



## Le niveau Réseau

### But

Ce TD étudie le niveau Réseau en mettant en évidence les techniques d'adressage et de routage qui caractérisent les principales fonctions de ce niveau. La norme X25 et son implantation sur Transpac, le protocole Internet avec son implantation sur Arpanet, et le réseau local Ethernet seront pris pour illustrer ces fonctions.

### 1 Introduction

Le service du niveau Réseau, défini par les normes ISO 8348 et X213 du CCITT, est caractérisé par la gestion du transfert des paquets (unité élémentaire d'information du niveau Réseau) à travers l'ensemble des équipements permettant de relier les différents utilisateurs. Le transfert est transparent : les informations sont transférées indépendamment de leur contenu, leur format, leur codage, leur signification, etc. Le transfert doit être indépendant de la technique d'accès et du type de support de transmission utilisés. Le niveau Réseau est décrit par la norme X25 du CCITT (ISO 8208).

L'ensemble des équipements assurant le transfert des paquets constitue ce que l'on appelle le réseau. On distingue dans ce réseau les équipements informatiques appelés noeuds géant la commutation des paquets et les liaisons qui assurent l'interconnexion de ces noeuds.

Tous les protocoles de niveau Réseau utilisent une technique de commutation par paquet. Il existe deux modes de service : le service en mode connecté et le service en mode non connecté. Il existe deux modes de transmission celui appelé "circuit virtuel" et celui appelé "datagramme".

**Question 1** Expliquez les principes régissant le fonctionnement de ces deux procédés. Précisez les avantages et les inconvénients de chacun relativement à leur nombre de phases, le traitement de leurs adresses, le contrôle des erreurs, le contrôle de la congestion, le respect de la séquentialité des paquets et la taxation.

L'attribution de la gestion du contrôle d'erreur, de congestion et de la séquentialité des paquets au niveau Réseau ou niveau Transport n'est pas universellement établie.

**Question 2** Donnez des exemples d'applications où ces contrôles sont superflus.

1

Le routage et l'adressage sont les fonctions principales du niveau Réseau. Le routage permet d'établir le chemin que doit suivre chaque paquet pour parvenir à son destinataire. Cette fonction distingue nettement le niveau Réseau du niveau Liaison de données car le niveau Liaison de données n'assure que les liaisons point à point ou multipoint entre systèmes adjacents. Pour arriver à délivrer les paquets à leurs destinataires, il faut être capable d'identifier ces destinataires de manière unique.

### 2 L'Adressage

Les deux principales classes d'adressage sont : l'adressage linéaire et l'adressage hiérarchique. L'adressage hiérarchique structure l'adresse en différents champs et associe une sémantique (généralement géographique) à chacun de ces champs. La numérotation téléphonique en est un bon exemple : on y trouve successivement l'indicatif du pays (optionnel), celui du département, celui du central téléphonique et enfin le numéro de l'abonné. Dans l'adressage linéaire aucune de ses associations ne peut être faite : les adresses sont attribuées arbitrairement.

**Question 3** Quels sont les avantages et les inconvénients de ces deux techniques vis-à-vis de la mobilité des stations, de la diffusion possible des paquets, de la longueur des adresses, des facilités de routage, de la gestion de ces adresses ? Quelles classes d'adressage préconisez-vous pour les réseaux locaux et puis pour les réseaux internationaux ?

Chaque champ de l'adressage hiérarchique détermine un domaine. Chaque domaine est administré par une autorité qui détermine les sous-domaines qui existent et leur identification. Cette technique d'adressage permet d'interconnecter des domaines dotés chacun de ses propres règles de gestion des sous-adresses. L'adressage linéaire n'est donc qu'un cas limite d'un adressage hiérarchique qui ne possède qu'un unique domaine.

**Question 4** Donnez la structure de l'adresse utilisée par Transpac. Comment est utilisé le "Data Network Identification Code" dans l'adressage international ?

**Question 5** Donnez la structure de l'adresse du protocole IP d'Internet. Expliquez la raison de l'existence de trois classes d'adresses. Calculez le nombre maximum de stations pouvant être connectées dans chacune de ces classes.

### 3 Le Routage

Le réseau dessine un graphe maillé où les équipements informatiques constituent les noeuds et où les liaisons sont les arêtes. Pour parvenir à leur destinataire, les paquets doivent transiter par les noeuds du réseau en empruntant les liaisons adéquates. Plusieurs chemins étant possibles, l'activité de routage consiste à choisir le chemin le plus adapté.

Dans chaque noeud, lors de la réception d'un paquet, à partir de l'adresse contenue dans l'entête du paquet, on consulte une table de routage pour déterminer la prochaine liaison à utiliser pour progresser vers le destinataire. Cette table associée à chaque destination la meilleure liaison. L'ensemble de ces tables de routage déterminent le chemin suivi par les paquets pour chaque couple de stations. La mise à jour des tables constitue la deuxième activité du routage. Elle permet d'adapter les chemins suivis par les paquets à l'état réel du réseau (topologie, charge). On peut classer les différents protocoles de

2

routages selon la manière dont ils déterminent, gèrent et modifient les tables de routages. Le TD 9 traite plus en profondeur ces aspects (fixe/adaptatif, réparti/centralisé).

**Question 6** Proposez différentes techniques de routages fixes ?

**Question 7** Quels sont les critères qui permettent de juger de la qualité d'un routage ?

**Question 8** Quels sont les paramètres de qualité de service ?

#### **4 Fragmentation et structure des paquets**

Le niveau Réseau doit transmettre des messages de longueur variable. Pour ce faire, le protocole Réseau peut avoir besoin de fragmenter les messages en paquets plus petits lors de l'émission à l'émetteur ou aux sites intermédiaires.

**Question 9** Comment le protocole IP résout-il le problème de ré-assemblage des datagrammes issus du découpage d'un même datagramme ? Rappelez la solution simple retenue pour délimiter les paquets de messages différents dans la norme X25.

**Question 10** Pourquoi les paquets d'appel du protocole X25 possèdent-ils un champ facilités et un champ de données ? Quelles peuvent être les facilités proposées ?

#### **5 Le contrôle de flux**

**Question 11** Y a-t-il une redondance dans le contrôle de flux entre les niveaux 2 et 3 ?

**Question 12** Quelle est la différence entre le contrôle de flux et le contrôle de congestion ?

**Question 13** Comment le contrôle de flux lié à l'engagement d'un récepteur se propage-t-il jusqu'à l'émetteur dans le protocole X25 ?