

CHAPITRE 2 : LES NIVEAUX FONCTIONNELS

Comme la plupart des systèmes, le SS7 fonctionne également sur le principe de la structuration des tâches en différents niveaux. Ce deuxième chapitre se porte sur la présentation de cette architecture protocolaire du SS7. Il définit les fonctions assurées par chacun des niveaux de l'architecture fonctionnelle, et décrit les formats des messages manipulés à chaque niveau.

1 Architecture protocolaire du SS7 [5] [14] [21] [25] [26]

La structure du protocole de signalisation SS7 [Figure 2.01] est proche du modèle de référence OSI (Open System Interconnection) (voir ANNEXE 5).

Elle est subdivisée en deux parties :

- le sous-système de transfert des messages (SSTM) qui comprend les trois premiers niveaux
- et le sous-système utilisateur (SSU) qui correspond au plus haut niveau.

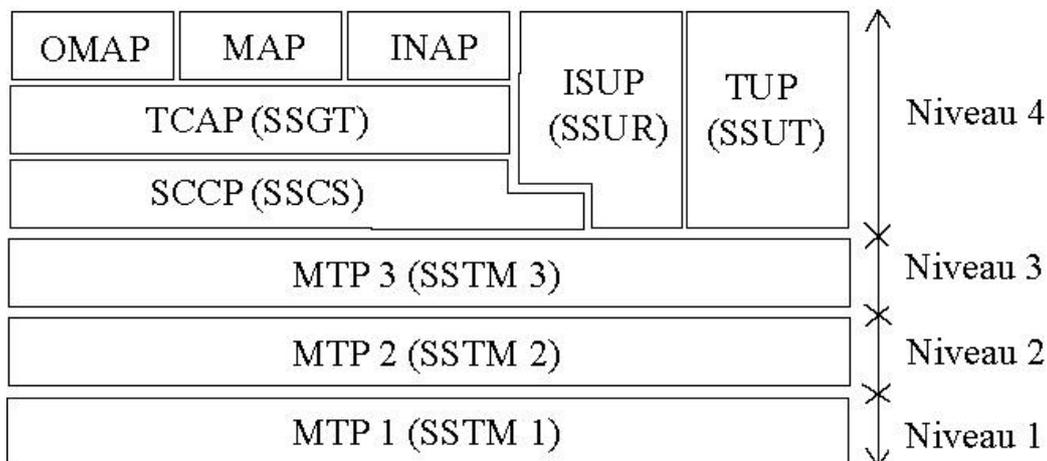


Figure 2.01 : Hiérarchie des protocoles du SS7

MTP : Message Transfer Part (SSTM : Sous-Système de Transfert des Messages)

SCCP : Signalling Connection Control Part (SSCS: Sous-Système de Commande des Connexions Sémaphores)

TCAP : Transaction Capabilities Application Part (SSGT : Sous-Système de Gestion des Transactions)

ISUP : ISDN User Part (SSUR : Sous-Système Utilisateur RNIS)

TUP : Telephone User Part (SSUT : Sous-Système Utilisateur Téléphonique)

OMAP : Operation Maintenance and Administration Part

MAP : Mobile Application Part

INAP : Intelligent Network Application Part.

2 Le sous-système de transfert des messages (SSTM) [1] [2] [12] [14] [16] [21] [22] [23] [24] [27] [28]

Le SSTM ou MTP assure le transport des messages d'un point sémaphore à un autre de manière fiable. Il constitue la partie de service réseau commune à toutes les applications.

2.1 Le SSTM niveau 1

C'est le niveau le plus bas de la hiérarchie fonctionnelle du SS7. Il constitue la liaison sémaphore de données. Ceci consiste en une paire de canaux de transmission numérique opérant à 64 Kbits/s. Il définit la liaison sur laquelle l'information de signalisation est transmise.

2.2 Le SSTM niveau 2

Le niveau 2 du SSTM concerne les procédures de contrôle de ligne. Ceci est nécessaire afin d'assurer la fiabilité de la transmission des informations de signalisation. Ces dernières sont envoyées dans des trames de longueur variable appelées « trames sémaphores ».

2.2.1 Les trames sémaphores

2.2.1.1 Définition

Une trame sémaphore est un ensemble structuré d'éléments binaires. Elle est constituée par le message de signalisation auquel s'ajoute une enveloppe permettant le transport fiable de l'information utile.

2.2.1.2 Types des trames sémaphores

Il existe trois types de trames sémaphores :

- Les trames sémaphores de message
- Les trames sémaphores d'état
- Les trames sémaphores de remplissage.

Les trames sémaphores de message (TSM)

Les trames sémaphores de message contiennent les messages utilisateurs proprement dits, à l'intérieur de leur champ d'information, dont la longueur maximum est de 272 octets. Ces derniers concernent toutes les informations de signalisation, relatives à la commande d'appel, la gestion du réseau, etc.

Le format général de ces trames sémaphores de message est le suivant.

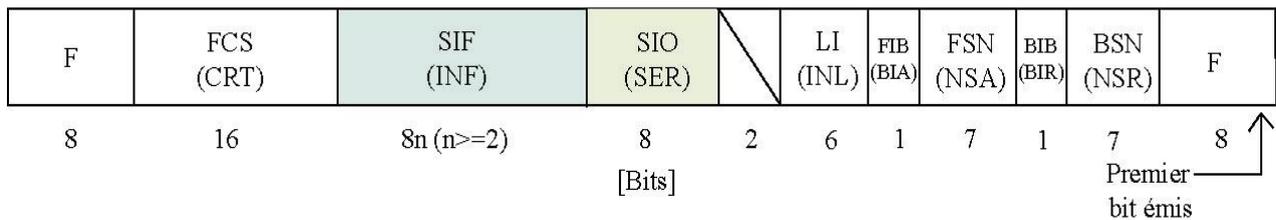


Figure 2.02 : Format général des TSM

La signification des champs sera donnée dans le paragraphe 2.2.1.3 de ce chapitre.

Les trames sémaphores d'état (TSE)

Comme son nom l'indique, les TSE sont utilisées pour indiquer l'état de la liaison sémaphore. Elles sont surtout transmises pour avertir l'extrémité distante d'un mauvais fonctionnement de la liaison (coupure d'un canal de signalisation, panne d'un processeur, l'état du trafic de signalisation...). Par ailleurs, ce sont aussi les trames employées lors de l'initialisation d'une liaison sémaphore.

On donne ci-après le format de ces trames sémaphores d'état.

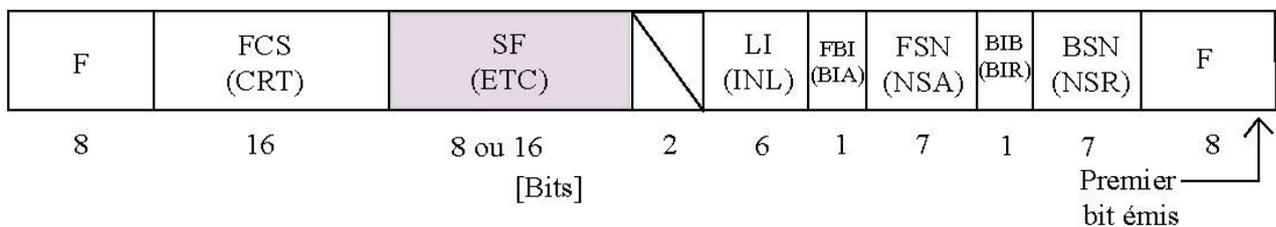


Figure 2.03 : Format général des TSE

Les trames sémaphores de remplissage (TSR)

Ce sont des trames qui ne comportent ni champ d'information, ni champ d'indication d'état. Elles sont envoyées en absence de signalisation à transmettre. Elles permettent en outre de vérifier la qualité des liens entre les points sémaphores.

La figure qui suit illustre le format de ces trames sémaphores de remplissage.

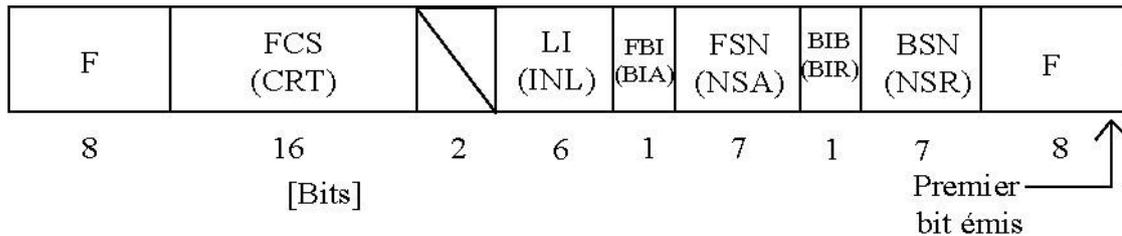


Figure 2.04 : Format général des TSR

2.2.1.3 Signification des champs des trames sémaphores

F (Flag)

Le flag est le fanion qui constitue la frontière d'une trame sémaphore. Il est composé d'une configuration de huit bits dont la valeur est 01111110 (7E en hexadécimal) [Figure 2.05].

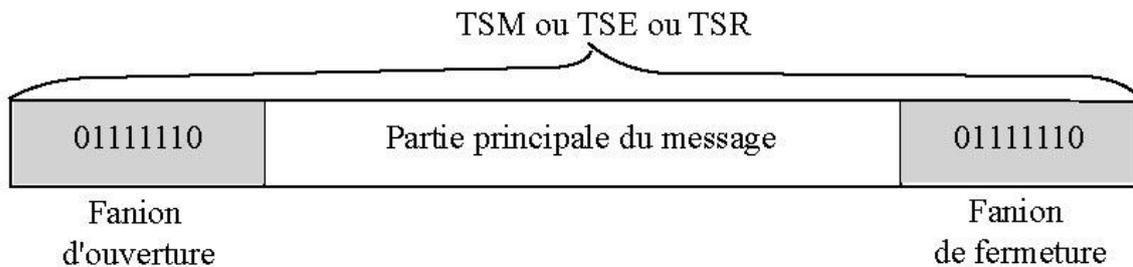


Figure 2.05. Fanions des trames sémaphores

FCS (Frame Check Sequence)

Le FCS est le « champ de contrôle » ou CRT. Il est utilisé pour détecter les erreurs de transmission de la trame sémaphore. Sa valeur est générée par l'entité émettrice à partir des bits présents dans la trame (à l'exception du fanion). Cette valeur sera recalculée à la réception et comparée à celle contenue dans le FCS.

FSN (Forward Sequence Number)

Le FSN est le « numéro de séquence vers l'avant » ou NSA, qui contient le numéro d'ordre de la trame sémaphore à émettre. Il sert côté réception à surveiller la séquence d'arrivée des trames. Comme c'est un champ de sept bits, il peut contenir les chiffres 0 à 127 et donc modulo 128. Sa valeur est incrémentée à chaque émission d'une nouvelle TSM.

BSN (Backward Sequence Number)

Le BSN est le « numéro de séquence vers l'arrière » ou NSR, qui va servir d'accusé de réception des messages. Il contient le numéro du FSN de la dernière trame reçue sans erreur. Il permet de reconnaître le numéro de la trame à partir de laquelle on doit faire la retransmission.

FIB (Forward Indicator Bit)

Le FIB est le « bit indicateur vers l'avant » ou BIA. Il informe si une trame donnée est envoyée pour la première fois (FIB=1) ou s'il s'agit de retransmission (FIB=0).

BIB (Backward Indicator Bit)

Le BIB est le « bit indicateur vers l'arrière » ou BIR. Il sert à demander la répétition des trames erronées pour la correction des erreurs (BIB=0).

SIF (Signalling Information Field)

Le SIF est le « domaine d'information de signalisation » ou INF. Il contient le message utilisateur proprement dit et les étiquettes de niveau 3. Ce champ existe uniquement dans les TSM. La longueur maximale de ce champ est de 272 octets.

LI (Length Indicator)

Le LI est « l'indicateur de longueur » ou INL. Il précise la longueur en octets du champ d'information. Ce champ de 6 bits peut stocker les valeurs 0 à 63. Il permet ainsi de distinguer entre eux les différents types de trames sémaphores existants, comme le montre le tableau suivant.

Valeur de INL	Type de trame sémaphore
0	TSR
1 ou 2	TSE
3 à 62	TSM avec longueur du champ INF en octets est précisément la valeur de INL
63	TSM avec longueur du champ INF entre 63 et 272 octets

Tableau 2.01 : Type de trame sémaphore en fonction de INL

SF (Status Field)

Le SF est le champ relatif à « l'état du canal de signalisation » ou ETC. A titre d'exemple, on donne le format d'état d'un canal sémaphore, dans le cas d'un domaine d'état d'un octet.

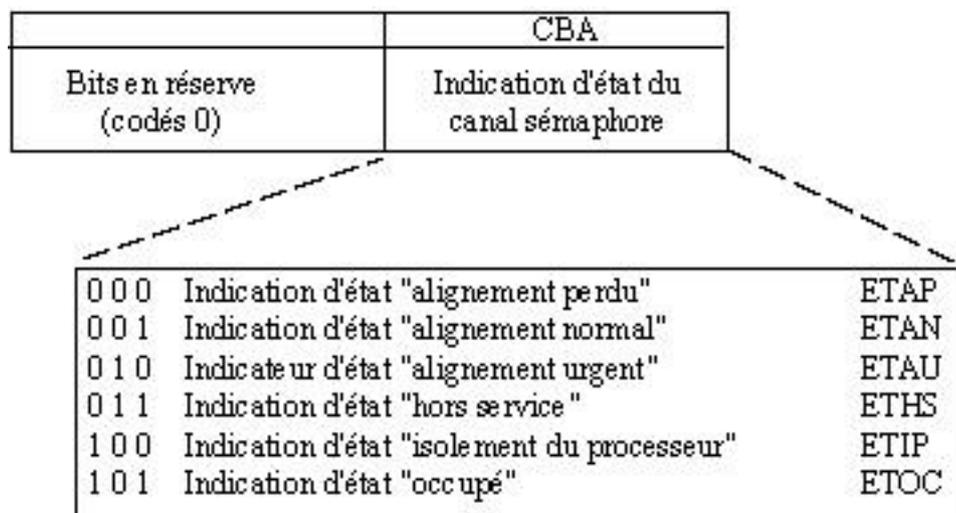


Figure 2.06 : Format de l'indicateur d'état SF

SIO (Service Information Octet)

Le SIO est « l'octet de service » ou SER. Il comprend deux sous champs comme présentés sur la structure suivante:

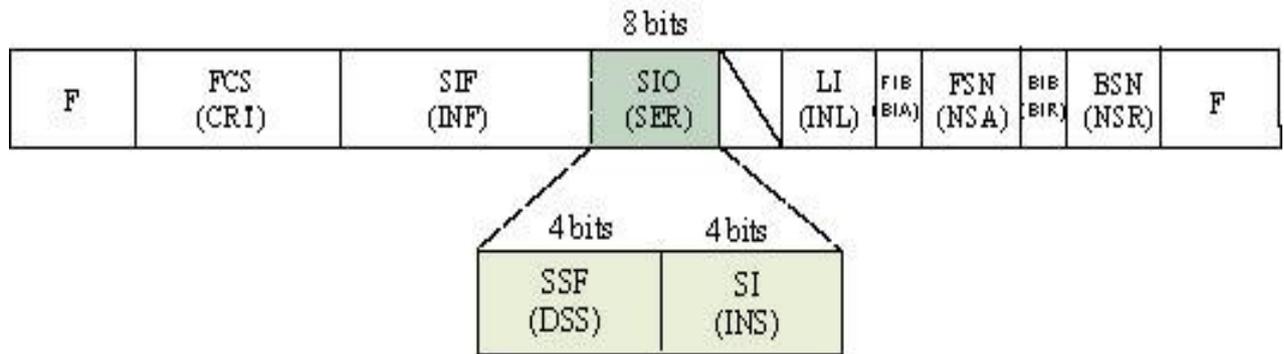


Figure 2.07 : Structure de l'octet de service

- Le SI (Service Indicator) ou Indicateur de Service (INS): précise l'utilisateur de la trame sémaphore (téléphonie, RNIS, exploitation et maintenance...). Voici un tableau qui donne une idée sur la valeur de l'INS ainsi que les utilisateurs correspondants pour le réseau national.

				D	C	B	A				
0	0	0	0	Message de gestion du réseau sémaphore							
0	0	0	1	Message d'essai et de maintenance							
0	0	1	0	Réservé							
0	0	1	1	Réservé SSCS							
0	1	0	0	Sous système utilisateur téléphonique (SSUT)							
0	1	0	1	Réservé SSUR							
1	0	0	0	Réservé sous système utilisateur d'essai du SSTM							
Autres				Réservés							

Tableau 2.02 : Codes de l'INS pour le réseau national

- Le SSF (Sub-System Field) ou Domaine de Sous-Service (DSS) : précise s'il s'agit de trafic national ou international [Tableau 2.03]. Il informe aussi sur la priorité des messages. Ceci est nécessaire en cas de surcharge du réseau c'est-à-dire dans une situation de congestion.

		D	C	B	A	
0	0	Réservé				Réservé pour le réseau international
0	1					Non utilisé
1	0					Réseau national
1	1					Réseau constructeur

Tableau 2.03: Codes du DSS utilisés dans les commutateurs E10

2.2.2 Les fonctions assurées par le niveau 2

Le niveau 2 du SSTM assure plusieurs fonctions pour le transport fiable des messages de signalisation. Dans la suite, on va voir de plus près ces différentes fonctions.

2.2.2.1 La délimitation des trames sémaphores

Etant donné que les trames sémaphores ont une longueur variable, leur délimitation est assurée par la succession des bits 01111110. Pour éviter qu'une même configuration de bits se retrouve à l'intérieur du message, et donc pour que celui-ci ne soit interprété comme fanion, on insère un « 0 » après toute suite de cinq « 1 » consécutifs [Figure 2.08]. A la réception, la procédure inverse est effectuée pour retrouver la configuration initiale.

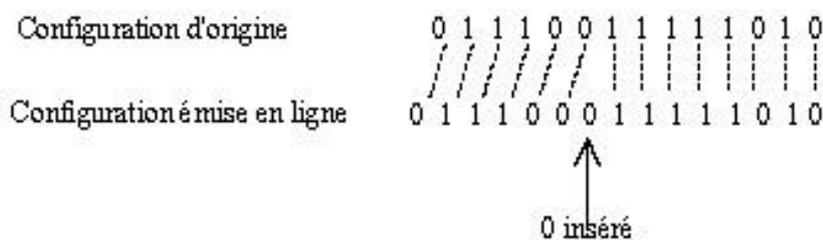


Figure 2.08 : Procédé d'insertion de « 0 » après cinq « 1 » consécutifs

2.2.2.2 *L'alignement des trames sémaphores*

L'alignement de trames est la vérification de leur séquençement. On considère alors qu'un canal est aligné quand les trames sont correctement reçues dans leur séquence d'émission, et avec un nombre correct d'octets. Dans ce sens, la trame devrait avoir un nombre de bits multiple de 8 et sa longueur doit être comprise entre 7 et 279 octets.

2.2.2.3 *La détection des erreurs*

La détection des erreurs de transmission est réalisée au moyen du champ de contrôle CRT. Un procédé de calcul est effectué à la réception à partir des bits reçus. Cette valeur obtenue est comparée avec celle se trouvant dans le champ CRT. La différence des deux valeurs indique la présence d'une erreur dans la transmission. Une trame erronée est rejetée et un acquittement négatif est envoyé en retour à l'entité émettrice. Une trame erronée n'est pas de ce fait transmise au niveau 3.

2.2.2.4 *La correction des erreurs*

Les trames émises sont toujours stockées dans une mémoire tampon. Cette dernière n'est vidée qu'au fur et à mesure que les messages de signalisation seront acquittés. La correction des erreurs s'effectue par retransmission des trames erronées.

Dans ce cadre, deux méthodes ont été définies :

- La méthode de base :

Son principe repose sur la retransmission des trames sémaphores seulement à la suite de la réception d'un acquittement négatif venant du récepteur.

Lorsque un message a été correctement reçu par le récepteur, celui-ci renvoie le numéro NSA de la dernière trame correcte dans le NSR sans changer la valeur du BIR. Par contre si le message a contenu une erreur, il envoie le numéro de séquence de la dernière trame correctement reçue, mais cette fois-ci, avec le BIR inversé.

Par ailleurs dans cette méthode de base, la retransmission est prioritaire sur les nouvelles TSM à émettre.

Cette première méthode est principalement utilisée lorsque le temps de propagation des signaux entre les points sémaphores est relativement faible (<15ms).

- La méthode RCP (Répétition Cyclique Préventive) :

Contrairement à ce qu'on a vu précédemment, l'émetteur envoie cycliquement les messages contenus dans le buffer de retransmission à titre préventif, en absence de message utile à transmettre. Ceci est effectué jusqu'à la réception cette fois d'un acquittement positif. L'émission de nouvelles trames sémaphores est ici prioritaire sur les retransmissions, à moins que le nombre de TSM non acquittées atteint une certaine valeur fixée.

La grande différence avec la première méthode est que la trame de signalisation est réémise même si elle n'a pas contenu d'erreur.

Elle est pratiquement adaptée pour les temps de propagation de signaux relativement élevés (>15 ms) comme les trajets par satellite.

2.2.2.5 *L'alignement initial*

L'alignement initial s'effectue par échange de TSE sur le canal sémaphore. Ceci s'applique lors de la première initialisation d'un canal sémaphore afin de le mettre en service, ainsi que pour le rétablissement d'un lien à la suite d'une défaillance.

Le schéma suivant décrit de manière globale le principe de l'alignement initial.

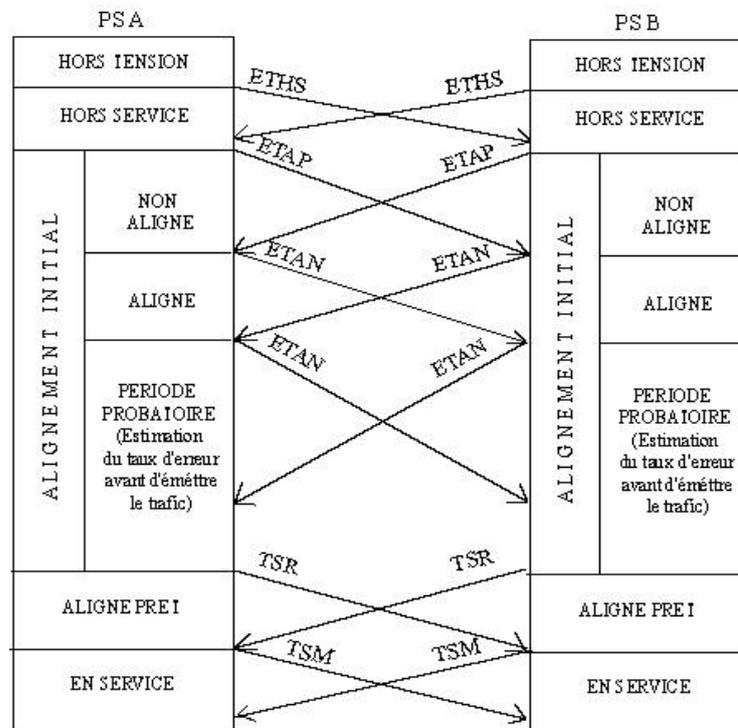


Figure 2.09 : Procédure d'alignement initial

Les TSE échangées sont supervisées par des temporisations. La période probatoire permet de mesurer la qualité de la liaison avant de transférer des données.

2.2.2.6 La surveillance du taux d'erreur sur le canal sémaphore

L'objectif est d'évaluer le taux d'erreur en ligne. Il se base sur le principe de compteur décompteur suivant:

- chaque trame reçue en erreur incrémente le compteur d'une unité
- chaque 256^e trame sans erreur le décrémente si celui-ci est supérieur à zéro
- lorsque le compteur atteint la valeur 64, le canal est mis hors service et la procédure d'alignement initial est effectuée.

Ce même principe est schématisé par la représentation suivante :

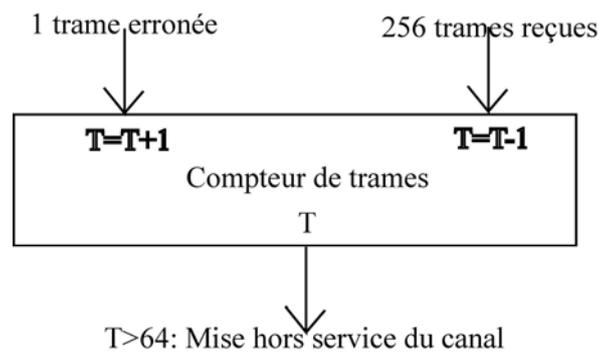


Figure 2.10 : Principe de la surveillance du taux d'erreur

2.2.2.7 Le contrôle de flux

La procédure de contrôle de flux est déployée en cas de congestion au niveau 2. Cette dernière se traduit par la difficulté à traiter le trafic présenté. Du côté émission, la situation d'encombrement est détectée par une augmentation du nombre de trames demeurant dans la mémoire tampon (au dessus d'un seuil fixé).

2.3 Le SSTM niveau 3

Le niveau 3 du SSTM définit surtout le cheminement des messages entre les nœuds du réseau sémaphore.

2.3.1 Structure des paquets de niveau 3

Voici le format des paquets examinés au niveau 3 :

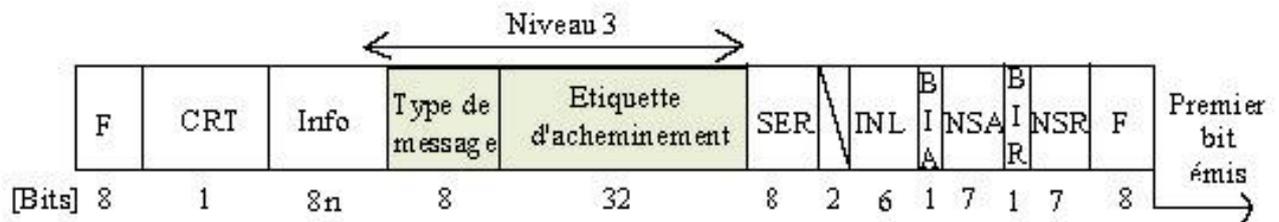


Figure 2.11 : Format du paquet de niveau 3

2.3.1.1 L'étiquette d'acheminement

L'étiquette d'acheminement est placée dans la TSM dans le domaine d'information de signalisation. L'étiquette normalisée par l'UIT-T a une longueur de 32 bits. Elle possède le format suivant :

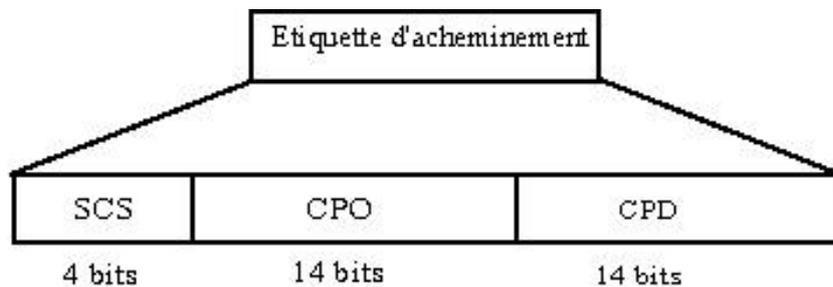


Figure 2.12 : Format de l'étiquette d'acheminement

Le CPD (Code du Point de Destination)

Comme on l'a déjà vu, les PS et les PTS sont identifiés par leur code de point de signalisation. Le CPD indique le code du point sémaphore de destination. Il permet de router le message vers son destinataire.

Le CPO (Code du Point d'Origine)

Le CPO est le code du point sémaphore origine du message. Il permet de reconnaître l'émetteur d'un message de signalisation obtenu.

La structure du CPO et du CPD, de longueur de 14 bits, est subdivisée en 3 sous champs [Figure 2.13] :

- Le code d'identification de la zone géographique mondiale
- Le code d'identification de la zone/réseau
- Le code d'identification du point sémaphore.

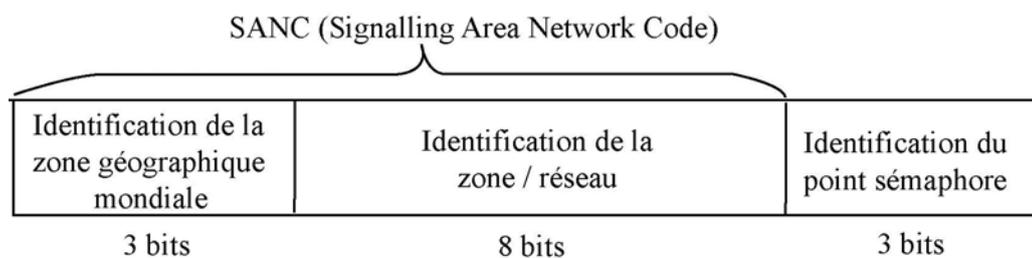


Figure 2.13 : Format des codes des points internationaux

Le tableau suivant donne les valeurs du champ d'identification de la zone géographique.

Code de la zone géographique	Pays
2	Europe
3	Etats-Unis
4	Asie
5	Australie
6	Afrique
7	Amérique du sud

Tableau 2.04 : Codes d'identification de la zone géographique

Le SCS (Sélection des Canaux Sémaphores)

Le SCS est le domaine qui indique le code de sélection des canaux sémaphores. Il est utilisé afin de choisir un canal sémaphore particulier dans un faisceau. C'est sur ce canal que va transiter le message de signalisation. Par ailleurs, le SCS peut être interprété comme le code de signalisation des liens.

2.3.1.2 Le type de message

Le type de message est donné dans deux champs H_0 et H_1 [Figure 2.14]. H_0 identifie le groupe auquel appartient le message de signalisation. Le champ H_1 quant à lui spécifie le message dans ce groupe. A titre d'exemple, pour les messages de gestion du réseau sémaphore, $H_0 = 0010$ désigne un message de passage sur canal sémaphore de secours. $H_1 = 0001$ est relatif à un signal d'ordre de passage d'urgence et $H_1 = 0010$ correspond à un signal d'accusé de réception de passage d'urgence sur canal sémaphore de secours.

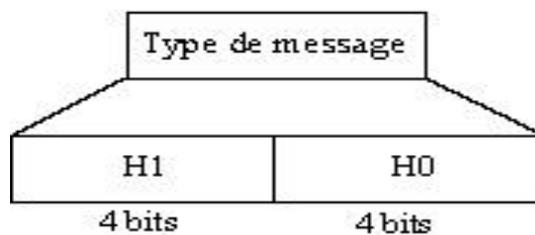


Figure 2.14 : Format du champ de type de message

2.3.2 Fonctions assurées par le niveau 3

Le MTP 3 assure principalement les fonctions d'orientation des messages de signalisation ainsi que la gestion du réseau sémaphore. Il intègre en outre le partage de charge.

2.3.2.1 L'orientation des messages de signalisation

L'orientation des messages de signalisation est répartie en trois fonctions bien définies:

- la fonction de discrimination
- la fonction de distribution
- la fonction d'acheminement.

Dans la suite, on va détailler ces trois fonctions.

La discrimination des messages de signalisation

Le travail assigné à la fonction de discrimination est d'examiner et de comparer le CPD contenu dans l'étiquette de cheminement du message reçu avec le code de point du PS courant. Si les codes sont identiques, cela signifie que le message est destiné à ce PS. Dans ce cas, le message est remis à la fonction de distribution. Par contre, si les codes des points ne sont pas les mêmes, les

messages sont transférés à la fonction d'acheminement pour être routés vers le destinataire final (cas d'un point en fonctionnement de PTS).

La distribution des messages

Le rôle de cette fonction est quant à elle d'examiner les quatre bits présents dans le champ d'indicateur de service (SER), et grâce à cette information, remettre le message au niveau supérieur c'est-à-dire vers le sous système utilisateur approprié.

L'acheminement des messages

Les messages remis à la fonction d'acheminement sont ceux qui ne sont pas encore destinés vers le PS courant. Donc la tâche fournie pour la fonction d'acheminement est l'émission, depuis ce PS, du message préalablement obtenu, pour atteindre le destinataire final. Dans ce sens, elle choisit d'abord le canal sémaphore par où va passer le message envoyé.

2.3.2.2 Le partage de charge

Le partage de charge est un mécanisme de sélection de canal sémaphore. Il est effectué afin d'obtenir une distribution équitable de la charge et ainsi d'éviter les congestions au niveau des canaux sémaphores.

Il se fait sur base du champ SCS contenue dans l'étiquette d'acheminement pour répartir le trafic. Pour des canaux sémaphores appartenant à un même faisceau, les quatre bits du champ SCS permettent de répartir la charge entre un maximum de seize canaux. Pour illustrer, un exemple de partage se présente comme suit :

- Un message émis vers un PS va contenir dans son champ SCS la valeur 0000 et sera émis sur le canal 1
- Dans le message suivant, le champ SCS pourra avoir la valeur 0001 et sera envoyé sur le canal 2
- Et ainsi de suite...

2.3.2.3 La gestion du réseau de signalisation

Une des fonctions du niveau 3 est d'assurer le bon fonctionnement du réseau de signalisation. Pourtant, celui-ci n'est pas continûment exempt de défaillance : des liaisons peuvent être coupées ou dégradées, des terminaux de signalisation peuvent être mis hors service, etc.

De plus, des défauts peuvent survenir sur les noeuds du réseau (PS, PTS) ainsi que sur les canaux de signalisation. Et pourtant, la liaison doit écouler le trafic de centaines de circuits téléphoniques. Ce qui montre que la fiabilité du réseau doit être très grande vis-à-vis des défaillances et des congestions.

Ce qui a fait que plusieurs procédures automatiques sont mises en œuvre pour la gestion du réseau sémaphore :

- La gestion du trafic de signalisation
- La gestion des liaisons de signalisation
- La gestion des routes sémaphores.

La gestion du trafic

La gestion du trafic fournit un ensemble de procédures de détournement du trafic de signalisation suite à l'indisponibilité / disponibilité du canal ou route sémaphore. Elle permet de détourner le trafic de signalisation lorsqu'une route menant vers une destination donnée devient indisponible.

Ces procédures permettent d'écouler le trafic d'une liaison ou d'une route normale sur une liaison ou une route alternante (de secours).

La gestion des liaisons de signalisation

Cette fonction fournit les procédures nécessaires à la gestion des canaux rattachés à un point sémaphore donné : activation, rétablissement, désactivation.

En outre, la gestion des liaisons de signalisation commande l'alignement initial et le réalignement automatique des canaux après défaillance ou perte d'alignement.

La gestion des routes sémaphores

La route sémaphore est le trajet prédéterminé, représenté par la liste ordonnée des PS successifs qui peuvent être traversés par les messages de signalisation depuis un point donné vers une destination particulière.

La fonction de gestion des routes sémaphores assure la disponibilité et la fiabilité des routes sémaphores. Elle coopère avec la gestion du trafic afin de mettre en œuvre les mesures nécessaires pour le maintien de la signalisation vers l'ensemble des PS. Elle offre à un PS la

possibilité de prévenir son PS adjacent d'une modification de ses conditions d'acheminement vers le PS destinataire c'est-à-dire du changement de route sémaphore.

En bref, les fonctions assurées par le niveau 3 du SSTM se résument par le schéma suivant.

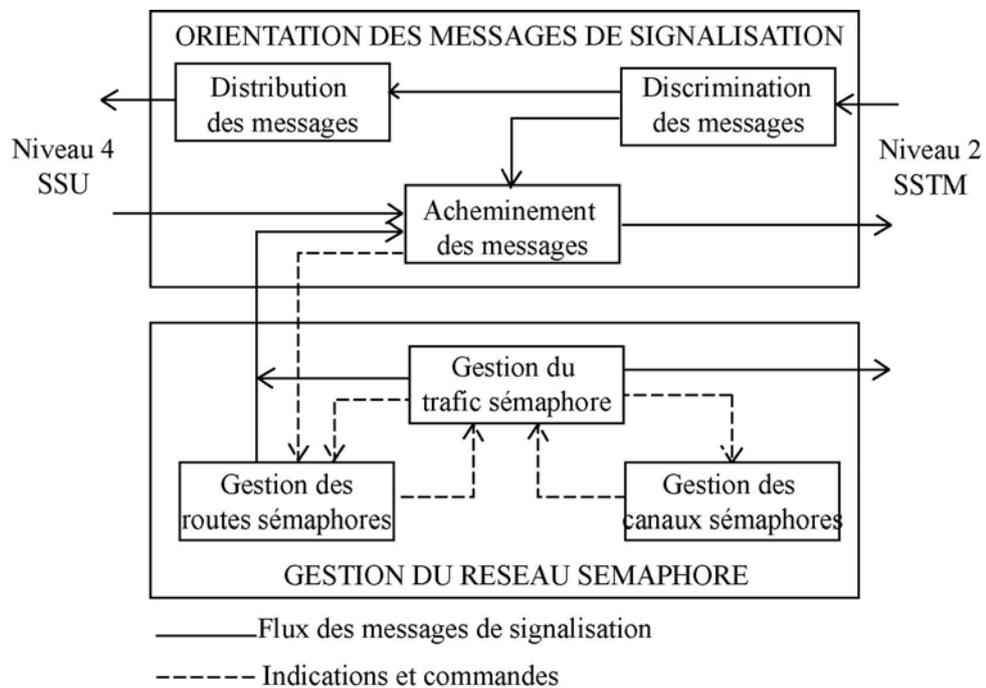


Figure 2.15 : Fonctions du niveau 3 du SSTM

2.3.3 Limites du niveau 3

A l'émission, la capacité d'acheminement de la couche 3 du SSTM est limitée à router le message au point de signalisation adéquat à partir du code de point de destination CPD. A la réception, son rôle est restreint à relayer le message au sous-système utilisateur approprié à partir du champ d'indicateur de service INS. Il est à rappeler que ce champ ne possède que 4 bits. Ce qui fait qu'il ne permet d'adresser que 16 utilisateurs.

Ainsi, un niveau supérieur a été ajouté pour permettre une extension des capacités d'adressage des niveaux inférieurs. C'est le SCCP.

3 Le SCCP ou « Signalling Connection Control Part » [2] [14] [21]

3.1 Définition

Le SCCP ou (SSCS) est principalement ajouté pour supporter l'échange d'informations entre nœuds (commutateurs, bases de données...) qui ne sont nécessairement pas en rapport avec

la mise en œuvre de circuit. Ces connexions sont utilisées pour l'exploitation, la maintenance, la gestion des transactions entre les nœuds du réseau, etc. Il fournit donc les services réseaux pour l'échange d'information, que ce soit avec ou sans connexion.

Comme on le voit sur l'architecture protocolaire du SS7 (voir *Figure 2.01*), le SCCP est un bloc fonctionnel qui se situe au dessus du niveau 3 du SSTM. Il constitue en fait un enrichissement de ce niveau en lui procurant des fonctions supplémentaires par le concept de traduction d'adresse appelée « Global Title ».

3.2 Notion de « Global Title Translation» (GTT)

La GTT est le mécanisme de traduction d'adresse globale en une combinaison de code de point CPD avec un numéro de sous-système SSN (Sub System Number). Le « Global Title » ou appellation globale n'est autre qu'une adresse, telle qu'un numéro de téléphone fixe ou mobile, un numéro vert ou autre numéro appartenant à un quelconque plan de numérotage, qui ne peut être routée directement. Le SSN quant à lui est le numéro permettant d'identifier le sous-système utilisateur relatif à un service particulier. Il est similaire à l'indicateur INS mais il permet d'adresser 255 sous-systèmes (champ de 8 bits), si l'indicateur de service ne détermine que 16 utilisateurs, dont SCCP (voir *Tableau 2.02*).

3.3 Utilisateurs du SCCP

Le SCCP permet d'identifier plusieurs sous-systèmes grâce au numéro SSN. Parmi ces utilisateurs, il y a :

- l'ISUP avec l'identification '00000011'
- le HLR (Home Locator Register) du GSM (Global System for Mobile) avec l'identification '00000110'
- le MAP avec l'identification '00000101'.

3.4 Classes de service du SCCP

Le SCCP fournit des services en mode connexion et sans connexion. L'ensemble global des services offerts se subdivise en quatre classes :

- Classe 0 : service de base en mode sans connexion et dont le séquençement des messages n'est pas garanti
- Classe 1 : service sans connexion avec garanti du séquençement des messages

- Classe 2 : service de base avec connexion
- Classe 3 : service avec connexion et existence de contrôle de flux.

3.5 Messages SCCP

Les messages fréquemment utilisés par le protocole SCCP sont les UDT (UniData), qui encapsulent dans leur champ de données le protocole TCAP, qui à son tour contient dans son champ de données l'INAP, le MAP ou l'OMAP, que l'on verra plus tard.

Il existe tout de même plusieurs messages SCCP à savoir :

CR	Connection Request
CC	Connection Confirm
CREF	Connection Refused
RLSD	Released
RLC	Release Complete
DT1	Data Form 1
DT2	Data Form 2
AK	Data Acknowledgment
UDT	Unidata
UDTS	Unidata Service
ED	Expedited Data
RSR	Reset Request
RSCM	Reset Confirmation
ERR	Error

4 Les sous-systèmes utilisateurs (SSU) [1] [2] [9] [14] [21] [22] [28] [29] [30] [31]

La couche utilisateur définit un ensemble de procédures et de protocoles pour les diverses applications. Les sous-systèmes utilisateurs font usage des services fournis par le SSTM et le SSCS. Ils sont définis pour l'établissement et la rupture des communications, pour supporter d'autres applications liées au réseau lui-même (exploitation et maintenance) ou encore pour d'autres services (libre appel, taxation des appels, etc.). Ainsi, nombreux sont les sous-systèmes que l'on peut distinguer.

4.1 Le TUP ou « Telephone User Part »

4.1.1 Définition

Le service téléphonique est l'un des services utilisateurs du réseau de signalisation SS7. Le TUP gère les fonctions de base uniquement pour la téléphonie. Ceci concerne principalement l'établissement ainsi que la rupture des communications.

4.1.2 Structure des messages TUP

Généralement, les messages TUP se présentent de la sorte :



Figure 2.16 : Structure d'un message TUP

- La première partie des messages TUP est constituée par l'étiquette d'acheminement. L'étiquette standard TUP a une longueur de 40 bits. Elle est formée par l'ensemble : CIC + CPO + CPD comme exposé ci-après :

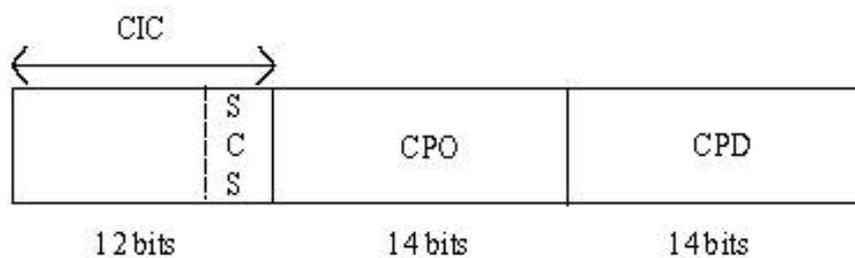


Figure 2.17 : Etiquette standard TUP

Le CPO et le CPD ne sont autres que les codes de points, respectivement d'origine et de destination. Le CIC est ce qu'on appelle « Code d'Identification de Circuit ». C'est le champ qui définit le circuit pris pour la communication, c'est-à-dire celui avec lequel on relie la source au destinataire. Comme on peut le constater, les 4 bits de sélection du canal sémaphore SCS se confondent avec les 4 bits les moins significatifs du CIC : le routage des messages relatifs à une communication se fait donc toujours selon le même chemin.

- Le champ suivant est celui du type de message qui renferme les en-têtes H_0 et H_1 . Ces codes identifient le type de message TUP présenté.
- A la suite de l'étiquette d'acheminement et du type de message se trouve le message utile TUP. Le tout est ensuite encapsulé avec l'octet de service dans l'enveloppe de la trame de niveau 2, comme on voit sur l'illustration suivante :

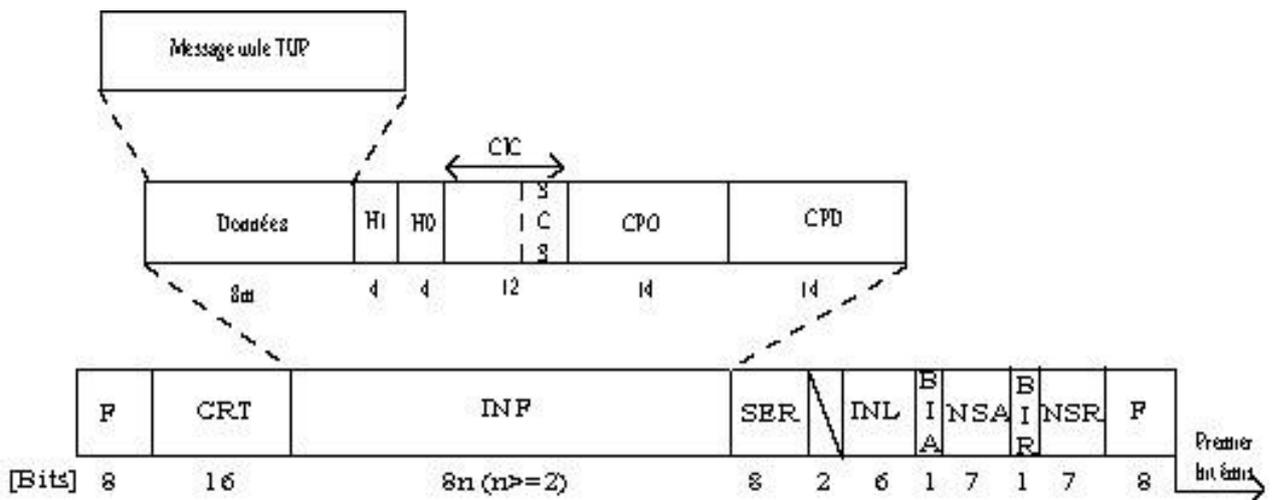


Figure 2.18 : Encapsulation des messages TUP

Il est à faire savoir que, de plus en plus, le TUP est remplacé par l'ISUP. Ce qui mène également à l'étude de l'ISUP.

4.2 L'ISUP ou « ISDN User Part »

4.2.1 Définition

L'ISUP est le protocole qui fournit les fonctions de signalisation nécessaires à la prise en charge de toute connexion dans les réseaux à commutation de circuits. Il est tout de même à noter que de part son nom, il est mis en oeuvre à la fois pour les appels RNIS que non RNIS.

4.2.2 Services offerts par l'ISUP

L'ISUP offre les services de base et des services complémentaires. Les services de base concernent l'établissement, la libération et la supervision des circuits (blocage, déblocage, interrogation, réinitialisation...). Quant aux services supplémentaires, on trouve principalement:

- Le signal d'appel (CW : Call Waiting)
- Le transfert d'une communication (CT: Call Transfer)
- La présentation d'identification de la ligne (CLIR: Calling Line Identification Restriction)
- La communication en conférence (CONF : Conference)
- La mise en garde (HOLD : Hold)
- Le rappel automatique sur occupation (CCBS : Completion of Calls to Busy Subscriber)
- Le renvoi d'appel sur occupation (CFB : Call Forwarding Busy)
- Le renvoi d'appel inconditionnel sur non réponse (CFNR : Call Forwarding No Reply).

4.2.3 Structure des messages ISUP

En tenant compte de l'architecture du SS7, l'ISUP utilise le SCCP. Mais il peut également se reposer directement sur le SSTM. La structure des messages ISUP est à peu près analogue à celle du TUP défini précédemment.

- Le premier champ est toujours l'étiquette d'acheminement. L'étiquette standard de l'ISUP, selon la recommandation Q.763, a le format présenté ci-après. :

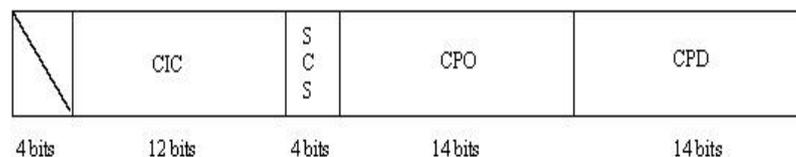


Figure 2.19 : Etiquette standard ISUP

Ici, le champ de sélection des canaux sémaphores SCS est bien dissocié de celui du code d'identification de circuit CIC.

- Et tout comme la structure du TUP, viennent ensuite les codes d'en-tête H₀ et H₁ après l'étiquette d'acheminement.

- Après, chaque message ISUP compte des informations comme le numéro de l'appelant, celui de l'appelé, la catégorie du demandeur, etc. Cette partie se scinde en deux groupes, à savoir :

- la partie champ obligatoire et
- la partie champ optionnel ou facultatif.

Dans la tranche des champs obligatoires, il y a une fois de plus ceux qui sont fixes et ceux qui sont obligatoires.

Les informations ISUP sont transmises dans le champ d'information de signalisation (SIF) d'une trame sémaphore de message, le principe est donné par la représentation sur la figure suivante:

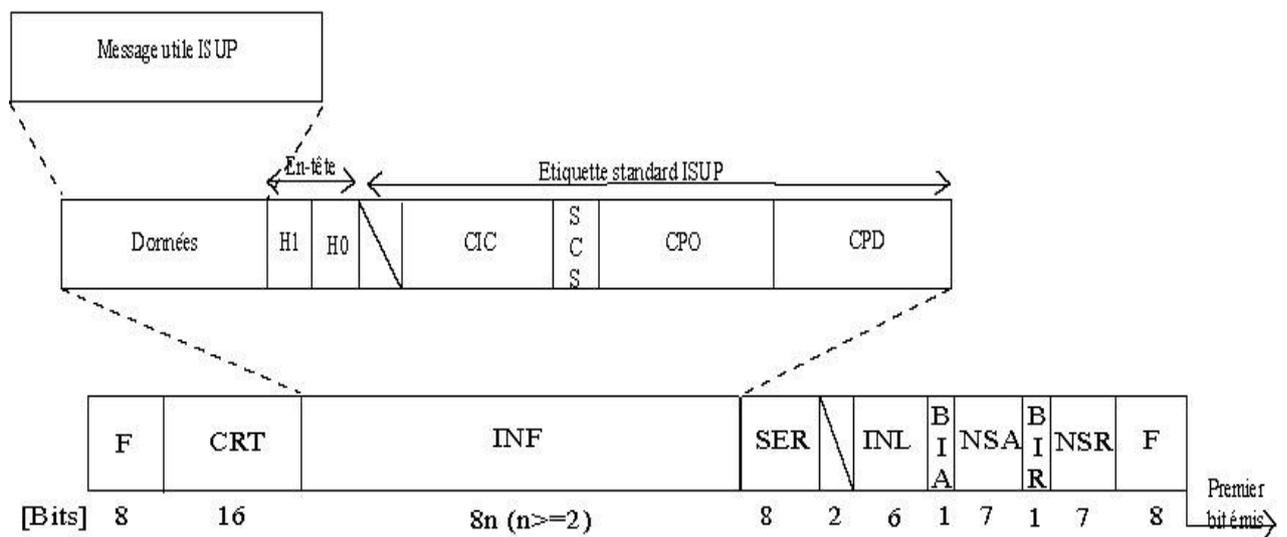


Figure 2.20 : Encapsulation des messages ISUP

4.2.4 Messages ISUP

Pour approfondir la connaissance de ce protocole, les principaux messages échangés lors d'une communication téléphonique utilisant l'ISUP sont donnés ci après:

- L'IAM (Initial Address Message) : C'est le message envoyé lorsque les centraux téléphoniques reçoivent assez de chiffres pour router l'appel dans une direction donnée.
- Le SAM (Subsequent Address Message) : C'est le message transmis pour transporter les chiffres n'ayant pas encore été émis par le message IAM. Il est à noter que ce message est de moins en moins envoyé, voire plus du tout.
- L'ACM (Address Complete Message) : C'est le message envoyé par le central distant pour avertir que l'abonné appelé a été trouvé et la sonnerie de celui-ci retentit.
- L'ANM (Answer Message) : C'est le message envoyé par le central de l'appelé dès que celui-ci a décroché le combiné. C'est à ce moment que la facturation de la communication débute.
- Le REL (Release) : C'est le message envoyé pour la libération de circuit lors de la fin d'une communication ou lorsque la communication n'a pu être établie.
- Le RLC (Release Complete) : C'est le message employé pour confirmer la déconnexion et libérer totalement les circuits établis pour la communication.

4.3 Le TCAP ou « Transaction Capabilities Application Part »

4.3.1 Définition

Le TCAP ou SSGT fournit les primitives d'échange entre deux applications. Il fournit un support de communication dans un environnement distribué.

A titre d'exemple, un point sémaphore envoie une requête TCAP à un SCP (Service Control Point) afin de connaître le numéro standard associé à un numéro vert. Le TCAP est également utilisé, par le protocole MAP, pour la localisation de la station mobile dans le réseau GSM (Global System for Mobile).

4.3.2 Structure du TCAP

Le TCAP est structuré en deux sous-couches :

- une sous-couche composant et
- une sous-couche transaction.

De façon à illustrer ceci, on va représenter sur un schéma cette structure du TCAP [Figure 2.21].

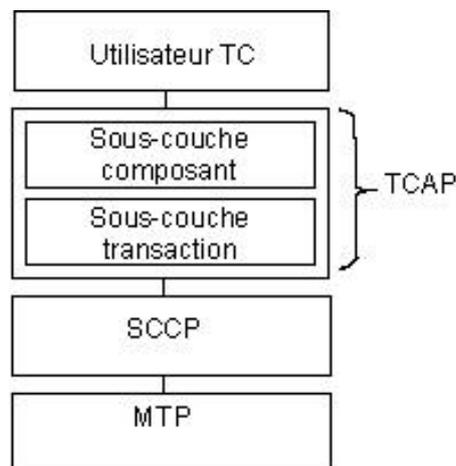


Figure 2.21 : Sous-couches TCAP

4.3.2.1 Sous-couche composant

On appelle « composant » une demande d'exécution d'opération à l'entité distante ou la réponse à celle-ci. Il peut alors consister en un lancement, un résultat positif ou négatif ou encore un rejet d'opération.

Le rôle de la sous-couche composant est de prendre en charge la gestion de ces composants. Il modélise l'interaction entre deux entités à l'aide du concept d'opération. Une entité émettrice demande à une entité réceptrice l'exécution d'une opération. Cette dernière interprète la demande, exécute l'opération si possible et rend compte éventuellement du résultat, qui peut être positif ou négatif.

Les messages utilisés par la sous-couche composant sont :

- INVOKE : utilisé par un point sémaphore pour effectuer une requête.
- RETURN INVOKE : permet à un point sémaphore de répondre à la requête précédente.
- RETURN ERROR : envoyé pour indiquer que l'exécution d'opération a échoué.
- REJECT : indique qu'une requête est rejetée à cause des composants contenus dans le message utilisé pour la requête.

4.3.2.2 Sous-couche transaction

On appelle « dialogue » une suite de composants que deux utilisateurs s'échangent pour réaliser une application.

Le rôle de la sous-couche transaction est de gérer les dialogues. Il regroupe les dialogues simultanés en une même « transaction ». Cette sous-couche regroupe ainsi plusieurs dialogues dans un même message.

Voici les messages associés à la sous-couche transaction :

- UNIDIRECTIONNEL : transfert de composants dans une direction seulement
- BEGIN : initie une transaction
- END : termine la transaction
- CONTINUE : continue la transaction
- ABORT : termine la transaction à la suite d'une situation anormale.

En bref, le TCAP assure l'établissement d'appels appelés « dialogues » entre contextes distants, l'invocation d'opérations distantes et l'encapsulation de plusieurs dialogues en une transaction.

4.4 L'INAP ou « Intelligent Network Application Part »

C'est le protocole mis en œuvre dans le réseau intelligent (voir ANNEXE 6). Il permet le transport des messages entre les entités de ce réseau, notamment entre le point de Commutation de Service (SSP : Service Switching Point) et le point de contrôle de service (SCP : Service Control Point), pour la fourniture des services du RI (Réseau Intelligent).

C'est le service permettant l'exécution des services à valeur ajoutée (numéro vert, carte prépayée...). Il est inclus à son tour dans le protocole TCAP.

4.5 Le MAP ou « Mobile Application Part »

Le MAP est un protocole utilisé pour les réseaux mobiles. Il permet la gestion des abonnés. Il régit aussi l'ensemble des échanges entre équipements du sous-système réseau (NSS : Network Sub System) du réseau mobile. Ceci concerne les dialogues entre MSC (Mobile Switching Center), VLR (Visitor Location Register) et HLR (Home Location Register). Il est utilisé non seulement lors de la communication dans le réseau mobile, mais tout ce qui touche les problèmes de roaming (national et international) ainsi que les SMS. Il s'appuie sur TCAP, lui-même reposant sur SSCP.

4.6 L'OMAP ou « Operation Maintenance and Administration Part »

Le protocole OMAP ou sous-système d'exploitation et de maintenance (SSEM) permet, comme son nom l'indique, les opérations d'administration et de maintenance du réseau sémaphore. Il fournit les procédures de gestion et de supervision du réseau sémaphore. Il définit le protocole d'application et les procédures de monitoring, test de contrôle des ressources. Il se rapporte aux procédures de surveillance du réseau sémaphore à partir d'un point sémaphore de gestion.

Les fonctions de l'OMAP sont les suivantes :

- la gestion des données d'acheminement (création, modification, interrogation, suppression de données dans les tables d'acheminement d'un point sémaphore, etc.).
- la vérification de l'acheminement
- la collecte d'observation
- la prise en compte d'événements et notification au centre d'exploitation et de maintenance
- la mise à l'heure des horloges des points sémaphores
- les essais, mesures et commandes divers.

En bref, le SS7 comporte deux sous-ensembles fondamentaux : le sous-système de transfert de messages (SSTM) et le sous-système utilisateur (SSU).

Le SSTM, formé des trois premiers niveaux, assure le transport des messages d'un point de signalisation à un autre. Le niveau 1 définit la liaison dans laquelle l'information de signalisation est transmise. Le niveau 2 prend en charge la délimitation des trames, le contrôle de leur séquençement, la détection et la correction d'erreur, la gestion des acquittements, etc. Quant au niveau 3, il réalise notamment la fonction de gestion du réseau sémaphore ainsi que l'orientation des messages de signalisation.

La partie supérieure c'est-à-dire le SSU supporte les applications. Celles-ci peuvent concerner l'établissement et la rupture des communications (TUP ou ISUP), l'exploitation et la maintenance (OMAP) ou encore d'autres services comme ceux du réseau intelligent (INAP), ceux du réseau mobile (MAP), etc.

Pour une meilleure compréhension, des exemples d'utilisation de ces différentes applications seront nécessaires. Ce qui mène à présent à la partie simulation.