

	R&T – 2^{ème} année	
	UE3 – TR3	Année universitaire 2011-2012

Module UE3 – Téléphonie Numérique à Intégration de service : RNIS

Responsable : Frédéric LAUNAY

Plan du cours

I. Introduction.....	3
II. Architecture des réseaux RTC et RNIS.....	4
III. Les services attendus du RNIS : Cahier des charges.....	6
III.1. Communication téléphonique : Du RTC au RNIS.....	6
III.2. Services supports.....	7
IV. Principe de fonctionnement du RNIS.....	8
IV.1. Les canaux logiques RNIS.....	8
IV.2. Raccordement du RNIS sur la boucle locale.....	8
IV.2.1. Deux types d'accès.....	9
IV.2.2. Equipement d'un réseau RNIS.....	10
IV.2.2.1. Adaptation des débits.....	10
IV.2.2.2. Equipements.....	11
IV.2.2.3. Configuration physique.....	13
V. Architecture Réseau : Modèle de référence OSI.....	15
V.1. Niveau Physique à l'interface S/T.....	18
V.1.1. Codage électrique des bits à transmettre sur le bus S0.....	18
V.1.2. Activation/Désactivation de la ligne.....	20
V.1.3. Accès simultané au canal D.....	21
V.1.4. Configuration physique des terminaux sur bus passif.....	22
V.2. Niveau trame ou couche liaison (niveau 2).....	23
V.2.1. Rappel sur la norme HDLC.....	23
V.2.2. Niveau Trame pour le protocole RNIS.....	26
V.2.2.1. Canal B.....	26
V.2.2.2. canal D.....	27
V.3. Le niveau paquet (3).....	31
V.3.1. Canal B.....	31
V.3.2. Canal D.....	31
Messages échangés lors d'une communication téléphonique.....	35
VI. Installation d'usager via un PABX.....	38

LE RNIS

I. Introduction

L'abréviation RNIS (ISDN en Anglais), pour Réseaux Numérique à Intégration de Services (en anglais Integrated Services Digital Network), a été introduite en 1979 pour définir l'objectif vers lesquelles devaient tendre les télécommunications numériques. Le CCITT le définissait ainsi : "*Un Réseau Numérique à Intégration de Services est un réseau développé en général à partir d'un réseau téléphonique numérisé, qui autorise une connectivité numérique de bout en bout assurant une large palette de services, vocaux ou non, auquel les usagers ont accès par un ensemble limité d'interfaces polyvalentes.*"

Ce sont les besoins de services de communications variés des utilisateurs qui ont conduit à l'étude, au niveau international, d'un réseau de transmission numérique intégral. En effet, le réseau téléphonique, conçu pour la transmission analogique de la voix, est inadapté à la transmission de données à haut débit.

Le Numéris est le nom commercial du réseau téléphonique de France Télécom basé sur la technologie RNIS. Ce réseau est conçu pour transporter les données (la voix, les images, les fax, ...) séparément des informations de signalisation. Le RNIS doit son nom aux services additionnels qu'il rend possible :

- présentation du numéro
- conversation à trois
- signal d'appel
- renvoi d'appel
- indication des coûts de communication
- ...

D'autre part, le numéris permet d'obtenir un débit de 64 kbps garanti, ce qui offre une fiabilité et un confort indispensable pour des usages nécessitant une grande qualité de service.

Les objectifs de ce cours sont :

- de décrire les services attendus par le RNIS
- de présenter l'architecture du RNIS
- de présenter les PBX
- de configurer un PBX pour une liaison RNIS

Les pré-requis sont :

1. Architecture du RTC
2. Mode de transmissions : Mode message, ...
3. Numérisation des signaux, codec
4. Transmission numérique, modem.
5. Multiplexage
6. Modèle OSI : Commutation paquets, messages, circuit.

II. Architecture des réseaux RTC et RNIS

Le Réseau Téléphonique Commuté RTC (PSTN en anglais) et le Réseau Numérique à Intégration de Service RNIS (ISDN en anglais) permettent le transport de conversations téléphoniques et également de données via l'insertion de modems (modem RTC normes V21 à V92 ou carte RNIS pour un PC).

L'aiguillage des communications téléphoniques dans le réseau est assuré par les commutateurs téléphoniques qui sont les mêmes pour les deux réseaux. Cependant alors que pour le RTC la numérisation s'effectue au niveau du commutateur, le RNIS étend la numérisation jusqu'à l'abonné et les interfaces RTC et RNIS au niveau du commutateur sont différentes. IL faut bien comprendre que l'objectif du RNIS était de satisfaire une communication numérique de bout en bout. Il faut donc pouvoir, sur la boucle locale existante permettre une transmission numérique en bande de base, full duplex sur deux fils.

Le RTC et le RNIS sont organisés en 4 sous-parties :

- L'installation de l'abonné RTC ou RNIS.
- **La boucle locale** ou réseau de distribution est l'organisation technique mise en oeuvre pour relier les abonnés au commutateur le plus proche (commutateur de rattachement).
- **La commutation** est la partie centrale du réseau. La commutation assure le raccordement de l'abonné au réseaux, gère la signalisation, assure la concentration, le multiplexage et l'aiguillage des communications dans le réseaux.
- **La transmission** est l'ensemble des techniques mises en oeuvre pour relier les commutateurs entre eux. L'ensemble des dispositifs et des supports de transmission entre commutateurs est appelé réseau de transmission ou réseau de transport.

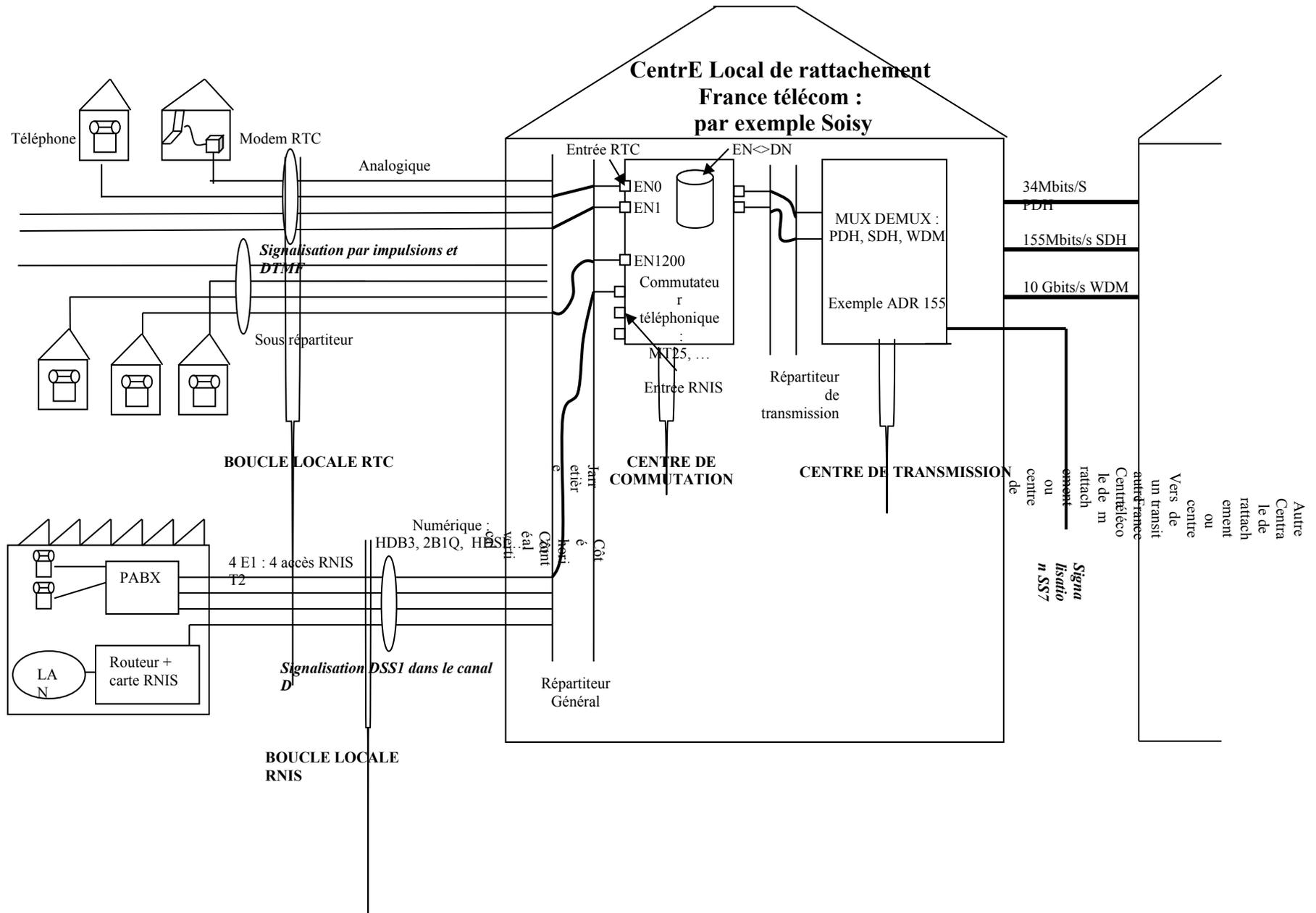
L'échange d'informations nécessaire à l'établissement, au maintien et à la rupture de la communication s'appelle la **signalisation**. On distingue 2 catégories de signalisation :

- la signalisation sur la boucle locale : signalisation par impulsion ou DTMF pour le RTC et signalisation DSS1 pour le RNIS;
- la signalisation entre commutateurs : signalisation CCITT N°7 ou SS7 définie par la recommandation Q.700.

Le réseau RTC et le RNIS assurent aussi des fonctions d'accès à d'autres réseaux, ou services comme par exemple au réseau à commutation de paquets, à Internet, au GSM,....

Rmq : Depuis la numérisation de réseau téléphonique, la signalisation DTMF n'existe que sur la boucle locale. En effet, avant cette modernisation, l'établissement d'un circuit entre deux abonnés se faisait de proche en proche. Le N° demandé progresse de commutateur en commutateur. La commutation sera donc assez lente et un circuit sera utilisé pour l'acheminement de l'appel, même si l'appelé est "occupé" ! Cette signalisation est abandonnée en France. Elle est remplacée par le **Signalisation par réseau sémaphore** : Toute la signalisation se fait sous la forme de messages (paquets X25) et est transportée par un réseau sémaphore indépendant du réseau de transport (circuits). Les deux réseaux utilisent les mêmes infrastructures numériques (MIC) mais sont organisés différemment. Des PTS (Points de Transfert Sémaphore) routent la signalisation et des PS (Points Sémaphore) assurent l'interconnexion avec les commutateurs. Avec la signalisation CCITT N°7, dont l'étude a démarré en 1976 et la mise en place en 1987, le circuit est préparé rapidement et n'est établi que lors du décrochage de l'appelé. Cette signalisation améliore le temps de réponse des commutations RTC analogiques et est indispensable au RNIS (signalisation riche et évolutive).

Réseau Etendu : RNIS



III. Les services attendus du RNIS : Cahier des charges

III.1. Communication téléphonique : Du RTC au RNIS

Entre le moment où l'on décroche le téléphone et celui où l'on parle avec son interlocuteur, différentes opérations s'effectuent (via les PBX).

Au niveau du RTC, la numérotation (régie par une numérotation à 10 chiffres ZZABPQMCDU) s'effectue par un codage multi-fréquences (signalisation) : l'action sur une touche du clavier provoque l'émission de deux fréquences caractéristiques du chiffre sélectionné. Le CL décode le préfixe ZZ (régions ou opérateurs ex : 05) et choisit un circuit local disponible pour une connexion vers l'abonné (si appel local) ou le CAA correspondant. Si l'abonné n'est pas dans la ZAA, l'appel est transféré par décodage du numéro au CTS voire CTP correspondant avant de reproduire cette opération en sens inverse jusqu'au CL concerné. Si le correspondant est occupé, la connexion aura été infructueuse (échec). Or, lors de cet appel des ressources ont été monopolisées pour mettre en correspondance deux abonnés. Ces mêmes ressources sont utilisées pour transmettre la communication.

Si la vocation première du RNIS est de procurer des services de communication à ses abonnés permettant des échanges de la voix et de données simultanément, le RNIS a été construit pour résoudre les défauts du RTC. En cela, on distingue physiquement 2 fonctions :

- Transmission
- Signalisation

L'échange des communications s'effectue sur le réseau de transport des informations appelé canal B. La signalisation est séparée et prise en charge par un réseau spécifique que l'on peut imaginer comme un réseau parallèle spécialisé. Ce réseau de signalisation (**cf. norme Q.701**) est normalisé sous le nom de CCITT n°7 ou SS7, aussi dénommé canal sémaphore et il est construit sur le modèle de référence OSI. La signalisation est véhiculée suivant le protocole D que l'on verra dans la description des couches OSI.

Par comparaison avec la figure 1, le réseau RNIS se présente de la manière suivante (figure 5).

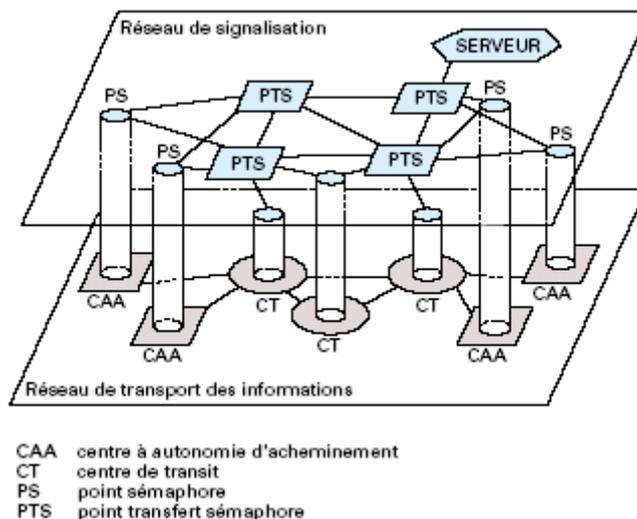


Figure n°1 : Organisation Générale du RNIS (source : Technique de l'Ingénieur [1])

Chaque CAA est relié à un Point Sémaphore et chaque Centre de Transit (Primaire ou Secondaire) est relié à un Point de Transfert Sémaphore. Les PS pilotent et asservissent le réseau de transport en choisissant le meilleur chemin entre deux points du réseau.

PS : Point Sémaphore : ce sont les centraux téléphoniques qui génèrent et interprètent les messages de signalisation.

PTS : Points de Transfert Sémaphore qui sont utilisés quand deux commutateurs téléphoniques ne sont pas reliés entre eux par un canal sémaphore. Le PTS stocke les messages de signalisation, analyse leur entête pour effectuer le routage et les retransmet (Store & Forward) comme un routeur classique.

Pour plus d'information, se référer au cours réseau sur le protocole X.25.

Par la mise en place d'un réseau sémaphore, d'autres services ont également vu le jour avec le RNIS. Le CCITT a décrit trois prestations principales désignées par les services supports, les téléservices et les compléments de services. Les services supports et téléservices sont classifiés parmi les services de base alors que les compléments de services accompagnent obligatoirement l'un des deux précédents.

III.2. Services supports

La première étape du RNIS en France permet d'offrir aux usagers les services supports à commutation de circuit :

- Le service support CCBT (commutation de circuit sur canal B transparent) c'est à dire sans aucun traitement de l'information.
 - o Mode circuit à 64 kb/s sans restriction
 - o Mode circuit à 64 kb/s sans restriction avec tonalité et annonce
- Le CCBNT (commutation de circuit sur canal B non transparent) que l'on peut comparer au service de transmission audio 300-3400 Hz. Ce service n'offre pas obligatoirement de connexion numérique bout à bout.
 - o Mode circuit à 64 kb/s pour la parole

- Mode circuit à 64 kb/s pour audiofréquence à 3.1 kHz

On rappelle que le mode circuit engendre une connexion physique entre les deux extrémités établis en permanence durant l'échange d'information.

Puis, les services supports en mode paquet ont permis de partager la ressource communicante entre différents utilisateurs. Le terme commutation de paquet signifie que les données numérisées circulent groupées en paquets multiplexées de transmissions différentes. La catégorie utilisée en France est le circuit virtuel permanent. Les paquets sont routés à travers des commutateurs après avoir établis un chemin virtuel. La signalisation s'effectue en mode sémaphore, c'est à dire par un canal hors bande.

IV. Principe de fonctionnement du RNIS

IV.1. Les canaux logiques RNIS

Le canal de transmission analogique s'appuie sur une paire torsadée de fils de cuivre entre le commutateur local de la compagnie de télécommunication et l'abonné. Initialement, ce réseau n'assurait que la transmission de la voix, puis du télex. D'autres canaux (avec leur propre protocole) véhiculaient des applications spécifiques telles que la radio, la télévision, ... L'objectif du RNIS est d'englober ces diverses applications pour transmettre des données numérisées sur la ligne téléphonique. Les données sont encapsulées dans une trame laquelle est divisée en canaux logiques pour permettre un fonctionnement en *full duplex* et pour répondre ainsi aux besoins des diverses applications.

Au niveau du RNIS, on distingue deux canaux. Les canaux B définis pour transmettre les données de l'utilisateur et le canal D véhicule les informations de signalisation, et éventuellement des données en mode paquet.

- Les informations de signalisation sont séparées des informations utilisateur pour améliorer l'intelligence réseau. Grâce à cette signalisation hors bande, le temps d'établissement de connexions est rapide pour le RNIS (environ 4 secondes). Le canal D est dédié à la signalisation c'est à dire : appels, établissement de connexions, demandes de services, routage des données sur les canaux correspondants (dits canaux B : Bearer). Mais, il peut aussi être utilisé pour transmettre des données utilisateurs afin d'augmenter le débit de la communication (protocole X.31b).
- Le transfert des informations s'effectue dans des canaux spécifiques dits "canaux B". Les canaux B peuvent véhiculer de la voix ou des données en fonction de l'application mise en œuvre à un débit de 64 kbps en commutation de circuit ou de paquet. Les canaux B peuvent être utilisés séparément, ou réunis à plusieurs.

IV.2. Raccordement du RNIS sur la boucle locale

Le RNIS est destiné à remplacer le réseau téléphonique analogique actuel. Il doit donc pouvoir s'implémenter dans l'environnement existant. L'une des contraintes se situe au niveau du réseau filaire. En effet, en informatique l'échange de données sérielles s'effectue au

minimum sur 4 fils en fonction du sens de transmission (en supposant les masses séparées). Or le réseau de branchement est constitué de deux fils par abonné. Ainsi, pour pouvoir fonctionner simultanément dans les deux sens sur deux fils, deux méthodes ont été retenues :

- La technique de transmission à l'alternat (Ping Pong)
- Les techniques d'annulation d'échos.

La technique de transmission à l'alternat est une transmission half duplex permettant une transmission dans un sens puis dans l'autre sens par un multiplexage temporel. Dans ce cas, il faut un débit deux fois supérieur à celui du RNIS.

L'annulation d'écho est une technique déjà utilisée en téléphonie analogique. En transmission analogique, la séparation du sens de transmission est réalisée par un coupleur 4 fils/2 fils générateur d'écho. La technique de suppression d'écho consiste à mesurer l'écho pour le soustraire. Le passage de 2 fils à 4 fils est réalisé en analogique par un transformateur différentiel. La conversion nécessite une puissance DC nulle.

Le raccordement du poste téléphonique de l'abonné RNIS ne se fait pas directement sur la ligne de distribution du RTC. L'administrateur met en place différentes interfaces à travers lesquelles s'établissent la connexion. Ces interfaces dépendent également du type d'accès RNIS choisi par l'abonné. Il existe deux types d'accès au RNIS que nous présenterons dans le paragraphe suivant avant de détailler les interfaces utilisées entre les différents équipements d'une installation RNIS sur la boucle locale.

IV.2.1. Deux types d'accès

Une interface d'accès à un RNIS est une association temporelle (timeslots) de canaux B et D. A partir de l'association de ces canaux, deux types de services RNIS sont déployés correspondant chacun à des catégories d'utilisations distinctes :

- Résidentielle : utilisation simultanée des services téléphoniques et d'une connexion Internet à 144 kbps.
- Professionnelle : utilisation d'un commutateur téléphonique (PABX) ou d'un routeur d'agence pour multiplexer plusieurs canaux B pour atteindre un débit de 2048 kbps.

Les accès conseillés aux utilisations sont respectivement :

1. L'Accès de Base S0 (AdB ou BRI : Basic Rate Interface) (2B+D)

L'accès de base est constitué de deux canaux B à 64 kbits/s pour le transport de la voix et des données et d'un canal D à 16 kbits/s pour le transport de la signalisation ou de données sous forme de paquets (X.25/D). L'ensemble offre une interface dite Accès de base "2 B + D" multiplexé au niveau de l'interface S.

- Deux canaux B (64 kbits / sec) pour le transfert de la voix ou des données en mode circuit et offrant un service numérique de bout en bout.
- Un canal D (16 kbits / sec) dit de signalisation utilisé pour la gestion des communications et pour les applications à bas débits (X.25/D).

Chaque canal B est constitué d'un bus nommé S0 compatible avec les interfaces S0 des terminaux RNIS tels que le téléphone, le télécopieur ou encore le micro-ordinateur.

2. Accès Primaire S2 (AP ou PRI : Primare Rate Interface normalisé par l'avis G.704 sous le nom E1/T1 respectivement en Europe et Japon/USA)

- 30 canaux B en Europe et 23 canaux B aux USA et Japon pour le transfert de la voix ou des données en mode circuit et offrant un service numérique de bout en bout.
- Possibilité d'agrégation des canaux B en fonction des applications (384, 1920 kbps)
- Un canal D (16 et 64 kbit/s respectivement en Europe et Amérique du NORD) dit de signalisation utilisé pour la gestion des communications et pour les applications à bas débits (X.25/D).

IV.2.2. Equipement d'un réseau RNIS

L'Union Internationale des Télécommunications (UIT) a défini la technologie RNIS comme un réseau fournissant une connectivité numérique de bout en bout avec une grande variété de services. Pour atteindre cet objectif, le RNIS définit un jeu de protocoles d'interfaces utilisateur/réseau standard. De cette façon, tous les équipements RNIS utilisent les mêmes connexions physiques et les mêmes protocoles de signalisation pour accéder aux services. De plus, pour faciliter l'interconnexion de divers réseaux, le CCITT recommande une hiérarchisation du multiplexage numérique synchrone à partir d'un multiplex primaire. La hiérarchisation définie en Europe pour les réseaux de transmission est à 4 niveaux (cf. Table 1). Ainsi la recommandation G 732 adoptée en Europe fixe le débit à 2048 kbit/s. Chaque trame est définie par une durée de 125 µs divisée en 32 intervalles de temps (IT ou *timeslot*) numérotés de 0 à 31.

Au niveau Européen, les IT 1 à 15 et 16 à 31 sont dédiés aux transferts d'informations. Les autres IT servent à la signalisation :

- l'IT 0 des trames impaires est réservé verrouillage de trame
- l'IT 0 des trames paires est réservé au service (alarmes, ...)
- l'IT 16 est réservé à la signalisation

La trame est constituée de 32 IT de 8 bits et une multitrames est une succession de 16 trames. (La recommandation G 733 au Japon et en Amérique du nord est légèrement différente tant pour le débit (1544 kbit/s) que pour le transfert des signaux de signalisation et de contrôle.)

IV.2.2.1. Adaptation des débits

L'architecture du RNIS est conçue de manière à atteindre des débits variant entre 64 kbps jusqu'à 2 Mbps en Europe (de par l'utilisation des 30 canaux). L'allocation de canaux permet d'adapter le débit par deux techniques gérées respectivement par le niveau 1 et 2 du modèle OSI. Nous aborderons ce point ultérieurement. Cependant, des équipements non RNIS (dénommé TE2 : Terminal Equipment 2) auxquels peuvent être connectés le RNIS n'ont pas nécessairement le même débit que celui imposé par le canal B. Dans ce cas, des adaptateurs de terminal (TA) réalisent une adaptation en réduisant le débit effectif du canal B jusqu'à une valeur compatible avec l'équipement non RNIS.

La configuration physique vue du côté de l'utilisateur RNIS est divisée en groupes fonctionnels séparés par des points de référence (cf figure 6). Un groupe fonctionnel est une association particulière d'équipement qui assurent un ensemble de fonctions RNIS. Les points de références sont les limites qui séparent les différents groupes fonctionnels ou équipement décrits précédemment. A chacun de ces points de référence correspond une interface standard à laquelle les fournisseurs d'équipements doivent se conformer.

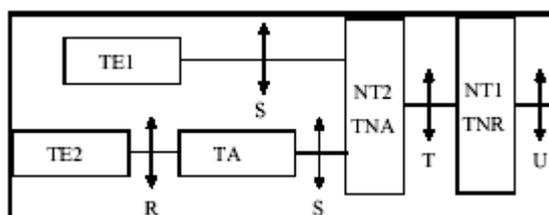


Figure n°2 : Architecture RNIS

On désigne par le vocable point de référence (les lettres R,S,T,U et V), les interfaces situées entre les différents équipements d'une installation RNIS.

Nous allons dans un premier temps lister les différents équipements RNIS décrit dans le paragraphe ci-dessus, puis nous détaillerons les interfaces.

IV.2.2.2. Equipements

Nous allons décrire dans ce paragraphe, les différents équipements RNIS permettant la liaison des services RNIS entre l'abonné et la boucle locale, en respectant cet ordre dans la classification ci-dessous.

Terminal non RNIS (TE2)

Un terminal non RNIS (TE2) est un terminal qui n'est pas spécifié pour fonctionner sur le RNIS. Ce terminal, tel que le téléphone analogique ou des terminaux séries ..., ne possède pas l'interface appropriée (interface S0) pour se brancher sur la ligne, mais utilise des ports séries (USB, RS232, ...). Afin de rendre compatible ce terminal on doit adjoindre un adaptateur.

Adaptateur (TA)

Le rôle de l'adaptateur est de rendre compatible le débit du terminal non-RNIS avec celui du bus S0 (64 kbps) et de présenter l'interface appropriée. Typiquement, les modems externes sont appelés Terminal Adapters.

Parmi les adaptateurs les plus généraux, on peut lister :

- AT A/S (Audiofréquence/S) pour les modems, les téléphones analogiques, les télécopieurs de groupe 3 connectables sur le réseau téléphonique commuté.
- AT X21/S pour les terminaux à 56 et 64 kbps et à l'interface X.21 (standard pour l'accès aux réseaux publics de données synchrones à commutation de circuit)
- AT V24/S pour les terminaux informatiques synchrones et asynchrones à interface V24
- AT X25/S pour les terminaux en mode paquet et à interface X.25
- AT V35/S pour les terminaux à 56 et 64 kbps de données synchrones rapides destinées à être connectés à des liaisons spécialisés et à interface V35.

Terminal RNIS (TE1)

Un terminal RNIS (TE1) possède une interface S0 sans adaptation. Les terminaux sont nombreux et parmi ceux-ci, nous pouvons distinguer les principaux :

- Téléphone RNIS.
- Télécopieur à la norme G4.
- Visiophones.

Terminal Numérique d'abonné (NT2/TNA)

Le groupe fonctionnel NT2 n'est utilisé que pour les accès primaire c'est à dire pour usage professionnel. Ce groupe possède de nombreuses fonctions de commutation de circuit ou de paquets avec plusieurs connexions de bus S0. Dans le cas d'applications professionnelles, ce groupe correspond à un commutateur local (PABX) opérant au niveau réseau. Il assure les fonctions de gestion de la signalisation et d'acheminement des communications vers le terminal approprié.

Terminal Numérique de Réseau ou de ligne (NT1/TNR/TNL)

On parle de TNR lorsque que l'on souhaite un accès de base et d'un TNL pour un accès primaire. L'accès de base du RNIS utilise une ligne téléphonique ordinaire. En France, l'opérateur téléphonique installe un dispositif appelé TNR (Terminaison Numérique de Réseau) qui reste sa propriété. La transmission en deux fils se fait donc entre la TNR et le site de rattachement. Le choix et l'installation de la TNR sont effectués par l'opérateur. Le TNR est un boîtier permettant de convertir une interface U en une interface dite S/T, comme le montre la figure 7. L'interface U est le raccordement 2 fils du réseau local téléphonique avec une modulation en bande de base 2B1Q, et l'interface S ou T est une connectique dite 4 fils avec une modulation MIC. Généralement, au delà du TNR commence le bus S0 (propriété de l'entreprise), lequel permet de connecter 8 terminaux numériques (5 en France pour limiter la désadaptation d'impédance). Il s'agit dans ce cas d'un accès résiduel et les interfaces S et T se confondent. Toutefois, on peut également connecter un réseau privé (PABX) qui permet de multiplier le nombre de lignes exploitables. On peut alors obtenir un accès primaire derrière un TNL. Il s'agit d'un accès professionnel et le point de référence en sortie du TNL est nommé T pour se distinguer de l'interface S. Le TNL est chargé de la modulation MIC et de constituer la trame, c'est à dire d'assembler les données, la signalisation et la synchronisation. Le boîtier doit aussi se synchroniser par rapport à une horloge de référence du réseau de l'opérateur et d'arbitrer le trafic sur le S0.

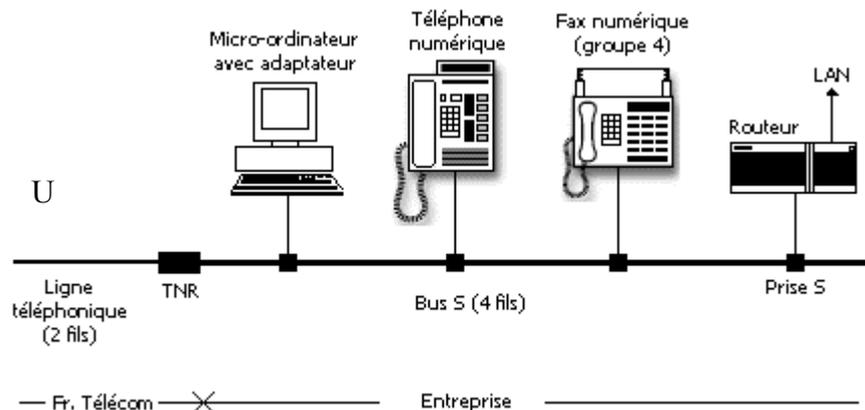


Figure n°3 : Architecture pour un accès résiduel

Il existe plusieurs types de TNR dont les principales évolutions concernent le codage en ligne sur l'interface U et le nombre de fils nécessaire (2 ou 4 fils). La TNRg est une extension livrée avec Numéris Duo de France Telecom représenté sur la figure 8.

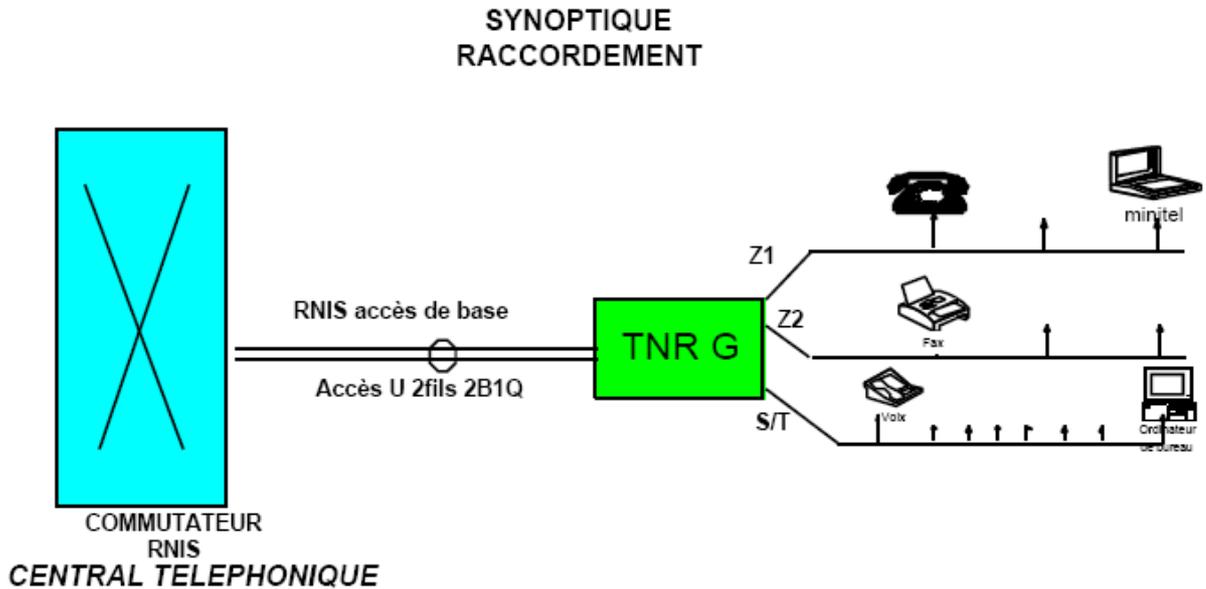


Figure n°4 : Synoptique TNRg

Cet équipement fournit 3 interfaces, l'interface classique S0 et deux interfaces analogiques Z1 et Z2 sur lesquels on peut brancher des équipements analogiques, tels que le fax, un répondeur, un téléphone, un minitel, ...

IV.2.2.3. Configuration physique

Nous allons maintenant détailler les points de références représentés sur la figure 9.

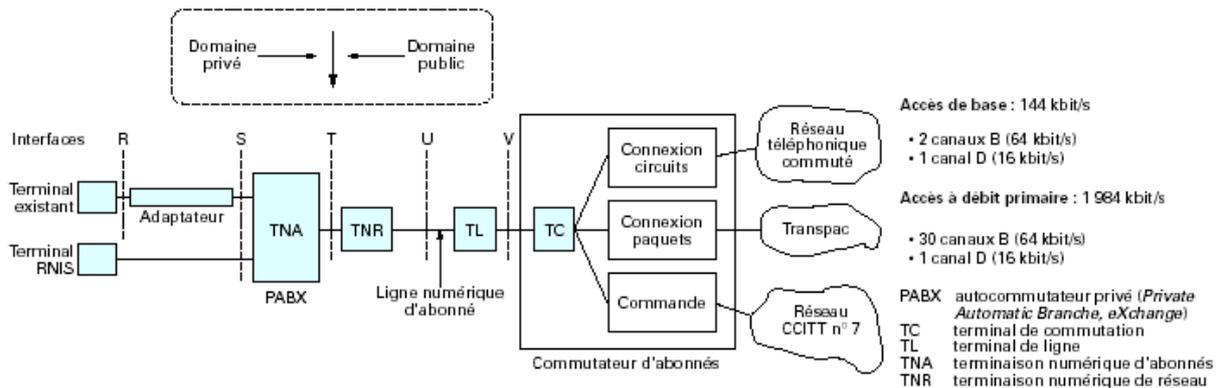


Figure n°5 : Connectivité numérique RNIS et point de référence (*Technique de l'ingénieur* [1])

Les points de référence RNIS sont regroupés sous quatre désignations :

- **R** : Interface entre une unité TE2 et un TA, c'est à dire la limite conceptuelle entre un terminal non RNIS et l'adaptateur. Il s'agit principalement d'interface analogique ou des bus séries nécessitant un adaptateur pour être normalisé au bus S0 RNIS

- **S** : Interface S correspond au bus connecté à l'équipement RNIS.

Le bus interface S0 est réalisé au moyen de 4 paires d'un câble à paires symétriques (figure 10), reliant plot à plot les prises de l'installation. Deux paires sont indispensables car elles supportent :

- la transmission dans les 2 sens
- la sélection du terminal
- la télé-alimentation du terminal par le réseau public ou le commutateur.

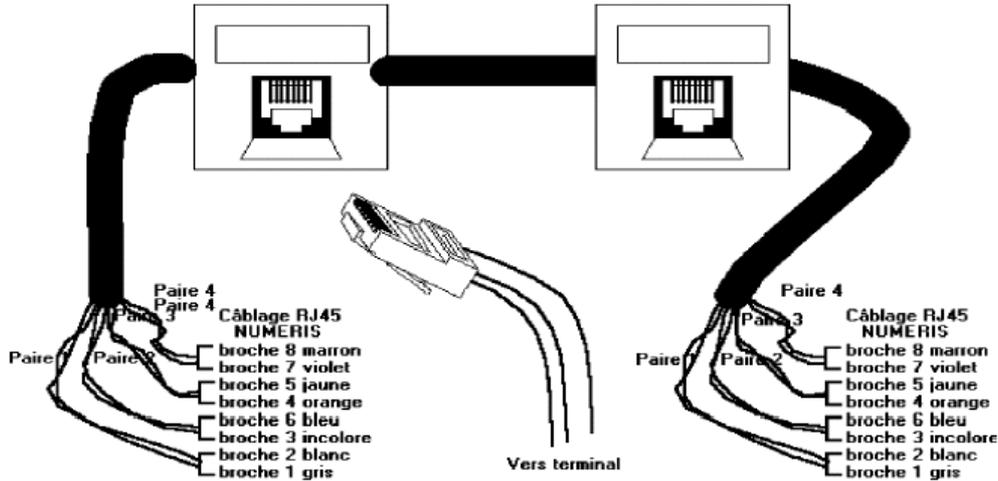


Figure n°6 : Câble S0

Cette interface peut être assimilée à un bus passif pouvant supporter 5 terminaux (TE) en France en série sur le même câble (figure 11) directement connecté à la TNR.

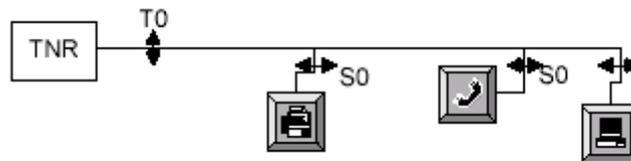


Figure n°7 : Liaison TNR au bus passif

On appelle parfois cette interface S/T.

- **T** : L'interface T correspond à la connexion entre un TNA (NT2) et un TNL (NT1). C'est le point de connexion minimal entre l'abonné et l'opérateur. Il existe plusieurs appellations suivant le type d'accès :
 - T0 ou S0: Accès de base (BRI), lequel fournit deux canaux B à 64 kbit/s chacun et un canal D à 16 kbit/s. Un seul accès de base peut être partagé entre cinq périphériques, ce qui le rend idéal pour la maison ou les entreprises de petite taille. L'accès de base peut être associé à de multiples numéros d'appel (SDA), mais seules deux connexions peuvent être actives à un instant donné, les autres étant par exemple en suspens.
 - T2 ou S2 : Accès primaire (PRI) déclinables en France en 15,20,25 et 30B+D. Contrairement à l'accès de base, il ne peut être connecté qu'à un seul équipement, le plus généralement à un PABX ou un serveur (Interface S).

Celui-ci peut éventuellement répartir alors les canaux B disponibles entre plusieurs équipements.

Le raccordement du PABX

La technologie du RNIS permet le raccordement du central téléphonique privé d'une entreprise (PABX) au réseau d'un opérateur. Il présente l'avantage de proposer un débit multiple de 64 kbps facilement adaptable en fonction de l'évolution des besoins de l'entreprise. Le TNA est principalement représenté par un PABX.

- U : Interface entre un NT1 et le réseau RNIS. Un exemple de raccordement est présenté sur la figure 12.

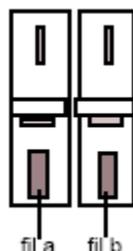


Figure n°8 : Exemple Interface U : TB102

Il est à noter que la technique d'alternat et d'annulation d'écho présentés auparavant, ainsi que le codage 2B1Q sont définis au niveau de l'interface U

V. Architecture Réseau : Modèle de référence OSI

Le RNIS est un réseau pour lequel les canaux de signalisation et de transfert sont séparés (signalisation hors bande relevant de la norme CCITT n°7). Par ailleurs, la signalisation utilise des techniques développées pour la transmission informatique. Ainsi, la normalisation du RNIS s'appuie sur le modèle de référence pour l'interconnexion des systèmes ouverts (OSI). Ce modèle organise les différentes fonctions nécessaires pour réaliser des échanges entre systèmes de communication en 7 sous ensembles. Ces sous ensembles, nommés niveaux sont regroupés en deux sous groupes distincts appelés niveaux bas et niveaux hauts. En ce qui concerne la spécification du RNIS, celle-ci est définie par le protocole D et uniquement pour les niveaux bas (1 à 3)

On rappelle l'architecture OSI :

Les niveaux bas se rapportent aux fonctions nécessaires pour assurer, avec les performances requises, le transfert d'informations entre deux terminaux au travers d'un réseau de télécommunications.

- niveau 1 (physique) : Traite des aspects physiques du raccordement des terminaux aux lignes de communication : interface mécanique et électrique, et protocole d'échange
- niveau 2 (couche liaison ou niveau trame) : Transfert d'informations sur les lignes de communication ; elle comporte les mécanismes de protection contre les erreurs

Réseau Etendu : RNIS

- niveau 3 (couche réseau ou niveau paquet) : Etablissement et rupture des communications et acheminement des infos usagers à travers le réseau.
Le RNIS est structuré suivant les niveaux bas (figure 13) de la norme OSI.

Le modèle OSI introduit également trois notions essentielles :

- Les points d'accès services (SAP) qui identifient les interfaces entre couches adjacentes à l'intérieur d'un équipement
- Les primitives qui constituent la base du dialogue entre couches adjacentes à l'intérieur d'un équipement
- Les protocoles qui définissent le dialogue entre couches de même niveau de deux équipements en communication.

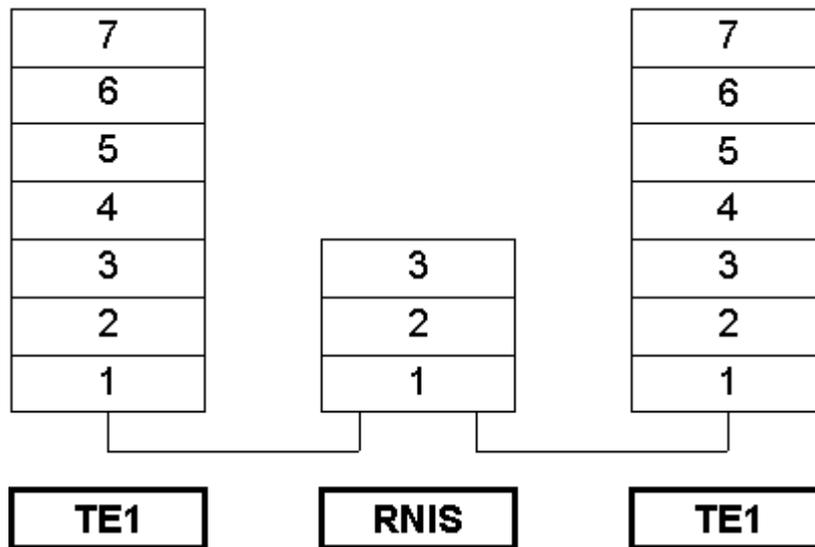


Figure n°9 : Interconnexion RNIS et terminaux selon le modèle OSI

Les canaux B sont définis sur les 7 niveaux de la couche OSI, les niveaux 4 à 7 sont utilisés pour les services RNIS.

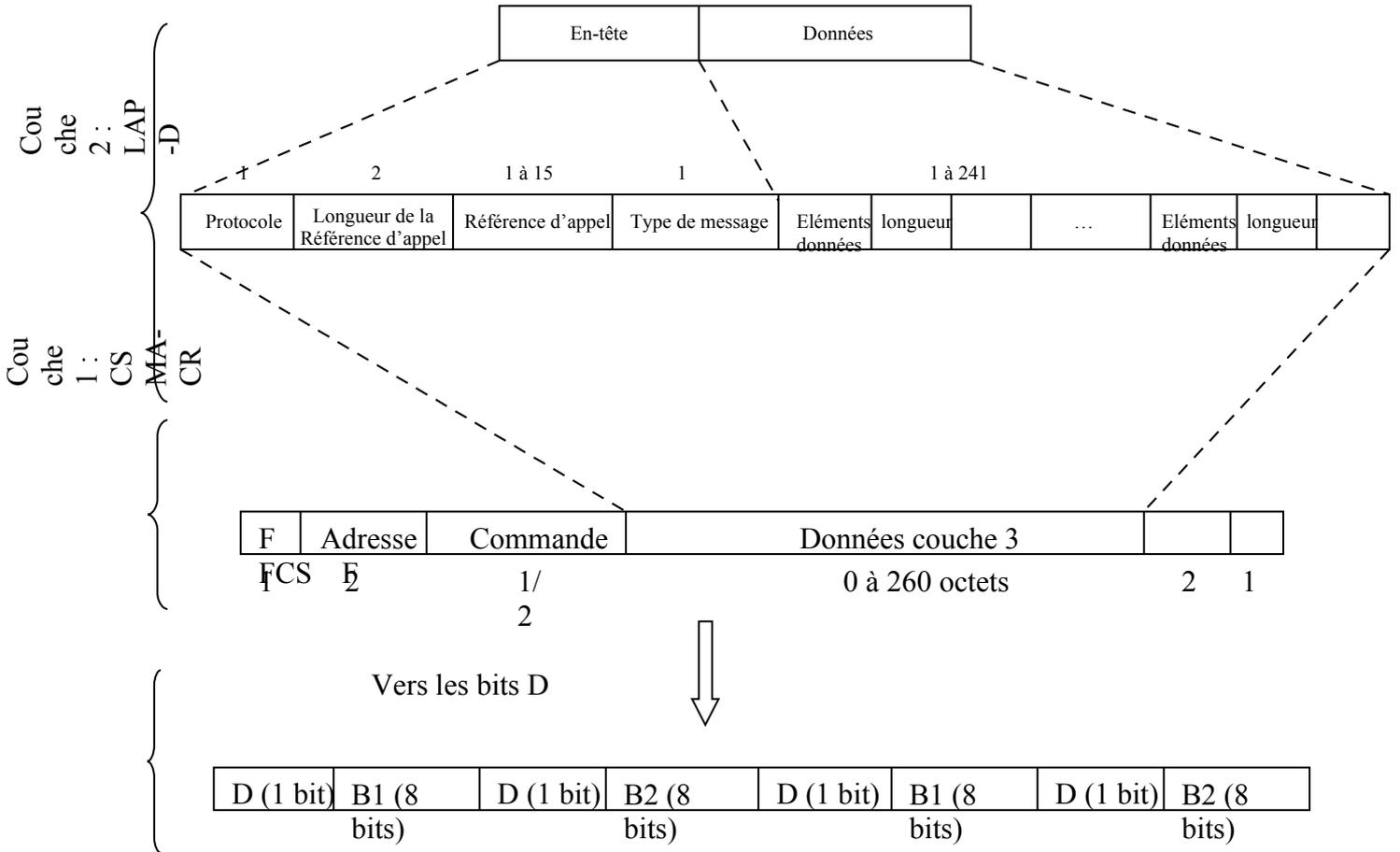
Le protocole de communication dans le canal D ne comporte que 3 couches :

Couche 3	DSS1 : (Q931)
Couche 2	LAP-D : (Q921)
Couche 1	CSMA-CR : Accès de base ou primaire

Le format des données des différentes couches ainsi que l'encapsulation est représentée ci-dessous :

Réseau Etendu : RNIS

Couche 3 : DS SI



V.1. Niveau Physique à l'interface S/T

V.1.1. Codage électrique des bits à transmettre sur le bus S0

Il est à noter qu'il s'agit du bus S0, c'est-à-dire l'accès de base. L'accès primaire est étudié lors du cours sur le PDH.

Le niveau physique (ou niveau 1) est identique pour les canaux B et D qui sont multiplexés temporellement pour composer un accès de base ou un accès primaire. La vitesse de transmission utile est de 144 kbps pour l'accès de base (2 canaux à 64 kbps + 1 canal à 16 kbps), mais comme il est nécessaire d'acheminer des signaux de services complémentaires (6 bits toutes les 125 μ s), le débit réel instantané est de 192 kbps.

Les différents signaux de services ont pour rôle de permettre la synchronisation, l'élimination de la composante continue (bit d'équilibrage), ...

Les formats de trames dépendent du sens de transmission entre le terminal RNIS (TE) et le Terminal Numérique de Réseau ou Ligne que l'on nommera NT.

En ce qui concerne le codage en ligne retenu au niveau de l'interface T/S pour un accès de base T0, il s'agit du code AMI car celui-ci :

- Présente un spectre qui ne possède pas de composante continue afin de permettre au signal de franchir sans altération les transformateurs d'isolements.
- Fourni des transitions suffisamment fréquentes au récepteur pour le maintenir synchronisé.

L'information binaire est codée à 3 niveaux (code pseudo-ternaire) : pour le "0" logique, + V ou -V alternativement et pour le "1" logique, le 0 électrique. Des viols de bipolarité (bits F pour Frame) permettent de retrouver la synchronisation trame (code HDB3 : extension du codage de AMI). En veillant à ce que les "0" logiques soient émis avec la même polarité par les terminaux qui veulent « parler » simultanément, le bus réalise un "ET" logique sur les informations envoyées simultanément.

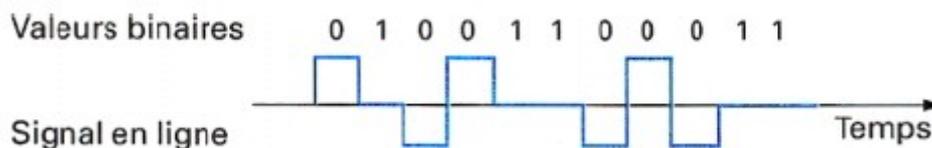


Figure n°10 : Code pseudo-ternaire accès de base

Dans le cas d'un accès de base, la distribution de débit entre les canaux B et D est réalisée par multiplexage temporel (fig15).

- 2 octets pour le premier canal B (B1)
- 2 octets pour le deuxième canal B (B2)
- 4 bits répartis sur la trame pour le canal D

Sur 36 bits, on transmet par conséquent 16 bits pour chaque canal B et 4 bits pour le canal D soit, 4 fois plus de bits sur les canaux B par rapport au canal D. Ce qui est logique, puisqu'en accès de base, le débit sur le canal B est 4 fois supérieur à celui autorisé sur le canal D.

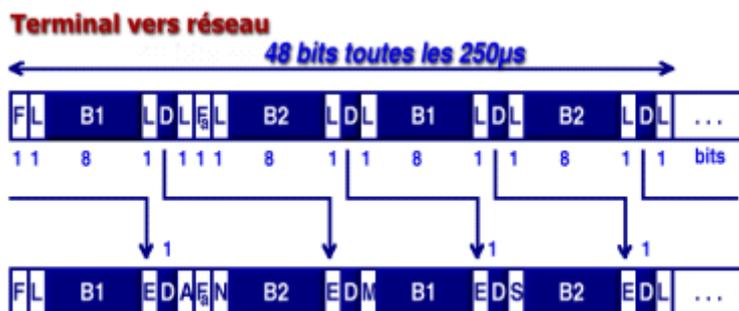


Figure n°11 : Trame RNIS couche 1 pour un accès de base

- *F* : Framing Bit : Synchronisation de trame
- *L* : DC-balancing bit : équilibrage de la composante continue
- *E* : DC- channel echo bit : Bit d'echo du canal D
- *A* : Activation bit : bit d'activation du terminal
- *Fa* : Auxiliary Framing bit ; synchronisation auxiliaire
- *N* : Opposé du bit de synchronisation auxiliaire
- *M* : Multiframing bit
- *B1, B2* : bits de canaux B
- *D* : bit du canal D
- *S* : Spare bits, bits disponible

Position des bits	Commentaire
1 et 2	Signal de verrouillage de trame et bit d'équilibrage
3 à 11	Canal B1 (1 ^{er} octet) et bit d'équilibrage
12 et 13	Canal D et bit d'équilibrage
14 et 15	Verrouillage de trame bit 0 avec bit d'équilibrage
16 à 24	Canal B2 (1 ^{er} octet) et bit d'équilibrage
25 et 26	Canal D et bit d'équilibrage
27 à 35	Canal B1 (2 ^{ème} octet) et bit d'équilibrage
36 et 37	Canal D et bit d'équilibrage
38 à 46	Canal B2 (2 ^{ème} octet) et bit d'équilibrage
47 et 48	Canal D et bit d'équilibrage

Trame TE vers TNR

Position des bits	Commentaire
1 et 2	Signal de verrouillage de trame et bit d'équilibrage
3 à 10	Canal B1 (1 ^{er} octet)
11	Canal E (écho du canal D)
12	Canal D
13	Bit A utilisé pour l'activation
14	Bit de verrouillage de trame Fa
15	Bit N
16 à 23	Canal B2 (1 ^{er} octet)
24	Canal E (écho du canal D)
25	Canal D
26	Bit M (Multiframing)
27 à 34	Canal B1 (2 ^{ème} octet) et bit d'équilibrage

35	Canal E
36	Canal D
37	Bit S
38 à 45	Canal B2 (2 ^{ème} octet)
46	Canal E
47	Canal D
48	Bit de fin de trame

Trame TNR vers TE

Le canal B est toujours dédié à un terminal (pour recevoir ou pour émettre) alors que le canal D est partagé entre tous les terminaux connectés sur le bus S0 (rappel : jusqu'à 5 terminaux en France). La méthode d'accès au canal D par le RNIS est proche de celle d'ethernet.

V.1.2. Activation/Désactivation de la ligne

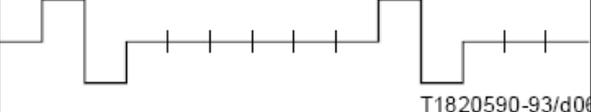
Cette fonction permet de minimiser la consommation des terminaux. On ne peut utiliser le protocole RTC (fermeture/ouverture du circuit) et de ce fait, un nouveau protocole est mis en place pour gérer la connexion.

Ce protocole est résumé sur le tableau ci-dessous.

Mnémonique	Définition	Sens
INFO 0	Pas de signal en ligne	TNR -> TE TE -> TNR
INFO 1	0111 1110 dans les canaux B	TE -> TNR
INFO 2	0000 0000 dans les canaux B et bit A = 0	TNR -> TE
INFO 3	trame normale, données quelconques,	TE -> TNR
INFO 4	trame normale, données quelconques, bit A = 1	TNR -> TE
Mnémonique	Définition de l'état	Concerne
F1	inactif: Terminal non alimenté	TE
F2	détection de signal: Le terminal n'émet pas, il analyse le signal qu'il reçoit	TE
F3	désactivé: Le terminal reçoit INFO 0	TE
F4	en attente de signal: Le terminal émet INFO 1, il reçoit INFO 0	TE
F5	identification du signal d'entrée: Le terminal n'émet pas. Il reçoit un signal qui n'est pas INFO 0, il cherche à l'identifier.	TE
F6	synchronisé: Le terminal émet INFO 3 mais n'émet pas d'informations dans les canaux... Il reçoit INFO 2	TE
F7	activé: Etat normal de transmission. Le terminal émet INFO 3 et reçoit INFO 4.	TE
F8	désynchronisé: L'interface est en faute (perte de synchro). Le terminal émet INFO 0	TE
G1	désactivé: La TNR n'émet pas	TNR
G2	activation en attente: LA TNR émet INFO 2 et attend INFO 3	TNR
G3	actif: C'est l'état normal de transmission d'information. La TNR émet INFO 4 et reçoit INFO 3	TNR
G4	désactivation en attente: La TNR n'émet pas. Elle attend la réception d'INFO 0	TNR

Les terminaux et la TNR possèdent un détecteur de signal, seule fonction active en veille. On trouve donc la représentation suivante.

Définition des signaux INFO

Signaux émis de terminaison de réseau vers terminal	Signaux émis de terminal vers terminaison de réseau
INFO 0 Pas de signal	INFO 0 Pas de signal INFO 1 « Réveil » : signal continu émis selon la séquence suivante: ZÉRO positif, ZÉRO négatif, six UN
INFO 2 Trame dans laquelle tous les bits des canaux B et D et du canal D en écho sont mis à ZERO binaire. Bit A mis à ZERO binaire. Bits N et L codés conformément aux règles normales de codage.	 Débit binaire nominal = 192 kbit/s
INFO 4 Trames contenant des données d'exploitation sur les canaux B et D et sur le canal D en écho. Bit A est mis à 1 binaire.	INFO 3 Trames synchronisées avec les données d'exploitation sur les canaux B et D.

V.1.3. Accès simultané au canal D

Le canal B est utilisé pour des liaisons point à point (entre deux usagers), et le canal D permet les liaisons points/Multipoints

La mise en parallèle de plusieurs terminaux sur un même bus passif nécessite une méthode de résolution de conflit d'accès au canal D. Le mécanisme d'accès est dénommé CSMA-CR ("Carrier Sense Multiple Access- Collision Resolution") et est basé sur 5 caractéristiques:

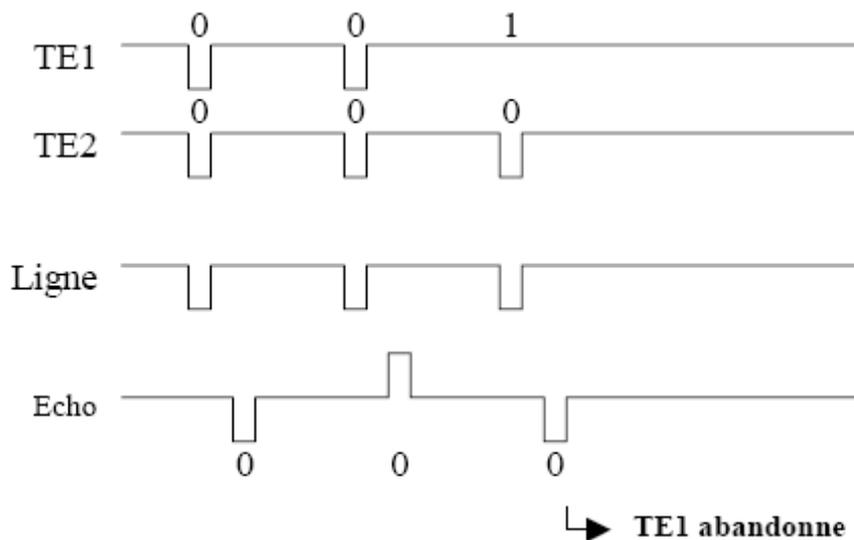
- les terminaux TE peuvent surveiller le canal D dans le sens TE vers NT grâce au canal écho E (NT renvoie le contenu du bit D reçu dans le canal D).
- le bus réalise une fonction ET logique entre les bits émis.
- un TE inactif émet des 1.
- le canal D est exploité au niveau 2 selon le protocole HDLC (la trame est donc délimitée par les fanions (« flags ») HDLC et il y a insertion de 0 pour éviter de retrouver les symboles du drapeau dans le corps du message à transmettre.
- le 1er zéro émis dans une trame est à polarité négative.

Pour accéder au bus, un TE regarde donc si le canal D est utilisé ou non.

Les terminaux surveillent le canal écho qui renvoie l'information du canal D reçue par la NT. La trame est conçue de telle manière qu'un terminal reçoit en écho le bit du canal D avant qu'il ne transmette le suivant. Un terminal inactif émet des "1" logiques et ne perturbe pas le canal. Avant d'émettre, un terminal s'assure que le canal D est libre (détection de 8 signaux à "1" consécutifs). Au cours de l'émission, il s'assure que le bit correspondant du canal écho est bien le même que celui qu'il a émis. Si ce n'est pas le cas, il cesse d'émettre et attend un temps prédéterminé avant d'essayer de nouveau, car cela veut dire qu'un autre terminal travaille sur le canal D (cet autre terminal ne se rend pas compte du conflit et ses données ne sont pas altérées). Pour répartir au mieux les ressources du canal entre tous les usagers, après une tentative d'accès réussie, la règle d'accès au canal D est plus exigeante : il faut détecter 9 signaux à "1" consécutifs et non plus 8. De plus, deux classes de priorité permettent à l'information de signalisation d'avoir la priorité sur des données en mode paquet. (pour la

signalisation, il faut compter 8 puis 9 signaux consécutifs à 1; pour le mode paquet, il faut compter 10 puis 11 signaux consécutifs à 1).

La résolution est possible parce que l'on contrôle la transmission bit par bit, et parce que les terminaux sont synchronisés et émettent avec une même polarité sur D. Lorsque plusieurs terminaux émettent, l'un d'entre eux ne détecte pas de collision. La résolution évite l'écroulement du canal D.



Priorité au 0

Le "0" (codé $\pm v$) sera prioritaire sur le "1" (codé $0v$). Un terminal émettant des "0" ($+v/-v$) en tête de son message sera donc prioritaire.

V.1.4. Configuration physique des terminaux sur bus passif.

La réalisation physique du raccordement nécessite des émetteurs dont l'impédance varie en fonction de la tension présente sur le bus (dans le but d'éviter la présence de tensions trop fortes favorisant la génération de bruit) et qui présentent une haute impédance lorsqu'ils n'émettent pas. Les gabarits des impulsions ont été définis, ainsi que l'affaiblissement acceptable pour la réception : 6 dB en point à point dans le cas d'un seul terminal sur le bus. Mais une autre contrainte intervient sur un bus passif : le temps de propagation. En effet, dans le cas général de plusieurs terminaux distribués aléatoirement, les impulsions émises se propagent vers la NT avec des décalages différents. Pour que la NT puisse décoder les symboles numériques, il faudrait qu'elle puisse s'adapter, section par section, à la phase du signal reçu. Au lieu de ce mécanisme trop complexe pour une NT économique, on utilise dans la NT une horloge à phase fixe dérivée de l'horloge d'émission et on limite la différence de phase des signaux reçus des différents TE: ceci induit des contraintes sur la position des terminaux sur le bus. Pratiquement, on trouve les configurations suivantes (I430) :

- **configuration point à point** : l'atténuation maximale est de 6 dB (à 96 kHz) ce qui correspond à environ 1 km pour un câble de diamètre 0,6 mm ;
- **configuration à bus passif** : le temps de propagation aller-retour max. est limité à 14 μ s, soit environ 100 à 200m (selon l'impédance du câble) , et le nombre de terminaux est limité à 8 ;
- **configuration à bus étendu** : les terminaux sont groupés à une certaine distance de la NT1: la distance différentielle est limitée entre 2 et 50 mètres.

V.2. Niveau trame ou couche liaison (niveau 2)

Annexe : Q.921 : Spécifications de l'UIT-T pour la couche liaison de données de l'interface RNIS.

Le niveau trame se charge de la transmission de blocs d'information sur le support physique, de telle sorte que l'on reconnaisse le début et la fin des blocs. De nombreuses procédures ont été mises au point pour définir la structure de la trame. L'architecture des trames RNIS est fondée sur les normes LAP-B (Link Access Protocol Balanced) et LAP-D dérivées de la norme de base HDLC (High-level Data Link Control).

On rappelle que le canal D est principalement destiné à la signalisation, mais il peut aussi être utilisé pour acheminer des données en mode paquets. Nous allons principalement décrire le canal D après avoir rappelé quelques principes de la norme HDLC.

V.2.1. Rappel sur la norme HDLC

Le rôle du protocole HDLC (High Level Data Link Control) est d'assurer un transport fiable de données. La structure de la trame est représentée sur la figure 16 :

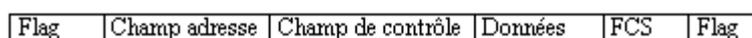


Figure n°12 : Trame HDLC

Le protocole HDLC gère les points suivants lors d'échange entre deux stations :

- Fournit les procédures et les moyens fonctionnels nécessaires à établir une connexion, maintenir, et libérer la connexion.
- Achemine les trames sur la liaison physique.
- Effectue un contrôle de flux afin d'éviter la saturation du (des) récepteur(s).
- Détecte et corrige les erreurs de transmission, provoque des retransmissions en cas d'anomalie.

Il existe trois trames différentes : Trames d'informations, de supervision ou non numérotés. La spécificité de la trame est définie par le champs de contrôle.

Le champ Flag

Le champ flag ou "drapeau" indique le commencement et la fin d'une trame. Un seul drapeau peut être partagé par deux trames, dans ce cas le drapeau indique la fin de la trame précédente et le début de la trame suivante. La longueur du flag est de 8 bits (1 octet) et sa valeur est unique elle vaut : 0111 1110 soit 0x7E en hexadécimale. Lorsque nous disons que sa valeur est unique, cela veut dire que nous ne pourrons, en aucun cas, retrouver ailleurs une telle séquence c'est à dire où 6 bits "1" se suivent. Il existe une procédure que l'on appelle "bit stuffing" (ou insertion de zéro) qui consiste à ajouter, à l'émission, un zéro chaque fois que l'on rencontre 5 bits consécutifs à la valeur 1.

Ainsi,

- 0111110 devient 01111100
- 01111110 devient 011111010

- ...

Cela a donc bien pour conséquence d'augmenter le débit de la trame émise (192 kbps). Bien sur, une procédure inverse doit être incorporée à la réception: chaque fois que l'on rencontre 5 bits consécutifs à 1, il faut supprimer le "0" qui suit.

Le champ Adresse

Le champ adresse permet d'identifier les stations primaires ou secondaires. Chaque station sur le lien a une adresse unique qui permet à la station émettrice de savoir qui lui répond.

Le champ contrôle

C'est dans le champ de contrôle que deux stations s'échange. Le champ contrôle peut se diviser en 3 types de format définis par le bit de poids faible : Information (0) ; supervision (01) non numéroté (11).

- **Format transfert d'information** (figure 17)

Ce type de trame est utilisé lors d'échange de données.

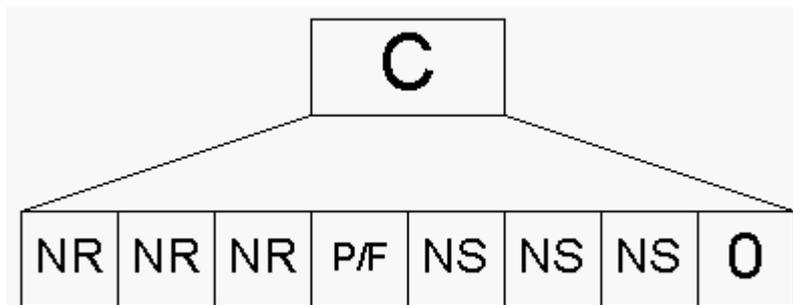


Figure n°13 : champ Contrôle d'une trame de type I

- NR ou N(R) : Numéro de la trame de réception attendu
- P/F : Poll = 0
- NS ou N(S) : Numéro de la trame envoyée

La fonction principale d'une trame information est de transférer séquentiellement des frames numérotées, contenant chacun un champ information.

- **Format supervision** (figure 18)

Ce type de trame est utilisé pour confirmer (ACK) ou infirmer (NACK) une réception de trame de type I.

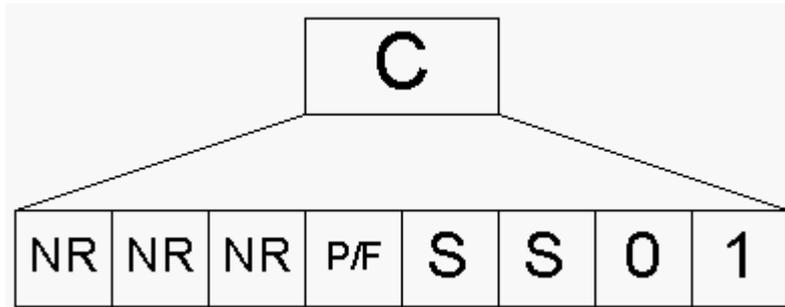


Figure n°14 : champ Contrôle d'une trame de type S

- NR ou N(R) : Numéro de la trame envoyée
- P/F : Poll = 0
- SS : bit de supervision
 - RR = 00 (ACK)
 - RNR = 01
 - REJ = 10 (NACK)
 - SREJ = 11

La fonction principale d'une trame de supervision est la confirmation RR ou le rejet (REJ) d'une trame précédemment reçue. Chaque Trame de supervision se réfère à un numéro de trame que l'on veut confirmer ou infirmer.

- Receive Ready (RR) est utilisé par le primaire ou le secondaire pour indiquer qu'il a reçu la trame précédente
- Reject (REJ) est utilisé pour demander une retransmission de la trame.

▪ **Format non numéroté (Unnumbered Format) (figure 19)**

Ce type de trame est utilisé pour initier des connexions, déconnexion.

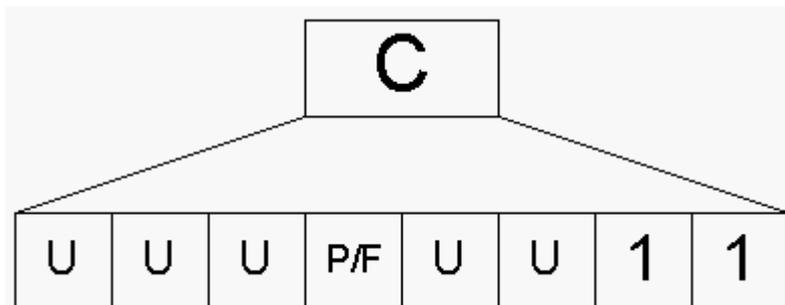


Figure n°15 : champ Contrôle d'une trame de type U

- UUU UU : bit de fonction
 - SNRM = 100 00 (Demande de connexion SETUP)
 - DISC = 010 00 (Demande de déconnexion)
 - UA = 011 00 (Confirmation de réception d'un DISC ou SNRM)

- P/F : Poll/Final peut prendre 2 valeur 0 ou 1. Si P = 1, (poll), cela signifie que l'émetteur attend une réponse immédiate dont le bit F (final) sera aussi à 1

Les trames de type non numérotées sont utilisées pour étendre le nombre de fonction de "data link control" Les trames non-numérotées possèdent 5 bits qui permettent 32 fonctions de commande et réponse.

- Set Normal Response Mode (SNRM) Place la station émettrice en mode NRM. Ce qui indique à la station réceptrice de ne pas envoyer de trame tant que la station primaire ne le demande pas.
- Disconnect (DISC) place la station réceptrice en mode déconnexion.
- Unnumbered Acknowledgment (UA) est utilisé par le récepteur pour confirmer "acknowledge" la réception de l'une des 2 commandes précédentes (SNRM or DISC)

Le champ de données (ou information)

Le champ information est utilisé SEULEMENT lors de la transmission d'un trame de type Information (I). Il contient les données à envoyer.

Le champ FCS

Ce champs est utilisé pour détecter une erreur, selon la norme CCITT c'est à dire, le contenu totale de la trame (adresse, contrôle et données) est divisé par le polynôme : $X^{16}+X^{12}+X^5+1$.

V.2.2. Niveau Trame pour le protocole RNIS

V.2.2.1. Canal B

La transmission des informations sur le canal B est régie par la norme LAP-B (Link Acces Protocol Balanced).

Flag	Champ adresse	Champ de contrôle	Données	FCS	Flag
------	---------------	-------------------	---------	-----	------

Le protocole comporte trois types de trames :

- Les trames I (Information)
- Les trames S (Supervision)
- Les trames U (Unnumbered ou non numérotées : trame de gestion)

Les trames I portent les données provenant de la couche supérieure. Les trames S de supervision sont au nombre de 3 : RR (Receive Ready), NRN (Receive Not Ready) et REJ (Reject). La trame U est utilisée pour effectuer les fonctions de commande de la liaison et pour le transfert d'information non numérotée.

Les informations transitent sur le canal B sous forme de trame LAP-B. Pour le canal D qui fonctionne en multipoint, l'UIT a normalisé une expansion du LAP-B : le LAP-D (spécification Q.920 et Q.921)

V.2.2.2. canal D

La procédure de communication utilisée sur le canal D est défini par le CCITT dans les recommandations de la série 1 : I 440 pour les aspects généraux et I 441 pour la spécification de la couche liaison.

Le protocole LAP-D a été développé pour véhiculer des trames sur un canal partagé et est responsable de la protection de toutes les informations (données et signalisation). La procédure doit donc :

- identifier les connexions et le type d'information à transmettre
- découper les informations en trames, en ajoutant des délimiteurs
- émettre séquentiellement les trames
- détecter les erreurs et demander une retransmission le cas échéant
- contrôler le flux

Nous allons maintenant détailler la structure de la trame LAP-D en insistant sur les différences avec le protocole HDLC pris comme référence.

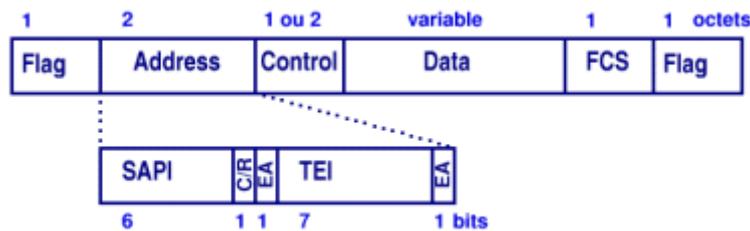


Figure n°16 : Champ de la trame HDLC et adressage LAP-D

La trame est délimitée par deux drapeaux, le drapeau de fin d'une trame peut servir de drapeau pour la suivante. Le corps de la trame est découpé en champs, identifiés par leur position relative par rapport au drapeau.

La configuration du drapeau est celle d' HDLC: 01111110. Ce drapeau a déjà été mentionné dans le chapitre sur S0: en effet dans le mécanisme CSMA/CR du canal D, les terminaux surveillent l'activité sur le canal D en comptant le nombre de "1" consécutifs. Le mécanisme de transparence au drapeau est tel qu'une transmission en cours ne fait jamais apparaître plus de six "1" successifs (ceux du drapeau) dans la mesure où, entre deux trames, on a une transmission ininterrompue de "1" logiques. Ceci représente une différence avec l'interface primaire S2 puisque, dans ce cas, les communications sont point à point et qu'une suite de drapeaux est utilisée comme bourrage entre trames.

DRAPEAU ET TRANSPARENCE

Dans une procédure orientée bit, n'importe quelle configuration peut apparaître dans le corps de la trame, en particulier un drapeau. Un mécanisme de transparence est donc prévu pour interdire ces apparitions: l'insertion/suppression de zéros.

Cette opération est la dernière opération mise en œuvre avant la transmission. L'entité de liaison émettrice examine le corps de la trame et insère un 0 derrière toute séquence de cinq 1 consécutifs. Ceci assure qu'aucun drapeau ne peut apparaître à l'intérieur d'une trame. De façon analogue, l'entité de liaison réceptrice examine le corps de la trame et élimine tout "0" qui suit une séquence de cinq zéros.

Remarquons que le mécanisme de transparence ne s'applique pas aux drapeaux eux-mêmes et qu'il peut être la source d'erreurs de découpage des trames en cas d'erreur de transmission.

Exemple 1:

données émises...01101110... (pas de cas d'insertion de zéros) données reçues après une erreur de transmission sur le quatrième bit ...0111f110..., la séquence reçue est alors identifiée comme un drapeau et une trame est découpée en deux trames.

Exemple 2:

données émises ...01111110... (un drapeau, donc pas d'insertion) données reçues après une erreur de transmission sur n'importe quel "1" ...01101110..., la séquence est considérée comme des données du corps de trame et deux trames se retrouvent concaténées en une seule.

Addressage LAP-D :

Le champ d'adresse identifie le terminal émettant. Ce champ d'adresse a une longueur de deux octets ce qui constitue la première différence avec le protocole HDLC. On rappelle aussi que le canal D est utilisé pour une application en multipoint.

Le champ d'adresse est constitué de deux sous champs :

- L'identificateur de points d'accès de service (SAPI : Service Access Point Identifier) qui possède 6 bits et permet d'identifier le service fourni par l'entité du niveau 3.
- L'identificateur de l'équipement terminal (TEI : Terminal EndPoint Identifier) qui possède 7 bits.

Le bit C/R identifie une trame en tant que commande ou réponse, conformément aux règles de la procédure HDLC.

C'est à partir des champs SAPI/TEI, que l'adressage LAP-D permet de gérer des liaisons multipoints. Nous détaillerons dans un premier temps le sous champ SAPI puis l'allocation du TEI.

Le SAPI est le moyen par lequel le niveau 2 fournit des services au niveau 3. Dans la procédure LAP-D, il est possible d'offrir 64 services différents (6 bits). Les valeurs que prennent le sous champ sont :

- 0 pour les procédures d'établissement et de fermeture de connexion
- 16 pour le transfert de données en mode paquet
- 32-47 : usage réglementé (ex : 32 pour le télex en France)
- 63 : procédure d'assignation d'identification de terminal
- Autres valeurs : extensions

Un TEI est associé à un équipement terminal pour une connexion point à point. La procédure d'allocation de terminal est déterminée par le TEI lorsque le SAPI vaut 63. Pour une diffusion

multipoint, le TEI prend pour valeur 127. En ce qui concerne l'adressage d'un terminal, il existe deux mécanismes d'allocation :

- Allocation non automatique si le terminal possède déjà un identificateur. La valeur du TEI est alors compris entre 0 et 63
- Allocation automatique si chaque terminal se voit allouer un numéro d'identification à chaque connexion. Ce numéro est compris entre 64 et 126.

Sur la figure 20, on recense les sous champs suivants:

SAPI : Identification des services fournis à la couche réseau

C/R : Commande/réponse : Indique si la trame est une commande ou une réponse

TEI : Terminal End point Identifier. Identification unique du terminal ou diffusion à tous les terminaux (Multipoints). La valeur de 0 est utilisée dans le cas d'une connexion via un PABX.

EA : End Address. Extension d'adresse

Le champ de Contrôle

Le champ de contrôle détermine le type de la trame (trame de supervision ou trame S, trame d'information ou trame I, trame non numérotée ou trame U (unnumbered)). A la différence de la procédure HDLC, le champ de contrôle contient deux octets pour les deux premiers types de trames et un seul dans le dernier cas.

Contrôle de connexion

Information (I) : Les trames I permettent le transfert d'information des services de niveau 2 utilisées par le niveau 3. Elles contiennent en plus les numéros de séquences N(S) et N(R), numéros modulo 128, qui sont utilisés pour le contrôle de flux et pour le séquençement des trames. Elles occupent donc 2 octets.

Conformément aux règles de la procédure HDLC, les différentes trames peuvent être des commandes ou des réponses. Les trames d'information sont toujours des commandes et l'on peut exiger une réponse au plus tôt en utilisant le mécanisme du bit P mis à 1.

Supervision (S) : Les trames S sont un ensemble de commandes de supervision de liaison. Elles contiennent les numéros d'acquittement en plus des commandes. Elles occupent donc deux octets.

- La commande Receive Ready (RR) acquitte la réception de la trame précédente et donne le numéro de la trame attendue.
- La commande Receive Not Ready (RNR) indique quel terminal est occupé et ne peut accepter de nouvelles trames actuellement.
- La commande Reject (REJ) indique une erreur de transmission et demande une nouvelle émission de la trame précédente.

Non Numéroté (U) : Les trames U ne sont pas numérotées. Elles occupent un seul octet. On ne peut donc pas contrôler leur séquençement. Elles utilisent un jeu de commandes (ou questions/réponses) pour l'établissement et la libération des liaisons de données.

- La commande Set Asynchronous Balanced Mode Extended (SABME) est une demande d'initialisation de liaison de données avec remise à zéro des numéros de séquence.

- La commande Unnumbered Acknowledgement (UA) est un acquittement qui indique que le terminal est disponible pour l'établissement d'une liaison de données.
- Les commandes Unnumbered Information (UI) jouent un rôle très important. Elles assurent l'échange d'informations sans connexion : message d'établissement et de gestion des TEI. Leur fonctionnement est analogue à celui du protocole PPP au niveau 3 pour l'attribution des adresses IP lors d'une conversation téléphonique.
- La commande Disconnect Mode (DM) indique que le terminal est déconnecté.
- La commande Disconnect (DISC) indique la libération de la liaison de données et la remise à zéro des numéros de séquence.
- La commande Frame Reject (FRMR) est un rejet de trame dû à une erreur sur la validité d'un ou plusieurs champs : information non valide, numéro de séquence erroné ou longueur de trame.

Commande reçue avec élément binaire P = 1	Réponse transmise avec élément binaire F = 1
SABME, DISC	UA, DM
I, RR, RNR, REJ	RR, RNR, REJ (voir la Note)

NOTE – Une entité de la couche liaison de données LAPB peut émettre une trame FRMR ou DM avec l'élément binaire F mis à 1 en réponse à une trame I ou à une commande de supervision reçue avec l'élément binaire P mis à 1.

Exemple de champs de donnés

La taille des champs de donnée varie de 0 à 260 bits.

A la suite d'un champ de contrôle UI, on peut trouver les codes suivants établis pour une gestion des TEI

Codes pour messages concernant les procédures de gestion de TEI

Nom du message	Identificateur d'entité de gestion	Numéro de référence	Type de message	Indicateur d'action
Demande d'identité (usager à réseau)	0000 1111	0 à 65335	0000 0001	Ai=127 Toutes valeurs de TEI acceptables
Identité affectée (réseau à usager)	0000 1111	0 à 65335	0000 0010	Ai=64 à 126 Valeur de TEI affecté
Identité refusée (réseau à usager)	0000 1111	0 à 65335	0000 0011	Ai=64 à 126 Valeur de TEI affecté
				Ai=127 Aucune valeur de TEI disponible
Demande de contrôle d'identité	0000 1111	Non utilisé (code 0)	0000 0100	Ai=127 Toutes les valeurs de TEI à vérifier

(réseau à usager)				Ai=0 à 126	valeur de TEI à vérifier
Réponse de contrôle d'identité	0000 1111	0 à 65535	0000 0101	Ai=0 à 126	valeur de TEI à utilisé
(réseau à usager)					
Suppression d'identité	0000 1111	Non utilisé (code 0)	0000 0110	Ai=127	Toutes les valeurs de TEI à supprimer
(réseau à usager)					
Vérification d'identité (usager à réseau)	0000 1111	Non utilisé (code 0)	0000 0111	Ai=0 à 126	valeur de TEI à vérifier

Le Bloc de contrôle d'erreur est définie par la norme CCITT et est identique à la description du FCS au niveau de la procédure HDLC.

V.3. Le niveau paquet (3)

Le protocole D couche 3 est constitué par le protocole DSS1 et est issu des recommandations Q930, 931, 932.

Le niveau 3 du protocole D a comme fonction principale la commande des appels (établissement, maintien et libération) pour permettre la mise en œuvre des connexions à commutation de circuits ou à commutation de paquets. Il supporte également les procédures d'activation/désactivation des services supplémentaires.

Annexe : Q.931 Spécification de l'UIT-T relative à la signalisation d'établissement, de maintien et de fermeture de connexions réseau RNIS

Le niveau paquet est régi par la norme CCITT n°7. Les modes de fonctionnement pour les canaux B et D sont très différents.

V.3.1. Canal B

Il n'existe pas de protocole RNIS spécifique au niveau 3 pour les canaux B. Suivant le mode de communication choisi au niveau 2, on peut utiliser différents protocoles.

- La commutation de circuit étant le mode d'accès privilégié pour les connexions à Internet, on retrouve donc les protocoles du modèle TCP/IP au niveau réseau
- Les protocoles X25 et X75 sont utilisables pour accéder aux réseaux de commutation de paquets

V.3.2. Canal D

Le protocole D au niveau 3 gère principalement l'établissement, le maintien et la libération des connexions. Il peut aussi assurer le transfert d'information (protocole X.31b) et des compléments de services.

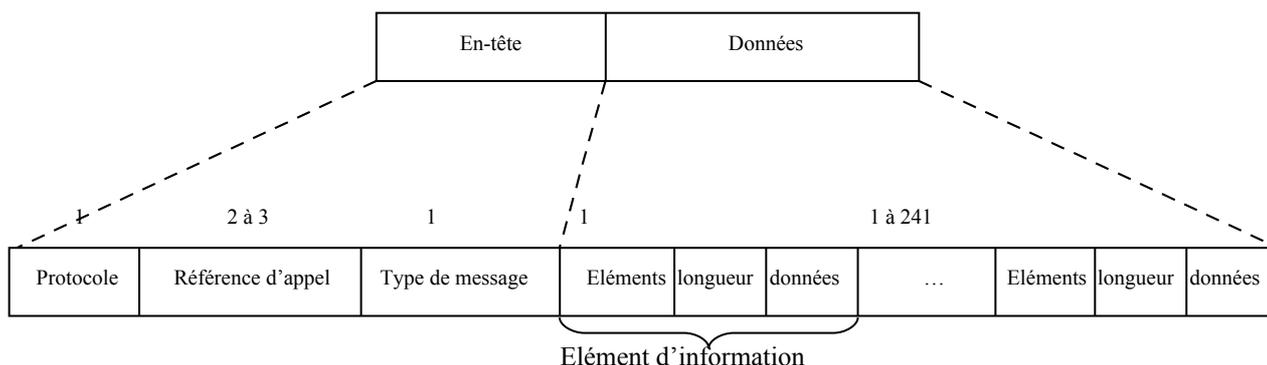
Les différentes fonctions réalisées par une couche réseau gérant le protocole D sont :

- le dialogue avec le niveau réseau homologue grâce aux possibilités d'émission, l'interprétation et de traitement des messages de niveau 3
- la gestion des ressources de communication,
- le contrôle de la compatibilité des informations échangées avec l'entité homologue,
- la vérification des services mis en œuvre et la cohérence des informations de désignation (adressage, ...)
- la mise en œuvre des temporisateurs et entités logiques propres à la gestion des appels,
- le traitement des primitives de service de niveau 2 échangées avec l'entité de liaison directement inférieure. Parmi les services offerts par le niveau 3 du protocole D, il faut distinguer :
 - la commande des appels à commutation de circuits
 - la signalisation d'utilisateur à usager,
 - la commande des appels à commutation de paquets,
 - la commande des compléments de service,
 - le transfert sécurisé de faibles volumes d'information.

Les principaux messages utilisés par le niveau 3 du protocole D sont :

- **ETABLISSEMENT.** Initialisation de l'appel. Emis par l'utilisateur-réseau pour demander l'établissement d'un appel.
- **APPEL EN COURS.** Confirmation de la réception d'un message. Etablissement indiquant que les ressources nécessaires à l'établissement de l'appel sont en cours de réservation.
- **ALERTE.** L'alerte de l'utilisateur demandé est en cours (sonnerie par exemple).
- **CONNEXION.** L'utilisateur demandé accepte la communication.
- **ACCUSE DE RECEPTION DE CONNEXION.** Confirme la prise en compte de la connexion et constitue l'achèvement de la phase d'établissement d'appel.
- **INFORMATION.** Contient les informations supplémentaires pouvant concerner l'exploitation du service (taxation).
- **ETAT.** Définit l'état de l'appel, côté usager ou côté réseau.
- **DECONNEXION.** Initialise la libération de l'appel.
- **LIBERATION.** Confirmation de la libération du message de déconnexion.
- **FIN DE LIBERATION.** Achèvement de la phase de libération. Les ressources réservées pour la communication sont libérées. La commande des appels à commutation en mode circuit est le service principal offert par le niveau 3 du protocole D puisqu'il permet de gérer les communications sur les canaux B. Le dialogue entre l'utilisateur et le réseau, pour la commande des appels, est réalisé par l'échange de messages de taille variable et de structure définie. Ce dialogue sur le canal D, permet la gestion par le réseau et l'utilisateur des ressources nécessaires à la communication en mode circuit, et en particulier du canal B qui le supportera.

Les données de la couche 3 sont organisées de la façon suivante :



La structure d'un message est la suivante :

- 1^{er} octet désigne le discriminateur de protocole (Q.931/I.451)
- 2^{ème} octet : 4 bits à 0 suivi de la longueur de la référence de l'appel
- 3^{ème} octet : Premier bit : F détermine l'origine de l'appel (F=0 : Message en provenance l'appellant, F=1 message en provenance de l'appelé)
- 4^{ème} octets : Type de Message
- Octets suivants : Autres éléments d'information

Q.931 est le nom du protocole pour les terminaux ISDN qui souhaitent communiquer avec le réseau ISDN. La discrimination de protocole : permet de distinguer le type de protocole utilisé (Q.931). Pour l'instant seul le code 08h est utilisé, les autres étant réservé pour usage futur.

2^{ème} octet : Référence un appel, cette référence est crée lors de l'établissement de la communication (par l'appellant). Elle est locale à l'installation et au Centre Satellite Numérique de l'Opérateur.
 Cette référence est codée sur 2 octets dans le cas d'un S0 et sur 3 dans le cas d'un S2.

3^{ème} octet : Identifie la fonction du message envoyé

Les différents types de message définit dans l'octet 4 sont :

- messages d'établissement d'appel (alerte, connexion, établissement, ...)
- messages d'information d'appel (reprise, suspension, ...)
- messages de libération d'appel (déconnexion, libération, fin de libération, ...)
- messages divers (informations, facilités, ...)

Les autres éléments d'informations sont (à titre non exhaustif)

- Mode de fonctionnement du support (parole, information numérique, .. ;)
- Identification de l'accès (accès de base, accès primaire, canal requis D ou B, ...)
- Compatibilité avec les couches supérieures (Normes CCITT ou CEPT)
- Téléservice demandé (téléphonie, télécopie, ...)

Protocole : permet de distinguer le type de protocole utilisé. Pour l'instant seul le code 08h est utilisé, les autres étant réservé pour usage futur.

Référence d'appel : Référence un appel, cette référence est créée lors de l'établissement de la communication (par l'appelant). Cette référence n'a pas de sens particulier, elle identifie la communication et permet ainsi d'avoir plusieurs communications en parallèle. Cette référence est codée sur 2 octets (127) dans le cas d'un S0 et sur 3 dans le cas d'un S2 (32767).

Type de message : Identifie la fonction du message envoyé. Il existe 4 types de message que l'on peut envoyer : les messages d'établissement, les messages d'informations, les messages de déconnexion et les messages divers. Chaque message comprend un certain nombre d'éléments d'information obligatoires et optionnels (voir annexe 3). Les principaux éléments d'information sont :

000	Messages d'établissement		010	Messages de déconnexion	
	00001	Alerte		00101	Déconnexion
	00010	Appel en cours		01101	Libération
	00111	Connexion		11010	Fin de libération
	01111	Accusé de réception de connexion		00110	Redémarrage
	00011	En cours		01110	Accusé de réception de redémarrage
	00101	Etablissement d'appel		00000	Détachement
	01101	Accusé de réception d'établissement d'appel		01000	Acceptation de détachement
001	Messages d'information		011	Messages divers	
	00110	Reprise		00000	Segment
	01110	Acceptation de reprise		11001	Contrôle de congestion
	00010	Rejet de reprise		11011	Information
	00101	Suspension		00010	Services complémentaires
	01101	Acceptation de suspension		01110	Notification
	00001	Rejet de suspension		11101	Etat
	00000	Information usager			

Éléments d'information : Chaque élément d'information contient des données obligatoires et optionnelles et précise la longueur de ces données. Les principaux éléments d'informations sont :

- Les caractéristiques du support requis ("Bearer Capabilities") : Spécifie le mode circuit ou paquet, le débit, le type d'information et la norme.
- Indicateur de progression ("Progress Indicator") : identifie l'état de l'appel sortant ie le standard, le type de réseau et le type de signalisation.
- Les causes ("Cause ") : identifie les causes d'une déconnexion ou d'un appel incomplet.
- le n° appelé ("Called Party Number ") : donne le numéro de l'appelé, le plan de numérotation.
- le n° appelant ("Calling Party Number") donne le numéro de l'appelé, le plan de numérotation.
- Identification du canal B1 ou B2 ("Channel Identification") : identifie le canal choisi et le type d'accès de base ou primaire.

- Identification du téléservice requis ("High Layer Compatibily") : téléphonie, visiophonie...
- Signal ("Signal") : donne l'état de la tonalité.

Messages échangés lors d'une communication téléphonique

Voici quelques exemples de messages et de leurs éléments d'informations correspondant à un appel téléphonique :

SETUP (ETABLISSEMENT) :

- IE: Sending complete, Repeat indicator, Bearer capability, Channel identification, Progress indicator, Network specific facilities, Display, Keypad facility, Signal, Calling party number, Calling party subaddress, Called party number, Called party subaddress, Transit network selection, Repeat indicator, Low layer compatibility, High layer compatibility.
- Direction: Appelant -> réseau -> Appelé
- Signification : Message d'initialisation pour démarrer un appel.

CALL PROCEEDING (APPEL EN COURS) :

- Bearer capability, Channel identification, Progress indicator, Display, High layer compatibility
- Direction: Appelé -> réseau -> appelant
- Signification : Etablissement indiquant que les ressources nécessaire à l'établissement de l'appel sont en cours de réservation.

ALERTING (ALERTE):

- IE : Bearer capability, Channel identification, Progress indicator, Display, Signal, High layer compatibility .
- Direction: Appelé → réseau → Appelant.
- Signification : l'appelé va être prévenu de l'appel et le téléphone va donc sonner.

CONNECT :

- IE: Bearer capability, Channel identification, Progress indicator, Display, Date/time, Signal, Low layer compatibility, High layer compatibility
- Direction: Appelé ->réseau -> appelant
- Signification : L'utilisateur demandé accepte la communication.

CONNECT ACKNOWLEDGE

- IE: Display, Signal
- Direction: Appelant -> réseau -> appelé
- Signification : Confirme la prise en compte de la connexion et constitue l'achèvement de la phase d'établissement d'appel.

DISCONNECT (DECONNEXION) :

- IE: Cause, Progress indicator, Display, Signal.
- Direction : Appelé ou appelant --> réseau → Appelé ou appelant
- Signification : message envoyé par un des utilisateurs pour arrêter l'appel ou par le réseau pour indiquer que l'autre utilisateur à stopper l'appel.

RELEASE (LIBERATION) :

IEs: Cause, Display, Signal

Direction :

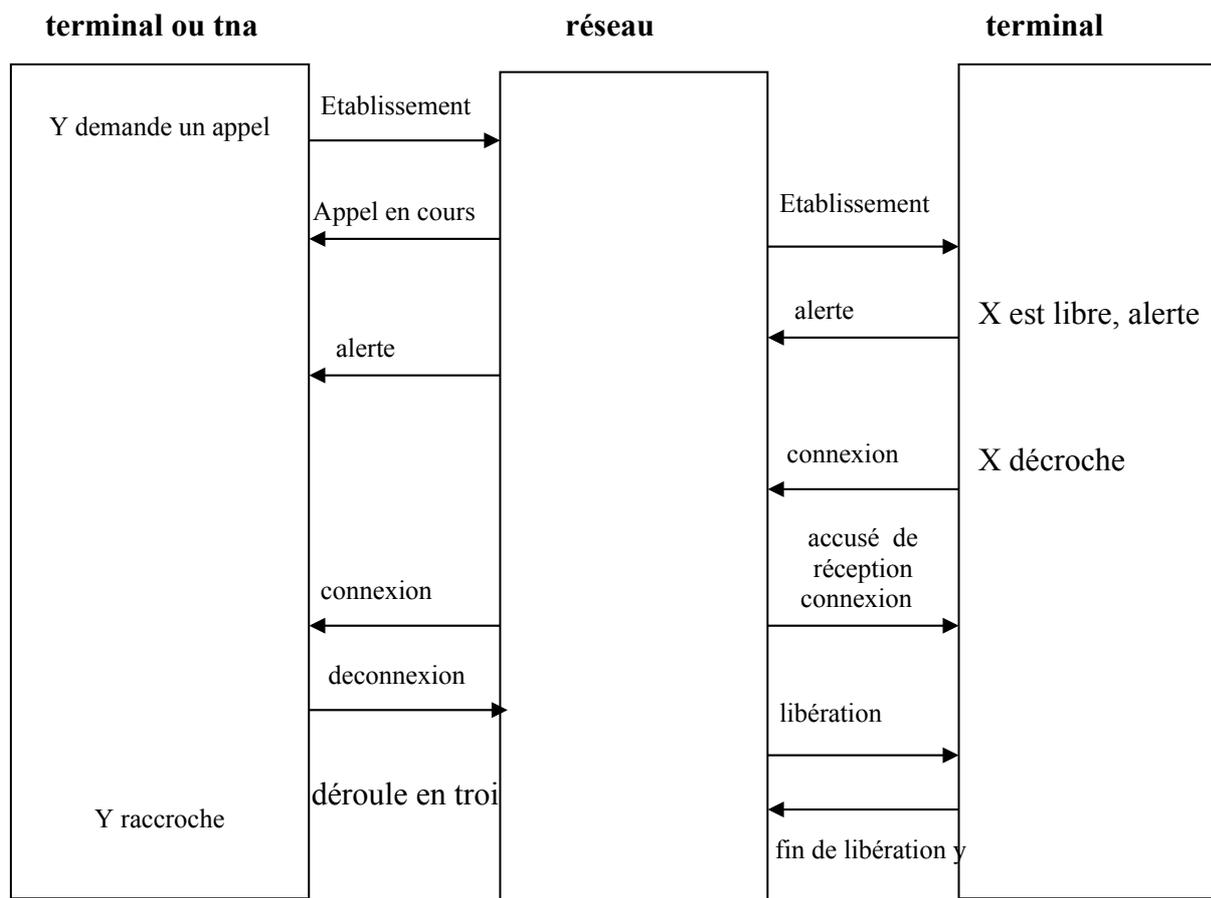
Signification : Confirmation de la libération du message de déconnexion.

RELEASE COMPLETE (FIN DE LIBERATION) :

IE : Cause, Display, Signal

Direction :

Signification : Achèvement de la phase de libération. Les ressources réservées pour la communication sont libérées.



1) Phase d'établissement de l'appel

L'initiateur de l'appel émet vers le réseau un message ETABLISSEMENT contenant comme principaux éléments d'information :

- Le discriminateur de protocole spécifiant le protocole de niveau 3 utilisé entre l'utilisateur et le réseau. Ce discriminateur de protocole permet de préciser dans le cas présent que le protocole utilisé est celui relatif à la commande des appels sur le canal D.
- La référence d'appel qui permet d'identifier localement sur l'interface usager-réseau l'appel en cours d'établissement. Cette référence d'appel sera utilisée pendant toute la durée de la communication pour distinguer les messages des différentes communications en cours sur l'interface usager-réseau.
- Le type de message permettant d'identifier le message ETABLISSEMENT.

- Le mode de fonctionnement du support indiquant la façon dont le transfert d'information va s'effectuer sur le canal B. En particulier, cet élément d'information précise le mode de fonctionnement du transfert d'information, le débit de transfert de l'information, le mode de transfert (circuit ou paquet), la configuration (point à point, multipoint, unidirectionnel, bidirectionnel,
- L'identification de la voie proposée pour supporter la communication. Il s'agit ici de fixer la voie (canal B) ou la sous voie utilisée pendant la communication. Dans certains cas, cette identification peut préciser qu'aucune voie n'est requise pour la communication.
- L'adresse d'origine contenant l'adresse complète de l'émetteur du message.
- L'adresse de destination contenant l'adresse complète du destinataire.
- La compatibilité des couches inférieures précisant les modes de codage et de transfert de l'information ainsi que les protocoles des couches basses (couches 1, 2 et 3) utilisés pendant l'échange.
- La compatibilité des couches supérieures permettant au destinataire du message de vérifier qu'il saura gérer une communication mettant en œuvre les couches supérieures (4, 5, 6 et 7) requises par cet élément d'information. On y retrouve en particulier le téléservice concerné (téléphone, télécopie, téletex, vidéotex, ...). Deux équipements, même s'ils ont la même adresse peuvent être distingués par le téléservice qu'ils supportent (qui devient alors un facteur d'adressage dans le RNIS).
- L'information d'usager à usager réservée pour l'information utilisateur émise par l'émetteur avec le message ETABLISSEMENT. Cette information est transportée par le réseau de façon transparente jusqu'au destinataire.

Le réseau répond par un message APPEL EN COURS indiquant que l'établissement de l'appel est en cours. Ce message contient comme principal élément d'information, l'identification de la voie choisie par le réseau pour supporter la communication en cours d'établissement.

Lorsque le terminal distant est en alerte, le réseau émet un message ALERTE vers l'initiateur de l'appel.

Enfin, lorsque le destinataire accepte la communication (décrochage du combiné par exemple), le message CONNEXION est émis par le réseau vers l'initiateur de l'appel pour indiquer que la communication est établie.

Côté destinataire, le message CONNEXION est acquitté par le réseau par un message ACCUSE DE RECEPTION DE CONNEXION. Le message CONNEXION peut contenir l'élément d'information "information d'usager à usager". Notons que sur un appel entrant, plusieurs équipements peuvent être en alerte simultanément. La prise d'appel est effectuée par le premier équipement, satisfaisant à l'adressage implicite et explicite, qui réalise la connexion.

2) Phase de communication

Pendant la phase de communication, dans le cas d'un appel à commutation de circuits sur le canal B, peu d'informations liées à la communication circulent sur le canal D. Le message INFORMATION peut contenir l'élément d'information "affichage" permettant au réseau d'émettre pendant une communication, des informations destinées à l'utilisateur.

3) Phase de libération de l'appel

L'initiateur de la libération de l'appel émet vers le réseau un message DECONNEXION indiquant le début de la phase de libération.

Ce message doit contenir l'élément d'information "cause" précisant la cause de la libération de l'appel et peut comporter l'élément d'information "information d'usager à usager" contenant des informations destinées au correspondant en communication.

Le réseau confirme à l'initiateur que cette déconnexion a bien été prise en compte en émettant un message de LIBERATION. Le message FIN DE LIBERATION est alors émis par l'équipement initiateur de la libération de l'appel pour indiquer que l'ensemble des ressources liées à la communication est libéré.

VI. Installation d'usager via un PABX

La configuration des installations d'usager dépend de la structure de l'entreprise. Pour les particuliers et entreprises de petites capacités (<10 postes), l'installation la plus simple est celle d'un bus passif par un ou plusieurs accès de base au RNIS. Cette configuration est adaptée à la déserte d'un ou deux bureaux puisqu'elle autorise la connexion (en France) de 5 terminaux. De plus, il n'y a pas d'équipement intermédiaire entre les terminaux et la TNR.

Dans le cas où le nombre de poste est plus conséquent, on peut prévoir un commutateur RNIS. L'utilisation du commutateur conduit à distinguer deux configurations :

- le commutateur à accès de base isolé qui permet la communication interne entre terminaux.
- Le commutateur RNIS dont le raccordement au réseau peut s'effectuer par un groupement d'accès au débit de base ou par accès au débit primaire.

Enfin, pour les entreprises de moyenne et grande capacité (>100 postes), les PABX offrent une gamme étendue de services. On retrouve également le PABX lors de l'accès primaire, mais celui-ci peut aussi être substitué à un ordinateur, comme le montre la figure 21.

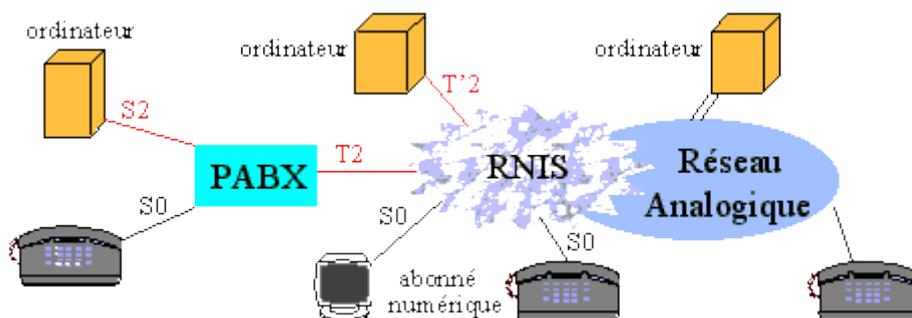


Figure n°17 : Connexion de lignes d'entreprises au RTC