

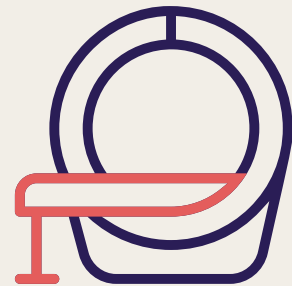
L'état d'internet en France

ÉDITION
2018

I. Améliorer la mesure de la qualité de service de l'internet



*Un meilleur scanner
est nécessaire pour
établir un diagnostic
plus précis*



Comment se porte la qualité de service de l'internet en France ? S'il suffit qu'un corps soit à 37 °C pour considérer qu'il est à la « bonne » température, la mesure et l'analyse de la capacité des réseaux à véhiculer dans de bonnes conditions un trafic internet sont plus complexes : non seulement plusieurs indicateurs sont nécessaires à son évaluation, mais sa mesure est plus pertinente en relatif qu'en absolu.

En effet, un débit⁴ qui pouvait sembler très satisfaisant il y a quelques années ne permet pas aujourd'hui de réaliser certains usages apparus depuis. Afin d'évaluer les performances de la France en matière de qualité de service internet, il semble donc intéressant de se pencher dans un premier temps sur les analyses cherchant à comparer les différents pays européens.

I. UN BESOIN DE CARACTÉRISATION DE L'ENVIRONNEMENT DE MESURE ET DE TRANSPARENCE SUR LA MÉTHODOLOGIE ADOPTÉE

Il existe deux grandes catégories d'observatoires au niveau mondial : ceux issus de mesures directes, et ceux issus de statistiques (par exemple la proportion d'abonnements proposés en haut débit) comme l'observatoire *Digital Economy and Society Index*⁵ de la Commission européenne ou *Broadband Portal* de l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE). Instructifs à de nombreux égards, ces derniers se penchent néanmoins davantage sur des questions de couverture du territoire que de qualité de service – un sujet traité dans le rapport de l'Arcep sur les territoires connectés⁶ – et ne seront

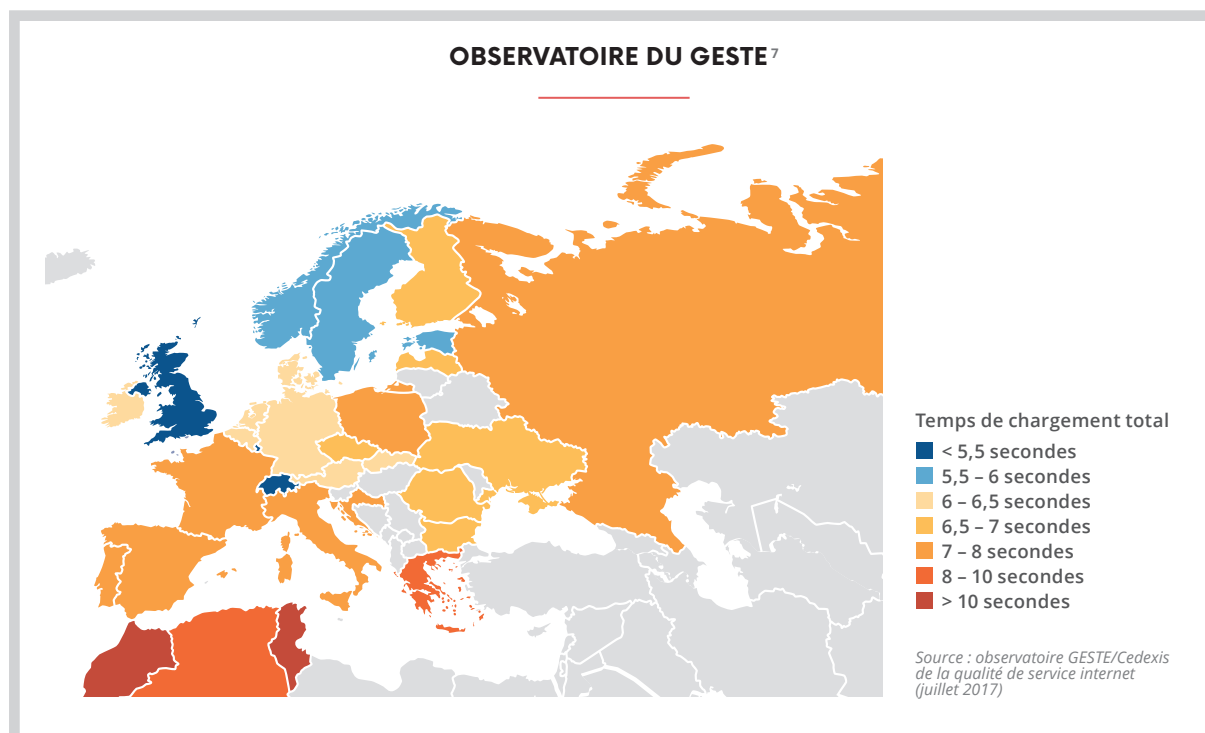
⁴ Voir lexique.

⁵ *The Digital Economy and Society Index (DESI)* : <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/desi>

⁶ https://www.arcep.fr/uploads/tx_gspublication/rapport-GRACO-2018_dec2017.pdf

donc pas abordés dans la suite du présent rapport. Il est par ailleurs à noter que les observatoires de la qualité de service internet s'appuyant sur des mesures réelles reflètent donc la qualité moyennée sur les accès qui ont fait l'objet d'une mesure, peu importe le nombre de lignes déployées sur le territoire.

L'observatoire de la qualité de service internet sur les réseaux fixes du GESTE, un groupement d'éditeurs de contenus et de services, est l'un d'entre eux. Il positionne la France dans la seconde moitié du classement en termes de temps de chargement des pages web.



Deux points méritent d'être soulignés. D'une part, les pages web sélectionnées pour la réalisation des mesures correspondent à celles des membres du GESTE. On ne saurait donc tirer de cet observatoire des conclusions relatives à la qualité de service de l'ensemble de l'internet. Par ailleurs, il est à l'heure actuelle impossible pour les outils de test de qualifier la technologie d'accès fixe (fibre, ADSL, etc.) sur laquelle a été réalisée une mesure. Les observatoires sont donc contraints d'agréger les mesures toutes technologies confondues, ce qui permet de donner une idée du mix technologique d'un pays (et donc des choix entrepris, comme la modernisation du réseau câble ou le déploiement prioritaire de la fibre), mais pas de la qualité de ces accès sur une technologie donnée. Le problème est le même dans la publication de résultats comparatifs entre opérateurs : à titre d'illustration, un opérateur dont le parc serait exclusivement constitué d'accès fibre se retrouverait en première position, alors

que ses offres fibre ne sont pas forcément de meilleure qualité que celles de ses concurrents qui utiliseraient également le câble ou l'ADSL.

La mesure de la qualité de service internet sur les réseaux mobiles est plus simple. En effet, comme le montre l'observatoire de l'entreprise anglaise Open Signal ci-après page 10 focalisé sur les réseaux 4G, les applications mobiles de *crowdsourcing*⁸ sont en mesure d'identifier la technologie mesurée. Cet observatoire se donne pour but de comparer des pays du monde entier sur deux métriques principales : la proportion du temps où un utilisateur a accès à un réseau 4G (on parle de connectivité, notion très fortement liée à la couverture) et le débit descendant en 4G. Là encore, la France y est relativement mal placée sur les résultats du quatrième trimestre 2017⁹ : elle occupe la 36^e position sur 77, avec un débit descendant 4G de 25 Mbit/s.

⁷ Le fond de carte du schéma original a été modifié.

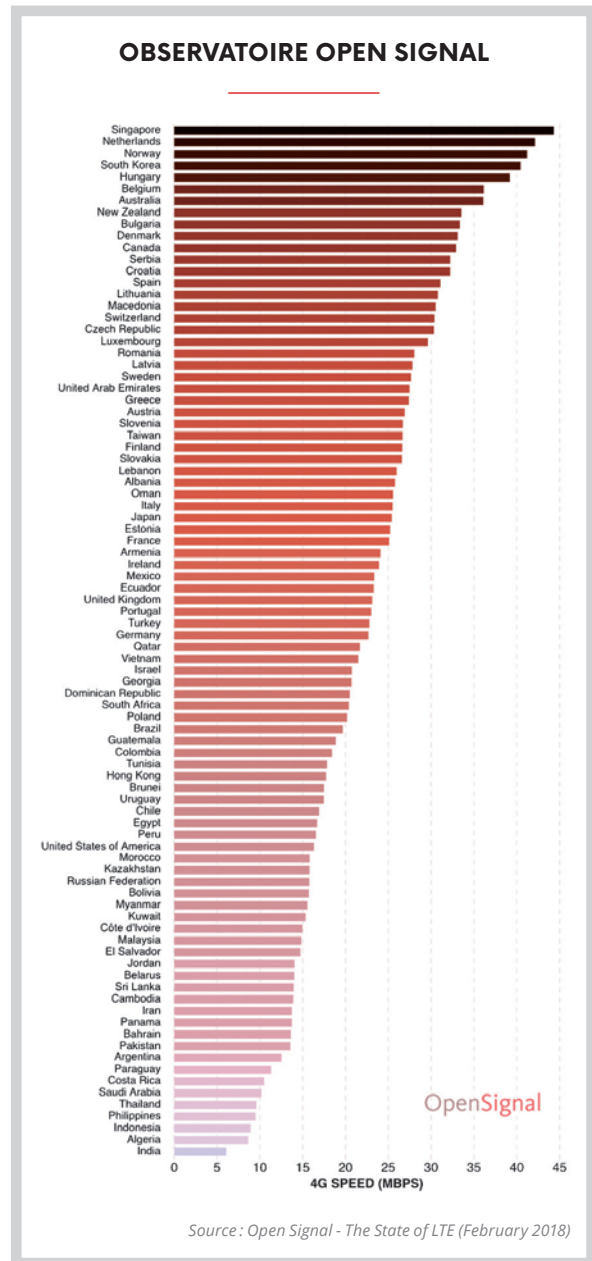
⁸ Les outils de *crowdsourcing* font référence aux dispositifs qui centralisent des mesures de QoS et/ou QoE faites par des utilisateurs réels.

⁹ <https://opensignal.com/reports/2018/02/state-of-lte>

On peut être surpris de constater que d'autres observatoires affichent des débits 4G moyens en France significativement différents que celui présenté ci-dessus. C'est par exemple le cas de l'observatoire nPerf, qui mesure un débit d'environ 33 Mbit/s¹⁰ qui classerait la France à la 11^e place dans l'observatoire Open Signal. Cette hétérogénéité est peu surprenante : les études menées par l'Arcep en 2017 ont montré que les choix méthodologiques réalisés par les outils de test avaient un impact considérable sur les résultats¹¹. L'emplacement des serveurs de test, le protocole de test des indicateurs, mais aussi le nombre et la représentativité des mesures effectuées sont autant de facteurs qui influencent directement la valeur mesurée.

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. Par ailleurs, un travail – de co-construction – visant à caractériser la technologie d'accès sur les réseaux fixes est envisagé afin que les résultats puissent être présentés sous des formats plus exploitables.

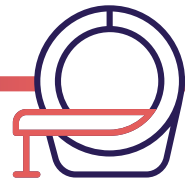
Les outils de mesure pourraient donc être affinés afin d'obtenir une meilleure évaluation de l'état de santé de la qualité de service internet en France, et de préconiser si nécessaire les remèdes les plus adaptés.



¹⁰ Nombre calculé à partir des données publiées par nPerf dans le rapport suivant : <https://media.nperf.com/files/publications/FR/2018-01-16-Barometre-connexions-mobiles-metropole-nPerf-2017-T4.pdf>. Débit moyen en 4G tout opérateur confondu : $0,24 \times 22 + 0,27 \times 39 + 0,25 \times 37 + 0,24 \times 31 = 32,5$ Mbit/s.

¹¹ https://www.arcep.fr/uploads/tx_gspublication/rapport-etat-internet-france-2017-mai2017.pdf, p. 28 à p. 40.

LA QUALITÉ DE L'INTERNET AU SERVICE DE L'INNOVATION



Jonathan ARDOUIN,
Directeur Général France, **KRY**



La téléconsultation médicale est en plein essor partout en Europe. Elle contribue à répondre aux problématiques de permanence des soins et de déserts médicaux, auxquelles la France est également confrontée. En France, le développement de ce nouveau canal de soin débute juste, la loi de financement de la Sécurité sociale 2018 entérinant le principe d'une admission au remboursement de la téléconsultation.

KRY est le premier prestataire de soins d'Europe en téléconsultation vidéo. Actifs depuis trois ans, nous assurons *via* vidéo près de 3 % de l'ensemble des consultations de premier recours en Suède, où la consultation vidéo est déjà une pratique courante remboursée par l'Assurance maladie. Le recul que procure notre expérience suédoise démontre que la vidéo est le meilleur canal, mieux que le téléphone ou l'envoi de photos, par lequel la consultation à distance peut garantir la même qualité qu'une consultation en présentiel. Elle permet au praticien d'établir un lien avec le patient et de poser avec confiance un diagnostic.



« POUR BÉNÉFICIER DES ATOUTS DE LA CONSULTATION VIDÉO, UN DÉBIT INTERNET RAPIDE ET STABLE EST PRIMORDIAL POUR LES PATIENTS COMME POUR LES MÉDECINS. EN FRANCE AUJOURD'HUI, IL EST FRÉQUENT QUE CE TYPE DE CONSULTATION SE TERMINE AU TÉLÉPHONE, FAUTE DE DÉBIT INTERNET SUFFISANT. »

La condition est néanmoins que la vidéo soit de qualité suffisante pour permettre au médecin d'identifier avec certitude les symptômes visibles du patient. Pour bénéficier des atouts de la consultation vidéo, un débit internet rapide et stable est primordial pour les patients comme pour les médecins. En France aujourd'hui, il est fréquent que ce type de consultation se termine au téléphone, faute de débit internet suffisant. Et ce, y compris dans les grandes villes et pour des utilisateurs équipés de connexions « haut débit ».

L'implication d'une qualité insuffisante du service internet constitue une perte de chance pour les patients : dans les zones au débit trop faible, des patients seront privés d'un accès rapide aux soins. Des pathologies courantes, pourtant diagnostiquables en vidéo, devront être redirigées vers des canaux physiques (cabinets, centres de soin, urgences) déjà engorgés. Avec la télémédecine, la qualité de service de l'internet fixe en France devient donc un besoin vital.



2. UNE DÉMARCHE INNOVANTE DE CO-CONSTRUCTION

Le 19 janvier 2016, l'Arcep présentait les conclusions de sa revue stratégique et annonçait en particulier la mise en place de la régulation par la data, de l'intensification de la co-construction de la régulation, et du développement de l'Arcep autour d'un rôle d'expert neutre sur les sujets numériques.

Les travaux autour de la qualité de service internet s'inscrivent de plain-pied dans cette démarche.

L'Arcep souhaite en effet utiliser, dans une logique de régulation par la data, l'information sur la qualité pour encourager une concurrence qui s'exerce non seulement par les prix mais aussi par la qualité du service offert, dans une perspective de valorisation des investissements dans les réseaux.

Afin notamment de gagner en efficacité et en pertinence, l'Arcep cherche par ailleurs à co-construire cette régulation :

- avec la multitude, d'une part, en donnant la possibilité à chaque citoyen de devenir un mini-régulateur. C'est le sens du lancement en octobre 2017 de la plateforme « J'alerte l'Arcep », sur laquelle tout consommateur peut signaler à l'Autorité les dysfonctionnements qu'il rencontre sur ses accès internet (cf. encart « J'alerte l'Arcep »). Outre les signalements, les utilisateurs peuvent également faire remonter les mesures de la qualité de service de leur ligne effectuées *via* des outils de test en *crowdsourcing*, afin d'alimenter notamment la publication de résultats comparés entre fournisseurs d'accès à internet (FAI) ;
- dans le cadre de démarches partenariales avec les acteurs de l'écosystème, d'autre part, tant sur les aspects « signalements » que « mesures » évoqués ci-dessus. Concernant les signalements, l'Autorité étudie la possibilité d'initier, au-delà du lancement de sa propre plateforme, une démarche de partage de données entre les acteurs de la protection des consommateurs¹². Ce « dégroupage » des signalements pourrait permettre de casser les silos au service d'une meilleure appropriation collective des problématiques rencontrées. La démarche partenariale entreprise par l'Arcep au sujet des mesures en *crowdsourcing* est quant à elle présentée plus loin.

En complément de la démarche de co-construction, l'Arcep travaille également au développement d'outils en propre visant à collecter des mesures à même d'enrichir les données issues des outils tiers partenaires. Ces projets sont détaillés dans la section 3 de cette partie.



J'alerte l'Arcep

Lancée en octobre 2017, la plateforme « J'alerte l'Arcep » est à disposition de chaque citoyen qui souhaite remonter du terrain tout problème lié à l'internet mobile, à l'internet fixe ou aux services postaux. Depuis son lancement, la plateforme a enregistré plus de **22 500 signalements**. De ces signalements, **68 %*** concernent un problème lié à qualité et la disponibilité des services fixes ou mobiles. Parmi eux, **deux tiers concernent le marché fixe, et un tiers le marché mobile**.

Ces remontées précieuses contribuent aux travaux de l'Arcep cherchant à quantifier et identifier les difficultés rencontrées par les utilisateurs afin d'orienter ses actions vers les solutions les plus appropriées possible. Sur les sujets relatifs à la qualité de service internet, c'est tout l'enjeu de la démarche de co-construction, des travaux sur l'outil BEREC et de l'observatoire monréseauxmobile présentés dans la section 3 du chapitre 1.

* Pourcentage issu des signalements enregistrés d'octobre 2017 à mai 2018.

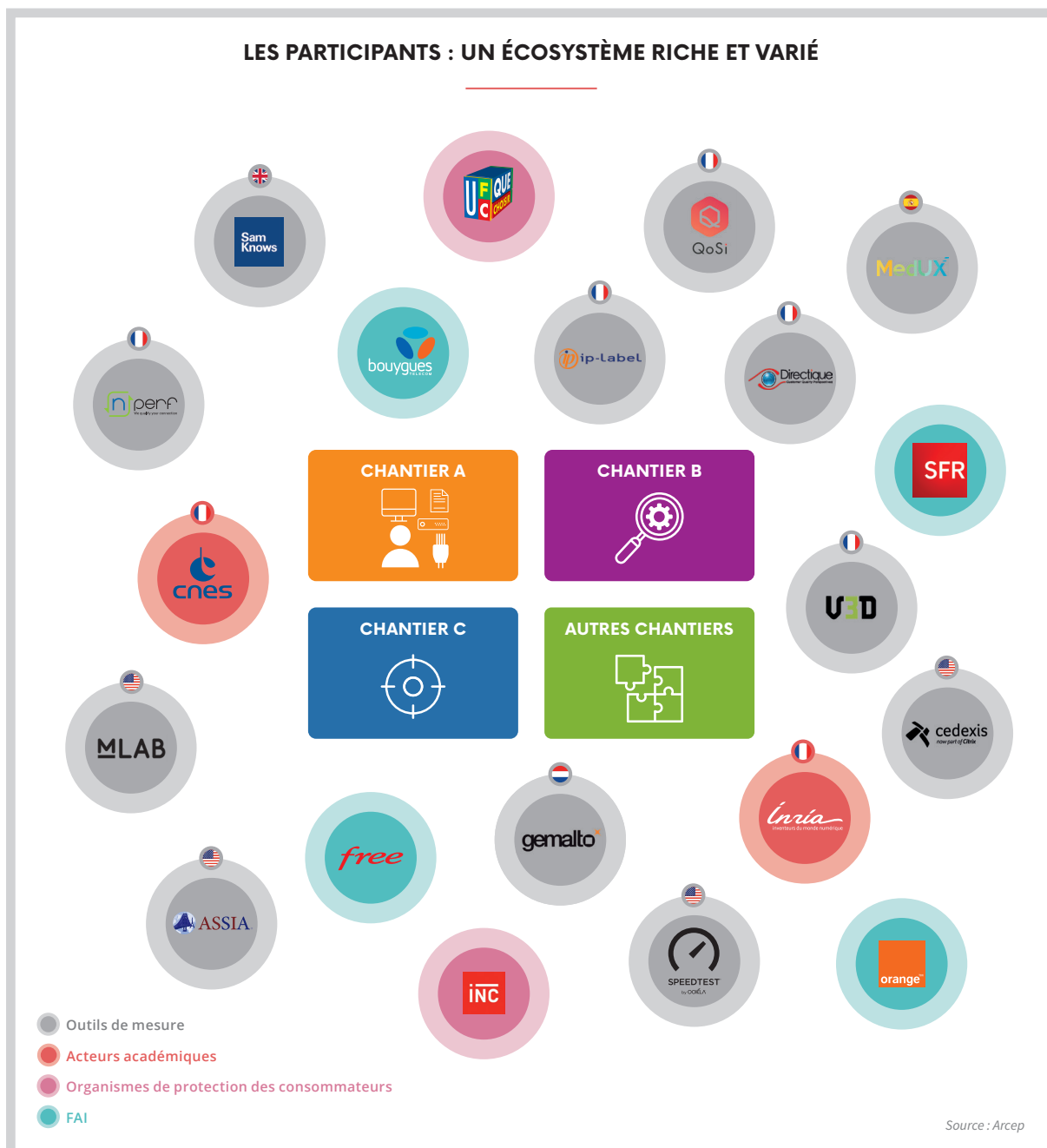
À SAVOIR

2.1. La fédération des parties prenantes

Jusqu'à fin 2016, l'observatoire Arcep de la qualité des services fixes reposait sur un dispositif en environnement contrôlé. Début 2017, ces mesures ont été abandonnées en raison notamment de leur manque de représentativité des situations réelles rencontrées par les utilisateurs, au profit d'une démarche visant à s'appuyer sur les outils effectuant des mesures en *crowdsourcing*.

Le rapport sur l'état de l'internet en France 2017 avait présenté les conclusions des deux études qui avaient initié la démarche de co-construction : la cartographie de l'écosystème des outils disponibles sur le marché et la comparaison des résultats de mesure de différents testeurs web. Ces études avaient mis en avant la nécessité d'un important travail de la communauté autour d'un certain nombre de thèmes prioritaires. Depuis, l'Arcep a lancé six chantiers qui en résultent directement.

¹² Dans le respect de la réglementation en vigueur, notamment sur les données personnelles.



Pour les mener à bien, l'Arcep agit en expert neutre qui fédère la communauté et stimule le travail autour de sujets d'intérêt général. Ces chantiers ont en effet été menés en collaboration avec des acteurs issus d'un large spectre de l'écosystème de la métrologie en *crowdsourcing*¹³ :

- des outils de mesure : ASSIA, Case on IT (MedUX), Cedexis, Directique, Ip-label, Gemalto, M-Lab, Ookla, nPerf, QoS, SamKnows, V3D ;

- des FAI : Bouygues Telecom, Free, Orange, SFR ;
- des acteurs académiques et de recherche : CNES, Inria ;
- des organismes de protection des consommateurs : INC, UFC Que-Choisir, qui ont également développé leurs propres outils.

¹³ L'Autorité invite les acteurs non cités qui souhaiteraient participer à la démarche de co-construction à la contacter.

En parallèle des groupes de travail, l'Arcep a aussi échangé avec d'autres Autorités de régulation nationales (notamment AGCOM, BnetzA, COMREG, Ofcom et RTR) afin de mettre en commun leurs expériences sur la mesure de la qualité des services fixes.

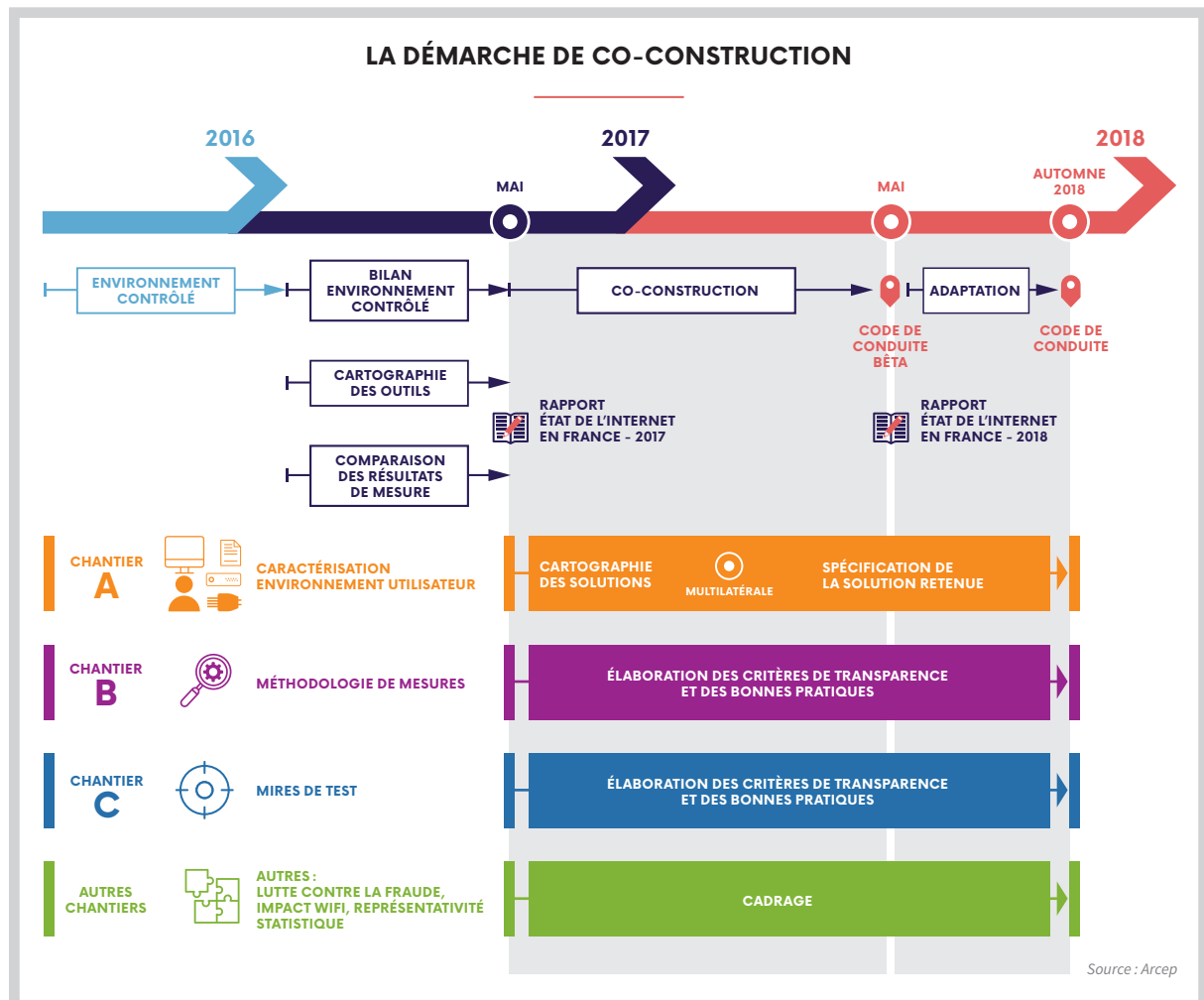
L'objectif transverse à tous les chantiers est de permettre aux outils de répondre au mieux aux besoins des consommateurs et de l'Autorité en termes d'information sur la qualité de l'internet fixe et mobile.

Plus précisément, le chantier A cherche à répondre au problème technique mis en avant dans la section précédente: la très faible caractérisation de l'environnement utilisateur dans la mesure de la qualité des services fixes. Les autres chantiers (B, C et ceux en cours de cadrage) permettent notamment de répondre à un plus grand besoin de transparence également identifié dans la section ci-dessus. Plus précisément, ils visent à établir un « code de conduite » à destination des outils de la mesure. Ce projet de code de conduite porte sur deux aspects: d'une part, inviter les outils à accompagner la

publication des résultats par une explication claire des choix méthodologiques réalisés afin que toute personne tierce puisse comprendre les différences potentielles observées d'une mesure à une autre; d'autre part, indiquer les bonnes pratiques essentielles à l'obtention de mesures robustes. En effet, si la plupart des choix réalisés présentent un intérêt, certaines pratiques semblent plus discutables et gagneraient à être modifiées.

La première version du code de conduite serait publiée d'ici la fin de l'année 2018. Le code a vocation à évoluer de façon continue: l'Autorité publiera ainsi à une fréquence *a priori* annuelle des versions successives sans cesse améliorées, comprenant non seulement les évolutions des chantiers A, B, C, mais aussi le fruit du travail des chantiers aujourd'hui en cours de cadrage.

Un projet bêta de cette première version figure en [annexe 1](#) du rapport. Les acteurs sont vivement encouragés à faire part à l'Autorité de tout commentaire qu'ils n'auraient pas encore pu lui faire parvenir avant le 15 juillet 2018.

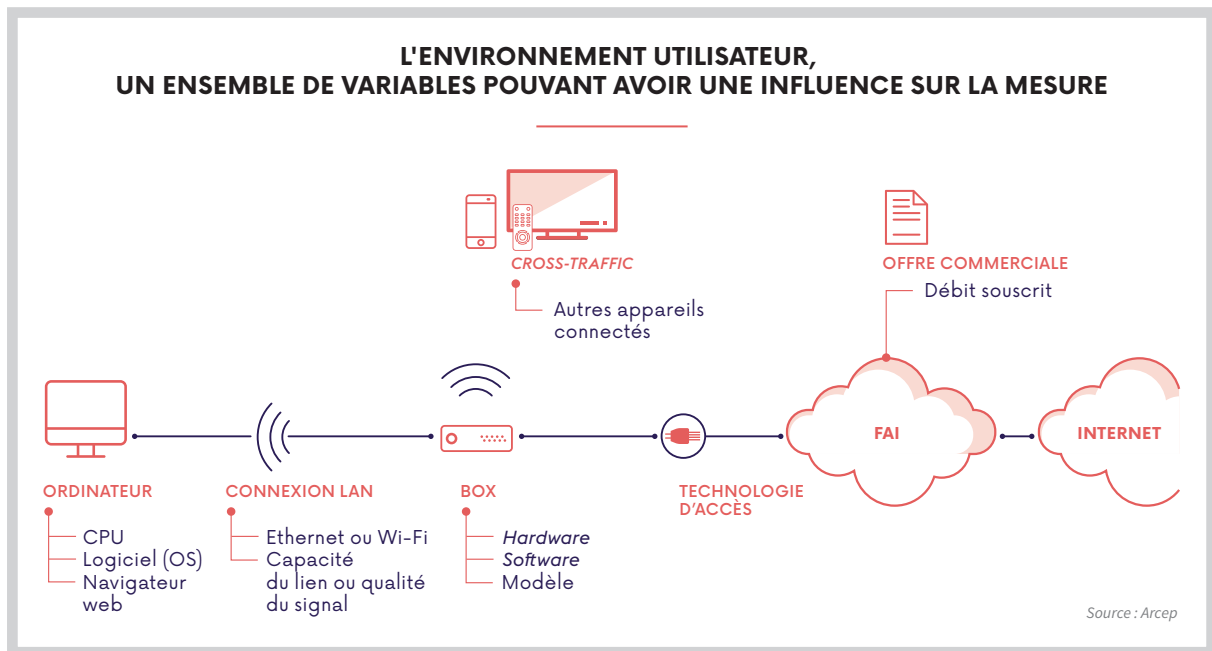


2.2. Chantier A: caractérisation de l'environnement utilisateur

Le chantier de la caractérisation de l'environnement d'un utilisateur sur un accès fixe, notamment de la technologie, présente un enjeu double : d'une part, il est indispensable à la réalisation d'observatoires plus pertinents pour le consommateur, et d'autre part, il représente un intérêt significatif dans l'établissement d'un diagnostic précis d'un problème de qualité de service. Il est par exemple important de savoir si une mauvaise qualité est due au réseau d'accès du FAI, à la qualité du Wi-Fi et/ou à l'utilisation parallèle d'autres appareils connectés au réseau local lors du test.

Le schéma ci-dessous récapitule les principales caractéristiques de l'environnement utilisateur ayant une influence sur la mesure.

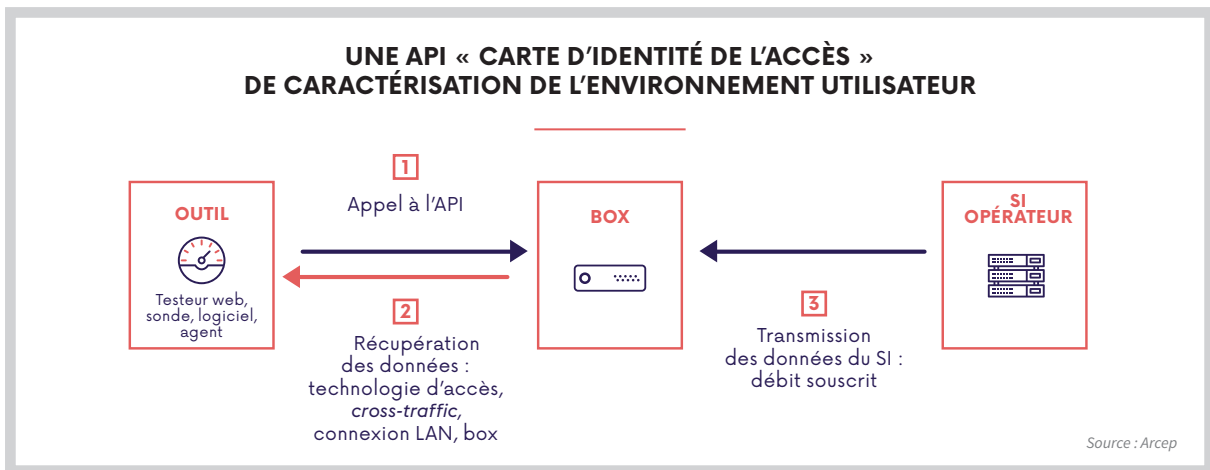
La caractérisation actuelle de ces différents éléments varie en fonction du type de l'outil de test utilisé. Certaines sondes matérielles¹⁴ sont par exemple en mesure de caractériser la connexion LAN¹⁵ voire d'estimer le *cross-traffic*¹⁶ sur le réseau local. À l'inverse, s'il est vrai que les testeurs web¹⁷ sont rapidement déployables à grande échelle, ils ne permettent de caractériser qu'un nombre très faible d'éléments (navigateur web utilisé, etc.).



^{14/15/16/17} Voir [lexique](#).

Ce chantier s'est déroulé autour de travaux coordonnés par l'Autorité impliquant outils de mesure, FAI et académiques. La communauté est d'abord entrée dans une phase de prospection, dans laquelle sept solutions tentant de répondre au besoin ont été examinées. Il a notamment été envisagé de caractériser la mesure grâce à un questionnaire rempli par la personne réalisant le test, plus ou moins guidée par des informations données

au préalable par les FAI (la liste d'offres disponibles sur une technologie donnée par exemple), ou par une API¹⁸ déployée entre les outils et les systèmes d'informations (SI) des FAI. À ce stade des discussions, il ressort qu'une autre solution semble présenter le meilleur compromis entre exhaustivité, fiabilité, sécurité et coûts de développement pour la majorité des acteurs. L'Arcep les remercie pour leur dynamisme et leur constructivité.



Cette solution est schématisée en ci-dessus. Lorsqu'un test est effectué, l'outil (quel qu'il soit : testeur web, sonde matérielle, agent dans la box, logiciel installable sur le terminal) lance en simultané une requête vers une API « carte d'identité de l'accès » située sur la box du testeur¹. Si l'outil interroge cette API, la box lui renvoie les caractéristiques de la ligne au moment du test². La plupart des informations sont disponibles nativement sur la box : technologie d'accès, informations sur la connexion LAN et sur la box, et – pour la plupart des FAI – compteur de trafic sur le port WAN¹⁹ permettant de détecter le *cross-traffic*. D'autres caractéristiques, comme le débit souscrit, ne sont pas présentes en local dans la box mais dans le SI de l'opérateur : *via* une autre API, le SI les transmet à la box à la fréquence nécessaire pour que les informations soient toujours à jour³. Il est à noter que le SI des opérateurs – système au cœur du fonctionnement de leurs processus internes dont la réactivité peut être faible – n'interagit à aucun moment directement avec les outils.

Cette solution est par ailleurs invisible pour la personne effectuant le test et ne dégrade pas l'expérience utilisateur. Plus de détails sur les caractéristiques techniques de la solution se trouvent en [annexe 2](#) du présent rapport.

Ce chantier ambitieux devrait permettre donc aux outils de mesure des réseaux fixes d'atteindre un niveau de caractérisation quasi-équivalent à celui obtenu nativement par les applications mobiles – déjà à même d'identifier par exemple le réseau d'accès (2G, 3G ou 4G) ou l'intensité du signal car elles sont directement en lien avec le système d'exploitation du mobile et qu'il n'y a pas d'intermédiaire entre le terminal et le réseau (*versus* la présence d'une box sur le fixe).

Par l'élaboration, en concertation avec les parties prenantes, des spécifications de l'API, l'Arcep continuera de créer les conditions de la confiance nécessaires à la collaboration des différents acteurs. Dans une véritable logique d'État-plateforme, l'Autorité remplira ainsi sa mission d'information au consommateur tout en laissant le soin à ses partenaires de développer des innovations sur la base des informations récoltées.

^{18/19} Voir [lexique](#).

LE POINT DE VUE D'OUTILS DE MESURE WEB



Renaud KERADEC,
CEO/CTO et fondateur, **nPERF SAS**



La caractérisation de l'environnement utilisateur est un enjeu important pour nPerf. Tous les utilisateurs des outils nPerf y trouveront un intérêt. Les opérateurs bénéficieront de données plus complètes et permettant un meilleur diagnostic des situations anormales. nPerf sera en mesure de publier des études plus précises avec

des comparaisons plus pertinentes des performances fournies par les différents opérateurs en fonction des technologies disponibles chez les internautes français. L'utilisateur final aura ainsi une meilleure visibilité sur la qualité du service fourni par les différents fournisseurs d'accès à internet. nPerf sera également en mesure d'indiquer simplement à l'utilisateur si

le débit annoncé par son opérateur est bien au rendez-vous! Chez nPerf, nous sommes convaincus que la solution co-construite avec l'Arcep, les éditeurs d'outils de mesure et les opérateurs apportera, à terme, tous les éléments nécessaires à une meilleure caractérisation des données collectées dans l'intérêt de tous.



Adam ALEXANDER,
VP Strategic Partnerships, **OOKLA LLC**



Ookla, la société qui a créé Speedtest.net, comprend qu'il est essentiel que les consommateurs, les régulateurs et les FAI puissent appréhender les performances de l'accès internet individuel grâce à des analyses comparatives précises. Dans le cadre de nos travaux avec l'Arcep, nous sommes conscients de l'intérêt que représente la caractérisation de l'environnement de l'utilisateur - pour pouvoir ensuite réaliser une analyse comparative

du débit et de la qualité de la connexion fournie à l'utilisateur final. Nous sommes tout aussi conscients de la nécessité de pouvoir isoler chaque caractéristique de cet environnement afin de s'assurer que ce qui est mesuré relève uniquement de facteurs que les FAI sont en mesure de contrôler. Ainsi, Ookla reconnaît la valeur ajoutée de la solution proposée: pouvoir faire appel à une API qui serait capable de croiser les données tech-

niques et les informations sur les débits souscrits de l'utilisateur pour comparer la performance réelle avec la performance attendue par le consommateur. Bien que cette solution requière à la fois un investissement des FAI pour fournir l'API et d'Ookla pour l'intégrer, nous estimons que la richesse des données collectées et l'exactitude des analyses comparatives constituent un rendement net positif.



Arnaud BÉCART,
Sr Solutions Engineer, **CEDEXIS (NOW PART OF CITRIX)**



Cedexis - récemment acquis par Citrix - mesure la performance des plateformes Cloud et CDN depuis plus d'un milliard de sessions utilisateurs par jour. Ces données communautaires réelles permettent à ces plateformes d'améliorer leur connectivité réseau. Elles peuvent aussi être utilisées par les FAI pour mesurer et comparer l'accessibilité de leurs internautes à ces plateformes comme Google, Amazon ou Akamai. Les bases GeoIP permettent d'identifier le réseau et la région de l'internaute mais sont peu précises sur le type de réseau (fixe, mobile) ou l'offre d'accès

(3G, 4G, FttH, xDSL, etc.). La mise en place d'une API donnant ces informations serait très utile pour distinguer les temps d'accès (DNS, TCP, latence ou débit). La solution proposée par l'Arcep, bien que répondant techniquement au manque de caractérisation, implique de nombreuses contraintes techniques car elle nécessite des développements pour l'opérateur (API entre son SI et la box, et API dans la box) et pour l'outil de mesure (intégration de l'API box). Une interface directe (API entre le SI des opérateurs et le SI des outils) serait selon Cedexis plus simple à développer,

à maintenir et à reproduire dans d'autres pays car elle ne nécessite pas de changement côté box ni côté outil. Les opérateurs pourraient mettre en place un échange sécurisé et automatisé avec nos serveurs, que nous pourrions intégrer plus facilement à notre plateforme étant donné que cette approche ne nécessite pas de modification importante de notre outil collectant plus de 14 milliards de mesures par jour. En parallèle de ce chantier, nous étudions d'autres méthodes de caractérisation comme l'API *Network Information* ou des échanges en direct avec les FAI.

2.3. Chantier B: méthodologies de mesures

Comme expliqué dans la publication des résultats de l'étude « cartographie des outils » dans le rapport 2017, chaque choix de protocole sert des objectifs différents : le foisonnement existant est donc bénéfique à l'écosystème. À titre d'exemple, une mesure de débit en *monothread* (avec une unique connexion TCP) mesure le débit que l'on peut espérer atteindre lors du chargement d'une page web ; alors qu'une mesure en *multithread* (avec plusieurs connexions TCP en parallèle) sature la ligne et se rapproche d'une mesure de capacité.

Néanmoins, comme indiqué précédemment, il semble indispensable que la publication d'une mesure s'accompagne de transparence concernant la méthodologie employée afin que tout tiers soit en capacité d'expliquer les résultats obtenus. Il est également utile de voir disparaître les pratiques susceptibles d'introduire des biais importants. Dans ce but, l'Arcep a établi un projet de code de conduite à destination des acteurs de la mesure de la qualité de service et d'expérience de l'internet qui comporte deux volets :

- une liste de « critères de transparence », qui devraient accompagner toute publication de résultats ;
- une liste des bonnes pratiques, que l'Arcep souhaiterait voir associées à certains critères particuliers.

Pour établir la définition des critères de transparence et des bonnes pratiques des méthodologies de mesure des débits et de la latence, l'Arcep s'est appuyée sur le rapport « *Net Neutrality Regulatory Assessment Methodology*²⁰ » publié par le BEREC en octobre 2017 qui contient des recommandations quant aux méthodologies de mesure de ces indicateurs techniques.

L'Arcep envisage d'introduire dans le code de conduite des critères de transparence et des bonnes pratiques relatives au temps de chargement de pages web et à la qualité de la vidéo en *streaming* même si le BEREC n'a pas émis de lignes directrices concernant la mesure – plus complexe – de ces indicateurs d'usage. En effet, comme évoqué ci-contre dans les points de vue croisés de l'INC et de l'UFC, ces indicateurs présentent un intérêt tout particulier : d'une part, ils sont plus éloquents pour le consommateur, et d'autre part, ils permettent de suivre la qualité réelle de nouveaux usages toujours plus exigeants.

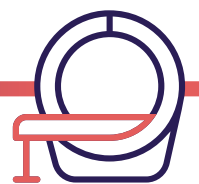
Les versions bêta de ces deux listes sont présentées en annexe 1.



© Fotolia/ifa27, Fotolia/Julien Eichinger

²⁰ http://berec.europa.eu/eng/document_register/subject_matter/berec/regulatory_best_practices/methodologies/7295-berec-net-neutrality-regulatory-assessment-methodology

LA QUALITÉ D'EXPÉRIENCE, UNE INFORMATION ESSENTIELLE POUR LE CONSOMMATEUR



Thierry MARTIN,
Ingénieur d'Études au Centre d'Essais Comparatifs,
INSTITUT NATIONAL DE LA CONSOMMATION



L'INC, éditeur de « 60 Millions de consommateurs », s'est engagé dès 1990 dans l'amélioration de la qualité des services d'accès à l'internet en publiant des essais comparatifs de FAI dans son magazine. Le Centre d'Essais de l'INC a conçu des méthodologies de mesures en faisant le constat, début 2000, que ses mesures en environnement contrôlé ne reflétaient plus suffisamment la diversité des usages. Les nombreux courriers de clients mécontents de leur accès à l'internet ont confirmé ce constat.

Cette démarche nous a conduits à proposer une information plus personnalisée et prenant en compte plus systématiquement le point de vue « ressenti et expérience utilisateur ». Notre solution, disponible depuis 2002, est le « Testeur de connexion internet » qui permet de tester les performances de sa connexion fixe.

Au fil du temps, l'unique mesure de débit s'est complétée d'une série d'indicateurs d'usage : téléchargement, navigation web, streaming vidéo, etc. Poussé par un consommateur aux besoins croissants de connectivité, l'INC s'est engagé depuis

deux ans dans la refonte de ses outils afin de fiabiliser la collecte des indicateurs d'usage. Mais assurer la fiabilité de la mesure n'est qu'une des intentions dans tous nos travaux dont la finalité est l'accompagnement, à l'aide d'une restitution compréhensible et pédagogique, du consommateur dans ses décisions d'achats.

D'autres idées de services sont déjà à l'étude pour accompagner au quotidien le consommateur dans sa vie connectée ; signe que l'INC poursuit sa démarche pour et avec le consommateur.



Antoine AUTIER,
Responsable adjoint du service des études, **UFC-QUE CHOISIR**



Lorsqu'il s'agit pour un consommateur de choisir son fournisseur d'accès à internet ou son opérateur de services mobiles, le prix est évidemment scruté de près. Mais il est loin d'être le seul critère pris en compte : la qualité de service demeure un critère essentiel.

Les indicateurs attendus des consommateurs concernent bien sûr de prime abord ceux ayant trait aux usages. Un consommateur utilisant fréquemment un service de streaming vidéo portera ainsi une grande attention à un indicateur d'usage d'un tel service. Mais les indicateurs techniques ont également une importance, particulièrement en ce qui concerne l'internet fixe, dont le marché

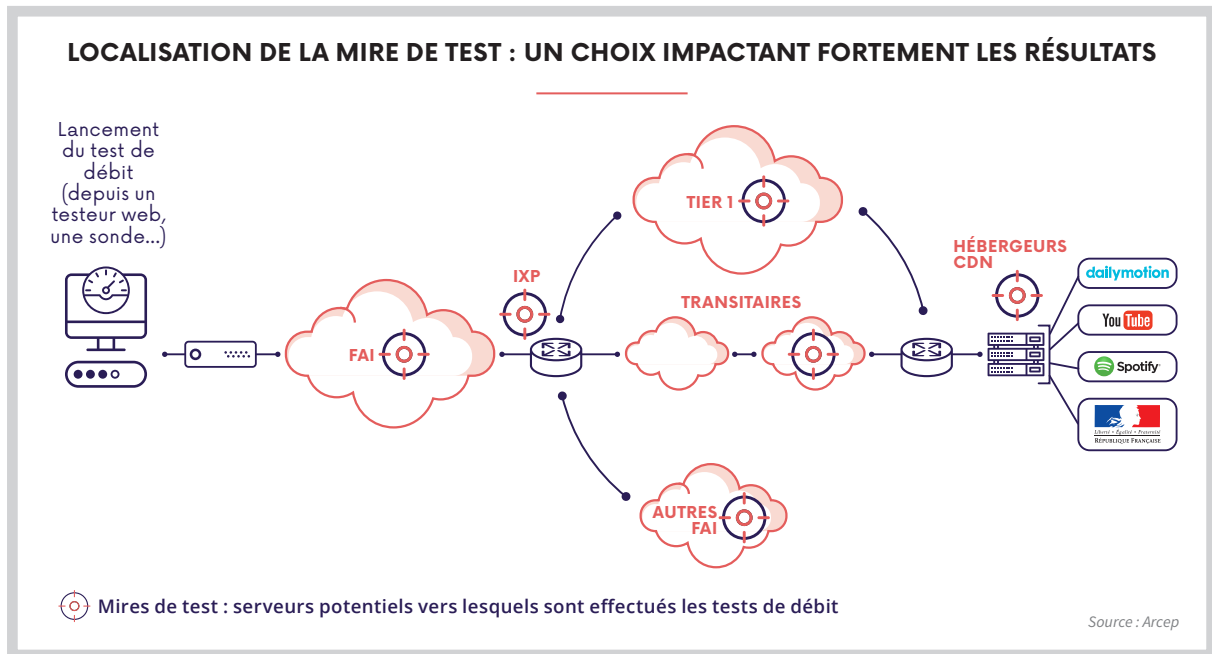
ne se caractérise pas par sa fluidité. Un consommateur pourra ainsi être particulièrement attentif aux débits dans le sens où un écart important entre les débits proposés aujourd'hui, jugé pour l'instant sans effet, affectera très probablement la qualité d'utilisation de futurs services très gourmands en bande passante.

Concernant la production d'indicateurs, et même si l'UFC-Que Choisir a parfois pu être en désaccord avec des choix méthodologiques opérés par l'Arcep, il convient de souligner que les publications de l'Autorité relatives aux services mobiles constituent dans l'environnement actuel un socle sérieux et éclairant pour les consommateurs.

Le schéma est bien différent pour les services fixes, où l'on constate un relatif désert sur la production d'indicateurs aussi bien techniques que, surtout, d'usage. Si ceci s'explique en grande partie par l'existence de nombreux biais, cela ne doit pas décourager les initiatives compte tenu des enjeux consomméristes.

C'est la raison pour l'UFC-Que Choisir a récemment lancé son observatoire de la qualité de l'internet fixe. Basé sur des résultats collectés auprès d'un panel de testeurs, cet observatoire ambitionne l'élaboration d'indicateurs de référence pour les consommateurs afin d'éclairer au mieux le choix engageant d'un fournisseur d'accès à internet.

2.4. Chantier C : mires de test



Outre les méthodologies, un facteur impactant considérablement les résultats est le serveur vers lequel est lancée une mesure, aussi appelée la « mire de test ». Le débit mesuré est alors le débit disponible entre le terminal de test (ordinateur, sonde ou autre) et la mire de test.

Comme explicité sur le schéma ci-dessus, les mires de test peuvent être localisées à différents endroits :

- dans le réseau du FAI de l'utilisateur : le résultat du test ne dépend que du FAI mais il est très peu représentatif d'un usage réel des services internet, souvent hébergés au-delà de ce premier réseau ;
- dans le réseau d'un autre FAI : le test prend non seulement en compte le réseau du FAI de l'utilisateur mais également la qualité du réseau et de l'interconnexion avec un autre FAI ; ce test est très peu représentatif d'un usage réel des services internet ;
- à un point d'échange internet (IXP, pour *Internet Exchange Point*) : le réseau testé ne dépend pratiquement que du FAI et se rapproche d'un usage réel, une partie du trafic internet passant par les IXP ;

- dans le réseau d'un transitaire : le test n'est pertinent que si le transitaire échange beaucoup de trafic avec le FAI de l'utilisateur ; il est à noter que les observatoires réalisés par des transitaires (comme celui d'Akamai) représentent uniquement la qualité de service vers un horizon précis de l'internet ;
- dans le réseau d'un Tier 1²¹ : le réseau testé va au-delà des seules performances du réseau du FAI ; les mesures sont encore plus représentatives d'un usage réel que lorsque les mires sont placées à un IXP ;
- au plus proche des serveurs des FCA : le réseau testé est celui emprunté de bout en bout jusqu'à un hébergeur donné ; les tests sont donc très représentatifs d'un usage en particulier (l'observatoire de Netflix par exemple, donne uniquement une mesure de la qualité vers son service).

Au vu de l'impact que peuvent avoir les caractéristiques des mires de test (leur localisation, mais également la capacité des serveurs, etc.), des critères de transparence ont également été inclus dans le projet de code de conduite (cf. [annexe 1](#)). Comme pour le chantier B, ils s'accompagnent de bonnes pratiques visant à maîtriser l'impact des mires dans la mesure de la qualité.

²¹ Les Tier 1 sont les réseaux capables de joindre tous les réseaux internet par une interconnexion directe.

2.5. Autres chantiers: lutte contre la fraude, représentativité statistique et environnement Wi-Fi

En complément de ces trois chantiers, des travaux concernant la lutte contre la fraude, la représentativité statistique des mesures et l'impact de l'environnement Wi-Fi sont en cours de cadrage.

Lorsqu'ils auront suffisamment progressé, ces trois chantiers ont également vocation à enrichir le code de conduite présenté en annexe dans sa version bêta. Le chantier de lutte contre la fraude est essentiel à la crédibilisation de la mesure, notamment en vue de la détection et de l'exclusion des tests automatiques. Sur proposition de plusieurs acteurs de l'écosystème, l'Arcep étudie la piste d'une charte *via* laquelle les signataires s'engageraient à respecter un certain nombre de règles de déontologie.

Une attention particulière doit également être portée au nombre et au profil des utilisateurs réalisant les tests afin de garantir la représentativité statistique des mesures. Différentes solutions ont déjà été mises en place par certains acteurs, comme la réalisation de campagnes de *drive tests* visant à combler le manque de mesures sur certaines zones géographiques, ou l'élaboration de modèles statistiques évolués.

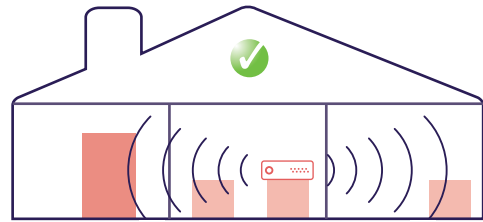
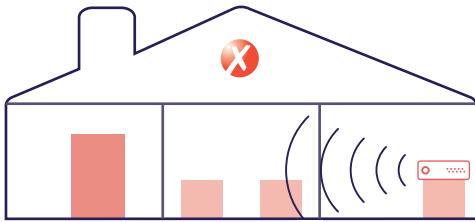
Enfin, le Wi-Fi pouvant être une limitation significative au débit perçu *in fine* par l'utilisateur, il est important de travailler à sa prise en compte et à la diminution de son impact. En première approche, l'Arcep a pensé utile de lister quelques bonnes pratiques à destination des particuliers souhaitant optimiser la qualité de leur signal Wi-Fi (voir page suivante).



CINQ ASTUCES POUR OPTIMISER LA QUALITÉ DE SON SIGNAL WI-FI

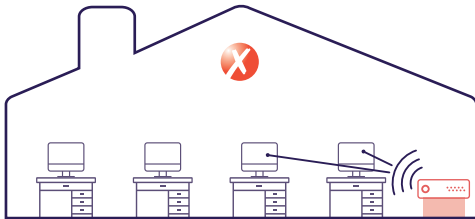
1 PLACER LA BOX DANS UNE PIÈCE CENTRALE DU LOGEMENT

Il est recommandé de placer la box dans une pièce centrale du logement afin de limiter les obstacles que le Wi-Fi rencontre pour se connecter aux terminaux. En effet, les murs atténuent le signal radio et diminuent sensiblement le débit internet reçu par les équipements situés dans les pièces les plus éloignées. Ainsi, placer la box à l'extrémité du logement ou dans un local fermé ne permet pas de tirer le meilleur parti du réseau Wi-Fi.



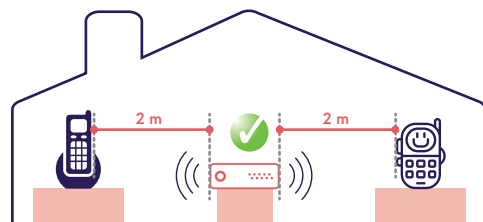
2 METTRE LA BOX DANS UN ENDROIT AUSSI DÉGAGÉ QUE POSSIBLE

Pour les mêmes raisons, il est recommandé de mettre la box dans un endroit aussi dégagé que possible, idéalement en hauteur. À l'inverse, mettre la box au sol, entre des livres, dans un meuble TV ou près de meubles hauts dégrade le signal Wi-Fi et l'expérience utilisateur.



3 ÉLOIGNER LA BOX D'AUTRES ÉQUIPEMENTS SANS FIL

Afin de bénéficier des capacités maximales de son accès, il est également souhaitable de laisser un espace d'environ 2 mètres entre la box et d'autres équipements radio comme la base d'un téléphone sans fil, un *babyphone*, micro-onde, etc. Ainsi, les interférences entre les différentes ondes radio seront limitées et le signal Wi-Fi optimisé.



4 PRIVILÉGIER LES FRÉQUENCES WI-FI 5 GHz

Dans le cas où la box est en capacité d'émettre dans les fréquences 2,4 GHz et 5 GHz (ce qui est le cas des box de dernière génération), il est conseillé de la paramétrer pour qu'elle émette des fréquences 5 GHz.



5 EN CAS DE RENOUVELLEMENT DE VOTRE PC, VÉRIFIEZ QU'IL EST COMPATIBLE WI-FI 802.11 AC

Il est recommandé de privilégier les ordinateurs compatibles avec la norme Wi-Fi 802.11ac. Cette norme est en effet bien plus performante que la norme 802.11n, qui existe également sur certains ordinateurs neufs. Par ailleurs, elle ne présente pas de risque d'incompatibilité avec la box puisqu'elle est rétro-compatible avec toutes les anciennes normes.



Source : Arcep

SONDES MATÉRIELLES ET MESURE DES PERFORMANCES WI-FI



Luis MOLINA,
Co-fondateur, **CASE ON IT**



Les réseaux internet fixes permettent des connexions Ethernet et Wi-Fi aux caractéristiques techniques différentes et aux potentiels de qualité de service bien distincts. La connexion Wi-Fi fait face à deux principales difficultés : les interférences entre canaux aggravées par le voisinage et l'affaiblissement du signal à l'intérieur de la maison, sous l'effet des cloisons et des obstacles.

C'est la raison pour laquelle MedUX a conçu des sondes disposant à la fois d'une interface Ethernet et d'une inter-

face Wi-Fi à la norme 802.11 a/b/g/n/ac. Ceci permet la mesure concomitante en temps réel de la qualité de service Ethernet et Wi-Fi.

MedUX 2018 vise la création d'un écosystème renforçant les sondes fixes avec les applications mobiles. Ainsi les applications pourront : communiquer avec la sonde pour faire des ajustements locaux, conduire des tests de vérification de la couverture Wi-Fi dans la maison, extraire des KPI Wi-Fi (utilisation du canal et des canaux voisins), etc.

Comme la plupart des utilisateurs font usage du Wi-Fi sur leur réseau fixe, MedUX adresse leurs besoins avec une combinaison de mesures spécifiques Wi-Fi et de compléments apportés par des moyens additionnels de l'écosystème. Avec une couverture complète de la maison de l'utilisateur final, MedUX peut mesurer exhaustivement l'impact de la qualité Wi-Fi aussi bien sur les indicateurs techniques que d'usage.

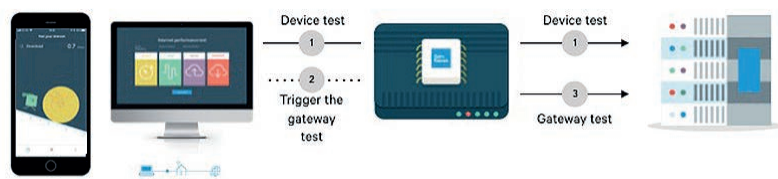


Sam CRAWFORD,
CTO and founder, **SamKnows**



Ces dernières années, les vitesses d'accès à internet et le nombre d'appareils connectés au Wi-Fi de la maison ont connu une augmentation significative. Cependant, la qualité de la connectivité n'a pas suivi cette tendance et les facteurs internes au domicile sont souvent à l'origine de problèmes de performance et de fiabilité de l'internet. Sauf si les tests sont réalisés dans des conditions de laboratoire optimales, même les *smartphones* et les réseaux Wi-Fi de dernière génération ne parviennent pas à saturer une ligne à 1 Gbit/s.

Par ailleurs, il n'y a souvent pas de moyen facile pour un utilisateur ou même pour un FAI de savoir de manière fiable si le problème est causé par des facteurs à l'intérieur ou à l'extérieur de la maison. SamKnows a développé un test de performance en deux étapes qui mesure activement la performance entre le terminal de l'utilisateur et internet d'une part, et entre le routeur SamKnows (ou Whitebox) et internet d'autre part.



Source : SamKnows



« LES FACTEURS
INTERNES AU DOMICILE
SONT SOUVENT
À L'ORIGINE
DE PROBLÈMES
DE PERFORMANCE
ET DE FIABILITÉ
DE L'INTERNET. »

Ces deux résultats permettent de déterminer si le goulot d'étranglement se situe au niveau du terminal, du réseau domestique ou de la ligne internet.

Ces informations peuvent être utiles dans bien des situations : un utilisateur peut par exemple s'en servir pour auto-diagnostiquer sa ligne et résoudre un problème de connectivité sans même avoir à contacter son FAI. Ces mesures de performance ne sont pas limitées à des tests de débit. N'importe quel indicateur SamKnows, comme les tests de *streaming* vidéo ou de jeux en ligne, peut être évalué de cette manière.

MESURE DES PERFORMANCES WI-FI



Dr John CIOFFI,
Président Directeur Général, **ASSIA Inc**



L'ultra haut débit devient désormais une réalité pour une partie croissante de la population. Cette explosion des débits s'accompagne d'une augmentation du nombre de terminaux connectés sans fil. Pour les réseaux fixes, cette révolution se traduit par de nouvelles contraintes sur le réseau de distribution domestique qui dès lors s'appuie de plus en plus sur le Wi-Fi devenant désormais un élément critique dans la qualité d'expérience.

Des études effectuées par ASSIA sur les réseaux de ses clients montrent que dans la bande Wi-Fi 2,4 GHz, 30 % des

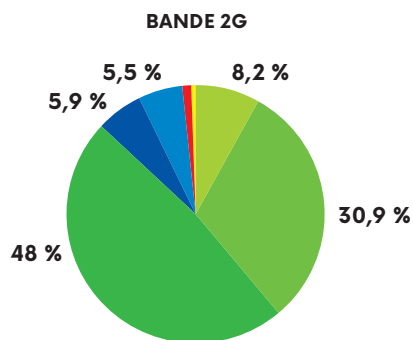
lignes souffrent de problématiques de débit/latence sur le lien station/point d'accès Wi-Fi impactant l'utilisateur. Ce chiffre diminue à 10 % pour la bande 5 GHz. Dans la bande 2,4 GHz, 40 % des stations ont un débit inférieur à 50 Mbit/s (1 % des stations ont un débit inférieur à 3 Mbit/s), dans la bande 5 GHz ce chiffre tombe à 20 %. Parallèlement nous observons également que l'équipement de l'utilisateur, sur une même technologie Wi-Fi, joue un rôle primordial dans le débit Wi-Fi disponible et que les performances varient de manière importante en fonction du matériel utilisé. En 15 ans,

la façon de « consommer » l'internet chez soi a été profondément modifiée: d'un ordinateur de bureau connecté par un câble Ethernet au modem, nous disposons aujourd'hui d'une multitude d'équipements connectés, la quasi-totalité en Wi-Fi (12 en moyenne par foyer en Amérique du Nord).

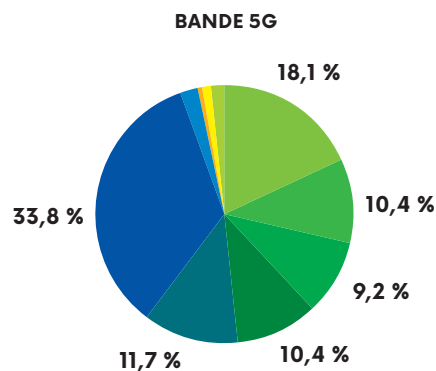
Les méthodes d'analyse de la qualité de service basées sur le débit doivent également évoluer pour prendre en compte ces réalités et notamment l'impact du Wi-Fi sur ces mesures.

Pour plus d'informations : <https://www.assia-inc.com/defining-next-wi-fi-revolution/>

DÉBITS MESURÉS PAR ASSIA EN FONCTION DES BANDES DE FRÉQUENCE WI-FI



- - 3 Mbit/s
- 3 Mbit/s - 5 Mbit/s
- 5 Mbit/s - 10 Mbit/s
- 10 Mbit/s - 30 Mbit/s
- 30 Mbit/s - 50 Mbit/s
- 50 Mbit/s - 100 Mbit/s
- 100 Mbit/s - 150 Mbit/s
- 150 Mbit/s



- - 3 Mbit/s
- 3 Mbit/s - 5 Mbit/s
- 5 Mbit/s - 10 Mbit/s
- 10 Mbit/s - 30 Mbit/s
- 30 Mbit/s - 50 Mbit/s
- 50 Mbit/s - 100 Mbit/s
- 100 Mbit/s - 150 Mbit/s
- 150 Mbit/s - 200 Mbit/s
- 200 Mbit/s - 250 Mbit/s
- 250 Mbit/s - 300 Mbit/s
- 300 Mbit/s - 500 Mbit/s
- 500 Mbit/s

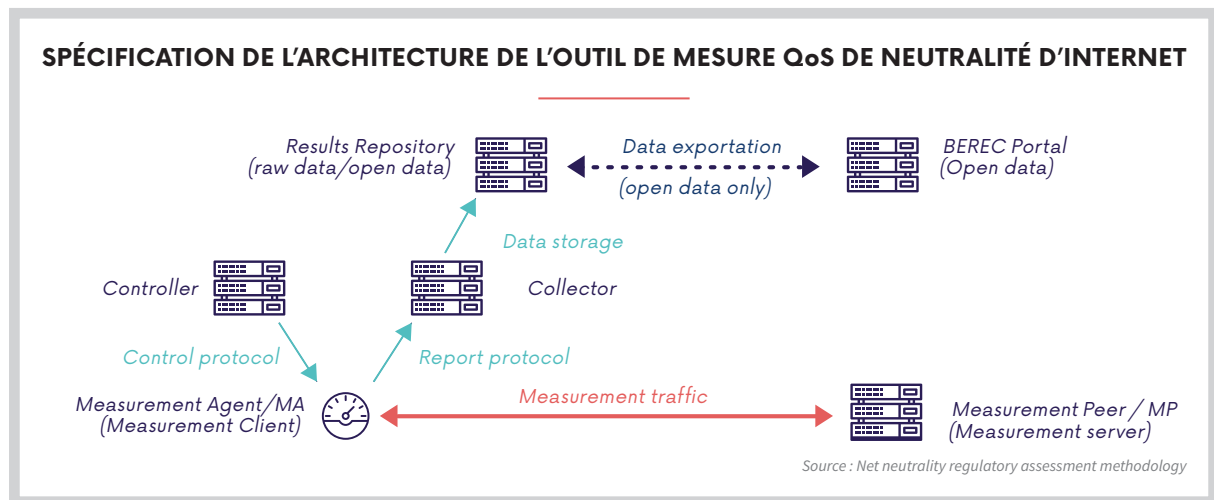
Source : ASSIA

3. LE TRAVAIL AUTOUR D'OUTILS EN PROPRE COMPLÉMENTAIRES

3.1. L'outil commun du BEREC

En octobre 2017, le BEREC a publié deux rapports posant les bases d'un outil commun de mesure de la qualité de service : le rapport « *Net neutrality regulatory assessment methodology* »²², qui donne des recommandations sur

les méthodologies de mesure de différents indicateurs de qualité de service, et le rapport « *Net neutrality measurement tool specification* »²³, qui spécifie l'architecture d'un tel outil.



À la suite de ces travaux, le BEREC a lancé en mars 2018 un appel d'offres visant à sélectionner le prestataire qui développera l'outil.

Le cahier des charges inclut trois composants essentiels : un logiciel *open source*, qui permettra de mesurer les différents indicateurs et pourra être réutilisé par les Autorités de régulation nationales (ARN) qui souhaiteront implémenter l'outil ; un système de mesure de référence, qui exécutera le logiciel *open source* et présentera les résultats de mesure en *open data* (la « *proof-of-concept* », qui servira d'implémentation de référence) ; et un portail BEREC, qui collectera et traitera les résultats des mesures afin de générer des statistiques, des cartes et des rapports.

Les fonctionnalités exactes de l'outil dépendront des options proposées par le prestataire sélectionné. *A minima*, l'outil BEREC sera constitué d'une application mobile (sur Android et iOS) et d'un testeur web capables de mesurer les indicateurs techniques habituels (débits, latence, etc.) ainsi que le blocage des ports. S'ils sont

proposés par le prestataire, l'outil pourra mesurer également des indicateurs d'usage tel que le temps de chargement d'une page web ou la qualité d'un *streaming* vidéo, et des indicateurs liés à la neutralité du net tel que la détection de proxy ou de manipulation DNS²⁴. Une version installable de l'outil (sur Windows, Mac et/ou Linux) pourrait aussi être disponible.

La fin du développement des trois composants mentionnés ci-dessus est prévue pour le troisième trimestre 2019. Par la suite, les ARN pourront, sur base volontaire, implémenter l'outil sur leur territoire après une adaptation aux besoins nationaux (traduction de l'interface utilisateur, mise en place de serveurs de tests locaux, ajout d'indicateurs de test supplémentaires, etc.).

Une grande partie des ARN, dont certaines possédant déjà un système de mesure national, voit un réel intérêt à adopter cet outil. En effet, il permettra notamment de garantir une méthodologie de mesure harmonisée entre pays européens et de fournir des mesures transfrontalières, plus représentatives de la

²² http://www.berec.europa.eu/eng/document_register/subject_matter/berec/regulatory_best_practices/methodologies/7295-berec-net-neutrality-regulatory-assessment-methodology

²³ http://berec.europa.eu/eng/document_register/subject_matter/berec/reports/7296-net-neutrality-measurement-tool-specification

²⁴ *Domain Name System*.

connectivité internet réelle à travers l'Europe (qui reste rarement nationale). Il facilitera en outre le partage de connaissance et d'expertise entre les différents ARN ayant adopté l'outil.

Néanmoins, comme pour les outils de *crowdsourcing* existants sur les réseaux fixes, la caractérisation de l'environnement utilisateurs restera très faible. Ainsi, le chantier A de la démarche de co-construction de l'Arcep est indispensable et complémentaire aux travaux sur l'outil BEREC, dans lesquels l'Arcep s'investit également.

3.2. Le suivi par l'Arcep de la qualité de l'internet mobile

Depuis 1997, l'Arcep mène chaque année une enquête d'évaluation de la qualité des services mobiles des opérateurs métropolitains. L'objectif est d'apprécier, sur une base comparative, la qualité des services mobiles offerts aux utilisateurs par les opérateurs mobiles, et refléter ainsi l'expérience des utilisateurs dans différentes situations d'usage (en ville, en zone rurale, dans les transports, etc.) et pour les principaux services utilisés (appels, SMS, chargement de page web, *streaming* vidéo, téléchargement de fichiers, etc.). En 2017, plus d'un million de mesures en 2G, 3G et 4G ont été réalisées sur l'ensemble du territoire, dans tous les départements (à l'intérieur et à l'extérieur des bâtiments) et dans les transports (TER, Transiliens, RER, métros, TGV, routes).

Afin de mettre en valeur ces résultats, l'Arcep a lancé en 2017 un nouvel outil cartographique et interactif, *monreseau mobile.fr*, qui permet de visualiser l'ensemble des données de cette enquête de qualité de service, ainsi que données relatives à la couverture des opérateurs. Si les cartes de couverture mobile des opérateurs – réalisées à partir de simulations numériques – donnent une information nécessaire sur l'ensemble du territoire, elles présentent des visions simplifiées de disponibilité des services mobiles. Ces cartes sont complétées par les données relatives à la qualité de service réalisées en conditions réelles : elles n'offrent pas une vision exhaustive du territoire, mais permettent de connaître de façon précise le niveau de service proposé par chaque opérateur dans tous les lieux mesurés.

L'enquête annuelle menée par l'Arcep permet de mesurer la progression de la qualité de service des réseaux de chacun des opérateurs. En particulier, le suivi par l'Arcep des performances de la 4G s'est avéré essentiel : fin 2017, les utilisateurs 4G représentaient environ 90 %²⁵ du volume total d'échange de données mobiles. En effet, afin de suivre l'explosion des usages, la 4G est devenue le fer de lance des investissements des opérateurs.

Les débits moyens en téléchargement relevés sur les réseaux mobiles sont en constante progression. En 2017, ils s'établissaient à 24 Mbit/s toute technologie (2G, 3G, 4G) et tout opérateur confondu. En 4G, ce débit est sensiblement supérieur : 34 Mbit/s, lui-aussi en constante progression. Par ailleurs, en 2017, 78 % des pages web

À SAVOIR



Obligations de transparence des opérateurs

L'article 4.1 d) du règlement européen relatif à l'accès à un internet ouvert* prévoit notamment que les FAI mettent à disposition de leurs clients « une explication claire et compréhensible » concernant les débits montants et descendants alloués dans leurs offres d'accès à internet. Ainsi, en application du règlement, les FAI sont tenus d'inclure dans leurs contrats les débits minimums, normalement disponibles, et maximum pour les réseaux fixes, et le débit maximum pour les réseaux mobiles.

Les lignes directrices du BEREC pour la mise en œuvre par les Autorités nationales du règlement européen** apportent des premières précisions quant à la définition de chaque type débit. Dans le but d'obtenir des engagements harmonisés de la part des FAI, l'Arcep et la DGCCRF travaillent à la mise en œuvre pratique de ces dispositions. En parallèle, l'Autorité étudie les possibilités d'un mécanisme de contrôle qui permettrait d'évaluer l'écart entre les performances réelles et les performances annoncées dans le contrat.

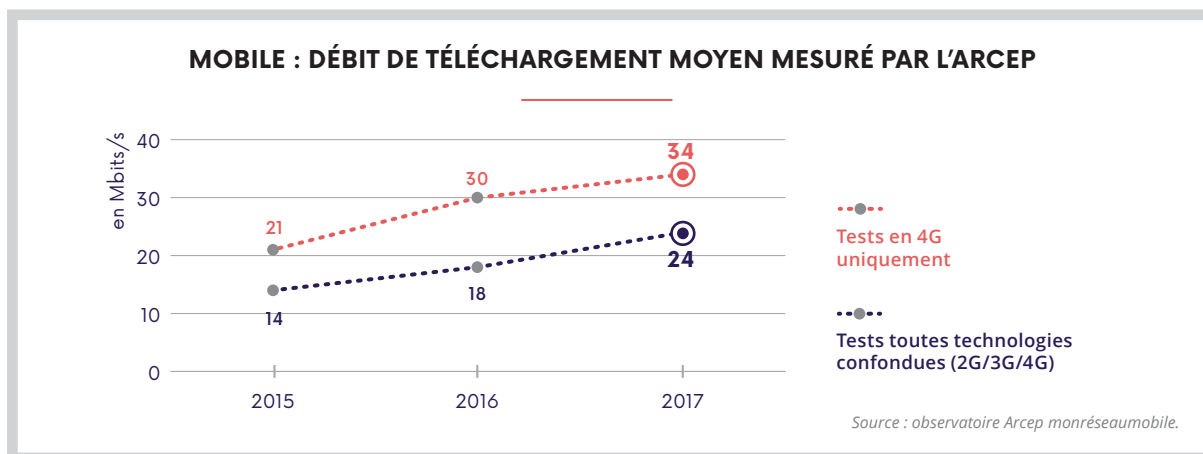
* <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:32015R2120&from=FR>

** https://www.arcep.fr/fileadmin/uploads/tx_gspublication/2016-10-21-Lignes-directrices-NN-version-francaise.pdf

²⁵ Donnée issue de l'observatoire des marchés des communications électroniques en France pour le T4 2017 : <https://www.arcep.fr/index.php?id=13921>
Données concernant les résultats issus de l'observatoire Arcep 2017 : https://www.arcep.fr/fileadmin/reprise/observatoire/qsmobile/2017-06-21_Rapport_QoS_Data.pdf

mesurées par l'Arcep - parmi un échantillon des 30 sites les plus consultés en France - étaient chargées en moins de 10 secondes. La 4G apporte également un gain très

important sur cet indicateur puisque le taux de pages web chargées en moins de 10 secondes uniquement en 4G s'établit quant à lui à 95 %²⁶.



Afin de compléter la vision de l'Arcep et de la rendre toujours plus en phase avec les attentes des utilisateurs, l'Arcep souhaite, au-delà de ses propres mesures, accentuer ses interactions avec les acteurs de mesures tiers, que cela soit du *crowdsourcing* mobile ou d'autres acteurs, comme SNCF ou RATP. Les liens tissés et à développer permettront l'émergence d'une appréhension commune des méthodologies de collecte des données, tout en visant un haut niveau d'exigence de qualité, de transparence et de représentativité. C'est dans ce sens, par exemple, que l'Arcep et QoSi ont annoncé en janvier 2018 l'intégration, en plus des données relatives à la qualité de service mobile, des données relatives à la couverture mobile en services voix et SMS dans le comparateur Qosbee.

QoSi transmettra également à l'Arcep les données obtenues de son côté *via* ses applications de *crowdsourcing* et ses propres enquêtes terrain. Non seulement les données obtenues permettront à l'Arcep de renforcer sa connaissance de la qualité de service des opérateurs, mais elles pourraient également être publiées sur *monreseaumobile.fr*, en complément des mesures Arcep, afin d'enrichir la restitution qui en est faite aux utilisateurs. Cette démarche partenariale s'inscrit pleinement dans les chantiers de co-construction exposés ci-dessus, concernant aussi bien les réseaux fixes que les réseaux mobiles.

²⁶ Méthodologie de mesure disponible au lien suivant : https://www.arcep.fr/fileadmin/reprise/observatoire/qsmobile/2017-06-21_Rapport_QoS_Data.pdf



CO-CONSTRUCTION ET ÉCHANGE DE DONNÉES PUBLIC-PRIVÉ



Fabien RENAUDINEAU,
CEO, **QoSi**



L'Arcep s'est engagée dans une stratégie de régulation par la data : nouveau mode d'action du « pouvoir par la multitude » qui fait de chaque citoyen un micro-régulateur grâce à une information précise et personnalisée. Les services proposés par QoSi s'inscrivent parfaitement dans le *nudge*²⁷ voulu par l'Arcep. Nous faisons donc le choix de travailler étroitement avec l'Arcep en participant aux groupes de réflexion et de co-construction des prochains cadres de régulation sur les services mobiles mais aussi, plus récemment, sur ceux du fixe.

Plus encore, sur la qualité de service mobile, nous avons noué un partenariat portant notamment sur un échange mutuel de données entre le régulateur et notre application Qosbee. En alimentant Qosbee des données de couverture mobile (voix et SMS), l'Arcep donne la possibilité à chaque utilisateur de connaître le meilleur opérateur mobile en fonction

de ses usages et ses lieux de vie. Ces derniers mois, cette nouvelle dynamique de régulation « à la française » rencontre un intérêt manifeste et grandissant chez les régulateurs en Afrique et dans certains pays d'Asie. Un signe supplémentaire que cette vision est porteuse de grandes opportunités pour nos marchés.



« CETTE NOUVELLE DYNAMIQUE DE
RÉGULATION “À LA FRANÇAISE” [...] EST PORTEUSE
DE GRANDES OPPORTUNITÉS POUR
NOS MARCHÉS. »

²⁷ La théorie du *nudge* est un concept des sciences du comportement qui fait valoir que des suggestions indirectes peuvent influencer la prise de décision des individus, de manière aussi efficace sinon plus efficacement que l'instruction directe ou la législation.

Annexes

I. CODE DE CONDUITE VBÊTA

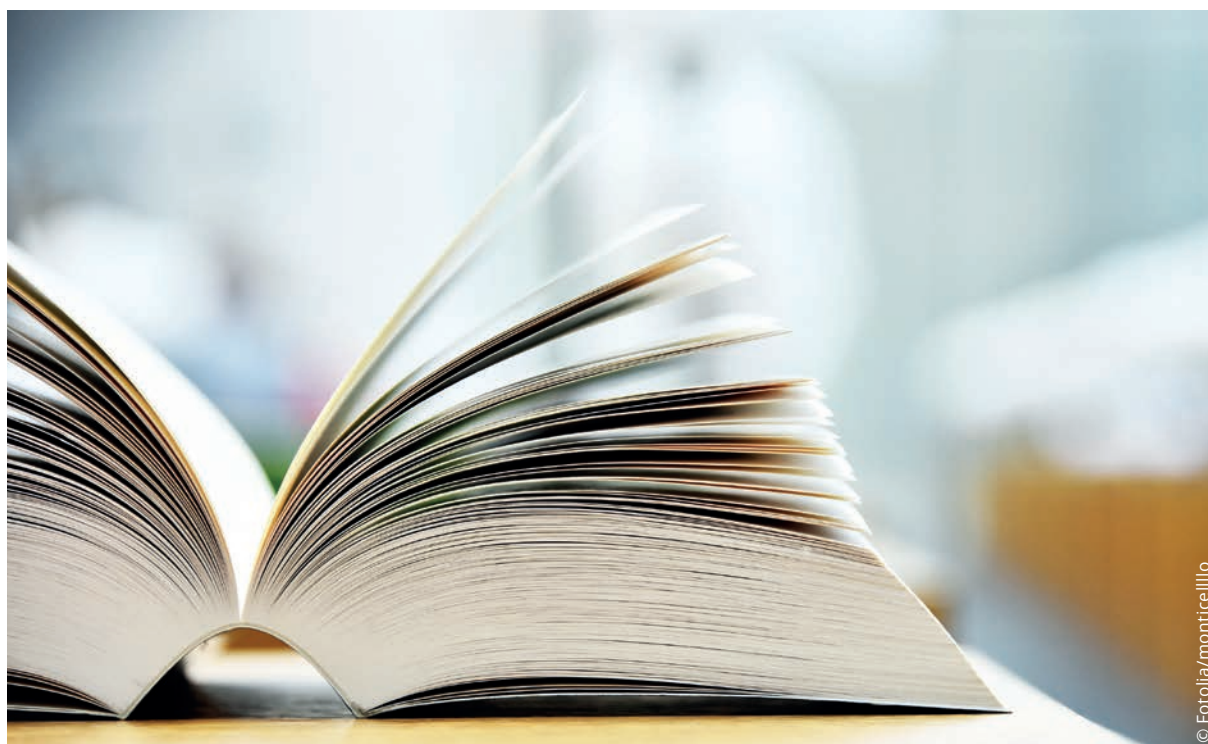
Il semble indispensable à l'Arcep que les publications éventuelles des outils de *crowdsourcing* s'accompagnent d'une transparence sur les choix réalisés afin que toute personne tierce puisse expliquer les résultats obtenus et les potentielles différences observées d'une publication à une autre. Par ailleurs, si la plupart des choix réalisés présentent un intérêt, certaines pratiques semblent plus discutables et gagneraient à être modifiées.

Ainsi, l'Arcep aimerait établir un « code de conduite » à destination des acteurs de la mesure de la qualité de service et d'expérience de l'internet qui comporterait deux volets :



- une liste de « critères de transparence » indispensables à la compréhension des résultats d'une publication sur la mesure de la qualité de l'internet, qui devrait accompagner toute publication de résultats ;

- une liste des bonnes pratiques que l'Arcep souhaiterait voir associées aux techniques de mesure utilisées.

L'Arcep envisage un code de conduite évolutif, c'est-à-dire qui intègre au fur et à mesure des versions de nouveaux critères de transparence et les nouvelles bonnes pratiques identifiées. En effet, ce code de conduite bêta présente les critères de transparence et des bonnes pratiques qui découlent directement des avancées sur les chantiers B et C. La poursuite de ces chantiers ainsi que les autres chantiers actuellement en cours de cadrage mais tout autant essentiels (représentativité statistique, lutte contre la fraude, etc.) viendront enrichir les versions futures de ce code.





1.1. Méthodologie de mesure des indicateurs techniques (débits, latence)

	CRITÈRES DE TRANSPARENCE	EXEMPLES	BONNES PRATIQUES ASSOCIÉES
DÉBIT 	Protocole de mesure	TCP, UDP	-
	Port(s) utilisé(s)	80, 443, 8080, 8443	-
	Nombre de <i>threads</i> utilisés	<i>Monothread</i> ou <i>multithread</i> (nombre exact de <i>threads</i>)	-
	Temps de test ou volume de data téléchargé	Arrêt dès qu'une des deux limites est atteinte : 10 secondes ou 500 Mo	Temps de test > 7 secondes
	Chiffrement du flux	Non chiffré, sslv3, tls1.2	-
	Prise en compte du <i>slow start</i>	Exclusion des 2 premières secondes de test, prise en compte du <i>slow start</i>	-
	Protocole IP utilisé lors du test	IPv4 uniquement, IPv6 sur demande, IPv6 systématiquement si disponible de bout en bout	-
Explicitation du(des) indicateur(s) affiché(s)	Capacité, débit moyen, débit médian, débit en régime établi, débit au 90 ^e centile	-	
LATENCE 	Protocole de mesure	TCP, UDP, ICMP	-
	Port(s) utilisé(s)	80, 443, 8080, 8443	-
	Nombre d'échantillons	1, 2, 5, 10, 30 tests	Nombre d'échantillons au moins égal à 10
	<i>Time out</i>	<i>Time out</i> de 2 ou 10 secondes, pas de <i>time out</i>	-
	Chiffrement du flux	Non chiffré, sslv3, tls1.2	-
	Protocole IP utilisé lors du test	IPv4 uniquement, IPv6 sur demande, IPv6 systématiquement si disponible de bout en bout	-
	Explicitation du(des) indicateur(s) affiché(s)	Latence minimum, latence moyenne, latence au 10 ^e centile	-

Un test de débit d'une durée trop limitée pourrait affecter sa représentativité puisqu'il mesurerait alors uniquement le débit pendant sa période de montée en puissance liée à l'utilisation du protocole TCP (*slow start*).

Concernant la mesure de la latence, un nombre d'échantillons minimum est indispensable afin de garantir une plus grande fiabilité de la mesure de cet indicateur très variable en fonction d'un état donné du réseau.


1.2. Méthodologie de mesure des indicateurs d'usage (navigation web, lecture de vidéo en *streaming*)

	CRITÈRES DE TRANSPARENCE	EXEMPLES	BONNES PRATIQUES ASSOCIÉES
NAVIGATION WEB 	Sélection et nombre de sites testés	5 sites tirés au hasard parmi les 100 les plus populaires	-
	Prise en compte d'un <i>time out</i>	<i>Time out</i> de 5, 10, 15 secondes, pas de <i>time out</i>	<i>Time out</i> de moins de 20 secondes
	État du cache	Cache vide ou en l'état	-
	Explicitation du(des) indicateur(s) affiché(s)	Chargement de toute la page ou seulement des éléments dans le nom de domaine, exclusion des publicités	-
LECTURE DE VIDÉO EN STREAMING 	Sélection des vidéos testées	Vidéo la plus populaire du pays qui a une résolution d'au moins 720p	-
	Nombre de <i>threads</i> utilisés	<i>Monothread</i> ou <i>multithread</i> (nombre exact de <i>threads</i>)	-
	Protocole du test de vidéo	HTTP, HTTPS, QUIC	-
	Chiffrement du flux	Non chiffré, sslv3, tls1.2	Même chiffrement que celui proposé par défaut sur la plateforme testée
	Longueur du test de vidéo	Test de 30 secondes, deux fois 10 secondes	-
	Résolution(s) de la(des) vidéo(s)	1 ^e vidéo à 360p et seconde vidéo à 1080p	-
	Explicitation du(des) indicateur(s) affiché(s)	Nombre de coupures, temps de chargement avant lecture	-

Un *time out* trop long pourrait notamment avoir pour conséquence d'augmenter artificiellement la moyenne des temps de chargement des pages web lorsque le service ne répond pas.

Enfin, il semble pertinent que l'indicateur de lecture de vidéo en *streaming* corresponde à la réalité des usages en utilisant le même chiffrement que celui proposé par défaut par la plateforme effectivement testée.

1.3. Caractéristiques des mires de test

	CRITÈRES DE TRANSPARENCE	EXEMPLES	BONNES PRATIQUES ASSOCIÉES
MIRES DE TEST 	Localisation des mires	Dans le réseau des FAI, à l'IXP, chez un <i>Tier 1</i>	-
	Méthode de sélection de la mire de test	Aléatoire, pour minimiser la distance géographique, pour minimiser la latence, pour maximiser le débit, utilisation de l'anycast	-
	Capacité des mires en Mbit/s ou Gbit/s	1 Gbit/s	Exclusion des tests dont la mire est le facteur limitant (a minima la mire doit avoir une capacité d'au moins 2 fois celle de la ligne testée)
	Possibilité de réaliser des tests IPv6 avec la mire	Oui, non	-
	Port(s) de test proposé(s) par la mire	80, 443, 8080, 8443	-
	Optimisation de la pile TCP/IP	Oui, non	-

Il est possible, en cas de tests simultanés sur une même mire ou de test de très haut débit, que la capacité de la mire soit le facteur limitant du débit calculé. Dans ce cas, il semble pertinent de ne pas tenir compte de ces tests. L'Arcep ayant conscience qu'il n'est pas toujours aisé d'obtenir directement la capacité du serveur, il semble néanmoins important d'être capable d'identifier ces tests *a posteriori* pour les exclure des éventuelles publications.

2. DÉTAILS DE LA SOLUTION EXPLICITÉE, DANS LE CHANTIER A « CARACTÉRISATION DE L'ENVIRONNEMENT UTILISATEUR »

2.1. Implémentation d'une API « carte d'identité de l'accès » permettant à la box de fournir des informations aux outils de mesure

Dans cette première partie de solution, l'outil envoie une requête HTTP GET à la box, à laquelle la box répond par les informations qu'elle connaît à l'instant t dans un format à définir. À savoir, pour la plupart des opérateurs à ce stade :

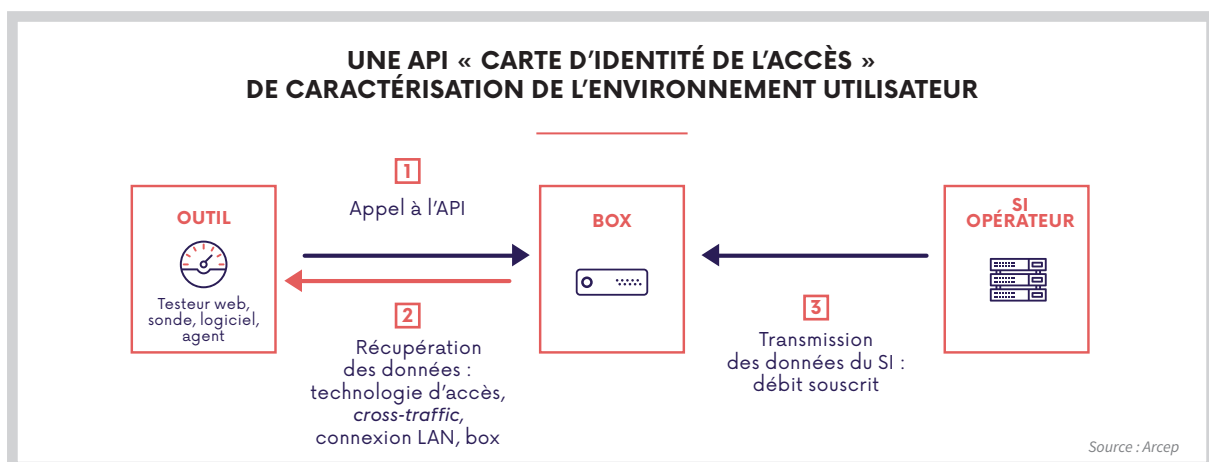
- la technologie (Re-ADSL2, ADSL2+, VDSL2, câble, FTTH, radio 4G, satellite);
- le débit de synchronisation (dans le cas des lignes xDSL);
- le débit du port WAN de la box (dans le cas des lignes FTTH dont l'ONT est externe);
- le compteur de trafic sur le port WAN: l'outil appellera cette fonction afin de vérifier si l'incréméntation du compteur WAN correspond au volume de data utilisé par le test, ou au contraire s'il y a eu du *cross-traffic*;
- le type de connexion (Ethernet, Wi-Fi et CPL si la box est en mesure de le détecter);
- dans le cas d'une connexion LAN en Wi-Fi, les informations sur le signal Wi-Fi (bande de fréquence, protocole 802.11, largeur de canal);

- dans le cas d'une connexion Ethernet, le débit du port LAN utilisé;
- dans le cas d'une connexion CPL, si la box est en mesure de remonter cette information le débit négocié;
- les informations sur les caractéristiques de la box (marque, modèle, version hardware, version *software*).

2.2. Implémentation d'une API permettant au système d'information des FAI de transférer les informations manquantes à la box

Si la box requêtée ne possède pas en local les informations ci-dessous, le SI de l'opérateur lui transférera *via* une API les informations sur l'offre commerciale (pour le câble, le FTTH et le satellite uniquement), *a minima* le(s) débit(s) souscrit(s).

Cette solution permet à la fois de laisser le choix aux FAI de la meilleure façon de transférer ces informations à la box et d'offrir une interface unique aux outils qui souhaitent caractériser leur test. Le *provisionning* devra s'effectuer suffisamment fréquemment pour que les informations remontées soient le plus à jour possible.



Lexique

Les définitions énoncées ci-dessous sont uniquement utilisées dans le cadre du présent rapport pour en faciliter sa lecture.

Agent dans la box : outil de mesure de QoS et/ou QoE installé directement dans la box des FAI.

Android : système d'exploitation mobile développé par Google.

ANSSI (Agence Nationale de la Sécurité des Systèmes d'Information) : service gouvernemental français à compétence nationale chargé de la sécurité et de la défense des systèmes d'information.

API (Application Programming Interface) : interface de programmation applicative qui permet à deux systèmes de s'interopérer et de communiquer sans qu'ils aient été conçus initialement dans cet objectif. Plus précisément, ensemble normalisé de classes, de méthodes ou de fonctions à travers lequel un logiciel offre des services à d'autres logiciels.

ARN (Autorité de Régulation Nationale) : l'organisme ou les organismes chargés par un État membre du BEREC de la régulation des communications électroniques.

BEREC (Body of European Regulators for Electronic Communications) : instance européenne indépendante créée par le Conseil de l'Union européenne et le Parlement européen qui rassemble les régulateurs des communications électroniques des vingt-huit États membres de l'Union européenne.

Câble ou « réseaux câblés » : réseaux de communications électroniques constitués d'un cœur de réseau en fibre optique et d'une terminaison en câble coaxial. Historiquement conçus pour diffuser des services de télévision, ces réseaux permettent depuis plusieurs années d'offrir également des services de téléphonie et d'accès à l'internet grâce à l'utilisation de la bande passante non mobilisée par les flux de télévision.

CDN (Content Delivery Network) : réseau de diffusion de contenu sur internet.

CDN interne : CDN situé directement dans le réseau des FAI.

CGN (Carrier-grade NAT) : mécanisme de traduction d'adresse réseau (*Network Address Translation* ou NAT) à grande échelle, utilisé notamment par des FAI dans le but de diminuer la quantité d'adresses IPv4 utilisées.

[Adaptateurs] CPL (Courants Porteurs en Ligne) : équipement qui permet de transporter internet par le réseau électrique à l'intérieur d'une habitation à la place d'un câble Ethernet ou du Wi-Fi.

Cross-traffic : dans le chapitre 1, le *cross-traffic* fait référence au trafic généré pendant un test de QoS et/ou QoE par une autre application que celle réalisant le test, sur le même terminal ou sur un autre terminal connecté à la même box. Le *cross-traffic* diminue le débit disponible pour le test.

Crowdsourcing : dans le chapitre 1, les outils de *crowdsourcing* font référence aux dispositifs qui centralisent des mesures de QoS et/ou QoE réalisées par des utilisateurs réels.

Débit : quantité de données numériques transmises par unité de temps. Le débit s'exprime souvent en bits par seconde (bit/s) et ses multiples Mbit/s, Gbit/s, Tbit/s, etc. Il convient de distinguer la vitesse à laquelle les données peuvent être :

- envoyées depuis un ordinateur, un téléphone ou tout autre équipement terminal connecté à l'internet, comme pendant l'envoi de photographies vers un site d'impression en ligne : on parle alors de débit montant ;
- reçues depuis un équipement terminal connecté à l'internet, comme lors du visionnage d'une vidéo en ligne ou du chargement d'une page web : on parle de débit descendant.

DGCCRF (Direction Générale de la Concurrence, de la Consommation et de la Répression des Fraudes) : service de l'administration française qui a pour objet de veiller au bon fonctionnement des marchés, au bénéfice des consommateurs et des entreprises.

DNS (Domain Name System): mécanisme de traduction des noms de domaine internet en adresses IP.

DPI (Deep Packet Inspection): équipement d'infrastructure de réseau consistant à analyser le contenu des paquets IP afin de les prioriser, les filtrer ou en tirer des statistiques.

Ethernet (câble): nom usuel du connecteur RJ45 supportant le protocole de communication de paquets Ethernet.

FAI: Fournisseur d'Accès à Internet.

FCA (Fournisseurs de Contenu et d'Applications): fournisseurs du contenu (pages web, blogs, vidéos) et/ou des applications (moteurs de recherche, applications VoIP) sur internet.

FCC (Federal Communications Commission): agence indépendante du gouvernement des États-Unis chargée de réguler les télécommunications ainsi que les contenus des émissions de radio et de télévision.

FTC (Federal Trade Commission): agence indépendante du gouvernement des États-Unis chargée de l'application du droit de la consommation et du contrôle des pratiques commerciales anticoncurrentielles.

FttH ou « réseaux fibrés » (Fiber to the Home): réseau de communications électroniques à très haut débit en fibre optique jusqu'à l'abonné, c'est-à-dire pour lequel la fibre optique se termine dans le logement ou le local de l'abonné.

HTTP (Hypertext Transfer Protocol): protocole de communication client-serveur développé pour le World Wide Web.

HTTPS (HTTP Secured): protocole HTTP sécurisée par l'usage des protocoles SSL ou TLS.

ICMP: protocole utilisé pour véhiculer des messages de contrôle et d'erreur. Il peut servir à mesurer la latence *via* la commande « ping » intégrée à tous les systèmes d'exploitation.

INC (Institut National de la Consommation): établissement public à caractère industriel et commercial placé sous la tutelle du ministre chargé de la consommation au service des consommateurs et des associations qui les représentent.

iOS: système d'exploitation mobile développé par Apple pour ses appareils mobiles.

IP (Internet Protocol): protocole de communication qui permet un service d'adressage unique pour l'ensemble des terminaux utilisé sur internet. IPv4 (IP version 4) est le protocole utilisé depuis 1983. IPv6 (IP version 6) est son successeur.

IPv6-Ready: qui est compatible avec le protocole IPv6, mais sur lequel IPv6 n'est pas nécessairement activé par défaut.

ISOC (Internet Society): association de droit américain à vocation internationale visant à promouvoir et coordonner le développement des réseaux informatiques dans le monde.

IXP (Internet Exchange Point) ou GIX (Global Internet Exchange): infrastructure physique permettant aux FAI et FCA qui y sont connectés d'échanger du trafic internet entre leurs réseaux grâce à des accords de *peering* public.

LAN (Local Area Network): réseau local. Pour un particulier, il s'agit du réseau constitué de la box du FAI et de tous les périphériques qui y sont connectés en Ethernet ou en Wi-Fi.

Latence: délai nécessaire à un paquet de données pour passer de la source à la destination à travers un réseau. La latence est exprimée en millisecondes.

Mesure de débit en *monothread* : mesure du débit avec une unique connexion TCP.

Mesure de débit en *multithread* : mesure du débit avec plusieurs connexions TCP en parallèle.

NAS (*Network Attached Storage*) : serveur de fichiers autonome, relié à un réseau dont la principale fonction est le stockage de données.

ONT (*Optical Network Termination*) : équipement du réseau FttH Gpon situé chez le client. Un ONT peut-être externe à la box (cas le plus fréquent) ou intégré dans une cage SFP.

OS (*Operating System*) : système d'exploitation. Logiciel qui permet de faire fonctionner un périphérique, comme Windows, Mac OS, Linux, Android ou iOS.

OTT (*over-the-top*) : qualifie les services de communications électroniques fournis par des FCA sur internet

Peering : désigne l'échange de trafic internet entre deux pairs (ou *peers*). Un lien de *peering* peut être gratuit ou payant (pour celui qui envoie le plus de trafic vers son pair). Le *peering* peut par ailleurs être public, lorsqu'il est réalisé à un IXP (*Internet Exchange Point*), ou privé, lorsqu'il s'effectue dans le cadre d'un PNI (*Private Network Interconnect*), c'est-à-dire d'une interconnexion directe entre deux opérateurs.

Politique de *peering* (ou *peering policy*) : désigne un document de référence, généralement public, contenant les stratégies des opérateurs en matière d'interconnexion.

QoE (*Qualité d'Expérience*) : dans le cadre du chapitre 1, qualité de l'expérience de l'utilisateur sur internet lors d'usages donnés. Elle est mesurée par des indicateurs dits « d'usage » comme le temps de téléchargement de pages web ou la qualité de la lecture de vidéo en *streaming*.

QoS (*Qualité de Service*) : dans le cadre du chapitre 1, qualité de service du réseau internet mesurée par des indicateurs dits « techniques » comme le débit montant ou descendant, la latence ou la gigue. Il arrive souvent que le terme QoS soit utilisé pour désigner à la fois la qualité de service au sens de la présente définition et la qualité d'expérience.

QUIC (*Quick UDP Internet Connection*) : QUIC est un protocole expérimental transportant les données sur de l'UDP, développé et utilisé par Google dans le but de diminuer le temps de chargement des pages web.

Formation RDPI (*Formation de Règlement des Différends, de Poursuite et d'Instruction de l'Arcep*) : formation de l'Arcep composée de quatre membres du collège de l'Autorité dont le président qui statue sur les décisions en matière d'enquête prises sur le fondement des articles L. 5-9 et L. 32-4 du code des postes et des communications électroniques, sur les décisions de règlement des différends ainsi que sur les décisions ayant trait à l'exercice des poursuites dans le cadre de la procédure de sanction (ouverture, mise en demeure, notification des griefs ou non-lieu à poursuivre, mesures conservatoires).

SI (*Système d'Information*) : ensemble organisé de ressources qui permet de collecter, stocker, traiter et diffuser de l'information.

Slow start (*démarrage lent*) : algorithme du protocole TCP qui consiste à augmenter progressivement le débit au cours du téléchargement.

Sonde matérielle : outil de mesure de QoS et/ou QoE qui prend souvent la forme d'un boîtier à connecter à la box du FAI *via* un câble Ethernet. La sonde matérielle teste généralement de manière passive et automatique la ligne internet.

TCP (*Transmission Control Protocol*) : protocole de transport fiable, en mode connecté, développé en 1973. En 2018, la majeure partie du trafic sur internet utilise le protocole TCP, au-dessus du protocole IPv4 ou IPv6.

Testeur web : outil de mesure de QoS et/ou QoE accessible depuis un site internet.

Tier 1 : réseau capable de joindre tous les réseaux internet par une interconnexion directe (*peering*) sans avoir de transitaire. En 2018, 18 opérateurs sont *Tier 1* : AT&T, CenturyLink/Level 3, Cogent Communications, Deutsche Telekom AG, Global Telecom & Technology, Hurricane Electric, KPN International, Liberty Global, NTT Communications, Orange, PCCW Global, Sprint, Tata Communications, Telecom Italia Sparkle, Telxius/Telefónica, Telia Carrier, Verizon Enterprise Solutions, Zayo Group.

TRAI (Telecom Regulatory Authority of India) : l'Autorité de régulation des communications électroniques en Inde.

Transitaire : opérateur de transit.

Transit : bande passante vendue par un opérateur à un opérateur client, qui permet d'accéder à la totalité de l'internet dans le cadre d'un service contractuel et payant.

UDP (User Datagram Protocol) : protocole de transport simple, sans connexion (aucune communication préalable n'est requise) qui permet de transmettre rapidement de petites quantités de données. Le protocole UDP s'utilise au-dessus du protocole IPv4 ou IPv6.

UFC-Que choisir (Union Fédérale des Consommateurs) : association ayant pour objet d'informer, de conseiller et de défendre les consommateurs.

VPN (Virtual Private Network) : connexion inter-réseau permettant de relier deux réseaux locaux différents par un protocole de tunnel.

WAN (Wide Area Network) : dans le chapitre 1, le réseau WAN désigne le réseau internet par opposition au réseau LAN.

xDSL (Digital Subscriber Line) : réseau de télécommunications physique à haut débit utilisant la paire de cuivre du téléphone. La norme ADSL2+ et VDSL2 sont les normes xDSL les plus utilisées en France.

Zero-rating : pratique tarifaire consistant à ne pas décompter du forfait data du client final le volume de données consommé par une ou plusieurs applications particulières.

4G box : box qui offre une connexion internet haut débit *via* le réseau 4G.

802.11ac : standard de transmission sans fil de la famille Wi-Fi, normalisé par l'*Institute of Electrical and Electronics Engineers* (IEEE) en 2014. En 2018, 802.11ac est le Wi-Fi normalisé le plus performant.

