

---

**Examen - 29 novembre 2024**

---

**Exercice 1 : Handovers pendant la nuit (5 points)**

Pendant la nuit, Alicia garde son téléphone sur sa table de chevet, sans le mettre en mode avion. Elle reçoit plusieurs notifications pendant la nuit, donc le téléphone s'associe au réseau à plusieurs reprises, pour des durées de temps différentes.

1.1. En regardant la liste des stations de base auxquelles le téléphone d'Alicia se connecte pendant la nuit, on observe que plusieurs stations de base apparaissent, parfois en produisant des handovers, alors que le téléphone ne change pas de position. Comment expliquez vous ce phénomène ? (1 point)

1.2. Décrivez les messages échangés entre le téléphone et la station de base pour préparer le processus de handover. (1 point)

1.3. Lors d'un handover, comment on peut faire pour accélérer et fiabiliser la procédure d'accès aléatoire dans la nouvelle cellule ? (1 point)

Un phénomène assez fréquent dans le cas des handovers est celui d'oscillation entre deux stations de base, connu sous le nom d'effet ping-pong. Pratiquement, dans ce cas, l'UE fait un handover pour passer de la cellule A à la cellule B, pour ensuite refaire un handover et revenir sur la cellule A.

1.4. Quelles sont les raisons qui peuvent amener à cet effet ping pong ? (1 point)

1.5. Proposez des solutions pour réduire la probabilité d'apparition de ces oscillations. (1 point)

**Exercice 2 : Mode avion pendant la nuit (5 points)**

Troublée par ce qu'elle vient d'apprendre sur les handovers, Alicia prend la décision de mettre son téléphone en mode avion pendant la nuit.

2.1. Quel est l'impact du passage en mode avion sur chacun des identifiants suivants: MSISDN, IMEI, IMSI, TMSI, RNTI ? (1 point)

2.2. Décrivez comment se déroule la sortie du téléphone de mode avion au niveau du réseau d'accès. (1 point)

2.3. Quels sont les identifiants utilisés par le téléphone le matin à la sortie de mode avion dans le message d'initiation d'association ? Est-ce que cela change pour les différentes technologies cellulaires ? (1 point)

2.4. Décrivez comment se déroule la sortie du téléphone de mode avion au niveau du réseau coeur. (1 point)

2.5. Quels sont les identifiants utilisés par le téléphone le matin à la sortie de mode avion dans le message d'initiation d'attachement ? Est-ce que cela change pour les différentes technologies cellulaires ? (1 point)

**Exercice 3 : Notifications reçues pendant la nuit (5 points)**

Comme discuté, Alicia reçoit des notifications de ses applications pendant la nuit.

- 3.1. Décrivez ce qui se passe lorsqu'une notification est envoyée, alors que le téléphone d'Alicia est en mode avion. (1 point)
- 3.2. Est-ce qu'une telle notification est stockée quelque part dans le réseau ? Si oui, au niveau de quel équipement ? (1 point)
- 3.3. Est-ce qu'Alicia reçoit quand même la notification à un moment donné ? Si oui, comment cela arrive ? (1 point)
- 3.4. Quels protocoles sont impliqués sur le plan contrôle du non-access stratum dans la transmission d'une notification ? (1 point)
- 3.5. Quels protocoles sont impliqués sur le plan contrôle de l'access stratum dans la transmission d'une notification ? (1 point)

**Exercice 4 : Consommation énergétique (5 points)**

Alicia observe que, depuis qu'elle met son téléphone en mode avion pendant la nuit, sa consommation énergétique diminue de manière significative.

- 4.1. Expliquez pourquoi la consommation énergétique en mode avion est plus faible. (1 point)
- 4.2. Expliquez comment le mécanisme de paging contribue à la réduction de la consommation énergétique de l'UE. (1 point)
- 4.3. Quel est le lien entre le fonctionnement du protocole RRC et la consommation énergétique du téléphone ? (1 point)

Une des principales solutions utilisées par les opérateurs pour réduire leur consommation énergétique est d'éteindre certaines stations de base pendant la nuit, lorsque la demande de trafic diminue. Ce mécanisme est connu sous le nom CSO - Cell Switch-Off.

- 4.4. Quel est l'impact du mécanisme CSO sur la consommation énergétique des UEs ? (1 point)
- 4.5. Quels sont, selon vous, les points auxquels l'opérateur doit faire attention lors de la mise en place d'un mécanisme CSO ? (1 point)