LES ACTES DE L'ARCEP

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Novembre 2015

Qualité du service fixe d'accès à l'Internet

Référentiel commun : 3ème cycle de mesure (S1 2015)

ARCEP Autorité de régulation des communications électroniques et des postes

ISSN : 2258-3106

TABLE DES MATIERES

Table des matières 2

1 Le référentiel commun dans la décision 4

2 Catégories d'accès et représentativité 5

2.1 Catégories d'accès 5

2.2 Représentativité des points de mesure 6
2.2.1 Nombre de points de mesure 6
2.2.2 Diversité géographique et comparabilité 6

2.3 Représentativité des offres commercialisées 6

2.4 Représentativité technique 7
2.4.1 Représentativité des offres de gros sous-jacentes 7
2.4.2 Représentativité de l'environnement technique 7
2.4.3 Représentativité des modems 8

2.5 Contrôle par l'ARCEP de la représentativité 8
2.5.1 Représentativité des lignes du panel 8
2.5.2 Représentativité des offres et de l'environnement technique 8
2.5.3 Calendrier et période de référence 9

3 Dispositif de mesure 10

3.1 Calendrier de réalisation des mesures 10
3.1.1 Campagnes de mesures 10
3.1.2 Jours entiers et exclusions de données 10
3.1.3 Séquencement des mesures 11
3.1.4 Plages horaires 11

3.2 Représentativité de l'environnement de mesure 11
3.2.1 Représentativité de l'équipement informatique 11
3.2.2 Représentativité des logiciels utilisés 11
3.2.2.1 Règles générales 11
3.2.2.2 IPv4 et IPv6 12
3.2.3 Mires 12
3.2.3.1 Mires pour les indicateurs techniques 12
3.2.3.1.1 Mires proches 13
3.2.3.1.2 Mires éloignées 13
3.2.3.2 Mires pour les indicateurs d'usages 13

3.3 Modalités de calcul des indicateurs 13
3.3.1 Transmission des données à l'ARCEP 13
3.3.2 Calcul des indicateurs agrégés (5ème, 50ème et 95ème centile) 13

4 Indicateurs mesurés 15

4.1 Indicateurs techniques 15
4.1.1 Débit sur les liens descendant et montant 15
4.1.1.1 Définition 15
4.1.1.2 Méthodologie 15
4.1.2 Latence 16
4.1.2.1 Définition 16
4.1.2.2 Méthodologie 16
4.1.3 Taux de perte de paquets 16
4.1.3.1 Définition 16
4.1.3.2 Méthodologie 16

4.2 Indicateurs d'usages _____ 16
4.2.1 Usage Web _____ 17
4.2.1.1 Définition _____ 17
4.2.1.2 Méthodologie _____ 17
4.2.1.3 Représentativité du navigateur _____ 18
4.2.1.4 Liste des mires (sites web cibles) _____ 18
4.2.2 Usage vidéo en ligne _____ 19
4.2.2.1 Définition _____ 19
4.2.2.2 Méthodologie _____ 19
4.2.2.3 Modalités de Calcul des sous-indicateurs _____ 20
4.2.2.3.1 Taux de réussite d'accès au flux _____ 20
4.2.2.3.2 Temps de négociation _____ 20
4.2.2.3.3 Taux de succès fluide de la vidéo _____ 20
4.2.2.3.4 Nombre de ruptures de lecture _____ 20
4.2.2.3.5 Durée des ruptures de lecture _____ 21
4.2.2.4 Modalité de calcul de l'indice de performance de la vidéo streaming _____ 21
4.2.2.5 Représentativité des logiciels utilisés _____ 22
4.2.2.6 Liste des mires (plateformes cibles) _____ 22
4.2.3 Usage P2P _____ 23
4.2.3.1 Définition _____ 23
4.2.3.2 Méthodologie _____ 23
Annexe A – Protocoles de résolutions d'incidents _____ 24
Annexe B – Références pour le projet de mesure de la qualité d'accès à l'internet _____ 25
Annexe C – Informations communiquées à l'ARCEP par les opérateurs _____ 27
Annexe D – Format des publications individuelles des opérateurs _____ 29
Annexe E – Format de transmission synthétique des résultats _____ 30

1 LE REFERENTIEL COMMUN DANS LA DECISION

Le présent référentiel commun vient préciser la décision n° 2013-0004 de l'Autorité de régulation des communications électroniques et des postes (ci-après *« l'ARCEP »*) en date du 29 janvier 2013 (ci-après *« la décision »*) relative à la mesure et à la publication d'indicateurs de la qualité du service d'accès à l'internet et du service téléphonique en situation fixe.

Extrait de la décision relatif au référentiel commun :

Motifs du projet de décision - « […] *la présente décision définit, notamment dans ses annexes, les principales conditions de réalisation des mesures, de traitement des données et de publication de résultats. Ces conditions doivent être détaillées sur le plan technique afin notamment que les indicateurs mesurés et publiés soient bien objectifs et comparables entre les différents opérateurs. En complément des dispositions présentées dans la présente décision et dans ses annexes, les modalités techniques de réalisation des mesures, de traitement des données et de publication de résultats seront donc précisées dans un* ***référentiel commun****. Dans un souci de transparence (cf. 2.1.4), le référentiel commun est rédigé dans le cadre d'un* ***comité technique****, dont l'ARCEP assure le secrétariat, et auquel sont associés des représentants d'associations d'utilisateurs et des experts indépendants. Ce référentiel commun est par ailleurs transmis à l'Autorité avant chaque période de mesure.* »

Article 3 du projet de décision - « *Les modalités techniques de réalisation des mesures sont précisées dans un référentiel commun transmis à l'Autorité avant chaque période de mesure. L'ARCEP vérifie que ces modalités techniques permettent la bonne mise en œuvre des objectifs fixés à l'article 1 de la présente décision. Ce référentiel commun est rédigé conjointement par l'ARCEP, l'ensemble des opérateurs concernés par les mesures, en concertation avec les représentants d'associations d'utilisateurs et des experts indépendants ayant accepté de s'impliquer dans les travaux.* »

2 CATEGORIES D'ACCES ET REPRESENTATIVITE

2.1 Catégories d'accès

Dans l'annexe 1 de la décision, sont définies six catégories d'accès à l'internet.

Configuration	*Catégorie d'accès*	*Définition*
Boucle locale de cuivre (xDSL)	Offres sur ligne courte *(environ 1 à 1,5 kms)*[1]	Lignes sur lesquelles les différentes technologies de type xDSL sont utilisées et dont l'affaiblissement théorique à 300 kHz est inférieure à 21 dB.
	Offres sur ligne moyenne *(environ 1,5 à 3 kms)*[1]	Lignes sur lesquelles les différentes technologies de type xDSL sont utilisées et dont l'affaiblissement théorique à 300 kHz est comprise entre 21 dB et 43 dB.
	Offres sur ligne longue *(environ 3 à 4,5 kms)*[11]	Lignes sur lesquelles les différentes technologies de type xDSL sont utilisées et dont l'affaiblissement théorique à 300 kHz est supérieure à 43 dB.
Fibre optique avec terminaison coaxiale	Offres à 100 Mbit/s ou plus	Lignes en fibre optique à terminaison coaxiale sur lesquelles sont proposées des offres avec des débits théoriques de 100 Mbit/s ou plus.
	Offres à 30 Mbit/s	Lignes en fibre optique à terminaison coaxiale ou *« hybrides fibre câble coaxial »* (HFC) sur lesquelles sont proposées des offres avec des débits théoriques de 30 Mbit/s.
Fibre optique jusqu'à l'abonné (FttH)	Offres à 100 Mbit/s ou plus	Lignes en fibre optique de bout-en-bout sur lesquelles sont proposées des offres avec des débits théoriques de 100 Mbit/s ou plus.

Tableau 1 - Catégories d'accès mesurées

En application de la décision, les opérateurs visés par cette dernière sont tenus de procéder à des mesures de qualité du service d'accès à l'internet sur tout ou partie des catégories d'accès ainsi définies. En outre, ils ont la possibilité de procéder aux mesures sur des catégories d'accès pour lesquelles une obligation de mesure ne leur est pas imposée. Ces mesures doivent cependant être effectuées dans les mêmes conditions et selon les mêmes règles celles soumises au cadre de la décision n° 2013-0004 et au présent référentiel commun.

Pour chaque catégorie d'accès considérée, les opérateurs doivent réaliser les mesures depuis des points respectant les critères de représentativité définis dans le présent référentiel commun.

[1] L'affaiblissement théorique d'une ligne téléphonique peut être estimé à partir de sa longueur et de son calibre en utilisant une formule définie par un Comité d'Experts : http://www.arcep.fr/fileadmin/reprise/dossiers/internet/avis-fin-readsl2.pdf.

2.2 Représentativité des points de mesure

2.2.1 Nombre de points de mesure

Rappel de la décision :

« Pour chaque catégorie d'accès, un opérateur doit s'appuyer au moins sur six lignes distinctes pour réaliser les mesures, à l'exception des catégories « Offres à 30 Mbit/s » (dans la configuration « Fibre optique avec terminaison coaxiale ») et « Offres à 100 Mbit/s ou plus » (dans la configuration « FttH ») où le nombre minimal de lignes distinctes est de quatre. L'allègement de la contrainte pour ces deux catégories d'accès tient au fait que l'une est en déclin tandis que l'autre est en cours de déploiement.

Pour la configuration FttH, dans un souci de proportionnalité les mesures pourront commencer à être réalisées à partir de 3 points de mesures. Un quatrième point de mesure devra ensuite être mis en place par les opérateurs concernés, au plus tard lorsque que ceux-ci atteindront 300 000 abonnés sur cette configuration d'accès. »

Lorsque cela n'introduit pas de biais technique significatif par rapport au reste du parc, un opérateur peut être conduit à utiliser un même point de mesure pour différentes catégories d'accès.

Entre deux opérateurs concernés par la même catégorie, les lignes doivent présenter des caractéristiques techniques très proches (en particulier les niveaux d'affaiblissement réels pour la boucle locale de cuivre), permettant une comparabilité rigoureuse des résultats des mesures.

2.2.2 Diversité géographique et comparabilité

Pour chaque opérateur, les lignes relatives à chaque catégorie d'accès doivent toutes se trouver dans des régions administratives distinctes. Compte tenu de son importance, l'Île-de-France pourra faire exception : il sera accepté que deux lignes s'y trouvent, à condition qu'elles soient déployées dans des départements différents.

Par ailleurs, au sein d'une même catégorie, il sera recherché des régions aussi éloignées que possible les unes des autres.

Les différents opérateurs concernés par la même catégorie devront installer leurs lignes dans les mêmes points de mesure. *A minima*, s'il s'avère impossible d'identifier une adresse à laquelle installer les points de mesure des différents opérateurs concernés par une même catégorie d'accès, ceux-ci devront se situer dans une même agglomération.

Il est également souhaitable que les points de mesure relevant des différentes configurations d'accès (*« boucle locale de cuivre », « fibre optique avec terminaison coaxiale », « fibre optique jusqu'à l'abonné »*) soient situés dans des lieux ou des agglomérations identiques. Si cette contrainte ne peut être respectée, ceux-ci pourront toutefois être situés dans des lieux différents s'il est démontré que les caractéristiques de ces lieux (taille de l'agglomération, éloignement des *backbones* nationaux et mondiaux...) sont comparables.

2.3 Représentativité des offres commercialisées

Sauf exception due à un problème d'éligibilité (cf. b. ci-après), l'offre commercialisée retenue par chaque opérateur doit être la même sur l'ensemble des points de mesure relevant de la même catégorie d'accès au réseau.

Les critères pour déterminer les offres susceptibles d'être utilisées pour les mesures sont les suivants.

a. Les offres doivent correspondre à des offres *« triple play »* (incluant au moins l'accès à l'internet, la téléphonie et la télévision sur IP).
b. Si, sur certains points de mesure, un opérateur n'est pas en mesure de fournir une offre *« triple play »* alors qu'il s'agit du type d'offre préconisé, il en informe le comité technique avant le début des mesures, qui détermine les conditions dans lesquelles la comparabilité des mesures peut continuer à être assurée.
c. Si un opérateur ne fournit que des offres plus riches que les offres préconisées (exemple : l'opérateur ne fournit que des offres *« quadruple play »*), cela n'est pas un motif pour modifier le type d'offre qui est imposé aux autres opérateurs. L'opérateur en question réalise les mesures avec l'offre plus riche que le type d'offre préconisé. Cette spécificité sera clairement indiquée dans les documents publiés.

Si l'opérateur propose plusieurs offres correspondant au type préconisé (exemple : plusieurs offres *« triple play »* sont disponibles au catalogue), il sélectionne l'offre la plus commercialisée au cours de la période de référence ou, *a minima*, une offre représentant un pourcentage significatif – de l'ordre de 30 % au moins – des ventes réalisées sur cette période. Si l'offre sélectionnée n'est pas l'offre la plus commercialisée, ce choix devra être expliqué et validé par le comité technique et l'ARCEP.

2.4 Représentativité technique

2.4.1 Représentativité des offres de gros sous-jacentes

Lorsqu'ils ne contrôlent pas l'ensemble des éléments de réseau, actifs ou passifs, utilisés pour la fourniture d'un service d'accès à l'internet, les opérateurs de détail s'appuient sur des offres de gros proposées par d'autres opérateurs. Dans le cas de la boucle locale de cuivre, il s'agit notamment des offres de dégroupage (passif) et de *bitstream* (actif) proposées par l'opérateur historique et régulées au vu de sa position dominante sur les différents marchés de gros.

Les règles applicables au choix des offres de gros sous-jacentes sont détaillées dans la décision. Dans le cas particulier des catégories d'accès utilisant la boucle locale de cuivre, les mesures seront réalisées à partir de lignes dégroupées uniquement pour les opérateurs construisant au moins 70 % de leurs accès à partir du dégroupage. Pour les autres catégories d'accès ou les autres opérateurs xDSL, le panel de points retenu devra raisonnablement refléter la diversité des situations rencontrées sur le réseau de l'opérateur.

2.4.2 Représentativité de l'environnement technique

Pour chaque catégorie d'accès, les points de mesure mis en place devront raisonnablement refléter l'environnement technique proposé par l'opérateur à ses nouveaux clients sur l'ensemble de son réseau. L'environnement technique comprend les technologies (ADSL 2+, VDSL, DOCSIS 3.0, GPON…) et les équipements (DSLAM, CMTS, routeurs…) disponibles sur l'ensemble du réseau. Les équipements et infrastructures de l'opérateur ne doivent faire l'objet d'aucune adaptation spécifique au dispositif (configuration, version logicielle, optimisation…). En particulier, aucune règle de gestion du trafic ou de routage spécifique aux lignes ou aux flux du dispositif ne devra être appliquée.

Rappel de la décision :

« La prise en compte de nouvelles technologies (par exemple le VDSL sur la boucle locale de cuivre ou les technologies permettant d'atteindre des débits supérieurs à 100 Mbit/s sur la fibre optique avec terminaison coaxiale ou sur la fibre optique jusqu'à l'abonné), notamment

dans la mesure où celles-ci seraient commercialement différenciées, est susceptible de donner lieu à la création de nouvelles catégories d'accès. La création éventuelle de nouvelles catégories d'accès devrait faire l'objet d'un examen au sein du comité technique. »

Outre la représentativité du dispositif, une certaine stabilité dans le temps sera également recherchée.

2.4.3 Représentativité des modems

Pour un même opérateur et une même configuration d'accès, toutes les lignes sont équipées du même modem, dont le modèle ne doit pas être modifié pendant une campagne de mesure.

Le modèle de modem doit être récent et choisi parmi les modèles commercialisés avec les offres retenues. Le modem utilisé devra être le plus commercialisé au cours de la période de référence ou, *a minima*, représenter un pourcentage significatif – de l'ordre de 30 % – des ventes réalisées sur cette période. Si le modem sélectionné n'est pas le modem le plus commercialisé, ce choix devra être expliqué et validé par le comité technique et l'ARCEP.

Le modem est utilisé avec la version logicielle (*firmware*) la plus utilisée sur les modems de ce modèle mis en service au moment du lancement de la campagne semestrielle de mesure. Dans le cadre d'une opération globale de mise à jour du logiciel par un opérateur, cette version peut évoluer au cours d'une campagne de mesure, faisant alors l'objet d'une information auprès du Prestataire et de l'ARCEP. La version logicielle la plus récente peut être utilisée dans la mesure où elle est bien installée par défaut dans tous les nouveaux modems envoyés aux abonnés.

Les réglages du modem doivent correspondre aux réglages standards dont bénéficient les utilisateurs qui n'apportent aucune modification particulière à leur installation neuve, qu'il s'agisse de réglages réalisés *via* l'équipement lui-même, *via* son interface ou *via* une interface d'administration à distance.

2.5 Contrôle par l'ARCEP de la représentativité

2.5.1 Représentativité des lignes du panel

Avant le début des mesures, dans le cadre de la transmission du référentiel commun, la liste des points de mesure et la description de l'environnement technique de chacun d'eux est présentée à l'ARCEP, qui en vérifie alors la représentativité au regard des critères précédents. Sont notamment précisés, pour chaque point de mesure : la catégorie d'accès, les caractéristiques techniques pertinentes (notamment l'atténuation réelle pour les lignes xDSL), la localisation précise, l'offre de gros sous-jacente et la technologie.

2.5.2 Représentativité des offres et de l'environnement technique

Les opérateurs transmettent à l'ARCEP les éléments permettant de vérifier les différents critères de représentativité. Un modèle de transmission est présenté en annexe C du référentiel commun. L'ARCEP se réserve également la possibilité de demander des informations complémentaires nécessaires au contrôle des critères de représentativité. Toutes les informations transmises sont conservées par l'ARCEP qui respectera strictement le secret des affaires. Elles ne seront pas communiquées au comité technique.

Toute demande de dérogation devra être argumentée et présentée au comité technique ainsi qu'à l'ARCEP avec les éléments de décision suffisants pour permettre l'arbitrage. Cela concerne en particulier la sélection d'un modem ou d'une offre qui ne serait pas la plus

commercialisée sur la période de référence mais qui représenterait tout de même plus de 30% des ventes sur cette période.

2.5.3 Calendrier et période de référence

Les indicateurs et données sur la représentativité sont transmis à l'ARCEP un mois avant le début de la campagne de mesure. La période de référence dure 3 mois et se termine au cours du mois précédant la campagne de mesure.

3 DISPOSITIF DE MESURE

3.1 Calendrier de réalisation des mesures

Rappel de la décision :

« Les mesures sont réalisées en continu (7 jours sur 7 et 24 heures sur 24). En fonction du déroulement des tests, les jours « entiers » permettant d'établir des indicateurs fiables sont ensuite déterminés de la manière suivante.

- *Pour un opérateur et une configuration d'accès donnés, un jour de mesure est considéré comme « entier » si l'ensemble des mesures réalisées en dehors de la plage de maintenance régulière, ont été effectuées dans des conditions normales.*
- *La plage de maintenance régulière est une plage horaire nocturne quotidienne d'étendue limitée, commune entre les opérateurs, indiquée dans le référentiel commun avant le début des mesures.*
- *Par condition normale, il convient d'entendre des conditions de mesures non affectées par l'un des événements suivant, sur justification écrite adressée à l'Autorité :*
  - *panne et indisponibilité du système de mesure du Prestataire ;*
  - *panne de l'accès utilisé par les lignes de test liée aux modalités de mise à disposition de cet accès par un opérateur d'infrastructure et dont la responsabilité n'est pas imputable à l'opérateur commercial victime de la panne (exemple : génie civil, écrasement à tort sauf si l'opérateur écrasé est l'opérateur responsable de l'écrasement, etc.) ;*
  - *panne du modem (box) utilisé sur la ligne de test ;*
  - *période de maintenance ayant fait l'objet d'un préavis écrit d'une semaine auprès du Prestataire, de l'ARCEP et des autres opérateurs impliqués.*
- *L'intégralité des jours « entiers » mesurés au cours du semestre doivent être pris en compte.*
- *150 jours « entiers » de mesure par semestre constituent le minimum permettant la certification d'un indicateur. »*

3.1.1 Campagnes de mesures

Chaque semestre, une nouvelle campagne (ou cycle) de mesures est engagée :

- période A, du 1er janvier au 30 juin ;
- période B, du 1er juillet au 31 décembre.

Conformément à la décision, les premières campagnes de mesure pourront toutefois être raccourcies.

3.1.2 Jours entiers et exclusions de données

Afin de minimiser le nombre de jours non mesurés à chaque campagne, une tolérance est acceptée sur le nombre de mesures réalisées afin de considérer un jour comme entier. Les jours entiers seront déterminés séparément pour chaque indicateur.

Chaque incident devra être signalé au comité technique par le Prestataire et par les opérateurs concernés. Si l'opérateur estime que les mesures affectées par cet incident doivent être exclues des publications, il en fera la demande par écrit à l'ARCEP. Le comité technique et le

Prestataire instruiront chacune des demandes d'exclusions et émettront des recommandations. L'ARCEP décidera, au cas par cas, du traitement à appliquer aux mesures.

Il pourra être décidé, le cas échéant, de ne pas publier certains indicateurs. L'ensemble des exclusions de données et des indicateurs non publiés ainsi que les motifs seront précisés en annexe du rapport.

Enfin, dans le cas où à l'issue du cycle certaines mesures ne garantiraient pas un degré suffisant de représentativité ou de comparabilité entre acteurs, l'ARCEP pourra lever l'obligation de publier les résultats correspondants pour les opérateurs concernés.

3.1.3 Séquencement des mesures

Les mesures sont réalisées en continu sur l'ensemble de la journée (hors plages de maintenance). Chaque mesure[2] est réalisée une fois par heure, l'ordre de déclenchement des mesures devant être établi de manière aléatoire. Le Prestataire devra en particulier veiller à ce que le séquencement des mesures n'entraine pas de saturation des mires. Les tests sur une même ligne ne devront jamais être réalisés simultanément.

3.1.4 Plages horaires

Trois plages horaires sont définies pour les mesures.

- **Heures chargées** : tous les jours, de 18h00 à 22h59 ;
- **Journée complète** : tous les jours, de 07h00 à 23h59 ;
- **Période de maintenance** : tous les jours, de 00h00 à 06h59.

Pendant la plage de maintenance, autant que possible, les mesures continuent d'être réalisées et enregistrées ; cependant elles ne sont pas prises en compte pour le calcul des indicateurs. Cette plage est donc à privilégier si une intervention susceptible d'arrêter temporairement les mesures est envisagée.

3.2 Représentativité de l'environnement de mesure

Les choix réalisés en matière d'environnement technique doivent être présentés au comité technique mis en place par l'ARCEP.

3.2.1 Représentativité de l'équipement informatique

L'équipement informatique utilisé pour réaliser les tests (mires, robots et autres équipements nécessaires au fonctionnement du dispositif) est laissé au choix du Prestataire. Il est choisi au début de la campagne de mesure, il est le même pour toutes les lignes, tous les opérateurs, et il ne change pas au cours de la campagne.

Le dimensionnement des équipements doit permettre d'assurer que leur capacité (et notamment celle des serveurs) ne viendra pas altérer les performances mesurées.

3.2.2 Représentativité des logiciels utilisés

3.2.2.1 Règles générales

Les systèmes d'exploitation pour les mires comme pour les robots seront choisis et paramétrés de façon à simuler aussi fidèlement que possible l'expérience des utilisateurs finals sur internet.

[2] i.e. chaque mesure d'indicateur (débit, latence, usage web…) vers chaque type de mire concernée.

Les logiciels utilisés devront également être, si possible, des logiciels grand public ou, à défaut, s'approcher de l'expérience d'un utilisateur avec des logiciels grand public.

En particulier, les configurations par défaut devront être respectées. Les défaillances éventuelles du système d'exploitation comme des logiciels (*bug*) devront être corrigées au fur et à mesure de la disponibilité de correctifs mais elles ne constitueront pas des motifs valables d'exclusion de données (section 3.1.2).

En revanche, les défaillances des logiciels développés spécifiquement pour la réalisation des mesures seront considérées comme étant de la responsabilité du Prestataire et pourront, après examen au cas par cas, faire l'objet d'exclusion de données.

Des précisions supplémentaires sont apportées quant aux logiciels à utiliser dans le descriptif du mode de calcul des indicateurs.

3.2.2.2 IPv4 et IPv6

Les systèmes et logiciels devront avoir la capacité à effectuer les tests en IPv4 et en IPv6. A moyen terme, afin de traduire au mieux l'expérience utilisateur, l'utilisation d'IPv4 et d'IPv6 devra être identique à celle proposée par les FAI à leurs abonnés. Dans un premier temps, les tests en IPv6 devront pouvoir être activés au fur et à mesure du déploiement de ce protocole chez les FAI.

Ainsi, le dispositif de requêtes utilisé par exemple pour les mesures d'usage web doit être basé sur de l'IPv4 mais être IPv6-ready pour pouvoir basculer dans un second temps sur IPv6 lorsque ce protocole sera plus largement utilisé et lorsque les serveurs externes fourniront une qualité suffisante sur IPv6. Des mesures sur IPv6 devront être réalisables pour analyse, mais non publiées par le comité technique. Au vu du développement de l'IPv6, il reviendra au comité technique de décider de l'ouverture de requêtes IPv6 pour ce type de mesures, en prenant en compte le déploiement chez les opérateurs.

3.2.3 Mires

Conformément à la décision, les mesures de qualité du service d'accès à l'internet devront être réalisées en s'appuyant sur deux types de mires :

- **Pour les indicateurs techniques :** des mires proches et des mires éloignées ;
- **Pour les indicateurs d'usages :** des plateformes populaires (sites web, plateformes de vidéo en ligne ou ordinateurs participant à un partage de fichiers).

3.2.3.1 Mires pour les indicateurs techniques

Les serveurs utilisés en guise de mires proches et de mires éloignées devront être suffisamment dimensionnés pour traiter de manière fluide les requêtes provenant des mesures complémentaires (à raison de 1 000 tests uniques par heure – ce chiffrage devant encore être précisé) sans impact sur les mesures principales.

Le dimensionnement des serveurs doit permettre d'assurer que le traitement des requêtes n'influera pas sur le résultat des mesures. Dans ce but, l'utilisation de serveurs physiques dédiés, dont le dimensionnement et la charge peuvent être intégralement maîtrisés, offre le plus de garanties.

En cas de dysfonctionnement avéré et acté par le comité technique, la liste des mires de tests utilisées pourra être modifiée entre deux campagnes semestrielles de mesures. Le comité prendra toutefois en compte la nécessité de comparer dans la durée les résultats obtenus lors des différents semestres de mesure.

3.2.3.1.1 Mires proches

Les mires proches sont constituées d'au moins deux serveurs localisés hors des réseaux des FAI et non répertoriés dans les systèmes autonomes (AS) qu'ils opèrent.

Les serveurs devraient être hébergés chez des prestataires spécialisés dans l'hébergement de contenus et bénéficiant d'une bonne connectivité avec les opérateurs testés. Il est de la responsabilité des opérateurs et du Prestataire de s'assurer de la qualité de cette interconnexion.

3.2.3.1.2 Mires éloignées

Les mires éloignées sont constituées d'au moins trois serveurs distincts raccordés à des points d'échange internet mondiaux, localisés hors du territoire national, dont au moins un en Europe et un en Amérique du Nord. Les mires éloignées doivent ainsi permettre d'appréhender la qualité de la connectivité internationale des différents FAI. Les points d'interconnexion bien raccordés aux différentes mires éloignées doivent concentrer une part importante du trafic.

Le recours à un CDN, en vue de la virtualisation de l'infrastructure, peut aussi être envisagé dans la mesure où les mires retenues respectent les contraintes de localisation précitées.

3.2.3.2 Mires pour les indicateurs d'usages

Les critères à respecter dans le choix des mires pour les indicateurs d'usages sont définis dans la description méthodologique de chacun de ces indicateurs. De manière générale, la meilleure représentativité possible de l'expérience des utilisateurs finals doit être recherchée. En particulier, les mires sélectionnées doivent toujours correspondre à des services ou contenus largement utilisés. Dans la mesure du possible, l'objectif de comparabilité des résultats dans la durée devra être pris en compte.

3.3 Modalités de calcul des indicateurs

3.3.1 Transmission des données à l'ARCEP

Conformément à la décision, les opérateurs doivent transmettre à l'ARCEP, à l'issue de chaque semestre de mesures :

- les **données brutes** correspondant à l'ensemble des résultats des mesures effectuées pour chaque indicateur défini à l'annexe 2 de la décision ;
- la **présentation synthétique des résultats**, obtenue après traitement des données brutes, telle qu'introduite dans l'annexe 3 de la décision (exemple fourni dans l'Annexe E) ;
- la **présentation synthétique des résultats pour publication**, telle que précisée à l'annexe 3 de la décision (exemple fourni dans l'Annexe D).

3.3.2 Calcul des indicateurs agrégés (5ème, 50ème et 95ème centile)

Des indicateurs médians et de dispersion (5^e et 95^e centile) seront calculés :

1. pour **chaque indicateur** (et sous-indicateur le cas échéant) ;
2. pour **chaque mire** (mires techniques ou mires d'usages) ;
3. pour **chaque ligne** ;
4. pour **chaque catégorie d'accès** ;
5. pour **chaque opérateur** ;
6. sur deux **plages horaires** distinctes : ensemble de la journée (hors période de maintenance) et sur les seules heures chargées ;

Les indicateurs synthétiques à un plus haut niveau d'agrégation sont ensuite calculés en effectuant la moyenne des médianes (respectivement des valeurs au 5ème et 95ème centile) ainsi établies. Ces indicateurs ne sont donc pas, au sens strict, des médianes et centiles.

Par exemple, l'indicateur « navigation *web* » en heures chargées depuis les lignes xDSL longues d'un opérateur est calculé en faisant la moyenne des médianes du temps de navigation *web* sur tous les sites du panel (mires d'usages) et toutes les lignes xDSL longues de l'opérateur.

4 INDICATEURS MESURES

4.1 Indicateurs techniques

4.1.1 Débit sur les liens descendant et montant

4.1.1.1 Définition

Le **débit sur le lien descendant** (de l'internet vers l'utilisateur) correspond à la mesure du débit quand des données sont transférées depuis un serveur distant vers l'équipement terminal d'accès au service chez l'utilisateur.

Le **débit sur le lien montant** (de l'utilisateur vers l'internet) correspond à la mesure du débit quand des données sont transférées depuis l'équipement terminal d'accès au service chez l'utilisateur vers un serveur distant.

Dans les deux cas, **le débit considéré est le débit utile** pour l'utilisateur final, ce qui correspond à un débit IP. Cet indicateur ne vise pas à mesurer la capacité de la ligne mais le débit dont peut disposer un utilisateur lors d'un usage de type téléchargement ou envoi de fichier.

L'unité de mesure est le mégabit par seconde, ou Mbit/s (1 Mbit = 1 000 000 bits[3]) utilisée habituellement par les FAI (document de référence RFC2330, $6.1).

4.1.1.2 Méthodologie

Les mesures de débit sont réalisées comme suit.

- Un **test de connectivité** est tout d'abord réalisé vers chaque mire testée afin de s'assurer que le serveur testé est joignable (documents de référence RFC2498 et RFC2678).
- **Débit descendant** : un téléchargement de fichier HTTP descendant (*download*) est réalisé depuis chaque mire (proche et lointaine) vers le point de mesure considéré.
- **Débit montant** : un envoi de fichier HTTP montant (*upload*) est réalisé depuis le point de mesure considéré vers chaque mire (proche et lointaine).

Pour un usage proche du client, une seule session TCP doit être utilisée. Les mesures de débit correspondent au **débit moyen** (division de la taille transférée par la durée) lors du téléchargement d'un fichier (par exemple, avec un outil comme wget). Pour permettre des tests fiables en très haut débit, l'utilisation d'un outil permettant d'éviter de générer des accès disque[4], susceptible d'impacter négativement les résultats, sera utile. L'*overhead* introduit par le protocole HTTP sera considéré comme négligeable.

Le poids de l'objet à télécharger sera le suivant.

	Débit descendant	**Débit montant**
Lignes < 100 Mbit/s	30 Mo	6 Mo
Lignes ≥ 100 Mbit/s	100 Mo	100 Mo

Tableau 2 – Poids des objets utilisés pour les tests de débits

[3] Remarque : il importe qu'il n'y ait pas de confusion avec le *mégaoctet* (1 Mo = 8 Mbit) ni avec le *mébibit* (1 Mib = 1 048 576 bit).

[4] Exemple : redirection du flux vers /dev/null avec wget.

4.1.2 Latence

4.1.2.1 Définition

La latence est le temps nécessaire à un paquet pour aller d'un point à un autre. On peut la définir pour un *aller simple* (plus pertinent, surtout en cas de trajet asymétrique[5]) ou pour un *aller-retour* (plus facile à mesurer, comme le fait le logiciel ping).

La latence mesurée par le dispositif est la **latence aller-retour** et elle est exprimée en millisecondes.

4.1.2.2 Méthodologie

La latence est calculée, pour chaque mesure, à partir des latences observées pour les paquets TCP lors du téléchargement d'un fichier pour le test de débit descendant.

4.1.3 Taux de perte de paquets

4.1.3.1 Définition

Le taux de perte de paquets est le pourcentage de paquets qui n'arrivent pas à destination avant un temps maximum d'attente.

Comme la latence, il peut se mesurer en aller simple ou en aller-retour. Et, là encore, la mesure en aller simple est meilleure techniquement mais plus difficile à réaliser (il faut une bonne synchronisation de l'émetteur et du récepteur).

Le taux de perte de paquets ainsi mesuré est exprimé en pourcentage.

4.1.3.2 Méthodologie

Le taux de perte de paquets est également mesuré à partir du téléchargement de fichier pour le test de débit descendant en comparant le nombre de paquets ayant dû être réémis au nombre de paquet total. Il faut noter qu'il s'agit d'une approximation mais il a été montré expérimentalement que cet indicateur était un très bon estimateur du taux de perte de paquets réel pour des pertes de paquets raisonnables (jusqu'à 5 %)[6].

NB : des travaux menés au sein du comité technique ont conclu que l'indicateur de perte de paquets mesuré ne fournissait qu'une information limitée pour l'utilisateur final. Il a en effet été démontré que les valeurs observées pour cet indicateur n'étaient pas systématiquement corrélées à la qualité d'expérience, d'une part, et qu'il n'existe pas de solution permettant de distinguer avec certitude les pertes de paquets liées à un comportement des systèmes d'exploitation, des applications ou des protocoles utilisés de celles liées à une dégradation de la qualité de service du réseau (ex : congestion), d'autre part.

4.2 Indicateurs d'usages

Pour tous les indicateurs d'usages, l'environnement de mesure n'étant pas contrôlé de bout-en-bout, des informations complémentaires permettant de faciliter l'analyse mais n'ayant pas vocation à rentrer en compte dans le calcul des indicateurs pourront être collectées. Les adresses IP des mires ou des pairs seront notamment systématiquement relevées lors de

[5] Cela concerne bien sûr le xDSL mais tout trajet sur l'internet peut être asymétrique. Par exemple, les files d'attente des routeurs sont par interface (et non pas globales au routeur) et peuvent être pleines dans un sens et pas dans l'autre. Autre exemple, rien ne garantit que la même route est suivie à l'aller et au retour.

[6] Étude réalisée par le prestataire de mesure.

chaque mesure et communiquées à l'ARCEP. Le relevé des adresses IP pourrait permettre de mieux comprendre certaines évolutions ou différences de performances observées entre différentes mesures.

4.2.1 Usage Web

4.2.1.1 Définition

La qualité des usages Web se mesure par la rapidité d'affichage d'une page Web (et de l'ensemble des composants : javascript, flash…), depuis les équipements terminaux situés chez le client.

Le temps de chargement de la page et de ses objets correspond au temps écoulé entre la validation (clic ou saisie) de l'URL demandée jusqu'au chargement de la totalité des objets statiques. Cette mesure peut exclure une partie des objets qui sont chargés dynamiquement après l'affichage complet de la page. Un filtre basé sur une liste blanche sera également mis en place sur les objets externes chargés (en particulier les publicités ou les statistiques).

Le temps de chargement de chaque page d'accueil est rapporté à un *« poids »* constant et représentatif d'une page web usuelle de 1 Mo. Cette normalisation doit permettre de s'affranchir partiellement :

- des écarts de contenus de page (personnalisation éventuelle) présentés par un site *web* aux internautes en fonction du FAI de provenance ;
- des tailles de page qui peuvent être différentes d'un moment à l'autre (poids des photos, publicités…) ;
- des évolutions de la page d'accueil introduites par les sites eux-mêmes ;
- des différences de poids entre les 15 sites considérés.

4.2.1.2 Méthodologie

Temps de chargement en secondes des pages web : pour chacun des 15 sites, depuis chaque point de mesure et lors de chaque téléchargement, est mesuré le temps, en secondes, nécessaire pour charger un poids normalisé d'une page web.

Les mesures devront être réalisées sur la base d'échanges en protocole HTTP, conformes à ceux mis en œuvre lors de l'utilisation d'un navigateur. Lors du chargement de chacun des sites *web* cibles, est relevé :

- la décomposition du temps de chargement de la page :
  - **T1 :** temps de résolution DNS du domaine requis ;
  - **T2 :** temps de connexion au serveur ;
  - **T3 :** temps de réception du 1er octet (Time to First Byte)[7] ;
  - **T4 :** temps de chargement du corps de page ;
  - **T5 :** temps de chargement du corps de page et des objets sur liste blanche ;
  - **T5b :** temps de chargement du corps de la page et de tous les objets ;
- le *« poids »* de la page ;
- l'adresse IP du serveur répondant à la requête.

[7] Temps entre l'envoi de la requête et la réception du 1er octet.

Calcul du temps de chargement d'une page rapporté à un « *poids* » constant de 1 Mo :

Temps de chargement normalisé d'un site *web*

$$T_{normalisé} = T_3 + \frac{T_5 - T_3}{Poids\ (Mo)} \times 1\ Mo$$

Remarque : la résolution DNS étant incluse dans le temps de chargement d'une page web, il importe qu'elle soit réalisée lors de chaque nouvelle mesure. Les résultats de résolution DNS enregistrés localement (par exemple dans le navigateur) doivent donc être supprimés avant chaque nouvelle mesure.

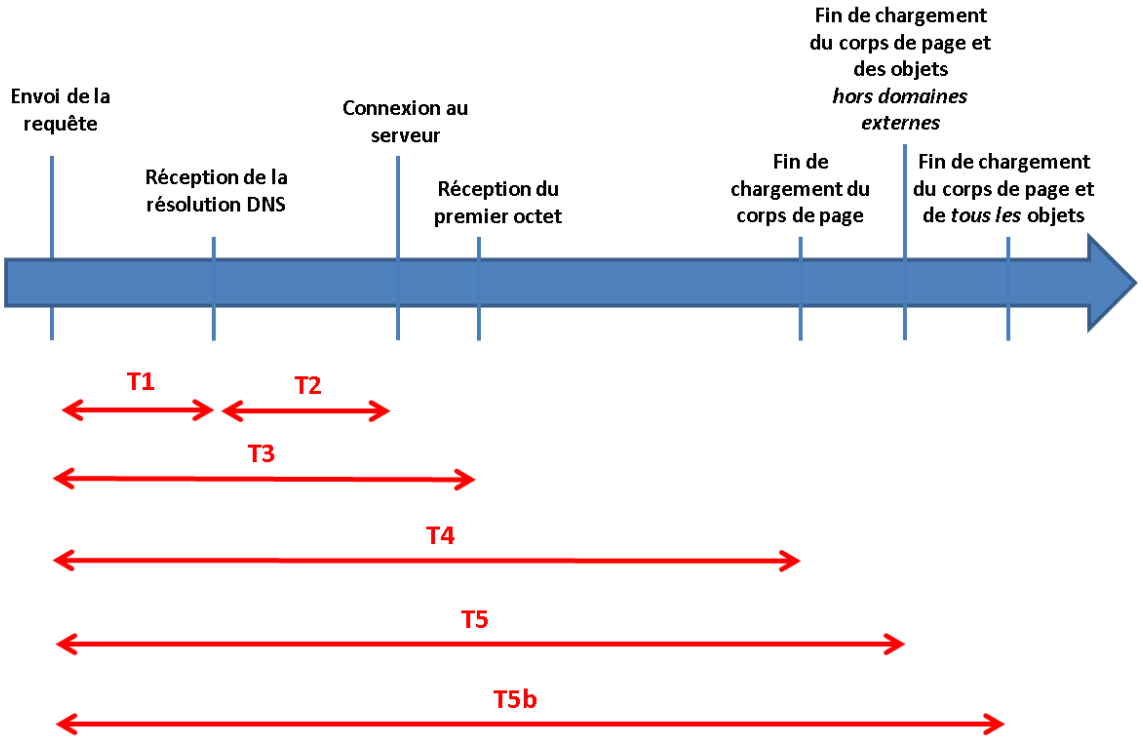

Figure 1 - Illustration de la décomposition du temps de chargement d'une page *web*

4.2.1.3 Représentativité du navigateur

Le navigateur utilisé devra être choisi parmi les 3 navigateurs les plus représentatifs du marché (dans une version récente de ce navigateur). Le navigateur proposé devra être validé, ainsi que les autres paramètres techniques, par le Comité Technique mis en place par l'ARCEP. Il devra être strictement identique (marque, version, Service Pack/Update) pour l'ensemble des sites de mesures, sur l'ensemble des tests, pendant toute la campagne de test.

Le cache du navigateur devra être vidé avant chaque essai, afin d'éviter les biais liés aux caches.

4.2.1.4 Liste des mires (sites web cibles)

L'usage *web* est mesuré à partir d'une liste des 15 (nombre minimal) sites internet les plus visités en France, issus d'un classement de popularité des sites web (Médiamétrie[8] ou

[8] Mediamétrie – fréquentation des sites internet : http://www.mediametrie.fr/internet/communiques/

Alexa.com[9] par exemple). Cette liste de sites internet doit être adaptée pour inclure au moins un site correspondant à un service public très fréquenté[10]. La liste de sites internet, établie au début de chaque semestre de mesure, est communiquée à l'ARCEP avec le référentiel commun.

La liste sera revue le cas échéant (disparition d'un site, entrée d'un nouveau site dans le top 15...) tous les 6 mois, afin de s'adapter au rythme de publication des résultats. Elle ne doit en revanche pas être modifiée pendant la période de mesure, afin de ne pas altérer la lisibilité des résultats. En cas de disparition d'un site pendant le semestre, celui-ci n'est simplement pas remplacé jusqu'à la fin de la période de mesure. Une certaine stabilité dans la liste des sites testés sera également recherchée.

4.2.2 Usage vidéo en ligne

4.2.2.1 Définition

L'indicateur d'usage vidéo vise à mesurer la qualité dont bénéficie un utilisateur lors du visionnage en ligne de vidéos.

Plusieurs types de service de visionnage de vidéos sont à distinguer :

- les plateformes de partage de vidéos déposées par des utilisateurs (Youtube, Dailymotion...) ;
- les plateformes de visionnage de vidéos disponibles sur des plateformes spécialisées de TV de rattrapage ou de vidéo à la demande (My TF1, M6 Replay, Canalplay...) ;
- les plateformes de vidéo gérées par les FAI (VoD et TV de rattrapage).

Les plateformes de vidéo gérées par les FAI ne sont pas couvertes par le présent indicateur dans la mesure où elles constituent des services spécialisés non disponibles pour l'ensemble des internautes et pouvant faire l'objet d'une gestion de trafic différenciée.

Les mesures se limitent à des plateformes de partage de vidéos déposées par des utilisateurs. Ces plateformes permettent en effet de déposer un fichier de référence qui sera utilisé pour tester la qualité des différents opérateurs. Le fichier de référence étant toujours le même, il permet de suivre l'évolution de la qualité des réseaux. Il est possible d'utiliser un fichier permettant de tester de la vidéo haute définition.

A l'inverse, les plateformes de visionnage de la TV de rattrapage ou de vidéo à la demande proposent des contenus régulièrement réactualisés et ne permettent donc pas d'avoir une référence stable dans le temps (Ex : le JT de TF1). Les caractéristiques du type de codage et de la résolution sont dépendantes des éditeurs. Dans ce cas il est difficile de comparer des mesures sur une mire non contrôlée dans le temps (Codage, Résolution). De telles plateformes ne seront donc pas prises en comptes dans les mesures d'usage vidéo en ligne.

4.2.2.2 Méthodologie

Le fichier de référence sera un fichier de haute qualité encodé selon les recommandations des plateformes de partage :

- durée : 3min ;
- résolution : 1280x720p, 24 fps, pixels carrés, 4:2:0 ;

[9] http://www.alexa.com/topsites/countries/FR

[10] exemples : www.pole-emploi.fr, http://www.securiteroutiere.gouv.fr/, http://www.securite-sociale.fr/...

- encodage : H264, HP à 4Mbit/s, GOP fermé de taille 12 et 2 images B consécutives, CABAC, conteneur .mp4.

L'utilisation d'un tel fichier étant potentiellement impossible sur tout ou partie des lignes relevant de la catégorie d'accès *« Offres xDSL sur ligne longue »*, un second fichier de référence présentant des caractéristiques différentes pourra être utilisé pour les lignes relevant de cette catégorie d'accès. Ce fichier pourra présenter une résolution de 640x360p avec un encodage permettant la diffusion du flux à environ 600 kbit/s. Cette spécificité sera clairement précisée, le cas échéant, dans les documents publiés. Dans la publication qui sera faite des résultats, la différence de fichier utilisé pour la catégorie *« Offres xDSL sur ligne longues »* devra être clairement présentée afin qu'il soit clairement exposé que ces mesures sont différentes de celles réalisées pour les autres catégories d'accès. Si, *a fortiori*, ces mesures sont impossibles pour certaines des lignes relevant de cette catégorie d'accès (les lignes les plus longues), ce point devra également être clairement mentionné.

4.2.2.3 Modalités de Calcul des sous-indicateurs

L'indice de performance d'usage vidéo est calculé à partir des 5 mesures distinctes suivantes. Ces mesures sont similaires à celles mises en œuvre dans le cadre du banc d'essai des FAI publié régulièrement sur 01net[11].

4.2.2.3.1 Taux de réussite d'accès au flux

Le taux de réussite d'accès au flux (ou disponibilité) correspond au ratio entre le nombre de visualisations parvenues à la fin du flux et le nombre de tentatives. Ce taux est exprimé en pourcentage.

4.2.2.3.2 Temps de négociation

Le temps de négociation désigne le temps s'écoulant entre l'envoi de la requête de visualisation et le début de l'affichage du flux (incluant le temps de *bufferisation*). Des indicateurs médians et de dispersion peuvent ensuite être calculés.

Cet indicateur, qui regroupe les temps de connexion et de négociation avec le serveur de diffusion, ainsi que la durée de mise en mémoire tampon, est représenté par un temps exprimé en secondes.

4.2.2.3.3 Taux de succès fluide de la vidéo

Le taux de succès fluide (ou taux de fluidité) est exprimé à partir du ratio entre le nombre de visualisations fluides et le nombre de tentatives (hors cas particulier de mesures banalisées – cf. annexe 1). Une visualisation est considérée comme fluide dans la mesure où plus de 23 images sont reçues par seconde, en moyenne sur la durée de lecture. Ce taux est exprimé en pourcentage.

4.2.2.3.4 Nombre de ruptures de lecture

Le nombre de ruptures de lecture est calculé, pour chaque visionnage, à partir du nombre de ruptures de lecture nécessitant une renégociation. Des indicateurs médians et de dispersion peuvent ensuite être calculés.

[11] http://www.01net.com/rub/actualites/10506/actualites/fai/banc-dessai-fai/

4.2.2.3.5 Durée des ruptures de lecture

La durée des ruptures couvre, pour chaque visionnage, la durée cumulée des ruptures constatées lors de la lecture. Elle est exprimée en secondes. Des indicateurs médians et de dispersion peuvent ensuite être calculés.

4.2.2.4 Modalité de calcul de l'indice de performance de la vidéo streaming

Pour chacun des 5 sous-indicateurs, un seuil haut (correspondant à une note de 1) et un seuil bas (correspondant à une note de 0) sont définis par le comité technique afin de permettre la traduction des mesures de chaque indicateur sous forme d'une note pertinente[12].

	Haut (s_H)	**Bas (s_B)**
Taux de réussite de l'accès au flux (valeur en %)	100 %	98 %
Temps de négociation (valeur en sec.)	1	3,5
Taux de succès fluide de la vidéo (valeur en %)	100 %	90 %
Nombre de ruptures de lecture (nombre de ruptures)	0	5
Durée des ruptures de lecture (valeur en sec.)	0	5

Ces seuils permettent de calculer une note comprise entre 0 et 1 pour chacun des sous-indicateurs *i* en utilisant la formule suivante :

$$\alpha_i = \frac{indicateur_i - \boldsymbol{s_{B,i}}}{\boldsymbol{s_{H,i}} - \boldsymbol{s_{B,i}}}$$

$$note_i = \begin{cases} 0 \; si \; \alpha_i < 0 \\ \alpha_i \; si \; 0 \leq \alpha_i \leq 1 \\ 1 \; si \; \alpha_i > 1 \end{cases}$$

L'indice de performance de la vidéo *streaming* correspond alors à la somme des 5 notes intermédiaires, chacune ayant un poids identiques. Il s'agit donc d'une note attribuée sur 5 :

$$note = \sum_{i=1}^{5} note_i$$

[12] L'indice doit notamment permettre de traduire les écarts significatifs de performances entre deux mesures.

Indice de performance de la vidéo *streaming*	**1) Taux de réussite de l'accès au flux**	**2) Temps de négociation**	**3) Taux de succès fluide de la vidéo**	**4) Nombre de ruptures de lecture**	**5) Durée des ruptures de lecture**
Indicateur médian	Indice basé sur le taux de réussite mesuré	Indice basé sur les temps de négociation médians	Indice basé sur le taux de succès de la vidéo	Indice basé sur les nombres de ruptures de lecture médians	Indice basé sur les durées de ruptures médianes
Indicateur de dispersion (borne inf.)		Indice basé sur les temps de négociation au 5ème centile		Indice basé sur les nombres de ruptures de lecture au 5ème centile	Indice basé sur les durées de rupture au 5ème centile
Indicateur de dispersion (borne sup.)		Indice basé sur les temps de négociation au 95ème centile		Indice basé sur les nombres de ruptures de lecture au 95ème centile	Indice basé sur les durées de rupture au 95ème centile

Commentaire : la possible généralisation de techniques de streaming adaptatif dans un futur proche nécessitera de redéfinir ces indicateurs pour tenir compte de la qualité variable du flux affiché.

4.2.2.5 Représentativité des logiciels utilisés

Afin d'assurer une comparabilité maximale entre les différentes mesures, le même logiciel de lecture vidéo sera utilisé pour l'ensemble des tests. Le choix du lecteur est laissé à l'initiative du Prestataire qui devra, dans la limite des contraintes techniques, utiliser un lecteur populaire[13]. Aucun navigateur n'est utilisé pour réaliser ces mesures.

4.2.2.6 Liste des mires (plateformes cibles)

4 plateformes différentes doivent être utilisées, choisies parmi les plateformes les plus fréquentées selon les classements de référence du secteur. Les deux plateformes les plus populaires devront impérativement être retenues (si elles sont techniquement mesurables). Au-delà, la sélection des plateformes pourra être ajustée pour viser une certaine diversité, notamment en fonction des prestataires techniques impliqués dans l'acheminement du trafic. La liste des plateformes utilisées pourra être modifiée avant chaque période de mesure.

[13] NB : le Prestataire a choisi d'utiliser le lecteur VLC.

4.2.3 Usage P2P

4.2.3.1 Définition

Le transfert de fichier en mode pair à pair (*peer-to-peer* ou *P2P*) permet d'échanger des contenus en s'appuyant non pas sur des serveurs dédiés au partage de données mais sur une multitude de clients raccordés au même système. Cet usage conduit donc, par essence, à utiliser pour chaque échange d'information, une multitude de mires (telles que définies à la section 1.5.2).

Pour tester l'usage P2P, le débit moyen de téléchargement d'un fichier en P2P est mesuré. Ce débit est exprimé Mbit/s.

4.2.3.2 Méthodologie

Le chargement de ce fichier se fait à partir d'un logiciel pair à pair choisi par le Prestataire et utilisant le protocole BitTorrent.

Le fichier téléchargé est une distribution linux populaire. Les références précises de cette distribution sont arrêtées avant chaque période de mesure et susceptibles d'évoluer en cours de période en cas de sortie d'une nouvelle version. Il importe que le fichier considéré soit déjà largement diffusé sur les réseaux P2P au moment des mesures et ne fasse pas l'objet d'un pic de téléchargement à un moment donné.

Un téléchargement de ce fichier est initié et interrompu après un temps déterminé par le Prestataire. Le volume ayant pu être téléchargé est alors utilisé pour calculer le débit moyen effectif.

ANNEXE A – PROTOCOLES DE RESOLUTIONS D'INCIDENTS

Un incident est une situation au cours de laquelle les mesures, dans leur ensemble ou pour une partie d'entre elles, présentent des valeurs manifestement inhabituelles, i.e. s'écartant des variations généralement observées ou attendues.

Le Prestataire est chargé de la surveillance générale et régulière du dispositif de mesures, et notamment de la détection des incidents.

Dès qu'il détecte un incident, il prend les mesures adéquates pour le résorber. Il veille à en déterminer la cause et, si un opérateur est susceptible d'être impliqué, il le tient informé et l'implique autant que de besoin dans la résolution de l'incident. Autant que possible, les mesures ne sont pas interrompues pendant l'incident.

Si l'incident est inclus dans la plage dite de maintenance régulière (de 0 heure à 7 heures du matin), il n'a pas d'impact sur le calcul des indicateurs.

Si la période affectée par l'incident dépasse de la plage de maintenance régulière, il sera déterminé si l'incident est lié à l'une des causes suivantes :

- panne et indisponibilité du système de mesure du Prestataire ;
- panne de l'accès utilisé par les lignes de test liée aux modalités de mise à disposition de cet accès par un opérateur d'infrastructure et dont la responsabilité n'est pas imputable à l'opérateur commercial victime de la panne (exemple : travaux de génie civil, écrasement à tort par un opérateur tiers, etc.) ;
- panne du modem (box) utilisé sur la ligne de test ;
- ou période de maintenance ayant fait l'objet d'un préavis écrit d'une semaine auprès du Prestataire, de l'ARCEP et des autres opérateurs impliqués.

Les périodes affectées par l'incident peuvent alors faire l'objet d'une demande d'exclusion des données utilisées pour le calcul des indicateurs. L'opérateur affecté doit faire une demande formelle d'exclusion des mesures concernées par courrier qui sera instruite, analysée et arbitrée par le comité technique et par l'ARCEP.

ANNEXE B – REFERENCES POUR LE PROJET DE MESURE DE LA QUALITE D'ACCES A L'INTERNET

Dans la mise en œuvre des mesures, conformément à la décision de l'ARCEP et au présent référentiel commun, les opérateurs et leur Prestataire sont invités à recourir au maximum à des métriques et méthodologies normalisées ou de référence.

Cette annexe liste un certain nombre de normes pertinentes pour le projet de mesure de la qualité d'accès à l'internet, mené par l'ARCEP. La priorité est donné aux normes ouvertes (issues d'un organisme ouvert, où tous peuvent participer, et librement disponibles sur l'internet).

1. Les organismes de normalisation

Les travaux des organisations suivantes sont utilisées dans le cadre du dispositif de mesure:

- IETF et notamment son groupe de travail IPPM. Le RFC 2330 *« Framework for IP Performance Metrics »* qui définit le cadre général des métriques de ce groupe. Il est à noter que le registre des métriques, créé à l'origine, a finalement été abandonné par le RFC 6248 *« RFC 4148 and the IPPM Registry of Metrics are Obsolete »*. Ce RFC rappelle qu'un Kilo correspond 1000 unités et non pas 1024, l'importance de publier tous les paramètres de la mesure avec les résultats (pratique très peu rependue lors de mesures de l'internet) et la notion de *Type-P*, qui désigne un type de paquet particulier (en cas de traitements différenciés) : les mesures ne sont valables que pour un *Type-P* donné (dont il faut publier les caractéristiques).
- UIT. Seuls les documents publiés sont disponibles.
- ETSI. Seuls les documents publiés sont disponibles.

2. Métriques « de bas niveau »

Latence

La latence peut être définie pour un *aller simple* (plus pertinent, notamment en cas de trajet asymétrique) ou pour un ***aller-retour*** (plus simple à mesurer, comme le fait le logiciel ping).

La latence, calculée sur un aller simple, est définie dans le *RFC 2679 « A One-way Delay Metric for IPPM »* et sur un aller-retour dans le *RFC 2681 « A Round-trip Delay Metric for IPPM »*. Il est à noter que le RFC 2679 définit la latence au bit près (le temps entre l'envoi du premier bit du paquet sur le câble et la réception du dernier bit du paquet depuis le câble) mais il n'est pas établi qu'une telle précision soit nécessaire dans le cadre de ce projet (sur un lien montant à 1 Mbit/s, 12 ms sont toutefois nécessaires pour émettre un paquet Ethernet de la taille maximale, ce qui peut sérieusement affecter la mesure).

Taux de pertes

Le taux de pertes est défini dans le *RFC 2680 « A One-way Packet Loss Metric for IPPM »*.

Ce RFC ne s'intéresse qu'au taux global. Avec certains encodages vidéo comme MPEG, où le décodage d'un paquet peut dépendre des précédents, les pertes n'ont pas le même effet selon leur répartition (la perte de trois paquets consécutifs peut s'avérer plus grave que la perte de trois paquets répartis dans le temps). Une modélisation des épisodes de perte est décrite dans le *RFC 6534 « Loss Episode Metrics for IPPM »*.

Débit / Capacité

La capacité est le nombre de bits maximal pouvant être écoulé par seconde sur un chemin donné. Elle est distincte du débit, qui est le nombre de bits passant effectivement au moment où on fait la mesure. Le terme de bande passante, issu du monde analogique, est incorrect.

La capacité est définie dans le RFC 5136 *« Defining Network Capacity »*. On note qu'elle est définie par couche (elle diminue lorsqu'on monte vers les couches hautes, en raison notamment de l'encapsulation) et que ce RFC s'arrête à la couche 3 (IP). Le RFC 3148 *« A Framework for Defining Empirical Bulk Transfer Capacity Metrics »* traite quant à lui de la capacité *« utile »* (du point de vue de l'utilisateur). Enfin, le RFC 6349 *« Framework for TCP Throughput Testing »* traite du cas spécifique de TCP.

Gigue

Certaines applications requièrent, outre un débit suffisant, une régularité dans le transfert de données, c'est-à-dire que les paquets soient tous transmis à intervalles réguliers. La variation de la latence, la gigue, est définie dans le RFC 3393 *« IP Packet Delay Variation Metric for IP Performance Metrics »*. A ce stade, il n'est pas envisagé de mesurer cette grandeur dans le cadre de ce dispositif.

Réordonnancement

Le protocole IP ne garantit pas l'ordre d'arrivée des paquets. Le possible réordonnancement de ceux-ci en cas de permutation de l'ordre de paquets à l'arrivée est défini par le RFC 4737 *« Packet Reordering Metrics »*. Il n'est pas prévu d'utiliser cette grandeur dans le cadre de ce dispositif.

3. Protocoles

Certains RFC du groupe IPPM normalisent des protocoles de mesure et non pas des métriques. Les documents pertinents sont : *« A One-way Active Measurement Protocol (OWAMP) »* et RFC 5357 *« A Two-way Active Measurement Protocol (TWAMP) »*.

Dans le cadre de ce projet, l'utilité de ces documents n'est cependant pas avérée. En effet, le Prestataire contrôle les deux extrémités du dispositif en mesure en environnement contrôlé.

4. Divers

A titre d'information, il existe également des normes sur la composition de métriques (exemple : RFC 5835 *« Framework for Metric Composition »*). Cependant, celles-ci ne présentent pas d'utilité pour ce dispositif n'ont donc pas été utilisées.

L'UIT a également élaboré une norme équivalente aux normes IPPM citées ci-dessus : Y.1540, *« Internet protocol data communication service - IP packet transfer and availability performance parameters »*.

5. Bibliographie

Les liens vers les originaux des différents documents cités sont directement intégrés au texte ci-dessus. Certains RFC font également l'objet d'un résumé en français.

Le groupe Métrologie du Grenet qui réalise une veille technologique sur le sujet entretien également une liste de documents pertinents.

Enfin, bien que datant de quelques années, le support de cours de M. Didier Benza (INRIA) sur les métriques IPPM, constitue une bonne entrée en matière.

ANNEXE C – INFORMATIONS COMMUNIQUEES A L'ARCEP PAR LES OPERATEURS

1. Nombre d'abonnés

Périmètre : Parc à la date du xx/xx/xxxx

Configuration d'accès		Nombre d'abonnés
xDSL	Accès dégroupé	
	Accès non dégroupé	
Fibre optique avec terminaison coaxiale		
Fibre optique jusqu'à l'abonné		

2. Offres et modems sous-jacents

Périmètre : Ventes du xx/xx/xxxx au xx/xx/xxxx

Configuration d'accès			Offre retenue	Autres offres[14]	
xDSL		Nom	**Offre XXX**	**Offre XXX**	**Offre XXX**
		Ventes	%	%	%
Fibre optique avec terminaison coaxiale	30 Mbit/s	Nom	**Offre XXX**	**Offre XXX**	**Offre XXX**
		Ventes	%	%	%
	≥ 100 Mbit/s	Nom	**Offre XXX**	**Offre XXX**	**Offre XXX**
		Ventes	%	%	%
Fibre optique jusqu'à l'abonné	≥ 100 Mbit/s	Nom	**Offre XXX**	**Offre XXX**	**Offre XXX**
		Ventes	%	%	%

3. Technologies

Périmètre : Parc à la date du xx/xx/xxxx

		Ligne Courte	Ligne Moyenne	Ligne Longue	TOTAL
xDSL	ADSL2+	%	%	%	**%**
	ADSL2	%	%	%	**%**
	ReADSL2	%	%	%	**%**
	VDSL	%	%	%	**%**
	ADSL	%	%	%	**%**
		30 Mbit/s	**≥ 100 Mbit/s**	**–**	**TOTAL**
Fibre optique avec terminaison coaxiale	DOCSIS 3.0	%	%	–	**%**
	DOCSIS 2.0	%	%	–	**%**
		≥ 100 Mbit/s	**–**	**–**	**TOTAL**
Fibre optique jusqu'à l'abonné	GPON	%	–	–	**%**
	…	%	–	–	**%**

[14] Toutes les offres représentant plus de 30 % doivent être renseignées.

4. Atténuation

Périmètre : Parc à la date du xx/xx/xxxx

Atténuation[15]		Ligne Courte 0-20 dB	Ligne Moyenne 21-43 dB	Ligne Longue > 44 dB
Par atténuation théorique	Parc	%	%	%
	Panel	33 %	33 %	33 %
Par atténuation mesurée	Parc	%	%	%
	Panel	%	%	%

5. Version IP

Périmètre : Parc à la date du xx/xx/xxxx

	Utilisation[16]
IPv4	
IPv6	

6. Panel (offres retenues)

Périmètre : Offres commercialisées à la date du xx/xx/xxxx

Configuration d'accès		Offre	Tarif	Débit descendant[17]	Remarques
xDSL	courte				
	moyenne				
	longue				
Fibre optique avec terminaison coaxiale	30 Mbit/s				
	≥ 100 Mbit/s				
Fibre optique jusqu'à l'abonné	≥ 100 Mbit/s				

[15] Suivant les possibilités techniques, fournir les atténuations mesurées et/ou théoriques.

[16] Une information qualitative sur l'utilisation d'IPv6 dans le parc peut être suffisante.

[17] Débit descendant commercialisé.

ANNEXE D – FORMAT DES PUBLICATIONS INDIVIDUELLES DES OPERATEURS

Présentation synthétique de l'indicateur		xDSL			Fibre optique avec terminaison coaxiale		Fibre optique jusqu'à l'abonné
		Ligne courte	Ligne moyenne	Ligne longue	Offres à 30 Mbit/s	Offres à 100 Mbit/s ou plus	Offres à 100 Mbit/s ou plus
Débit mesuré dans le sens descendant (des serveurs de test vers l'équipement terminal).	Serveurs situés en France	*x* Mbit/s					
	Serveurs situés à l'étranger	*x* Mbit/s					
Débit mesuré dans le sens montant (de l'équipement terminal vers les serveurs de test).	Serveurs situés en France	*x* Mbit/s					
	Serveurs situés à l'étranger	*x* Mbit/s					
Temps d'aller-retour entre l'équipement terminal et les serveurs de test.	Serveurs situés en France	*x* ms					
	Serveurs situés à l'étranger	*x* ms					
Pourcentage de paquets non transmis entre les serveurs de test et l'équipement terminal.	Serveurs situés en France	*x* %					
	Serveurs situés à l'étranger	*x* %					
Temps moyen de chargement d'une page web sur un panel de 15 sites à forte audience en France (poids de la page normalisé à 1 Mo).		*x* s					
Indice de performance de lecture d'une vidéo en streaming depuis un panel de 4 plateformes d'hébergement de vidéos à forte audience en France.		*x* /5					
Débit moyen de téléchargement d'un fichier partagé par un nombre suffisant d'utilisateurs *via* le protocole P2P BitTorrent.		*x* Mbit/s					

ANNEXE E – FORMAT DE TRANSMISSION SYNTHETIQUE DES RESULTATS

Indicateur	Heures	Type de mire	Opérateur	Catégorie d'accès	Valeurs					
					5 %	50 %	95 %	Site		
								1	2	…
Débit descendant	HP/HC	Proche/Lointaine	Opérateur *x*	Catégorie *y*						
Débit montant	HP/HC	Proche/Lointaine								
Latence	HP/HC	Proche/Lointaine								
Perte de paquets	HP/HC	Proche/Lointaine								
Navigation *web*	HP/HC									
Usage *Streaming* – Indice de performance	HP/HC									
Usage *Streaming* – Disponibilité	HP/HC									
Usage *Streaming* – Fluidité	HP/HC									
Usage *Streaming* – Négociation	HP/HC									
Usage *Streaming* – Ruptures	HP/HC									
Usage *Streaming* – Temps rupture	HP/HC									
Téléchargement *P2P*	HP/HC									