

La technologie Ethernet

Réaliser par :

- ABD EL MOUNAIM BENFAYDA
- HICHAM IDMANSOUR
- KHALID LAKHDAR
- AMINE ZAOUIA
- EL MEHDI AABAD

-
- Encadrer Par Mme NOUSSAIR
-

Plan

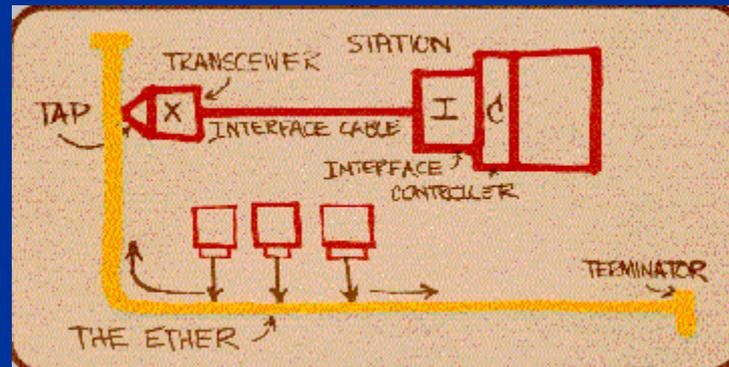
- 1 Histoire
- 2 Description générale
- 3 Types de trames Ethernet et champ EtherType
 - 3.1 Trame Ethernet II
- 4 Variétés d'Ethernet
 - 4.1 Quelques anciennes variétés d'Ethernet
 - 4.2 Ethernet 10 Mbit/s
 - 4.3 Fast Ethernet (100 Mbit/s)
 - 4.4 Gigabit Ethernet (1 000 Mbit/s)
 - 4.5 Ethernet 10 gigabit par seconde
- 5 matériel et câblage

Histoire

- L'Ethernet a originellement été développé comme l'un des projets pionniers du Xerox PARC. Une histoire commune veut qu'il ait été inventé en 1973, date à laquelle Bob Metcalfe écrivit un mémo à ses patrons à propos du potentiel d'Ethernet. Metcalfe affirme qu'Ethernet a en fait été inventé sur une période de plusieurs années. En 1976, Robert Metcalfe et David Boggs (l'assistant de Metcalfe) ont publié un document intitulé Ethernet : Distributed Packet-Switching For Local Computer Networks (Ethernet : commutation de paquets distribuée pour les réseaux informatiques locaux).

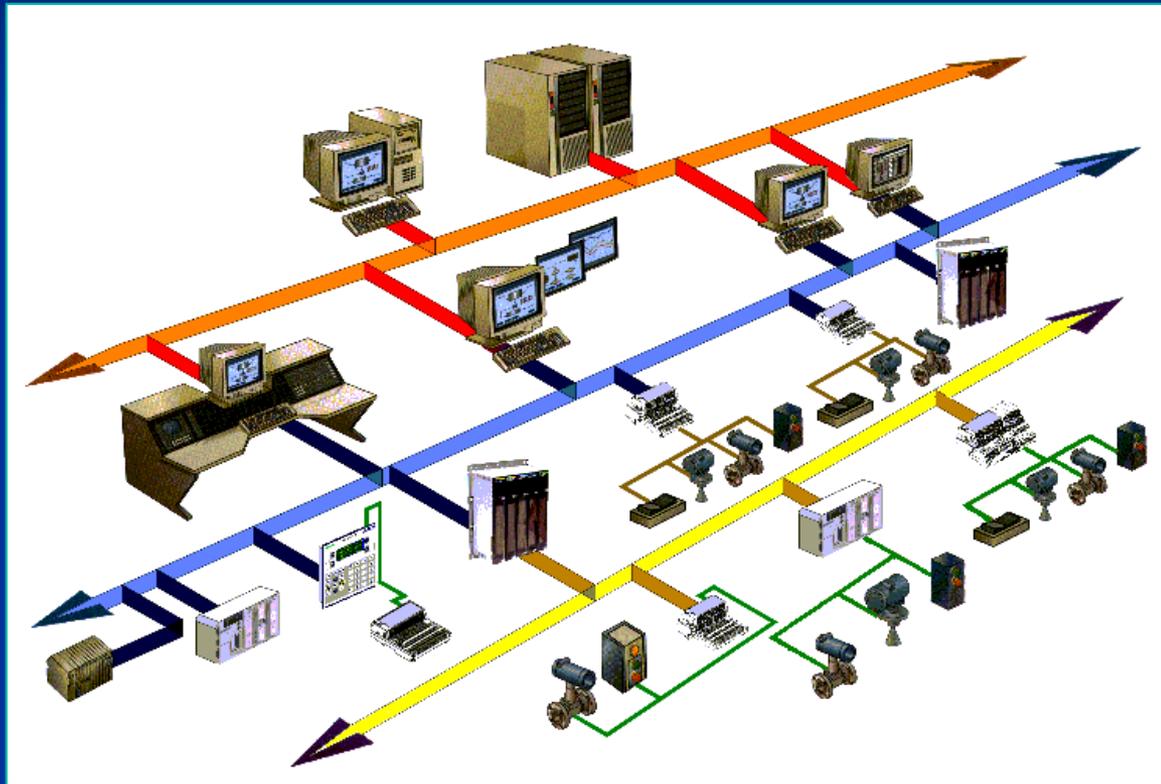
- Metcalfe a quitté Xerox en 1979 pour promouvoir l'utilisation des ordinateurs personnels et des réseaux locaux, et a fondé l'entreprise 3Com. Il réussit à convaincre DEC, Intel et Xerox de travailler ensemble pour promouvoir Ethernet en tant que standard. Ethernet était à l'époque en compétition avec deux systèmes propriétaires, Token Ring et ARCnet, mais ces deux systèmes ont rapidement diminué en popularité face à l'Ethernet. Pendant ce temps, 3Com est devenue une compagnie majeure du domaine des réseaux informatiques.

- Norme 802.3
- Développé à l'origine par le groupe DIX



Conception originale de R. Metcalfe (1976)

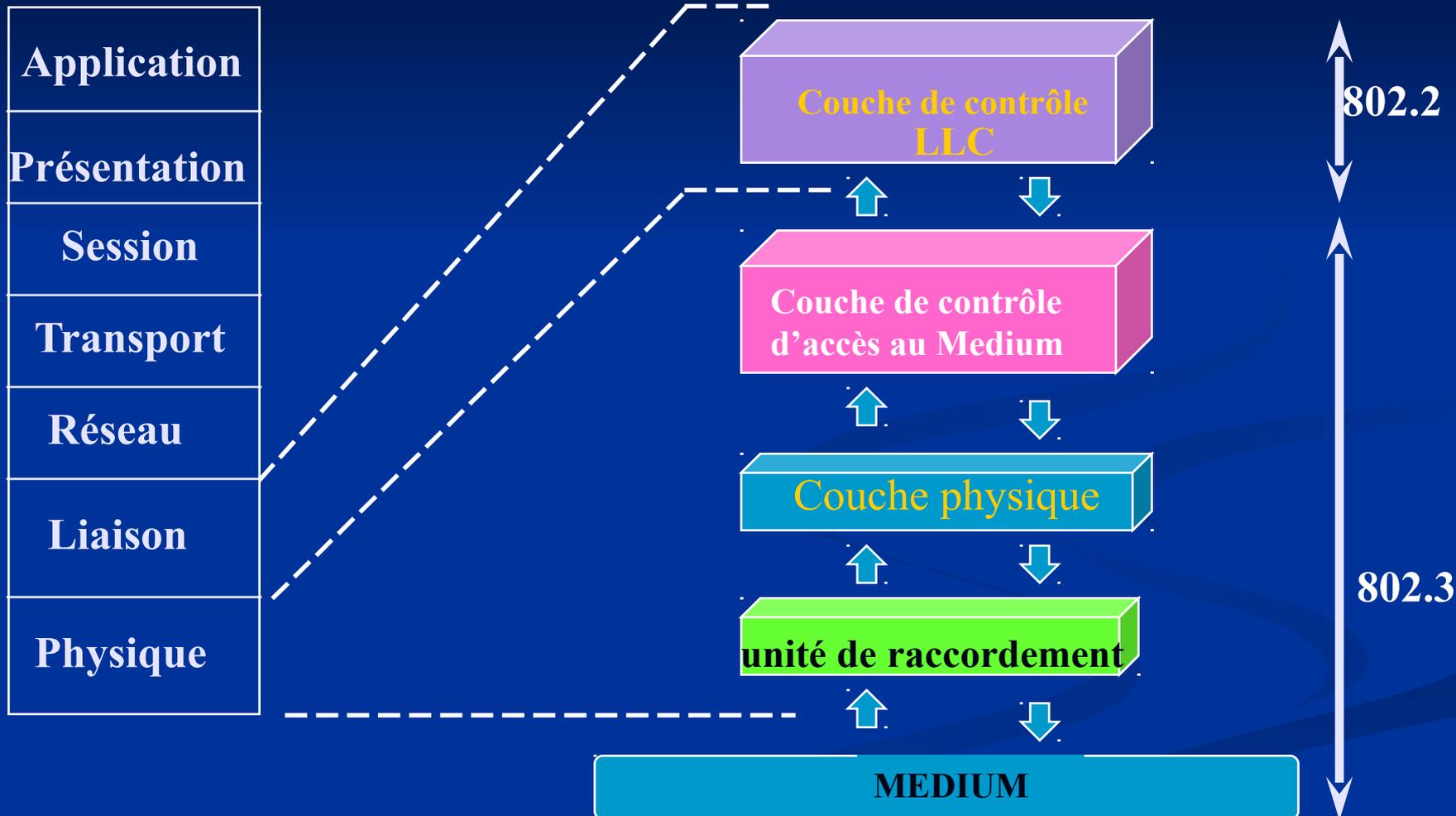
Notion sur Ehternet



Ethernet

. Ethernet est un protocole de réseau local à commutation de paquets. Bien qu'il implémente la couche physique (PHY) et la sous-couche Media Access Control (MAC) du modèle OSI, le protocole Ethernet est classé dans la couche de liaison, car les formats de trames que le standard définit sont normalisés et peuvent être encapsulés dans des protocoles autres que ses propres couches physiques MAC et PHY. Ces couches physiques font l'objet de normes séparées en fonction des débits, du support de transmission, de la longueur des liaisons et des conditions environnementales.

Fonctionnement du norme 802.3



- Ethernet a été standardisé sous le nom IEEE 802.3. C'est maintenant une norme internationale : ISO/IEC 8802-3.
- Depuis les années 1990, on utilise très fréquemment Ethernet sur paires torsadées pour la connexion des postes clients, et des versions sur fibre optique pour le cœur du réseau. Cette configuration a largement supplanté d'autres standards comme le Token Ring, FDDI et ARCNET. Depuis quelques années, les variantes sans-fil d'Ethernet (normes IEEE 802.11, dites « Wi-Fi ») ont connu un fort succès, aussi bien sur les installations personnelles que professionnelles.

Description Générale

- L'Ethernet est basé sur le principe de membres (pairs) sur le réseau, envoyant des messages dans ce qui était essentiellement un système radio, captifs à l'intérieur d'un fil ou d'un canal commun, parfois appelé l'éther. Chaque pair est identifié par une clé globalement unique, appelée adresse MAC, pour s'assurer que tous les postes sur un réseau Ethernet aient des adresses distinctes.

- Une technologie connue sous le nom Carrier Sense Multiple Access with Collision Detect (Écoute de porteuse avec accès multiples et détection de collision ou CSMA/CD) régit la façon dont les postes accèdent au média. Au départ développée durant les années 1960 pour ALOHA net à Hawaii en utilisant la radio, la technologie est relativement simple comparée à Token Ring ou aux réseaux contrôlés par un maître. Lorsqu'un ordinateur veut envoyer de l'information, il obéit à l'algorithme suivant :

- Si le média n'est pas utilisé, commencer la transmission, sinon aller à l'étape 4
- [transmission de l'information] Si une collision est détectée, continue à transmettre jusqu'à ce que le temps minimal pour un paquet soit dépassé (pour s'assurer que tous les postes détectent la collision) puis aller à l'étape 4
- [fin d'une transmission réussie] Indiquer la réussite au protocole du niveau supérieur et sortir du mode de transfert.

- *[câble occupé] Attendre jusqu'à ce que le fil soit inutilisé.*
- *[le câble est redevenu libre] Attendre pendant un temps aléatoire, puis retourner à l'étape 1, sauf si le nombre maximal d'essais de transmission a été dépassé.*
- *[nombre maximal d'essais de transmission dépassé] Annoncer l'échec au protocole de niveau supérieur et sortir du mode de transmission.*

- Comme dans le cas d'un réseau non commuté, toutes les communications sont émises sur un médium partagé, toute information envoyée par un poste est reçue par tous les autres, même si cette information était destinée à une seule personne. Les ordinateurs connectés sur l'Ethernet doivent donc filtrer ce qui leur est destiné ou non. Ce type de communication « quelqu'un parle, tous les autres entendent » d'Ethernet est une de ses faiblesses, car, pendant que l'un des nœuds émet, toutes les machines du réseau reçoivent et doivent, de leur côté, observer le silence. Ce qui fait qu'une communication à fort débit entre seulement deux postes peut saturer tout un réseau local.

Méthode d'accès CSMA/CD

- CSMA/CD - Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection

(accès multiple par écoute de la porteuse avec détection de collision)

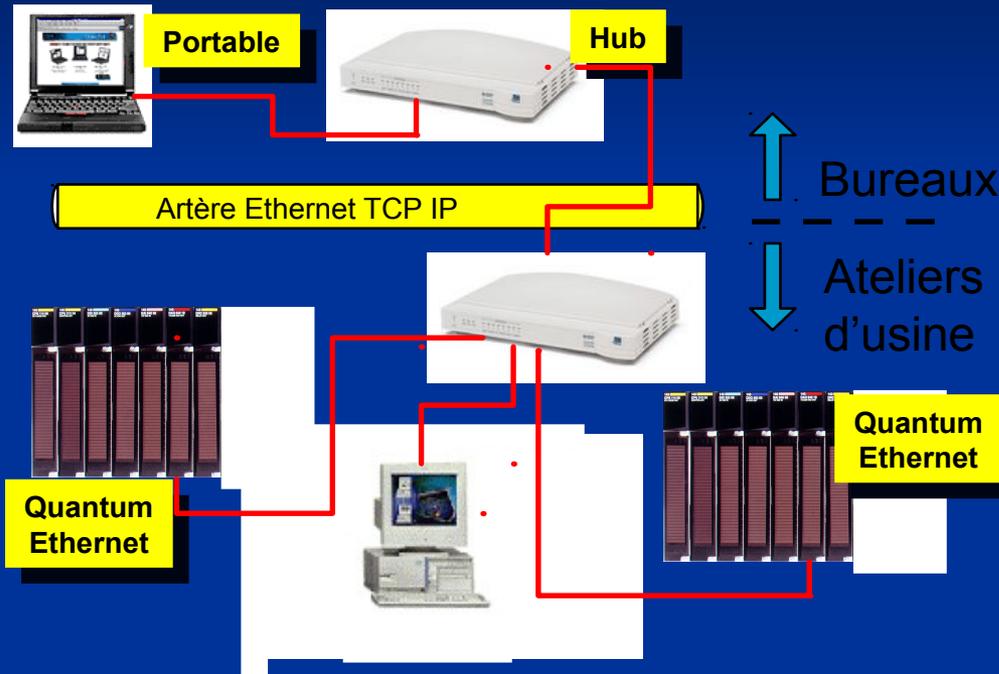
- Méthode de contrôle de l'accès d'une station au réseau
- La station qui souhaite émettre un message "écoute" le réseau pour savoir s'il y a d'autres stations en train d'émettre



- Si le réseau est libre, la station commence à émettre
- La station "écoute" son propre message pour voir s'il y a eu une collision.
- Si ce n'est pas le cas, le processus est achevé. S'il y a eu une **collision**, la station attend une durée aléatoire et renouvelle la tentative

Réseau local ETHERNET

- Un Réseau local normalisé
 - Indépendant de tout constructeur
 - Accès au réseau de type CSMA/CD
 - Non déterministe



- Facile à mettre en oeuvre, peu cher, extensible, ouvert, qui permet la mise en connexion de tous les échelons de l'entreprise depuis les bureaux jusqu'aux modules E/S des ateliers d'usine
- La technologie de LAN actuellement la plus répandue

types de trames Ethernet et champ Ethertype

- *Il y a quatre types de trame Ethernet :*
- *Ethernet originale version I (n'est plus utilisée)*
- *Ethernet Version 2 ou Ethernet II (appelée trame DIX, toujours utilisée)*
- *IEEE 802.x LLC*
- *IEEE 802.x LLC/SNAP*
- *Ces différents types de trame ont des formats et des valeurs de MTU différents mais peuvent coexister sur un même médium physique.*

- La version 1 originale de Xerox possède un champ de 16 bits identifiant la taille de trame, même si la longueur maximale d'une trame était de 1500 octets. Ce champ fut vite réutilisé dans la version 2 de Xerox comme champ d'identification, avec la convention que les valeurs entre 0 et 1500 indiquaient une trame Ethernet originale, mais que les valeurs plus grandes indiquaient ce qui a été appelé l'EtherType, et l'utilisation du nouveau format de trame. Ceci est maintenant pris en charge dans les protocoles IEEE 802 en utilisant l'entête SNAP.

- L'IEEE 802.3 a de nouveau défini le champ de 16 bits après les adresses MAC comme la longueur. Comme l'Ethernet I n'est plus utilisé, ceci permet aux logiciels de déterminer si une trame est de type Ethernet II ou IEEE 802.3, permettant la cohabitation des deux standards sur le même médium physique. Toutes les trames 802.3 ont un champ LLC. En examinant ce dernier, il est possible de déterminer s'il est suivi par un champ SNAP ou non. Synthèse graphique Les différentes trames peuvent coexister sur un même réseau physique.

Trames Ethernet II

Ethernet						
?	1	6	6	2	46-1500	4
Préambule	Délimiteur de début de trame	Adresse de destination	Adresse d'origine	Type	Données	Séquence de contrôle de trame

- Préambule Configuration composée de 1 et de 0 en alternance qui indique aux stations réceptrices que la trame est de type Ethernet ou IEEE 802.3. La trame Ethernet comporte un octet supplémentaire qui équivaut au champ de début de trame spécifié dans la trame IEEE 820.3.

- Début de trame - L'octet séparateur IEEE 802.3 se termine par deux bits 1 consécutifs servant à synchroniser les portions de réception des trames de toutes les stations du LAN. Le début de trame est défini explicitement dans la norme Ethernet
- Adresses d'origine et de destination - Les trois premiers octets des adresses sont définis par l'IEEE en fonction du fournisseur. Les trois derniers octets sont définis par le fournisseur de réseau Ethernet ou IEEE 802.3. L'adresse d'origine est toujours une adresse d'unicast (nœud simple). L'adresse de destination peut être une adresse d'unicast, une adresse de multicast (groupe) ou une adresse de broadcast (tous les nœuds).

- Type (Ethernet) - Précise le protocole de couche supérieure qui reçoit les données une fois le traitement Ethernet est terminé.
- Données (Ethernet) - Une fois le traitement de couche physique et de couche liaison terminé, les données contenues dans la trame sont transmises à un protocole de couche supérieure qui est identifié dans le champ type. Bien que la version 2 d'Ethernet ne précise aucun élément de remplissage, contrairement à l'IEEE 802.3, le réseau Ethernet doit recevoir au moins 46 octets de données.

- Séquence de contrôle de trame (FCG) cette séquence contient un code de redondance cyclique (CRC) de 4 octets créé par l'unité émettrice et recalculé par l'unité réceptrice afin de s'assurer qu'aucune trame n'a été endommagée

- Attention il existe d'autres types de trames Ethernet qui possèdent d'autres particularités. Le champ Type de protocole peut prendre les valeurs suivantes :
- 0x0800 : IPv4
- 0x86DD : IPv6
- 0x0806 : ARP
- 0x8035 : RARP
- 0x0600 : XNS
- 0x809B : AppleTalk

- Remarques :
- si le champ type de protocole possède une valeur hexadécimale inférieure à 0x0600 alors la trame est une trame Ethernet 802.3 et le champ indique la longueur du champ données ;
- on notera la présence parfois d'un préambule de 64 bits de synchronisation, alternance de 1 et 0 avec les deux derniers bits à 1 (non représenté sur la trame) ;
- l'adresse de broadcast (diffusion) Ethernet a tous ses bits à 1 ;
- la taille minimale des données est de 46 octets (RFC 894 - Frame Format).

Variété d'Ethernet

- La section ci-dessous donne un bref résumé de tous les types de média d'Ethernet. En plus de tous ces standards officiels, plusieurs vendeurs ont implémenté des types de média propriétaires pour différentes raisons -- quelquefois pour supporter de plus longues distances sur fibre optique.

- Xerox Ethernet -- L'implémentation originale d'Ethernet, qui a eu deux versions, la version 1 et 2, durant son développement. La version 2 est encore souvent utilisée.
- 10BASE5 (aussi appelé Thick Ethernet) -- Ce standard de l'IEEE publié très tôt utilise un câble coaxial simple dans lequel on insère une connexion en perçant le câble pour se connecter au centre et à la masse (prises vampires). Largement désuet, mais à cause de plusieurs grandes installations réalisées très tôt, quelques systèmes peuvent encore être en utilisation.

- 10BROAD36 --Obsolète. Un vieux standard supportant l'Ethernet sur de longues distances utilisait des techniques de modulation large bandes similaires à celles employées par les modems câble opérées sur un câble coaxial.
- 1BASE5- Une tentative de standardisation de solution pour réseaux locaux à bas prix. Il opère à 10 Mbit/s mais a été un échec commercial.

Ethernet 10 Mbit/s

- 10BASE2 (aussi appelé ThinNet ou Cheapernet) -- un câble coaxial de 50 ohms connecte les machines ensemble, chaque machine utilisant un adaptateur en T pour se brancher à carte réseau. Requiert une terminaison à chaque bout. Pendant plusieurs années, ce fut le standard Ethernet dominant.

- 10BASE-T-- Fonctionne avec 4 fils (deux paires torsadées) sur un câble CAT-3 ou uCAT-5 avec connecteur RJ45 Un concentrateur (ou hub) ou un commutateur (ou switch) est au centre du réseau, ayant un port pour chaque nœud. C'est aussi la configuration utilisée pour le 100BASE-T et le Gigabit Ethernet (câble CAT-6). Bien que la présence d'un nœud central (le hub) donne une impression visuelle de topologie en étoile, il s'agit pourtant bien d'une topologie en bus - tous les signaux émis sont reçus par l'ensemble des machines connectées. La topologie en étoile n'apparaît que si on utilise un commutateur (switch).

- FOIRL --Fiber-optic inter-repeater link (lien inter-répéteur sur fibre optique). Le standard original pour l'Ethernet sur fibre optique
- 10BASE-F --Terme générique pour la nouvelle famille d'Ethernet 10 Mbit/s : 10BASE-FL, 10BASE-FB et 10BASE-FP. De ceux-ci, seulement 10BASE-F est beaucoup utilisé.

- 10BASE-FL- Une mise-à-jour du standard FOIRL.
- 10BASE-FB- Prévu pour inter-connecter des concentrateurs ou commutateurs au cœur d'un réseau, mais maintenant obsolète.
- 10BASE-FP- Un réseau en étoile qui ne nécessitait aucun répéteur, mais qui n'a jamais été réalisé.

Fast Ethernet (100 Mbit/s)

- 100BASE-T -- Un terme pour n'importe lequel des standards 100 Mbit/s sur paire torsadée. Inclut 100BASE-TX, 100BASE-T4 et 100BASE-T2.
- 100BASE-TX -- Utilise deux paires et requiert du câble CAT-5. Topologie en étoile en utilisant un concentrateur (hub) ou un commutateur (switch), comme pour le 10BASE-T, avec lequel il est compatible.
- 100BASE-T4 -- Permet le 100 Mbit/s (en semi-duplex seulement) sur du câble CAT-3 (qui était utilisé dans les installations 10BASE-T). Utilise les quatre paires du câble. Maintenant désuet, comme le CAT-5 est la norme actuelle.

- 100BASE-T2 -- Aucun produit n'existe. Supporte le mode full-duplex et utilise seulement deux paires, avec des câbles CAT-3. Il est équivalent au 100BASE-TX sur le plan des fonctionnalités, mais supporte les vieux câbles.
- 100BASE-FX -- Ethernet 100 Mbit/s sur fibre optique.

Gigabit Ethernet (1 000 Mbit/s)

- 1000BASE-T -- 1 Gbit/s sur câble de paires torsadées de catégorie 5e ou supérieure, sur une longueur maximale de 100m. Utilise les 4 paires en full duplex, chaque paire transmettant 2 bits/s par baud, à l'aide d'un code à 5 moments. Soit un total de 1 octet par top d'horloge sur l'ensemble des 4 paires, dans chaque sens. Compatible avec 100BASE-TX et 10BASE-T, avec détection automatique des Tx et Rx assurée. La topologie est ici toujours en étoile car il n'existe pas de concentrateurs 1000 Mbps. On utilise donc obligatoirement des commutateurs (switch).

- 1000BASE-X-- 1 Gbit/s qui utilise des interfaces modulaires adaptées au média (Fibre Optique Multimode, Mono-mode, cuivre).
- 1000BASE-SX- 1 Gbit/s sur fibre optique multimodes à 850nm.
- 1000BASE-LX-- 1 Gbit/s sur fibre optique monomodes et multimodes à 1300nm.

- 1000BASE-LH-- 1 Gbit/s sur fibre optique, sur longues distances.
- 1000BASE-ZX-- 1 Gbit/s sur fibre optique monomodes longues distances.
- 1000BASE-CX-- Une solution pour de courtes distances (jusqu'à 25 m) pour le 1 Gbit/s sur câble de cuivre spécial. Précède 1000BASE-T et est maintenant obsolète.

Ethernet 10 Gigabits par seconde

- Le nouveau standard Ethernet 10 Gigabits entour sept types de média différents pour réseaux locaux, réseaux métropolitains et réseaux étendus est actuellement spécifié par un standard supplémentaire, IEEE 802.3ae et va être incorporé dans une révision future de IEEE 802.3.
- 10GBASE-CX4- utilise un câble en cuivre de type infiniband 4x sur une longueur maximale de 1 mètres.

- 10GBASE-T- transmission sur câble catégorie 6, 6A ou 7 (802.3an), en full duplex sur 4 paires avec un nombre de moments de codage qui sera fonction de la catégorie retenue pour le câble (et de l'immunité au bruit souhaitée), sur une longueur maximale de 100 mètres. Devrait être compatible avec 100BASE-T, 100BASE-TX et 10BASE-T
- 10GBASE-SR-- créé pour supporter de courtes distances sur la fibre optique multimode, il a une portée de 26 à 82 mètres, en fonction du type de câble. Il supporte aussi les distances jusqu'à 300 m sur la nouvelle fibre multimode 2000 MHz.

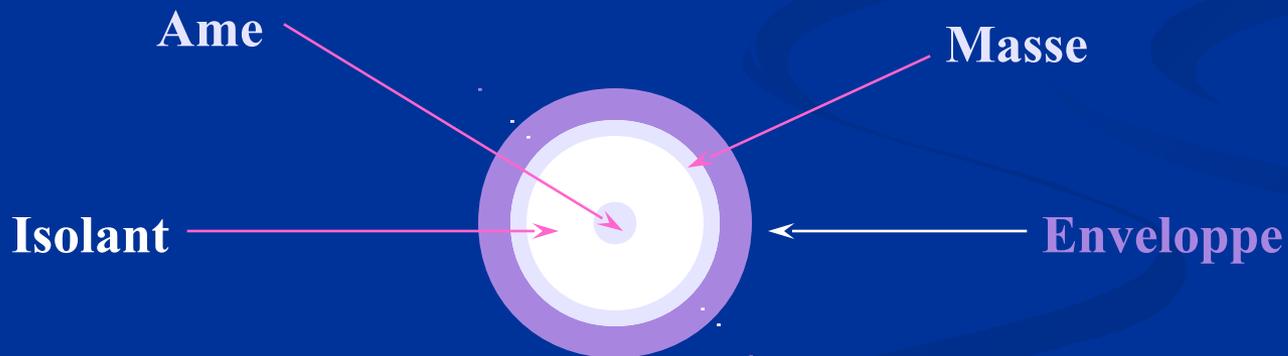
- 10GBASE-LX4 -- utilise le multiplexage par division de longueur d'onde pour supporter des distances entre 240 et 300 mètres sur fibre multimode. Supporte aussi jusqu'à 10 km avec fibre monomode.
- 10GBASE-LR et 10GBASE-ER -- Ces standards supportent jusqu'à 10 et 40 km respectivement, sur fibre monomode.

- 10GBASE-SW, 10GBASE-LW et 10GBASE-EW .Ces variétés utilisent WAN
- SONET/SDHElles correspondent au niveau physique à 10GBASE-SR, 10GBASE-LR et 10GBASE-ER respectivement, et utilisent le même type de fibre, en plus de supporter les mêmes distances.

Matériel et câblage (Câble Ethernet)

■ Le câble "Ethernet"

- point de départ de la technologie Ethernet
- coaxial constitué d'une âme conductrice centrale et d'une masse tressée le tout isolé par un diélectrique.



L'INTERCONNEXION

- Les répéteurs
- Les hubs
- Les ponts
- Les routeurs
- Les pont-routeurs
- Les commutateurs
- Les coupe-feux

Ethernet dans le domaine de télécommunication

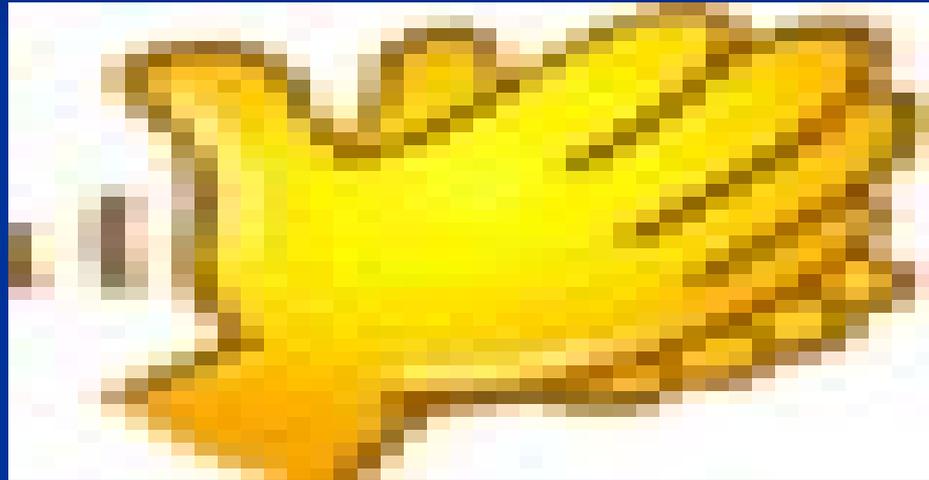
- *Metro Ethernet Forum* *organisation professionnelle active à l'échelle mondiale dont le but est d'accélérer le développement des services et des réseaux Ethernet de classe opérateur.*

- Provider Backbone Bridgøu PBB : protocole de communication qui repose sur des extensions a protocole Ethernet, utilisø principalø dans segment accès et mètropolitain des røseaux d'opørateurs, spøcification IEEE 802.1ah
- Provider Backbone Bridge Traffic Engineerin øvolution du protocole prøcødent (PBB) permettant l'ingønierie de trafic, øgalement connu sous le nom de PBT, spøcification IEEE 802.1Qay

Conclusion

- Ethernet est le réseau le plus répandu au monde
- se construit comme un mécano avec des pièces normalisées et disponibles auprès de nombreux fabricants
- certains problèmes sont connus, la plupart n'étaient pas considérés comme tels au départ :
 - sécurité,
 - confidentialité,
 - protection contre les utilisateurs,
 - pas de trame prioritaire.
- Un autre problème est la vitesse du réseau qui trouve ses limites avec les performances accrues des stations, la lutte pour la succession a commencé : fast ethernet, FDDI, ATM, etc.

Merci Pour Votre Attention

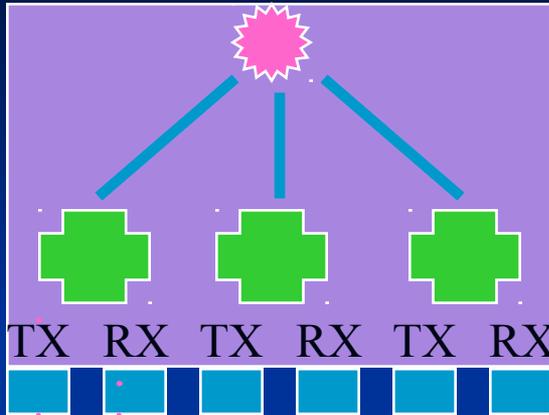


Matériel et câblage (Transceivers)



Matériel et câblage (Fibre optique)

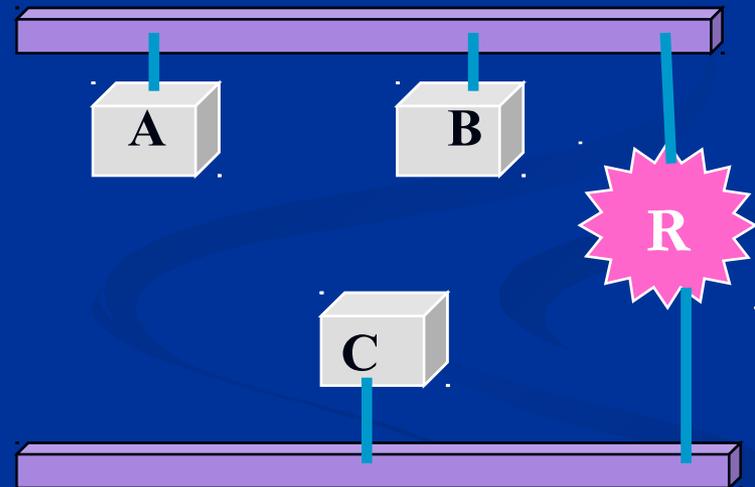
HUB
10Base FL



L'interconnexion (répéteurs)

- Distance Maxi(A,B) = 500m
- Distance Maxi(A,C) = 1000m

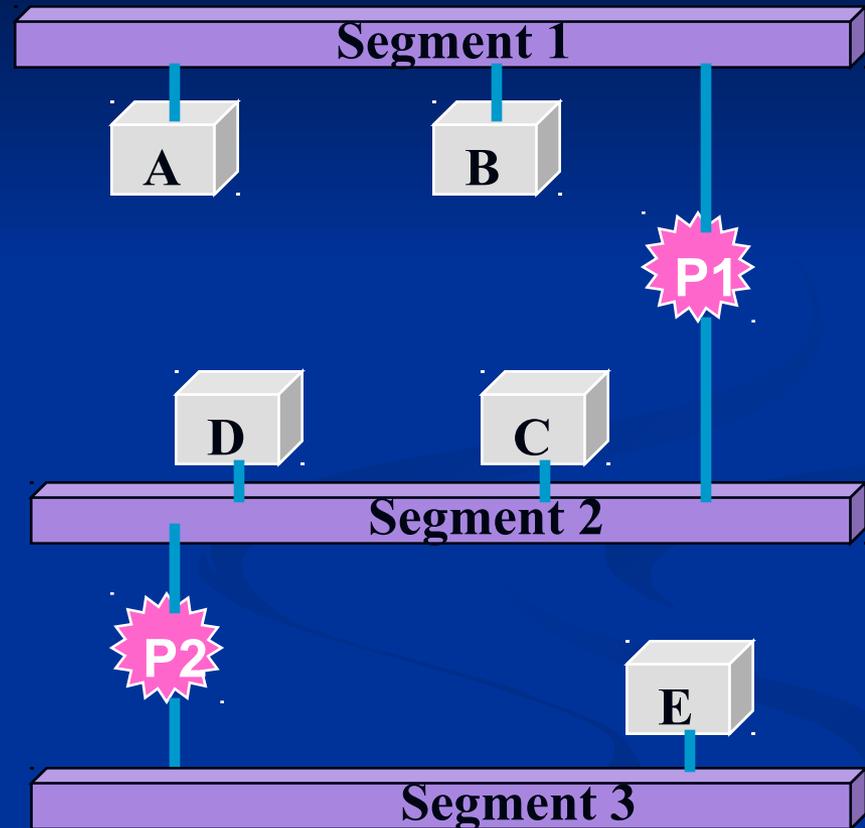
retuour



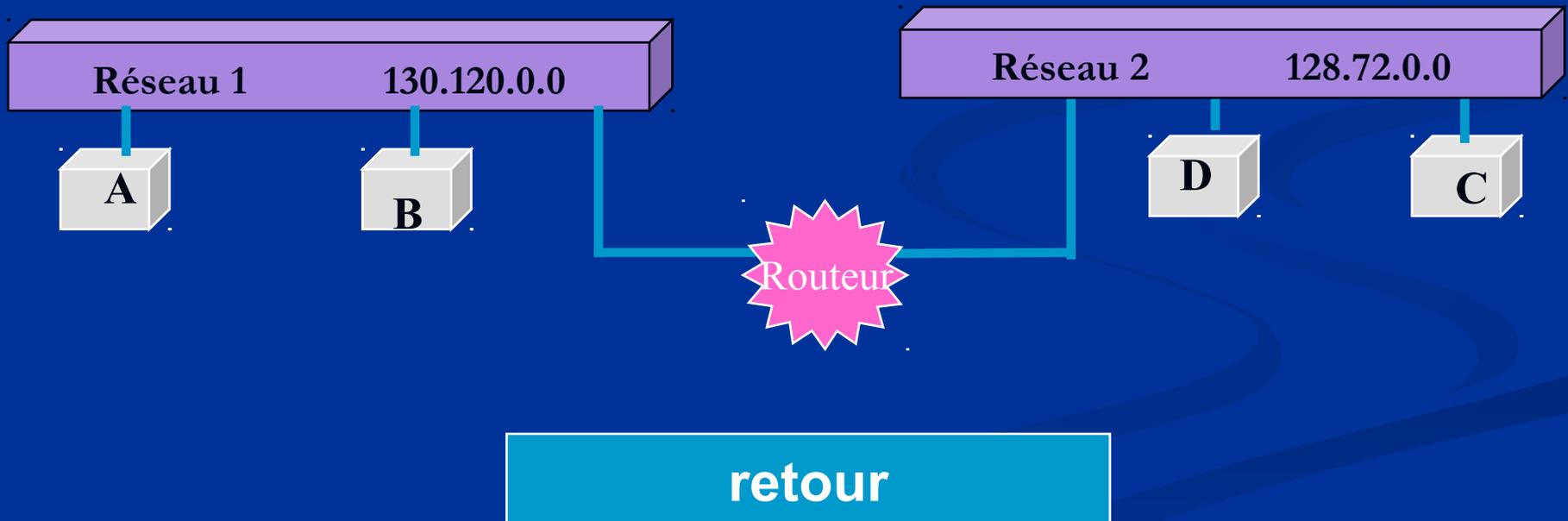
L'interconnexion (Ponts)

- Table de P1 :
 - A, B -> segment1
 - C,D,E ->segment 2
- Table de P2 :
 - A, B,C,D -> segment2
 - E ->segment 3

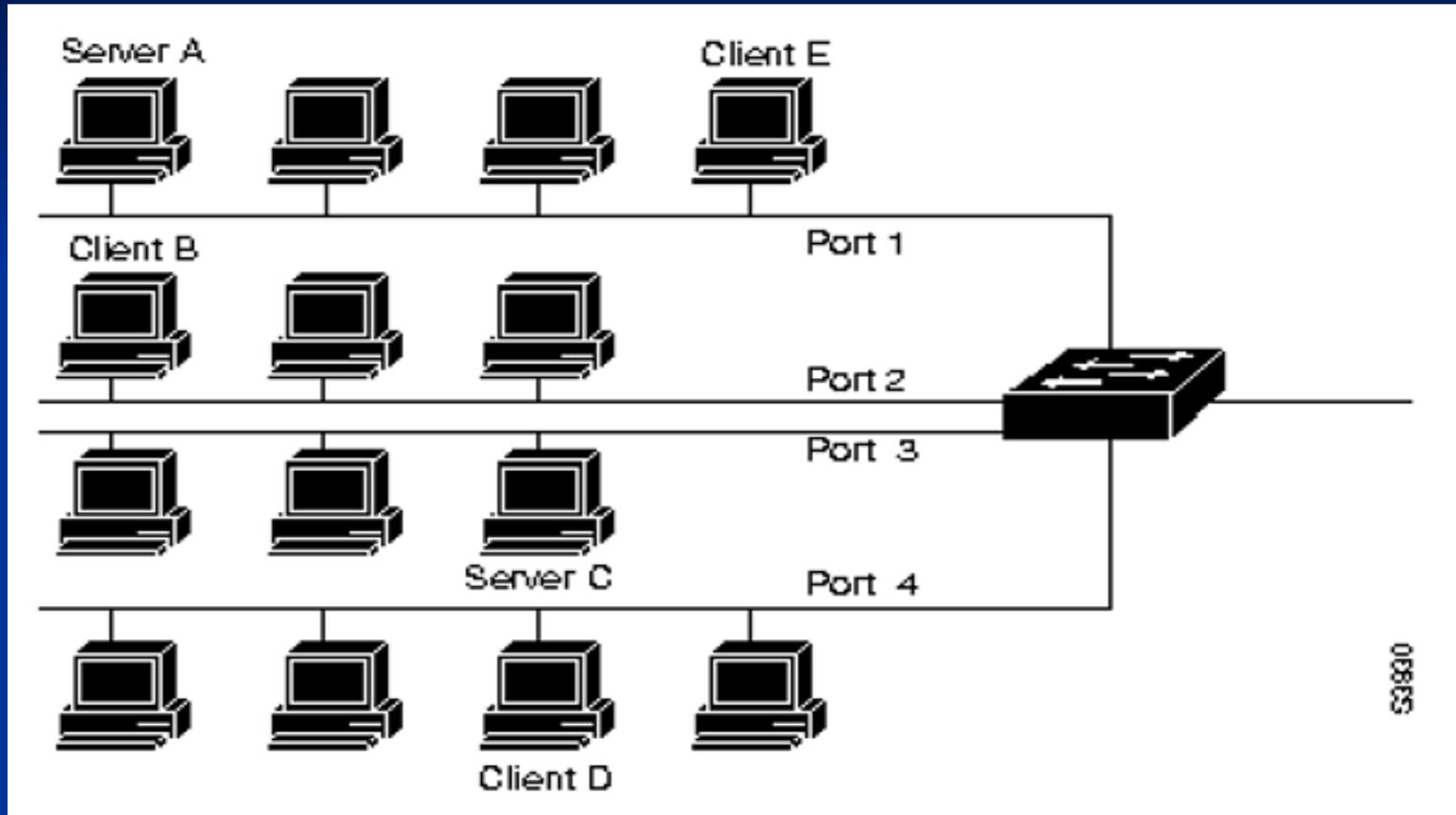
retour



L'interconnexion (Routeurs)

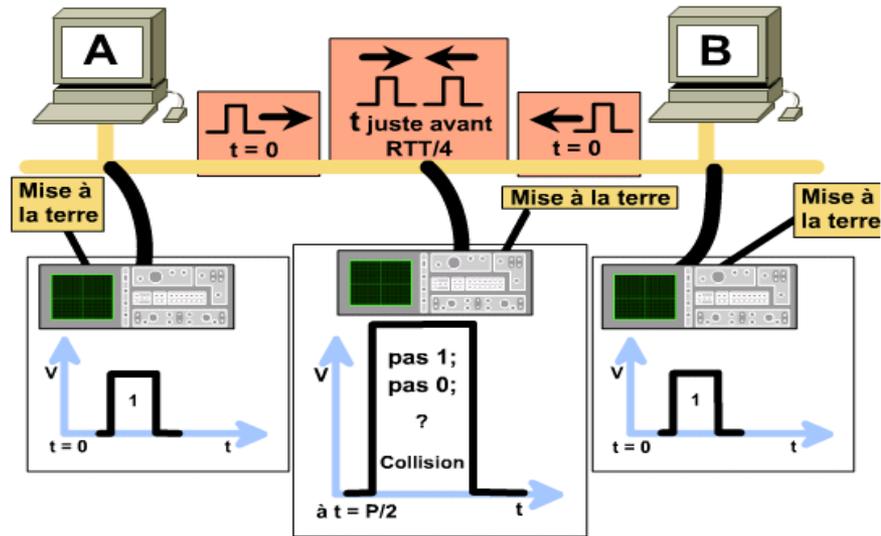


L'interconnexion (Commutateurs)



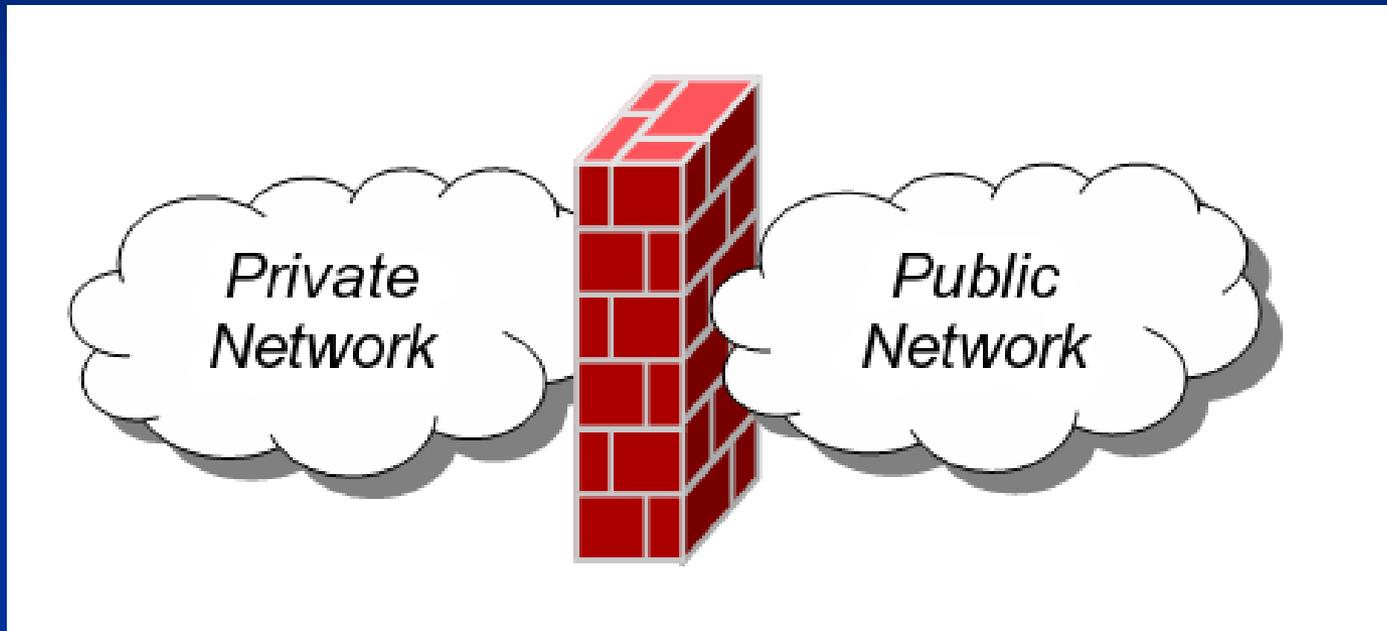
retour

collision

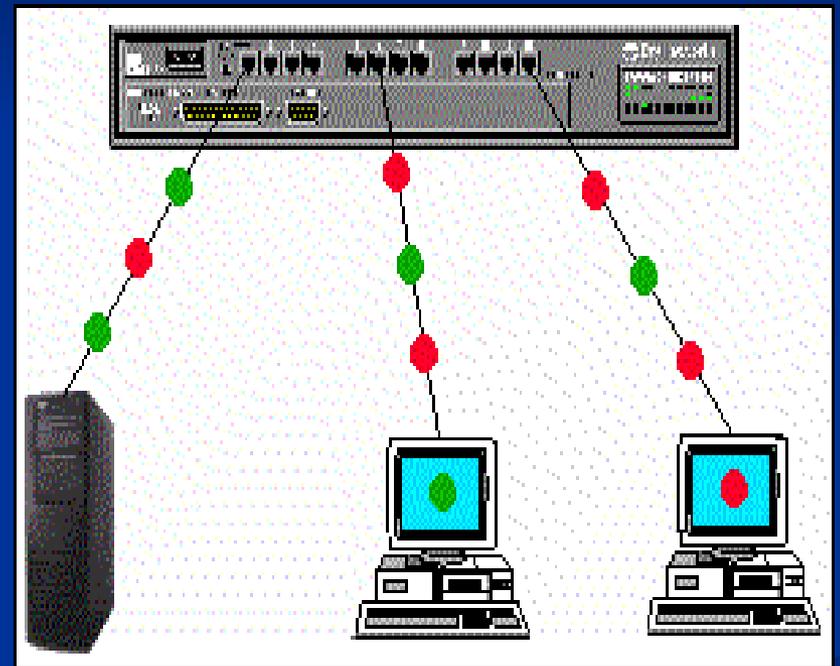
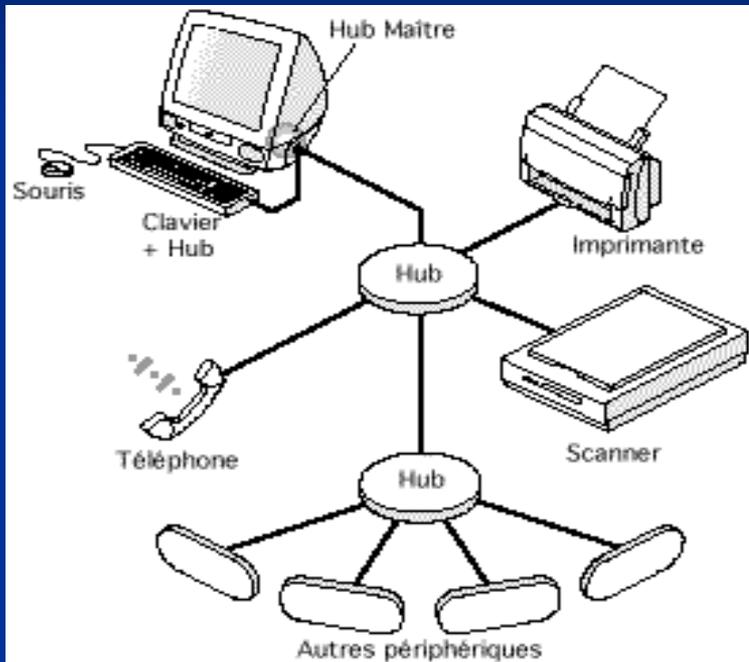


retour

Coupe de feu



Retour



Retour

Definitions

- 3Com : Computer, Communications and Compatibility. Société travaillant dans le monde des réseaux. Retour
- DEC : Digital Equipment Corporation (ou, pour les malicieux : « Do Expect Cuts »). Un constructeur informatique qui fit partie des plus grands, fabricant . Retour
- ARCnet : Attached Resource Computer NETWORK. Architecture conçue en 1977 pour les petits réseaux locaux, avec débit de 2.5 Mbs. Retour
- commutation de paquets : commutation (2ème sens) dans laquelle on transmet des paquets de données. Retour
- MTU : Maximum Transmission Unit. Taille maximale d'une frame physique sur le réseau. Elle se mesure en octets, et vaut par exemple 1500 pour l'Ethernet. Retour

- RARP:Reverse Address Resolution Protocol. Invers de l'ARP, qui permet à une machine sur un LAN d'obtenir son adresse IP en fonction de son adresse MAC stockée dans une table ARP d'un serveur ou d'une passerelle Retour
- XNS :Xerox Network System. Ensemble de protocoles développés par Xerox pour gérer des réseaux (LAN et WAN). Un dérivé s'appelle IPX/SPX Retour

- CAT 3 : Ancien standard de câblage RJ45, supportant un débit maximal de 10 Mbit/s, et par conséquent complètement dépassé. Retour
- CAT 5 : Type de câble, défini par le standard EIA/TIA 568. Il est conçu pour faire transiter de l'Ethernet, sur quatre paires de cuivre torsadées et sur une longueur maximale de 100 mètres, avec des prises RJ45 aux deux bouts, pour un débit en général de 100 Mbits/s maximum en 100 MHz. Remplacé par le catégorie 5e. Retour
- Backbone ; dorsale. Utilisé pour les réseaux, c'est l'ensemble des artères principales du réseau qui interconnecte l'ensemble des éléments du réseau. Lebackbone est constitué de quelques liens longue distance à très haut débit. Retour