

CC RES101**Exemple**

Durée : 1h30

Consignes

L'usage des documents est interdit.

L'examen comporte 3 parties indépendantes de tailles et barèmes équivalents.

Partie I : Questions de cours

Cette partie est constituée d'une série de questions de cours. Toutes les réponses doivent être justifiées, mais le développement de la réponse ne doit pas excéder une dizaine de lignes.

1. Décrire la fonction Collision Detection (CD) du protocole CSMA/CD ? Pourquoi n'est-il pas possible d'utiliser le CSMA/CD en Wifi ?

Lors de l'envoi d'une trame, la station émettrice écoute le canal en même temps pour détecter une collision éventuelle (avec une amplitude trop élevée ou un signal incohérent). Si une collision est détectée, l'envoi est immédiatement interrompu, et un signal de brouillage est envoyé pour prévenir toutes les stations partageant le medium qu'une collision a eu lieu. La station attend alors un temps aléatoire (BEB) avant de ré-émettre.

En WiFi, il n'est pas possible d'émettre et d'écouter en même temps (une seule antenne). On ne peut donc pas détecter une collision pendant une émission.

2. Décrire le fonctionnement d'un protocole ARQ de type Go back N.

L'émetteur peut envoyer plusieurs trames avant de recevoir un acquittement. Un acquittement de la trame numéro i acquitte toutes les trames de numéros inférieur à i .

En cas d'erreur, la transmission reprend à partir de la trame erronée et continue à partir de celle-ci. L'émetteur renvoie donc toutes les trames qui avaient été envoyées après la trame qui a subi l'erreur. Le récepteur, lui, ne conserve pas les trames reçues après une erreur, il attend de recevoir la trame attendue sans erreur.

3. A quoi servent les numéros $N(S)$ et $N(R)$? Si une machine A envoie une trame à la machine B avec les numéros $N(S)=4$ et $N(R)=2$, quels seront les numéros de la trame suivante de B vers A ?

$N(S)$ est le numéro de trame envoyée (Sender). $N(R)$ est le numéro de la prochaine trame attendue en réception (Receiver).

La trame suivante de B vers A aura les numéros $N(S)=2$ et $N(R)=5$.

4. Quelle est la différence entre la signalisation voie par voie et la signalisation sémaphore ?

La signalisation voie par voie emprunte les mêmes ressources que celles utilisées pour le trafic utilisateur.

La signalisation sémaphore utilise des ressources dédiées à la signalisation différentes des ressources utilisées pour le trafic utilisateur.

5. Que se passe-t-il durant la phase de préselection d'un appel téléphonique ?

La phase de pré-sélection consiste à mettre en relation un abonné qui vient de décrocher avec un récepteur d'abonné (RXA). Le RXA va ensuite interpréter les chiffres tapés par l'abonné.

6. Quelles sont les différences entre un CAA (Commutateur à Autonomie d'Acheminement) et un CT (Commutateur de Transit) ? Où les retrouve-t-on dans le réseau ?

Un CAA est un commutateur directement relié à des abonnés, il implémente la fonction de traitement d'appel et est capable d'aiguiller les communications. On les retrouve donc ne bordure du réseau (près des abonnés).

Un CT n'est pas relié à des abonnés, il assure la fonction de commutation mais pas l'aiguillage des appels. On les retrouve dans le coeur du réseau.

7. Quelles sont les avantages d'un réseau cellulaire par rapport à un réseau mono-cellulaire ?

Par rapport à une unique cellule, un réseau cellulaire permet de couvrir un plus large territoire en utilisant des puissances d'émission moins élevées, et en réutilisant des ressources entre les cellules éloignées

8. Quelle est la fonction du protocole spanning tree ?

Une boucle entre des commutateurs ou switches fait que des messages de broadcast tournent à l'infini.

Le protocole STP permet d'obtenir un arbre couvrant de switches/commutateurs à l'intérieur d'un réseau local. Les liens n'appartenant pas à l'arbre issu du STP sont désactivés, ainsi il n'y a plus de boucles entre les switches.

9. Quel est le rôle d'un commutateur Ethernet ? Comment fonctionne une table de commutation ?

Un commutateur ethernet permet d'isoler les domaines de collisions (couche 2).

Un commutateur a une table de commutation qui associe des adresses MAC avec ses interfaces. Pour la remplir, on regarde toutes les trames reçues et on note l'adresse MAC source associée avec le port sur lequel la trame est reçue. Ensuite pour aiguiller une trame, on regarde si l'adresse MAC destination est connue de la table, si oui on la transmet uniquement sur le port associé dans la table. Sinon la trame est transmise en broadcast.

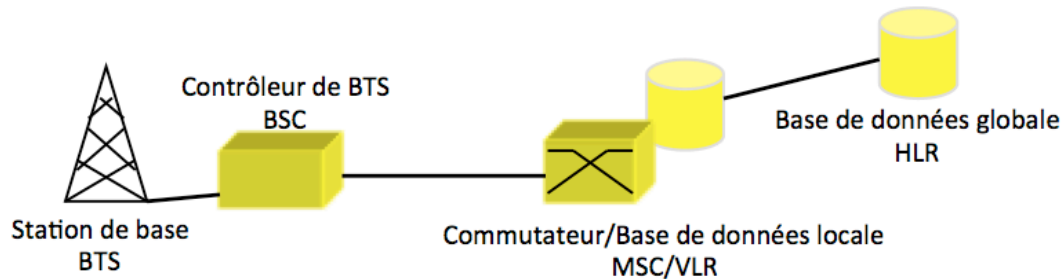
10. Quel est le rôle d'un routeur ? Comment fonctionne une table de routage ?

Un routeur permet de séparer les sous réseaux IP (couche 3).

Un routeur a une table de routage qui associe les sous-réseaux connus (adresse+masque) à une interface du routeur et à un prochain saut (next hop). La table de routage peut-être remplie manuellement ou par un protocole de routage (type OSPF ou RIP), ou lors de la configuration IP, par DHCP par exemple, pour une station. Pour l'utiliser on regarde l'adresse IP destination du paquet reçu, on applique la règle du plus long préfixe pour trouver la bonne ligne dans la table. Le paquet est alors transmis sur l'interface correspondante avec comme prochain saut (adresse MAC destination) le prochain saut correspondant. Il y a toujours une ligne qui correspond dans la table de routage car il y a toujours une ligne de routage par défaut qui correspond à toutes les adresses (0.0.0.0/0).

Partie II : Téléphonie mobile : gestion de la mobilité et appel entrant

Martine et Georges sont abonnés de l'opérateur mobile 2G Syldavie Télécom. On donne un schéma simplifié de l'architecture du réseau ci-dessous.



1. Martine allume son téléphone. Quel est le nom de la procédure mise en œuvre à l'allumage du téléphone ?

C'est la procédure d'enregistrement.

2. Décrivez la procédure à l'aide d'un schéma du réseau. Vous insisterez sur les informations importantes échangées entre le terminal et les différents éléments du réseau.

L'utilisateur contacte sa base de données locale MSC/VLR avec son identifiant unique IMSI pour s'enregistrer auprès du réseau. Le MSC/VLR contacte la base de données globale HLR de l'abonné (connu grâce à l'IMSI). On authentifie l'abonné. Puis une copie du profil abonné de l'utilisateur est copié depuis le HLR vers le MSC/VLR. Le HLR conserve pour sa part dans quel MSC/VLR se trouve l'abonné.

A la fin, l'enregistrement est terminé, l'abonné a un identifiant temporaire TMSI attribué, le HLR sait dans quel VLR l'abonné se trouve, le VLR a le profil de l'abonné et sait dans quelle zone de localisation il se trouve.

Martine se rend à son travail situé dans une zone de localisation différente de son domicile.

3. Quelle est alors la procédure mise en oeuvre ?

C'est la procédure de mise à jour de localisation.

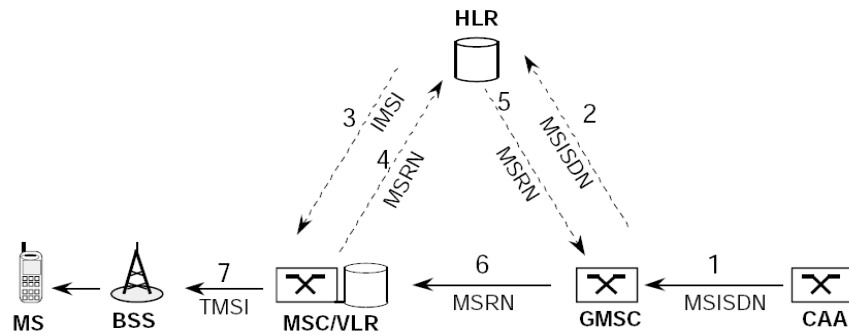
4. Décrivez la procédure si les 2 zones sont gérées par des bases de données locales VLR différentes.

Lorsque les 2 zones sont gérées par des VLR différents, alors le nouveau VLR doit contacter le HLR pour obtenir le profil abonné (comme lors de l'enregistrement). Le HLR doit non seulement transmettre le profil abonné (comme dans l'enregistrement) mais aussi effacer la copie du profil présente dans l'ancien VLR visité. Le HLR met à jour le VLR courant de l'abonné dans son profil. A la fin de la mise-à-jour de localisation, l'abonné obtient un nouvel identifiant temporaire correspondant à sa nouvelle localisation (les identifiants temporaires sont uniques à la zone de localisation près).

5. A l'issue de la procédure, dans quels équipements peut-on trouver le profil abonné de Martine ?

On retrouve son profil abonné dans son HLR (comme toujours), et dans son VLR courant.

Georges cherche à appeler Martine. On donne le schéma de la procédure vue en cours.



Principe simplifié de l'appel arrivé (ou entrant)

6. Avec quel identifiant Georges initie-t-il la procédure ?

Georges appelle Martine avec son numéro de téléphone appelé MSISDN.

7. Pourquoi la base de données globale HLR a-t-elle besoin d'intervenir ?

Le commutateur de Georges ne sait pas où est Martine, la seule information qu'il a est son numéro de téléphone MSISDN à partir duquel il est seulement capable de retrouver son HLR (sa base de données globale). Ensuite le HLR connaît le VLR actuel de Martine, qui lui-même connaît sa zone de localisation.

8. A quoi sert le numéro de roaming MSRN ?

Le numéro de roaming MSRN est un numéro de téléphone fixe local correspondant à la localisation actuelle de Martine. Il permet d'établir une communication téléphonique classique avec le commutateur mobile MSC de Martine.

Partie III : Internet**Partie A : Adressage**

On considère une plage d'adresse de classe B (i.e. masque = 16) dont le préfixe est 137.194.0.0.

1. On souhaite découper la plage en sous-réseaux pouvant contenir 510 machines. Quelle est la valeur du masque adéquat ?

On a besoin de 510 adresses IP, plus 2 adresses réservées pour le sous-réseau et pour le broadcast. Ce qui fait donc 512 adresses. $512 = 2^9$, on a donc besoin de 9 bits disponibles pour encoder ces adresses, cela fait donc un préfixe de longueur $32-9=23$.

Avec notre plage d'adresse en /16 on peut donc avoir $2^7 = 128$ ($32-16-9=7$) sous-réseaux de ce type.

2. Si on considère le sous réseau 137.194.192.0, avec le masque que vous aurez identifié à la question précédente, est ce que l'adresse 137.194.192.255 peut être utilisée par une machine ? Même question pour l'adresse 137.194.193.255.

On considère le sous-réseau 137.194.192.0/23. En binaire 192 = 1100 0000. Les 7 premiers bits correspondent au préfixe du sous-réseau et sont donc bloqués, le dernier bit est libre, comme les 8 bits correspondant au 4ème nombre décimal.

Seules 2 adresses sont réservées la première et la dernière :

- 137.194.192.0 est l'adresse du sous-réseau
- 137.194.193.255 est l'adresse de broadcast

On peut donc utiliser 137.194.192.255 pour une machine, mais pas 137.194.193.255.

3. Répondez à la question 1. en supposant que les sous réseaux doivent maintenant accueillir 250 machines.

Pour accueillir 250 machines, un masque de longueur 24 suffit car $2^8=256>250+2$. Et on peut avoir $2^8=256$ sous-réseaux de ce type.

4. Répondez à la question 2. en adoptant le plan d'adressage défini dans la question 3.

Le sous-réseau est alors 137.194.192.0/24. Les 3 premiers décimaux correspondent au préfixe et ne peuvent pas être modifiés. Ainsi 137.194.192.255 est l'adresse de broadcast du sous réseau 137.194.192.0/24, et 137.194.193.255 est l'adresse de broadcast du sous réseau 137.194.193.0/24. Aucune des 2 adresses n'est utilisable pour une machine.

Partie B : Protocole ARP

On considère le réseau IPv4 de la figure ci-dessous : A, B, D et E sont des stations de travail, R est un routeur, C est un commutateur Ethernet. Les liens sont de type Ethernet. La machine A effectue un transfert FTP vers D dont elle connaît déjà l'adresse IP. Le protocole FTP utilise le protocole de transport TCP. Le commutateur C vient d'être installé (on suppose qu'aucune table de commutation n'a été construite lorsque commence le transfert, tous les caches ARP sont vides).

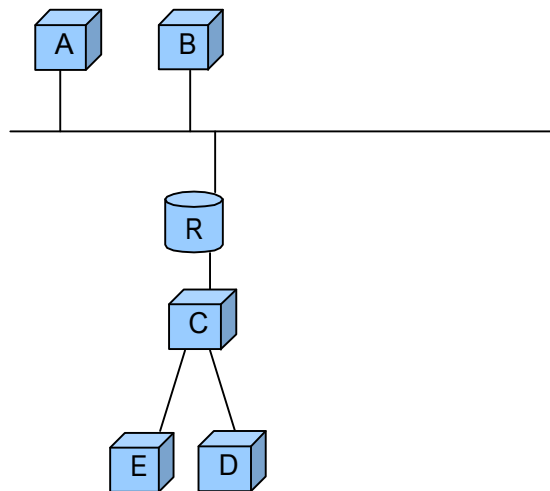


Figure 2 : Réseau IP/Ethernet

On dispose de la plage d'adresses IP 137.194.164.0/25 et on désire créer deux sous-réseaux séparés par le routeur R et pouvant accueillir le même nombre de stations.

1. Proposez un plan d'adressage pour chaque sous-réseau et attribuez une adresse IP aux interfaces des stations A, et D et aux deux interfaces du routeur R. Complétez les configurations IP pour A, D en indiquant leur passerelle par défaut.

On dispose de la plage 137.194.164.0/25, alors les 25 premiers bits soit les 3 premiers décimaux + le premier bit du 4ème décimal correspondent au préfixe.

On souhaite avoir 2 sous-réseaux : un pour A, B et l'interface 1 de R, et un pour D, E et l'interface 2 de R.

On peut faire soit un choix gourmand en utilisant 2 préfixes /26, les 2 sous-réseaux pourront alors accueillir plus de machines mais on ne pourra pas créer d'autres sous réseaux. Ou on peut faire un choix minimal en utilisant 2 préfixes /29, on ne pourra ajouter que 3 machines de plus à ces sous-réseaux mais on pourra créer d'autres sous-réseaux.

Arbitrairement, on choisit de découper la plage d'adresses en 2 préfixes /28 :

- 137.194.164.0/28 pour le premier sous-réseau (adresses allant de 137.194.164.0 à 137.194.164.15)
- 137.194.164.16/28 pour le second (adresses allant de 137.194.164.16 à 137.194.164.31)

On donne les premières adresses disponibles (après l'adresse de sous-réseau) aux machines et les dernières (avant l'adresse de broadcast) au routeur.

Le routeur par défaut des machines est l'interface de R située dans le même sous-réseau.

Machine A :

Adresse IP : 137.194.164.1

Netmask : 255.255.255.240

Adresse MAC : 00:16:cb:92:2d:c4

Routeur par défaut : 137.194.164.14

Routeur R :

Interface 1

Adresse IP : 137.194.164.14

Netmask : 255.255.255.240

Adresse MAC : 00:11:11:EE:4A:7

Interface 2

Adresse IP : 137.194.164.30

Netmask : 255.255.255.240

Adresse MAC : 08:00:20:a6:8a:5c

Machine D :

Adresse IP : 137.194.164.17

Netmask : 255.255.255.240

Adresse MAC : 00:80:2D:6F:EC:2B

Routeur par défaut : 137.194.164.30

2. Décrivez les échanges ARP avant la transmission du premier paquet IP entre A et D.
Pour chaque paquet ARP, les informations suivantes doivent apparaître : adresses source et destination, type de paquet ARP (request/reply) avec les adresses contenues.

Pour émettre le paquet IP, A cherche dans sa table de routage et trouve l'adresse IP de son routeur par défaut.

A émet donc une requête ARP en broadcast pour obtenir l'adresse MAC correspondante :

Adresse MAC source : 00:16:cb:92:2d:c4, Adresse MAC destination : ff:ff:ff:ff:ff:ff

ARP Request : @IP: 137.194.164.14 <-> @MAC: ??

@IP: 137.194.164.1 <-> @MAC: 00:16:cb:92:2d:c4

Le routeur R lui répond avec son adresse MAC :

Adresse MAC source: 00:11:11:EE:4A:7, Adresse MAC destination: 00:16:cb:92:2d:c4

ARP Reply : @IP: 137.194.164.1 <-> @MAC: 00:16:cb:92:2d:c4,

@IP: 137.194.164.14 <-> @MAC: 00:11:11:EE:4A:7

Ensuite A transmet le paquet IP à R, puis R regarde sa table de routage pour trouver le prochain saut : D. Il envoie alors une requête ARP pour avoir l'adresse MAC de D :

Adresse MAC source : 08:00:20:a6:8a:5c, Adresse MAC destination : ff:ff:ff:ff:ff:ff

ARP Request : @IP: 137.194.164.17 <-> @MAC: ??

@IP: 137.194.164.30<-> @MAC: 08:00:20:a6:8a:5c

C reçoit la trame ARP en broadcast et remplit une entrée pour 08:00:20:a6:8a:5c dans sa table de commutation, et retransmet la trame sur toutes ses interfaces (sauf celle de réception), dont celle avec D. D répond donc :

AdresseMAC source: 00:80:2D:6F:EC:2B, AdresseMAC destination: 08:00:20:a6:8a:5c

ARP Reply : @IP: 137.194.164.30<-> @MAC: 08:00:20:a6:8a:5c,

@IP: 137.194.164.17 <-> @MAC: 00:80:2D:6F:EC:2B

C reçoit la trame, reconnaît l'adresse destination dans sa table de commutation et la transmet à R.

R peut alors émettre le paquet IP.

3. Décrivez le chemin suivi par le premier paquet IP transmis de A vers D avec adresses source et destination IP et Ethernet.

Le paquet IP a pour en-tête :

Adresse IP source : 137.194.164.1

Adresse IP destination : 137.194.164.17

Entre A et R, le paquet IP est encapsulé dans une trame Ethernet dont l'en-tête contient :

Adresse MAC source : 00:16:cb:92:2d:c4

Adresse MAC destination : 00:11:11:EE:4A:7

Puis entre R et D, le paquet IP est encapsulé dans une trame Ethernet dont l'en-tête contient :

Adresse MAC source : 08:00:20:a6:8a:5c

Adresse MAC destination : 00:80:2D:6F:EC:2B