

MDT : Minimization of Drive Tests

EFORT

<http://www.efort.fr>

Traditionnellement, les opérateurs ont mené des drive tests pour collecter des données leur permettant de mesurer la performance de leurs réseaux mobiles. Ces drive tests, opérés par l'opérateur lui-même ou délégué à un prestataire externe, sont coûteux en équipement, en temps et en ressources déployées sur le terrain. De plus, il est difficile de couvrir l'ensemble d'un pays sans multiplier les drive tests et donc les coûts.

MDT (Minimization of Drive Tests) consiste à utiliser les mobiles des usagers pour remonter les informations de qualité de service des réseaux mobiles. Cette solution en apparence peu chère, couvrant facilement un pays entier, dispenserait les opérateurs de coûteux drive tests.

Grâce à la fonctionnalité 3GPP MDT (TS 37.320), les terminaux peuvent, sur demande du réseau, remonter des indicateurs de qualité radio (couverture, qualité de service selon le service) associés à l'information de géo-localisation (localisation où la mesure a été effectuée). Une exploitation efficace de ces mesures en complément des informations du RAN permettrait une gestion plus fine et plus personnalisée des ressources radio.

Les législations sur la protection des données en vigueur dans de nombreux pays imposent l'obtention du consentement des utilisateurs pour obtenir les données via MDT. Face à des consommateurs de plus en plus protecteurs de leurs données personnelles, obtenir ce consentement peut se révéler difficile.

Pour gérer les énormes volumes de données collectées par la méthode MDT, l'opérateur doit investir dans de puissants et coûteux serveurs, tant pour le stockage que pour le traitement des données.

MDT peut contribuer pour l'amélioration de la qualité de service des réseaux mobiles.

MDT doit être considéré pour compléter les drive tests, mais en aucun cas pour les remplacer.

Le but de ce tutoriel est de présenter le principe, l'architecture et le fonctionnement de MDT.

1. Management-based MDT versus Signaling-based MDT

Il existe deux manières d'utiliser la fonction subscriber and equipment trace pour MDT :

- Activation basée sur la signalisation (signaling-based MDT);
- Activation basée sur la gestion (management-based MDT).

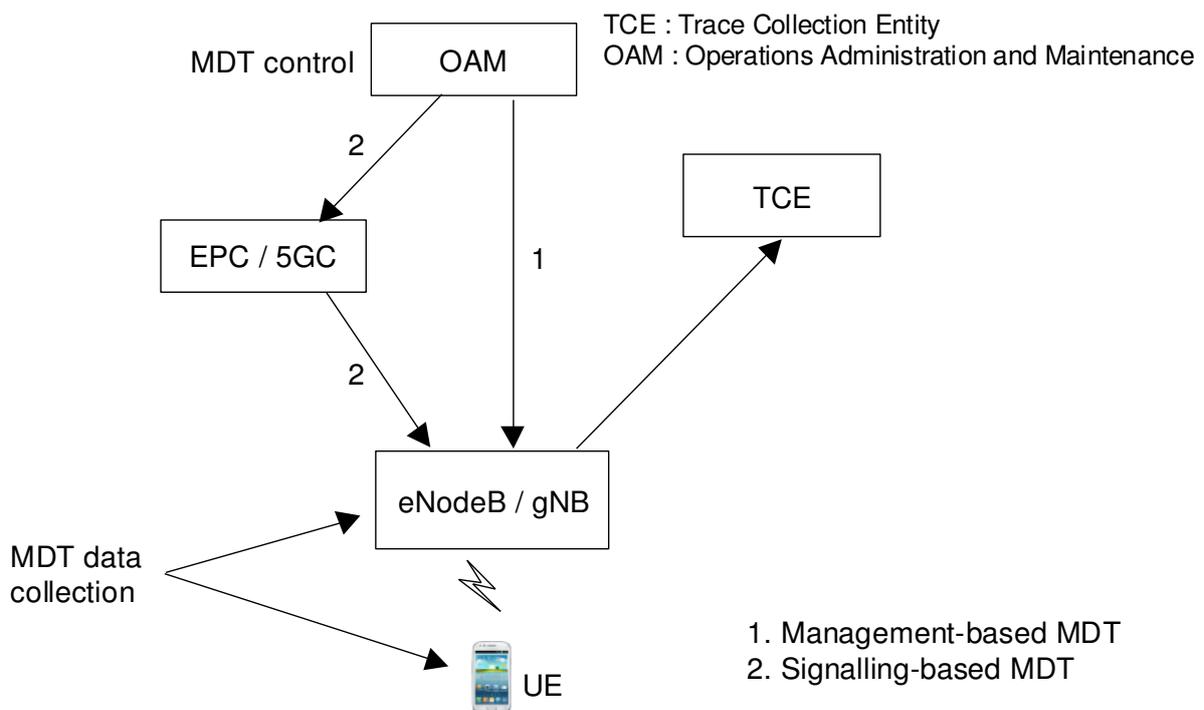
En cas d'activation basée sur la signalisation qui concerne un UE spécifique, la configuration est toujours démarrée dans le réseau cœur qui initie la session de trace vers le réseau radio pendant une activité, e.g., pendant l'établissement d'un appel de l'UE cible. L'activation basée sur la signalisation assure également le suivi de la mobilité de l'utilisateur, c'est-à-dire que chaque fois que l'utilisateur se déplace vers une nouvelle zone/cellule, le réseau suit l'utilisateur.

En cas d'activation basée sur la gestion, la configuration cible toujours un élément de réseau spécifique. Il s'agit généralement d'un eNB (4G)/gNB (5G). Dans ce scénario, si l'utilisateur se déplace en dehors de la zone de l'eNB/gNB qui a été configurée, le suivi ne continue pas et

le suivi est restreint uniquement dans la zone spécifiée. Dans ce scénario, la trace est activée pour une cellule spécifique ou un groupe de cellules et tous les UEs de la zone spécifiée sont tracés.

La figure 1 décrit les deux procédures Management-based MDT et Signaling-based MDT. MDT est toujours déclenché par l'OAM (Operations, Administration and Maintenance). Il fournit la configuration de trace soit directement à l'eNB/gNB (MDT basé sur la gestion) (1) soit au MME/AMF (MDT basé sur la signalisation) via HSS/UDM (2); MME/AMF la transmet à l'eNB/gNB concerné (2). La raison de passer par MME/AMF est que c'est le MME/AMF qui a la connaissance des cellules où se trouve l'UE considéré. L'eNB/gNB configure ensuite le ou les UEs. Une fois les mesures prises, l'UE les envoie aux eNB/gNB où les résultats des mesures sont collectés et transmis à l'entité de collecte de traces (TCE, Trace Collection Entity).

eNB/gNB configure l'UE via la connexion RRC. L'UE rend compte des mesures à l'eNB/gNB via RRC et les données de mesure de l'UE sont transférées de l'eNB/gNB à l'entité de collecte de traces (TCE). Cette approche permet la collecte des mesures UE dans l'eNB/gNB, en les combinant éventuellement avec des résultats déjà disponibles dans l'eNB/gNB et en transmettant les mesures combinées à TCE.



- Soit l'OAM configure directement l'eNodeB ou les eNodeB cibles (management based MDT) pour obtenir les mesures de tous les UEs se trouvant dans l'aire de localisation prise en charge par l'eNodeB ou les eNodeBs,
- Soit l'OAM invoque le HSS (signaling-based MDT) pour obtenir les mesures d'un UE donné identifié par son IMSI ou IMEI. Puis le HSS configure le MME qui prend en charge l'UE. Le MME configure l'eNodeB correspondant.
- Dans tous les cas, l'eNodeB configure l'UE pour l'obtention des MDTs via le protocole RRC.
- Dans tous les cas, l'eNodeB renvoie les mesures collectées auprès des UEs via le protocole RRC et complétées par l'eNodeB au TCE (Trace Collection Entity) directement.

2. Etats RRC

Dans la plupart des systèmes de communication sans fil, l'appareil peut se trouver dans différents états en fonction de l'activité du trafic. L'UE LTE peut être dans l'un des deux états RRC, RRC_IDLE, RRC_CONNECTED.

Cette connexion de signalisation est organisée entre UE et eNodeB et contrôlée par le protocole Radio Resource Control (RRC). Le RRC est utilisé, par exemple, pour configurer, maintenir ou libérer des canaux d'échange de données utilisateur.

L'état RRC_IDLE signifie que l'UE contrôle la mobilité et s'occupe de surveiller le canal de paging afin d'agir lorsqu'il y a des données entrantes en attente pour le client.

L'UE est capable de fournir des données unicast dans la liaison descendante et la liaison montante lorsqu'il est uniquement dans l'état RRC_CONNECTED. La mobilité est contrôlée par le réseau, ce qui signifie que le réseau prend en charge le handover. La tâche importante de l'UE est de fournir des informations sur la qualité du canal pour le réseau LTE, qui prend des décisions liées à la gestion des ressources radio et de la mobilité, y compris le handover lorsque les cellules voisines sont plus optimales pour la connexion.

3. Mesures MDT

Pour réaliser les fonctionnalités MDT, les mesures existantes sont réutilisées le plus possible. Deux modes existent :

Logged MDT: Ce mode est utilisé quand l'UE est dans l'état RRC_IDLE. Les mesures sont stockées dans l'UE et rapportées à l'eNodeB à une occasion ultérieure après que l'UE ait établi avec succès une connexion RRC et passé dans l'état RRC_CONNECTED.

Immediate MDT: Dans ce mode, les résultats des mesures sont rapportées immédiatement à l'eNodeB. Immediate MDT s'applique lorsque l'UE est dans l'état RRC_CONNECTED.

Il existe aussi d'autres mesures qui sont rapportées mais qui ne sont pas liées à Logged MDT et Immediate MDT: **Accessibility MDT.** Ces mesures concernent RRC Connection Establishment failures, Radio Link Failures et HO failures

Les Logged MDTs sont optionnels pour les UEs; La disponibilité de Logged MDT est indiquée par les capacités de l'UE. Immediate MDTs sont toujours supportés par l'UE car ils s'appuient sur les mesures RRM (Radio Resource Management) conventionnelles. Finalement, Accessibility MDTs sont toujours supportés par l'UE.

4. Activation Signaling-based MTD

La figure 2 montre la procédure d'activation de la trace signaling-based MDT avant que l'UE ne s'attache au réseau 4G.

Lorsqu'un UE est attaché au réseau, la MME met à jour le HSS pour informer le HSS du MME courant servant l'UE (Message DIAMETER S6a Update Location Request).

Lorsque le HSS active la trace, pour le traitement MDT, vers le MME, un ensemble de paramètres de configuration MDT doit être inclus dans la réponse DIAMETER S6a Update Location Answer retournée au MME en supplément du profil de souscription de l'UE. Le MME stocke ces informations localement.

Si l'UE est déjà attaché au réseau, la session de trace est activée par le HSS sur le MME à l'aide de la commande S6a Insert Subscriber Data Request (Figure 3).

Lorsque le MME initie l'activation MDT sur eNodeB desservant l'UE, les paramètres de configuration MDT sont inclus dans le message Initiation Context Setup.

Le MME reçoit et stocke l'indication de consentement de l'utilisateur MDT (MDT user consent) provenant du HSS dans le cadre des données de souscription lorsque le contexte de l'utilisateur est établi dans la MME au moment de l'attachement de l'UE au réseau. Le MME doit tenir compte des informations de consentement de l'utilisateur MDT lors de l'activation d'une session de trace MDT pour l'UE.

L' eNodeB utilise la signalisation RRC pour fournir les paramètres de configuration MDT à l'UE. L'eNB peut configurer l'UE pour la collecte de données MDT en fonction des paramètres MDT reçus. La méthode utilisée pour la configuration de l'UE dépend du type de MDT (Immediate ou Logged). En cas de Immediate MDT, la configuration est effectuée en utilisant les procédures et les messages RRC existants. En cas de Logged MDT, la configuration est effectuée en utilisant un nouveau message RRC, le message LoggedMeasurementConfiguration.

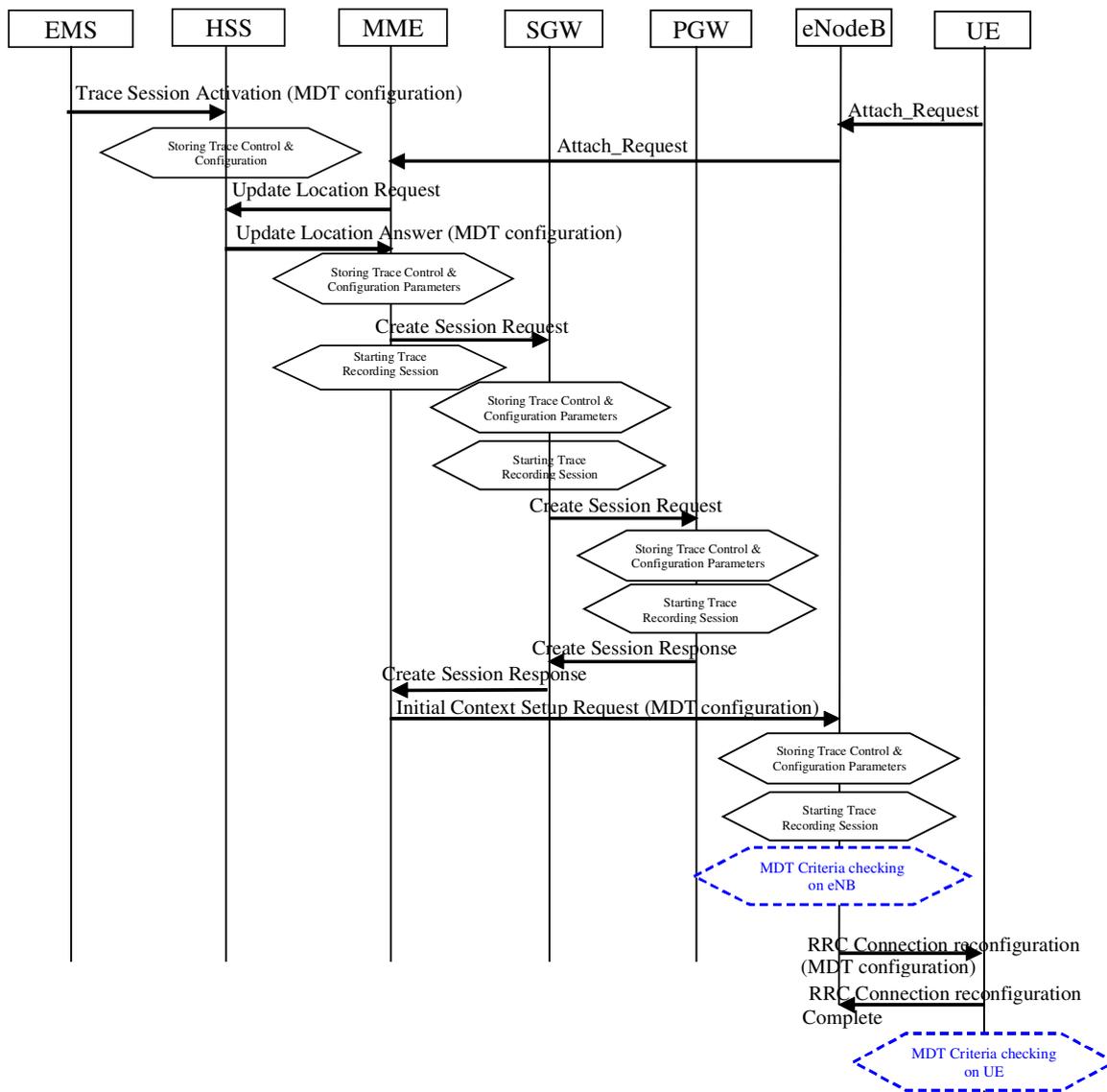


Figure 2 : Activation de la trace Signaling-based MDT avant que l'utilisateur ne s'attache au réseau 4G

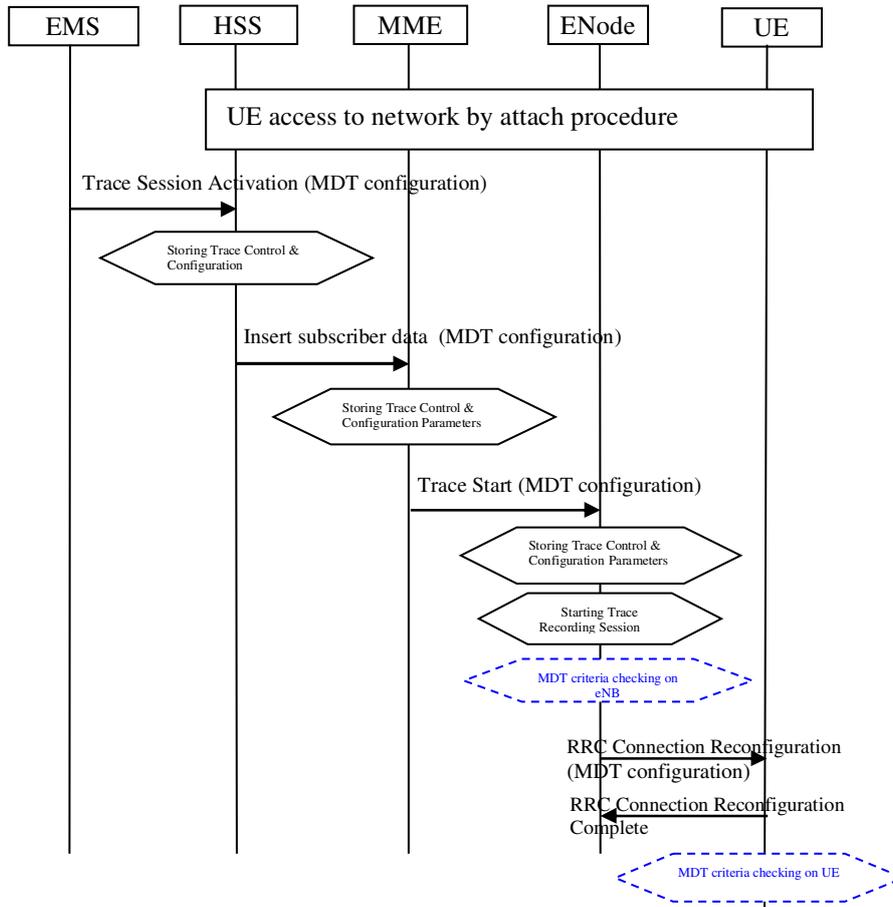


Figure 3 : Activation de la trace Signaling-based MDT après que l'utilisateur se soit attaché au réseau 4G

5. Immediate MDT : Configuration et Reporting

Une fois que l'UE est configuré pour immediate MDT, le rapport de mesure est envoyé au RAN lorsque les conditions de déclenchement de rapport configuré sont remplies.

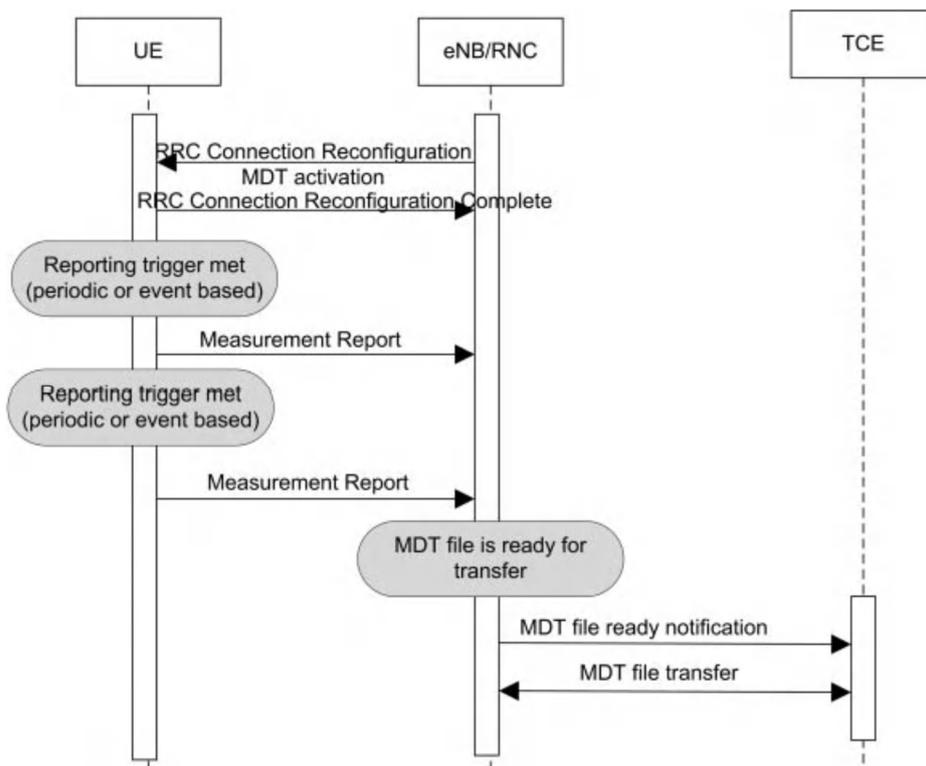


Figure 4 : Configuration et Reporting Immediate MDT

6. Logged MDT : Configuration et Reporting

Un UE configuré pour réaliser des Logged MDTs indique la disponibilité des mesures Logged MDT, via un bit dans le message RRCConnectionSetupComplete durant la procédure d'établissement de connexion RRC.

Le réseau initie la procédure vers l'UE dans l'état RRC Connected en envoyant le message LoggedMeasurementConfiguration, utilisé pour transférer les paramètres de configuration pour Logged MDT. Il s'agit d'une procédure de signalisation RRC unidirectionnelle.

Pour Logged MDT, le rapport de mesure est déclenché par un mécanisme à la demande, i.e., le réseau demande à l'UE d'envoyer les journaux de mesures collectées via la signalisation RRC.

Le message RRC UE Information Request est utilisé par le réseau pour demander à l'UE d'envoyer les journaux de mesures collectées.

Le rapport logged MDT est retourné par l'UE dans le message RRC UE Information Response.

Le transport des rapports Logged MDT dans plusieurs messages RRC est possible. Avec chaque requête, le réseau peut recevoir une partie du journal de l'UE. Pour indiquer que les données rapportées sont un segment, l'UE doit inclure un indicateur « data availability » dans le message RRC UE Information Response pour indiquer que d'autres messages de mesure suivent. Dans les transmissions RRC multiples pour les rapports Logged MDT segmentés, suivant l'ordre FIFO. Il n'y a aucune exigence spécifiée sur une taille donnée des segments de mesure. Cependant, chaque segment rapporté doit être "auto-décodable", c'est-à-dire interprétable même si tous les autres segments ne sont pas disponibles.

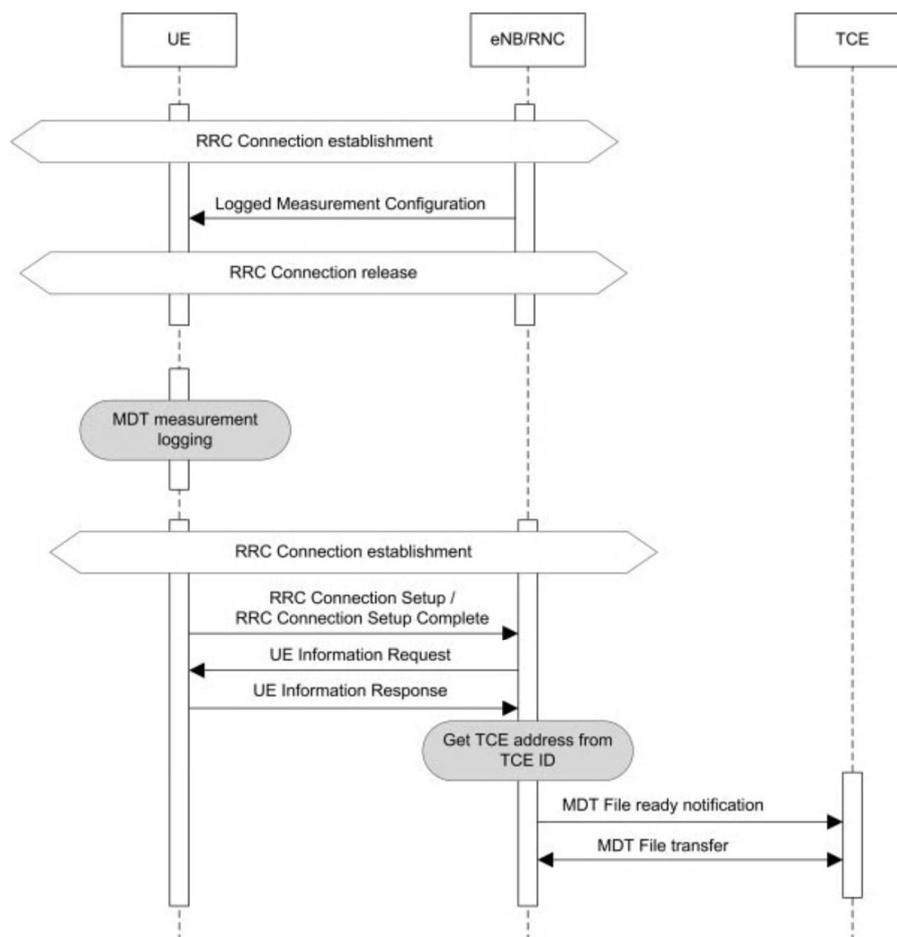


Figure 5 : Configuration et Reporting Logged MDT

7. Accessibility MDT

L'UE enregistre les échecs d'établissement de connexion RRC pour LTE ou NR, c'est-à-dire qu'un journal est créé lorsque la procédure d'établissement de connexion RRC échoue.

L'UE enregistre les échecs d'établissement de connexion RRC sans nécessité de configuration préalable par le réseau.

L'UE peut stocker les informations suivantes relatives à l'échec de l'établissement de la connexion RRC ou à l'échec de la procédure de reprise RRC :

- L'horodatage, qui est le temps écoulé entre la journalisation et le rapport du journal.
- L'identité de cellule globale de la cellule de desserte lorsque l'établissement ou la reprise (resume) de la connexion RRC échoue, c'est-à-dire la cellule à laquelle l'UE a tenté d'accéder.

- Les dernières mesures radio disponibles pour n'importe quelle fréquence ou RAT (Radio Access Technology)
- Les dernières informations de localisation détaillées, si disponibles.

8. Mesures collectées

Pour les Immediate MDT, l'UE rapporte les mesures suivantes :

- M1 : RSRP : Reference signal Receive Power. Il s'agit de la puissance du signal de référence reçu, exprimé en dbm. Sa valeur est comprise entre -44dbm (bon) à -140dbm (mauvais).
- M1 : RSRQ : Reference signal Receive Quality. Il s'agit de la qualité du signal de référence reçu exprimé en db. Sa valeur est comprise entre -19.5dB(mauvais) et -3dB (bon).
- M2 : Power Headroom

Pour les Logged MDTs, l'UE rapporte les mesures RSRP et RSRQ sur les 3 meilleures cellules E-UTRAN ou NR voisines par fréquence en plus des mesures relatives à la cellule qui le sert.

Chaque mesure réalisée par cellule voisine consiste en :

- Physical cell identity of the logged cell;
- Carrier frequency;
- RSRP et RSRQ pour E-UTRA et NR

La puissance d'un signal (RSRP) d'UE s'exprime en dBm, ou décibel-milliwatt, qui est une unité de mesure de puissance électrique, et qui permet de connaître la puissance des ondes du signal généré par une antenne de télécommunication. Cette mesure s'étale de -140 dBm (signal faible) à -44 dBm (bon signal). La mesure RSRP est toujours indiquée par une valeur négative. C'est donc le nombre le plus proche de 0 qui indique la meilleure valeur. Exemple : un signal mesuré à -44 dBm est meilleur qu'à -140 dBm.

Bien que le RSRP soit une mesure importante, il ne donne aucune information sur la qualité de la transmission. L'indicateur RSRQ, défini comme le rapport entre le RSRP et le RSSI (Received Signal Strength Indicator) permet de mesurer la qualité de la transmission. Le RSSI représente la puissance totale du signal reçu, cela englobe le signal transmis, le bruit et les interférences. Mesurer le RSRQ est intéressant particulièrement aux limites des cellules, positions pour lesquelles des décisions doivent être prises pour accomplir des Handovers et changer de cellule de références. Le RSRQ mesuré varie entre -19,5dB à -3dB par pas de 0.5dB.

Le "power headroom" (PHR) est un terme qui se réfère à la marge de puissance disponible dans un système de communication mobile. C'est la différence entre la puissance maximale que le système est capable de fournir et la puissance réelle utilisée pour transmettre un signal à un instant donné. Une faible marge de puissance peut entraîner des pertes de signal, des interférences et des erreurs de transmission. Si le PHR est insuffisant, cela peut entraîner des problèmes de connectivité, une baisse de qualité de service et même une interruption de service.

Pour les Immediate MDT, l'eNodeB rajoute les mesures suivantes avant de transférer les MDTs au TCE (Trace Collection Entity).

- M4: Data Volume measurement separately for DL and UL, per QCI per UE

- M5: Scheduled IP Throughput for MDT measurement separately for DL and UL, per RAB per UE and per UE for the DL, per UE for the UL.
- M6: Packet Delay measurement, separately for DL and UL, per QCI per UE
- M7: Packet Loss rate measurement, separately for DL and UL per QCI per UE.

Ces mesures sont réalisées sur une période T exprimée en seconde.

La formation EFORT « Les Architectures de Services Mobiles 4G : SMS, MMS, VMS, CBS, LCS, eMBMS, MDT » permet de comprendre toutes les architectures de services 4G, y compris MDT.

<https://www.efort.fr/formations-4g-1/les-architectures-de-services-mobiles-4g-%3A-sms%2C-mms%2C-vms%2C-cbs%2C-lcs%2C-embms->