

Réseaux Locaux (LAN)

1

Pr Ahmed ERRAHMANI

Plan

Définition et propriétés du LAN

Type des LANs

Mode de Liaison pour LAN

Topologie des LANs

Architecture du Protocole LAN

Ethernet

Analyser le Network

Interconnexion des Réseaux Locaux

Routage

2

Pr Ahmed ERRAHMANI

Définition et propriétés du LAN

Qu'est-ce qu'un réseau local (LAN)?

Un réseau local, appelé aussi LAN (Local Area Network), est un réseau permettant d'interconnecter des ordinateurs et des périphériques (imprimantes, fax ...) d'une entreprise ou d'une organisation. Les membres de cette organisation peuvent donc :

- Communiquer.
- Échanger des informations.
- Avoir accès à des services divers (ex : imprimantes).
- LAN peut s'étendre de quelques mètres à quelques kilomètres.
- Quand il s'agit des kilomètres, il sera peut être plus commode pour l'organisation de comporter plusieurs réseaux locaux.
- Il est donc indispensable de les relier.

3

Pr Ahmed ERRAHMANI

Types des LANs

Il existe plusieurs types de LANs. Ces types dépendent des domaines d'application. Les plus importants sont :

- Réseaux à Ordinateurs Personnels : interconnecte des équipements personnels comme un ordinateur et des périphériques, ou un groupe d'ordinateurs agissent comme un seul ordinateur pour une répartition de charges ou un calcul distribué.
- Réseaux Principaux (Backend) : pour connecter des grands systèmes tel que des super computers et des grandes périphériques.
- Réseaux de base (Backbone) : sont des LAN à haute capacité (à un grand nombre de nœuds). Le Backbone doit être relier à des LAN de petites capacités.

4

Pr Ahmed ERRAHMANI

Mode de Liaison pour LAN

Le mode de liaison pour LAN c'est la liaison diffusion (Broadcast) qui consiste à partager un seul lien de transmission.

Chaque message envoyé par une station sur le réseau est reçu par toutes les autres stations.

On a besoin de savoir à quelle machine le message est destiné?

C'est l'adresse spécifique placée dans le message qui permettra à chaque station de déterminer si le message lui est adressé ou non.

5

Pr Ahmed ERRAHMANI

Mode de Liaison pour LAN

À tout moment un seul nœud à le droit d'envoyer un message sur le support. Il faut donc qu'il «écoute» au préalable si la voie est libre; si ce n'est pas le cas il attend.

Mais

- Si deux stations du réseau essayent de transmettre en même temps, leurs signaux se chevaucheront et deviendront déformés.

- Si une station a décidé de transmettre sans interruption pendant une longue période, les autres stations seront donc bloquées

Un mécanisme est donc nécessaire pour contrôler le trafic.

Solution :

On découpe le message en trames. Chaque trame se compose :

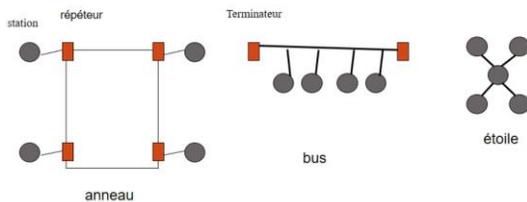
- d'une partie des données qu'une station souhaite transmettre,
- d'un en-tête qui contient de l'information sur le control du trafic telle que l'adresse de destination.

6

Pr Ahmed ERRAHMANI

Figure 1 : Topologie des LANs

Les topologies importantes du LAN sont : bus, anneau, étoile.



7

Pr Ahmed ERRAHMANI

Topologie des LANs : Réseau Bus

Chaque nœud dans le réseau bus observe l'en-tête du trame en passage, si la trame est adressé à lui-même, il fait une copie du trame.

Avec le réseau bus, aucune mesure spéciale ne doit être prise pour enlever des trames du milieu. Mais quand tout signal atteint la fin du milieu, il sera absorbé par le terminateur.

8

Pr Ahmed ERRAHMANI

Topologie des LANs : Réseau Anneau

Dans la topologie d'anneau, des répéteurs lient les stations au réseau, la transmission est uni-direction. Des trames sont transmis dans une direction seulement.

Pendant qu'une trame circule près des stations, la station de destination identifie son adresse et copie la trame dans un buffer local.

La trame continue à circuler jusqu'à ce qu'il revient à la station de source, où il est enlevée.

Un répéteur c'est un dispositif qui est capable de recevoir des données d'un lien et les transmettre à l'autre lien.

9

Pr Ahmed ERRAHMANI

Topologie des LANs : Réseau Étoile

Chaque station est directement reliée à un nœud central commun.

Ce lien est de deux points à point.

- Un point à point pour la transmission
- Un point à point pour la réception.

Comme le bus et l'anneau, le mode de transmission du réseau étoile est un mode diffusion (broadcast).

- Transmission du trame d'une station au nœud central.
- Retransmission du trame du nœud sur toutes les directions.

Dans ce cas le nœud central est un concentrateur (hub).

10

Pr Ahmed ERRAHMANI

Réseaux Locaux (LAN) : Lien Réseau

Le lien physique entre deux nœuds est souvent appelée un 'lien réseau'.

On a quatre principaux lien réseau utilisés dans les réseaux locaux dépendamment de la capacité, fiabilité, et le coût :

1. La paire torsadée : câble constitué de deux fils de cuivre isolés et enroulés l'un sur l'autre. Le câble est moins coûteux mais sa vitesse de transmission est très basse (1 Mbps). Il peut être utiliser pour un réseau personnel.
2. Le câble coaxial : câble constitué d'un cœur (fil de cuivre), une gaine isolante entourée par une tresse de cuivre, le tout est recouvert d'une gaine isolante. Il est très coûteux mais à haute capacité.
3. La radio.
4. Le câble à fibre optique : fin filament de verre continu. À une extrémité une diode électroluminescente (LED) ou une diode laser émet un signal lumineux et à l'autre une photodiode ou un phototransistor est capable de reconnaître ce signal.

11

Pr Ahmed ERRAHMANI

Choix de Topologie LAN

Le choix de topologie dépend de 3 principaux facteurs : fiabilité, extension et performance. Donc, chacun a des avantages et des inconvénients:

- Une topologie en bus a pour avantages d'être facile à mettre en œuvre et de fonctionner facilement, par contre elle est extrêmement vulnérable étant donné que si l'une des connexions est défectueuse, c'est l'ensemble du réseau qui est affecté.
- Réseau anneau est bon pour la synchronisation mais la rupture du lien peut provoquer l'arrêt du réseau.
- Une topologie en étoile est beaucoup moins vulnérable car on peut aisément retirer une des connexions en la débranchant du concentrateur sans paralyser le reste du réseau. Il est donc plus facile à contrôler et plus robuste mais exige plus de câbles. Il est le plus répandue quand à l'industrie.

La rupture du support peut provoquer l'arrêt du réseau LAN sauf pour le réseau étoile, la panne d'un des éléments ne provoque pas (en général) la panne globale du réseau.

12

Pr Ahmed ERRAHMANI

Architecture du Protocole LAN

Un comité de l'IEEE (Institute for Electrical and Electronic Engineers) appelée IEEE 802 s'est chargée de normaliser les LAN.

Le 802 provient de la date de naissance de ce comité, Février 1980.

L'architecture de LAN normalisée par ce comité a une structure en couche.

Elle est généralement mentionnée comme le modèle de référence IEEE 802.

13

Pr Ahmed ERRAHMANI

Architecture du Protocole LAN

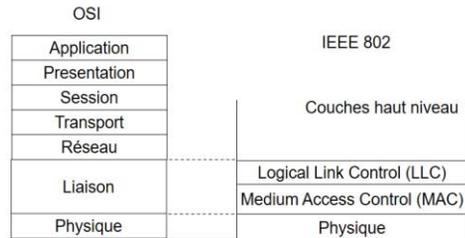


Figure2 : Modèle de Référence LAN IEEE 802

14

Pr Ahmed ERRAHMANI

Architecture du Protocole LAN

La figure compare le modèle de référence IEEE 802 au modèle de référence OSI de l'ISO.

Les protocoles couvrent en fait les deux couches inférieures du modèle de référence OSI de l'ISO :

- la couche physique et,
- la couche de liaison de données.

Le comité a choisi de subdiviser la couche de liaison de données en deux sous-couches :

1. la sous-couche de Contrôle d'Accès au Milieu MAC (Medium Access Control).
2. la sous-couche de Contrôle de la Liaison Logique LLC (Logical Link control).

15

Pr Ahmed ERRAHMANI

Couche Physique

Les fonctions de la couche physique sont les suivantes :

- Encodage / décodage des signaux (bit \leftrightarrow signal)
- Génération / annulation de préambule (chronomètre pour la synchronisation).
- Transmission / Réception des bits sous forme de signaux.

16

Pr Ahmed ERRAHMANI

Contrôle d'Accès au Milieu (MAC)

MAC offre aux utilisateurs de LAN les services :

1. A la transmission : Assemblage des données, des champs d'adresse et de détection d'erreurs en trames.
2. A la réception, effectue l'identification d'adresse, fragmentation du trame, et la détection des erreurs.
3. Gère l'accès au lien réseau du LAN pendant la transmission. Puisque les stations partagent le lien réseau, le contrôle d'accès est nécessaire pour déterminer quelle station va utiliser le lien réseau pour envoyer des trames.

Les postes d'un réseau local se partagent simultanément le support de transmission pour pouvoir émettre ou recevoir des trames.

La couche MAC est responsable de l'accès au médium de transmission pour acheminer des trames d'information. Elle essaie d'éviter les conflits d'accès au support.

17

Pr Ahmed ERRAHMANI

Contrôle de la Liaison Logique (LLC)

La sous couche LLC constitue la partie haute de la couche liaison pour les réseaux locaux.

- Elle est commune à tous les types de supports physiques et de protocoles d'accès, masquant ainsi ces spécifications aux couches supérieures.
- Elle joue donc le rôle d'une interface aux couches supérieures.

La couche LLC assure l'indépendance des traitements entre les couches supérieures et la couche MAC.

Les vendeurs des cartes réseau LAN offrent trois types de services LLC.

18

Pr Ahmed ERRAHMANI

Contrôle de la Liaison Logique (LLC) : LLC type-1

Le service fourni par LLC type-1 est un mode de transfert "**sans connexion**" où chaque unité de données de protocole, UDP est transmise comme un datagramme dans une trame de type UI (Unnumbered Information, pas de séquence) PDU*. Il n'y a **ni accusé de réception** (unacknowledged), **ni garantie de séquence**.

Parfois, on a seulement besoin d'acheter ce type de service car les couches supérieures assurent déjà la fiabilité.

* PDU : Protocol Data Unit

19

Pr Ahmed ERRAHMANI

Contrôle de la Liaison Logique (LLC) : LLC type-2

Ce service fournit un mode de transfert "**avec connexion**" où une connexion logique doit être établie. Ce service inclut :

- Contrôle de flux, contrôle d'erreur.
- Établissement de connexion logique entre deux Points d'Accès aux Services : SSAP (Source Service Access Point) et DSAP (Destination Service Access Point).

Ces liens logiques ne doivent pas être confondus avec les adresses MAC.

Le service MAC identifie les stations elles-mêmes où on a liaison de diffusion (broadcast) et non point à point (pas de connexion).

20

Pr Ahmed ERRAHMANI

Contrôle de la Liaison Logique (LLC) : LLC type-2

Points d'Accès aux Services SAP?

Les services fournis aux couches supérieures par la sous couche LLC sont accessibles à travers des "points" LSAP (LLC Service Access Point). Ces points d'accès permettent à des flux de données correspondant à des environnements d'application différents d'une même station (SNA*, TCP/IP, etc...) d'être identifiés avant multiplexage vers la sous couche MAC.

Ces liens logiques sont matérialisés par des adresses SSAP (Source Service Access Point) et DSAP (Destination Service Access Point).

* SNA (system Network Architecture) inventé par IBM qui permet la communication entre un système central et des périphériques distantes

21

Pr Ahmed ERRAHMANI

Contrôle de la Liaison Logique (LLC) : LLC type-2

Comment établir la connexion logique?

LLC essaie d'établir une connexion logique sur demande d'un utilisateur au dessus de la couche LLC (Ex : TCP/IP).

Dans ce cas LLC envoie un SABME (Set Asynchronous Balanced Mode Extended) PDU (Protocol Data Unit) pour demander une connexion logique avec le LLC de l'autre station.

Si la connexion est acceptée par l'utilisateur de LLC indiqué par le DSAP, alors LLC de destination renvoie une UA-PDU (Unnumbered Acknowledgment- Protocol Data Unit).

La connexion est identifiée uniquement par les utilisateurs SSAP et DSAP.

Si l'utilisateur de LLC de destination rejette la demande de connexion, LLC renvoie un DM-PDU (Disconnect Mode).

Une fois que la connexion est établie, données sont échangées en utilisant l'information PDU de format identique au HDLC.

L'information PDU les numéros de séquence, pour le contrôle de flux et d'erreurs.

L'une ou l'autre entité de LLC peut terminer la connexion logique de LLC en envoyant un DISC-PDU (DISConnect).

22

Pr Ahmed ERRAHMANI

Contrôle de la Liaison Logique (LLC) : LLC type-3

LLC type-3 : Ce mode constitue un compromis des deux précédents modes, les transferts sont effectués "sans connexion", mais un accusé de réception est envoyé à chaque trame reçue.

L'émetteur attend cet accusé de réception avant de transmettre la trame suivante.

Pendant, l'échange de données est différent à celui de HDLC (High level Data Link Control). Comment?

Les données de l'utilisateur sont envoyées dans une commande AC-PDUs (Acknowledged) : reconnu en utilisant un numéro de séquence d'un bit à l'alternance 0 et 1.

En réponse de cette commande le récepteur doit envoyer un accusé de réception en utilisant une réponse AC-PDU en utilisant un numéro de séquence d'un bit opposé 1 et 0.

23

Pr Ahmed ERRAHMANI

Protocoles d'Accès au Milieu

L'ensemble des règles d'accès, de durée d'utilisation et de surveillance constitue le protocole d'accès aux câbles ou aux média de communication.

Il existe trois principaux protocoles de contrôle d'accès au médium :

1. Protocole CSMA (Carrier Sense Multiple Access) : ce qui signifie qu'il s'agit d'un protocole d'accès multiple avec surveillance de porteuse (Carrier Sense).
2. Protocole passage du jeton (Token Ring).
3. Protocole TDMA (Time Division Multiple Access).

24

Pr Ahmed ERRAHMANI

Protocoles d'Accès au Milieu : Protocole d'Accès Aléatoire CSMA

Pour la couche MAC, chaque nœud a un accès égal au support.

Lorsqu'un nœud a une trame à transmettre, il s'assure que le lien est libre.

Un système de détection permet d'identifier si un signal est sur le milieu.

Si le support est libre le nœud commence à transmettre.

Si deux ou plusieurs nœuds commencent à transmettre en même temps, une collision se produit. Il est impératif que les collisions soient détectées et qu'une récupération soit effectuée.

Collision détectée et récupération :

- Les nœuds envoyant les messages doivent les retransmettre une deuxième fois.
- Si les deux nœuds retransmettent leurs messages encore, au même moment, une autre collision peut se produire.
- Dans ce cas, chaque nœud doit attendre pendant un délai de durée aléatoire avant d'essayer de retransmettre les messages, ce qui réduit la probabilité d'une autre collision.

25

Pr Ahmed ERRAHMANI

Protocoles d'Accès au Milieu : Protocole d'Accès Aléatoire CSMA

Le protocole CSMA existe en deux modes :

1- CSMA/CD (Collision Detected) :

Une fois la collision détectée, le système calcule un temps d'attente aléatoire pour chaque poste. Celui dont le temps d'attente est le plus court ré-émettra en premier.

Le protocole d'accès au médium CSMA/CD est une méthode rapide et fiable. Le protocole d'accès CSMA/CD se prête bien aux topologies en bus.

2- CSMA/CA (Collision Avoided) :

Ce protocole a comme objectif d'éviter les collisions qui sont possibles avec le protocole CSMA/CD.

Il détecte que deux postes tentent d'émettre en même temps.

Il permet l'accès à l'un des deux tandis que l'autre attend.

26

Pr Ahmed ERRAHMANI

Protocoles d'Accès au Milieu : Accès est - il résolu?

Malgré la méthode de détection des collisions, certaines collisions pourraient passer inaperçues.

Par exemple si les stations A et B sont éloignés sur le réseau, A peut émettre une trame très courte, et va penser que tout est bon.

Cependant il est possible que de l'autre côté B écoute mais la trame de A ne soit pas encore arrivée et donc émette son trame.

A aura cru que tout était bien passé alors que sa trame serait perdue suite à une collision.

27

Pr Ahmed ERRAHMANI

Protocoles d'Accès au Milieu : Accès est il résolu?

Pour éviter cette collision la norme impose une taille de trame minimum de 512 bits. De façon qu'avant que la station aura fini d'émettre ses 512 bits le signal du premier bit soit arrivé à l'autre bout. Pour cela il faut deux conditions :

1. Si le message n'est pas assez long, on doit rajouter des bits pour arriver à cette taille.
2. La taille du réseau doit être limitée. On limite donc la taille du réseau en fonction du temps que mettent 512 bits pour un aller retour (round trip delay) entre les deux points les plus éloignés du réseau.

Donc, en résumé, il faut que le temps d'émission de 512 bits soit supérieur au temps d'un aller-retour du signal sur le réseau (round trip delay).

28

Pr Ahmed ERRAHMANI

Protocoles d'Accès au Milieu : Protocole d'Accès Contrôlé : Passage du jeton

Selon ce protocole, chaque nœud a une chance égale de transmettre.

Le droit de transmettre est accordé par le jeton qui circule d'un nœud à l'autre.

Les différentes étapes de ce protocole sont :

- Attendre la réception du jeton de transmission.
- Le jeton circule et passe de nœud en nœud d'une manière séquentielle.
- Si le jeton de transmission est reçu par un nœud et qu'il n'y a aucun message à envoyer, il achemine le jeton au prochain nœud.

29

Pr Ahmed ERRAHMANI

Protocoles d'Accès au Milieu : Protocole d'Accès Contrôlé : Passage du jeton

- Si le jeton de transmission est reçu et qu'il y a un message à transmettre, alors :

- Seul le détenteur du jeton peut transmettre un message.
- La couche MAC change 1 bit dans le jeton, qui le transforme d'un jeton à un début de trame de données.
- La couche MAC alors ajoute ce début de trame au trame et le transmet.
- Le message est prélevé au passage par le destinataire, qui renvoie à l'émetteur un accusé de réception.
- Lorsque le message a fait le tour complet de l'anneau, il est prélevé par l'émetteur, qui avant de le détruire, il vérifie sa bonne réception. Le début de trame revient à son état initial du jeton.
- Le jeton sera donc libéré.
- le jeton est passé au prochain nœud.

30

Pr Ahmed ERRAHMANI

Protocoles d'Accès au Milieu : Protocole d'Accès Contrôlé : Passage du jeton

Ce protocole se présente sous deux formes :

1. L'anneau à jeton circulant (token passing ring) sert dans la topologie en anneau.
2. Le jeton logique circulant (logical token passing) est utilisé principalement dans une technologie appelée Arcnet (Attached Resource Computer Network Architecture) conçue pour les petits réseaux locaux, avec un débit de 2.5 Mbps.

Avec l'anneau à jeton circulant, le jeton suit l'ordre physique des postes, tandis qu'avec le jeton logique circulant, il suit le numéro logique qui se trouve sur la carte d'interface de réseau de chaque poste.

31

Pr Ahmed ERRAHMANI

Protocoles d'Accès au Milieu : Access Multiple par Division du Temps TDMA

Dans cette méthode, le temps est divisé en tranches.

Chaque tranche est attribuée à chaque nœuds.

Ainsi, une station peut émettre un message pendant une ou plusieurs tranches de temps qui lui sont accordés.

En dehors de cela, elle attend son tour pour émettre.

Un poste privilégié peut obtenir, par configuration, plus de tranches de temps qu'un poste normal.

Ainsi il permet d'éviter les collisions.

32

Pr Ahmed ERRAHMANI

Protocole d'Accès Au médium : Technologies

La méthode du jeton circulant est très fiable, car un seul poste peut émettre à un moment donné. La collision est donc impossible. Cette technique introduit un délai par rapport à la méthode CSMA à cause de l'attente du jeton.

TDMA est très peu exploiter encore dans les LAN.

Les technologies utilisées pour les protocoles d'accès sont :

- Ethernet pour CSMA
- Token Ring pour le passage du jeton

33

Pr Ahmed ERRAHMANI

Ethernet : Introduction

Ethernet est une technologie du réseau LAN basé sur le protocole d'accès *CSMA/CD*.

On parle d'une carte Ethernet qui constitue la carte de réseau LAN.

Ethernet est un standard publié en 1982 par DEC, Intel Corp et Xerox. Il est normalisée sous le nom *IEEE 802.3*.

Ethernet est une technologie de réseau très utilisée car le prix de revient d'un tel réseau n'est pas très élevé

34

Pr Ahmed ERRAHMANI

Ethernet : Variantes

On distingue différentes variantes de technologies Ethernet suivant le diamètre des câbles utilisés:

- 10Base-2 : Le câble utilisé est un câble coaxial de faible diamètre, le débit atteint est d'environ 10 Mbps et de portée 185 m
- 10Base-5 : Le câble utilisé est un câble coaxial de gros diamètre de 0.4 inch (1 inch = 2.54 cm), le débit atteint est d'environ 10 Mbps et de portée 500 m
- 10Base-T : Le câble utilisé est une paire torsadée, le débit atteint est d'environ 10Mbps et de portée 100 m.
- 100Base-TX : Comme 10Base-T mais avec une vitesse de transmission beaucoup plus importante (100Mbps)
- 1000Base-SX : fibre optique, une vitesse de transmission de 1000Mbps et de portée 500 m.

35

Pr Ahmed ERRAHMANI

Ethernet : Principe de Transmission

Tous les ordinateurs d'un réseau Ethernet sont reliés à une même ligne de transmission, et la communication se fait à l'aide du protocole d'accès *CSMA/CD*.

Un message doit pouvoir atteindre toute autre machine dans le réseau dans un intervalle de temps précis (*slot time*) sans quoi le mécanisme de détection des collisions (*CSMA/CD*) ne fonctionne pas correctement.

36

Pr Ahmed ERRAHMANI

Anneau à Jeton (Token Ring)

Anneau à Jeton est une technologie du réseau LAN basé sur le protocole d'accès passage du jeton .

Anneau à Jeton est un standard publié d'IBM. Il est normalisée sous le nom IEEE 802.5.

En raison de la présence d'IBM dans le marché, les Anneaux à Jeton de LANs ont gagné une importante acceptation dans le marché commercial.

37

Pr Ahmed ERRAHMANI

Principe Token Ring

La norme impose une taille maximum de trame de:

- 4550 octets pour 4 Mbps
- 18200 octets pour 16 Mbps, 100 Mbps et 1Gbps.

Le comité 802.5 a terminé ces travaux sur une version 1 Gbps de token ring en 2001.

38

Pr Ahmed ERRAHMANI

Structure du Format du Message LAN

- La figure 3 montre le format du message pour l'architecture IEEE 802.3.
- La figure 4 montre le format du message pour l'architecture IEEE 802.5.
- Les données du haut niveau sont passées en bas à LLC, qui introduit l'en-tête, pour créer le PDU de LLC.
- Le PDU de LLC est alors passée vers le bas à la couche MAC, qui introduit en avant et en arrière du paquet PDU de LLC, ses contrôles d'information, formant ainsi une trame MAC.

• Le **Protocol Data Unit** ou *Unité de données de protocole (PDU)* est l'ensemble des informations échangées entre niveaux dans le système de couches Modèle OSI

• **Logical Link Control**, nom anglais du Contrôle de la liaison logique

39

Pr Ahmed ERRAHMANI

Structure du Format du Message LAN : LLC Message

La structure du format du message LAN est basée sur la structure HDLC.

Le format du PDU du LLC consiste en (voir figure 3) :

- 7 bits DSAP (SAP: service Access point, exemple port pour TCP/IP): qui spécifie la destination de l'utilisateur de LLC. Des adresses déjà prédéfini par exemple le SAP 06 est relatif au protocole IP.
- 1 bit I/G: détermine si DSAP est une adresse individuel ou de groupe.
- 7 bits SSAP: qui spécifie la source de l'utilisateur de LLC.
- 1 bit C/R: détermine si PDU de LLC est une commande ou réponse (voir LLC d'opération type 2 avec connexion et ack.)
- 8 ou 16 bits LLC contrôle: est identique à HDLC il contrôle le type de PDU. HDLC définit 3 types de PDU (information, etc...)
- X bits de données du haut niveau : un nombre variables d'octets dépendant de la technologie utilisées (Ethernet, Token, etc.).

Le **HDLC (High-Level Data Link Control)** est un protocole de niveau 2 (couche de liaison) du Modèle OSI, dérivé de SDLC (Synchronous Data Link Control). Son but est de définir un mécanisme pour délimiter des trames de différents types, en ajoutant un contrôle d'erreur.

40

Pr Ahmed ERRAHMANI

Structure du Format du Message LAN : MAC Message

Le format du trame du MAC :

- La couche MAC reçoit un bloc de données de la couche de LLC.
- La couche MAC est responsable pour exécuter des fonctions liées à l'accès au médium et pour transmettre les données.
- Le PDU du MAC est désigné sous le nom d'une trame MAC.
- Le format exact du trame MAC dépend légèrement du protocole en service: CSMA, Passage du jeton, TDMA.

41

Pr Ahmed ERRAHMANI

Structure du Format du Message LAN : Message MAC du Protocole CSMA

La figure 3 montre le format d'une trame du protocole 802.3. Il comprend les champs suivants:

- 7-octets Préambule: 0s et 1s alterne employés par le récepteur pour établir la synchronisation.
- 1 – octet SFD (Délimiteur de Début du trame): Une séquence de 10101011, qui indique le début réel du trame et permet au récepteur de localiser le premier bit du reste du trame.
- 6-octets DA (Adresse De Destination) : Pour la station (s) pour laquelle la trame est prévue.
- 6-octets SA (Adresse De Source): Pour la station qui a envoyé la trame.
- 2-octets Length: Longueur du PDU du LLC en octets.
- 46 – 1500 octets Données de LLC: PDU du LLC.
- > 0 octet pad : Octets supplémentaires pour s'assurer que la trame est assez longue pour l'opération CD appropriée.
- 4- octets FCS (Contrôle Séquentiel du Trame) : Un contrôle par redondance cyclique, CRC.

42

Pr Ahmed ERRAHMANI

Structure du Format du Message LAN : footnote sur le Préambule

le préambule est un signal employé dans des communications de réseau pour synchroniser la transmission entre deux systèmes ou plus.

Un nœud commence la transmission par envoyer un ordre de préambule de 8 bytes (bit 64). Ceci se compose de 62 alternatifs 1 et 0 suivi du modèle 11.

Un préambule définit une série spécifique d'impulsions de transmission qui est en communiquant des systèmes pour signifier que "quelqu'un est sur le point de transmettre des données".

Une fois codé en utilisant le codage de Manchester, à 10 Mbps, les 62 alternatifs produisent une fréquence de 5 MHz.

Cette fréquence est employée pour synchroniser l'horloge de données de réception à l'horloge de données de transmission.

43

Pr Ahmed ERRAHMANI

Structure du Format du Message LAN : footnote sur le Préambule

Puisque, quand le premier bit du préambule est reçu, chaque récepteur peut être dans un état arbitraire (c-à-d. une phase arbitraire pour son horloge locale). Il doit donc synchroniser à la phase correcte

la synchronisation appropriée assure que tous les systèmes interprètent le début du transfert de l'information correctement.

le dernier byte qui a fini avec le '11' est connu comme le "début du délimiteur".

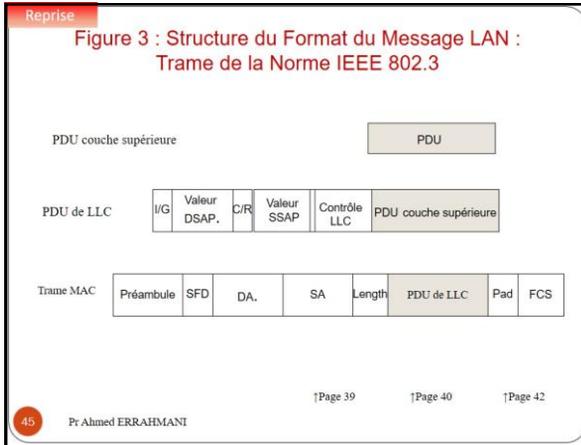
Un modèle spécial (11), est donc employé pour marquer les deux derniers bits du préambule.

Quand ceci est reçu, l'Ethernet reçoit des débuts d'interface rassemblant le bit dans des bytes pour traiter par la couche MAC.

Les impulsions réelles utilisées comme préambule changent selon la technologie de communication de réseau en service.

44

Pr Ahmed ERRAHMANI



Types du Trame Ethernet (liste non complète)

0800	Internet IP version 4
0805	ITU X.25
6559	Frame relay
8035	Internet reverse ARP (address resolution protocol)
809B	AppleTalk
80D5	IBM SNA (system network architecture)
8137-8138	Novell
0000-05DC	IEEE LLC/SNAP (Logical Link Control / SubNet Attachment Point)

46 Pr Ahmed ERRAHMANI

**Structure du Format du Message LAN :
Message MAC du Protocole Passage du jeton**

La figure 46 montre le format d'une trame selon le protocole IEEE 802.5.

On peut remarquer qu'il n'y a pas de préambule du fait de la nature synchrone de réseau.

1 octet Délimiteur de début de trame SD (Start Délimiter).

1 octet Contrôle d'accès AC

1 octet Contrôle de trame FC

6 octets Adresse de Source (SA, Source Address): identique au format IEEE 802.3

6 octet Adresse de destination (DA, Destination Address): identique au format IEEE 802.3

46 - 1500 octets Données de LLC : PDU du LLC.

4 bits Champ de vérification FCS (Frame Check Sequence)

1 bit Délimiteur de fin ED (End Delimiter)

1 bit Statut de trame FS, (Frame Status): ex. réception normale

47 Pr Ahmed ERRAHMANI

**Structure du Format du Message LAN :
Message MAC du Protocole Passage du jeton**

Notes :

- Le champ SD 1 octet a une configuration particulière JK0JK000. Les symboles J et K dérogent à la représentation conventionnelle du code manchester différentiel.
- Le champ AC 1 octet a la configuration suivante: PPPTMRRR
 - PPP (Priorité): indique la priorité du jeton ou de la trame (0-7).
 - T (Token) : indique la présence d'un jeton (T = 0) ou d'une trame (T=1).
 - M (Monitor) : ce bit est positionné à zéro par l'émetteur
 - RRR (Réservation) : ce champ permet à une station de réserver un jeton (0-7)

48 Pr Ahmed ERRAHMANI

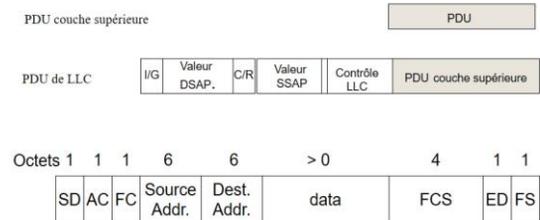
Structure du Format du Message LAN : Message MAC du Protocole Passage du jeton

3. Le champ FCS 4 octets similaire à celui du bus à contention
 - Le bit I (Intermediate Frame) indique une trame qui est première ou intermédiaire d'une série de trames
 - Le bit E (Error) indique un non-respect du codage Manchester Différentiel
4. Le champ ED 1 octet sa structure est JK1JK1E
5. Le champ FS 1 octet de structure ACrrACrr. Il contient deux indicateurs importants: Adresse reconnue (A) et trace copiée (C). Ces deux bits fournissent un accusé de réception à la station émettrice, (r: reserved)
 - A = 1 et C = 1 indique une réception normale
 - A = 1 et C = 0 signifie que le destinataire n'a pas pu copier la trame
 - A = 0 et C = 0 indique qu'aucune station n'a accepté la trame

49

Pr Ahmed ERRAHMANI

Figure 4: Structure du Format du Message LAN : Trame de la Norme IEEE 802.5



50

Pr Ahmed ERRAHMANI

Page 39

Page 47

Analyser le Network

- Analyseur du *network* ou "*network sniffer*" est utilisé pour examiner la performance du système et pour faire le debug (débuguer : corriger) du network
- En effet, quand le sniffer est attaché au network, il peut observer des événements spécifiques tel que :
 - Le nombre moyen de trame par second.
 - Le nombre de collision dans le cas de CSMA/CD (Ethernet)
 - Le délai moyen pour qu'un jeton arrive dans le cas du Token Ring pour le passage du jeton

51

Pr Ahmed ERRAHMANI

Opération de l'Analyseur de Network

- L'analyseur est un ordinateur normal laptop avec une interface normal pour LAN et un logiciel analyseur.
- Pour analyser tous les trames l'ordinateur est mis dans le mode indiscriminatoire "*promiscuous mode*" dans lequel son adresse n'est pas reconnue.
- Avec Le logiciel analyseur, l'ordinateur peut examiner n'importe quel trame.
- L'ordinateur reçoit et affiche toutes les trames mais il ne va ni répondre ni réagir.

52

Pr Ahmed ERRAHMANI

Opération de l'Analyseur de Network : FIF

L'analyseur peut jouer le rôle d'un Filtre des Trames Incidentes, FIF (Filtering Incoming Frames)

Il peut être configuré à filtrer et à traiter des trames très spécifiques tels que :

- Comptage des trames d'un type ou grandeur spécifique
- Affiche seulement les trames venant de ou allant à une station particulière.
- En général, Il peut être configuré de filtrer des trames dont certains champs ayant des valeurs spécifiques.

53

Pr Ahmed ERRAHMANI

Vitesse des LANs contre celle de l'ordinateur

Chaque technologie de network a un taux de transmission de données spécifiques.

LAN opère généralement à un taux de transmission des données supérieures à la vitesse du CPU de l'ordinateur de la station.

Donc le CPU ne peut pas traiter les bits à une vitesse comparable au taux de transmission des bits.

Exemple : CPU de 3 GHz exécute, par cycle d'horloge, une seule instruction d'un bit sur un Ethernet opérant à 1 Gbps.

La vitesse du LAN doit être indépendamment définie de la vitesse du processeur pour que le LAN s'adapte au remplacement et l'amélioration des ordinateurs des stations.

54

Pr Ahmed ERRAHMANI

Carte d'Interface au Network (NIC)

Comment fait-il qu'un ordinateur est attaché à un réseau qui envoie et reçoit des bits plus rapidement que le CPU qui les traite?

La réponse est simple :

- Le CPU ne manipule pas la transmission ou la réception des bits.
- Une carte spéciale manipule tous les détails de transmission et de réception de paquet.
- Cette carte est appelée carte d'adaptateur de réseau ou carte d'interface de réseau (NIC),
- NIC est connecté au bus de l'ordinateur et un câble la relie au médium du réseau.

55

Pr Ahmed ERRAHMANI

Concordance entre NIC et CPU

- Le NIC contient suffisamment de composants hardware pour traiter des données indépendantes du CPU.
- Certains NICs contiennent de microprocesseur séparé
- Ce type inclut les circuits analogues, l'interface à l'autobus de système, le buffering et le traitement.
- NIC est similaire aux périphériques I/O.
 - Le système CPU forme la demande (request) de message.
 - Envoie des instructions au NIC de transmettre des données.
 - Reçoit des commandes sur l'arrivée des données.

56

Pr Ahmed ERRAHMANI

Interconnexion des Réseaux Locaux

- Un réseau local sert à interconnecter les ordinateurs d'une organisation.
- Une organisation comporte généralement plusieurs réseaux locaux.
- Pour relier ces réseaux locaux, des équipements spécifiques sont nécessaires.
- Les équipements à mettre en œuvre sont différents selon la configuration face à laquelle on se trouve.

57

Pr Ahmed ERRAHMANI

Équipements Interconnexion des Réseaux Locaux

Les principaux équipements mis en place dans les réseaux locaux sont:

- Les répéteurs : permettant de régénérer un signal
- Les concentrateurs (hubs) : connecte les stations entre elles.
- Les ponts (bridges) : relier les réseaux locaux de même type
- Les commutateurs (switches) : relier divers éléments tout en segmentant le réseau
- Les passerelles (gateways) : relier des réseaux locaux de types différents
- Les routeurs : permettant de relier de nombreux réseaux locaux de telle façon à permettre la circulation de données d'un réseau à un autre de la façon optimale

58

Pr Ahmed ERRAHMANI

Équipements Interconnexion des Réseaux Locaux : Répéteurs

Sur une ligne de transmission, le signal subit des distorsions et un affaiblissement d'autant plus importants que la distance qui sépare deux éléments actifs est longue.

Généralement, deux nœuds d'un réseau local ne peuvent pas être distants de plus de quelques centaines de mètres, c'est la raison pour laquelle un équipement supplémentaire est nécessaire au-delà de cette distance.

Un répéteur (en anglais *repeater*) est un équipement simple permettant de régénérer un signal entre deux nœuds du réseau, afin d'étendre la distance de câblage d'un réseau.

Le répéteur travaille uniquement au niveau physique.

D'autre part, un répéteur peut permettre de constituer une interface entre deux supports physiques de types différents, c'est-à-dire qu'il peut par exemple permettre de relier un segment de paire torsadée à une fibre optique

59

Pr Ahmed ERRAHMANI

Équipements Interconnexion des Réseaux Locaux : Concentrateurs (Hubs)

Un concentrateur est un élément permettant de concentrer le trafic provenant de plusieurs stations, et de régénérer le signal.

Le concentrateur donc possède un certain nombre de ports, généralement 4, 8, 16 ou 32, pour connecter des machines entre elles, parfois disposées en étoile

Son unique but est de récupérer les données binaires parvenant sur un port et de les diffuser sur l'ensemble des ports.

Tout comme le répéteur, le concentrateur opère au niveau physique. C'est la raison pour laquelle il est parfois appelé *répéteur multi-ports*.

60

Pr Ahmed ERRAHMANI

Équipements Interconnexion des Réseaux Locaux : Les Ponts (Bridges)

Les ponts sont des dispositifs permettant de relier des réseaux utilisant le même protocole.

Un pont sert habituellement à faire transiter des paquets entre deux réseaux de même type.

Contrairement au répéteur, qui fonctionne au niveau physique, le pont fonctionne également au niveau liaison.

61

Pr Ahmed ERRAHMANI

Équipements Interconnexion des Réseaux Locaux : Les Ponts (Bridges)

En effet il est capable de filtrer les trames en ne laissant passer que celles dont l'adresse correspond à une machine située à l'autre coté du pont.

Cela permet de réduire le trafic (notamment les collisions) sur chacun des réseaux et d'augmenter le niveau de confidentialité car les informations destinées à un réseau ne peuvent pas être écoutées sur l'autre réseau.

En contrepartie l'opération de filtrage réalisée par le pont peut conduire à un léger ralentissement des données lors du passage d'un réseau à l'autre.

62

Pr Ahmed ERRAHMANI

Équipements Interconnexion des Réseaux Locaux : Les ponts (Bridges)

Fonctionnement d'un pont :

Un pont possède deux connexions à deux réseaux distincts.

Lorsque le pont reçoit une trame sur l'une de ses interfaces, il analyse l'adresse MAC du destinataire et de l'émetteur.

Si jamais le pont ne connaît pas l'émetteur, il stocke son adresse dans un tableau afin de se "souvenir" de quel côté du réseau se trouve l'émetteur.

63

Pr Ahmed ERRAHMANI

Équipements Interconnexion des Réseaux Locaux : Les ponts (Bridges)

Fonctionnement d'un pont :

Ainsi le pont est capable de savoir si l'émetteur et le destinataire :

- sont situés du même côté. Dans ce cas le pont ignore le message.
- sont situés de part et d'autre du pont. Dans ce cas le pont transmet la trame sur l'autre réseau.

Comment?

64

Pr Ahmed ERRAHMANI

Équipements Interconnexion des Réseaux Locaux : Les ponts (Bridges)

Fonctionnement d'un pont :

Un pont opère au niveau des adresses MAC qui sont des adresses physiques des machines.

En réalité le pont relie plusieurs réseaux locaux, appelés segments.

Le pont élabore un tableau de correspondance entre les adresses des machines et le segment auquel elles appartiennent et "écoute" les données circulant sur les segments.

66

Pr Ahmed ERRAHMANI

Équipements Interconnexion des Réseaux Locaux : Les ponts (Bridges)

Fonctionnement d'un pont :

Lors d'une transmission de données, le pont vérifie sur la table de correspondance le segment où appartiennent les ordinateurs émetteurs et récepteurs grâce à leur adresse physique. Si ceux-ci appartiennent au même segment, le pont ne fait rien, dans le cas contraire il va faire basculer les données vers le segment auquel appartient le destinataire.

66

Pr Ahmed ERRAHMANI

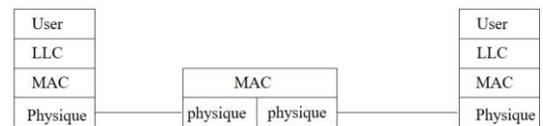
Propriétés des ponts

- Propriétés :
 - Ne fait aucune modification des trames
 - A besoin d'un espace (buffer) nécessaire pour gérer le trafic.
 - Doit savoir les adresses et faire le routage.
 - Fonctionne au niveau MAC.
 - Les ponts sont normalisée par le standard IEEE 802.1D, figure 5 .

67

Pr Ahmed ERRAHMANI

Figure 5 : Connexion de deux LAN par un pont



Architecture



68

Pr Ahmed ERRAHMANI

Des ponts à Routage

Le pont doit être capable de faire le routage.

Quand un pont reçoit une trame, il doit connaître le chemin de son expédition, si le pont est attaché à deux réseaux ou plus.

Des stratégies de routage ont été développées.

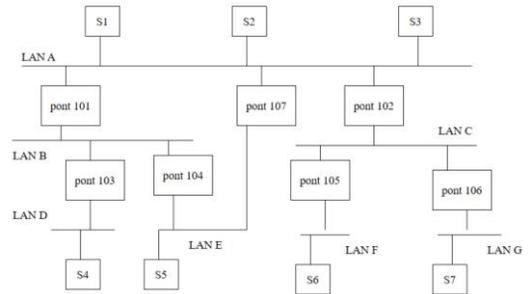
Deux groupes du comité IEEE 802 ont développé des spécifications pour des ponts à routage fixe :

- Le groupe IEEE 802.1 a publié une norme pour le routage basé sur l'utilisation d'un algorithme de « spanning tree ».
- Le comité de token ring, IEEE 802.5 a publié ses propres spécifications désignées sous le nom de routage de source.
- Pont à Routage Fixe c'est la stratégie la plus simple.

69

Pr Ahmed ERRAHMANI

Figure 6 : Configuration des ponts et LANs with Routing



70

Pr Ahmed ERRAHMANI

Ponts à Routage Fixe

C'est la stratégie la plus simple.

Une route est sélectionnée pour chaque paire source – destination du LAN dans la configuration.

Si des routes alternatives existent entre deux LANs, alors la route qui a le moins de nœuds est sélectionnée. Les routes sont déjà fixées.

Il y a changement de routage seulement s'il y a changement dans la topologie de l'internet.

71

Pr Ahmed ERRAHMANI

Stratégie du Ponts à Routage Fixe

Une matrice de routage centrale est créée. Cette matrice sera conservée dans un centre de contrôle de network.

Cette matrice a pour chaque paire source-destination, l'adresse du premier pont à travers la route.

Ex : consultation de la matrice montre que le routage du LAN E au LAN F est à travers le pont 107 du LAN A.

A partir de cette matrice, des tableaux de routage sont développés et conservés dans la mémoire de chaque pont.

72

Pr Ahmed ERRAHMANI

Strategie du Ponts a Routage Fixe

A chaque LAN lui correspond un tableau conservé dans le pont.

L'information pour chaque tableau est obtenue à partir d'une ligne de la matrice.

Ex : Le pont 105 a deux tableaux: 1 pour les trames venant du LAN C et 1 pour les trames venant du LAN F.

Chaque tableau montre l'adresse MAC de destination et l'identité du LAN le quel le pont doit expédier la trame.

73

Pr Ahmed ERRAHMANI

Ponts à Routage Fixe

Le pont copie chaque trame incident et vérifie:

Si l'adresse MAC de destination correspond à une entrée dans le tableau, la trame sera retransmit à travers le LAN approprié.

La stratégies de routage fixe est très utilisée pour les petits internets et des internets stable. Dans ce cas les données des tableaux de routage sont chargées manuellement un par un.

Mais pour des complexes internets cette stratégie est très inefficace.

74

Pr Ahmed ERRAHMANI

Spanning Tree algorithm IEEE 802.1

L'algorithme du Spanning Tree (algorithme de l'arbre recouvrant) est utilisé afin de réaliser et de contrôler la topologie de l'internet. L'algorithme consiste en 3 mécanismes :

1. Expédition du trame (Frame Forwarding)
2. Savoir l'adresse (Address Learning)
3. Résolution de la boucle (Loop resolution)

75

Pr Ahmed ERRAHMANI

Spanning Tree algorithm IEEE 802.1 Trame Forwarding

Un pont maintien à forwarding database (base de données d'expédition) pour chaque port attaché à un LAN.

Dans chaque base de données il y a les adresses des stations à partir desquelles les trames sont envoyés (forwarded) à travers le port correspondant.

Ceci s'explique comme suit :

A chaque port, on a une liste de stations.

Une station est dans la liste si elle est du même coté que le port appartenant au pont.

Exemple : les stations des LANs C,F et G sont du même coté que le port appartenant au pont 102 du LAN C.

76

Pr Ahmed ERRAHMANI

Spanning Tree algorithm IEEE 802.1 Trame Forwarding

Supposons qu'un pont reçoit une trame MAC sur un port x.

Le pont applique les règles suivantes :

- Chercher le forwarding database pour déterminer si l'adresse du MAC est dans la liste d'un de ses ports sauf le port x.
- Si l'adresse de destination MAC n'est pas dans aucune liste, la trame sera émise (forwarded) à travers tous les ports du pont sauf le port x duquel est reçu.
- Si l'adresse de destination est dans le forwarding database de certain port y, alors si le port n'est pas bloqué, la trame sera transmise vers le LAN auquel le port y est attaché.

77

Pr Ahmed ERRAHMANI

Spanning Tree algorithm IEEE 802.1 Savoir l'adresse (Address Learning)

Chaque fois qu'une trame arrive sur un port particulier du pont venant d'une **direction** d'un LAN, il y a mise à jour de son forwarding database pour ce port.

Pour permettre cette mise à jour, chaque élément de la base de données est équipé d'un temporisateur (timer).

Chaque fois qu'une trame est reçue, son adresse de source est vérifiée contre la base de données. Car le champ d'adresse de source indique la **station et la direction** (LAN) de provenance.

78

Pr Ahmed ERRAHMANI

Spanning Tree algorithm IEEE 802.1 Savoir l'adresse (Address Learning)

Si l'élément est déjà dans la base de données, l'entrée est mise à jour, car il se peut que la **direction** du même trame a changé, et le temporisateur est remis à zéro.

Si l'élément n'est pas dans la base de données, une nouvelle entrée est créée, avec son propre temporisateur.

Si le temporisateur expire alors on élimine l'élément de la base de données, puisque l'information correspondante peut ne plus être valide.

79

Pr Ahmed ERRAHMANI

Spanning Tree algorithm IEEE 802.1

Le mécanisme de Savoir l'adresse (Address Learning) plus haut est valide si la topologie de l'internet forme un arbre.

Dans la topologie arbre la trame a un seul trajet vers sa destination.

Cependant, il peut toujours exister des trajets multiples entre deux stations.

Une boucle fermée (closed loop) est alors créée lorsqu'il y a un trajet alternatif.

80

Pr Ahmed ERRAHMANI

Spanning Tree algorithm IEEE 802.1

Exemple:

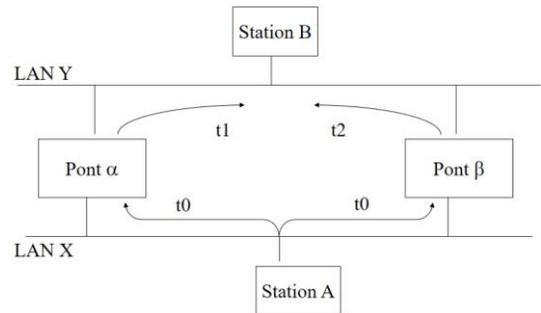
Les deux trajets suivant de la figure 6 forment une boucle fermée: LAN A, pont 101, LAN B, pont 104, LAN E , pont 107, LAN A.

Figure7 montre pourquoi multiple trajets est indésirable.

81

Pr Ahmed ERRAHMANI

Figure 6 : Boucle Fermée d'un Pont



82

Pr Ahmed ERRAHMANI

Spanning Tree algorithm IEEE 802.1 : Problem de Boucle Fermée d'un Pont

pourquoi le mécanisme n'est pas valide?

Au temps t_0 , la station A transmet une trame adressé à la station B.

la trame est capturée par les deux ponts.

Chaque pont met à jour sa base de données pour indiquer que la station A est dans la direction de LAN X, et retransmet la trame sur LAN Y.

Disant que le pont a retransmet la trame à t_1 et le pont b à un temps t_2 un peu plus tard. La station B recevra ainsi deux copies du trame.

83

Pr Ahmed ERRAHMANI

Spanning Tree algorithm IEEE 802.1 : Problem de Boucle Fermée d'un Pont

De plus, chaque pont recevra la transmission de l'autre pont sur LAN Y.

Donc chaque pont mettra à jour sa base de données pour indiquer erronément que la station A est dans la direction de LAN Y.

Le problème!

Ni l'un ni l'autre de deux ponts est maintenant capable de transmettre des futures trames adressée à la station A.

84

Pr Ahmed ERRAHMANI

Spanning Tree algorithm IEEE 802.1 Resolution de la Boucle Fermée d'un Pont

les ponts 107, 101 et 104 forment une boucle fermée.

Inspirer de la théorie des graphes, l'annulation de l'un des ponts 107, 101 ou 104 résulte en la formation du spanning tree à la place de la boucle fermée.

On désire donc développer un algorithme par lequel les ponts de l'internet peuvent échanger de l'information de façon qu'ils soient capable de contrôler la topologie physique dynamiquement sans l'intervention de l'utilisateur.

85

Pr Ahmed ERRAHMANI

Spanning Tree algorithm IEEE 802.1

L'algorithme du Spanning Tree est décrit dans la norme IEEE 802.1D.

Il est mis en œuvre par les ponts pour :

- découvrir les boucles sur le réseau
- créer une topologie logique sans boucles en bloquant certains trajets
- contrôler la disponibilité de la topologie logique

La norme utilise une trame spécifique baptisé BPDU (Bridge Protocol Data Unit) et une adresse multicast.

86

Pr Ahmed ERRAHMANI