

IP "sur tout"

Chaput Emmanuel

2015-2016



Notes :

Plan

- 1 IP sur Ethernet
- 2 Le protocole PPP
- 3 IP sur ATM
- 4 IP sur SDH
- 5 IP sur IP
- 6 Références bibliographiques

Notes :

IP sur Ethernet

- 1 IP sur Ethernet
 - Introduction
 - L'encapsulation
 - Adressage

Notes :

Introduction

- 1 IP sur Ethernet
 - Introduction
 - L'encapsulation
 - Adressage

Notes :

L'encapsulation

- 1 IP sur Ethernet
 - Introduction
 - L'encapsulation
 - Adressage

Notes :

L'encapsulation

- Deux "variantes" d'Ethernet
 - Ethernet DIX (ou Ethernet II)
 - IEEE 802.3
- Deux encapsulations différentes

Ethernet DIX

- Champ `EtherType` après les adresses
- Link-Layer-SAPI
- Valeurs standardisées
 - 0x0800 = IP
 - 0x0806 = ARP

IEEE 802.3

- Champ `Length` après les adresses
- Longueur de la trame
- Pas de SAPI
- Utilisation de IEEE 802.2

Notes :

Cohabitation Ethernet DIX/IEEE 802.3

Les deux premiers octets après les adresses permettent de différencier

Jusqu'à 1500 (0x05DC)

- C'est la longueur de la trame
- IEEE 802.3

À partir de 1536 (0x0600)

- C'est un SAPI
- Ethernet DIX

Notes :

L'encapsulation LLC SNAP

- L'IEEE définit une couche liaison commune à toutes les technologies relevant du groupe 802 [18]
- 802.2 est inspiré de HDLC
- Optionnel dans 802.3 depuis 1997
 - Pour compatibilité avec Ethernet
- 3 modes
 - Type 1 sans connexion ni accusés de réception
 - Type 2 orienté connexion
 - Type 3 sans connexion mais avec accusés de réception

Notes :

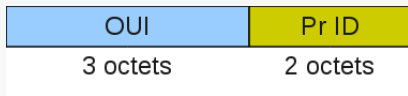
L'encapsulation LLC

DSAP	SSAP	Control
1 octet	1 octet	2 octets

- *Destination Service Access Point*
- *Source Service Access Point*
- *Control* équivalent à la commande HDLC
- Problème
 - SAP = 0x06 pour IP, parfait ...
 - Pas de valeur pour ARP !

Notes :

L'encapsulation SNAP



- Lorsque SSAP et DSAP valent 0xAA ou 0xAB
- *Organizationally Unique Identifier*
 - Défini par l'IEEE Registration Authority
- *Protocol Identification*
 - Défini comme un *EtherType* si OUI = 0x00
- Au final, MTU = 1492

Notes :

Adressage

- 1 IP sur Ethernet
 - Introduction
 - L'encapsulation
 - Adressage

Notes :

Les protocoles ARP et RARP

Address Resolution Protocol

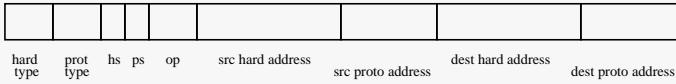
- Correspondance adresse IP vers adresse MAC
- Réponse de l'intéressé
- Mise en place d'un cache
- [36]

Reverse Address Resolution Protocol

- Correspondance adresse MAC vers adresse IP
- Réponse d'un serveur
- [11]

Notes :

Les messages ARP et RARP



- Opération
 - Requête/réponse
 - ARP/RARP
- Adresses source et destination
 - Vis à vis du message
 - Permutation entre requête et réponse
- Théoriquement indépendant ...

Notes :

Le protocole PPP : plan

- ② Le protocole PPP
 - La trame PPP
 - La gestion de la ligne
 - La gestion du réseau
 - Succès de PPP

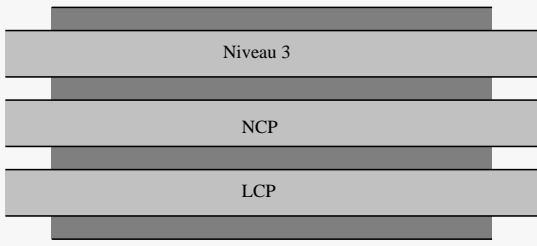
Notes :

Point to Point Protocol

- Protocole de niveau liaison héritier de HDLC
- Véhicule tout type de protocole
 - En particulier IP, IPX, *AppleTalk*, ...
- Sur différents supports
 - Couche physique ... ou pas !
- Contrôle de la ligne (LCP) et du réseau (NCP)
- Authentification (PAP, CHAP [40], EAP [3], ...)
- Décrit dans [39] et autres

Notes :

Point to Point Protocol



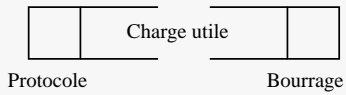
Notes :

La trame PPP

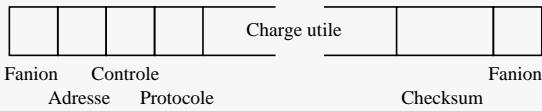
- 2 Le protocole PPP
 - La trame PPP
 - La gestion de la ligne
 - La gestion du réseau
 - Succès de PPP

Notes :

La trame PPP



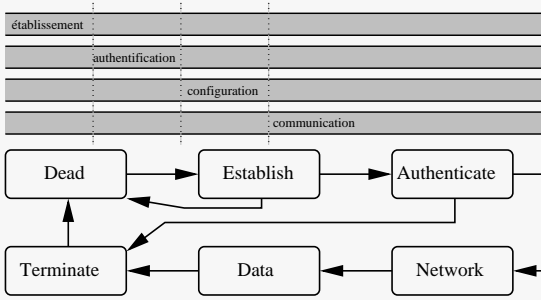
- Version élémentaire décrite dans [39]



- Plus proche de HDLC et décrite dans [38]

Notes :

Les états PPP



Notes :

La gestion de la ligne

- 2 Le protocole PPP
 - La trame PPP
 - La gestion de la ligne
 - Établissement de la liaison
 - La gestion du réseau
 - Succès de PPP

Notes :

La gestion de la ligne

- Établir et rompre une session
 - Échange de messages de trames LCP de configuration
- Définir le format de trame utilisé
- Déterminer la taille des trames échangées
- S'authentifier
 - Au travers d'un mécanisme négocié dans les trames de configuration

Notes :

La gestion du réseau

- 2 Le protocole PPP
 - La trame PPP
 - La gestion de la ligne
 - **La gestion du réseau**
 - Succès de PPP

Notes :

La gestion du réseau : exemple de IP sur PPP

- IPCP (*IP Control Message Protocol*) [33]
- Négociation des adresses
- Compression de l'en-tête TCP/IP
 - 3 octets (Van Jacobson [28])

Notes :

Succès de PPP

- 2 Le protocole PPP
 - La trame PPP
 - La gestion de la ligne
 - La gestion du réseau
 - **Succès de PPP**

Notes :

Succès de PPP

- PPP, protocole de liaison
 - Permet de l'authentification
 - Permet de la configuration du réseau
 - Faible overhead
- PPP peut être véhiculé
 - Sur un support physique (liaison téléphonique)
 - Sur des réseaux de paquets
- PPP a largement contribué à l'accès internet de l'utilisateur isolé
 - Au travers du RTC dans les années 90
 - Au travers de l'ADSL depuis les années 2000

Notes :

IP sur ATM

- ③ IP sur ATM
 - Introduction
 - Encapsulation de paquets sur ATM
 - LAN emulation
 - Classical IP
 - La route vers MPLS

Notes :

Introduction

- ③ IP sur ATM
 - Introduction
 - Encapsulation de paquets sur ATM
 - LAN emulation
 - Classical IP
 - La route vers MPLS

Notes :

Introduction

- Utilisation de IP sur ATM
 - Profiter des applications IP
 - Utiliser une infrastructure ATM
- Interconnexion de réseaux locaux
 - Avec ATM
 - Au travers d'ATM
- Difficultés
 - Différences fondamentales
 - Mode connecté/non connecté
 - Adressage
 - Qualité de service
 - Transition entre technologies

Notes :

IP sur ATM : quelles pistes ?

- Les propositions de l'IETF
 - Comment acheminer IP sur un réseau tel qu'ATM ?
 - Sur des réseaux locaux
 - Classical IP [30], MARS (multicast) [2]
 - Sur des réseaux longue distance
 - NHRP [31]
 - MPLS
- Les propositions de l'ATM forum
 - Comment acheminer un réseau tel qu'IP sur ATM ?
 - Sur des réseaux locaux
 - LAN Emulation
 - Sur des réseaux longue distance
 - MPOA

Notes :

Encapsulation de paquets sur ATM

- ③ IP sur ATM
 - Introduction
 - Encapsulation de paquets sur ATM
 - LAN emulation
 - Classical IP
 - La route vers MPLS

Notes :

Encapsulation de paquets sur ATM

- Utilisation d'un SVC ATM pour acheminer des paquets (ou trames)
- Utilisation de l'AAL5
- Encapsulation selon RFC 1483 [17, 14]
 - LLC encapsulation permet de multiplexer plusieurs protocoles
 - VC Multiplexing utilise un VPI/VCI pour un protocole ; les données sont transmises telles quelles (avec les adresses si nécessaire)
- Utilisation de PPP également possible
 - PPP over AAL5 [13]
 - Utilisation des outils de PPP
- Permet par exemple de relier deux LAN
 - Au travers de pont LAN natif - LAN/ATM
 - Pas de routage
 - Pas de desserte directe (*ie* ATM) des équipements

Notes :

LAN emulation

- ③ IP sur ATM
 - Introduction
 - Encapsulation de paquets sur ATM
 - LAN emulation
 - Classical IP
 - La route vers MPLS

Notes :

LAN emulation

- Emulation de réseau local
 - Fournir un service équivalent à un réseau local type IEEE 802 (par exemple .3 ou .5)
 - Unicast, broadcast, multicast, . . .
 - Plusieurs réseaux peuvent être émulés simultanément
 - Permet d'introduire ATM sans conséquences sur les utilisateurs
 - Transition en douceur vers ATM
 - Utilisation de SVC et/ou PVC
 - Interconnexion (cœur de réseau)
 - Implanté sur des ponts
 - Réseau local
 - Implanté sur les machines d'extrémité
- Standardisation ATM-Forum
 - LE v1.0 (1995), v2.0 (1997) [5]
 - Interface LUNI (LANE *user Network Interface*)

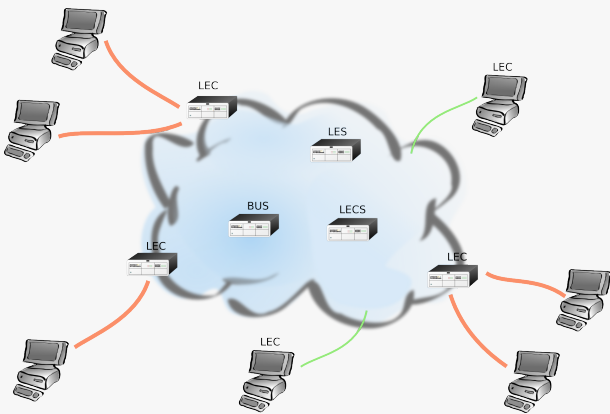
Notes :

LAN Emulation : architecture

- Le client (LEC : LAN *Emulation Client*)
 - Dessert un ou plusieurs clients
 - Caractérisé par une adresse ATM
- Le serveur (LES : LAN *Emulation Server*)
 - Enregistrement des clients
 - Assure la correspondance d'adresses MAC - ATM
 - Un par LAN émulé
- Le serveur multipoint (BUS : *Broadcast and Unknown Server*)
 - Assure la diffusion, le multicast
 - Au moins un par LAN émulé
- Le serveur de configuration (LECS : LAN *Emulation Configuration and Server*)
 - Assure la mise à jour et la configuration des clients (leur permet de trouver leur LANE)
 - Optionnel
- Les serveurs peuvent être colocalisés dans un même équipement

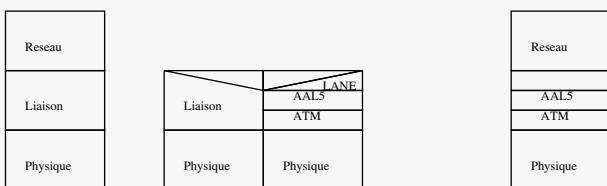
Notes :

LAN Emulation : architecture



Notes :

Architecture protocolaire



- Encapsulation *via* l'AAL5
- Pontage des LECs vers le LAN natif

Notes :

Arrivée d'un LEC

- Le LEC s'adresse au serveur (LES)
 - Par une adresse réservée
 - Par un PVC dédié (VPI=0, VCI=17)
 - Par ILMI (voir plus loin)
- Il échange avec lui des informations de configuration
 - Ses adresses MAC
 - L'adresse du LES
 - Le type de LAN, la taille de trame, ...
- Il rejoint le LAN en communiquant avec le LES
 - Echange JOIN REQUEST/JOIN REPOSE

Notes :

Principes

A veut communiquer avec B en point à point

- L'entité IP de A envoie une requête ARP
 - Elle est transmise au BUS puis à tous les LECs
 - Ces derniers en profitent pour apprendre, comme des ponts
- Le LEC de A demande au LES l'adresse ATM du LEC de B
 - LE_ARP
- Le LES fournit cette adresse
- Le LEC de A établit une connexion ATM avec celui de B
- Les données peuvent être transférées par cette connexion

Notes :

Diffusion sur le réseau local

- Elle est assurée par le BUS
 - *Broadcast and Unknown Server*
- Ce dernier reçoit les trames au travers d'une connexion
- Il les transmet au travers d'une connexion ATM multicast
- Technique de style "*hub and spoke*"
- Permet d'éviter le maillage totale
 - Une autre solution, mais pas *scalable*

Notes :

Classical IP

3 IP sur ATM

- Introduction
- Encapsulation de paquets sur ATM
- LAN emulation
- **Classical IP**
- La route vers MPLS

Notes :

Classical IP : introduction

- Utilisation d'ATM comme remplaçant d'un LAN classique
 - Notion de LIS (*Logical IP Subnet*)
- Un LIS équivaut donc à un réseau local
 - Même adresse de réseau
 - Routage entre LIS
- Toute communication au sein d'un LIS se fait au travers d'une connexion
 - Maillage total potentiel

Notes :

Classical IP : les principes

- Encapsulation
 - Au travers de AAL5 [17, 14]
 - LLC encapsulation
 - Utilisation de IEEE 802.2 pour multiplexer sur un VC
 - VC multiplexing
 - Un vc par protocole
- Correspondance d'adresses
 - ATMARP [30]
 - Connexion à l'initiative du client du LIS qui s'enregistre auprès du serveur ATMARP
 - Le client doit implanter InATMARP
 - Le client doit implanter ATMARP s'il utilise un SVC
 - Adresse du serveur ATMARP obtenu par ILM1 [9] [12]
- MTU par défaut 9180 [30]

Notes :

La route vers MPLS

3 IP sur ATM

- Introduction
- Encapsulation de paquets sur ATM
- LAN emulation
- Classical IP
- La route vers MPLS

Notes :

NBMA Next Hop Resolution Protocol (NHRP)

- CLIP ne va pas plus loin qu'un routeur IP
 - Un LIS est un reseau local
 - Un paquet IP peut traverser un réseau ATM en progressant de routeurs en routeurs
 - On ne profite pas des performances d'ATM
 - On ne profite pas du routage ATM
- NBMA Next Hop Resolution Protocol (NHRP) [31, 4]
 - A l'origine *Next Hop Resolution Protocol*
 - Fournir l'adresse de l'interface du prochain équipement vers une destination
 - Cela peut être l'adresse d'un routeur, ...
 - ou l'adresse du destinataire, ...
 - ou l'adresse (par exemple ATM) d'un intermediaire

Notes :

NBMA Next Hop Resolution Protocol (NHRP)

- Extension d'un protocole à la ARP
 - Trouver l'adresse (dans le NBMA) du point "le plus proche" en direction de la destination
 - Utilise le routage IP
 - Commutation dans le NBMA
- La machine source est un client NHRP
 - NHC
 - S'enregistre auprès du serveur
 - Envoie une requête au serveur (NHC) pour trouver une destination
- Le serveur
 - Tente de résoudre l'adresse lui-même (équivalent à un ARP centralisé)
 - En cas d'échec, il utilise le routage IP pour faire suivre la requête
- Questions en suspens
 - Et si un routeur fait suivre la requête sur un réseau disjoint ?
 - Comment garantir la cohérence ?
 - Quel passage à l'échelle ?

Notes :

Commutation AM et routage IP

- Il est tentant de généraliser NHRP
 - Utiliser IP pour le routage
 - Profiter d'ATM pour la commutation
- Proposition de Ipsilon en 1996
 - IP switching
 - General Switch Management Protocol (GSMP) [35]
 - Permet de contrôler un switch ATM
 - Lui faire établir/rompre des connexions ATM
 - Ipsilon Flow Management Protocol (IFMP) [34]
 - Permet d'échanger des informations mettant en relation un VPI/VCI et un trafic IP
 - Il est ainsi possible à des routeurs de dialoguer afin de construire automatiquement des SVC au travers desquels sont commutés des paquets IP
- Proposition concurrente de Cisco (*Tag Switching* et TDP)

Notes :

Introduction de MPOA

- *MultiProtocol Over ATM* par l'ATM Forum (version 1.0 en 1997) [6, 7]
- Intégration de NHRP et LANE
- Principes
 - Les clients MPOA (MPC) établissent des connexions ATM directes entre eux
 - L'adresse ATM du MPC cible est déterminée en interrogeant le serveur MPOA (le MPC)
 - La demande d'adresse est routée et se propage au travers de NHRP
- Les données circulent ensuite au travers de la connexion *via* une encapsulation LLC/SNAP (et éventuellement une étiquette)

Notes :

Introduction de MPLS

- *Multiprotocol Label Switching* [37]
- Dans un réseau MPLS, un *label* est associé à un paquet IP
 - Il est commuté dans le réseau sur la seule base de cet identifiant
 - Ce sera par exemple un VPI/VCI ATM
 - Signification de proche en proche
- Les paquets partageant le même label suivent donc le même chemin
 - *Label Switched Path* LSP
 - Il peut être construit dynamiquement
 - Grâce au routage
 - À l'aide d'un protocole d'échange de label (par exemple LDP à l'origine [1])

Notes :

Des paquets sur de la SDH

4 IP sur SDH

- ATM sur SDH
- IP sur SDH
- Packet over Sonet/SDH
- Generic Framing Procedure
- Le protocole LCAS

Notes :

Des paquets sur de la SDH

- SDH est suffisamment souple pour véhiculer des trafics variés
 - En mode circuit (PDH, ...)
 - En mode paquet (ATM, IP, ...)
- Quel mode d'encapsulation pour du paquet ?
 - Solutions spécifiques
 - Solutions "génériques"
- Mode paquet sur mode circuit
 - Délimitation
 - Multiplexage
 - Utilisation des ressources
 - Besoins variables en débit

Notes :

ATM sur SDH

4 IP sur SDH

- ATM sur SDH
- IP sur SDH
- Packet over Sonet/SDH
- Generic Framing Procedure
- Le protocole LCAS

Notes :

ATM sur SDH

- I.432.1 [24].I.432.2 [20].I.432.3 [19].I.432.4 [21] [8]
 - Cellules cadrées par les 8 bits du HEC
 - Embrouillage (hors en-tête) *via* le polynôme $X^{43} + 1$
- Cellules concaténées dans un conteneur
 - Alignées à l'octet
 - Taille non multiple de 53, une cellule peut être sur deux conteneurs consécutifs
 - 44,15 cellule par c-4 par exemple

Notes :

IP sur SDH

- ④ IP sur SDH
 - ATM sur SDH
 - IP sur SDH
 - Packet over Sonet/SDH
 - Generic Framing Procedure
 - Le protocole LCAS

Notes :

IP sur SDH

- Transmission de IP sur SDH ?
 - IP sur ATM
 - Complexe
 - Pas optimal
 - Capacité à gérer des débits variables
 - IP dans PPP
 - Avec une encapsulation à la HDLC selon [38]
 - Procédure LAPS dans la terminologie ITU-T
 - IP sur *Ethernet*
 - Encapsulation d'Ethernet au travers de LAPS

Notes :

IP dans PPP

- Encapsulation de IP dans PPP
 - Utilisation définie dans la RFC 2615 [32]
 - Encapsulation décrite dans la RFC 1662 [38] (plus proche d'HDLC que PPP)
 - Technique décrite dans la norme ITU-T X.85 [23] sous le nom de LAPS (*Link Access Protocol, SDH*)
- Multiplexage possible
 - Par le champ *Protocol* de PPP
 - Par le SAPI introduit par LAPS
- Négociation de certains paramètres
 - Grâce à LCP



Notes :

Ethernet dans LAPS

- X.86 [22] propose d'utiliser LAPS
 - La trame IEEE 802.3 est encapsulée telle quelle
 - Depuis les adresses jusqu'au FCS
 - Mécanisme de transparence orienté octet
 - 0x7d devient 0x7d 0x5e
 - 0x7d devient 0x7d 0x5d
 - La SDH joue le rôle de couche physique
 - Full duplex point à point
- Possibilité d'interconnexion de commutateurs ethernet
 - Au travers d'un anneau SDH
 - Interconnexion de niveau 2

Notes :

Packet over Sonet/SDH

- ④ IP sur SDH
 - ATM sur SDH
 - IP sur SDH
 - Packet over Sonet/SDH
 - Generic Framing Procedure
 - Le protocole LCAS

Notes :

Packet over Sonet/SDH

- G.707 [26] définit une encapsulation de trames HDLC dans des conteneurs virtuels
 - Alignement à l'octet
 - N'importe quel conteneur virtuel
 - Insertion de flags HDLC entre les trames (0x7E)
- Mise en œuvre pour IP
 - Utilisation de PPP [39]
 - Tramage à la HDLC [38]
 - Flag, adresse, control, padding, CRC
 - POS (*Packet Over Sonet/SDH*) [32]
 - Spécification de l'embrouillage
 - Spécification du *Path Signal Label* (c2 = 0x16)

Notes :

Generic Framing Procedure

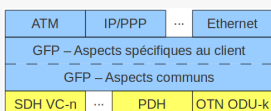
- 4 IP sur SDH
 - ATM sur SDH
 - IP sur SDH
 - Packet over Sonet/SDH
 - Generic Framing Procedure
 - Le protocole LCAS

Notes :

Generic Framing Procedure

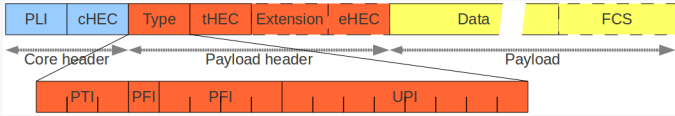
G.7041 [27] définit un mode d'acheminement générique

- Permettant de transporter des communications
 - En mode paquets (GFP-F ou *GFP Frame-mapped*)
 - En mode connecté (GFP-T ou *Transparent GFP*)
- Sur différents types de support
 - Directement sur fibre à l'origine
 - Sur de la SDH
 - Sur de la PDH (G.8040 [25]), ...



Notes :

L'encapsulation GFP



- **Core Header**

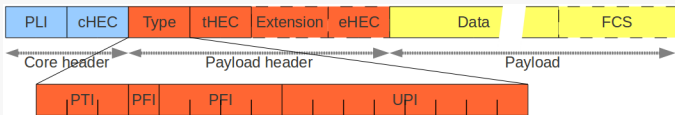
- **PLI** Payload Length Indicator de 4 à 65525 (0 à 3 pour les trames de contrôle)
- **cHEC** Core Header Error Correction CRC sur le Core Header

- **Payload**

- **Data** moins de 65536 octets
- **FCS** sur le Payload

Notes :

L'encapsulation GFP



- **Payload Header**

Type Identifie le contenu

- **PTI** Payload Type Identifier (usager, management, management client)
- **PFI** Payload FCS Indicator valide la présence du FCS
- **EXI** Extension Header Identifier précise le type d'extension
- **UPI** User Payload Identifier définit le type des données
- **tHEC** Type Header Error Correction CRC sur le Type
- **Ext.** permet de véhiculer des informations spécifiques au contenu
- **eHEC** Extension Header Error Correction CRC sur l'Extension

Notes :

Principes de GFP

- **Délimitation des trames GFP**

- Par recherche du cHEC

- **Embrouillage**

- Sur tout sauf le core header par un $X^{43} + 1$ pour éviter les erreurs de synchro SDH (ou autre support)
- Core header subit un XOR avec B6AB31E0 (pour améliorer la délimitation)

- **Multiplexage**

- Au niveau trame
 - Par les mécanismes liés à la technologie (adresse, ...)
- De façon générale
 - Par un champ de l'extension d'entête
 - Par exemple cid (Channel ID)

Notes :

Signalisation GFP

- Trames de contrôle de la liaison GFP
 - Prévues mais non normalisées
- Trames de contrôle à disposition du client
 - Permettent de signaler les erreurs et défaillances
- Client signal fail indication
 - Détection de la défaillance spécifique au client
 - Perte du signal/de la synchronisation
- Client link fault status indication
 - Détection d'une défaillance du trafic entrant ou sortant
- Émission régulière de trames de notification

Notes :

Le protocole LCAS

- ④ IP sur SDH
 - ATM sur SDH
 - IP sur SDH
 - Packet over Sonet/SDH
 - Generic Framing Procedure
 - **Le protocole LCAS**

Notes :

Principes de LCAS

- Objectifs
 - Permettre d'ajuster la capacité d'une liaison en fonction des besoins
 - Sur une liaison constituée par de la concaténation virtuelle
 - Capacité à s'adapter aux situations de panne
- Pas de création/suppression des conduits de bout en bout
 - Responsabilité du plan de gestion
- Échange de paquets de commande
 - Spécifiant l'état de la liaison au paquet suivant
 - Commandes depuis l'émetteur vers le récepteur
 - Mécanisme unidirectionnel (qui peut évidemment être instancié deux fois)

Notes :

Le protocole LCAS

Description simplifiée des messages LCAS

- Depuis l'émetteur vers le récepteur
 - Ajout d'un membre dans le groupe
 - Suppression d'un membre du groupe
 - Utilisation effective de la capacité d'un membre du groupe
 - Arrêt momentané de l'utilisation d'un membre
 - Renumérotation des membres
- Depuis le récepteur vers l'émetteur
 - Acquittements
 - Status des membres
 - Bonne réception
 - Défaillance

Notes :

IP SUR IP

- 5 IP SUR IP
 - Introduction
 - Le protocole GRE
 - Le protocole L2TP

Notes :

Introduction

- 5 IP SUR IP
 - Introduction
 - Le protocole GRE
 - Le protocole L2TP

Notes :

Pourquoi ?

- Pour interconnecter des réseaux IP . . .
 - . . . au travers de réseaux IP qui ne peuvent pas acheminer les paquets *tels quels*
- Par exemple
 - Adresses non routables
 - Paquets chiffrés (IPSec)
 - Déployer IPv6
 - Assurer la survie d'IPv4
- Parce que c'est rigolo !
- Terminologie IP
 - Tunnel
 - VPN (*Réseaux Privés Virtuels*)

Notes :

Le protocole GRE : plan

- 5 IP sur IP
 - Introduction
 - **Le protocole GRE**
 - Le protocole L2TP

Notes :

Generic Routing Encapsulation

- Décrit dans [15][16] et [10]
- Base commune pour l'encapsulation (X over Y)
 - Sur IPv4 : protocol 47 [16]
- Authentification prévue (à l'origine)
- Numérotation possible (à l'origine)
- Routage par la source possible (à l'origine)
- Utilisé par certains équipementiers

C	R	K	S	S	Rec	Vers.	Protocol type
Checksum				Key		Offset	
				Sequence Number			
				Routing			

Notes :

Le protocole L2TP : plan

- 5 IP sur IP
 - Introduction
 - Le protocole GRE
 - Le protocole L2TP

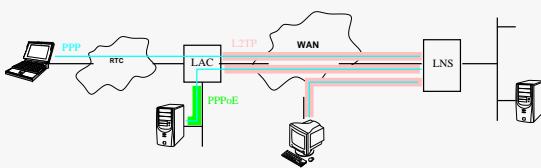
Notes :

L2TP : présentation

- *Layer Two Tunneling Protocol* [41, 29]
- Héritier de L2F [42] de Cisco et de PPTP de Microsoft.
- Extension du modèle PPP
- Extrémité du lien PPP décorélée de celle du lien de niveau 2
- Les deux extrémités peuvent être reliées au travers d'un réseau à commutation de paquets
- Le client peut donc être relié à un concentrateur d'accès (eg un DSLAM) au travers d'un lien de niveau 2 (AAL5/ATM/ADSL)
- Les trames PPP seront acheminées jusqu'à son point d'accès au réseau

Notes :

L2TP : architecture



LAC L2TP Access Concentrator (dés)encapsule la connexion PPP

LNS L2TP Network Server termine les connexions TCP et L2TP

Notes :

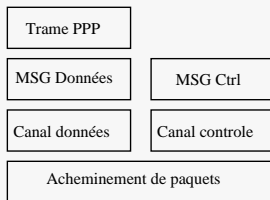
L2TP : principes

L'établissement d'un tunnel L2TP passe par plusieurs étapes

- Une connexion de contrôle est établie entre le LNS et le LAC
 - Une authentification est possible
 - Les paramètres de la communication sont négociés
- Plusieurs sessions PPP peuvent alors être multiplexés au sein du tunnel
 - Chaque session fait l'objet d'un échange de messages de mise en place
 - Multiplexés par un identifiant de session
- Des messages de *keepalive* permettent de vérifier le bon fonctionnement
- Des messages spécifiques permettent de mettre fin à une session
- La connexion de contrôle peut être rompue par le biais de messages spécifiques

Notes :

L2TP : structure



- Plans de contrôle et données clairement séparés
 - Le plan de contrôle est fiable
- Implanté sur UDP, FR, ATM, ...
- Pas de confidentialité : IPsec

Notes :

Références bibliographiques

- [1] L. Andersson, P. Doolan, N. Feldman, A. Fredette, and B. Thomas.
LDP Specification.
Technical Report 3036, Internet Engineering Task Force, January 2001.
Obsoleted by RFC 5036.
- [2] G. Armitage.
Support for Multicast over UNI 3.0/3.1 based ATM Networks.
Technical Report 2022, Internet Engineering Task Force (IETF), November 1996.
- [3] L. Blunk and J. Vollbrecht.
PPP Extensible Authentication Protocol (EAP).
Technical Report 2284, March 1998.
Obsoleted by RFC 3748, updated by RFC 2484.
- [4] D. Cansever.
NHRP Protocol Applicability Statement.

Notes :

Technical Report 2333, April 1998.

- [5] The ATM Forum Technical Committee.
Lan emulation over atm, verion 2 luni specifications.
Technical Report Version 2, ATM Forum, July 1997.
- [6] The ATM Forum Technical Committee.
Multi-protocol over atm.
Technical Report Version 1.0, ATM Forum, July 1997.
- [7] The ATM Forum Technical Committee.
Multi-protocol over atm.
Technical Report Version 1.1, ATM Forum, May 1999.
- [8] The ATM Forum Technical Committee.
622.08 mbps physical layer specification.
Technical Report af-phy-0046.000, ATM Forum, January 1996.
- [9] M. Davison.
ILMI-Based Server Discovery for ATMARP.

Notes :

Technical Report 2601, Internet Engineering Task Force, June 1999.

- [10] D. Farinacci, T. Li, S. Hanks, D. Meyer, and P. Traina.
Generic Routing Encapsulation (GRE).
Technical Report 2784, Internet Engineering Task Force, March 2000.
- [11] R. Finlayson, T. Mann, J. Mogul, and M. Theimer.
Reverse address resolution protocol.
RFC 903, Internet Engineering Task Force, June 1984.
- [12] ATM Forum.
Integrated local management interface (ilmi) specification.
Technical Report Version 4.0, ATM Forum, September 1996.
- [13] G. Gross, M. Kaycee, A. Li, A. Malis, and J. Stephens.
PPP Over AAL5.
Technical Report 2364, July 1998.
- [14] D. Grossman and J. Heinanen.

Notes :

Multiprotocol Encapsulation over ATM Adaptation Layer 5.
Technical Report 2684, Internet Engineering Task Force,
September 1999.

- [15] S. Hanks, T. Li, D. Farinacci, and P. Traina.
Generic Routing Encapsulation (GRE).
Technical Report 1701, October 1994.
- [16] S. Hanks, T. Li, D. Farinacci, and P. Traina.
Generic Routing Encapsulation over IPv4 networks.
Technical Report 1702, October 1994.
- [17] Juha Heinanen.
Multiprotocol Encapsulation over ATM Adaptation Layer 5.
Technical Report 1483, IETF, July 1993.
Obsoleted by RFC 2684.
- [18] IEEE.
IEEE standard for information technology, telecommunications
and information exchange between systems, local and

Notes :

metropolitan area networks, specific requirements — part 2 :
Logical link control.
Technical report, The Institute of Electrical and Electronics
Engineering, 1998.

- [19] ITU-T.
B-isdn user-network interface - physical layer specification : 1544
kbit/s and 2048 kbit/s operation.
Technical Report I.432.3, International Telecommunication Union,
Geneva, February 1999.
- [20] ITU-T.
B-isdn user-network interface - physical layer specification : 155
520 kbit/s and 622 080 kbit/s operation.
Technical Report I.432.2, International Telecommunication Union,
Geneva, February 1999.
- [21] ITU-T.

Notes :

B-isdn user-network interface - physical layer specification : 51
840 kbit/s operation.
Technical Report I.432.4, International Telecommunication Union,
Geneva, February 1999.

- [22] ITU-T.
Ethernet over laps.
Technical Report X.86, International Telecommunication Union,
Geneva, February 2001.
- [23] ITU-T.
Ip over sdh using laps.
Technical Report X.85, International Telecommunication Union,
Geneva, March 2001.
- [24] ITU-T.
B-isdn user-network interface - physical layer specification :
General characteristics.

Notes :

Technical Report I.432.1, International Telecommunication Union,
Geneva, February 2002.

- [25] ITU-T.
Gfp frame mapping into plesiochronous digital hierarchy (pdh).
Technical Report G.8040, International Telecommunication Union,
Geneva, September 2005.
- [26] ITU-T.
Network node interface for the synchronous digital hierarchy
(sdh).
Technical Report G.707, International Telecommunication Union,
Geneva, January 2007.
- [27] ITU-T.
Generic framing procedure (gfp).
Technical Report G.7041, International Telecommunication Union,
Geneva, October 2008.
- [28] V. Jacobson.

Notes :

RFC 1144 : Compressing tcp/ip headers for low-speed serial links.
 Technical report, IETF, February 1990.

- [29] J. Lau, M. Townsley, and I. Goyret.
 RFC-3931 : Layer two tunneling protocol - version 3 (l2tpv3),
 month = "march".
 Standard track, IETF, Network Working Group, 2005.
- [30] M. Laubach and J. Halpern.
 Classical IP and ARP over ATM.
 Technical Report 2225, IETF, April 1998.
 Updated by RFC 5494.
- [31] J. Luciani, D. Katz, D. Piscitello, B. Cole, and N. Doraswamy.
 NBMA Next Hop Resolution Protocol (NHRP).
 Technical Report 2332, IETF, April 1998.
- [32] A. Malis and W. Simpson.
 PPP over SONET/SDH.

Notes :

Technical Report 2615, Internet Engineering Task Force, June 1999.

- [33] G. McGregor.
 The PPP Internet Protocol Control Protocol (IPCP).
 Technical Report 1332, May 1992.
 Updated by RFC 3241.
- [34] P. Newman, W. Edwards, R. Hinden, E. Hoffman, F. Ching Liaw,
 T. Lyon, and G. Minshall.
 Ipsilon Flow Management Protocol Specification for IPv4 Version 1.0.
 Technical Report 1953, May 1996.
- [35] P. Newman, W. Edwards, R. Hinden, E. Hoffman, F. Ching Liaw,
 T. Lyon, and G. Minshall.
 Ipsilon's General Switch Management Protocol Specification
 Version 2.0.
 Technical Report 2297, March 1998.

Notes :

- [36] D. Plummer.
 Ethernet address resolution protocol : Or converting network
 protocol addresses to 48.bit ethernet address for transmission on
 ethernet hardware.
 RFC 826, Internet Engineering Task Force, November 1982.
- [37] E. Rosen, A. Viswanathan, and R. Callon.
 RFC 3031 : Multiprotocol label switching architecture.
 Standards track, IETF, January 2001.
- [38] W. Simpson.
 PPP in HDLC-like Framing.
 Technical Report 1662, July 1994.
- [39] W. Simpson.
 The Point-to-Point Protocol (PPP).
 Technical Report 1661, July 1994.
 Updated by RFC 2153.
- [40] W. Simpson.

Notes :

PPP Challenge Handshake Authentication Protocol (CHAP).
Technical Report 1994, August 1996.
Updated by RFC 2484.

[41] W. Townsley, A. Valencia, A. Rubens, G. Pall, G. Zorn, and B. Palter.
Layer Two Tunneling Protocol "L2TP".
Technical Report 2661, Internet Engineering Task Force, August 1999.

[42] A. Valencia, M. Littlewood, and T. Kolar.
Cisco Layer Two Forwarding (Protocol) "L2F".
Technical Report 2341, IETF, May 1998.

Notes :

Notes :

Notes :
