

LE PROTOCOLE X.25

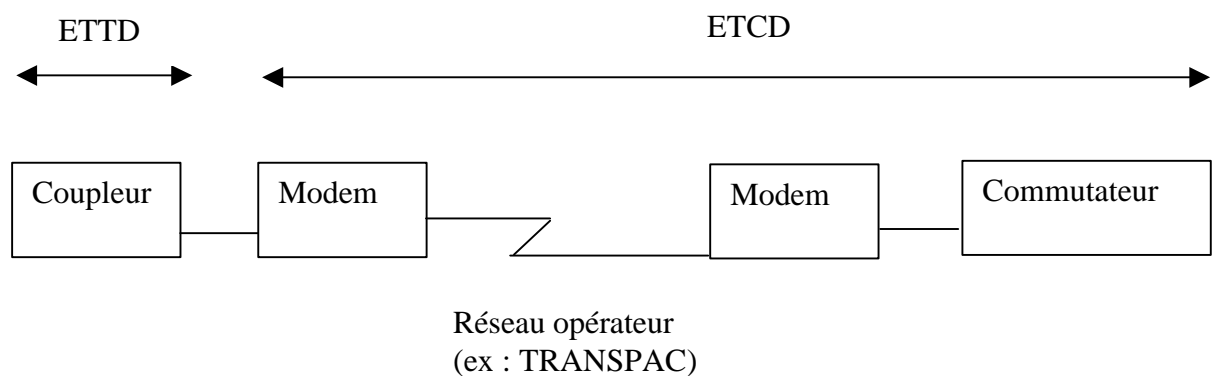
Introduction

- Adopté en 1976 par le CCITT
- Issu des réseaux à commutation de paquets
- Proposé par quatre organismes
 - PTT
 - Postes britanniques
 - TCTS
 - Telenet Communication Corps
- Couvre les 3 premières couches du modèle OSI
- Protocole sur le déclin

LE PROTOCOLE X.25 Présentation générale

□ Spécifie en premier lieu un protocole d'interface entre un ETTD et un ETCD

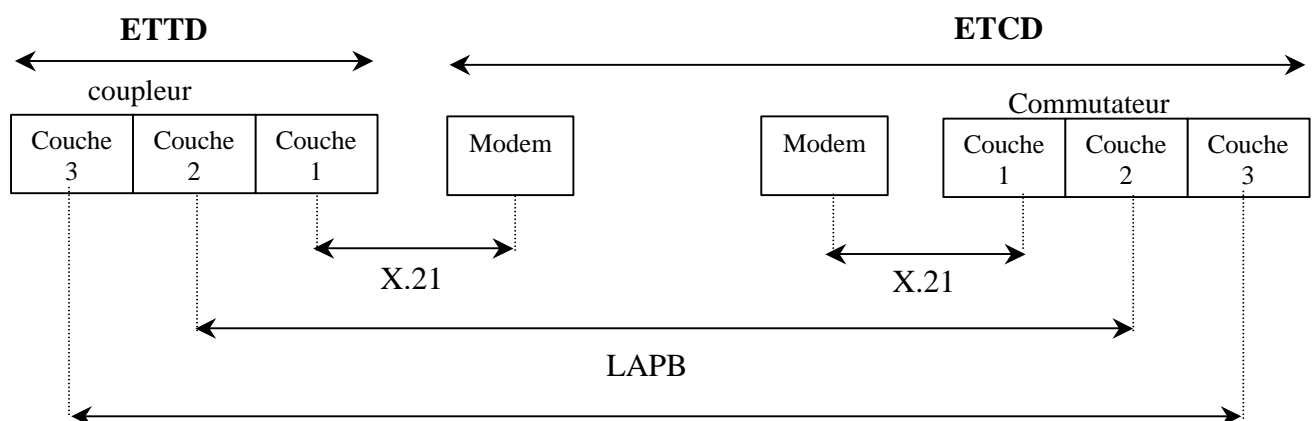
- X.25 ne spécifie pas un réseau à commutation de paquet
- X.25 précise l'interface d'accès au réseau
- Définit les échanges entre un ETTD et un nœud du réseau (ETCD)



□ Trois niveaux

- niveau 1. X.21 ou X.21bis, interface physique V24 souvent utilisée
- niveau 2. HDLC en mode équilibré. LAP-B.
- niveau 3. X.25-3.

□ X.25 est avant tout une interface locale



LE PROTOCOLE X.25

Niveau 1 du protocole X.25

X.21 Définit le protocole physique entre ETTD et ETCD

Il spécifie en particulier

- Les caractéristiques physiques
- Les caractéristiques électriques
- La transmission par des bits de synchro
- La procédure point à point en mode full duplex

L'avis V.24 (X.21 bis)

- Connecteur 25 broches.
- Chaque broche est numérotée de 1 à 24.
- A chaque broche correspond un signal particulier.

Signaux les plus usités

No Broche	No de circuit	Désignation
2	103	Emission de données
3	104	Réception de données
4	105	Demande pour émettre (RTS)
5	106	Prêt à émettre (CTS)
6	107	Poste de données prêt (DSR)
20	108	Terminal de données prêt (DTR)
8	109	Détection du signal (CD)

X.25 Niveau 2

HDLC - High Level Data Link Control

☐ normalisée par l'ISO en 1976 et par l'IUT-T (ex CCITT)

☐ définit un ensemble de classes de procédures et fonctionnalités optionnelles

☐ 2 modes principaux :

- Non équilibré (Asynchronous Response Mode)
 - une station principale, tous les autres secondaires
 - la station principale à l'initiative de la "connexion"LAP A ⇔ SNA d'IBM (SDLC)

- Non équilibré (Asynchronous Balanced Mode)
 - tous les équipements agissent de la même façon
 - mode équilibré (balanced)

☐ X.25-2 HDLC équilibré ou LAP-B

X.25 NIVEAU 2

La trame HDLC

☐ Format de la trame HDLC

Fanion	Adresse	Contrôle	Données	FCS	Fanion
8bits	8bits	8bits	Variable	16 bits	

☐ Fanion

- Valeur 0111110
- Synchronisation de la trame
- Suite interdite dans la trame \Rightarrow Transparence binaire
Insertion d'un bit à zéro pour toute suite de 5 bits

☐ Le champ Adresse

- Sous-utilisé liaison point à point
- 11000000 commande de A vers B
- 10000000 commande de B vers A

☐ Le champ de commande définit 3 type de trames

☐ Le champ données Limité à 1500 Octets

☐ Le champ FCS

- 2 ou 4 octets
- calculé selon la méthode CRC

X.25 NIVEAU 2

La trame HDLC

□ 3 types de trames

- trame d'Information (transfert des données)
- trame de Supervision (freiner les débits, demande de répétition ou accusé réception)
- trame non numérotée (U) : définit le mode de réponse d'une station, initialisation, déconnexion.

□ Le champ de commande définit 3 type de trames

Type de trame	Valeur du champ de controle						
Information	0	N(S)			P/F	N(R)	
Supervision	1	0	S	S	P/F	N(R)	
Unnumbered	1	1	M	M	P/F	M	M

N(S)= numéro de la trame I envoyée (modulo 8)

N(R)= numéro du prochain paquet attendu (modulo 8)

S = bits de supervision \Rightarrow 4 trames de supervision

M = bits de modification \Rightarrow 32 trames non numérotées

P/F = bits poll/final

□ L'octet de commande peut être étendu à 2 octets

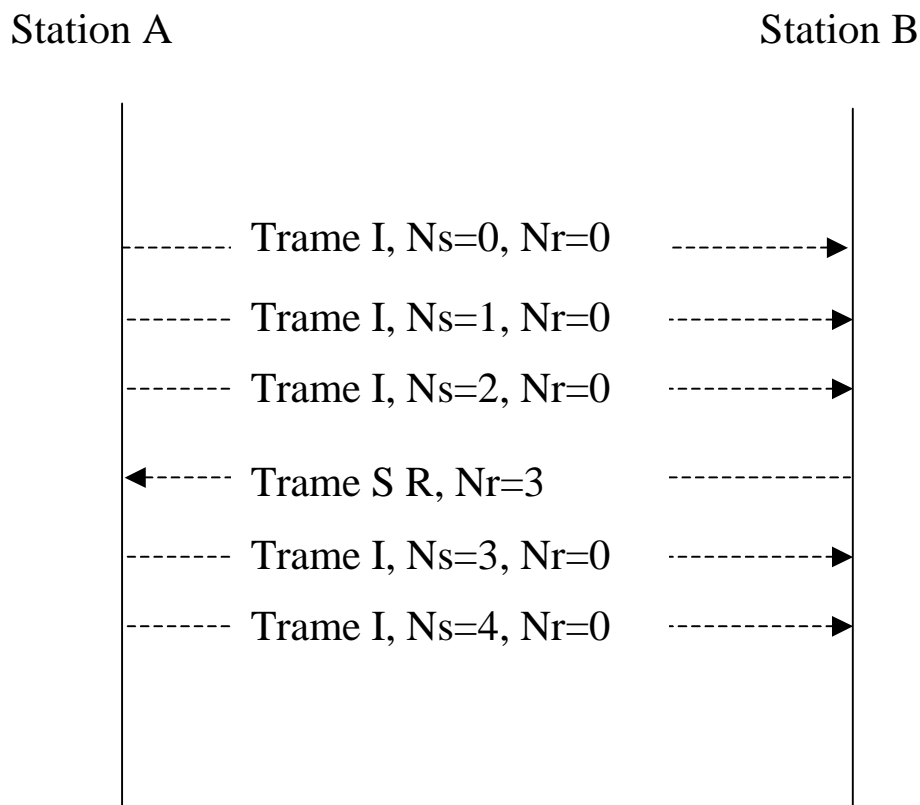
X.25 NIVEAU 2

HDLC – La trame I

□ Fonctions

- transporte les informations de la couche supérieure
- N(S) : numéro de la trame
- N(R) : prochaine trame attendue par l'émetteur =
acquittement positif des trames N(R) - 1, N(R) - 2
- Variable V(S) = numéro de la trame modulo 8.

□ Exemple



X.25 NIVEAU 2

HDLC – La Trame S

☐ Fonctions

- Gestion des erreurs
- Contrôle de flux

☐ Les types de trames S

- trame RR 1 0 0 0 P/F N(R)
 - annulation d'une trame RNR
 - acquittement positif des trames jusqu'à N(R)
- trame REJ 1 0 0 1 P/F N(R)
 - rejet d'une trame sur rupture de séquence
- trame RNR 1 0 1 0 P/F N(R)
 - le récepteur indique à l'émetteur qu'il n'est plus prêt à recevoir
 - destruction de toutes les trames reçues après le RNR
 - reprise sur RR ou REJ

X.25 NIVEAU 2 HDLC - La trame U

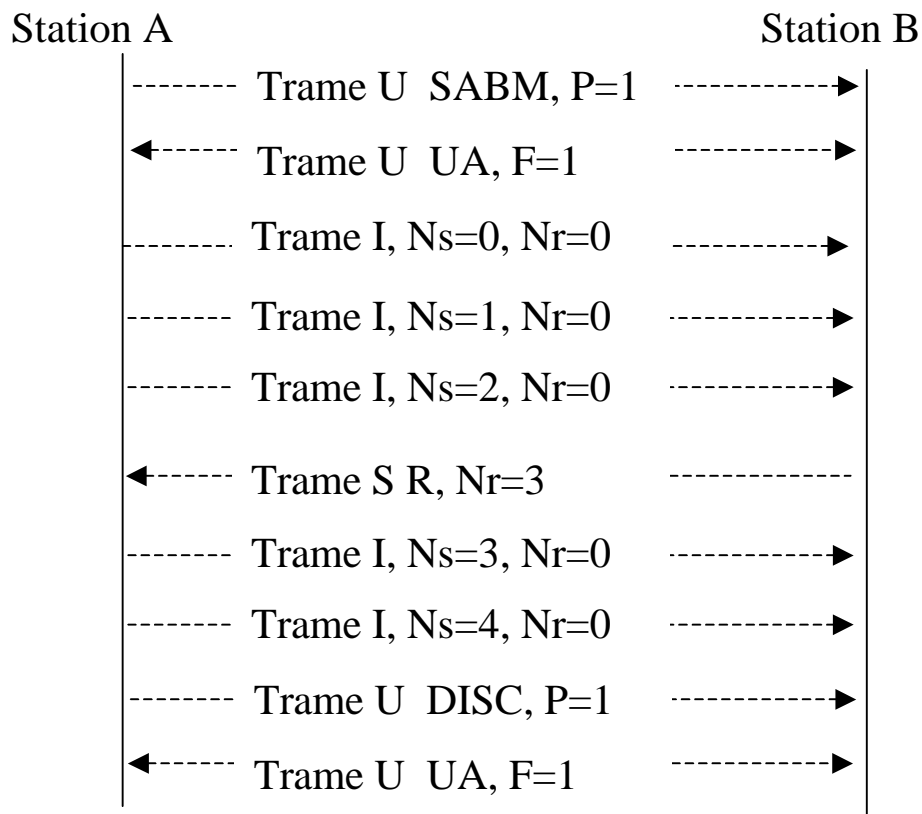
☐ Fonctions

- Mode de réponse (équilibré ou non)
- Initialisation
- Déconnexion

☐ Les principaux types de trames U

Disconnect Mode	1 1 1 1 P/F 0 0 0
Set Asynchronous Balanced Mode	1 1 1 1 P/F 1 0 0
Disconnect Mode	1 1 0 0 P/F 0 1 0
Unnumbered Acknowledgment	1 1 0 0 P/F 1 1 0
Frame Reject	1 1 1 0 P/F 1 0 0

Exemple d'échange



X.25 NIVEAU 3

La couche paquet

- ❑ X.25 utilise un numéro de voie logique pour identifier la connexion d'un ETTD à un ETCD

- ❑ 4095 voies logiques potentiellement utilisables sur une même liaison physique

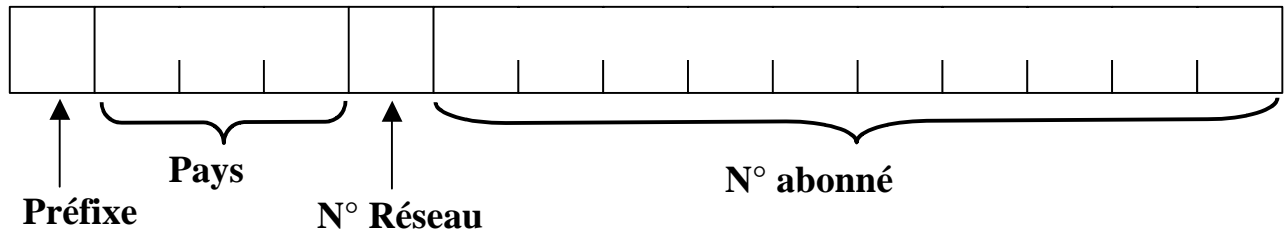
- ❑ La liaison de bout en bout entre deux ETTD s'appelle un circuit virtuel

- ❑ Quatre méthodes
 - Circuits permanents
 - Circuits commutés
 - Sélection rapide (transfert de données dans le paquet d'appel)
 - Sélection rapide avec fermeture immédiate

X.25 NIVEAU 3

L'adressage

- La norme X.121 définit un adressage sur 14 chiffres



- Préfixe

- 0 Communication internationale
- 1 Accès direct
- 2 Accès via le réseau Telex
- 3 Accès via le RTC asynchrone
- 4 Accès synchrone

- Exemple

- Accès direct 1 13 023456
- Accès international 0 208 0 1256453423

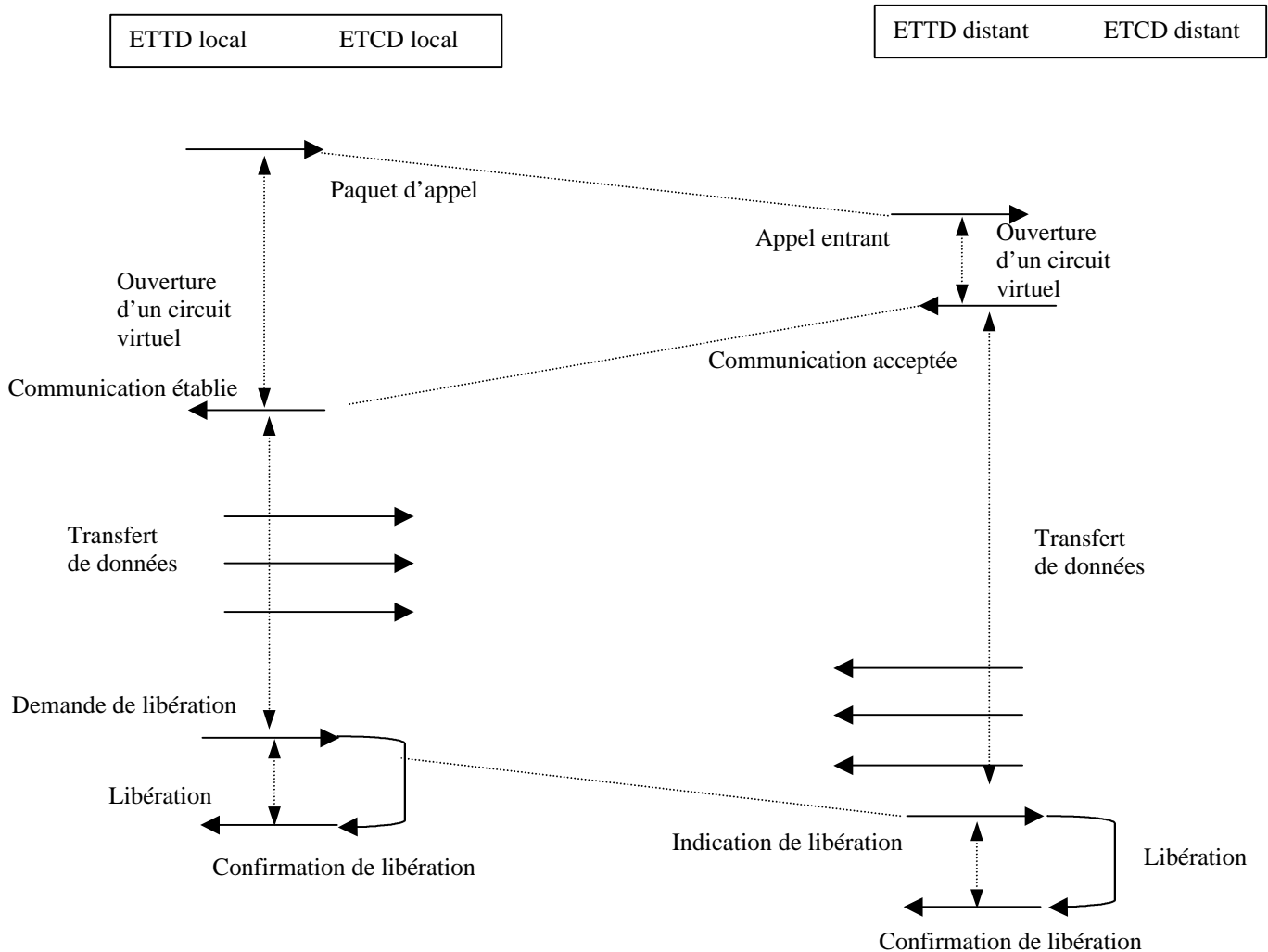
X.25 NIVEAU 3

Notion de circuit virtuel et de voie logique

□ Un circuit virtuel, une fois établi, permet de considérer la connexion entre 2 DTE comme une liaison directe (abstraction du réseau de transport) de la même manière qu'une liaison téléphonique usuelle.

- CVC Circuit Virtuel Commuté : mise en relation de 2 DTE sur demande en établissant un lien; de la part des DTE, cette liaison a les caractéristiques d'une ligne privé non partagé (c'est le but), même si physiquement, les liaisons utilisées sont partagées.
- CVP Circuit Virtuel Permanent : la relation est maintenue en permanence (évite le coût d'établissement de connexion mais alourdit la facture auprès du fournisseur).

X.25 NIVEAU 3 Etablissement d'un circuit virtuel



❑ L'établissement d'un CV se fait de bout en bout par l'envoi d'un paquet d'appel (call request).

❑ l'ETCD destinataire peut refuser la connexion en envoyant une demande de libération (clear request)

❑ l'ETCD destinataire peut l'accepter en envoyant un paquet de communication acceptée (call accepted).

X.25 NIVEAU 3

Le paquet X.25

□ Format du paquet

Identificateur du format	Numéro de groupe De voie logique	} Paquet d'appel
Numéro de voie logique		
Type de paquet		
LG adresse ETTD appelé	LG adresse ETTD Appelant	
Adresse de l'ETTD appelant		
Adresse de l'ETTD appelé		
LG champ options		
Champ options		
Données		

Identificateur du format	4 bits (QD01)
Numéro de groupe de voies	4 bits
Numéro de voies	8bits
Type de paquet	8bis

X.25 NIVEAU 3

Les différents types de paquets X.25

☐ Les paquets d'établissements et de fermeture

Type	DTE \Rightarrow DCE	DCE \Rightarrow DTE
00001011	Paquet d'appel	Appel entrant
00001111	Acceptation d'appel	Appel établi
00010011	Demande de libération	Indication de libération
00010111	Confirmation de libération	Confirmation de libération

☐ Les paquets de données (Bit Q qualified à 1)

Type	DTE \Rightarrow DCE	DCE \Rightarrow DTE
xxxxxxxx	Données	Données
00100011	rupture DTE	rupture DCE
00100111	Confirmation de rupture	Confirmation de rupture

☐ Les paquets de supervision (Bit Q qualified à 0)

Type	DTE \Rightarrow DCE	DCE \Rightarrow DTE
xxx00001	Receive Ready	Receive ready
xxx00101	Receive Non Ready	Receive Non Ready
xxx01001	Reject	Reject
00011011	Demande de réinitialisation	Indication de réinitialisation
00011111	Confirmation de réinitialisation	Confirmation de réinitialisation

LES ACCES INDIRECT A X.25

l'accès synchrone

- Utilisé pour raccorder un équipement connecté au réseau téléphonique

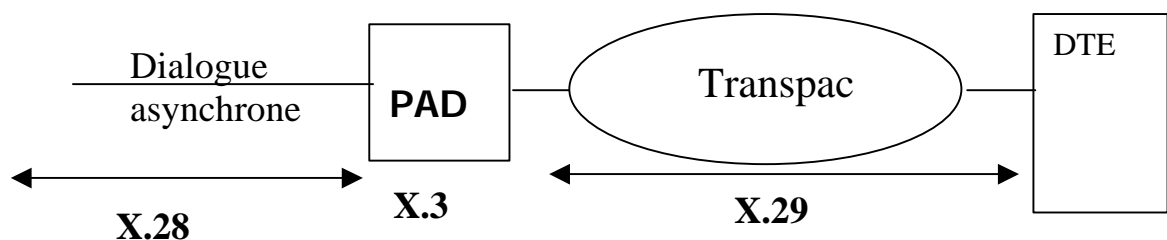
- Défini par la recommandation X.32 de l'UIT-T

- 2 types d'accès
 - via RTC
 - via RNIS sur un canal B

LES ACCES INDIRECT A X.25 l'accès asynchrone

- ❑ Utilisé pour raccorder un terminal asynchrone au réseau X.25
- ❑ Nécessite une interface d'accès : le PAD
 - Packet Assembler Disassembler
 - Défini par la recommandation X.3
 - Assemble les caractères en paquets en émission
 - Désassemble les paquets reçus en réception
- ❑ X.28 définit le dialogue entre le terminal et le PAD
- ❑ X.29 définit le dialogue entre le PAD et le réseau

Synoptique



LE RESEAU RTC

Réseau à commutation de circuits

Ouvert à la transmission de données en 1964

Le réseau

Côté abonné

- Desserte locale = Ligne téléphonique qui le relie au réseau
- Média : paire téléphonique en cuivre
- Transmission analogique

Côté opérateur

- Autocommutateurs
- Média : cuivre, fibre optique, voie hertzienne
- Transmission : essentiellement numérique.

Usage

- Liaison point à point
- Accès Internet

Avantages

- Facile à mettre en oeuvre.
- Bande passante suffisante pour les petits transferts de fichiers
- Pas de location de LS, ni d'installation de ligne RNIS
- Faible coût d'installation.

LE RESEAU RTC

Les modems

- Assure le raccordement au réseau (ETCD)
- Avis V34, V34+, V90

Connexion non permanente

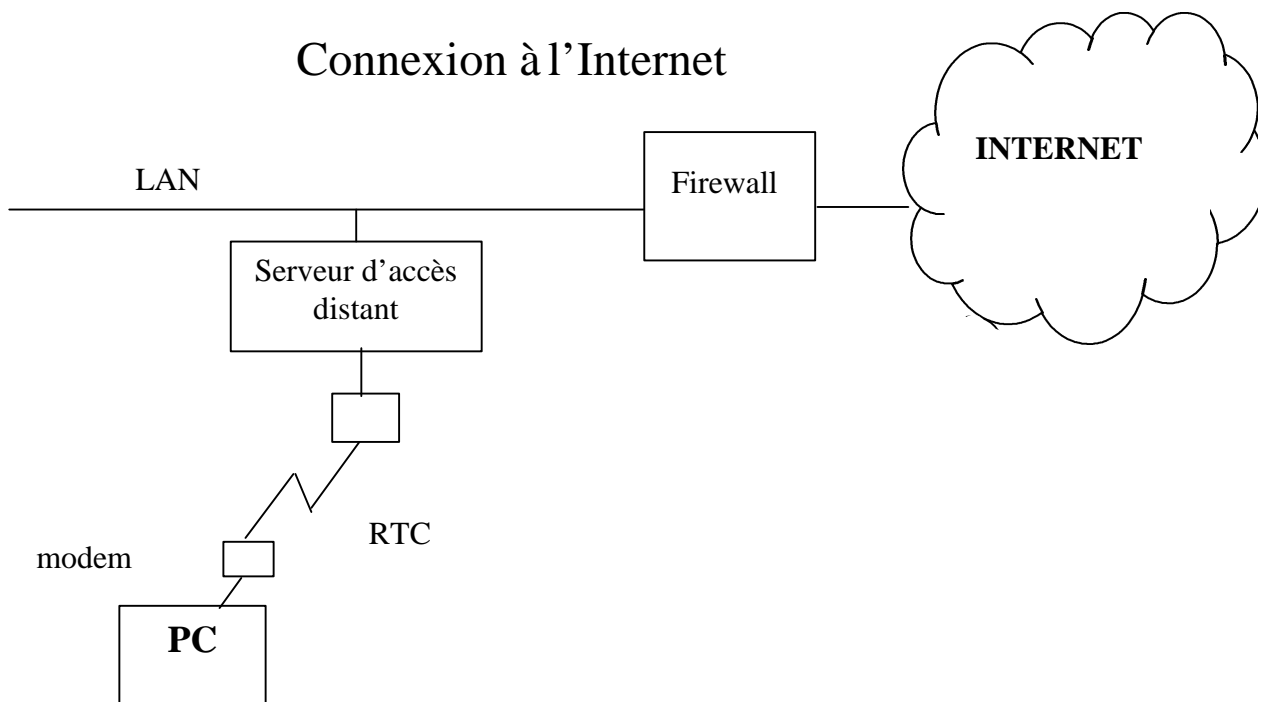
Protocole de niveau II PPP

Connexion point à point



Exemple : télémaintenance à distance.

Connexion à l'Internet



LE RESEAU NUMERIS

Présentation

□ Le réseau Numéris est constitué de deux éléments distincts

- Le réseau opérateur
- La partie privative extension du réseau chez le client

□ Deux types d'accès au niveau de la partie privative

- L'accès de base T0 constitué de deux canaux à 64 Kbps et d'un canal de signalisation à 16Kbps
- L'accès primaire ou T2 constitué de 30 canaux à 64 Kbps et d'un canal de signalisations à 64 Kbps

□ Terminologie

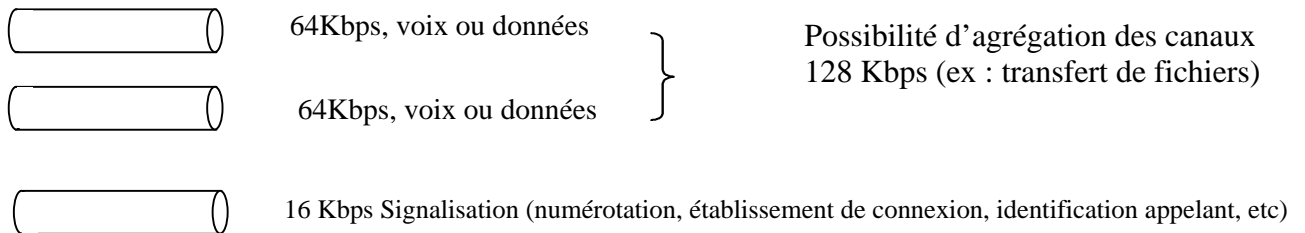
- Canaux de données = canaux B
- Canal de signalisation = canal D
- Accès de base = $2B+D$
- Accès primaire = $30B+D$

□ Usages

- Téléphonie
- Télécopie
- Transfert de données

LE RESEAU NUMERIS USAGES

☐ Accès de base T0

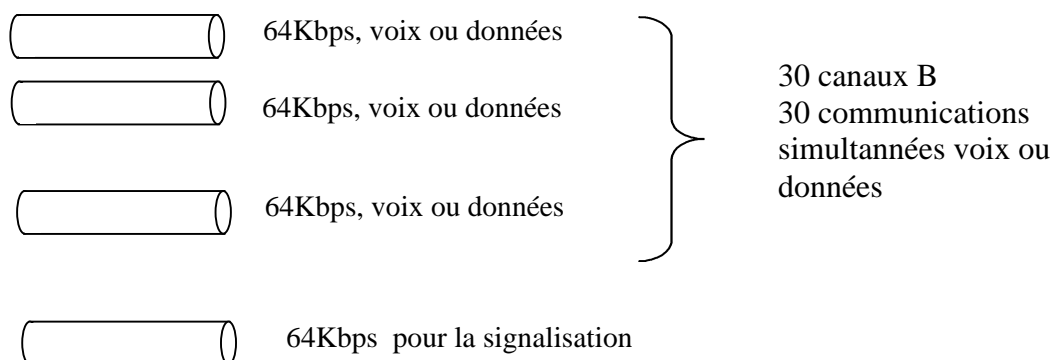


☐ Deux connexions simultanées

☐ Exemples :

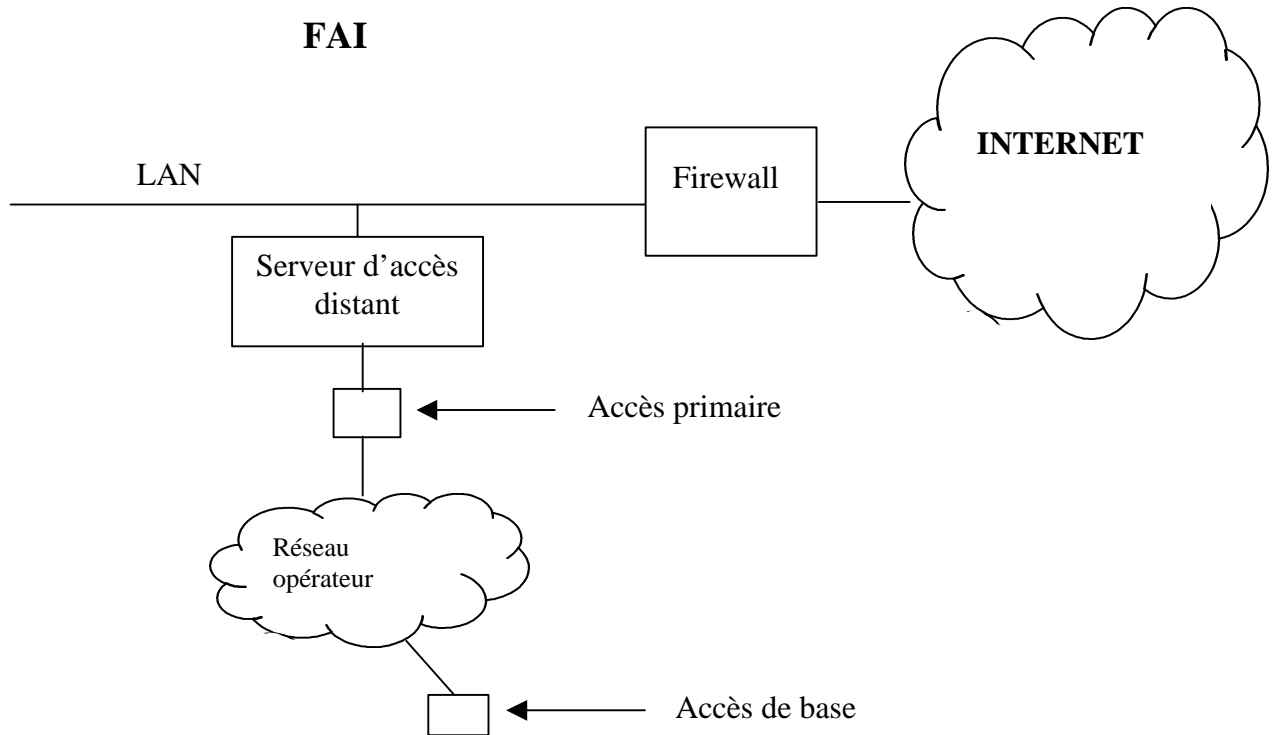
- Une téléphonie, une données (accès à un site distant)
- Deux connexions à deux sites distants différents
- Une connexion à un seul site distant en agrégeant les canaux

☐ Accès primaire T2



LE RESEAU NUMERIS EXEMPLES D'USAGES

☐ Accès à Internet



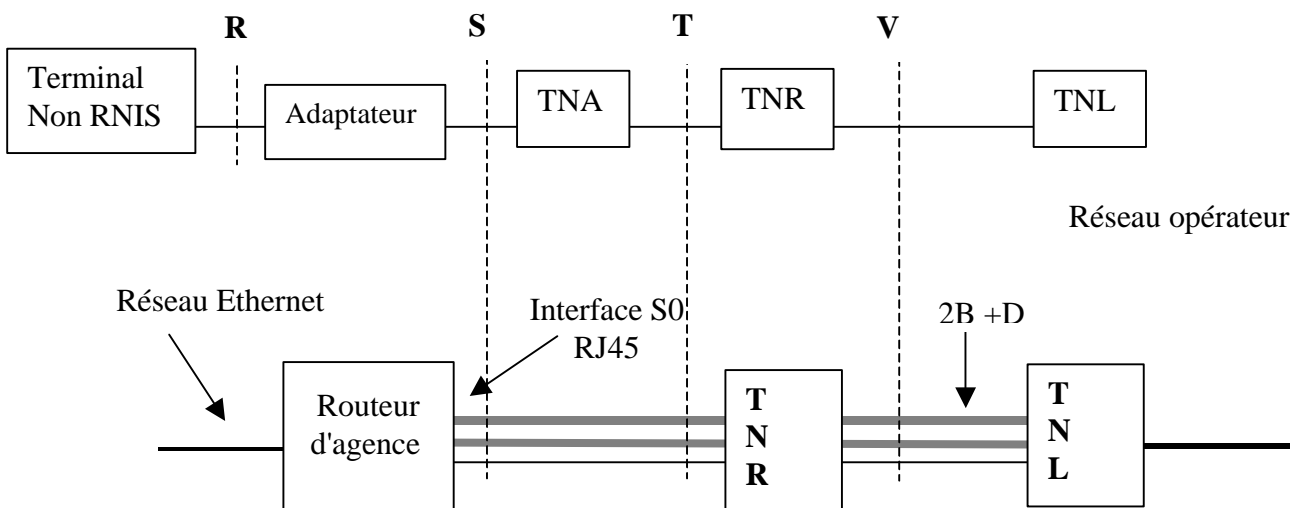
Usager

☐ route de secours

LE RESEAU NUMERIS

Les points de références

- ❑ définissent des interfaces et des limites de responsabilités entre opérateur et client
- ❑ point R (rate) : interface entre un équipement non RNIS et un adaptateur
- ❑ point S (system) : limite entre système utilisateur et système réseau. Prise RJ45 sur laquelle se connecte l'équipement.
- ❑ point T (Terminal) : limite de responsabilité de l'opérateur.
- ❑ point U (User) : Interface entre la TNR et le commutateur de rattachement.



❑ Terminologie

- TNR : Terminaison Numérique de Réseau
- TNA : Terminaison Numérique d'Abonné
- TNL : Terminaison Numérique de Ligne

LE RESEAU NUMERIS

Le protocole D

- Protocole de signalisation entre équipement utilisateur et commutateur France Télécom
- Transmis par le canal D, canal de signalisation
- Plusieurs protocoles
- Couvre les trois niveaux du modèle OSI

Réseau	Signalisation UNI I.450, I.451, I.452	
Liaison	LAP-D I.440, I441	
Physique	I.412 définition des accès	
	Accès de base I.420 I.421	Accès primaire I.430 I.431

- La couche physique décrit
 - Décrit la méthode d'accès au bus et la structure des trames physiques
 - Différente pour l'accès de base et l'accès primaire
- La couche Liaison
 - Liaison point à point entre équipement et TNR
 - Dérivé de HDLC (LAP-D)
- La couche Réseau
 - Messages échangés entre équipement et commutateur FT

LE PROTOCOLE PPP (Point to Point Protocol)

RFC 1661

Fonctionnalités

- utilisation sur des liaisons point à point autres que série (SLIP)
- Transport de protocoles de niveau 3
- Compression d'en-têtes IP et TCP pour augmenter le débit de la liaison
- gestion d'un contrôle d'accès au réseau par authentification
- Gestion des codes interprétables par les modems

Le protocole PPP est celui classiquement utilisé par les FAI

Utilisé généralement sur des liaisons RTC ou RNIS

repose sur 3 composants

- HDLC pour l'encapsulation des datagrammes
- LCP (Link Control Protocol)
- NCP (Network Protocol)

LE PROTOCOLE PPP (Point to Point Protocol)

PPP utilise la structure des trames HDLC

Fanion	Adresse	Contrôle	Protocole	Données	FCS	Fanion
--------	---------	----------	-----------	---------	-----	--------

Fanion valeur 01111110.

Adresse valeur 11111111 (non utilisé).

Contrôle contient la séquence binaire 00000011.
Demande de transmission de données utilisateur dans une
trame non ordonnée

Protocole indique le protocole véhiculé. Ex : IP = 0021.

Données Limité à 1500 Octets

FCS Champ de contrôle de trame.

Le protocole LCP

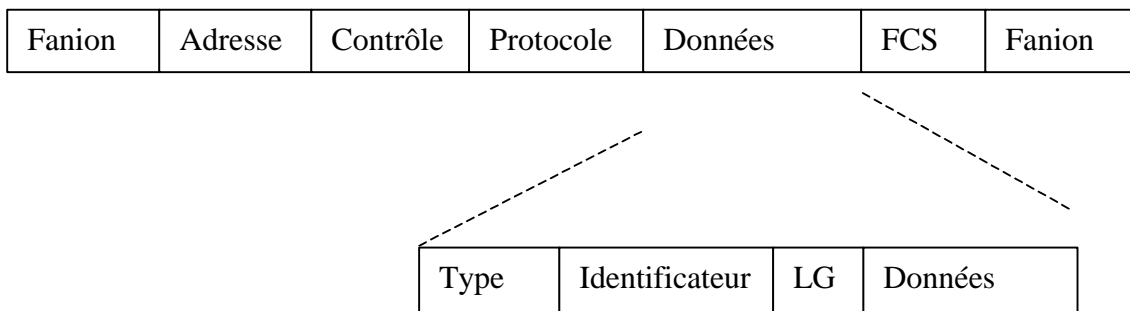
- Définit les échanges nécessaires à la gestion des liaisons
- Trois types de trames : établissement, supervision, terminaison

Le protocole NCP

- Autant de versions que de protocoles réseau transportés
- Négociation des paramètres de configuration et services optionnels.

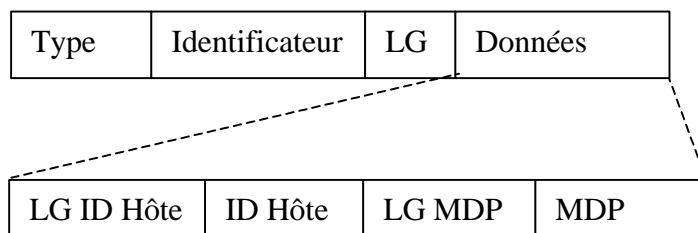
LES PROTOCOLES D'AUTHENTIFICATION PAP (Password Authentication Protocol)

- ❑ Méthode d'authentification simple
- ❑ En deux temps (two way handshake) lors de la connexion
- ❑ 3 types de trames PAP



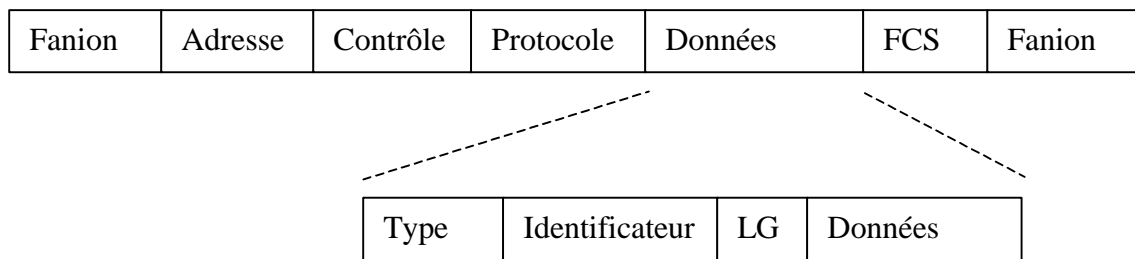
- ❑ Code du type
 1. Requête d'authentification
 2. Acquiescement positif
 3. Acquiescement négatif

- ❑ Contenu de la requête d'authentification



LES PROTOCOLES D'AUTHENTIFICATION CHAP (Challenge-Handshake Authentication Protocol)

- protocole plus sécurisé que PAP
- Lors de la connexion mais aussi après celle-ci
- 4 types de trames CHAP



- Code du type

1. Challenge
2. Réponse
3. Succès
4. Echec

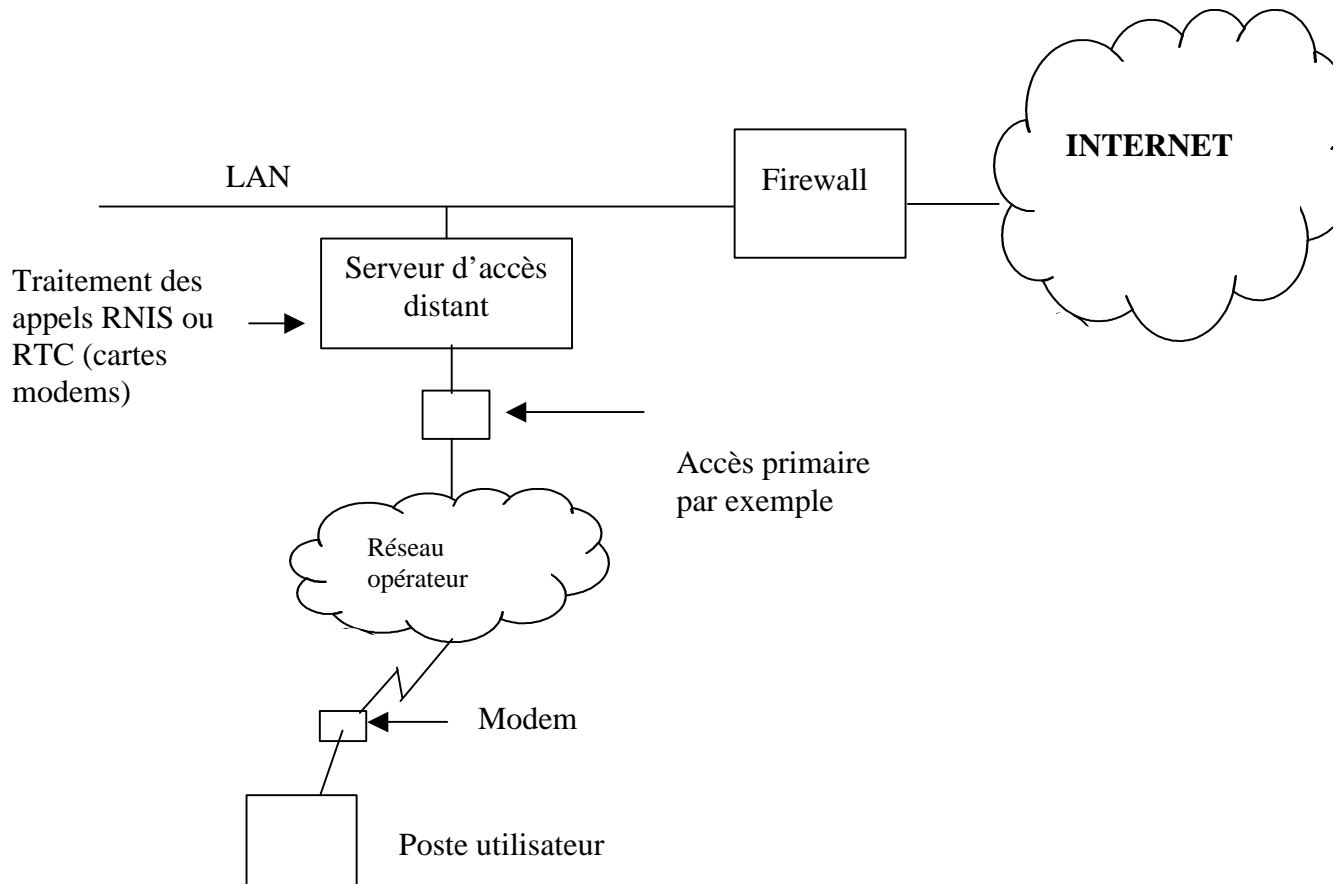
- réponse sur un MDP secret partagé par le client et le serveur.

LES PROTOCOLES D'AUTHENTIFICATION CHAP (Challenge-Handshake Authentication Protocol)

□ Les étapes

1. envoi par le serveur du challenge (ID, nbre aléatoire, nom d'hôte)
2. calcul d'une valeur avec ces éléments au moyen d'une fonction de hachage non réversible par le client au moyen de la clé secrète.
3. Envoi de la réponse au serveur (ID crypté, nbre aléatoire, nom d'hôte, valeur)
4. Vérification de la valeur calculée et calcul identique par le serveur.
5. Acquiescement succès ou erreur par le serveur.

POINT TO POINT PROTOCOL EXEMPLE



- 1) Le modem du client appelle le numéro de téléphone du fournisseur et la connexion téléphonique s'établit si l'un au moins de ses modems est libre.
- 2) Négociation de la configuration et de la qualité de la liaison (phases LCP)
- 3) Phase identification/authentification (PAP ou CHAP).
- 4) Négociation de la configuration réseau (NCP) -> ouverture de session
- 5) Libération de la connexion