

EXAMEN RESEAUX COUCHES BASSES

Février 2001

Question 1 (2 points)

Quelles différences essentielles vis-à-vis de l'acheminement faites vous entre un brasseur, un commutateur et un routeur ?

Question 2 (2 points)

Votre entreprise loue à France Télécom une ligne analogique dont les caractéristiques sont les suivantes :

Bande passante : 200 - 4000 Hz
Rapport signal à bruit 1000

On vous demande quelle est la capacité de transmission de cette ligne (on vous rappelle que $\log_2 X = 3,32 \log_{10} X$) ?

Question 3 (2 points)

Votre entreprise décide d'adopter en interne un plan de numérotation IP de classe A (10.0.0.0). Vous décidez d'utiliser le deuxième octet pour identifier le département de l'établissement. Sachant que chaque établissement peut comporter 12 sous-réseaux et que vous voulez réserver un maximum de bits à la numérotation des interfaces. On vous demande quel masque de sous réseau vous pensez utiliser ? (vous donnerez le résultat selon la forme X.X.X.X et Y.Y.Y.Y/Z)

Question 4 (3 points)

Une relation à travers un réseau WAN se distingue par le type de relation mise en oeuvre. Le tableau ci-dessous compare ces deux modes, veuillez le reproduire et le compléter.

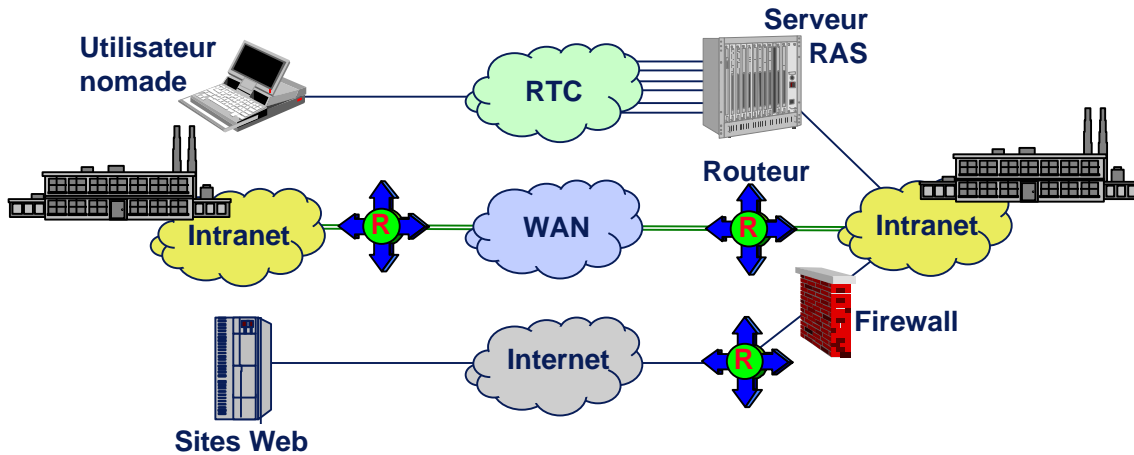
	Mode non connecté (mode datagramme)	Mode orienté connexion (mode connecté)
Phase de mise en relation		
Garantie du séquençement		
Réservation de ressources		
Contrôle de flux		
Contrôle et reprise sur erreur		
Optimisation des ressources		
Complexité au niveau du réseau		
Complexité au niveau des systèmes		
Possibilité de redevance au volume		
Possibilité de redevance forfaitaire		
Exemples de protocole		

Question 5 (11 points)

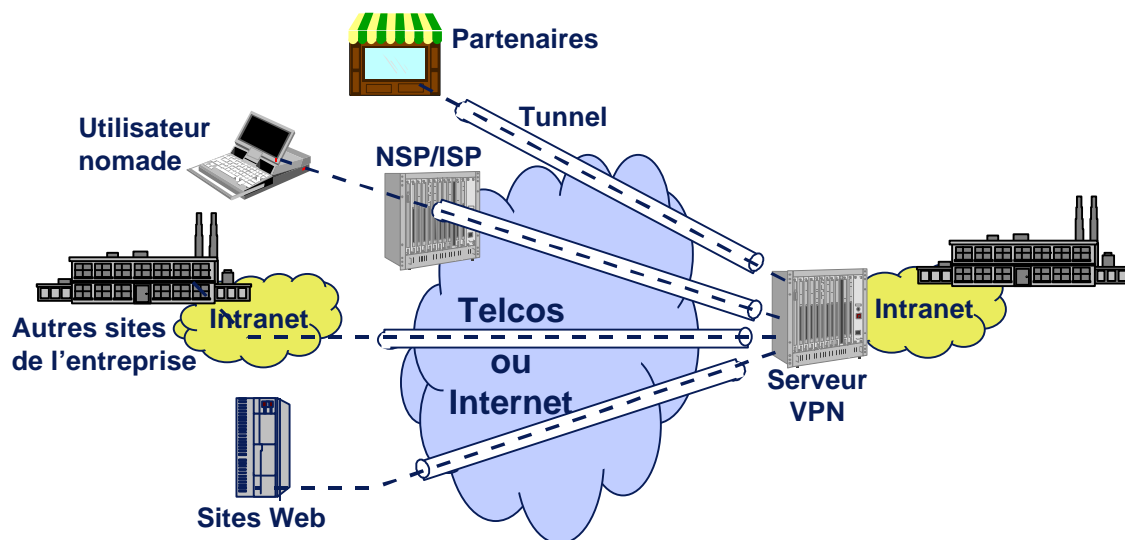
Le schéma ci-dessous représente l'architecture de télécommunication de votre entreprise. Face à ses nombreux inconvénients :

- Multiplication des technologies.
- Sécurité globale du système faible (nombreuses portes).

- Difficulté d'accès des utilisateurs nomades de l'entreprise (commerciaux et cadres en déplacement).
- Pas de possibilité d'offrir un accès sécurisé aux partenaires de l'entreprise.



Votre DSI (Directeur du Service Informatique), vous demande de réfléchir à une nouvelle solution. Après quelques instants de réflexion vous lui proposez celle-ci :



Tous les moyens informatiques seront reliés via un VPN (Virtual Private Network, Réseau Privé Virtuel) à travers Internet.

En formulant les hypothèses suivantes :

- Le serveur VPN sera installé au siège social de l'entreprise et sera relié au Telcos (Opérateur de Télécommunication) via une liaison louée. Deux km seulement séparent le siège du Pop (Point de Présence) du siège (voir tarif en annexe).

- Les 7 autres établissements de l'entreprise, précédemment reliés en X25 par Transpac avec un abonnement à 64 kbit/s, le seront au Telcos par une liaison louée à 64 kbit/s (distance moyenne établissement/Telcos 12 km).
- le 'parc' d'utilisateurs nomades est de 100 personnes, les statistiques en votre possession montrent que 80% se connectent le soir de 20 heures à 21 heures pour une durée moyenne de 12 mm/utilisateur, le débit moyen réel utilisateur sur le RTC étant de 36 kbit/s.

On vous demande :

1. (4 points) Sachant que l'on estime qu'un nomade ne doit pas avoir un taux d'échec à la connexion supérieur à 5 %, quel est le nombre de modems à mettre à disposition côté ISP ?
2. (5,5 points) Sachant qu'une ligne ne doit jamais être chargée à plus de 70 % quel est le débit de la ligne reliant le Telcos au siège. Seuls seront pris en compte pour ce calcul les utilisateurs nomades et les établissements, les partenaires et les accès Internet seront ignorés.
 - a) Nombre d'utilisateurs simultanés
 - b) Débit maximal de ces utilisateurs à écouler
 - c) Débit total des établissements
 - d) Débits requis pour le lien siège/ISP
1. (1,5) Quel est le coût mensuel des lignes
 - a) pour chaque établissement
 - b) pour le siège
 - c) pour l'ensemble de l'entreprise

Tarif Transfix 2.0

Prix HT en FF au 1/1/2001 hors remise

Abonnement mensuel (d représente la distance à vol d'oiseau exprimée en km)

	1 à 10 k	11 à 50 k	51 à 300	Plus de 300
64 kbit/s	1 506,8 + 78,32d	2 060,00 + 23,00d	2 950,00 + 5,20d	3 610,00 + 3,00d
128 kbit/s	1 808,00 + 94,00d	2 472,00 + 27,6d	3 540,00 + 6,24d	4 332,00 + 3,60d
256 kbit/s	3 763,90 + 196,11d	5 150,00 + 57,50d	7 375,00 + 13,00d	9 025,00 + 7,50d
384 kbit/s	3 789,00 + 311,00d	6 006,75 + 89,23d	9 731,04 + 14,74d	10 306,80 + 12,82d
512 kbit/s	3 880 + 312,00d	6 042,5 + 95,75 d	9 576,00 + 25,08d	12 996,00 + 13,68d
768 kbit/s	3 980,00 + 322,00d	6 197,50 + 100,25 d	8 493,00 + 57,34d	17 100,00 + 25,65d
1024 kbit/s	4 070,00 + 333,00d	6 390,50 + 100,95d	8 588,00 + 57,00 d	17 138,00 + 28,50d
1920 kbit/s	4 367,00 + 360,80 d	6 733,75 + 124,13d	10 028,00 + 58,24d	18 320,00 + 30,60d

SOLUTION

Question 1)

Un brasseur établit une relation permanente entre deux points.

Un commutateur achemine les données en fonction d'un label (sans en connaître l'adresse de destination)

Un routeur achemine les données en fonction d'une adresse destination.

Problème 2)

La capacité de transmission d'une ligne en fonction du rapport signal à bruit est donnée par la relation :

$$C = BP \log_2 (1 + S/N)$$

$$C = (4000 - 200) \cdot 3,32 \cdot 3 = 37\,848 \text{ bit/s}$$

Question 3)

Pour numérotter 12 sous-réseaux il est nécessaire de disposer de 4 bits, le masque aura alors la structure :

Réseau . Département . Sous-réseau, Host . Host

soit :

Écriture traditionnelle : 255.255.240.0

Écriture avec préfixe /n : 10.0.0.0/20

Problème 4) (3 pts)

	Mode non conn (mode datagram)	Mode orienté conn (mode connecté)
Phase de mise en relation	non	oui
Garantie du séquençement	non	oui
Réservation de ressources	non	oui
Contrôle de flux	non	oui
Contrôle et reprise sur erreur	non	oui
Optimisation des ressources	oui	non
Complexité au niveau du réseau	non	oui
Complexité au niveau des systèmes	oui	non
Possibilité de redevance au volume	non	oui
Possibilité de redevance forfaitaire	oui	oui
Exemples de protocole	IP, LLC1 UDP	HDLC, FR, ATM, X25 TCP, TP0 à TP4 SNA

Problème 5) (11 pts)

A) Nombre de modems

Trafic de pointe à écouler 80 utilisateurs se connectent durant 12 mn

soit $12 \cdot 80 / 60 = 16$ Erlang

La lecture de l'abaque d'Erlang pour un refus de 5% donne 21 lignes ou modems

B) Débit de la ligne

Nombre d'utilisateurs simultanés 21 (21 lignes)

Débit des utilisateurs nomades $21 \cdot 36 = 756$ kbit/s

Débit des établissements $64 \cdot 7 = 448$ kbit/s

Débit total $448 + 756 = 1\,204$ kbit/s

Débit requis $1\,204 / 0,7 = 1\,720$ kbit/s

La ligne choisie aura le débit le plus proche : 1920 kbit/s

C) Coût

1 établissement (12 km, 64 kbit/s)

$$C1 = 2060 + 23 \cdot 12 = 2\,336 \text{ F.}$$

Le siège (2 km, 1920 kbit/s)

$$C2 = 4\,367 + 2 \cdot 360,8 = 4\,367 + 721,6 = 5\,088,6 \text{ F.}$$

Coût total

$$Ct = (7 \cdot 2\,446,64) + 5\,088,6 = 22\,215,08 \text{ FHT.}$$

EXAMEN RESEAUX COUCHES BASSES

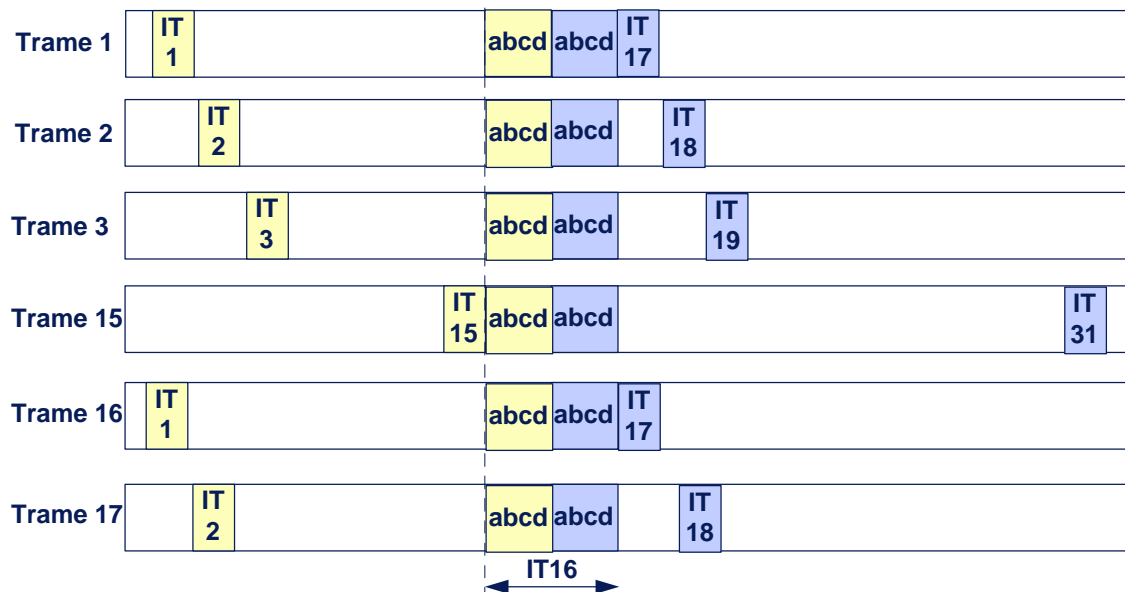
Septembre 2001

1) Échange de trames HDLC (10 points)

Le tableau en annexe, que vous joindrez à votre copie, représente les différentes étapes d'un échange HDLC entre deux correspondants A et B. Il vous est demandé de le compléter. La colonne de droite vous indique l'action. Le « ? » signifie que c'est à vous d'indiquer l'action correspondante. Les valeurs des compteurs Ns et Nr indiqués dans les colonnes correspondront aux valeurs des variables d'état (Vs et Vr) mis à jour après l'action correspondante. La fenêtre est fixée à 4 dans les deux sens.

2) Trame MIC (5 points)

La trame MIC comporte 32 IT, l'IT0 sert à la synchronisation de la trame, l'IT16 au transport de la signalisation téléphonique.



L'IT16 est scindée en 2 quartets (bit a, b, c, d). Le premier quartet de la trame 1 transporte la signalisation téléphonique de la voie 1 (IT1), le second celle de la voie 17 (IT17). De même, le premier quartet de la trame 2 transporte la signalisation téléphonique de la voie 2 (IT2), le second celle de la voie 18 (IT18)... Cette signalisation est dite par canal associé ou voie par voie (CAS). On vous demande :

- Quelle est la fréquence de récurrence d'une trame ?
- Déduisez-en le débit d'une voie, si la voix échantillonnée est supposée être quantifiée sur 256 niveaux.
- Quelle est la fréquence de récurrence du motif de signalisation ?
- Déduisez-en la bande allouée à la signalisation d'une voie ?
- Compte tenu du résultat obtenu, aurait-il été possible de mettre en oeuvre une signalisation aussi riche que celle du RNIS ?

3) Graphe d'un réseau (5 points)

Votre entreprise dispose de 4 établissements : Rennes, Strasbourg, Bordeaux et Marseille. On vous demande de réaliser le réseau privé de cette entreprise et d'en déterminer le coût d'installation et de fonctionnement (coût des liens). En cas de rupture d'un lien, chaque site devra toujours pouvoir joindre un site distant avec une bande garantie de 20 kbit/s.

	Rennes	Strasbourg	Bordeaux	Marseille
Rennes		702	37	76
Strasbourg		0	76	60
Bordeaux			0	50
Marseille				0

Le tableau ci-dessus fournit les distances entre chaque ville, sachant que la connectivité de chacun des noeuds doit être de 2 :

- Tracer le graphe du réseau, à coût minimal.
- Calculer le coût d'installation.
- Déterminer la redevance mensuelle.

Tarif Transfix 2.0, Prix HT en FF au 1/1/2001 hors remise

Abonnement mensuel (d représente la distance à vol d'oiseau exprimée en km)

	1 à 10 k	11 à 50 k	51 à 300	Plus de 300
64 kbit/s	1 506,8 + 78,32d	2 060,00 + 23,00d	2 950,00 + 5,20d	3 610,00 + 3,00d
128 kbit/s	1 808,00 + 94,00d	2 472,00 + 27,6d	3 540,00 + 6,24d	4 332,00 + 3,60d
256 kbit/s	3 763,90 + 196,11d	5 150,00 + 57,50d	7 375,00 + 13,00d	9 025,00 + 7,50d
384 kbit/s	3 789,00 + 311,00d	6 006,75 + 89,23d	9 731,04 + 14,74d	10 306,80 + 12,82d
512 kbit/s	3 880 + 312,00d	6 042,5 + 95,75 d	9 576,00 + 25,08d	12 996,00 + 13,68d
768 kbit/s	3 980,00 + 322,00d	6 197,50 + 100,25 d	8 493,00 + 57,34d	17 100,00 + 25,65d
1024 kbit/s	4 070,00 + 333,00d	6 390,50 + 100,95d	8 588,00 + 57,00 d	17 138,00 + 28,50d
1920 kbit/s	4 367,00 + 360,80 d	6 733,75 + 124,13d	10 028,00 + 58,24d	18 320,00 + 30,60d

Coût d'installation : 4000 FHT par extrémité

FEUILLE A JOINDRE A VOTRE COPIE

Reportez votre N° de candidat :

	A		Échange		B
Valeur des compteurs après émission et après réception					
Exemples de trames : Indiquer le type (i, U, S) Éventuellement la trame (REJ, SABME...) Les valeurs des compteurs Nr, Ns La valeur du bit P/F			(I) Ns=4 Ns=6 P=0 —————> (S) RNR Nr=3 P=0 <—————		
Initialisation :					
1) Demande d'ouverture en mode normal					
2) Acceptation par B					
Échange					
3) Trame d'information de A vers B					
4) Trame d'information de A vers B erronée					
5) Trame d'information de A vers B					
6) ?					
7) Trame d'information de A vers B					
8) Trame d'information de A vers B					
9) Trame d'information de B vers A					
10) Trame d'information de A vers B					
11) Trame d'information de A vers B					
12) Trame d'information de A vers B					
13) Trame d'information de A vers B					
14) ?					
Fermeture de la connexion					
15) Demande de fermeture					
16) Acquiescement par B					

CORRECTION

1) Échange HDLC

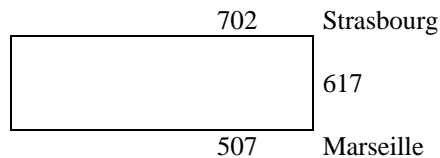
	A	Échange	B
Valeur des compteurs après émission et après réception			
Exemples de représentation des trames : Indiquer le type (i, U, S) Éventuellement la trame (REJ, SABME...) Les valeurs des compteurs Nr, Ns La valeur du bit P/F		(I) Ns=4 Nr=6 P=0 → (S) RNR Nr=3 P=0 ←	
Initialisation :			
1) Demande d'ouverture en mode normal		(U) SABM P=0 ou 1 →	
2) Acceptation par B		(U) UA F=0 ou 1 ←	
Échange			
3) Trame d'information de A vers B		(I) Ns=0, Nr=0 P=0 →	
4) Trame d'information de A vers B erronée		(I) Ns=1, Nr=0 P=0 → <i>non prise en compte</i>	
5) Trame d'information de A vers B		(I) Ns=2, Nr=0 P=0 → <i>rejet décalage des compteurs</i>	
6) <i>La trame précédente à été rejetée</i> <i>Demande de retransmission</i>		(S) REJ Nr=1 P=0 ←	
7) Trame d'information de A vers B		(I) Ns=1, Nr=0 P=0 →	
8) Trame d'information de A vers B		(I) Ns=2, Nr=0 P=0 →	
9) Trame d'information de B vers A		(I) Ns=0, Nr=3 P=0 ←	
10) Trame d'information de A vers B		(I) Ns=3, Nr=1 P=0 →	
11) Trame d'information de A vers B		(I) Ns=4, Nr=1 P=0 →	
12) Trame d'information de A vers B		(I) Ns=5, Nr=0 P=0 →	
13) Trame d'information de A vers B		(I) Ns=6, Nr=0 P=1 →	
14) <i>Envoi d'un acquittement</i>		(S) RR Nr=7 F=1 ←	
Fermeture de la connexion			
15) Demande de fermeture		(U) DISC P=1 →	
16) Acquittement par B		(U) UA F=1 ←	

2) Trame MIC

- a) La trame MIC est reproduite 8000 fois par seconde (8000 Hz) soit une période de 125 μ s.
- b) La voix est quantifiée sur 256 niveaux soit 8 bit. Le débit, pour une voie est donc de $8000 \cdot 8 = 64$ kbit/s
- c) Le motif se reproduit 1 fois toutes les 16 trames, soit $8000/16 = 500$ Hz
- d) La bande allouée est donc de $500 \cdot 4 = 2$ kbit/s
- e) Si on prend l'exemple du raccordement de base au RNIS (BRI), le canal de signalisation offre une bande de 16000 bit/s dont 9600 peuvent être utilisés pour la transmission de donnée en X25. Si on ne tient pas compte du canal d'écho, il reste alors un peu plus de 3 kbit/s par canal. Il aurait donc été possible d'implémenter un protocole de signalisation enrichie dans une trame MIC.

3) Graphe du réseau

- a) Le réseau de moindre coût avec une connectivité de deux est le carré :



Le débit de 64 kbit/s suffit, puisque qu'un lien a au plus le trafic de trois sites à écouler ($3 \cdot 20$ kbit/s < 64 kbit/s)

- b) Coût d'installation :
4 liens, 8 extrémités soit $4000 \cdot 8 = 32\ 000$ FHT
- c) Abonnement mensuel :

Rennes/Strasbourg	$3\ 610 + 3 \cdot 702$	5 716
Strasbourg/Marseille	$3\ 610 + 3 \cdot 617$	5 461
Marseille/Bordeaux	$3\ 610 + 3 \cdot 507$	5 131
Bordeaux/Rennes	$3\ 610 + 3 \cdot 373$	4 729
TOTAL		21 037 FHT