

Couverture et qualité des services mobiles

Kit du régulateur v03

mis en œuvre par l'Arcep pour les campagnes de mesures sur le terrain
20 octobre 2022

Le présent document vise à présenter, en vue de leur appropriation ou réalisation par des tiers, les différents protocoles de mesures que l'Arcep met en œuvre pour qualifier la couverture et la qualité des services mobiles en environnement harmonisé. Il est amené à évoluer avec le temps selon les éventuelles évolutions des protocoles de mesure de l'Arcep. Il comporte :

- une introduction pédagogique portant sur les différentes options permettant d'évaluer et de qualifier la couverture d'un côté, et la qualité des services mobiles de l'autre, en détaillant leurs forces et faiblesses (p. 3 à 8) ;
- des annexes (n°1 et 2) plus détaillées portant sur les protocoles utilisés, en vue de leur appropriation ou réalisation par des tiers (p. 9 à 25). Nous recommandons vivement aux collectivités de prendre contact avec l'Arcep pour être conseillées avant de lancer une campagne de mesures ;
- des annexes (n°3, 4, 5 et 6) présentant des exemples de cahiers des charges techniques relatifs à la sélection d'un prestataire en vue de mener une campagne de mesure en environnement harmonisé.

Contenu

Introduction aux protocoles.....	3
Annexe 1 : Protocoles mis en œuvre pour vérifier la fiabilité des cartes publiées par les opérateurs	10
Annexe 2 : Protocoles mis en œuvre pour apprécier la qualité des services mobiles.....	14
Annexe 3 : Exemple de rédaction d'un cahier des charges technique relatif à la sélection d'un prestataire pour vérifier la fiabilité d'une carte de couverture voix/SMS	22
Annexe 4 : Exemple de rédaction d'un cahier des charges technique relatif à la sélection d'un prestataire pour vérifier la fiabilité d'une carte de couverture du service de données mobiles	28
Annexe 5 : Exemple de rédaction d'un cahier des charges technique relatif à la sélection d'un prestataire pour mesurer la qualité des service voix et SMS.....	34
Annexe 6 : Exemple de rédaction d'un cahier des charges technique relatif à la sélection d'un prestataire pour mesurer la qualité de service de données	41

Introduction aux protocoles

La couverture mobile dépend de nombreux paramètres

Dans un exercice de qualification de la couverture mobile disponible en un endroit donné, de nombreux paramètres interviennent : déploiements des opérateurs, disponibilité des différentes technologies et bandes de fréquences, capacité des antennes et de la collecte, état du réseau, caractéristiques géographiques de la zone, nature des bâtiments, utilisation éventuelle à l'intérieur des bâtiments, nature des services, type de terminal utilisé, forfait, nombre d'utilisateurs sur la zone (le débit étant partagé), etc. **La couverture mobile n'est pas une grandeur stable et intangible dans le temps ; elle fluctue, évolue.**

Or la connaissance précise de la couverture en un lieu donné est clé en matière d'aménagement du territoire. Elle constitue une information essentielle pour les citoyens et les entreprises, qui sont utilisateurs des services mobiles au quotidien et permet de guider l'action des opérateurs et des pouvoirs publics.

Les cartes de couverture, un premier niveau d'information

Afin de connaître la couverture mobile, les cartes de couverture des services mobiles constituent un premier niveau d'information. Les opérateurs mobiles réalisent des simulations numériques de propagation du signal. Ils prennent en compte, outre les caractéristiques de leur réseau (localisation, orientation et puissance de leurs antennes, ...), la géographie de l'environnement du site, notamment le relief et la végétation, la présence d'immeubles et autres obstacles (sans nécessairement en connaître la nature précise). Réalisées à partir de simulations numériques, ces cartes sont ainsi des représentations simplifiées de la réalité.

Ces cartes, bien que théoriques, donnent une bonne indication de la disponibilité du signal mobile, *a priori*, en un endroit donné. Elles ont aussi l'avantage de donner une image de la couverture sur l'ensemble du territoire. Toutefois, qui dit simplifié dit imparfait : **les cartes ne constituent pas une garantie de service, elles reflètent un déploiement de moyens.**

Les mesures sur le terrain : un complément utile et important aux cartes de couverture

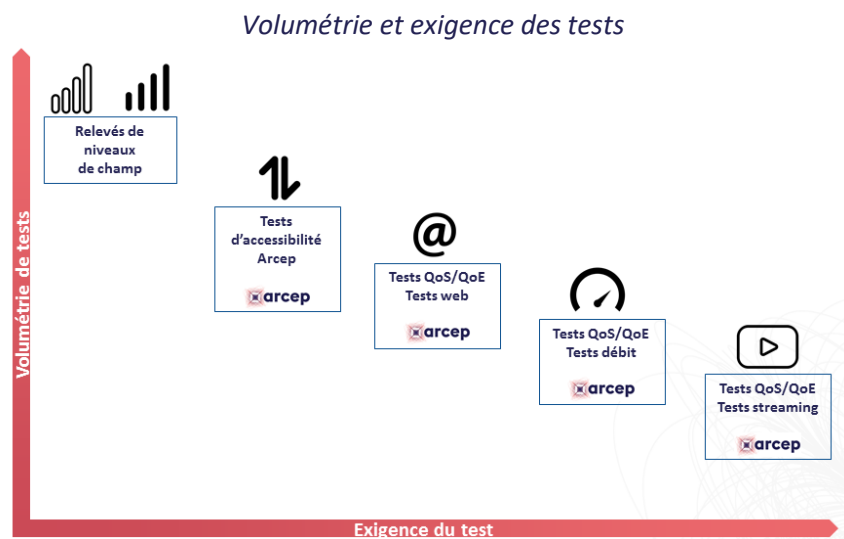
Afin de mieux appréhender et qualifier la couverture mobile, les cartes de couverture par simulation, théoriques, doivent être complétées par des mesures réalisées sur le terrain : **ces mesures leur donnent une autre dimension, et permettent de s'assurer que les cartes, bien que théoriques, retranscrivent correctement la réalité.**

Il existe plusieurs types de mesures, plus ou moins exigeantes, en fonction de l'objectif visé : cherche-t-on à s'assurer de la disponibilité d'une technologie, ou plutôt à évaluer la performance des services des opérateurs ? Ainsi, les tests et protocoles mis en œuvre sur le terrain différeront en fonction de l'objectif et de l'enjeu de la campagne.

Par exemple, l'utilisation d'un test « léger » est suffisant pour s'assurer de l'accessibilité¹ à un réseau ; utiliser un tel test « léger » est de plus adapté, pour ce type de campagne, pour pouvoir maximiser la volumétrie globale de tests et ainsi quadriller une zone en parcourant l'ensemble des routes. Lorsque l'enjeu est de mesurer la qualité de service délivrée par un opérateur, le ou les protocoles utilisés doivent nécessairement être plus exigeants, et retranscrire de manière plus complète et plus

¹ C'est-à-dire le fait qu'un téléphone « accroche » un réseau mobile

fidèle l'expérience réelle des utilisateurs, pour différents types de services mobiles. **Un arbitrage doit ainsi être fait entre l'utilisation d'un test « léger » et rapide à réaliser qu'il sera possible de réaliser un très grand nombre de fois au cours de la campagne et l'utilisation d'un test plus exigeant, plus précis mais nécessitant un temps de mesure plus élevé :**



Le rôle de l'Arcep : définir et mesurer la couverture mobile

Pour définir les obligations de déploiement des opérateurs, évaluer leur respect ainsi que les performances des réseaux mobiles, l'Arcep considère principalement deux critères, mis en avant sur monreseau-mobile.arcep.fr :

- la couverture, qui reflète sous format cartographique l'ampleur du réseau déployé par chaque opérateur ;
- la qualité des services mobiles, depuis la qualité sonore d'un appel au débit disponible lors d'un téléchargement de fichier, par exemple.

L'Arcep définit le format et le contenu des cartes de couverture

L'Arcep impose aux opérateurs de fournir des cartes de couverture, elle en définit le format et le contenu et les oblige à les publier. Afin que celles-ci traduisent au mieux le ressenti des utilisateurs sur le terrain, l'Arcep a enrichi le niveau de précision des cartes de couverture des services mobiles voix/SMS puis publié ces cartes en 2017. **Offrant jusqu'alors un seul niveau de couverture, ces cartes comprennent aujourd'hui quatre niveaux d'évaluation de la zone couverte pour mieux refléter la réalité de la couverture mobile pour le service voix/SMS.** Ces cartes permettent d'avoir une vision plus précise et exhaustive de la couverture du territoire, tout en demeurant théoriques.

L'Arcep définit et met en œuvre plusieurs protocoles de mesures

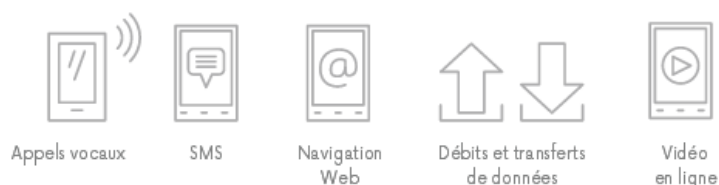
S'assurer de la fiabilité des cartes de couverture

Pour s'assurer de la cohérence entre les cartes modélisées par les opérateurs, la réalité des déploiements et le ressenti des utilisateurs, et ainsi corriger ou faire compléter les cartes de couverture des opérateurs, l'Arcep définit également la manière dont seront harmonisées les cartes théoriques sur le terrain (les protocoles) et en contrôle la fiabilité régulièrement, en réalisant des campagnes de mesures sur le terrain, dans toute la France. Ce premier type de campagne, mis en œuvre pour vérifier que les opérateurs respectent leurs obligations de déploiement ou de fiabilité de leurs cartes, vise à s'assurer que la modélisation des cartes de couverture est pertinente et fiable. Pour chacune de ces

campagnes, **plusieurs dizaines de milliers de kilomètres sont parcourus chaque année par des prestataires indépendants qui réalisent des centaines de milliers de mesures** : c'est le premier type de mesures réalisées par l'Arcep.

Évaluer la qualité des services mobiles

Depuis 1997, l'Arcep mène également tous les ans des campagnes de mesures sur le terrain visant à **évaluer la qualité des services mobiles**. L'objectif est de permettre aux utilisateurs de comparer les services des quatre opérateurs mobiles, dans les conditions d'usages les plus répandus et de venir compléter les cartes de couverture théoriques par des **mesures de la performance réelle des réseaux**.



Services mobiles évalués lors des campagnes annuelles de l'Arcep

Chaque année, plusieurs dizaines de techniciens sillonnent le territoire pendant trois mois, afin de réaliser plusieurs centaines de milliers de tests, en conditions réelles, dans différents types de zones (rurales, intermédiaires, denses), en extérieur et à l'intérieur des bâtiments, ainsi que sur les principaux axes de transports.

Depuis 2017, le périmètre de ces enquêtes a été élargi pour passer à **plus d'un million de mesures réalisées pour chaque campagne, aussi bien dans les lieux de vie que dans les transports**. L'utilisation de l'outil monreseau-mobile.arcep.fr permet de plus une transparence des résultats : les données et une visualisation de certains points de mesures produites par l'Arcep permettent ainsi de connaître précisément, d'une part, le débit moyen en téléchargement, la qualité des appels ou encore la qualité de lecture d'une vidéo en streaming, et ce, pour chacun des opérateurs, sur les différents types de lieux ou axes de transport testés et, d'autre part, la répartition géographique des succès et échecs des différents tests réalisés sur les axes de transport.

Avec ou sans 5G ?

Depuis 2021, avec l'arrivée de la 5G en métropole, l'Arcep a fait le choix de comparer les expériences utilisateurs 4G et 5G et de mesurer la qualité des services mobiles **avec des terminaux et forfaits compatibles 5G en adaptant ses protocoles et en doublant la chaîne de mesure en zone d'habitation** afin que, en chaque point, soit réalisé un cycle de tests avec un mobile doté d'une SIM non compatible 5G (et/ou d'un terminal non compatible 5G ou pour lequel la technologie 5G serait bloquée), puis d'effectuer immédiatement après, au même endroit, le même cycle de tests avec un mobile compatible 5G et doté d'une SIM compatible 5G.

Pour mener des campagnes de qualité de service, le doublement ou non de la chaîne 4G/5G est un choix à acter en fonction de l'objectif visé ; dans la plupart des cas, une seule chaîne de mesure (compatible 4G ou 5G avec un terminal et forfait compatible 4G ou 5G) peut être suffisante.

En tout état de cause, il est essentiel que le choix retenu soit explicite et que, pour chaque résultat de mesure, il soit clair pour l'utilisateur si la chaîne de mesure utilisée était compatible 5G ou non.

À chaque campagne de mesures son protocole adapté

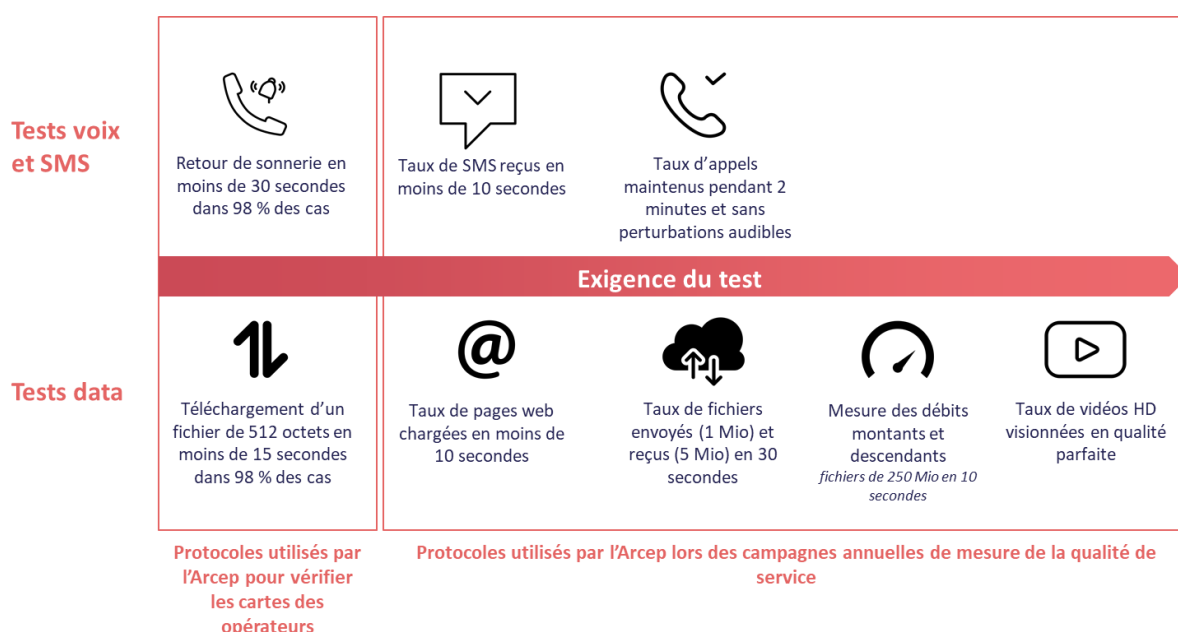
Les différents types de campagnes de mesures sur le terrain visent des objectifs différents ; l'Arcep utilise des protocoles de mesures spécifiques en fonction de la finalité de la campagne.

Pour mener des campagnes de mesure, il y a deux options : 1) utiliser un protocole correspondant à un cas d'usage réel d'un réseau mobile, 2) faire le relevé ou la mesure d'un ou plusieurs paramètres

techniques des réseaux *a priori* susceptibles de refléter une utilisation courante d'un réseau mobile (par exemple le relevé en un point donné du niveau de champ résultant du déploiement de stations de base par l'opérateur). **L'Arcep a fait le choix de l'option 1 : utiliser un protocole de mesures correspondant à un cas d'usage réel, plus ou moins exigeant, privilégiant ainsi des mesures permettant de s'approcher de l'expérience et du ressenti réels** des clients lorsqu'ils utilisent les réseaux des opérateurs, en complément des cartes de couverture².

Quel que soit le protocole utilisé pour ses campagnes, il est fixé par l'Arcep en concertation avec les parties prenantes : les règles du jeu sont connues à l'avance. Cette prévisibilité est nécessaire afin que les protocoles mis en œuvre soient cohérents avec les standards du marché, et que les opérateurs aient connaissance, le cas échéant, de la manière dont leurs obligations seront vérifiées. En revanche, les zones mesurées par l'Arcep ne sont pas connues par les opérateurs à l'avance.

Par ailleurs, le protocole de qualité de service évolue chaque année, afin d'être toujours plus fidèle aux exigences des consommateurs et d'évaluer au mieux les performances des réseaux mobiles.



Protocoles utilisés pour la vérification de la fiabilité des cartes et les campagnes QoS annuelles

L'évolution des protocoles de mesures

Afin de prendre en compte les évolutions technologiques et les nouvelles attentes des utilisateurs des réseaux mobiles, l'Arcep fait régulièrement évoluer ses outils : ainsi, les protocoles des enquêtes de qualité de service sont amendés pour être plus représentatifs des usages des utilisateurs ou encore intégrer des technologies de mesure plus précises (comme par exemple l'évaluation automatique de la qualité des appels vocaux).

Le cadre réglementaire est également mis à jour, par exemple avec l'introduction des cartes de couverture voix/SMS à plusieurs niveaux en 2016 ou l'augmentation de l'exigence de fiabilité des

² Le relevé d'un niveau de champ électromagnétique, par exemple, n'a pas été retenu par l'Arcep, car elle estime que cela ne reflète pas de manière suffisamment fidèle le niveau de couverture ou la qualité de service à attendre. En effet, si un niveau de champ nul « prouve » l'absence de service mobile, il peut être impossible d'accéder au réseau ou d'utiliser effectivement un service malgré un niveau de champ non nul (présence d'une couverture).

cartes en 2020. Les protocoles à utiliser mais également l'interprétation des résultats doivent donc suivre ces évolutions réglementaires.

Le présent kit du régulateur a été mis à jour au vu du cadre réglementaire en vigueur à la date de sa publication et avec les protocoles de mesures appliqués lors des campagnes terrain les plus récentes ; l'Arcep invite les utilisateurs de ce kit à s'assurer que l'interprétation et les publications des résultats de mesures qu'ils souhaitent réaliser soient bien compatibles avec ce cadre. En cas de doute, les services de l'Arcep sont disponibles pour accompagner les utilisateurs du kit.

En pratique

L'Arcep, chaque année, mène une dizaine de campagnes de mesures sur le terrain : fiabilité des cartes voix/SMS et des cartes data 3G et 4G, en métropole comme en outre-mer, contrôle des obligations de déploiement, mesure de la qualité de service, en métropole comme en outre-mer, etc. **Des prestataires différents, indépendants** de l'Arcep, sont retenus, via une procédure de marché public, pour chacune de ces campagnes.

Ces différents protocoles sont éprouvés depuis plusieurs années, et ils ont été utilisés à plusieurs reprises par certaines collectivités territoriales pour réaliser des mesures de qualité de service sur un département ou sur une région, par exemple. Disposer d'un même jeu de protocoles de tests permet de plus d'assurer une comparabilité des résultats dans les différentes zones, et d'identifier d'éventuels écarts entre les performances des réseaux selon les portions du territoire.

À titre d'exemple, l'Arcep a mené une campagne de mesures sur le terrain de la fiabilité des cartes de couverture 3G et 4G des opérateurs métropolitains au premier semestre 2018. **Ce sont plus de 2 millions de mesures qui ont été réalisées pendant plusieurs semaines, sur 15 zones géographiques représentant environ 30 000 km² au total, et ce pour un coût de plusieurs centaines de milliers d'euros.**

Il est impossible de réaliser des mesures sur l'intégralité des zones couvertes par les opérateurs ou en continu. L'Arcep identifie alors, pour chaque campagne, un échantillon de zones sur lesquelles les mesures terrain seront réalisées. Le choix de ces zones, non communiqué aux opérateurs, est fait de sorte à disposer de volumétries de mesures suffisantes pour être représentatives et significatives d'un point de vue statistique, et permettre la constitution d'indicateurs robustes et fiables. À titre indicatif, réaliser une campagne de mesures de la fiabilité de l'intégralité des zones déclarées couvertes des cartes des opérateurs, avec un test léger, donc peu porteur d'information, reviendrait à réaliser plusieurs dizaines de millions de mesures. Au vu du coût associé et de la complexité logistique d'organiser et de conduire des campagnes d'une telle ampleur, comme des moyens de l'Arcep, il est apparu souhaitable et préférable de procéder par échantillonnage, lors de campagnes menées de façon régulière.

Ces campagnes de mesures sont définies, organisées et pilotées par l'Arcep, mais financées par les opérateurs, conformément à leurs obligations fixées dans le Code des postes et des communications électroniques. L'ensemble de ces campagnes a un coût annuel de plusieurs millions d'euros.

Et le crowdsourcing ?

Les protocoles décrits dans ce document sont ceux utilisés par l'Arcep, en fonction des différents objectifs. Il s'agit donc de campagnes menées dans un environnement dit « harmonisé », par des prestataires de mesures : les réseaux des opérateurs sont testés en situation parfaitement comparable puisque l'ensemble des tests se font au même moment, au même endroit, dans les mêmes conditions et avec le même modèle de téléphone. Ils ont régulièrement été mis en œuvre par d'autres acteurs que l'Arcep, comme les collectivités territoriales ou des entreprises comme SNCF, par exemple.

Le *crowdsourcing* procède d'une autre logique : les tests sont réalisés sur le terminal d'un utilisateur, en général via une application. L'environnement n'est donc plus « harmonisé », et la comparabilité

entre les opérateurs n'est plus garantie (différences de terminaux, d'applications de mesures, de nature des tests, de forfaits, de conditions d'usage, etc.). Le crowdsourcing permet à chacun de réaliser ses propres tests, de constituer une large base de mesures, et d'enrichir ainsi la compréhension de la couverture mobile.

Si la diversité de l'écosystème de la mesure en *crowdsourcing* est bénéfique, elle se doit néanmoins d'être couplée à une exigence de transparence sur les choix méthodologiques réalisés afin que toute personne tierce puisse être en mesure d'expliquer les différences constatées entre deux outils et de questionner la pertinence d'un choix sur un autre. Un « code de conduite » a été mis à disposition des acteurs du *crowdsourcing* afin de partager un ensemble de bonnes pratiques ; ce code de conduite a été mis à jour en 2020³.

L'Arcep s'est ainsi engagée auprès de certains acteurs du *crowdsourcing* dans une démarche de partage des données : les données obtenues permettent de renforcer la capacité d'analyse et d'action du régulateur. En 2022, pour la première fois, des données issues du *crowdsourcing* ont été affichées sur « Mon réseau mobile ». Ces données, par leur volume particulièrement important, constituent une source d'information pour les élus et les consommateurs, complémentaire aux résultats des mesures de l'Arcep et des collectivités.

Monreseaumobile.arcep.fr, l'outil cartographique de l'Arcep

Pour faciliter la mise à disposition au public des données qui permettent d'évaluer et de qualifier la couverture mobile, l'Arcep a lancé, en 2017, l'outil **monreseaumobile.arcep.fr**.

Monreseaumobile.arcep.fr apporte une information sur mesure aux consommateurs, ainsi qu'un diagnostic de l'état de la couverture des territoires. Cette approche de régulation par la data entend enclencher un cercle vertueux.

Cette plateforme cartographique interactive permet :

- de visualiser simplement et de comparer les cartes de couverture publiées par les opérateurs mobiles,
- de disposer d'une représentation cartographique de l'ensemble des résultats des campagnes de mesure de la qualité de service,
- En outre, elle reprend les principaux indicateurs nationaux, relatifs aux taux de couverture, en surface et en population, et les indicateurs globaux de qualité de services des opérateurs, pour les technologies 2G, 3G et 4G.

L'ensemble de ces données est également publié en open data : c'est cela, aussi, la régulation par la data. L'Arcep met à disposition les cartes de couverture sur chacun des territoires, pour chacune des technologies et chacun des opérateurs, en format cartographique ré-exploitable, ainsi que l'ensemble des données brutes des tests de qualité de services sur www.data.gouv.fr/fr/datasets/monreseaumobile. Cette mise à disposition publique des données permet à chacun de les utiliser, d'en évaluer la fiabilité, et de les croiser pour créer de nouveaux services et comparateurs de la couverture et de la qualité de service des opérateurs mobiles.

Envie d'en savoir plus ? Les protocoles de mesures en détail, en toute transparence

L'Arcep a regroupé en annexe de ce document l'ensemble des différents **protocoles** qu'elle utilise, que cela soit pour s'assurer de la fiabilité des cartes publiées par les opérateurs (annexe 2), ou de mesurer la qualité des services mobiles (annexe 3). Cela permettra à chacun de les connaître, de se les

³ https://www.arcep.fr/uploads/tx_gspublication/code-de-conduite-QoS-internet-2020_sept2020.pdf

approprié voire de les mettre en œuvre sur le terrain pour venir compléter les cartes de couverture des opérateurs ou monreseauautomobile.arcep.fr !

Cette publication vise à répondre à un plus grand besoin de transparence et de caractérisation de la méthodologie de mesure. Ainsi, l'Arcep apporte des précisions sur les protocoles de mesure mis en œuvre, au regard des critères d'évaluation fixés dans la version bêta du code de conduite publié en juin 2018, afin que tout acteur tiers puisse s'en saisir, en comprendre les résultats ou les mettre en œuvre.

Pour tout complément d'information pour une réutilisation de ces protocoles, les services de l'Arcep se tiennent à la disposition des tiers qui souhaiteraient échanger sur ces protocoles. A cet effet, une boîte mail dédiée, mesure@arcep.fr, est ouverte pour répondre à leurs questions.

Annexe 1 : Protocoles mis en œuvre pour vérifier la fiabilité des cartes publiées par les opérateurs

L'Arcep, en plus des formats et contenus des cartes de couverture, impose⁴ aux opérateurs des obligations relatives à la fiabilité des cartes de couverture des réseaux 2G, 3G et 4G publiées sur leurs sites et reprises sur monreseau.mobilite.arcep.fr. Pour s'assurer de la fiabilité de ces différentes cartes, l'Arcep a ainsi défini, dans sa décision n° 2016-1678 modifiée par la décision n° 2020-0376, plusieurs protocoles de mesures, adaptés aux spécificités des services et technologies correspondants.

L'Arcep vérifie la fiabilité des cartes des opérateurs non pas par la mesure d'un paramètre technique, mais en s'assurant de l'accessibilité réelle au service et réseau correspondant. Pour vérifier cette accessibilité, le test utilisé est un test léger du point de vue de la performance des réseaux, qui correspond à un cas d'usage réel (relatif à de la téléphonie ou à un service de données mobiles), et ce afin d'avoir une volumétrie de tests importante.

Ainsi, lors de la vérification d'une carte publiée par un opérateur pour une technologie donnée, une phase de mesures terrain correspond à plusieurs centaines de milliers de mesures, réparties sur plusieurs dizaines de milliers de kilomètres carrés. En général, l'Arcep vérifie plusieurs fois par an les cartes publiées par les opérateurs.

Les cartes des opérateurs sont considérées fiables si au moins 98%⁵ des tests sont un succès dans une zone considérée. A l'inverse, en cas d'échecs, il est demandé aux opérateurs des éléments expliquant ces échecs, et, dans certains cas, lorsque c'est justifié, de modifier leur carte de couverture afférente.

En parallèle de la vérification de la fiabilité globale d'une carte, sur une étendue géographique importante, **ce même protocole pourrait être utilisé par d'autres acteurs que l'Arcep de manière beaucoup plus ciblée, pour vérifier une zone en particulier** en cas de doute sur la fiabilité d'une portion d'une carte de couverture ou en cas d'incohérences entre plusieurs cartes de couverture.

Cartes de couverture en service voix/SMS

En application de la décision n°2016-1678 modifiée par la n° 2020-0376, les opérateurs ont l'obligation de publier des cartes représentant les zones où leurs services 2G ou 2G/3G⁶ sont disponibles. L'Arcep procède ainsi à la vérification, d'une part, des cartes 2G, d'autre part, des cartes 2G/3G.

Les opérateurs ont l'obligation de publier des cartes « enrichies », distinguant 4 zones : les zones bénéficiant d'une très bonne couverture, les zones bénéficiant d'une bonne couverture, les zones bénéficiant d'une couverture limitée, et les zones non couvertes.

Comme rappelé sur le site monreseau.mobilite.arcep.fr, ces cartes précisent ainsi le niveau de la couverture, et notamment, la disponibilité en *indoor* des services de téléphonie mobile :

⁴ Par la décision n° 2016-1678 en date du 6 décembre 2016, https://www.arcep.fr/uploads/tx_gsavis/16-1678.pdf, modifiée par la décision n° 2020-0376, <https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000041850253>

⁵ Il n'est pas envisageable que l'exigence de fiabilité des cartes produites par les opérateurs soit fixée à 100% : pour établir leurs cartes de couverture, les opérateurs utilisent des modèles numériques de terrain, et des hypothèses relatives à la propagation du signal radio et à son atténuation moyenne en fonction du sursol, du type de bâti, ... : une carte, bien que réaliste au niveau global peut comporter de manière très ponctuelle des écarts avec le ressenti des utilisateurs.

⁶ C'est-à-dire les zones où soit la 2G, soit la 3G, soit la 2G et la 3G sont disponibles.

NIVEAU DE COUVERTURE	SIGNIFICATION
Pas de couverture	il est très improbable que vous puissiez établir une communication, que cela soit à l'intérieur ou à l'extérieur des bâtiments.
Couverture limitée	vous devriez pouvoir téléphoner et échanger des SMS à l'extérieur des bâtiments dans la plupart des cas, mais probablement pas à l'intérieur des bâtiments.
Bonne couverture	vous devriez pouvoir téléphoner et échanger des SMS à l'extérieur des bâtiments dans la plupart des cas, et, dans certains cas, à l'intérieur des bâtiments.
Très bonne couverture	vous devriez pouvoir téléphoner et échanger des SMS à l'extérieur des bâtiments, et, dans la plupart des cas, à l'intérieur des bâtiments.

Lorsqu'elle mène les campagnes de vérification de la fiabilité des cartes voix/SMS, la disponibilité d'un service de téléphonie mobile est évaluée en tentant d'accéder au réseau de l'opérateur, selon le protocole présenté plus bas. Le principe de ce protocole est de vérifier la possibilité d'obtenir un retour de sonnerie lors de l'établissement d'un appel.

Selon la carte vérifiée, les tests peuvent être réalisés avec des mobiles bloqués en 2G, en 3G, en 2G et 3G. Le protocole présenté ci-dessous est également applicable à des tests de couverture pour la VoLTE (voix sur 4G), bien que la décision 2016-1678 ne le prévoient pas explicitement.

Aller plus loin : le protocole en détail

Vérification de la carte de couverture limitée

Le protocole consiste à tenter l'établissement d'un appel, à l'extérieur des bâtiments, dans des conditions d'utilisation reflétant un usage piéton.

Une mesure est considérée comme un succès s'il est possible d'obtenir un retour de sonnerie dans les 30 secondes suivant la tentative d'établissement de l'appel. En cas d'obtention d'une tonalité d'occupation, la mesure est écartée. Si l'appel n'a pas abouti dans les 30 secondes, la mesure est considérée comme un échec.

S'agissant des intervalles de temps entre deux mesures, les règles suivantes sont appliquées. Le délai entre le relâchement d'une communication et la tentative suivante est de 15 secondes ; deux tentatives successives doivent être séparées d'au moins 15 secondes ; au bout de 30 secondes, une tentative est considérée comme un échec : la communication est ainsi coupée au plus tard 30 secondes après une tentative d'établissement d'appel.

La fiabilité imposée aux opérateurs pour leurs cartes est de **98%** : ainsi en appliquant le protocole décrit ci-dessus, il doit être possible, dans une zone réputée bénéficier d'une couverture limitée, d'obtenir un retour de sonnerie dans 98% des tentatives d'établissement d'appels. Une carte pourra notamment être considérée comme non fiable s'il existe une accumulation d'échecs dans une zone géographique de quelques kilomètres carrés ou si la carte de couverture présente un taux de fiabilité inférieur à 98% dans certaines zones considérées.

Pour procéder à ces différentes tentatives, les terminaux utilisés doivent être neufs et représentatifs de l'usage des utilisateurs.

Vérification de la carte de bonne couverture

Le protocole utilisé est identique au protocole décrit ci-dessus, à la différence près qu'un atténuateur d'un gain de - 10 dB est utilisé, pour rendre compte et simuler un cas courant d'utilisation d'un mobile à l'intérieur de bâtiments.

Vérification de la carte de très bonne couverture

Le protocole utilisé est identique au protocole décrit ci-dessus, à la différence près qu'un atténuateur d'un gain de - 20 dB est utilisé, pour rendre compte et simuler un cas courant d'utilisation d'un mobile à l'intérieur de bâtiments.

Cartes de couverture en service de données (3G et 4G)

En application de la décision n°2016-1678 modifiée par la n° 2020-0376, les opérateurs ont l'obligation de publier des cartes représentant les zones où leurs services 3G ou 4G sont disponibles. L'Arcep procède ainsi à la vérification, d'une part, des cartes 3G, d'autre part, des cartes 4G.

Comme pour la vérification de la fiabilité des cartes voix/SMS, lorsqu'elle mène les campagnes de vérification de la fiabilité des cartes de couverture en services 3G et 4G, l'Arcep ne se limite à la mesure d'une donnée technique d'un réseau (un niveau de champ par exemple) mais vérifie la disponibilité d'un service en s'assurant de l'accessibilité au réseau correspondant, selon le protocole décrit ci-après.

Le principe du protocole de mesure est de réaliser le téléchargement d'un petit fichier de référence (qui peut être considéré comme un « ping »), via le réseau de l'opérateur.

Aller plus loin : le protocole en détail

Le protocole consiste à vérifier l'accessibilité à un réseau de données, à l'extérieur des bâtiments, dans des conditions d'utilisation reflétant un usage piéton. Cette accessibilité est mesurée en tentant de télécharger un fichier de 512 octets, hébergé sur un serveur dédié joint par URL ; le téléchargement est réalisé au travers d'un navigateur, selon le protocole http.

En 3G uniquement, le téléchargement est précédé, pour chaque mesure, d'une succession de 3 pings ICMP⁷ d'une taille de 1460 octets, sans que le résultat ne conditionne la poursuite de la mesure.

Une mesure est considérée comme un succès s'il est possible de procéder au téléchargement de ce fichier en moins de 15 secondes.

S'agissant des intervalles de temps entre deux mesures, les règles suivantes sont appliquées. Le délai entre une mesure en succès et la mesure suivante est de 15 secondes ; le délai entre une mesure en échec et la mesure suivante est de 30 secondes ; si le téléchargement n'a pas pu être réalisé dans les 15 secondes, une tentative est considérée comme un échec : la tentative de téléchargement est ainsi arrêtée au plus tard 15 secondes après son début.

La fiabilité imposée aux opérateurs pour leurs cartes est de **98%** : ainsi en appliquant le protocole décrit ci-dessus, il doit être possible, dans une zone réputée couverte, de télécharger un fichier de 512 octets en moins de 15 secondes dans 98% des cas. Une carte pourra notamment être considérée comme non fiable s'il existe une accumulation d'échecs dans une zone géographique de quelques kilomètres carrés ou si la carte de couverture présente un taux de fiabilité inférieur à 98% dans certaines zones considérées.

Pour procéder à ces différentes tentatives, les terminaux utilisés doivent être neufs et représentatifs de l'usage des utilisateurs.

⁷ Internet Control Message Protocol

Le taux de fiabilité d'une carte

Le taux de fiabilité est défini comme le rapport entre le nombre de mesures réalisées dans cette zone déclarée couverte pour lesquelles il y a eu accessibilité au réseau et le nombre total de mesures réalisées dans cette zone déclarée couverte. La précision statistique associée à ce taux de fiabilité est également calculée, et fait partie intégrante des résultats.

Le caractère fiable ou non de la carte pour une zone déclarée couverte donnée est déterminé en prenant en compte le taux de fiabilité et la précision statistique, selon les modalités suivantes :

Si :

- le seuil de fiabilité est fixé à une valeur f ,
- le taux de fiabilité mesuré sur une zone déclarée couverte est égal à une valeur t ,
- la précision statistique sur cette même zone est égale à une valeur p , cette valeur p étant déterminée par la formule :

$$p = 1,96 \times \sqrt{\frac{\text{taux de fiabilité} \times (1 - \text{taux de fiabilité})}{\text{nombre de mesures en zone réputée couverte}}}$$

La carte « présente un taux de fiabilité supérieur ou égal au seuil de fiabilité f sur la zone déclarée couverte » si et seulement si la relation suivante est vérifiée :

$$t + p \geq f.$$

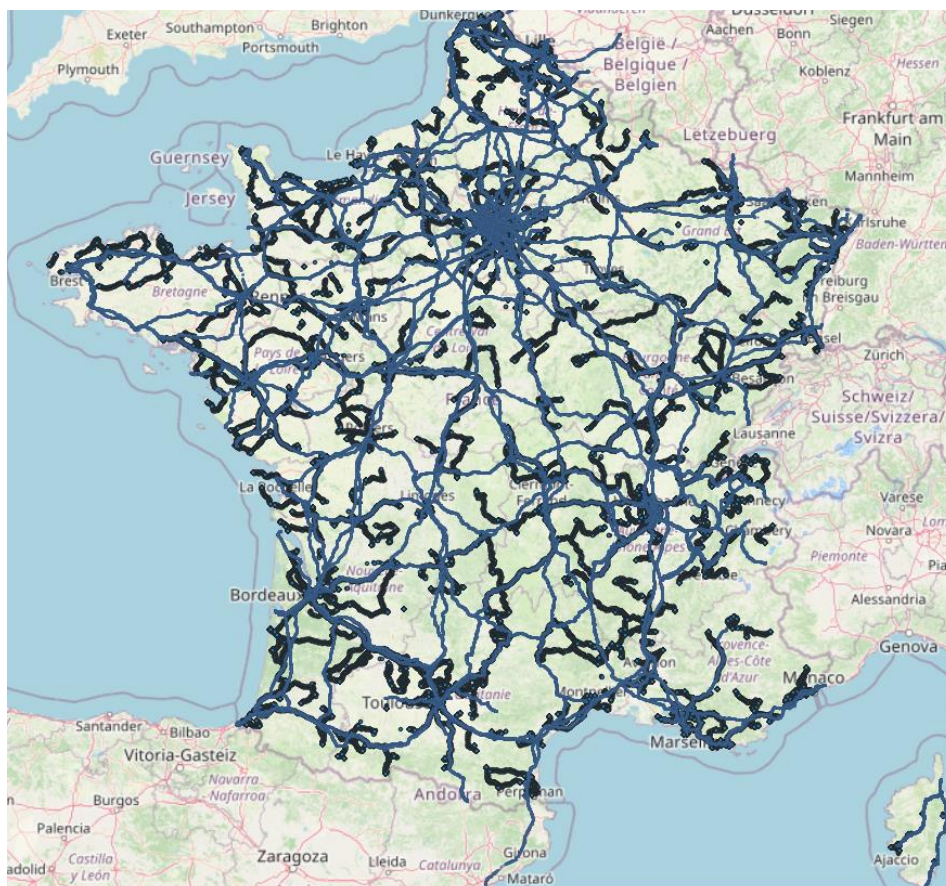
Annexe 2 : Protocoles mis en œuvre pour apprécier la qualité des services mobiles

L'Arcep publie annuellement les résultats de ses enquêtes d'évaluation de la qualité de service obtenus au moyen de plusieurs millions de mesures réalisées sur l'ensemble du territoire et dans les transports. Ces enquêtes, prévues par les autorisations d'utilisation de fréquences des opérateurs mobiles, viennent en complément des campagnes de vérification des cartes de couverture des opérateurs décrites précédemment et visent à informer les utilisateurs, de manière parfaitement comparable, de la qualité des services mobiles proposés par les opérateurs.

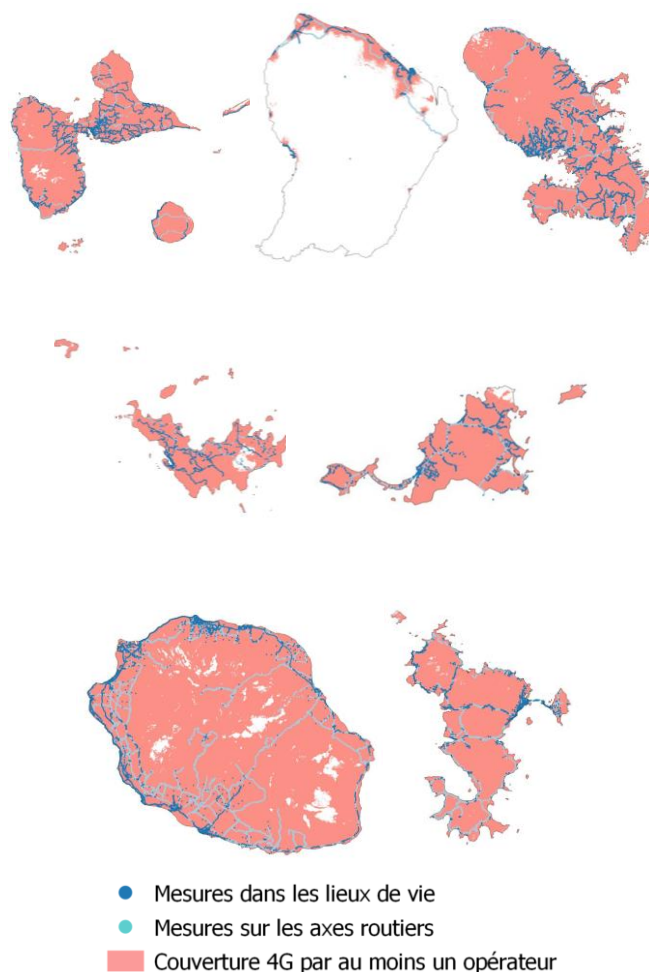
L'objectif est de qualifier les performances dont les clients des différents opérateurs peuvent bénéficier : débit, navigation web, streaming vidéo, etc. Les tests réalisés sont donc nettement plus exigeants que ceux réalisés pour la couverture, et ont une volumétrie moins importante en conséquence.

Le protocole de mesures Arcep est révisé chaque année, il s'est durci et perfectionné pour suivre au plus près les usages des utilisateurs ; il est rendu public à chaque enquête. En parallèle la volumétrie de tests s'est considérablement accrue ; ainsi en 2021, en Outre-mer et en métropole, ce sont près de 1,5 millions de mesures qui ont été réalisées, avec pour la première fois des mesures 5G pour la métropole, dans diverses conditions :

- dans les zones d'habitation, à l'intérieur, à l'extérieur des bâtiments et en voiture
- sur les axes de transports, sur les autoroutes, les routes, dans les TGV, les trains d'équilibre du territoire, les TER, les métros.



Carte des lieux et axes mesurés en 2021 en métropole



Cartes des lieux et axes mesurés en 2021 en outre-mer

Les mesures effectuées par l'Arcep visent à être statistiquement justes à l'échelle nationale en étant équitablement réparties sur l'ensemble du territoire ; ainsi le nombre de mesures réalisées dans les strates de population est proportionnel à la population de chacune :

- 34 % des mesures sont faites dans des agglomérations de plus de 400 000 habitants
- 31 % dans des agglomérations comprises en 10 000 et 400 000 habitants
- 35 % dans des communes de moins de 10 000 habitants

En parallèle de la mesure de la qualité des services mobiles, sur une étendue géographique importante, **ce même protocole pourrait être utilisé par d'autres acteurs que l'Arcep de manière beaucoup plus ciblée, pour vérifier une zone en particulier** en cas de doute sur les performances locales d'un ou plusieurs opérateurs au regard des résultats globaux, strate par strate, présentés par l'Arcep.

Les réseaux des opérateurs sont testés en situation parfaitement comparable puisque l'ensemble des tests se font au même moment, au même endroit, dans les mêmes conditions et avec le même modèle de téléphone.

Protocoles de mesures de la qualité des services voix et SMS

L'Arcep réalise des mesures dans trois environnements différents :

- En zone d'habitation pour un usage piéton pour les services de voix et de SMS
- En zone d'habitation en véhicule automobile pour le service voix et de SMS
- Dans les transports pour les services de voix et de SMS

	Zones d'habitation en usage piéton	Zones d'habitation en véhicule automobile	Transports
Communication de 2 minutes	Oui	Oui	Oui
Évaluation de la qualité de la communication	Oui	Oui	Oui
Envoi de SMS	Oui	Oui	Oui

Mesures réalisées par type d'environnement

Aller plus loin : le protocole voix en détail

S'agissant du service voix, des appels de 2 minutes sont réalisés, aussi bien en intra-opérateur (le mobile avec une carte SIM d'un opérateur donné appelle un mobile doté d'une carte SIM du même opérateur) qu'en inter-opérateurs (les deux mobiles sont dotés de cartes SIM de deux opérateurs différents). Les proportions d'appels retenus sont 25% d'appels intra-opérateurs et 75% inter-opérateurs⁸.

Deux indicateurs sont mesurés : le taux d'appels maintenus pendant deux minutes, et le taux d'appels sans perturbations audibles, lié à la qualité vocale.

La qualité vocale est mesurée à partir d'un outil automatique reposant sur l'algorithme POLQA et donnant un résultat de MOS (Mean Opinion Score).

Un échantillon vocal de référence est émis par le mobile émetteur. Cet échantillon vocal est reçu par le mobile récepteur. L'amplitude et la synchronisation temporelle de l'onde des échantillons vocaux reçus sont comparées à l'échantillon de référence. L'écart à la référence est ensuite noté de 1 à 5 selon la méthode MOS, 5 étant une correspondance parfaite entre l'échantillon reçu et l'échantillon de référence.

Les échantillons sont alternativement émis et reçus par les mobiles tout au long de la communication.

Il y a une seule valeur de la qualité vocale (voix MOS) calculée par échantillon de 10s. Ainsi chaque communication de 2 minutes a été évaluée 5 fois par un mobile et 5 fois par l'autre mobile au cours d'une communication de 120s (en prenant en compte des pauses de quelques secondes entre les échantillons). Ainsi chaque communication dispose de 10 relevés de note MOS⁹.

La communication est jugée réussie et sans perturbations audibles si la note minimale la plus mauvaise des 10 échantillons est égale ou supérieure à 2,1.

En dessous de cette valeur les dégradations du signal sont perceptibles.

Aller plus loin : le protocole SMS en détail

Une mesure consiste à tenter d'envoyer un message SMS, puis à mesurer son délai de réception et à vérifier son intégrité, sur chacun des réseaux testés. Pour chaque opérateur, les mesures sont réalisées pour des messages envoyés depuis et vers des mobiles du réseau de l'opérateur. Le mobile de réception, est allumé et en état de veille. Le message est constitué de 26 caractères alphanumériques identiques pour chaque opérateur mais pouvant varier d'un test à l'autre.

Le message émis n'est pas refusé par le réseau, et est considéré reçu si le délai de réception du message reçu est inférieur à 10 secondes et si son contenu est correct.

Pour chaque opérateur, les mesures sont réalisées pour des messages envoyés depuis et vers des mobiles du réseau de l'opérateur. Lors des mesures dans les transports les deux mobiles sont colocalisés.

⁸ Pour les territoires où il y a plus ou moins de quatre opérateurs à mesurer, comme c'est parfois le cas en Outre-mer, les proportions peuvent être ajustées pour être représentatif des usages.

⁹ Des échantillons de durée différente peuvent être utilisés (8 secondes par exemple). Dans ce cas, une communication disposera d'un nombre différent de relevés de note MOS.

Protocoles de mesures de la qualité des services de données mobiles

L'Arcep réalise des mesures dans deux environnements différents :

- En zone d'habitation pour un usage piéton pour la mesure de la qualité de navigation web, de la mesure de la qualité de transferts de données, de la mesure des débits montants et descendants et de la mesure de la qualité vidéo
- Dans les transports pour les services de voix et de SMS pour la mesure de la qualité de navigation web

	Zone rurale	Zone intermédiaire	Zone dense	Routes	TGV	Intercités /TER	RER /Transiliens	Métros
Navigation web	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui
Qualité de transfert de données	Oui	Oui	Oui					
Qualité de transfert de données	Oui	Oui	Oui					
Qualité vidéo	Oui	Oui	Oui					

Mesures réalisées par type d'environnement

Pour chaque catégorie testée, le détail de la volumétrie de test par opérateur, ainsi que la précision statistique de chacun des indicateurs retenus, est publiée afin de permettre l'évaluation de la représentativité statistique des échantillons¹⁰.

Aller plus loin : le protocole navigation web en détail

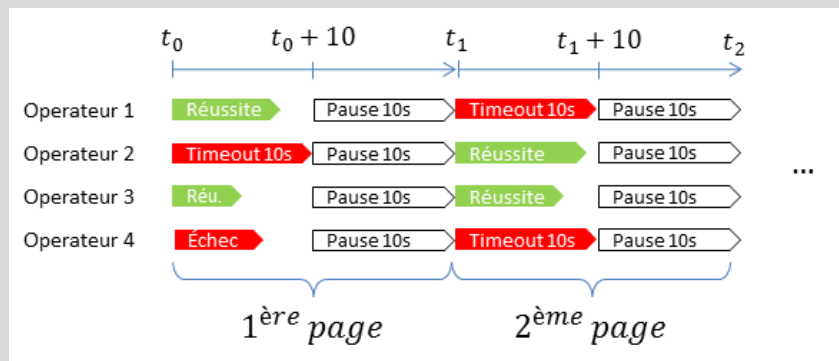
En chaque point de mesure, un test consiste à accéder à un panel de 10 pages internet de façon successive. Les 10 pages visitées lors de chaque test sont sélectionnées aléatoirement parmi un panel de 30 sites internet mobiles les plus fréquentés par les internautes mobiles (à l'exception des sites opérateurs ou des sites personnalisés par ceux-ci).

L'accès à la page d'un site est considéré comme un succès s'il est réalisé dans un délai inférieur à 10 secondes et si la page a été intégralement chargée. Est également publié un indicateur de succès si l'accès à la page d'un site est réalisé dans un délai inférieur à 5 secondes. À la fin du délai de 10 secondes (*time-out*) le mobile marque une pause de 10 autres secondes avant de relancer le chargement d'une nouvelle page web.

Un outil automatique est utilisé pour remonter la taille de la page chargée et procéder à une capture d'écran en fin de chargement, quel que soit le bilan, afin de pouvoir analyser le bon chargement de la page web. En chaque point de mesure, le cache du navigateur est vidé avant chaque cycle de 10 sites visités.

¹⁰ Le détail du nombre de mesures par catégorie est disponible sur <https://www.data.gouv.fr/fr/datasets/monreseaumobile/>

Lors de mesures en transport et afin de garantir une équité entre tous les opérateurs (tunnels, relief,...) chaque occurrence de test devra débuter de manière simultanée pour tous les opérateurs comme présenté ci-dessous.



Synchronisation des mesures de pages web dans les transports

Aller plus loin : le protocole de qualité de transfert de données en détail

Un test consiste à réaliser l'envoi et la réception d'un fichier en chaque point de mesure. Les mesures sont réalisées, en mono-connexion, depuis et vers un serveur dédié. Le protocole utilisé est *a minima* HTTP/1.1. Les fichiers transférés peuvent être de différents types représentatifs (image, application, vidéo, ...) mais doivent tous être de taille identique. Le port utilisé est le port TCP 443, le chiffrement du flux est *a minima* au standard TLS 1.2 et les mesures se font en **IPv4 et IPv4/IPv6**, avec un ratio de 50%, sans usage d'un *tuning* spécifique de la couche TCP/IP. Le serveur utilisé est situé chez un hébergeur populaire (type OVH) dans le territoire concerné et possède un débit garanti de 10 Gbit/s symétriques dans le sens montant et descendant¹¹.

La configuration du serveur recommandée par l'Arcep en 2022 est disponible ici :

https://www.arcep.fr/fileadmin/cru-1644829254/user_upload/grands_dossiers/qualite-services-mobiles/arcep_configuration_enquete_qos_mobile_2022.pdf

L'envoi de fichier est considéré comme réussi si un fichier **de 1 Mo** est envoyé intégralement dans un délai de **30 secondes** et son contenu n'est pas altéré. La réception de fichier est considérée comme réussie si un fichier **de 5 Mo** est reçu intégralement dans un délai de **30 secondes** et son contenu n'est pas altéré.

Aller plus loin : le protocole de mesure des débits montants et descendants en détail

Un test consiste à transférer, dans le sens montant et le sens descendant, un fichier de 250 Mio pendant une durée maximale de 10 secondes. À l'expiration de ce délai de 10 secondes ou si le fichier a été intégralement transféré, le transfert est stoppé et le débit moyen observé pendant la durée de transfert est calculé sur la base du volume transféré. Ce test, répété en chaque point de mesure, est réalisé, en mono-connexion, depuis et vers un serveur dédié. Le protocole utilisé est *a minima* le HTTP/1.1.

Les fichiers transférés peuvent être de différents types représentatifs (image, application, vidéo, ...) mais doivent tous être de taille identique.

Le port utilisé est le port TCP 443, le chiffrement du flux est *a minima* au standard TLS 1.2 et les tests sont réalisés pour 50% en IPv4 « only » (avec des terminaux IPv6 compatibles) et 50% en *dual stack* (IPv4/IPv6) en mettant différents sous domaines pour un même serveur, sans usage d'un *tuning* spécifique de la couche TCP/IP. Le serveur utilisé est situé chez un hébergeur populaire (type OVH) dans le territoire concerné et possède un débit garanti de 10 Gbit/s symétriques¹².

Le ratio des tests est de 75% avec un serveur avec un algorithme de contrôle de congestion TCP Cubic et 25% avec un algorithme de contrôle de congestion BBR afin d'être représentatif des usages observés sur Internet.

La configuration du serveur recommandée par l'Arcep en 2022 est disponible ici :

https://www.arcep.fr/fileadmin/cru-1644829254/user_upload/grands_dossiers/qualite-services-mobiles/arcep_configuration_enquete_qos_mobile_2022.pdf

¹¹ En Outre-mer, l'Arcep a choisi d'ajuster la bande passante garantie à 1 ou 2 Gbit/s, des serveurs de bande passante à 10 Gbit/s n'étant pas nécessairement disponibles.

¹² En Outre-mer, l'Arcep a choisi d'ajuster la bande passante garantie à 1 ou 2 Gbit/s, des serveurs de bande passante à 10 Gbit/s n'étant pas nécessairement disponibles.

Aller plus loin : le protocole de mesure de la qualité vidéo en détail

Un test consiste à visionner une séquence vidéo de **1 minute** (au travers d'une application et en plein écran) mise à disposition par un service de diffusion en flux grand public (Youtube et/ou éditeurs de contenus représentatifs par exemple) et à en évaluer la qualité globale de visionnage, selon quatre niveaux. Les vidéos visionnées sont de deux types : chargée par le prestataire à cette fin ou préexistante sur la plateforme et « populaire », tout en s'assurant qu'elle ne charge pas de publicité. Si la plateforme proposée est Youtube, l'évaluation de la lecture de la vidéo devra tenir compte du fait que Youtube **adapte dynamiquement la résolution Vidéo** à la bande passante disponible. L'appréciation de la qualité de la vidéo est faite automatiquement par l'outil. Le protocole utilisé est uniquement le HTTPS et les paramètres tels que le nombre de *thread* ou le chiffrement du flux sont laissés par défaut (i.e. gestion par la plateforme de vidéo).

	Temps chargement	Durée cumulée perturbations	Taux de Résolution moyen
Parfait	< 10s	< 0,5s	>95% 720p
Correcte	< 15s	< 5s	>95% 360p
Echec/coupure	> 15s	Coupure pendant visionnage	N/A

Les différents niveaux de qualité vidéo adoptés par l'Arcep

Annexe 3 : Exemple de rédaction d'un cahier des charges technique relatif à la sélection d'un prestataire pour vérifier la fiabilité d'une carte de couverture voix/SMS

Lorsqu'elle publie un marché relatif à la sélection d'un prestataire pour réaliser sur le terrain une campagne de mesures, visant à vérifier la fiabilité d'une carte de couverture en service voix/SMS, l'Arcep précise les éléments suivants dans son cahier des charges technique, afin de s'assurer de la bonne compréhension du protocole de mesures par le prestataire retenu. Dans le texte ci-dessous, « l'Arcep » ou « l'Autorité » sera à remplacer par l'entité qui pilote la campagne.

Les points d'attention particulièrement critiques sont signalés par un encadré et sont surlignés.

En fonction du but de l'enquête, il peut être opportun de demander à ce que les terminaux ne soient pas bloqués sur le réseau en propre d'un opérateur et/ou à ce qu'ils soient bloqués sur une technologie donnée (2G, 3G ou 4G). En effet, lorsqu'on vérifie la fiabilité d'une carte de couverture, il s'agit de vérifier la disponibilité d'un service sur le terrain vu de l'utilisateur final : l'utilisation d'un réseau en propre ou l'accès à un réseau tiers via un programme de partage d'infrastructure n'a pas d'importance. En revanche, si le but est de vérifier par exemple la fiabilité d'une carte voix/SMS 2G et ainsi de vérifier le service accessible pour une personne ne disposant pas d'un terminal 3G, il peut être opportun de bloquer les terminaux sur la technologie 2G.

Les valeurs surlignées (XXX) ont vocation à être choisies par l'entité qui passe le marché.

1. Périmètre de la campagne de mesures sur le terrain

Les XXX¹³ opérateurs de réseaux mobiles sont concernés par cette campagne de mesures.

La campagne de mesures sur le terrain se déroulera sur XXX zones, représentant au total environ XXX km².

L'Autorité indiquera au consultant sélectionné à l'issue de la procédure de passation du marché, lors de la réunion de lancement de la campagne de mesures, le périmètre précis des zones concernées par le contrôle. Elle lui fournira également, à cette occasion, les cartes de couverture en service voix des réseaux des opérateurs concernés vérifiables avec des terminaux compatibles uniquement avec la technologie 2G (terminaux « 2G-only ») d'une part et, le cas échéant, vérifiables avec des terminaux compatibles avec des technologies plus récentes d'autre part, dans un format cartographique exploitable et largement répandu (SIG).

2. Protocole de mesure

Ce protocole est destiné à être mis en œuvre dans le cadre de campagnes de vérification de la fiabilité de la couverture du service de radiotéléphonie mobile d'un opérateur, sur la base de cartes de couverture fournies par cet opérateur, chaque carte représentant un niveau de « très bonne couverture », de « bonne couverture » ou de « couverture limitée ».

Il a vocation à être utilisé sur chacune des cartes que l'opérateur transmet à l'Arcep et à être mis en œuvre avec le type de terminal pertinent.

Les parties suivantes décrivent respectivement comment seront vérifiées les cartes de « couverture limitée », de « bonne couverture » et de « très bonne couverture ».

¹³ Généralement, en métropole, les campagnes portent sur la vérification des cartes des quatre opérateurs de réseaux mobiles

Il faut souligner que, dans la suite, il est supposé qu'une carte de « couverture limitée » inclut les deux cartes de « bonne couverture » et « très bonne couverture » correspondant au même terminal. De même, une carte de « bonne couverture » inclut la carte de « très bonne couverture » correspondant au même terminal.

2.1. Description du protocole de mesure

2.1.1. Principe du protocole pour les cartes de radiotéléphonie mobile vérifiables avec un terminal « 2G-only »

Chaque opérateur fournira à l'Arcep une carte de couverture rendant compte de l'accessibilité au service de téléphonie mobile lorsqu'un terminal « 2G-only » est utilisé. Ces cartes contiendront 3 niveaux de couverture : « couverture limitée », « bonne couverture » et « très bonne couverture ». Pour chaque opérateur, il sera effectué, via 3 chaînes de mesure doublées, soit 6 terminaux « 2G-only », des tentatives d'établissement de communications vocales (mesures d'accessibilité), qui consistent à obtenir un retour de sonnerie lors des tentatives d'appel, sans tenter de maintenir ensuite les communications.

Pour la première chaîne de mesure, un terminal « nu » (sans filtre atténuateur) est utilisé, il sert à vérifier la carte de « couverture limitée ». Les deux autres chaînes de mesures sont équipées d'atténuateurs de gains respectifs -10 dB et -20 dB visant à vérifier respectivement les cartes de « bonne couverture » et « très bonne couverture ». Un dispositif devra permettre de comparer les niveaux de champ reçus par les 3 terminaux afin de s'assurer que les deux atténuateurs de gains -10 et -20 dB jouent leur rôle de manière nominale.

Ces mesures permettent d'établir la cohérence entre, d'une part, la zone de couverture déclarée par cet opérateur et, d'autre part, cette capacité à établir de telles communications.

Au total, ce sont donc 6 terminaux par opérateur qui doivent être utilisés ; si le prestataire propose de mettre en œuvre plusieurs équipes, N étant le nombre d'équipes, le nombre total de terminaux nécessaires sera de N fois 6 fois le nombre d'opérateurs testés. Ces terminaux devront être « 2G-only », ou sinon bloqués sur la technologie 2G.

Le prestataire devra, *a minima*, mettre dans le même véhicule les 6 terminaux d'un même opérateur, de sorte à permettre le dispositif de contrôle évoqué ci-dessus entre les 3 types de terminaux.

2.1.2. Principe du protocole pour les cartes de radiotéléphonie mobile vérifiables avec un terminal compatible avec une technologie plus récente

En complément des cartes associées à des terminaux « 2G-only », les opérateurs peuvent, s'ils le souhaitent, transmettre à l'Arcep des cartes rendant compte de l'accessibilité du service de téléphonie mobile avec des terminaux plus récents, par exemple compatibles avec les technologies 2G et 3G. Cela est notamment utile s'il existe des zones couvertes en 3G et pas en 2G, ou si les opérateurs souhaitent montrer en quoi le service est meilleur avec un terminal plus récent.

Dans ce cas, la campagne de mesures devra également utiliser d'autres types de terminaux, notamment compatibles avec les technologies 2G et 3G. Cette partie de la campagne est optionnelle dans la mesure où l'Arcep ne sait pas encore, à la date de la publication du présent marché, si les opérateurs lui transmettront ce type de carte. Ce cas de figure sera pris en compte dans des cotations séparées.

Le même principe que pour les cartes vérifiables avec un terminal « 2G-only » s'applique. Ainsi, 3 autres chaînes de mesures (doublées) devront être ajoutées, soit 6 autres terminaux, par opérateur.

Dans ce cas de figure, ce sont donc 6 terminaux supplémentaires par opérateur qui peuvent devoir être utilisés. Au total, ce sont donc **XX** terminaux qui doivent être utilisés (N fois 6 à 12 par opérateur dont 6 « 2G-only » et, le cas échéant, 6 compatibles avec une technologie plus récente).

2.1.3. Protocole de mesure

2.1.3.1. Equipements de mesure

Les terminaux, au nombre de 2 par opérateur et par carte, sont proposés par le consultant, et choisis par l'Arcep, ils devront être représentatifs de l'usage des utilisateurs.

Notamment, pour les cartes vérifiables avec des terminaux « 2G-only », qui représentent les lieux où le service est disponible quel que soit le terminal, l'Arcep peut choisir tout type de terminal utilisé en France.

Pour vérifier d'autres cartes, l'Arcep choisira un terminal compatible avec les spécifications avancées par l'opérateur.

Les terminaux choisis devront être représentatifs de l'usage des utilisateurs.

Enfin, les terminaux utilisés doivent être neufs.

2.1.3.2. Échantillonnage des mesures

Les mesures d'accessibilité sont réalisées sur un trajet au sein de la zone géographique objet de la vérification. Hormis l'interdiction d'emprunter les autoroutes, il n'existe pas d'autre contrainte sur les routes pouvant être empruntées pour réaliser ce trajet, qui peuvent donc être nationales, départementales ou communales. Le parcours choisi devra s'attacher à constituer un échantillon représentatif de l'ensemble des axes de la zone considérée (nature et répartition géographique de ces axes).

Au minimum 10 mesures / km² seront réalisées au sein de la zone géographique objet de la vérification. Le nombre total de mesures d'accessibilité pourra, le cas échéant, être augmenté **de façon à ce que la précision statistique des résultats soit inférieure à 1%**. Ces échantillons devront être répartis de la manière la plus homogène possible sur la zone déclarée couverte par l'opérateur.

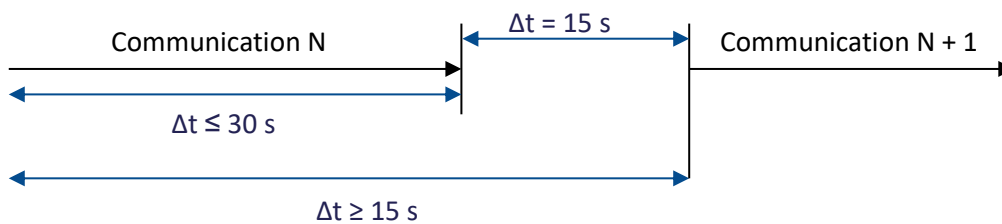
2.1.3.3. Définition de la mesure

Une mesure consiste à tenter un appel et à tester l'obtention du retour de sonnerie sur le mobile. La communication n'est cependant pas décrochée et n'est donc pas établie.

Dans le cas où l'appel n'a pas abouti dans les 30 secondes suivant l'initialisation de la tentative de connexion, la communication est arrêtée et comptabilisée comme un échec. En cas d'obtention de la tonalité d'occupation, la mesure n'est pas prise en compte. Si la sonnerie est obtenue dans les 30 secondes, la mesure d'accessibilité est un succès.

2.1.3.4. Réalisation des mesures

L'intervalle de temps séparant le relâchement d'une communication et le lancement de la tentative suivante d'accessibilité au réseau est de 15 secondes. Par ailleurs, deux tentatives successives doivent être séparées au minimum de 15 secondes.



Tout ou partie des mesures d'accessibilité peuvent être réalisées à bord d'un véhicule en mouvement roulant à une allure normale par rapport aux types de routes empruntées. Pour chaque point de mesure, une acquisition du niveau de champ au point considéré ainsi que de la coordonnée GPS associée devront être faites.

La mesure du niveau de champ consiste à mesurer sur la voie balise le niveau de champ reçu par le mobile.

Du fait de la possibilité pour un mobile, lorsqu'il se trouve hors réseau, de se connecter sur un autre réseau afin d'être à même d'acheminer les appels d'urgence, il est nécessaire de s'assurer que les mesures de niveau de champ faites pour chaque réseau correspondent effectivement à ce réseau.

Il est demandé à ce que les mesures réalisées à bord d'un véhicule rendent compte d'une situation extérieure. Le dispositif de mesure devra être réalisé et réglé en conséquence.

Il sera par ailleurs vérifié que cet étalonnage reste stable et qu'aucun biais ne soit introduit par l'utilisation de tel ou tel équipement tout au long de la campagne de mesures.

Les appels sont passés depuis un mobile à destination d'un poste fixe et pourront être réalisés tous les jours de la semaine.

Les impératifs en termes de sécurité routière seront pris en compte.

2.2. Restitution des résultats

Les résultats des mesures d'accessibilité sont répertoriés sous la forme de fichiers informatiques de type tableur, à raison d'un fichier par type de terminal utilisé pour la campagne et, au sein de chaque fichier, un onglet par niveau de couverture (« très bonne couverture », « bonne couverture », « couverture limitée ») donc 3 onglets, comprenant au moins les colonnes suivantes :

Identifiant de zone fourni par l'Arcep
Date de la mesure
Heure de la mesure
Nom de l'opérateur
Code PLMN sur lequel la mesure a été effectuée
Identifiant du mobile (IMSI, IMEI...)
Coordonnée X (Lambert 93) du début de la mesure ¹⁴
Coordonnée Y (Lambert 93) du début de la mesure ¹⁸
Coordonnée X (Lambert 93) de fin de la mesure ¹⁸
Coordonnée Y (Lambert 93) de fin de la mesure ¹⁸
État de la mesure (succès ou échec)
Le cas échéant, cause de l'échec
Zone déclarée couverte par l'opérateur (1 ou 0)

¹⁴ Les informations de localisation sont fournies dans les systèmes nationaux de référence de coordonnées géographiques, planimétriques et altimétriques, tels que définis dans le décret n° 2000-1276 du 26 décembre 2000

Conformité de la technologie ou de la sous-technologie mesurée à celle figurant sur la carte de couverture (1 ou 0)

Une carte géographique des mesures d'accessibilité est également fournie, sous forme électronique, dans un format cartographique exploitable et largement répandu (SIG), et faisant apparaître :

- les mesures d'accessibilité réalisées, sous la forme de points verts s'il y a eu accessibilité, et de points rouges sinon ;
- la zone réputée couverte par l'opérateur, sous la forme d'une zone colorée.

En complément de ces indications géographiques, sont identifiées les zones sur lesquelles des incohérences locales ont été constatées entre la couverture déclarée de l'opérateur et les mesures réalisées. Ces incohérences locales peuvent consister en une accumulation d'échecs dans un lieu donné.

Le taux de fiabilité de la carte de couverture, correspondant au pourcentage de mesures réussies réalisées en zone déclarée couverte par l'opérateur, est calculé. La précision statistique est également calculée et fait partie intégrante des résultats.

2.3. Vérification de la carte de « couverture limitée »

Le protocole de vérification s'applique en prenant en compte les terminaux qui ne sont pas équipés de filtres atténuateurs (terminaux « nus »).

2.4. Vérification de la carte de « bonne couverture »

Le protocole de vérification s'applique en prenant en compte les terminaux équipés d'un filtre atténuateur de gain -10 dB, dans le but de simuler des conditions d'usage moins favorables.

2.5. Vérification de la carte de « très bonne couverture »

Le protocole de vérification s'applique en prenant en compte les terminaux équipés d'un filtre atténuateur de gain -20 dB, dans le but de simuler des conditions d'usage encore moins favorables.

3. Déroulement et calendrier de la campagne de mesures

Les **XX** semaines consacrées aux mesures sur le terrain seront précédées d'une phase de préparation de **XX** semaines et suivies d'une phase de restitution des résultats de **XX** semaines¹⁵. Le consultant pourra proposer une durée inférieure pour les différentes phases de la campagne de mesures. Il s'engage, en tout état de cause, à respecter les délais d'exécution qu'il propose.

La campagne commencera par une réunion de lancement qui permettra d'aborder avec l'Autorité toutes les modalités pratiques de sa réalisation.

Pendant toute la durée de la campagne, chacune des hypothèses prises pour sa réalisation sera également débattue et arrêtée en concertation avec l'Autorité.

Tout au long de la campagne, le consultant devra signaler en temps réel à l'Arcep toute difficulté ou événement imprévu qu'il rencontre dans l'exécution du marché, en veillant à fournir, à chaque fois,

¹⁵ Généralement, les phases de préparation et de restitution durent 2 semaines. Pour la phase de mesures sur le terrain, la durée est généralement d'une dizaine de semaines pour les campagnes réalisées par l'Arcep, portant sur quelques dizaines de milliers de kilomètres carrés ; cette durée est à adapter en fonction du périmètre de l'enquête réalisée.

une analyse détaillée des problèmes rencontrés. Le consultant procédera, le cas échéant, en accord avec l'Autorité, à des mesures ou des calculs complémentaires.

Afin de fiabiliser la chaîne de mesures, les précautions suivantes doivent être respectées :

- La chaîne de mesures doit être testée et vérifiée d'une manière journalière suivant un protocole qui sera présenté par le consultant ;
- Pendant la journée, le technicien de mesure doit vérifier l'état des fichiers de mesures et doit redémarrer la chaîne toutes les 2h.

3.1. Phase de préparation

Cette phase débute au moment de la réception par le consultant de la (des) carte(s) de couverture de l'opérateur fournie(s) par l'Arcep. Pendant cette phase, il prépare les mesures terrain (préparation et calibrage de la chaîne de mesures, début de la planification des parcours de mesures...).

Cette phase dure au plus **XX** semaines.

3.2. Phase de réalisation des mesures terrain

Le consultant sélectionné devra proposer un temps de réalisation de la prestation adapté au périmètre du marché.

Pour chaque zone auditée :

- au plus tard trois jours avant la date planifiée de début des mesures, le consultant soumettra à l'Autorité une proposition de parcours de mesures pour recueillir son accord ;
- au plus tard trois jours après la fin des mesures sur le terrain, le consultant soumettra à l'Autorité les résultats de celles-ci ;
- ces mesures seront accompagnées des cartographies associées.

3.3. Phase de restitution des résultats

Le livrable final de la campagne de mesures doit être restitué au plus tard **XX** semaines après l'achèvement de la phase de réalisation des mesures sur le terrain.

Annexe 4 : Exemple de rédaction d'un cahier des charges technique relatif à la sélection d'un prestataire pour vérifier la fiabilité d'une carte de couverture du service de données mobiles

Lorsqu'elle publie un marché relatif à la sélection d'un prestataire pour réaliser sur le terrain une campagne de mesures, visant à vérifier la fiabilité d'une carte de couverture du service de données mobiles, l'Arcep précise les éléments suivants dans son cahier des charges technique, afin de s'assurer de la bonne compréhension du protocole de mesures par le prestataire retenu.

Les points d'attention particulièrement critiques sont signalés par un encadré et sont surlignés.

En fonction du but de l'enquête, il peut être opportun de demander à ce que les terminaux ne soient pas bloqués sur le réseau en propre d'un opérateur et/ou à ce qu'ils soient bloqués sur une technologie donnée (2G, 3G ou 4G). En effet, lorsqu'on vérifie la fiabilité d'une carte de couverture, il s'agit de vérifier la disponibilité d'un service sur le terrain vu de l'utilisateur final : l'utilisation d'un réseau en propre ou l'accès à un réseau tiers via un programme de partage d'infrastructure n'a pas d'importance. En revanche, si le but est de vérifier par exemple la fiabilité d'une carte data 4G et ainsi de vérifier les zones où l'on dispose bien d'une connectivité 4G et non 3G, il peut être opportun de bloquer les terminaux sur la technologie 4G.

Les valeurs surlignées (XXX) ont vocation à être choisies par l'entité qui passe le marché.

1. Périmètre de la campagne de mesures sur le terrain

Les XXX¹⁶ opérateurs de réseaux mobiles sont concernés par cette campagne de mesures.

La campagne de mesures sur le terrain se déroulera sur XXX zones géographiques, représentant environ XXX km² au total.

L'Autorité indiquera au consultant sélectionné à l'issue de la procédure de passation du marché subséquent, lors de la réunion de lancement de la campagne de mesures, le périmètre précis des zones concernées par le contrôle. Elle lui fournira également, à cette occasion, les cartes de couverture des opérateurs concernés et faisant l'objet de la présente campagne de mesures, dans un format cartographique exploitable et largement répandu (SIG).

Seules les technologies (3G et 4G) seront vérifiées, les différentes sous-technologies (3G+, H+, 4G+, ...) ne sont pas à vérifier.

2. Protocole de mesure

Le protocole décrit ci-après, repris de la décision de l'Arcep n° 2016-1678 modifiée par la n° 2020-0376, a vocation à être utilisé sur chacune des cartes vérifiées et à être mis en œuvre avec le type de terminal pertinent pour chaque technologie affichée.

La couverture est caractérisée localement par la capacité à établir une connexion à internet à l'extérieur des bâtiments et reflétant un usage piéton.

Le test consistera à vérifier, en 3G et en 4G, la disponibilité du service de données correspondant dans les zones réputées couvertes par les opérateurs.

¹⁶ Généralement, les campagnes concernent les quatre opérateurs mobiles

2.1. Définition de la mesure

Une mesure consiste à tenter le téléchargement d'un fichier hébergé sur un serveur dédié. Ce téléchargement est réalisé à travers un navigateur, selon le protocole HTTP. Le serveur est joint par URL.

Dans le cas où le téléchargement n'est pas initié ou débute mais n'est pas achevé, la mesure est comptabilisée comme un échec.

Lors de la mesure, la technologie et, lorsque cela est techniquement possible, la sous-technologie employée, sont identifiées. Comme indiqué plus haut, seule la technologie (3G ou 4G) est à vérifier, et non la sous-technologie. Cette identification peut être réalisée de manière directe (par lecture d'informations sur le terminal, par exemple) ou de manière indirecte, à partir d'autres paramètres ou de mesures tierces¹⁷.

2.2. Réalisation des mesures

En 3G, l'activation du *PDP context* sera vérifiée en début de chaque mesure, sans pour autant forcer sa désactivation en fin de chaque mesure (utilisation d'une boucle dans le script si nécessaire).

En 3G, le téléchargement http sera précédé, pour chaque mesure, d'une succession de 3 pings ICMP de taille 1460 octets, sans attente, et dont le résultat ne conditionnera pas la poursuite de la mesure (ceci afin de garantir le passage sur canal dédié).

Les paramètres relatifs à la mise en œuvre de ce protocole seront les suivants :

Taille de fichier	512 octets
Time-out : temps au bout duquel on considère que la mesure est en échec	15 secondes
Temps de pause après la fin d'une mesure en succès	15 secondes
Temps de pause après la fin d'une mesure en échec	30 secondes

Tout ou partie des mesures peuvent être réalisées à bord d'un véhicule en mouvement roulant à une allure normale par rapport aux types de routes empruntées. Pour chaque point de mesure, une acquisition de la coordonnée GPS associée devra être faite.

Il est demandé à ce que les mesures réalisées à bord d'un véhicule rendent compte d'une situation extérieure. Le dispositif de mesure devra être réalisé et réglé en conséquence.

Il sera par ailleurs vérifié que cet étalonnage reste stable et qu'aucun biais ne soit introduit par l'utilisation de tel ou tel équipement tout au long de la campagne de mesures.

Les mesures pourront être réalisées tous les jours de la semaine.

Les impératifs en termes de sécurité routière seront pris en compte.

2.3. Équipements de mesure

Les terminaux sont proposés par le consultant, et choisis par l'Arcep. Ils devront être représentatifs de l'usage des utilisateurs. Le terminal est bloqué dans la technologie de la carte de couverture à

¹⁷ Le débit maximum théoriques de certaines technologies peut, par exemple, être accessible au travers de mesures de la largeur spectrale émise par les équipements, indépendantes des mesures visant à vérifier l'accès au service.

vérifier. Dans le cas d'une technologie déployée simultanément sur plusieurs bandes de fréquences, le terminal retenu doit être compatible avec l'ensemble de ces bandes de fréquences.

Enfin, les terminaux utilisés doivent être neufs.

2.4. Échantillonnage des mesures

Les mesures sont réalisées sur un trajet au sein de chacune des **XX** zones géographiques objet de la vérification. Hormis l'interdiction d'emprunter les autoroutes, il n'existe pas de contrainte sur les routes pouvant être empruntées pour réaliser ce trajet, qui peuvent donc être nationales, départementales ou communales. Le parcours choisi devra s'attacher à constituer un échantillon représentatif de l'ensemble des axes des **XX** zones considérées (nature et répartition géographique de ces axes).

Un nombre minimum de 10 mesures / km² doit être réalisé dans chacune des **XX** zones considérées. Le nombre de mesures pourra, le cas échéant, être augmenté de façon à ce que la précision statistique des résultats soit inférieure à 1 % sur chaque zone. Ces échantillons devront être répartis de la manière la plus homogène possible sur la zone déclarée couverte par l'opérateur.

Par ailleurs, la répartition des zones est divisée de la manière suivante :

- **Zone Réputée Couverte (ZRC)** : zone annoncée, à la date du début de l'enquête, comme couverte (à l'extérieur des bâtiments), selon la carte publiée par l'opérateur ;
- **Zone Réputée Non Couverte (ZRNC)** : zone annoncée, à la date du début de l'enquête, comme non couverte par l'opérateur.

Lors de l'élaboration des trajets, le consultant veillera à pouvoir effectuer un maximum de mesures en ZRC. S'il s'avérait qu'une zone mesurée ne permettrait pas suffisamment de mesures en ZRC, il doit en alerter l'Arcep avant de réaliser les mesures.

2.5. Livrables

2.5.1. Traitement des résultats de mesures

Le prestataire précisera la méthode qu'il compte appliquer pour traiter les mesures, notamment le traitement de points de mesures incohérents (par exemple, point en succès et point en échec très proche géographiquement).

2.5.2. Résultats des mesures

Les résultats des mesures sont répertoriés sous la forme d'un fichier informatique de type tableur, comprenant au moins les informations suivantes :

Identifiant de zone fourni par l'Arcep
Date de la mesure
Heure de la mesure
Nom de l'opérateur
Code PLMN sur lequel la mesure a été effectuée
Identifiant du mobile (IMSI, IMEI...)
Coordonnée X (Lambert 93) du début de la mesure ¹⁸
Coordonnée Y (Lambert 93) du début de la mesure ¹⁸

¹⁸ Les informations de localisation sont fournies dans les systèmes nationaux de référence de coordonnées géographiques, planimétriques et altimétriques, tels que définis dans le décret n° 2000-1276 du 26 décembre 2000

Coordonnée X (Lambert 93) de fin de la mesure ¹⁸
Coordonnée Y (Lambert 93) de fin de la mesure ¹⁸
État de la mesure (succès ou échec)
Le cas échéant, cause de l'échec
Zone déclarée couverte par l'opérateur (1 ou 0)
Conformité de la technologie ou de la sous-technologie mesurée à celle figurant sur la carte de couverture (1 ou 0)

Le prestataire fournira également une représentation géographique de l'accessibilité observée aux réseaux objets de la présente campagne (3G et 4G), sous forme électronique et dans un format cartographique exploitable et largement répandu (SIG).

Cette carte fait apparaître, selon le code couleur suivant :

- Les points de mesure en succès dans les ZRC (en vert foncé) ;
- Les points de mesure en échec dans les ZRC (en rouge) ;
- Les points de mesure en échec dans les ZRNC (en orange) ;
- Les points de mesure en succès dans les ZRNC (en bleu).

Des zooms seront faits les zones d'échecs. Le prestataire est libre d'ajouter d'autres informations qu'il juge pertinentes. En particulier, sont identifiées les zones sur lesquelles des incohérences locales ont été constatées entre la couverture déclarée de l'opérateur et les mesures réalisées. Ces incohérences locales peuvent consister en une accumulation d'échecs dans un lieu donné.

Le taux de fiabilité de la carte de couverture, correspondant au pourcentage de mesures réussies réalisées en zone déclarée couverte par l'opérateur, est calculé. La précision statistique est également calculée et fait partie intégrante des résultats. Le prestataire devra calculer les taux de fiabilité et la précision statistique d'une part sur l'ensemble des zones testées et d'autre part sur chacune des **XX** zones mesurées.

Pour ce calcul de fiabilité, il est demandé au prestataire de ne pas tenir compte des mesures en échec liées à un défaut matériel ou à un arrêt de la mesure par l'utilisateur. En particulier, les types d'échec « *user abort* » et « *socket error* » ne seront pas pris en compte.

Le prestataire devra néanmoins livrer les résultats bruts des mesures, incluant les types d'échec mentionnés ci-dessus.

2.5.3. Rapport final

Le prestataire devra rédiger et transmettre à l'Arcep le rapport final qui sera fourni. Ce rapport détaillera les zones mesurées, l'organisation et les processus utilisés pour la réalisation et le post traitement des mesures, le matériel utilisé puis détaillera ensuite l'ensemble des résultats pour l'ensemble des zones mesurées en 3G et en 4G. Chacune des technologies sera traitée à part dans le rapport.

Une analyse des résultats sera détaillée dans ce rapport pour mettre en avant :

- les zones mesurées dans lesquelles il n'aurait pas été possible de réaliser un minimum de 500 mesures en mettant en évidence si les précisions statistiques permettent ou non d'exploiter ces résultats (exploitation possible si l'erreur de la précision statistique des résultats est inférieure à 1%.) ;
- les zones où le nombre de mesures est inférieur à 1 000 et dont le taux de couverture surfacique est faible pour analyser si l'exploitation des résultats est possible ou non ;
- les zones ayant plus de 1 000 mesures, mais pour lesquelles le taux d'accessibilité est inférieur à 98% pour identifier les causes de ces résultats.

Ces analyses seront complétées par des cartographies.

En parallèle du rapport transmis à l'Arcep fournissant une analyse de l'ensemble des mesures réalisées, le prestataire fournira **XX** rapports de campagne, correspondant chacun à l'analyse des mesures relatives pour chacun des **XX** opérateurs dont les cartes sont vérifiées dans le cadre de la présente campagne.

3. Déroulement et calendrier de la campagne de mesures

Les **XX** semaines consacrées aux mesures sur le terrain seront précédées d'une phase de préparation de **XX** semaines et suivies d'une phase de restitution des résultats de **XX** semaines¹⁹. Le consultant pourra proposer une durée inférieure pour les différentes phases de la campagne de mesures. Il s'engage, en tout état de cause, à respecter les délais d'exécution qu'il propose.

La campagne commencera par une réunion de lancement qui permettra d'aborder avec l'Autorité toutes les modalités pratiques de sa réalisation.

Pendant toute la durée de la campagne, chacune des hypothèses prises pour sa réalisation sera également débattue et arrêtée en concertation avec l'Autorité.

Tout au long de la campagne, le consultant devra signaler en temps réel à l'Arcep toute difficulté ou événement imprévu qu'il rencontre dans l'exécution du marché, en veillant à fournir, à chaque fois, une analyse détaillée des problèmes rencontrés. Le consultant procédera, le cas échéant, en accord avec l'Autorité, à des mesures ou des calculs complémentaires.

3.1. Phase de préparation

Cette phase débute au moment de la réception par le consultant de la (des) carte(s) de couverture de l'opérateur fournie(s) par l'Arcep. Pendant cette phase, il prépare les mesures terrain (préparation et calibrage de la chaîne de mesures, début de la planification des parcours de mesures...).

Cette phase dure au plus **XX** semaines.

3.2. Phase de réalisation des mesures terrain

Le consultant sélectionné devra proposer un temps de réalisation de la prestation adapté au périmètre du marché subséquent.

Afin de fiabiliser la chaîne de mesures, les précautions suivantes doivent être respectées :

- La chaîne de mesures doit être testée et vérifiée d'une manière journalière suivant un protocole qui sera présenté par le consultant ;
- Pendant la journée, le technicien de mesure doit vérifier l'état des fichiers de mesures et doit redémarrer la chaîne toutes les 2h.

Il est demandé au consultant de tenir compte pour le chiffrage et pour la planification de cette phase du fait que les chaînes de mesures seront doublées afin de détecter un éventuel dysfonctionnement sur un mobile (2 mobiles bloqués sur chaque technologie par opérateur).

Pour chaque zone auditée :

- au plus tard trois jours avant la date planifiée de début des mesures, le consultant soumettra à l'Autorité une proposition de parcours de mesures pour recueillir son accord ;

¹⁹ Généralement, les phases de préparation et de restitution durent 2 semaines. Pour la phase de mesures sur le terrain, la durée est généralement d'une dizaine de semaines pour les campagnes réalisées par l'Arcep, portant sur quelques dizaines de milliers de kilomètres carrés ; cette durée est à adapter en fonction du périmètre de l'enquête réalisée.

- au plus tard trois jours après la fin des mesures sur le terrain, le consultant soumettra à l'Autorité les résultats de celles-ci ;
- ces mesures seront accompagnées des cartographies associées.

3.3. Phase de restitution des résultats

Le livrable final de la campagne de mesures doit être restitué au plus tard **XX** semaines après l'achèvement de la phase de réalisation des mesures sur le terrain.

Annexe 5 : Exemple de rédaction d'un cahier des charges technique relatif à la sélection d'un prestataire pour mesurer la qualité des services voix et SMS

Lorsqu'elle publie un marché relatif à la sélection d'un prestataire pour réaliser sur le terrain une campagne de mesures, visant à mesurer la qualité de service, l'Arcep précise les éléments suivants dans son cahier des charges technique, afin de s'assurer de la bonne compréhension du protocole de mesures par le prestataire retenu. Dans le texte ci-dessous, « l'Arcep » ou « l'Autorité » sera à remplacer par l'entité qui pilote la campagne.

Les points d'attention particulièrement critiques sont signalés par un encadré et sont surlignés.

1. Périmètre de l'enquête

L'enquête d'évaluation de la qualité des services voix et SMS s'appuie sur une campagne de mesures sur le terrain, permettant de vérifier la qualité des services offerte aux clients des opérateurs concernés. A ce titre, les mesures peuvent emprunter le réseau 2G, 3G, 4G ou, le cas échéant, 5G²⁰ de l'opérateur, ou celui d'un opérateur tiers, au travers d'un accord d'itinérance. Les mesures sont réalisées :

- pour un usage piéton en zone d'habitation pour les services de voix et de SMS
- en véhicules automobiles en zone d'habitation pour le service de voix uniquement
- sur les grands axes autoroutiers, sur le réseau routier secondaire, dans le métro, dans les trains d'équilibre du territoire (TET), dans des trains à grande vitesse et dans des trains du quotidien pour les services de voix, de SMS.

1.1. Définition de la mesure et des indicateurs

1.1.1. Définition générique de la mesure et des indicateurs fournis par le consultant

Zones d'habitation

Un outil automatique sera proposé par le consultant, permettant de qualifier automatiquement la qualité vocale des appels au moyen d'un algorithme de type POLQA donnant un résultat de MOS (Mean Opinion Score). Le consultant devra durant les tests s'assurer du bon calibrage de la chaîne des opérations en menant en parallèle des tests manuels.

Une mesure consiste en des tests de services (voix et SMS) réalisés pour chacun des opérateurs (un test par opérateur) entre deux mobiles d'un opérateur ou de deux opérateurs.

Un appel ou un SMS intra-opérateur engendre une mesure. Dans le cas d'un appel inter-opérateur le test engendre une mesure qui sera associée à chaque opérateur concerné.

Les services d'appels devront être testés de manière inter et intra-opérateur :

- 25% des appels intra-opérateur
- 75% inter-opérateurs distribués équitablement entre chaque opérateur

S'agissant du service voix, la durée nominale d'une communication est de 2 minutes. Une rotation des couples opérateurs devra être réalisée à chaque séquence de mesure pour les mesures Interopérateur.

Si une communication est établie et qu'elle est maintenue pendant toute sa durée nominale, sa qualité auditive est évaluée selon une moyenne et un seuil de score MOS, fixé à 2,1, permettant notamment de considérer un appel sans perturbations audibles. Plus précisément, un appel de deux minutes

²⁰ Sous réserve de disposer d'un terminal et d'un forfait compatibles 5G.

consistera en plusieurs échantillons de quelques secondes (typiquement 8 secondes), émis alternativement par le mobile appelant et le mobile appelé, qui seront chacun évalués selon la méthode MOS. L'échantillon audio choisi sera unique et utilisé tout au long de la campagne.

À chaque communication sont associés plusieurs indicateurs, décrits ci-dessous :

Indicateurs	Commentaires
Taux de communications réussies et maintenues (CR)	Correspond au ratio entre le nombre de communications réussies au sens de l'indicateur CR et le nombre total de mesures.
Communication de 2 minutes sans perturbations audibles (CRSPA)	La communication est réussie (au sens de l'indicateur « CR ») et la qualité auditive évaluée automatiquement du moins bon des échantillons (celui ayant reçu le score MOS le plus bas) est supérieure au score de 2,1.
MOS moyen	Cet indicateur correspond au MOS moyen constaté sur l'ensemble des communications réussies, prenant en compte les échantillons MOS du mobile appelant et du mobile appelé.

Les modalités des tests pour chacun des services, ainsi que les indicateurs remontés, sont précisés dans les paragraphes suivants. Au-delà des indicateurs propres à chaque service, les informations suivantes doivent également être disponibles pour chaque mesure à l'issue de l'enquête :

- terminal utilisé ;
- informations de géolocalisation et horodatage ;
- service (voix, SMS) ;
- type d'appel (entrant/sortant, mobile-fixe, fixe-mobile, mobile-mobile, opérateur-opérateur) ;
- durée d'établissement de l'appel (retour de sonnerie) ;
- durée effective de la communication le cas échéant ;
- réseau(x) (2G/3G/4G/5G, en itinérance) utilisé(s) en début et fin de la communication ;
- informations radio pertinentes (CID, RNC, LAC, RSCP, ...) ;
- situation d'usage (intérieur des bâtiments, extérieur des bâtiments, véhicule automobile) ;
- type de lieu (lieu public, habitation privée, position sur le lieu...) ;
- identifiant des terminaux ;
- identifiants et positionnement de l'enquêteur mobile.

Le consultant proposera à l'Arcep, pour validation, la structure de la base de données intégrant l'ensemble de ces informations avant le lancement des mesures probatoires.

Pour chaque mesure, si un problème est apparu justifiant de ne pas comptabiliser la mesure (erreur de manipulation, durée trop longue ou trop courte, arrêt prématuré dû à un problème de batterie...), la nature du problème est mentionnée selon une nomenclature que le consultant aura définie, et, si la communication a été établie, l'enregistrement de la communication est conservé. Dans le cas où la communication n'est pas de qualité parfaite le consultant conservera, dans la mesure du possible, l'enregistrement de la communication des deux côtés de l'appel.

Axes de transport

Pour chacun des services ci-dessous, un outil automatique pourra être proposé par le consultant et utilisé après validation par le comité de pilotage. D'autres types de solution pourront également être proposés par le consultant. Si cette option est retenue, le consultant devra durant la semaine de tests s'assurer du bon calibrage de la chaîne des opérations en menant en parallèle des tests manuels.

Une mesure consiste à réaliser les tests suivants :

- Communication vocale de 2 minutes sans évaluation de la qualité vocale

- Envoi/réception de SMS

Les informations suivantes doivent être disponibles pour chaque test :

- terminal utilisé ;
- informations de géolocalisation et horodatage ;
- service (voix, SMS) ;
- type d'appel (entrant/sortant, mobile-fixe, fixe-mobile, mobile-mobile, opérateur-opérateur) ;
- durée d'établissement de l'appel (retour de sonnerie) ;
- durée effective de la communication le cas échéant ;
- réseau(x) (2G/3G/4G/5G, en itinérance) utilisé(s) en début et fin de la communication ;
- informations radio pertinentes (CID, RNC, LAC, RSCP, ...) ;
- type de transport (TGV, TET, axe autoroutier, axe routier secondaire, métro, trains du quotidien) ;
- ligne ou axe ;
- identifiant des terminaux ;
- identifiants et positionnement de l'enquêteur mobile.

Le consultant proposera à l'Autorité, pour validation, la structure de la base de données intégrant l'ensemble de ces informations avant le lancement des mesures probatoires.

Pour chaque mesure, si un problème est apparu justifiant de ne pas comptabiliser la mesure (erreur de manipulation, durée trop longue ou trop courte, arrêt prématuré dû à un problème de batterie...), la nature du problème est mentionnée selon une nomenclature que le consultant aura défini, et, si la communication a été établie, l'enregistrement de la communication est conservé.

1.1.2. Définition des indicateurs publiés

1.1.2.1. Zones d'habitation

Mesure de la qualité du service de téléphonie vocale

Un test consiste à effectuer un appel vocal et à le maintenir durant 2 minutes. Ces mesures sont effectuées en usage piéton et en véhicules automobiles dans des agglomérations et communes de tailles diverses.

Les indicateurs publiés pour le service de téléphonie vocale sont :

Indicateurs	Commentaires
Taux de communications réussies et maintenues (CR)	Correspond au ratio entre le nombre de communications réussies au sens de l'indicateur CR et le nombre total de mesures.
Communication de 2 minutes sans perturbations audibles (CRSPA)	La communication est réussie (au sens de l'indicateur « CR ») et la qualité auditive évaluée automatiquement du moins bon des échantillons (celui ayant reçu le score MOS le plus bas) est supérieure au score de 2,1.
MOS moyen	Cet indicateur correspond au MOS moyen constaté sur l'ensemble des communications réussies, prenant en compte les échantillons MOS du mobile appelant et du mobile appelé.

Mesure de la qualité du service des messages courts (SMS)

Un test consiste à tenter d'envoyer un message SMS, puis à mesurer son délai de réception et à vérifier son intégrité, sur chacun des réseaux testés. Ces mesures sont effectuées en usage piéton dans des agglomérations et communes de tailles diverses (pas de mesure en véhicule automobile).

Pour chaque opérateur, les mesures sont réalisées pour des messages envoyés depuis et vers des mobiles du réseau de l'opérateur. Le mobile de réception, est allumé et en état de veille.

Le message est constitué de 26 caractères alphanumériques identiques pour chaque opérateur mais pouvant varier d'un test à l'autre.

Le cas échéant, les fonctionnalités susceptibles de modifier le comportement SMS (Ex : iMessage, Joyn, ...) devront être désactivées.

L'indicateur publié pour le service de messages courts (SMS) est :

Indicateur	Commentaires
Taux de messages reçus dans un délai inférieur à 10 secondes	Un message est considéré reçu dans un délai inférieur à 10 secondes si le message est reçu au sens du premier indicateur et si le délai de réception du message reçu ne dépasse pas 10 secondes. Le taux est calculé sur la base du nombre total de mesures.

1.1.2.2. Axes de transport

Mesure de la qualité du service de téléphonie vocale

Un test consiste à effectuer un appel vocal et à le maintenir durant 2 minutes. La durée d'attente minimale entre deux mesures est fixée à 30 secondes.

Afin de garantir une équité entre tous les opérateurs (tunnels, relief, ...), chaque occurrence de test devra débuter de manière simultanée pour tous les opérateurs. Dans une logique de reproductibilité, le consultant veillera à effectuer autant de trajets dans un sens que dans l'autre.

Seul l'indicateur de maintien de la communication durant 2 minutes sera publié :

Indicateur	Commentaires
Taux de communications réussies et maintenues (CR)	Correspond au ratio entre le nombre de communications réussies au sens de l'indicateur CR et le nombre total de mesures.

Mesure de la qualité du service des messages courts (SMS)

Un test consiste à tenter d'envoyer un message SMS, puis à mesurer son délai de réception et à vérifier son intégrité, sur chacun des réseaux testés. Pour chaque opérateur, les mesures sont réalisées pour des messages envoyés depuis et vers des mobiles du réseau de l'opérateur. Le mobile de réception est allumé, en état de veille et à proximité du mobile émetteur.

Le message est constitué de 26 caractères alphanumériques identique pour chaque opérateur mais pouvant varier d'un test à l'autre.

La durée d'attente minimale entre deux mesures est fixée à 30 secondes.

Afin de garantir une équité entre tous les opérateurs (tunnels, relief, ...), chaque occurrence de test devra débuter de manière simultanée pour tous les opérateurs. Dans une logique de reproductibilité, le consultant veillera à effectuer autant de trajets dans un sens que dans l'autre.

Le cas échéant, les fonctionnalités susceptibles de modifier le comportement SMS (Ex : iMessage, Joyn, ...) devront être désactivés.

L'indicateur publié est :

Indicateur	Commentaires
Taux de messages reçus dans un délai inférieur à 10 secondes	Un message est considéré reçu dans un délai inférieur à 10 secondes si le message est reçu au sens du premier indicateur et si le délai de réception du message reçu ne dépasse pas 10 secondes. Le taux est calculé sur la base du nombre total de mesures

Répartition temporelle des mesures

La qualité de service est testée entre 9 et 21 heures en semaine, du lundi au vendredi, selon la répartition horaire suivante :

Créneau horaire	Part de mesures	Heures de pointe/ heures creuses
9h –12h	22,5%	heures creuses
12h – 13h	10%	heures de pointe
13h – 18h	37,5%	heures creuses
18h - 21h	30%	heures de pointe

Le volume des mesures devra respecter cette répartition avec une précision de 2% sur l'ensemble des mesures. Une tolérance de 2% de mesures hors plages horaires sera acceptée.

1.2. Modalités de mesures

Les mesures sont réalisées avec des terminaux fonctionnant sur l'ensemble des bandes de fréquences utilisées par l'opérateur mobile et, le cas échéant, par les opérateurs mobiles avec lesquels l'opérateur a conclu un accord d'itinérance.

L'utilisation des kits mains libres fourni avec les terminaux est imposée pour l'ensemble des tests.

Aucun système annexe, notamment destiné à amplifier le signal, n'est autorisé.

Les terminaux sont utilisés avec leur paramétrage par défaut. Sur les lieux de vie, les terminaux sont éteints toutes les 20 mesures, que celles-ci aient réussi ou non.

Le matériel utilisé par les enquêteurs (mobiles, batteries, chargeurs) fait l'objet d'une attention particulière pour éviter que des défaillances puissent influencer les résultats des mesures. L'ensemble de ces équipements est vérifié par le consultant, avant le lancement de l'enquête, et périodiquement pendant toute la durée de l'enquête.

S'agissant des axes de transports (TGV, TET, métro, trains du quotidien, autoroutes, routes secondaires), les conditions de mesure, et notamment la proximité avec les fenêtres, devront être équitables pour les opérateurs. De préférence, l'ensemble des enquêteurs seront assis côté fenêtre. Les enquêteurs devront tourner si possible sur les places utilisées.

La géolocalisation des mesures pourra être réalisée à l'aide d'un système GPS externe professionnel.

Les véhicules automobiles nécessaires aux mesures seront fournis par le consultant. Les mesures s'effectuent dans le respect des règles de la sécurité routière.

Les communications sont réalisées au choix avec un poste fixe abonné au réseau d'Orange ou un autre mobile, de l'opérateur concerné ou d'un autre opérateur.

Les appels entrants/sortants sont répartis de la manière suivante :

- Appels entrants (vers le mobile sur le terrain) : 50%
- Appels sortants (depuis le mobile sur le terrain) : 50%

Les SMS sont envoyés alternativement depuis et vers le mobile référent.

2. Déroulement pratique de l'enquête

2.1. Sélection des terminaux

Le consultant met en œuvre le processus de sélection des terminaux utilisés pour les tests.

Les terminaux utilisés pour chacun des opérateurs sont des modèles identiques et utilisant la même version de système d'exploitation

Pour procéder aux mesures, le consultant sélectionne a minima 4 smartphones haut de gamme parmi les meilleures ventes du marché sur les 3 derniers mois capables de supporter les technologies 2G, 3G, 4G (et le cas échéant 5G). Pour cette sélection, il s'appuie notamment sur les chiffres de ventes transmis par les opérateurs. Il transmet la liste des smartphones à l'Arcep. Ces smartphones n'utiliseront pas tous la même famille de systèmes d'exploitation (iOS, Android, Windows Phone...).

Le consultant procède à une évaluation de ces smartphones. L'évaluation porte sur les performances techniques, la sensibilité et l'adéquation de l'ergonomie de chaque smartphone à la réalisation des tests. Cette évaluation inclut, en particulier, des mesures dans les conditions de réalisation de l'enquête.

A l'issue de cette évaluation, il choisit les quatre smartphones, parmi ceux pré-identifiés identifiés, qui lui semblent le mieux adaptés pour procéder aux mesures. Ces smartphones utilisent des systèmes d'exploitation différents. L'autorité valide ce choix.

Pour des raisons techniques, le consultant peut proposer de ne retenir qu'un seul un de ces deux terminaux pour la réalisation des mesures sur les axes de transports. Le prestataire justifie ce choix.

2.2. Acquisition du matériel nécessaire à l'enquête

Le consultant acquiert, de manière anonyme, les terminaux auprès des opérateurs (points de vente physique ou sur internet), ou au prix du marché auprès de distributeurs notoires. Chaque terminal est acheté avec ses accessoires.

De même, le consultant souscrit de manière anonyme les abonnements nécessaires auprès des opérateurs.

Les terminaux doivent être achetés « nus » (achat du terminal non couplé avec l'abonnement) car ceci facilite l'obtention de firmwares identiques pour tous les opérateurs.

2.3. Sélection des offres

Pour effectuer la sélection des offres, le consultant devra établir une liste d'offres commerciales grand public adaptées aux mesures de qualité réalisées, à partir notamment des informations sur les offres transmises par les opérateurs. Il choisira l'offre la moins chère de l'opérateur permettant de profiter de l'ensemble des fonctionnalités techniques des terminaux correspondants. La liste des offres envisagées, accompagnées d'une recommandation sur celles à retenir pour l'enquête, devra être fournie à l'Arcep par le consultant pour valider le choix.

Le consultant portera une attention particulière à la gestion du fair use des abonnements pendant les mesures terrain.

2.4. Phase de réalisation des mesures terrain

Des contrôles de cohérence des résultats, de respect des quotas et de bonne répartition des mesures sont réalisés au fil de l'eau par le consultant tout au long de l'enquête terrain. Ils visent notamment à prévenir l'apparition de biais liés à un matériel défectueux utilisé par le consultant ou à des imprécisions dans l'application sur le terrain du protocole de mesure. Le consultant devra également contrôler que les mesures réalisées dans le cadre de la campagne reflètent bien l'expérience d'un client utilisant les terminaux et les offres sélectionnées²¹.

Le consultant devra, en annexe de sa proposition, décrire les contrôles qu'il compte mettre en place et le processus associé. Ces contrôles peuvent être de natures diverses (ex : effectuer des rotations des couples SIM/mobiles, effectuer des vérifications mensuelles sur les factures, établir un tableau de bord détaillant les résultats jour par jour pour chaque terminal et chaque service, ...).

Les dysfonctionnements devront être portés à la connaissance de l'Arcep le plus rapidement possible. Si de tels dysfonctionnements apparaissent et sont identifiés comme provenant du matériel utilisé par le consultant ou d'une mauvaise application des protocoles, les mesures doivent être éliminées et, dans la mesure du possible, refaites après correction du problème. Toutes les remontées d'erreurs faites par le consultant devront être justifiées. Ainsi il sera demandé au consultant de transmettre à l'Autorité les éléments détaillés.

²¹ Par exemple, par l'utilisation de cartes SIM vierges de mesures préalables, avec lesquelles seront réalisées à des dates aléatoires des mesures de contrôle.

Annexe 6 : Exemple de rédaction d'un cahier des charges technique relatif à la sélection d'un prestataire pour mesurer la qualité de service de données

Lorsqu'elle publie un marché relatif à la sélection d'un prestataire pour réaliser sur le terrain une campagne de mesures, visant à mesurer la qualité de service, l'Arcep précise les éléments suivants dans son cahier des charges technique, afin de s'assurer de la bonne compréhension du protocole de mesures par le prestataire retenu. Dans le texte ci-dessous, « l'Arcep » ou « l'Autorité » sera à remplacer par l'entité qui pilote la campagne.

Les points d'attention particulièrement critiques sont signalés par un encadré et sont surlignés.

1. Périmètre de l'enquête

L'enquête d'évaluation de la qualité des services de données s'appuie sur une campagne de mesures sur le terrain, permettant de vérifier la qualité des services offerte aux clients des opérateurs concernés. A ce titre, les mesures peuvent emprunter le réseau 2G, 3G, 4G ou, les cas échéant, 5G²² de l'opérateur, ou celui d'un opérateur tiers, au travers d'un accord d'itinérance. Les mesures sont réalisées :

- pour un usage piéton en zone d'habitation pour les services de navigation web, de transfert de données et de diffusion de flux de vidéo (« vidéo streaming »)
- sur les grands axes autoroutiers, sur le réseau routier secondaire, dans le métro, dans les trains d'équilibre du territoire (TET), dans des trains à grande vitesse et dans des trains du quotidien pour le service de navigation web.

1.1. Définition de la mesure et des indicateurs

1.1.1. Définition générique de la mesure et des indicateurs fournis par le consultant

Zones d'habitation

Un outil automatique pourra être proposé par le consultant et utilisé après validation par le comité de pilotage. D'autres types de solution pourront également être proposés par le consultant. Si cette option est retenue, le consultant devra durant la semaine de tests s'assurer du bon calibrage de la chaîne des opérations en menant en parallèle des tests manuels.

Une mesure consiste en des tests de services (navigation web, transfert de données, tests de débits et diffusion de flux de vidéo) réalisés pour chacun des opérateurs (un test par opérateur). Ces tests sont réalisés de manière concomitante, lorsque cela est pertinent, ou rapprochés dans le temps. En revanche, aucun test susceptible de conduire à des mesures sur le réseau d'un même opérateur ne devra être réalisé de manière concomitante²³.

Les modalités des tests pour chacun des services, ainsi que les indicateurs remontés, sont précisés dans les paragraphes suivants. Au-delà des indicateurs propres à chaque service, les informations suivantes doivent également être disponibles pour chaque mesure à l'issue de l'enquête :

- terminal utilisé ;
- informations de géolocalisation et horodatage ;
- service (web, transfert DL, transfert UL, Vidéo, ...) ;

²² Sous réserve de disposer d'un terminal et d'un forfait compatibles 5G.

²³ Par exemple, les tests sur le réseau d'Orange et ceux sur celui de Free Mobile, dont les clients bénéficient de l'itinérance sur le réseau d'Orange, ne devront pas être réalisés de manière concomitante.

- réseaux (2G/3G/4G, en itinérance) utilisé(s) ;
- informations radio pertinentes (CID, RNC, LAC, RSCP, ...)
- situation d'usage (à l'intérieur des bâtiments, à l'extérieur des bâtiments).
- type de lieu (lieu public, habitation privée, position sur le lieu...) ;
- identifiant des terminaux ;
- identifiants IP pertinents ;
- identifiant et positionnement de l'enquêteur mobile ;

Le consultant proposera à l'Arcep, pour validation, la structure de la base de données intégrant l'ensemble de ces informations avant le lancement des mesures probatoires.

Pour chaque mesure, si un problème est apparu justifiant de ne pas comptabiliser la mesure (erreur de manipulation, arrêt prématuré dû à un problème de batterie...), la nature du problème est mentionnée selon une nomenclature que le consultant aura définie ; dans le cas du service de navigation web et de la diffusion de flux vidéo, une capture d'écran est conservée.

Axes de transport

Un outil automatique pourra être proposé par le consultant et utilisé après validation par le comité de pilotage. D'autres types de solution pourront également être proposés par le consultant. Si cette option est retenue, le consultant devra durant la semaine de tests s'assurer du bon calibrage de la chaîne des opérations en menant en parallèle des tests manuels.

Une mesure consiste à réaliser les tests suivants des chargements de pages web en continu durant la totalité du trajet.

Les informations suivantes doivent être disponibles pour chaque test :

- terminal utilisé ;
- informations de géolocalisation et horodatage ;
- service (web) ;
- réseau(x) (2G/3G/4G, en itinérance) utilisé(s) ;
- informations radio pertinentes (CID, RNC, LAC, RSCP, ...) ;
- type de transport (TGV, TET, axe autoroutier, axe routier secondaire, métro, trains du quotidien) ;
- ligne ou axe ;
- identifiant des terminaux ;
- identifiants IP pertinents ;
- identifiants et positionnement de l'enquêteur mobile.

Le consultant proposera à l'Arcep pour validation, la structure de la base de données intégrant l'ensemble de ces informations avant le lancement des mesures probatoires.

Pour chaque mesure, si un problème est apparu justifiant de ne pas comptabiliser la mesure (erreur de manipulation, durée trop longue ou trop courte, arrêt prématuré dû à un problème de batterie...), la nature du problème est mentionnée selon une nomenclature que le consultant aura défini.

1.1.2. Définition des indicateurs publiés

1.1.2.1. Zones d'habitation

Mesure de la qualité du service de navigation web

Un test consiste à accéder à un panel de pages internet. Les pages retenues pour ces tests correspondent aux 30 sites internet mobiles les plus fréquentés par les internautes mobiles (à

l'exception des sites des opérateurs ou de sites personnalisés par ceux-ci). Le consultant proposera et justifiera le choix des 30 sites (il relève à cette occasion la taille moyenne constatée pour chacune de ces pages, et pour chaque opérateur, puis transmet ces informations à l'Arcep). Pour cela, il pourra s'appuyer sur des outils de fréquentation des sites internet et les données fournies par les opérateurs. Les 30 sites sélectionnés seront les mêmes pour l'ensemble des opérateurs et seront validés par le comité de pilotage. Par ailleurs, le consultant identifiera 5 pages supplémentaires pouvant être substituées aux sites internet qui seraient défectueux en cours de campagne.

Pour chaque point de mesure, le consultant visite une sélection, identique pour chaque opérateur, de 10 pages parmi les 30 retenues et demeure pendant 10 secondes sur chaque page visitée avant d'accéder à la page suivante. L'accès à la page d'un site est considéré comme un échec s'il n'est pas réalisé dans un délai inférieur à 10 secondes.

Un outil automatique sera proposé par le consultant et utilisé après validation par le comité de pilotage. L'outil proposé sera capable de remonter la taille de la page chargée et de procéder à une capture d'écran en fin de chargement, quel que soit le bilan, afin que des analyses ultérieures puissent être menées par l'Arcep. D'autres types de solution pourront également être proposés par le consultant. Si cette option est retenue, le consultant devra, durant la semaine de tests, s'assurer du bon calibrage de la chaîne des opérations en menant en parallèle des tests manuels.

Les indicateurs publiés pour le service de navigation web sont :

Indicateurs	Commentaires
Taux de réussite de l'accès au site internet dans un délai inférieur à 10 secondes	L'accès à un site internet est considéré comme réussi lorsque la page du site est chargée intégralement dans un délai inférieur à 10 secondes dès la première tentative. Ce taux est calculé sur la base du nombre total de tentatives de téléchargement de pages web.
Taux de réussite de l'accès au site internet dans un délai inférieur à 5 secondes	L'accès à un site internet est considéré comme réussi dans un délai inférieur à 5 secondes si la page est chargée intégralement au sens du premier indicateur et si le délai total ne dépasse pas 5 secondes. Le taux est calculé sur la base du nombre total de tentatives de téléchargement de pages web.

Mesure de la qualité du service de transferts de données

Un test consiste à réaliser l'envoi et la réception d'un fichier en chaque point de mesure. Les mesures seront réalisées, en mono-thread, depuis et vers un serveur dédié.

Configuration des serveurs souhaitée :

https://www.arcep.fr/fileadmin/cru-1644829254/user_upload/grands_dossiers/qualite-services-mobiles/arcep_configuration_enquete_qos_mobile_2022.pdf

Le protocole utilisé est le HTTPS sur le port TCP 443, chiffré avec TLS 1.2 *a minima*.

Les fichiers transférés pourront être de différents types (image, application, vidéo, ...) mais devront tous être de taille identique. A cet effet, le consultant proposera à l'Arcep un mécanisme de rotation des formats de fichiers après avoir proposé une liste d'extensions à tester.

La liste des extensions ne sera connue des opérateurs qu'une fois l'ensemble des mesures finalisées.

Un outil automatique sera proposé par le consultant et utilisé après validation par le comité de pilotage.

D'autres types de solution pourront également être proposés par le consultant. Le consultant devra durant la semaine de tests s'assurer du bon calibrage de la chaîne des opérations en menant en parallèle des tests manuels. Les traces IP devront être enregistrées par le consultant durant toute la durée de la campagne et communiquées à l'Arcep à sa demande.

Les indicateurs publiés pour le service de transfert de données sont :

Indicateurs	Commentaires
Taux de fichier de 1 Mio envoyés (TFE)	Le fichier est envoyé intégralement dans un délai de 30 secondes et son contenu n'est pas altéré.
Taux de fichiers de 5 Mio reçus (TFR)	Le fichier est reçu intégralement dans un délai de 30 secondes et son contenu n'est pas altéré.

Mesure des débits montants et descendants

Un test consiste à transférer, dans le sens montant et le sens descendant, un fichier de 50 Mio en montant et de 250 Mio descendant pendant une durée maximale de 10 secondes. À l'expiration de ce délai, le transfert est stoppé et le débit moyen observé pendant la durée de transfert est calculé sur la base du volume transféré. Ce test, répété en chaque point de mesure, sera réalisé, en mono-thread, depuis et vers un serveur dédié.

Le ratio des tests sera de 75% avec un serveur avec un algorithme de contrôle de congestion TCP Cubic et 25% avec un algorithme de contrôle de congestion BBR.

Le protocole utilisé est *a minima* HTTP /1.1.

Les tests sont réalisés pour 50% en IPv4 only et 50% en dual stack (IPv4/IPv6) en mettant différents sous domaines pour un même serveur.

Les fichiers transférés peuvent être de différents types (image, application, vidéo, ...) mais devront tous être de taille identique.

Les indicateurs de débit publiés sont :

Indicateurs	Commentaires
Débit moyen sur le sens montant	Cet indicateur correspond au débit moyen montant constaté à la fin du transfert (10 secondes ou fichier totalement transféré)
Débit moyen sur le sens descendant	Cet indicateur correspond au débit moyen descendant constaté à la fin du transfert (10 secondes ou fichier totalement transféré)
Taux de mesures avec un débit moyen dans le sens descendant supérieur à 3 Mbit/s	Le test est considéré comme réussi lorsque le débit descendant constaté à la fin du transfert est supérieur à 3 Mbps (seuil indicatif à la date de publication du présent document). Le taux est calculé sur la base du nombre total de mesures de débit moyen sur le sens descendant.

Des graphiques de répartition des débits, pour le sens montant et le sens descendant, sont également publiés.

Mesure de la qualité du service de diffusion de vidéo en flux

Un test consiste à visionner une séquence vidéo de 1 minute (au travers d'une application et en plein écran) mise à disposition par un service de diffusion en flux grand public (Youtube et/ou éditeurs de contenus représentatifs par exemple) et à en évaluer la qualité globale de visionnage. Si la plateforme proposée est Youtube, l'évaluation de la lecture de la vidéo devra tenir compte du fait que Youtube adapte dynamiquement la résolution Vidéo à la bande passante disponible.

L'évaluation sera restituée selon les trois niveaux suivants :

	Temps chargement	Durée cumulée perturbations	Taux de Résolution moyen
Parfait	< 10s	< 0,5s	>95% 720p
Correcte	< 15s	< 5s	>95% 360p
Echec/coupure	> 15s	Coupure pendant visionnage	N/A

D'autres types de solution pourront également être proposés par le consultant. Le consultant devra durant la semaine de tests s'assurer du bon calibrage de la chaîne des opérations en menant en parallèle des tests manuels.

Les indicateurs publiés pour le service de diffusion en flux sont :

Indicateurs	Commentaires
Taux de diffusions réussies et de qualité parfaite	La qualité de la vidéo est considérée parfaite si le taux de résolution moyen de la vidéo est supérieur à 95 % en 720p avec un temps de chargement < 10 secondes et une durée de perturbation < 0,5s
Taux de diffusions réussies et de qualité correcte	La qualité de la vidéo est considérée parfaite ou correcte si le taux de résolution moyen de la vidéo est supérieur à 95 % en 360p avec un temps de chargement < 15 secondes et une durée de perturbation < 5s

1.1.2.2. Axes de transport

Mesure de la qualité du service de navigation web

Un test consiste à accéder à un panel de pages internet. Les pages retenues pour ces tests correspondent aux 30 sites internet mobiles les plus fréquentés par les internautes mobiles (à l'exception des sites des opérateurs ou de sites personnalisés par ceux-ci). Le consultant proposera et justifiera le choix des 30 sites (il relève à cette occasion la taille moyenne constatée pour chacune de ces pages, et pour chaque opérateur, puis transmet ces informations à l'Arcep). Pour cela, il pourra s'appuyer sur des outils de fréquentation des sites internet et les données fournies par les opérateurs. Les 30 sites sélectionnés seront les mêmes pour l'ensemble des opérateurs et seront validés par le comité de pilotage. Par ailleurs, le consultant identifiera 5 pages supplémentaires pouvant être substituées aux sites internet qui seraient défectueux en cours de campagne.

L'objectif est d'effectuer des chargements de pages web durant la totalité du trajet. Le consultant proposera un système automatisé permettant d'atteindre cette cible. L'outil proposé sera capable de remonter la taille de la page chargée et de procéder à une capture d'écran aléatoire en fin de chargement, quel que soit le bilan, afin que des analyses ultérieures puissent être menées par l'Arcep.

Afin de garantir une équité entre tous les opérateurs (tunnels, relief, ...), chaque occurrence de test devra débuter de manière simultanée pour tous les opérateurs. Dans une logique de reproductibilité, le consultant veillera à effectuer autant de trajets dans un sens que dans l'autre.

Les indicateurs publiés sont :

Indicateurs	Commentaires
Taux de réussite de l'accès au site internet dans un délai inférieur à 10 secondes	L'accès à un site internet est considéré comme réussi lorsque la page du site est chargée intégralement dans un délai inférieur à 10 secondes dès la première tentative. Ce taux est calculé sur la base du nombre total de tentatives de téléchargement de pages web.
Taux de réussite de l'accès au site internet dans un délai inférieur à 5 secondes	L'accès à un site internet est considéré comme réussi dans un délai inférieur à 5 secondes si la page est chargée intégralement au sens du premier indicateur et si le délai total ne dépasse pas 5 secondes. Le taux est calculé sur la base du nombre total de tentatives de téléchargement de pages web.

Par ailleurs, un indicateur présentant la répartition des technologies utilisées lors du chargement de la page (hors réseau/échec, 2G, 3G, 4G ou 5G) sera produit pour chacun des axes (hors métros de province mesurés pour la première fois cette année) et chacun des opérateurs puis publié dans un fichier Excel.

Répartition temporelle des mesures

La qualité de service est testée entre 9 et 21 heures en semaine, du lundi au vendredi, selon la répartition horaire suivante :

Créneau horaire	Part de mesures	Heures de pointe/ heures creuses
9h –12h	22,5%	heures creuses
12h – 13h	10%	heures de pointe
13h – 18h	37,5%	heures creuses
18h - 21h	30%	heures de pointe

Le volume des mesures devra respecter cette répartition avec une précision de 2% sur l'ensemble des mesures. Une tolérance de 2% de mesures hors plages horaires sera acceptée.

1.2. Modalités de mesures

Les mesures sont réalisées avec des terminaux fonctionnant sur l'ensemble des bandes de fréquences utilisées par l'opérateur mobile et, le cas échéant, par les opérateurs mobiles avec lesquels l'opérateur a conclu un accord d'itinérance.

Aucun système annexe, notamment destiné à amplifier le signal, n'est autorisé.

Les terminaux sont utilisés avec leur paramétrage par défaut. Sur les lieux de vie, les terminaux sont éteints toutes les 20 mesures, que celles-ci aient réussi ou non.

Le matériel utilisé par les enquêteurs (mobiles, batteries, chargeurs) fait l'objet d'une attention particulière pour éviter que des défaillances puissent influencer les résultats des mesures. L'ensemble de ces équipements est vérifié par le consultant, avant le lancement de l'enquête, et périodiquement pendant toute la durée de l'enquête.

S'agissant des axes de transports (TGV, TET, métro, trains du quotidien, autoroutes, routes secondaires), les conditions de mesure, et notamment la proximité avec les fenêtres, devront être

équitable pour les opérateurs. De préférence, l'ensemble des enquêteurs seront assis côté fenêtre. Les enquêteurs devront tourner si possible sur les places utilisées.

La géolocalisation des mesures pourra être réalisée à l'aide d'un système GPS externe professionnel.

Les véhicules automobiles nécessaires aux mesures seront fournis par le consultant. Les mesures s'effectuent dans le respect des règles de la sécurité routière.

2. Déroulement pratique de l'enquête

2.1. Sélection des terminaux

Le consultant met en œuvre le processus de sélection des terminaux utilisés pour les tests.

Les terminaux utilisés pour chacun des opérateurs sont des modèles identiques et utilisant la même version de système d'exploitation.

Pour procéder aux mesures, le consultant sélectionne a minima 6 smartphones haut de gamme parmi les meilleures ventes du marché sur les 3 derniers mois capables de supporter les technologies 2G, 3G, 4G et, le cas échéant, 5G. Pour cette sélection, il s'appuie notamment sur les chiffres de ventes transmis par les opérateurs. Il transmet la liste des smartphones à l'Arcep. Ces smartphones n'utiliseront pas tous la même famille de systèmes d'exploitation (iOS, Android, Windows Phone...).

Le consultant procède à une évaluation de ces smartphones. L'évaluation porte sur les performances techniques, la sensibilité et l'adéquation de l'ergonomie de chaque smartphone à la réalisation des tests. Cette évaluation inclut, en particulier, des mesures dans les conditions de réalisation de l'enquête.

A l'issue de cette évaluation, il choisit les quatre smartphones, parmi ceux pré-identifiés, qui lui semblent le mieux adaptés pour procéder aux mesures. Ces smartphones utilisent des systèmes d'exploitation différents. L'autorité valide ce choix.

2.2. Acquisition du matériel nécessaire à l'enquête

Le consultant acquiert, de manière anonyme, les terminaux auprès des opérateurs (points de vente physique ou sur internet), ou au prix du marché auprès de distributeurs notoires. Chaque terminal est acheté avec ses accessoires.

De même, le consultant souscrit de manière anonyme les abonnements nécessaires auprès des opérateurs.

Les terminaux doivent être achetés « nus » (achat du terminal non couplé avec l'abonnement) car ceci facilite l'obtention de firmwares identiques pour tous les opérateurs.

2.3. Sélection des offres

Pour effectuer la sélection des offres, le consultant devra établir une liste d'offres commerciales grand public adaptées aux mesures de qualité réalisées, à partir notamment des informations sur les offres transmises par les opérateurs. Il choisira l'offre la moins chère de l'opérateur permettant de profiter de l'ensemble des fonctionnalités techniques des terminaux correspondants. La liste des offres

envisagées, accompagnées d'une recommandation sur celles à retenir pour l'enquête, devra être fournie à l'Arcep par le consultant pour valider le choix.

Le consultant portera une attention particulière à la gestion du fair use des abonnements pendant les mesures terrain.

2.4. Phase de réalisation des mesures terrain

Des contrôles de cohérence des résultats, de respect des quotas et de bonne répartition des mesures sont réalisés au fil de l'eau par le consultant tout au long de l'enquête terrain. Ils visent notamment à prévenir l'apparition de biais liés à un matériel défectueux utilisé par le consultant ou à des imprécisions dans l'application sur le terrain du protocole de mesure. Le consultant devra également contrôler que les mesures réalisées dans le cadre de la campagne reflètent bien l'expérience d'un client utilisant les terminaux et les offres sélectionnées²⁴.

Le consultant devra, en annexe de sa proposition, décrire les contrôles qu'il compte mettre en place et le processus associé. Ces contrôles peuvent être de natures diverses (ex : effectuer des rotations des couples SIM/mobiles, effectuer des vérifications mensuelles sur les factures, établir un tableau de bord détaillant les résultats jour par jour pour chaque terminal et chaque service, ...).

Les dysfonctionnements devront être portés à la connaissance de l'Arcep le plus rapidement possible. Si de tels dysfonctionnements apparaissent et sont identifiés comme provenant du matériel utilisé par le consultant ou d'une mauvaise application des protocoles, les mesures doivent être éliminées et, dans la mesure du possible, refaites après correction du problème. Toutes les remontées d'erreurs faites par le consultant devront être justifiées. Ainsi il sera demandé au consultant de transmettre à l'Autorité les éléments détaillés.

²⁴ Par exemple, par l'utilisation de cartes SIM vierges de mesures préalables, avec lesquelles seront réalisées à des dates aléatoires des mesures de contrôle.