

Etat de l'Internet en France

Qu'en dit l'ARCEP ?

Patrice Collet

Membre émérite de la SEE

L'ARCEP publie sa vision de l'état de l'internet en France : en voici quelques éléments.

Introduction

A l'occasion de la publication de son rapport d'activité pour l'année 2021, le régulateur français des télécommunications (ARCEP) a rendu publique en juin 2022 ¹ sa vision de l'état d'internet en France qui en constitue le tome 3. Elle aborde cette question selon différents angles tant pour l'Internet fixe que l'internet mobile en France. Parmi eux, la mesure de la qualité de l'accès à Internet, l'interconnexion des réseaux de données et la transition vers IPv6 ont plus particulièrement retenu notre attention.

La mesure de la qualité

L'ARCEP s'est beaucoup investie pour rendre objectives et fiables les mesures de qualité des services Internet.

La mesure de la qualité des réseaux d'accès fixes

Dans les réseaux fixes, la qualité offerte résulte de la coopération de plusieurs segments de réseau : la réseau interne au domicile du client – réseau LAN – qui connecte le terminal ou le PC à une box, le réseau d'accès cuivre ou fibre voire satellite (figure 1) et les différents éléments permettant d'accéder aux services de contenu souhaités. En l'absence de la connaissance de la composition du réseau d'accès, et des méthodes de mesure utilisées, les résultats des mesures

effectuées par des outils de test (*speed test*) qu'on trouve en grand nombre sur Internet sont très difficilement utilisables pour comparer la qualité de l'accès à Internet offerte par les différents prestataires en les agrégeant.

C'est pourquoi l'ARCEP s'est engagée dès 2018 avec les différents acteurs, fournisseurs de service de test de débit, opérateurs, organisations de consommateurs, ainsi que des universitaires dans le processus de définition d'un mécanisme logiciel équipant les box qui permettrait aux logiciels de mesure d'interroger la box qui connaît à la fois le réseau local du client et le réseau d'accès. Ce mécanisme nommé API ² « carte d'identité de l'accès » est maintenant mis en place dans les box récentes des opérateurs ayant plus d'un million

de clients. Le mécanisme est déclenché quand l'utilisateur de la box lance un test de débit avec un outil qui est autorisé à le faire : le détail du processus est décrit dans la figure 2.

Les données de l'utilisateur sont protégées dans la mesure où elles ne sont pas accessibles depuis Internet sauf aux serveurs de test dûment authentifiés et ayant déclaré respecter le code de bonne conduite proposé par l'ARCEP. Les données techniques de l'accès combinées aux résultats des tests de débit devraient permettre de disposer d'une masse de données relatives à la qualité de service de l'accès fixe à Internet exploitables pour mesurer cette dernière de façon satisfaisante. Encore faut-il que les tests de débit fournis par divers prestataires sur Internet soient effectués de façon satisfaisante selon une méthodologie ne présentant pas de biais. C'est pourquoi l'ARCEP a publié un code de conduite des tests de débit.

² API : Application Programming Interface – Interface de Programmation d'application

CARACTÉRISTIQUES DE L'ENVIRONNEMENT UTILISATEUR

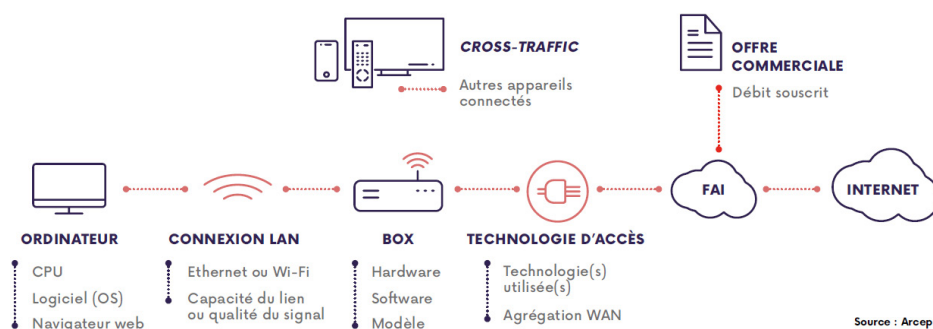
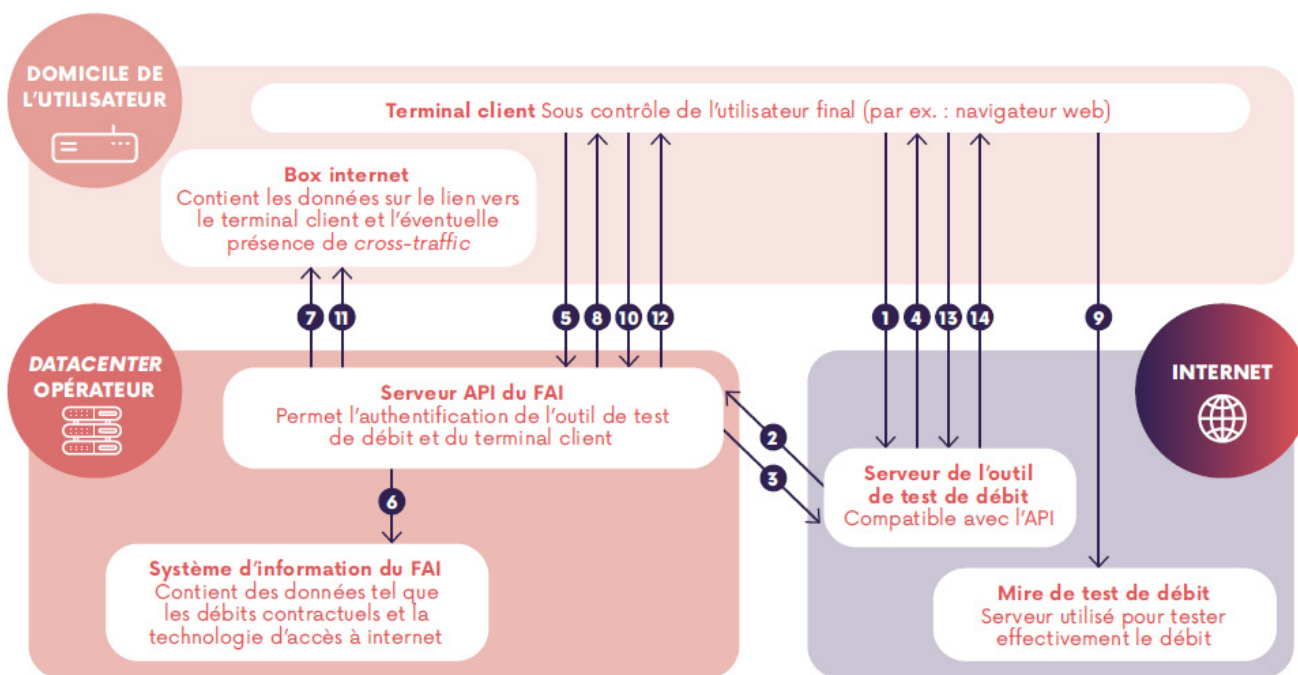


Figure 1 : Constitution de l'accès fixe à Internet - Source : rapport ARCEP.

¹ https://www.arcep.fr/uploads/tx_gspublication/rapport-etat-internet-2022-300622.pdf



- 1 L'utilisateur se rend sur un site pour tester son débit et autorise un appel API
- 2 L'outil de test de débit s'authentifie et demande à l'opérateur un jeton, permettant à l'utilisateur d'interroger l'API
- 3 L'opérateur délivre à l'outil un jeton, qui permet au terminal client d'interroger l'API, en limitant la requête à l'IP du terminal client et à une durée de quelques minutes
- 4 Le terminal client récupère le jeton auprès de l'outil
- 5 Le logiciel sur le navigateur de l'utilisateur se connecte à l'API de son opérateur qui vérifie la validité du jeton
- 6 L'API interroge le système d'information pour récupérer une partie des données
- 7 L'API interroge la box de l'utilisateur, pour récupérer l'autre partie des données
- 8 Les données issues de l'API sont renvoyées au terminal de l'utilisateur
- 9 Le logiciel sur le navigateur de l'utilisateur lance un test de débit sur une mire, un serveur dédié à cet usage
- 10 Le logiciel sur le navigateur de l'utilisateur se connecte à l'API pour le second appel, destiné à savoir s'il y a eu du cross-traffic sur la ligne
- 11 L'API interroge la box de l'utilisateur, pour récupérer les données cross-traffic
- 12 Les données issues du second appel de l'API sont renvoyées au terminal client
- 13 Le logiciel sur le navigateur de l'utilisateur transmet le résultat du test de débit et les données de l'API aux serveurs de l'outil de test de débit
- 14 L'outil délivre une information enrichie à l'utilisateur

Source : Arcep

Figure 2 : Principe de fonctionnement de l'API «carte d'identité de l'accès» - Source : rapport ARCEP.

Le code de conduite de l'ARCEP

La mise en œuvre des tests de débit est, en général, effectuée en connectant un PC ou plus généralement un terminal à un serveur de test situé dans le réseau Internet avec lequel ce dernier échange des fichiers de données test. Les résultats de tels tests dépendent évidemment fortement de leurs conditions de mise en œuvre :

- le dimensionnement du lien de raccordement du serveur de test à Internet : son débit crête devrait être supérieur à celui de l'accès sur lequel la mesure est effectuée ;
- la charge de ce lien : pour éviter une surcharge, les serveurs de test – comme les serveurs Internet – mettent en œuvre des algorithmes de contrôle de charge,

qui à partir de critères de charge ralentissent l'émission des paquets pour éviter la congestion. Le comportement de l'algorithme utilisé par le serveur de test influence le résultat des mesures de bande passante et latence. L'algorithme couramment utilisé était TCP-CUBIC et un nouvel algorithme BBR proposé par Google plus efficace en termes de bande passante et de latence se répand dans les serveurs Internet³. La connaissance de l'algorithme utilisé par le serveur de test est nécessaire pour interpréter les résultats ;

- la localisation du serveur de test dans Internet : selon celle-ci les résultats de mesure sont représentatifs ou non d'un

³ On trouvera dans le rapport de l'ARCEP p19 et suivantes une analyse comparative très éclairante de l'impact de Cubic et BBR sur la latence et la perte de paquets.

type d'usage. Par exemple, situé dans le réseau du fournisseur d'accès à Internet (FAI) de l'utilisateur, il ne mesure pas la qualité de service réellement rencontrée dans l'usage de services Internet.

C'est pourquoi l'ARCEP a publié dès fin 2018 un code de conduite à destination des prestataires de service de test avec plusieurs objectifs, assurer que les méthodologies de test sont satisfaisantes, mettre à disposition des utilisateurs des services les informations nécessaires à l'interprétation des résultats de mesure et enfin faire en sorte que l'élaboration des résultats agrégés publiés sur les sites des prestataires de service de test respecte des règles permettant d'assurer leur représentativité. Une version améliorée du code de conduite a été publiée en 2020 et une version nouvelle intégrera l'API « carte d'identité de l'accès ».



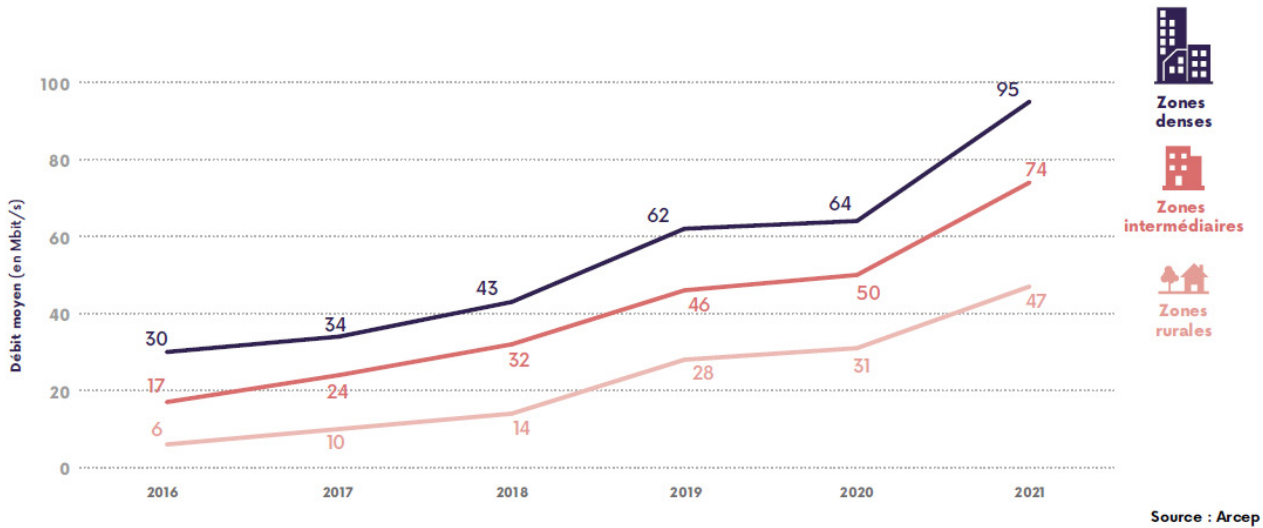


Figure 3 : Progression des débits moyens en téléchargement par zone – Source : rapport ARCEP.

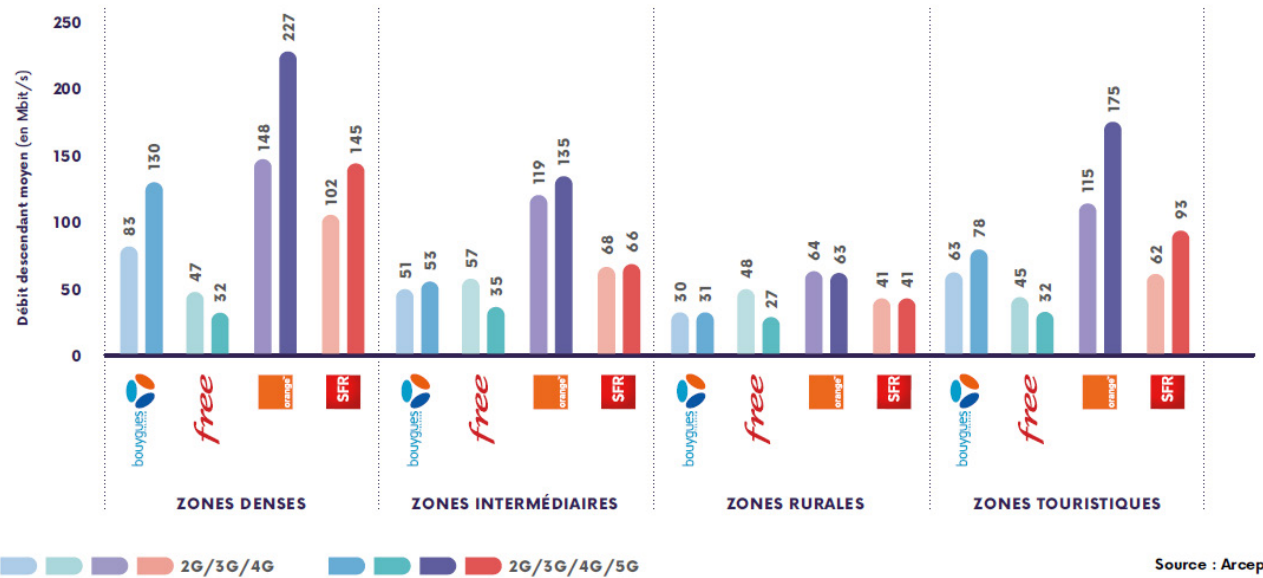


Figure 4 : Débits descendants moyens pour les utilisateurs n'ayant pas accès à la 5G et ceux disposant d'un mobile et d'un forfait compatibles 5G - Source : rapport ARCEP.

Le suivi de la qualité de l'Internet mobile

Depuis 1997, l'ARCEP mène des campagnes de mesure de qualité des services mobiles qui enrichissent les cartes de couverture fournies par les opérateurs mobiles : elles permettent de comparer dans des conditions identiques les qualités des services fournis par les différents réseaux. L'ensemble des données est disponible sur le site « monreseaumobile.fr » développé par l'ARCEP. En 2021, les mesures ont porté non seulement sur les ré-

seaux 2G, 3G et 4G mais également sur les réseaux 5G. La qualité de service en mode données a progressé après un ralentissement dû à la pandémie en 2020 (figure 3).

Le protocole de mesure de l'ARCEP a été étendu à la 5G et pour la première année il est possible de voir dans les résultats de mesure l'effet du déploiement de la 5G (figure 4). C'est Orange qui propose les meilleurs débits descendants, débits atteignant, d'après les mesures de l'ARCEP, 227 Mbit/s dans les zones denses cou-

vertes en 5G. Dans ces mêmes zones, la progression des débits offerts est moins nette chez les autres opérateurs, probablement à cause de choix de mise en œuvre, bande de fréquences et ingénierie utilisées pour la mise en œuvre de la 5G.

Pour améliorer encore son site « Mon réseau mobile » l'ARCEP a publié un « kit du régulateur » qui fournit des cahiers des charges types pour les collectivités locales qui souhaitent faire faire des mesures de qualité sur leurs territoires : leurs résultats viennent enrichir son site. Il en

est de même pour les résultats de certains outils de speed test.

L'interconnexion de données

Selon Sandvine ⁴, en 2021, 53,7 % du trafic Internet mondial était du trafic vidéo : ce dernier résulte évidemment du succès des services de streaming vidéo et de la multiplication des services permettant l'échange de vidéos et également de la montée en définition des vidéos diffusées. On retrouve évidemment la même situation en France où, selon l'ARCEP, les principaux fournisseurs de contenus sont Netflix, Youtube, Akamai, et Amazon tous les quatre grands fournisseurs de contenus vidéo et grands consommateurs de débit. Ces contenus lus en streaming peuvent être accessibles à l'utilisateur final à partir de serveurs distants situés dans un réseau, nord-américain par exemple, ou bien à partir de serveurs de contenus implantés auprès des utilisateurs où des répliques des vidéos sont stockées : ces serveurs répartis constituent des réseaux de distribution de contenus ou CDN ⁵. Leur utilisation repose sur un arbitrage entre deux types de coûts, coût de transport à très longue distance versus coût de stockage dans des serveurs proches prenant en compte la fréquence d'accès à un contenu donné et également sur des critères de qualité : la proximité entre serveur et utilisateurs réduit le risque de congestion et donc le risque de perturbation du service. Les serveurs CDN peuvent être la propriété d'un offreur de service CDN, comme Akamai, ou bien d'un fournisseur de contenus et d'applications (FCA) ou enfin du FAI offrant le service d'accès à Internet de l'utilisateur. Il est localisé dans le réseau du FAI quand celui-ci en est le propriétaire mais il peut aussi l'être quand le FCA en est le propriétaire.

4 https://www.sandvine.com/hubfs/Sandvine_Redesign_2019/Downloads/2022/Phenomena%20Reports/GIPR%202022/Sandvine%20GIPR%20January%202022.pdf

5 CDN : Content Delivery Network

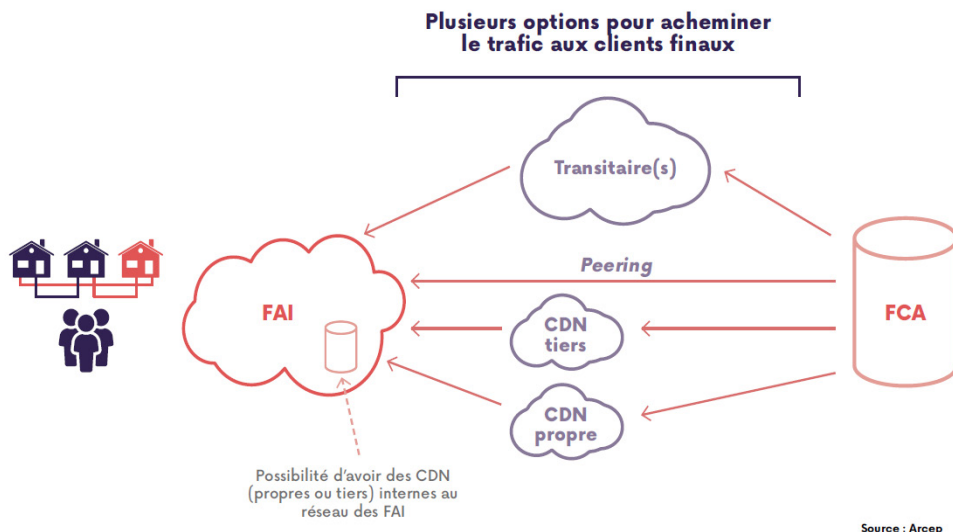


Figure 5 : Différents modes d'interconnexion entre acteurs de l'Internet - Source : rapport ARCEP.

Le fonctionnement du réseau Internet implique l'interconnexion de nombreux réseaux au minimum le réseau du FAI de l'utilisateur d'Internet et celui de raccordement des serveurs du fournisseur de contenu ou d'applications. Cette interconnexion peut être faite selon plusieurs modes (figure 5) :

- le recours à un réseau de transit qui, moyennant rétribution, assure l'interconnexion entre un FAI et un ou plusieurs réseaux ;

- le *peering* qui est un échange direct de trafic entre réseaux, il peut être gratuit ou payant selon les cas ;

- l'interconnexion peut être assurée aussi via des réseaux de CDN.

Pour un même FAI, plusieurs modes d'interconnexion peuvent coexister suivant les différents types de trafic à écouler.

En France fin 2021, le trafic entrant d'interconnexion dans les réseaux des principaux

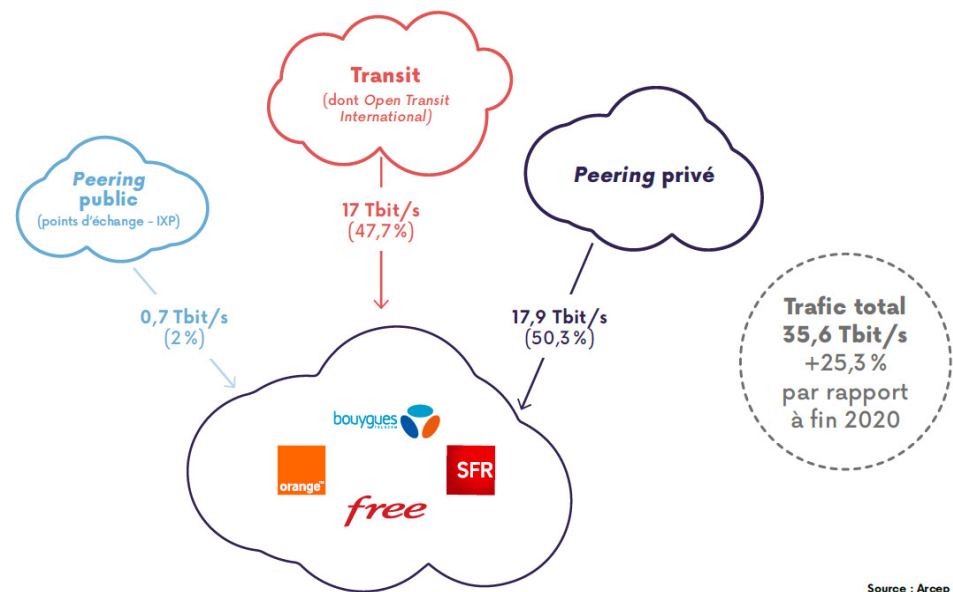


Figure 6 : Répartition du trafic entrant d'interconnexion fin 2021 vers les principaux FAI – Source : rapport ARCEP.

●●● FAI s'élevait à 35,6 Tbit/s. Le trafic entrant via un réseau de transit reste à un niveau élevé de 47,7 % de l'ensemble, probablement parce qu'Orange a développé un réseau de transit international IP appelé Open Transit International (OTI) sur lequel il a construit des offres de transit. La figure 6 donne la ventilation du trafic entrant vers les principaux FAI.

L'ARCEP observe au fil des années une tendance à la baisse de la part relative du transit au profit du *peering* et note que ce phénomène n'a pas eu lieu en 2021.

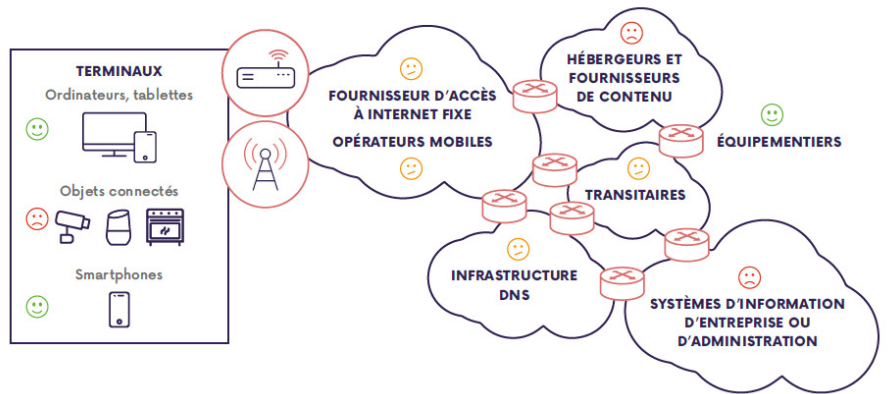
Pour les mêmes FAI, le trafic d'interconnexion sortant ne s'élevait lui qu'à 2,9 Tbit/s : la forte asymétrie entre trafic entrant et trafic sortant est le résultat d'une longue et forte progression passant d'un rapport 4 en 2012 à un rapport 12 en 2021. Elle traduit, probablement, l'explosion de l'usage de services vidéo dont la qualité s'est aussi améliorée au fil des années.

L'origine du trafic entrant est de plus en plus concentrée puisqu'en 2021, cinq fournisseurs, Netflix, Google, Akamai, Facebook et Amazon représentent 51 % du trafic vers les clients des principaux FAI français.

La transition vers IPV6

Le 25 novembre 2019, le RIPE NCC, le registre qui attribue les adresses IP aux différents acteurs européens et moyen-orientaux du monde de l'Internet a annoncé avoir attribué le dernier bloc d'adresses IPV4 disponible dans ces régions. Ce n'était certes pas un événement inattendu, mais cette annonce marque l'urgence qu'il y a à accélérer la transition vers la version 6 du protocole IP et l'extinction progressive de sa version 4 si l'on veut éviter que l'Internet se segmente, l'un en V6 l'autre en V4. C'est une opération compliquée qui nécessite la mobilisation de tous les acteurs du réseau. L'ARCEP s'y est beaucoup investie depuis des années et dans ce rapport elle fait le point sur la situation d'IPV6 en France. Elle note des progrès significatifs puisque le taux d'utilisation d'IPV6 atteint 46,5 % qui place la France au 6^{ème} rang mondial en 2021 alors qu'elle

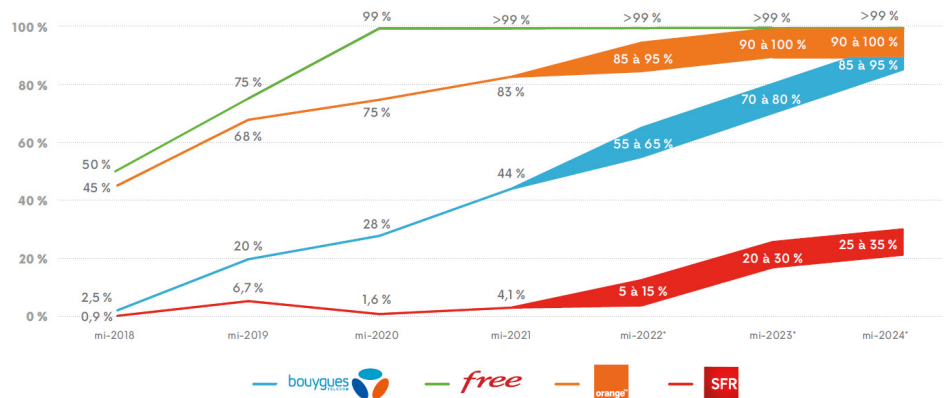
ÉTAT D'AVANCEMENT DE LA TRANSITION VERS IPV6 AU NIVEAU DES DIFFÉRENTS MAILLONS DE LA CHAÎNE TECHNIQUE



😊 Migration vers IPv6 totale ou élevée 🟡 Migration vers IPv6 partielle 😞 Migration vers IPv6 faible ou nulle

Source : Arcep

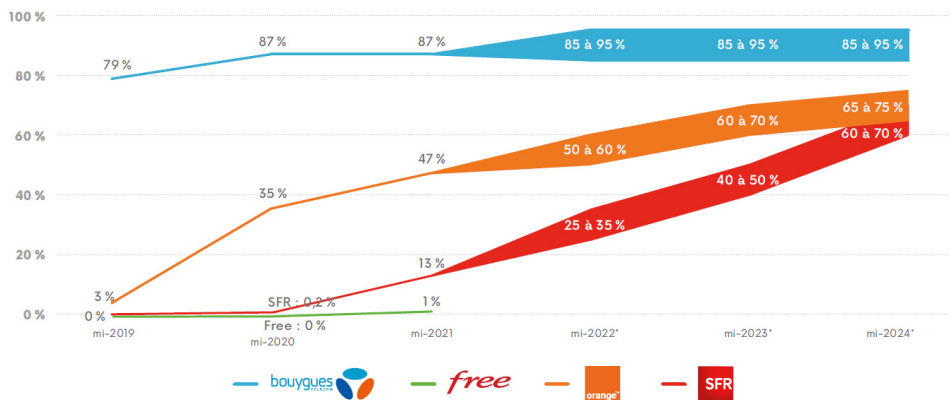
Figure 7 : Progrès de la migration vers IPV6 par secteur - Source : rapport ARCEP.



* Chiffres susceptibles d'évoluer

Source : données à fin juin 2021, recueillies par l'Arcep auprès des opérateurs

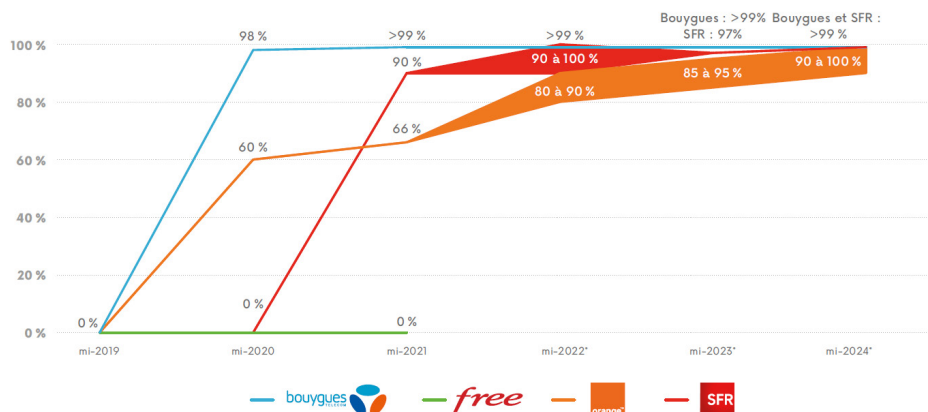
Figure 8 : Réseau fixe : évolution du taux de clients actifs en IPV6 - Source : rapport ARCEP.



* Chiffres susceptibles d'évoluer

Source : données à fin juin 2021, recueillies par l'Arcep auprès des opérateurs

Figure 9A : Évolution du taux de clients Android actifs - Source : rapport ARCEP.



* Chiffres susceptibles d'évoluer

Source : données à fin juin 2021, recueillies par l'Arcep auprès des opérateurs

Figure 9B : Evolution du taux de clients Iphone activés en OPV6 -Source : rapport ARCEP.

n'était qu'au 10^{ème} rang en 2020. Mais ce progrès est assez variable suivant les secteurs et les acteurs : seuls les terminaux fixes et mobiles ont complètement migré vers IPV6 (figure 7).

Concernant les fournisseurs d'accès à Internet fixe, l'ARCEP note en 2021 de fortes disparités dans l'activation IPV6 des clients, Free dépasse les 99 %, suivi par Orange qui atteint 83 %, Bouygues 44 %, et des quatre plus gros FAI, SFR ferme la marche avec 4,1 % d'activation. La figure 8 montre l'évolution du taux d'activation de ces mêmes FAI ainsi que leurs prévisions.

Elle conduit l'ARCEP à inviter SFR à accélérer l'activation d'IPV6 chez ses clients raccordés par fibre et par réseau câblé. La situation est moins bonne chez les FAI ayant moins de 3 millions de clients dont certains n'ont pas du tout amorcé la transition vers IPV6 alors que d'autres ont migré la grande majorité de leurs clients.

L'activation des clients mobiles en IPV6 est aussi assez variable suivant les opérateurs et selon les types de terminaux. Free qui n'active pas par défaut IPV6 sur les terminaux de ses clients a un taux d'activation voisin de zéro, Orange et SFR ont encore du chemin

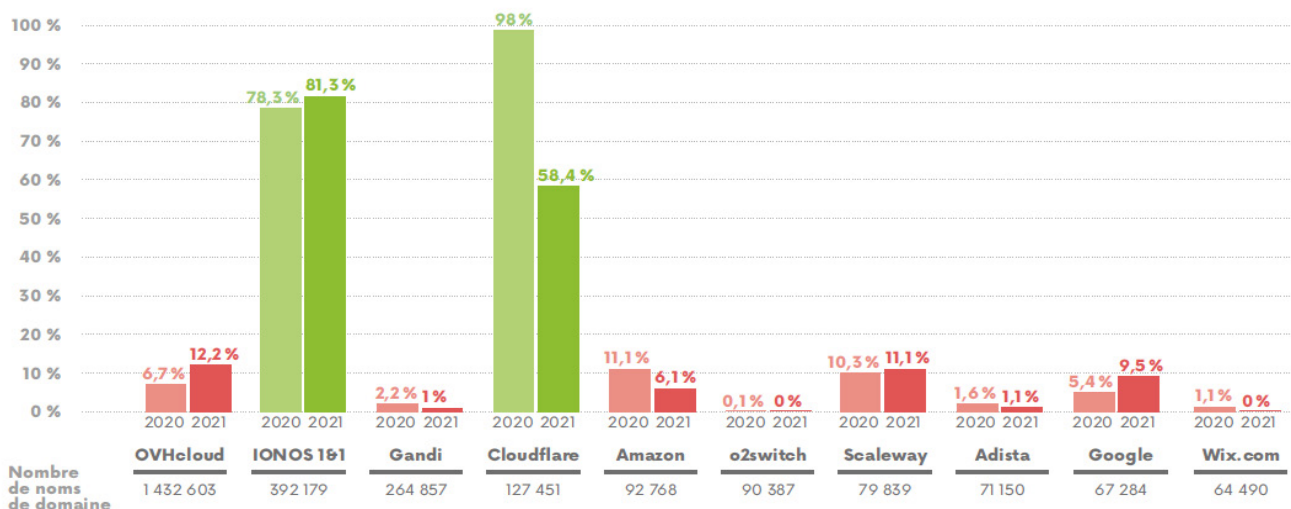
à parcourir notamment dans l'activation des terminaux Android (figures 9A et 9B).

L'ARCEP appelle tous les opérateurs à accélérer l'activation des terminaux mobiles en IPV6 et rappelle que les opérateurs qui se sont vu attribuer des fréquences 5G (3,5 GHz) ont l'obligation d'assurer la compatibilité avec IPV6 à compter du 31/12/2020 pour la métropole.

Selon l'ARCEP, les hébergeurs de site Web constituent l'un des principaux goulots d'étranglement dans la transition vers IPV6 : en 2021 seuls 26 % des sites Web les plus visités sont accessibles en France en IPV6 même si 62 % des pages les plus visitées en France sont ainsi accessibles. Des sites uniquement accessibles en IPV6 commencent aussi à apparaître. La figure 10 présente le taux de sites Web accessibles en IPV6 pour les dix plus gros hébergeurs en France.

Il apparaît une très grande disparité dans la situation des différents hébergeurs dans l'effort effectué pour migrer vers IPV6. Des efforts importants restent à mener. Des efforts encore plus importants sont à mener dans le domaine de l'hébergement de messageries : en août 2021, 92,6 % des serveurs mail ne peuvent pas être adressés en IPV6. ■

TAUX DE SITES WEB ACCESSIBLES EN IPv6 sur les noms de domaine .fr, .re, .pm, .yt, .tf et .wf



Source : données Afnic à août 2021

Figure 10 : Taux de sites accessibles en IPV6 - Source : rapport ARCEP.