

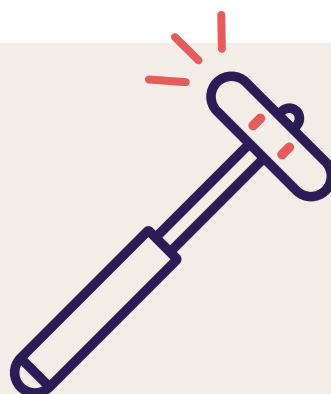
L'état d'internet en France

ÉDITION
2018

2. Superviser l'interconnexion de données



*Un suivi vigilant
est indispensable
au vu des antécédents
du patient*



1. UNE MULTITUDE D'ACTEURS DANS UN ÉCOSYSTÈME EN ÉVOLUTION

Plusieurs acteurs principaux interagissent dans l'écosystème de l'internet :

- les fournisseurs de contenu et d'applications (FCA) : les propriétaires du contenu, qui font appel à plusieurs intermédiaires pour acheminer leur contenu aux utilisateurs finals ;
- les hébergeurs²⁸ : les propriétaires des serveurs hébergeant un contenu géré par des tiers (FCA ou individus) ;
- les transitaires : les gestionnaires des réseaux internationaux qui font office d'intermédiaires entre les FCA et les FAI pour acheminer le trafic ;
- les points d'échange internet (IXP – *Internet Exchange Point*) : les infrastructures qui permettent aux différents acteurs de s'interconnecter directement, *via* un point d'échange, plutôt que par le biais d'un ou de plusieurs transitaires ;
- les réseaux de diffusion de contenu (CDN – Content Delivery Network) : les réseaux qui se spécialisent dans la livraison de volumes de trafic importants vers plusieurs FAI, dans des zones géographiques variées et grâce à des serveurs cache au plus proche des clients finals ;
- les fournisseurs d'accès internet (FAI) : les opérateurs de réseaux qui sont chargés de livrer le trafic au client final ;
- les clients finals : les individus qui utilisent leurs propres équipements et contractent un abonnement auprès d'un FAI pour accéder à du contenu sur internet.

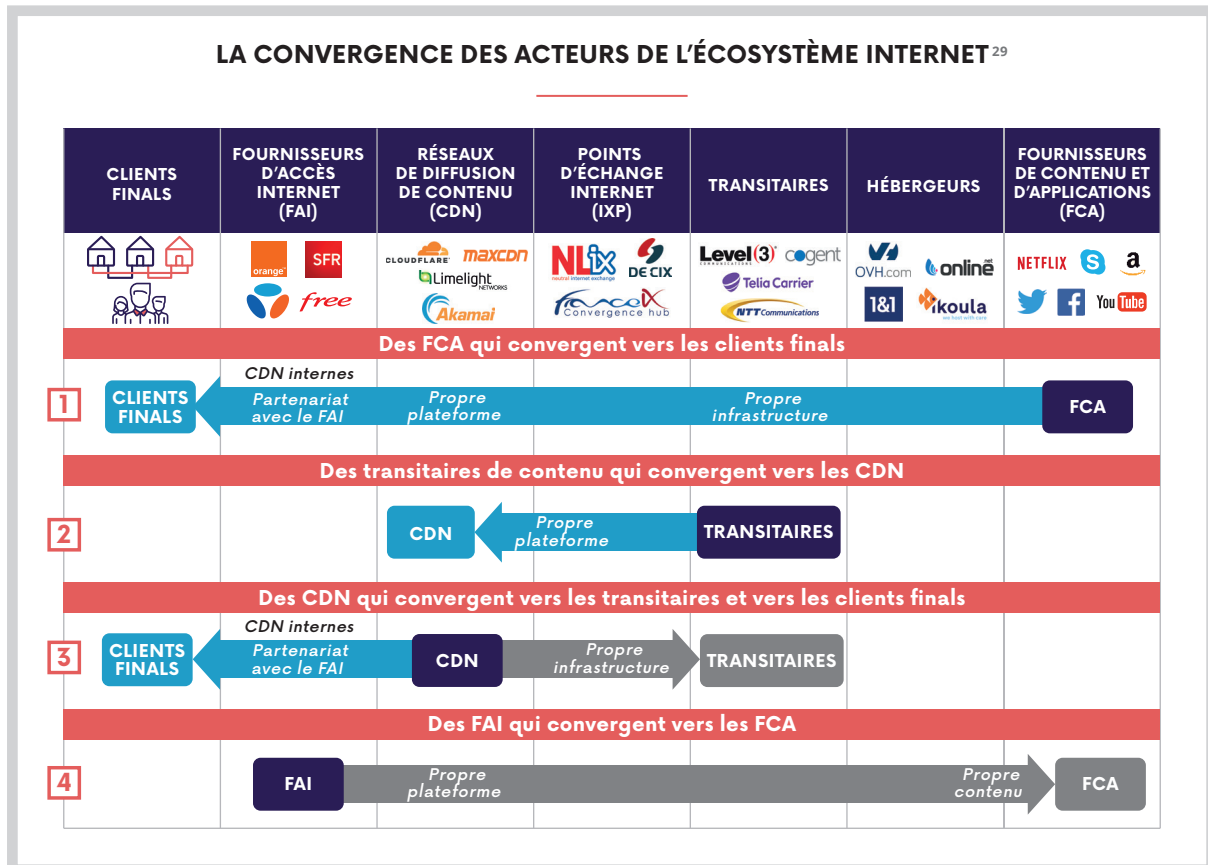
²⁸ Plus précisément, l'article 6-1-2° de la loi 2004-575 du 21 juin 2004 pour la confiance dans l'économie numérique définit les hébergeurs comme étant les personnes physiques ou morales qui assurent, même à titre gratuit, pour mise à disposition du public par des services de communication au public en ligne, le stockage de signaux, d'écrits, d'images, de sons ou de messages de toute nature fournis par des destinataires de ces services.

Comme le montre le tableau ci-dessous, la tendance actuelle du marché est à la convergence entre les différents acteurs. Plusieurs scénarios d'intégration verticale sont observés, vers l'amont comme vers l'aval de la chaîne de valeur :

- 1 dans l'optique de se rapprocher du client final et d'améliorer la résilience et la qualité de service de leurs services, les FCA mettent en place leur propre infrastructure réseau et leurs propres plateformes CDN ;
- 2 au-delà de leurs prestations de transit, les transitaires se basent sur leur infrastructure existante pour développer des services CDN et héberger du contenu tiers ;

- 3 d'une part, les CDN se comportent de plus en plus comme des opérateurs de réseaux en déployant leur propre infrastructure à travers le monde. D'autre part, ils concluent des partenariats avec les FAI afin de placer leurs serveurs dans le réseau de ces derniers et être le plus proche possible des clients finals ;
- 4 les FAI diversifient leurs activités en créant leurs propres contenus et en assurant leur diffusion via leurs propres plateformes.

N.B. : pour plus de précisions sur les termes techniques employés ci-après, l'Arcep invite le lecteur à se reporter à l'annexe 6 du rapport au Parlement et au Gouvernement sur la neutralité d'internet publié en septembre 2012.



²⁹ Inspiré d'un schéma de la présentation « The value of Network Neutrality to European consumers » de Detecon Consulting.



L'INTERCONNEXION POUR LES NULS

Stéphane BORTZMEYER, expert internet,

s'est pris au jeu de répondre aux questions les plus fréquemment posées sur l'interconnexion de données.

À quoi ça sert, l'interconnexion ?

Le client de SFR ne veut certainement pas interagir qu'avec les autres clients de SFR. Il veut un accès à tout l'internet. Les opérateurs doivent donc se connecter entre eux, s'interconnecter, et ce sont ces interconnexions qui finissent par former l'internet, ce réseau de réseaux.

Cela ressemble à quoi, physiquement, une interconnexion ?

C'est une fibre optique qui passe entre les machines de deux opérateurs. Pour simplifier le processus, les opérateurs profitent en général de leur présence dans le même centre de données où se trouvent des salles spécialisées dans l'interconnexion, les « *meet-me rooms* ». Ou alors ils sont connectés au même point d'échange, ces services dédiés à l'interconnexion, où une nouvelle connexion ne nécessite même plus de passer une nouvelle fibre.

Lorsque deux acteurs souhaitent s'interconnecter, comment s'y prennent-ils ?

Se connecter physiquement n'est qu'une partie du processus. Il faut un accord entre les deux opérateurs, pour que chacun puisse envoyer ses données à l'autre, et acheminer les données reçues. Un tel accord est avant tout une décision « *business* », et non technique. À part quelques pays, il n'y a pas de lois nationales ou internationales encadrant de tels accords. Bien que le terme d'« accord » fasse penser à un contrat écrit et signé, beaucoup de décisions d'interconnexion restent informelles, décidées autour d'une poignée de mains. Il y a deux types importants d'accords, le « *peering* » et le

« transit ». Le terme de *peering* vient de l'anglais « *peer* », désignant un pair, un égal. Le *peering* typique interconnecte deux acteurs de taille comparable, il n'y a pas d'échange d'argent, et chacun ne « donne » accès qu'à son réseau, pas à ceux de tiers. Tout opérateur a une « politique de *peering* » (qui est souvent formalisée dans un texte, parfois public) qui définit quels acteurs il accepte de considérer comme pair. Par exemple, cette politique peut indiquer un seuil minimal de débit (les gros n'aiment pas *peerer* avec les petits). Le *peering* ne peut pas suffire à tout car deux opérateurs peuvent être simplement trop éloignés pour cela. Si un client de Free veut regarder le site web de l'université nationale de Colombie, il est probable que Free et le réseau qui connecte l'université n'ont pas de possibilité physique de s'interconnecter. On fait alors appel à des opérateurs qui ont une présence plus large sur la planète, les « transitaires ». Quand un opérateur se connecte à un transitaire, c'est lui qui « achète du transit » en payant le transitaire. Le contrat est alors presque toujours formel, et le transitaire lui donne accès à tout l'internet. Les différents transitaires se connectent entre eux par des accords de *peering* et la boucle est bouclée. M. Toutlemonde peut regarder le site web de l'université colombienne.

Comment choisissent-ils entre le *peering* ou le transit ?

Rappelez-vous qu'il s'agit de décisions essentiellement « *business* ». Prenons l'exemple d'un petit FAI. Il a intérêt à négocier le maximum d'accords de *peerings* gratuits et il aura ainsi des possibilités d'interconnexion avantageuses. Mais cela ne lui donnera pas accès aux réseaux des gros opérateurs (qui refuse-

ront de *peerer* avec ce petit et exigeront plutôt qu'il devienne leur client payant), ni aux réseaux lointains, dans d'autres pays (le transitaire ne voudra pas lui rendre service gratuitement). Notre petit FAI devra donc payer un ou plusieurs transitaires. Dans certains cas, des gros opérateurs font payer leurs pairs tout en ne donnant accès qu'à leur propre réseau (contrairement au transitaire). On parle alors de « *peering* payant ». Cela dépend entièrement des rapports de force respectifs. Des politiques de *peering* ajoutent parfois un critère de symétrie (à peu près autant d'octets dans chaque direction). Ils peuvent exiger le passage à un *peering* payant si le trafic est trop asymétrique. D'une manière générale, l'asymétrie exerce une pression négative sur les relations, d'où l'importance des échanges en pair-à-pair, pour augmenter la symétrie. Il est intéressant de noter qu'il n'existe pas de mécanisme officiel de péréquation entre les opérateurs, comme ce fut le cas pour la téléphonie.

Et les CDN, ça change la donne ?

Un CDN (*Content Delivery Network*) est un service de distribution de contenus qui dépose ces contenus à l'avance en de nombreux endroits, proches du futur client. L'endroit le plus proche est évidemment chez le FAI du client (on parle alors de « CDN internes, ou *on-net* »). Ces serveurs, gérés par l'entreprise qui possède le CDN mais installés dans le réseau même du FAI, sont avantageux pour le fournisseur de contenus (car plus proches de ses clients) et pour le FAI (car ils diminuent la nécessité d'interconnexion). Cependant, ils font également l'objet de rudes négociations d'affaires pour déterminer si l'une des deux parties va payer pour l'hébergement de ce service.

2. UNE EXTENSION DES DONNÉES COLLECTÉES POUR MIEUX SUPERVISER ET ACCOMPAGNER

Étant donné les tensions ponctuelles³⁰ qui peuvent apparaître sur le marché de l'interconnexion, une supervision continue s'impose afin que l'Arcep puisse inciter les acteurs à un comportement vertueux et réagir rapidement en cas de problème éventuel. À ce stade, il n'apparaît pas nécessaire que l'Arcep intervienne directement par la voie d'une décision de régulation *ex ante*. Toutefois, l'Autorité dispose des compétences qui lui permettraient d'agir si des difficultés venaient à survenir³¹.

Afin d'améliorer sa connaissance des marchés de l'interconnexion et de l'acheminement des données sur internet, l'Arcep a instauré en 2012, *via* la décision n° 2012-0366, une collecte périodique d'informations sur les conditions techniques et tarifaires de l'interconnexion et de l'acheminement de données.

La décision n° 2012-0366 a fait l'objet d'une première modification en 2014 (décision n° 2014-0433-RDPI). En 2017, après avoir tiré les enseignements des différents cycles de fonctionnement de la nouvelle collecte et des réponses à un questionnaire *ad hoc*³² envoyé aux opérateurs sur les nouvelles modalités d'interconnexion et la composition du trafic en France en mars, la formation compétente de l'Arcep a adopté le 12 décembre 2017, après consultation publique, la décision n° 2017-1492-RDPI. Cette actualisation a eu pour but, d'une part, d'alléger le dispositif de la décision et de simplifier des indicateurs de capacité, et d'autre part, de demander des informations sur le trafic relatif aux serveurs CDN internes (aussi appelés CDN on-net ou serveurs cache internes). La formation compétente de l'Arcep a en effet estimé nécessaire de disposer d'un indicateur lui permettant de déterminer la structure technique et tarifaire du trafic relative aux serveurs cache internes pour prendre en considération leur place grandissante aux côtés des modes d'interconnexion traditionnels.

Ces ajustements permettront notamment d'affiner la compréhension de l'Autorité relative au fonctionnement technico-économique des relations entre les fournisseurs d'accès à l'internet et les fournisseurs de contenus et d'applications pour l'acheminement de leur trafic.

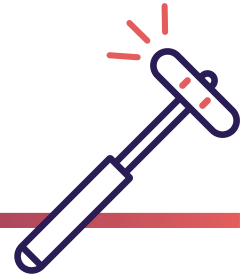
Les résultats et enseignements de cette collecte d'information actualisée sont présentés pour la première fois dans le présent rapport. L'Arcep a par ailleurs décidé de pérenniser les publications relatives à l'interconnexion de données *via* la création, d'ici la fin d'année 2018, d'un observatoire dédié qui sera mis à jour sur une base annuelle.



³⁰ Cf. l'affaire ayant opposé Cogent et Orange devant l'Autorité de la concurrence, conclue en 2012, ou l'enquête administrative concernant Free et Google, relative aux conditions techniques et financières de l'acheminement du trafic, menée par l'Arcep en 2012-2013.

³¹ Pour plus d'informations sur le cadre de régulation applicable à l'interconnexion, le lecteur pourra se référer à l'encart page 45 du rapport sur l'état d'internet en France de 2017.

³² Envoyé sur le fondement de la décision de collecte des informations sur les conditions techniques et tarifaires de l'interconnexion et de l'acheminement de données.



LES POLITIQUES D'INTERCONNEXION DE BOUYGUES TELECOM ET D'ORANGE FRANCE



Benoît PLESSY,
Responsable Architecture *Backbones* IP/optique,
peering manager, **BOUYGUES TELECOM**



Le besoin d'accéder à internet est considéré par nos clients finals comme indispensable dans leurs activités quotidiennes. Ils désirent disposer d'un service d'accès internet de qualité.

Outre le service de fourniture d'accès délivré, des accords d'interconnexion entre Bouygues Telecom et les acteurs d'internet doivent être envisagés pour permettre aux clients finals de consommer certains services et/ou applications disponibles sur internet.

De ce constat, Bouygues Telecom a retenu une politique d'interconnexion ouverte

pouvant se résumer de la manière suivante :

- permettre aux acteurs d'internet d'acheminer leurs services et applications sur notre réseau au travers d'une interconnexion directe dans le cadre d'accords d'interconnexions, ou d'utiliser un point d'échange public;
- régionaliser (Marseille, Lyon, Lille) les points d'échanges et introduire dans notre réseau des caches de *Tiers*, afin de rapprocher les contenus du client et diminuer les risques en cas d'incident;

- disposer d'interconnexions correctement dimensionnées de manière à prévenir une saturation du lien d'interconnexion, y compris avec nos transitaires.

Cette approche nous semble contribuer au bon développement d'internet en France. Il convient néanmoins de rappeler que l'évolution du trafic, sans cesse en expansion du fait d'acteurs majeurs d'internet, impacte significativement nos infrastructures réseau.



Aurore CROCHOT,
Responsable interconnexions IP et *peering*,
ORANGE FRANCE



Fournir un contenu internet avec la meilleure qualité de service passe par une implication de chaque acteur de la chaîne de diffusion.

En tant qu'acteur de l'internet, Orange constate une augmentation massive du trafic issu des plus importants fournisseurs de contenus. Ces quelques acteurs majeurs représentent à eux seuls plus de la moitié du trafic global internet à destination de nos clients Orange en France.

Face à cette croissance exponentielle, Orange adapte donc ses capacités réseaux et renforce ses multiples points d'accès, afin d'obtenir un réseau robuste, fiable pour fournir la meilleure qualité de service à ses clients.

Cette qualité de service, primordiale pour Orange, est cependant aussi à la main des fournisseurs de contenus. Ces derniers possèdent en effet leurs propres choix de prestataires et/ou transitaires pour écouler leur trafic jusqu'aux utilisateurs de leur service.

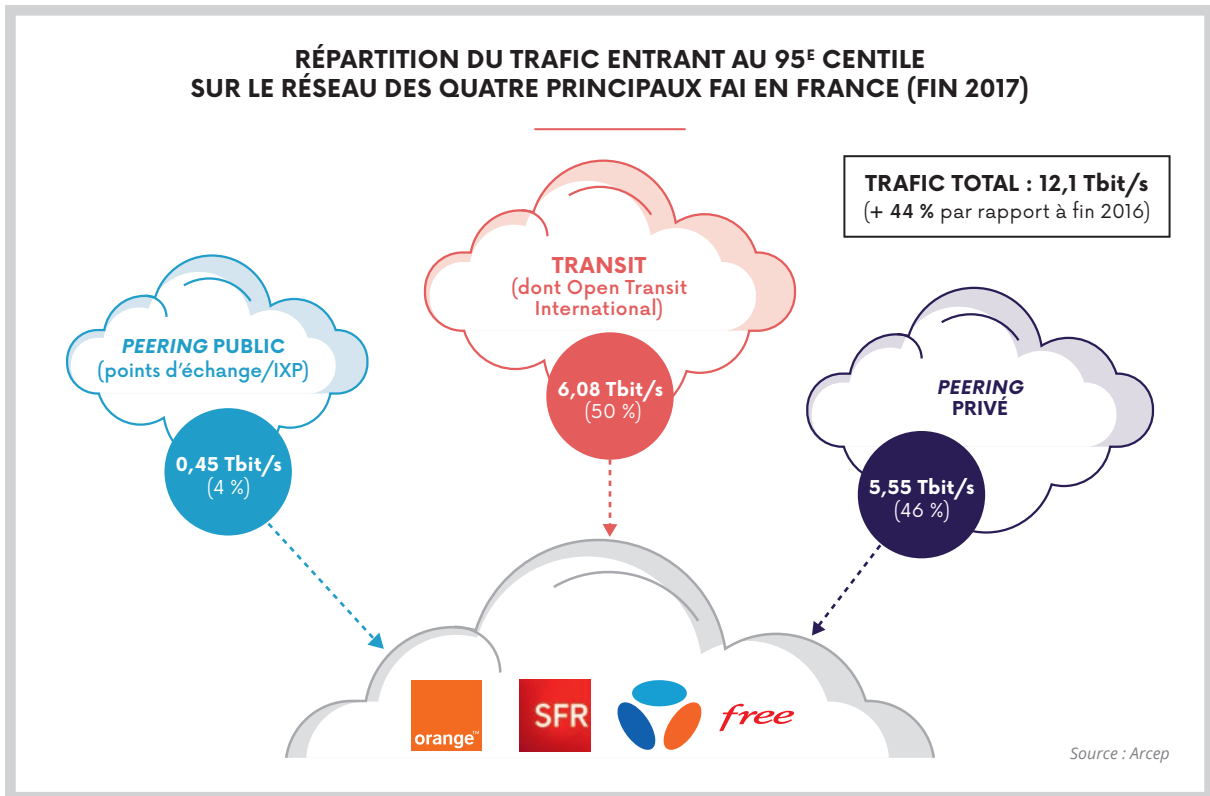
Orange fait donc aussi le choix de poursuivre les échanges avec ces transitaires et fournisseurs de contenus afin d'optimiser la qualité de service perçue par ses propres clients et utilisateurs finaux (résilience en cas de panne, gestion des pics de trafic, converger vers un traitement uniforme de routage entre IPv4 et IPv6). Orange attache beaucoup d'importance à favoriser ces discussions avec ces différents acteurs pour une approche de modèle économique équilibré afin de privilégier notamment des interconnexions directes sur ses réseaux.

Sollicités par l'Arcep, Free et SFR n'ont pas souhaité s'exprimer dans cette rubrique.

3. DES RÉSULTATS QUI CONFIRMENT LES TENDANCES DU MARCHÉ

Par souci de confidentialité, la publication des résultats³³ ne porte que sur des données agrégées.

3.1. Trafic entrant



Le trafic entrant vers les quatre principaux FAI en France est passé de 8,4 Tbit/s à fin 2016 à 12,1 Tbit/s à fin 2017, marquant ainsi une augmentation de 44 % en un an. Le trafic provient pour moitié des liens de transit.

Ce taux de transit assez élevé est dû en grande partie au trafic de transit entre Open transit international (OTI), Tier 1³⁴ appartenant à Orange, et le Réseau de Backbone

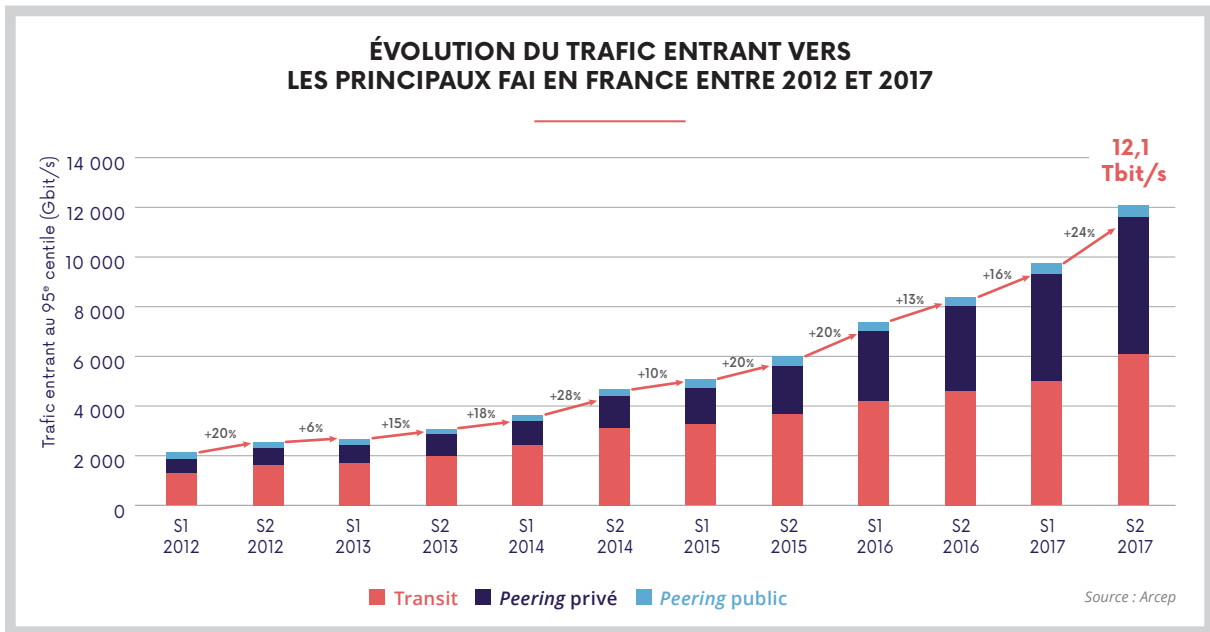
et de Collecte Internet d'Orange (RBCI), qui permet d'acheminer le trafic vers les clients finals du FAI. Ce taux de transit est beaucoup moins élevé chez les autres FAI qui, n'ayant pas en parallèle une activité de transitaire, font davantage appel au *peering*.

Le trafic entrant poursuit donc sa croissance considérable, avec une évolution annuelle de 40 % en moyenne³⁵.

³³ Résultats issus des réponses des différents opérateurs à la collecte d'informations sur les conditions techniques et tarifaires de l'interconnexion et de l'acheminement de données, dont le périmètre est explicité dans la décision 2017-1492-RDPI.

³⁴ Voir *lexique*.

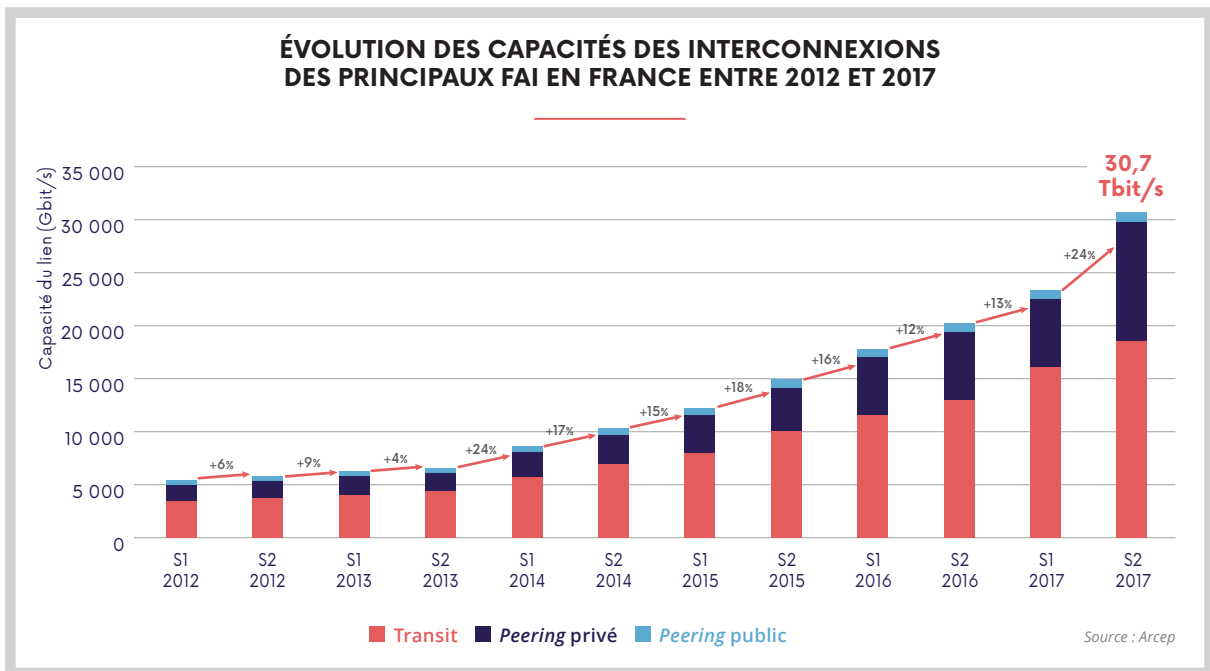
³⁵ En fin 2016, le trafic total entrant a connu une augmentation de 36 % par rapport à fin 2015.



3.2. Évolution de la capacité installée

Les capacités installées à l'interconnexion ont connu une augmentation du même ordre de grandeur que le trafic entrant. Les capacités installées à fin 2017 sont estimées à 30,7 Tbit/s, soit un facteur de 2,5 par rapport au trafic entrant.

Ce ratio n'exclut pas l'existence d'épisodes de congestion, qui peuvent survenir entre deux acteurs sur un ou des lien(s) particulier(s) en fonction de leur état à un instant donné.



3.3. Évolution des modalités d'interconnexion

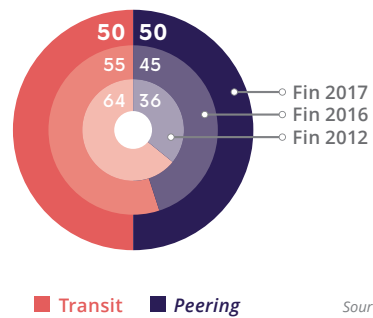
Peering vs Transit

Comme indiqué auparavant³⁶, il existe deux types d'interconnexion : le *peering* et le transit³⁷. La part de *peering* dans les liens d'interconnexion augmente d'une façon régulière. Cette croissance est principalement due à l'augmentation des capacités installées en *peering* privé entre les FAI et les principaux fournisseurs de contenu. Le trafic issu du *peering* public augmente lui aussi mais plus légèrement : sa part relative (5 % fin 2016, pour 4 % fin 2017) diminue au profit du *peering* privé (41 % fin 2016, pour 46 % fin 2017).

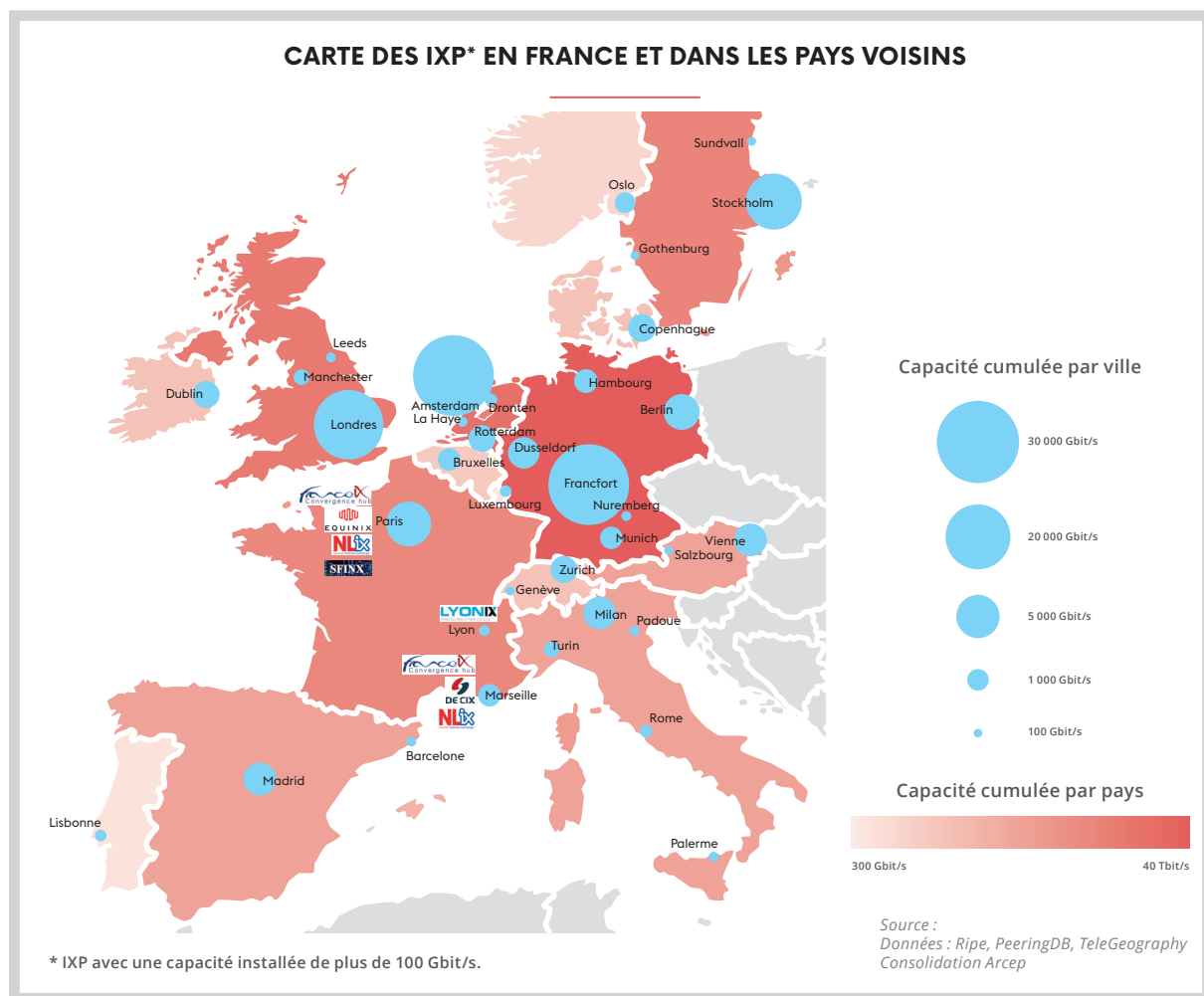
Pour rappel, contrairement au *peering* privé qui s'opère entre deux pairs *via* une interconnexion dédiée, le *peering* public s'effectue au niveau des *Internet Exchange Points* (ou IXP). Comme indiqué en début de partie, ces infrastructures permettent aux différents acteurs de s'interconnecter en mutualisant les capacités installées,

sans devoir passer par exemple par des transitaires dans une logique d'optimisation de coûts et d'amélioration du routage.

ÉVOLUTION DES PARTS DE PEERING ET DE TRANSIT DES PRINCIPAUX FAI EN FRANCE (en proportion du trafic entrant)



CARTE DES IXP* EN FRANCE ET DANS LES PAYS VOISINS



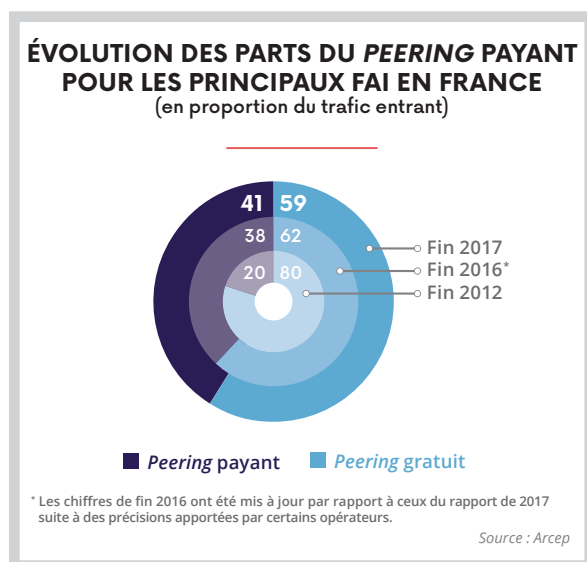
³⁶ Voir la contribution : L'interconnexion pour les nuls, page 32.

³⁷ Voir lexique.

La carte ci-avant montre que la France se situe en 5^e position³⁸ en termes de points d'échange installés dans son territoire derrière l'Allemagne, les Pays-Bas, l'Angleterre et la Suède. En France, les IXP se concentrent à Paris et à Marseille. France-IX Paris, avec sa capacité installée de 2,9 Tbit/s et ses dix clients à plus de 100 Gbit/s, se positionne comme que le leader du marché français.

Peering gratuit vs peering payant

Le *peering*, privé comme public, peut être payant. La part de *peering* payant a évolué par rapport à fin 2016, passant de 38 % à 41 %. Cette évolution est due essentiellement à l'augmentation du trafic en *peering* privé, dont une part importante est payante notamment dans le cas d'une grande asymétrie de trafic. Le *peering* entre les acteurs de taille comparable reste pour sa part généralement gratuit.



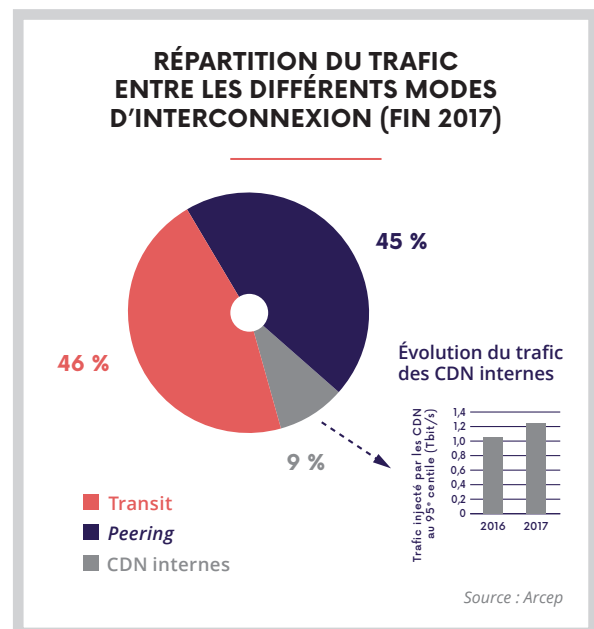
3.4. Répartition du trafic par type d'interconnexion

Comme expliqué en début de partie, les FCA cherchent de plus en plus à se rapprocher des clients finals. Pour ce faire, ils effectuent des partenariats avec les FAI afin que leur contenu soit hébergé dans des serveurs cache placés à l'intérieur du réseau des opérateurs. Ces CDN internes peuvent être ceux de l'opérateur qui les héberge ou appartenir à des tiers. En France, Google et Netflix sont les deux principaux acteurs qui intègrent des serveurs dans le réseau de certains opérateurs.

Grâce au questionnaire *ad hoc* adressé aux quatre principaux FAI début 2017 sur la composition du trafic et l'injection interne au sein du réseau des FAI, l'Arcep a pu observer qu'à la fin 2016, le trafic venant des CDN internes était de 1 Tbit/s et comptait pour 11 % du trafic alimentant ces principaux FAI, ce taux variant fortement d'un FAI à l'autre.

Comme indiqué, afin de pouvoir suivre cette tendance de plus près, l'Autorité a mis à jour la décision de collecte pour être en mesure d'évaluer dans la durée l'évolution du trafic provenant des CDN internes. Ainsi, fin 2017, le trafic provenant de ces serveurs avait augmenté pour atteindre 1,2 Tbit/s, soit 9 % du trafic alimentant les principaux FAI. Ce taux – en baisse par rapport à l'année dernière – varie à nouveau fortement d'un FAI à l'autre : certains opérateurs ne possèdent pas de CDN internes alors que pour d'autres, ces derniers génèrent plus du quart du trafic entrant injecté dans leurs réseaux.

Par ailleurs, le ratio de trafic entrant/sortant varie entre 1 : 4 et 1 : 11 en fonction de l'opérateur. Autrement dit, les données stockées au niveau des serveurs cache sont consultées entre 4 et 11 fois.



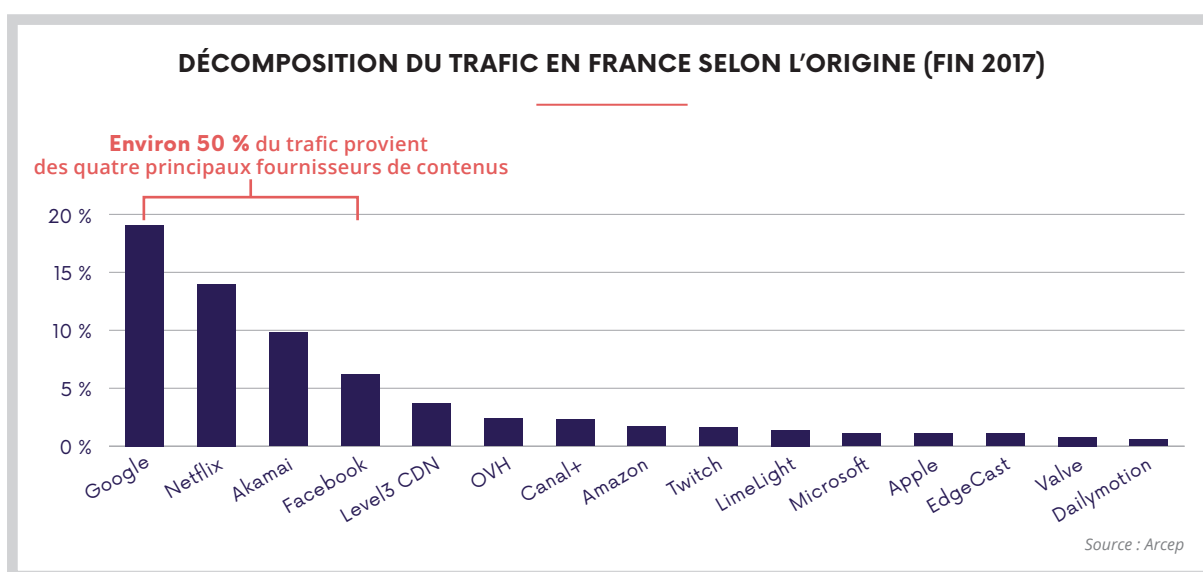
³⁸ Le classement concerne les pays suivants : Allemagne, Angleterre, Autriche, Belgique, Danemark, Espagne, France, Irlande, Italie, Luxembourg, Norvège, Pays-Bas, Portugal, Suède et Suisse,

3.5. Décomposition du trafic selon l'origine

Comme l'an dernier, la collecte d'information a également permis d'estimer la décomposition du trafic selon son origine.

Les quatre principaux fournisseurs (Google, Netflix, Akamai³⁹, Facebook) cumulent environ la moitié du trafic

entrant sur les réseaux des principaux FAI en France, ce qui confirme le constat du rapport de 2017 indiquant une concentration de plus en plus nette du trafic entre un petit nombre d'acteurs dont la position sur le marché des contenus se conforte.

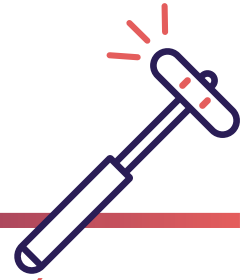


3.6. Évolution des tarifs

Les fourchettes de tarifs de transit et de *peering* n'ont pas connu d'évolution depuis l'année dernière. D'après les données recueillies, les prestations de transit se négocient toujours entre 10 centimes d'euros HT et plusieurs euros HT par mois et par Mbit/s. Quant au *peering* payant, il se situe dans une fourchette comprise entre 25 centimes d'euros HT et plusieurs euros HT par mois et par Mbit/s.

Dans la majorité des cas, les CDN internes sont gratuits. Néanmoins, il arrive que ceux-ci soient payants, soit au Gbit/s expulsé par le CDN vers les clients du FAI, soit dans le cadre plus large de la prestation de *peering* payant que le FCA a contracté par ailleurs avec le FAI.

³⁹ Akamai est un CDN qui diffuse le contenu de plusieurs FCA.



FRnOG AU SERVICE DE LA COMMUNAUTÉ DE L'INTERNET EN FRANCE



Philippe BOURCIER,
Fondateur, **FRnOG (FRench Network Operators Group)**



Le FRnOG a été créé en 2001, sur le modèle du NANOG et SwiNOG, afin de permettre un meilleur échange entre opérateurs sur les problématiques techniques (pannes, attaques, sécurité, *peering*, etc.). L'objectif final étant de faire passer les entreprises et leurs employés du statut de concurrents mutiques à celui de confrères n'ayant plus peur de se parler.

Plus d'une quinzaine d'années plus tard, les résultats semblent concluants avec plus de 5 000 membres sur la liste de diffusion et plus de 350 membres participant à chaque édition des réunions gratuites biannuelles.

Outre ces actions, le groupe a été un des éléments clés dans l'émergence et le succès de la troisième génération de points d'échanges en France (France-IX et Equinix Paris) en facilitant les échanges entre les initiateurs de ces projets et les futurs clients. À l'heure où l'on se pose de plus



« L'OBJECTIF EST DE FAIRE PASSER LES ENTREPRISES ET LEURS EMPLOYÉS DU STATUT DE CONCURRENTS MUTIQUES À CELUI DE CONFRÈRES N'AYANT PLUS PEUR DE SE PARLER. »

en plus de questions sur la data et notre souveraineté numérique, mais aussi où la France est en passe de devenir LA « start-up nation » Européenne, ne pas avoir de point d'échange d'envergure mondiale en France aurait été une véritable erreur stratégique. Enfin, plus récemment, la communauté a su se fédérer autour d'une cause noble : l'opération IRMA.

En effet, lors de la 29^e réunion FRnOG, l'association AOTA, qui présentait ses activités à nos membres, a lancé un appel aux dons pour sauver un de ses membres, un petit opérateur antillais indépendant ayant tout perdu pendant l'ouragan Irma : Dauphin Telecom. Avec le concours de l'AOTA, nous avons donc décidé d'organiser une importante collecte de matériel, d'après la liste fournie par l'opérateur. C'est au final plus de 100 K€ de matériel d'occasion qui ont été collectés et envoyés, donnant un gros coup de pouce à l'opérateur en attendant son assurance.



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 utilisés 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 *monotthread* : 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.

