



## Maîtrise d'informatique

### Epreuve de Réseaux et Protocoles

---

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

#### La détection d'erreur

Soit le code linéaire C muni de la matrice génératrice G suivante :

$$G = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

**Question 1 :** Quelle est la taille des mots initiaux, celle des mots codés ? Ce code est-il systématique ? Pourquoi ?

**Question 2 :** Calculez les mots codés associés aux 2 mots initiaux formés d'une suite alternées de 1 et de 0 et respectivement commençant par un 1 et commençant par un 0.

**Question 3 :** Calculez la matrice de contrôle H associée au code linéaire C. Vérifiez si les mots formés d'une suite alternées de 1 et de 0 et respectivement commençant par un 1 et commençant par un 0 sont des mots du code.

**Question 4 :** Montrez que C est un code de Hamming. Proposez une correction des mots reçus erronés de la question précédente. Est-on sûr que les mots corrigés soient les mots réellement envoyés ? Pourquoi ?

#### Le relayage de trames

Une technique appelée relayage de trame ("frame relay") est apparue dans les années 90. Elle devait permettre d'aboutir à de meilleures performances. C'est ce que nous allons vérifier.

Son principe repose, premièrement, sur un allègement protocolaire vis-à-vis des services relatifs aux couches Réseau et Liaison de données, et deuxièmement, sur un amalgame au sein d'un seul protocole (appelé "frame relay") des services résiduels. Nous allons évoquer successivement les services essentiels de chacune de ces 2 couches.

La technique de retransmission des données permet de corriger les erreurs. Le protocole frame relay n'envisage pas de rendre ce service de correction.

**Question 5 :** Pour chacun des 2 protocoles HDLC et X25.3, indiquez si cette technique de correction par retransmission est utilisée ? Quelles autres techniques rend le même service (de correction) ? Pourquoi, avec les réseaux actuels, il est envisageable de ne pas avoir besoin du service de correction au niveau des couches basses ?

Le routage est un autre service important

**Question 6 :** Comment est utilisé le champ d'adresse d'une trame HDLC ? Quelle est sa taille ? Concluez.

**Question 7 :** Quels champs contenus dans chaque paquet de données du protocole X25.3 permettent leur acheminement à travers le réseau ? Ces champs ne contiennent pas l'adresse de la station destinataire, quel est leur sémantique ? Quels avantages cela présente-t-il ? Citez le nom d'un protocole où les paquets de données possèdent un champ contenant l'adresse de destination.

*Le relayage de trames utilise des trames dont le format s'inspire fortement de celui du protocole HDLC. Cependant le champ d'adresse est modifié : sémantiquement il s'apparente aux champs du protocole X25.3 permettant l'acheminement, syntaxiquement c'est un champ de longueur variable de 2, 3 ou 4 octets<sup>1</sup>.*

Le contrôle de flux est un autre service présent dans beaucoup de protocole. Un mécanisme assez général et assez courant peut être utilisé pour effectuer (entre autre) ce contrôle. Un paramètre essentiel de ce mécanisme est appelé "largeur".

**Question 8 :** Quel est le nom de ce mécanisme ? Quelle inéquation lie la largeur de ce mécanisme et la numérotation des trames ? Pourquoi une telle inéquation est-elle nécessaire ? Déduisez-en la largeur maximale possible au sein du protocole HDLC (en format étendu) ?

On envisage l'existence d'un très grand réseau possédant des liens ayant de très hauts débits. On s'intéresse à la capacité d'une liaison, c'est-à-dire au nombre maximal théorique de bits pouvant être simultanément en transit sur l'ensemble des liens de la liaison. On suppose que tous les liens ont un débit identique  $D$ , une même vitesse de propagation  $V$ . La liaison a une longueur totale  $L$  et traverse  $N$  routeurs qui introduisent en moyenne chacun un retard  $R$ . La taille  $P$  des paquets est supposée constante.

**Question 9 :** Exprimez analytiquement la durée  $T$  de la traversée d'une liaison, puis sa capacité  $K$ . Calculez  $K$  avec les valeurs suivantes :  $D = 1 \text{ Gbit/s}$ ,  $V = 200.000 \text{ km/s}$ ,  $L = 10.000 \text{ km}$ ,  $N = 50$ ,  $R = 100 \mu\text{s}$ ,  $P = 128 \text{ octets}$ . Concluez en justifiant, par son inefficacité, la non mise en oeuvre du mécanisme proposée à la question précédente au sein du relayage de trame.

*À cause de cette inefficacité, le relayage de trames utilise un mécanisme spécifique pour effectuer un contrôle de congestion. Ce mécanisme assez complexe est basé d'une part sur la notification de l'occurrence de congestion au sein des routeurs du réseau (notification rendue possible grâce à la présence de bits spécifiques dans chaque trame : FECN ("Forward explicit congestion notification bit"), BECN ("Backward explicit congestion notification bit")), d'autre part sur une politique contractuelle définissant l'utilisation de la connexion (négociation de paramètres définissant notamment le débit utilisable, puis contrôle de ces paramètres lors de l'utilisation).*

## Transport

Les classes du protocole Transport offrent certaines fonctionnalités.

**Question 10 :** Pour chacune des classes du protocole Transport, indiquez si elles proposent les fonctions de multiplexage, segmentation, concaténation et d'éclatement.

**Question 11 :** Proposez une définition de chacun de ces 4 fonctionnalités.

Le protocole Transport possède un phase d'établissement de la connexion.

**Question 12 :** Quelles différences faites-vous entre la primitive *T.connect.req* et le TPDU *CR* ?

Il existe un TPDU appelé ED.

**Question 13 :** Qu'est-ce qu'ED signifie ? A quoi sert ce TPDU ? Quels sont ses formats ? Dans quelles classes et à quelles conditions est-on en droit d'émettre un TPDU ED ?

---

1. Il est inutile de lire le texte en italique pour répondre aux questions. Ce texte n'est fourni qu'à titre d'information.

