



## Maîtrise d'informatique

### Epreuve de Réseaux et Protocoles

---

- Durée de l'épreuve : 3 heures.
  - Tous les documents sont autorisés.
  - On vous demande de répondre à toutes les sous-questions de chaque question.
  - Toutes les questions auront approximativement le même poids.
- 

#### Débit et protocole

Une liaison numérique ayant un débit nominal ( $D$ ), relie deux stations d'extrémité. Supposons qu'on l'utilise pour transmettre des trames de taille fixe ( $L$ ) dans le cadre d'un protocole utilisant le mécanisme de la fenêtre coulissante, fenêtre ayant une largeur constante ( $W$ ). La durée d'aller/retour (mesurée, par exemple, entre l'émission d'une trame et la réception de l'acquittement associé) est supposée constante ( $T_{A/R}$ ).

**Question 1 :** Quel est le débit maximum ( $D_{max}$ ) que l'on peut atteindre sur cette liaison dans ces conditions ? Application numérique :  $D=10\ 000\ 000$  bit/s,  $L=1000$  bits,  $W=4$ ,  $T_{A/R} = 1$  ms.

**Question 2 :** A l'aide de la formule précédente, calculez le débit maximum si l'on suppose maintenant que la largeur de la fenêtre est égale à 40. Concluez. Quelle inéquation doit-elle être respectée pour que la formule de la question 1 permette le calcul du débit maximum ? Dans le cas où l'inéquation n'est pas vérifiée quel est le débit maximum ?

On suppose que les trames transmises ont un format compatible avec celles du protocole HDLC. On suppose que la connexion est déjà établie.

**Question 3 :** Connaissant le surcoût induit par la structure des trames de données du protocole HDLC, calculez le rendement ( $R$ ) exprimé comme le débit utile ( $D_{util}$ ) sur le débit maximum ( $D_{max}$ ). On suppose toujours que la longueur des trames est constante ( $L$ ) et qu'elles possèdent toutes 2 fanions. Application numérique : utilisez les valeurs de la question 1.

On se propose d'améliorer le rendement.

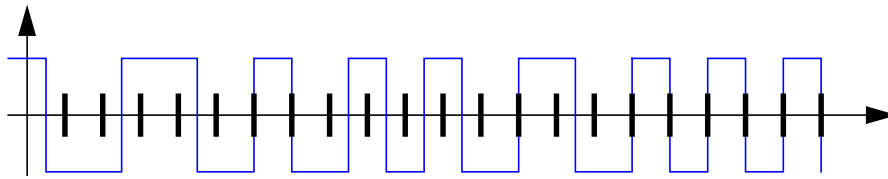
**Question 4 :** Aux vues de l'équation du rendement, deux catégories d'amélioration peuvent être envisagées. Quelles sont-elles ? Quels sont leurs inconvénients ?

En fait le protocole HDLC possède un mécanisme spécifique des couches basses, qui modifie la longueur des trames à tel point que le nombre de bits transmis ne représente plus forcément un nombre entier d'octets.

**Question 5 :** Quel est ce mécanisme ? A quoi sert-il ? Quel est son procédé ? Dans quelle proportion la longueur de la trame peut-elle être augmentée ?

## Codage

Soit le signal suivant :



**Question 6 :** Quelle est la suite binaire correspondant au signal précédent, si l'on suppose que le code de Miller a été utilisé ?

**Question 7 :** Ce code est-il indépendant de la polarité, pourquoi ? Est-il possible de décoder ce signal à l'aide du code biphase ? A l'aide du code biphase différentiel ? Quels avantages présente le code Miller vis-à-vis du code Manchester différentiel ? Quels inconvénients présente-t-il ?

## Protocole Transport

Le protocole de la couche Transport propose 5 classes. Il met en oeuvre plusieurs fonctions parmi lesquelles on trouve : le multiplexage, la segmentation, la concaténation et l'éclatement.

**Question 8 :** Pour chacune de ces classes, indiquez parmi les fonctions précédentes celles qu'elles utilisent ?

**Question 9 :** Expliquez brièvement le rôle de la segmentation ? Un champ du format des T-PDU facilite la concaténation. Lequel, pourquoi ? Il n'est cependant pas possible de concaténer ensemble plusieurs T-PDU comportant un champ de données. Pourquoi ?

**Question 10 :** Quelle est le rôle du bit EOT ? Donnez le nom de la fonction correspondante ? Quel est le nom du bit du protocole X25-3 qui permet de rendre la même fonction au sein de la couche Réseau ?

## Routage

On souhaite mettre en oeuvre un algorithme de routage. Chaque routeur possède une table de routage précisant pour chaque destination le routeur suivant permettant de l'atteindre avec le plus faible délai. Donc chaque entrée de la table de routage est associée à une *destination* (premier champ), contient un deuxième champ identifiant le *routeur suivant* par lequel il faut acheminer le paquet, et un troisième champ précisant le *délai d'acheminement* (délai entre le routeur courant contenant cette table et la destination). La table de routage possède d'autres champs que nous ne traitons pas ici par souci de simplification, notamment la *liaison de sortie* que doit emprunter le paquet pour parvenir au routeur suivant, et une *date limite de validité* de l'entrée.

En fait de nombreuses métriques, autres que le délai d'acheminement, pourraient être utilisées.

**Question 11 :** Citez au moins 4 autres métriques. Donnez les avantages et les inconvénients d'au moins 2 métriques vis-à-vis du délai d'acheminement.

On suppose qu'initialement la table de routage est complètement vierge, chaque routeur connaissant seulement la liste des liaisons auxquelles il est connecté. Le routeur a besoin de connaître la liste de ses voisins (directs) et le délai qui le sépare de ceux-ci.

**Question 12 :** Proposez une méthode pour que de manière automatique lors de sa phase initiale chaque routeur soit à même d'obtenir ces informations.

On suppose donc que chaque routeur connaît maintenant la liste, et le délai qui le sépare, de tous ses voisins. Les table de routage vont être mises à jour par échange de messages de

roulage entre voisins. On suppose que régulièrement (périodiquement *\_et\_* à chaque modification de la table de routage) chaque routeur diffuse vers tous ses voisins un message de routage (appelé aussi vecteur de routage) contenant la liste des destinations qu’il connaît et le délai associé. On remarque que ce message est un extrait de la table de routage, obtenu en n’émettant pas le champ correspondant au routeur suivant. Lorsqu’un routeur reçoit un message de routage, il peut soit découvrir une nouvelle destination soit déterminer un meilleur chemin vers une destination qu’il connaît déjà.

Dans la suite du problème, TdR désigne la table de routage du routeur courant, MdR[i] désigne la *i*<sup>ème</sup> entrée de l’extrait de table de routage contenu par le message de routage venant d’être reçu. La fonction “recherche( )” recherche (retourne la référence de) l’entrée correspondant à la destination spécifiée en deuxième paramètre au sein de la table identifiée par le premier paramètre (ici c’est toujours TdR : la table de routage du routeur courant). Si la fonction ne trouve pas, elle retourne NIL. On notera qu’une destination spéciale, appelée LIBRE, permet de rechercher une entrée disponible. Chacun des éléments de ces tableaux sont des structures qui possèdent des champs appelés respectivement *destination*, *prochain\_routeur*, et *delai*.

On vous propose l’algorithme suivant, exécuté par un routeur lors de la réception du message de routage qui a été émis par le routeur voisin appelé M. C’est un extrait du code exécuté pour traiter la *i*<sup>ème</sup> entrée du message de routage.

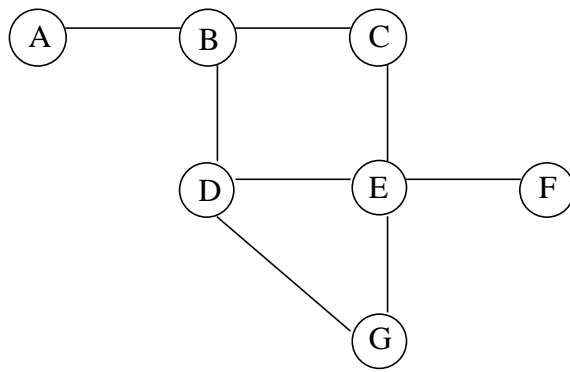
```

if ((TdR_destination = recherche(TdR, MdR[i].destination)) == NIL){
    if (nouvelle_entree = recherche(TdR, LIBRE) != NIL) { /* cas 1 */
        nouvelle_entree->destination = MdR[i].destination;
        nouvelle_entree->prochain_routeur = M;
        nouvelle_entree->delai = MdR[i].delai + recherche(TdR, M)->delai;
    } else { /* cas 2 */
        error("Table de routage trop petite ! \n");
    }
} else {
    if (TdR_destination->prochain_routeur == M) { /* cas 3 */
        TdR_destination-> delai = MdR[i].delai + recherche(TdR, M)->delai;
    } else {
        if (TdR_destination->delai > MdR[i].delai + recherche(TdR, M)->delai) { /*
cas 4 */
            TdR_destination-> prochain_routeur = M;
            TdR_destination-> delai = MdR[i].delai + recherche(TdR, M)->delai;
        } else { /* sic*/ } /* cas 5 */
    }
}
}

```

**Question 13 :** A quoi correspondent les 5 cas identifiés au sein de l’algorithme ?

On considère un réseau muni de 7 routeurs reliés entre eux par la topologie suivante :



Soit la table de routage de G.

Tableau 1 : table de routage de G

Destination	Routeur suivant	Délai (ms)
G	-	0
D	D	3
E	E	2
B	D	6
C	D	10
LIBRE		

Le routeur reçoit un message de routage provenant de E. Ce message a mis 3 ms pour arriver en G.

Tableau 2 : message de routage provenant de E

Destination	Délai (ms)
E	0
B	5
C	3
F	2

**Question 14 :** Quelle sera la nouvelle table de routage de G ? Précisez la partie de l'algorithme (n° du cas) qui a permis le calcul de chacune des entrées

On vous propose d'étudier plus précisément l'algorithme.

**Question 15 :** A quoi correspond le calcul "MdR[i].delai + recherche(TdR, M)->delai" ? Pourquoi au moment de l'exécution de cette opération, est-on sûr que l'appel à la fonction "recherche(TdR, M)" retourne une référence sur une entrée qui existe ? Dans quel cas le routeur est-il amené à placer dans une entrée de sa table de routage une valeur du délai d'acheminement supérieure à celle qui s'y trouvait précédemment ? Soyez précis

