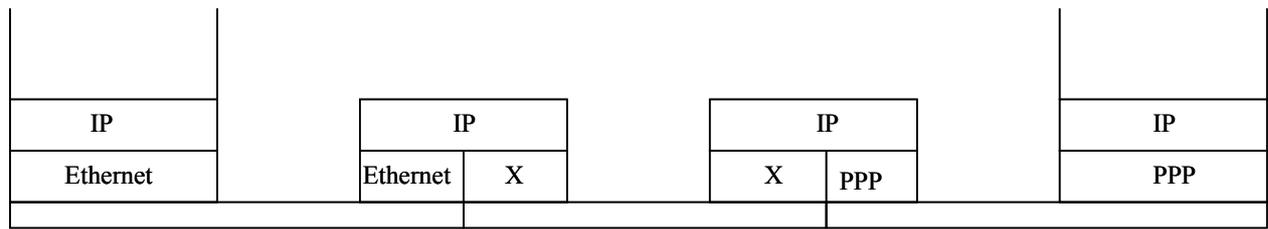


Chapitre 9 – Exercice 1 (voir énoncé page 198 du livre)

[a]



[b] Non, les clients ne sont pas sur le même réseau puisqu'il n'y a pas d'adresse de sous-réseau commun.

[c] Pour transporter une trame Ethernet sur un réseau, il faut nécessairement mettre une adresse dans la trame pour l'acheminer jusqu'au routeur. Cette adresse est celle du routeur de sortie du réseau Ethernet.

[d] Si l'émetteur ne connaît pas l'adresse Ethernet du routeur de sortie, il peut la trouver par une diffusion, en demandant si l'un des récepteurs connaît la correspondance d'adresse entre l'adresse IP de sortie et l'adresse Ethernet correspondante.

[e] Au début de la communication, l'émetteur ne connaît que l'adresse IP du destinataire ; il n'a aucune raison de connaître l'adresse IP des passerelles intermédiaires. Il faut pourtant trouver l'adresse de la sortie du réseau WAN dans la technologie utilisée. Si le réseau WAN est un réseau X.25, il faut donc trouver l'adresse X.25 du routeur de sortie. Une solution est d'utiliser des serveurs d'adresses capables de trouver sur un domaine donné les correspondances d'adresse. Avant d'effectuer l'ouverture du circuit virtuel, il faut donc trouver l'adresse X.25 (une adresse conforme à la normalisation internationale ressemblant à l'adresse téléphonique). Un message IP part de l'émetteur et se dirige de serveur d'adresse en serveur d'adresse grâce à son adresse IP. En arrivant au serveur d'adresse du réseau WAN, la correspondance d'adresse peut s'effectuer, ce qui permet d'obtenir l'adresse X.25 du routeur de sortie.

[f] Exactement du même type puisque les réseaux X.25 et ATM se ressemblent fortement. Les serveurs d'adresses effectuent la correspondance entre adresses IP et adresses ATM dans ce cas.

[g] Oui, il faut fragmenter les paquets IP car la trame ATM ne fait que 48 octets de long pour les données utilisateur.

[h] Oui, les paquets du flot IP peuvent passer par des itinéraires différents puisque les routeurs effectuent un routage pouvant modifier l'acheminement des flots. Cependant, si le réseau WAN est de type X.25 ou ATM, changer de route à chaque paquet, c'est-à-dire changer de circuit virtuel pour chaque paquet, peut s'avérer catastrophique.

[i] Le nombre de paquets IP que l'on peut envoyer sans acquittement dépend de la procédure TCP, lorsque TCP est utilisé. Il n'y a pas de contrainte sur la norme UDP.

[j] Oui, ces garanties sont possibles puisque le temps de propagation est inférieur aux valeurs citées. Cependant, il faut un contrôle de flux pour éviter les éventuelles pertes de temps dues aux congestions dans le réseau.

[k] Le temps de réponse garanti entre Los Angeles et Paris est de 290 ms sur le réseau WAN. Pour réaliser de la téléphonie IP, il faut un temps au grand maximum de 300 ms et pour une bonne qualité il vaut mieux rester en dessous de 200 ms. Donc, en comptabilisant les temps dans les réseaux extrémité, la parole téléphonique n'est pas possible dans ce contexte.

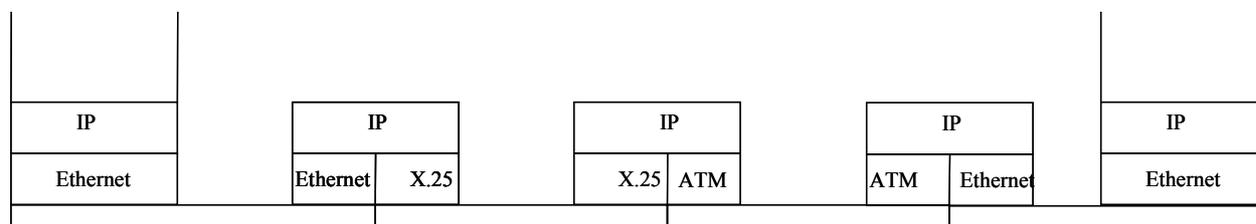
Chapitre 9 – Exercice 2 (voir énoncé page 198 du livre)

[a] Intranet indique que les nœuds sont des routeurs et gèrent l'adresse IP. Le routeur d'accès décide d'envoyer le paquet vers les routeurs 3 ou 4 suivant l'indication de la table de routage qui peut varier dynamiquement. Il n'y a pas de stratégie particulière dans ce cadre.

[b] Lorsque le nœud 1 reçoit un paquet d'appel, il est routé par une table de routage contenue dans le nœud 1. Donc, la stratégie est du même type que celle de la question précédente.

[c] La stratégie de routage des paquets d'appel dans X.25 et dans le monde IP est du même type. La différence provient évidemment de la solution routage pour IP et circuit virtuel pour X.25. Si A navigue sur le Web, il est bien plus intéressant de choisir un réseau IP puisque la technique de routage ne demande pas de signalisation et donc d'ouverture et de fermeture d'un circuit virtuel pour envoyer des flots très courts.

[d]



[e] Non, l'utilisateur ne peut pas demander une qualité de service car le flot doit traverser des réseaux qui ne peuvent pas garantir une qualité de service.

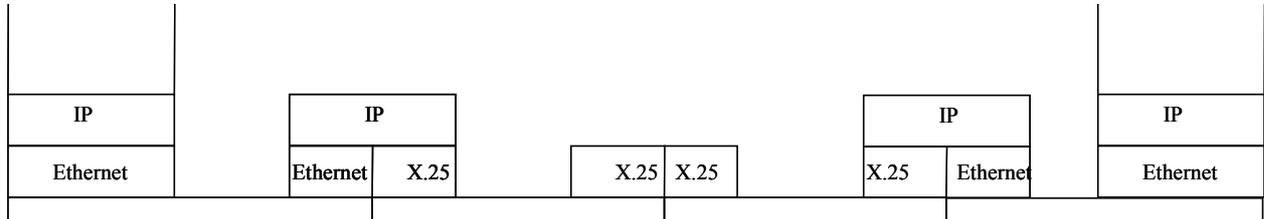
[f] L'avantage d'IPv6 est de trouver la meilleure longueur du fragment pour qu'il n'y ait pas de fragmentation réassemblage intermédiaire dans le réseau. A priori, IPv6 permet cette recherche de l'optimum du segment. Cependant, dans notre cas, le passage par ATM demande une opération de fragmentation réassemblage qui est effectuée par la couche AAL et qui peut être considérée comme indépendante d'IPv6.

[g] Oui, il est possible d'introduire dans les routeurs des gestions de la qualité de service ; en particulier, en implémentant les protocoles de gestions Int-Serv et Diff-Serv.

[h] Oui, un circuit virtuel va s'établir dans ce réseau entre les deux extrémités du réseau X.25. Pour introduire les paquets IP dans ce réseau à l'intérieur des paquets X.25, il y a un bond

Ethernet : on encapsule le paquet IP dans une trame Ethernet entre le client A et le nœud d'accès X.25. De même à la sortie du réseau, il y a un passage de nouveau par l'environnement Ethernet.

[i]



La réponse est semblable à la réponse de la question **[d]** (et non **[b]**) dans le texte de l'exercice). La différence essentielle réside dans le nœud central qui n'est pas un routeur mais un commutateur.

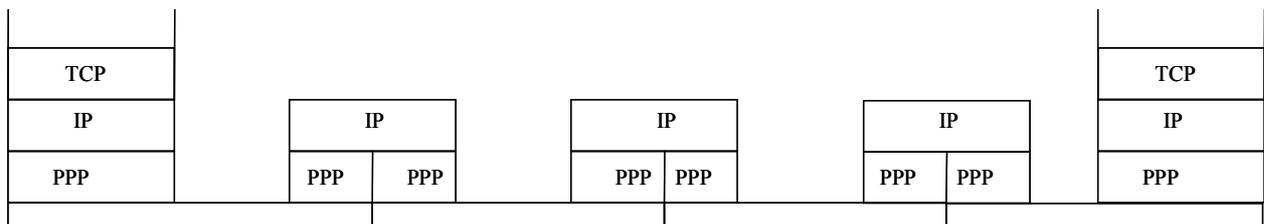
[j] Cette solution est très classique, elle est utilisée dans la plupart des réseaux X.25 qui transportent des paquets IP.

[k] Les paquets IP doivent être acheminés jusque dans les nœuds X.25 pour qu'ils soient mis dans la zone de données des paquets X.25. Comme IP est un paquet, il faut encapsuler les paquets X.25 dans des trames entre les terminaux et le nœud X.25. Plusieurs solutions existent : celle de la question précédente ou bien l'encapsulation dans une trame PPP sur une ligne téléphonique ou dans une cellule ATM sur un modem ADSL .

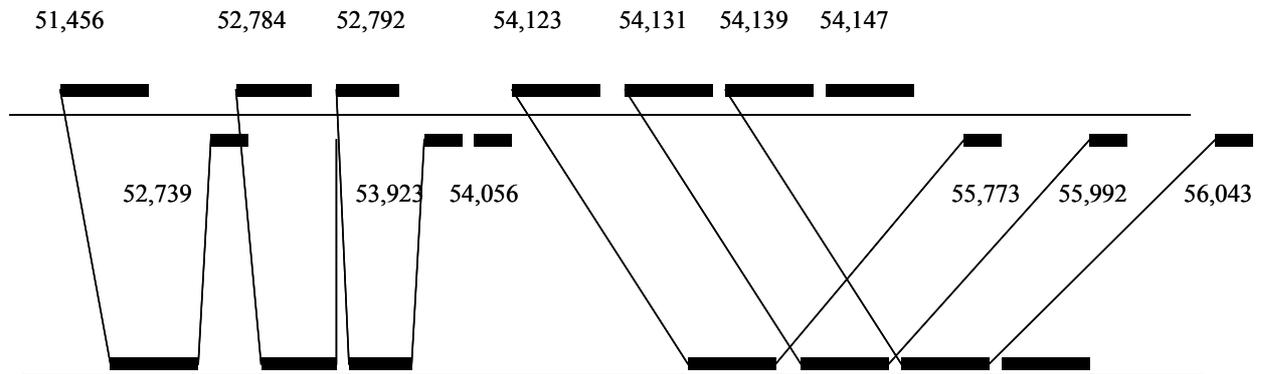
Chapitre 10 – Exercice 1 (voir énoncé page 222 du livre)

Remarque : dans le tableau, il n'y a pas de corrélation immédiate entre les deux colonnes. La seconde colonne indique les instants d'arrivée des acquittements. De plus, les numéros portés par les acquittements sont 1, 2, 3, 3, 3, 6 (les valeurs 001 suivantes ne doivent pas être prises en compte dans le numéro de l'acquittement).

[a]



[b]



[b-1] L'algorithme du slow start indique que le paquet 0 est émis et que l'acquittement est attendu avant d'envoyer deux segments et, de nouveau, il y a attente avant d'émettre quatre segments.

Le segment 1 prend un temps de 0,08 seconde. Les segments 3, 4 et 5 demandent également 0,08 seconde. On en déduit que le temps de transmission d'un paquet est de 0,08 seconde. Pour avoir la vitesse de la liaison d'accès il faut connaître la longueur du paquet et plus exactement de la trame PPP qui transmet le paquet IP. Si l est la longueur de la trame PPP, la vitesse de la liaison est de $l/0,08$.

[b-2] Le segment 3 est retardé puisqu'il n'est pas acquitté par les acquittements qui partent avec la réception des segments 4 et 5. L'acquittement du segment 3 s'effectue au temps 56,043. Le segment 3 n'est donc pas retransmis puisqu'il est reçu correctement (mais dans un ordre non en séquence à cause du routage dans le réseau).

[b-3] Le segment 7 est reçu juste après le segment 6 puisqu'il n'y a pas de redémarrage en slow start.

[b-4] Le fragment 7 est un nouveau segment.

[b-5] Le segment 8 est émis à la suite du segment 7 puisque la fenêtre est de 8.

[b-6] Un opérateur qui perdrait des paquets IP impliquerait un redémarrage en slow start puisque l'acquittement correspondant n'arriverait jamais. C'est donc un moyen pour limiter le flot de l'utilisateur. C'est donc une méthode de contrôle de flux : la perte d'un paquet équivaut à une réduction forte du flot de l'utilisateur.

Chapitre 10 – Exercice 2 (voir énoncé page 222 du livre)

[a] Non, les routeurs n'ont pas à posséder le logiciel TCP puisqu'ils ne remontent qu'à la couche IP pour router les paquets IP.

[b] Le numéro de port est 25. Oui, le client peut ouvrir une autre connexion TCP lui permettant d'effectuer une recherche sur le Web.

[c] Le deuxième segment porte le numéro 2.

[d] La valeur portée dans l'acquittement est 5 indiquant que le segment 5 est attendu et donc que les segments précédents sont bien acquittés.

[e] Les acquittements revenant après un délai aller retour, il faut que l'émetteur puisse émettre de nouvelles trames au minimum durant le temps de l'aller retour, c'est-à-dire durant 100 ms. Donc, il faut émettre 65 535 octets dans ce temps, c'est-à-dire 524 280 bits et ceci en 0,1 seconde. Donc, le débit de la ligne ne doit pas dépasser 5,2428 Mbit/s. Si la capacité de la ligne dépasse cette valeur, cela implique que le récepteur est obligé de s'arrêter et d'attendre des acquittements. On voit également que s'il y a des erreurs ou bien s'il faut attendre un temporisateur de reprise lors de la perte d'un paquet, la liaison n'est pas bien utilisée.

[f] Si la liaison est de 622 Mbit/s, on voit immédiatement qu'un utilisateur unique ne peut pas utiliser la ligne à sa capacité maximale sans utiliser une extension du protocole. Le taux maximal d'utilisation dans le cas standard serait de $5,2428/622 = 0,84 \%$.

[g] (Il faut lire $2n = 2 \times n$ et donc pour $n = 3$, il faut lire $2 \times 3 = 6$). Étant donné une utilisation de 0,84 %, il faut multiplier le débit par $100/0,84 = 119$. Il faut donc prendre $n = 60$.

[h] Cette option permet de calculer le temps aller retour. Cette valeur peut avoir plusieurs utilisations dont la plus classique est de modifier le temporisateur de reprise. La valeur à l'aller permet d'effectuer une resynchronisation des paquets par rapport à leur date d'entrée dans le réseau.

Chapitre 10 – Exercice 3 (voir énoncé page 223 du livre)

[a] Le PC doit émettre en utilisant le protocole de transport de classe 4 puisqu'il existe sur le chemin un réseau de catégorie C.

[b] Une communication avec un terminal situé sur le réseau C demande l'utilisation d'une classe 4 qui est complexe et demande une puissance de calcul importante. Le PAD connecte des clients qui ne sont pas capables de gérer la couche 3 du protocole X.25 et qui n'ont aucune raison de savoir gérer la complexité d'un protocole de transport de classe 4. Pour que la communication soit acceptable, deux solutions se présentent : 1- on ajoute dans le PAD un équipement capable de gérer la classe 4 pour l'utilisateur mais cette solution n'est pas implantée dans les réseaux X.25 ; 2- le réseau X.25 travaille avec une classe 0 sans fonctionnalité particulière et communique avec la passerelle qui mène vers le réseau C sous une classe 0. Dans la passerelle, la classe 0 est transformée en une classe 4 pour traverser le réseau C. Cette solution n'est pas acceptable pour l'environnement normalisé OSI qui demande un contrôle de bout en bout de la part de la couche transport. Dans la deuxième solution, le bout en bout est rompu au niveau de la passerelle puisqu'il y a un changement de protocole.

[c] Comme indiqué dans la question précédente, on passe de la classe 0 à la classe 4 dans la passerelle en interrompant la continuité de bout en bout de la couche transport.

[d] La première solution consiste à permettre à chaque terminal du réseau de travailler dans la classe optimale correspondant aux niveaux des réseaux à traverser. Si le réseau de catégorie C doit être traversé, on utilise une classe 4. Si le réseau de catégorie B doit être traversé mais pas celui de catégorie A, le terminal utilise la classe 1 ou 3. Enfin, si seul le réseau de catégorie A doit être traversé alors une classe 0 ou 2 est employée. C'est une solution assez onéreuse puisque les terminaux doivent être capables de travailler dans la solution optimale. On pourrait opter pour l'utilisation unique de la seule classe 4 dans l'ensemble des machines terminales ; c'est une possibilité assez classiquement utilisée pour ne pas compliquer la négociation de la meilleure classe mais cette solution peut s'avérer assez lourde dans certains cas (presque tous les réseaux sont de catégorie A).

La deuxième solution est d'abolir le bout en bout dans la couche transport et de prendre sur chaque réseau le protocole le mieux adapté.

[e] Le redémarrage s'effectue au niveau des points de reprises de la couche session.

[f] L'utilisateur émetteur demande au récepteur le dernier point de reprise qu'il a reçu et demande à l'utilisateur de redémarrer par rapport à ce point. Ces points de reprise peuvent être du type mineur ou majeur. Pour les points de reprise mineurs, il n'est pas demandé au récepteur d'envoyer un acquittement, de telle sorte que ce point n'est pas un point de reprise garanti. Au contraire, les points de reprise majeurs ont été acquittés par le récepteur. Si une reprise sur un point e reprise mineur s'avère impossible, le redémarrage s'effectuera sur un point de reprise majeur.

[g] Dans le cas d'une application de téléphonie, il n'y a pas besoin de point de reprise puisque les deux utilisateurs sont en interaction et le récepteur peut indiquer à quel moment la coupure s'est produite.

Chapitre 11 – Exercice 1 (voir énoncé page 244 du livre)

[a] Une URL est déterminée par une combinaison d'un nom de domaine, d'un protocole et d'un nom de fichier. Cette combinaison définit d'une manière unique un fichier situé sur un serveur.

[b] Le navigateur est un logiciel client puisqu'il travaille d'un poste utilisateur vers un poste serveur qui lui offre l'accès à de l'information mémorisée dans des bases de données.

[c] Les liens hypertextes permettent de rediriger l'utilisateur vers un nouveau site. Il faut dans ce cas ouvrir une nouvelle connexion TCP. Si l'utilisation de liens hypertextes est importante, le nombre d'ouvertures de connexions TCP croît de façon proportionnelle et leur mise en place peut apporter une surcharge très importante dans les équipements de réseau.

[d] À 50 Kbit/s, il faut un temps de $10 \times 8 / 50 = 1,6$ ms.

[e] On obtient rarement ce temps d'affichage d'une page HTML pour différentes raisons. La première provient de la difficulté de rester à la valeur du trafic maximal d'un modem sous TCP à cause des redémarrages en slow start.

Chapitre 11 - Exercice 2 (voir énoncé page 244 du livre)

[a] À 8 Kbit/s, en moyenne un octet sort toutes les 1 ms du CODEC. Pour un temps de remplissage de 48 ms, on a le temps de mettre 48 octets. Si la trame qui transporte ces 48 octets fait 512 octets, l'utilisation réelle pour le transport des données utilisateur est de $48/512 = 9,4 \%$.

[b] Pour arriver à une utilisation satisfaisante de la bande passante, il faut multiplexer un grand nombre de paroles téléphoniques simultanément, au moins 10 paroles pour monter à 480 octets utiles sur 512.

[c] Pour une bande passante de 20 000 Hertz, il faut un échantillonnage de 40 000 fois par seconde, et donc un débit de 640 Kbit/s. Pour remplir une trame de 512 octets, c'est-à-dire un champ d'information de 472 octets, c'est-à-dire de 3 776 bits, il faut un temps de $3,776/640 = 5,9$ ms. Le débit utile est donc de près de 100%.

[d] S'il faut rajouter une voie de 2 Mbit/s, le débit total applicatif est de 2,640 Mbit/s. Pour remplir une trame Ethernet, il faut donc $3,772/2\ 640 = 1,43$ ms. Il faut donc émettre une trame Ethernet toutes les 1,43 ms.

[e] Si une trame Ethernet est perdue, il ne se passe rien de particulier puisqu'il n'y a pas de retransmission. Un intervalle de temps de 1,43 ms est perdu. Cette perte doit être détectée pour permettre au décodeur de sauter cet intervalle de temps ou, encore mieux, de remplir cet intervalle par du bruit ou par une synthèse de parole déterminée par les derniers et les premiers échantillons des trames précédente et suivante.

Chapitre 11 – Exercice 3 (voir énoncé page 244 du livre)

[a] Lorsque l'adresse du récepteur est du type IP, il est difficile de situer où se trouve ce récepteur et donc, y accéder par un opérateur téléphonique demande une passerelle spécialisée capable de faire des correspondances d'adresse entre adresses IP et adresses téléphoniques.

[b] La signalisation est nécessaire pour mettre en place la communication téléphonique. Cette signalisation sert à la fois à être sûr qu'il y a bien un destinataire, à ouvrir un chemin si nécessaire et à négocier les différents paramètres à utiliser pour le contrôle du flot.

[c] Ceci est une possibilité étudiée par les organismes de normalisation, en particulier par l'IETF (organisme de normalisation de fait du monde Internet) sous l'appellation Sigtran. Cette solution intéresse les communications téléphoniques partant d'un réseau classique et allant vers un réseau classique en traversant un réseau IP.

[d] Le protocole H.323 a pour but d'ouvrir une connexion entre deux utilisateurs et de définir les protocoles utilisés tout au long du chemin entre les deux utilisateurs en communication. Le protocole H.323 doit donc bien intervenir dans tous les équipements intermédiaires, en particulier si la conversion s'effectue en multipoint dans le cadre d'une téléconférence audio.

[e] Le firewall fait une discrimination entre les ports et ne laisse passer que les flux possédant des numéros de port déterminés à l'avance et correspondant à des applications ne permettant

pas d'attaques sur l'utilisateur. Si le numéro de port est attribué lors de la demande, cela exige de la part de la passerelle de ne pas filtrer ce flot, ce qui devient complexe s'il y a de nombreux flots dynamiques.

[f] Le protocole SIP traite, entre autre, les adresses téléphoniques pour déterminer l'adresse IP de la passerelle qui permette d'accéder à un opérateur téléphonique donnant accès au meilleur tarif possible à l'utilisateur téléphonique destinataire. En général, l'idée est de déterminer un opérateur téléphonique qui ait un accès local au destinataire et donc de situer une passerelle pour accéder localement au client.