



Explication de la diffusion vidéo peer-to-peer : réseaux distribués des débuts d'Internet à l'ère Zettabyte

Par Cyrille Huteau / 29 décembre 2019

À mesure que les audiences augmentent, que les résolutions augmentent et que les attentes en matière de qualité augmentent, la diffusion de contenu peer-to-peer est devenue un sujet brûlant dans l'industrie du streaming. Cela semble être un choix évident; faisant d'un problème une solution, la diffusion maillée exploite les pics de trafic – une menace pour la diffusion client-serveur traditionnelle – pour augmenter la capacité et améliorer la qualité de l'expérience des téléspectateurs. Alors que de plus en plus de diffuseurs choisissent de renforcer leur diffusion CDN existante avec la technologie peer-to-peer, nous aimerions prendre un moment pour expliquer en quoi consiste le

buzz et comment fonctionne la diffusion peer-to-peer.

Le CDN vidéo peer-to-peer est notre cœur de métier et le centre de notre expertise technique depuis le début. Notre technologie fait partie d'une nouvelle génération de solutions de streaming peer-to-peer basées sur WebRTC. Mais avant de parler de livraison de réseau maillé moderne, explorons comment nous en sommes arrivés là.

Peer-to-peer : des débuts d'Internet à l'ère du Zettabyte

Les architectures de réseau peer-to-peer ne sont pas une nouveauté ; en fait, ils existent depuis le début d'Internet. Alors qu'aujourd'hui les modèles client-serveur sont au centre du World Wide Web, cela n'a pas toujours été le cas. Avant d'être partitionné, Internet était au départ un réseau gratuit et distribué de partage d'informations.

En tant que premier réseau à mettre en œuvre le protocole TCP/IP, *ARPANET* (Advanced Research Projects Agency Network) a jeté les bases d'Internet dans les années 1960. Ce réseau pionnier était en fait un réseau peer-to-peer, reliant plusieurs universités américaines dont UCLA, l'université de Santa Barbara, l'université d'Utah et l'université de Stanford.

Introduit en 1979, le système de discussion distribué mondial *Usenet* a ensuite créé la première communauté Internet pré-commercialisée, en utilisant le *protocole de copie Unix-to-Unix* (UUCP). Ses serveurs de nouvelles fonctionnaient de manière très similaire aux réseaux peer-to-peer, partageant des ressources en les échangeant, sans administrateur impliqué.

Les premiers protocoles Internet comme *FTP* et *Telnet* ont également

maintenu le réseau largement distribué. Tout en appliquant un modèle client-serveur, ils ont permis des modèles d'utilisation symétriques en permettant à chaque hôte de fonctionner à la fois comme client et serveur. Bien qu'il ne s'agisse pas d'un protocole peer-to-peer en soi, le protocole de chat *IRC* populaire fournissait un service peer-to-peer via les extensions *DCC* (Direct Client-to-Client) et *CTCP* (Client-to-Client Protocol). Celles-ci permettaient des communications directes entre clients pour les discussions non relayées et les transferts de fichiers. De même, l'un des fondements mêmes d'Internet - *le DNS* - repose sur une architecture distribuée; Les serveurs de noms DNS utilisent des modèles peer-to-peer agissant à la fois comme serveurs et clients.

En fait, ce n'est que dans les années 1980 et 1990 que le coût du CPU nécessaire pour servir un nombre croissant d'utilisateurs a donné le devant de la scène à la topologie client-serveur.

Ohé les pairs !

En 1999, *Napster* a relancé la tendance de l'Internet distribué. Avec d'autres qui ont suivi, il a réuni des millions d'utilisateurs pour utiliser leurs ordinateurs personnels de plus en plus puissants pour collaborer et former des moteurs de recherche et des systèmes de fichiers partagés. En 2000, *Gnutella*, qui était accessible via des logiciels clients tels que *LimeWire* et *iMesh*, a introduit la prochaine génération de partage de fichiers peer-to-peer. Pour éviter la centralisation, il a déployé une méthode moins efficace : le query flooding, où les recherches sont diffusées sur tout le réseau sans nécessiter de serveur d'administration. 2001 a ensuite introduit le protocole de partage de fichiers basé sur TCP *BitTorrent* au monde. Alors que sa première itération nécessitait des trackers centraux pour se coordonner entre les utilisateurs, le logiciel client BitTorrent ultérieur a réussi à éviter la centralisation avec une *table de hachage distribuée* (DHT) utilisée pour la découverte par les pairs.

Souvent utilisés pour partager du contenu protégé par le droit d'auteur, ces réseaux ont perverti l'objectif initial d'Internet de partager des ressources et des données entre appareils et emplacements. A cette époque, le peer-to-peer est malheureusement devenu synonyme de piratage.

Les protocoles peer-to-peer, cependant, n'étaient pas utilisés uniquement pour le partage illégal de fichiers. De nombreuses applications légitimes exploitaient également des architectures distribuées pour offrir de meilleures performances à leurs produits et à leurs utilisateurs. L'utilisation du réseau peer-to-peer par l'éditeur de jeux *Blizzard Entertainment* remonte au milieu des années 1990. Lorsque *Diablo* a été lancé en 1996, le jeu utilisait le peer-to-peer pour sa configuration multijoueur : un joueur agissant en tant qu'hôte et le reste en tant que clients. Le célèbre *Battle.net* de Blizzard a également utilisé le peer-to-peer pour les jeux entre des centaines de milliers de joueurs simultanés, avec un serveur responsable du chat et de la correspondance des joueurs. Plus tard, Blizzard a commencé à utiliser BitTorrent pour distribuer des mises à jour et des correctifs pour des jeux tels que *World of Warcraft*. via son *téléchargeur Blizzard* .

Blizzard n'était (et n'est) pas le seul à exploiter la technologie peer-to-peer pour les téléchargements de fichiers statiques à grande échelle. Parmi les autres fournisseurs de logiciels , citons *Microsoft* , qui a récemment utilisé le peer-to-peer pour fournir [des mises à jour Windows 10 et Xbox One](#) .

Au début des années 2000, la conception peer-to-peer était également au cœur de la populaire application d'appel *Skype* (dérivé de "Sky peer-to-peer"). Ne nécessitant aucun serveur, le protocole peer-to-peer de Skype a permis à des millions de personnes dans le monde de communiquer via Internet. Bien que les protocoles aient changé, Skype

dépend encore largement du peer-to-peer, tout comme de nombreuses autres applications de communication populaires, notamment *Google Hangouts* .

Les tenants et les aboutissants de la diffusion vidéo peer-to-peer

À la fin des années 1990, les applications peer-to-peer étaient principalement utilisées pour le partage de contenu et les communications individuelles. L'avènement du streaming vidéo au cours de la décennie suivante a cependant apporté des applications entièrement nouvelles pour le peer-to-peer.

Nécessitant plus de bande passante que jamais auparavant, le streaming vidéo a créé le besoin d'une distribution plus efficace et évolutive. La technologie peer-to-peer était parfaitement logique pour ce cas d'utilisation pour sa capacité à soulager le stress sur les infrastructures de serveurs en connectant les téléspectateurs qui regardent le même flux en même temps. Alors que les audiences commençaient à croître dans le monde entier, il y avait également un potentiel important pour réduire les coûts de bande passante et améliorer la qualité pour les téléspectateurs en rapprochant la source vidéo de l'utilisateur.

Le streaming peer-to-peer remonte à la fin des années 2000. L'un des premiers acteurs à tirer parti des architectures peer-to-peer pour le streaming vidéo a été Joost, un fournisseur de télévision sur Internet créé par les fondateurs de Skype et *Kazaa* . Le contenu frappant traite avec des géants des médias tels que *Viacom* , *Paramount* , *CBS* et *Warner Music* , Joost a distribué du contenu via son lecteur de bureau dédié, puis via un lecteur Web basé sur Flash.

Pendant ce temps, le principal fournisseur de réseau de diffusion de contenu (CDN), *Akamai*, a reconnu le potentiel de la diffusion distribuée avec son acquisition en 2007 de *Red Swoosh*, une société de partage de fichiers peer-to-peer, pour 18,7 millions de dollars. En 2010, cet achat a abouti à un nouveau produit basé sur un réseau maillé dans le cadre d'un accord exclusif pour prendre en charge le streaming NFL.

En 2015, Akamai a acquis une deuxième société proposant des offres peer-to-peer, Octoshape. Fondée en 2003, la société danoise *Octoshape* a attiré l'attention lorsqu'elle a fourni l'infrastructure de livraison maillée pour la couverture par CNN de l'investiture d'Obama.

Aussi prometteuses que soient ces technologies de streaming peer-to-peer, elles ont eu du mal à atteindre leur plein potentiel. Parmi leurs principales limitations, les téléspectateurs devaient installer un plug-in de navigateur supplémentaire, souvent perçu comme intrusif. L'obstacle du plugin a fait que moins de téléspectateurs rejoignaient le réseau maillé, ce qui le rendait naturellement moins efficace.

Ils ont peut-être aussi été prématurés : alors que la demande de vidéo en ligne a augmenté, elle n'avait pas encore atteint le volume auquel nous assistons aujourd'hui suite à l'adoption massive des smartphones, des téléviseurs intelligents et des appareils de streaming qui a commencé au début des années 2010. Néanmoins, ces solutions ont sans aucun doute ouvert la voie à une adoption plus large par le marché des technologies actuelles de diffusion vidéo assistée par les pairs sans client.

WebRTC : une nouvelle ère dans la diffusion vidéo peer-to-peer

Avec des audiences sans cesse croissantes, une multitude d'appareils et

des résolutions en hausse, la vidéo consomme plus de bande passante que jamais et devrait représenter plus de 80 % du trafic IP mondial d'ici 2022.

Avec cette croissance, les fournisseurs de contenu ont réalisé le besoin crucial de technologies de diffusion évolutives et les limites des architectures client-serveur. Cela est particulièrement vrai pour les événements diffusés en direct de haut niveau. Lorsque des millions de téléspectateurs se connectent simultanément, d'énormes pics de trafic sont non seulement coûteux, mais peuvent également nuire gravement à la qualité de l'expérience. Le besoin croissant d'une solution de diffusion vidéo robuste, ainsi que l'essor d'une nouvelle technologie - *WebRTC* - ont inauguré une nouvelle ère de solutions de streaming peer-to-peer.

[Alors que HTML5 offrait la possibilité de restituer de la vidéo et de l'audio sans plug-in Flash](#) , WebRTC (Web Real-Time Communication) a permis les communications entre navigateurs et ouvert la voie à une nouvelle génération de technologies de diffusion vidéo peer-to-peer sans plug-in. Projet open source publié par Google en 2011, WebRTC fournit aux navigateurs Web et aux applications mobiles des capacités de communication en temps réel (RTC) via des API et permet donc une communication vidéo et audio directe entre homologues, sans avoir besoin d'installer de plugins ou de télécharger applications natives.

Également disponible sous forme de bibliothèque C++, WebRTC est compatible avec *iOS* , *Android* et toute autre plate-forme. Il est aujourd'hui pris en charge par la grande majorité des navigateurs modernes, notamment *Chrome* , *Firefox* , *Opera* et *Safari* . Récemment, Microsoft a annoncé que son navigateur *Edge* sera bientôt basé sur Chromium et donc également compatible WebRTC.

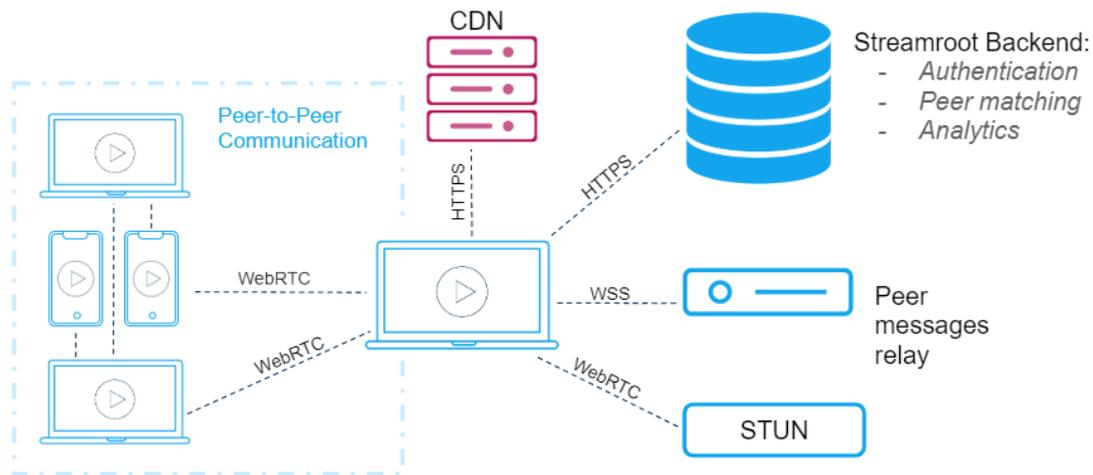
Tout cela signifie que les technologies de diffusion vidéo peer-to-peer

basées sur WebRTC ne sont pas seulement transparentes pour l'utilisateur final ; avec des compatibilités multiplateformes, ils permettent à des proportions beaucoup plus importantes d'audiences en ligne de participer à des échanges de segments peer-to-peer, augmentant considérablement les performances.

Comme vous pouvez l'imaginer, cependant, la diffusion vidéo peer-to-peer moderne doit également être suffisamment sophistiquée pour gérer la complexité des workflows de streaming vidéo d'aujourd'hui : protocoles de streaming HTTP ; streaming multi-bitrate ; mécanismes de sécurité et de protection des contenus (tokens, DRM) ; monétisation ; et des solutions d'insertion d'annonces, pour n'en nommer que quelques-unes. Ils doivent également prendre en charge la multitude d'appareils que les téléspectateurs utilisent pour diffuser aujourd'hui, leurs systèmes d'exploitation et leurs capacités techniques, et travailler avec différentes configurations de FAI à travers le monde. Pour cette raison, les solutions de livraison peer-to-peer basées sur WebRTC comme Mesh Delivery sont souvent le fruit d'années de R&D.

CDN vidéo peer-to-peer basé sur WebRTC – comment ça marche ?

Contrairement à de nombreuses solutions complètement décentralisées du passé, les solutions de streaming peer-to-peer modernes basées sur le WebRTC sont *des systèmes hybrides* . Dans le cadre d'un réseau de diffusion hybride, les téléspectateurs se procurent des segments vidéo à la fois sur les serveurs et sur d'autres téléspectateurs qui regardent le même contenu en même temps. Pour bien comprendre comment cela fonctionne, approfondissons le fonctionnement de notre solution de diffusion peer-to-peer lors d'une session de lecture :



Lorsqu'un spectateur appuie sur lecture, l'appareil s'authentifie via *HTTPS* auprès de notre backend, qui renvoie une configuration spécifique en fonction du cas d'utilisation et des paramètres du diffuseur. La même connexion *HTTPS* est utilisée pour transmettre les données de QoS et de trafic à notre tableau de bord client pour une surveillance et des analyses en temps réel.

Notre backend fournit également au spectateur une liste de *pairs* : les spectateurs qui sont actuellement connectés au même flux, et qui peuvent servir de sources les plus efficaces pour obtenir des segments vidéo. Cette liste est sélectionnée intelligemment par nos algorithmes propriétaires basés sur l'emplacement du spectateur, le FAI, l'appareil et plus encore. Il est mis à jour toutes les minutes pour inclure les sources les plus pertinentes.

Dans le même temps, l'appareil du téléspectateur se prépare à établir des connexions directes avec d'autres appareils en les identifiant via un serveur STUN et en échangeant des informations de connexion initiales via un serveur relais. Une fois ces informations échangées, les téléspectateurs peuvent établir une connexion WebRTC directe entre eux et échanger des données vidéo.

Alors que les premiers fragments vidéo de la session sont récupérés à

partir du serveur d'origine ou de mise en cache pour garantir un démarrage rapide, les segments suivants sont multi-sources à partir de la meilleure source disponible - soit d'un / plusieurs pairs, soit du CDN. Le téléchargement parallèle et simultané à partir de plusieurs sources permet d'obtenir des segments vidéo à partir d'un certain nombre d'appareils différents. Cela nous permet de fournir jusqu'à 80 % du trafic vidéo via le réseau maillé et de gérer efficacement les cas d'utilisation de débit adaptatif.

En tant que technologie basée sur WebRTC, cette solution ne nécessite aucun plug-in et est donc transparente pour l'utilisateur final. Pour aller plus loin, Mesh Delivery intègre plusieurs mécanismes supplémentaires pour optimiser les performances et améliorer la qualité de la diffusion en continu pour les téléspectateurs. Ses décisions d'appairage tiennent compte de diverses variables, notamment le type d'appareil, le streaming en direct ou VOD, la mémoire disponible, la qualité de la connexion Internet des utilisateurs et l'état de la batterie. Pour éviter d'affecter les packages de données utilisateur, les diffuseurs peuvent choisir de désactiver le téléchargement pour les téléspectateurs se connectant via les réseaux cellulaires. nous surveillons également les vitesses de chargement et de téléchargement de chaque appareil et appliquons des algorithmes de contrôle de la congestion pour utiliser au mieux la bande passante de liaison montante de l'appareil.

Streaming peer-to-peer – la prochaine solution incontournable de diffusion de contenu ?

Le peer-to-peer a une longue histoire avec son lot de percées et d'obstacles. Aujourd'hui, cependant, les avantages et la nécessité de la diffusion vidéo peer-to-peer sont clairs, et un nombre croissant de diffuseurs se tournent vers les technologies vidéo accélérées par les

pairs pour faire face aux défis de diffusion de l'ère Zettabyte. Avec la disparition de l'intrusion d'un plugin et la disparition des stigmates, les solutions de livraison peer-to-peer d'aujourd'hui sont prêtes à être adoptées par le marché grand public.

Au cours de l'année écoulée, l'industrie a fait preuve d'un énorme vote de confiance dans la livraison accélérée par les pairs. Avec des diffuseurs publics comme [France TV et la RTVE](#) espagnole qui ont opté pour notre solution et avec [Lumen offrant une plateforme de diffusion maillée alimentée par la technologie de Streamroot](#), le peer-to-peer est en passe de devenir la prochaine norme de diffusion vidéo. Avec une histoire qui remonte aux origines du web, les architectures distribuées, pierre angulaire de l'internet des débuts, retrouvent enfin la place qui leur revient au cœur des services en ligne.