

Chapitre 4

Ethernet

Prenons comme exemple des couches physique et de liaison, non prises en compte par l'architecture TCP/IP rappelons-le, celui d'Ethernet.

4.1 Vue générale sur Ethernet

Nous avons déjà vu comment le protocole Ethernet est né, à propos de la naissance des réseaux locaux.

L'Ethernet de Xerox a eu tellement de succès que DEC, Intel et Xerox ont défini en 1978 un standard Ethernet à 10 Mbits/s, appelé le standard **DIX** d'après les initiales des protagonistes. Après deux modifications mineures, il est devenu en 1983 la norme IEEE 802.3, puis plus tard une norme ISO.

Ethernet a poursuivi son évolution. De nouvelles versions à 100 Mbit/s, 1 000 Mbit/s et plus ont vu le jour. Son câblage a été amélioré et la commutation ainsi que d'autres fonctionnalités ont été ajoutées.

4.1.1 Couche physique : types de câblage Ethernet

Le terme "Ethernet" se réfère au câble (l'éther), qui concerne la couche physique. Quatre types de câbles sont généralement installés, décrits dans le tableau de la figure 7.1.

- Le câble **10Base5**, appelé plus familièrement **Ethernet épais**, est apparu le premier. Il ressemble à un tuyau d'arrosage jaune, avec des repères tous les 2,5 m pour indiquer l'emplacement des prises de raccordement du câble d'interface (la couleur jaune n'est qu'une suggestion, non une exigence de la norme 802.3). Les raccordements au câble se

Nom	Type	Longueur maximale d'un segment	Nombre de nœuds par segment	Remarques
10Base5	Coaxial épais	500 m	100	Câble originel, maintenant obsolète
10Base2	Coaxial fin	185 m	30	Pas de hub nécessaire
10Base-T	Paire torsadée	100 m	1024	Système le moins cher
10Base-F	Fibre optique	2000 m	1024	Le mieux adapté pour relier les immeubles

FIG. 4.1 – Types de câblages Ethernet

font généralement au moyen de **prises vampires** dont une broche est enfoncée avec beaucoup de précaution à mi-course dans le cœur du câble coaxial. La désignation 10Base5 est une référence mnémotechnique qui signifie que le câble offre un débit de 10 Mbit/s, utilise une signalisation en bande de base et peut supporter des segments d'une longueur maximale de 500 m.

- Le deuxième type de câble à apparaître fut **10Base2**, ou **Ethernet fin**, qui présente une meilleure souplesse au pliage que le câble épais. Sur ce câble, les connexions se font au moyen de **connecteurs BNC** standard pour former les jonctions de la forme d'un "T", plus faciles à utiliser et plus fiables que les prises vampires. L'Ethernet fin est plus simple à installer et beaucoup moins onéreux, mais la longueur maximale d'un segment est de 185 m, et chaque segment n'accepte que 30 stations.
- Avec ces deux types de câbles, la détection des ruptures de câble, des longueurs excessives, des mauvais raccordements ou des connecteurs mal fixés est très difficile. Ces problèmes ont conduit à une autre méthode d'interconnexion, dans laquelle chaque station est reliée par un câble à un dispositif central appelé **concentrateur** (*hub* en anglais). Le raccordement se fait généralement au moyen de simples câbles téléphoniques à paires torsadées. Cette technique de câblage est appelée **10Base-T** (avec 'T' pour l'anglais *twisted* mais également valable pour la traduction française 'torsadé'). On utilise alors des prises **RJ45**.
- La quatrième option de configuration pour Ethernet, le **10Base-F** à base de fibre optique, est une solution plus onéreuse en raison du prix des connecteurs et des terminateurs mais qui offre une excellente immunité contre le bruit. Elle offre par ailleurs une meilleure confidentialité que le cuivre, car l'écoute clandestine n'est pas facile à pratiquer avec la fibre optique.

4.1.2 Couche de liaison : détection des collisions

Les connexions des trois premiers types de câblages Ethernet sont schématisées sur la figure 4.2 ([TAN-81], p.295). La détection des collisions est liée à ces connexions :

- Pour le câble 10Base5, on utilise un connecteur spécial appelé **transcepteur** (*transceiver* en anglais), qui est fermement pincé autour du câble pour provoquer un contact électrique avec le cœur du câble. Le transcepteur contient une carte électronique se chargeant de l'écoute des porteuses et de la détection des collisions. Lorsqu'une collision est détectée, il envoie un signal spécial sur le câble pour que les autres transcepteurs soient informés de l'incident.

Un **câble transcepteur**, ou **cordon AUI** (pour l'anglais *Attachment Unit Interface*), relie le transcepteur à la carte réseau de l'ordinateur. Ce cordon peut avoir une longueur

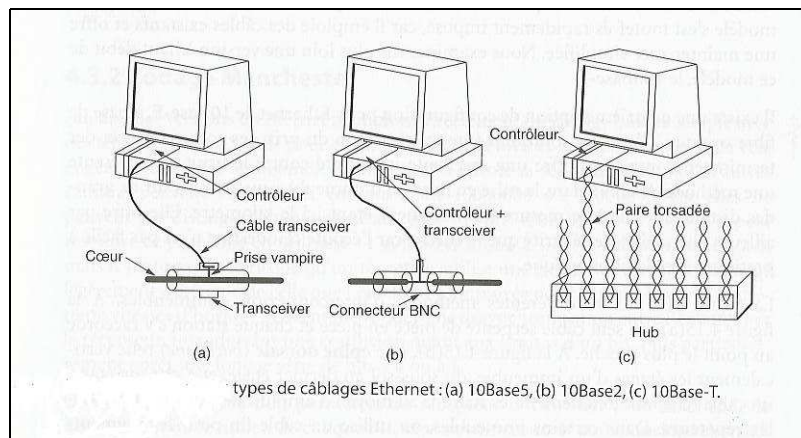


FIG. 4.2 – Types de connexions Ethernet

maximale de 50 m et renferme cinq paires torsadées blindées. Deux paires servent respectivement à l'envoi et à la réception des données. Deux autres sont utilisées pour les signalisations entrante et sortante. La cinquième paire, qui n'est pas toujours exploitée, permet à l'ordinateur d'alimenter l'électronique du transceiver. Certains transceivers permettent même le raccordement de huit ordinateurs voisins pour limiter le nombre de prises.

Le câble transeur aboutit à une **carte réseau** (ou **carte Ethernet**), qui est l'une des cartes additionnelles à la carte mère de l'ordinateur. Cette carte réseau contient un circuit contrôleur qui se charge de la transmission des trames au transceiver et d'en recevoir de sa part. Le contrôleur reçoit un paquet de la part de la couche réseau et est responsable de l'assemblage des données dans le format de trame adéquat, ainsi que du calcul des sommes de contrôle, aussi bien pour les trames sortantes que pour la vérification de l'intégrité des trames entrantes. Certains contrôleurs disposent également de zones de mémoire tampon servant au stockage temporaire des trames reçues et des trames en partance.

- Avec le câble 10Base2, le raccordement d'une station au câble se fait au moyen d'un connecteur BNC passif. L'électronique du transceiver est alors intégrée à la carte contrôleur et chaque station dispose de son propre transceiver.
- C'est le cas également du câblage 10Base-T.

4.2 Le standard IEEE

4.2.1 IEEE et les réseaux locaux

Nous avons vu que Ethernet, conçu à l'origine par Xerox, est devenu un standard IEEE. L'**IEEE** (*Institute of Electrical and Electronics Engineers*) est la plus grande institution professionnelle au monde. Elle publie de nombreuses revues, organise des centaines de conférences par an et conduit une section chargée de développer des standards dans les domaines de l'électronique et de l'informatique. La commission IEEE 802 a notamment standardisé plusieurs types de réseaux locaux.

4.2.1.1 Diversité des solutions

Ethernet est le plus célèbre des types de réseaux locaux standardisés par IEEE mais ce n'est pas le seul : il existe aussi, entre autres, les bus à jeton (*token bus*), l'anneau à jeton (*token ring*), tous les deux maintenant pratiquement abandonnés et surtout Wi-Fi (*Wireless Fidelity*, fidélité sans fil) et Bluetooth.

Le tableau ci-dessous présente les groupes de travail dans le cadre du comité IEEE 802 et l'avancement des travaux :

Numéro	Sujet	Avancement
802.1	Vue d'ensemble sur l'architecture des LAN	
802.2	Contrôle logique de liaison (LLC)	↓
802.3	Ethernet	*
802.4	Bus à jeton	↓
802.5	Anneau à jeton	
802.6	DQDB (premier MAN)	↓
802.7	Technologies à large bande	↓
802.8	Fibre optique	†
802.9	LAN en temps réel	↓
802.10	LAN virtuel (VLAN) et sécurité	↓
802.11	LAN sans fil (Wi-Fi)	*
802.12	AnyLAN de Hewlett-Packard	↓
802.13	Numéro non affecté par superstition	
802.14	Modem câble	↓
802.15	Réseaux personnels (PLAN, Bluetooth)	*
802.16	Sans fil à large bande	*
802.17	RPR (Resilient Packet Ring)	

* : groupes les plus importants, ↓ : groupes en suspens, † : groupes ayant abandonné.

4.2.1.2 Deux sous-couches de la couche liaison

Le standard IEEE 802 (figure 4.3, [WPRMB-02], p. 136) distingue deux sous-couches dans la couche de liaison des données [IEEE-802] :

- la **sous-couche de contrôle d'accès au canal**, ou **sous-couche MAC** (pour l'anglais *Medium Access Control*), ou encore sous-couche 2a, la plus proche de la couche physique comme son nom le laisse entendre, est chargée de la gestion des accès à un canal partagé.
- La **sous-couche de contrôle de liaison logique (LLC** pour *Logical Link Control*), ou sous-couche 2b, doit dissimuler les différences spécifiques aux supports et offrir une interface uniforme aux protocoles des couches supérieures. C'est cette sous-couche également qui s'occupe du contrôle de flux et des erreurs.

Ce découpage en deux sous-couches présente des avantages :

- Pour transporter des paquets IP, par exemple, aucune garantie de livraison n'est requise ni attendue. On n'a donc pas besoin d'utiliser la sous-couche LLC.
- La couche LLC est indépendante du type de réseau local : Ethernet ou WiFi.

Lors de l'implémentation :

- L'interface avec la couche 1 (couche physique) et la sous-couche 2a (sous-couche MAC) sont souvent implémentées dans les cartes réseau.

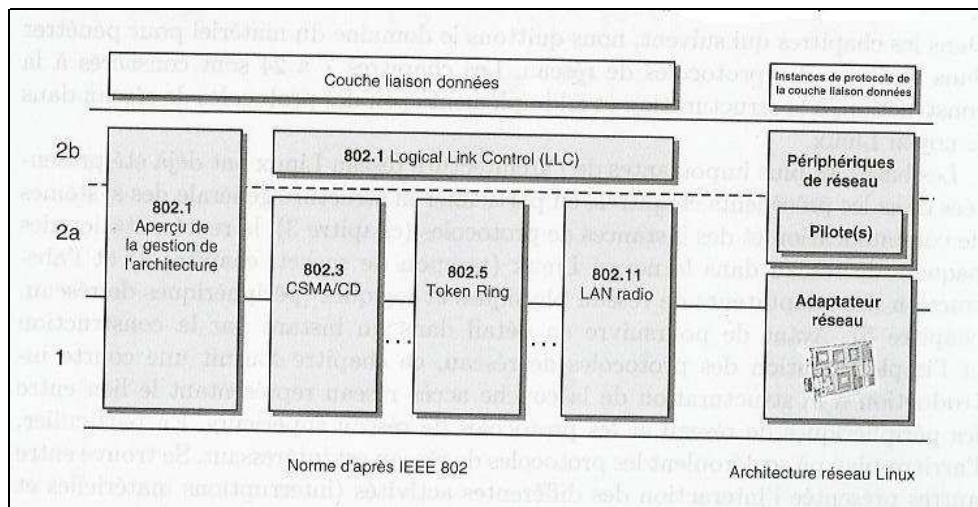


FIG. 4.3 – Sous-couches MAC et LLC

- La sous-couche 2b (LLC) est implémentée dans le sous-système réseau du noyau du système d'exploitation.

