

UIT-T

SECTEUR DE LA NORMALISATION
DES TÉLÉCOMMUNICATIONS
DE L'UIT

E.806

(06/2019)

SÉRIE E: EXPLOITATION GÉNÉRALE DU RÉSEAU,
SERVICE TÉLÉPHONIQUE, EXPLOITATION DES
SERVICES ET FACTEURS HUMAINS

Qualité des services de télécommunication: concepts,
modèles, objectifs et planification de la sûreté de
fonctionnement – Modèles pour les services de
télécommunication

**Campagnes de mesure, systèmes de contrôle et
méthodes d'échantillonnage pour le contrôle de
la qualité de service dans les réseaux mobiles**

Recommandation UIT-T E.806

RECOMMANDATIONS UIT-T DE LA SÉRIE E
**EXPLOITATION GÉNÉRALE DU RÉSEAU, SERVICE TÉLÉPHONIQUE, EXPLOITATION DES
SERVICES ET FACTEURS HUMAINS**

EXPLOITATION DES RELATIONS INTERNATIONALES	
Définitions	E.100–E.103
Dispositions de caractère général concernant les Administrations	E.104–E.119
Dispositions de caractère général concernant les usagers	E.120–E.139
Exploitation des relations téléphoniques internationales	E.140–E.159
Plan de numérotage du service téléphonique international	E.160–E.169
Plan d'acheminement international	E.170–E.179
Tonalités utilisées dans les systèmes nationaux de signalisation	E.180–E.189
Plan de numérotage du service téléphonique international	E.190–E.199
Service mobile maritime et service mobile terrestre public	E.200–E.229
DISPOSITIONS OPÉRATIONNELLES RELATIVES À LA TAXATION ET À LA COMPTABILITÉ DANS LE SERVICE TÉLÉPHONIQUE INTERNATIONAL	
Taxation dans les relations téléphoniques internationales	E.230–E.249
Mesure et enregistrement des durées de conversation aux fins de la comptabilité	E.260–E.269
UTILISATION DU RÉSEAU TÉLÉPHONIQUE INTERNATIONAL POUR LES APPLICATIONS NON TÉLÉPHONIQUES	
Généralités	E.300–E.319
Phototélégraphie	E.320–E.329
DISPOSITIONS DU RNIS CONCERNANT LES USAGERS	E.330–E.349
PLAN D'ACHEMINEMENT INTERNATIONAL	E.350–E.399
GESTION DE RÉSEAU	
Statistiques relatives au service international	E.400–E.404
Gestion du réseau international	E.405–E.419
Contrôle de la qualité du service téléphonique international	E.420–E.489
INGÉNIERIE DU TRAFIC	
Mesure et enregistrement du trafic	E.490–E.505
Prévision du trafic	E.506–E.509
Détermination du nombre de circuits en exploitation manuelle	E.510–E.519
Détermination du nombre de circuits en exploitation automatique et semi-automatique	E.520–E.539
Niveau de service	E.540–E.599
Définitions	E.600–E.649
Ingénierie du trafic des réseaux à protocole Internet	E.650–E.699
Ingénierie du trafic RNIS	E.700–E.749
Ingénierie du trafic des réseaux mobiles	E.750–E.799
QUALITÉ DES SERVICES DE TÉLÉCOMMUNICATION: CONCEPTS, MODÈLES, OBJECTIFS ET PLANIFICATION DE LA SÛRETÉ DE FONCTIONNEMENT – MODÈLES POUR LES SERVICES DE TÉLÉCOMMUNICATION	
Termes et définitions relatifs à la qualité des services de télécommunication	E.800–E.809
Modèles pour les services de télécommunication	E.810–E.844
Objectifs et concepts de qualité des services de télécommunication	E.845–E.859
Utilisation des objectifs de qualité de service pour la planification des réseaux de télécommunication	E.860–E.879
Collecte et évaluation de données d'exploitation sur la qualité des équipements, des réseaux et des services	E.880–E.899
AUTRES	E.900–E.999
EXPLOITATION DES RELATIONS INTERNATIONALES	
Plan de numérotage du service téléphonique international	E.1100–E.1199
GESTION DES RÉSEAUX	
Gestion des réseaux internationaux	E.4100–E.4199

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

Recommandation UIT-T E.806

Campagnes de mesure, systèmes de contrôle et méthodes d'échantillonnage pour le contrôle de la qualité de service dans les réseaux mobiles

Résumé

La Recommandation UIT-T E.806 décrit un cadre de référence des bonnes pratiques pour la mesure de la qualité de service dans les réseaux mobiles. Elle donne une vue d'ensemble des campagnes de mesure, des caractéristiques et des exigences relatives aux systèmes de contrôle, des recommandations générales en matière de post-traitement et des méthodes d'échantillonnage pour le contrôle des services électroniques mobiles.

Cette Recommandation ne privilégie aucune technologie, mais peut énoncer des exigences différentes en fonction des services mesurés.

Historique

Édition	Recommandation	Approbation	Commission d'études	ID unique*
1.0	UIT-T E.806	29-06-2019	12	11.1002/1000/13924

Source

KPI, campagnes de mesure, réseaux mobiles, systèmes de contrôle, qualité de service, méthodes d'échantillonnage.

* 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 2
3.1	Termes définis ailleurs 2
3.2	Termes définis dans la présente Recommandation 2
4	Abréviations et acronymes 3
5	Conventions 3
6	Campagnes de mesure pour contrôler la qualité de service..... 3
6.1	Environnement de mesure 4
6.2	Méthodologies de mesure..... 4
6.3	Directives pour mesure les paramètres de qualité de service sur les réseaux mobiles 7
7	Caractéristiques et exigences des systèmes de contrôle 12
8	Recommandations générales pour le post-traitement 13
9	Méthodologies d'échantillonnage 14
	Annexe A – Directives statistiques visant à l'obtention de résultats représentatifs 15
A.1	Échantillons représentatifs pour contrôler la qualité de service à l'échelle nationale 15
A.2	Vérification des hypothèses..... 17
	Bibliographie..... 19

Recommandation UIT-T E.806

Campagnes de mesure, systèmes de contrôle et méthodes d'échantillonnage pour le contrôle de la qualité de service dans les réseaux mobiles

1 Domaine d'application

La présente Recommandation décrit un cadre de référence de bonnes pratiques pour mesurer la qualité de service dans l'ensemble du secteur. Elle couvre également les campagnes de mesure de la qualité de service des réseaux mobiles, les caractéristiques et les exigences des systèmes de contrôle, les scénarios de post-traitement, ainsi que les méthodes d'échantillonnage utilisées par les régulateurs, les fournisseurs d'équipement d'essai, les entreprises effectuant des mesures du réseau, les analystes de données et les fournisseurs de services pour contrôler la qualité de service à l'échelle nationale.

2 Références

Les Recommandations UIT-T et autres références suivantes contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions de la présente Recommandation. Au moment de la publication, les éditions indiquées étaient en vigueur. Toute Recommandation ou autre référence est sujette à révision; les utilisateurs de la présente Recommandation sont de ce fait invités à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des Recommandations et autres références énumérées ci-dessous. Une liste des Recommandations UIT-T en vigueur est publiée périodiquement. La référence à un document figurant dans la présente Recommandation ne donne pas à ce document en tant que tel le statut de Recommandation.

- [UIT-T E.802] Recommandation UIT-T E.802 (2007), *Cadre et méthode de détermination et d'application de paramètres de qualité de service.*
- [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 E.807] Recommandation UIT-T E.807 (2014), *Définitions, méthodes de mesure associées et cibles indicatives relatives aux paramètres centrés sur l'utilisateur pour le traitement des appels dans le service de téléphonie mobile cellulaire.*
- [UIT-T E.840] Recommandation UIT-T E.840 (2018), *Cadre statistique applicable à la notation et au classement comparatifs de la qualité de fonctionnement de réseau de bout en bout.*
- [UIT-T G.1031] Recommandation UIT-T G.1031 (2014), *Facteurs de la qualité d'expérience dans la navigation sur le web.*
- [UIT-T P.863.1] Recommandation UIT-T P.863.1 (2019), *Guide d'application de la Recommandation UIT-T P.863.*
- [UIT-T P.1401] Recommandation UIT-T P.1401 (2012), *Méthodes, paramètres et procédures pour l'évaluation, la qualification et la comparaison statistiques de modèles de prédiction objective de la qualité.*
- [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.1545.1] Recommandation UIT-T Y.1545.1 (2017), *Cadre pour le contrôle de la qualité des services de réseau IP.*

- [ETSI TR 125 942] ETSI Technical Report 125 942, V15.0.0 (2018), *Universal mobile telecommunications system (UMTS); Radio frequency (RF) system scenarios*.
- [ETSI TR 138 900] ETSI Technical Report 138 900, V15.0.0 (2018), *LTE; 5G; Study on channel model for frequency spectrum above 6 GHz*.
- [IETF RFC 7799] IETF RFC 7799 (2016), *Active and passive metrics and methods (with hybrid types in-between)*.

3 Définitions

3.1 Termes définis ailleurs

La présente Recommandation utilise les termes suivants définis ailleurs:

3.1.1 partie-A [UIT-T E.804]: partie établissant une connexion (également: en provenance d'un mobile) ou, dans le cadre d'une transaction directe, la partie à l'origine de la transaction (appelant).

NOTE – Dans le cadre d'une transaction d'enregistrement et de retransmission, la partie envoyant le contenu.

3.1.2 partie-B [UIT-T E.804]: dans le cadre d'une transaction directe, la terminaison d'une transaction ou l'homologue.

NOTE – Dans le cadre d'une transaction d'enregistrement et de retransmission, la partie recevant le contenu.

3.1.3 coefficient de confiance; niveau de confiance [b-UIT-T E.800]: valeur de la probabilité associée à un intervalle de confiance ou à un intervalle statistique de tolérance.

3.1.4 téléchargement [b-UIT-T E.800]: transfert de données ou de programmes d'un serveur ou d'un ordinateur hôte vers l'ordinateur ou le dispositif d'un utilisateur.

3.1.5 qualité de bout en bout [b-UIT-T E.800]: qualité se rapportant à la qualité de fonctionnement d'un système de communication, avec tous ses équipements terminaux.

3.1.6 mesure; unité de mesure [b-UIT-T E.800]: unité dans laquelle un paramètre peut être exprimé.

3.1.7 opérateur de réseau [UIT-T E.804]: organisation qui met à disposition un réseau pour la fourniture d'un service de télécommunication public.

3.1.8 qualité de fonctionnement du réseau [b-UIT-T E.800]: aptitude d'un réseau ou d'une partie de réseau à assurer les fonctions liées aux communications entre utilisateurs.

3.1.9 sonde [UIT-T Y.1545.1]: outil d'essai final qui utilise des paquets d'essai pour collecter des mesures.

3.1.10 qualité de service (QoS, quality of service) [b-UIT-T E.800]: ensemble des caractéristiques d'un service de télécommunication qui lui permettent de satisfaire aux besoins explicites et aux besoins implicites de l'utilisateur du service.

3.1.11 transmission en continu, streaming (dans les services multimédias) [b-UIT-T E.800]: transfert de données multimédias (généralement des combinaisons de voix, texte, vidéo et audio) dans un flux de paquets qui sont interprétés et restitués par une application logicielle à mesure que les paquets arrivent.

NOTE 1 – La transmission en continu est une technique de transfert des données multimédias.

NOTE 2 – La transmission en continu peut être en temps réel ou non.

3.2 Termes définis dans la présente Recommandation

La présente Recommandation définit les termes suivants:

3.2.1 collecte de données participatives: méthode consistant à rassembler des mesures actives ou passives de la qualité de service d'un vaste éventail de dispositifs d'utilisateurs finals.

3.2.2 essai en mouvement: méthode d'essai recourant à des véhicules dotés d'un équipement d'essai des dispositifs de réseau.

3.2.3 système de contrôle: outil ou équipement capable d'évaluer la qualité de fonctionnement du réseau.

3.2.4 utilisateur de système de contrôle: utilisateur qui peut être un régulateur, un fournisseur d'équipement d'essai, une entreprise effectuant des mesures du réseau, un analyste des données ou un fournisseur de services.

3.2.5 sonde autonome: système de contrôle mobile ou fixe géré à distance (smartphone, appareil disposant d'une seule carte SIM, appareil à double carte SIM, appareil avec une carte SIM virtuelle) qui peut être installé dans un endroit à l'intérieur ou un endroit à l'extérieur, ou dans des véhicules.

3.2.6 essai à pied: méthode d'analyse utilisant un appareil, un équipement d'essai de poche, généralement employée lorsque l'utilisation de véhicules n'est pas possible.

4 Abréviations et acronymes

La présente Recommandation utilise les abréviations et acronymes suivants:

2G	deuxième génération
3G	troisième génération
4G	quatrième génération
BS	station de base (<i>base station</i>)
BTS	station d'émission-réception de base (<i>base transceiver station</i>)
GPS	système mondial de localisation (<i>global positioning system</i>)
HTTP	protocole de transfert hypertexte (<i>hypertext transfer protocol</i>)
KPI	indicateur fondamental de performance (<i>key performance indicator</i>)
MMS	service de messagerie multimédia (<i>multimedia messaging service</i>)
MNO	opérateur de réseau mobile (<i>mobile network operator</i>)
OMC	campagne de mesure en extérieur (<i>outdoor measurement campaign</i>)
QoS	qualité de service (<i>quality of service</i>)
SIG	système d'information géographique
SINR	rapport signal/brouillage plus bruit (<i>signal to interference plus noise ratio</i>)
SMS	service de messages courts (<i>short message service</i>)
UPS	alimentation sans coupure (<i>uninterruptible power supply</i>)

5 Conventions

Néant.

6 Campagnes de mesure pour contrôler la qualité de service

Les campagnes de mesure de la QoS visent à collecter des informations pour caractériser la QoS des réseaux mobiles sous l'angle des indicateurs fondamentaux de performance (KPI), réaliser des évaluations comparatives et examiner la conformité aux obligations législatives en vigueur.

La portée prévue des mesures de la QoS relatives à l'empreinte géographique, à la période et à la fréquence des essais dépend en grande partie de l'objet de la campagne de mesure et de l'environnement de mesure.

6.1 Environnement de mesure

Pour les réseaux mobiles, les environnements de mesure peuvent être divisés en deux grandes catégories: environnement extérieur et environnement intérieur. Les mesures peuvent prévoir des scénarios fixes et mobiles, en intérieur comme en extérieur, couvrant ainsi les différents environnements dans lesquels les utilisateurs finals font usage de leur service mobile. Actuellement, un taux élevé de trafic mobile généré par des environnements intérieurs est enregistré; aussi est-il recommandé de mesurer la performance de la QoS non seulement en extérieur, mais aussi en intérieur.

6.1.1 Essai en intérieur

Les méthodologies recommandées suivantes peuvent aider l'utilisateur du système de contrôle à déterminer l'état de la QoS en intérieur:

- essai à pied;
- sondes autonomes;
- collecte de données participatives.

6.1.2 Essai en extérieur

Les méthodologies recommandées suivantes peuvent aider l'utilisateur du système de contrôle à déterminer l'état de la QoS en extérieur:

- essais en mouvement/à pied;
- sondes autonomes;
- collecte de données participatives.

Le paragraphe 6.2 fournit une description de haut niveau des quatre méthodologies de mesure distinctes qu'un utilisateur de système de contrôle peut employer pour la réalisation d'essais en intérieur ou en extérieur.

6.2 Méthodologies de mesure

6.2.1 Essai à pied

Les lieux tels que les gares ferroviaires, les quais de train sous-terrain, les aéroports, les stades, les centres commerciaux, les campus universitaires et les zones piétonnes deviennent des points d'accès pour les communications sans fil. Pour ce qui est des mesures en extérieur, les essais à pied sont généralement employés lorsque l'utilisation de véhicules n'est pas possible. Le recours à un équipement d'essai de poche, composé de plusieurs dispositifs, est une méthode de travail courante dans le cadre de l'évaluation comparative de plusieurs opérateurs ou de l'analyse de la couverture pour des services et des technologies d'accès radio multiples.

Cependant, les campagnes de mesure à pied présentent certaines limites en ce qui concerne le nombre d'échantillons, l'opérateur de réseau mobile (MNO) et le service en raison de paramètres physiques (par exemple, les dimensions spatiales), du poids de l'équipement et des exigences techniques (notamment l'isolement de l'antenne), ce qui peut à terme influencer la résolution des échantillons. Il est recommandé d'effectuer les actions suivantes avant d'entreprendre un essai à pied.

- 1) Élaborer des plans de la structure des bâtiments, dans le cas d'un essai en intérieur.
- 2) Programmer et dresser une liste des zones ou des lieux ciblés.
- 3) La taille de l'échantillon ciblé par service ou MNO dépend du nombre de smartphones pouvant être pris en charge par l'équipement. Cependant, la taille et la répartition des échantillons doivent être choisies selon, entre autres, le type de variable examinée et la

représentation statistique ciblée. Par exemple, la couverture d'une zone plus vaste ou la réalisation de mesures pendant une période plus longue pourraient fournir des résultats plus représentatifs sur le plan statistique. Voir l'Annexe A et la Recommandation [UIT-T E.840] pour référence.

- 4) Adopter et appliquer une procédure générale de routine afin de vérifier les fonctionnalités des logiciels et du matériel.
- 5) Envisager une unité de contrôle portable légère pour rendre compte des résultats en temps réel ou de l'état de l'équipement de mesure.
- 6) La fonction de sélection automatique du réseau doit être bloquée et réglée sur la fonction "on-net".

6.2.2 Essai en mouvement

Les campagnes d'essai en mouvement impliquent des procédures de planification préalable pour répondre à l'objectif et à la portée de la campagne. Selon les services ciblés, la répartition démographique et des facteurs socioéconomiques, les paramètres de conception de la campagne peuvent différer. En substance, une campagne efficace d'analyse de la conduite doit porter sur un échantillon de taille prédéfinie afin que les données mesurées soient représentatives de la population de la région ciblée.

Afin d'effectuer des campagnes de mesures en mouvement, les utilisateurs du système de contrôle doivent tenir compte des recommandations suivantes:

- 1) La taille de l'échantillon doit être choisie de sorte que les résultats soient représentatifs du comportement des réseaux mobiles dans la zone à l'étude. À cette fin, les utilisateurs du système de contrôle doivent définir une méthodologie d'échantillonnage. Voir l'Annexe A et la Recommandation [UIT-T E.802] pour référence.
- 2) Une zone de couverture radioélectrique ou un MNO/des technologies sont initialement nécessaires à la planification.
- 3) Les antennes utilisées pour réaliser les mesures doivent être installées à hauteur d'homme.
- 4) En cas d'évaluation comparative par un régulateur, les mesures doivent être effectuées de façon aléatoire, pour toutes les technologies d'accès et pour tous les MNO de façon simultanée.
- 5) Des profils de mesure doivent être établis (des références techniques sont disponibles dans la Recommandation [UIT-T E.804]).
- 6) Les routes doivent couvrir des zones abritant des activités humaines, en évitant tout chevauchement lorsqu'un essai en mouvement est en cours, afin de déduire les KPI pour une vaste zone.
- 7) En ce qui concerne les services évalués en mouvement, la vitesse du véhicule doit être définie en tenant compte du fait d'un appareil peut être situé à un point fixe pendant qu'un autre sera en mouvement.
- 8) La fonction de sélection automatique du réseau doit être bloquée et réglée sur la fonction "on-net".
- 9) La répartition de la population de la région ciblée doit être étudiée avant le lancement de la campagne afin de garantir les points suivants:
 - a) l'échantillon collecté peut tenir compte des concentrations résidentielles et commerciales;
 - b) les facteurs de développement des sous-régions peuvent être pris en considération.
- 10) Les essais doivent, de préférence, être effectués les jours ouvrables, en journée.

6.2.3 Sondes autonomes

Les sondes autonomes peuvent fournir des informations rétrospectives et en temps quasi réel concernant la QoS de bout en bout. Elles peuvent également être utilisées pour collecter des données granulaires qui peuvent contribuer à la détection de dégradations de la QoS. Les utilisateurs du système de contrôle sont invités à prendre en considération les recommandations suivantes en matière de fonctionnement et de conception en vue de déployer une campagne de mesure par sondes.

- 1) Les sondes autonomes doivent être montées en toute sécurité aux endroits prévus ou dans des véhicules dotés d'une alimentation électrique; leur sélection dépend de l'objectif de la mesure.
- 2) Les sondes autonomes installées en intérieur doivent être montées dans des lieux présentant une couverture radioélectrique suffisante et une utilisation élevée du réseau. En fonction de la portée de la mesure, il peut s'agir du lieu présentant la meilleure couverture possible lorsque le fonctionnement maximal du réseau est contrôlé. Lorsque les sondes autonomes sont destinées à contrôler une couverture radioélectrique minimale, un lieu présentant une couverture non optimale peut être envisagé.
- 3) Toutes les sondes autonomes doivent fonctionner dans le cadre d'une connexion à un système mondial de positionnement (GPS) (ou tout autre système mondial de navigation par satellite approprié).
- 4) Le nombre de sondes autonomes par lieu ciblé dépend des exigences d'échantillonnage, du nombre de services ou d'opérateurs à évaluer, de la densité d'utilisateurs et des événements (concerts, tournois sportifs, etc.).

En gardant à l'esprit que l'utilisation du réseau peut sensiblement changer dans des lieux marqués par une importante activité humaine, lorsque l'on tient compte de la nécessité d'une utilisation efficace de leurs ressources, il est recommandé aux utilisateurs du système de contrôle d'employer des sondes autonomes maniables qui peuvent être activées à distance une fois qu'un lieu est considéré comme un point d'accès actif.

6.2.4 Collecte de données participatives

Les campagnes de collecte de données participatives peuvent être utilisées pour obtenir des données de mesure de la QoS, qui sont pertinentes lorsqu'un nombre représentatif d'échantillons est recueilli auprès de différents utilisateurs finals. Afin de mieux comprendre les résultats, les conditions environnementales peuvent être vérifiées à l'aide des données recueillies auprès des appareils autorisés des utilisateurs finals. Il est recommandé de n'utiliser les résultats des mesures que s'ils sont représentatifs de l'objectif de mesure concerné. Il convient de tenir compte des limites liées au manque de données. Les solutions de collecte de données participatives doivent être conformes à la législation nationale en matière de protection des données; elles doivent garantir la bonne gestion de l'ensemble des données à caractère personnel.

La fréquence de collecte des échantillons peut être continue, contrairement à la collecte conventionnelle d'échantillons sur la QoS (collecte de simulation). Par conséquent, les mesures participatives peuvent constituer une source de mesures de la QoS disponible en permanence.

Les données participatives recueillies peuvent être généralement classées en deux catégories: les mesures actives et les mesures passives (voir le document [IETF RFC 7799]):

NOTE – Des sources alternatives de collecte d'informations continues sur la QoS du réseau sont présentées dans la Recommandation [UIT-T E.804]. Selon le cadre juridique de chaque pays, les régulateurs peuvent avoir accès à des informations provenant de compteurs de surveillance de la performance du réseau. Conformément à la législation relative à la protection des données et si les deux parties le souhaitent, les opérateurs et les régulateurs pourront conclure des accords de non-divulgence selon ce qui précède.

6.2.4.1 Mesures actives

Les mesures actives de données désignent généralement des essais portant sur le débit des données et des essais propres à chaque application, initiés ou préparés par des utilisateurs finals. La mesure active génère un trafic artificiel afin d'évaluer la capacité du réseau/de l'application.

Lors de la mesure de la capacité, des fonctions ou de la qualité de fonctionnement du réseau à l'aide d'une approche participative active, il est recommandé aux utilisateurs du système de contrôle d'effectuer des mesures de la QoS au moyen de scénarios programmés automatiques par rapport à des serveurs ciblés sur réseau et hors réseau (par exemple, au point d'échange Internet le plus proche). En outre, la fourniture de large bande disponible dans les serveurs et les liaisons doit être prise en compte afin d'éviter que les mesures ne soient affectées négativement par la dégradation attribuée aux serveurs et aux liaisons d'essai.

Par ailleurs, pour l'application participative développée par un régulateur qui peut être intégrée à la SIM de l'opérateur ou à une application téléchargeable indépendante, il est important d'éviter de programmer les mesures de tous les utilisateurs finals au même moment afin d'éviter une éventuelle congestion.

6.2.4.2 Mesures passives

Les mesures de données passives sont propres à l'application ou indépendantes de celle-ci et ne requièrent aucune forme d'intervention de la part de l'utilisateur final. Les mesures passives n'injectent pas de trafic artificiel et ne testent pas non plus la charge utile dans le réseau, et visent à mesurer la QoS en fonction de l'activité des utilisateurs finals.

Cette approche élimine la dépendance à l'égard des serveurs et des liaisons et peut tirer parti de la popularité des applications mobiles hôtes (par exemple, application de transport, application gouvernementale, application de MNO) afin de fournir une distribution géographique représentative des points de données des mesures.

Il est recommandé aux utilisateurs de système de contrôle d'examiner un plus grand nombre d'échantillons (utilisateurs finals), mais provenant d'identificateurs uniques, ces derniers fournissant aux utilisateurs du système de contrôle des données relatives au réseau plus précises.

6.3 Directives pour mesure les paramètres de qualité de service sur les réseaux mobiles

Cette section fournit de plus amples détails sur les campagnes de mesure pour contrôler certains paramètres pertinents. Les paramètres énumérés ici peuvent être mesurés par l'une des méthodologies décrites au paragraphe 6.2 et ne sont fournis qu'à titre d'exemple; des références supplémentaires sont disponibles dans la Recommandation [UIT-T E.804].

6.3.1 Couverture radioélectrique

Les mesures de la couverture consistent à relever le niveau de signal reçu à une position géographique donnée pour chacune des technologies de réseau d'accès radioélectrique, séparément. Ces mesures sont effectuées automatiquement à l'aide d'un balayeur de fréquence.

Il est conseillé aux régulateurs de tenir compte des cartes de couverture pour la zone ciblée à l'aide de données du MNO soumise, acquises ou générées avant la campagne d'essai en mouvement. Les cartes de couverture reflètent la zone au sein de laquelle les MNO fournissent leurs services. Dans ce sens, un régulateur peut les utiliser afin de planifier une campagne de mesure et sélectionner des zones d'intérêt. Par exemple, le régulateur peut choisir de mesurer des zones présentant les taux les plus élevés de réclamations ou, à des fins de comparaison, sélectionner des zones couvertes par tous les MNO. Les cartes de couverture peuvent également être validées au cours des campagnes de mesure. Pour ce qui est des réseaux 4G et au-delà, la couverture du service constitue un autre paramètre qu'il est utile de mesurer. Des références concernant les méthodologies de mesure pour la couverture et la

couverture du service sont disponibles dans les documents [b-ECC Report 103], [b-ECC Report 256], [b-ECC Report 118], [b-ECC Report 231] et [b-ECC Rec (12) 03].

Un utilisateur du système de contrôle peut employer différentes approches pour représenter et visualiser la couverture du réseau mobile. Les paragraphes 6.3.1.1 et 6.3.1.2 décrivent deux approches qui peuvent être utilisées de façon indépendante ou combinées en fonction des besoins de l'utilisateur du système de contrôle et des informations disponibles.

6.3.1.1 Méthodologie de mesure de la modélisation théorique ou analytique

Cette méthode repose en grande partie sur la formulation de calculs mathématiques et statistiques fondés sur des outils de simulation afin de prévoir la couverture et la qualité de fonctionnement du réseau. Parmi les paramètres pris en compte dans ces mesures figurent l'emplacement de la station de base (BS), le rapport signal/brouillage plus bruit (SINR), l'alimentation de la BS, le seuil du SINR du service, l'atténuation des signaux pour la couverture intérieure et les informations sur les antennes ou la sensibilité par service.

Un utilisateur du système de contrôle pourrait utiliser ces modèles si des informations concernant l'infrastructure du MNO sont disponibles et ces modèles doivent être utilisés qu'à titre de référence, étant donné qu'ils sont fondés sur des prévisions statistiques. Pour plus d'informations sur les modèles de propagation, voir les documents [ETSI TR 125 942] et [ETSI TR 138 900] ainsi que les références figurant dans le présent document.

6.3.1.2 Systèmes d'information géographique

Un système d'information géographique (SIG) permet un mappage avancé et une analyse spatiale afin de visualiser les informations géographiques sur une carte. Grâce à ce type d'outil, il est possible d'intégrer différentes sortes de couches de données en utilisant l'emplacement spatial, car il s'agit des cartes indiquant le service de couverture du MNO. Ces couches d'information peuvent être:

- la couche de la station d'émission-réception de base (BTS) pour le MNO;
- les résultats de sortie (échantillons étalonnés) des mesures de la QoS;
- l'indicateur spécifique de la couverture ou du réseau à partir du système participatif;
- les couches démographiques et administratives;
- la couche de terrain et d'élévation.

Par ailleurs, la couche générée par le SIG peut être facilement partagée à travers des sites web et est accessible au moyen de navigateurs web, de téléphones portables et de tablettes.

C'est pourquoi il est préférable que les utilisateurs de système de contrôle puissent accéder à des cartes de couverture compatibles avec les outils SIG afin de fournir des informations claires et solides aux utilisateurs finals et que les informations soient présentées de façon claire, conviviale et compréhensible.

En utilisant des systèmes SIG, un utilisateur de système de contrôle peut effectuer une analyse afin de déterminer, par exemple, les régions géographiques à mesurer, de planifier les routes pour l'essai en mouvement, et de réaliser une analyse de la couverture démographique. Des exemples d'analyse SIG figurent dans les documents [b-ECC Report 103], [b-ECC Report 256], [b-ECC Report 118], [b-ECC Report 231] et [b-ECC Rec (12) 03].

Un système SIG doit être en mesure d'effectuer des unions, des intersections, des chevauchements et des définitions aréolaires (points, polygones), et de générer des cartes thermiques et des cartes thématiques. En outre, il doit permettre une analyse continue du réseau dans différentes résolutions afin de caractériser les régions géographiques, de montrer la variabilité d'un KPI et de rendre possible l'analyse de cartes de la population et de cartes des signaux parasites.

6.3.2 Mesure des appels vocaux

Les mesures du service vocal comprennent le lancement d'une série de tentatives d'appels pour la sélection automatique de technologies d'accès radio. Les tentatives d'appels sont générées à partir de différents scénarios, et peuvent être effectuées d'un téléphone portable à un autre téléphone portable, d'une ligne fixe à un téléphone portable, ou d'un téléphone portable à une ligne fixe. Un échantillon approprié pour les mesures des appels vocaux doit être choisi en fonction du scénario. Des informations supplémentaires sont disponibles dans les Recommandations [UIT-T P.863.1] et [UIT-T E.807].

Le scénario chronologique illustré à la Figure 1 pour un appel vocal actif d'essai ne constitue qu'un exemple et n'établit en aucun cas des spécifications. Outre les caractéristiques du réseau radioélectrique, les paramètres d'intervalles de temps associés et la trame de temps d'essai générale auront une incidence sur le nombre total d'échantillons obtenus.

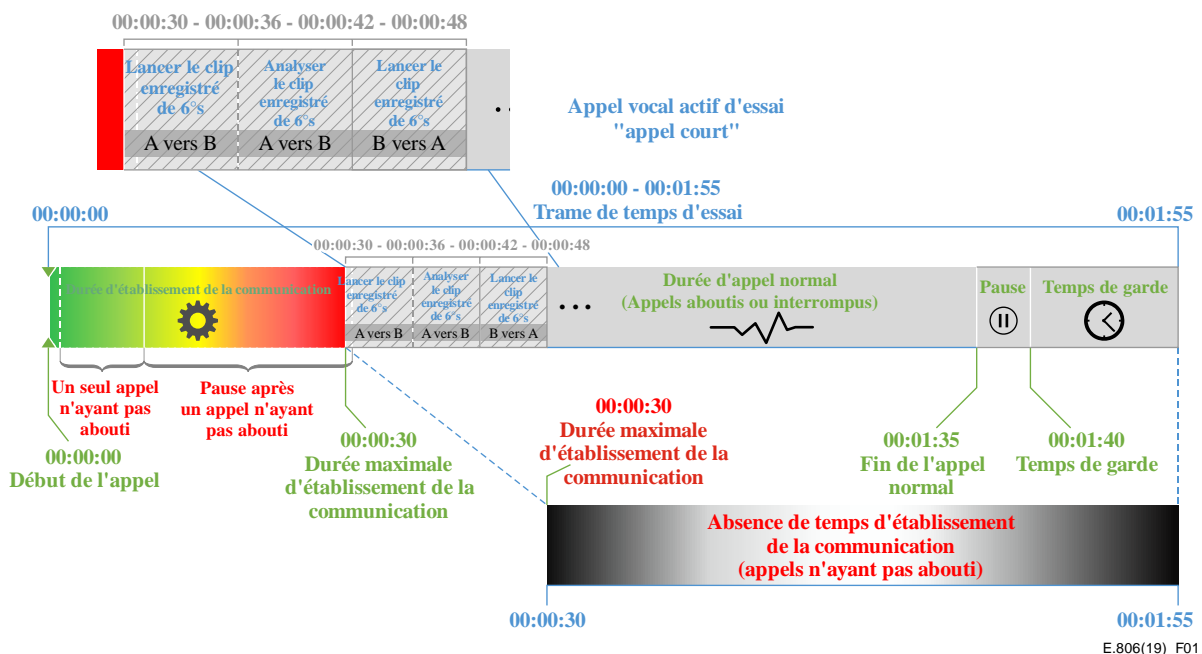


Figure 1 – Chronologie des mesures d'appels

Le scénario décrit présente un exemple de procédure d'appel vocal d'essai; alors que la durée normale peut varier en fonction de l'objet de l'essai (appel court, appel long), la quasi-majorité des autres propriétés sont les mêmes pour chacun des cas rencontrés au cours de l'essai de mesure.

Par ailleurs, des caractéristiques spécifiques par comportement national doivent être prises compte car elles peuvent influencer la conception du scénario, par exemple, si, sur le plan statistique, la durée moyenne de l'appel pour le pays A est de 2 minutes alors qu'elle est de 4 minutes pour le pays B, les minutes d'utilisation par appel interrompu seraient plus importantes.

Avant le début de l'essai, l'appelant (A) commencer à appeler le destinataire (B) préconfiguré, dans ce cas une trame de temps fixe est autorisée en tant que durée d'établissement de la communication maximale pour établir une connexion vers la partie B, au cours de laquelle l'essai est en attente jusqu'à ce que la partie B réponde à l'appel d'essai. Si la partie B ne répond pas ou si l'appelant rencontre des problèmes au cours de la phase de préparation de l'appel d'essai, la procédure d'appel d'essai est alors marquée par une "absence de durée d'établissement de la communication", auquel cas l'appel d'essai sera signalé comme un "appel manqué".

6.3.3 Mesure des messages courts et des messages multimédias

Les mesures du service de messages courts (SMS) et du service de messagerie multimédia (MMS) peuvent être effectuées sans forcer l'équipement du terminal mobile vers une technologie d'accès particulière pour simuler un scénario semblable lorsque la technologie d'accès de l'équipement de terminal mobile de l'utilisateur final change continuellement.

Les mesures consistent à envoyer un SMS composé d'un nombre fixe de caractères alphanumériques (et d'une taille fixe pour ce qui est du MMS) à partir d'une sonde mobile simulant un abonné à un service de téléphonie mobile vers une sonde fixe simulant un autre abonné à un service de téléphonie mobile relevant du même opérateur. Le SMS/MMS est considéré comme ayant été reçu si le délai de remise est inférieur à la durée maximale établie.

La Figure 2 présente un graphique chronologique de référence pour une mesure de SMS.

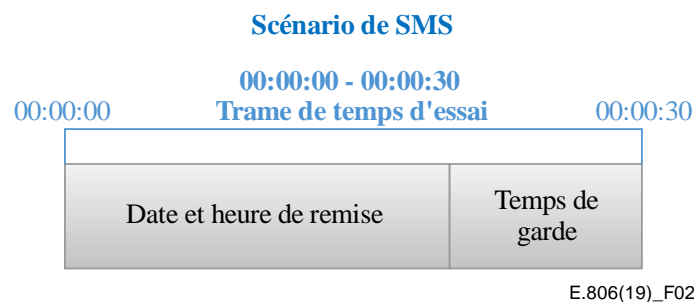


Figure 2 – Chronologie des mesures du service de messages courts

Les mesures du service vocal et de SMS/MMS peuvent toutes deux être effectuées de façon simultanée afin de mieux gérer le temps disponible.

6.3.4 Mesure des données large bande

Les campagnes de mesure des données large bande doivent être réparties sur différents systèmes de contrôle afin de réduire la trame de temps d'essai et d'accroître le nombre d'échantillons; cela permettra une plus grande couverture de la zone d'essai.

La préparation des scénarios dépendra de l'application de service mesurée. La Figure 3 présente un exemple d'un graphique chronologique pour l'évaluation des services de données. Des informations supplémentaires sont disponibles dans les Recommandations [UIT-T Y.1540] et [UIT-T Y.1545.1].

NOTE – Lorsque les mesures impliquent des ressources de serveur, un équipement d'utilisateur ou des sondes autonomes spécifiques, ou des réseaux multiples pour atteindre le contenu ou serveur d'essai souhaité, il n'est pas possible de distinguer leur contribution aux résultats de la performance du réseau mobile. Voir le paragraphe 6 de la Recommandation [UIT-T G.1031] pour un exemple de liste de facteurs d'influence de ce type contribuant aux résultats.

Les paragraphes 6.3.4.1 à 6.3.4.3 sont des exemples de mesures de données large bande.

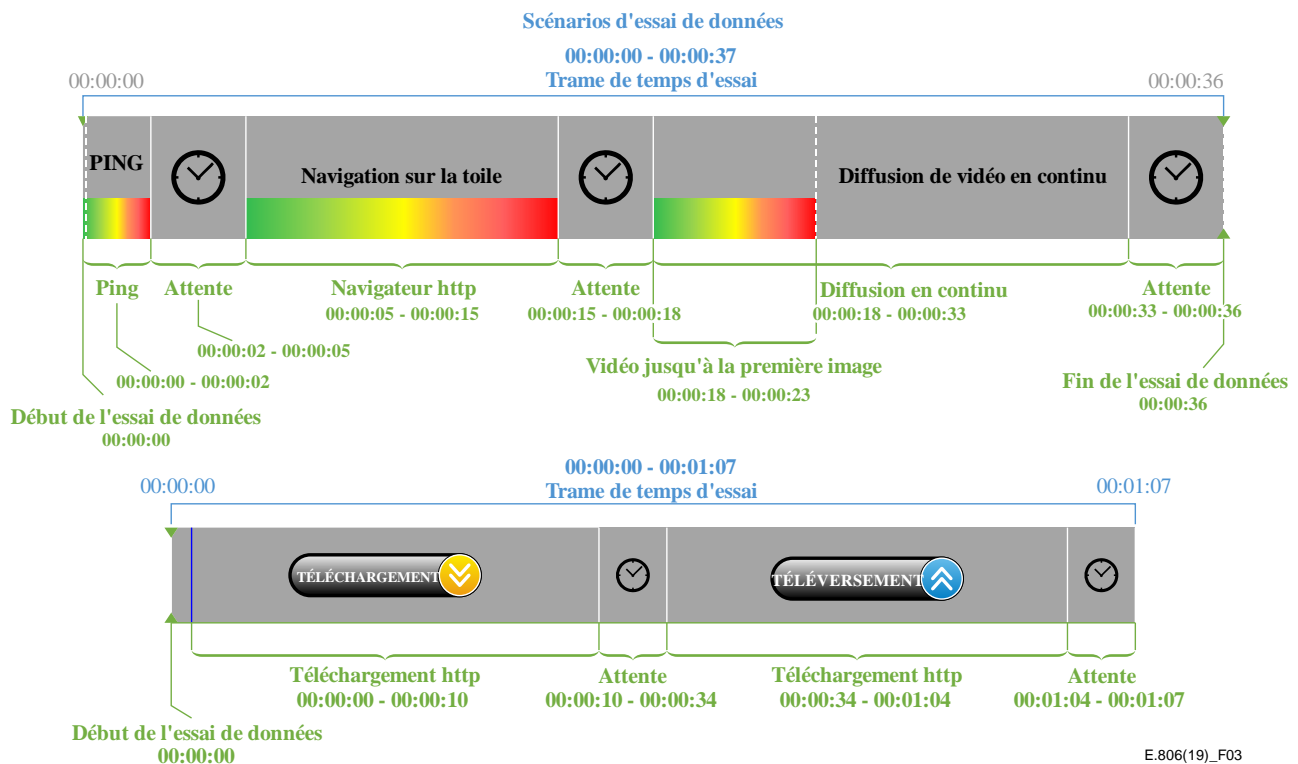


Figure 3 – Exemple de mesures de données large bande

6.3.4.1 Mesure de la navigation sur la toile

Les mesures relatives à la navigation sur la toile peuvent être caractérisées, entre autres, en mesurant la performance de la navigation en matière de durée de chargement des pages et du taux de réussite du téléchargement de page. Les essais de navigation sur la toile, avec une durée fixe moyenne, sont initiés à partir d'un équipement mobile ou d'une sonde simulant un abonné à un service de téléphonie mobile dans une situation statique ou mobile vers un ensemble prédéterminé de sites web recommandés. Les tentatives d'accès sont réparties de façon aléatoire entre les différents sites visés par un essai.

6.3.4.2 Mesure du transfert de fichiers

Les mesures du transfert de fichiers consistent à envoyer et à recevoir des fichiers d'une taille fixe pour des canaux de liaison montante et descendante entre des appareils mobiles ou une sonde simulant un abonné à un service de téléphonie mobile dans un lieu fixe et un serveur disposant de ressources consacrées à cette mesure. Les KPI tels que le taux de réussite de la session de téléchargement, le délai moyen de téléchargement ou le délai moyen de téléversement peuvent être mesurés (dans les limites de la durée autorisée pour l'aboutissement dans l'une ou l'autre des directions).

6.3.4.3 Mesure de la diffusion audio ou vidéo en continu

Pour les services de diffusion audio ou vidéo en continu, le taux de réussite de l'accès à un ensemble de fichiers audio ou vidéo hébergés sur des serveurs de transmission en continu pourrait être mesuré au moyen d'essais à durée moyenne constante initiés à partir d'une sonde mobile simulant un abonné à un service de téléphonie mobile dans un lieu fixe vers une série prédéterminée de serveurs de transmission en continu. En outre, le délai de chargement de vidéo initial, la fréquence et la durée des événements occasionnant des retards et le débit utile général peuvent servir d'indicateurs pour la performance de la diffusion en continu.

Les tentatives d'accès sont réparties de façon aléatoire entre les différents serveurs visés par un essai.

7 Caractéristiques et exigences des systèmes de contrôle

Les systèmes de contrôle doivent être en mesure d'effectuer une évaluation de la façon dont une dégradation du fonctionnement du réseau affecte la qualité du service pour l'utilisateur final. Cela donne par conséquent une indication quant à la performance de la couverture du réseau, à la capacité et à la QoS de bout en bout.

Les caractéristiques suivantes des systèmes de contrôle s'appliquent à toutes les méthodologies de mesure décrites au paragraphe 6.2, sauf indication contraire, à l'exception de la collecte de données participatives.

- 1) Le système de contrôle doit être capable d'exécuter des mesures simultanées dans toutes les technologies d'accès.
- 2) Le système de contrôle doit être capable d'exécuter des mesures simultanées, par exemple, des appels vocaux, des SMS et des données, si nécessaire.
- 3) Le système de contrôle permet la réalisation des mesures dans des lieux en mouvement ou fixes ou en combinant ces deux modalités.
- 4) Le système de contrôle doit stocker automatiquement les données tirées des mesures et doit être doté d'un dispositif de stockage externe supplémentaire à des fins de sauvegarde.
- 5) Le système de contrôle doit être doté d'un GPS (ou tout autre système mondial de navigation par satellite) pour déterminer et enregistrer l'emplacement géographique et la vitesse de chaque mesure.
- 6) Le système de contrôle doit être maintenu sous des conditions de fonctionnement optimales au moyen de programmes de maintenance tenant compte de toutes les exigences réglementaires en matière de certification en vigueur. Par exemple, l'équipement de numérisation doit être étalonné. La validité de l'étalonnage doit s'inscrire dans le délai fixé pour les campagnes de mesure.
- 7) Les antennes doivent être placées à une distance appropriée pour éviter toute interférence.
- 8) Le système de contrôle doit être capable d'exécuter des mesures pour toutes les technologies d'accès et, par conséquent, être mis à jour afin de répondre aux besoins de l'évolution technologique.
- 9) Le système de contrôle doit permettre la préparation et la réutilisation des modèles de scénario de mesure.
- 10) Le système de contrôle doit utiliser un équipement mobile certifié similaire à ceux généralement achetés dans les guichets des MNO par les utilisateurs finals.
- 11) Le système de contrôle doit prendre en charge les codecs vocaux pour toutes les technologies d'accès.
- 12) Le système de contrôle doit être capable de produire des alarmes visuelles ou audio pour informer de toute défaillance dans l'équipement de mesure; les mesures effectuées au cours de ce scénario doivent être supprimées.
- 13) L'équipement de mesure doit disposer d'une fonction, telle qu'une fonctionnalité ajoutée ou un équipement supplémentaire, pour enregistrer le jour, l'heure et la position géoréférencée de chacune des mesures.
- 14) Il est souhaitable que l'équipement de mesure soit capable d'enregistrer, au moins, le début et la fin de la campagne de mesure, les interruptions, les défaillances de l'équipement, et les situations extraordinaires, telles qu'une concentration atypique d'utilisateurs finals, des actes de vandalisme, des interférences ou des catastrophes naturelles.
- 15) Toute situation susceptible d'influencer les résultats et non attribuée au réseau du MNO doit être enregistrée.

- 16) Toutes les activités enregistrées par l'équipement de mesure, et précédemment mentionnées, doivent être mises en corrélation avec les fichiers journaux et les mesures prises au cours de ces intervalles de temps, et doivent être supprimées au cours de la phase de post-traitement.
- 17) Les systèmes de contrôle doivent générer des fichiers journaux chiffrés.
- 18) Les sondes autonomes doivent être dotées d'une fonctionnalité d'autosurveillance (par exemple, des capteurs de température ou un niveau suffisant d'alimentation électrique) pour détecter des conditions de fonctionnement inhabituelles. Un post-traitement correspondant doit être mis en place pour garantir la qualité des données et détecter et exclure les perturbations liées aux données.
- 19) Les sondes autonomes doivent être solides pour résister à la perte d'alimentation électrique externe, par exemple, être dotées d'un dispositif de stockage temporaire d'électricité pour garantir des processus d'arrêt et des processus d'activation fiables. Si les sondes autonomes ne le prennent pas en charge, un système d'alimentation sans coupure (UPS) doit être envisagé afin de garantir des conditions de fonctionnement stables. C'est là un point essentiel pour éviter toute corruption du fichier journal.
- 20) Selon la façon dont les données mesurées sont transférées (par exemple, par le biais du réseau surveillé), et le type d'informations devant être créées, les sondes autonomes et l'infrastructure interne doivent proposer une fonctionnalité de contrôle appropriée. Par exemple, les sondes autonomes peuvent être paramétrées de façon à transmettre régulièrement les données mesurées, ou à envoyer des rapports d'état à des intervalles réguliers, avec des processus internes qui génèrent des alarmes si ces informations n'ont pas encore été communiquées ou si les données mesurées indiquent que les paramètres de réseau sélectionnés ne s'inscrivent pas dans les intervalles prédéfinis.

NOTE – Les caractéristiques de systèmes de contrôle de la collecte de données participatives nécessitent d'être plus amplement étudiées.

8 Recommandations générales pour le post-traitement

La première étape du post-traitement des résultats consiste à déterminer la limite de la couverture radioélectrique pour laquelle le service électronique d'un réseau de communications mobiles est considéré comme ayant été fourni. Cette limite doit être fixée pour chaque technologie (par exemple, 2G, 3G, 4G) de façon séparée. Ces limites détermineront les essais qui seront pris en compte lors de l'export des résultats finals. Par ailleurs, des règles doivent être établies concernant le moment auquel une mesure doit être prise en compte dans les résultats. Par exemple, si, au cours d'une mesure, une période ne respecte pas la limite de la couverture radioélectrique, une règle peut fixer la durée nécessaire de cette période pour que l'essai soit pris en compte dans les résultats.

Les recommandations générales suivantes doivent être appliquées par tous les utilisateurs de système de contrôle au cours d'une action de post-traitement pour l'ensemble des méthodologies de mesure.

- 1) Afin d'examiner les événements qui se sont produits au cours des mesures, des informations de signalisation doivent être prises en compte. Le post-traitement des résultats des mesures doit tenir compte de l'ensemble des fichiers journaux obtenus au cours de la campagne de mesure et en assurer la gestion. Il est recommandé de prendre en considération toutes les erreurs logicielles. Le nombre final de mesures collectées lors de la campagne de mesure aura une incidence sur l'erreur d'estimation des résultats. L'erreur d'estimation peut être calculée en fonction de la taille des échantillons. Si elle est plus importante que souhaité, il est recommandé de répéter la campagne de mesure de la zone cible. De plus amples informations figurent à l'Annexe A et dans les Recommandations [UIT-T E.802], [UIT-T E.840] et [UIT-T P.1401].
- 2) Les utilisateurs du système de contrôle effectuant des mesures de la QoS doivent vérifier l'intégrité des données de mesure et épurer les données. De nombreuses raisons peuvent

expliquer la production d'échantillons non conformes, par exemple, les alarmes de l'équipement dues à la défaillance ou au dysfonctionnement de l'équipement ou du logiciel, la mise à niveau d'éléments de réseau, des incidents ou la maintenance.

- 3) Tous les fichiers journaux collectés à partir de l'équipement utilisé au cours de l'essai doivent être vérifiés, s'ils manquent ou sont corrompus.
- 4) Il est essentiel d'établir le seuil en pourcentage autorisé pour les échantillons faux ou erronés collectés lors d'une campagne de mesure. À l'exception des méthodologies de collecte de données participatives, il est important de déterminer la nécessité de procéder à de nouvelles mesures de façon à maintenir l'exactitude et l'intégrité des résultats.

9 Méthodologies d'échantillonnage

Les mesures peuvent être réparties entre des scénarios intérieurs et extérieurs en fonction de la densité ou du comportement des abonnés dans le marché des télécommunications. Le nombre de mesures doit être déterminé de sorte que la précision statistique relative soit inférieure à la valeur maximale établie et pour un niveau de confiance d'au moins 95%. De plus amples informations figurent dans la Recommandation [UIT-T E.802].

Une méthodologie en deux étapes qui peut être employée pour obtenir des échantillons représentatifs implique la stratification et l'échantillonnage aléatoire simple.

La stratification peut être utilisée pour calculer le nombre de zones géographiques (par exemple, villes, municipalités ou districts) à couvrir au cours d'une campagne de mesure afin d'obtenir des résultats dépeignant la QoS du réseau à l'échelle nationale. Dans ce sens, la stratification constitue un outil utile pour obtenir des résultats représentatifs lorsqu'il n'est pas possible de mesurer une vaste zone (par exemple, de grands pays).

Un échantillonnage aléatoire simple peut ensuite être utilisé pour calculer le nombre de mesures à effectuer dans chacune des zones géographiques qui ont été sélectionnées au moyen de méthodes d'échantillonnage. De plus amples détails sont fournis à l'Annexe A.

Il est important de tenir compte des résultats obtenus grâce à chacune des campagnes de mesure afin d'en déduire le comportement du réseau en matière de performance. La moyenne et l'écart type peuvent être calculés à partir de ces résultats et combinés à des formules statistiques pour contrôler les paramètres de la QoS.

Afin d'effectuer des mesures dans une vaste zone, il est conseillé aux utilisateurs du système de contrôle de diviser la zone de base en plusieurs parties, et d'attribuer une pondération à chacune d'entre elles conformément aux critères qui détermineront les endroits au sein desquels il s'avère plus pertinent de mener un grand nombre de mesures, selon l'objet de la campagne de mesure. Parmi les exemples de critères figurent l'importance de la population, la densité des télécommunications, la densité du trafic et la densité des utilisateurs finals; afin de définir ces critères, il est fortement conseillé aux utilisateurs du système de contrôle d'obtenir des données à jour auprès d'une source officielle.

La publication des résultats de performance de référence ne relève pas de la présente Recommandation; toutefois, un cadre statistique visant à noter et à classer la qualité de fonctionnement du réseau est disponible dans la Recommandation [UIT-T E.840].

Annexe A

Directives statistiques visant à l'obtention de résultats représentatifs

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

Un utilisateur de système de contrôle peut obtenir des résultats représentatifs de la qualité de fonctionnement du réseau en fonction de l'échantillonnage effectué au cours des campagnes de mesure combiné à la déduction statistique en suivant une procédure s'appuyant sur une vérification des hypothèses.

A.1 Échantillons représentatifs pour contrôler la qualité de service à l'échelle nationale

L'approche de modélisation statistique recommandée pour un utilisateur de système de contrôle qui souhaite surveiller la QoS à l'échelle nationale en ayant recours à des campagnes de mesure en extérieur repose sur un modèle en deux étapes:

- l'échantillonnage aléatoire stratifié;
- l'échantillonnage aléatoire simple.

La première étape est utilisée pour sélectionner les zones géographiques à mesurer dans le pays (dans ce contexte, la zone géographique peut renvoyer à des villes, à des municipalités, à des agglomérations ou à des routes), alors que la deuxième étape détermine la taille de l'échantillon pour chacune des zones sélectionnées au cours de la première étape, par exemple, le nombre d'appels vocaux effectués dans une ville. Cette répartition des mesures au sein de chaque zone peut être choisie en fonction de l'objet de la mesure, par exemple, les mesures peuvent être réparties uniformément si aucune différenciation n'est nécessaire ou bien elles peuvent être pondérées afin de donner davantage d'importance aux zones urbaines.

A.1.1 Échantillonnage aléatoire stratifié

D'un point de vue statistique, la stratification sert à établir une borne moins importante sur l'erreur d'estimation que ce qu'aurait produit un seul échantillon aléatoire simple de la même taille. Lors du contrôle de la QoS, la stratification est un outil qui peut être employé pour réduire le nombre de régions à mesurer tout en continuant à obtenir des résultats représentatifs. Par exemple, étant donné qu'il n'est pas possible de se déplacer à travers les pays disposant d'un vaste territoire, la zone peut être divisée en groupes (strates) et un échantillon est mesuré pour chaque groupe.

Dans ce sens, la stratification permet la répartition de zones géographiques en des groupes ou des strates homogènes ou différents. Les groupes sont définis en fonction de caractéristiques communes à chacun d'entre eux et influencent directement le KPI mesuré. Parmi les exemples de strates homogènes peuvent figurer, entre autres, les zones géographiques (villes ou villages) abritant une densité de population ou de BS semblables, la demande de trafic, les niveaux d'interférence, la distance entre les sites, etc. Puis, les strates sont établies en sélectionnant des groupes ne se chevauchant pas issus des régions géographiques dans le pays (par exemple, si les strates sont choisies en fonction de la densité de population, les localités composant le pays peuvent être classées selon qu'elles sont urbaines ou rurales, et chaque localité se voit affecté à un seul groupe, à savoir qu'une localité ne peut pas être à la fois urbaine et rurale). Enfin, les zones géographiques dans chacune des strates à mesurer doivent être sélectionnées de façon aléatoire pour garantir la validité des résultats.

Sont présentées ci-après des formules statistiques pour l'échantillonnage par stratification sampling, y compris un exemple de localités urbaines et rurales dans un pays.

Le nombre de zones géographiques à mesurer au cours d'une campagne peut être déduit de la formule suivante (nombre de localités dans un pays qui vont être mesurées):

$$n = \frac{(\sum_{i=1}^L N_i \sigma_i)^2}{N^2 D + \sum_{i=1}^L N_i \sigma_i^2}$$

où:

L est le nombre total de strates (groupes utilisés pour diviser le pays; dans le cas de la classification des localités selon qu'elles sont urbaines ou rurales, $L = 2$);

σ_i est l'écart type attendu pour la strate i ;

N_i est le nombre de zones géographiques dans chaque strate (nombre de localités classées comme urbaines ou rurales);

N est le nombre total de zones géographiques (nombre total de localités au sein d'un pays);

$D = \frac{B^2}{4}$, où B est la borne sur l'erreur d'estimation

$$n_i = n \left(\frac{N_i \sigma_i}{\sum_{i=1}^L N_i \sigma_i} \right) \quad i = 1, 2, 3$$

où:

n_i est le nombre de zones géographiques à mesurer dans la strate i (pour $i = 1$ [localité urbaine], n_i serait le nombre de localités urbaines à mesurer);

n est le nombre total de zones géographiques à mesurer (nombre de localités urbaines et rurales à mesurer).

A.1.2 Échantillonnage aléatoire simple

Après avoir sélectionné le nombre de zones géographiques à mesurer au sein du pays, la deuxième étape consiste en un échantillonnage aléatoire simple visant à déterminer la taille de l'échantillon pour chacune des régions géographiques préalablement sélectionnées, c'est-à-dire, le nombre d'appels vocaux, de mesures de données ou de SMS à effectuer ou envoyer.

Au cours de la deuxième étape de la modélisation statistique, un échantillonnage aléatoire simple est utilisé pour définir le nombre d'événements nécessaires afin de mesurer un certain KPI avec un niveau de confiance et une erreur d'estimation définis.

Si le paramètre à l'étude est une moyenne, la taille de l'échantillon est calculée comme suit:

$$m_i = \frac{z_{1-\alpha/2}^2}{a^2} \cdot \left(\frac{\sigma_i}{\bar{x}_i} \right)^2$$

où:

m_i est la taille de l'échantillon pour la strate i ;

$z_{1-\alpha/2}$ est le centile $1 - \alpha/2$ d'une distribution normale centrée réduite;

$1 - \alpha$ est le niveau de confiance;

a est la borne sur l'erreur d'estimation;

\bar{x}_i est la moyenne pour le paramètre observé dans la strate i ;

σ_i et \bar{x}_i sont calculés à partir de campagnes de mesure précédentes.

Si le paramètre à l'étude est une proportion, la taille de l'échantillon pour chaque KPI doit être calculée à l'aide de la formule suivante:

$$n \geq \frac{k^2 * P * (1-P)}{a^2}$$

où:

n est la taille de l'échantillon;

k est le niveau de confiance;

P est la valeur cible de la proportion (seuil pour le KPI à l'étude);

d est l'erreur d'estimation maximale acceptée (différence entre la valeur réelle P et son estimation p).

Pour chaque strate, l'écart type σ_i et la moyenne \bar{x}_i correspondant à la strate i définie à partir de la campagne de mesure peuvent être obtenus comme suit:

$$\sigma_i^2 = \frac{\sum_{k=1}^{n_i} (x_k - \bar{x}_i)^2}{n_i - 1}$$

$$\bar{x}_i = \frac{\sum_{k=1}^{n_i} x_k}{n_i}$$

$$x_k = \frac{\sum_{j=1}^{m_i} p_j}{m_i}$$

où:

σ_i^2 est la variance pour le paramètre observé dans la strate i ;

x_k est la moyenne pour chacun des échantillons n_i correspondant à la strate ;

P_j est la valeur pour la mesure i au sein de l'échantillon de taille m_i .

Afin de déterminer si l'opérateur atteint ou non un certain seuil, il est recommandé de procéder à une vérification des hypothèses fondées sur les résultats de mesure pour toutes les strates.

A.2 Vérification des hypothèses

La vérification des hypothèses est un outil de déduction statistique permettant de déterminer si les résultats obtenus à partir de l'échantillon sélectionné sont significatifs d'un point de vue statistique, ce qui implique que le MNO suit un seuil de QoS minimal.

Afin d'effectuer une vérification des hypothèses statistiques, la moyenne et l'écart type des valeurs pondérées des résultats de la campagne de mesure sont déterminés:

Une pondération est définie d'après la population sur chaque strate N_i , par rapport à la population totale N :

$$w_i = N_i / N$$

Les valeurs pondérées pour la moyenne et l'écart type pour le KPI sur la base des moyennes pour chacune des strates i sont données par:

$$\bar{x} = \sum_{i=1}^L w_i \bar{x}_i$$

$$\sigma^2 = \sum_{i=1}^L w_i^2 \sigma_{\bar{x}_i}^2$$

Après avoir calculé la moyenne et l'écart type pour les résultats de mesure, la première étape de la vérification des hypothèses consiste à définir une hypothèse nulle et une hypothèse alternative. Puis, une vérification statistique des hypothèses définit si l'hypothèse nulle est correcte, avec une certaine probabilité, ou si l'hypothèse alternative est acceptée.

En tenant compte des résultats de mesure, la vérification des hypothèses peut être effectuée en se basant sur la moyenne totale et le seuil du KPI établi. L'hypothèse nulle (H_0) indique que le MNO suit le seuil minimal du KPI (μ), alors que l'hypothèse alternative (H_a) établit que le MNO ne respecte pas ce seuil. La vérification statistique des hypothèses présente un niveau de signification de α .

De cette façon, les hypothèses peuvent être exprimées comme suit:

$$H_0: x_{st} \geq \mu$$

$$H_a: x_{st} < \mu$$

D'après les données des échantillons de mesure provenant de la campagne de mesure, la vérification statistique des hypothèses détermine si l'hypothèse nulle doit être acceptée ou rejetée.

Ci-après figure un exemple concernant l'application de la vérification des hypothèses lorsque les seuils du KPI sont établis par un régulateur sous la forme de proportions. De plus amples informations et références sur les différentes mesures et procédures relatives à l'évaluation statistique sont disponibles dans les Recommandations [UIT-T E.840] et [UIT-T P.1401] ainsi que les références du présent document.

La décision est prise en comparant la statistique de la vérification (x_{st}), qui peut être calculée à partir d'une valeur critique $z_{1-\alpha}$:

$$x_{st} = \frac{\bar{x} - \mu}{\sigma}$$

où:

μ est le seuil du KPI établi par le régulateur (moyenne);

$$X = \frac{p_{st} - p}{\sqrt{\frac{p(1-p)}{n}}}$$

où:

p est le seuil du KPI établi par le régulateur (proportion);

$Z_{1-\alpha}$ est la valeur z qui correspond à une distribution normale centrée réduite avec un niveau de signification de α ;

n est le nombre total d'échantillons obtenus grâce aux campagnes de mesure pour chacun des paramètres de QoS et en tenant compte de toutes les strates.

Enfin, si la statistique de la vérification (x_{st}) est supérieure ou égale à la valeur critique $z_{1-\alpha}$, alors, statistiquement, on ne dispose pas de suffisamment d'informations pour rejeter l'hypothèse nulle avec un niveau de signification de α (ce qui signifie que le MNO est conforme au seuil établi par le régulateur et qu'aucune pénalité ne sera imposée); autrement, l'hypothèse nulle est rejetée et l'hypothèse alternative est acceptée (le MNO ne respecte pas le seuil du régulateur).

Bibliographie

- [b-UIT-T E.800] Recommandation UIT-T E.800 (2008), *Définition de termes relatifs à la qualité de service.*
- [b-ECC Report 103] Comité des communications électroniques au sein de la Conférence européenne des administrations des postes et des télécommunications (CEPT), Report 103 (2007), *UMTS coverage measurements.*
- [b-ECC Report 256] Comité des communications électroniques au sein de la Conférence européenne des administrations des postes et des télécommunications (CEPT), Report 256 (2016), *LTE coverage measurements.*
- [b-ECC Report 118] Comité des communications électroniques au sein de la Conférence européenne des administrations des postes et des télécommunications (CEPT), Report 118 (2008), *Monitoring methodology to assess the performance of GSM networks.*
- [b-ECC Report 231] Comité des communications électroniques au sein de la Conférence européenne des administrations des postes et des télécommunications (CEPT), Report 231 (2015), *Mobile coverage obligations.*
- [b-ECC Rec (12) 03] Comité des communications électroniques au sein de la Conférence européenne des administrations des postes et des télécommunications (CEPT), Recommandation (12) 03 (2013), *Determination of the radiated power through field strength measurements in the frequency range from 400 MHz to 6000 MHz.*

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	Systèmes et supports de transmission, systèmes et réseaux numériques
Série H	Systèmes 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