

Union internationale des télécommunications

UIT-T

SECTEUR DE LA NORMALISATION
DES TÉLÉCOMMUNICATIONS
DE L'UIT

G.1028.1

(02/2019)

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
visiophonie sur les réseaux mobiles 4G**

Recommandation UIT-T G.1028.1

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.1028.1

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

Résumé

La Recommandation UIT-T G.1028.1 contient des lignes directrices concernant les principaux éléments ayant une incidence sur la qualité de bout en bout des services vidéo conversationnels de qualité opérateur (par opposition aux services OTT (*over-the-top*), qui ne relèvent pas du champ d'application de cette Recommandation) sur les réseaux LTE (évolution à long terme), également appelés réseaux ViLTE (visiophonie sur LTE), qui sont définis par la GSMA (*Global System for Mobile communications Association*). Elle établit les conditions préalables à une exploitation optimale du réseau ViLTE et présente des mesures correctives dont les opérateurs peuvent s'inspirer pour remédier aux incidences des dégradations de la qualité de service (QoS) sur le réseau LTE.

Historique

Edition	Recommandation	Approbation	Commission d'études	ID unique*
1.0	UIT-T G.1028.1	06-02-2019	12	11.1002/1000/13831

Mots-clés

LTE, QoS, qualité de service, vidéo, visiophonie, ViLTE, 4G

* 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-fr>.

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/UIT-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 6
6	Brève introduction à la visiophonie sur LTE et hypothèses 6
7	Architecture de réseau des services ViLTE..... 8
8	Exigences de qualité de service de la ViLTE – Méthode segmentée 9
8.1	Tour d'horizon des problèmes de qualité de service rencontrés par les utilisateurs finaux 9
8.2	Équipement d'utilisateur (conception et mise en œuvre du codec) 10
8.3	E-UTRAN (gestion des ressources radioélectriques)..... 11
8.4	Réseau central évolué en mode paquet (procédures d'attribution d'identifiant QCI et de gestion de la mobilité)..... 12
8.5	Système central de l'IMS et de transit IP (commande et signalisation d'appel) 12
9	Estimation du budget et paramétrage de la qualité de service..... 13
9.1	Indicateurs pertinents..... 13
9.2	Évaluation de l'incidence des conditions d'exploitation pertinentes sur les paramètres de la qualité de service 14
9.3	Objectifs de qualité..... 17
10	Stratégie de diagnostic des dégradations de la qualité de service 18
10.1	Problèmes de qualité de service dont l'origine est liée à l'indisponibilité du service..... 20
10.2	Problèmes de qualité de service dont l'origine est liée à la qualité de fonctionnement du réseau 20
10.3	Outils et modèles pour la mesure et la prévision de la qualité vidéo 22
	Bibliographie..... 25

Introduction

Les opérateurs de services mobiles large bande, qui doivent affronter une concurrence importante sur le marché du large bande, sont obligés de redéfinir leurs modèles économiques pour soutenir leurs flux de production de revenus. Ils ont ainsi été contraints de passer au déploiement de plates-formes technologiques IP convergentes et de technologies de réseaux d'accès à haut débit afin de fournir des services trois en un (*triple play*, combinaison de téléphonie, d'accès à l'Internet et de streaming vidéo) de haute qualité à des consommateurs dont la demande d'expériences toujours plus positives reste insatiable. Dans ce contexte, les services de visiophonie sur les réseaux 4G (c'est-à-dire les réseaux LTE, évolution à long terme) offrent aux opérateurs la possibilité de proposer de nouveaux services à haute valeur ajoutée à leurs clients pour les fidéliser. À ce jour, les universitaires, les développeurs système et les organismes de normalisation poursuivent leurs travaux de recherche dans le but de contribuer à combler les lacunes en termes de connaissances pour permettre le déploiement d'un service commercial de visiophonie sur les réseaux LTE (ViLTE) à l'échelle mondiale.

Recommandation UIT-T G.1028.1

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

1 Domaine d'application

La présente Recommandation traite des exigences en matière de qualité de service de la visiophonie empruntant des segments de réseau LTE (ViLTE) (voir [b-GSMA IR.94]). Elle contient également des considérations sur le budget qualité attribué aux différents scénarios d'architecture de services, ainsi que sur le respect de la réglementation du paramétrage en matière de qualité de service, sur l'évaluation de l'incidence de certaines conditions d'exploitation pertinentes sur des paramètres de services précis, et sur une stratégie de diagnostic des dégradations de la qualité de service sur un réseau ViLTE. Cette Recommandation vise à servir de guide de référence aux opérateurs et aux régulateurs des réseaux LTE.

La présente Recommandation est un complément à la Recommandation [UIT-T G.1028]. Tous les aspects vocaux liés aux services ViLTE sont exactement les mêmes que pour les services de voix sur LTE (VoLTE); ils sont traités dans la Recommandation [UIT-T G.1028] et ne sont donc pas repris dans la présente Recommandation.

2 Références

La présente Recommandation se réfère à certaines dispositions des Recommandations UIT-T et textes suivants qui, de ce fait, en font 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 G.1011] Recommandation UIT-T G.1011 (2016), *Guide de référence des méthodes d'évaluation de la qualité d'expérience.*
- [UIT-T G.1028] Recommandation UIT-T G.1028 (2016), *Qualité de service de bout en bout de la téléphonie sur les réseaux mobiles 4G.*
- [UIT-T G.1070] Recommandation UIT-T G.1070 (2018), *Modèle d'opinion pour les applications de visiophonie.*
- [UIT-T G.1071] Recommandation UIT-T G.1071 (2016), *Modèle d'opinion relatif à la planification du réseau pour les applications de streaming audio et vidéo.*
- [UIT-T H.264] Recommandation UIT-T H.264 (2017), *Codage vidéo évolué pour les services audiovisuels génériques.*
- [UIT-T H.265] Recommandation UIT-T H.265 (2018), *Codage vidéo à haute efficacité.*
- [UIT-T J.144] Recommandation UIT-T J.144 (2004), *Techniques de mesure objective de la qualité vidéo perçue pour la télévision numérique par câble en présence d'un signal de référence complet.*
- [UIT-T J.246] Recommandation UIT-T J.246 (2008), *Techniques de mesure de la qualité visuelle perçue pour les services multimédias offerts sur les réseaux de télévision numérique par câble en présence d'une référence de largeur de bande réduite.*
- [UIT-T J.247] Recommandation UIT-T J.247 (2008), *Mesure objective de la qualité vidéo multimédia perçue en présence d'une référence complète.*

- [UIT-T J.249] Recommandation UIT-T J.249 (2010), *Techniques de mesure de la qualité vidéo perceptuelle pour la télévision numérique par câble en présence d'une référence réduite.*
- [UIT-T J.341] Recommandation UIT-T J.341 (2016), *Mesure objective de la qualité vidéo multimédia perçue pour les programmes de TVHD offerts sur les réseaux de télévision numérique par câble en présence d'une référence complète.*
- [UIT-T J.342] Recommandation UIT-T J.342 (2011), *Mesure objective de la qualité vidéo multimédia pour les programmes de TVHD offerts sur les réseaux de télévision numérique par câble en présence d'une référence réduite.*
- [UIT-T J.343.1] Recommandation UIT-T J.343.1 (2014), *Modèles hybrides NRe de mesure objective de la qualité vidéo perçue pour la TVHD et les services vidéo IP multimédias en présence de données de flux binaires chiffrées.*
- [UIT-T J.343.2] Recommandation UIT-T J.343.2 (2014), *Modèles hybrides NR de mesure objective de la qualité vidéo perçue pour la TVHD et les services vidéo IP multimédias en présence de données de flux binaires non chiffrées.*
- [UIT-T J.343.3] Recommandation UIT-T J.343.3 (2014), *Modèles hybrides RRe de mesure objective de la qualité vidéo perçue pour la TVHD et les services vidéo IP multimédias en présence d'un signal de référence réduit et de données de flux binaires chiffrées.*
- [UIT-T J.343.4] Recommandation UIT-T J.343.4 (2014), *Modèles hybrides RR de mesure objective de la qualité vidéo perçue pour la TVHD et les services vidéo IP multimédias en présence d'un signal de référence réduit et de données de flux binaires non chiffrées.*
- [UIT-T J.343.5] Recommandation UIT-T J.343.5 (2014), *Modèles hybrides FRe de mesure objective de la qualité vidéo perçue pour la TVHD et les services vidéo IP multimédias en présence d'un signal de référence complet et de données de flux binaires chiffrées.*
- [UIT-T J.343.6] Recommandation UIT-T J.343.6 (2014), *Modèles hybrides FR de mesure objective de la qualité vidéo perçue pour la TVHD et les services vidéo IP multimédias en présence d'un signal de référence complet et de données de flux binaires non chiffrées.*
- [UIT-T P.863] Recommandation UIT-T P.863 (2018), *Prédiction objective de la qualité d'écoute perçue.*
- [UIT-T P.1201] Recommandation UIT-T P.1201 (2012), *Évaluation paramétrique non intrusive de la qualité de la diffusion en continu de médias audiovisuels.*
- [UIT-T P.1201.1] Recommandation UIT-T P.1201.1 (2012), *Évaluation paramétrique non intrusive de la qualité de la diffusion en continu de médias audiovisuels pour les applications à faible résolution.*
- [UIT-T P.1201.2] Recommandation UIT-T P.1201.2 (2012), *Évaluation paramétrique non intrusive de la qualité de la diffusion en continu de médias audiovisuels pour les applications à haute résolution.*
- [UIT-T P.1202.1] Recommandation UIT-T P.1202.1 (2012), *Évaluation paramétrique non intrusive, fondée sur le flux binaire, de la qualité de la diffusion en continu de médias vidéo pour les applications à faible résolution.*

- [UIT-T P.1202.2] Recommandation UIT-T P.1202.2 (2013), *Évaluation paramétrique non intrusive, fondée sur le flux binaire, de la qualité de la diffusion en continu de médias vidéo pour les applications à haute résolution.*
- [ETSI TS 122 105] ETSI TS 122 105 v15.0.0 (2018-07), *Digital cellular telecommunications system (Phase 2+) (GSM); Universal Mobile Telecommunications System (UMTS); LTE; Services and service capabilities (3GPP TS 22.105 version 15.0.0 Release 15).*
- [ETSI TS 123 203] ETSI TS 123 203 v15.4.0 (2018-09), *Digital cellular telecommunications system (Phase 2+) (GSM); Universal Mobile Telecommunications System (UMTS); LTE; Policy and charging control architecture (3GPP TS 23.203 version 15.4.0 Release 15).*
- [ETSI TS 126 114] ETSI TS 126 114 v15.4.0 (2018-10), *Universal Mobile Telecommunications System (UMTS); LTE; IP Multimedia Subsystem (IMS); Multimedia telephony; Media handling and interaction (3GPP TS 26.114 version 15.4.0 Release 15).*

3 Définitions

3.1 Termes définis ailleurs

Aucun.

3.2 Termes définis dans la présente Recommandation

Aucun.

4 Abréviations et acronymes

La présente Recommandation utilise les abréviations et acronymes suivants:

3G	réseau d'accès radioélectrique de troisième génération (<i>Third Generation of radio access network</i>)
4G	réseau d'accès radioélectrique de quatrième génération (<i>Fourth Generation of radio access network</i>)
AEC	limitation d'écho acoustique (<i>Acoustic Echo Control</i>)
AGC	commande automatique de gain (<i>Automatic Gain Control</i>)
AMR-WB	codage adaptatif multidébit à large bande (<i>Adaptive Multi-Rate Wideband</i>)
AMROF	accès multiple par répartition orthogonale de la fréquence (<i>OFDMA - Orthogonal Frequency Division Multiple Access</i>)
AS	serveur d'applications (<i>Application Server</i>)
ATCF	fonction de commande du transfert d'accès (<i>Access Transfer Control Function</i>)
ATGW	passerelle de transfert d'accès (<i>Access Transfer Gateway</i>)
BE	au mieux (<i>Best Effort</i>)
BGCF	fonction de commande de passerelle périphérique (<i>Border Gateway Control Function</i>)
BSC	unité de commande de station de base (<i>Base Station Controller</i>)
BTS	station d'émission-réception de base (<i>Base Transceiver Station</i>)

CIF	format intermédiaire commun (<i>Common Intermediate Format</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>)
DRB	support radioélectrique de données (<i>Data Radio Bearer</i>)
DRX	réception discontinue (<i>Discontinuous Reception</i>)
DSCP	point de code de services différenciés (<i>Differentiated Services Code Point</i>)
DTMF	multifréquence à deux tonalités (<i>Dual-Tone Multi-Frequency</i>)
EF	transmission express (<i>Expedited Forwarding</i>)
eMSC	centre de commutation renforcé pour les services mobiles (<i>Enhanced MSC</i>)
E-NodeB	nœud 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>)
GBR	débit binaire garanti (<i>Guaranteed Bit Rate</i>)
GERAN	réseau d'accès radioélectrique GSM/EDGE (<i>GSM/Edge Radio Access Network</i>)
GPRS	service général de radiocommunication en mode paquet (<i>General Packet Radio Service</i>)
GSM	système mondial de communications mobiles (<i>Global System for Mobile Communication</i>)
GSMA	Association GSM (<i>GSM Association</i>)
GTP	protocole de tunnellation GPRS (<i>GPRS Tunnelling Protocol</i>)
GW	passerelle (<i>Gateway</i>)
HARQ	demande de répétition automatique hybride (<i>Hybrid Automatic-Repeat-Request</i>)
HD	service vocal haute définition (<i>High Definition Voice</i>)
HSS	serveur d'abonné résidentiel (<i>Home Subscriber Server</i>)
HVGA	résolution d'image HVGA (<i>Half Video Graphics Array</i>)
IBCF	fonction de commande périphérique d'interconnexion (<i>Interconnection Border Control Function</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>)
LTE	évolution à long terme (<i>Long Term Evolution</i>)
MBR	débit binaire maximum (<i>Maximum Bit Rate</i>)
MGCF	fonction de contrôleur de passerelle média (<i>Media Gateway Controller Function</i>)
MGW	passerelle média (<i>Media Gateway</i>)
M-LWDF	priorité au temps d'attente pondéré modifié le plus important (<i>Modified Largest Weighted Delay First</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>)
MRFC	contrôleur de fonction de ressource multimédia (<i>Multimedia Resource Function Controller</i>)
MRFP	processeur de fonction de ressource multimédia (<i>Multimedia Resource Function Processor</i>)
MSC	centre de commutation pour les services mobiles (<i>Mobile Switching Centre</i>)
MSCS	serveur MSC (<i>MSC Server</i>)
MTSI	service de téléphonie multimédia pour IMS (<i>Multimedia Telephony Service for IMS</i>)
NB	bande étroite (<i>Narrowband</i>)
NGN	réseau de prochaine génération (<i>Next Generation Network</i>)
NR	réduction de bruit (<i>Noise Reduction</i>)
OT	troisième opérateur (<i>Third Operator</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 des règles relatives 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>)
PDA	assistant numérique personnel (<i>Personal Digital Assistant</i>)
PDCP	protocole de convergence de données en mode paquet (<i>Packet Data Convergence Protocol</i>)
PDD	temps d'attente après numérotation (<i>Post Dialling Delay</i>)
PF	distribution équitable en termes de proportionnalité (<i>Proportionality Fair</i>)
P-GW	passerelle de réseau de données à commutation par paquets (<i>Packet Data Network Gateway</i>)
PLF	distribution équitable de la perte de paquets (<i>Packet Loss Fair</i>)
QCI	identifiant de classe de la qualité de service (<i>QoS Class Identifier</i>)
QCIF	quart de format intermédiaire commun (<i>Quarter Common Intermediate Format</i>)
QoS	qualité de service (<i>Quality of Service</i>)
QVGA	résolution d'image QVGA (<i>Quarter Video Graphics Array</i>)
RACH	canal d'accès aléatoire (<i>Random Access Channel</i>)
RLC	commande de liaison radioélectrique (<i>Radio Link Control</i>)
RNC	contrôleur de réseau radioélectrique (<i>Radio Network Controller</i>)
RoHC	compression d'en-tête robuste (<i>Robust Header Compression</i>)
RRC	contrôle de ressources radioélectriques (<i>Radio Resource Control</i>)

RSRP	puissance du signal de référence reçu (<i>Reference Signal Received Power</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>)
RTPC	réseau téléphonique public commuté (<i>PSTN – Public Switched Telephone Network</i>)
S-CSCF	fonction serveur de commande de session d'appel (<i>Serving Call Session Control Function</i>)
SD	définition normale (<i>Standard Definition</i>)
SDP	protocole de description de session (<i>Session Description Protocol</i>)
S-GW	passerelle de desserte (<i>Serving Gateway</i>)
SIP	protocole d'ouverture de session (<i>Session Initiation Protocol</i>)
SRB	support radioélectrique de signalisation (<i>Signalling Radio Bearer</i>)
SRVCC	continuité d'appel vocal radioélectrique unique (<i>Single Radio Voice Call Continuity</i>)
TAS	serveur d'application de téléphonie (<i>Telephony Application Server</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 d'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 radioélectrique de Terre au système UMTS (<i>UMTS Terrestrial Radio Access Network</i>)
ViLTE	visiophonie sur LTE (<i>Video Telephony over LTE</i>)
VGA	résolution d'image VGA (<i>Video Graphics Array</i>)
VoLTE	voix sur LTE (<i>Voice over LTE</i>)
VT	visiophonie (<i>Video Telephony</i>)
WB	large bande (<i>Wideband</i>)

5 Conventions

Aucune.

6 Brève introduction à la visiophonie sur LTE et hypothèses

Un certain nombre d'hypothèses essentielles ont été formées dans la présente Recommandation à l'égard du profil de sous-système multimédia IP (IMS) destiné à la vidéo et défini par la *Global System Mobile Association* (GSMA) dans le document [b-GSMA IR.94], ainsi qu'à l'égard des procédures de gestion des médias (partie vidéo uniquement) du service de téléphonie multimédia pour IMS (MTSI) définies dans le document [ETSI TS 126 114] dans le cadre du projet 3GPP.

- Pour déployer la visiophonie sur LTE (ViLTE), il faut disposer au préalable de la voix sur LTE (VoLTE). Les questions touchant à la voix sur LTE et à l'architecture de service des réseaux ViLTE sont analysées en détail dans la Recommandation [UIT-T G.1028];

- Pour pouvoir prendre en charge un appel vidéo, l'équipement d'utilisateur (UE) indique au réseau LTE quelles sont ses capacités dans le domaine de la vidéo. Le média vidéo est intégré dans la demande d'appel vidéo par le protocole de transport en temps réel (RTP) exploité par-dessus le protocole de datagramme utilisateur (UDP) (RTP/UDP);
- Le RTP est le protocole de média permettant de transmettre des flux audio et vidéo en temps réel. À la différence de ce qui se passe dans le domaine de la VoLTE, la passerelle de réseau de données à commutation par paquets (P-GW) et la passerelle de desserte (S-GW) établissent deux supports pour un appel vidéo, l'un pour la voix et l'autre pour l'image;
- La ViLTE exploite les codecs obligatoires UIT-T H.264, ou de préférence les codecs facultatifs (UIT-T H.265, rang principal, niveau 3.1) pour coder et décoder le flux vidéo en faisant des compromis entre l'optimisation du débit binaire et celle de la qualité du signal vidéo;
- Le codec UIT-T H.264/UIT-T H.265 offre une qualité supérieure à celle du codec UIT-T H.263, qui fonctionne à un débit plus faible et qui est utilisé dans les appels vidéo conversationnels de troisième génération (3G);
- Pendant un appel, la résolution de l'image et le rendement de codage vont probablement s'adapter aux conditions du réseau, et en particulier à la réduction de la largeur de bande sur la liaison descendante. Le protocole de commande de transport en temps réel (RTPC) prend en charge la communication des capacités entre les entités UE et IMS à l'intérieur du réseau au cours de l'appel, ce qui déclenche l'adaptation;
- La ViLTE exploite le même protocole de plan de commande que la VoLTE, à savoir le protocole d'ouverture de session (SIP);
- Le réseau central IMS et le serveur d'applications (AS) pertinent assurent le contrôle de l'appel;
- Pour chaque appel vidéo en ViLTE, on définit une qualité de service adéquate afin de différencier ce trafic de conversations, qui est sensible aux temps d'attente et à la gigue, du trafic des autres flux vidéo n'ayant pas cette sensibilité;
- Le mécanisme employé à cette fin est appelé identifiant de classe de la qualité de service (QCI). Le trafic de support de la ViLTE obtient généralement la classe QCI-2, tandis que la signalisation IMS acheminée par le protocole SIP obtient la classe QCI-5;
- Pendant une session ViLTE, les appareils capables de prendre en charge la vidéo assurent souvent la synchronisation labiale pour l'ensemble des composantes audio et vidéo en s'envoyant mutuellement des informations de rythme;
- Le traitement des appels en ViLTE offre aux appareils en communication la possibilité d'arrêter la vidéo à tout moment pendant l'appel et de ne continuer qu'avec la voix;
- Les services d'appel vidéo conversationnels peuvent être assurés en mode simplex ou duplex;
- Les flux vidéo peuvent passer d'un mode à l'autre en envoyant une demande "re-INVITE" accompagnée d'une offre de protocole de description de session (SDP) au moyen de descripteurs de médias adéquats (par exemple sendrecv, sendonly, recvonly).

8 Exigences de qualité de service de la ViLTE – Méthode segmentée

8.1 Tour d'horizon des problèmes de qualité de service rencontrés par les utilisateurs finaux

La visiophonie sur LTE (ViLTE) est un service relativement nouveau, et nous ne disposons pas encore de suffisamment de données pour comprendre les problèmes généraux de qualité de service tels qu'ils sont perçus par les consommateurs, ni pour pouvoir apprécier toute l'importance des différentes dimensions de la qualité de services. Toutefois, nous pouvons établir une analogie avec des services actuels pour lesquels des données ont été regroupées.

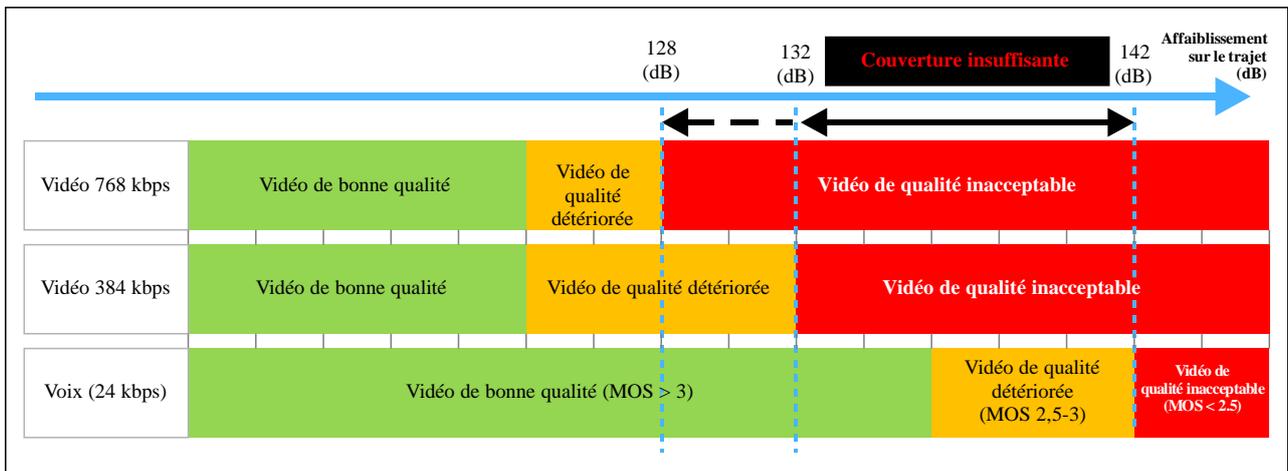
Dans le domaine des services conversationnels, les grandes catégories de paramètres de la qualité de service sont bien connues grâce à la téléphonie. Il s'agit de l'accessibilité des services, de la qualité audio et vidéo (qui fait partie de l'intégrité du service, celle-ci recouvrant notamment la qualité de l'audio, la qualité de la vidéo et les relations entre des signaux audio/vidéo simultanés, par exemple pour la synchronisation labiale) et de la continuité du service. On trouvera une liste détaillée des indicateurs propres à chaque catégorie de paramètres dans le § 9.1.

En outre, la ViLTE partage plusieurs caractéristiques avec d'autres services disponibles grâce à la même technologie d'accès, notamment la VoLTE [UIT-T G.1028] et le streaming vidéo sur LTE (pour les aspects touchant à la vidéo). S'agissant de ce dernier point, les problèmes peuvent notamment être les suivants:

- La qualité intrinsèque de la restitution vidéo, qui est fortement corrélée à la technologie de codage vidéo et au débit binaire, à la taille de la vidéo, à sa résolution (et à son adéquation avec la taille de l'écran) et la fréquence de trame de la vidéo;
- Les encombrements du réseau (central ou d'accès), qui se traduisent par différentes perturbations visibles (selon les stratégies de décodage et de mise en mémoire tampon du côté récepteur) comme le blocage des images (perturbation identique à celle qui se produit en streaming vidéo en cas de remise en mémoire tampon), la pixellisation, la présence de blocs dans l'image, le dédoublement d'image, etc.
- Une combinaison des deux derniers éléments, une largeur de bande limitée ou un problème de tampon de gigue, qui peuvent être compensés par l'adaptation du débit binaire du codage vidéo, ce qui peut produire des dégradations visibles de la qualité.

Cependant, la ViLTE se caractérise aussi par des différences en matière de traitement des médias audio et vidéo; en effet, le profil de service de la ViLTE, qui est défini dans le document [b-GSMA IR.94], est fondé sur l'identifiant QCI (voir Tableau 1).

Dès lors, en cas d'encombrement du réseau, ou si un terminal ViLTE se trouve en bordure de la couverture radioélectrique, la voix obtiendra la priorité par rapport à la vidéo. Un mécanisme analogue au regroupement des intervalles de temps de transmission (TTI), qui permet de retransmettre des paquets audio pour éviter qu'ils ne soient perdus, et qui limite par conséquent la largeur de bande disponible pour d'autres paquets, amplifie cet effet de priorité. Le regroupement des intervalles de temps de transmission définit en réalité le seuil final de la couverture ViLTE au-delà duquel seule la vidéo en 64 kbit/s peut présenter une qualité inacceptable par rapport à la référence définie dans la Recommandation UIT-T H.264. On améliore la couverture en réduisant le débit binaire de la vidéo, mais le gain n'est que de 4 dB lorsque le débit binaire est réduit de moitié, comme le montre la Figure 2 ci-dessous. Dans les situations les plus graves, selon la stratégie définie par le fournisseur de services, la communication des utilisateurs finaux sera réduite au service audio ou sera coupée.



G.1028.1(19)_F02

Figure 2 – Comparaison du débit binaire et de la couverture de la vidéo

Il convient aussi de déterminer dans quelle mesure la qualité de service générale de la ViLTE, telle que perçue par les utilisateurs, peut être différente lorsque les problèmes ne sont rencontrés que dans le domaine de l'audio ou de la vidéo. Les essais menés auprès des utilisateurs ont montré que ceux-ci étaient plus sensibles aux problèmes de communication vocale qu'aux problèmes survenant dans la vidéo lors de conversations en visiophonie. Aussi leur impression est-elle meilleure lorsque les problèmes concernent les signaux vidéo davantage que les signaux audio.

8.2 Équipement d'utilisateur (conception et mise en œuvre du codec)

L'équipement d'utilisateur (UE) doit obligatoirement prendre en charge le niveau 1.2 du profil restreint supérieur présenté dans la Recommandation UIT-T H.264 et spécifié dans le § 5.2.2 du Document [ETSI TS 126 114]. En outre, dans un souci de rétrocompatibilité, il doit aussi prendre en charge le niveau 3.1 du profil restreint de base présenté dans la même publication. Enfin, il est recommandé que le niveau 3.1 du rang principal du profil principal présenté dans la Recommandation UIT-T H.265 soit également pris en charge.

Par ailleurs, en vertu des procédures définies dans le § 2.2.2 du Document [b-GSMA IR.94], l'UE et le réseau doivent être en mesure d'établir un appel vidéo soit directement pendant l'établissement de la session, soit en ajoutant la vidéo à une session audio en cours, en envoyant une demande SIP (re-) INVITE avec une offre SDP contenant à la fois des descripteurs de médias audio et vidéo. Pour s'assurer d'une qualité de service optimale, il est impératif de régler le débit binaire maximum (MBR) du signal vidéo à des niveaux très inférieurs aux paramètres de configuration du niveau 3.1 de la Recommandation [UIT-T H.264], puis d'affiner le réglage en fonction des capacités de transmission du réseau.

Il est conseillé d'harmoniser la mise en œuvre des codecs de la ViLTE de telle sorte que ces codecs puissent répondre aux besoins définis dans les cas d'utilisation pris en compte dans les hypothèses de développement des modèles de paramètres pertinents des Recommandations [UIT-T G.1070] et [UIT-T P.1202.1]. Rappelons à cet égard que la résolution, la fréquence de trame et le débit binaire de codage des codecs UIT-T H.264/UIT-T H.265 constituent des critères essentiels de la qualité maximale perçue par les utilisateurs du service ViLTE. Les fabricants de terminaux (téléphones mobiles et assistants numériques personnels (PDA)) prenant en charge la visiophonie par réseau LTE pourront trouver des orientations intéressantes dans les hypothèses présentées dans le Tableau 2. D'autre part, en matière de conception de codecs, ils pourront étudier les fonctions de dérivation des coefficients citées dans l'Appendice I de la Recommandation [UIT-T G.1070].

Tableau 2 – Hypothèses concernant les caractéristiques de l'écran

Spécifications de l'écran	Valeurs théoriques
Longueur de la diagonale (Note)	2-10 pouces
Définition	< 0,30
Température de couleur	6 500 K
Profondeur binaire	8 bits/couleur
Fréquence de balayage	≥ 60 Hz
Luminosité	100-300 cd/m ²
NOTE – La longueur de la diagonale correspond à la taille de l'image à l'écran.	

Le temps d'attente de bout en bout auquel un paquet de données vidéo ViLTE peut être soumis peut varier d'un paquet à l'autre. Cette variation est appelée gigue de retard. La gigue pose un problème majeur aux systèmes de ViLTE car le terminal récepteur (UE) doit recevoir, décoder et afficher des trames en temps réel et à un débit constant. Tout retard dans l'arrivée des trames provoqué par la gigue peut faire apparaître des perturbations intempestives dans la vidéo reconstruite, par exemple une image saccadée.

On règle généralement ce problème en ajoutant une mémoire tampon de lecture au niveau du récepteur. Cependant, si ce tampon peut compenser la gigue de retard, il peut éventuellement introduire un temps d'attente supplémentaire. Pour garantir la qualité de service sur des canaux vidéo, il faut donc gérer le tampon de gigue de retard en plafonnant son temps de latence (c'est-à-dire le seuil de retard), puis en testant l'état du tampon et en éliminant l'excédent de paquets vidéo accumulé dans le tampon. Si le tampon déborde, un message de dépassement du temps de latence est envoyé pour indiquer à l'application que le retard accumulé dans le tampon est suffisamment grave pour compromettre la synchronisation des médias. On règle ce problème en purgeant le tampon.

8.3 E-UTRAN (gestion des ressources radioélectriques)

Dans le modèle d'architecture ViLTE, au sein du segment relevant du réseau d'accès hertzien de Terre universel évolué (E-UTRAN), le nœud B amélioré (e-NodeB) est chargé de veiller à maintenir les conditions nécessaires à la qualité de service pour un support (vidéo) dédié dans l'interface radioélectrique, compte tenu de critères essentiels tels que l'identifiant de classe de qualité de service (QCI) et les niveaux de priorité.

Au niveau de l'interface radioélectrique, l'une des exigences les plus importantes en matière de qualité de service tient au type de stratégie de planification que le nœud e-NodeB doit administrer. Cette tâche relève des fonctions de gestion des ressources radioélectriques incombant à tout système mobile fondé sur le principe de l'accès multiple par répartition orthogonale de la fréquence (AMROF) pour plusieurs utilisateurs. Il faut disposer d'un algorithme de planification convenable et efficace pour pouvoir montrer que l'on peut atteindre les niveaux de qualité de fonctionnement souhaités dans le respect des limites de tolérance spécifiées dans le document [ETSI TS 123 203] pour le trafic de visiophonie. Il faut connaître la priorité, la limite du temps de propagation des paquets et dans une certaine mesure le taux acceptable de perte de paquets (qui figurent dans les données QCI) pour déterminer la configuration du mode de commande de liaison radioélectrique (RLC) et la manière dont le planificateur de la commande d'accès au média (MAC) va gérer les paquets envoyés au support.

Il est donc recommandé aux fournisseurs d'équipements de réseaux d'accès radioélectrique (RAN) et aux opérateurs de systèmes de choisir une stratégie de planification permettant de s'affranchir de quelques-unes des limites dont souffrent les algorithmes de planification servant généralement de référence, notamment en termes de débit, de perte de paquets et de distribution équitable (cette stratégie peut être fondée par exemple sur la distribution équitable de la perte de paquets (PLF), la priorité au temps d'attente pondéré modifié le plus important (M-LWDF) ou la distribution

équitable en termes de proportionnalité (PF)). Un réseau LTE doit avoir une couverture cellulaire hertzienne assurée par un niveau de puissance du signal de référence reçu (RSRP) inférieur à -105 dBm pour pouvoir garantir le respect de la règle empirique de base sur les commandes d'admission en s'appuyant sur l'identifiant QCI pertinent de l'équipement d'utilisateur.

Lors d'une demande de session IMS concernant un appel vidéo par un réseau E-UTRAN (origine ou destination), une ressource de support dédiée à la voix et une autre dédiée à la vidéo doivent être créées conformément au document [b-GSMA IR.94] en autorisant les flux fondés sur le contrôle dynamique de la politique et de la taxation (PCC). Le réseau doit lancer la création de ressources de support dédiées pour transporter les médias audio et vidéo. Le support dédié au flux de vidéo conversationnelle peut être à débit binaire garanti (GBR) ou non. Si l'on emploie un support GBR, celui-ci doit choisir l'identifiant QCI de valeur normalisée deux (2) et doit présenter les caractéristiques connexes définies dans le document [ETSI TS 123 203]. En cas de terminaison IMS d'une session utilisant un média conversationnel, les ressources de support dédiées doivent être supprimées en retirant l'autorisation des flux. C'est le réseau qui doit lancer la suppression des ressources de support.

8.4 Réseau central évolué en mode paquet (procédures d'attribution d'identifiant QCI et de gestion de la mobilité)

Un réseau central évolué en mode paquet (EPC) prend en charge la classification de la qualité de service (entre la fonction de mise en application de la politique et de la taxation (PCEF) et le client ViLTE) conformément au § 5 du Document [ETSI TS 122 105] et au § 6.1.7 du Document [ETSI TS 123 203]. L'entité de gestion de la mobilité (MME) fournit des mises à jour sur la zone de poursuite aux UE mobiles.

Lorsqu'un UE se raccorde au réseau, une procédure d'authentification mutuelle de l'UE et du réseau est effectuée entre l'UE et la MME ou le serveur d'abonné résidentiel (HSS). Cette fonction d'authentification établit en outre les clés de sécurité qui servent à chiffrer les supports. Il convient de gérer le trafic de signalisation dû à des mises à jour excessives sur la zone de poursuite de manière à réduire les retards pendant l'établissement de la session d'appel vidéo.

La passerelle de desserte (S-GW) 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 liés au support correspondant. La passerelle de réseau de données à commutation par paquets (P-GW) constitue 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 des services IP destinés aux utilisateurs finaux.

Il faut disposer d'une bonne organisation hiérarchique pour assurer une coordination transparente de la signalisation du plan de commande pendant la mobilité, les deux (2) grandes conditions préalables de la qualité de service étant la réduction au minimum de l'interruption de la qualité de service pendant le transfert et l'amélioration de la prise en charge de l'interopérabilité entre les différents protocoles de mobilité (IP/IPv6).

8.5 Système central de l'IMS et de transit IP (commande et signalisation d'appel)

Le système central de l'IMS prend en charge l'enregistrement et l'authentification du client ViLTE. L'IMS permet d'établir et de terminer une session de vidéo sur IP (VoIP); à cette fin, il a besoin d'une signalisation en SIP fonctionnant sous l'identifiant QCI-5 qui lui a été attribué, ainsi que d'un transfert en temps réel des flux audio et vidéo en RTP fonctionnant respectivement sous l'identifiant QCI-1 et QCI-2 (voir le Tableau 1).

Pour répondre à ces besoins, et dans le contexte d'un réseau de capacité limitée, on peut choisir la méthode Diffserv (point de code de services différenciés (DSCP)) pour garantir l'efficacité de l'attribution de bande passante et de la planification entre plusieurs applications créant du trafic, notamment la visiophonie.

Un opérateur LTE proposant des services "trois en un" (audio, vidéo, données) peut s'adapter aux variations des besoins de trafic sur son réseau en créant un groupe par classe de trafic pour chaque type de services.

9 Estimation du budget et paramétrage de la qualité de service

9.1 Indicateurs pertinents

Deux catégories d'indicateurs doivent être pris en considération lorsqu'on évalue la qualité des services ViLTE:

- 1) l'établissement et la continuité de la session;
- 2) l'intégrité du contenu.

Dans la première catégorie, l'objectif consiste à évaluer le niveau de qualité dont un utilisateur peut bénéficier lorsqu'il utilise le service pendant la totalité d'une session ViLTE. Les indicateurs recommandés à cet égard sont présentés dans le Tableau 3 ci-dessous.

Tableau 3 – Paramètres de la qualité de service pour l'établissement et la continuité de la session

Nom	Définition
Disponibilité du service de visiophonie (VT)	Disponibilité du service de bout en bout en termes de capacité d'établir un appel, mais aussi de composantes audio et vidéo en provenance et en direction du client ViLTE. Toute tentative d'établir un appel ViLTE ne débouchant que sur une session audio est considérée comme un échec.
Disponibilité de la composante vidéo	Disponibilité de la composante vidéo en cas de demande d'ajout de cette composante à un appel VoLTE en cours.
Temps d'établissement de l'appel VT (temps d'attente après numérotation (PDD))	Intervalle de temps (en secondes) entre la fin de la numérotation par un appelant et la réception en retour de la tonalité adéquate en cas de réussite de l'appel ViLTE.
Temps d'établissement des composantes	Intervalle de temps (en secondes) entre la réception d'une tonalité de retour d'appel et le début des sessions audio et vidéo correspondantes en cas de réussite de l'appel ViLTE, ou temps nécessaire pour ajouter la composante vidéo après une demande d'appel VoLTE. Bande étroite (NB): cet indicateur ne tient pas compte du fait que l'identifiant QCI pertinent a été ou non attribué à chaque flux (QCI-1 pour l'audio, QCI-2 pour la vidéo).
Durée d'interruption du service VT	Intervalle de temps (en secondes) pendant lequel la session est mise en attente (en raison de l'absence d'au moins un média, audio ou vidéo) avant que la session ne reprenne.
Taux d'interruption du service VT	Possibilité d'utiliser le service et/ou ses composantes audio et vidéo jusqu'à ce que l'utilisateur demande la terminaison de l'appel. Un appel ViLTE dont la composante vidéo a pris fin de manière intempestive mais dont la composante audio fonctionne toujours est considéré comme coupé.

La seconde catégorie concerne la qualité de la vidéo (la qualité de l'audio étant traitée dans la Recommandation [UIT-T G.1028]) et comporte deux points de vue complémentaires: la qualité générale (exprimée par une note moyenne d'opinion (MOS)) et la détection et la caractérisation des perturbations. Les indicateurs recommandés à cet égard sont présentés dans le Tableau 4 ci-dessous.

Tableau 4 – Paramètres de la qualité de service – Mesures de la qualité de la vidéo

Nom	Définition
Qualité de la vidéo (MOS)	Fournit un avis objectif sur la qualité du signal vidéo tel que perçue par l'utilisateur du service VT
Détection des blocages des images	<ul style="list-style-type: none"> • Nombre et fréquence de détections • Durée cumulée de tous les événements détectés
Détection d'images floues	<ul style="list-style-type: none"> • Nombre et fréquence de détections • Durée cumulée de tous les événements détectés
Détection de pixellisation	<ul style="list-style-type: none"> • Nombre et fréquence de détections • Durée cumulée de tous les événements détectés

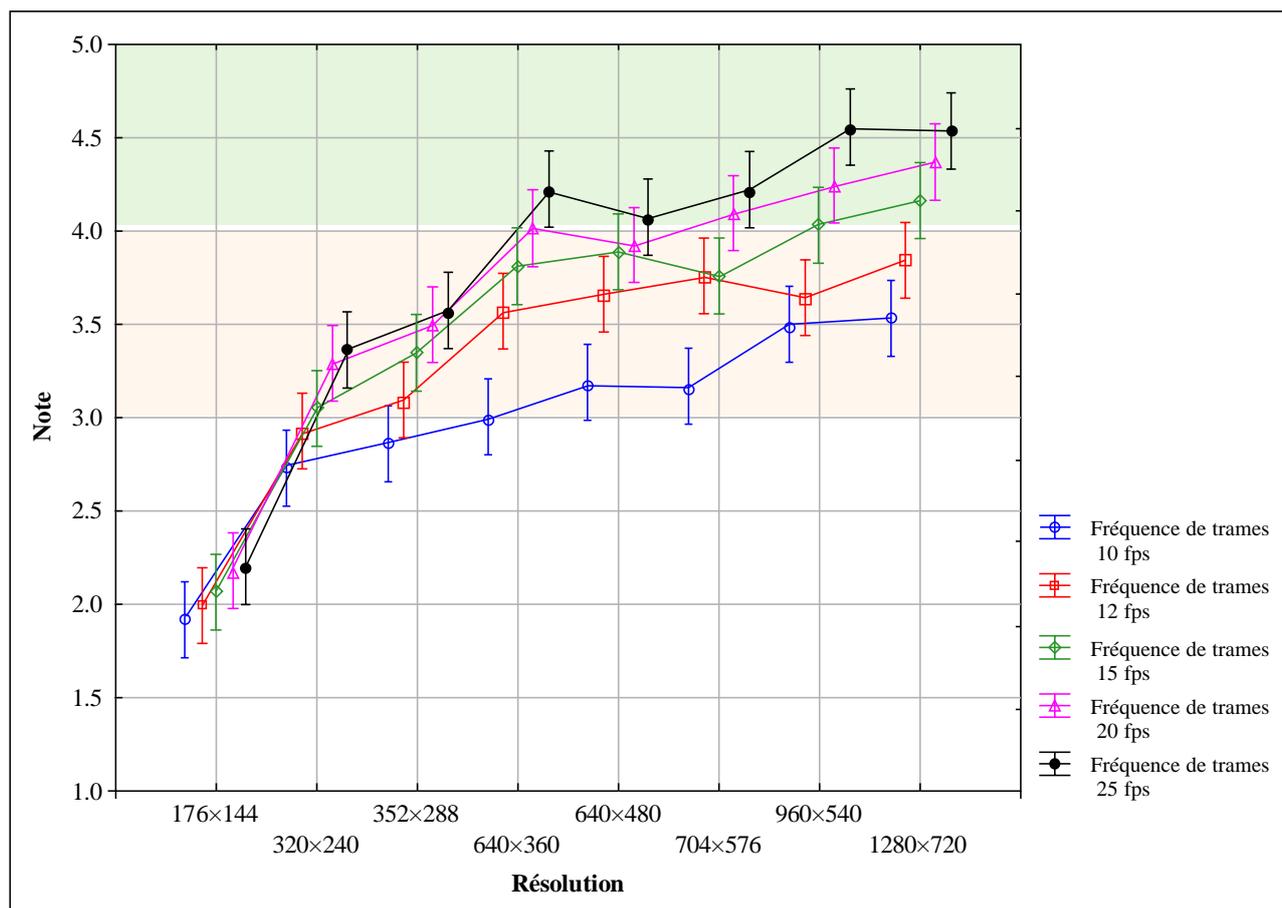
On trouvera dans le § 10.3 des orientations sur les méthodes de mesure de la qualité de la vidéo.

- **Blocage des images:** Lorsque la transmission est fiable, le blocage des images est la seule déformation qui puisse se produire en raison d'un problème de transmission. Dans le contexte de la ViLTE, le blocage n'est qu'un problème (mineur) parmi d'autres. En principe, il ne se produit que si la mémoire tampon (qui est de taille réduite) se vide. Le lecteur s'appuie sur les informations dont il dispose pour décoder et lire les paquets qu'il reçoit, même s'ils sont endommagés. Néanmoins, après un certain temps il doit appliquer d'autres stratégies, par exemple le masquage d'erreurs ou le blocage d'images, jusqu'à ce qu'il reçoive la trame I suivante, qui lui permet d'effectuer une synchronisation complète.
- **Images floues:** Ce problème est dû à une faible résolution combinée à une compression de données. Selon les marchés, la résolution d'images par défaut est généralement limitée à 240p ou 360p (ces images étant très floues sur l'écran haute définition (HD) d'un téléphone), même lorsque les normes prévoient des résolutions supérieures et des débits binaires adaptatifs. Dans le cas d'une trame I de 240p, la détection de blocs est considérée comme du flou.
- **Pixellisation:** Ce que l'on peut voir en cas d'erreurs de transmission, c'est l'ensemble des déformations d'images provoquées par des mises à jour erronées (erreurs dans les intratrames). De gros blocs dont les couleurs sont faussées apparaissent et se déplacent sur l'image, ou plus généralement ces blocs ne suivent pas correctement le mouvement de l'image, ou certaines parties de l'image se bloquent, ou encore les informations de luminance ne correspondent pas aux informations de chrominance, etc. Il faut aussi prendre en compte l'effet de la « propagation d'erreurs »: comme une intratrame erronée détruit une image, même si toutes les intratrames suivantes sont reçues sans erreur, les informations de mise à jour s'appliquent à une image détruite.

9.2 Évaluation de l'incidence des conditions d'exploitation pertinentes sur les paramètres de la qualité de service

On trouvera ci-après les résultats de certains essais effectués en laboratoire ou sur le terrain pour déterminer l'incidence des conditions d'exploitation sur les différentes dimensions de la qualité de service dans le domaine de la ViLTE. La présente section devra être complétée dans les prochaines versions.

Incidence de la résolution du codec sur la qualité de la vidéo

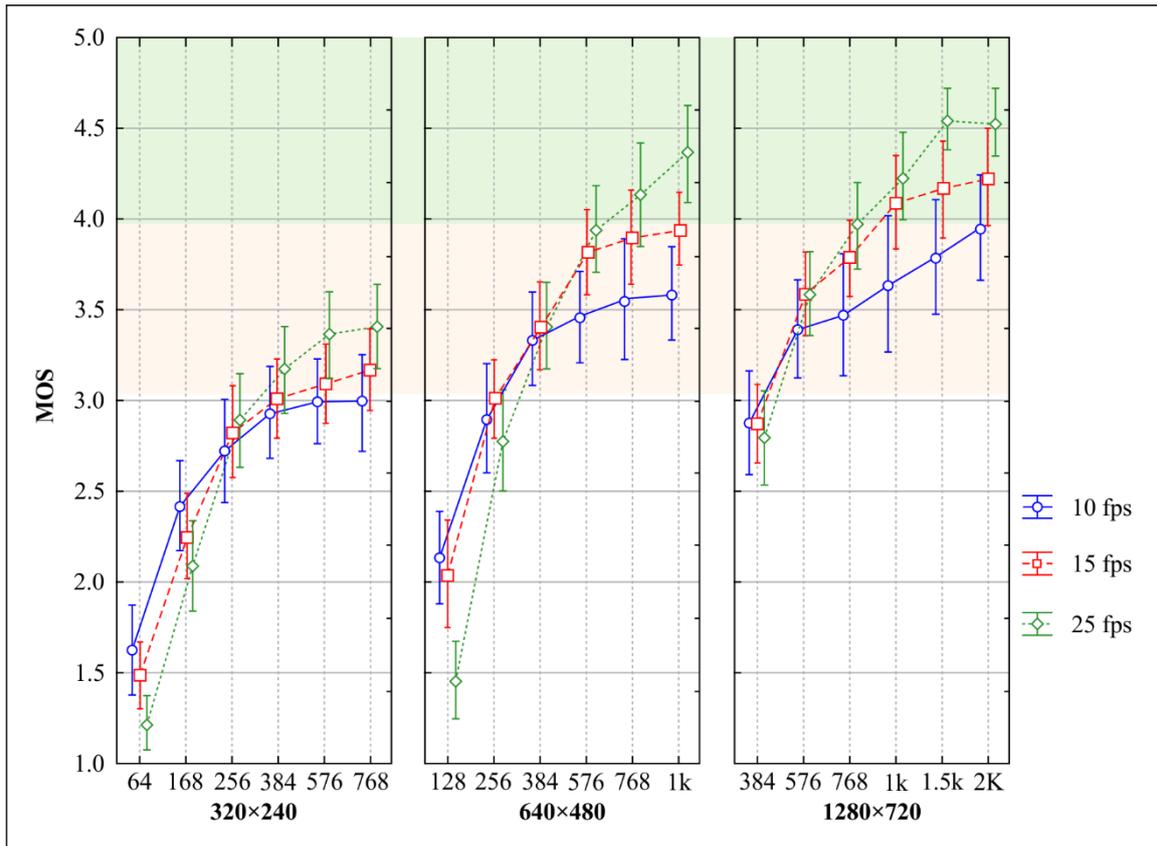


G.1028.1(19)_F03

Figure 3 – Incidence de la résolution du codec sur la qualité de la vidéo

Les résultats d'essais subjectifs montrent que la résolution d'image VGA (320×240) à une fréquence de trames de 15 fps n'offre qu'une qualité moyenne du point de vue de l'utilisateur (MOS \approx 3.0). Une bonne qualité (MOS \approx 4) nécessite au minimum une résolution de (640×360) à 15 fps. Cependant, c'est la résolution VGA (640×480) qui est le plus souvent choisie pour atteindre ce niveau de qualité.

– Incidence du débit binaire de codage sur la qualité de la vidéo



G.1028.1(19)_F04

Figure 4 – Incidence du débit binaire de codage sur la qualité de la vidéo

Nous pouvons déduire des résultats des essais subjectifs que la fourchette de fonctionnement optimal pour que la vidéo obtienne une bonne note MOS, au niveau 3.1 du profil de base défini dans la Recommandation UIT-T H.264, correspond à la résolution VGA avec une fréquence de trames allant de 15 à 30 fps et un débit binaire compris entre 384 et 768 kbit/s. Il faut donc disposer d'un débit binaire minimum de 384 kbit/s pour garantir que l'utilisateur perçoive une bonne qualité (MOS d'environ 3,5), tandis qu'une très bonne qualité de vidéo (MOS $\geq 4,0$) nécessite un débit binaire pouvant atteindre 768 kbit/s. Toutefois, le fait d'améliorer le codec ne permet pas de régler tous les problèmes de capacité ou de couverture; il faut aussi améliorer l'adaptation du débit. Les appareils doivent être capables de détecter les conditions de transmission (du côté du récepteur comme de l'émetteur) et d'adapter en conséquence le débit binaire ou la fréquence de trames, ainsi que la résolution.

– Incidence du débit binaire de la vidéo sur la capacité

Le support dédié à la ViLTE (ayant l'identifiant de classe QCI-2) offre un débit binaire garanti (GBR). Le planificateur radioélectrique accorde davantage de ressources radioélectriques à ce support pour faire en sorte que le débit GBR soit disponible en bordure de cellule. Avec un GBR de 768 kbit/s, un seul appel ViLTE consomme 20% des ressources radioélectriques sur la liaison montante (UL) (pour une largeur de bande de 10 MHz); c'est pourquoi la qualité générale de la transmission des données en subit les conséquences dans la cellule.

Tableau 5 – Incidence du débit binaire de la vidéo sur la capacité

% de ressources radioélectriques attribuées à chaque terminal ViLTE		Centre de la cellule	Milieu de la cellule	Bordure de la cellule ViLTE
10 MHz	384 kbit/s	2,0%	8,0%	12%
	768 kbit/s	3,2%	2,0%	20,6%
20 MHz	384 kbit/s	1,0%	4,0%	6,0%
	768 kbit/s	1,6%	5,5%	10,3%

Pour garantir une bonne qualité d'expérience (QoE) de la ViLTE sans compromettre le débit des autres utilisateurs, il faut prendre des mesures pratiques d'optimisation. On ne peut considérer que le débit binaire garanti est égal au débit binaire maximum (GBR = MBR) lorsqu'on cherche à adapter le débit. Les options envisageables pour obtenir la meilleure qualité de vidéo possible sont les suivantes:

- utiliser l'identifiant QCI-2 avec $GBR < MBR$; ou
- utiliser un QCI (6 ou 7) sans débit binaire garanti en établissant des priorités dans la planification, en fixant un débit binaire minimum par cellule et en exploitant le système ViWifi chaque fois que possible.

En résumé, pour garantir une qualité de fonctionnement plus optimale de la ViLTE, il faut disposer de codecs efficaces pour réduire le débit binaire de la vidéo, adapter ce débit binaire aux conditions de transmission et éventuellement envisager d'utiliser un identifiant QCI différent du QCI-2. Il faut également faire des compromis entre:

- l'efficacité du tampon de gigue et la qualité vidéo;
- la perte de paquets sous le protocole RTP et le temps d'attente après numérotation (PDD);
- la mise à jour de la zone de poursuite et le PDD;
- la couverture ou le brouillage et la disponibilité du service ou le taux de coupure des appels;
- le transfert et la durée d'interruption du service.

9.3 Objectifs de qualité

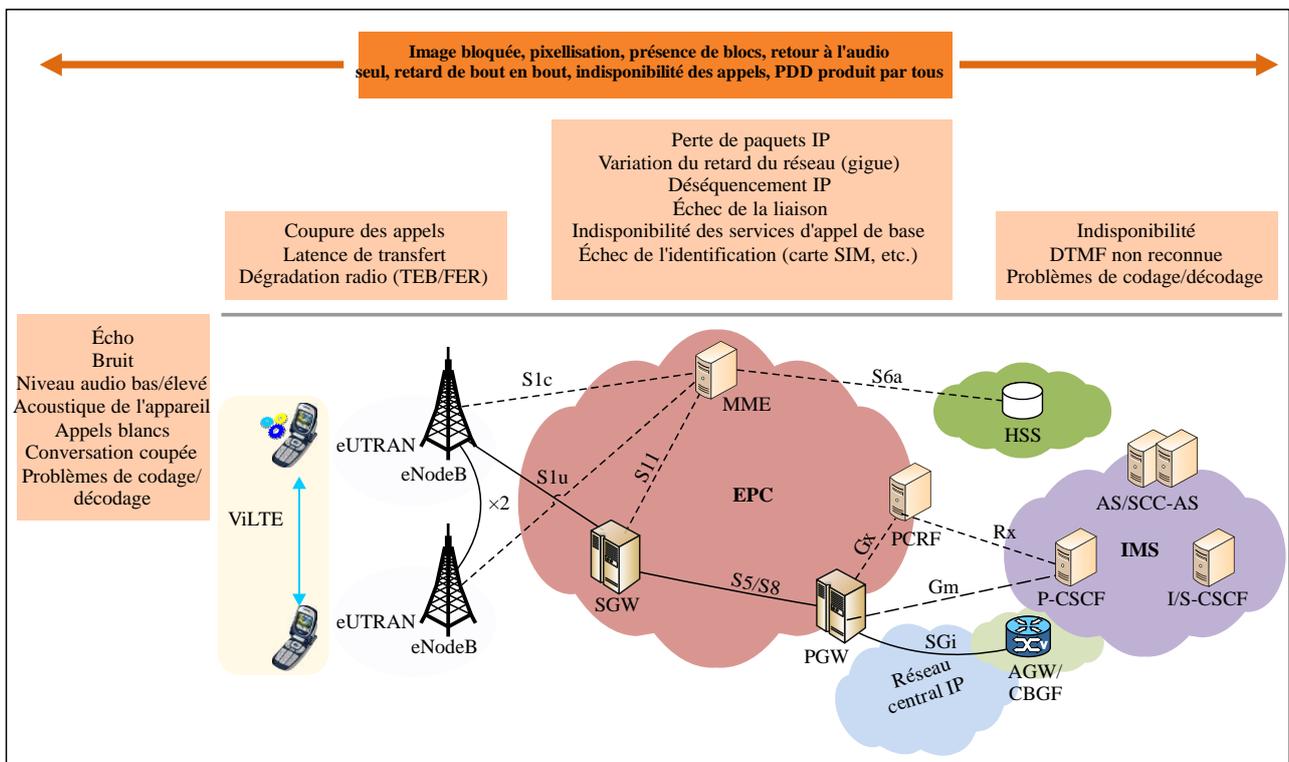
La présente section doit faire l'objet d'un complément d'étude. Le Tableau 6 ci-dessous sera rempli lorsque les résultats des déploiements sur le terrain seront connus.

Tableau 6 – Attribution du budget qualité

Segment du réseau	LTE-LTE (intra)		LTE-LTE (avec interconnexion)		LTE-LTE (avec itinérance)	
	Indicateur A	Indicateur B	Indicateur A	Indicateur B	Indicateur A	Indicateur B
UE						
E-UTRAN						
EPC						
IMS/AS						
Budget total						
	Indicateur C	Indicateur D	Indicateur C	Indicateur D	Indicateur C	Indicateur D
UE						
E-UTRAN						
EPC						
IMS/AS						
Budget total						
	Indicateur E	Indicateur F	Indicateur E	Indicateur F	Indicateur E	Indicateur F
UE						
E-UTRAN						
EPC						
IMS/AS						
Budget total						
	Indicateur G	Indicateur H	Indicateur G	Indicateur H	Indicateur G	Indicateur H
UE						
E-UTRAN						
EPC						
IMS/AS						
Budget total						

10 Stratégie de diagnostic des dégradations de la qualité de service

On trouvera dans la présente section une explication des différentes dégradations, concernant essentiellement la vidéo, qui peuvent être observées dans un réseau LTE mobile. Les principaux éléments du réseau mobile sont représentés de manière à mettre en évidence les éléments de signalisation et de médias ainsi que les connexions avec les plates-formes de réseau téléphonique public commuté (RTPC) ou les plates-formes mobiles.



G.1028.1(18)_F05

Figure 5 – Sources de dégradations potentielles des éléments audiovisuels de la ViLTE

À titre de point de comparaison sur la qualité de service fournie, les caractéristiques idéales d'un appel de référence sont les suivantes:

- Appel de quatrième génération (4G) disposant de codecs de bout en bout (codage adaptatif multidébit à large bande (AMR-WB) pour l'audio, UIT-T H.264/UIT-T H.265 pour la vidéo) et de fonctionnalités vidéo connexes (fréquence de trames, profil UIT-T H.264/UIT-T H.265, orientation vidéo) correctement négociés.
- Aucune dégradation sur un réseau EPC (aucune perte IP, aucune charge, etc.).
- Aucune dégradation sur un réseau E-UTRAN (aucune dégradation radioélectrique, aucun encombrement, etc.).
- Les deux appareils audio prennent en charge le large bande en 4G avec des dispositifs électroniques offrant une acoustique excellente, des algorithmes d'amélioration de la qualité de la voix (réduction de bruit (NR), une limitation d'écho acoustique (AEC) et une commande automatique de gain (AGC).
- Un environnement silencieux aux deux extrémités.
- Tous les services sont disponibles (par exemple le transfert d'appel et la multifréquence à deux tonalités (DTMF)).

On trouvera ci-dessous une liste des principales raisons techniques pour lesquelles il est possible de rencontrer des dégradations, classées en fonction des effets perçus par l'utilisateur.

10.1 Problèmes de qualité de service dont l'origine est liée à l'indisponibilité du service

Tableau 7 – Dégradations dues à l'indisponibilité du service et causes potentielles

Type de dégradation	Raisons possibles	Emplacement
Échec d'identification UE	<ul style="list-style-type: none"> • Problème au niveau de la MME, du HSS ou de la fonction des règles relatives à la politique et à la taxation (PCRF) 	EPC
Indisponibilité de l'appel de base	<ul style="list-style-type: none"> • Erreur de planification • Échec de l'établissement de la connexion par le contrôle des ressources radioélectriques (RRC) (rejet de la réception de la connexion établie par le RRC, ou expiration du temporisateur T300, ou pas d'envoi de signal d'achèvement de l'établissement de la connexion par le RRC après cet établissement) 	EUTRAN
	<ul style="list-style-type: none"> • Indisponible en raison de la charge (S-GW ou P-GW) • Échec de la négociation (par ex. problème d'attribution d'un identifiant QCI ou de codec) • Réception de plusieurs codes d'erreur SIP (par ex. 401 = non autorisé, 405 = méthode non autorisée) • Réception d'une ANNULATION SIP de l'IMS • Expiration du temporisateur interne TD provoquant un signal "SessionSetupFailureTimeout" 	EPC
Indisponibilité de la composante vidéo	<ul style="list-style-type: none"> • Échec de la négociation (par ex. problème d'attribution d'un identifiant QCI, de codec ou de résolution) 	EPC/Terminal
Temps d'attente après numérotation (PDD)	<ul style="list-style-type: none"> • Charge • Interfonctionnement entre les systèmes • Repliement du circuit commuté (CS) pendant l'établissement de l'appel 	Tous
Échec de la liaison	<ul style="list-style-type: none"> • Mauvaise négociation entre deux éléments de l'équipement du réseau pendant l'établissement de l'appel (mauvaise gestion des codecs) 	EUTRAN/ EPC
Appel blanc	<ul style="list-style-type: none"> • Le terminal n'est pas en mesure de coder ou décoder la parole alors que la signalisation est bonne pour la communication 	Terminal

10.2 Problèmes de qualité de service dont l'origine est liée à la qualité de fonctionnement du réseau

La présente sous-section contient une description des dégradations de la qualité de service liées à la qualité de fonctionnement du réseau. Concrètement, ces dégradations, qui sont propres au réseau, provoquent surtout une dégradation de la vidéo selon la perception de l'utilisateur.

Tableau 8 – Dégradations dues à la qualité de fonctionnement du réseau et causes potentielles

Type de dégradation	Raisons possibles	Emplacement
Blocage de l'image	<ul style="list-style-type: none"> • Pas de réception des trames vidéo • Encombrement 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 	Tous
Image floue	<ul style="list-style-type: none"> • Pas de réception d'infratrames vidéo; • Problème de stratégie de rétablissement au niveau du décodeur du terminal 	Tous
Présence de blocs/ Pixellisation	<ul style="list-style-type: none"> • Pas de réception d'infratrames vidéo; • Problème de stratégie de rétablissement au niveau du décodeur du terminal 	Tous
Problèmes de codage/ décodage		Terminal/ eUTRAN
Retard de bout en bout (latence)	<ul style="list-style-type: none"> • Charge du 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 • Planification dynamique, adaptation de liaison • Échec de liaison radio/rétablissement pendant le transfert (éventuellement dans une cellule différente) 	Tous
Mauvaise synchronisation (labiale) entre l'audio et la vidéo	<ul style="list-style-type: none"> • Encombrement du réseau lié au fait que la qualité de service est différenciée (QCI) • Les tailles et les comportements du tampon de gigue sont différents • Durée du décodage 	Tous
Perte de paquets RTP/IP	<ul style="list-style-type: none"> • Encombrement 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'éventuelle utilisation de la compression d'en-tête robuste (RoHC)) 	EPC/ Terminal
Déséquencement RTP/IP	<ul style="list-style-type: none"> • Nouvel itinéraire après un problème tel qu'un encombrement 	EPC
Variation du temps d'attente du réseau (gigue)	<ul style="list-style-type: none"> • Encombrement du réseau • Tampons de gigue non adaptés 	EPC/ Terminal
Dégradations radio	<ul style="list-style-type: none"> • Bordure de la couverture cellulaire • Brouillage • Zone mal couverte (obstacle, etc.) 	eUTRAN

Tableau 8 – Dégradations dues à la qualité de fonctionnement du réseau et causes potentielles

Type de dégradation	Raisons possibles	Emplacement
	<ul style="list-style-type: none"> Mauvaise optimisation radio Profil de perte radio Mauvaise planification radio Absence d'utilisation ou mauvaise utilisation des mécanismes de demande de répétition automatique hybride (HARQ) etc.	
Latence de transfert	<ul style="list-style-type: none"> Latence due à un nouvel itinéraire après échec de transfert ou de continuité d'appel vocal radioélectrique unique (SRVCC) 	Réseau EPC/CS
Coupure de l'appel	<ul style="list-style-type: none"> Bogue du terminal, zone mal couverte, échecs de transfert ou de SRVCC en raison de problèmes de proximité des cellules, etc. Coupage de la connexion RRC (à la réception d'un rejet de rétablissement de connexion RRC ou à l'expiration d'un temporisateur T301, ou encore si une libération de connexion RRC est reçue avant une nouvelle tentative d'établissement de connexion RRC) 	Terminal/eUTRAN
	<ul style="list-style-type: none"> Échec de liaison: échec système ou mauvaise renégociation entre deux équipements du réseau pendant l'appel Réception du code d'état SIP 500 (erreur interne du serveur) Pas de réception de paquets RTP pendant une période plus longue que la valeur du champ "<i>SessionDropTimeout</i>" du temporisateur interne TD Pas de valeur OK dans le code d'état SIP 200 lorsque l'instruction BYE est reçue pendant la durée indiquée dans le champ "<i>SessionHangupTimeout</i>" du temporisateur interne TD 	EPC
Retour à une communication uniquement audio	<ul style="list-style-type: none"> Encombrement du réseau (plusieurs causes: charge du trafic, distance du centre de la cellule provoquant l'activation du regroupement TTI) Problème de stratégie du service fourni et/ou du fabricant de l'appareil 	

10.3 Outils et modèles pour la mesure et la prévision de la qualité vidéo

La présente section est un complément pour la vidéo du § 10.3.2 de la Recommandation [UIT-T G.1028], dans laquelle sont présentés des outils et modèles pour la mesure et la prévision de la qualité vocale.

On trouvera un aperçu général de toutes les méthodes courantes d'évaluation de la qualité dans le Tableau 10.3 de la Recommandation [UIT-T G.1011]. Ce document contient en outre une description détaillée du domaine d'application de chaque modèle, en précisant les résolutions et les codecs pris en charge.

Compte tenu de la taxonomie présentée ici, les méthodes potentielles sont les suivantes:

- Modèles pour la couche médias (tous les modèles d'évaluation de la qualité pour le streaming des médias vidéo):
 - Référence complète: [UIT-T J.144] (définition normale (SD)), [UIT-T J.247] (quart de format intermédiaire commun (QCIF), format intermédiaire commun (CIF), VGA), [UIT-T J.341] (HD).
 - Référence réduite: [UIT-T J.249] (SD), [UIT-T J.246] (QCIF, CIF, VGA), [UIT-T J.342] (HD).
 - Aucune référence: aucun.
- Modèles pour la couche paquets:
 - Modèles destinés à la planification: [UIT-T G.1070] (outil dédié à la visiophonie, comportant aussi un module sur la qualité audio), [UIT-T G.1071] (pour le streaming vidéo, SD, HD).
 - Modèles destinés au suivi (pas de référence) selon le protocole de datagramme utilisateur (UDP) pour évaluer la qualité du streaming des médias vidéo: [UIT-T P.1201.1] (QCIF, résolution d'image QVGA, résolution d'image HVGA), [UIT-T P.1201.2] (SD, HD), [UIT-T P.1201] Amd. 2, App. III (HVGA, HD (1080i50, 1080p24, 1080i60, 1080p30)).
- Modèles pour la couche de flux binaires (pas de référence) selon le protocole UDP pour évaluer la qualité du streaming des médias audiovisuels:
 - [UIT-T P.1202.1] (QCIF, QVGA, HVGA), [UIT-T P.1202.2] (SD, HD).
- Modèles hybrides (tous les modèles destinés à l'évaluation de la qualité du streaming des médias vidéo):
 - Référence complète: [UIT-T J.343.5] (HD, flux binaire chiffré), [UIT-T J.343.6] (HD, flux binaire non chiffré).
 - Référence réduite: [UIT-T J.343.3] (HD, flux binaire chiffré), [UIT-T J.343.4] (HD, flux binaire non chiffré).
 - Pas de référence: [UIT-T J.343.1] (HD, flux binaire chiffré), [UIT-T J.343.2] (HD, flux binaire non chiffré).

À l'exception de celles qui sont présentées dans la Recommandation [UIT-T G.1070], toutes ces méthodes ont été élaborées pour évaluer les services de streaming vidéo ou audiovisuel, et non pas les services de visiophonie. Néanmoins, comme ces deux types de services ont un contenu relativement analogue, on peut envisager d'employer aussi ces méthodes pour évaluer la visiophonie; il convient toutefois de garder à l'esprit que cette application nécessite au préalable de solides travaux de validation.

De fait, l'application de ces méthodes soulève quelques questions majeures:

- Il est relativement compliqué d'évaluer les défauts de qualité d'une vidéo transmise par flux binaires (chiffrés). Toute méthode conçue pour des flux binaires peut fournir un certain nombre d'indicateurs sur l'apparence de la vidéo d'un point de vue statistique général, pour certains lecteurs de médias et certaines stratégies de codage, mais il faut considérer les résultats de ces mesures avec la plus grande prudence compte tenu de leur manque de précision et de pertinence.
- Dans les méthodes fondées sur une référence complète, il faut pouvoir intégrer dans les équipements d'utilisateur, au niveau applicatif, un contenu vidéo ou audiovisuel de référence au lieu du contenu fourni par la caméra. La plupart des modèles actuels d'appareils mobiles ne prennent pas en charge cette fonctionnalité.

- La stratégie permettant au lecteur vidéo des appareils mobiles de gérer les erreurs et de réduire leur visibilité au minimum change d'un appareil à l'autre. Les modèles doivent être étalonnés avant de pouvoir être appliqués à un type d'appareils donné.

Bibliographie

[b-GSMA IR.94] GSMA IR.94 v 11.0 (2016), *IMS Profile for Conversational Video Service*.

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 reseaux numériques
Série H	Systemes audiovisuels et multimédias
Série I	Reseau numérique à intégration de services
Série J	Reseaux 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 reseaux
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 reseaux 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	Reseaux de données, communication entre systemes ouverts et sécurité
Série Y	Infrastructure mondiale de l'information, protocole Internet, reseaux de prochaine génération, Internet des objets et villes intelligentes
Série Z	Langages et aspects généraux logiciels des systemes de télécommunication