquet HBACK. Celui-ci peut indiquer la demande de retransmission au moyen de l'élément Accusé de réception. En pareil cas, l'utilisateur expéditeur SU envoie le paquet RD correspondant.

Il convient de noter que le protocole ECTP-3 utilise le paquet HBACK comme une demande de retransmission faite par le propriétaire principal à l'utilisateur expéditeur SU, au lieu du paquet ACK qui est utilisé comme demande de retransmission dans la voie de transmission de données multidiffusées vers l'avant. Aux fins de la demande de retransmission, un paquet HBACK contient l'élément Accusé de réception, ainsi qu'il est décrit dans la section "Format de paquet". A partir du paquet HBACK et de l'élément Accusé de réception correspondant reçus du propriétaire principal, l'utilisateur expéditeur SU peut retransmettre les paquets de données perdus. A noter aussi que l'utilisateur expéditeur SU peut configurer son temporisateur HGT pour déclencher l'envoi des paquets HB et HBACK.

Cette approche repose sur le point de vue selon lequel l'arborescence de gestion n'est pas nécessaire entre le propriétaire principal et l'utilisateur expéditeur SU, l'élément Accusé de réception destiné à la demande de retransmission pouvant donc être envoyé dans les paquets HBACK périodiques émanant du propriétaire principal et de l'utilisateur expéditeur SU.

Les paquets HB et HBACK serviront également à calculer le temps RTT entre l'utilisateur expéditeur SU et le propriétaire principal du côté de l'utilisateur expéditeur SU.

9.7 Gestion de la connexion

9.7.1 Sortie d'un utilisateur

La Figure 29 montre les opérations relatives à une sortie activée par l'utilisateur et à l'éjection des éléments perturbateurs.

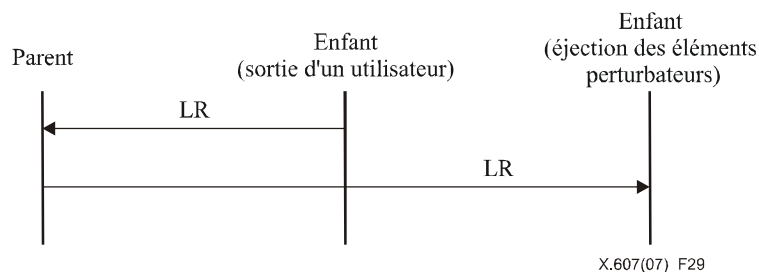


Figure 29 – Procédures de sortie d'un utilisateur et d'éjection des éléments perturbateurs

Dans le cas de la sortie d'un utilisateur, le nœud enfant enverra un message LR à son parent (propriétaire local ou propriétaire principal). Dans le cas de l'éjection des éléments perturbateurs, le parent demandera à l'enfant concerné de quitter la connexion. Dans les deux cas, le message LR n'exige pas de message de confirmation correspondant. Il convient de noter que l'opération de sortie d'un utilisateur s'effectue entre un parent et un enfant sur l'arborescence de gestion, et non entre le propriétaire principal et un utilisateur du service TS. L'éjection des éléments perturbateurs peut être appliquée à l'enfant qui n'a pas répondu pendant un certain intervalle de temps dans les opérations HB et HBACK en vue de la mise à jour de l'arborescence. Il n'est pas recommandé d'appliquer la procédure d'éjection des éléments perturbateurs à un nœud propriétaire local qui a un ou plusieurs enfants.

9.7.2 Pause de la connexion

Dans le protocole ECTP-3, le propriétaire principal peut effectuer temporairement une pause dans la connexion pour une raison déterminée. Il peut le faire, par exemple, lorsqu'il n'a pas de données utilisateur à transmettre. La connexion peut aussi reprendre. Pendant la pause, le propriétaire principal peut envoyer un paquet ND.

La Figure 30 montre les opérations de pause/reprise de la connexion. Les paquets ND n'exigent aucun message de confirmation.

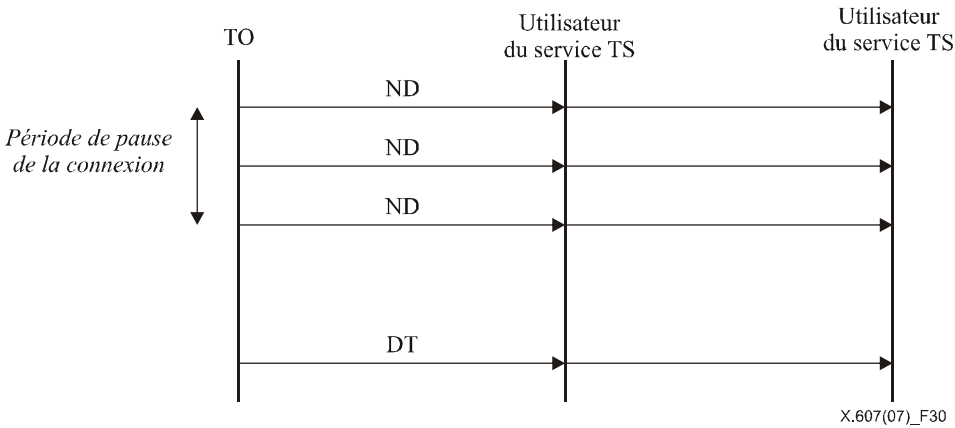


Figure 30 – Procédure de pause de connexion

9.7.3 Fin de connexion

Le propriétaire principal peut mettre fin à la connexion lorsqu'il a achevé la transmission de données. Il le fait en envoyant un message CT au groupe.

Annexe A

Temporisateurs et paramètres

(Cette annexe ne fait pas partie intégrante de la présente Recommandation | Norme internationale)

Cette annexe résume, pour information, les temporisateurs et variables utilisés dans le protocole ECTP-3.

A.1 Temporisateurs

a) *CCT* (Délai de création de connexion – *connection creation time*)

Le propriétaire principal (TO) déclenche le temporisateur *CCT* lorsqu'il envoie le paquet CCR au groupe. Il traitera uniquement les paquets CCC qui proviennent des utilisateurs TU potentiels avant l'expiration du délai *CCT*.

Une valeur particulière du délai *CCT* sera configurée par le propriétaire principal.

b) *CWT* (Délai d'attente du paquet CR – *CR waiting time*)

Un utilisateur du service TS potentiel peut participer à la connexion de manière normale (en envoyant un paquet CC en réponse au paquet CR) ou en tant que participant tardif (en envoyant un paquet LJ au propriétaire principal). A cette fin, il peut essayer d'effectuer l'opération de participation tardive en attendant le paquet CR du propriétaire principal pendant un laps de temps préconfiguré, le *délai d'attente du paquet CR* (*CWT*, *CR waiting time*), qui peut être défini par chaque utilisateur du service TS potentiel.

Une valeur particulière du délai *CWT* peut être configurée localement par un utilisateur du service TS.

c) *LJT* (Délai de participation tardive – *late join time*)

Lorsqu'un utilisateur du service TS potentiel qui est un participant tardif démarre une connexion ECTP, s'il ne peut recevoir aucun message CCR pendant le délai *LJT*, il essaiera de participer à cette connexion en tant que participant tardif en envoyant un message LJR au propriétaire principal.

Une valeur particulière du délai *LJT* sera configurée par l'utilisateur du service TS.

d) *HGT* (Délai de création de pulsations – *heartbeat generation time*)

Chaque nœud parent transmet le paquet HB à ses enfants après chaque délai *HGT*. Chaque enfant répondra par le paquet HBACK si l'ID d'enfant du paquet HB est égal à son ID d'enfant. L'utilisateur expéditeur SU envoie aussi les paquets HB à chaque intervalle *HGT*. Le propriétaire principal répondra par le paquet HBACK.

Le choix du délai *HGT* dépend du nœud parent et de l'utilisateur expéditeur SU.

e) *RXT* (Délai de retransmission – *retransmission time*)

Dans le protocole ECTP, le temporisateur *RXT* est utilisé par l'expéditeur d'un paquet pour attendre le paquet de confirmation correspondant. Par exemple, un utilisateur du service TS qui est un participant tardif envoie un paquet LJR au propriétaire principal et attend le paquet LJC jusqu'à l'expiration du temporisateur *RXT*. Si à ce moment le paquet de confirmation n'est pas arrivé, l'utilisateur du service TS peut envoyer à nouveau le paquet de demande. Le temporisateur *RXT* peut aussi être utilisé par un nœud parent pour annuler une demande de retransmission émanant des enfants, lorsqu'il s'agit de paquets RD qui ont déjà été retransmis.

La valeur du temporisateur *RXT* dépend de l'implémentation.

A.2 Paramètres

a) *ADN* (Nombre de descendants actifs – *active descendants number*)

Représente le nombre de descendants actifs sur l'arborescence. Chaque propriétaire local (LO) calcule la valeur du paramètre ADN et la transmet au parent au moyen du paquet ACK. Le propriétaire principal peut ainsi être informé du nombre total de participants actifs dans la connexion.

b) *AGN* (Fréquence de création de paquets ACK – *ACK generation number*)

La valeur du paramètre AGN sera indiquée aux utilisateurs TU au moyen de l'élément Informations de connexion. Elle est utilisée par chaque nœud enfant pour savoir quand il devrait créer son paquet ACK destiné à son parent.

La valeur du paramètre AGN peut dépendre de l'implémentation.

c) *FDN* (Nombre de détections de défaillances – *failure detection number*)

Le nombre *FDN* permet à un nœud de l'arborescence de détecter si son parent ou son nœud enfant est toujours actif. Lors de la mise à jour de l'arborescence, le parent peut éjecter un enfant si celui-ci n'a pas répondu après un nombre de paquets HB consécutifs égal au nombre *FDN*.

d) *PSN* (Numéro de séquence de paquet – *packet sequence number*)

Chaque paquet DT a sa propre valeur *PSN* dans l'en-tête. Celle-ci permet à l'utilisateur du service TS destinataire de vérifier l'existence d'une perte de paquet et de replacer le paquet DT dans l'ordre de transmission.

Le numéro ISN (Numéro de séquence initial – *initial sequence number*) est le numéro *PSN* initial de l'expéditeur de données, tandis que le numéro LSN (Numéro de séquence le plus bas – *lowest sequence number*) représente le numéro de séquence le plus bas des paquets DT contenus dans la mémoire tampon.

Annexe B

Diagrammes de transition d'état

(Cette annexe ne fait pas partie intégrante de la présente Recommandation | Norme internationale)

Cette annexe présente les diagrammes de transition d'état des nœuds, du propriétaire principal (TO) et de l'utilisateur du service TS dans le protocole ECTP-3 afin de faciliter l'implémentation du protocole en question.

La Figure B.1 montre le diagramme de transition d'état du propriétaire principal dans le protocole ECTP-3, qui est fondé sur les "procédures du protocole ECTP-3" décrites dans le corps principal de la présente Recommandation | Norme internationale.

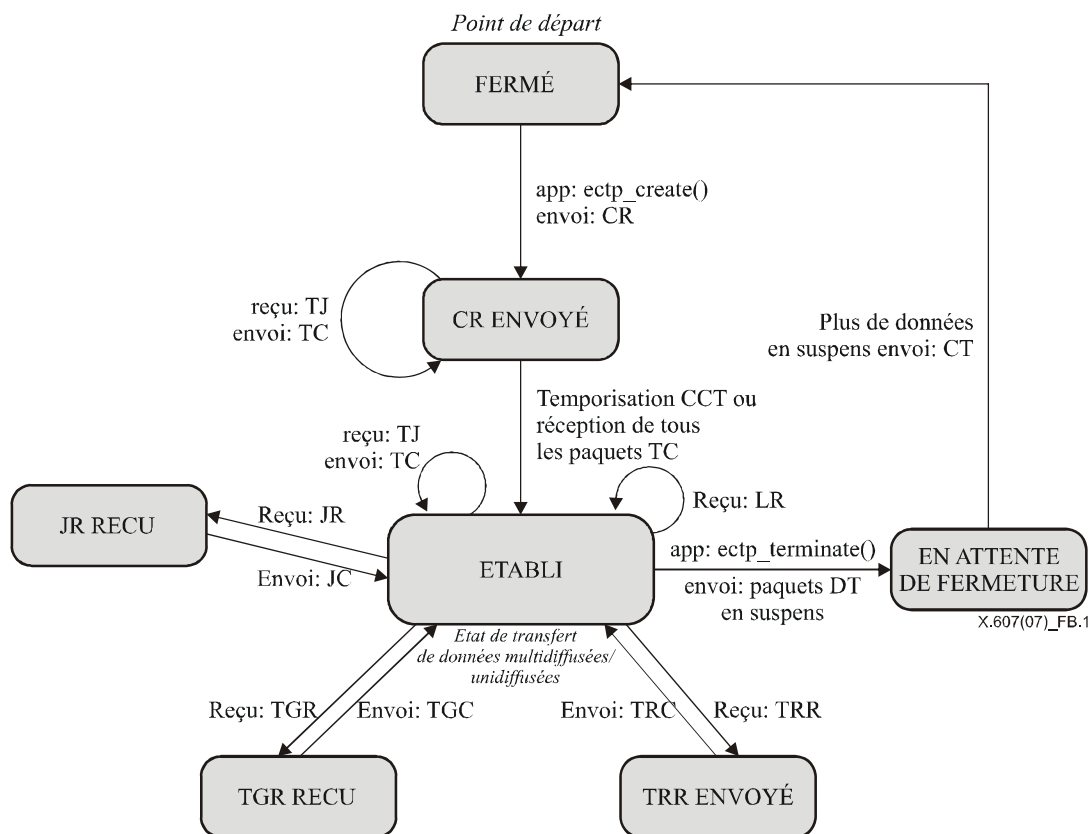


Figure B.1 – Diagramme de transition d'état du propriétaire principal dans le protocole ECTP-3

La Figure B.2 montre le diagramme de transition d'état de l'utilisateur du service TS dans le protocole ECTP-3, qui est fondé sur les "procédures du protocole ECTP-3" décrites dans le corps principal de la présente Recommandation | Norme internationale.

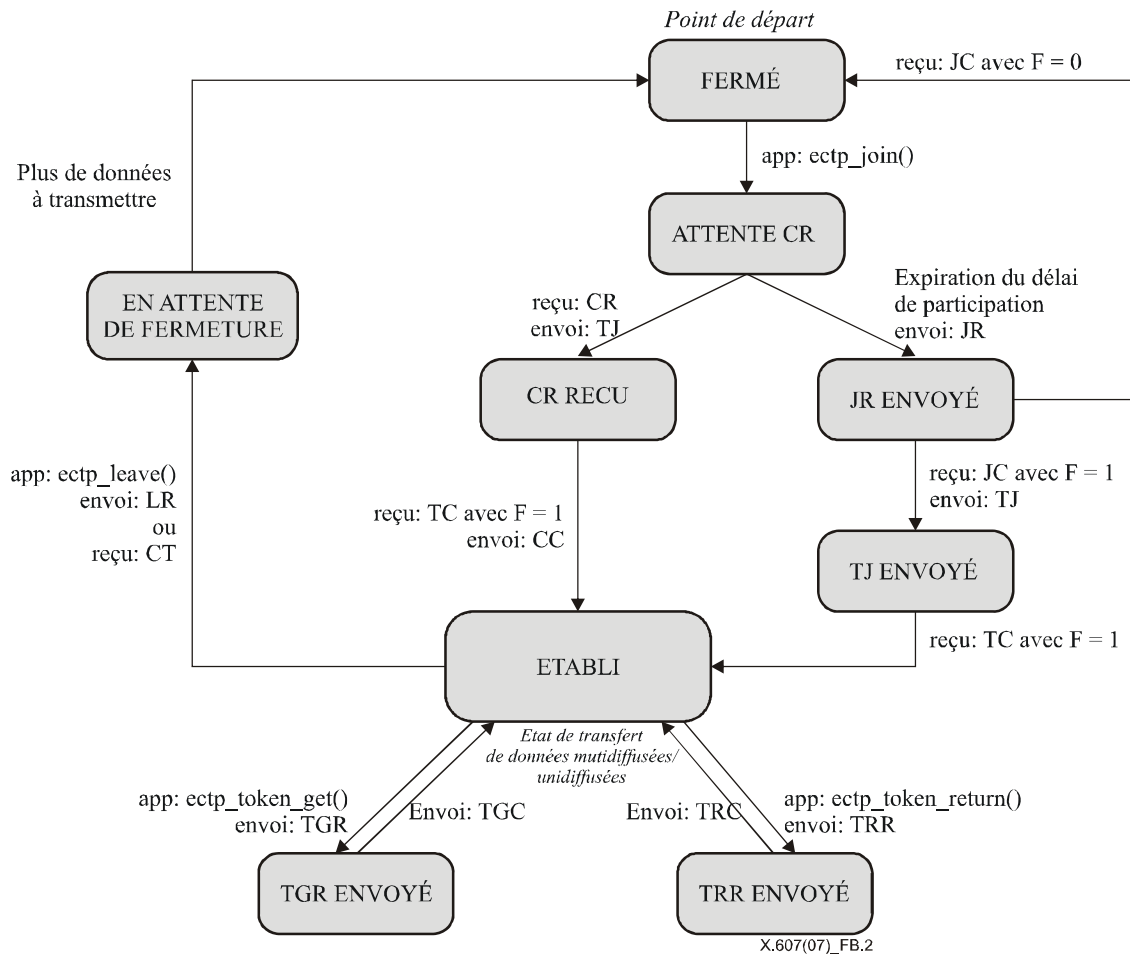


Figure B.2 – Diagramme de transition d'état de l'utilisateur du service TS dans le protocole ECTP-3

Annexe C

Interfaces de programmation d'application

(Cette annexe ne fait pas partie intégrante de la présente Recommandation | Norme internationale)

Cette annexe indique, à titre informatif, les fonctions API connecteurs ECTP qui pourraient être utilisées par les applications ECTP-3. Les fonctions API du protocole ECTP-3 comprennent les fonctions suivantes:

`int msocket( int domain, int role );`

- Paramètres
`int domain`: définit un domaine de communication (AF_INET ou AF_INET6)
`int role`: définit le rôle des participants à la connexion multidiffusée duplex (propriétaire principal (TO) ou utilisateur du service TS).
- Description
`msocket` crée un descripteur de connecteur pour la communication ECTP-3.
- Renvoi
 En cas de succès, un nouveau descripteur de connecteur est renvoyé et en cas d'erreur, la valeur -1.

`int mcreate(struct sockaddr_storage *local_addr,
 struct sockaddr_storage *group_addr, int time);`

- Paramètres
`struct sockaddr_storage *local_addr`:
 pointe sur une structure `sockaddr_storage` contenant l'adresse locale
`struct sockaddr_storage *group_addr`:
 pointe sur une structure `sockaddr_storage` contenant l'adresse multidiffusion de groupe
`int time`: définit le délai de création de connexion (CCT)
- Description
`mcreate` permet au propriétaire principal de créer une connexion ECTP-3.
- Renvoi
 En cas de succès, la valeur zéro est renvoyée et en cas d'erreur, la valeur -1.

`int mjoin(struct sockaddr_storage *local_addr,
 struct sockaddr_storage *group_addr, int time);`

- Paramètres
`struct sockaddr_storage *local_addr`:
 pointe sur une structure `sockaddr_storage` contenant l'adresse du propriétaire principal
`struct sockaddr_storage *group_addr`:
 pointe sur une structure `sockaddr_storage` contenant l'adresse multidiffusion de groupe
`int time`: définit le délai CWT
- Description
`mjoin` permet à l'utilisateur du service TS de demander à se joindre à un groupe.
- Renvoi
 En cas de succès, la valeur zéro est renvoyée et en cas d'erreur, la valeur -1.

`int mterminate( int esd );`

- Paramètres
`int esd`: descripteur de connecteur du protocole ECTP-3
- Description
`mterminate` permet au propriétaire principal de mettre fin à la connexion.

- Renvoi
En cas de succès, la valeur zéro est renvoyée et en cas d'erreur, la valeur -1.

int mleave(int esd);

- Paramètres
int esd: descripteur de connecteur du protocole ECTP-3
- Description
mleave permet à l'utilisateur du service TS de quitter la connexion.
- Renvoi
En cas de succès, la valeur zéro est renvoyée et en cas d'erreur, la valeur -1.

int msendm(int esd, const void *msg, size_t len);

- Paramètres
int esd: descripteur de connecteur du protocole ECTP-3
const void *msg: pointe sur une mémoire tampon contenant les messages de données multidiffusés à envoyer
size_t len: définit en octets la taille des messages
- Description
msendm permet au propriétaire principal de transmettre des messages de données multidiffusés.
- Renvoi
Renvoie en octets la taille du message de données transmis ou la valeur -1 en cas d'erreur.

int msendmsg(int esd, const void *msg, size_t len, int flags,
const struct sockaddr_storage *to, socklen_t tolen);

- Paramètres
int esd: descripteur de connecteur du protocole ECTP-3
const void *msg: pointe sur une mémoire tampon contenant les messages de données unidiffusés à envoyer
size_t len: définit en octets la taille des messages
int flags: représente l'indicateur utilisé dans la fonction sendmsg()
const struct sockaddr_storage *to:
pointe sur une structure sockaddr_storage contenant l'adresse de destination
socklen_t tolen: définit la longueur de la structure sockaddr_storage
- Description
msendmsg permet à l'utilisateur expéditeur SU de transmettre un message unidiffusé au propriétaire principal.
- Renvoi
Renvoie en octets la taille des messages ou la valeur -1 en cas d'erreur.

int mrecvmsg(int esd, void *msg, size_t len, int flags,
const struct sockaddr_storage *from, socklen_t *fromlen);

- Paramètres
int esd: descripteur de connecteur du protocole ECTP-3
void *msg: pointe sur la mémoire tampon où le message devrait être enregistré
size_t len: définit en octets la longueur de message sur laquelle pointe l'argument msg
int flags: représente les indicateurs utilisés dans la fonction recvmsg()
const struct sockaddr_storage *from:
Pointeur nul ou pointeur visant une structure sockaddr_storage connexe
socklen_t *fromlen: définit la longueur de la structure sockaddr_storage pointée

- Description
mrecvmsg permet au propriétaire principal ou à l'utilisateur du service TS de recevoir des messages de données.
- Renvoi
Renvoie le nombre d'octets reçus ou la valeur -1 en cas d'erreur.

int mtoken_get(int esd);

- Paramètres
int esd: descripteur de connecteur du protocole ECTP-3
- Description
mtoken_get permet à l'utilisateur expéditeur SU d'obtenir un jeton auprès du propriétaire principal
- Renvoi
En cas de succès, un identificateur de jeton non négatif est renvoyé et en cas d'erreur, la valeur -1.

int mtoken_return(int esd, int token_id);

- Paramètres
int esd: descripteur de connecteur du protocole ECTP-3
int token_id: définit l'ID de jeton attribué par le propriétaire principal
- Description
mtoken_return renvoie un jeton au propriétaire principal.
- Renvoi
En cas de succès, la valeur zéro est renvoyée et en cas d'erreur, la valeur -1.

int msetsockopt(int esd, int level, int optname, void *optval, socklen_t optionlen);

- Paramètres
int esd: descripteur de connecteur du protocole ECTP-3
int level: définit le niveau de protocole associé à l'option
int optname: spécifie le nom de l'option à définir
void *optval: pointe sur une mémoire tampon contenant la valeur d'option à définir
socklen_t optionlen: définit en octets la taille du paramètre optval
- Description
msetsockopt permet au propriétaire principal de définir des options sur un connecteur.
Les options du protocole ECTP-3 sont les suivantes.
level: IPPROTO_ECTP
optname:
ECTP_OPT_TCO (pour la configuration d'arborescence)
ECTP_OPT_AGN (pour le paramètre AGN)
ECTP_OPT_MSS (pour le paramètre MSS)
- Renvoi
En cas de succès, la valeur zéro est renvoyée et en cas d'erreur, la valeur -1.

int mgetsockopt(int esd, int level, int optname, void *optval,
socklen_t *optionlen);

- Paramètres
int esd: descripteur de connecteur du protocole ECTP-3
int level: définit le niveau de protocole associé à l'option
int optname: définit le nom de l'option à obtenir
void *optval: pointe sur la mémoire tampon où la valeur d'option doit être enregistrée
socklen_t *optionlen: définit en octets la taille du paramètre optval

- Description
mgetsockopt est utilisé pour les options (état) d'un connecteur.
Les détails de son utilisation sont similaires à ceux de la fonction msetsockopt()
- Renvoi
En cas de succès, la valeur zéro est renvoyée et en cas d'erreur, la valeur -1.

int mjoin_confirm(int esd, int accept)

- Paramètres
int esd: descripteur de connecteur du protocole ECTP-3
int accept: spécifie l'indication de l'acceptation ou de la non-acceptation
- Description
mjoin_confirm permet au propriétaire principal de répondre à la demande de participation tardive émanant du l'utilisateur du service TS.
- Renvoi
En cas de succès, la valeur zéro est renvoyée et en cas d'erreur, la valeur -1.

int mtoken_confirm(int esd, int accept);

- Paramètres
int esd: descripteur de connecteur du protocole ECTP-3
int accept: spécifie l'indication de l'acceptation ou de la non-acceptation
- Description
mtoken_confirm permet au propriétaire principal de répondre à une demande de jeton
- Renvoi
En cas de succès, la valeur zéro est renvoyée et en cas d'erreur, la valeur -1.

La Figure C.1 montre un exemple de séquence de fonctions API du protocole ECTP-3 demandées par le propriétaire principal.

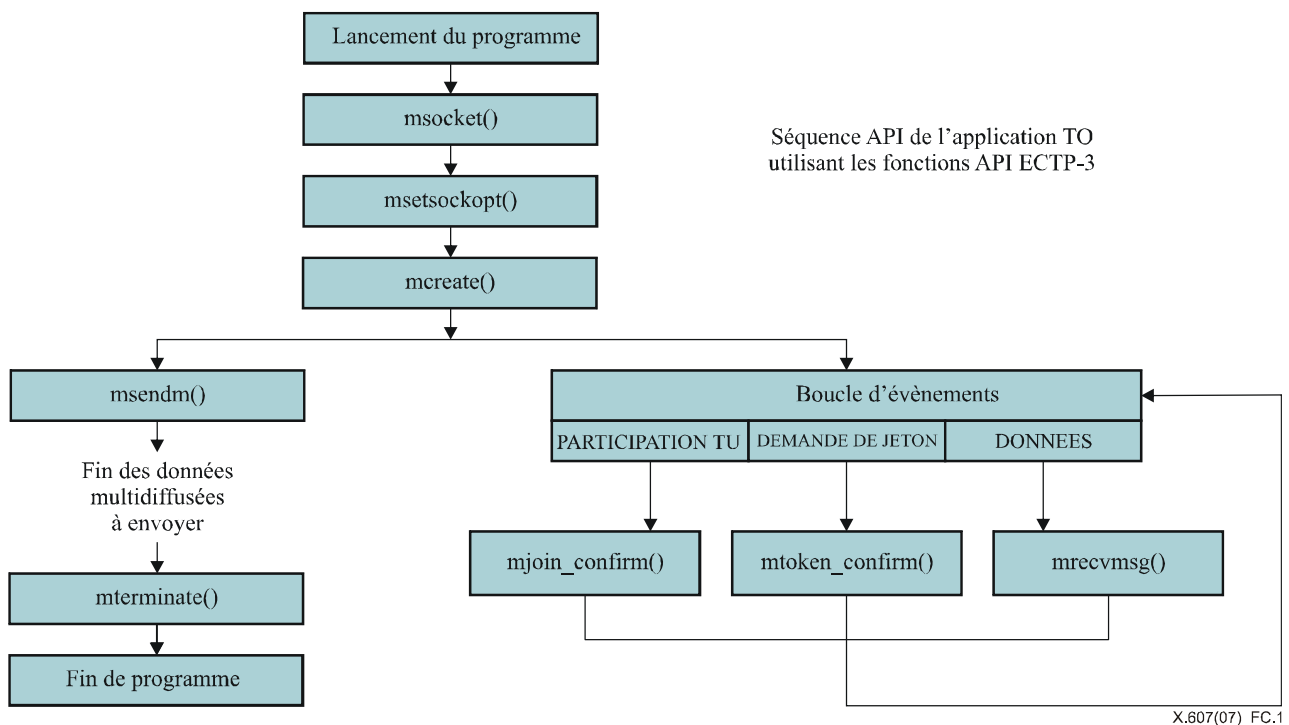


Figure C.1 – Exemple de séquence de fonctions API du protocole ECTP-3 demandées par le TO

La Figure C.2 montre un exemple de séquence de fonctions API du protocole ECTP-3 demandées par l'utilisateur du service TS.

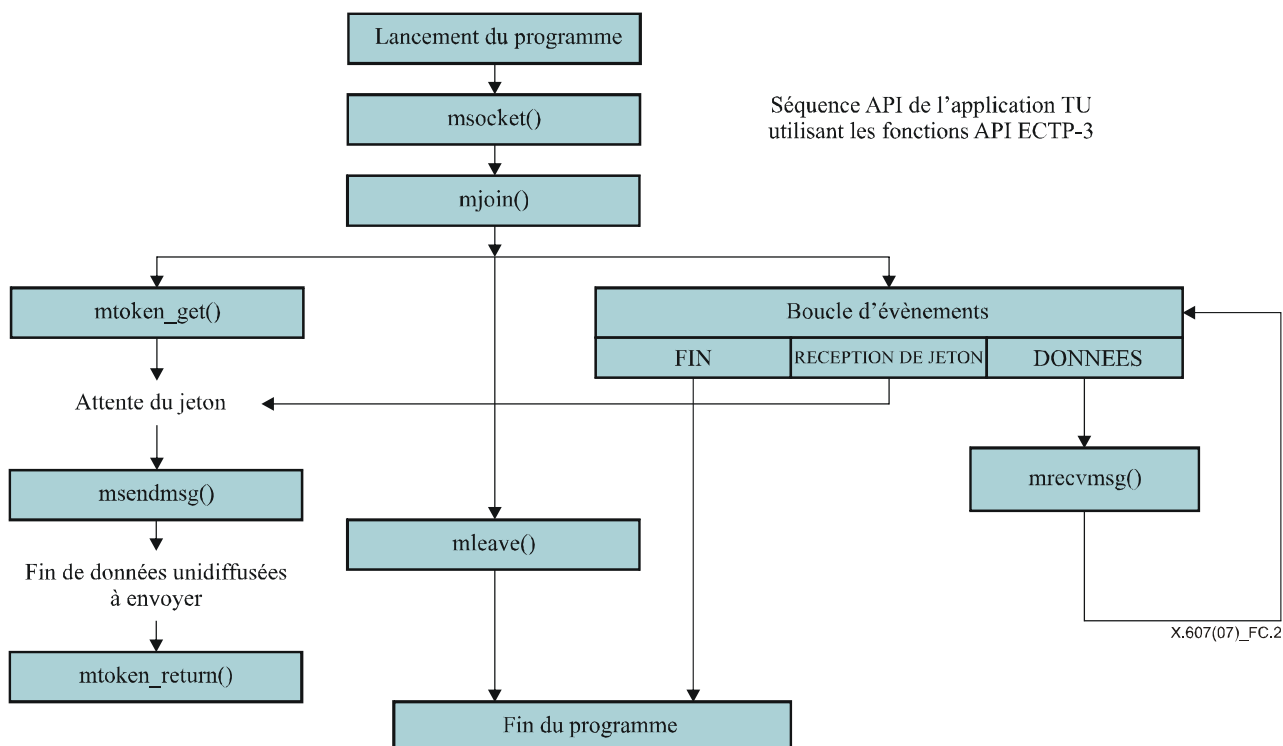


Figure C.2 – Exemple de séquence de fonctions API du protocole ETCP-3 demandées par l'utilisateur du service TS

SÉRIES DES RECOMMANDATIONS UIT-T

Série A	Organisation du travail de l'UIT-T
Série D	Principes généraux de tarification
Série E	Exploitation générale du réseau, service téléphonique, exploitation des services et facteurs humains
Série F	Services de télécommunication non téléphoniques
Série G	Systèmes et supports de transmission, systèmes et réseaux numériques
Série H	Systèmes audiovisuels et multimédias
Série I	Réseau numérique à intégration de services
Série J	Réseaux câblés et transmission des signaux radiophoniques, télévisuels et autres signaux multimédias
Série K	Protection contre les perturbations
Série L	Construction, installation et protection des câbles et autres éléments des installations extérieures
Série M	Gestion des télécommunications y compris le RGT et maintenance des réseaux
Série N	Maintenance: circuits internationaux de transmission radiophonique et télévisuelle
Série O	Spécifications des appareils de mesure
Série P	Qualité de transmission téléphonique, installations téléphoniques et réseaux locaux
Série Q	Commutation et signalisation
Série R	Transmission télégraphique
Série S	Equipements terminaux de télégraphie
Série T	Terminaux des services télématiques
Série U	Commutation télégraphique
Série V	Communications de données sur le réseau téléphonique
Série X	Réseaux de données, communication entre systèmes ouverts et sécurité
Série Y	Infrastructure mondiale de l'information, protocole Internet et réseaux de prochaine génération
Série Z	Langages et aspects généraux logiciels des systèmes de télécommunication