

Union internationale des télécommunications

UIT-T

SECTEUR DE LA NORMALISATION
DES TÉLÉCOMMUNICATIONS
DE L'UIT

G.1028

(06/2019)

SÉRIE G: SYSTÈMES ET SUPPORTS DE
TRANSMISSION, SYSTÈMES ET RÉSEAUX
NUMÉRIQUES

Qualité de service et de transmission multimédia –
Aspects génériques et aspects liés à l'utilisateur

**Qualité de service de bout en bout de la
téléphonie sur les réseaux mobiles 4G**

Recommandation UIT-T G.1028

UIT-T



RECOMMANDATIONS UIT-T DE LA SÉRIE G
SYSTÈMES ET SUPPORTS DE TRANSMISSION, SYSTÈMES ET RÉSEAUX NUMÉRIQUES

CONNEXIONS ET CIRCUITS TÉLÉPHONIQUES INTERNATIONAUX	G.100–G.199
CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES COMMUNES À TOUS LES SYSTÈMES ANALOGIQUES À COURANTS PORTEURS	G.200–G.299
CARACTÉRISTIQUES INDIVIDUELLES DES SYSTÈMES TÉLÉPHONIQUES INTERNATIONAUX À COURANTS PORTEURS SUR LIGNES MÉTALLIQUES	G.300–G.399
CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES DES SYSTÈMES TÉLÉPHONIQUES INTERNATIONAUX HERTZIENS OU À SATELLITES ET INTERCONNEXION AVEC LES SYSTÈMES SUR LIGNES MÉTALLIQUES	G.400–G.449
COORDINATION DE LA RADIOTÉLÉPHONIE ET DE LA TÉLÉPHONIE SUR LIGNES	G.450–G.499
CARACTÉRISTIQUES DES SUPPORTS DE TRANSMISSION ET DES SYSTÈMES OPTIQUES	G.600–G.699
EQUIPEMENTS TERMINAUX NUMÉRIQUES	G.700–G.799
RÉSEAUX NUMÉRIQUES	G.800–G.899
SECTIONS NUMÉRIQUES ET SYSTÈMES DE LIGNES NUMÉRIQUES	G.900–G.999
QUALITÉ DE SERVICE ET DE TRANSMISSION MULTIMÉDIA – ASPECTS GÉNÉRIQUES ET ASPECTS LIÉS À L'UTILISATEUR	G.1000–G.1999
CARACTÉRISTIQUES DES SUPPORTS DE TRANSMISSION	G.6000–G.6999
DONNÉES SUR COUCHE TRANSPORT – ASPECTS GÉNÉRIQUES	G.7000–G.7999
ASPECTS RELATIFS AUX PROTOCOLES EN MODE PAQUET SUR COUCHE TRANSPORT	G.8000–G.8999
RÉSEAUX D'ACCÈS	G.9000–G.9999

Pour plus de détails, voir la Liste des Recommandations de l'UIT-T.

Recommandation UIT-T G.1028

Qualité de service de bout en bout de la téléphonie sur les réseaux mobiles 4G

Résumé

La Recommandation UIT-T G.1028 fournit des lignes directrices concernant les aspects essentiels qui ont une incidence sur les performances de bout en bout des applications vocales gérées sur les réseaux LTE et la méthode à utiliser pour les évaluer correctement compte tenu des connaissances actuelles.

On y trouve la description de certains scénarios de bout en bout types, avec un accès LTE aux deux extrémités de la communication, ou avec une technologie d'accès différente à l'une des extrémités (accès sans fil ou filaire). Ces scénarios sont basés sur les communications de référence types définies dans cette Recommandation, faisant intervenir divers segments (terminal, accès sans fil, réseau de raccordement, réseau central). La question de la répartition de la valeur prévue de certains paramètres essentiels et de l'endroit où ils peuvent être évalués dans ces segments est abordée.

S'agissant de l'incidence spécifique de la procédure de repli de commutation de circuits sur la qualité de service, on trouvera diverses informations spécifiques dans la Recommandation UIT-T G.1028.2 associée, *Évaluation du repli de commutation de circuits pour la technologie LTE – Incidence sur la qualité du service vocal*.

Historique

Edition	Recommandation	Approbation	Commission d'études	ID unique*
1.0	UIT-T G.1028	06-04-2016	12	11.1002/1000/12748
2.0	UIT-T G.1028	29-06-2019	12	11.1002/1000/13927

Mots clés

Qualité de service, QoS, téléphonie, voix, VoLTE, 4G, LTE.

* Pour accéder à la Recommandation, reporter cet URL <http://handle.itu.int/> dans votre navigateur Web, suivi de l'identifiant unique, par exemple <http://handle.itu.int/11.1002/1000/11830-en>.

AVANT-PROPOS

L'Union internationale des télécommunications (UIT) est une institution spécialisée des Nations Unies dans le domaine des télécommunications et des technologies de l'information et de la communication (ICT). Le Secteur de la normalisation des télécommunications (UIT-T) est un organe permanent de l'UIT. Il est chargé de l'étude des questions techniques, d'exploitation et de tarification, et émet à ce sujet des Recommandations en vue de la normalisation des télécommunications à l'échelle mondiale.

L'Assemblée mondiale de normalisation des télécommunications (AMNT), qui se réunit tous les quatre ans, détermine les thèmes d'étude à traiter par les Commissions d'études de l'UIT-T, lesquelles élaborent en retour des Recommandations sur ces thèmes.

L'approbation des Recommandations par les Membres de l'UIT-T s'effectue selon la procédure définie dans la Résolution 1 de l'AMNT.

Dans certains secteurs des technologies de l'information qui correspondent à la sphère de compétence de l'UIT-T, les normes nécessaires se préparent en collaboration avec l'ISO et la CEI.

NOTE

Dans la présente Recommandation, l'expression "Administration" est utilisée pour désigner de façon abrégée aussi bien une administration de télécommunications qu'une exploitation reconnue.

Le respect de cette Recommandation se fait à titre volontaire. Cependant, il se peut que la Recommandation contienne certaines dispositions obligatoires (pour assurer, par exemple, l'interopérabilité et l'applicabilité) et considère que la Recommandation est respectée lorsque toutes ces dispositions sont observées. Le futur d'obligation et les autres moyens d'expression de l'obligation comme le verbe "devoir" ainsi que leurs formes négatives servent à énoncer des prescriptions. L'utilisation de ces formes ne signifie pas qu'il est obligatoire de respecter la Recommandation.

DROITS DE PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

L'UIT attire l'attention sur la possibilité que l'application ou la mise en œuvre de la présente Recommandation puisse donner lieu à l'utilisation d'un droit de propriété intellectuelle. L'UIT ne prend pas position en ce qui concerne l'existence, la validité ou l'applicabilité des droits de propriété intellectuelle, qu'ils soient revendiqués par un membre de l'UIT ou par une tierce partie étrangère à la procédure d'élaboration des Recommandations.

A la date d'approbation de la présente Recommandation, l'UIT n'avait pas été avisée de l'existence d'une propriété intellectuelle protégée par des brevets à acquérir pour mettre en œuvre la présente Recommandation. Toutefois, comme il ne s'agit peut-être pas de renseignements les plus récents, il est vivement recommandé aux développeurs de consulter la base de données des brevets du TSB sous <http://www.itu.int/ITU-T/ipr/>.

© UIT 2020

Tous droits réservés. Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite, par quelque procédé que ce soit, sans l'accord écrit préalable de l'UIT.

TABLE DES MATIÈRES

	Page
1	Domaine d'application 1
2	Références..... 1
3	Définitions 3
3.1	Termes définis ailleurs 3
3.2	termes définis dans la présente Recommandation..... 3
4	Abréviations et acronymes 3
5	Conventions 7
6	Brève introduction à la voix sur LTE et hypothèses..... 7
7	Modèles fictifs de référence..... 10
7.1	Communication LTE-LTE sur le même réseau..... 12
7.2	Communication LTE-LTE entre deux réseaux interconnectés (y compris l'itinérance) 12
7.3	Communication LTE-3G..... 12
7.4	Communication LTE-RTPC..... 13
8	Aspects liés à la qualité de service pour les services de voix sur LTE..... 13
9	Indicateurs pertinents et objectifs de qualité 15
10	Recommandations sur la surveillance de la qualité de service et le dépannage 22
10.1	Points de surveillance de la qualité de service recommandés 22
10.2	Stratégie de surveillance 27
10.3	Outils disponibles dans les normes de l'UIT-T..... 30
	Annexe A – Liste des dégradations rencontrées par les utilisateurs finals du service VoLTE et causes potentielles 34
A.1	Problème de qualité de service lié à l'exécution de la session d'appel 34
A.2	Problème de qualité de service lié à la qualité perçue de la parole 35
	Bibliographie..... 38

Recommandation UIT-T G.1028

Qualité de service de bout en bout de la téléphonie sur les réseaux mobiles 4G

1 Domaine d'application

La présente Recommandation repose sur l'hypothèse que la voix sur LTE (VoLTE) est un service vocal dit "géré", par rapport aux applications Over The Top (OTT) sans recours à la signalisation d'un sous-système multimédia SIP/IP (SIM/IMS) et sans trafic prioritaire. La visiophonie sur LTE (ViLTE) est un autre service qui fait expressément l'objet de la Recommandation [UIT-T G.1028.2].

La présente Recommandation décrit les aspects essentiels qui ont une incidence sur la qualité de fonctionnement de bout en bout des applications vocales gérées sur réseaux LTE, pour tous les cas d'appel les plus courants, y compris le repli de commutation de circuits (ni le trombone IMS, ni la continuité d'appel vocal radioélectrique (SVRCC), ni la mobilité sous réseau local d'accès hertzien ne sont pris en compte) et la manière dont ils peuvent être correctement évalués au moyen des éléments de connaissance actuels.

Les mécanismes de qualité de service (QoS) pertinents utilisés pour gérer le service vocal, tels que la compression d'en-tête robuste (RoHC), le regroupement des intervalles de temps de transmission (TTI), la programmation semi-permanente, la transmission discontinue (DTX) et la réception discontinue (DRX), la sélection du domaine de service (SDS) ou les conditions préalables SIP ne sont pas couverts par cette Recommandation, en tant que partie obligatoire d'un service VoLTE, mais leur impact sur la qualité de service perçue de bout en bout est prise en compte.

L'analyse de l'impact de la VoLTE sur la qualité des services complémentaires (tels que la transmission en continu) ou sur les fonctionnalités des dispositifs (durée de vie des batteries) ne relève pas du domaine d'application de cette Recommandation.

2 Références

La présente Recommandation se réfère à certaines dispositions des Recommandations UIT-T et textes suivants qui, de ce fait, en sont partie intégrante. Les versions indiquées étaient en vigueur au moment de la publication de la présente Recommandation. Toute Recommandation ou tout texte étant sujet à révision, les utilisateurs de la présente Recommandation sont invités à se reporter, si possible, aux versions les plus récentes des références normatives suivantes. La liste des Recommandations de l'UIT-T en vigueur est régulièrement publiée. La référence à un document figurant dans la présente Recommandation ne donne pas à ce document, en tant que tel, le statut d'une Recommandation.

- [UIT-T E.800] Recommandation UIT-T E.800 (2008), *Définitions des termes relatifs à la qualité des services.*
- [UIT-T E.804] Recommandation UIT-T E.804 (2014), *Aspects de la qualité de service pour les services les plus prisés sur les réseaux mobiles.*
- [UIT-T G.107] Recommandation UIT-T G.107 (2015), *Le modèle E: modèle de calcul utilisé pour la planification de la transmission.*
- [UIT-T G.107.1] Recommandation UIT-T G.107.1 (2015), *Modèle E large bande.*
- [UIT-T G.109] Recommandation UIT-T G.109 (1999), *Définition des catégories de qualité de transmission vocale.*
- [UIT-T G.114] Recommandation UIT-T G.114 (2003), *Temps de transmission dans un sens*
- [UIT-T G.711] Recommandation UIT-T G.711 (1988), *Modulation par impulsion et codage (MIC) des fréquences vocales.*

- [UIT-T G.1000] Recommandation UIT-T G.1000 (2001), *Qualité de service des communications: Cadre et définitions.*
- [UIT-T G.1028.1] Recommandation UIT-T G.1028.1 (2019), *Qualité de service de bout en bout de la visiophonie sur les réseaux mobiles 4G.*
- [UIT-T G.1028.2] Recommandation UIT-T G.1028.2 (2019), *Évaluation du repli de commutation de circuits pour la technologie LTE – Incidence sur la qualité du service vocal.*
- [UIT-T P.10] Recommandation UIT-T P.10/G.100 (2017), *Vocabulaire relatif à la qualité de fonctionnement, à la qualité de service et à la qualité d'expérience.*
- [UIT-T P.563] Recommandation UIT-T P.563 (2004), *Méthode mono-extrémité pour l'évaluation objective de la qualité vocale dans les applications de la téléphonie à bande étroite.*
- [UIT-T P.564] Recommandation UIT-T P.564 (2007), *Tests de conformité des modèles d'évaluation de la qualité de transmission de la voix sur IP.*
- [UIT-T P.800.1] Recommandation UIT-T P.800.1 (2016), *Terminologie des notes moyennes d'opinion.*
- [UIT-T P.862] Recommandation UIT-T P.862 (2001), *Évaluation de la qualité vocale perçue: méthode objective d'évaluation de la qualité vocale de bout en bout des codecs vocaux et des réseaux téléphoniques à bande étroite.*
- [UIT-T P.863] Recommandation UIT-T P.863 (2018), *Prédiction objective de la qualité d'écoute perçue.*
- [UIT-T P.863.1] Recommandation UIT-T P.863.1 (2019), *Guide d'application de la Recommandation UIT-T P.863.*
- [UIT-T Y.1540] Recommandation UIT-T Y.1540 (2016), *Service de communication de données par protocole Internet – Paramètres de performance pour le transfert de paquets IP et la disponibilité de ce service.*
- [UIT-T Y.1541] Recommandation UIT-T Y.1541 (2011), *Objectifs de performances de réseau pour les services en mode IP.*
- [ETSI TS 122 105] ETSI TS 122 105 v15.0.0 (2018), *Digital cellular telecommunications system (Phase 2+) (GSM); Universal Mobile Telecommunications System (UMTS); LTE; Services and service capabilities.*
- [ETSI TS 123 203] ETSI TS 123 203 v15.4.0 (2018), *Digital cellular telecommunications system (Phase 2+) (GSM); Universal Mobile Telecommunications System (UMTS); LTE; Policy and charging control architecture.*
- [ETSI TS 124 229] ETSI TS 124 229 v15.6.0 (2019), *Digital cellular telecommunications system (Phase 2+) (GSM); Universal Mobile Telecommunications System (UMTS); LTE; IP multimedia call control protocol based on Session Initiation Protocol (SIP) and Session Description Protocol (SDP); Stage 3.*
- [ETSI TS 126 114] ETSI TS 126 114 v15.5.0 (2019), *Universal Mobile Telecommunications System (UMTS); LTE; IP Multimedia Subsystem (IMS); Multimedia telephony; Media handling and interaction.*
- [ETSI TS 126 131] ETSI TS 126 131 v15.1.0 (2018), *Universal Mobile Telecommunications System (UMTS); LTE; Terminal acoustic characteristics for telephony; Requirements.*

[ETSI TS 101 563]	ETSI TS 101 563 v1.4.1 (2015), <i>Speech and multimedia Transmission Quality (STQ); IMS/PES/VoLTE exchange performance requirements.</i>
[ETSI TR 102 775]	ETSI TR 102 775 v1.6.3 (2014), <i>Speech and multimedia Transmission Quality (STQ); Guidance on objectives for Quality related Parameters at VoIP Segment-Connection Points; A support to NGN transmission planners.</i>
[ETSI TR 103 219]	ETSI TR 103 219 v1.1.1 (2015), <i>Speech and multimedia Transmission Quality (STQ); Quality of Service aspects of voice communication in an LTE environment.</i>
[ETSI TR 125 912]	ETSI TR 102 912 v15.0.0 (2018), <i>Universal Mobile Telecommunications System (UMTS); LTE; Feasibility study for evolved Universal Terrestrial Radio Access (UTRA) and Universal Terrestrial Radio Access Network (UTRAN).</i>
[IETF RFC 6076]	IETF RFC 6076 (2011), <i>Basic Telephony SIP End-to-End Performance Metrics.</i>
[IETF RFC 3095]	IETF RFC 3095 (2001), <i>Robust Header Compression (RoHC): Framework and four profiles: RTP, UDP, ESP, and uncompressed.</i>

3 Définitions

3.1 Termes définis ailleurs

La présente Recommandation utilise les termes suivants définis ailleurs:

3.1.1 temps d'établissement des communications [UIT-T E.800]: période débutant lorsque les informations d'adresse nécessaires pour établir un appel sont reçues par le réseau (reconnues sur la ligne d'accès de l'appelant) et finissant lorsque la tonalité d'occupation, la tonalité de retour d'appel ou le signal de réponse de l'appelé est reçu par l'appelant (reconnu sur la ligne d'accès de l'appelant). Il convient d'inclure les appels locaux, nationaux et de service mais pas les appels vers d'autres opérateurs titulaires d'une licence car un opérateur donné ne peut pas contrôler la qualité de service délivrée par un autre réseau.

3.1.2 qualité vocale [UIT-T P.10]: qualité d'élocution telle qu'elle est perçue lors de la reproduction acoustique. Cette qualité découle d'un processus de perception et d'évaluation au cours duquel la personne qui procède à l'évaluation établit une relation entre les caractéristiques perçues, c'est-à-dire les phénomènes auditifs, et les caractéristiques souhaitées ou attendues.

3.1.3 performance en termes d'accessibilité d'un service [UIT-T E.800]: possibilité pour un utilisateur, lorsqu'il en fait la demande, d'obtenir un service, dans les limites des tolérances spécifiées et d'autres conditions données.

3.1.4 temps de propagation moyen dans un sens [UIT-T P.10]: dans une connexion, une valeur moyenne des temps de propagation dans les deux sens de transmission.

3.2 termes définis dans la présente Recommandation

Aucun.

4 Abréviations et acronymes

La présente Recommandation utilise les abréviations et acronymes suivants:

2G	réseau d'accès radioélectrique de la deuxième génération (GSM) (<i>second generation of radio access network (also called GSM)</i>)
----	---

3G	réseau d'accès radioélectrique de la troisième génération (UMTS) (<i>third generation of radio access network (also called UMTS)</i>)
4G	réseau d'accès radioélectrique de la quatrième génération (LTE) (<i>fourth generation of radio access network (also called LTE)</i>)
ACK	accusé de réception (<i>acknowledgment</i>)
AEC	annulation d'écho acoustique (<i>acoustical echo cancellation</i>)
AF	fonction d'application (<i>application function</i>)
AGC	commande automatique de gain (<i>automatic gain control</i>)
AGW	passerelle d'accès (<i>access gateway</i>)
AMR	codage multidébit adaptatif (<i>adaptive multi rate coding</i>)
AMR-WB	codage multidébit adaptatif large bande (<i>wide-band adaptive multi rate coding</i>)
BGCF	fonction de commande de passerelle périphérique (<i>border gateway control function</i>)
BTS	station d'émission-réception de base (<i>base transceiver station</i>)
CDR	relevé détaillé de l'appel (<i>call detail record</i>)
CNG	production de bruit de confort (<i>comfort noise generation</i>)
CS	commutation de circuits (<i>circuit switched</i>)
CSFB	repli de commutation de circuits (<i>circuit switched fall back</i>)
DL	liaison descendante (<i>downlink</i>)
DRX	réception discontinue (<i>discontinuous reception</i>)
DTX	transmission discontinue (<i>discontinuous transmission</i>)
EEC	annulation d'écho électrique (<i>electrical echo cancellation</i>)
E-NodeB	noeud B amélioré (<i>enhanced node B</i>)
EPC	réseau central évolué en mode paquet (<i>evolved packet core</i>)
E-UTRAN	réseau d'accès hertzien de Terre universel évolué (<i>evolved UMTS terrestrial radio access network</i>)
EVS	services vocaux améliorés (<i>enhanced voice services</i>)
GBR	débit binaire garanti (<i>guaranteed bit rate</i>)
GERAN	réseau d'accès radioélectrique GSM/EDGE (<i>GSM/edge radio access network</i>)
GGSN	noeud de service général de radiocommunication en mode paquet (GPRS) (<i>gateway GPRS (general packet radio service) service node</i>)
GSM	système mondial de communications mobiles (<i>global system for mobile communications</i>)
GSMA	Association GSM (<i>the GSM Association</i>)
GW	passerelle (<i>gateway</i>)
HARQ	demande de répétition automatique hybride (<i>hybrid automatic-repeat-request</i>)
HD voice	voix haute définition (<i>high definition voice</i>)
HO	transfert (<i>hand over</i>)
HSS	serveur d'abonné résidentiel (<i>home subscriber server</i>)

I-CSCF	fonction interrogatrice de commande de session d'appel (<i>interrogating call session control function</i>)
IMS	sous-système multimédia IP (<i>IP multimedia subsystem</i>)
IPDV	variation du temps de transfert des paquets IP (<i>Internet packet delay variation</i>)
IPER	taux d'erreur sur les paquets IP (<i>Internet packet error ratio</i>)
IPLR	taux de perte de paquets IP (<i>Internet packet loss ratio</i>)
IPTD	temps de transfert des paquets IP (<i>Internet packet transfer delay</i>)
IRA	tentative d'enregistrement inefficace (<i>ineffective registration attempt</i>)
KPI	indicateur fondamental de performance (<i>key performance indicator</i>)
LTE	évolution à long terme (des réseaux d'accès radio) (<i>long term evolution (of radio access networks)</i>)
MGCF	fonction de contrôleur de passerelle média (<i>media gateway controller function</i>)
MGW	passerelle média (<i>media gateway</i>)
MME	entité de gestion de la mobilité (<i>mobility management entity</i>)
MOS	note moyenne d'opinion (<i>mean opinion score</i>)
MOS-LQ	note moyenne d'opinion – qualité d'écoute (<i>mean opinion score – listening quality</i>)
MTAS	serveur d'application de téléphonie multimédia (<i>multimedia telephony application server</i>)
MTSI	service de téléphonie multimédia pour IMS (<i>multimedia telephony service for IMS</i>)
NB	bande étroite (spectre vocal) (<i>narrow band (voice spectrum)</i>)
NER	taux d'erreur réseau (<i>network error rate</i>)
O-SDS	sélection du domaine de service d'origine (<i>originating service domain selection</i>)
OTT	over-the-top
PCC	contrôle de la politique et de la taxation (<i>policy and charging control</i>)
PCEF	fonction de mise en application de la politique et de la taxation (<i>policy and charging enforcement function</i>)
PCRF	fonction de règle relative à la politique et à la taxation (<i>policy and charging rule function</i>)
P-CSCF	fonction proxy de commande de session d'appel (<i>proxy call session control function</i>)
PDD	temps d'attente après numérotation (<i>post dialling delay</i>)
PGW	passerelle de réseau de données à commutation par paquets (<i>packet data network gateway</i>)
PLC	masquage des pertes de paquets (<i>packet loss concealment</i>)
PLMN	réseau mobile terrestre public (<i>public land mobile network</i>)
PSTN	réseau téléphonique public commuté (RTPC) (<i>public switched telephone network</i>)
QCI	identifiant de classification de qualité (<i>quality classification identifier</i>)
QoS	qualité de service (<i>quality of service</i>)
RACH	canal d'accès aléatoire (<i>random access channel</i>)

RoHC	compression d'en-tête robuste (<i>robust header compression</i>)
RRC	contrôle des ressources radioélectriques (<i>radio resource control</i>)
RTCP	protocole de commande de transport en temps réel (<i>real-time transport control protocol</i>)
RTP	protocole de transport en temps réel (<i>real-time transport protocol</i>)
SCR	ratio de réalisation de session (<i>session completion ratio</i>)
S-CSCF	fonction serveur de commande de session d'appel (<i>serving call session control function</i>)
SDP	protocole de description de session (<i>session description protocol</i>)
SDS	sélection du domaine de service (<i>service domain selection</i>)
SEER	taux d'efficacité d'établissement de session (<i>session establishment effectiveness ratio</i>)
SGSN	noeud support GPRS (<i>service général de radiocommunication en mode paquet</i>) de service (<i>service GPRS (general packet radio service) support node</i>)
SGW	passerelle de desserte (<i>serving gateway</i>)
SIP	protocole d'ouverture de session (<i>session initiation protocol</i>)
SIP-I	protocole d'ouverture de session avec ISUP encapsulé (<i>session initiation protocol with encapsulated ISUP</i>)
SPR	répertoire de profils d'abonnés (<i>subscriber profile repository</i>)
SPS	programmation semi-permanente (<i>semi-persistent scheduling</i>)
SRD	temps d'attente demande de session (<i>session request delay</i>)
SRVCC	continuité d'appel vocal radioélectrique unique (<i>single radio voice call continuity</i>)
SWB	super large bande (spectre vocal) (<i>super wide band (voice spectrum)</i>)
T-ADS	sélection du domaine d'accès de terminaison (<i>terminating access domain selection</i>)
T-SDS	sélection du domaine de service de terminaison (<i>terminating service domain selection</i>)
TDM	multiplication domaine temporel (<i>time domain multiplication</i>)
TrFO	opération sans transcodage (<i>transcoding free operation</i>)
TrGW	passerelle de jonction (<i>trunking gateway</i>)
TTI	intervalle de temps de transmission (<i>transmission time interval</i>)
UDP	protocole de datagramme utilisateur (<i>user datagram protocol</i>)
UE	équipement utilisateur (<i>user's equipment</i>)
UL	liaison montante (<i>uplink</i>)
UMTS	système de télécommunications mobiles universelles (<i>universal mobile telecommunication system</i>)
UTRAN	réseau d'accès hertzien de Terre universel (<i>UMTS terrestrial radio access network</i>)
VAD	détection d'activité vocale (<i>voice activity detection</i>)
ViLTE	visiophonie sur LTE (<i>video-telephony over LTE</i>)
VoLTE	voix sur LTE (<i>voice over LTE</i>)

VoWiFi	voix sur WiFi (<i>voice over WiFi</i>)
VQE	amélioration de la qualité vocale (<i>voice quality enhancement</i>)
WB	large bande (spectre vocal) (<i>wide band (voice spectrum)</i>)
WiFi	réseau d'accès hertzien Wireless Fidelity (<i>wireless fidelity radio access network</i>)

5 Conventions

Aucune.

6 Brève introduction à la voix sur LTE et hypothèses

Cette Recommandation formule les hypothèses suivantes, conformément au profil IMS pour la voix défini par la Global System Mobile Association (GSMA) dans [b-GSMA IR.92] et les procédures de gestion des médias (partie voix uniquement) du service de téléphonie multimédia pour IMS (MTSI) définis dans [ETSI TS 126 114], pour ce qui est de la voix sur LTE (VoLTE):

- Les appels téléphoniques sont lancés et/ou reçus par un terminal connecté à un réseau d'accès hertzien 4G (accès radioélectrique de Terre universel évolué ou E-UTRAN).
- Les terminaux connectés au réseau E-UTRAN intègrent, par défaut, un client VoLTE, soit directement natif sur la puce, soit sous forme d'application dédiée.
- Le réseau E-UTRAN est connecté à un réseau central évolué en mode paquet (EPC). Le point de connexion est un noeud B amélioré (e-NodeB).
- Le réseau EPC permet la communication entre les terminaux 4G et les plates-formes cœur IMS, afin de passer des appels au moyen du protocole d'ouverture de session (SIP). Il n'existe pas d'autre moyen pour passer des appels.
- Le réseau EPC prend en charge la classification de qualité de service (QoS) (entre la fonction de mise en application de la politique et de la taxation (PCEF) et le terminal), tel que défini dans [ETSI TS 122 105] (section 5) et [ETSI TS 123 203] (section 6.1.7 et tableau associé partiellement reproduit dans le Tableau 1).
- L'identifiant de classification de qualité de service (QCI) 5 est attribué à la signalisation SIP.
- Les signaux vocaux en temps réel pendant les appels sont réalisés avec le protocole de transport en temps réel/de datagramme utilisateur (RTP/UDP) et reçoivent le QCI 1.
- Le fait d'appliquer le QCI 5 au support de signalisation SIP et le QCI 1 au support de voix en temps réel leur attribue une haute priorité par rapport à tous les supports de données, et il n'y a aucune dégradation du service vocal en cas d'utilisation d'une session de données sur le même appareil.
- Les appels téléphoniques sont possibles, de manière transparente, avec n'importe quel utilisateur final éloigné du réseau vocal à commutation de circuits (CS) connecté à un réseau téléphonique public commuté (PSTN) ou à un accès mobile 2G ou 3G. Cela implique que l'on part du principe que le service VoLTE est déployé sur la totalité du réseau 4G. On ne tient pas compte du cas des terminaux VoLTE sous 4G mais sans couverture VoLTE.
- Les appels téléphoniques entre deux clients VoLTE peuvent être passés avec n'importe quel débit binaire et mode codec du codage multidébit adaptatif (AMR) et du codage multidébit adaptatif large bande (AMR-WB), tel qu'indiqué à la section 3.2.1 de [b-GSMA IR.92]. Dans un futur proche, les services vocaux améliorés (EVS) du codec super large bande (SWB) seront également pris en charge. Les entités qui terminent le plan d'utilisateur (terminal, passerelles média (MGW)) prennent en charge les opérations sans transcodage (TrFO).

- La fonctionnalité TrFO sur le protocole d'ouverture de session avec ISUP encapsulé (SIP-I) est activée, ce qui signifie que la négociation du codec entre les réseaux VoLTE et les autres est réalisée de bout en bout.

Tableau 1 – Identifiants de classification de qualité utilisés pour la voix sur LTE
(source: [ETSI TS 123 203])

QCI	Type de ressource	Niveau de priorité	Limite du temps de propagation des paquets	Taux de perte par erreur de paquets	Exemples de services
1	GBR	2	100 ms (Note)	10^{-2}	Téléphonie
5	Non-GBR	1	100 ms (Note)	10^{-6}	Signalisation IMS

NOTE – Un retard de 20 ms pour la temporisation entre une fonction de mise en application de la politique et de la taxation (PCEF) et une station de radiocommunication de base doit être soustrait d'une limite de temps de propagation des paquets donnée pour déduire la limite de temps de propagation des paquets qui s'applique à l'interface radio. Ce retard est la moyenne entre le cas dans lequel la PCEF est située "près" de la station de radiocommunication de base (à peu près 10 ms) et le cas dans lequel la PCEF est située "loin" de la station de radiocommunication de base, par exemple, dans le cas de l'itinérance avec le trafic acheminé vers le pays d'origine (le retard de propagation des paquets dans un sens entre l'Europe et la côte ouest américaine est à peu près de 50 ms). La moyenne tient compte du fait que l'itinérance est un scénario moins typique. Normalement, la soustraction de ce retard moyen de 20 ms d'une limite de temps de propagation des paquets donnée devrait permettre d'obtenir la qualité de fonctionnement de bout en bout souhaitée, la plupart du temps. Notez également que la limite de temps de propagation des paquets définit une limite supérieure. Les temps de transfert réels des paquets – notamment pour le trafic au débit binaire garanti (GBR) – doivent généralement être inférieurs à la limite de propagation des paquets spécifiée pour un QCI, à condition que le terminal dispose d'une qualité de canal radioélectrique suffisante.

Ces éléments constituent un service vocal dit "géré", par opposition aux applications OTT sans recours à la signalisation SIP/IMS et sans trafic prioritaire.

Les deux dernières caractéristiques des QCI figurant dans le Tableau 1 (limite du temps de propagation des paquets et taux de perte par erreur de paquet) semblent constituer des cibles pour la qualité de service, potentiellement contraires à celles proposées dans les Tableaux 4 à 7. En réalité, comme indiqué dans la note figurant sous le Tableau 1, ces limites ne s'appliquent qu'aux messages de signalisation échangés entre le réseau d'accès radioélectrique et la plate-forme IMS (et en particulier à la PCEF, c'est-à-dire essentiellement en ce qui concerne les procédures de tarification).

Le Tableau 2 montre certaines valeurs maximales réalistes pour la limite du temps de propagation des paquets sur le réseau d'accès radioélectrique pour le plan d'utilisateur de la VoLTE, telles que mesurées sur certains réseaux opérationnels pour les appels 4G d'un téléphone mobile à un autre sur le même réseau. Ces valeurs sont issues des normes [ETSI TR 102 775] (voir les Tableaux A.13 et A.14) et [ETSI TR 125 912] (voir le Tableau 13.4).

Tableau 2 – Limite du temps de propagation des paquets pour le plan d'utilisateur sur un réseau d'accès 4G (appel 4G-4G)

Étape	Description	Liaison descendante	Liaison montante
1	Délai de traitement des nœuds eNB (S1-U->Uu)	1 ms	1 ms
2	Verrouillage de trames	1,022 ms	1,423 ms
3	TTI pour les PAQUETS DE DONNÉES	0,675 ms	0,675 ms
4	Retransmissions HARQ	5 ms x proportion HARQ	5 ms x proportion HARQ
5	Délai de traitement de l'équipement utilisateur	1 ms	1 ms
6	Temps de transfert S1-U et AGW	7 ms	15 ms
	Temps total dans un sens (exemple avec 30% pour HARQ)	12,2 ms	20,6 ms

Dans le cas où l'un des éléments essentiels décrits ci-dessus (terminal VoLTE compatible, plate-forme IMS) n'est pas disponible, l'appel sera traité en suivant la procédure de repli de commutation de circuits (voir le § 7). Ci-après, lorsqu'une disposition de la présente Recommandation est applicable aux cas d'utilisation de la VoLTE et du repli de commutation de circuits, cela sera indiqué expressément. Lorsque les dispositions ne sont pas applicables, mais que des informations pertinentes sont fournies dans la Recommandation [UIT-T G.1028.2], il sera fait expressément référence à cette Recommandation.

Les mécanismes de qualité de service pertinents utilisés dans le réseau d'accès 4G ou dans les plates-formes EPC et IMS pour gérer le service vocal ne sont pas pris en compte dans cette Recommandation en tant que partie obligatoire d'un service VoLTE, mais leur impact sur la qualité perçue de bout en bout sera prise en compte, autant que faire se peut. Les fonctionnalités les plus fréquentes sont les suivantes:

- La compression d'en-tête robuste (RoHC, voir [IETF RFC 3095]) est une méthode qui vise à raccourcir la taille des paquets vocaux (l'en-tête représente souvent 60% du total d'un paquet et peut être réduit par un facteur allant jusqu'à 20 grâce à la RoHC) et limiter ainsi la largeur de bande occupée du réseau.
- Le regroupement des intervalles de temps de transmission (TTI) est un mécanisme qui vise à améliorer la couverture en limite de cellule 4G ou dans des conditions de propagation radioélectrique médiocres, en transmettant chaque paquet quatre fois d'affilée (sans complément de signalisation).
- La programmation semi-permanente simplifie l'attribution et la réattribution des ressources radioélectriques dans une cellule, ce qui permet ainsi des appels VoLTE plus simultanés et une consommation d'énergie moindre des batteries des appareils.
- La transmission discontinue (DTX) est une technique qui vise à réduire la largeur de bande occupée par un appel téléphonique, en ne transmettant pas les données pendant les périodes de silence.
- La réception discontinue (DRX) met le terminal dans une répétition périodique des modes veille et réveil (pour être à l'écoute des messages en provenance du réseau), ce qui permet d'économiser la batterie.
- Les conditions préalables SIP, telles que spécifiées dans la section 2.4.1 de [b-GSMA IR.92] et [ETSI TS 124 229], peuvent être ajoutées aux messages de protocole de description de session (SDP) échangés entre les terminaux et IMS pour s'assurer que les supports

radioélectriques dédiés sont disponibles pour établir la communication. Cela renforce le processus d'établissement des communications mais peut le rallonger de plusieurs secondes.

- La sélection du domaine de service d'origine ou de terminaison (T-SDS et O-SDS) permet de sélectionner entre le domaine CS ou IMS pour fournir le service vocal à un terminal VoLTE dans le cas d'une couverture réseau VoLTE et CS. Le mécanisme de sélection du domaine pour communiquer la terminaison d'appel du réseau au terminal est appelé sélection de domaine d'accès de terminaison (T-ADS).

7 Modèles fictifs de référence

L'architecture globale qui prend en charge les services VoLTE est visible sur la Figure 1 :

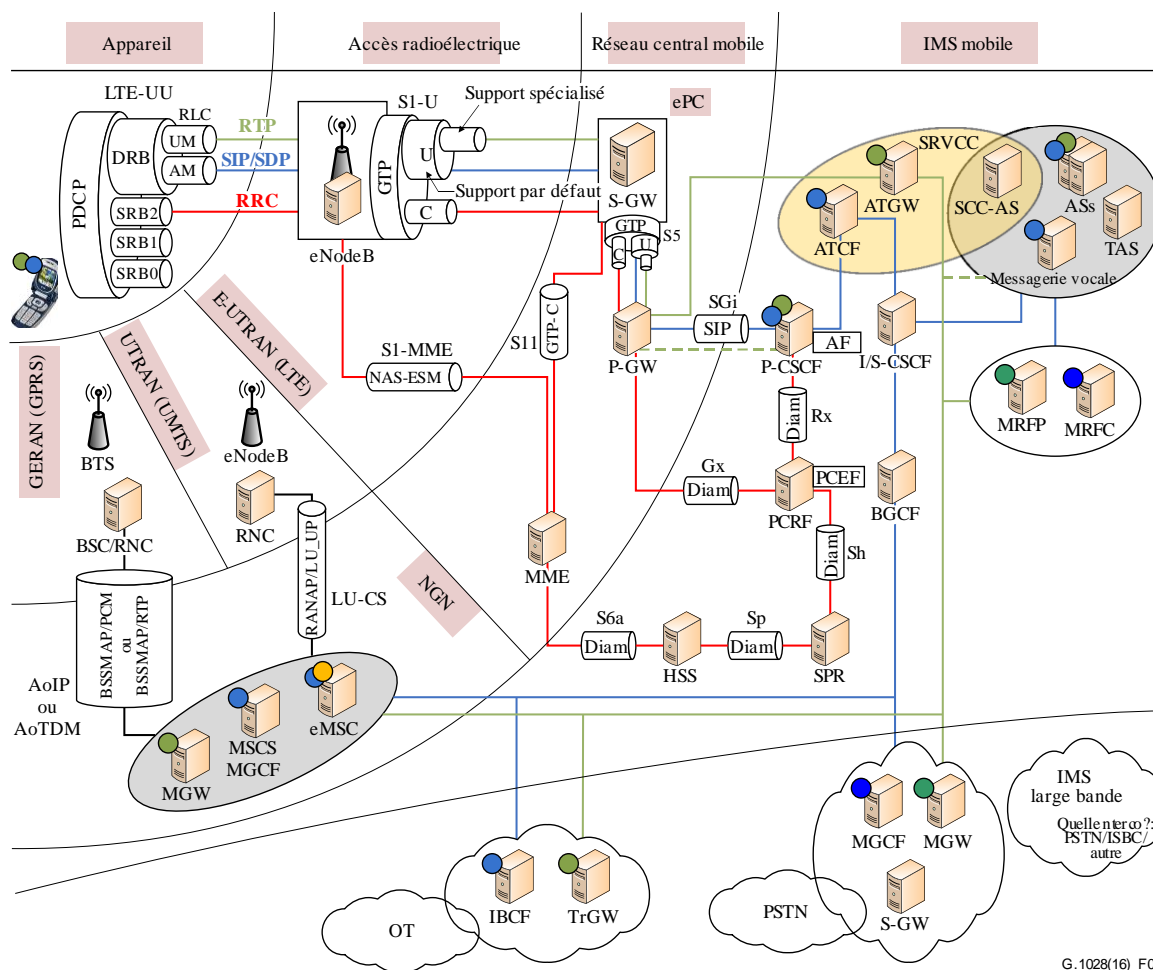


Figure 1 – Architecture générale des services VoLTE

Plusieurs blocs constituant les éléments de base d'un modèle de référence sont présents :

- Le terminal
- Le réseau E-UTRAN
- Le réseau EPC
- Le réseau central IMS mobile
- Les autres réseaux d'accès radioélectrique (GERAN et UTRAN)
- Les réseaux centraux mobiles pour la 2G et la 3G
- L'interconnexion avec les autres réseaux EPC ou fixes

La description ci-dessus est simplifiée dans la Figure 2:

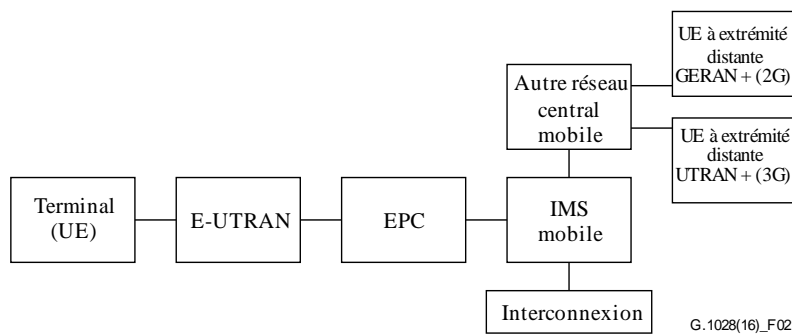


Figure 2 – Architecture simplifiée des services VoLTE

Cette Recommandation propose une vue d'ensemble de l'impact des différents problèmes sur la qualité perçue, ainsi qu'une estimation de la quantification de cet impact par élément constitutif du modèle de référence hypothétique, pour plusieurs scénarios de bout en bout qui relèvent du domaine d'activité de cette Recommandation.

Un client d'un service VoLTE peut expérimenter plusieurs types d'appels:

- Appel de base: avec un autre utilisateur VoLTE connecté au même réseau 4G (voir le § 7.1) ou avec un utilisateur d'un autre réseau vocal (CS ou PSTN, voir le § 7.3 et 7.4).
- Repli de commutation de circuits (CSFB): un appel avec un autre terminal 4G, quand l'une des deux extrémités doit réaliser un repli sur une connexion CS via la 3G ou la 2G avant l'établissement des appels. Du point de vue de l'utilisateur, le CSFB est automatique et transparent, et aucune action n'est nécessaire. La réalisation du CSFB en termes d'établissement des appels est considérée comme une sous-partie de l'exécution d'un appel de base et est traitée expressément dans la Recommandation [UIT-T G.1028.2]. Une fois le CSFB réalisé, les objectifs de qualité en termes d'intégrité et de continuité des appels sont semblables à ceux d'un appel de base (voir les § 7.3 et 7.4).
- Interconnexion: un appel entre deux terminaux VoLTE connectés à deux réseaux interconnectés différents (voir le § 7.2).
- Trombone IMS: quand le terminal VoLTE est sous couverture CS, la signalisation et les plans d'utilisateur transitent par le domaine IMS. Du point de vue de la qualité de fonctionnement de bout en bout, le trombone IMS ne doit avoir un impact que sur le retard de transmission de bout en bout et le temps d'attente après numérotation (PDD). Ce type d'appel n'entre pas dans le champ d'application de la présente Recommandation.

En raison de la mobilité, un appel lancé sous une couverture VoLTE 4G peut avoir à être transféré (HO) sous une couverture CS pour pouvoir continuer. Ce processus, également connu sous l'appellation SRVCC, n'entre également pas dans le champ d'application de cette Recommandation et devrait faire l'objet d'une révision ultérieure.

Un appel lancé sous une couverture VoLTE 4G peut aussi devoir être transféré à une couverture de réseau local d'accès hertzien. Un terminal 4G peut aussi directement démarrer un appel téléphonique sur une plate-forme IMS sous ce type de couverture hertzienne. Ce processus, également connu sous l'appellation Voix sur WiFi (VoWiFi), n'entre pas non plus dans le champ d'application de cette Recommandation et devrait faire l'objet d'une révision ultérieure.

Les scénarios les plus fréquents pris en compte dans cette Recommandation sont détaillés ci-dessous.

7.1 Communication LTE-LTE sur le même réseau

Comme l'illustre la Figure 3, deux clients du même service VoLTE sont en communication. On part du principe qu'ils ne sont pas couverts par la même cellule.

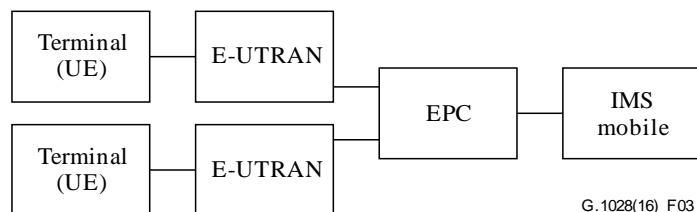


Figure 3 – Modèle de référence hypothétique pour une communication LTE-LTE sur le même réseau

7.2 Communication LTE-LTE entre deux réseaux interconnectés (y compris l'itinérance)

La Figure 4 montre les clients de services VoLTE de deux opérateurs différents en communication. Les réseaux principaux IMS sont interconnectés, ce qui permet la signalisation et la continuité des plans d'utilisateurs.

On part du principe que cette interconnexion repose sur IP (la solution de la multiplication de domaine temporel (TDM) n'est pas envisagée). On part également du principe que la fonctionnalité SIP-I TrFO sur le protocole d'ouverture de session est activée sur les deux réseaux.

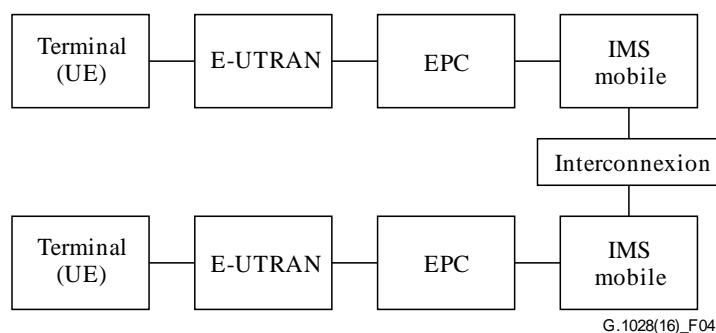


Figure 4 – Modèle de référence hypothétique pour une communication LTE-LTE entre deux réseaux interconnectés

Deux cas différents d'interconnexion VoLTE peuvent être abordés:

- Les deux réseaux sont directement interconnectés ce qui permet d'utiliser le même codec – comme dans le cas du réseau mobile terrestre public (PLMN) – et de faibles valeurs de temps d'attente après numérotation et de retard de transmission de bout en bout.
- Les deux réseaux sont interconnectés par le biais d'un réseau intermédiaire CS qui augmente le temps d'attente après numérotation et le retard de transmission de bout en bout, réduit le débit du codec, et peut même provoquer la perte de la voix haute définition (voix HD) (si le codec WB AMR n'est pas pris en charge par le réseau CS).

7.3 Communication LTE-3G

Quand un client VoLTE est en communication avec un client mobile CS, l'IMS mobile est connecté au réseau principal mobile 3G (voir Figure 5), ce qui permet la signalisation et la continuité des plans d'utilisateurs.

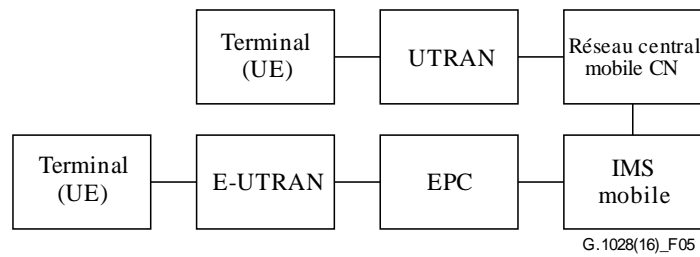


Figure 5 – Modèle de référence hypothétique pour une communication LTE-3G

7.4 Communication LTE-RTPC

Quand un client VoLTE est en communication avec un utilisateur sur le RTPC, l'IMS mobile est connecté à l'IMS fixe (voir Figure 6), ce qui permet la signalisation et la continuité des plans d'utilisateurs.

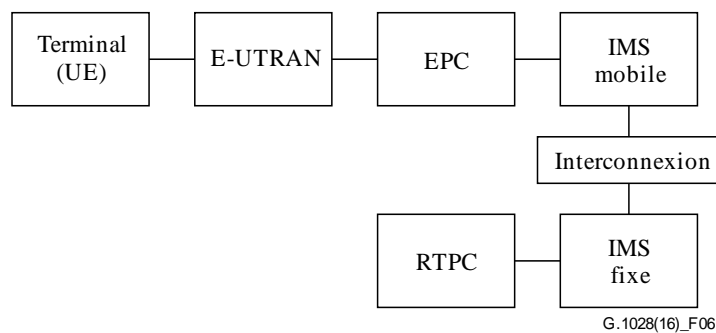


Figure 6 – Modèle de référence hypothétique pour une communication LTE-RTPC

Tous les scénarios, y compris l'interconnexion avec un autre réseau, peuvent comprendre des conduits internationaux très longs. Il s'agit là d'un cas particulier qui ne devrait pas entrer en ligne de compte dans les questions générales de budget liées aux retards de propagation.

8 Aspects liés à la qualité de service pour les services de voix sur LTE

La Figure 7 illustre les dégradations de qualité de service typiquement rencontrées lors d'un appel VoLTE. On entend par qualité de service la définition formulée dans [UIT-T E.800]. Les principaux éléments du réseau sont représentés de manière à mettre en évidence les éléments de signalisation et de médias, ainsi que les connexions avec les plates-formes RTPC ou mobiles.

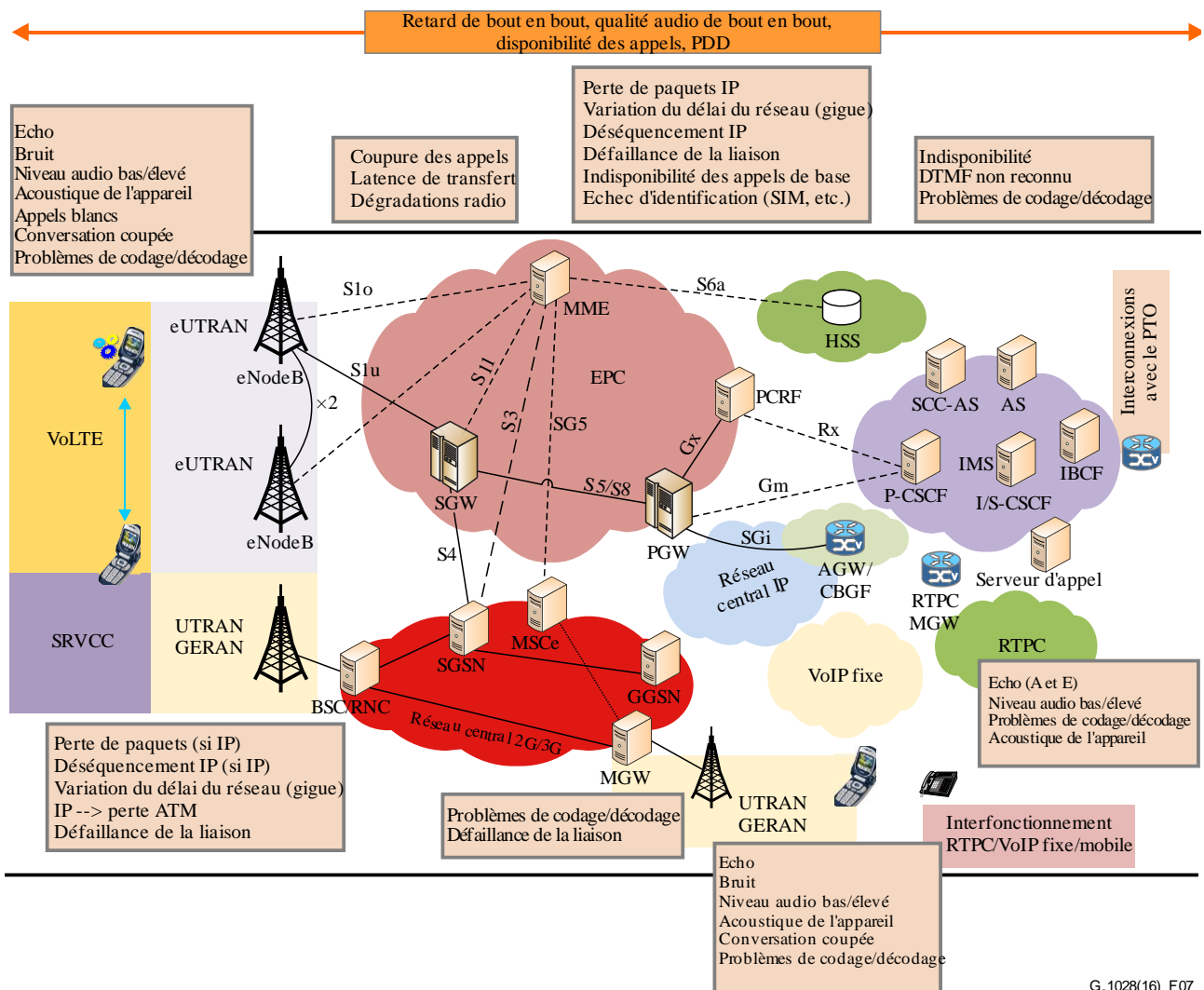


Figure 7 – Dégradations typiques des communications VoLTE

Du point de vue du client (qualité de service requise et perçue, telle que définie dans [UIT-T G.1000]), ces dégradations se répartissent dans les catégories suivantes:

- Qualité d'exécution de la session d'appel
 - Problèmes d'enregistrement au service (IMS/SIP).
 - Problèmes d'établissement des appels (mauvaise accessibilité).
 - Échec de la continuité (ou continuabilité), y compris impact de la mobilité (transferts radio et événements SRVCC).
- Qualité perçue de la parole pendant l'appel (intégrité)
 - Contenu en fréquence. Il s'agit du spectre vocal des signaux présentés aux utilisateurs finals (NB, WB ou SWB) et de ses distorsions possibles.
 - Interruptions. Concerne tous les événements qui entraînent l'écrêtage du signal de parole pendant la conversation.
 - Retard de bout en bout (impact sur l'interactivité de la conversation)
 - Présence de bruits indésirables, quelle que soit leur origine.

Vous trouverez à l'Annexe A une liste plus détaillée des dégradations typiques rencontrées par les utilisateurs finals du service VoLTE, ainsi que de leurs causes potentielles, complétées, en ce qui

concerne les causes propres au repli de commutation de circuits, par le § 9 de la Recommandation [UIT-T G.1028.2].

Le service VoLTE peut aussi avoir un impact sur d'autres services ou fonctionnalités de l'appareil. Par exemple:

- la qualité du transfert de données est potentiellement influencée par la présence de l'utilisation du VoLTE sur la même cellule;
- l'autonomie de la batterie peut devenir critique si l'utilisation d'une application donnée (ici VoLTE) consomme trop d'énergie.

Ces aspects n'entrent toutefois pas dans le champ d'application de la présente Recommandation.

Pour signaler, surveiller et dépanner ces problèmes de qualité de service rencontrés par les clients, il convient de mettre en place une architecture de mesure cohérente avec les critères de performance appropriés. Tel est l'objet des paragraphes suivants.

9 Indicateurs pertinents et objectifs de qualité

Les indicateurs pertinents relatifs à une communication de bout en bout, telle que perçue par un utilisateur final couvert par un réseau 4G conforme VoLTE qui émet des communications, sont regroupés dans le Tableau 3 avec les indicateurs fondamentaux de performance (IFP) du réseau correspondants.

Tableau 3 – Indicateurs de qualité de bout en bout et IFP réseau correspondants

Indicateurs de bout en bout	Définition	IFP réseau IP
Taux de réussite de l'enregistrement	Taux de tentatives d'enregistrement réussies au service VoLTE Équivalent au taux de réussite de l'enregistrement IMS tel que défini dans [ETSI TR 103 219] Ce critère de mesure ne s'applique pas au repli de commutation de circuits	<u>Taux de réussite de l'enregistrement</u> IFP relatif à IMS et basé sur les compteurs P-CSCF. Équivalent à 1 – ratio de tentative d'enregistrement inefficace (IRA), tel que défini dans [IETF RFC 6076]
Disponibilité du service	Disponibilité du service de bout en bout en termes de capacité à établir des communications à partir et à destination d'un client VoLTE. Équivalent à 1 – ratio d'échec de configuration de session VoLTE tel que défini dans [ETSI TR 103 219] Équivalent à 1 – non-accessibilité des services de téléphonie tel que défini dans [UIT-T E.804] (§ 7.3.6.1) Pour le repli de commutation de circuits, un critère de mesure spécifique est donné au § 7.1 de la Recommandation [UIT-T G.1028.2]	<u>Ratio d'efficacité du réseau</u> Mesure la capacité du réseau, du point de vue de la plate-forme de service, à acheminer des appels au client VoLTE. Basé sur le protocole SIP, le taux d'erreur réseau (NER) est équivalent au taux d'efficacité d'établissement de session (SEER), tel que défini dans [IETF RFC 6076]
Temps d'attente après numérotation	Intervalle de temps (en secondes) entre la fin de la numérotation par l'appelant et la réception par lui, en retour, de la tonalité de retour d'appel ou de l'annonce enregistrée.	<u>Temps d'établissement de la session SIP</u> Intervalle entre l'envoi du message INVITE (avec SDP) et du message ACK (180 ou 200) du côté origine.

Tableau 3 – Indicateurs de qualité de bout en bout et IFP réseau correspondants

Indicateurs de bout en bout	Définition	IFP réseau IP
	<p>Équivalent du temps d'établissement des communications, tel que défini dans [UIT-T E.800]</p> <p>Équivalent du temps d'établissement de la téléphonie, tel que défini dans [UIT-T E.804] (§ 7.3.6.2)</p> <p>Ce critère de mesure s'applique au repli de commutation de circuits, avec certaines spécificités fournies au § 7.2 de la Recommandation [UIT-T G.1028.2]</p>	<p>Équivalent à un temps d'attente de demande de session (SRD) réussi, tel que défini dans [IETF RFC 6076]</p>
<p>Qualité vocale (MOS-LQO)</p>	<p>Équivalent à la qualité de la parole tel que défini dans [UIT-T P.10].</p> <p>Les modèles tels que ceux définis dans [UIT-T P.862] et [UIT-T P.863] proposent une vue objective de la qualité du signal vocal, tel qu'il peut être perçu par le client.</p> <p>Peut être consulté sur la base des appels ou d'échantillons (voir [UIT-T E.804] § 7.3.6.3 et 7.3.6.4)</p> <p>Ce critère de mesure s'applique au repli de commutation de circuits</p>	<p><u>Indice de qualité du réseau</u> ([UIT-T G.107], [UIT-T P.564])</p> <p><u>Taux de perte de paquets IP</u> (voir définition du <u>taux de perte de paquets IP (IPLR)</u> dans [UIT-T Y.1540]): plusieurs points de mesure possibles.</p>
<p>Temps de propagation de la bouche à l'oreille</p>	<p>Le temps nécessaire pour le signal de parole pour aller de la bouche du locuteur à l'oreille de l'auditeur</p> <p>Ce critère de mesure s'applique au repli de commutation de circuits</p>	<p><u>Temps de transfert des paquets IP</u> (voir la définition du temps de transfert des paquets IP (IPTD) dans [UIT-T Y.1540])</p> <p><u>Temps de transmission aller-retour</u></p> <p>Correspond approximativement à deux fois le retard de transmission de bout en bout</p> <p>Peut être mesuré en fonction des messages de protocole RTCP</p>
<p>Taux de coupure des appels</p>	<p>Continuité de service en termes de capacité à assurer les appels jusqu'à leur fin normale.</p> <p>Équivalent au taux d'interruption des communications téléphoniques tel que défini dans [UIT-T E.804] (§ 7.3.6.5)</p> <p>Ce critère de mesure s'applique au repli de commutation de circuits</p>	<p><u>Taux de réalisation de session</u> IFP relatif à IMS et basé sur les compteurs P-CSCF</p> <p>Équivalent au ratio de réalisation de session (SCR), tel que défini dans [IETF RFC 6076]</p>

Tableau 3 – Indicateurs de qualité de bout en bout et IFP réseau correspondants

Indicateurs de bout en bout	Définition	IFP réseau IP
Largeur de bande vocale (NB, WB ou SWB)	Mesure de la largeur de bande utilisée (NB ou WB normale ou même limite de largeur de bande partielle et indésirable) Ce critère de mesure s'applique au repli de commutation de circuits	<u>Statistiques du codec</u> Les informations relatives à la sélection du codec (AMR et AMR WB) et des modes de codec, ainsi qu'à la commutation entre eux, accessibles sur les messages de protocole SIP.

Il convient de noter que la définition du temps d'attente après numérotation dans le Tableau 3 est équivalente à celle d'autres critères de mesure définis ailleurs. L'"équivalence" dont il est question ici ne signifie pas que le temps d'attente après numérotation et le temps d'établissement de l'appel sont deux intitulés pour un seul et même critère de mesure. La seule définition applicable au temps d'attente après numérotation est celle fournie dans le Tableau 3. Les autres critères de mesure ne sont que des indicateurs "semblables" au temps d'attente après numérotation, utiles pour estimer la durée et les variations du temps d'attente après numérotation.

Dans le Tableau 3, l'indicateur fondamental de performance pour le protocole Internet associé au temps d'attente après numérotation (temps d'établissement de la session SIP) est défini avec deux déclencheurs possibles: "180 Ringing" ou "200 OK". Toutefois, ces deux messages SIP ont des significations spécifiques différentes. On trouvera ci-dessous des orientations concernant l'utilisation de ces messages pour mesurer le temps d'établissement de la session SIP:

- Du point de vue d'un utilisateur, l'information pertinente est la tonalité de retour d'appel qu'il peut entendre dans son téléphone. Cette tonalité est généralement déclenchée à la réception d'un message "180 Ringing".
- Dans le contexte de l'itinérance, certains réseaux LTE envoient un message "180 Ringing" à l'utilisateur appelant quel que soit le statut réel de l'utilisateur appelé et du réseau de destination (dans certains réseaux, le message "180 Ringing" peut être envoyé quel que soit le statut des préconditions). L'appelant peut entendre une tonalité de retour d'appel lorsque la procédure d'établissement de l'appel a échoué. Seule la réception d'un message "200 OK" après le message "180 Ringing" peut signifier que tel n'est pas le cas. Toutefois, le message "200 OK" peut parvenir quelques instants après le déclenchement de la tonalité sur le terminal de l'appelant, le temps d'attente après numérotation perçu étant ainsi surestimé.

Par conséquent, il est recommandé:

- d'utiliser le message "180 Ringing" comme déclencheur de la mesure du temps d'attente après numérotation tel que perçu par les utilisateurs finals, strictement réservé aux cas dans lesquels il est absolument certain que le réseau n'envoie pas ce message avant que l'appelé et le réseau de destination acceptent l'appel;
- d'utiliser le message "200 OK" dans tous les cas, pour mesurer le temps d'établissement de la session IP et qualifier l'établissement de l'appel lors que les préconditions sont remplies, et pour déclencher la mesure du temps d'attente après numérotation tel que perçu par les utilisateurs finals lorsque les restrictions ci-dessus ne peuvent pas être respectées.

Les points de mesure dans les procédures de configuration et de terminaison de session VoLTE sont représentés sur les Figures 8 et 9.

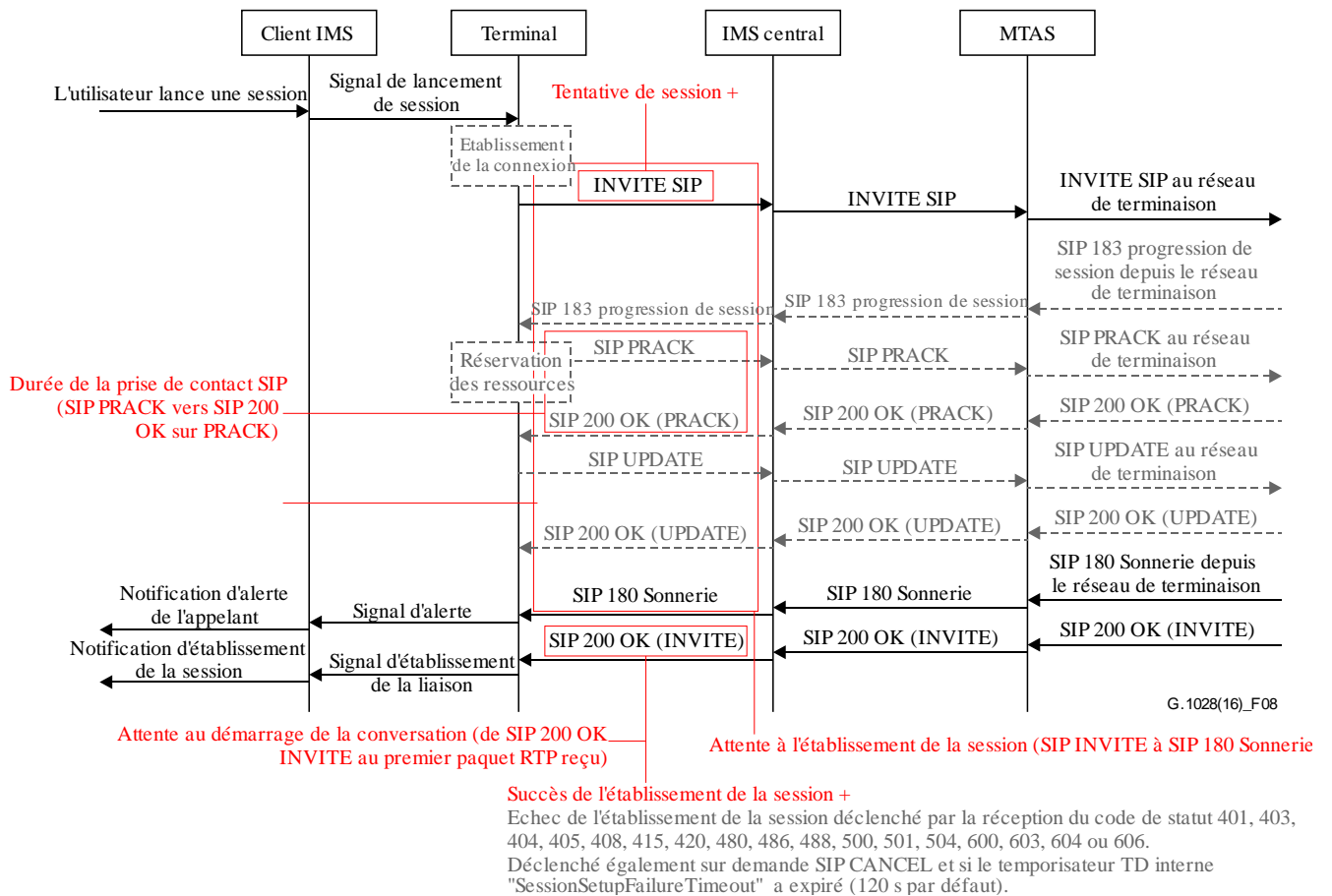


Figure 8 – Flux de mesure de configuration de session VoLTE

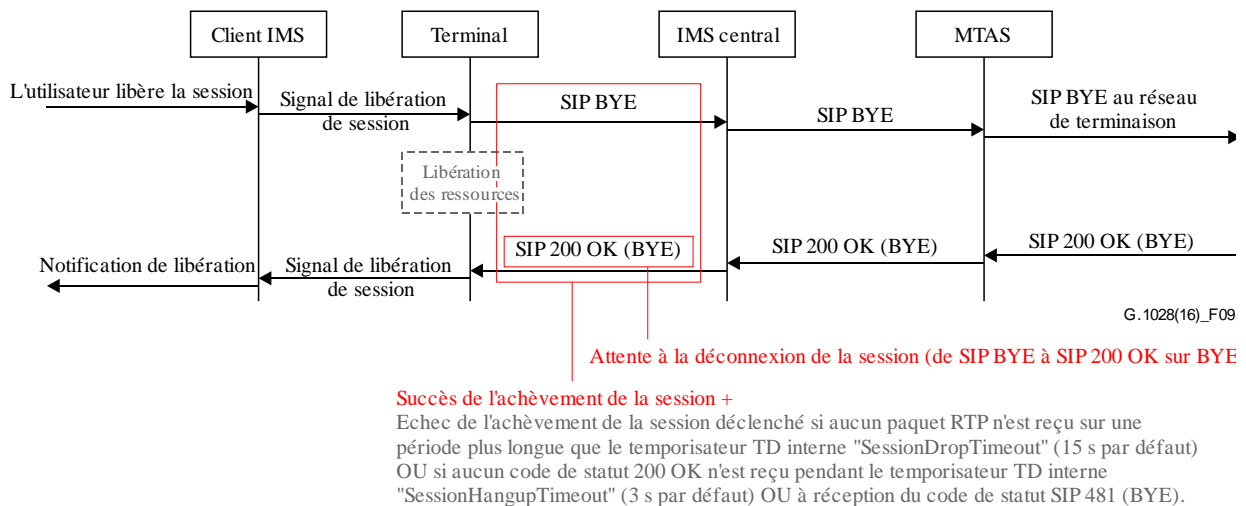


Figure 9 – Flux de mesure de terminaison de session VoLTE

Pour la plupart des indicateurs figurant dans le Tableau 3, un budget peut être attribué aux différents segments qui composent les conduits de bout en bout tel qu'indiqué au § 6. Les Tableaux 4 à 7 fournissent des indications sur les valeurs cibles qui peuvent être raisonnablement atteintes sur chacun de ces segments pour chaque connexion de référence fictive décrite au § 7. Le budget total ne concorde pas nécessairement avec la somme de tous les budgets individuels.

Ces objectifs sont des exemples de valeurs réalistes que les opérateurs réseau peuvent atteindre quand ils utilisent des outils conformes aux normes en vigueur. Ainsi, les notes moyennes d'opinion (MOS) des Tableaux 4 à 7 sont des valeurs moyennes lors de l'application de [UIT-T P.863] avec la phrase de référence appropriée (c'est-à-dire conforme à [UIT-T P.863.1]) et de l'exécution d'un petit essai en mouvement avec des appareils de pointe. Pour les essais en mouvement plus longs avec par exemple des transferts, ces valeurs peuvent être considérées comme un maximum. Pour les essais en laboratoire dans un environnement propre stable, elles peuvent être considérées comme une valeur minimale. À noter que ces données sont susceptibles de changer à l'avenir avec l'apparition de nouveaux appareils et de nouvelles configurations de réseau.

Communication LTE-LTE sur le même réseau

Tableau 4 – Budgets relatifs à la qualité des communications LTE-LTE sur le même réseau

Indicateurs de bout en bout	Budget TOTAL	Terminal	E-UTRAN	EPC	IMS mobile	Réseau de transmission
Taux de réussite de l'enregistrement	99,9%	99,9%	99,9%	100%	99,9%	Pas de cible
Disponibilité du service	99% Note 1	Pas de cible	Pas de cible	Pas de cible	Pas de cible	Pas de cible
Temps d'attente après numérotation (PDD)	LTE-LTE: 3,5 s (Note 2) CSFB: 6 s (Note 3)	Pas de cible	Pas de cible	Pas de cible	Pas de cible	Pas de cible
Qualité vocale (MOS-LQxSW)	4 (Note 4)	Pas de cible	Pas de cible	Pas de cible	Pas de cible	Pas de cible
Temps de propagation de la bouche à l'oreille	400 ms (Note 5)	190 ms (envoi + réception) (Note 6)	5 ms	15 ms	0	10 ms (peut être supérieur pour les grands pays)
Taux de coupure des appels	2%	Pas de cible	Pas de cible	Pas de cible	Pas de cible	Pas de cible

NOTE 1 – L'objectif de qualité de traitement des appels selon [ETSI TS 101 563] est supérieur à 99,9%.

NOTE 2 – [ETSI TS 101 563] recommande 5,9 s avec une probabilité de 95% sous 2,4 s.

NOTE 3 – Seul le repli de commutation de circuits côté origine mobile est pris en compte ici.

NOTE 4 – Part de l'hypothèse d'une utilisation d'AMR-WB à un débit de 23,85 kbit. L'utilisation d'autres codecs et/ou débits donnera d'autres valeurs.

NOTE 5 – [UIT-T G.114] spécifie une valeur maximale préférée de 150 ms, impossible à atteindre actuellement; certains opérateurs réseau sont en mesure d'assurer des appels nationaux avec des retards inférieurs à 250 ms.

NOTE 6 – Selon [ETSI TS 126 131].

Budgets relatifs à la qualité des communications LTE-LTE entre deux réseaux interconnectés (itinérance incluse)

Tableau 5 – Budgets de qualité pour une communication LTE-LTE entre deux réseaux interconnectés

Indicateurs de bout en bout	Budget TOTAL	Terminal	E-UTRAN	EPC	IMS mobile	Réseau de transmission (international)
Taux de réussite de l'enregistrement	99,9%	99,9%	99,9%	100%	99,9%	Pas de cible
Disponibilité du service	99%	Pas de cible	Pas de cible	Pas de cible	Pas de cible	Pas de cible
Temps d'attente après numérotation (PDD)	LTE-LTE: 4 s CSFB: 6 s (Note 1)	Pas de cible	Pas de cible	Pas de cible	Pas de cible	Pas de cible
Qualité vocale (MOS-LQxSW)	4 (si voix HD + TrFO) (Note 2) 2,8 (dans les autres cas)	Pas de cible	Pas de cible	Pas de cible	Pas de cible	Pas de cible
Temps de propagation de la bouche à l'oreille	400 ms (Note 3)	190 ms (envoi + réception) (Note 4)	80 ms des deux côtés	50 ms	0	Voir les valeurs types dans [b-GSMA IR.34] Tableau 7
Taux de coupure des appels	2%	Pas de cible	Pas de cible	Pas de cible	Pas de cible	Pas de cible

NOTE 1 – Seul le repli de commutation de circuits côté origine mobile est pris en compte ici.
 NOTE 2 – Suppose l'utilisation d'AMR-WB avec un débit de 23,85 kbit/s. L'utilisation d'autres codecs et/ou débits donnera d'autres valeurs.
 NOTE 3 – [UIT-T G.114] spécifie une valeur maximale préférée de 150 ms, impossible à atteindre actuellement; certains opérateurs réseau sont en mesure d'assurer des appels nationaux avec des retards inférieurs à 250 ms.
 NOTE 4 – Selon [ETSI TS 126 131].

Communications LTE-3G

Tableau 6 – Budgets relatifs à la qualité des communications LTE-3G

Indicateurs de bout en bout	Budget TOTAL	Terminal	E-UTRAN	EPC	IMS mobile	Réseau de transmission (international)	Réseau d'accès extrémité distante	Terminal extrémité distante
Taux de réussite de l'enregistrement	99,9%	99,9%	99,9%	100%	99,9%	Pas de cible	Pas de cible	Pas de cible
Disponibilité du service	98%	Pas de cible	Pas de cible	Pas de cible	Pas de cible	Pas de cible	Pas de cible	Pas de cible

Tableau 6 – Budgets relatifs à la qualité des communications LTE-3G

Indicateurs de bout en bout	Budget TOTAL	Terminal	E-UTRAN	EPC	IMS mobile	Réseau de transmission (international)	Réseau d'accès extrémité distante	Terminal extrémité distante
Temps d'attente après numérotation (PDD)	4,5 s CSFB: à étudier	Pas de cible	Pas de cible	Pas de cible	Pas de cible	Pas de cible	Pas de cible	Pas de cible
Qualité vocale (MOS-LQxSW)	3,8 (si voix HD + TrFO) 2,8 (dans les autres cas) Note 1	Pas de cible	Pas de cible	Pas de cible	Pas de cible	Pas de cible	Pas de cible	Pas de cible
Temps de propagation de la bouche à l'oreille	400 ms Note 2	190 ms (envoi + réception) Note 3	80 ms	50 ms	0	Voir les valeurs types dans [b-GSMA IR.34] Tableau 7	UTRAN: 90	0
Taux de coupure des appels	3%	Pas de cible	Pas de cible	Pas de cible	Pas de cible	Pas de cible	Pas de cible	Pas de cible

NOTE 1 – Suppose l'utilisation d'AMR-WB avec un débit de 12,65 kbit/s. L'utilisation d'autres codecs et/ou débits donnera d'autres valeurs.

NOTE 2 – [UIT-T G.114] spécifie une valeur maximale préférée de 150 ms, impossible à atteindre actuellement; certains opérateurs réseau sont en mesure d'assurer des appels nationaux avec des retards inférieurs à 300 ms.

NOTE 3 – Selon [ETSI TS 126 131].

Communications LTE-RTPC

Tableau 7 – Budgets relatifs à la qualité des communications LTE-RTPC

Indicateurs de bout en bout	Budget TOTAL	Terminal	E-UTRAN	EPC	IMS mobile	Réseau de transmission (international)	RTPC
Taux de réussite de l'enregistrement	99,9%	99,9%	99,9%	100%	99,9%	Pas de cible	Pas de cible
Disponibilité du service	99%	Pas de cible	Pas de cible	Pas de cible	Pas de cible	Pas de cible	100%
Temps d'attente après numérotation (PDD)	4 s CSFB: à étudier	Pas de cible	Pas de cible	Pas de cible	Pas de cible	Pas de cible	Pas de cible
Qualité vocale (MOS-LQxSW)	3.1 (Note 1)	Pas de cible	Pas de cible	Pas de cible	Pas de cible	Pas de cible	Pas de dégradation
Temps de propagation de	400 ms (Note 2)	190 ms (envoi + réception)	80 ms	50 ms	0	Voir les valeurs types dans	10 ms

Tableau 7 – Budgets relatifs à la qualité des communications LTE-RTPC

Indicateurs de bout en bout	Budget TOTAL	Terminal	E-UTRAN	EPC	IMS mobile	Réseau de transmission (international)	RTPC
la bouche à l'oreille		(Note 3)				[b-GSMA IR.34] Tableau 7	
Taux de coupure des appels	2%	Pas de cible	Pas de cible	Pas de cible	Pas de cible	Pas de cible	0%
<p>NOTE 1 – Suppose l'utilisation d'AMR avec un débit de 12,2 kbit/s. L'utilisation d'autres codecs et/ou débits donnera d'autres valeurs.</p> <p>NOTE 2 – [UIT-T G.114] spécifie une valeur maximale préférée de 150 ms, impossible à atteindre actuellement; certains opérateurs réseau sont en mesure d'assurer des appels nationaux avec des retards inférieurs à 250 ms.</p> <p>NOTE 3 – Selon [ETSI TS 126 131].</p>							

10 Recommandations sur la surveillance de la qualité de service et le dépannage

10.1 Points de surveillance de la qualité de service recommandés

Les points de mesure sont nécessaires pour localiser les problèmes, qu'ils soient d'ordre économique ou opérationnel, afin de limiter le nombre de sondes, de robots et autres outils.

L'objectif est d'assurer une bonne représentation du territoire couvert en termes statistiques pour la génération de rapports, la surveillance et le dépannage avec les sources ou les outils de mesure associés (sondes, robots, compteurs et enregistrements détaillés des appels – CDR).

Trois types de points de mesure sont envisageables (voir la Figure 10 ci-dessous):

- Aux points d'extrémité où les utilisateurs finals accèdent au service et l'expérimentent (ici A et J).
- Aux interfaces où le plan d'utilisateur est accessible, en général aux points de démarcation entre les tronçons de réseau ou les technologies de transmission: ici B, D, E et G.
- Aux points de présence des éléments serveur concernant le plan de signalisation: ici les points C, F et H (mais également E).

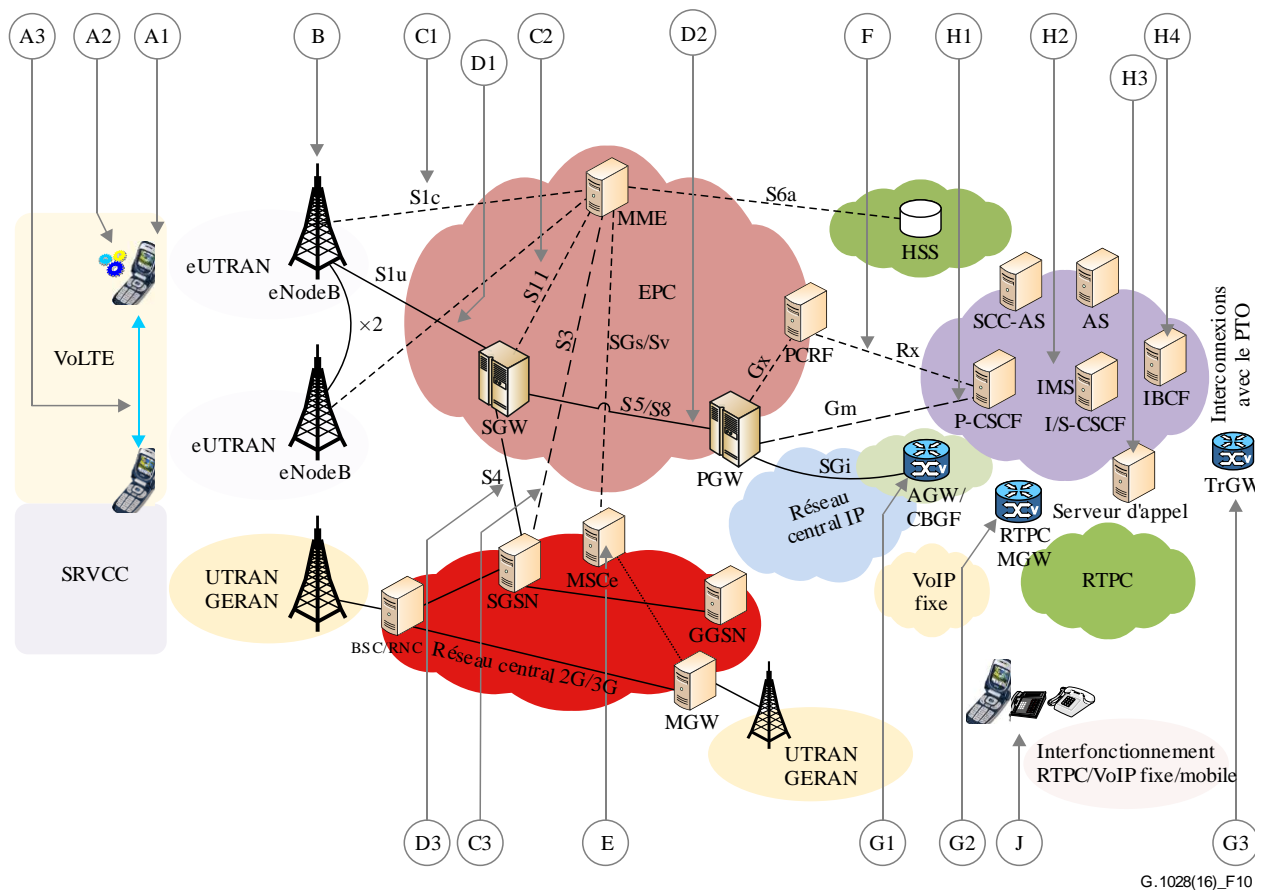


Figure 10 – Points de mesure de la qualité de service VoLTE

10.1.1 Points de mesure A1, A2 et A3

La mesure dans les locaux des abonnés est absolument nécessaire pour répondre à l'important besoin de connaissances au sujet de la manière dont la qualité de service est ressentie par les utilisateurs finals. Cela permet d'obtenir une véritable vision de bout en bout dans la mesure où on ne peut l'obtenir autrement.

Vient ensuite, naturellement, la question de la représentation: Combien de points de mesure? Quelle répartition géographique? La réponse dépend des solutions possibles aux points de mesure concernés.

Plusieurs mises en oeuvre sont possibles:

Le point de mesure **A1** concerne les mesures du point de vue de la génération de rapports (campagnes d'essais manuels).

En fait, ce point n'est pas obligatoire pour la supervision. Mais du point de vue de l'opérateur, de nombreuses évaluations de la qualité de service selon cette méthodologie sont réalisées chaque année sur la totalité du réseau à des fins réglementaires ou de référence. Il s'agit donc d'un moyen de vérifier la qualité de service et d'essayer de résoudre les problèmes qui se présentent.

Cela permet de tester la précision des mesures de bout en bout, mais aussi la disponibilité et la continuité. Une telle méthodologie repose généralement sur:

- une couverture qualitative et représentative du pays (zone rurale, villes de différentes tailles, etc.);
- une sélection de situations représentatives des communications (en intérieur, dans la rue, en voiture, dans le train, etc.);
- une sélection d'appareils représentatifs sur le réseau de l'opérateur;
- une sélection de périodes de jours représentatifs auxquelles passer des appels;

- une sélection d'appels représentatifs. Les appels à bande étroite et à large bande doivent être pris en compte;
- un nombre suffisant de mesures pour avoir une vue appropriée de la qualité de service de l'opérateur et des statistiques pertinentes.

Les points de mesure **A2** et **A3** servent à réaliser des mesures où les outils remplacent l'utilisateur final présent en A1 et à modéliser son comportement et son jugement de qualité. Ils sont recommandés à des fins de génération de rapports, pour les mesures de bout en bout concernant principalement la précision, mais aussi la disponibilité, la continuité et la vitesse de service. Et c'est là que des robots intrusifs, des outils d'essais en mouvement, des analyseurs d'outils radio et des agents logiciels sont nécessaires. Le coût de cette solution est tel que seule une stratégie d'échantillonnage peut être envisagée. La sélection des lieux de mesures, des appareils et des périodes répond aux mêmes critères que pour A1, avec des contraintes moindres cependant dans la mesure où il s'agit d'outils automatiques.

A2 se trouve à l'intérieur du terminal. L'agent logiciel peut accéder au signal décodé et/ou à des informations sur le mode de traitement de la communication (établissement des communications, coupure des appels, comportement de l'amortisseur de gigue IP, etc.). Ces solutions présentent généralement un coût très avantageux et permettent de récolter des données sur un large éventail d'utilisateurs et d'appareils, mais peuvent aussi nécessiter une participation ou un retour des utilisateurs finals.

C'est en **A3** que des outils intrusifs sont nécessaires. Ce sont soit des solutions statiques utilisant des robots (l'accent sera alors mis sur la vitesse de service, la précision et la continuité) soit des solutions mobiles (appelées outils d'essais en mouvement, où l'accent sera davantage mis sur la qualité des réseaux hertziens). Comme énoncé précédemment, seule une stratégie d'échantillonnage est envisageable pour ces outils compte tenu des coûts et des conditions d'exploitation (généralement moins de dix points de mesure pour le réseau national). De plus, si un outil de mesure signale un problème, cela signifie que de nombreux utilisateurs sont probablement touchés de la même manière. En raison du faible nombre de mesures obtenu avec cette stratégie d'échantillonnage, on utilisera ce type d'outils principalement à des fins de génération de rapports. Les outils d'essais en mouvement sont également généralement utilisés pour le dépannage, quand l'amélioration de la qualité de service est liée à l'optimisation de la couverture réseau.

Il est important de comprendre que cette vision de bout en bout permet de détecter ou de confirmer un problème, mais rarement de connaître la source de la dégradation, à moins qu'elle ne soit due à l'appareil.

10.1.2 Point de mesure B

La partie accès du réseau est une source importante de pannes (elle comprend le plus grand nombre d'éléments réseau). C'est la raison pour laquelle il est également nécessaire de la surveiller. L'une des principales difficultés consiste à tenir compte de la partie liée aux radiocommunications qui peut clairement être différente selon la zone sélectionnée.

Le point **B** se trouve dans l'eNodeB, qui est le premier point d'entrée du réseau LTE. Ce point de mesure assure la surveillance des interfaces de la radiocommunication et de l'EPC. La stratégie suppose la différenciation du trafic VoIP par rapport à d'autres trafics de données en fonction d'un indicateur de classe de trafic (QCI) adéquat.

Il sert à mesurer les éléments suivants:

- la qualité du système radioélectrique dans les cellules: il est indiqué notamment pour le dépannage et la mesure des performances de réseau. Avec A2, le point eNodeB devrait permettre de bénéficier d'une vue correcte de la qualité de la couverture radioélectrique de la zone;
- la signalisation des flux, pour établir des statistiques au sujet des appels: il est tout particulièrement indiqué pour la génération de rapports, la surveillance et le dépannage, pour

les mesures de bout en bout concernant la disponibilité du service, la continuité, la précision, l'utilisation et la qualité du réseau.

Les outils de supervision des fournisseurs de réseau d'accès radioélectrique permettent une agrégation globale de ce type d'informations depuis tous les eNodeB.

La stratégie de mesure pour ce point est relativement peu coûteuse à mettre en oeuvre (à savoir que les compteurs de la performance sont accessibles depuis l'appareil), mais non exhaustive.

10.1.3 Points de mesure C1, C2 et C3

Les points **C1** et **C3** correspondent aux interfaces de l'EPC (proches de l'entité de gestion de mobilité (MME)) où les messages de signalisation les plus importants peuvent être saisis et analysés. Ils sont indiqués pour la génération de rapports, la surveillance et le dépannage, pour les mesures de bout en bout concernant la disponibilité du service, la continuité et l'utilisation. Il est également recommandé d'accéder à toutes les données de toutes les sessions, principalement en utilisant des sondes ou des enregistrements détaillés des appels (CDR) des éléments réseau.

C1 couvre la signalisation entre la MME et l'accès radio (interface S1), **C2** supervise la liaison avec la passerelle de desserte (interface S11), tandis que **C3** gère l'interface Sgs avec le serveur MSC (cette interface et l'interface S3, qui correspondent au point de mesure C3, sont celles qui doivent être surveillées aux fins de l'évaluation des procédures CSBF).

Veillez noter que le trafic saisi sur toutes les interfaces couvertes par les points C est en tunnel (GTP v2-C).

Ces points de mesure sont particulièrement importants pour l'analyse des éléments suivants:

- les statistiques de support EPS;
- la gestion de la mobilité (statistiques HO, mise à jour de la zone de routage);
- la gestion des abonnés (connexion directe à HSS).

10.1.4 Points de mesure D1 et D2

A l'instar de C1, C2 et C3, ces points sont situés à l'intérieur de l'EPC, mais couvrent les interfaces pour lesquelles les débits en temps réel (avec le protocole RTP) peuvent être saisis et analysés.

D1 est positionné à l'entrée entre l'EPC et l'accès radioélectrique (interface S1u de la passerelle de desserte), **D2** couvre la liaison entre les passerelles de desserte et PDN (interfaces S5-S8).

La passerelle de desserte constitue le point d'ancrage de la mobilité intra-LTE, ainsi que la mobilité entre GSM/GPRS, 3G/HSPA et LTE. Elle prend en charge la qualité de service du niveau transport en marquant les paquets IP avec des points de code DiffServ appropriés, en fonction de paramètres associés au support correspondant.

La passerelle PDN est le point d'interconnexion avec les réseaux IP externes, par le biais de l'interface SGi. Elle joue également un rôle essentiel pour assurer la qualité de service des services IP destinés aux utilisateurs finals.

Ces points de mesure critiques permettent de rendre accessibles toutes les informations concernant la qualité de transport des communications. Leur utilisation est vivement recommandée pour la génération de rapports, la surveillance et le dépannage, pour les mesures de bout en bout concernant la disponibilité du service, la continuité, la précision, la vitesse et la qualité du réseau. Il est également recommandé d'accéder à toutes les données de toutes les sessions, principalement en utilisant des sondes ou des enregistrements détaillés des appels (CDR) des éléments réseau.

10.1.5 Point de mesure E

Le point de mesure **E** est situé à la limite entre l'EPC et le réseau central 3G. L'équipement correspondant est le serveur MSC, qui contrôle les appels et la mobilité dans les réseaux 2G et 3G

(par exemple dans le cas de la continuité SRVCC). Le serveur MSC est également chargé des fonctions TFO et TrFO. Dans de nombreux cas, le serveur MSC est au même endroit que la fonction de contrôleur de passerelle média (MGCF), en charge de créer et de libérer des connexions au niveau des passerelles média entre les domaines IMS et CS.

Ce point est donc recommandé pour la surveillance et le dépannage de la plupart des mesures relatives aux communications, dans lesquelles il y a une itinérance entre les réseaux LTE et 2G ou 3G. Les mesures concernées servent principalement à évaluer la disponibilité, la continuité et la vitesse.

10.1.6 Point de mesure F

La fonction de commande de la politique et de la taxation (PCRF) est l'entité centrale dans la prise de décisions relatives au contrôle de la politique et de la taxation (PCC). Ces décisions peuvent reposer sur des informations d'un certain nombre de sources différentes, notamment:

- la configuration de l'opérateur dans la PCRF, qui définit les politiques appliquées à des services donnés;
- les informations d'abonnement d'un utilisateur donné, reçues du répertoire de profils d'abonnés (SPR);
- les informations au sujet du service reçu de la fonction d'application (AF);
- les informations du réseau d'accès au sujet de la technologie d'accès utilisée, etc.

Le point de mesure **F** vise à surveiller l'interface Rx entre la fonction PCRF et la fonction proxy de commande de session d'appel (P-CSCF) du domaine IMS. Il est recommandé de l'utiliser pour la génération de rapports, la surveillance et le dépannage, pour les mesures concernant l'utilisation, la disponibilité, la continuité et la vitesse.

10.1.7 Points de mesure G1, G2 et G3

Ce groupe de points de mesure correspond aux passerelles médias (GW). Les passerelles sont des lieux stratégiques qui permettent d'obtenir des informations spécifiques concernant l'évaluation de l'état du réseau central (pertes de paquets IP, retard et gigue), le codec central, le transcodage et l'utilisation des TrFO. Il s'agit de points intéressants pour la surveillance et le dépannage pour des mesures telles que la précision du service et la qualité du réseau.

La surveillance appropriée des flux de médias (RTP) non seulement pour l'interfonctionnement des services entre les réseaux EPC et les autres est prise en charge par différents types de passerelles:

- **G1** – IMS MGW – il s'agit d'une passerelle utilisée pour ancrer des tronçons de médias entre deux utilisateurs VoLTE, mais également dans le cas d'un interfonctionnement SRVCC (HO de VoLTE vers CS mobile) ou VoLTE – CS mobile existant. Cette passerelle doit également fournir une fonctionnalité d'interfonctionnement entre VoLTE et les utilisateurs VoIP fixes (avec transcodage AMR/AMR-WB – UIT-T G.711).
- **G2** – PSTN MGW – sert à assurer la surveillance, la génération de rapports et le dépannage (pour la qualité du réseau), pour les flux IP (d'IP vers PSTN) sortants. C'est également là (et c'est son aspect le plus intéressant) que l'annulation des échos en provenance du PSTN est exécutée.
- **G3** – Passerelle de jonction (TrGW) en cas d'interconnexion avec un autre opérateur de domaine IP.

10.1.8 Points de mesure H1, H2, H3 et H4

Il s'agit du groupe de points de mesure à l'intérieur des plates-formes IMS. Les informations de surveillance récupérées ici font référence au trafic de signalisation. Les sondes déployées côté plate-forme doivent compléter les informations reçues des enregistrements détaillés des appels (CDR) et des compteurs. Les informations de surveillance à récolter aux points de mesure correspondants concernent la disponibilité du service, la continuité et l'utilisation. Selon le service (courrier vocal,

conférence, etc.), les supervisions de la précision et de la qualité du réseau peuvent être intéressantes pour surveiller les problèmes audio.

Plutôt que d'avoir un seul point, il est recommandé de séparer la réalisation des différentes mesures au niveau de différentes entités:

- **H1** – est situé à l'interface entre EPC (PDN GW) et IMS (P-CSCF). Ce point couvre la surveillance passive de l'interface Gm, qui est la première interface où la signalisation SIP sans mise en tunnel en provenance de tous les utilisateurs du réseau est centralisée;
- **H2** – est un point de surveillance global localisé sur la plate-forme IMS (comprenant au moins les éléments I- et S-CSCF, AS et SCC-AS). Il est idéal pour générer des rapports au sujet de l'utilisation du service, dans la mesure où l'analyse sera très fiable statistiquement. Les données de surveillance récoltées à ce point sont axées sur les compteurs de qualité et les données de facturation. Dans la mesure où l'élément de plate-forme le plus approprié pour la collecte de statistiques peut avoir besoin de mesures, les informations détaillées relatives à l'interface de collecte seront précisées dans les définitions des mesures;
- **H3** – ce point de mesure (sur serveur d'appel/MGCF) peut être utilisé pour obtenir une vue exhaustive du protocole de signalisation, concernant tous les appels sortants vers le réseau PSTN, dans la mesure où le serveur d'appels est impliqué dans toutes les négociations d'appels. Les mesures de disponibilité du service (et d'autres moins prioritaires concernant la continuité et la qualité du réseau) sont réalisées au niveau de ce point;
- **H4** – contrôle la fonction de contrôle périphérique d'interconnexion (IBCF), où l'interconnexion entre deux domaines d'opérateurs est exécutée (y compris les relevés de données de taxation). Les informations de signalisation SIP pour l'interconnexion peuvent être suivies ici.

10.1.9 Point de mesure J

Le point de mesure **J** est la contrepartie du réseau à commutation de circuits du point A. Les mêmes mesures peuvent être réalisées à des fins similaires (sauf pour la qualité du réseau hertzien) et avec la même stratégie d'échantillonnage.

La "commutation de circuits", dans ce cas, signifie toutes les interfaces possibles: PSTN, 2G/3G PLMN ainsi que l'accès VoIP fixe derrière un port FXS d'un routeur DSL.

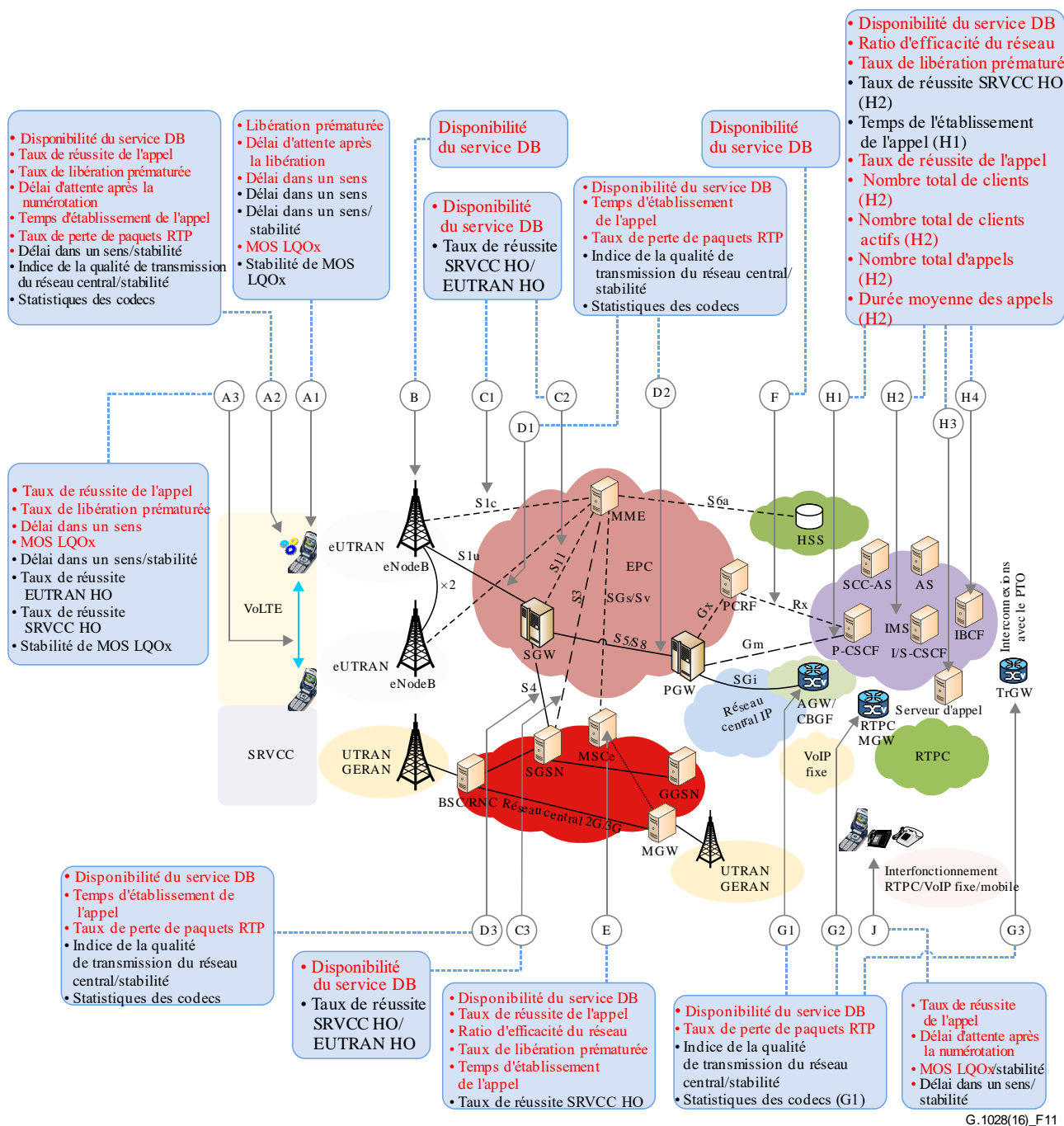
10.2 Stratégie de surveillance

Cette section décrit l'emplacement des mesures qui doivent être réalisées en fonction de leur utilisation. Elle vise notamment à définir:

- ce qu'il faut mesurer, comment le mesurer (avec quelle source d'informations, à quelle fréquence) et pourquoi ces mesures sont nécessaires;
- quel type d'outils de mesure et où (description et nombre d'emplacements) ces mesures sont nécessaires.

10.2.1 Génération de rapports

La génération de rapports permet d'obtenir une vue générale de la qualité de service, pour pouvoir disposer de références (entre pays ou par rapport à des concurrents locaux) et pour suivre son évolution dans le temps (visibilité longitudinale). Elle permet également d'identifier les catégories de clients qui rencontrent une qualité de service dégradée.



G.1028(16)_F11

Figure 11 – Points de mesure de la qualité de service VoLTE – génération de rapports

Tous les points de mesure peuvent en réalité fournir des données pour la génération de rapports. Même les données qui ne sont pas entièrement représentatives, telles que celles récoltées avec des mesures intrusives, peuvent être utiles à cette fin.

Les tableaux de bord suivants peuvent ainsi être élaborés:

- Vue générale de l'utilisation du service (nombre de clients, nombre d'appels, durées des appels, taux de perte).
- Performance des plates-formes de service et des équipements réseau (disponibilité du service et continuité).
- Compteurs de la qualité de service (disponibilité, temps d'attente après numérotation (PDD), note moyenne d'opinion (MOS), continuité des appels).

10.2.2 Surveillance

Tous les points de mesure peuvent fournir des données à des fins de surveillance, à condition de fournir une vue de la qualité de service de bout en bout ou de la contribution d'une section de réseau à cette qualité de service.

La surveillance du mode chaud (déclenchement d'alarme) fournit des informations en temps réel concernant la dégradation de la qualité de service rencontrée par un grand nombre de clients.

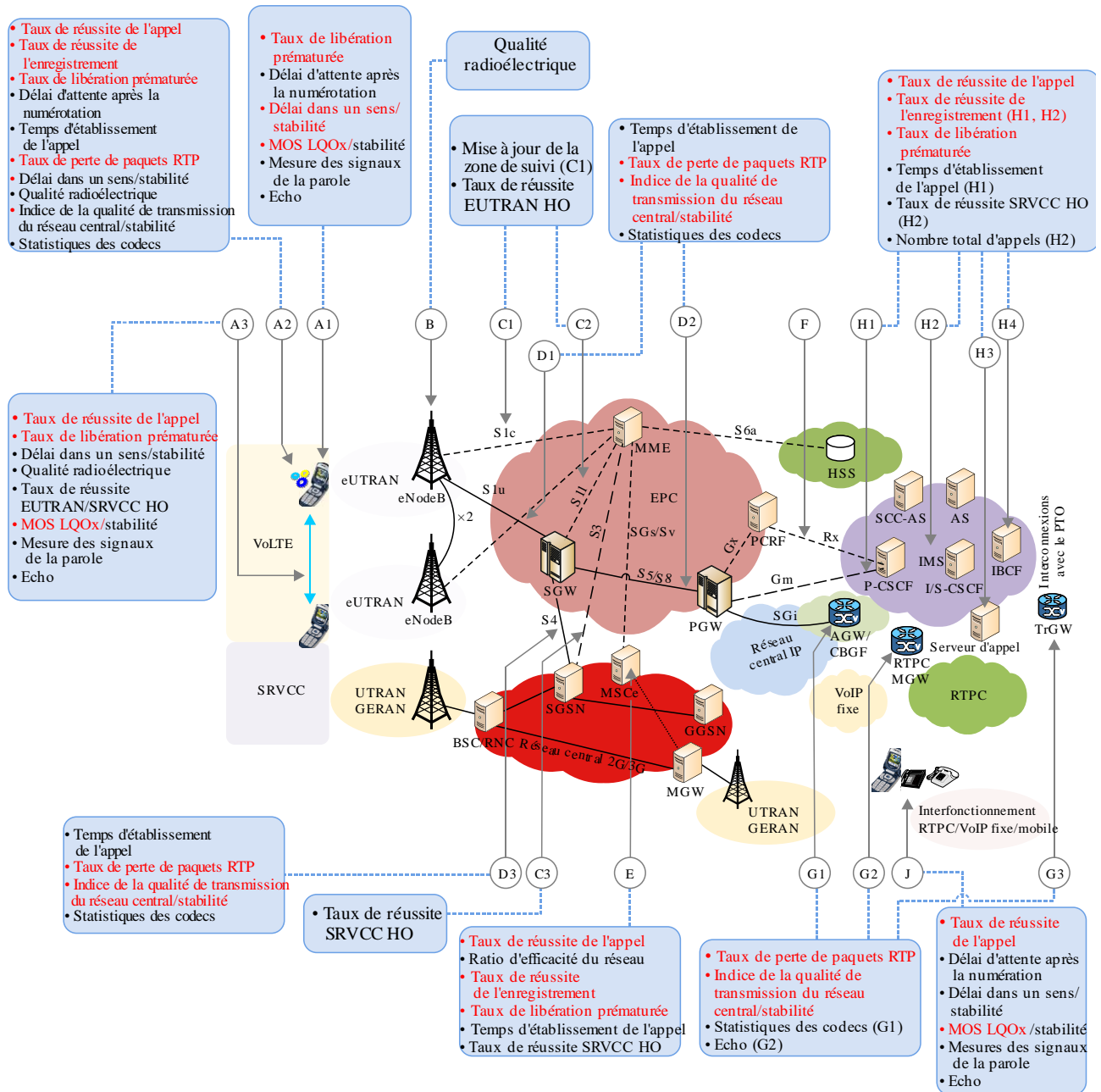


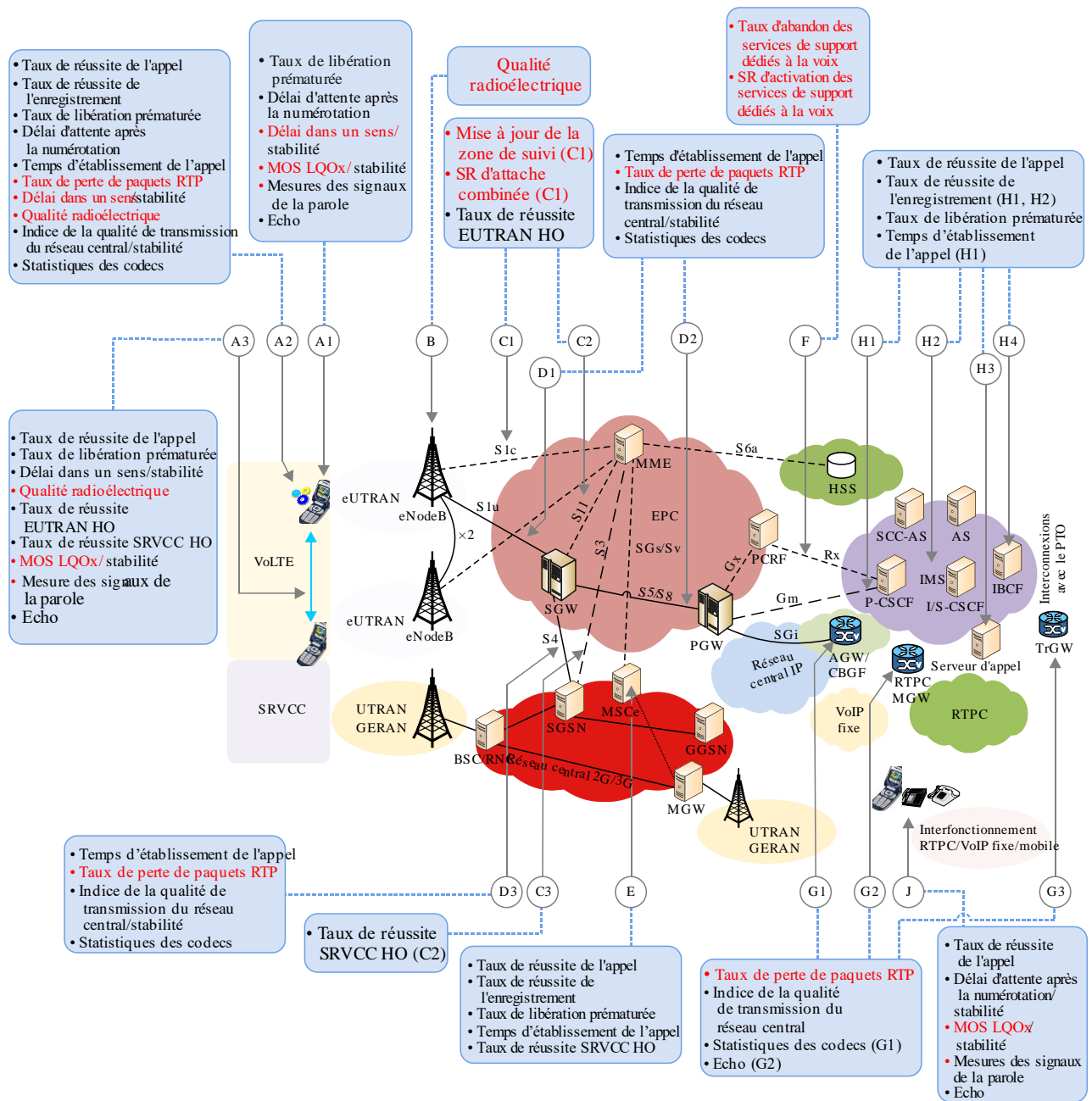
Figure 12 – Points de mesure de la qualité de service VoLTE – surveillance

10.2.3 Dépannage

Le dépannage fournit des informations complémentaires en réalisant les opérations suivantes:

- Une analyse approfondie du client ou de l'accès sous le seuil, en essayant de reproduire les causes des problèmes rencontrés et en analysant les données récoltées pendant le problème via différentes sources (enregistrements détaillés des appels, sondes).

- Des essais à distance/des contrôles de configuration, y compris la saisie et l'analyse des traces en différents nœuds importants du réseau.
- Des enquêtes sur site, y compris la saisie de traces dans les locaux des clients ou dans le réseau d'accès.



G.1028(16) E13

Figure 13 – Points de mesure de la qualité de service VoLTE – Dépannage

10.3 Outils disponibles dans les normes de l'UIT-T

Bien que basée sur de nouvelles technologies réseau, la VoLTE reste une offre de téléphonie soumise à toutes les exigences formulées par les utilisateurs finals concernant son utilisation et notamment en matière de qualité de service. C'est pourquoi les dispositions d'ores et déjà contenues dans les Recommandations existantes de l'UIT-T portant sur l'acquisition et l'évaluation de la qualité des services vocaux sont également applicables, dans de nombreux cas, à la VoLTE.

10.3.1 Définition des indicateurs fondamentaux de performance

Comme mentionné dans les sections précédentes (notamment dans le Tableau 3), les mesures représentatives de la qualité de service perçue par les utilisateurs finals ne sont pas spécifiques à la VoLTE. La plupart de ces mesures sont déjà définies dans [UIT-T P.10] et ces définitions s'appliquent dans le présent contexte. Vous trouverez ci-après les détails de ces références:

- Disponibilité du service: voir performances en termes d'accessibilité d'un service (§ 3.1.1.2.2 dans [UIT-T E.800]).
- Temps d'attente après numérotation: voir temps d'établissement des communications (§ 3.1.1.2.1 dans [UIT-T E.800]).
- Qualité vocale (MOS-LQ, voir "qualité de la parole" (S-28) dans [UIT-T P.10] ou les différentes définitions énumérées dans [UIT-T P.800.1]).
- Temps de propagation de la bouche à l'oreille: non défini en tant que tel dans les recommandations de l'UIT-T. Voir cependant temps de propagation moyen dans un sens (M-1) dans [UIT-T P.10], ainsi que l'explication dans [UIT-T G.114].
- Taux de coupure des appels: voir taux d'interruption des communications téléphoniques dans [UIT-T E.804].
- Largeur de bande vocale (NB, WB ou SWB): l'amendement 4 de [UIT-T P.10] donne une définition très détaillée des différentes largeurs de bande vocale utilisées en téléphonie.

Le taux de réussite de l'enregistrement pour la VoLTE n'est pas défini dans les Recommandations. [UIT-T E.804] (§ 7.2.2.1) définit un ratio d'échec d'enregistrement et de sélection réseau, mais ce dernier ignore la spécificité de l'enregistrement IMS.

Pour ce qui est des principales dimensions de qualité de service, les quatre points de vue de la qualité de service (voir Figure 14) définis dans [UIT-T G.1000] sont également utiles dans le contexte de la VoLTE.

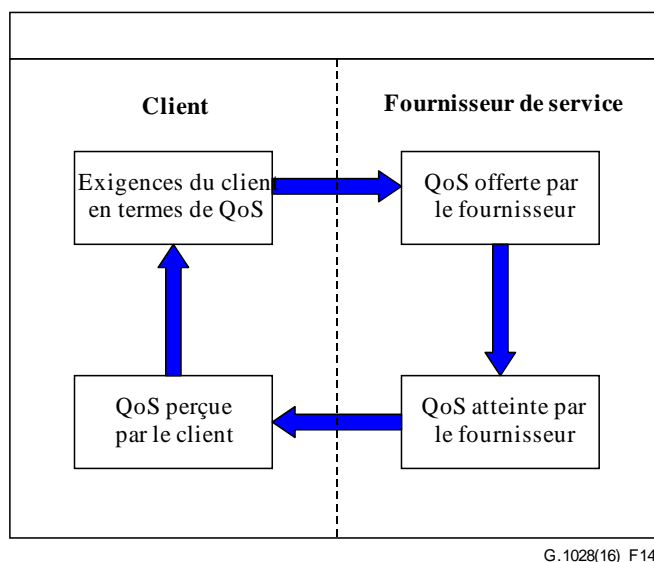


Figure 14 – Les quatre points de vue de la qualité de service (source: [UIT-T G.1000])

Pour ce qui est des mesures représentatives des couches réseau sous-jacentes, [UIT-T Y.1540] fournit des informations relatives aux mesures IP, mais aucune norme UIT-T ne traite des mesures radioélectriques.

10.3.2 Outils et modèles pour la mesure et la prévision de la qualité vocale

Il existe deux approches pour l'évaluation de la qualité vocale de bout en bout:

- Les outils paramétriques tirent profit de la bonne corrélation entre les informations techniques d'une connexion et la qualité de bout en bout correspondante perçue par les utilisateurs finals, pour produire une estimation relativement précise avec un faible coût de mise en oeuvre. Un tel outil peut être envisagé aux points d'extrémité, près de l'utilisateur final, pour une meilleure prévision de la qualité individuelle, ou à l'intérieur du réseau, pour une bonne connaissance de l'impact général des performances réseau sur la qualité de bout en bout. [UIT-T P.564] décrit une classe générale de modèles paramétriques de prévision de la qualité vocale qui fournissent une estimation de la qualité vocale hautement modulable en exploitant les informations de l'en-tête IP/UDP/RTP des paquets. De plus, [UIT-T P.564] propose des critères de performances pour les modèles de ce type qui fonctionnent sur la parole à bande étroite.
- Le modèle E, un outil de planification des transmissions largement utilisé, décrit dans [UIT-T G.107], est un autre type d'outil paramétrique. La plupart des facteurs présents dans ce modèle (désormais adapté pour la transmission IP et la téléphonie WB, voir [UIT-T G.107.1]) concernent également la VoLTE.
- Les modèles utilisant des signaux sont bien plus compliqués que les outils paramétriques dans la mesure où ils requièrent une saisie et une analyse du signal de la parole. C'est la raison pour laquelle on les utilise principalement dans une perspective de point à point, afin de mesurer avec une très grande précision la qualité de bout en bout d'un service vocal à un moment donné et en un lieu donné (la plupart du temps pour un service donné avec un appareil d'extrémité donné). L'UIT-T a développé plusieurs outils de ce type: [UIT-T P.862] et [UIT-T P.863] pour les modèles avec référence complète et [UIT-T P.563] pour une mise en oeuvre mono-extrémité (limitée à la téléphonie à bande étroite).

10.3.3 Seuils et objectifs d'acceptabilité applicables

En général, l'UIT-T ne spécifie pas les objectifs d'acceptabilité pour les mesures des utilisateurs finals. Il existe toutefois une exception majeure concernant le retard de transmission de bout en bout, à savoir que [UIT-T G.114] spécifie (dans le § 4) un premier seuil à 150 ms en dessous duquel la plupart des utilisateurs constateront le retard et un deuxième à 400 ms au-dessus duquel la qualité est jugée inacceptable.

Les valeurs du facteur R calculées avec le modèle E à partir de [UIT-T G.107] (et traduites en notes MOS-CQE, tel qu'illustré sur la Figure 15) peuvent aussi être comparées à des seuils d'acceptabilité. La Recommandation [UIT-T G.109] définit de telles catégories (pour la téléphonie à bande étroite uniquement) reproduites dans le Tableau 8:

Tableau 8 – Définition des catégories de qualité de transmission vocale
(source: [UIT-T G.109])

Plage valeur R	Catégorie de qualité de la transmission vocale	Satisfaction de l'utilisateur
$90 \leq R < 100$	Excellente	Très satisfait
$80 \leq R < 90$	Élevée	Satisfait
$70 \leq R < 80$	Moyenne	Certains utilisateurs ne sont pas satisfaits
$60 \leq R < 70$	Faible	Beaucoup d'utilisateurs ne sont pas satisfaits
$50 \leq R < 60$	Très faible	Presque tous les utilisateurs ne sont pas satisfaits

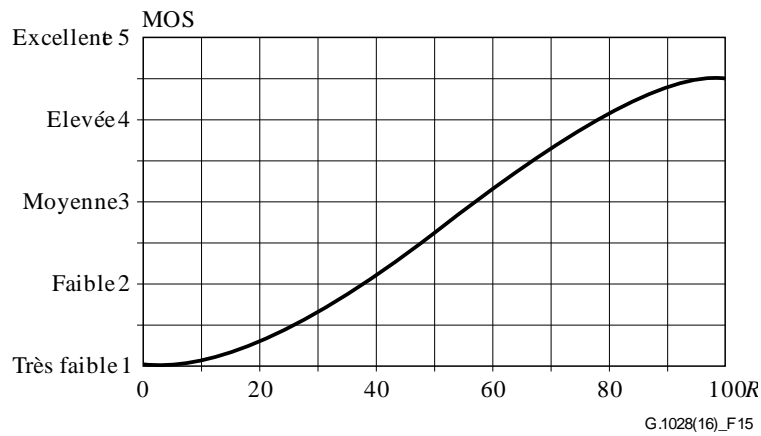


Figure 15 – MOS-CQE en fonction du facteur d'évaluation (source: [UIT-T G.107])

La Recommandation [UIT-T Y.1541] fournit également des objectifs de performances pour différentes classes de qualité de service (voir le Tableau 9), en fonction des mesures du réseau IP définies et spécifiées dans [UIT-T Y.1540]. La VoLTE tombe dans la classe 0 ou 1:

Tableau 9 – Définitions de classe de qualité de service du réseau IP et objectifs de qualité du réseau (source: [UIT-T Y.1541])

Paramètre de qualité de fonctionnement du réseau	Nature de l'objectif de qualité du réseau	Classes de qualité de service	
		Classe 0	Classe 1
IPTD	Limite supérieure de l'IPTD moyen	100 ms	400 ms
IPDV	Limite supérieure du $1 - 10^{-3}$ quantile de l'IPTD moins l'IPTD minimum	50 ms	50 ms
IPLR	Limite supérieure de la probabilité de perte de paquets	1×10^{-3}	1×10^{-3}
IPER	Limite supérieure	1×10^{-4}	

Annexe A

Liste des dégradations rencontrées par les utilisateurs finals du service VoLTE et causes potentielles

(Cette annexe fait partie intégrante de la présente Recommandation).

La présente annexe est complétée, en ce qui concerne les causes propres au repli de commutation de circuits, par le § 9 de la Recommandation [UIT-T G.1028.2].

A.1 Problème de qualité de service lié à l'exécution de la session d'appel

Tableau A.1 – Dégradations dues à la qualité d'exécution de la session d'appel et causes potentielles

Type de dégradation	Raisons possibles:	Emplacement
Échec d'identification	– Problème avec MME, HSS ou PCRF	EPC
Indisponibilité des appels de base	– Erreur de programmation – Échec de configuration de la connexion de contrôle des ressources radioélectriques (RRC) (réception du rejet de connexion RRC ou expiration du temporisateur T300, pas de message de configuration de connexion RRC terminé envoyé après la réception de la configuration de connexion RRC)	eUTRAN
	– Non disponible en raison de la charge (passerelle de desserte (SGW) ou passerelle de réseau de données à commutation par paquets (PGW)) – Échec de négociation (pas d'attribution de QCI, pas de correspondance de codec, conditions préalables SIP non satisfaites, etc.) – Réception de plusieurs codes d'erreur SIP (par ex., 401 = non autorisé, 405 = méthode non autorisée, etc.) – Réception d'une ANNULATION SIP de l'IMS – Expiration du temporisateur interne TD, provoquant un "SessionSetupFailureTimeout"	EPC
Temps d'attente élevé après la numérotation	– Charge – Interfonctionnement entre les systèmes – Utilisation de conditions préalables SIP – Repli CS ou trombone IMS lors de l'établissement des communications	Tous
Défaillance de la liaison	– Mauvaise négociation entre deux équipements du réseau pendant l'établissement d'une communication (mauvaise gestion du codec)	eUTRAN/ EPC
Appel blanc	– Le terminal n'est pas en mesure de coder ou décoder la parole alors que la signalisation est bonne pour la communication	Terminal

Tableau A.1 – Dégradations dues à la qualité d'exécution de la session d'appel et causes potentielles

Type de dégradation	Raisons possibles:	Emplacement
Coupure des appels	<ul style="list-style-type: none"> – Bogue du terminal, zone mal couverte, défaillances de transfert/SRVCC en raison de problèmes de proximité des cellules, etc. – Perte de connexion RRC (à la réception d'un rejet de rétablissement de connexion RRC ou expiration d'un temporisateur T301 ou si une libération de connexion RRC est reçue avant une nouvelle tentative de configuration de connexion RRC) 	Terminal/ eUTRAN
	<ul style="list-style-type: none"> – Défaillance de la liaison: défaillance du système, mauvaise renégociation entre deux équipements du réseau pendant l'appel – Réception du code d'état SIP 500 (erreur interne serveur) – Pas de paquet RTP reçu pendant une période plus longue que le temporisateur interne TD "SessionDropTimeout" – Pas de SIP 200 OK sur BYE reçu pendant la durée mesurée par le temporisateur interne TD "SessionHangupTimeout" 	EPC

A.2 Problème de qualité de service lié à la qualité perçue de la parole

Tableau A.2 – Dégradations dues à la qualité perçue de la parole et causes potentielles

Type de dégradation	Raisons possibles:	Emplacement
Bruit	– Production gênante de bruit de confort (CNG) en raison d'une mauvaise réduction du bruit	Terminal
	– Bruit dû à une mauvaise mise en oeuvre électronique sur le terminal (par exemple, conversion analogique/numérique)	
	– Bruit résiduel gênant en raison d'une mauvaise réduction du bruit	
	– Bruit de fond (rue, voiture, etc.)	
	– Bruit supplémentaire en raison d'un problème de configuration eUTRAN	
Écho	– Mauvaise qualité de l'annulation d'écho acoustique (AEC)/pas d'AEC. Rappel: l'écho acoustique est le couplage entre le haut-parleur et le microphone du terminal téléphonique	Réseaux
	– Mauvaise qualité de l'annulation d'écho électrique (EEC)/pas d'EEC. Rappel: l'écho électrique est dû à la transformation numérique/analogique pour un appel entre le terminal mobile et le PSTN (pas d'écho électrique pour les appels mobile-mobile)	
Niveau de parole bas/élevé	– Mauvaise qualité de la commande automatique de gain (AGC)/pas d'AGC	Terminal

Tableau A.2 – Dégradations dues à la qualité perçue de la parole et causes potentielles

Type de dégradation	Raisons possibles:	Emplacement
Problèmes de codage/décodage	<ul style="list-style-type: none"> – Qualité de la parole à bande étroite plutôt que bande large: <ul style="list-style-type: none"> • Terminal distant non WB • HO vers 2G • Appel avec PSTN, 2G, plates-formes mobiles, etc. où le large bande n'est pas déployé • Interfonctionnement avec CS 3G non WB 	Terminal/ eUTRAN
	<ul style="list-style-type: none"> – Débit WB-AMR plus faible/AMR (cellule chargée, mode autonome, etc.) entraînant une distorsion du signal de la parole – Beaucoup de transcodages (par exemple avec appel vers courrier vocal), entraînant une distorsion du signal de parole – Remise en mémoire tampon et échelle temporelle entraînant des distorsions 	Terminal/ eUTRAN
Acoustique du terminal	<ul style="list-style-type: none"> – Bien que le codec WB-AMR soit pris en charge, la qualité acoustique du terminal (côté réception et/ou envoi) n'est pas conforme au large bande – Un terminal acoustique pas bien équilibré peut produire un son qui paraît trop agressif, trop étouffé, etc. – Distorsion due aux transducteurs 	Terminal
Conversation coupée	<ul style="list-style-type: none"> – Mauvaise mise en oeuvre VAD/DTX/DRX. – Problème avec l'algorithme d'amélioration de la qualité vocale (VQE). 	Terminal
	<ul style="list-style-type: none"> – Perte de paquets IP ou gigue dans le réseau (congestion, priorité de qualité de service, retards de programmation UL/DL, retransmissions radio, transfert). – Mauvaise gestion de la perte de paquets IP et de la gigue entre arrivées par les tampons de gigue ou masquage des pertes de paquets (PLC) à l'intérieur des terminaux 	Tous
DTMF non reconnu	<ul style="list-style-type: none"> – Problème de traitement intrabande ou hors bande 	Tous
Retard de bout en bout	<ul style="list-style-type: none"> – Charge réseau – Gestion des médias (construction des paquets, gestion des tampons de gigue) – Traitement de la parole dans les terminaux – Canal d'accès aléatoire (RACH) à la réception d'une commande de transfert – RACH/procédure de contention – Tentatives RACH supplémentaires – Programmation dynamique, adaptation de liaison – Défaillance de liaison radio/ré-établissement pendant le transfert (probablement cellule différente) 	Tous
Perte de paquets RTP/IP	<ul style="list-style-type: none"> – Congestion du réseau (plusieurs causes: charge du trafic, distance du centre de la cellule provoquant l'activation du regroupement TTI, par exemple) – Tampons de gigue non adaptés à la quantité de gigue réelle ou à la taille des paquets (peut varier en fonction de l'utilisation de RoHC ou non) 	EPC/ Terminal

Tableau A.2 – Dégradations dues à la qualité perçue de la parole et causes potentielles

Type de dégradation	Raisons possibles:	Emplacement
Dé-séquencement RTP/IP	– Nouvel acheminement après un problème tel qu'une congestion	EPC
Variation du délai du réseau (gigue)	– Congestion du réseau – Tampons de gigue non adaptés	EPC/ Terminal
Dégradations radio	– Limite de la couverture cellulaire – Interférence – Zone mal couverte (obstacle, etc.) – Mauvaise optimisation radio – Profil de perte radio – Mauvaise programmation radio – Absence d'utilisation ou mauvaise utilisation des mécanismes de demande de répétition automatique hybride – Etc.	eUTRAN
Latence de transfert	– Latence due à un nouvel acheminement après HO ou SRVCC	Réseau EPC/CS

Bibliographie

- [b-GSMA IR.34] GSMA IR.34 v 9.1 (2013), *Guidelines for IPX Provider networks (Directives pour les réseaux des prestataires IPX)*.
- [b-GSMA IR.92] GSMA IR.92 v 7.0 (2013), *IMS Profile for Voice and SMS (Profil IMS pour la voix et les SMS)*.

SÉRIES DES RECOMMANDATIONS UIT-T

Série A	Organisation du travail de l'UIT-T
Série D	Principes de tarification et de comptabilité et questions de politique générale et d'économie relatives aux télécommunications internationales/TIC
Série E	Exploitation générale du réseau, service téléphonique, exploitation des services et facteurs humains
Série F	Services de télécommunication non téléphoniques
Série G	Systemes et supports de transmission, systemes et réseaux numériques
Série H	Systemes audiovisuels et multimédias
Série I	Réseau numérique à intégration de services
Série J	Réseaux câblés et transmission des signaux radiophoniques, télévisuels et autres signaux multimédias
Série K	Protection contre les perturbations
Série L	Environnement et TIC, changement climatique, déchets d'équipements électriques et électroniques, efficacité énergétique; construction, installation et protection des câbles et autres éléments des installations extérieures
Série M	Gestion des télécommunications y compris le RGT et maintenance des réseaux
Série N	Maintenance: circuits internationaux de transmission radiophonique et télévisuelle
Série O	Spécifications des appareils de mesure
Série P	Qualité de transmission téléphonique, installations téléphoniques et réseaux locaux
Série Q	Commutation et signalisation et mesures et tests associés
Série R	Transmission télégraphique
Série S	Équipements terminaux de télégraphie
Série T	Terminaux des services télématiques
Série U	Commutation télégraphique
Série V	Communications de données sur le réseau téléphonique
Série X	Réseaux de données, communication entre systèmes ouverts et sécurité
Série Y	Infrastructure mondiale de l'information, protocole Internet, réseaux de prochaine génération, Internet des objets et villes intelligentes
Série Z	Langages et aspects généraux logiciels des systèmes de télécommunication