Institut National des Télécommunications	Module : **IRD11 – Réseaux de données**	
Domaine: **1ère Année.**	Responsable : Olivier Paul	
Durée: **1H30**	Documents : **Autorisés**	Nombre de pages :**5 pages**
NOM :	**Prénom :**	**Note:**

- L'épreuve comporte deux exercices.

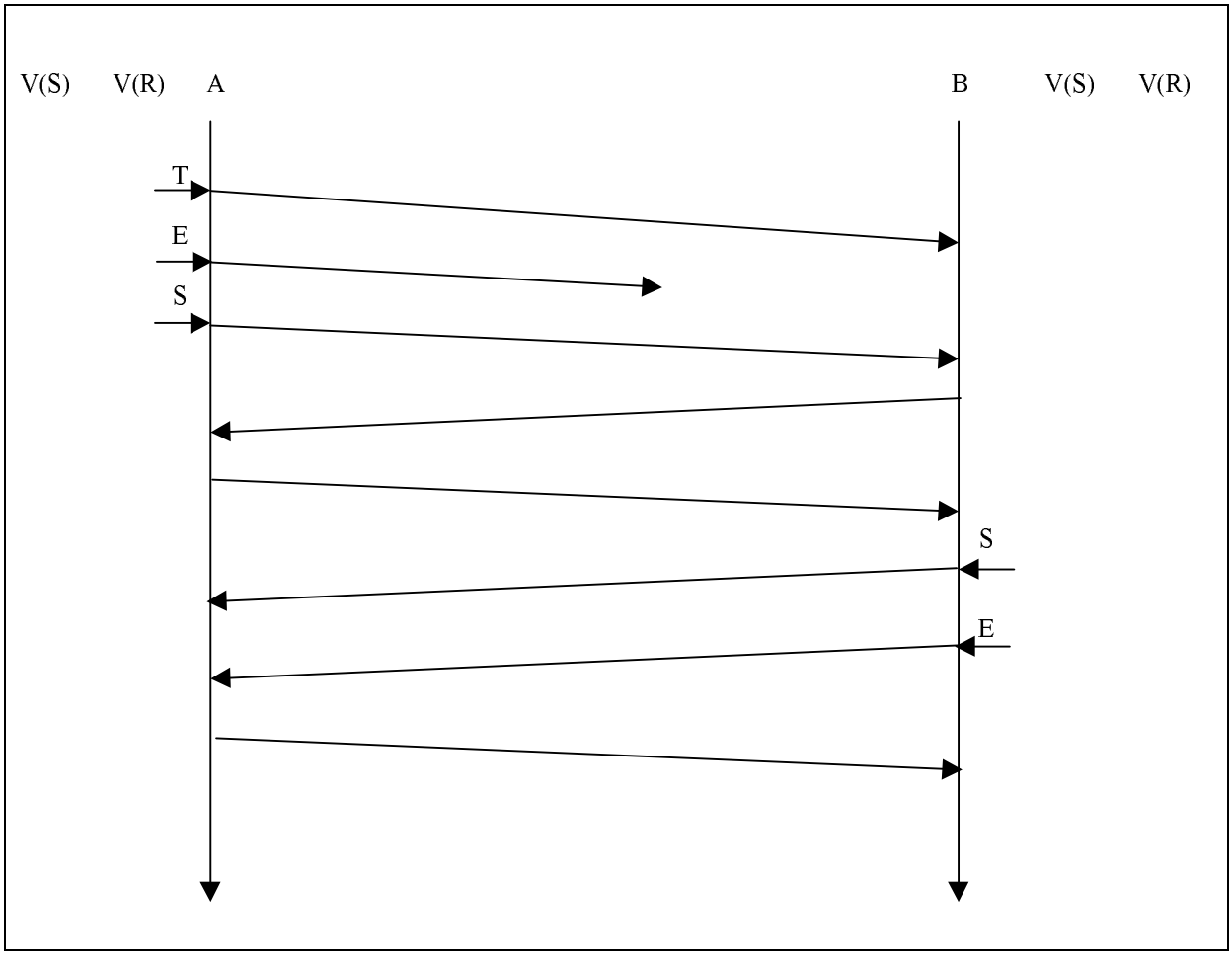
Exercice I : **Fenêtrage et rejet selectif.** (12 points)

I.1 Rappelez ce qu'est la fenêtre dans HDLC et à quoi elle sert.

On s'intéresse au protocole de rejet sélectif existant dans HDLC et son impact sur la notion de fenêtre. On rappelle que dans HDLC, le protocole de rejet sélectif fonctionne de la manière suivante:

- Les trames peuvent être reçues et émises hors séquence.
- Chaque entité maintient deux compteurs V(S) et V(R). Dans le **cas général**:
  - V(S) est incrémenté de 1 lorsqu'une trame est émise. Il indique le numéro de la prochaine trame à transmettre.
  - V(R) est incrémenté de 1 lorsqu'une trame est reçue. Il indique le numéro de la prochaine trame attendue.
- L'émetteur est autorisé à émettre les trames numérotées entre N(R) et N(R)+k où N(R) est le dernier numéro de trame acquitté et k la taille de la fenêtre.
- Le récepteur accepte les trames numérotées entre V(R) et V(R)+k où V(R) est le numéro de trame attendu et k la taille de la fenêtre.
- Les trames hors fenêtre sont ignorées à la réception.
- Le récepteur maintient un buffer de réception dans lequel il stocke les trames avant la transmission des données qui leur sont associées à l'entité supérieure. Les données d'une trame sont délivrées à l'entité supérieure lorsque les trames précédentes ont toutes été reçues.
- Lorsqu'une trame hors séquence (N(S) différent de V(R)) arrive au récepteur, celui-ci émet une trame S-SREJ (rejet sélectif) indiquant la première trame manquante: V(R). Cette trame est identifiée par le champ N(R). Les trames reçues par la suite ne sont pas rejetée mais stockées dans le buffer de réception. La valeur de V(R) est maintenue à la valeur identifiant la première trame manquante.
- Lorsqu'il reçoit une trame S-SREJ, l'émetteur retransmet la trame demandée. Si le bit F n'est pas positionné, la valeur de V(S) est maintenue à la valeur identifiant la dernière trame envoyée. Si le bit F est positionné, la trame S-SREJ est considérée comme une trame d'acquittement, la valeur de V(S) prend la valeur de N(R).
- Lorsqu'une trame est reçue en séquence, V(R) est incrémenté jusqu'à la valeur immédiatement supérieure au dernier numéro de trame reçu correctement en prenant en compte les trames éventuellement stockées dans le buffer de réception (Si k trames sont présentes dans le buffer, V(R) est avancé à V(R)+k).
- Lors de l'expiration du timer associé à une trame, celle-ci est renvoyée avec le bit P positionné.
- Lors de la réception d'une trame d'information avec le bit P positionné, l'entité réceptrice répond immédiatement avec une trame avec le bit F positionné. Celle-ci acquitte toutes les trames reçues correctement en indiquant le prochain numéro de trame attendu N(R). Si la trame contient une valeur de V(S) différente de la valeur N(R) attendue par l'entité réceptrice, le contenu de la trame est ignoré.
- Lorsqu'elle reçoit une trame d'acquittement avec le bit F positionné et portant la valeur N(R), l'entité émettrice considère que les trames reçues avant N(R) ont été reçues correctement et avance V(S) à N(R).

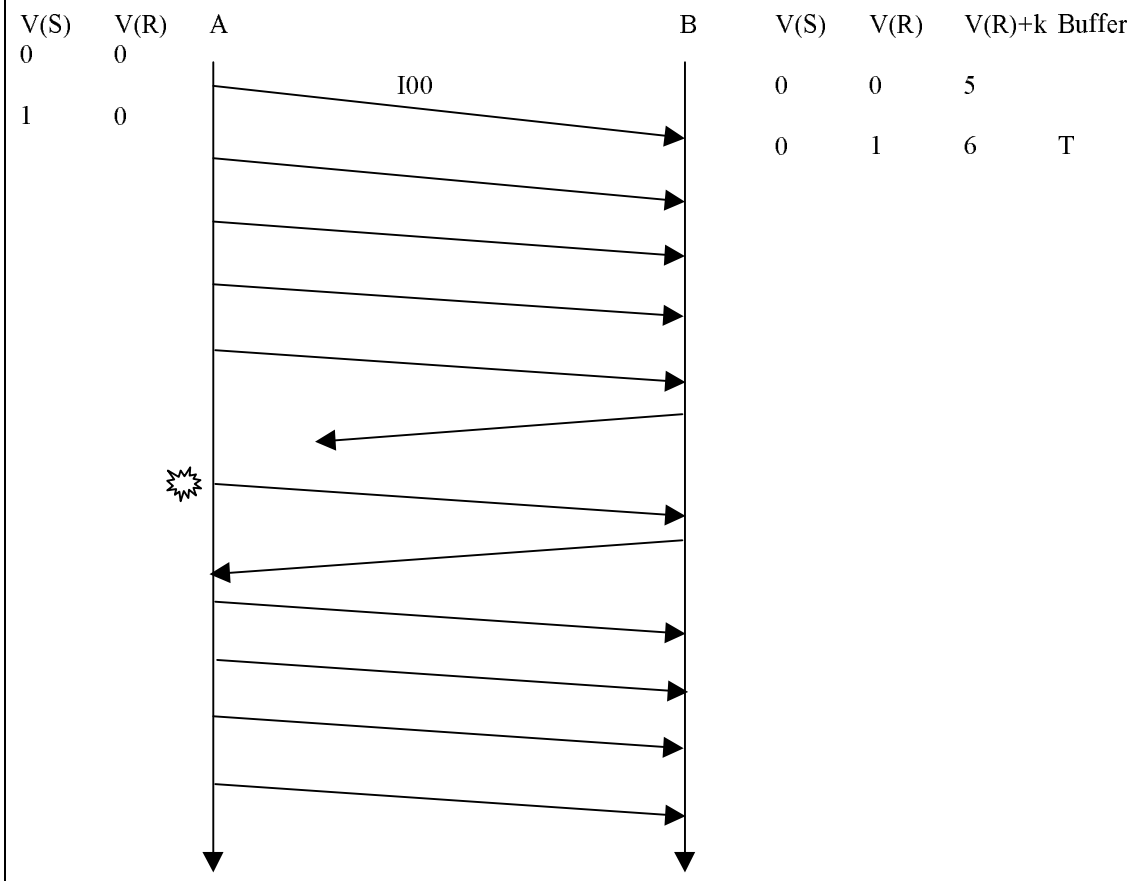
I.2 On considère deux entités HDLC A et B qui emploient le protocole de rejet sélectif. La taille de la fenêtre est de 3 en A et B. L'entité A a 3 trames d'information à émettre, l'entité B a 2 trames d'information à émettre. Donnez les types de trames et les valeurs des champs N(R) et N(S) des trames échangées. Donnez les valeurs des champs V(R) et V(S) pour chaque entité. On supposera que les valeurs V(S) et V(R) sont initialisées à 0 au départ. On suppose que chaque trame transporte un caractère. A transmettra `TES`, B transmettra `SE`. Donnez le message transmit à l'entité supérieure. Vous indiquerez au travers d'une flèche le moment ou cette transmission est réalisée.



I.3 Quel est à votre avis l'avantage de la technique du rejet sélectif. Expliquez pourquoi.

On rappelle que les valeurs N(R) et N(S) sont codées sur 3 bits.

I.4 On considère deux entités HDLC A et B qui emploient le protocole de rejet sélectif. La taille de la fenêtre est de 5 en A et B. L'entité A a 9 trames d'information à émettre, l'entité B n'a pas de trame d'information à émettre. Donnez les types de trames et les valeurs des champs N(R) et N(S) des trames échangées. Donnez les valeurs des champs V(R) et V(S) pour chaque entité. On supposera que les valeurs V(S) et V(R) sont initialisées à 0 au départ. On suppose que chaque trame transporte un caractère. A transmettra `TEST_RD12`. Donnez l'évolution du contenu du buffer en B et la valeur de la borne de la fenêtre V(R)+k. La forme  indique les expirations de timers. On suppose que la valeur V(R) est incrémentée avant la transmission du buffer à l'entité réseau. On représentera le contenu du buffer avant sa transmission. Les éventuels emplacements vides dans le buffer seront indiqués par le caractère □.



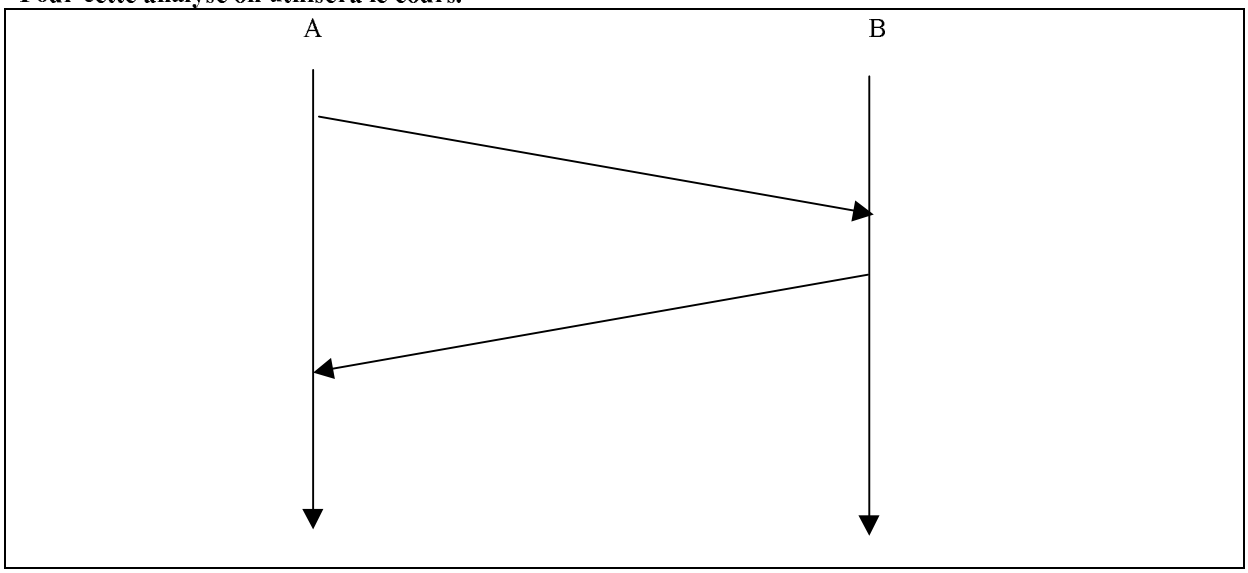
I.5 Pourquoi le problème présenté en cours pour le rejet sélectif ne se pose pas ? Comparez le coût des deux approches.

Exercice II : **Analyse de trafic Ethernet** (8 points)

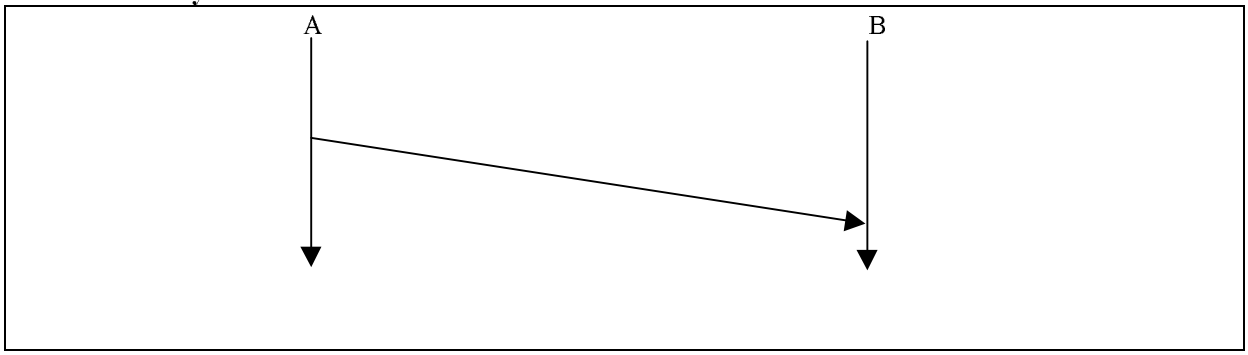
On souhaite analyser un échange entre deux entités Ethernet A et B. Pour cela on utilise un outil de capture qui se place sur le même réseau que les deux entités. Le résultat de la capture est indiqué ci dessous sous la forme d'une suite de chiffre hexadécimaux. La première colonne (0000, 0010, ...) indique le décalage en octets des données en début de ligne depuis le début de la trame.

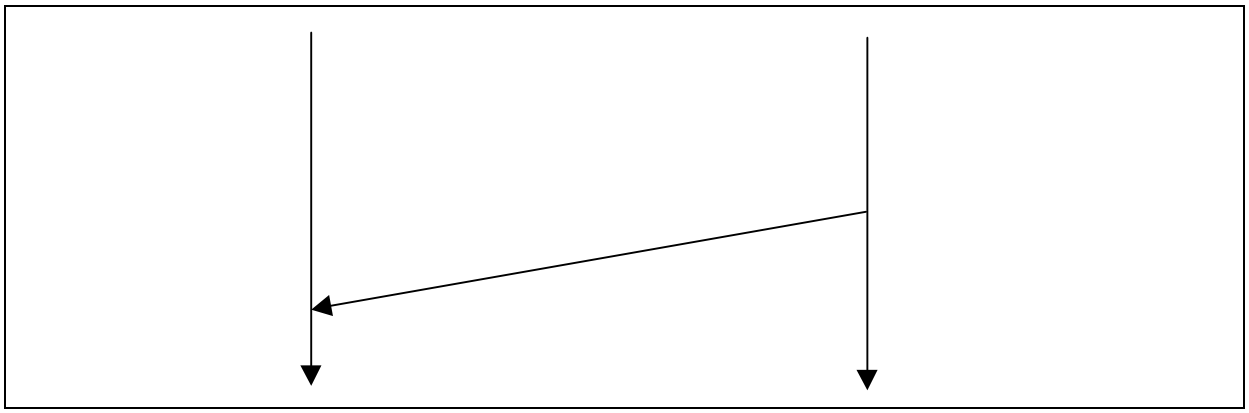
```
Trame 1:
0000  00 d0 03 ea e4 00 00 03 47 fa f8 f6 08 00 45 00
0010  00 3c 79 24 00 00 80 01 ba e8 9d 9f 67 4a 9d 9f
0020  64 2b 08 00 30 3a 02 00 1b 22 61 62 63 64 65 66
0030  67 68 69 6a 6b 6c 6d 6e 6f 70 71 72 73 74 75 76
0040  77 61 62 63 64 65 66 67 68 69

Trame 2:
0000  00 03 47 fa f8 f6 00 d0 03 ea e4 00 08 00 45 00
0010  00 3c bf e8 00 00 3f 01 b5 24 9d 9f 64 2b 9d 9f
0020  67 4a 00 00 38 3a 02 00 1b 22 61 62 63 64 65 66
0030  67 68 69 6a 6b 6c 6d 6e 6f 70 71 72 73 74 75 76
0040  77 61 62 63 64 65 66 67 68 69
```

II.1 Dessinez au moyen d'un diagramme temporel l'échange au niveau Ethernet en donnant pour chaque trame, le type de la trame (802.3/Ethernet), les adresses source et destination et le type de protocole/longueur de la trame.
Pour cette analyse on utilisera le cours.

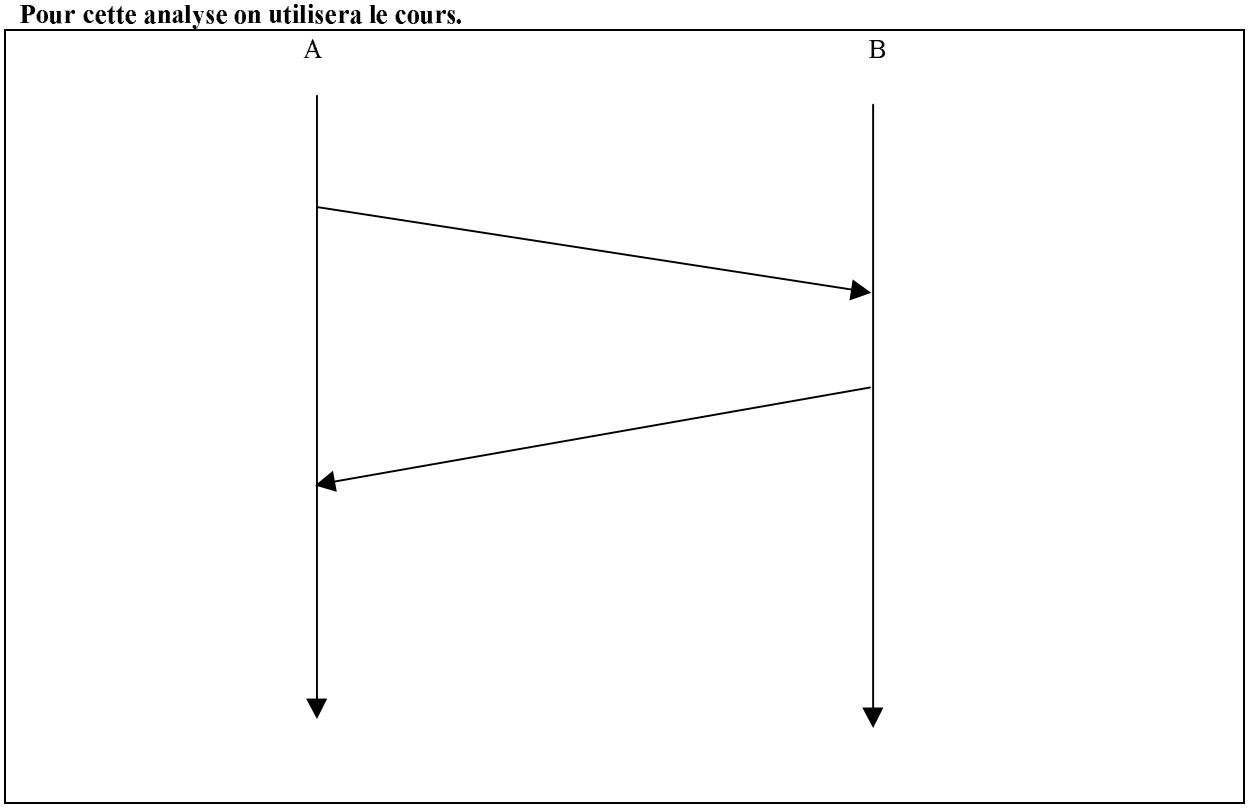


II.2 Dessinez au moyen d'un diagramme temporel l'échange au niveau supérieur au niveau Ethernet en donnant pour chaque paquet, la version du protocole utilisé, les adresses source et destination ainsi que le protocole supérieur.
Pour cette analyse on utilisera le cours.





II.3 Dessinez au moyen d'un diagramme temporel l'échange au niveau supérieur au niveau de la question II.2 en donnant pour chaque unité de donnée, les valeurs des champs type et code.
Pour cette analyse on utilisera le cours.



Institut National des Télécommunications	Module : **IRD12 – Réseaux de données**	
Domaine: **1ère Année.**	Responsable : Olivier Paul	
Durée: **1H30**	Documents : **Autorisés**	Nombre de pages :**4 pages**
NOM :	**Prénom :**	**Note:**

- L'épreuve comporte deux exercices.

Exercice I : **Questions diverses.** (8 points)

I.1 Expliquez ce qu'est le service de contrôle d'accès au medium.

I.2 Expliquez le fonctionnement du service de contrôle d'accès au medium dans Ethernet.

I.3 Expliquez (éventuellement de manière graphique) pourquoi le temps d'attente après collision dans Ethernet est proportionnel à la distance entre les deux équipements les plus éloignés du réseau.

Exercice II : **Analyse d'un échange de trames HDLC** (12 points)

On souhaite analyser un échange de trames HDLC entre deux entités A et B. Pour cette analyse on se reportera au format des trames HDLC donné en cours. Les trames présentées contiennent tous les champs tels que fournis par la couche physique. Le suffixe "0x" indique un code hexadécimal.

No	Dir.	Valeur hexadécimale capturée
1	A->B	0x7e014373617361733dbb7e
2	A->B	0x7e0153632763276311c47e
3	A->B	0x7e01636d6f6d23a97e
4	B->A	0x7e01357361736173e0407e
5	B->A	0x7e01466f756f75a62e7e
6	A->B	0x7e016d6d6f6d8deb7e
7	B->A	0x7e019f428f3f0
8	A->B	0x7e01756f616f61df627e
9	B->A	0x7e015f636f636f635becbf0
10	A->B	0x7e0186085e7e
11	B->A	0x7e01806d687e

Conversion hexadécimal-binaire:

0x0	**0x1**	**0x2**	**0x3**	**0x4**	**0x5**	**0x6**	**0x7**
0000	0001	0010	0011	0100	0101	0110	0111
0x8	**0x9**	**0xa**	**0xb**	**0xc**	**0xd**	**0xe**	**0xf**
1000	1001	1010	1011	1100	1101	1110	1111

II.1 Donnez la valeur binaire de chacune de ces trames après application du service de délimitation.

No	Dir.	Valeur binaire
1	A->B	
2	A->B	
3	A->B	
4	B->A	
5	B->A	
6	A->B	
7	B->A	
8	A->B	
9	B->A	
10	A->B	
11	B->A	

II.2 Donnez la valeur binaire de chacune de ces trames après application du service de transparence.

No	Dir.	Valeur binaire
1	A->B	
2	A->B	
3	A->B	
4	B->A	
5	B->A	
6	A->B	
7	B->A	
8	A->B	
9	B->A	
10	A->B	
11	B->A	

II.3 Donnez la valeur des champs suivants pour chacune des trames.

No	Dir.	Adresse	Type	Fonction	N(S)	P	N(R)
1	A->B						
2	A->B						
3	A->B						
4	B->A						
5	B->A						
6	A->B						
7	B->A						
8	A->B						
9	B->A						
10	A->B						
11	B->A						

II.4 Utilise-t-on le mode de rejet sélectif ou le mode "go back n" ? Justifiez votre réponse.

II.5 Quelle est la taille minimale de la fenêtre en A et en B ? Justifiez votre réponse.

II.6 Représentez au moyen d'un diagramme temporel l'échange entre A et B en donnant les valeurs des compteurs de part et d'autre.

Institut National des Télécommunications	Module : **IRD12 – Réseaux de données**	
Domaine: **1ère Année.**	Responsable : Olivier Paul	
Durée: **1H30**	Documents : **Autorisés**	Nombre de pages :**5 pages**
NOM :	**Prénom :**	**Note:**

- L'épreuve comporte deux exercices.

Exercice I : **Protocole de terminal virtuel** (10 points)

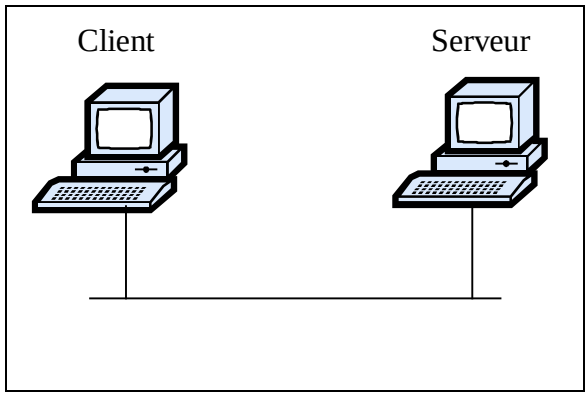
On s'intéresse dans cet exercice au rendement d'une pile protocolaire dans un réseau local. On considère un protocole de terminal virtuel (similaire à telnet) permettant de contrôler un équipement distant. Dans ce protocole les entités ont un rôle asymétrique:

- L'entité "client" lit les caractères tapés au clavier par l'utilisateur et stocke ces caractères dans un buffer. Ce buffer est transmit à l'entité "serveur" lorsque l'utilisateur tape sur le caractère "Retour chariot" de son clavier. Le buffer contient alors également ce dernier caractère. La taille maximale du buffer est de 256 caractères.
- Lorsqu'elle reçoit le contenu d'un buffer, l'entité "serveur" exécute le contenu du buffer, récupère le résultat, stocke celui-ci dans un buffer et envoie le buffer à l'entité "client".
- L'entité "client" lorsqu'elle reçoit le contenu d'un buffer affiche le contenu de celui-ci sur l'écran de l'équipement client.

Ce protocole utilise directement le protocole IPv4. Pour cela il dispose de deux primitives:

- Send(buffer, addr, proto) qui permet d'envoyer un paquet IP contenant le contenu de "buffer" à l'entité identifiée par le protocole "proto" sur l'équipement d'adresse "addr".
- Receive(buffer, proto) qui permet à une entité de récupérer le contenu d'un buffer envoyé au protocole "proto" dans la variable "buffer".

On se place dans le cadre d'un réseau local utilisant le protocole Ethernet.



I.1 Dessinez la pile protocolaire du client et du serveur.

On suppose que la transmission est sans perte et sans erreur et qu'il n'y a pas de collision générée au niveau ethernet. On suppose que chaque caractère est codé sur 1 octet. On utilisera la définition suivante du rendement d'un protocole:

$$R = \frac{\text{nombre de bits utiles envoyés par l'utilisateur du coté émetteur}}{\text{nombre de bits soumis depuis/vers la couche physique du coté récepteur.}}$$

On supposera par la suite que la couche physique transmet à la couche Ethernet l'ensemble de la trame Ethernet à l'exclusion du délimiteur et préambule.

I.2 Calculez le rendement du protocole de terminal virtuel dans le sens client vers serveur en fonction de la quantité de caractères *n* soumise par l'utilisateur.

I.3 Faites l'application numérique si l'utilisateur tape "ps" suivi du caractère "retour chariot".

On suppose maintenant que l'on prend en compte le protocole ARP qui permet de faire la résolution d'adresse IP/MAC entre la machine cliente et la machine destination.

I.4 Calculez le rendement du protocole de terminal virtuel dans le sens client vers serveur en fonction de la quantité de caractères *n* soumise par l'utilisateur.

I.5 Faites l'application numérique si l'utilisateur tape "ps" suivi du caractère "retour chariot".

I.6 En vous inspirant de ce que vous avez vu en TP, quelle est à votre avis la méthode utilisée par ARP pour faire en sorte que le rendement ne soit pas dégradé de cette manière à chaque envoi ?

I.7 En dehors du fonctionnement du protocole ARP, proposez une autre méthode permettant d'améliorer le rendement. Quels sont ses avantages et inconvénients ?

Exercice II : **Code de correction d'erreur** (10 points)

On s'intéresse à la construction d'un code simple de correction d'erreurs. Pour cela on se propose tout d'abord d'utiliser un code à répétition. Ce code est construit en répétant le motif de donnée que l'on désire transporter.

II.1 Rappelez la fonction d'un code de correction d'erreur et la façon dont il fonctionne.

Le code en question est le suivant:

Données	**Code**
00	0000
01	0101
10	1010
11	1111

II.2 Quelle est la distance minimale de Hamming de ce code ? Justifiez votre réponse.

II.3 Combien d'erreurs ce code peut il corriger au maximum ? Justifiez votre réponse

On cherche maintenant à améliorer ce code.

II.4 Combien de bits sont en théorie nécessaires pour corriger n'importe qu'elle erreur d'un bit sur les données de ce code ? Justifiez votre réponse.

II.5 Proposez un code plus efficace. Montrez que ce code corrige bien toute erreur d'un bit.

Ce code optimal est appelé code de Hamming (5,2).