

Groupe de travail Réseau
Request for Comments : 907
STD 40

Bolt Beranek et les Newman Laboratories
 10 Moulton Street, Cambridge, Massachusetts 02238
 juillet 1984
 Traduction Claude Brière de L'Isle

Spécification du protocole d'accès à un hôte

Document élaboré pour
 Defense Advanced Research Projects Agency
 1400 Wilson Boulevard
 Arlington, Virginia 22209

Préface (Statut du présent mémoire)

Le présent document spécifie le protocole d'accès à un hôte (HAP, *Host Access Protocol*). Bien que HAP ait été conçu à l'origine comme le protocole de niveau accès réseau pour le réseau haut débit satellite par paquet financé par DARPA/DCA, il est destiné à évoluer en interface standard entre des hôtes et des réseaux de paquets commutés par satellites tels que SATNET et TACNET (appelé aussi MATNET) ainsi que le Wideband Network. La spécification HAP présentée ici est une révision mineure de la spécification présentée au chapitre 4 du rapport BBN n° 4469, le "Rapport technique PSAT" et s'y substitue. À ce titre, les détails de la spécification actuelle sont pour la plupart très corrélés par les caractéristiques du réseau haut débit par satellites. Les révisions à la spécification figurant dans le "Rapport technique PSAT" incluent la définition de trois nouveaux types de messages de commandes (Demande de bouclage, Liaison sur le point de fermer, et NOP), un champ "Cause" dans les messages de commande Demande de redémarrage, de nouveaux codes Réponse non numéroté, et de nouvelles valeurs pour les codes d'établissement utilisés pour gérer les flux et les groupes.

HAP est un protocole expérimental, qui subira des révisions ultérieures avec l'ajout de nouvelles capacités et/ou la prise en charge de différents réseaux par satellite. Les mises en œuvre de HAP devraient être effectuées en coordination avec le développement des réseaux par satellite et les personnels chargés de leur fonctionnement.

Table des Matières

Spécification du protocole d'accès à un hôte.....	1
1 Introduction.....	1
2 Généralités.....	2
3 Messages en datagramme.....	4
4 Messages de flux.....	6
5 Messages de commande de flux.....	7
6 Messages de niveau établissement.....	9
6.1 Messages d'établissement de flux.....	11
6.2 Messages d'établissement de groupe.....	15
7 Surveillance des liaisons.....	19
8 Initialisation.....	20
9 Commande de bouclage.....	22
10 Autres messages de commande.....	23

1 Introduction

Le protocole d'accès aux hôtes (HAP, *Host Access Protocol*) spécifie la communication de niveau accès réseau entre un ordinateur arbitraire, appelé un hôte, et un réseau de commutation de paquets par satellites. Le réseau par satellites fournit des services de livraison de messages pour des hôtes séparés géographiquement : les messages contenant des données qui sont significatives pour les hôtes sont soumis au réseau par un hôte d'origine (la source), et sont passés de façon transparente à travers le réseau à un hôte de destination indiqué. Pour utiliser de tels services, un hôte sert d'interface vers le réseau par satellite via une liaison d'accès à un ordinateur dédié à la commutation de paquets, appelé un processeur de message d'interface de satellite (Satellite IMP ou SIMP, *Satellite Interface Message Processor*). HAP définit les différents types de messages de commande et les messages de données (d'hôte à hôte) qui peuvent être échangés sur la liaison d'accès connectant un hôte et un SIMP. Le protocole établit les formats de ces messages, et décrit les procédures de détermination du moment où chaque type de message devrait être transmis et ce qu'il signifie lorsqu'il est reçu.

Le terme "Processeur de message d'interface" provient de l'ARPANET, où il se réfère aux nœuds de commutation de paquet de l'ARPANET. Les SIMP diffèrent des IMP de l'ARPANET en ce que les SIMP forment un réseau via des connexions avec un canal satellite multiaccès/diffusion commun, tandis que les IMP de l'ARPANET sont interconnectés par des lignes point à point de communications terrestres dédiées. Cette différence fondamentale entre les réseaux fondés sur le satellite et ceux de style ARPANET a pour résultat des mécanismes différents pour la livraison des messages des hôtes source aux hôtes de destination et pour la coordination interne du réseau. De plus, les réseaux par satellite tendent à offrir des options de type de service différentes à leurs hôtes connectés de celles des réseaux de type ARPANET. Ces options sont incluses dans le protocole d'accès aux hôtes présenté ici.

Plusieurs types d'IMP satellite ont été développés sur divers processeurs pour la prise en charge de trois réseaux à commutation de paquets par satellite différents. Le SIMP d'origine était employé dans le réseau SATNET (*Atlantic Packet Réseau par satellites*). Il avait été développé à partir d'un des modèles d'IMP ARPANET, et était mis en œuvre sur un mini-ordinateur Honeywell 316. Les SIMP 316 ont été remplacés dans SATNET par des SIMP fondés sur le matériel BBN C/30 de processeur de communications. Les SIMP C/30 ont aussi été utilisés dans le réseau MATNET (*Mobile Access Terminal Network*). Les SIMP SATNET et MATNET mettent en œuvre un protocole de niveau accès réseau connu sous le nom de protocole Host/SATNET. Le protocole Host/SATNET précurseur de HAP est exposé dans la note expérimentale (IEN, *Internet Experiment Note*) n° 192. Le réseau satellite haut débit, comme SATNET, a connu une évolution dans le développement de son matériel et logiciel de SIMP. Le SIMP original du réseau haut débit est connu sous le nom de Pluribus Satellite IMP, ou PSAT, qui a été mis en œuvre sur le multiprocesseur BBN Pluribus. Son successeur, le BSAT, est fondé sur le multiprocesseur BBN Butterfly. PSAT et BSAT communiquent tous deux avec leurs hôtes réseau connectés via HAP.

La Section 2 présente les généralités sur HAP. Les détails des formats et des procédures d'échange de message de HAP sont contenues dans les Sections 3 à 10. Des explications complémentaires de nombre de sujets traités dans la présente spécification HAP se trouvent dans le rapport BBN n° 4469, le "Rapport technique PSAT".

Le protocole utilisé pour fournir des échanges de messages suffisamment fiables sur la liaison hôte-SIMP est supposé être transparent pour le protocole d'accès réseau défini dans le présent document. Des exemples de tels protocoles de niveau liaison sont l'hôte local et distant ARPANET 1822, le protocole VDH ARPANET, et HDLC.

2 Généralités

On peut caractériser HAP comme un protocole bilatéral simultané non fiable avec un mécanisme facultatif de contrôle de flux. Les messages HAP s'écoulent simultanément dans les deux directions entre le SIMP et l'hôte. La transmission est non fiable au sens que le protocole ne fournit aucune garantie de livraison ordonnée sans erreur. Dans la mesure où cette fonctionnalité est exigée sur la liaison d'accès (par exemple, un SIMP et un hôte non co-localisés fonctionnant sur un circuit de communication), elle doit être prise en charge par le protocole de niveau liaison en dessous de HAP. Le mécanisme de commande de flux fonctionne indépendamment dans chaque direction sauf que l'activation ou la désactivation du mécanisme s'applique aux deux côtés de l'interface.

HAP prend en charge la communication d'hôte à hôte selon deux modes correspondants aux deux types de messages de données de HAP, les messages de datagrammes et les messages de flux. Chaque type de message peut avoir une longueur d'approximativement 16 kbit. Les messages de datagramme fournissent le service de transmission de base dans le réseau par satellites. Les messages de datagramme transmis par un hôte subissent un délai de réseau nominal de bout en bout de deux bonds de satellite. (Noter que ce délai, d'environ 0,6 s, délai de liaison d'accès exclu, est associé à la transmission de datagramme entre les hôtes sur les différents SIMP. Le délai de transmission entre les hôtes sur le même SIMP sera bien inférieur en supposant que la destination n'est pas une adresse de groupe. Voir la Section 3 et le paragraphe 6.2.) Un en-tête de commande de datagramme, passé au SIMP par l'hôte avec le texte du message, détermine le traitement du message au sein du réseau par satellites indépendamment des échanges précédents.

Les messages de flux donnent un retard d'un bond de satellite (approximativement 0,3 s) pour le trafic volatile, comme la parole, qui ne peut pas tolérer le retard associé à la transmission des datagrammes. Les hôtes peuvent aussi utiliser des flux pour prendre en charge des applications dont le cycle de service exige une bande passante de canal garantie. Les flux d'hôte sont établis par un échange de messages d'établissement entre l'hôte et le réseau avant le commencement du flux de données. Bien que les flux d'hôte établis puissent voir leurs caractéristiques modifiées par des messages d'établissement ultérieurs alors qu'ils sont en cours d'utilisation, les propriétés de l'allocation fixée des flux qui se rapportent aux datagrammes imposent des exigences assez strictes sur la source du trafic qui utilise le flux. Les arrivées de trafic du flux doivent correspondre à l'allocation de flux à la fois pour les temps inter arrivée et en taille de message si une efficacité raisonnable est recherchée. Les caractéristiques et l'utilisation des datagrammes et des flux sont décrites en détail dans les Sections 3 et 4 du présent document.

La transmission aussi bien des datagrammes que des flux utilise l'adressage logique dans le réseau par satellites. Chaque hôte sur le réseau se voit allouer une adresse logique permanente de 16 bits qui est indépendante de l'accès physique sur le SIMP

auquel il est rattaché. Ces adresses logiques de 16 bits sont fournies dans tous les messages de données d'hôte à SIMP et de SIMP à hôte.

Les hôtes peuvent aussi être membres de groupes. L'adressage de groupe est fourni principalement pour la prise en charge des livraisons multi-destination requises pour les applications de conférence. Comme les flux, les adresses de groupe sont créées de façon dynamique et supprimées par l'utilisation des messages d'établissement échangés entre un hôte et le réseau. L'adhésion à un groupe peut consister en un sous-ensemble arbitraire de tous les hôtes permanents du réseau. Un message adressé à une adresse de groupe est délivré à tous les hôtes qui sont membres de ce groupe.

Bien que HAP ne garantisse pas la livraison sans erreur, le contrôle d'erreur est un important aspect de la conception du protocole. Le contrôle d'erreur de HAP se préoccupe à la fois des transferts locaux entre un hôte et son SIMP local et des transferts de SIMP à SIMP sur le canal satellite. Le SIMP offre aux usagers un choix d'options de protection contre les erreurs du réseau fondé sur la capacité du réseau à envoyer de façon sélective des messages sur le canal satellite à des taux de codage différents. Ces options de correction d'erreur directe (FEC, *forward error correction*) sont appelées des niveaux de fiabilité. Trois niveaux de fiabilité (bas, moyen, et haut) sont disponibles pour l'hôte.

En plus de la correction d'erreur directe, un certain nombre de mécanismes de somme de contrôle sont employés dans le réseau par satellites pour ajouter des capacités de détection d'erreur. Un hôte a une opportunité, lorsqu'il envoie un message, d'indiquer si le message devrait être livré à sa destination ou éliminé si une erreur de données est détectée par le réseau. Chaque message reçu du réseau par un hôte portera un fanion qui indique si une erreur a été détectée ou non dans ce message particulier. Un hôte peut décider message par message si il veut accepter ou éliminer les transmissions contenant des erreurs de données.

Pour la connexion d'un hôte et d'un SIMP proches, les taux d'erreur dus au bruit externe ou à des défaillances matérielles sur le circuit d'accès peuvent raisonnablement être espérés bien inférieurs au taux d'erreur du meilleur canal par satellite. Et donc dans ce cas, on a peu à gagner en utilisant la détection d'erreur et la retransmission sur le circuit d'accès. Une somme de contrôle d'en-tête de 16 bits est cependant fournie pour assurer que les SIMP n'agissent pas à partir d'informations de commande incorrectes. Pour des connexions de relativement longue distance ou bruyantes, les retransmissions sur le circuit d'accès peuvent être nécessaires pour optimiser les performances pour le trafic aussi bien à faible que haute fiabilité. Il est prévu que les procédures de contrôle d'erreur de niveau liaison (telles que HDLC) seront utilisées à cette fin.

Les messages de datagramme et de flux qui sont présentés au réseau par un hôte peuvent n'être pas acceptés pour un certain nombre de raisons : priorité trop faible, destination morte, manque de mémoire tampon dans le SIMP de source, etc. L'hôte fait face à une situation similaire par rapport au traitement des messages provenant du SIMP. Pour permettre au receveur d'un message d'informer l'expéditeur de la disposition locale de son message, un mécanisme d'acceptation/refus (A/R) est mis en œuvre. Le mécanisme est la manifestation externe de l'algorithme de contrôle interne de flux et d'encombrement du SIMP (ou de l'hôte). Si les A/R sont activés, une acceptation/refus explicite ou implicite est retournée pour chaque message par le SIMP à l'hôte (et réciproquement). Cela permet à l'hôte (ou au SIMP) de réessayer à sa discrétion les messages refusés et peut fournir des informations utiles pour l'optimisation de l'envoi des messages ultérieurs si la raison des refus est aussi fournie. Le mécanisme A/R peut être désactivé pour fournir une interface "d'élimination pure".

Chaque message soumis au SIMP par un hôte est marqué comme étant dans une des quatre classes de priorité, de la priorité 3 (la plus haute) à la priorité 0 (la plus basse). La classe de priorité est utilisée par le SIMP pour arbitrer les conflits pour des ressources réseau rares (par exemple, du temps de canal). C'est-à-dire que si le réseau ne peut pas livrer tous les messages offerts, les messages de plus haute priorité seront délivrés de préférence aux messages de basse priorité. Dans le cas des datagrammes, le niveau de priorité est utilisé par le SIMP pour ordonner les demandes de réservation de canal satellite auprès du SIMP de source et la livraison de message au SIMP de destination. Dans le cas des flux, la priorité est associée à la capacité d'un flux à préempter un autre flux de priorité inférieure au moment de l'établissement.

Alors que le mécanisme A/R permet le contrôle des transferts de message individuel, il ne facilite pas la régulation des flux de priorité. Une telle régulation est traitée en passant des informations de statut informatif (GOPRI) à travers l'interface hôte-SIMP indiquant quelles priorités sont actuellement acceptées. Tant que ces informations, relatives aux changements d'état de priorité, sont passées fréquemment, l'expéditeur peut éviter de générer des messages qui seraient sûrs d'être refusés.

HAP définit à la fois les messages de données (messages de datagrammes et messages de flux) et les messages de commandes. Les messages de données sont utilisés pour envoyer des informations entre les hôtes du réseau. Les messages de commande sont échangés entre un hôte et le réseau pour gérer la liaison d'accès local. HAP peut aussi être vu en termes de ceux couches de protocole distinctes, la couche message et la couche d'établissement. La couche message est associée à la transmission de messages individuels de datagramme et de messages de flux. Le protocole de couche d'établissement est associé à l'établissement, la modification, et la suppression des flux et des groupes. Les échanges de la couche d'établissement sont en réalité mis en œuvre comme datagrammes transmis entre l'hôte utilisateur et un "hôte de service" SIMP interne.

Chaque message HAP consiste en un nombre entier de mots de 16 bits. Les premiers mots du message contiennent toujours des

informations de commande et sont appelés l'en-tête du message. Le premier mot de l'en-tête de message identifie le type du message qui suit. Le second mot de l'en-tête du message est une somme de contrôle qui couvre toutes les informations d'en-tête. Tout message dont la somme de contrôle d'en-tête ne correspond pas à la somme de contrôle calculée sur les informations d'en-tête reçues doit être éliminé. Le format du reste de l'en-tête dépend du type spécifique de message.

Les formats et l'utilisation des types de message individuels sont exposés dans les paragraphes qui suivent. Une description du format commun est utilisée à cette fin. Les mots d'un message sont numérotés en commençant à zéro (c'est-à-dire que zéro est le premier mot d'un en-tête de message). Les bits au sein d'un mot sont numérotés de zéro (de moindre poids) à quinze (de plus fort poids). La notation utilisée pour identifier la localisation d'un champ particulier est :

<MOTn°>{-<MOTn°>} [<BITn°>{-<BITn°>}] <description>

où les éléments facultatifs entre {} sont utilisés pour spécifier la limite supérieure (inclusive) d'une gamme. Le lecteur devrait se référer à ces identifiants de champs pour trouver les spécifications précises de la taille du champ. Les champs qui sont communs à plusieurs types de message sont définis dans le premier paragraphe qui les utilise. Seul le nom du champ apparaîtra habituellement dans les descriptions des paragraphes ultérieurs.

Les protocoles de niveau liaison utilisés pour prendre en charge HAP peuvent différer dans l'ordre dans lequel ils transmettent les bits qui constituent les messages HAP. Pour HDLC et le VDH ARPANET, chaque mot d'un message HAP est transmis en commençant par le bit de moindre poids (bit 0) et en terminant par le bit de plus fort poids (bit 15). Les mots du message sont transmis du mot 0 au mot N. Pour les interfaces d'hôte local et distant ARPANET 1822, l'ordre de transmission des bits au sein de chaque mot est l'inverse de celui de HDLC et VDH, c'est-à-dire que la transmission est du bit 15 au bit 0.

3 Messages en datagramme

Les messages de datagramme sont d'un des deux types de messages de données de niveau message utilisés pour prendre en charge la communication d'hôte à hôte. Chaque datagramme peut contenir jusqu'à 16 384 bits de données d'usager. Les messages de datagramme transmis par un hôte à un hôte sur un SIMP distant subissent un délai réseau nominal de deux bonds de satellite d'extrémité à extrémité (environ 0,6 s), à l'exclusion du délai sur les liaisons d'accès. Ce délai réseau est dû à la procédure d'ordonnancement de la réservation par message pour les datagrammes qui n'alloue de temps de canal au message que pour la durée du transfert réel. Comme les transferts de datagramme entre les hôtes permanents sur le même SIMP n'exigent pas de programmation de canal satellite avant la transmission des données, Le délai réseau dans ce cas sera bien inférieur et est déterminé strictement par le temps de traitement du SIMP. Les datagrammes envoyés à des adresses de groupe sont traités comme si ils étaient adressés à des hôtes distants et sont toujours envoyés sur le canal satellite. Il est prévu que les messages de datagrammes seront utilisés pour prendre en charge la majorité du trafic d'ordinateur à ordinateur et de terminal à ordinateur qui est par nature en salves.

Le format des messages de datagrammes et l'objet de chaque champ de commande d'en-tête est décrit à la Figure 1.

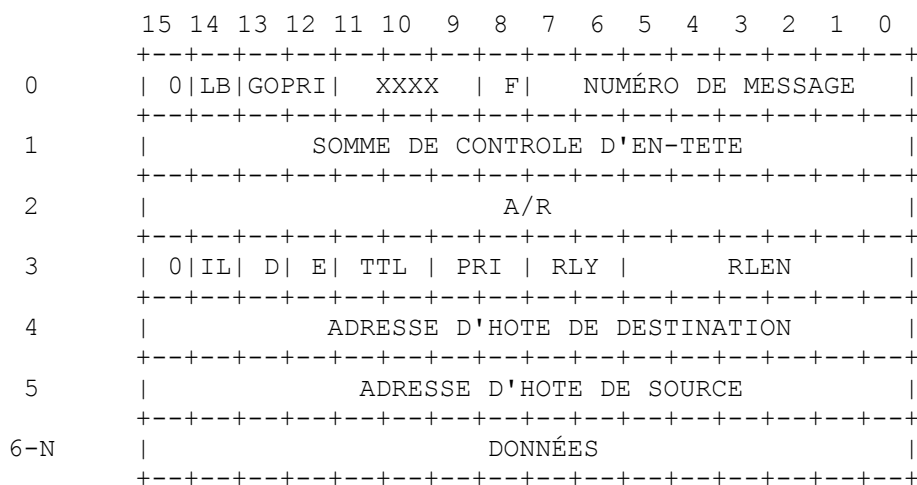


Figure 1 : Message en datagramme

0[15] Classe de message . Ce bit identifie le message comme message de données ou message de commande.
 0 = Message de données
 1 = Message de commande

- 0[14] Bit de bouclage. Ce bit permet à l'expéditeur d'un message de déterminer si son propre message est en boucle. L'hôte et le SIMP utilisent chacun des réglages différents de ce bit pour leurs transmissions. Si un message arrive avec le bit de bouclage réglé égal à sa valeur de sortie, le message est alors en boucle.
0 = Envoyé par l'hôte.
1 = Envoyé par le SIMP.
- 0[12-13] Go-Priorité. Dans les messages de SIMP à hôte, ce champ fournit des informations concernant la plus basse priorité actuellement acceptée par le SIMP. L'hôte peut facultativement choisir de fournir des informations de priorité similaires au SIMP.
0 = Priorité basse
1 = Priorité moyenne basse
2 = Priorité moyenne haute
3 = Priorité haute
- 0[9-11] Réserve.
- 0[8] Force le fanion de canal de transmission. Ce fanion peut être réglé par l'hôte de source à forcer le SIMP à transmettre le message sur le canal satellite même si le message contient des adresses permanentes d'hôte de destination et de source correspondant aux hôtes qui sont physiquement connectés au même SIMP.
0 = Fonctionnement normal.
1 = Force le canal de transmission.
- 0[0-7] Numéro de message. Ce champ contient l'identification du message utilisé par le mécanisme d'acceptation/refus (A/R) (quand il est activé). Si le numéro de message est zéro, A/R est désactivé pour ce message spécifique. Voir à la Section 5 la description détaillée du mécanisme A/R.
- 1[0-15] Somme de contrôle d'en-tête. Ce champ contient une somme de contrôle qui couvre les mots 0 à 5. Il est calculé comme la négation de la somme des compléments à deux des mots 0 à 5 (excluant la somme de contrôle elle-même).
- 2[0-15] A/R porté. Ce champ peut contenir un mot d'acceptation/refus fournissant l'état A/R sur les flux de trafic dans la direction opposée. Son inclusion peut éliminer le besoin d'un message de commande A/R séparé (voir la Section 5). Une valeur de zéro pour ce mot est utilisée pour indiquer qu'aucun portage d'informations A/R n'est présent.
- 3[15] Type de message de données. Ce bit identifie si le message est un message de datagramme ou un message de flux.
0 = Message de datagramme.
1 = Message de flux.
- 3[14] Fanion Internet/Local. Ce fanion est réglé par un hôte de source pour spécifier à un hôte de destination si la portion de données du message contient un en-tête Internet DoD standard. Ce champ est passé de façon transparente par les SIMP de source et de destination pour le trafic entre les hôtes de réseau satellite externes. Ce champ est examiné par les hôtes SIMP internes (par exemple, l'hôte de service réseau) afin de prendre en charge le fonctionnement Internet.
0 = Internet
1 = Local
- 3[13] Fanion éliminer. Ce fanion permet à un hôte source de donner pour instruction au réseau par satellites (y compris l'hôte de destination) quoi faire du message lorsque sont détectées des erreurs de données (en supposant que la somme de contrôle soit correcte).
0 = Éliminer le message si des erreurs de données sont détectées.
1 = Ne pas éliminer le message si des erreurs de données sont détectées.
La valeur de ce fanion, réglée par l'hôte de source, est passée à l'hôte de destination.
- 3[12] Fanion d'erreur de données. Ce fanion est utilisé conjointement avec le fanion éliminer pour indiquer à l'hôte de destination si des erreurs de données ont été détectées dans le message avant la transmission sur la liaison d'accès SIMP à hôte. Il n'est utilisé que si le fanion d'élimination = 1. Il devrait être mis à zéro par l'hôte de source.
0 = Pas d'erreur de données détectée
1 = Erreurs de données détectées
- 3[10-11] Désignateur de durée de vie. L'hôte de source utilise ce champ pour spécifier la durée maximum pendant laquelle il devrait être permis à un message d'exister au sein du réseau par satellites avant d'être supprimé. Les messages peuvent être éliminés par le réseau avant l'écoulement de ce délai maximum.
0 = 1 seconde
1 = 2 secondes
2 = 5 secondes
3 = 10 secondes
Le champ durée de vie (TTL, *Time-to-Live*) est indéfini dans les messages envoyés d'un SIMP à un hôte.
- 3[8-9] Priorité. L'hôte de source utilise ce champ pour spécifier la priorité avec laquelle le message devrait être traité au sein du réseau.
0 = Priorité basse
1 = Priorité moyenne basse
2 = Priorité moyenne haute
3 = Priorité haute
La priorité de chaque message est passée à l'hôte de destination par le SIMP de destination.
- 3[6-7] Fiabilité. L'hôte de source utilise ce champ pour spécifier les exigences de base de taux d'erreurs binaires pour la

- 1[0-15] Somme de contrôle d'en-tête. Couvre les mots 0 à 5.
- 2[0-15] A/R porté.
- 3[15] Type de message de données = 1 (Flux).
- 3[14] Fanion Internet/Local.
- 3[13] Fanion éliminer.
- 3[12] Fanion d'erreur de données.
- 3[10-11] Désignation de la durée de vie.
 - 0 = Réservé
 - 1 = 1 seconde
 - 2 = Réservé
 - 3 = Réservé
- 3[0-9] Identifiant de flux d'hôte. L'hôte de service utilise ce champ pour identifier le flux d'hôte sur lequel le message est à envoyer par le SIMP. Les identifiants de flux d'hôte sont établis au moment de la création du flux via des échanges d'hôte avec leur hôte de service réseau (voir au paragraphe 6.1).
- 4[0-15] Adresse d'hôte de destination.
- 5[0-15] Adresse d'hôte de source.
- 6-N Données. Ce champ contient jusqu'à 16 000 bits de données d'utilisateur (multiple de 16 bits).

5 Messages de commande de flux

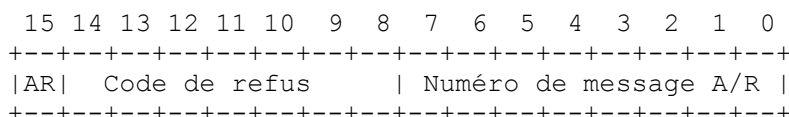
Le SIMP prend en charge un mécanisme d'acceptation/refus (A/R) dans chaque direction sur la liaison d'accès de l'hôte. Le mécanisme A/R est activé pour la liaison par l'hôte en réglant un bit dans le message de commande Redémarrage achevé (voir la Section 8). Chaque message de datagramme et de flux contient un numéro de message de 8 bits utilisé pour identifier le message pour les besoins du contrôle de flux. L'hôte et le SIMP incrémentent tous deux ce numéro modulo 256 dans les messages successifs qu'ils transmettent. Jusqu'à 127 messages peuvent être en cours dans chaque direction à tout moment. Si le receveur d'un message n'est pas en mesure d'accepter le message, il retourne une indication de refus contenant le numéro de message du message refusé et la raison du refus. L'indication de refus peut être portée par les messages de données dans la direction opposée sur la liaison ou peut être envoyée dans un message de commande séparé en l'absence de trafic dans le sens inverse.

Les indications d'acceptation sont retournées de façon similaire, soit portées sur les messages de données soit dans un message de commandes séparé. Une acceptation est retournée par le receveur pour indiquer que le message identifié n'a pas été refusé. Les indications d'acceptation retournées par le SIMP n'impliquent cependant pas une garantie de livraison ou même une assurance que le message ne sera pas éliminé intentionnellement par le réseau ultérieurement. Elles sont envoyées principalement pour faciliter la gestion de mémoire tampon chez l'hôte.

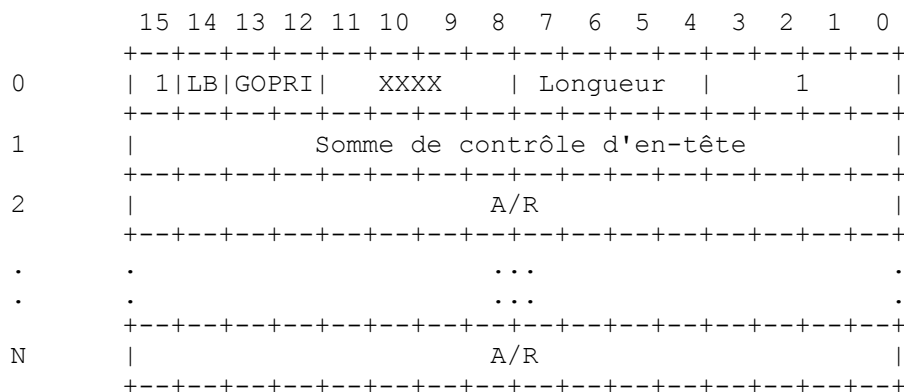
Pour réduire le nombre de messages A/R échangés, une seule indication A/R peut être retournée pour plusieurs messages (de numéro inférieur) n'ayant pas reçu d'accusé de réception précédemment. Une acceptation explicite du numéro de message N implique une acceptation implicite des messages en cours ayant les numéros N-1, N-2, etc., conformément à la définition de l'acceptation donnée ci-dessus. (Noter que l'acceptation explicite du numéro de message N n'implique pas que tous les messages en cours dont il n'a pas été accusé réception ont été reçus.) Une interprétation analogue du refus de numéro de message permet au receveur d'un groupe de messages de les rejeter en groupe en supposant qu'ils sont tous refusés pour la même raison. Comme mesure d'efficacité supplémentaire, HAP permet à un bloc d'indications A/R d'être agrégées en un seul message de commande A/R. Un tel message pourrait être utilisé, par exemple, pour rejeter un groupe de messages où le code de refus serait différent pour chacun.

Dans certaines circonstances, la redondance associée au traitement des messages A/R peut se révéler peu attractive. Dans ce cas, il est possible de désactiver le mécanisme A/R et de faire fonctionner l'interface HAP en mode d'élimination pure. La capacité d'effectuer cela liaison par liaison a été notée par ailleurs (voir les Sections 2 et 8). De plus, les messages ayant le numéro de séquence zéro sont pris pour des messages dont le mécanisme A/R est désactivé de façon sélective. Pour permettre un retour d'informations critiques, même en fonctionnement en mode d'élimination, HAP définit un message de commande "Réponse non numérotée".

Le format indiqué à la Figure 3 est utilisé à la fois pour porter les indications A/R dans les messages de commande (mot 2), et pour fournir les informations d'A/R dans des messages de commande séparés. Quand des messages de commande séparés sont utilisés pour transmettre des indications A/R, le format indiqué à la Figure 4 s'applique. Les informations de commande de flux et les autres informations qui ne peuvent pas être envoyées comme indications A/R sont envoyées dans un message de commande Réponse non numérotée. Le format de ce type de message est illustré à la Figure 5.

**Figure 3 : Mot d'acceptation/refus**

- [15] Type d'Acceptation/Refus. Ce champ identifie si l'information d'A/R est une acceptation ou un refus.
 0 = Acceptation
 1 = Refus
- [8-14] Code de refus. Quand le type Acceptation/Refus = 1, ce champ donne le code de refus :
- 0 = Priorité non acceptée
 - 1 = Encombrement de SIMP de source
 - 2 = Encombrement de SIMP de destination
 - 3 = Hôte de destination mort
 - 4 = SIMP de destination mort
 - 5 = Adresse d'hôte de destination illégale
 - 6 = Accès interdit à l'hôte de destination
 - 7 = Adresse d'hôte de source illégale
 - 8 = Message perdu dans la liaison d'accès
 - 9 = Identifiant de flux non existant
 - 10 = Hôte de source illégal pour l'identifiant de flux
 - 11 = Message trop long
 - 12 = Message de flux trop tôt
 - 13 = Type de message de commande illégal
 - 14 = Code de refus illégal en A/R
 - 15 = Valeur de fiabilité illégale
 - 16 = Encombrement de l'hôte de destination
- [0-7] Numéro de message A/R. Ce champ contient le numéro du message auquel cette acceptation/refus se réfère. Il s'applique aussi à tous les messages en cours avec des numéros antérieurs. Noter que ce champ ne peut jamais être à zéro car un numéro de message de zéro implique que le mécanisme A/R est désactivé.

**Figure 4 : Message d'acceptation/refus**

- 0[15] Classe de message = 1 (Message de commande).
- 0[14] Bit de bouclage.
- 0[12-13] Go-Priorité.
- 0[8-11] Réserve.
- 0[4-7] Longueur de message. Ce champ contient la longueur totale de ce message en mots (N+1).
- 0[0-3] Type de message de commande = 1 (Acceptation/Refus).
- 1[0-15] En-tête de contrôle. La somme de contrôle couvre les mots 0 à N.
- 2[0-15] Mot d'acceptation/refus.
- 3-N Mots supplémentaires d'acceptation/refus (facultatifs).

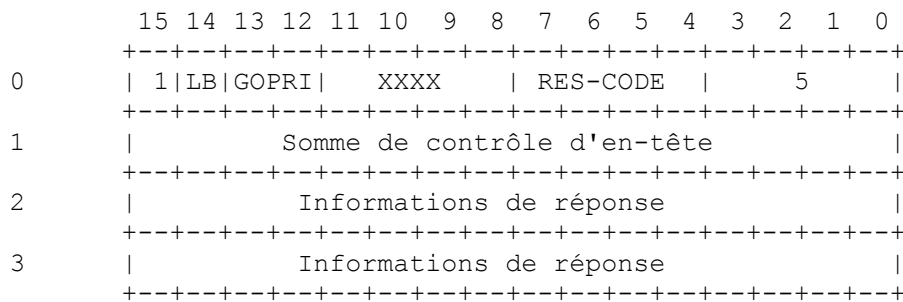


Figure 5 : Réponse non numérotée

- 0[15] Classe de message = 1 (Message de commande).
- 0[14] Bit de bouclage.
- 0[12-13] Go-Priorité.
- 0[8-11] Réserve.
- 0[4-7] Code de réponse.
 - 3 = Destination injoignable
 - 5 = Adresse d'hôte de destination illégale
 - 7 = Adresse d'hôte de source illégale
 - 9 = Identifiant de flux non existant
 - 10 = Identifiant de flux illégal
 - 13 = Violation du protocole
 - 15 = Boucle ne peut être mise en œuvre
- 0[0-3] Type de message de commande = 5 (Réponse non numérotée).
- 1[0-15] Somme de contrôle d'en-tête. Couvre les mots 0 à 3.
- 2[0-15] Informations de réponse. Si le Code de réponse est :
 - 3 = Adresse d'hôte de destination
 - 5 = Adresse d'hôte de destination
 - 7 = Adresse d'hôte de source
 - 9 = Identifiant de flux (justifié à droite)
 - 10 = Identifiant de flux (justifié à droite)
 - 13 = Mot 0 de message en violation du protocole
 - 15, Mot 0 de message de demande de bouclage
- 3[0-15] Informations de réponse. Si le code de réponse est :
 - 3,5,7, ou 9 = Indéfini
 - 10 = Adresse d'hôte de source
 - 13 = Mot 3 de message en violation du protocole, ou zéro s'il n'y a pas de mot 3
 - 15 = Mot 2 du message de demande de bouclage

6 Messages de niveau établissement

Le protocole de niveau établissement est fourni pour la prise en charge de l'établissement, la modification, et la suppression de groupes et de flux dans le réseau paquet par satellites. Un hôte qui souhaite effectuer une de ces opérations génériques interagit avec l'hôte de service du réseau (adresse logique zéro). L'hôte de service cause l'exécution de l'action demandée et sert d'intermédiaire entre l'utilisateur et le reste du réseau. Dans le processus de mise en œuvre de l'action demandée, diverses bases de données du réseau sont mises à jour pour refléter l'état en cours du groupe ou flux référencé.

Les communications entre l'hôte et l'hôte de service sont mises en œuvre via des datagrammes spécialement dédiés appelés messages d'établissement. Chaque interaction initiée par un hôte implique un triple échange dans lequel : (1) l'hôte d'utilisateur envoie une demande à l'hôte de service, (2) l'hôte de service retourne une réponse à l'hôte d'utilisateur, et (3) l'hôte d'utilisateur retourne un accusé de réception de réponse à l'hôte de service. Cette procédure est utilisée pour s'assurer de la transmission fiable des demandes et des réponses. Afin de permettre que plus d'un message de demande d'établissement soit en cours de la part d'un hôte, un identifiant de demande unique est alloué à chaque demande. La réponse et l'accusé de réception de réponse associés sont identifiés par l'identifiant de demande qu'ils contiennent. Les hôtes devraient généralement s'attendre à un délai minimum d'environ deux allers-retours de satellite entre la transmission d'une demande d'établissement au SIMP et la réception de la réponse associée. (Noter que la demande d'adhésion de groupe et la demande de quitter un groupe n'exigent qu'une communication locale entre un hôte et son SIMP. Le temps de réponse pour ces demandes ne dépend donc que du temps de traitement du SIMP et devrait être considérablement plus court que deux allers-retours.) Ce délai établit un taux maximum auquel les changements peuvent être traités par le SIMP. L'utilisateur devrait recevoir une réponse à une demande d'établissement exigeant une communication globale dans les 2 secondes et à une demande d'établissement exigeant une communication locale dans la seconde. L'hôte devrait répondre à une réponse de SIMP par un accusé de réception de réponse

dans la seconde.

Les échanges d'établissement peuvent aussi être initiés par le SIMP. Les messages d'établissement initiés par le SIMP sont utilisés pour notifier à un hôte les changements d'état d'un groupe ou flux associé. Chaque notification implique un double échange où 1) l'hôte de service envoie une notification à l'hôte d'utilisateur, et (2) l'hôte d'utilisateur retourne un accusé de réception de notification à l'hôte de service. Afin de permettre que plus d'une notification soit en cours, il est alloué à chacune un identifiant de notification unique. L'accusé de réception de notification retourné par l'hôte d'utilisateur à l'hôte de service doit contenir l'identifiant de notification.

Le format général de chaque message d'établissement est :

```
<EN-TÊTE DE MESSAGE DE DATAGRAMME>
<EN-TÊTE INTERNET FACULTATIF>
<EN-TÊTE DE MESSAGE D'ÉTABLISSEMENT>
<CORPS DE MESSAGE D'ÉTABLISSEMENT>
```

L'hôte de service accepte les demandes d'établissement aussi bien en format Internet que non-Internet. Les réponses de l'hôte de service seront dans la même forme que la demande, c'est-à-dire que les demandes Internet obtiennent des réponses Internet, et les demandes non-Internet obtiennent des réponses non-Internet.

Le format de l'en-tête combiné de message de datagramme et de message d'établissement est illustré à la Figure 6. Le corps des messages d'établissement dépend du type de message d'établissement particulier. Les messages de demande et réponse de flux sont décrits au paragraphe 6.1. Les messages de demande et réponse de groupe sont décrits au paragraphe 6.2. Pour simplifier la présentation dans ces deux paragraphes, les messages d'établissement sont supposés échangés entre un hôte local et un SIMP même si les établissements de groupe et flux Internet sont pris en charge (voir la Figure 6). Le format des notifications, qui consiste seulement en un mot au-delà de l'en-tête d'établissement de base, est indiqué à la Figure 7. Comme le SIMP ne retient pas les informations d'en-tête Internet facultatives qui ne peuvent pas être incluses dans les demandes d'établissement, les notifications Internet ne sont pas prises en charge. Le format des messages d'accusé de réception associés aux demandes/réponses et notifications d'établissement est illustré à la Figure 8.

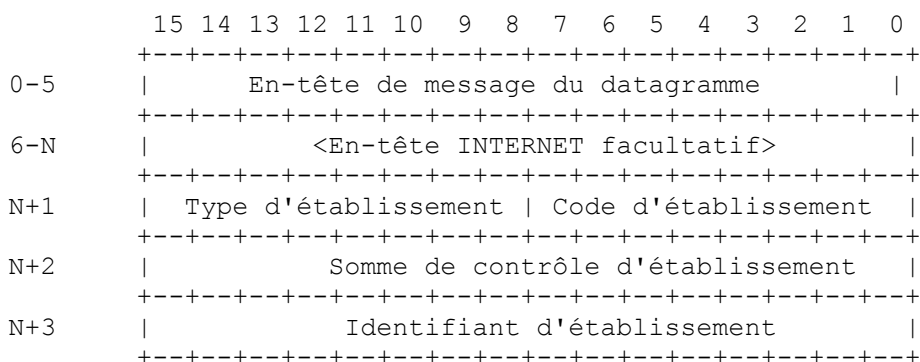


Figure 6 : En-tête de message d'établissement

- 0-5 En-tête de message de datagramme. Chaque message d'établissement commence par les six mots d'en-tête de message de datagramme (voir la Section 3).
- 6-N En-tête Internet (facultatif). Ces champs, lorsqu'ils sont présents, se conforment au protocole Internet (IP) standard du DoD. La taille de l'en-tête Internet a un minimum de 10 mots mais peut être plus longue selon l'utilisation des facilités facultatives de IP. (Les messages de notification Internet ne sont pas pris en charge.)
- N+1[8-15] Type d'établissement. Ce champ détermine le type de message d'établissement.
- 0 = Accusé de réception
 - 1 = Demande
 - 2 = Réponse
 - 3 = Notification
- N+1[0-7] Code d'établissement. Pour les demandes, ce champ identifie le type de demande.
- 1 = Crée l'adresse de groupe
 - 2 = Supprime l'adresse de groupe
 - 3 = Se joindre au groupe
 - 4 = Quitter le groupe
 - 5 = Crée un flux
 - 6 = Supprime le flux
 - 7 = Change les paramètres de flux
 - 8 = Réservé

Demande de suppression de flux	----->
Réponse de suppression de flux	<-----
Accusé de réception de réponse	----->

Figure 9 : Exemple de flux

Les flux d'hôte ont six propriétés caractéristiques qui sont choisies au moment de l'établissement du flux. Ces propriétés, qui s'appliquent à chaque message transmis dans le flux sont : (1) la taille du créneau, (2) l'intervalle, (3) la fiabilité, (4) la longueur de fiabilité, (5) la priorité, et (6) le nombre maximum de messages par créneau. Pour établir un flux, l'hôte envoie au SIMP le message Demande de création de flux illustré à la Figure 10. Après que le réseau par satellites a traité la demande de création de flux, le SIMP va répondre à l'hôte par un message Réponse de création de flux formaté comme indiqué à la Figure 11. En supposant que le code de réponse dans la réponse de création de flux est zéro, ce qui indique la réussite de la création du flux, l'hôte peut procéder à la transmission des messages de données de flux après l'envoi d'un accusé de réception de réponse.

Pendant la durée de vie d'un flux, l'hôte qui l'a créé peut décider que certaines des six propriétés caractéristiques devraient être modifiées. Toutes les propriétés sauf l'intervalle de flux peuvent être modifiées en utilisant le message Demande de changement des paramètres du flux. Le format de cette commande est illustré à la Figure 12. Après que le réseau a traité la demande de changement des paramètres du flux, le SIMP va répondre en envoyant une réponse de changement des paramètres du flux à l'hôte, avec le format indiqué à la Figure 13. Un hôte qui demande une allocation de canal réduite devrait diminuer immédiatement son débit d'envoi sans attendre la réception de la réponse de changement des paramètres du flux. Un hôte qui demande une allocation augmentée ne devrait pas procéder à la transmission selon le nouvel ensemble de paramètres avant d'avoir préalablement reçu un code de réponse de 4 indiquant la prise d'effet du changement demandé.

Quand l'hôte qui a créé le flux d'hôte détermine que le flux n'est plus nécessaire et que l'allocation de canal satellite peut être libérée, l'hôte envoie à son SIMP local un message de suppression de flux formaté comme indiqué à la Figure 14. Après que le réseau a traité la demande de suppression de flux, le SIMP va répondre par l'envoi à l'hôte d'une réponse de suppression de flux dans le format indiqué à la Figure 15.

```

      15 14 13 12 11 10  9  8  7  6  5  4  3  2  1  0
      +-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
0-5   |           En-tête de message du datagramme           |
      +-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
  6   |           1           |           5           |
      +-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
  7   |           Somme de contrôle d'établissement           |
      +-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
  8   |           Identifiant de demande                       |
      +-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
  9   |  MAX MES | INT | PRI | RLY |           RLEN           |
      +-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
10   |           Taille du créneau                             |
      +-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+

```

Figure 10 : Demande de création de flux

- 0-5 En-tête de message de datagramme.
- 6[8-15] Type d'établissement = 1 (Demande).
- 6[0-7] Type de demande = 5 (Créer un flux).
- 7[0-15] Somme de contrôle d'établissement. Couvre les mots 6-10.
- 8[0-15] Identifiant de demande.
- 9[12-15] Maximum de messages par créneau. Ce champ spécifie le nombre maximum de messages de flux qui seront délivrés au SIMP par l'hôte pour être transmis dans un créneau de flux.
- 9[10-11] Intervalle. Ce champ spécifie l'intervalle, en nombre de trames de 21,2 ms, entre les créneaux de flux.
 - 0 = 1 trame
 - 1 = 2 trames
 - 2 = 4 trames
 - 3 = 8 trames
 Par exemple, un intervalle de 4 trames correspond à une allocation des mots de taille de créneau toutes les 85 ms.
- 9[8-9] Priorité. Ce champ spécifie la priorité à laquelle tous les messages du flux d'hôte devraient être traités.
 - 0 = Priorité faible
 - 1 = Priorité moyenne basse
 - 2 = Priorité moyenne haute
 - 3 = Priorité haute

- 9[6-7] Fiabilité. Ce champ spécifie l'exigence de base de taux d'erreur binaire pour la portion des données de tous les messages dans le flux d'hôte.
 0 = Fiabilité basse
 1 = Fiabilité moyenne
 2 = Fiabilité haute
 3 = Réserve
- 9[0-5] Longueur de fiabilité. Ce champ spécifie combien de mots devraient être transmis au-delà de l'en-tête de message à la fiabilité maximum pour tous les messages du flux d'hôte.
- 10[0-15] Taille de créneau. Ce champ spécifie la taille de créneau en mots de 16 bits du texte du message de flux. Les mots de l'en-tête du message de flux sont exclus de ce compte. L'hôte peut partager cette allocation créneau par créneau entre un nombre variable de messages pour autant que le nombre maximum de messages par créneau n'excède pas MAX MES.

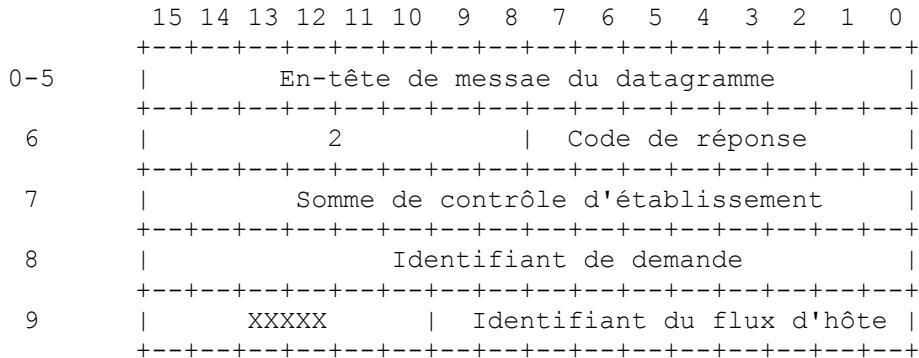


Figure 11 : Réponse de création de flux

- 0-5 En-tête de message de datagramme.
- 6[8-15] Type d'établissement = 2 (Réponse).
- 6[0-7] Code de réponse.
 0 = Flux créé
 8 = Problème réseau
 12 = Priorité de flux non acceptée
 17 = Ressources réseau insuffisantes
 18 = Bande passante demandée trop importante
 21 = Maximum de messages par créneau non cohérent avec la taille de créneau
 22 = Réponse perdue dans le réseau
 23 = Valeur de fiabilité illégale
- 7[0-15] Somme de contrôle d'établissement. Couvre les mots 6-9.
- 8[0-15] Identifiant de demande.
- 9[10-15] Réserve.
- 9[0-9] Identifiant de flux d'hôte. Ce champ contient un identifiant de flux d'hôte alloué par le réseau. Il doit être inclus dans tous les messages de données de flux envoyés par l'hôte pour permettre au SIMP d'associer le message aux caractéristiques mémorisées pour le flux et la durée de canal satellite réservée.

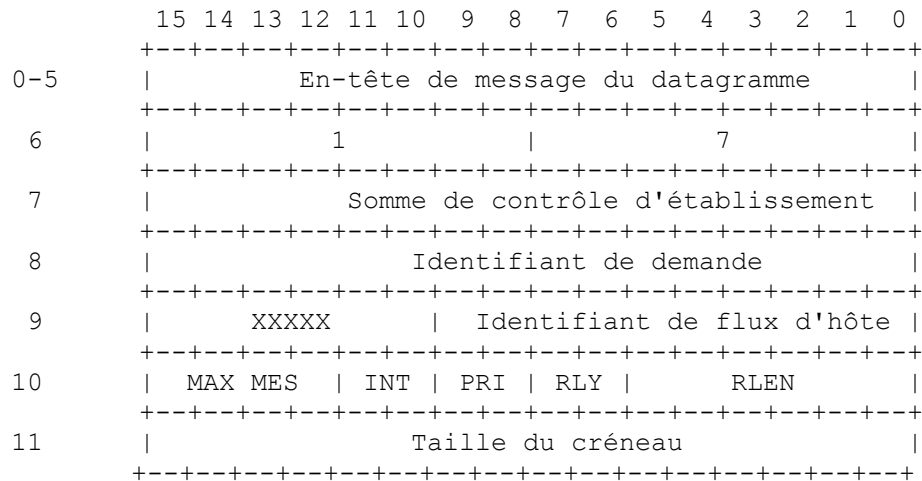


Figure 12 : Demande de changement des paramètres du flux

9[10-15] Réserve.
 9[0-9] Identifiant de flux d'hôte.

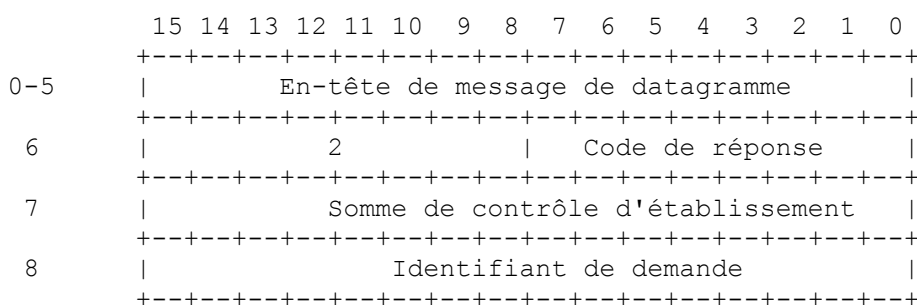


Figure 15 : Réponse de suppression de flux

0-5 En-tête de message de datagramme.
 6[8-15] Type d'établissement = 2 (Réponse).
 6[0-7] Code de réponse.
 1 = Flux supprimé
 8 = Problème réseau
 10 = Identifiant de flux non existant
 11 = Pas créateur de flux
 17 = Ressources réseau insuffisantes
 22 = Réponse perdue dans le réseau
 7[0-15] Somme de contrôle d'établissement. Couvre les mots 6-8.
 8[0-15] Identifiant de demande.

6.2 Messages d'établissement de groupe

L'adressage de groupe permet aux hôtes de tirer parti des capacités de diffusion du réseau par satellites et il est fourni principalement pour prendre en charge la livraison multi destination requise pour les applications de conférence. Les adresses de groupe sont créées et supprimées dynamiquement via les messages d'établissement échangés entre les hôtes et le réseau. L'adhésion à un groupe peut consister en un sous-ensemble arbitraire de tous les hôtes permanents du réseau. Un message de datagramme ou un message de flux adressé à un groupe est toujours envoyé sur le canal satellite et délivré à tous les hôtes qui sont membres de ce groupe. Les messages d'établissement de groupe sont Demande de création de groupe, Réponse à création de groupe, Demande de suppression de groupe, Réponse à suppression de groupe, Demande d'adhésion de groupe, Réponse à adhésion de groupe, Demande de quitter le groupe, et Réponse à quitter le groupe.

L'utilisation des messages d'établissement de groupe est indiquée à la Figure 16. La figure illustre un scénario d'échanges entre deux hôtes et leurs SIMP locaux. Dans le scénario, un hôte, l'hôte A, crée un groupe auquel se joint un second hôte, l'hôte B. Après que les deux hôtes ont échangé quelques messages de données adressés au groupe, l'hôte B décide de quitter le groupe et l'hôte A décide de supprimer le groupe. Comme dans le scénario du paragraphe 6.1, les indications d'A/R ont été omises par souci d'alléger la figure.

Une partie de la procédure de création de groupe implique que l'hôte de service retourne une clé de 48 bits avec une adresse de groupe de seize bits à l'hôte qui crée le groupe. L'hôte créateur doit passer la clé avec l'adresse de groupe aux autres hôtes qu'il veut comme membres du groupe. Ces autres hôtes doivent fournir la clé avec l'adresse de groupe dans leurs demandes d'adhésion de groupe. La clé est utilisée par le réseau pour authentifier ces opérations et minimiser par là la probabilité que des hôtes non désirés deviennent délibérément ou par inadvertance membres du groupe. La procédure utilisée par un hôte pour distribuer l'adresse de groupe et la clé est en dehors du domaine d'application de HAP.

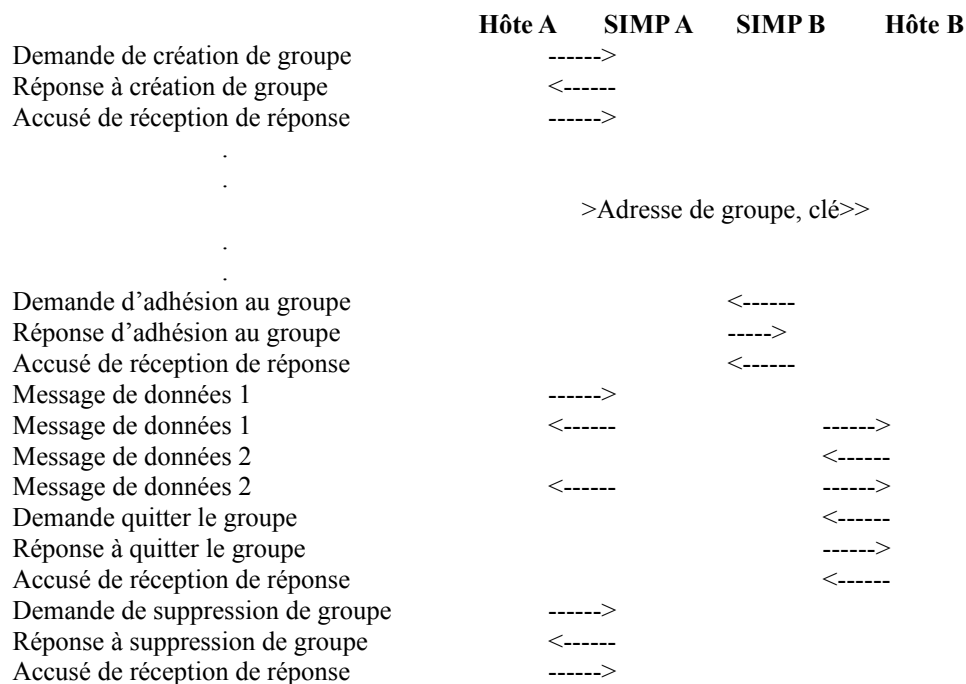


Figure 16 : Exemple de groupe

Tout hôte qui ne souhaite plus participer à un groupe peut choisir de le quitter. Cela peut être accompli par un Quitter ou par un Supprimer. Les deux opérations Quitter et Supprimer sont authentifiées en utilisant la clé de 48 bit. Quitter est une opération locale entre un hôte et son SIMP qui retire l'hôte demandeur de la liste des adhérents au groupe mais n'altère pas l'existence globale du groupe. D'un autre côté, un Supprimer efface toute connaissance du groupe chez chaque SIMP du réseau. HAP permettra à tout membre d'un groupe de supprimer le groupe à tout moment. Et donc, les adresses de groupe peuvent être supprimées même si l'hôte qui a créé le groupe à l'origine a quitté le groupe ou est hors service. De plus, il peut exister des groupes pour lesquels il n'y a actuellement pas de membre parce que chaque membre a exécuté un Quitter alors qu'aucun n'a exécuté de Supprimer. Il est de la responsabilité des hôtes de coordonner et gérer l'utilisation des groupes.

Le message Demande de création de groupe envoyé à l'hôte de service pour établir une adresse de groupe est illustré à la Figure 17. Après que le réseau a traité la demande de création de groupe, l'hôte de service va répondre en envoyant une réponse de création de groupe à l'hôte, comme illustré à la Figure 18.

Un hôte peut devenir membre d'un groupe une fois qu'il connaît l'adresse et la clé associées au groupe par l'envoi à l'hôte de service du message Demande d'adhésion au groupe indiqué à la Figure 19. L'hôte de service va répondre à la demande d'adhésion au groupe par une réponse à l'adhésion au groupe formatée comme indiqué à la Figure 20. L'hôte qui crée un groupe devient automatiquement membre de ce groupe sans qu'il soit besoin d'une demande d'adhésion au groupe explicite.

À tout moment après être devenu membre d'un groupe, un hôte peut choisir de quitter le groupe. Pour effectuer cela, l'hôte envoie à l'hôte de service une Demande de quitter le groupe formatée comme indiqué à la Figure 21. L'hôte de service va répondre à la Demande de quitter le groupe par une Réponse à quitter le groupe formatée comme indiqué à la Figure 22.

Tout membre d'un groupe peut demander que l'hôte de service supprime un groupe existant via une Demande de suppression de groupe. Le format du message d'établissement de la Demande de suppression de groupe est indiqué à la Figure 23. Après que le réseau a traité la Demande de suppression de groupe, l'hôte de service va répondre à l'hôte par une Réponse de suppression de groupe formatée comme illustré à la Figure 24.

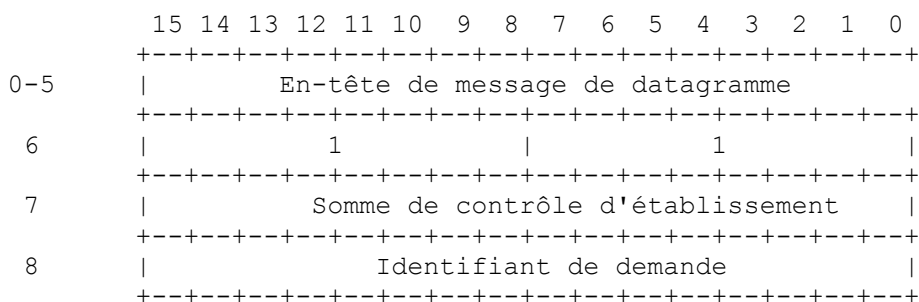


Figure 17 : Demande de création de groupe

- 6[0-7] Type de demande = 3 (Se joindre au groupe).
 7[0-15] Somme de contrôle d'établissement. Couvre les mots 6-12.
 8[0-15] Identifiant de demande.
 9[0-15] Adresse de groupe. C'est l'adresse logique du groupe que l'hôte souhaite rejoindre.
 10-12 Clé. C'est la clé associée à l'adresse de groupe.

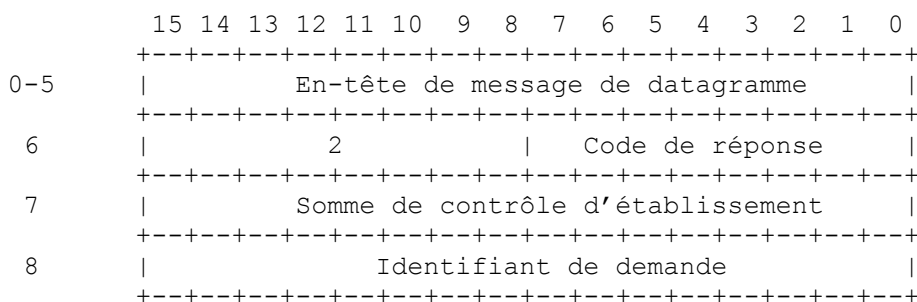


Figure 20 : Réponse à se joindre à un groupe

- 0-5 En-tête de message de datagramme.
 6[8-15] Type d'établissement = 2 (Réponse).
 6[0-7] Code de réponse.
 2 = Groupe rejoint
 9 = Mauvaise clé
 10 = Adresse de groupe non existante
 17 = Ressources réseau insuffisantes
 7[0-15] Somme de contrôle d'établissement. Couvre les mots 6-8.
 8[0-15] Identifiant de demande.

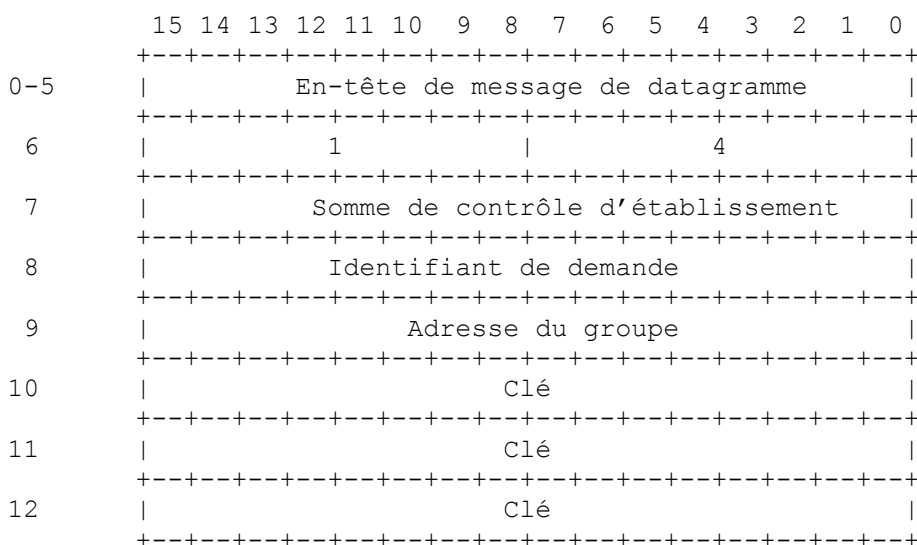
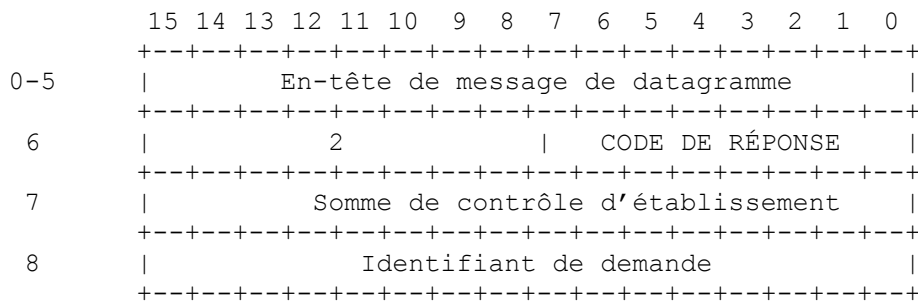
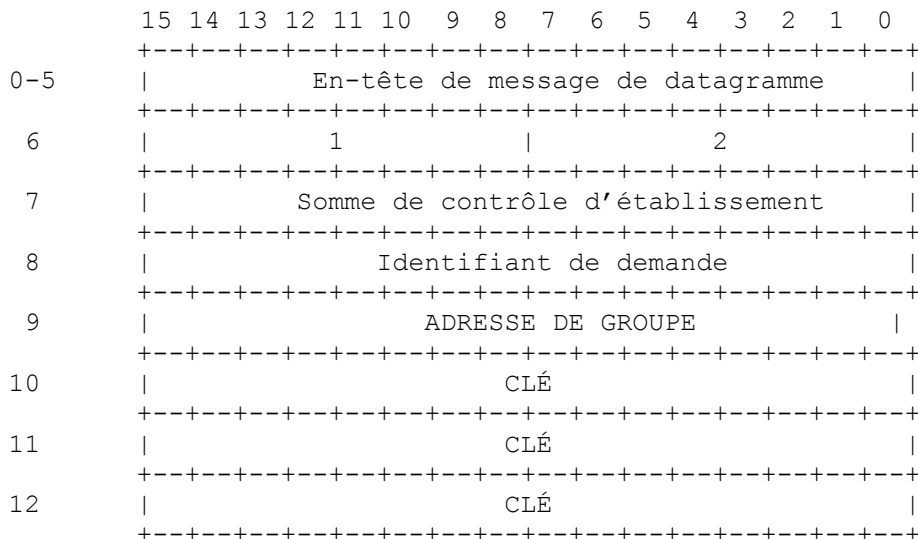


Figure 21 : Demande Quitter le groupe

- 0-5 En-tête de message de datagramme.
 6[8-15] Type d'établissement = 1 (Demande).
 6[0-7] Type de demande = 4 (Quitter le groupe).
 7[0-15] Somme de contrôle d'établissement. Couvre les mots 6-12.
 8[0-15] Identifiant de demande.
 9[0-15] Adresse de groupe. C'est l'adresse logique du groupe que l'hôte souhaite quitter.
 10-12 Clé. C'est la clé associée à l'adresse de groupe.

**Figure 22 : Réponse à Quitter le groupe**

- 0-5 En-tête de message de datagramme.
 6[8-15] Type d'établissement = 2 (Réponse).
 6[0-7] Code de réponse.
 3 = Groupe quitté
 9 = Mauvaise clé
 10 = Adresse de groupe non existante
 11 = Non membre du groupe
 17 = Ressources réseau insuffisantes
 7[0-15] Somme de contrôle d'établissement. Couvre les mots 6-8.
 8[0-15] Identifiant de demande.

**Figure 23 : Demande de suppression de groupe**

- 0-5 En-tête de message de datagramme.
 6[8-15] Type d'établissement = 1 (Demande).
 6[0-7] Type de demande = 2 (Supprimer le groupe).
 7[0-15] Somme de contrôle d'établissement. Couvre les mots 6-12.
 8[0-15] Identifiant de demande.
 9[0-15] Adresse de groupe.
 10-12 Clé.

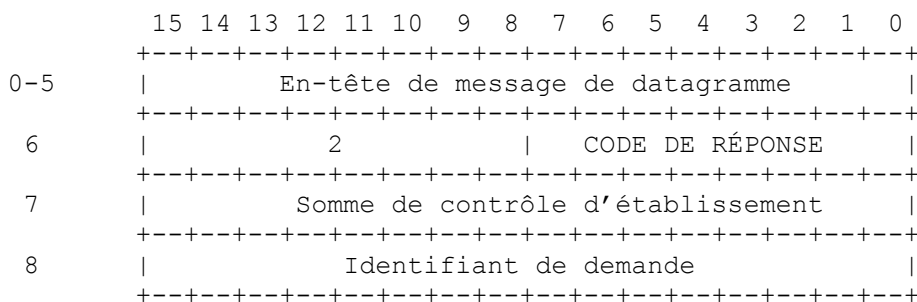


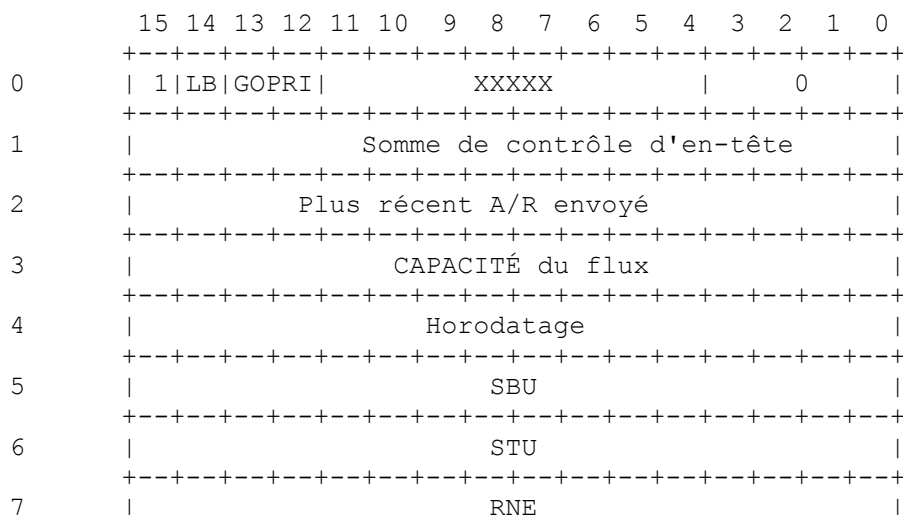
Figure 24 : Réponse de suppression de groupe

- 0-5 En-tête de message de datagramme.
6[8-15] Type d'établissement = 2 (Réponse).
6[0-7] Code de réponse.
 1 = Groupe supprimé
 8 = Problème réseau
 9 = Mauvaise clé
 10 = Adresse de groupe non existante
 11 = Non membre du groupe
 17 = Ressources réseau insuffisantes
 22 = Réponse perdue dans le réseau
7[0-15] Somme de contrôle d'établissement. Couvre les mots 6-8.
8[0-15] Identifiant de demande.

7 Surveillance des liaisons

Lorsque la liaison d'accès est en fonctionnement, les statistiques sur la charge de trafic et le taux d'erreurs sont effectuées par l'hôte et le SIMP. L'hôte et le SIMP doivent échanger des messages d'état une fois par seconde. Les échanges périodiques de messages d'état permettent aux deux extrémités de la liaison de surveiller les flux dans les deux directions. Les messages d'état sont nécessaires pour le soutien de la surveillance par le Centre des opérations du réseau (NOC, *Network Operations Center*).

La procédure de redémarrage de liaison (voir à la Section 8) initialise à zéro tous les comptes et statistiques internes de SIMP pour cette liaison. Lors du traitement des données et des messages de commande, les comptes sont mis à jour pour refléter le nombre total des messages envoyés, des messages reçus correctement, et des messages reçus avec les différentes classes d'erreurs depuis le dernier redémarrage de la liaison. Chaque fois qu'arrive un message d'état, une photographie des comptes du SIMP local est prise. Le compte de réception local, conjointement avec un compte des envois contenu dans le message d'état reçu, permet le calcul des statistiques de trafic dans l'intervalle de mise à jour d'une seconde, en supposant que l'ensemble des comptes a été sauvegardé au moment du précédent rapport de surveillance. En incluant dans le message d'état envoyé (dans la direction opposée) les comptes de réception et le compte des envois reçus qui a été utilisé avec eux, l'extrémité émettrice de la liaison d'accès ainsi que l'extrémité de réception peuvent déterminer les performances de la liaison de l'envoyeur au receveur. Le format du message de contrôle d'état est illustré à la Figure 25.



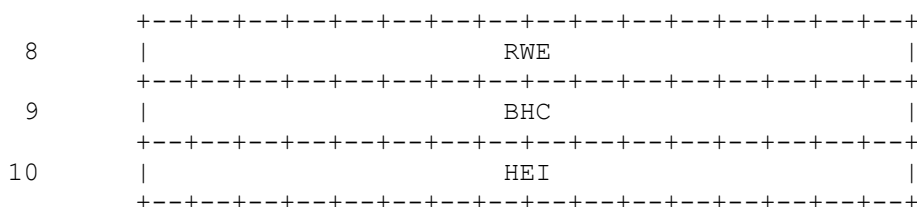


Figure 25 : Message d'état

- 0[15] Classe de message = 1 (Message de commande).
- 0[14] Bit de bouclage.
- 0[12-13] Go-Priorité.
- 0[4-11] Réservé.
- 0[0-3] Type de message de commande = 0 (état).
- 1[0-15] Somme de contrôle d'en-tête. Couvre les mots 0-10.
- 2[0-15] Plus récent A/R envoyé. Ce champ est une duplication du plus récent mot d'acceptation/refus. Il est inclus dans le message d'état périodique en cas de perte des transmissions précédentes contenant les informations d'A/R.
- 3[0-15] Capacité du flux. Lorsqu'il est envoyé par le SIMP, ce champ indique quelle capacité de flux est inutilisée, en unités de bits de données par trame. Comme la capacité disponible dépend directement de divers paramètres qui peuvent être choisis par l'utilisateur, la valeur de ce champ est la capacité maximum qui pourrait être réalisée si les flux d'hôte existants étaient développés à faible fiabilité. Ce champ est indéfini dans les messages envoyés de l'hôte au SIMP.
- 4[0-15] Horodatage. Ce champ indique l'heure à laquelle le message d'état a été généré. Lorsque envoyé par un SIMP, l'heure est en unités de secondes depuis le dernier redémarrage de la liaison. l'hôte devrait aussi horodater ses messages en secondes.
- 5[0-15] Envoyé par nous (SBU, *Sent By Us*). Compte des messages envoyés par nous depuis le dernier redémarrage de la liaison (celui-ci non inclus).
- 6[0-15] Envoyé à nous (STU, *Sent To Us*). Compte des messages qui nous sont envoyés depuis le dernier redémarrage. C'est le compte à partir du mot 5 du dernier message d'état reçu.
- 7[0-15] Reçus sans erreurs (RNE, *Received No Error*). C'est le compte des messages reçus sans erreurs (depuis le dernier redémarrage de la liaison) au moment où le dernier message d'état a été reçu.
- 8[0-15] Reçus avec erreurs (RWE, *Received With Errors*). C'est le compte des messages reçus avec des erreurs (depuis le dernier redémarrage de la liaison) au moment où le dernier message d'état a été reçu.
- 9[0-15] Mauvaises sommes de contrôle d'en-tête (BHC, *Bad Header Checksum*). C'est le compte des messages reçus avec de mauvaises sommes de contrôle d'en-tête (depuis le dernier redémarrage de la liaison) au moment où le dernier message d'état a été reçu.
- 10[0-15] Indication d'erreur de matériel (HEI, *Hardware Error Indication*). C'est le compte des messages reçus avec des erreurs de CRC de matériel ou des indications d'erreurs d'interface de matériel (depuis le dernier redémarrage de la liaison) au moment où le dernier message d'état a été reçu.

8 Initialisation

Le protocole d'accès à un hôte utilise un certain nombre de variables d'état qui doivent être initialisées afin de fonctionner correctement. Ces variables sont associées à des numéros de message d'envoi et de réception par le mécanisme de l'acceptation/refus et les statistiques collectées pour le soutien de la surveillance des liaisons. L'initialisation des liaisons devrait être effectuée lorsqu'une machine est mise initialement sous tension, lorsqu'on fait un redémarrage système, quand la temporisation de l'état MA (voir ci-dessous) arrive à expiration, quand la temporisation d'une condition de bouclage (voir la Section 9) arrive à expiration, ou chaque fois que la liaison passe de l'état de non fonctionnement à celui de fonctionnement.

L'initialisation est accomplie par l'échange des messages Demande de redémarrage (DR) et Redémarrage achevé (RA) entre un hôte et un SIMP. Le diagramme d'état de la Figure 26 montre la séquence des événements durant l'initialisation. Le SIMP et l'hôte doivent tous deux mettre en œuvre ce diagramme d'état si on veut éviter les impasses et les oscillations. Cette séquence d'initialisation particulière exige que les deux côtés envoient et reçoivent le message Redémarrage achevé. Parce que ce message est une réponse (à une Demande de redémarrage ou à Redémarrage achevé), sa réception garantit que la liaison physique fonctionne dans les deux directions. Cinq états sont identifiés dans le diagramme d'état :

ARRET On y entre sur reconnaissance de l'exigence d'un redémarrage. L'appareil peut reconnaître cette exigence de lui-même ou être forcé de redémarrer à réception d'un message DR de l'autre extrémité alors qu'il est dans l'état MA (*marche*).

- INIT Les variables d'état locales ont été initialisées et les compteurs locaux ont été mis à zéro mais aucun message de commande de redémarrage n'a été encore envoyé ou reçu.
- DR-ENV Une demande de réinitialisation (DR) a été envoyée à l'autre extrémité mais aucun message de commande de redémarrage n'a encore été reçu.
- RA-ENV Une réponse (RA) a été envoyée à l'autre extrémité en réponse à la réception d'une demande de réinitialisation (DR). L'appareil attend une réponse (RA).
- MARCHE Des messages de réponse (RA) ont été envoyés et reçus. Les messages de données et de commande peuvent maintenant être échangés entre le SIMP et l'hôte.

Tous les états ont une temporisation de 10 secondes (non indiquée sur la figure) qui ramène le protocole à l'état ART (*arrêt*). La survenance de tous événements autres que ceux indiqués dans le diagramme sera ignorée.

Le message de commande Demande de redémarrage illustré à la Figure 27 est envoyé par un hôte ou par un SIMP quand il souhaite redémarrer une liaison. La demande de redémarrage cause la remise à zéro de toutes les statistiques de surveillance et arrête tout le trafic sur la liaison dans les deux directions. Le message Redémarrage achevé illustré à la Figure 28 est envoyé en réponse à la réception d'une demande de redémarrage ou d'un redémarrage achevé, pour terminer l'initialisation de la liaison. Redémarrage achevé comporte un champ utilisé par l'hôte pour activer ou désactiver le mécanisme d'acceptation/refus pour la liaison redémarrée (voir la Section 5). Après le traitement de Redémarrage achevé, le trafic peut s'écouler sur la liaison.

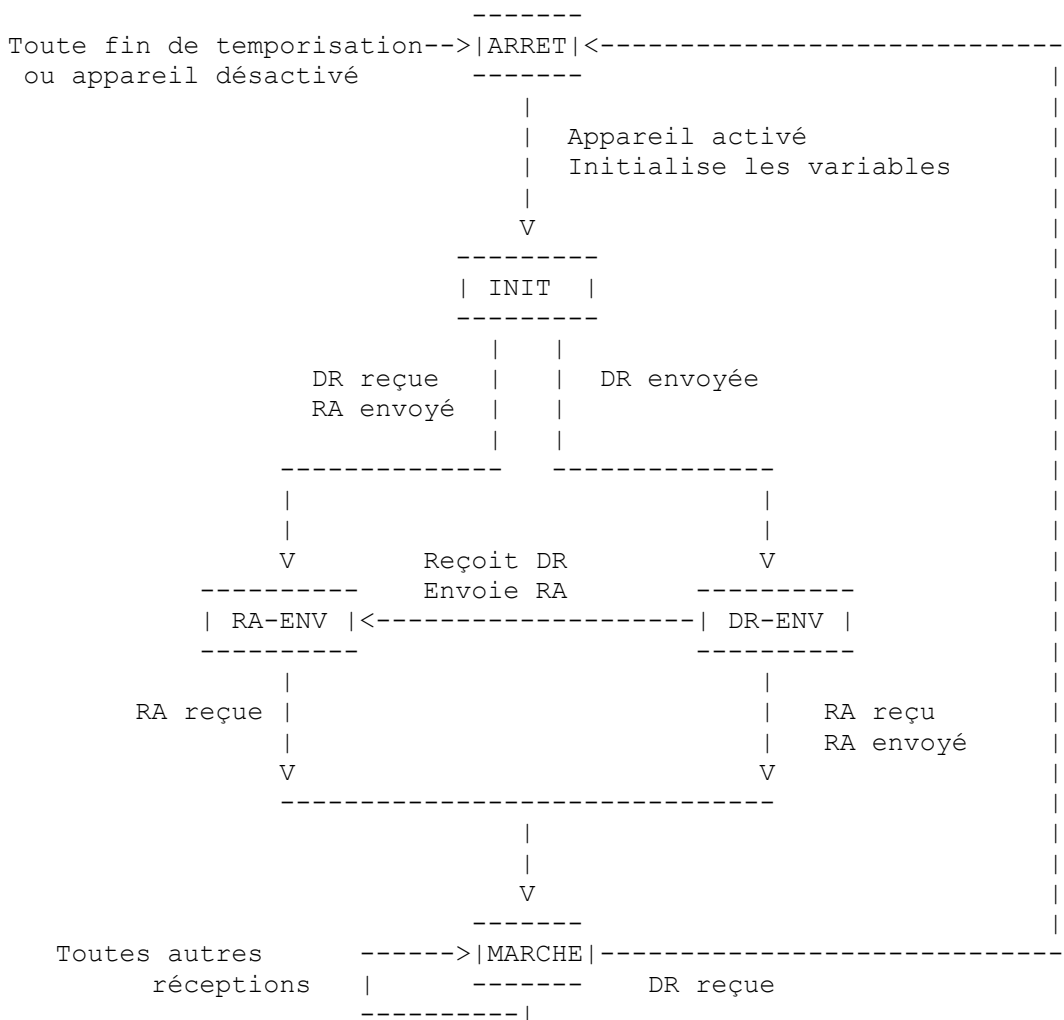
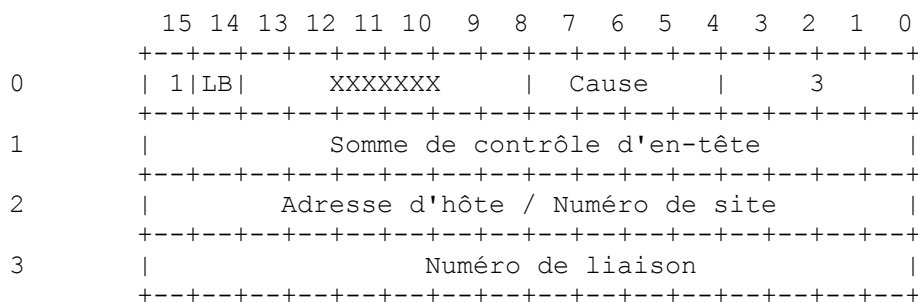
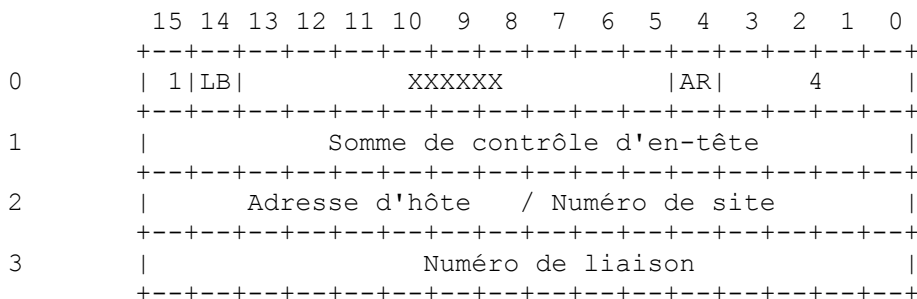


Figure 26 : Diagramme d'état de redémarrage de liaison HAP

**Figure 27 : Demande de redémarrage**

- 0[15] Type de message = 1 (Message de commande).
0[14] Bit de bouclage.
0[8-13] Réserve.
0[4-7] Cause. Ce champ est utilisé par le SIMP ou l'hôte pour indiquer la cause du redémarrage comme suit :
0 = mise sous tension
1 = redémarrage du système
2 = redémarrage de la liaison
3 = fin de temporisation de la liaison
4 = fin de temporisation de bouclage
- 0[0-3] Type de message de commande = 3 (Demande de redémarrage).
1[0-15] Somme de contrôle d'en-tête. Couvre les mots 0-3.
2[0-15] Adresse de l'hôte / Numéro de site. L'hôte insère son adresse de réseau par satellite dans ce champ. Le SIMP valide que l'adresse de l'hôte est correcte pour l'accès utilisé. Lorsqu'il est envoyé par le SIMP, ce champ contiendra le numéro de site du SIMP.
3[0-15] Numéro de liaison. Ce champ contient l'identification de l'expéditeur de la liaison physique utilisée. Ces informations sont utilisées pour identifier la liaison lorsqu'on rapporte des erreurs au Centre des opérations du réseau (NOC, *Network Operations Center*).

**Figure 28 : Redémarrage achevé**

- 0[15] Type de message = 1 (Message de commande).
0[14] Bit de bouclage.
0[5-13] Réserve.
0[4] Commande d'acceptation/Refus. Ce bit est utilisé par l'hôte pour activer ou désactiver le mécanisme d'acceptation/refus pour tout le trafic de la liaison.
0 = Désactiver acceptation/refus
1 = Activer acceptation/refus
- 0[0-3] Type de message de commande = 4 (Redémarrage achevé).
1[0-15] Somme de contrôle d'en-tête. Couvre les mots 0-3.
2[0-15] Adresse d'hôte / Numéro de site.
3[0-15] Numéro de liaison.

9 Commande de bouclage

Le protocole d'accès à un hôte fournit un message de commande Demande de bouclage qui peut être utilisé par un SIMP ou un hôte pour demander le bouclage distant de ses HAP. De telles demandes sont habituellement le résultat d'une intervention de

l'opérateur pour les besoins du diagnostic des fautes du système. Pour être clair dans l'exposé qui suit, l'unité (SIMP ou hôte) qui demande le bouclage distant est appelé "émetteur" et l'unité qui met en œuvre (ou rejette) le bouclage est appelée "receveur". Le format du message de commande Demande de bouclage est illustré à la Figure 29.

Lorsqu'un émetteur est bouclé à distance, tous ses messages HAP seront retournés, non modifiés, sur la liaison d'accès par le receveur. Le receveur n'enverra aucun de ses propres messages à l'émetteur tant qu'il met en œuvre le bouclage. Les messages générés par le SIMP se distinguent des messages générés par l'hôte par le bit de bouclage qui est dans chaque en-tête de message HAP.

Deux types de bouclage distant peuvent être demandés : le bouclage au matériel d'interface du receveur ou le bouclage au logiciel de pilote d'entrée/sortie du receveur. HAP ne spécifie pas la manière dont le receveur devrait mettre en œuvre ces bouclages ; de plus, certains receveurs peuvent utiliser un matériel d'interface qui est incapable de mettre en boucle les messages de l'émetteur, et permettent seulement au receveur de fournir des boucles logicielles. Un receveur peut ne pas être capable d'interpréter les messages de l'émetteur lorsqu'il les renvoie en boucle. Si une telle interprétation est possible, le receveur n'agira cependant sur aucun des messages de l'émetteur autres que de demande de réinitialisation de la liaison SIMP-hôte (messages de commande Demande de redémarrage (DR) ; voir la Section 8.)

Lorsqu'un receveur initie une condition de bouclage en réponse à une demande de bouclage, il fait une promesse implicite de maintenir la condition pour la durée spécifiée dans le message Demande de bouclage. Cependant, si une condition imprévue telle qu'un redémarrage de système survient chez l'émetteur ou le receveur, l'unité affectée essaiera de réinitialiser la liaison SIMP-hôte en envoyant un message DR à l'autre unité. Si le message DR est reconnu par l'autre unité, une séquence d'initialisation peut être menée à bien. Cela va restaurer la liaison en condition de non bouclage même si la durée de bouclage spécifiée n'est pas encore arrivée à expiration. Si un receveur ne peut pas interpréter les messages DR d'un émetteur, et en l'absence d'intervention de l'opérateur chez le receveur, la boucle va rester en place pour sa durée. HAP ne spécifie pas les caractéristiques des conditions de bouclage qui pourraient être mises en œuvre localement par une unité donnée. Un exemple d'une telle condition est celui obtenu lorsqu'un SIMP commande à son interface d'hôte de reboucler ses propres messages. Si de telles conditions de bouclage peuvent aussi causer le renvoi de messages reçus de l'unité distante, celle-ci va détecter la condition via le bit de bouclage de l'en-tête HAP.

Une séquence spécifique doit être suivie pour l'établissement d'une condition de boucle distante. Elle commence après l'initialisation d'une liaison HAP et la prise de décision de faire une demande de boucle distante. L'émetteur envoie alors un message Demande de bouclage au receveur et attend soit (1) l'arrivée à expiration d'une temporisation de 10 secondes, soit (2) un message de réponse non numéroté "Boucle ne peut être mise en œuvre" de la part du receveur, soit (3) un de ses propres messages réfléchi. Si c'est l'événement (1) ou (2) qui se produit, la demande a échoué et l'émetteur peut, à son choix, essayer un nouveau message Demande de bouclage. Si l'événement (3) survient, la condition de boucle distante a été établie. Dans l'attente de l'un de ces événements, les messages provenant du receveur sont traités normalement. Noter que les messages DR qui arrivent du receveur durant cette période vont terminer la demande de bouclage.

Lorsqu'un receveur obtient un message Demande de bouclage, il met en œuvre la boucle demandée pour la durée spécifiée, ou retourne une réponse "Boucle ne peut être mise en œuvre" sans changer l'état de la liaison. Cette dernière réponse serait retournée, par exemple, si un receveur est incapable de mettre en œuvre une boucle matérielle demandée. Un receveur devrait initier la réinitialisation de la liaison avec un ou des messages DR chaque fois que la temporisation d'une condition de bouclage arrive à expiration.

Une asymétrie est exigée dans la séquence ci-dessus pour résoudre le cas (peu vraisemblable) où le SIMP et l'hôte demandent tous deux en même temps le bouclage. Si un SIMP reçoit un message Demande de bouclage d'un hôte alors qu'il est lui-même en attente d'un événement du type (1) à (3), il va retourner à l'hôte une réponse "Boucle ne peut être mise en œuvre" et va continuer d'attendre. Cependant un hôte dans la situation inverse n'interrompra pas sa demande de bouclage et agira plutôt sur la demande de bouclage du SIMP.

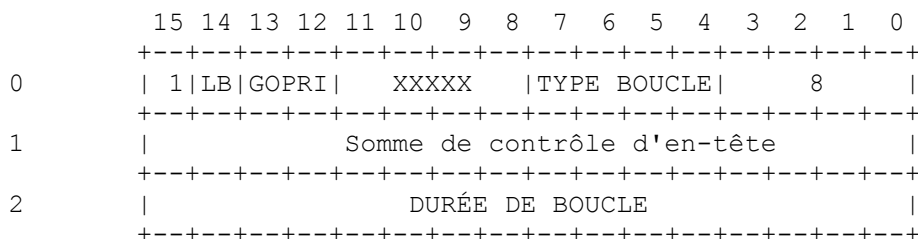


Figure 29 : Demande de bouclage

- 0[15] Type de message = 1 (Message de commande).
- 0[14] Bit de bouclage.
- 0[12-13] Go-Priorité.

- 0[8-11] Réserve.
- 0[4-7] Type de boucle. Ce champ indique le type de boucle qui est demandé comme suit :
 - 0 = Indéfini
 - 1 = Boucle à l'interface (boucle matérielle)
 - 2 = Boucle au pilote (boucle logicielle)
 - 3-15 = Indéfini
- 0[0-3] Type de message de commande = 8 (Demande de bouclage).
- 1[0-15] Somme de contrôle d'en-tête. Couvre les mots 0-2.
- 2[0-15] Durée de boucle. L'émetteur d'un message Demande de bouclage utilise ce champ pour spécifier le nombre de secondes pendant lequel la boucle sera entretenue par le receveur.

10 Autres messages de commande

Avant qu'un SIMP ou un hôte ne désactive volontairement une liaison SIMP-hôte, il devrait envoyer au moins un message Liaison sur le point de fermer sur cette liaison. Le format d'un tel message est illustré à la Figure 30. HAP ne définit pas la ou les actions qui devraient être entreprises par un SIMP ou hôte lorsqu'un tel message est reçu ; informer le Centre des opérations du réseau (NOC) et/ou les usagers du réseau de l'événement imminent est dans le cours normal des choses. Noter que chaque message Liaison sur le point de fermer ne concerne que la liaison SIMP-hôte sur laquelle il est envoyé ; si un hôte et un SIMP sont connectés par plusieurs liaisons, ces liaisons peuvent être désactivées de façon sélective.

Un message de commande Non fonctionnement (NOP, *No Operation*) peut être envoyé à tout moment par un SIMP ou un hôte. Le format d'un tel message est illustré à la Figure 31. Un message NOP contient jusqu'à 32 mots de données arbitraires qui ne sont pas définies par HAP. Les messages NOP peuvent être exigés dans certains cas pour libérer l'état du matériel de liaison SIMP-hôte.

```

      15 14 13 12 11 10  9  8  7  6  5  4  3  2  1  0
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
0   | 1|LB|GOPRI|   XXXXX   |   CAUSE   |       7   |
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
1   |                               Somme de contrôle d'en-tête   |
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
2   |                               Durée restante jusqu'à la coupure |
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
3   |                               Durée de coupure                 |
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+

```

Figure 30 : Liaison sur le point de fermer

- 0[15] Type de message = 1 (Message de commande).
- 0[14] Bit de bouclage.
- 0[12-13] Go-Priorité.
- 0[8-11] Réserve.
- 0[4-7] Cause. Ce champ est utilisé par le SIMP ou l'hôte pour indiquer la raison de la désactivation de cette liaison SIMP-hôte comme suit :
 - 0 = Ne s'apprête pas à fermer : annule le message Liaison sur le point de fermer précédent
 - 1 = Raison non spécifiée
 - 2 = Gestion de performances programmée
 - 3 = Entretien matériel programmé
 - 4 = Entretien logiciel programmé
 - 5 = Redémarrage d'urgence
 - 6 = Coupure de courant
 - 7 = Point de coupure logiciel
 - 8 = Défaillance matérielle
 - 9 = Non programmé
 - 10 = Dernier avertissement : Le SIMP ou l'hôte désactive la liaison dans 10 secondes
 - 11-15 = Indéfini
- 0[0-3] Type de message de commande = 7 (Liaison sur le point de fermer).
- 1[0-15] Somme de contrôle d'en-tête. Couvre les mots 0-3.
- 2[0-15] Durée restante jusqu'à la coupure. Ce champ spécifie la quantité de temps restante jusqu'à ce que le SIMP ou l'hôte désactive la liaison (en minutes). Une entrée de zéro indique qu'il reste moins d'une minute.
- 3[0-15] Durée de la coupure. Ce champ spécifie la durée pendant laquelle la liaison SIMP-hôte sera coupée (en minutes).

Une entrée de zéro indique que la durée de la coupure sera de moins d'une minute. Une entrée de -1 (tous les bits mis à 1) indique une durée de coupure indéfinie.

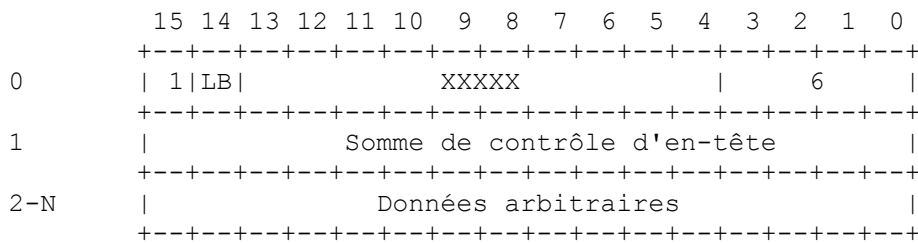


Figure 31 : Non fonctionnement (NOP)

0[15] Type de message = 1 (Message de commande).

0[14] Bit de bouclage.

0[4-13] Réserve.

0[0-3] Type de message de commande = 6 (NOP).

1[0-15] Somme de contrôle d'en-tête. Couvre les mots 0-N.

2-N Données arbitraires. On peut envoyer jusqu'à 32 mots de données. les données ne sont pas définies par HAP.