

Master d'Informatique – 1ère année

Réseaux et protocoles

Couche réseau

Bureau S3-354

[Mailto:Jean.Saquet@unicaen.fr](mailto:Jean.Saquet@unicaen.fr)

<http://saquet.users.greyc.fr/M1/rezopro>

Couche réseau : fonctions (1)

Lorsque émetteur et destinataire ne partagent pas la même liaison de données ou le même réseau local, la couche 3 est nécessaire.

Des routeurs reliés par des liens ou faisant partie des réseaux locaux assurent l'acheminement des paquets de données (envoi au destinataire ou à un autre routeur).

Les stations clientes sont raccordées à des routeurs par des liens ou des réseaux locaux

Couche réseau : fonctions (2)

Dans tous les cas, les données échangées sont découpées en paquets.

Le réseau peut éventuellement établir une connexion entre les deux stations qui communiquent, jusqu'à échange complet des données et libération de la connexion.

Alternativement, les paquets peuvent être acheminés un par un.

Chaque station possède une adresse dans le réseau, utilisée pour l'établissement de la connexion ou l'acheminement de chaque paquet.

Couche réseau : résumé

Acheminement des messages dans un réseau constitué :

- soit de noeuds et équipements terminaux reliés par des liaisons de données
- soit d'une interconnexion de réseaux locaux reliés par des routeurs.

Selon le cas, fiabilité ou non du service : intégrité des données transmises, début et fin de connexion, ...

Éventuellement, facturation du service ...

Couche réseau : utilise les liaisons ou réseaux locaux

Selon le cas :

- Noeuds d'interconnexion reliés entre eux par des liaisons point à point (avec protocole HDLC par ex.)
- Routeurs faisant partie de 2 ou plusieurs réseaux physiques (Ethernet ou Wi-Fi ou autre) et assurant le passage des données entre ces réseaux

Deux philosophies très différentes :

- Réseau fiable, communications en mode connecté (exemple X25)
- Routage de chaque message sans assurance de fiabilité (exemple IP)

X25 - Introduction

Recommandation CCITT de 1976 (première version).
Les abonnés sont raccordés à un nœud au moyen d'une liaison de données gérée par HDLC.

La couche réseau permet l'établissement d'un circuit virtuel entre abonnés.

Ces derniers utilisent ce CV pour l'échange de données, puis l'un au moins demande sa libération.

Échange de données fiable ... et facturé ! (ex. Transpac)

X25 - CV

Le circuit virtuel (CV) est constitué d'une suite de voies logiques (VL) entre station utilisatrice et nœud d'accès ou entre nœuds du réseau.

Ces voies logiques sont choisies lors de l'ouverture du CV par les nœuds en fonction des circuits disponibles. En particulier, l'appelant choisit sa VL vers le nœud d'accès, le dernier nœud du CV choisit sa VL vers l'appelé.

X25 – CV (suite)

La voie logique est constituée :
d'un n° de groupe de VL sur 4 bits,
d'un n° de voie logique sur 8 bits
(donc 4096 VL possibles par commutateur ou client)

La VL sera transmise dans l'en-tête de chaque paquet.

Le CV sera donc matérialisé dans chaque nœud par une correspondance VL entrante -> VL sortante. Le routage sera donc très simple une fois le CV établi.

X25 (2) – adresses et VL

Les adresses X25 ne sont utilisées que pour la demande d'établissement de CV, et pour sa libération.

L'appelant demande une connexion avec l'adresse de son correspondant, et en choisissant un n° de VL.
L'appelé reçoit cette demande sur un n° de VL, l'accepte en y répondant par la même VL, l'appelant reçoit cette réponse par la VL qu'il avait choisie au départ.

Un CV entre deux stations est associé à une VL à chaque extrémité.

En-tête X25

Son format est le suivant :

- Identification générale de format sur 4 bits (IGF)
- N° de groupe de VL sur 4 bits
- N° de VL sur 8 bits
- Identification du type de paquet sur 8 bits

Seuls les paquets de requête (APPEL), indication (APPEL ENTRANT), réponse (COMM. ACCEPTEE) et confirmation d'appel (COMM. ETABLIE) comporteront des adresses (appelant et appelé)

X25 : codage de IGF

b5	b6	b7	b8	Signification, types de paquets concernés
1	0	-	-	Numérotation mod 8, tous paquets
0	1	-	-	Numérotation mod 128, tous paquets
-	-	D	Q	Paquets de données
-	-	D	0	Paquets Appel et Appel entrant
-	-	0	0	Autres paquets

D= 0 : numérotation locale des paquets; D=1 : de bout en bout.

Q=1 : données qualifiées : résoud un pb en cas d'accès au réseau en mode caractère.

X25 : Octet d'identification

Avec numérotation modulo 8 :

b1	b2	b3	b4	b5	b6	b7	b8	Nom	Contenu
0		P(S)		M		P(R)		Données	PCI+UD
1	0	S	S	M		P(R)		Acquittement	PCI
1	1	X	X	X	X	X	X	Commande	PCI+UD

Très semblable à HDLC, toutefois :

b5 = M : marque de données à suivre

Acquittements : RR, RNR, REJ mais pas SREJ

X25 : commandes

Principales commandes. Rappel : b1 et b2 à 1

b3	b4	b5	b6	b7	b8	Signification
0	1	0	0	0	0	Appel ou Appel entrant
1	1	0	0	0	0	Comm. acceptée ou établie
0	0	1	0	0	0	Demande ou indication de libération
1	0	1	0	0	0	Confirmation de libération

D'autres commandes pour interruption, réinitialisation, reprise.

X25 : contrôle de flux

Les paquets sont numérotés, et les données envoyées dans des paquets successifs. Les paquets peuvent être segmentés par le réseau (sauf numérotation de bout en bout). Le bit M (marque de données à suivre) indique que le paquet fait partie d'une séquence, et n'en est pas le dernier. D doit être à 0 dans ce cas.

RR, RNR, REJ ont la même signification qu'en HDLC. La numérotation locale permet un groupement ou segmentation d'unités de données.

X25 : connexion

Les commandes vues plus haut servent à établir ou libérer des CV. Ils comportent les adresses des demandeurs et demandés.

L'établissement d'un CV associe notamment une VL à chaque extrémité.

Ces nos de VL sont utilisés dans les paquets de données.

Il existe aussi :

- une ré-initialisation qui remet les compteurs à 0,
- des paquets d'interruption, hors contrôle de flux, contenant 32 octets de données express

X25 : résumé

Les paquets X25 sont des données de HDLC à chaque liaison.

La numérotation locale permet de segmenter, ré-assembler les paquets

X25 utilise le mode connecté, le CV établi permet un routage efficace et constant des données.

Couche réseau : datagrammes

Une alternative au CV est le mode datagramme :
Chaque paquet de données comporte les adresses émetteur et destinataire.

Pour chaque paquet, le réseau essaie de trouver un chemin vers le destinataire.

Il appartient alors aux utilisateurs "de bout en bout" de ré-assembler les données, de les vérifier, de gérer le contrôle de flux.

Couche réseau : IP

Interconnexions de réseaux locaux.

Chaque accès réseau de chaque machine possède une adresse.

Les routeurs, connectés à plusieurs réseaux locaux, ont plusieurs adresses.

Les adresses doivent être uniques mondialement dans l'Internet

On peut utiliser IP dans un réseau privé (Intranet).

IP : principe (1)

Chaque datagramme contient notamment l'adresse destinataire. À l'arrivée du datagramme sur machine :

- soit @dest = @machine : le dg est à destination
- soit @dest dans même réseau que machine: remise directe en utilisant le réseau local
- soit @dest autre : on cherche une route, ou plutôt un autre routeur, pour faire progresser le dg vers le destinataire.

Pas d'assurance de remise du dg, chemin quelconque
cf. adressage IP

IP : principe (2)

IP n'assure donc aucun contrôle de flux. Les dg peuvent être perdus, dé-séquencés. Il appartient donc aux systèmes communicants de mettre en place un contrôle "de bout en bout" pour résoudre ces problèmes (cf. couche 4 transport).

Des erreurs ou impossibilités de routage peuvent apparaître pour certains dg. IP peut signaler ces erreurs, mais pas les corriger.

IP : relation niveau physique

Lorsque émetteur et récepteur du dg sont dans le même réseau local, on utilise les possibilités de ce dernier.

Exemple : dans Ethernet, le dg doit être encapsulé dans une trame Ethernet. Il faut :

- connaître l' @Ethernet du destinataire
- indiquer au récepteur quel est le proto niv. 3 utilisé (IP)

Le premier point est résolu en Ipv4 par le protocole ARP, en Ipv6 par le mécanisme de découverte de voisins, le second utilise le champ "protocole" d'Ethernet II

Protocole ARP

À la frontière entre niveaux réseau et physique, ce protocole permet d'établir la correspondance entre @IP et @physique.

Il utilise la diffusion Ethernet dans un message signifiant :

Qui possède telle @IP ?

Le propriétaire de cette adresse se reconnaît et répond en fournissant son @physique

IP : champs importants du DG

Le datagramme IP comporte évidemment les adresses émetteur et récepteur. On y trouve en outre :

- le n° de version (4 ou 6)
- un champ indiquant la longueur du DG
- un champ "durée de vie" évitant les boucles infinies
- un champ "protocole" indiquant le protocole de niveau supérieur (ou "next header" en Ipv6)

Il y a aussi d'autres champs, pour la fragmentation en Ipv4, et pour les questions de qualité de service.

IP : ICMP

ICMP permet en particulier le signalement d'erreurs (de routage, ...)

Il comporte également des fonctions d'écho, d'horodatage.

En v6, il incorpore le mécanisme de diffusion sélective (destination multiple du DG selon le type, la proximité)

La découverte de voisins v6 permet en particulier d'établir les correspondances entre @IP et @physique.

IP : bilan provisoire

Pas de fiabilité

Fonctions de fiabilité reportées en couche supérieure,
à charge des correspondants

Qualité de service pas facile à mettre en œuvre

Routage très sollicité, a nécessité des adaptations par
rapport au schéma d'origine.

Pas de service garanti, donc pas de facturation