

Questions d'examen – Réseaux Mobiles (Approfondies, avec réponses)

Expliquez le rôle du protocole SNDCP dans GPRS. Quels sont ses mécanismes clés pour l'efficacité du transport de données ?

Le protocole SNDCP (Sub-Network Dependent Convergence Protocol) est chargé d'assurer la convergence entre les protocoles de réseau (IP, X.25) et le sous-réseau GPRS. Il effectue principalement deux fonctions : la compression des en-têtes (et parfois des données) pour optimiser l'utilisation du lien radio, et le multiplexage de plusieurs sessions IP sur un seul lien logique. Il utilise des algorithmes de compression différenciée, ce qui permet une meilleure efficacité en environnement mobile.

Décrivez l'architecture du plan de contrôle GPRS. Quels protocoles y sont utilisés et quels équipements sont impliqués dans la mobilité ?

Le plan de contrôle de GPRS repose sur les entités SGSN et GGSN, avec les protocoles GMM (GPRS Mobility Management) pour la gestion de la mobilité côté accès, et GTP-C pour la signalisation des tunnels côté cœur. Des échanges entre SGSN, HLR et VLR permettent de maintenir à jour la localisation de l'utilisateur. La sécurité est également gérée au niveau du SGSN.

Quelles sont les trois états d'un terminal dans GPRS (IDLE, STANDBY, READY) ? Quelle est leur utilité dans la gestion de la signalisation ?

Les trois états sont : IDLE (non attaché), STANDBY (attaché mais pas d'activité radio) et READY (actif avec canal dédié). Cela permet d'économiser des ressources tout en permettant un réveil rapide pour émettre. Chaque transition évite de devoir réauthentifier entièrement l'utilisateur, réduisant la charge sur le réseau.

Comparez les types de trames LLC en GPRS et expliquez leur rôle respectif dans la QoS. Pourquoi le piggybacking y est-il important ?

Les trames LLC peuvent être de type UI (Unnumbered Information), I (Information avec acquittement), ou S (Supervision). Elles permettent d'adapter la fiabilité aux besoins de l'application. Le piggybacking permet d'insérer des acquittements (ACK/NACK) dans des trames de données, économisant ainsi de la bande passante et réduisant la latence.

En quoi l'architecture de transmission de données dans GPRS (avec tunnels GTP) a-t-elle permis une évolution vers les générations suivantes ?

Le GTP permet une séparation claire entre plan utilisateur et plan de contrôle. Ce mécanisme de tunnel IP encapsulé a été réutilisé en UMTS et LTE pour permettre la continuité de session et la mobilité sans changement d'adresse IP, facilitant ainsi la migration vers des architectures tout IP.

Présentez la hiérarchie des couches protocolaires de l'interface Uu dans UMTS. Quel est le rôle particulier de la couche RRC ?

L'interface Uu comprend les couches PHY, MAC, RLC, PDCP et RRC. La couche RRC (Radio Resource Control) pilote les autres couches en définissant les paramètres de QoS, en établissant les bearers radio, en gérant la mobilité et l'établissement de sessions. Elle est centrale dans le contrôle de l'accès radio.

Expliquez la notion de bearer radio dans UMTS. Comment sont-ils configurés et adaptés à la QoS des flux utilisateurs ?

Un bearer radio est une connexion logique paramétrée pour un type de service donné (débit, latence, taux d'erreur). Sa configuration est assurée par le RRC, qui ajuste les couches inférieures en fonction des besoins. Chaque flux peut utiliser un bearer distinct, adapté aux exigences de QoS.

En quoi consiste la segmentation fonctionnelle du réseau UMTS entre la strate personnelle, la strate d'accès radio, et la strate de service ? Donnez des exemples.

La segmentation permet de distinguer : la strate personnelle (abonnement, sécurité), la strate d'accès radio (allocation de ressource, handover) et la strate de service (signalisation d'appel, établissement de session). Par exemple, la HLR opère dans la strate personnelle, le RNC dans la strate radio, et le MSC/SGSN dans la strate de service.

Comparez l'usage des canaux logiques, de transport et physiques dans UMTS. Quel est l'avantage de cette structure en 3 couches ?

Les canaux logiques définissent le type d'information, les canaux de transport définissent comment ces données sont transportées, et les canaux physiques assurent la transmission réelle. Cette séparation permet une grande souplesse et évolutivité dans l'adaptation aux différentes conditions radio et services.

En quoi le soft handover d'UMTS est-il différent du handover de GSM ? Quelle en est la conséquence sur les ressources ?

Le soft handover permet à un mobile d'être connecté simultanément à plusieurs cellules, recevant le même flux. Cela améliore la fiabilité mais consomme plus de ressources. En revanche, dans GSM, on utilisait un hard handover ('break before make'), impliquant une coupure courte mais une gestion plus simple des ressources.

Quels sont les avantages apportés par l'ordonnancement rapide sur le NodeB dans HSDPA ? Quelles métriques sont prises en compte ?

Cela permet d'exploiter rapidement les variations du canal radio pour améliorer le débit. Les métriques incluent le CQI (Channel Quality Indicator), la QoS du flux (exigence de délai), et l'équité entre utilisateurs. L'ordonnancement rapide permet des décisions toutes les 2 ms.

Décrivez les mécanismes HARQ et ARQ dans HSDPA. Comment interagissent-ils et sur quelles couches sont-ils mis en œuvre ?

HARQ est mis en œuvre en couche PHY et permet des retransmissions rapides avec redondance. Si plusieurs échecs surviennent, ARQ au niveau RLC prend le relais pour assurer la fiabilité. Ensemble, ils optimisent la robustesse des transmissions avec un minimum de délai.

Pourquoi le soft handover n'est-il plus possible avec les canaux HSDPA ? Quelles contraintes architecturales cela impose-t-il ?

Parce que l'ordonnancement et la couche MAC sont désormais sur le NodeB, rendant impossible la coordination simultanée entre plusieurs NodeB. On passe à un modèle de hard handover. Cela simplifie le réseau mais rend la mobilité plus sensible aux coupures.

Expliquez le principe de l'ordonnancement Proportional Fairness. En quoi répond-il à un compromis entre efficacité spectrale et équité ?

Le PF attribue la ressource en fonction du rapport entre le débit instantané possible (lié à la qualité du canal) et le débit moyen historique. Cela permet de privilégier temporairement les bons canaux tout en assurant un minimum de service à tous.

Quelle est la structure des canaux physiques et de contrôle introduite avec HSUPA ? Pourquoi un canal partagé n'est-il pas utilisé en montée ?

HSUPA introduit les E-DCH, E-DPDCH pour les données, et E-DPCCH pour le contrôle. Contrairement au lien descendant, la puissance d'émission côté UE est limitée et non partageable efficacement, d'où l'utilisation de canaux dédiés plutôt que partagés.