

## Optimisation des données pour l'Internet des objets

par Martin Varga, Anritsu Europe

L'Internet des objets (ou IoT, pour *Internet of Things*, en anglais), constitue une avancée pour les possibilités des réseaux de télécommunication, et ouvre la voie à de nouvelles possibilités pour les applications et services. En interconnectant un grand nombre d'appareils différents via de nouveaux systèmes de transmission de données et de connectivité, ce nouveau concept offre des opportunités dans différents secteurs industriels : maisons intelligentes, villes intelligentes, systèmes Internet industriels, voitures connectées, appareils médicaux avancés, et bien d'autres encore. Le monde des objets connectés ne se limite pas seulement à de nouvelles applications et à de nouveaux services : il englobe l'ensemble du spectre technologique qui permet toutes ces innovations. Cette technologie se fonde sur les réseaux de communications mobiles LTE et GSM actuels ainsi que sur leurs améliorations visant à respecter les nouvelles exigences.

Le présent article met en lumière certaines des technologies permettant d'optimiser les performances des systèmes cellulaires IoT.

### Technologies cellulaires IoT

Bien avant que les nouvelles technologies cellulaires IoT (telles que Cat-M1, NB-IoT et EC-GSM), n'arrivent sur le marché, il existait déjà un besoin pour des appareils connectés comme pour les distributeurs automatiques, les pompes à eau ou les alarmes domestiques. Ces applications requerraient une quantité de données à transférer relativement limitée. Elles n'avaient pas besoin d'être alimentées par batterie car elles étaient toujours connectées au secteur et n'avaient que très peu (ou pas du tout) besoin d'être mobiles. Pour le fonctionnement de ces applications, on utilisait typiquement des modems GSM/GPRS qui offraient un débit de données et une connectivité suffisants. Au fil du développement des applications et des services, de nouvelles exigences sont apparues comme l'alimentation par batterie, le besoin d'une meilleure couverture réseau pour pouvoir accéder aux appareils dans des lieux confinés, ainsi que des appareils bien meilleur marché.

Ces exigences ont mené au développement de nouvelles technologies basées sur les standards LTE et GSM. La première technologie basée sur le standard LTE est la technologie Cat-M1, également connue sous le nom de LTE-M ou eMTC (*enhanced Machine Type Communication*). Elle est définie comme une nouvelle catégorie LTE « M1 ». Ensuite est arrivée la technologie NB-IoT (pour *Narrow Band IoT*), également appelée LTE-Cat-NB1. Elle est également définie comme une nouvelle catégorie LTE « NB1 ». La troisième technologie cellulaire IoT est basée sur le standard GSM et est appelée EC-GSM (*Extended Coverage GSM*) ou GSM-IoT. Chaque technologie cellulaire IoT possède ses propres caractéristiques,

définies par différentes vitesses en liaison ascendante (*uplink*) et descendante (*downlink*), ses latences et la couverture réseau (voir Tableau 1).

|                                    | <b>Cat-M1</b>   | <b>NB-IoT</b>                                      | <b>EC-GSM</b>                           |
|------------------------------------|-----------------|----------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| <b>Débit. descendant crête</b>     | 1 Mbit/s        | 250 kbit/s                                         | 474 kbit/s (EDGE)<br>2 Mbit/s (EGPRS2B) |
| <b>Débit. ascendant crête</b>      | 1 Mbit/s        | 250 kbit/s (multi-tone)<br>20 kbit/s (single-tone) | 474 kbit/s (EDGE)<br>2 Mbit/s (EGPRS2B) |
| <b>Latence</b>                     | 10 ms-<br>15 ms | 1,6 s-10 s                                         | 700 ms-2 s                              |
| <b>Bande passante du récepteur</b> | 1,4 MHz         | 200 kHz                                            | 200 kHz                                 |
| <b>Couverture (MCL*)</b>           | 156 dB          | 164 dB                                             | 164 dB                                  |

Tableau 1: Technologies cellulaires IoT (\*MCL = *Maximum Coupling Loss*, soit « affaiblissement de couplage maximum »)

### Transfert de données

Le transfert de données entre le réseau et l'appareil est en général effectué via le plan utilisateur (voir figure 1) qui est réservé uniquement au transfert des données de l'utilisateur et qui ne contient aucun message de signalisation destiné à contrôler l'appareil ou le réseau. Les données de l'utilisateur sont encapsulées dans des paquets IP et transférées sur un canal spécifique via des supports de données (bearers) entre le réseau et l'appareil.

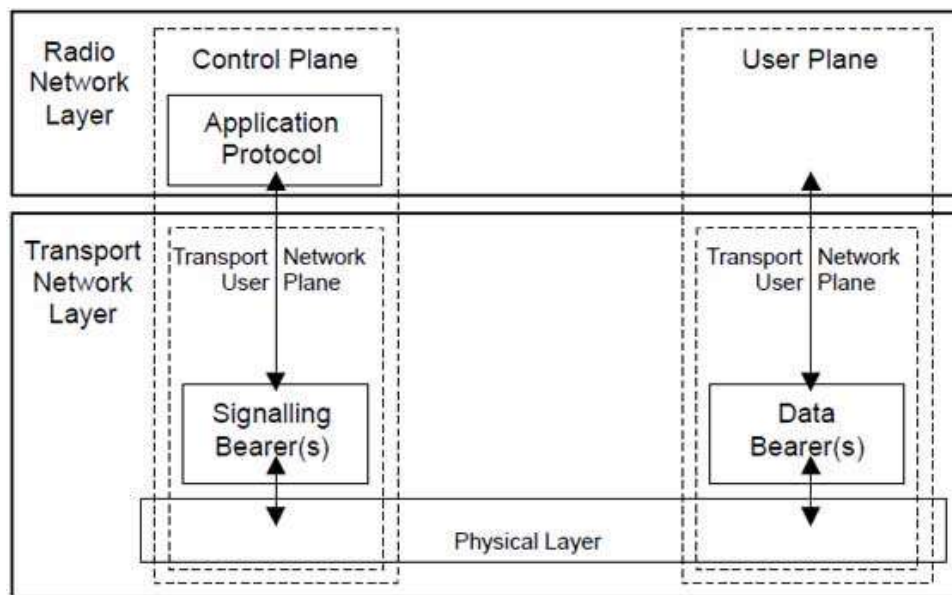


Figure 1: Plan de contrôle et plan utilisateur

#### Picture terms

**Radio Network Layer** > Couche réseau radio

**Control Plane** > Plan de contrôle

**Application Protocol** > Protocole de l'application

**User Plane** > Plan utilisateur

**Transport Network Layer** > Couche réseau de transport

**Transport Network User Plane** > Plan utilisateur du réseau de transport

**Signalling Bearer(s)** > Support(s) de signalisation

**Data Bearer(s)** > Support(s) de données

**Physical Layer** > Couche physique

Une connectivité IP réussie nécessite l'emploi de PDN (pour *Packet Data Network*) qui définit l'attribution des adresses IP et identifie les nœuds pour le transfert des paquets de données IP. Les données de l'utilisateur sont ainsi transférées depuis un appareil spécifique vers un nœud spécifique d'un réseau, identifié par son adresse IP. Cette méthode se révèle particulièrement efficace quand une grande partie des données utilisateur doit être transférée régulièrement. Dans ce cas, la bande passante disponible sur le réseau d'accès n'a pas besoin d'être optimisée pour les données transférées ni pour le processus de transmission. Cependant, si la quantité de données utilisateur est très faible, ou que la

transmission est irrégulière ou intermittente, ou que l'appareil nécessite une durée minimale pour se connecter et transmettre les données, alors il convient d'appliquer de nouvelles méthodes pour la transmission.

Ces méthodes se fondent sur l'optimisation des protocoles de transport et permettent un temps de connexion très court pour l'appareil qui, à son tour, réduit la consommation énergétique et permet également une économie de bande passante pour la transmission des données.

### Optimisation des données

Les applications des objets connectés qui nécessitent la transmission de très faibles quantités de données (par exemple, le relevé de la consommation d'eau sur un compteur d'eau situé dans la cave d'un immeuble) utilisent normalement la technologie NB-IoT qui possède également une faible bande passante de transmission. Si un en-tête IPv6 (long d'au moins 40 octets) est utilisé pour l'encapsulation, les en-têtes peuvent nécessiter une partie des données de l'utilisateur pour la transmission. Si, en plus, un bearer de données radio complet est requis pour la transmission à chaque fois que l'appareil doit transmettre des données, un temps de connexion significatif est là encore requis, ce qui a un impact sur la durée de vie des batteries de l'appareil. Ce type de transmission devient alors inefficace et il convient d'avoir recours à certaines méthodes pour que la transmission soit plus efficace et qu'elle réponde aux exigences des applications IoT.

La figure 2 montre les différents trajets de données dans une infrastructure réseau IoT, avec l'optimisation du transfert de données mise en œuvre dans le plan utilisateur et dans le plan de contrôle.

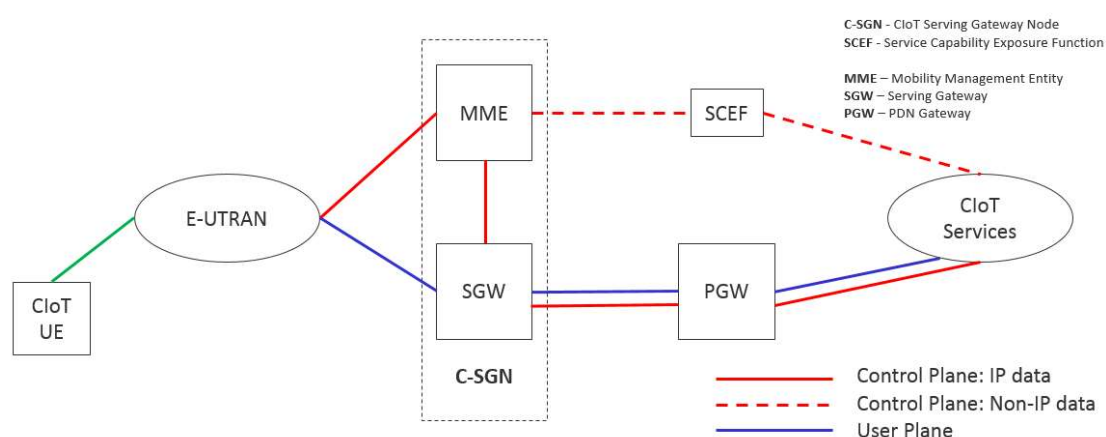
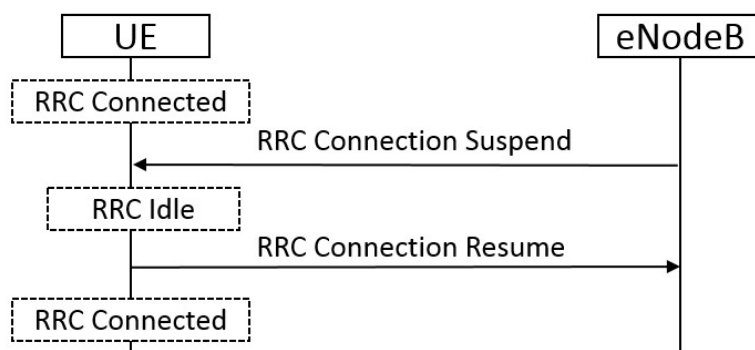


Figure 2: Différents trajets de données dans un réseau cellulaire IoT

### Les optimisations du plan utilisateur

Les optimisations du plan utilisateur, dites « User plane EPS optimisations », permettent le support des transmissions des données utilisateur sans avoir besoin d'établir de nouveau contexte de strate d'accès entre eNodeB dans le réseau d'accès E-UTRAN et le terminal (ou UE pour *User Equipment*). Le premier pré-requis pour utiliser cette fonction est l'établissement initial des bearers de la strate d'accès (access stratum) et des contextes de sécurité sur le réseau et le terminal. La connexion RRC (*Radio Ressource Control*) est alors suspendue à l'aide de la procédure de suspension de la connexion, puis reprend via la procédure de reprise de la connexion (voir figure 3). L'avantage de cette méthode est que le terminal n'a pas besoin d'établir de nouveaux bearers ni de contextes de sécurité : à la place, il reprend juste les informations de strate d'accès stockées pendant la procédure de suspension de la connexion. L'optimisation prend en compte le fait que les données utilisateur sont transmises via l'interface standard S1-U entre eNodeB dans le réseau d'accès E-UTRAN et la passerelle SGW.



### L'optimisation du plan de contrôle

L'optimisation du plan de contrôle, dite « Control plane EPS optimisation » transfère les données dans des PDU (*Protocole Data Unit*) de la couche NAS (*Non-Access Stratum*), ce qui signifie que les données utilisateur sont attachées à des messages de signalisation transférés entre le terminal et le mode MME, sans entraîner l'établissement du bearer radio de données. Les transferts IP tout comme les transferts non IP sont supportés. Les données IP sont transférées via les passerelles SGW et PGW tandis que les données non IP sont transférées via la fonction SCEF (*Service Capability Exposure Function*) qui donne un résumé dans les services IoT sous-jacents ou via un tunnel SGi point-à-point entre la passerelle PDN et le serveur de l'application IoT. En cas de transfert de données IP, on obtient une meilleure efficacité avec une compression des en-têtes (*RoHC : RObust Header Compression*).

La figure 4 montre l'exemple d'un transfert de données issues d'un mobile avec l'optimisation du plan de contrôle. Les données utilisateur sont encapsulées dans un PDU NAS attaché au message RRC.

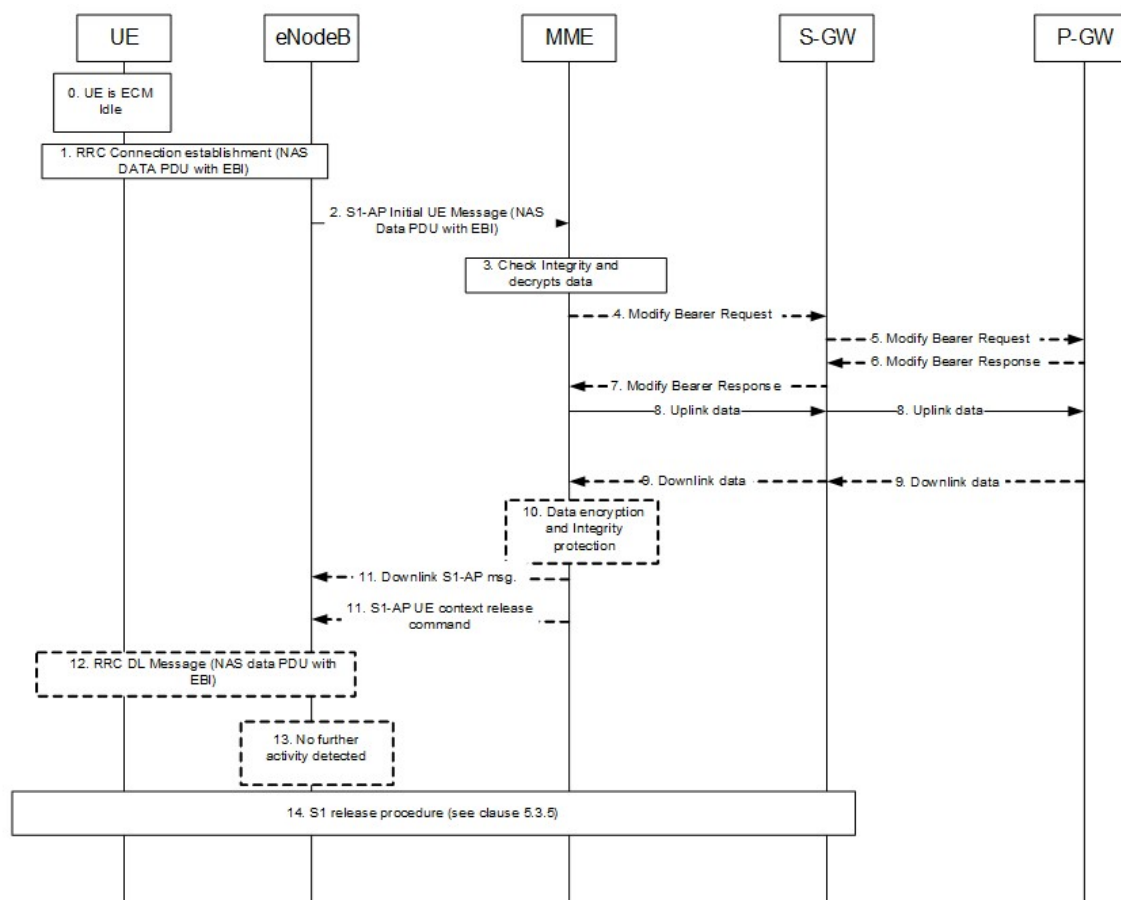
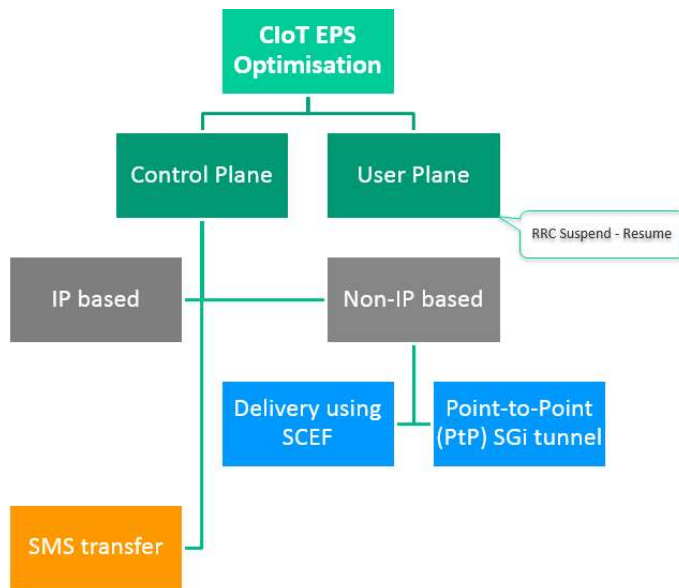


Figure 3: Transfert des données MO (Mobile Originated) dans un PDU NAS [source : 3GPP TS 23.401]

Le support des optimisations du plan de contrôle et du plan utilisateur est indiqué dans des messages de signalisation du côté du terminal comme du côté du réseau. Le terminal et le réseau peuvent ainsi supporter à la fois les optimisations du plan de contrôle et du plan plan utilisateur.

Pour les optimisations « Cellular IoT EPS optimisations », le terminal peut indiquer le support pour l'optimisation EPS du plan de contrôle, l'optimisation EPS pour le plan utilisateur, l'attache au réseau sans connexion PDN, untransfert de données S1-U et compression d'en-tête.



Bien que ces techniques pour l’optimisation du transfert de données aient été développées pour les appareils cellulaires IoT, elles peuvent également être utilisées pour des appareils qui ne sont pas liés à des applications d’objets connectés.

### Solution de test

Le développement de ces techniques d’optimisation a entraîné le besoin de tester et mesurer le transfert de données entre les objets connectés et les serveurs d’applications IoT, que ce soit au cours du cycle de développement de l’objet connecté ou pendant la phase de test de l’application IoT. Le besoin consiste donc en un instrument de test capable de simuler le réseau cellulaire IoT pouvant offrir un réseau d’accès radio avec connexion directe à l’infrastructure de l’application. L’analyseur de communications radio MT8821C d’Anritsu offre des capacités de simulation et de mesure permettant de vérifier et de mesurer efficacement les appareils Cat-M1 et NB-IoT. Il permet également de tester les performances RF des appareils, tout en offrant l’avantage de la connectivité IP directement entre l’objet sous test et le serveur d’application.



Figure 4: Analyseur de communications radio MT8821C d'Anritsu

Sur la figure 7, l'analyseur de communications radio MT8821C d'Anritsu affiche à l'écran les échanges de signalisation (utiles à l'utilisateur) sur pendant toute la durée de la communication. Cette fenêtre de signalisation aide à identifier les erreurs pendant l'enregistrement ou à suivre simplement les procédures de signalisation pendant le test. De plus, le moniteur de séquences montre le statut de la communication actuelle entre le réseau simulé par le MT8821C et l'objet sous test. Le rapport du terminal (UE Report) fournit des informations importantes sur le type IMSI, IMEI et PDN de l'appareil connecté.

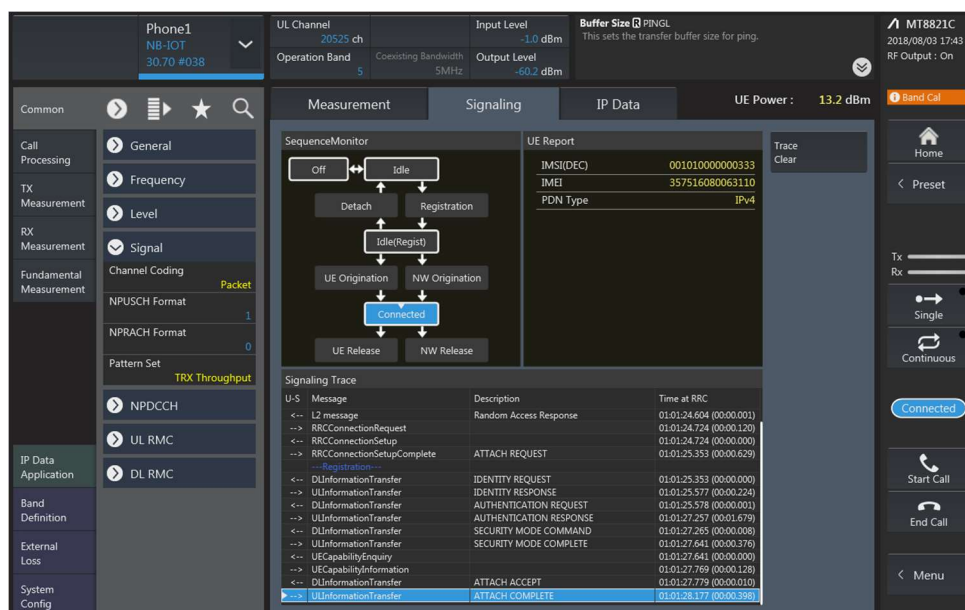


Figure 5: Affichage des messages de signalisation sur l'analyseur de communications radio MT8821C d'Anritsu

L'onglet des données IP (« IP Data », sur la figure 8) sur l'écran de l'analyseur de communications radio MT8821C d'Anritsu offre un accès direct aux fonctions Ping et iPerf. L'utilisateur peut facilement vérifier la connectivité des données IP point-à-point entre le serveur de l'application du MT8821C et l'objet sous test, ou déclencher l'émission descendante/ascendante de données IP pour les tests de débit de données.

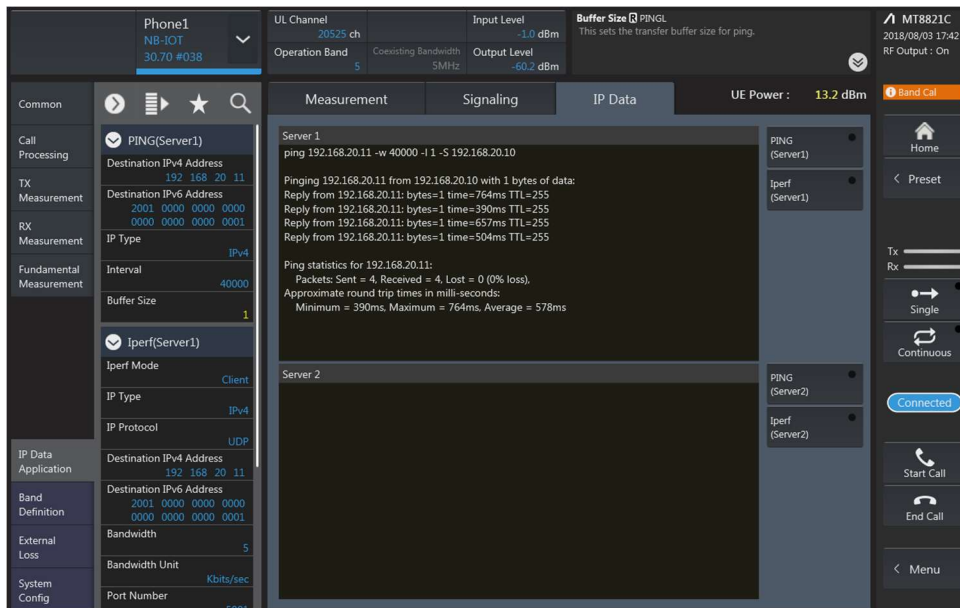


Figure 6: Fonction Ping pour la vérification de la connectivité des données point-à-point

Après la simulation, l'utilisateur peut consulter un fichier log détaillé de la signalisation dans l'application externe Anritsu Trace Log Viewer. L'exemple ci-dessous (figure 9) montre un paquet IP UL encapsulé dans un message de signalisation ESM: ESM DATA TRANSPORT. Les détails du paquet de données IP comme la version IP, le protocole, l'adresse de source et de destination, la charge utile du paquet ainsi que d'autres éléments, peuvent être décodés à partir des caractères hexadécimaux présents dans le log.

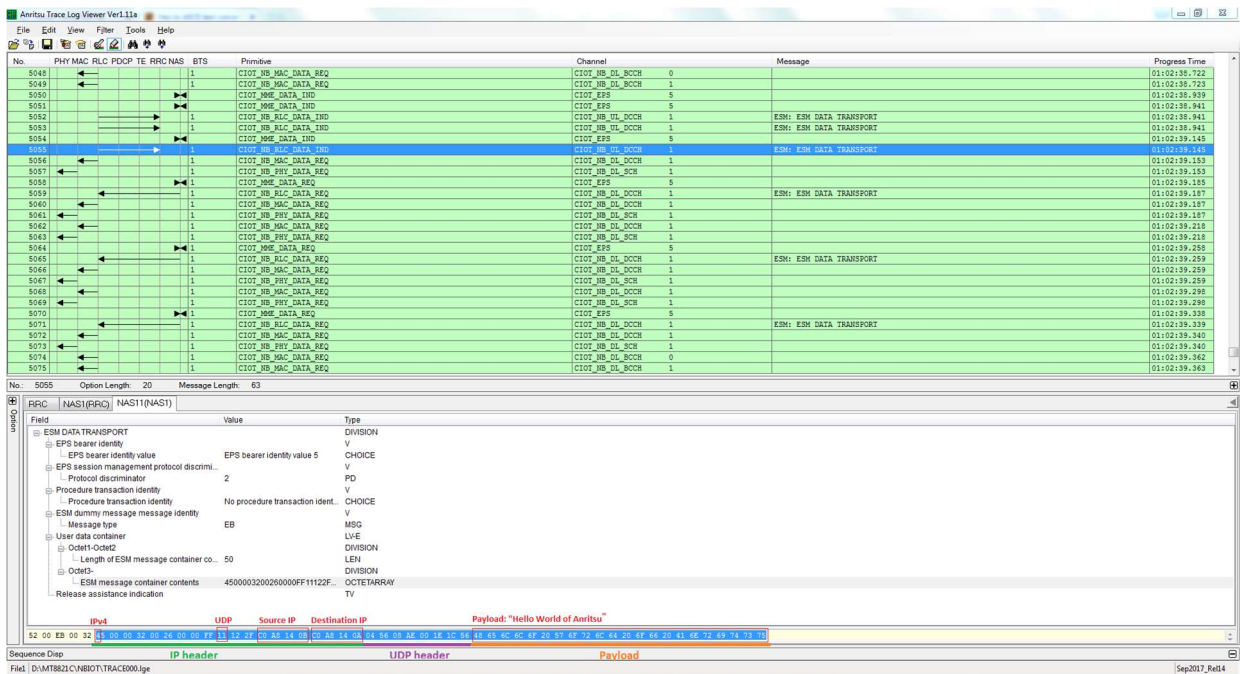


Figure 7: Logiciel « Trace Log Viewer » montrant un message UL encapsulé dans un message de signalisation