

*Cet examen n'a pas pour but d'évaluer les supports de cours mais votre capacité à utiliser vos connaissances. Les réponses attendues doivent aller à la précision et à l'efficacité. Toute périphrase ou recopie des supports sont inutiles et équivalra à un hors-sujet pour la question concernée.*

---

### CONTEXTE – Un Nouvel Internet

*Internet a beaucoup évolué tant au niveau de ces supports physiques que des applications qu'il offre à ses clients. Aujourd'hui, plus de 2,4 milliards de personnes sont interconnectés. Toutefois, au cœur de ces évolutions, un élément central reste inchangé depuis une vingtaine d'années, IP. Ce sujet s'interroge sur les « indéboulonnables » du modèle Internet et sur l'éventuel intérêt de les faire évoluer.*

**Attention :** L'acronyme IP est ici utilisé pour la version commune d'IP, à savoir IPv4.

---

### Partie I – De la nature remplaçable d'Internet Protocol (5 points)

1.1 Rôles majeurs du protocole IP (1 point)

Quels sont les rôles principaux du protocole IPv4 ?

1.2 Hiérarchie IP : principes, limites et évolutions (2 points)

- a- On dit qu'IP introduit une hiérarchie. De quelle hiérarchie s'agit-il et a-t-elle une utilité pour Internet ?
- b- Quelles sont les limites intrinsèques à la hiérarchie originale et comment cela a-t-il été pallié ?
- c- En quoi la hiérarchie reste un problème dans l'Internet actuel ?

1.3 Passage d'IPv4 à IPv6 (2 points)

- a- Quels sont les principaux changements proposés par IPv6 et à quels besoins répondent-ils ?
  - b- Pourquoi le passage à IPv6 n'a-t-il pas été effectué ? On donnera au moins deux raisons.
- 

### Partie II – De la question du routage (3 points)

2.1 IP et les algorithmes de routage (1 point)

A l'**origine** dans IP, il n'y a pas de mise en place d'algorithme de routages pour remplir les tables de routage. Était-ce un défaut de la pile IP ou au contraire un avantage, pourquoi ?

2.2 De la diversité des protocoles de routage (1 point)

Quels sont les protocoles de routage **actuellement** utilisés en interne et en externe d'un AS ? Que peut-on conclure sur la diversité réelle des protocoles de routage utilisés ?

2.3 Conclure (1 point)

Une nouvelle version d'IP devrait-elle inclure directement ces protocoles ? Pourquoi ?

**NB :** Une copie n'est pas un brouillon et une succession décousue de phrases. Ne sera pas lu ce qui est illisible ou incompréhensible. Les schémas sont autorisés pour appuyer votre discours. Les réponses courtes et précises sont conseillées.

Le multicast au niveau réseau est décomposé en deux parties très différentes : pouvoir faire le routage vers tous les abonnés d'un même groupe (et donc remplir les tables de routage des différents routeurs en utilisant un algorithme de routage) et s'abonner à un groupe multicast, rôle du protocole IGMP (cf. tp sur OSPF).

### Partie III – Intégration du Multicast (7 points)

Aujourd'hui si un fournisseur d'accès Internet se propose d'utiliser le multicast IP pour distribuer à ses abonnés la télévision, la majorité des réseaux ne supportent pas le multicast. On considère qu'un FAI interconnecte un de ses réseaux de collecte composé de trois routeurs d'accès (RA1, RA2 et RA3) et d'un routeur de bordure (RI) via un réseau tiers (Figure 1).

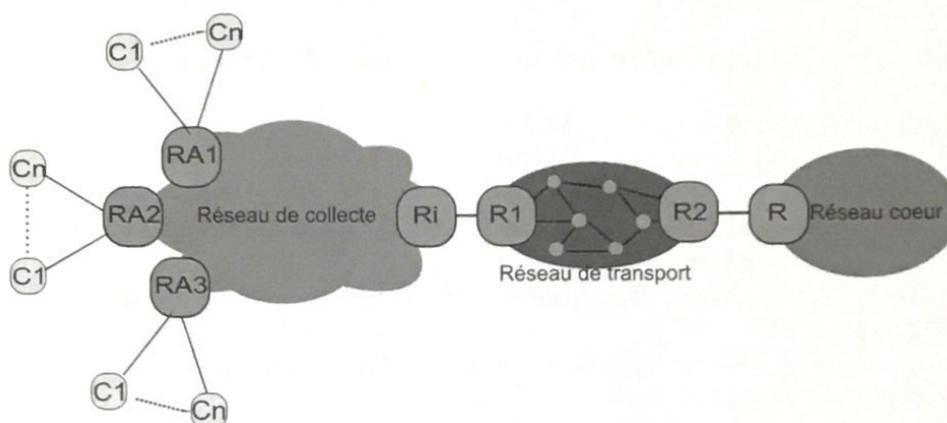


Figure 1. Interconnexion d'un réseau de collecte par un réseau tiers

#### 3.1 Analyse des besoins d'un client (2 points)

##### 3.1.1 Accès Internet (1 point)

A-t-on besoin d'utiliser des techniques de tunnels pour qu'un client puisse accéder à Internet ? Pourquoi ?

##### 3.1.2 Déploiement du multicast sur les clients (1 point)

Les clients ont-ils besoin d'implanter un protocole de routage multicast ? Pourquoi ? Que se passe-t-il lorsqu'il décide de regarder une chaîne en IP ?

#### 3.2 Multicast à travers un réseau tiers (3 points)

On considère que le réseau de transport ne supporte pas IP multicast, il ne sait donc pas router des adresses multicast.

Comment le réseau de cœur peut-il véhiculer ses flux multicast jusqu'à ces clients ? On précisera les piles protocolaires des différents routeurs sur le chemin.

#### 3.3 Intégration du multicast (1 point)

Pensez-vous que l'intégration du multicast dans une nouvelle version de la couche 3 soit nécessaire ? Y a-t-il des problèmes à le faire ? Pourquoi ?

#### 3.4 TCP et multicast (1 point)

TCP est-il adapté au multicast ? Pourquoi ?

**NB :** Une copie n'est pas un brouillon et une succession décousue de phrases. Ne sera pas lu ce qui est illisible ou incompréhensible. Les schémas sont autorisés pour appuyer votre discours. Les réponses courtes et précises sont conseillées.

**Partie IV –TCP sur un réseau nouveau (9 points)**

*Imaginons que les réseaux IP soient amenés à changer fortement : la congestion pourrait être résorbée par des méthodes de fair queuing sur les routeurs et de partage de charge, alors que l'omniprésence des supports sans fil et de la mobilité peuvent introduire des corruptions de signal et potentiellement des pertes de paquets. Cette partie s'interroge sur l'impact de ces changements sur TCP.*

**4.1 Analyse d'une communication TCP (6 points)**

*Le diagramme suivant (figure 2) donne une les segments émis et les acquittements reçus pour une connexion TCP donnée. Les plus symbolisent les segments émis, les croix correspondent aux pertes, et les carrés sont les acquittements reçus.*

**a) Valeurs de la connexion TCP (2 points)**

Peut-on déduire sur le diagramme segment émis, le RTT de la communication, le RTO, awnd ? Pourquoi ? Pour chacun des éléments, donnez la valeur si c'est possible.

**b) Etat de la connexion (3 points)**

Donner l'état de la fenêtre de l'émetteur aux différents points représentés (A à I) sur le diagramme. On en profitera pour délimiter les phases de TCP en cours sur le schéma.

**c) Version de TCP (1 point)**

Peut-on dire de quelle version de TCP il s'agit ? Si oui, donner la version et dans les cas, justifier.

**4.2 Evolutions (3 points)**

**a) Pertes pour TCP (2 points)**

En quoi les pertes dues ici au support physique sont-elles mal interprétées par TCP ? Proposer une solution pour améliorer les performances de TCP sur ce point.

**b) Problème en H (1 point)**

A quoi est du le comportement en H et comment pourrait-on l'éviter ?

**NB :** *Une copie n'est pas un brouillon et une succession décousue de phrases. Ne sera pas lu ce qui est illisible ou incompréhensible. Les schémas sont autorisés pour appuyer votre discours. Les réponses courtes et précises sont conseillées.*

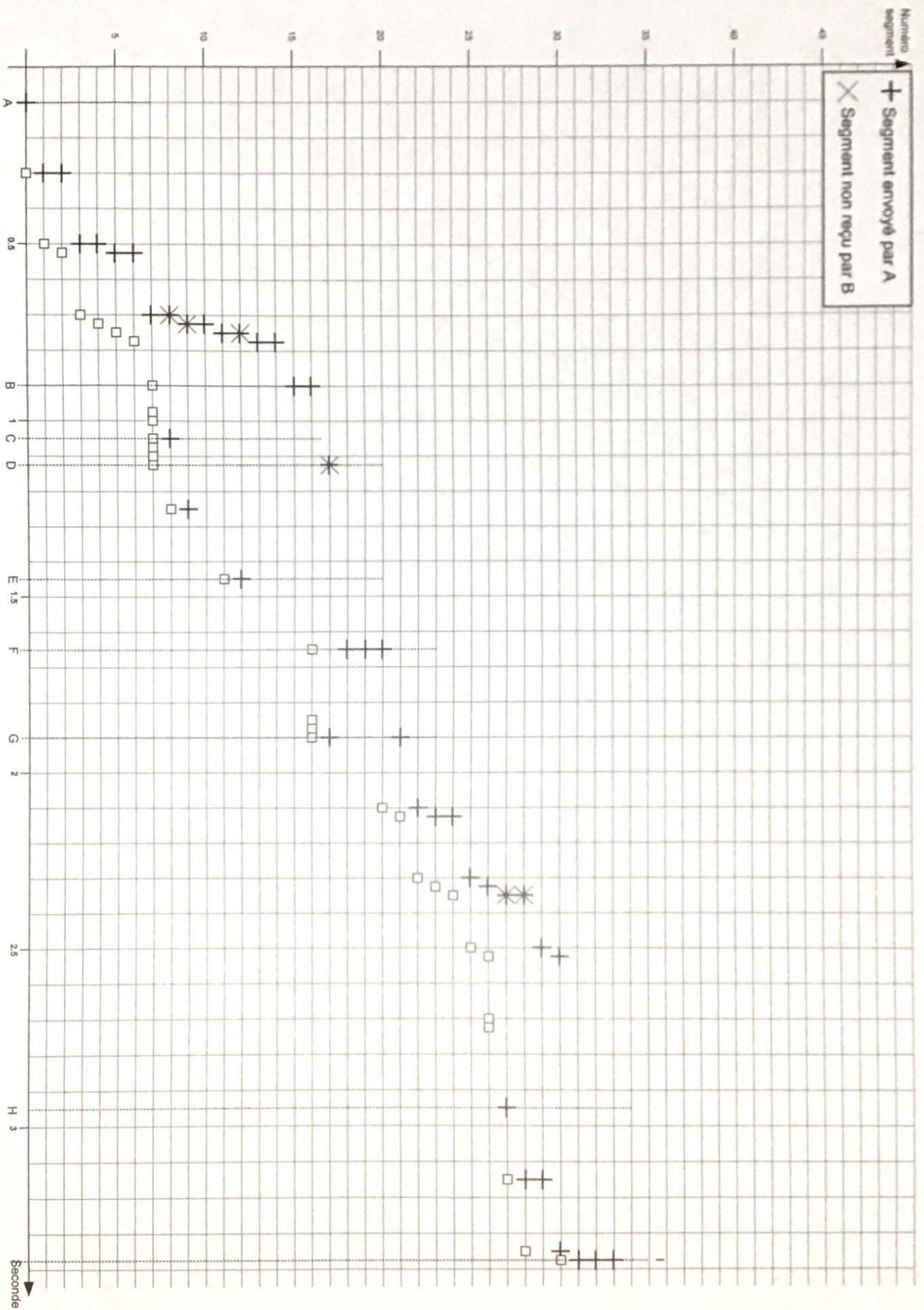


Figure 2 – Diagramme Segment Emis/Acquittement reçu