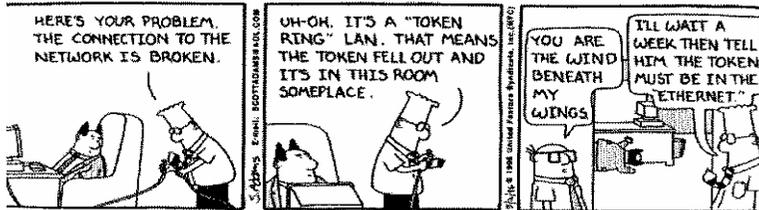


Réseaux locaux - Plan

1. Généralités
2. Méthodes d'accès
3. Normes IEEE
4. Réseaux Ethernet
5. Interconnexion



Kim Thai

-1-

Réseaux locaux - Plan

1. Généralités
 - ✓ qu'est-ce qu'un LAN
 - ✓ caractéristiques d'un LAN
2. Méthodes d'accès
3. Normes IEEE
4. Réseaux Ethernet
5. Interconnexion



Kim Thai

-2-

Qu'est-ce qu'un LAN ?

✓ définition IEEE

- *A datacomm system allowing a number of independent devices to communicate directly with each other, within a moderately sized geographic area over a physical communications channel of moderate data rates*

↳ donc

- un LAN supporte des communications en point à point, tous les équipements en communication ayant le même statut dans le système
 - en opposition aux systèmes de communication hiérarchiques
- un LAN couvre typiquement un immeuble : < 10 km
 - en opposition aux WAN, MAN
- les équipements partagent un même support
 - en opposition aux réseaux maillés à commutation
- les débits visés vont de 10 à 100 Mbit/s
 - en opposition aux WAN



Kim Thai

-3-

Applications des LAN

- ✓ nés des besoins de communication, mais propres aux besoins d'une entité
- ✓ environnement bureautique
 - accès à des ressources partagées (fichiers, logiciels, imprimantes)
 - moyen de communication électronique entre les utilisateurs
- ✓ environnement industriel
 - interconnexion d'équipements de contrôle et de mesure
 - automatisation (Fabrication Assistée par Ordinateur)



Kim Thai

-4-

Objectifs de conception d'Ethernet

- ✓ débits allant de 1 à 10 Mbit/s
- ✓ distances géographiques d'au plus 1 km
- ✓ plusieurs centaines de nœuds
- ✓ simplicité
- ✓ fiabilité
- ✓ dépendance minimale vis-à-vis d'un composant central
- ✓ utilisation efficace des ressources partagées, en particulier du réseau lui-même
- ✓ stabilité sous forte charge
- ✓ accès équitable pour tous les nœuds
- ✓ facilité d'installation pour un petit réseau et évolution sans remise en cause de l'existant
- ✓ facilité de reconfiguration et de maintenance
- ✓ coût peu élevé



-5-



Kim Thai

Caractéristiques d'un LAN

- ✓ support de transmission
 - paires torsadées
 - câble coaxial
 - fibre optique
 - sans fil (ondes radio, infrarouges, laser)
- ✓ technique de transmission
 - numérique
 - analogique
- ✓ topologie
- ✓ méthode de contrôle d'accès



-6-

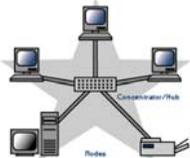


Kim Thai

La topologie physique

- ✓ ou le plan de câblage
- ✓ en théorie : 4 possibilités

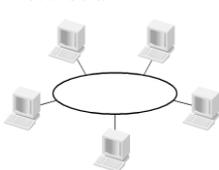
- l'étoile



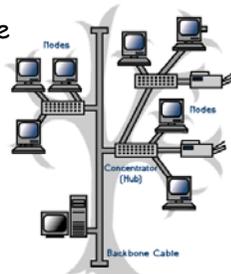
- le bus



- l'anneau



- l'arbre



-7-



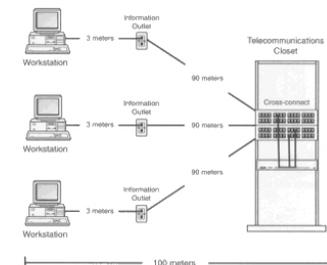
Kim Thai

La topologie physique

- ✓ critères de choix
 - coût
 - le bus est probablement la topologie la moins chère (pas de concentrateurs)
 - longueur de câble
 - le bus utilise le moins de câble
 - pérennité
 - l'étoile permet aisément l'ajout de nouveaux nœuds
 - type de câble utilisé
 - le câble le plus répandu est la paire UTP qui est le plus souvent utilisée avec l'étoile
- ✓ en pratique : souvent l'étoile
 - armoire de brassage
 - située dans un local technique
 - sur laquelle arrivent les UTP



Maximum Distances for Horizontal Cabling



-8-



Kim Thai

In addition to the 90 meters of horizontal cable, a total of 10 meters is allowed for work area and telecommunications closet patch and jumper cables.

La topologie logique

- ✓ prise en compte par la méthode d'accès au support
 - décrit la manière selon laquelle circule "logiquement" l'information
- ✓ 3 possibilités
 - l'étoile
 - le bus
 - l'anneau
- ✓ exemples

phys. \ log.	étoile	bus	anneau
étoile	PABX	-	-
bus	10BaseT	10Base5 DQDB	-
anneau	Token Ring	Token Bus	FDDI



Kim Thai

-9-

Réseaux locaux - Plan

1. Généralités
2. Méthodes d'accès
 - ✓ problématique
 - ✓ classification
 - ✓ accès statique
 - ✓ accès dynamique déterministe
 - ✓ accès dynamique aléatoire
3. Normes IEEE
4. Réseaux Ethernet
5. Interconnexion



Kim Thai

-10-

Méthodes d'accès

- ✓ Problématique
 - un support unique partagé par l'ensemble des stations raccordées au support
 - les stations ne peuvent pas utiliser simultanément le support
- ↪ nécessité d'arbitrage !
- ✓ classification des mécanismes d'accès
 - accès statique
 - la bande passante est répartie de façon invariante dans le temps entre les stations
 - accès dynamique
 - la bande passante est allouée à la demande



Kim Thai

-11-

Classification des méthodes d'accès

- ✓ accès statique
 - Accès Multiple à Répartition en Fréquence
 - Accès Multiple à Répartition dans le Temps
- ✓ accès dynamique
 - politiques d'accès dynamique à allocation déterministe
 - le polling
 - le jeton
 - non adressé
 - adressé
 - politique d'accès dynamique à allocation aléatoire
 - Aloha
 - Carrier Sense Multiple Access



Kim Thai

-12-

TDMA

✓ Time Division Multiple Access

✓ Principe

- le temps est découpé en intervalles réguliers qui sont affectés à chaque station de manière périodique
- durant le slot qui lui est alloué, la station possède le droit exclusif d'accès au canal

✓ avantages

- ☺ simplicité
- ☺ équitabilité
- ☺ priorités faciles à mettre en œuvre

✓ inconvénients

- ☹ manque d'efficacité, mauvaise utilisation de la BP
- ☹ besoin de synchronisation → une station "primaire" émet un message de synchro. pour démarrer un nouveau cycle
- ☹ problème de fiabilité de la station primaire
- ☹ tout ajout ou retrait de station implique une modification du cycle



Kim Thai

-13-

FDMA

✓ Frequency Division Multiple Access

✓ Principe

- la bande passante est découpée en sous-bandes
- une sous-bande est affectée à une seule station qui en a l'usage exclusif

✓ avantages

- ☺ simplicité
- ☺ équitabilité
- ☺ priorités faciles à mettre en œuvre

✓ inconvénients

- ☹ inter-bandes → gaspillage
- ☹ manque d'efficacité, mauvaise utilisation de la BP
- ☹ tout ajout ou retrait de station implique une modification du découpage de la BP



Kim Thai

-14-

Accès statique

✓ les méthodes d'accès statique

- sont adaptées aux cas où
 - le nombre de stations actives est réduit et fixe
 - les trafics sont prévisibles et à débits constants
- ne sont pas adaptées aux LAN où
 - le nombre de stations actives varie dans le temps
 - les stations génèrent un trafic sporadique

↪ il est préférable d'allouer la BP dynamiquement en fonction des demandes immédiates

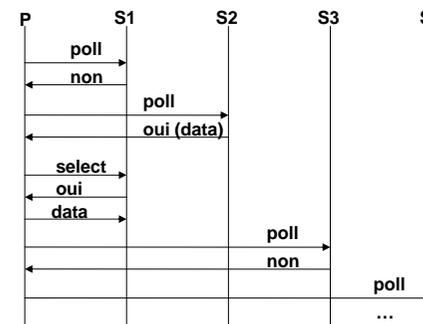


Kim Thai

-15-

Le polling

✓ Principe



✓ avantages

- ☺ simplicité
- ☺ équitabilité (en limitant la réponse)
- ☺ priorités faciles à mettre en œuvre

✓ inconvénients

- ☹ manque d'efficacité (*overhead*)
- ☹ approche centralisée → fiabilité du primaire
- ☹ approche centralisée → goulet d'étranglement du primaire



Kim Thai

-16-

Le jeton

✓ Principe

- consiste à faire circuler sur le réseau une trame spéciale : le jeton
- seule la station qui possède le jeton, à un instant donné, est autorisée à émettre

✓ 2 variantes

- le jeton non adressé
- le jeton adressé



Le jeton non adressé

✓ utilisé sur des topologies en anneau

✓ Principe

- le jeton circule sur l'anneau et donne, selon son état (libre/occupé) le droit d'émettre à la station qui le détient
- une station qui veut émettre
 - attend un jeton marqué "libre"
 - sur réception de ce dernier
 - elle change l'état du jeton ("occupé")
 - elle attache au jeton son message, son @ et l'@ de dest.
 - elle transmet le tout sur l'anneau
- une station qui reçoit un jeton marqué "occupé"
 - consulte l'@ de dest.
 - si c'est la sienne, elle copie la trame et fait suivre la trame
 - consulte l'@ de source
 - si c'est la sienne, elle retire la trame et émet un jeton marqué "libre"



Le jeton non adressé

✓ avantages

- ⊕ accès déterministe : chaque station est assurée de pouvoir émettre avant un délai borné
- ⊕ stabilité à forte charge : les performances ne s'écroulent pas
- ⊕ mise en œuvre de priorités possible

✓ inconvénients

- ⊖ la connectivité doit être maintenue
- ⊖ inefficacité à faible charge
- ⊖ overhead du jeton
- ⊖ nécessité d'une station de surveillance pour veiller à l'unicité du jeton

✓ méthode utilisée dans IEEE 802.5 (Token Ring)



Le jeton adressé

✓ utilisé sur des topologies en bus

✓ Principe

- un anneau virtuel est créé : chaque station connaît son prédécesseur et son successeur par leurs @
- seule la station en possession du jeton peut émettre
 - si elle n'a rien à émettre, elle envoie le jeton à son successeur logique → jeton *adressé*
 - si elle a de l'information à émettre, elle peut émettre pendant un temps limité, au bout duquel elle doit passer le jeton à son successeur



Le jeton adressé

✓ avantages

- ⊗ accès déterministe : chaque station est assurée de pouvoir émettre avant un délai borné
- ⊗ stabilité à forte charge : les performances ne s'écroulent pas
- ⊗ mise en œuvre de priorités possible
- ⊗ bus passif vs. anneau actif
- ⊗ retrait implicite des trames (vs. jeton non adressé)

✓ inconvénients

- ⊗ inefficacité à faible charge
- ⊗ overhead du jeton
- ⊗ nécessité d'une station de surveillance pour veiller à l'unicité du jeton
- ⊗ mécanismes lourds pour l'insertion et le retrait de stations
- ⊗ nécessité d'une procédure d'initialisation de l'anneau

✓ méthode utilisée dans IEEE 802.4 (Token Bus)



Kim Thai

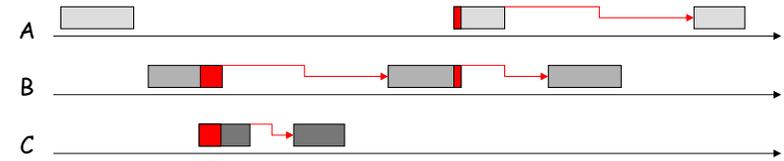
-21-

(Pure) Aloha

✓ testé au début des années 70 sur un réseau reliant les îles Hawaï par faisceaux hertziens

✓ Principe

- une station émet dès lors qu'elle le souhaite
- en cas de collision, la station réémettra sa trame au terme d'un délai aléatoire
- au bout de N collisions successives, la station abandonne



✓ efficacité très faible : 18% !



Kim Thai

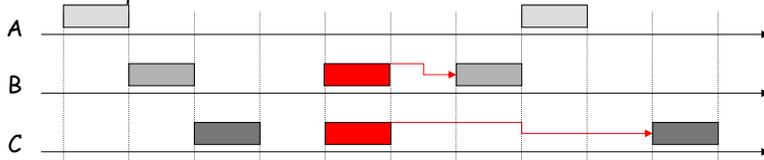
-22-

Slotted Aloha

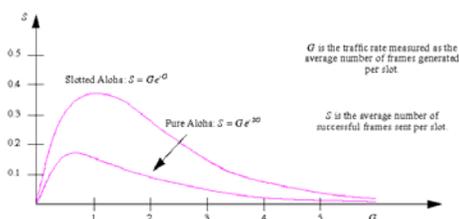
✓ amélioration du Pure Aloha

✓ Principe

- le temps est discrétisé
- les stations ne peuvent émettre qu'en début de slots



✓ efficacité faible : 36% !



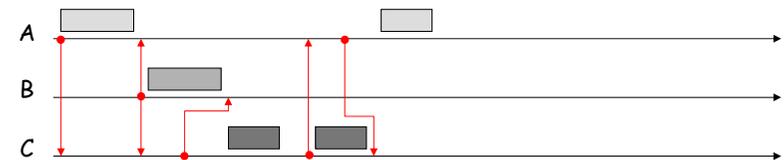
-23-

CSMA

✓ Carrier Sense Multiple Access

✓ Principe

- reprend le Pure Aloha
- avec une "écoute" du canal avant d'émettre : la station n'émet que si le canal est libre



Kim Thai

-24-

CSMA

✓ Variantes selon le type de décision prise par la station émettrice lorsqu'elle détecte le canal occupé

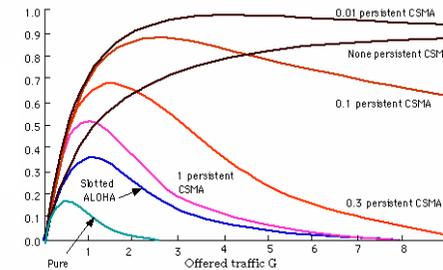
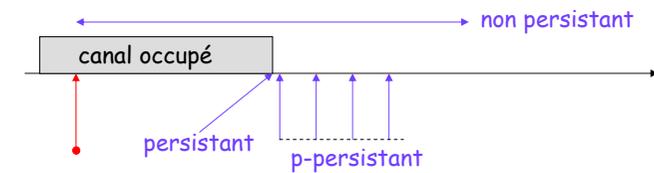
- **CSMA persistant**
 1. écoute persistante du canal
 2. dès qu'il devient libre, émettre
- **CSMA non persistant**
 1. faire une nouvelle tentative au bout d'un temps aléatoire
- **CSMA p-persistant**
 1. écoute persistante du canal
 2. dès qu'il devient libre,
 - avec une probabilité p , émettre
 - avec une probabilité $(1-p)$, attendre un délai et aller en 1.



Kim Thai

-25-

CSMA



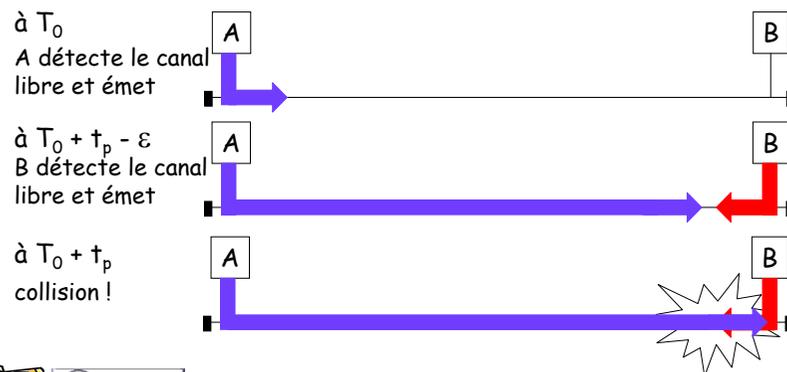
Kim Thai

-26-

Influence du temps de propagation

✓ Pourquoi peut-il y avoir encore des collisions ?

- deux stations A et B, situées aux extrémités d'un bus
- d la distance les séparant et v_p la vitesse de propagation sur le bus
- t_p le temps de propagation entre A et B : $t_p = d / v_p$



Kim Thai

-27-

CSMA/CD

✓ Carrier Sense Multiple Access/Collision Detection
 ✓ le protocole utilisé par Ethernet !

✓ Principe

- reprend CSMA
- une station qui émet continue à écouter le canal pendant sa transmission → détection des collisions
- en cas de collision, chaque station impliquée déroule un algorithme de reprise



Kim Thai

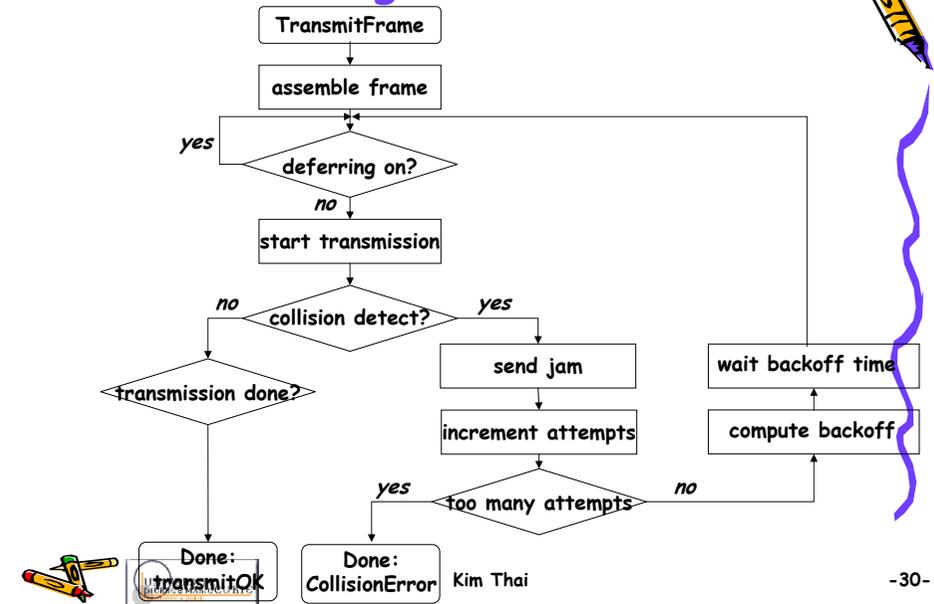
-28-

CSMA/CD : définitions

- période de vulnérabilité
 - intervalle de temps pendant lequel une station éloignée peut détecter le canal libre et transmettre à son tour
 - égale au maximum à un temps de propagation entre les 2 stations les plus éloignées sur le support
- fenêtre de collision (*time-slot*)
 - délai maximum qui s'écoule avant que l'on détecte une collision ou encore délai après lequel une station est certaine d'avoir réussi sa transmission
 - égale à deux fois le temps de propagation d'un signal sur le support.
- ↳ c'est l'unité de temps du protocole
- séquence de brouillage (*jam sequence*)
 - séquence de brouillage envoyée par une station dès qu'elle a détecté une collision, afin de la rendre détectable par l'ensemble des stations impliquées
- délai inter-trame (*interframe gap*)
 - silence minimum entre 2 trames successives



CSMA/CD : algorithme



Exponential backoff

- ✓ algorithme de calcul du délai aléatoire d'attente
 - détermine l'instant de retransmission d'une trame qui a subi une collision
 - calcule la durée aléatoire D avant retransmission
 - l'intervalle croît avec le nb de collisions subies
 - lorsque n atteint 16, il y a abandon de la transmission

Backoff (D) ;
 n : nombre total de collisions déjà subies par la trame
 $k = \min(n, 10)$
 tirage d'une variable aléatoire M telle que $0 \leq M < 2^k$
 $D = M * \text{time-slot}$
return (D)



CSMA/CD

- ✓ avantages
 - ☺ approche complètement décentralisée
 - ☺ simplicité
 - ☺ équitabilité
 - ☺ très efficace sous faible charge
 - ☺ utilisation d'un bus passif
 - ☺ facilité d'installation pour un petit réseau et évolution sans remise en cause de l'existant
 - ☺ coût peu élevé
- ✓ inconvénients
 - ☹ délais imprévisibles
 - ☹ pertes de trames possibles



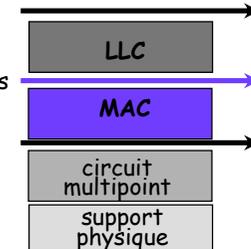
Réseaux locaux - Plan

1. Généralités
2. Méthodes d'accès
3. Normes IEEE
 - ✓ architecture IEEE 802
 - ✓ LLC
 - ✓ MAC 802.3
4. Réseaux Ethernet
5. Interconnexion



La couche liaison dans les LAN

- ✓ 2 sous-couches
- ✓ MAC
 - Medium Access Control
 - définit des règles de partage du support multipoint
 - éviter les contentions d'accès
 - partager équitablement la BP
- ✓ LLC
 - Logical Link Control
 - fournit la plupart des fonctions de la couche liaison de données



transport de trames
partage du support
transport de bits



L'architecture IEEE

LLC	IEEE 802.2							
	services : mode non connecté, avec ou sans acquittements mode connecté avec acquittements							
MAC	IEEE 802.3	CSMA/CD	IEEE 802.2	Bus à jeton	IEEE 802.5	Anneau à jeton	IEEE 802.4	DQDB
	Physique	coaxial bande de base : 10Mbps paire torsadée: 10,100Mbps coaxial large bande/ fibre optique : 10Mbps	coaxial large bande: 1,5,10Mbps fibre optique : 5,10,20Mbps	paire torsadée isolée: 4,16Mbps paire torsadée : 4Mbps	fibre optique : 100Mbps			



Architecture IEEE

Overview Architecture and Management	802.1	802.10	Security and Privacy					application	
		802.2	Logical Link Control						
		802.1	Bridging					liaison	
		802.10	Secure Data Exchange						
		CSMA/CD	Token Bus	Token Ring	MAN	IVD	Sans fil	AnyLan	MAC
		802.3	802.4	802.5	802.6	802.9	802.11	802.12	PHY
			802.7	Broadband TAG					
			802.8	Fiber Optic TAG					



Architecture IEEE

- 802.1 Overview et architecture
- ↓ 802.2 Lien logique (LLC)
- ★ 802.3 CSMA/CD
- ↓ 802.4 Token Bus
- 802.5 Token Ring
- ↓ 802.6 MAN (DQDB)
- ↓ 802.7 Technologies Large Bande
- † 802.8 Technologies Fibre optique
- ↓ 802.9 LAN isochrone (temps réel)
- ↓ 802.10 LAN virtuels et sécurité
- ★ 802.11 LAN sans fil
- ↓ 802.12 Demand Priority (AnyLAN de HP)
- 802.13
- ↓ 802.14 Modems câble
- ★ 802.15 PAN (Bluetooth)
- ★ 802.16 Large bande sans fil
- 802.17 Resilient packet ring

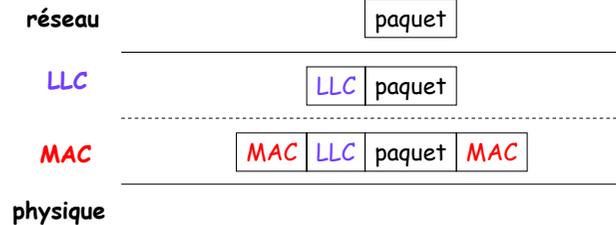


Kim Thai

-37-

La sous-couche LLC (IEEE 802.2)

- ✓ responsable de l'adressage et du contrôle du lien de données
 - indépendante de la topologie et du support de transmission
 - indépendante de la sous-couche MAC
- ✓ elle fournit
 - le choix entre plusieurs services
 - un format simple et une interface avec la couche réseau



Kim Thai

-38-

La sous-couche LLC

- ✓ 3 services et 3 protocoles
 - sans connexion : **LLC1**
 - aucun séquençement, aucun acquittement (→ pas de garantie de livraison, pas de notification en cas d'échec), aucun contrôle d'erreur
 - simple et utile pour des applications pour lesquelles un mode connecté serait pénalisant (diffusion, transactionnel, temps réel)
 - avec connexion : **LLC2**
 - contrôle d'erreur et contrôle de flux (comparable HDLC)
 - sans connexion avec acquittement : **LLC3**
 - vise une fiabilité des échanges sans avoir d'états de connexion à maintenir



Kim Thai

-39-

La norme IEEE 802.3

- ✓ les paramètres de la spécification
 - durée time_slot : 512 bit times (51,2 μ s pour un réseau à 10 Mbit/s)
 - délai inter-trame : 9,6 μ s
 - # max de retransmissions d'une trame : 16
 - multiplicateur max de l'intervalle de tirage : 10
 - longueur de la séquence de brouillage : 32 bits
 - **taille maximale d'une trame : 1518 octets**
 - **taille minimale d'une trame : 64 octets**
 - taille de l'adresse : 48 bits

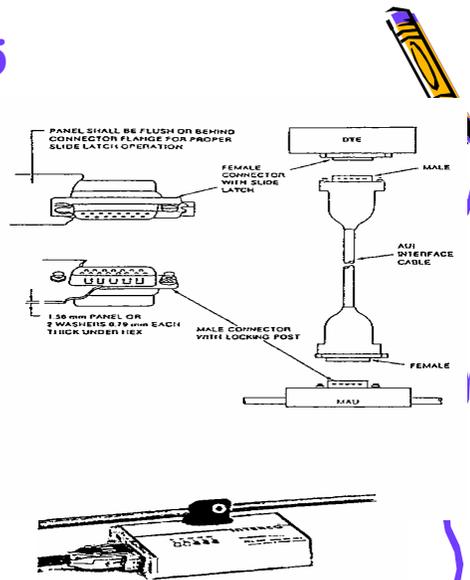


Kim Thai

-40-

Ethernet 10Base5

- ✓ câble coaxial épais RG11 dit câble jaune
 - impédance = 50 Ω
 - Ø 10 mm
 - rayon de courbure = 25 cm
 - atténuation 8,5 dB/100m à 10 Mhz
 - coefficient de vélocité = 0,77
- ✓ câble de liaison:
 - connecteurs DB15 (prise AUI)
 - 4 paires torsadées (émission, réception, collision, alimentation)
 - raccordement sur câble coaxial par prise vampire
- ✓ bouchon de terminaison 50 Ω



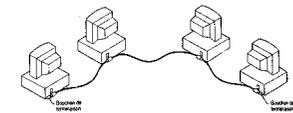
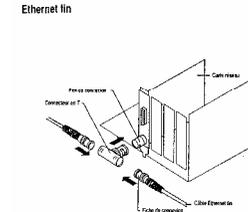
Kim

-45-



Ethernet 10Base2

- ✓ topologie en bus
- ✓ débit : 10 Mbit/s
- ✓ codage en bande de base (Manchester)
- ✓ taille max. du réseau : 925 m
- ✓ longueur max. d'un segment : 185 m
- ✓ # max. de stations par segment : 30
- ✓ transceiver intégré dans la carte
- ✓ distance min. entre 2 transceivers : 0,5 m



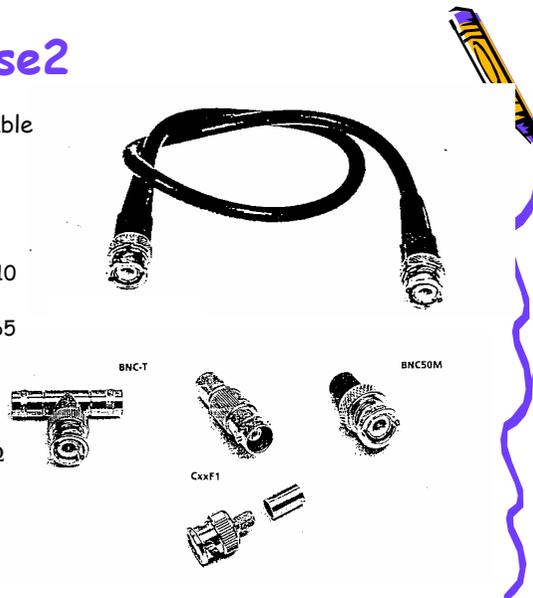
Kim Thai

-46-



Ethernet 10Base2

- ✓ câble coaxial fin RG58 dit câble noir
 - impédance = 50 Ω
 - Ø 4,6 mm
 - rayon de courbure = 5 cm
 - atténuation 4,6 dB/100m à 10 Mhz
 - coefficient de vélocité = 0,65
- ✓ connecteurs BNC:
 - raccord droit
 - raccord en T
- ✓ bouchon de terminaison 50 Ω



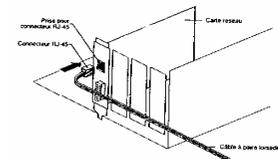
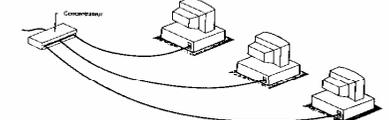
Kim Thai

-47-



Ethernet 10BaseT

- ✓ débit : 10 Mbit/s
- ✓ topologie physique en étoile
- ✓ topologie logique en bus grâce aux hubs
- ✓ distance max. d'une station au hub : 100 m
- ✓ codage en bande de base (Manchester)
- ✓ paires Torsadées



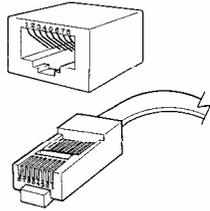
Kim Thai

-48-



Ethernet 10BaseT

- ✓ paires torsadées
 - une paire en émission
 - une paire en réception
- ✓ connecteur RJ45



- ✓ en tenant le connecteur face à soi avec le clip de fixation vers le haut, les broches sont numérotées de 1 à 8 de la gauche vers la droite

N° Utilisation

- 1 Sortie des Données (+)
- 2 Sortie des Données (-)
- 3 Entrée des Données (+)
- 4 Réserve pour le tél.
- 5 Réserve pour le tél.
- 6 Entrée des Données (-)
- 7 Réserve pour le tél.
- 8 Réserve pour le tél.



Ethernet sur fibre optique

- ✓ FOIRL (Fibre Optic Inter Repeater Link)
 - liaison point à point entre 2 équipements optiques actifs, sur 1 km max.
 - une fibre par sens de transmission
- ✓ 10BaseFL
 - remplace FOIRL avec un segment point à point de 2 km
- ✓ 10BaseFB (Fiber Backbone)
- ✓ 10BaseFP (Fiber Passive)
- ✓ ...



Réseaux locaux - Plan

1. Généralités
2. Méthodes d'accès
3. Normes IEEE
4. Réseaux Ethernet
5. Interconnexion
 - ✓ répéteur
 - ✓ ponts

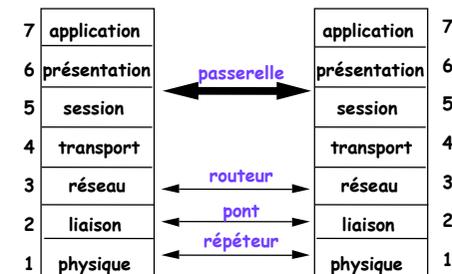


Interconnexion de LAN

- ✓ Problématique



- ✓ les solutions



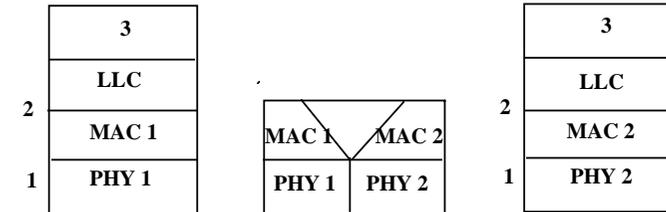
Le répéteur

- ✓ interconnexion au niveau de la couche physique
- ✓ permet l'interconnexion de 2 segments → augmenter la distance
- ✓ ne possède pas d'@MAC
- ✓ régénère le signal pour compenser un affaiblissement ou changer de média (câble coaxial à paire torsadée)
- ✓ n'effectue aucun filtrage
- ✓ aucune administration
- ✓ 4 répéteurs max. entre 2 stations (802.3 et 10Base5)



Le pont (bridge)

- ✓ interconnexion au niveau MAC
- ✓ permet de
 - structurer un réseau d'entreprise en le segmentant physiquement
 - rallonger un réseau local
 - relier deux réseaux de technologies différentes
- ✓ possède une @MAC (transparente pour les stations)



Le pont (bridge)

- ✓ difficultés
 - les LAN peuvent utiliser un format de trame différent → reformatage
 - le pont peut constituer un goulet d'étranglement lorsque
 - les LAN ont des débits différents et que le pont relaie une communication d'un LAN rapide vers un LAN plus lent
 - plusieurs communications ont le même port de sortie



Le pont (bridge)

- ✓ fonctions supplémentaires
 - filtrer le trafic non destiné à un segment
 - apprentissage des infos de filtrage
 - administration à distance (agent SNMP)
 - routage



Le pont simple

✓ fonctions

- conversion du format de trame
- filtrage des collisions → pas de propagation d'un réseau à l'autre
- pas de fonction de segmentation → une trame trop longue sera rejetée
- pas de filtrage
- pas de contrôle de flux
- routage par une table statique ou par diffusion



Kim Thai

-57-

Le pont transparent

✓ Spanning Tree Bridge (802.1D)

- principe : tout site possédant des LAN IEEE peut connecter ces ponts sans modification de matériel, de logiciel, et sans téléchargement de paramètres (tables de routage)

✓ fonctions

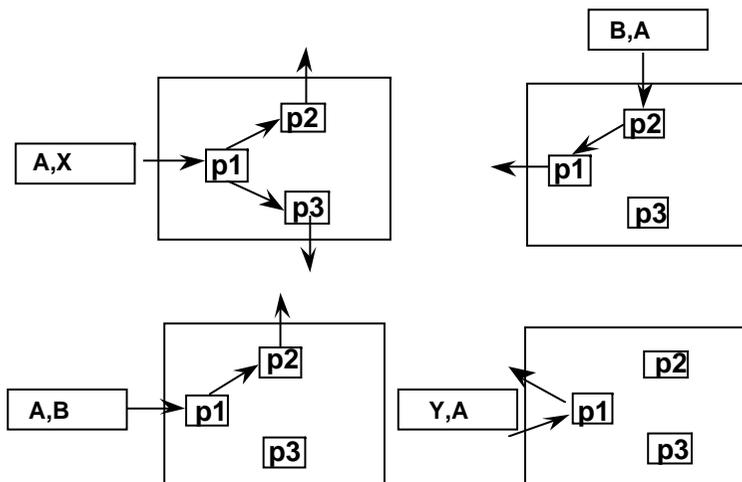
- routage par apprentissage
- filtrage
- contrôle de flux



Kim Thai

-58-

Routage par apprentissage



Kim Thai

-59-

Routage par apprentissage

1. sur le port p1, le pont reçoit une trame venant de A et destinée à X, il la diffuse sur p2 et p3
 2. sur le port 2, le pont reçoit une trame venant de B destinée à la station d'adr A, il sait que A est sur R1, il mémorise l'adr source B arrivant sur le port2
 3. une trame venant de A et destinée à la station d'adr. B est prolongée sur le port p2
 4. une trame arrive sur p1 et destinée à la station d'adr. A est abandonnée
- ✓ NB: des timers sont armés pour chaque entrée pour prévenir la saturation de la table, et éliminer de la table les entrées obsolètes (stations "déconnectées")



Kim Thai

-60-

Le commutateur de niveau 2

- ✓ pont multi-port (Ethernet ou Token Ring)
- ✓ 2 méthodes de commutation

store and forward

réception intégrale de la trame puis stockage, choix du routage, et retransmission vers un port de sortie

- ☺ 100 vers 10 Mbit/s possible
- ☺ filtrage d'erreurs
- ☹ temps de latence fonction de la longueur de la trame

fast forward ou on the fly

retransmission de la trame en sortie dès le décodage des bits de l'adresse destinataire

- ☹ 100 vers 10 Mbit/s impossible
- ☹ pas de filtrage d'erreurs
- ☺ latence faible



-61-

Kim Thai



Ethernet commuté

- ✓ un LAN 10BaseT dans lequel on aurait remplacé le *hub* par un commutateur (*switch*) Ethernet
 - comparable à un pont multi-port
- ✓ protocole modifié
 - pas de détection de collisions
- ✓ paires torsadées utilisées en *full-duplex*
 - la station peut simultanément émettre et recevoir
- ✓ débits variables selon le port
 - 1, 10, 100, 1000 Mbit/s

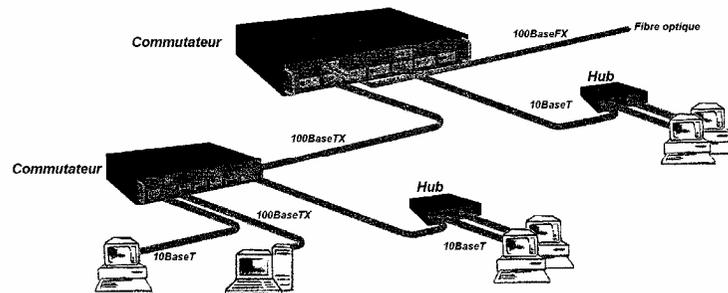


-62-

Kim Thai



Le commutateur



-63-

Kim Thai



Gigabit Ethernet

- ✓ nouvelles couches physiques issues de Fibre Channel (standard ANSI) : super-switch de type *crossbar*
- ✓ 1000BaseSX (Short Wave)
 - fibre multimode, $\lambda = 850$ nm, sur 500 m
- ✓ 1000BaseLX (long Wave)
 - fibre monomode, $\lambda = 1310$ nm, sur 2~3 km
- ✓ 1000BaseCX
 - câble coaxial ou STP, sur 25 m
- ✓ 1000BaseT
 - UTP, sur 100 m



-64-

Kim Thai

