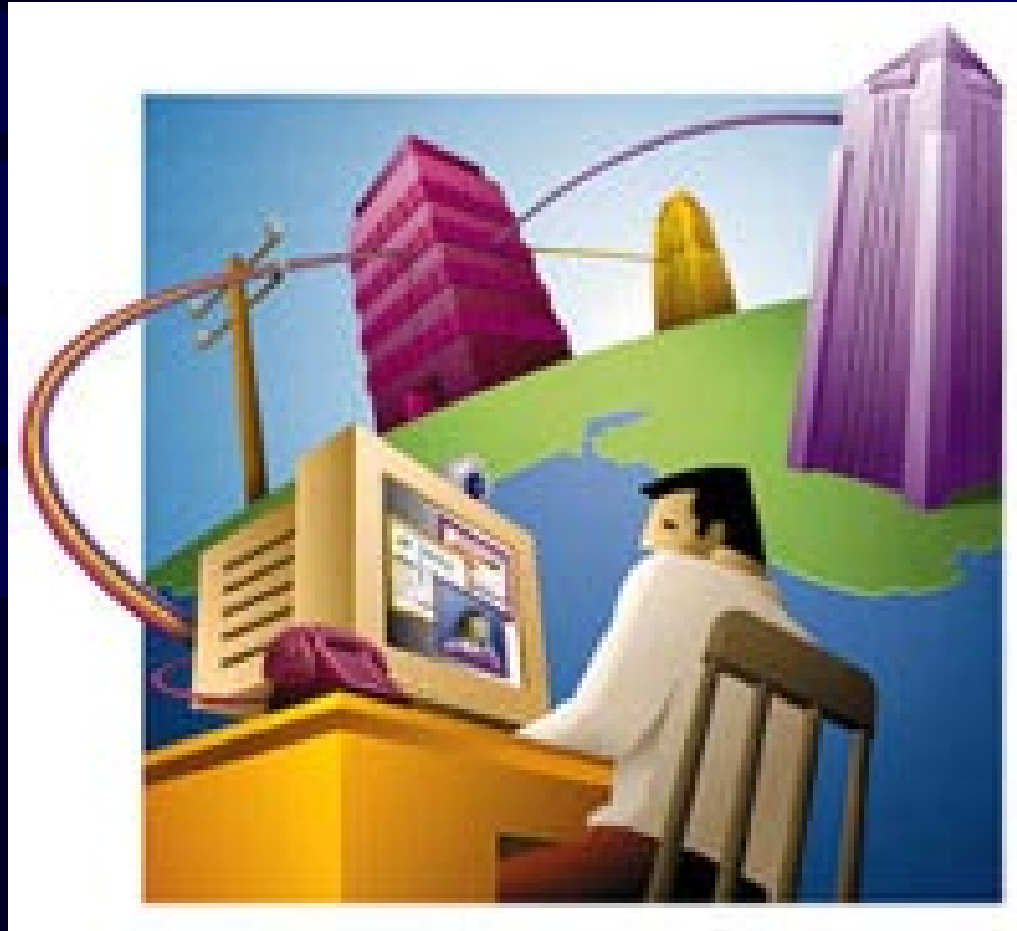


Internet Protocol & Réseau Commuté





Internet Protocol Réseau Commuté

- 1994 : Jean-Paul Gautier
- modifications
 - 1995 : Jean-Paul Gautier, Jacky Thibault (CCR)
 - 1996,1997 : Jean-Paul Gautier
 - 1999 : Jean-Paul Gautier

Quel est le problème ?

- Le besoin grandissant de connectivité à l'Internet pose le problème de l'accès d'équipes et d'utilisateurs isolés à des sites connectés à l'Internet.
- Ce type d'accès n'est pas traité de façon globale au niveau des organismes aujourd'hui dans les réseaux régionaux.
- Les accès de ce type sont des initiatives de campus où de sites.
- Des mesures de sécurité sont à mettre en oeuvre
 - A cause de l'anonymat de l'appelant.

Exemple: 1 IPGP

- Institut de Physique du Globe de Paris
- Le centre de Calcul de l'IPG est équipé d'un ordinateur hyper-parallèle ouvert à la communauté des chercheurs et étudiants en Sciences de la Terre.
- Trois types d'utilisateurs des ressources informatiques
 - 1- Utilisateur travaillant sur cette machine à partir d'un Institut de Physique du Globe ou d'un Laboratoire de Géophysique de province raccordé à Renater.
 - 2- Membre d'une unité de recherche équipé d'un réseau local non connecté à Renater, pour des raisons de sécurité par exemple.
 - 3- Utilisateur qui travaille à partir d'un poste isolé.

Les protocoles utilisables

réseau

IP, AppleTalk (ARAP)

liaison

SLIP, PPP, propriétaire

physique

RTC, RNIS, xDSL

SLIP : Serial Link IP (RFC 1055)

PPP : Point to Point Protocol (RFC 1548)

ARAP : Appletalk Remote Access Protocol

RTC : Réseau téléphonique Commuté

RNIS : Réseau Numérique à Intégration de Services

xDSL : x Digital Subscriber Line

IP et RTC : Plan

- Les protocoles SLIP,PPP
- Accès par le RTC
- Le réseau RNIS
 - Notions de base.
 - Interconnexion.
 - Principes, Equipements
 - Connexion de poste isolé.
- Technologies xDSL

SLIP, CSLIP (RFC 1055)

- SLIP

- Auteur : Rick Adams (1984)
- Protocole très simple
 - les paquets IP sont mis sur la ligne avec un octet de séparation END
END code 0xC0
si END dans les données : ESC ESC_END (0xD, 0xDC)
si ESC dans les données : ESC ESC_ESC (0xD, 0xDD)
- Pas de détection d'erreurs
- Pas de négociation (adresse IP, taille des paquets, protocole transporté)
- Pas de sécurité, pas de détection de boucle.

- CSLIP

- idem SLIP avec la compression des en-têtes IP +TCP dite Van Jacobson
 - RFC 1144

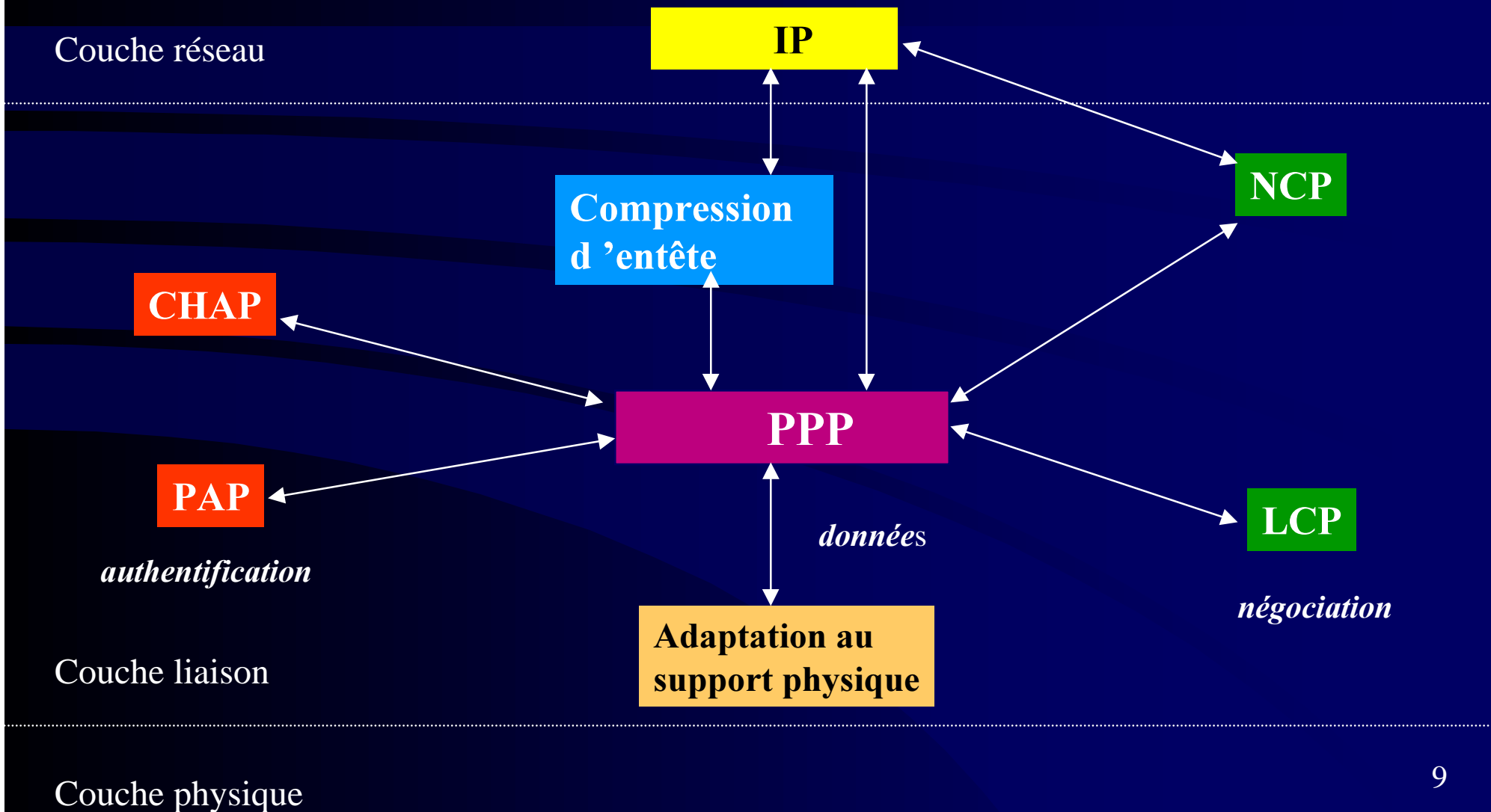


PPP RFC 1661 (Juillet 94)

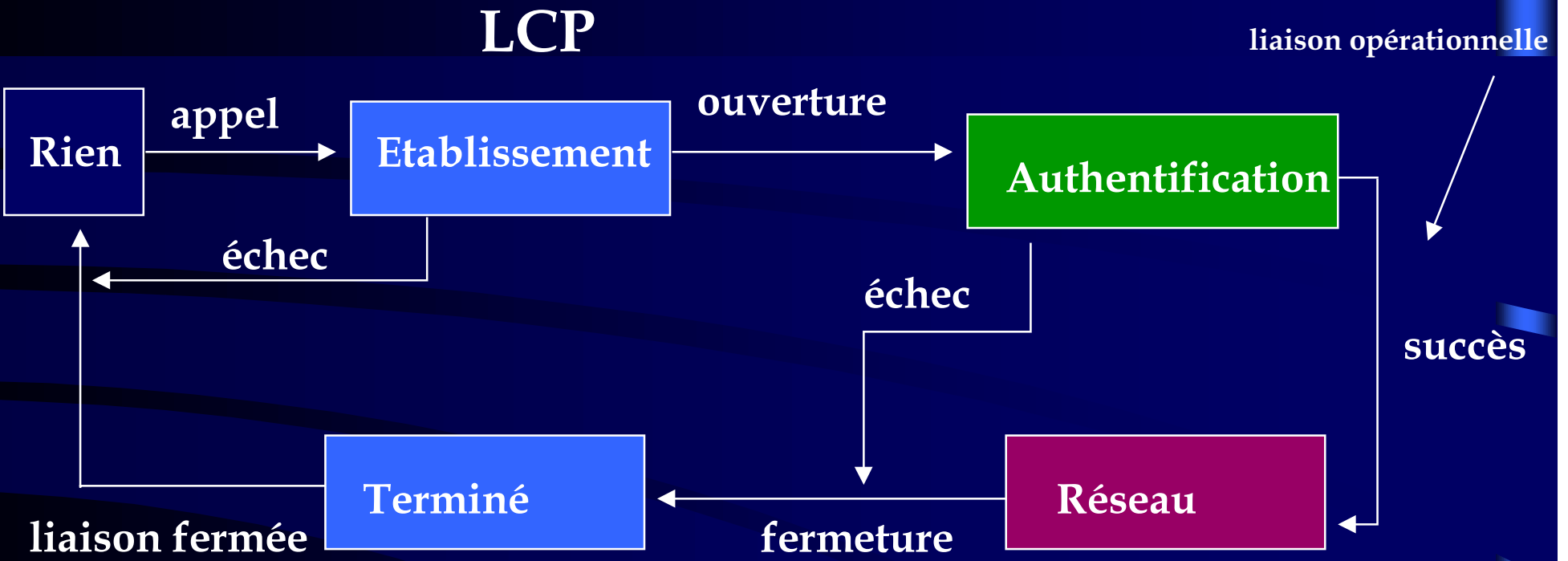
- Point to Point Protocol
 - méthode standard pour transporter des datagrammes de protocoles différents sur des liaisons point à point
- Les composants de PPP
 - Une méthode pour encapsuler les datagrammes (paquet PPP)
 - Encapsulation du paquet PPP dans une trame HDLC (High Level Data Link) simplifiée.
 - Un protocole de contrôle de liaison (LCP)
 - établir, configurer, et tester la liaison
 - Une famille de protocoles de contrôle réseau (NCPs)
 - établir, configurer les différents protocoles de la couche réseau

PPP

organisation



PPP mode opératoire



NCP

un NCP peut-être ouvert, et fermé à n'importe quel moment

PPP LCP

- Link Control Protocol
 - Négociation initiale
 - taille des trames, compression propre à HDLC,..
 - Authentification
 - PAP: Password Authentication Protocol
 - CHAP : Challenge Handshake Authentication Protocol
- Automate complexe à 9 états
 - 16 évènements
 - 13 actions
 - des «timers»
 - des compteurs

0xC021

code

ident

length

data

PPP LCP

- Code (1 octet)
 - Etablissement et configuration de la liaison
 - 1 configure request
 - 2 configure ack
 - 3 configure nack
 - 4 configure reject
 - Coupure de la liaison
 - 5 terminate request
 - 6 terminate ack
- Ident : numéro de requête-réponse
- Length, 2 octets
 - longueur du champ Data
- Data : fonction du code
 - Surveillance et gestion de la liaison
 - 7 code reject
 - 8 protocol reject
 - 9 echo request
 - 10 echo reply
 - 11 discard request
 - Extension
 - 12 identification
 - 13 time remaining

PPP LCP



exemple :options de configuration, code 1,2,3,4

- type

- 1 maximum receive unit (1500)
- 2 async control character map (<0x21)
- 3 authentication protocol (PAP, CHAP)
- 4 link quality protocol (rien)
- 5 magic number (détection de boucle)
- 7 protocol fiels compression (sans)
- 8 address and control field compression
- 9 FCS alternatives (16 bits)
- 10 self describing padding (bourrage0xFF)
- 13 callback (sans)
- 15 compound frames (1)

- length ≥ 2

- data : selon le champ type

PPP Authentication : PAP

- Password Authentication Protocol
 - champ protocol du paquet PPP 0xC023

code	identifiant	total length
ID length	identification	
PW length	password	

- code
 - 1 authenticate request
 - 2 authenticate ack
 - 3 authenticate nack
- identification et mot de passe PPP
 - ce n'est pas un login sur une machine
- Une fois en début de connexion, mot de passe en clair sur le réseau₁₆

PPP Authentication : CHAP

- Challenge Handshake Authentication Protocol (encryptage)
 - champ protocole du paquet PPP 0x223

code	identifiant	total length
Data		

- code
 - 1 challenge
 - 2 response
 - 3 success
 - 4 failure
- Trois temps avec le code 1
 - 1 envoi d'une chaîne
 - 2 réception du résultat de la fonction MD5 (secret, chaîne)
 - 3 comparaison => ack, nack
- Authentification périodique

PPP NCP

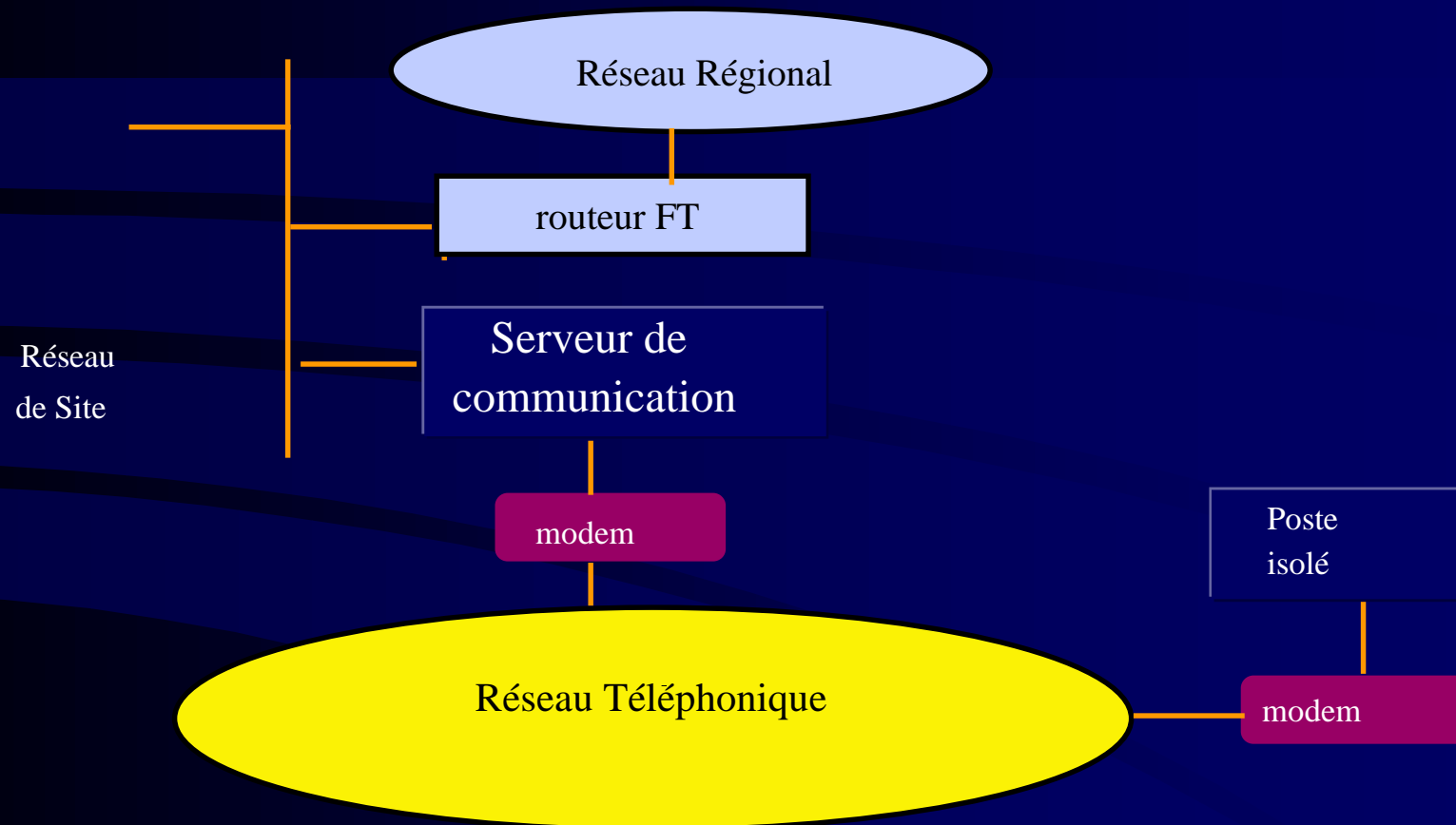
- Network Control protocol
 - Un NCP par protocole de la couche réseau
 - Définis par des RFC
 - RFC 1332 IPCP (IP)
 - RFC 1376 DNCP (Decnet)
 - RFC 1377 OSINLCP (OSI)
 - RFC 1378 ATCP (AppleTalk)
 - RFC 1552 IPXCP (IPX)
- Permet le multiplexage de différents protocoles sur la liaison



PPP NCP

- Code
 - Etablissement et configuration de la liaison
 - 1 configure request
 - 2 configure ack
 - 3 configure nack
 - 4 configure reject
 - Coupure de la liaison
 - 5 terminate request
 - 6 terminate ack
 - Surveillance et gestion de la liaison
 - 7 code reject
- les autres champs ont la même signification que dans le paquet LCP

Principe d'accès par le RTC



Principe d'accès par le RTC

- Générations de modems : V32.bis, V90
 - Contrôle d'erreur : V42 et MNP4
 - Compression : V42.bis et MNP5
 - Ils ne sont pas compatibles V23 (1200/75 bauds), donc pas de minitel
 - Permettent la négociation des vitesses de modulation
 - Débits peuvent être supérieurs à 60 kbs
- A ces débits, il est possible d'utiliser les protocoles TCP/IP sur ligne téléphonique

Le serveur de communication

- Il assure :
 - La concentration de lignes série.
 - La fonction de passerelle avec le protocole du réseau local (IP).
 - Le routage des paquets IP vers les stations destinataires.
- Il donne accès au réseau local à partir de lignes séries.
- Chaque port du serveur de terminal à une adresse IP
 - => cette adresse est attribuée à la station isolée
 - statiquement avec SLIP
 - dynamiquement avec PPP

Pour qui ?

La station isolée

- PC où Mac
- "*driver*" PPP
- piles de logiciels TCP/IP
 - NCSA/telnet (PPP) , PC/TCP(PPP), Trumpet (PPP),
 - Microsoft (PPP) (adopté par les fournisseurs d 'accès)
 - MacTep et Mac PPP
- Applications utilisables:
 - Telnet, Ftp
 - Eudora
 - Clients WWW.

Sécurité

- Compromis entre le "risque informatique" et la facilité d'utilisation.
- Généralement ce type de connexion donne accès au réseau du site.
 - Sur une station où l'utilisateur à un login.
- Pas directement à l'extérieur.
 - L'accès à l'Internet "*tout entier*" à partir d'accès banalisés type serveurs de terminaux n'est pas autorisé.
- Des mécanismes plus contraignants peuvent être mis en oeuvre
 - réseau "coupe feu"
 - login/mot de passe sur le serveur de terminal

Le Réseau Numéris

- RNIS : Réseau Numérique à Intégration de Services.
 - Développement au CNET à Lannion.
- Numéris : RNIS Français.
- ISDN : Integrated Services Digital Network
- Support de RNIS : Réseau numérique
 - Le réseau français est numérisé à plus de 95%.
 - La numérisation de la commutation signifie que les commutateurs électromagnétiques sont remplacés par des commutateurs électroniques à technologie de commutation temporelle.
 - commutation temporelle: exploration séquentielle des N voies d'entrée. Elaboration d'une trame multiplexée comportant N intervalles de temps (IT) de k bits.
 - Dans les autocommutateurs destinés au RNIS, chaque IT comprend 8 bits et se reproduit toutes les 125 microsecondes, soit 8000 fois par seconde (64000 bits/s)

Avec NUMERIS

- Nouvelle signalisation avec l'abonné : Protocole D.
- Nouvelle signalisation dans le réseau : CCITT N°7.
- Nouvelle transmission entre l'abonné et le commutateur.
- Réseau unique pour:
 - Téléphonie
 - Télécopie G3, G4
 - Transmission de données.
 - Son.
 - Images.
- Réseau à couverture nationale.

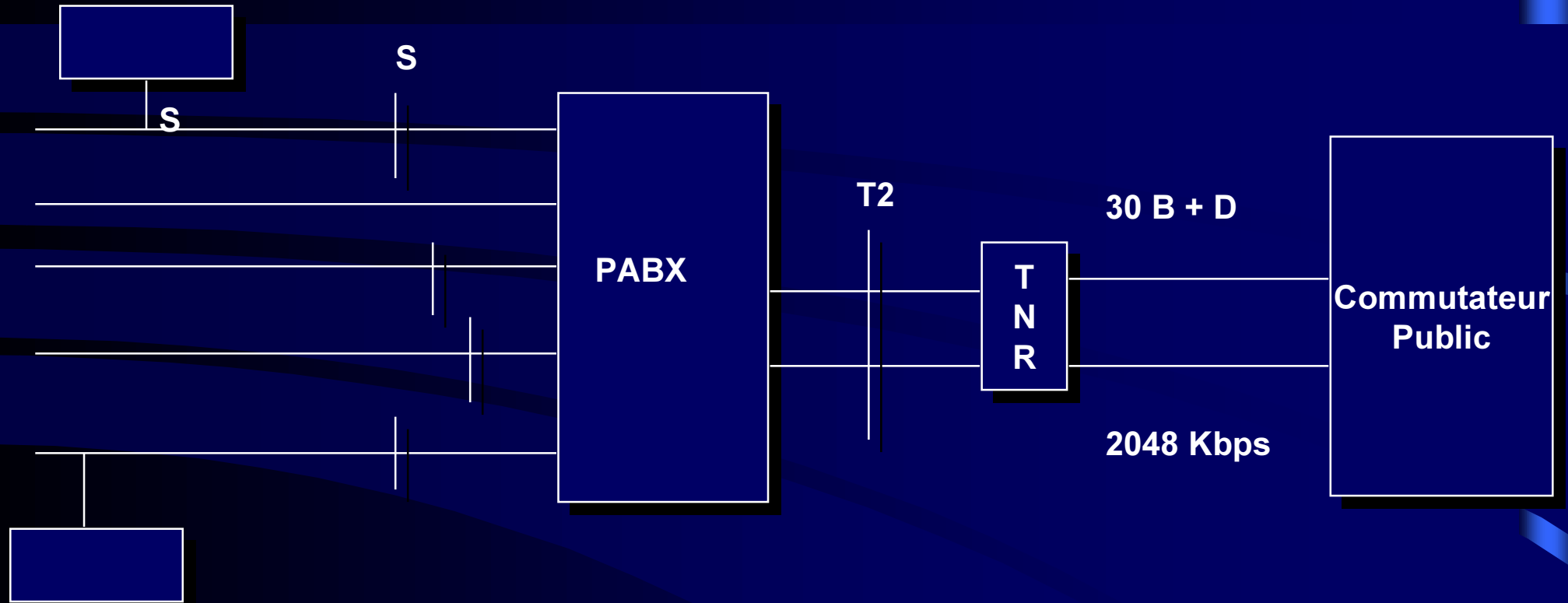
Numéris : Accès de Base 2B+D

- Débit utile 144 kbit/s pour un débit nominal de 192 kbit/s
 - Une trame de 48 bits toutes les 250 Microsecondes avec 36 bits de données.
 - 2 canaux B à 64 kbit/s pour la parole, les données, le texte et les images.
 - 1 canal D à 16 kbit/s pour la signalisation, la messagerie et l'accès à Transpac (paquet dans D).
- L'accès normalisé coté usager est appelé S0.
 - On parle couramment d'accès S0 pour l'accès de base.
- L'accès normalisé coté réseau est appelé T0.
- Topologie la plus simple chez l'utilisateur:
 - réseau à bus passif avec un maximum de 10 prises.
 - Connexion simultanée de 5 terminaux S0.
 - Prise RNIS RJ45 (ISO 8877).

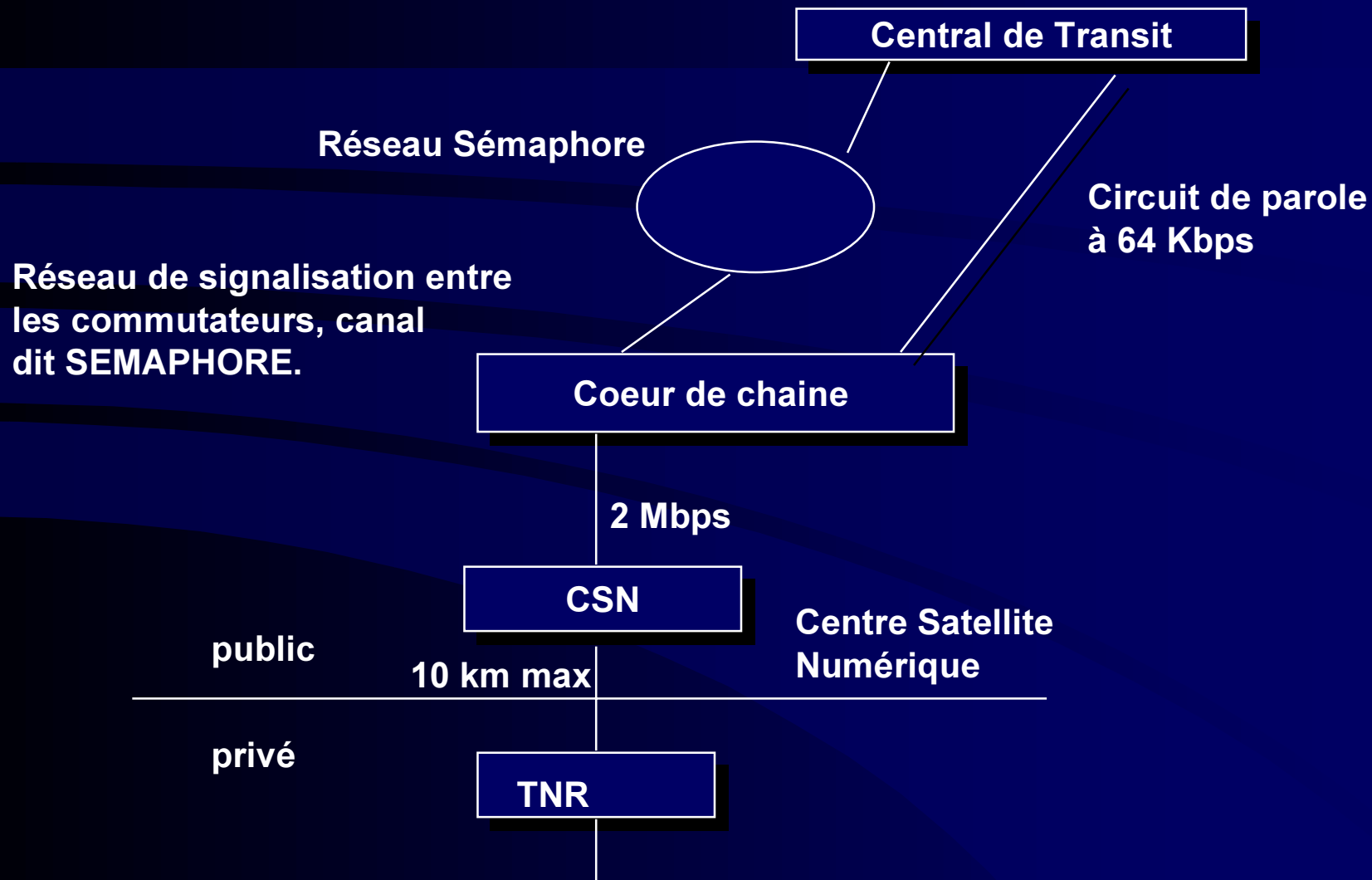
Numéris : Accès Primaire 30B+D

- Débit de 1984 Kbit/s sur un lien à 2048Kbit/s (E1)
- Connexion de PABX, d'ordinateurs, de serveurs.
- Aux USA : 23B+D sur un lien à 1544Kbit/s (T1).
- Accès normalisé coté usager : S2
- Accès normalisé coté réseau : T2
- Trois autres types de canaux définis par le CCITT, essentiellement pour la visio-conférence:
 - H0 : 384 Kbit/s, H11 : 1536 Kbit/S, H12 : 1920 Kbit/s.

Numéris : Architecture Accès Primaire

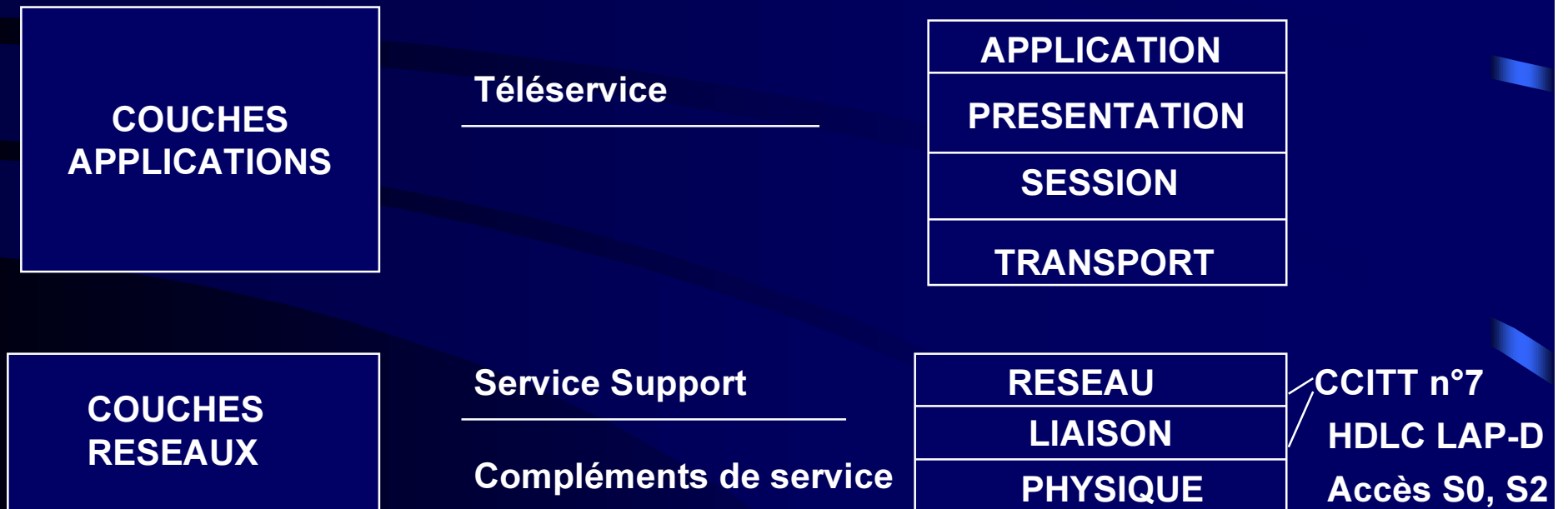
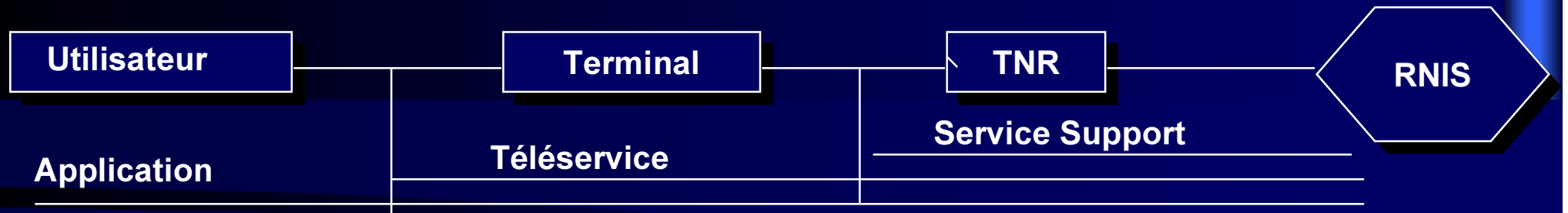


Numéris : Architecture du réseau



Numeris :

Appui sur le modèle OSI



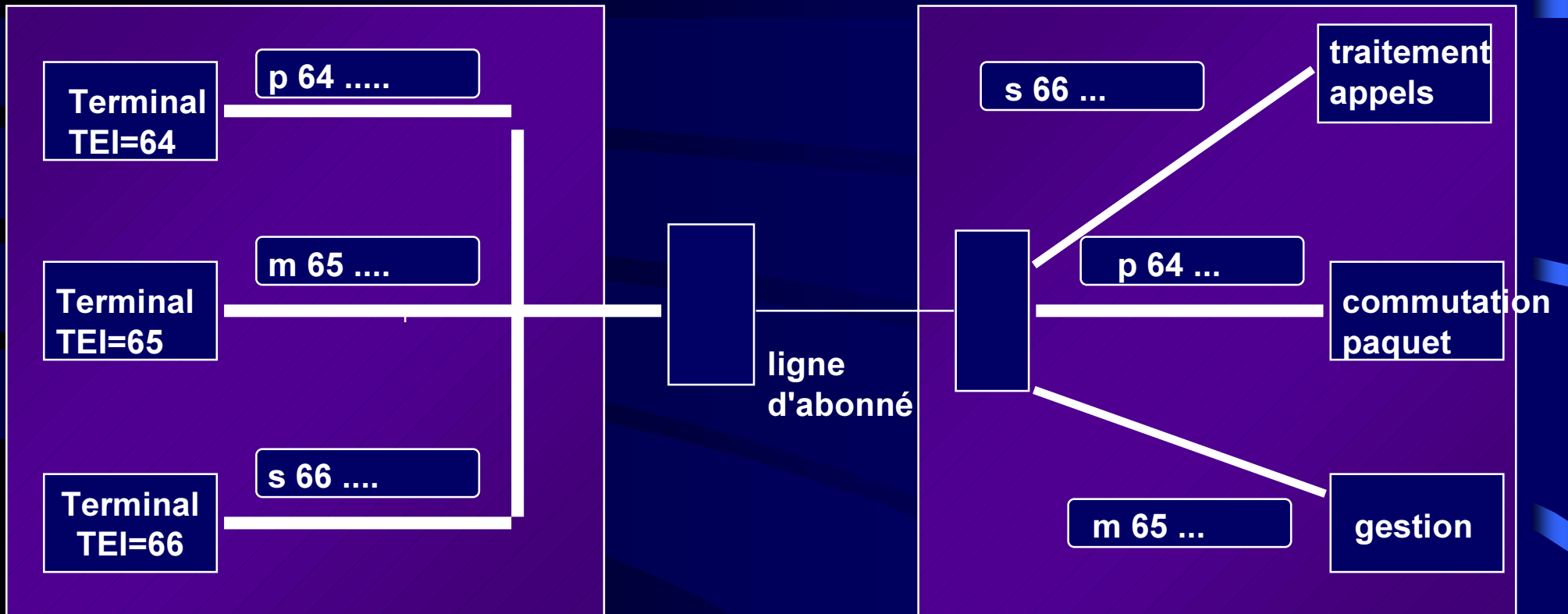
RNIS Protocole LAP D

- Recommandation I411 du CCITT
- Objet :
 - Le LAP D (Link Access Protocol on D channel) définit un protocole d'échange de trames entre entités usager/réseau, usager/régie, régie:réseau.
- Utilise :
 - le service de niveau 1, le canal D.
- Fonctions:
 - Enveloppe HDLC proche de LAP B.
 - Détection d'erreurs par FCS (frame checking sequence)
 - Contrôle de flux.
 - Multiplexage de plusieurs liaisons sur canal D.
 - Multiservices.
- Prolongement de la signalisation par canal sémaphore jusqu'aux terminaux.

- Fondé sur HDLC avec 2 particularités.
- Le canal D peut transporter:
 - des trames de signalisation (messages de niveau 3).
 - des trames de données.
 - des trames de gestion (terminaux et réseaux pour se reconnaître).
 - > Ces trames sont identifiées:
 - dans le champ adresse
 - par un SAPI (Service Access Point Identifier) qui identifie le type de trafic.
- Le protocole D est multipoint :
 - Le terminal concerné par une trame est identifié :
 - dans le champ adresse
 - par un TEI (Identificateur de Terminal), 128 valeurs
 - SAPI+TEI = identification de la liaison de données (fax, téléphone..)

- **Protocole unique pour communications :**
 - > vocales
 - > données (et télématique)
 - > images, vidéo
- **Définit :**
 - les messages.
 - les codages.
 - les procédures.
- **Pour**
 - >établissement/rupture de communications(gestion des ressources d'accès)
 - >transfert de données de compatibilité.
 - suspension/reprise d'appels, compléments de service.

Protocole D, principe d'aiguillage



s = 0 SAPI signalisation
p = 16 SAPI paquet
m = 63 SAPI gestion

Les services de Numeris

- Services de base : deux familles
 - services supports
 - capacités de transmission établies par le réseau pour supporter les flux d'information au point de référence S.
 - Téléservices
 - Garantissent la compatibilité et l'interconnexion de terminaux.
 - Interviennent pour la sélection du terminal.
 - Offerts de bout en bout, au niveau du terminal et non plus au point de référence S.
 - Applications aux normes internationales.
- Compléments de services
 - Possibilités optionnelles ou non, additives ou modificatrices des services support ou des téléservices
 - fonctions additionnelles réseau, informations réseau/utilisateur, filtrages,..

Service support numérique

- Service support à commutation de circuit sur canal B transparent (CCBT)
 - Intégrité de la séquence numérique assurée de bout en bout.
 - Transparence des informations échangées.
- Caractéristiques
 - Mode de commutation de l'information : mode circuit
 - Débit de transfert de l'information : 64 Kbit/s, structure type octet.
 - possibilité de transfert de l'information sans restriction
 - sans altération, sans protocole imposé.
 - Etablissement de la communication : appel par appel.
 - Configuration de la communication : point à point.
 - Flux d'information : bidirectionnel et symétrique.
 - Données d'information transmises dans le canal B.
 - Données de signalisation (établissement, libération) transmises dans le canal D.

Identification d'appel.

- Ce mécanisme sera utilisé par les équipements d'interconnexion.
 - Permet à l'utilisateur de connaître l'identité de l'utilisateur demandeur.
- Numéro de l'installation (NDI) fourni par le réseau ou numéro du terminal (NDS) complété éventuellement de la sous-adresse.
 - NDI : Numéro de désignation de l'installation = numéro de la tête de ligne. C'est le numéro que devra fournir l'équipement d'interconnexion de réseaux.
 - NDS : Numéro de désignation supplémentaire. programmé par l'utilisateur sur son terminal.

Usage de la SDA et

de la sous-adresse

MARSEILLE

n° 04 91 23 08 15

PARIS

n° 01 42 21 26 70

NUMERIS

accès de base

accès de base

T
N
R

T
N
R

Tel 1

Tel 1

Micro

M1

Tel 2

G4

M2

Tel 2

G4

Usage de la SDA et de la sous-adresse

MARSEILLE

n° 04 91 23 08 15

NUMERIS

PARIS

n° 01 42 21 26 70

Souscription de 5 n° de SDA :

01 42 21 26 70
 01 42 21 26 71
 01 42 21 26 72
 01 42 21 26 73
 01 42 21 26 74

accès de base

accès de base

T
N
R

T
N
R

Tel 1

SDA : 2671

01 42 21 26 71

M1

Tel 1

01 42 21 26 70

Micro

G4

SDA : 2671

M2

Tel 2

01 42 21 26 70

Tel 2

G4

01 42 21 26 73
 téléservice Télécopie
 n° de SDA : 2673

SDA : pour atteindre un groupe de terminaux.

Usage de la SDA et de la sous-adresse

MARSEILLE

n° 04 91 23 08 15

NUMERIS

PARIS

n° 01 42 21 26 70

Souscription de 5 n° de SDA :

01 42 21 26 70
 01 42 21 26 71
 01 42 21 26 72
 01 42 21 26 73
 01 42 21 26 74

accès de base

accès de base

T
N
R

T
N
R

Tel 1

SDA : 2671
 sous-adr: 30

Tel 1

01 42 21 26 70 * 10

Micro

G4

SDA : 2671
 sous-adr: 31

01 42 21 26 71

M1

Tel 2

01 42 21 26 70 * 11

Tel 2

M2

G4

01 42 21 26 73
 téléservice Télécopie
 n° de SDA : 2673

SDA : pour atteindre un groupe de terminaux.
 Sous-adresse : sélection d'un terminal dans un groupe.

Numeris et Transpac

- Raccordement à Transpac par le canal D.
 - depuis la version VN3 de Numéris, accès à Transpac par le canal D.
 - Nécessite un raccordement Numéris et l'option LLP (Liaison Logique Permanente).
 - Débit maximal de 9.6 Kb/s.
 - Facturation :
 - Abonnement Numéris + abonnement complémentaire.
 - Coût au volume émis ou reçu.
 - Le prix du CV Transpac est facturé en sus, au même tarif que celui d'une LS à 9.6 Kb/s (Volume + Durée).
- Raccordement par numéris canal B.
 - L'accès se fait par les EBS64 (Entrées Banalisées Synchrones 64 Kb/s).

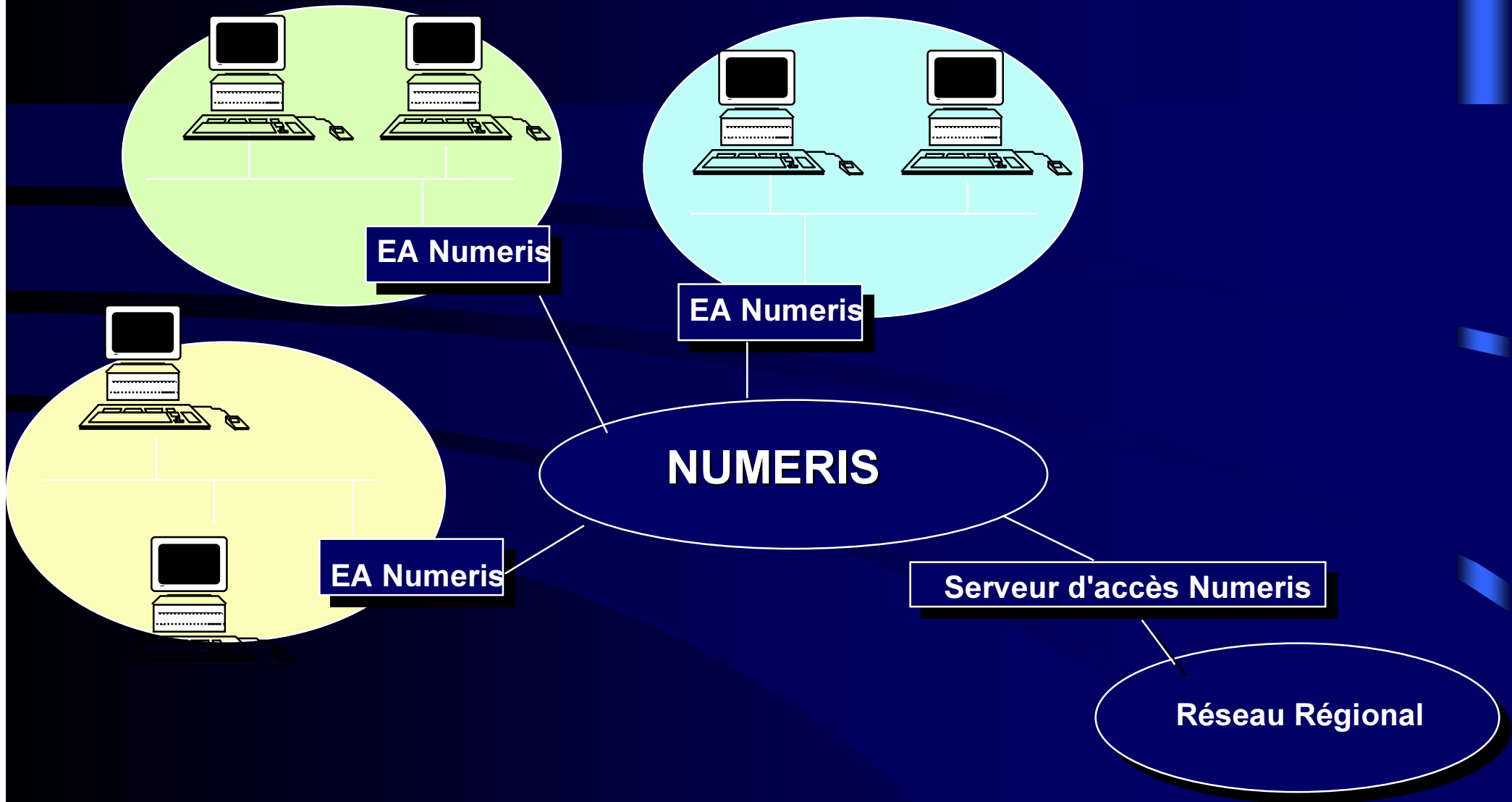
Interconnexion : Principes

- Objectifs
 - Proposer un moyen de raccordement efficace :
 - à un réseau informatique TCP/IP.
 - à un réseau national.
 - à un centre de calcul.
- Il s'agit de l'utilisation de Numeris en lien primaire.
 - L'utilisation la plus courante de RNIS est le secours de ligne spécialisée ou de liaison X25. Les équipements sont les mêmes avec dans ce cas une grande importance donnée au temps de basculement.

Interconnexion : Principes

- Spécifications du moyen de raccordement :
 - Conformité aux standards
 - Indépendance vis à vis des constructeurs et fournisseurs.
 - Permettre de travailler dans un monde hétérogène.
 - Agrément de l'opérateur national.
 - Interdiction de mettre sur le réseau national des équipements non agréés par la Direction de la Réglementation.
 - Facilité de mise en oeuvre.
 - Les utilisateurs ne sont pas des informaticiens spécialistes des réseaux et ne disposent pas toujours de service d'aide.
 - Le mot d'ordre des utilisateurs : "plug and play".
 - Utilisation à la maison comme au bureau
 - Pas de conditions d'utilisation particulière.
 - Faible coût
 - Comme toute adoption d'une solution réseau, le coût est un des critères essentiels de choix.

Service d'accès par Numeris



Equipements d'interconnexion :

Protocoles

- Le routeur IP sur RNIS est l'équipement d'interconnexion.
- Quatre types d'encapsulation d'IP sur Numeris (canal B)
 - IP dans HDLC (High Level Data Link) au niveau 2.
 - Solution propriétaire, condamne à un environnement homogène.
 - Très bonne utilisation de la bande passante (60 Kbit/s).
 - IP dans X25, niveau 3.
 - RFC 877 et sa révision RFC 1356.
 - Utilisation correcte de la bande passante (55 Kbit/s).
 - Donne accès à un environnement constructeur hétérogène.
 - IP dans PPP.
 - RFC 1548.
 - Bonne utilisation de la bande passante (58 Kbit/s).
 - Autorise l'accès à un environnement constructeur hétérogène.
 - IP dans Frame Relay
 - Très populaire aux USA. Peu présent en France

Equipements d'interconnexion :

Protocoles

- De nombreux constructeurs de routeurs ont opté pour IP/PPP.
 - Certains proposent plusieurs accès de base S0.
 - Des équipements avec accès primaire S2.

Equipements d'interconnexion :

Fonctionnalités

- Possibilité de tests sur le lien Numeris
 - Il est intéressant de disposer de commandes permettant de vérifier la connexion au niveau RNIS.
 - test de la TNR, test jusqu'au commutateur, test de bout en bout
 - Cette fonction n'est pas disponible sur tous les équipements.
- Sécurité d'accès, identification de l'appelant :
 - Tables d'association des adresses IP et des adresses Numeris (réseau, station), toute adresse qui n'est pas dans la table est rejetée.
 - Contrôle sur le numéro de l'installation (NDI) fourni par le réseau
Mais pas le contrôle sur le numéro du terminal (NDS) qui peut être modifié par l'utilisateur.
 - Authentification au niveau du protocole de transmission :
 - HDLC : aucun mécanisme.
 - X25 : sans doute le Groupe Fermé d'Abonné (GFA).
 - PPP : PAP (Password Authentication protocol).
CHAP (Challenge Handshake Authentication Protocol).

Equipements d'interconnexion :

Fonctionnalités

- Augmentation du débit vers une même destination.
Utilisation des 2 canaux B pour un débit nominal de 128 Kbit/s.
 - Ouverture des 2 canaux vers une même destination.
 - Répartition dynamique de charge, "load balancing".
- Coupure de la liaison Numeris sur inactivité au niveau IP par configuration de temporisateurs.
 - Cette coupure est totalement transparente pour l'utilisateur.
Si ce n'est le temps de renumérotation lors de la réactivation d'IP, en général 3 à 4 secondes.
- Reprise sur incident.
 - En cas de rupture du lien RNIS, la session TCP/IP doit se poursuivre lors de son rétablissement.

Equipements d'interconnexion :

Fonctionnalités

- Mise à jour automatique des tables de routages sur RNIS : "Triggered RIP"
 - RFC 1581 et RFC 1582 : trames RIP de IP, SAP de IPX.
 - Les échanges entre les équipements RNIS ne se fait que sur modification d'état => peu de trames d'informations, évite la mise à jour manuel.
- Gestion de priorité des applications
 - Possibilité d'attribuer une priorité différente aux applications de type transfert de fichier (ftp) et de type terminal virtuel (telnet).
- "Management SNMP"
 - Les routeurs sont administrables avec SNMP.
 - Il faut faire attention aux trames de polling qui risquent d'ouvrir des communications donc d'occasionner un coût.

Accès de l'utilisateur isolé

- Réservé à des stations disposant :
 - d'une carte Numéris.
 - d'une pile logicielle TCP/IP.
 - d'un logiciel de communication, interface entre la carte et IP.
- De nombreuses cartes pour ordinateurs personnels existent.
- Les piles TCP/IP standards du marché fonctionnent dans cet environnement
- On doit avoir les mêmes fonctionnalités que les routeurs.

Interconnexion : Conclusion

- L'utilisation de Numeris apporte le confort d'un lien haut-débit.
- Il y a convergence des fournisseurs vers la solution IP/PPP .
- Il y a de même convergence en terme de fonctionnalités.
- Il faut néanmoins éduquer les utilisateurs qui vont utiliser un réseau longue distance dont la facturation est établie sur des critères de durée.
 - Pas de problème pour les applications type transfert de données.
 - Attention aux applications interactives.

Les Coûts

- Accès de base S0
 - Frais d'accès au réseau.
 - Abonnement mensuel.
- Accès primaire
 - Frais d'accès au réseau
 - Abonnement mensuel/canal B avec une perception minimum.
- Tarif des communications, service donné à 64 Kbit/s
 - Mise en oeuvre des périodes de tarifications téléphoniques: Rouge, Blanc, Bleu, Bleu nuit.
 - Pour un canal B, le coût est maintenant identique au téléphone.

Les Coûts

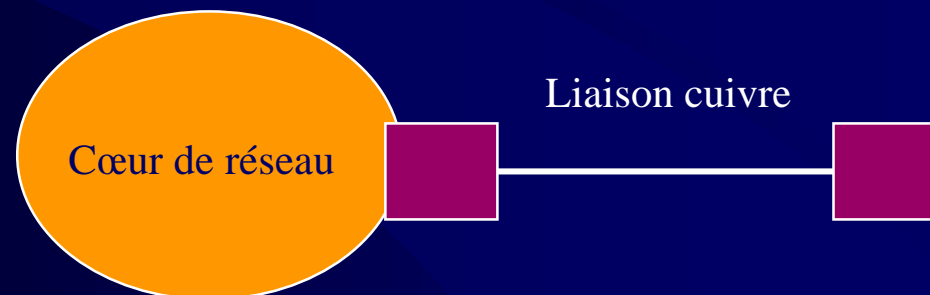
- Il est difficile de définir globalement, les zones d'intérêt de Numeris où de Transfix à 64 Kbit/s.
- Chaque site doit être soumis à une étude précise sur le type de connexions, les périodes de la journée....
- Education des utilisateurs
 - Apprendre à se déconnecter lorsqu'on a plus besoin de maintenir une session ouverte.
 - La paramétrisation des temporisateurs ("timer") à 40" permet de clore une connexion Numeris sur une inactivité de 40", mais pas TCP/IP
=> toute pression sur un bouton quelconque toute les 35" maintient une connexion Numéris permanente, donc facture maximale.

Technologies xDSL

- Utilisation du câblage réseau téléphonique classique sur paire torsadée (cuivre)
 - voix : fréquence de 3.3 kHz
 - passage aux fréquences dans le MHz
 - atténuation augmente avec la fréquence et la longueur
 - DS1 (T1) 1.544 Mbs 5.5 km
 - E1 2.048 Mbs 4.8 km
 - DS2 6.312 Mbs 3.6 km
 - E2 8.448 Mbs 2.7 km
 - 1/4 STS1 12.960 Mbs 1.3 km
 - 1/2 STS1 25.920 Mbs 0.9 km
 - pour chacun de ces débits la distance abonné-réseau doit être respectée

Technologies xDSL

- DSL : *Digital Subscriber Line*
 - acronyme d 'origine Bellcore
 - DSL = un modem ou une paire de modems
- Toute une gamme de technologies
 - DSL = ISDN
 - HDSL
 - SDSL
 - ADSL
 - VDSL



HDSL

- *High data rate Digital Subscriber Line*
- Débits 1.544 Mbs (T1) ou 2.0 48 Mbs (E1)
 - mode duplex
 - bande des 80 kHz à 240 kHz
 - distance maximale de 3.6 km
 - 2 paires torsadées pour T1 (chaque paire à 1/2 vitesse)
 - 3 paires torsadées pour T2 (chaque paire à 1/3 vitesse)
- Utilisation
 - connexion de PABX
 - accès Internet (serveurs)
 - réseaux privés

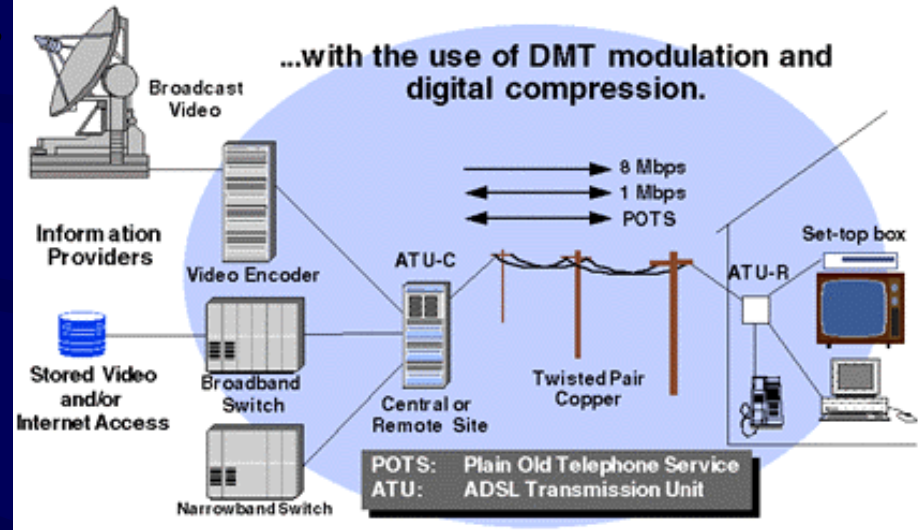
SDSL

- *Single line Digital Subscriber Line*
 - version de HDSL utilisant une seule paire torsadée
- Débits 1.544 Mbs (T1) ou 2.0 48 Mbs (E1)
 - opère sur le réseau téléphonique
 - une ligne supporte le service téléphonique et la transmission T1/E1
 - mode duplex
 - bande des 80 kHz à 240 kHz
 - distance maximale de 3 km
- Utilisation
 - toute application nécessitant des accès symétriques

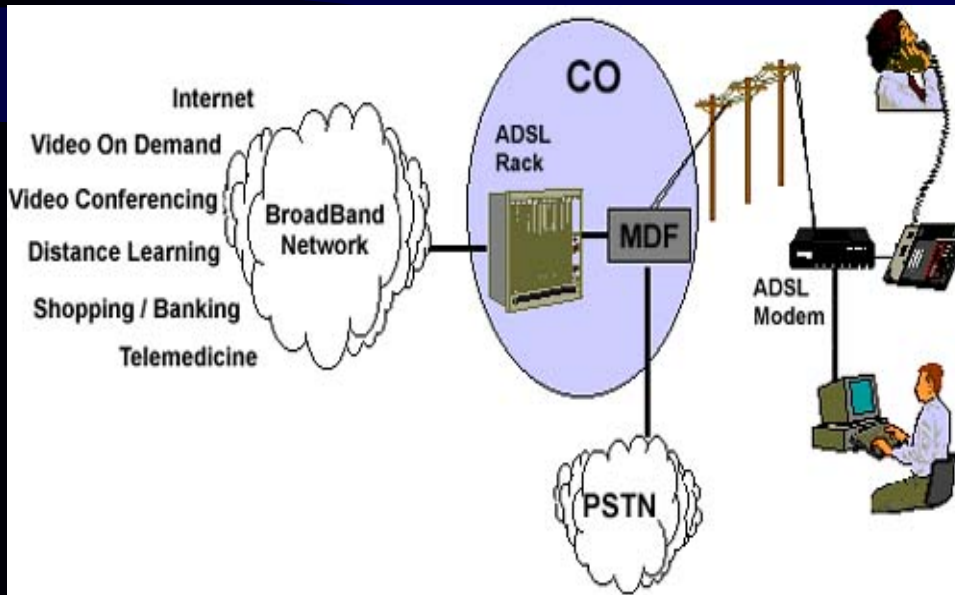
ADSL

- *Asymmetric Digital Subscriber Line*

CopperGold™ Solutions Turbocharge Phone Lines for Access to Interactive Multimedia Services...

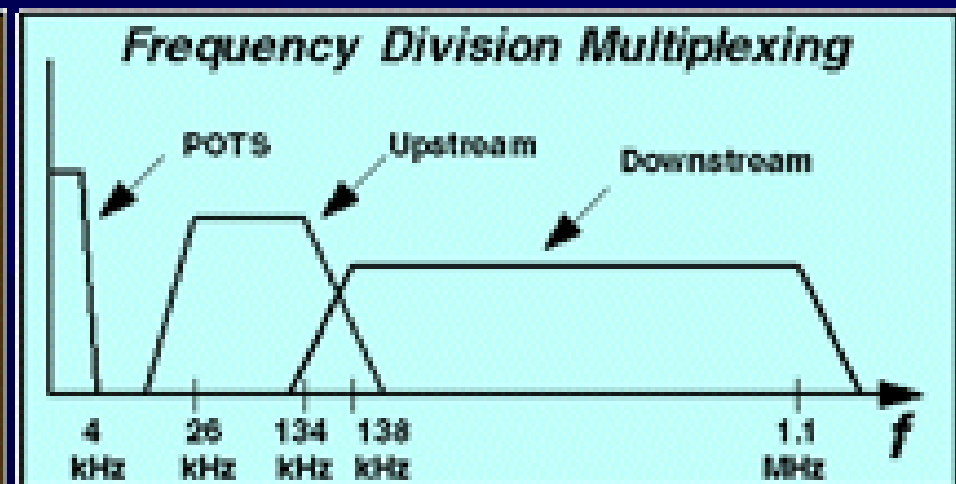
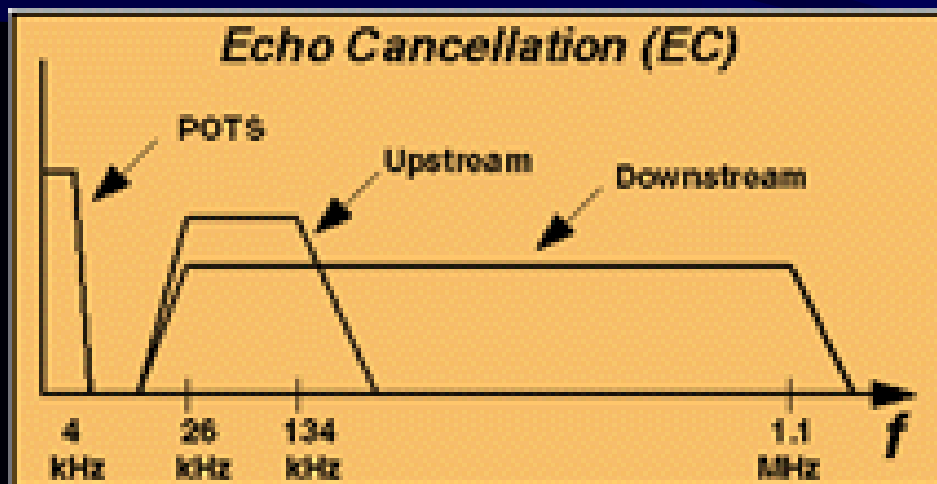


- ANSI Standard T1.413
 - 6.1 Mbs (flux descendant)
 - mode de connexion permanente



- Moins à voir avec la technologie de transmission qu'avec le câblage
 - câble = nombre important de paires torsadées
 - envoyer des signaux symétriques sur plusieurs paires dans un même câble limite de manière significative le débit et la longueur de la ligne.
- Débits
 - *voie descendante* (downstream) : 1.5 Mbs à 8.448 Mbs
 - T1, E1, DS2, E2
 - *voie montante* (upstream) : 16 kbs à 640 kbs
 - signalisation, opérations de contrôle et d'adaptation aux lignes, trafic usager
- Le service téléphonique reste disponible

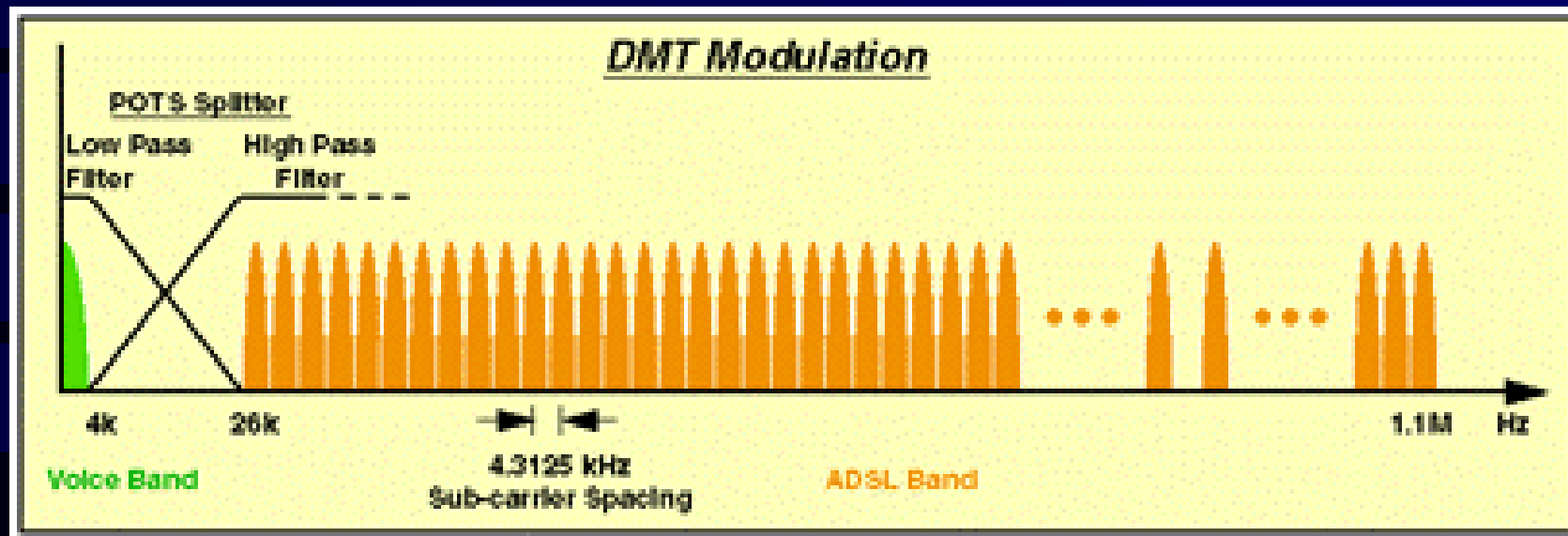
- Fréquences
 - spectre divisée en 3 régions
 - téléphone : 4 kHz
 - canal montant (usager-réseau)
 - canal descendant (réseau-usager)
 - deux méthodes



ADSL

Modulation : DMT

- *Discrete Multi-Tone*
 - intégrée dans la norme ANSI T1.413



- Division de la bande (0-1.1 MHz) en en 256 sous-canaux de 4.31 kHz
 - chaque canal à son propre flot de signaux
 - le protocole ADSL permet aux extrémités de savoir quels canaux sont utilisés en fonction du SNR (Signal Noise Ratio) de la ligne
 - utilisation de l'information pour éclater le flux de données sur les différents canaux

ADSL

Modulation : DMT

- Débits possibles

- le standard de l'ANSI autorise le transport de 16 bits/Hz

- la plupart des implémentations actuelles ne transportent que 8 bits/Hz

débit = Nombre de canaux x nombre de bits/canal x vitesse de modulation

avec 8 bits/Hz

débit montant max : $25 \times 8 \times 4000 = 800 \text{ kbs}$

débit descendant max : $249 \times 8 \times 4000 = 7.968 \text{ Mbs}$

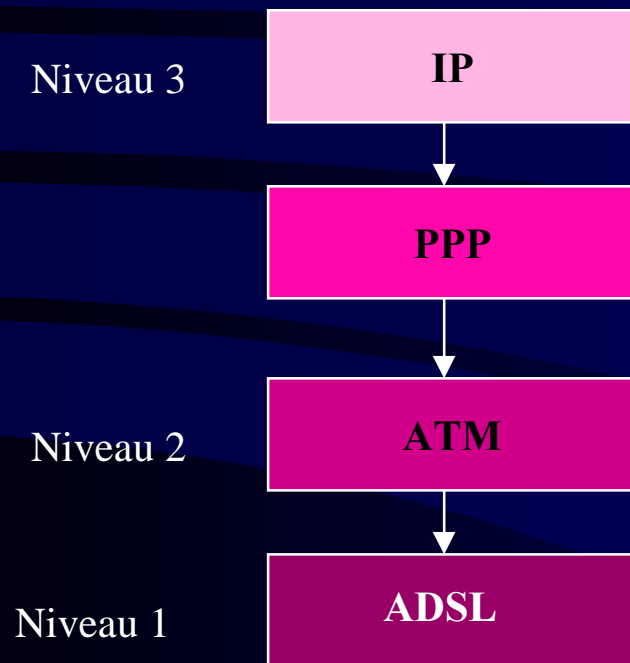
- débit descendant normalisé : 6.1 Mbs

- équivalent à 4 T1 (USA) ou 3 E1 (Europe)

ADSL

IP et ADSL

- Protocoles mis en oeuvre



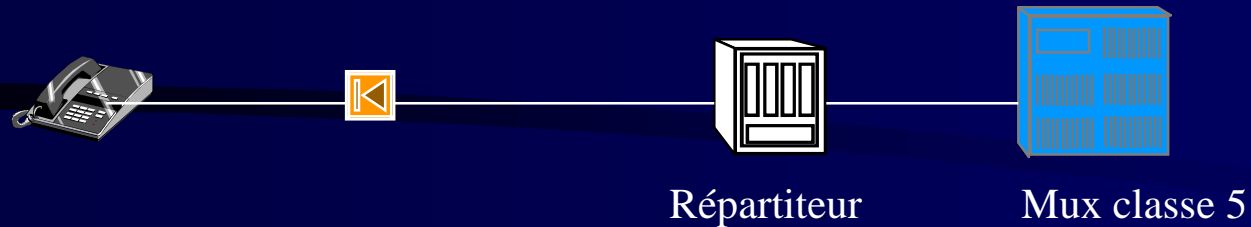
- Utilisation pour authentification

- ATM assure le niveau 2 d'ADSL
 - ATM 25 Mbs

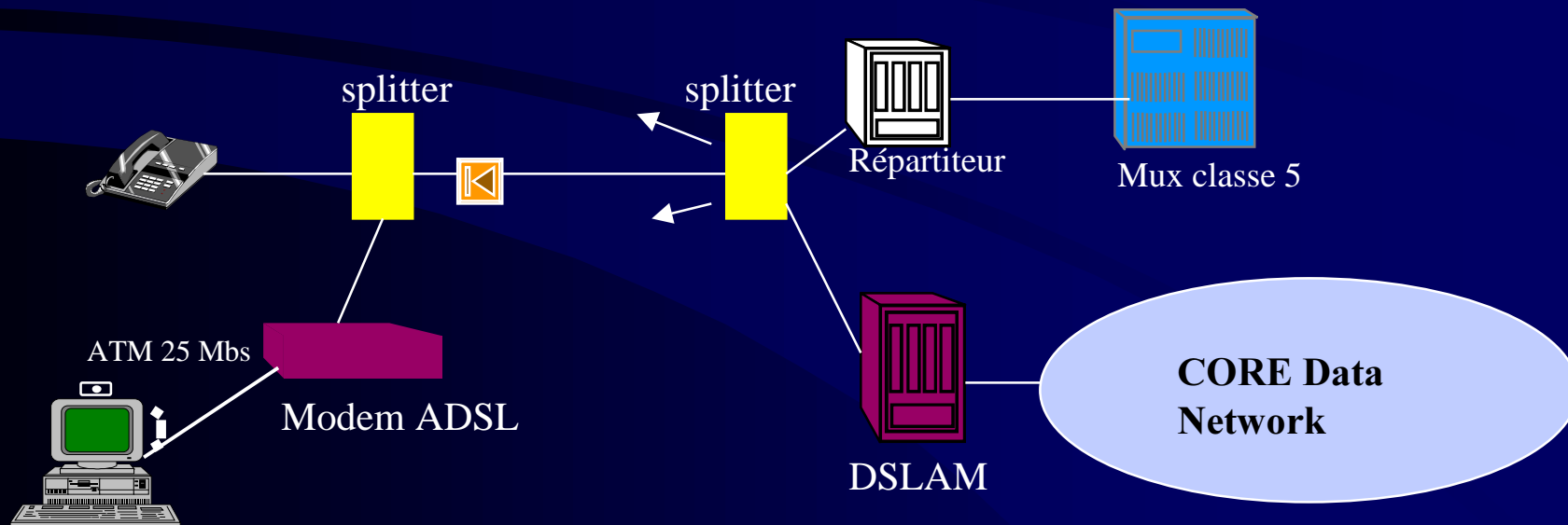
ADSL

connexion

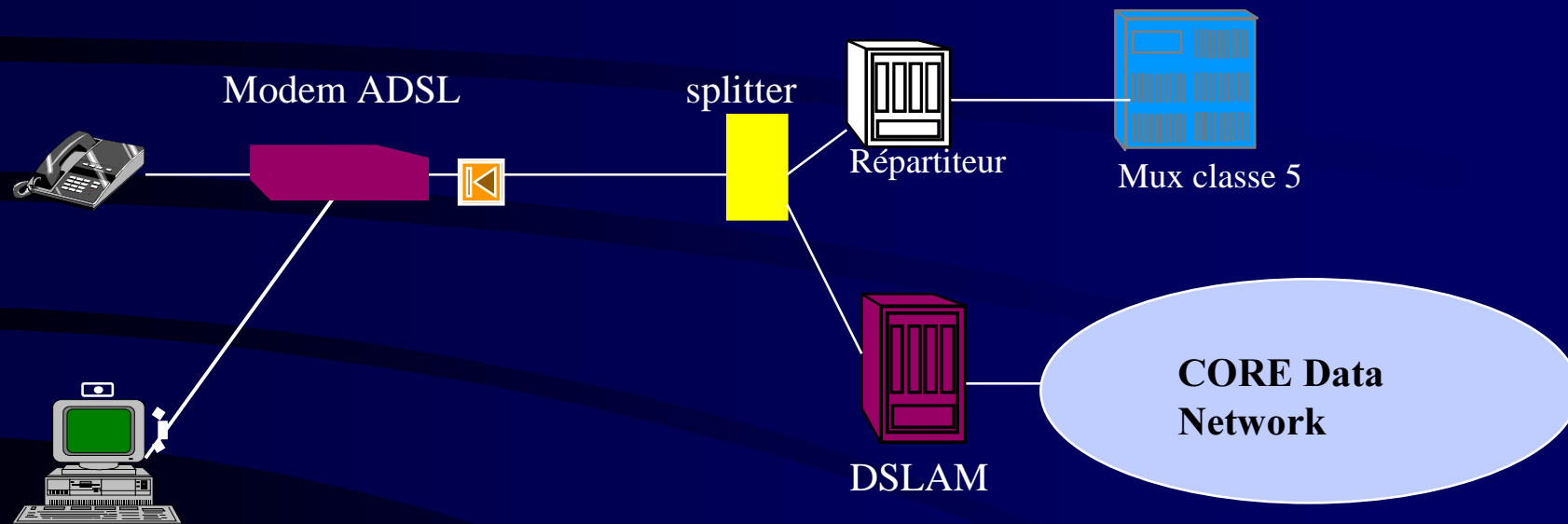
- Connexion téléphonique classique



- Connexion ADSL: principe



- Modem ADSL avec fonction splitter

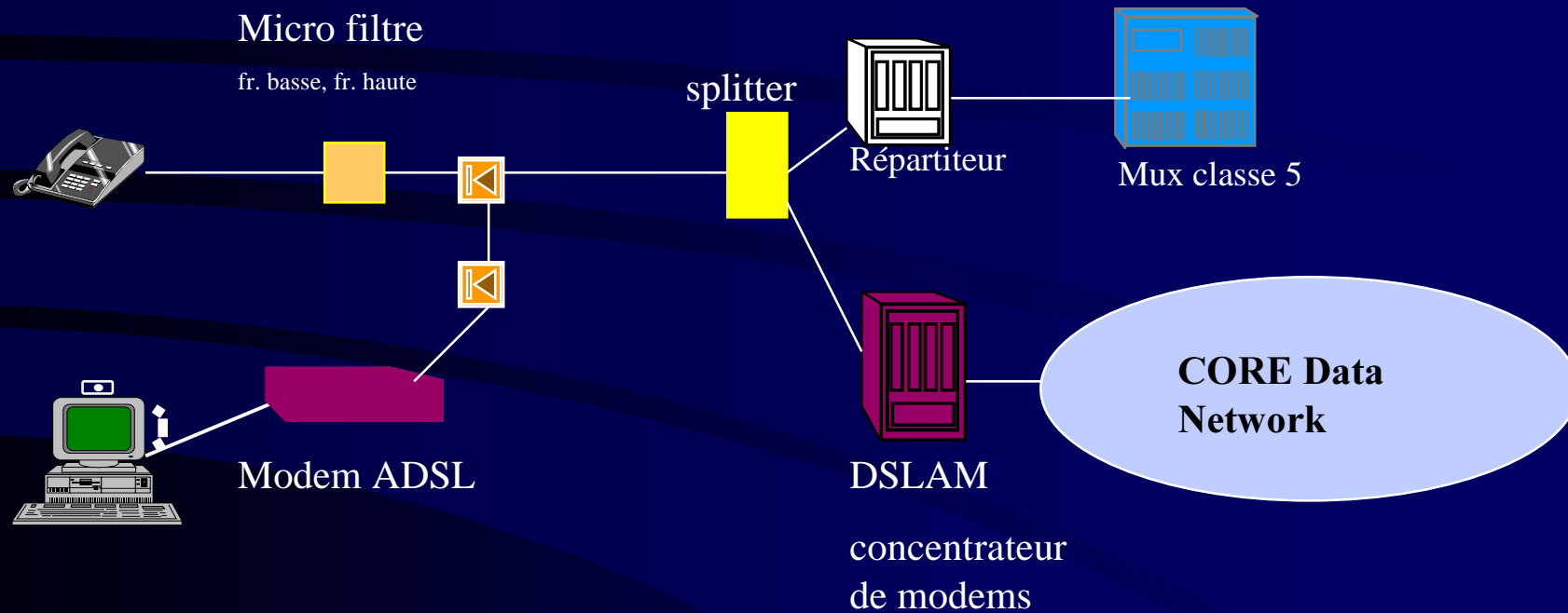


- Modem intégré
 - nécessite le prolongement du cuivre jusqu'au PC
 - pas disponible en France : interface de service ?

ADSL

connexion

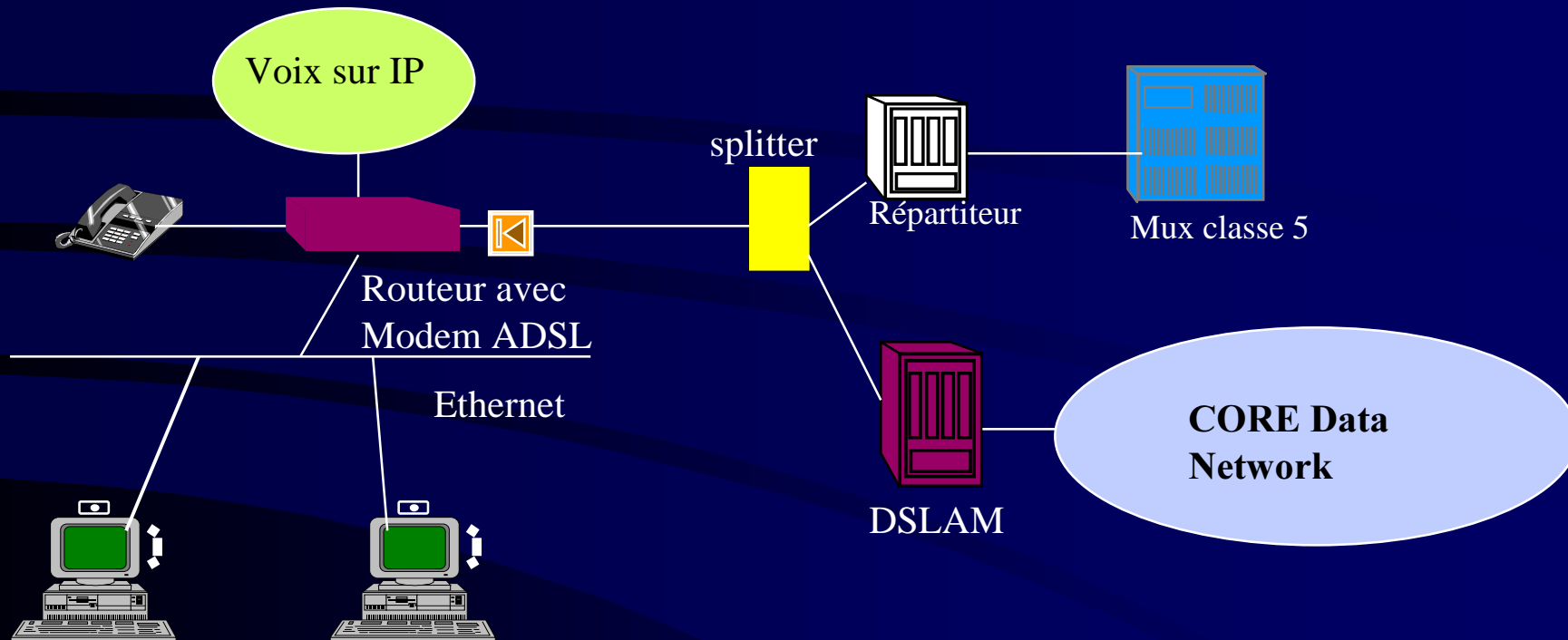
- Modem ADSL et micro filtre



ADSL

connexion

- Connexion d'un réseau



VDSL

- *Very high Digital Subscriber Line*
 - pas de standard pour l'instant
- Transmission asymétrique
 - flux descendant : 12.96 Mbs à 51.84 Mbs (STS-1)
 - distance de 300 m pour STS-1
 - flux montant : 1.5 à 2.3 Mbs
- Mêmes applications que ADSL plus HDTV

- [Http://www.adsl.com/adsl_forum.html](http://www.adsl.com/adsl_forum.html)
- <http://cerig.efpg.inpg.fr/ADSL/liens.html>

