

Prise de notes : réseau de mobiles

Généralités sur le cours

- examen écrit avec tous documents ;
- notes de cours de 2020 sur Moodle ;
- 7 CMs ;
- 3 TDs ;
- 1 (?) TP (5g).

Table des matières

1. CM 3	2
2. General Packet Radio System - GPRS	2
3. 3g (UMTS)	6
4. LTE (Long Term Evolution) ou 3G/4G	10
4.1. Architecture protocolaire	11
4.2. Couche physique	11
4.3. Partage du support de communication	11
4.4. ARQ & HARQ	12
4.5. OVERHEAD	12
4.6. Gestion de la mobilité	12
4.7. Handover Intra-LTE	12
4.8. Evolved Packet System et QoS	12
4.9. Mécanismes de QoS	12
4.10. Scénarios de déploiement et évolutions	13
4.11. Voix sur LTE	13
5. Annale 2023-2024 des Apprentis	13
6. Poubelle	14

Principe du Paging: Pour éviter d'avoir trop de messages de signalisation dû à des changements de cellule, on ne garde en mémoire qu'une position plus globale (ex: Paris au lieu de 5e arrondissement).

Les autres CM n'ont pas encore été mis en commun.

1. CM 3

quand transfert en GSM, on perd ce qui a essayer d'être transmis pendant le transfert

principe de base du SMS (c'est pire en 4G que GSM): 15cts le SMS !!!!!!!

SMS données user. Dynamique échange SMS :

- non connecté ;
- pas de la voix ;
- « store and forward » ;
- segmenté (très petit en terme de taille) ;
- pas de contrainte de délai ;
- il faut que ça soit fiable.

Voix antipode qualité serv que celle SMS , réservé le canal de voix pour les SMS c'est pas bon. On fait passer par la même pile de protocole que la signalisation ce qui fait que la limite taille SMS viens de la limite de taille des messages dans le réseau sémaphore qui travaille avec commutation de message.

entité qui stocke SMS en dehors du reseau sémaphore. On a quatres couches de protocoles pour notre réseau. première = complète.

Impacte = pleins de piles de protocoles incomplètes.

Protocole pas très léger car partie sur reseau accès et sur reseau sémaphore, pas les même pile de part et d'autres.

premier niveau de fiabilisation des deux extrémités.

Protocole MAP tous message et fonction dans reseau sémaphore ont été pris en charge par MAP. ex échange de clé, recup localisation.

blah blah sur échange de messages (slide 26 et 29) (Nolann est d'accord)

Ce qu'on retient, c'est que le protocole est aussi lourd que X.25 (Nolann) le protocole est aussi lourd que X25 (Léa)

2. General Packet Radio System - GPRS

Dans GSM on a deux types de canaux (voix et signalisation d'environ 13 kb.s^{-1} max)

Succès du GSM pas prévisible

Choix : repenser archi protocolaire pour faire de GMS un accès vers commuté et un accès vers réseau de données, on a dû imaginer des solutions comme dans le cuivre par exemple mais on a fait comme ADSL au final

On a imaginé le mode circuit mais les limites sont un peu trop lourdes pour nous.

On doit pouvoir allouer dynamiquement les ressources disponibles: ne pas bloquer un canal si il n'y a pas de signalisation qui passent dessus.

méthode d'accès : environnement dissymétrique, d'1 cote technique méthode d'accès et autre sens savoir comment partager entre plusieurs utilisateurs (sens montant, le plus compliqué)

Archi générale du GSM conservée. Mais séparé pour un réseau à commutation de paquet et une autre transmission de données (?)

2 nœuds aux extrémités ajoutés :

1. SGSN : connexion à la station base ;
2. GGSN : connexion à Internet.

Topologie arborescente (cellule « grande » > cellules individuelles > utilisateurs) => pas de problème de type routage

Liens entre SGSN et GGSN : protocole de type tunnelling (GPRS Tunnelling Protocol - GTP)
-> on met en place un tunnel entre SGSN et GGSN. On y encapsule des paquets.

Lorsqu'en cours de route on change de SGSN : On rétablit le tunnel entre GGSN et SGSN mais qu'est-ce qu'on fait des données ?

- sens montant : on finit de purger les données ;
- sens descendant : on finit de purger le tunnel mais elles arrivent à l'ancien SGSN et on les transfère au nouveau.

Une fois le tunnel vide on ferme le tunnel.

Si on commence à envoyer des données dans le nouveau sans avoir fini de purger le 1er tunnel il y a un problème de dé-séquencement. Donc, on purge le 1er puis on commence à envoyer sur le nouveau.

On fait de la compression sur l'en-tête et sur les données pour les données on fait de la compression sans perte, on gagne plus sur l'en-tête.

mais pk de la compression ? Pour que la communication prenne moins de bits et qu'on transmette mieux (« je pense » *Nolann, 2025*)

LLC (Logical Link Control) =

- couche deux
- descendant de HDLC
- gestion de mobilité gérer par lui aussi

Fonctionnement en mode paquet, donc trames au moment du changement d'antennes

Si trames dans le buffer en changeant normalement on jette, là aussi mais vu que comme HDLC on va retransmettre les infos.

Si il y a pas de nouvelle trame à transmettre on temporise.

Quand GPRS créé on se demande comment faire transférer entre SGSN et station de base.

En 2025 on utiliserait Ethernet mais en fait **non (!)**, on fait du relaiage de trames (comme X.25) relaiage de trame est en mode connecté → avantage, on suppose connexion permanente donc pas besoin de montrer la fermeture et l'ouverture de la connexion.

Dans les standards, $U_{n+1} = U_n + \text{un truc}$, donc on a le standard 2g dans le standard 3g. (C'est compliqué)

RLC (Radio Link Control) = ? à mettre dans les def (quand on aura la def) y'avait ça en Couches Phy?

Couche MAC (Media Access Control) sert au control d'accès de synchronisation

Pas besoin d'émettre avec autant de puissance, ordre de modulation moins élevé

- Dans le sens descendant : problème d'ordonnancement ;
- Dans le sens montant : On sait pas ce que veut faire l'utilisateur sur le réseau, ça fluctue.
Donc dans ce cas là il faut que chaque utilisateur dise ce qu'il veut faire.

Canal partagé dynamiquement.

MAC = plus en bas maintenant dans la pile protocolaire car on l'utilise beaucoup plus souvent (utilisé dès qu'on veut émettre dans le sens montant). Mais du coup les équipements sont plus chères (parce qu'on doit avoir un meilleur débit).

Se déroule entre mobile et station de base.

5G :

- communication entre véhicules
- internet industriel (on veut délai très faible)

Plan de données + contrôle = mode paquet

Réseau GSM plan données mode circuit et plan contrôle mode paquet. On conserve la gestion de la mobilité et du nomadisme de GSM.

on fusionne gestion nomadisme et [...] (GMM)

Si on veut faire du VoIP, on utilise SIP (?) qui serait au dessus de la couche liaison

HLR = *au fond du réseau sémaphore de l'opérateur*

GGSN = au plus près de l'internet

On a des passerelles dans tous les sens

on ne change pas de GGSN en cours de route. nombre d'opérateur (pas sûr) pour GGSN est faible (une dizaine ???). On se raccorde au GGSN au moment où on se connecte au réseau.

Possibilité d'avoir en parallèles plusieurs QoS différentes (pour streaming, voix, messages, etc...)

GPRS → voix pas ouf car pas le but.

pk QoS diff plus simple en mobile qu'en Internet ?

- plus petit ;
- topologie *R1* ;
- topo+nb saut connu avant *Pierre V2* ;
- topologie et nb saut connu à l'avance *Léa* ;
- Topologie et nombre de saut connu à l'avance *Nolann* ;
- La Topologie et le nombre de sauts est connu à l'avance *Pierre* ;

comment assurer QoS de bout en bout : réservation de ressource (à la connexion on envoie la QoS dont on a besoin et chaque routeur note le débit qu'on veut prendre), et ça lui est attribué.

Niveau Internet (juste IP (« mb » *Léa*)) on peut jouer sur l'ordonnancement

désolé mais à chaque fois que le prof il dit « l'utilisateur il rentre dans le réseau » je pense à la blague du cowboy

la plan de contrôle :

- gestion de la mobilité au sens large (handover et gestion nomadisme)

- gestion des session (d'après le chat).

1 block = 4 slots (slot durée constante) Mais collage adaptatif qui fait que le volume dépend du taux de codage établi à l'établissement du flux. (volume dépend du choix du mapping)

LLC \Rightarrow 3 modes de fonctionnement :

- contrôle de flux etc... (HDLC like) ;
- un mode avec protection de l'en tête seule ;
- le dernier sans acquittement du tout (et c'est dieux qui donne).

Dans le plan de contrôle on a l'envoi des SMS, donc les SMS sont déjà fiabilisés. Alors dans ce cas on prend du LLC sans connexion car pas besoin de plus de contrôle

Quand c'est genre UDP on prendra du sans connexion car UDP n'est pas connecté.

Dans HDLC y'a deux modes de retransmission :

- toute la trame ;
- juste ce qu'il manque.

avec le SREG on ne peut rejeter qu'une seule trame.

Comment faire pour dire qu'on a perdu des trames qui ne se suivent pas ?

On fait avec une bit map (on envoie des 0 et des 1 qui correspondent aux trames perdues ou pas)

Cours de couche physique sur les canaux montant descendant etc...

le monde des réseaux mobile fonctionne en dissymétrie: le réseau choisit tout.

Edge on ajoute la modulation adaptative.

Couche MAC sert à allouer les ressources. *Couche MAC plus en bas car très sollicitée*

Les algorithmes se déroulent sur le contrôleur de la station de base.

Un terminal qui (rejette ?) c'est soit que c'est pas pour lui, soit la trame est pas bonne

sur RLC on fait que du connecté contrairement à LLC, mais on fait aussi du contrôle de flux

Sur des échelles de temps courtes, on a soit descendant soit montant, donc on fait des canaux montant et des canaux descendant séparés et pas de bi latéral

On ferme les connexions quand on a terminé de transmettre ce qu'on avait à transmettre, même si d'autres données peuvent être transmises

Quand on établit la connexion on envoie le canal sur lequel l'utilisateur va communiquer et on lui donne aussi un canal montant pour donner le volume qu'il a à transmettre.

On peut faire de l'allocation périodique genre pour VoIP même si c'est pas parfaitement fait pour.

Si on choisit du RLC avec contrôle d'erreur il faut donner à l'utilisateur la possibilité de donner les erreurs. La station de base renvoie des blocs et les numéros de block qu'il faut renvoyer

Pour les accusés de réception on fait du polling.

problème :

- sens descendant = ordonnancement (avec des ordonnanceurs plutôt simples)

- sens montant = si on doit transmettre de nouvelles données, comment on demande des ressources ? Pas de piggy backing car sinon confusion entre MAC et RLC, donc on met des emplacements précis pour que l'utilisateur puisse demander

De temps en temps on a un block laisser à l'utilisateur pour qu'il puisse se connecter en accès aléatoire.

Pour augmenter le débit on fait plusieurs canaux GPRS en parallèle (jusque 8 en tout, 4 montant et 4 descendant)

En Edge on fait de la modulation et du codage adaptatif, alors qu'en GPRS on choisit la modulation à l'établissement de la connexion.

si on change de codage en plein milieu de la communication, il faut recoder et donc prendre plus de place que ce qu'on prenait de base, donc on transmet de nouveau après recodage mais sur 2 « mini-block » au lieu d'un.

3. 3g (UMTS)

UMTS = Univesal ?

réseau d'accès a été repensé entièrement.

le réseau de cœur n'est pas changé car on veut utiliser les mêmes équipements et ils viennent d'être installé pour GPRS.

On a décidé de faire de la communication avec du paquet plutôt que du circuit car le volume de voix est minime comparé au volume de données. *C'est à partir de la 3g où on peut vraiment parler de VoIP.*

On fait du multiplexage statistique donc on a du délai variable.

On crée un forum en Europe pour créer la 3g, le 3GPP.

En Asie ils font un autre forum parce que ??? le 3GPP2.

On change :

- Couche physique de l'interface AIR;
- Le protocole du réseau d'accès (UTRAN)

et :

- On créer une boîte a outils pour de nouveaux services
- On améliore des archi protocolaire

Dans 3GPP, on commence par classer nos différents trafics. Et dans 3g on commence par là *Qu'est ce que l'utilisateur veut faire* et on fait en fonction. La métrique principale dans la voix par exemple c'est le délai.

On a des caractéristiques très différents mais on a des besoins similaires au final.

On change tous les noms dans 3GPP, pour inclure le monde mais ils s'en foutent.

Sur les interfaces on change pas grand chose a part qu'on crée une communication entre les stations de base et une pile protocolaire.

Trois niveaux de canaux :

- canaux logiques ;
- canaux de transports ;
- canaux physique.

Il y a différents canaux (cf. cours de couche physique 🤖👉👨🏻).

couche MAC mise en correspondance des infos pour canaux logiques et transport (QoS ??? i think)

il y a plusieurs entités MAC :

- MAC-b : diffusion
- MAC-c/sh : canaux partagés
- MAC-d : canaux dédiés

Caractéristique de RLC (Radio Link Control) : mécanisme de fiabilisation, segmentation, remise en ordre, chiffrement. Entre le terminal et la station de base.

Sur le terminal utilisateur on a 3 couches: RLC, MAC et phy

On voit apparaître PDCP (Packet Data Convergence Protocol)

diff monde GPRS et UMTS : algo de compression telecom avant 3g et à partir de 3g compression monde réseau informatique

On a de la voix qui arrive sur un monde IP qui est à délai variable, mais on a besoin de délai constant.

Les services rendus au plus grande couche... (cf. interco)

Mais 🙌, il y a des services entre des couches pas adjacentes.

⚠️ on est pas conforme au modèle OSI car communication entre la couche RRC et MAC (dérivation)

avantages :

- beaucoup plus rapide (on n'a pas passé par la couche RLC entre deux).

inconvénients :

- pas conforme au modèle OSI donc interconnexion plus compliquée (on se sait), on casse le principe d'évolutivité d'OSI.

Idée sous-jacente = accélérer la décision.

Terminologie de ce mode : **crosslayer** 🔄

On le retrouvera également en 4g et 5g mais moins extrême.

libérez le pbch ✨

Couche physique sur station de base et tout le reste sur le contrôleur de station de base.

En 4g on baisse la pression : on fusionne la station de base et le contrôleur de la station de base 🌀

en UMTS, on regarde les flux sur les différents liens, il y a :

- des flux utilisateurs ;
- des données internes qui permettent le pilotage des équipements.

On aboutit à une représentation avec deux plans :

- couche réseau radio ;
- couche réseau de transport.

Pour piloter les flux de données (radio) on peut avoir une pile de signalisation

On peut associer un flux de données utilisateur à une pile de signalisation.

Les piles de protocole possible pour véhiculer en mode paquet des services avec QoS hétérogène (not sure)

On normalise la couche haute mais on laisse la possibilité d'évoluer la couche basse.

ATM sait mieux faire de la QoS différenciée que IP.

ATM-AAL2 = pour débit variable (streaming, etc...) là où on a la QoS la plus dure à rendre en quoi plus simple s'occuper de message à débits constant que débits variable → On doit faire simplement de l'ordonnancement

On utilise ATM-AAL2 pour faire du multiplexage des données et en plus dans la voix on met plusieurs flux de voix différents. On fait ça pour gagner sur le taux de remplissage et le délai. On récupère au dessus de la couche transport des PHY-SDU

On a plusieurs protocoles FP pour assurer la garantie de la QoS différenciée.

On utilise les liens bleus (entre contrôleur de station de base) pour le handover.

🌟 🎀 **Citation inspirante** 🎀 🌟:

C'est quoi la différence entre TCP et UDP ?

🌸 🌸 Léa, 2e année en spécialité **réseau** 🦋 11 mars 2025 🌸 🌸

🌟 🎀 **Citation inspirante** 🎀 🌟:

Différence entre UDP et TCP :

- TCP c'est je demande si je peux te passer le bébé, tu réponds oui donc je te passe le bébé ;
- UDP je t'envoie le bébé.

🌸 🌸 Nolann 🦋 11 mars 2025 🌸 🌸

en 3g (ou 4g je sais pas 🤔) le choix a été fait de garder un seul mode de communication qui est le mode paquet. Comme ça on peut tout mettre sur la même technologie.

Changer de SGSN pendant communication moins souvent alors que contrôleur de station de base ça change bcp. mais changer de SGSN est très coûteux.

On enchaîne la communication au travers de 2 tunnels

heureusement qu'il y a des notes de cours sur moodle 😊

🌟 🎀 **Citation inspirante** 🎀 🌟:

« Il y a un emoji qui est compressé ! » en parlant de l'emoji 🙄 (l'emoji zip)

🌸 🌸 Nolann 🦋 11 mars 2025 🌸 🌸

✨ 🎀 Citation inspirante 🎀 ✨:

Je réfléchissais au fait que Antoine Lescop va manger du poulet ce soir, puis je me suis dis que si je l'appel les deux Antoine vont se retourner, du coup le résultat c'est que y'a un problème d'adressage dans les prénoms, c'est des prénoms non routables

🌸 🌸 Nolann 🦋 11 mars 2025 🌸 🌸

Le partage des ressources permet d'absorber la fluctuation des débits de utilisateurs.

3.0.1. High Speed Packet Access

Goulot d'étranglement se déplace vers le lien entre la station de base et le contrôleur de station de base depuis le lien d'accès au réseau.

intérêt de passer à la 3G+ : goulot d'étranglement entre station de base et contrôleur de Station de Base (SB), et comme la voix est de plus en plus négligeable dans le mix de données,

Les prises de décision sont faites sur des échelles de temps longues. On a donc un problème avec le débit qui peut être très variable, ça ne convient pas pour le streaming là où pour la voix on à pas de problème.

Problème 3G : CDMA: chaque utilisateur à son propre code, donc on a du mal à faire évoluer l'allocation de ressource pour le flux d'utilisateurs

Allocation de ressources (MAC) → directement sur la SB.

partage de ressources d'abord uniquement descendant.

Passer de multiples canaux descendant à un seul revient à faire du → multiplexage statistique, on partitionne les ressources.

On fait donc le choix, à partir de 3G+ de n'avoir qu'un seul canal dans le sens descendant.

- Changement comparé à GPRS : on fait un partitionnement dynamique, mais on n'alloue pas tout les canaux GPRS entre tout les utilisateurs.

✨ 🎀 Citation inspirante 🎀 ✨:

là on est dans le cœur des réseaux mobiles, le reste c'est de la quincaillerie.

🌸 🌸 André-Luc Beylot 🦋 19 mars 2025 🌸 🌸

Du POV des files d'attentes, c'est Work Conserving, mais on va perdre des ressources. ???

Dans le GSM on n'avait pas le pb de perte de ressources parce que l'intérêt était moindre → moins d'utilisateurs.

Avec le GPRS la demande en ressources augmente et le partage typé GSM ne convient plus.

avec CDMA en 3G, on attribue des codes + puissance aux utilisateurs, mais c'est pas optimal. Donc on réduit le nombre de canaux afin de les utiliser plus efficacement. (**ne surtout pas dire optimal car il faudrait le définir**)

- problème : 1 seul canal implique qu'on utilise le même codage pour tous les utilisateurs. Or ces utilisateurs sont dans des conditions très différentes généralement.
- OBSESSION de la couche physique : optimiser l'efficacité spectrale ;

- OBSESSION de la couche réseau : ordonnanceur pour mettre les paquets dans l'ordre du délai de leur QoS ;
 - Si on a pls flux de voix : On peut faire du RR ;
 - Si pls flux de streaming : on peut mettre RR ou n'importe lequel de ses variantes (WRR par ex) .
- Équité entre les flux: si 1 a une réception plus faible, avec du RR (qui en théorie fait une équité), bah en vrai c'est pas vraiment équitable car il lui faudra + de temps, donc débit plus faible.
- Équité entre les utilisateurs: on peut mettre en prioritaire les utilisateurs qui sont dans des conditions plus défavorables, ce qui amène à compenser les délais dû aux plus mauvaises réception.

On se rend compte qu'on a des injonctions contradictoires.

Si on se fie sur une optimisation multi critère, on risque de n'avoir aucun paquet qui est 1er sur tout les critères. Il faut donc faire une somme pondérée des critères, mais faut avoir des pondérations et des poids qui soient logiques.

Solution: On classe selon 1 métrique, et on départage les ex-aequo via une autre métrique.

- À faible charge, on ne regarde que la métrique qui fait qu'on se débarrasse du tout le + vite
- À forte charge, on regarde les demandes de QoS, pour pouvoir différencier concrètement quel paquet envoyé en premier

Si on tient compte que de l'efficacité spectrale on crée des famines pour ceux qui n'ont pas une bonne qualité de réception → expected fairness.

Le rapport $\frac{\text{qualité}_{\text{instant}}}{\text{qualité}_{\text{avg}}}$ ça fait qu'on aura toujours un moment où on sera servi même si notre qualité de réception est mauvaise

Send and wait: on envoi et on attend l'accusé de réception. MAIS pendant qu'on attend l'accusé de réception, on fait **RIEN** (*carrément on prend une pause avec un café*)

3G: soft handover pendant la période de transfert cellulaire, il y a 2 chemins de la source vers la destination → en 3G+ on a arrêté (car si on a des paquets dans le réseau ça fait n'importe quoi)

4. LTE (Long Term Evolution) ou 3G/4G

Victim de son succès à cause du (ou grâce au) streaming. Donc on a multiplié le nombre de stations de base (et on diminue la puissance car on couvre une plus petite surface). ⇒ Arrivée rapidement à ses limites.

RAN LTE: Début des travaux en 2004 à Toronto, donc c'est pas le même groupe de standardisation.

À partir de la 4G, le système de communication est universel/standardisé mondialement: 3GPP

On arrête la téléphonie, et on passe tout sur VoIP ⇒ On émule un réseau circuit sur un réseau paquet.

- On a plus de problèmes de gigue
- Mais c'est plus compliqué à gérer car?????

La gigue est plus simple à gérer pour l'opérateur. C'est RTP qui gère le rattrapage de la gigue.

- La complexité baisse car on enlève le réseau commuté, donc la signalisation est plus simple.
- Le gros problème dans le réseau 3G : contrôleur station de base et Station de base ne sont pas la même entité (induit des coûts de déploiement + élevés)

Quand on a standardisé la 3G, on avait pas fini la bataille ATM VS IP.

Différence entre 3G et 4G la plus marquante, c'est qu'il y a plus de débit chez 4G.

Si on veut garantir une probabilité de 1 (en général c'est proche, mais c'est la différence entre presque sûr et TOTALEMENT sûr), il faut connaître les flux à l'avance.

4.1. Architecture protocolaire

4G choix orientés vers le monde IP → solution en mode paquet, ce qui simplifie la vie.

La simplification est faite à la fois du plan de données et du plan de contrôle.

Réapparition du protocole RRC dans le plan de contrôle, il est là pour piloter l'ensemble du plan de contrôle. Dans le plan de données on a le protocole RLC.

met les tuyaux radio Bearer

protocole SCTP: adoré par le monde des Télécoms pour le mode de transport (SCTP est très lié au monde des télécom, intermédiaire à TCP/UDP).

Le protocole NAS va s'occuper de la mobilité et de la sécurité.

4.2. Couche physique

cf Cours Couche PHY

RB (Ressource Bloc) : Découpe temporelle et fréquentielle plus facile à gérer

Différents canaux avec différents rôles. Leur nombre a été réduit afin de simplifier la complexité.

Pour la partie données, on aura des canaux partagés.

4.3. Partage du support de communication

Point Crucial des systèmes mobiles: Comment on partage le support de communication?

grâce au mode paquet on gère déjà un début de solution.

Mode paquet : les utilisateurs envoient leurs données de façon asynchrone ⇒ débit variable.

Mode circuit : débit constant pour tout les utilisateurs pour toute la durée de la communication & plein de propriétés connues

Problème de base du mode paquets → la congestion

Sur la voie descendante, on a un seul gros tuyau, donc pb d'ordonnement.

Sur la voie montante, le CDMA empêche d'avoir un seul canal. Un seul canal montant partagé par l'ensemble des utilisateurs.

On a des emplacements réservés pour demander des ressources dans le canal de débit montant.

L'allocation de ressources peut être faite

- par utilisateur par flux, on augmente la complexité pour optimiser l'utilisation des ressources ;
- par utilisateur, ce qui réduit la complexité, mais réduit l'optimisation des ressources .

Dans LTE on a décidé de faire de l'allocation par utilisateur, ce qui oblige l'utilisateur à répartir lui même ses flux.

On à donc un ordonnanceur dans les 3 niveau (PHY, MAC, RLC).

4.4. ARQ & HARQ

Retour des mécanismes HARQ, déjà vu en 3G

On le rajoute en 3G dans la couche physique et en 4G dans la couche MAC.

Si on trouve des erreurs, elles sont remontées dans la couche RLC et son mécanisme ARQ classique.

Notons cette fois tout de même que comme la couche RLC est sur l'e-NodeB, ces retransmissions de niveau RLC sont moins lentes car on n'a pas à retraverser le lien entre station de base et contrôleur de station de base.

4.5. OVERHEAD

Comparaison des coûts en termes de surcharge protocolaire induits par le passage par la pile LTE.

4.6. Gestion de la mobilité

Rationalisation de la gestion de la mobilité dans le contexte LTE

Handover piloté par MME (présent dans le plan de contrôle)

LTE utilise des tunnels GTP-U entre l'UE et le PGW, en passant par l'eNodeB et le SGW. Ces tunnels permettent d'acheminer efficacement les paquets IP utilisateurs dans une architecture entièrement IP.

Seul moment où on à eu un problème c'est avec la 3G et le soft handover (on à pas trouvé ça chouette alors on à arrêté).

quand on change de serving gateway, on doit purger le tunnel, on ouvre le nouveau tunnel puis on envoie dans le tunnel.

4.7. Handover Intra-LTE

C'est l'eNode-B qui prend les décisions de handover.

4.8. Evolved Packet System et QoS

La crainte absolue des opérateurs dans le contexte de la 3G était de ne pas arriver à émuler un fonctionnement circuit sur un réseau paquet pour la parole à envoyer vers le réseau à commutation de circuit (et avec une compensation/gestion de gigue entre le terminal et le 3G MSC).

la compensation de gigue se fait directement au niveau des terminaux utilisateurs

On passe de base sur un tuyaux best effort, puis si on repère un trafic avec des besoins spécifiques, comme par exemple pour la voix, on crée un tuyaux logique pour ce trafic. Pour garantir que ce trafic où on veut très peu de délai etc..., on doit mettre de la QoS et surtout que pas tout ne soit prioritaire.

4.9. Mécanismes de QoS

Tout se joue sur les ordonnanceurs

VoIP arrivé après, on se sert encore du réseau 2G/3G sous-jacent car ces réseaux sont bien détaillés pour assurer la qualité de ce service

4.10. Scénarios de déploiement et évolutions

Relay Nodes : pour améliorer la couverture des sortes de répéteurs sont mis en place. Les problèmes soulevés sont la localisation des fonctions et les transmissions entre les Relais et les e-NodeB. Le principe consiste à donner le moins de pouvoir à ces relais. On est en train de réinventer les stations de base des réseaux précédents !

4.11. Voix sur LTE

Même principe que VoIP.

Bearer dédié à la voix D

5. Annale 2023-2024 des Apprentis

- Questions sur le fonctionnement des réseaux Mobiles
 1. Pourquoi centraliser les fonctions loin de l'utilisateur?
 - Centraliser permet de réduire les coûts.
 2. Certaines fonctions ont été plus tard mises proche des utilisateurs, pourquoi?
 - Coûte très cher d'acheter des équipements qui font les fonctions centralisées
 3. 5G, celui qui gère dépend du service demandé. Que se cache-t-il derrière cela? Quels critères sont utilisés pour faire le choix?
 -
- Questions sur LTE

6. Poubelle

🦖 Léa et Nolann s'en sont allé dans une décadence totale... RIP (🏠 Internet Protocol) à eux
(et pas de routage) 🦖

Antonin be like 😞 → 🤪 🙌 🍌 🍷 → *Antonin* = 😊