Mini-Tor : Le réseau Tor démystifié

Nathan Liccardo [1]

nathan.liccardo@ulb.ac.be

Abstract

Dans le cadre de mon mémoire de fin de bachelier, j'ai décidé d'aborder le réseau d'anonymisation de connexions et communications Tor. Afin de réaliser mon travail, il m'a été demandé, dans un premier temps, de comprendre l'architecture de ce système afin de pouvoir, dans un second temps, implémenter le système de façon schématique et moins complexe que le réseau Tor réel. On retrouvera donc dans l'ensemble de ce document à la fois la partie théorique de mon travail reprenant les concepts sur lesquels repose le réseau mais également les détails de mon implémentation permettant de retrouver et d'illustrer ces concepts. Je tiens à remercier Monsieur François Gérard pour son aide précieuse lors de la rédaction et l'implémentation de ce travail.

Introduction

Le système Tor est un réseau mondial garantissant à ses utilisateurs un anonymat maximal couplé à une sécurisation des données échangées. Il a pour but premier de protéger la vie privée de ses utilisateurs mais également de donner accès à l'information et à la liberté d'expression aux personnes se trouvant dans des pays soumis à certains régimes autoritaires. Tout au long de ce rapport, je tenterai d'expliquer de manière simplifiée l'ensemble des mécanismes évolués utilisés par ce réseau. Afin de représenter le mieux possible les concepts abordés tout au long de ce document, un réseau (simplifié) Tor a été développé. Ce travail sera mis à disposition en annexe de ce document. Nous aborderons donc dans un premier temps l'architecture générale du réseau, suivra ensuite une explication détaillée de la sécurité utilisée pour finir avec l'explication de mon projet. Il est à noter que mon intérêt pour ce réseau est né du contexte sociopolitique. Comme dit précédemment, Tor n'est pas limité à un aspect informatique. Il est bel et bien un outil majeur de la liberté d'expression dans certains pays. Il s'agit donc d'un projet actif dans un cadre politique. Cependant, il fait couramment l'objet d'articles et de reportages mettant en avant son utilisation dans le cadre d'activités illégales. C'est donc l'ensemble de ces raisons qui m'ont poussé à me renseigner et à explorer un réseau qui m'était inconnu.

Le système Tor

Aperçu

Le réseau Tor est une plateforme libre d'accès permettant une anonymisation totale des messages ou des informations échangées par un utilisateur. Il est principalement basé sur l'idée d'un système à grande échelle (perte de l'information au sein du réseau) ainsi que sur la participation de chaque personne souhaitant contribuer au projet. Afin de simplifier l'utilisation et d'augmenter le trafic au sein du réseau, les développeurs du projet ont mis en place un ensemble d'outils "user-friendly" permettant un usage facile de la plateforme. Cependant, étant donné l'aspect scientifique de ce document, nous nous concentrerons principalement sur les aspects conceptuels de ce réseau (et non pas sur les applications utilisateur mises en place) à savoir : son architecture ainsi que ses mécanismes de protection des utilisateurs. L'architecture du réseau est découpée en trois parties distinctes (clients, noeuds et serveurs). Nous commencerons donc par détailler et expliquer le fonctionnement de ces trois éléments ainsi que les communications effectuées entre ces trois éléments. Le second aspect important de Tor est directement lié à la confidentialité des utilisateurs. Cet aspect sera donc également abordé. On expliquera les notions de cryptage symétrique et asymétrique ainsi que le routage en oignon afin d'obtenir au final une vue d'ensemble du fonctionnement de Tor.

Historique

Avant d'aborder le coeur du sujet, il est intéressant de détailler en quelques mots l'histoire de ce réseau. Ce dernier a été développé par les informaticiens Nick Mathewson et Roger Dingledine. La première version est sortie en 2002 et est restée confidentielle. Il aura fallu attendre 2004 pour que le projet soit publié sous licence libre par la Naval Research Laboratory. C'est, pour finir, en décembre 2006 que les deux créateurs accompagnés de cinq autres membres fondent ≪ The Tor Project ≫. Une association sans but lucratif créée afin de maintenir le projet. A l'heure actuelle, cette ASBL est soutenue par un grand nombre d'entreprises privées mais également par des donateurs anonymes.

Idée générale

Afin de comprendre de manière correcte l'architecture du réseau Tor, il est intéressant, dans un premier temps, de se pencher sur son fonctionnement. L'idée générale est basée sur le routage en oignon (développé au milieu des années 1990). On encapsule donc les informations échangées au sein de plusieurs couches. Ces couches seront donc supprimées au fur et à mesure que le message avance dans le réseau. Le routage en oignon est donc couplé avec une architecture similaire à un réseau de proxy. A chaque couche de l'oignon correspond un proxy (noeud). Le message doit donc emprunter plusieurs portes intermédiaires avant d'arriver à destination. Ce procédé nous a donc permis d'ajouter une confidentialité accrue pour l'utilisateur. En effet, chaque couche de l'oignon, en plus d'être encapsulée, est chiffrée. On doit donc à chaque noeud supprimer la sécurité appliquée sur le message afin de découvrir les couches de l'oignon inférieur. D'un point de vue plus mathématique, on peut dire que la couche n chiffrera les n-1 couches inférieures, la couche n-1 chiffrera les n-2 couches inférieures et ainsi de suite. Le message sera donc chiffré n fois. On retrouve bel et bien, au sein de cette architecture, la volonté de freiner une quelconque personne souhaitant intercepter des messages au sein du réseau en lui rendant la tâche pratiquement impossible. Il est à noter, pour finir, que l'idée principale de Tor est d'assurer un anonymat maximal au niveau du transfert de données. C'est pourquoi, le réseau ne garantit en aucun cas la sécurité des utilisateurs. Tor a pour principal objectif d'acheminer de manière anonyme un paquet d'informations d'un point A à un point B. Lorsqu'un individu utilise Tor sans utiliser le web browser fourni par l'association, il doit donc par exemple s'assurer qu'aucune métadonnée (cookies, ...) ne soit transférée sans quoi le réseau n'a plus aucune utilité. Le nombre d'informations transitant entre l'utilisateur et un site web lambda est gigantesque. Un utilisateur lambda est également, la plupart du temps, incapable de gérer et contrôler le type d'information enregistré lorsqu'il consulte une page web. Ce sont donc ces raisons qui ont poussé les créateurs du réseau à développer les outils nommés précédemment. Il permettent, à la place de l'utilisateur, de bloquer l'ensemble des informations utilisateurs, de désactiver l'ensemble des cookies, etc. A titre d'exemple, le navigateur web Tor Browser est basé sur le navigateur web Firefox. Lors de l'utilisation de ce navigateur modifié, il est donc possible (facilement) d'activer ou de désactiver un ensemble de fonctionnalités mettant plus ou moins en péril la confidentialité de l'utilisateur. Le niveau de sécurité attendu par l'utilisateur fait également varier le confort d'utilisation du navigateur. Maintenant que nous avons détaillé le fonctionnement du réseau, il est temps de passer à la partie implémentation. Dans la prochaine section nous aborderons donc l'ensemble des éléments constituant l'architecture du réseau ainsi que l'utilité de chacun de ces éléments.

Architecture

Introduction

Comme dit précédemment, chaque message parcourant le réseau Tor est encapsulé dans une structure sous forme d'oignon. Le message encapsulé passe également par une série de proxy avant d'atteindre le destinataire. Afin de comprendre un tel mécanisme, il est intéressant de se pencher sur le fonctionnement des différents éléments constituant le réseau. En premier lieu, nous aborderons donc les clients (qui se connectent au réseau), nous détaillerons ensuite les noeuds du système (qui permettent de « noyer » le message) et pour finir nous expliquerons la façon dont les noeuds sont distribués via les serveurs Tor. Nous émettrons l'hypothèse, pour cette section, que les messages échangés sont sécurisés. L'aspect cryptographique de Tor fera, en effet, l'objet d'une section dédiée dans la suite de ce travail afin de pouvoir approfondir certains aspects importants du réseau.

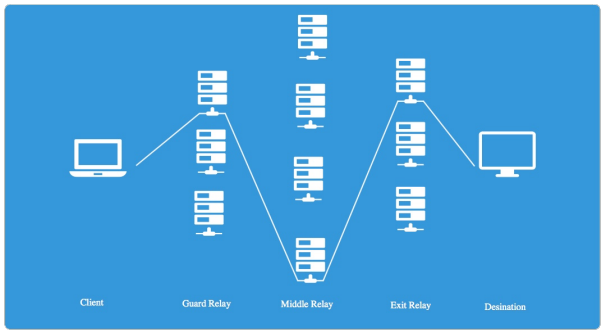
Client

Il est intéressant, dans un premier temps, d'aborder la notion de clients. Ce sont eux qui se connectent au réseau afin d'effectuer des requêtes auprès de serveurs web ou d'échanger des messages de manière anonyme. L'implication des clients reste minimale. En effet, ils se connectent au réseau mais n'effectuent aucune modification sur ce dernier. Il est important de signaler également que ce sont eux qui doivent être protégés. C'est donc pour les clients que le projet Tor a été créé et c'est pour cette raison que l'association Tor Project a mis en place plusieurs outils permettant une simplification d'utilisation. Cependant, il faut noter que les clients peuvent également configurer eux-même les outils Tor. Pour cette raison, le réseau ne bloque pas l'accès via une application unique mais permet bel et bien l'utilisation à toutes les personnes ayant configuré leur système afin d'accéder au réseau. Lorsqu'un client utilise le réseau, il a un certain nombre de tâches à effectuer. Dans un premier temps, il est utile de sélectionner un chemin à parcourir avant d'arriver à la destination. Dans mon implémentation personnelle, ce chemin est constitué de trois noeuds ce qui reflète bien le schéma réel. Une fois le chemin obtenu, le client peut donc transmettre des message au sein du réseau. Pour ce faire, il lui est utile de formater ces messages sous la forme d'un oignon (utilisation de l'oignon routing). Une fois le message empaqueté, il peut être distribué sur le réseau. A partir de ce moment, la mission du client est terminée et le réseau Tor s'occupe du reste. Pour conclure la partie concernant le client, voici donc les 4 étapes majeures de ce dernier :

— Récupération de la liste des noeuds publics
— Création d'un chemin possible pour les messages
— Empaquetage du message sous le bon format
— Envoi du message au premier noeud du circuit

Noeuds

L'un des points les plus importants du réseau Tor réside bel et bien dans son architecture interne à savoir les noeuds. Ces derniers constituent un ensemble de proxy (notation souvent utilisée dans diverses sources) améliorés afin d'obtenir une confidentialité maximale aux clients. Lorsque ces derniers se connectent au réseau et constituent un chemin, ils choisissent de préférence des noeuds situés dans différents pays. Le circuit sera alors constitué d'un noeud d'entrée (Entry Guard Node), suivi d'un noeud intermédiaire et non publique (Bridge Node) et finira avec un noeud de sortie (Exit Node). Dans un schéma réel, les noeuds de sortie constituent un point de faiblesse puisqu'ils sont en lien direct avec l'extérieur (serveurs, ...). Lorsque la connexion n'est pas sécurisée, le noeud de sortie sera capable de lire et d'écouter l'ensemble des informations transmises. Dans mon implémentation personnelle, la notion de noeuds d'entrée ou de sortie n'existe pas. Afin de simplifier le programme, un seul type de noeud a été mis en place. Le client choisit dans une liste fournie quels noeuds seront empruntés (3 différents). Les noeuds ont donc un rôle majeur au sein du réseau. Ce sont eux qui vont recevoir les messages, les traiter et les renvoyer à l'endroit souhaité. Lorsque l'on parle de traitement, on sous-entend l'action d'enlever la couche inutile au message reçu afin d'obtenir une couche inférieure de l'oignon (nouveau message). Une fois ce niveau inférieur découvert, le noeud connait le destinataire suivant (noeud ou client). Afin de visualiser de manière simple le trajet d'un message au sein du réseau, voici une illustration de la propagation à l'aide des noeuds :



La gestion des messages par les différents noeuds représente un point crucial au sein du réseau Tor. Cela représente également l'une des failles principales. En effet, l'ensemble des noeuds sont mis à disposition par des utilisateurs lambda ou par des associations créées afin de lutter en faveur de la liberté d'expression. Chaque noeud est vérifié par l'association Tor project mais leurs compétences ont également des limites. Il existe, en effet, un certains nombre de failles qui permettent à certains utilisateurs de créer des noeuds espions qui seront référencés comme corrects par le système. L'attaque la plus connue qui a touché le réseau Tor se nomme : Man In The Middle (l'Homme du Milieu). Cette faille consiste à filtrer et analyser le traffic passant par le noeud créé à cette fin. Afin de réduire les risques d'attaques et d'espionnages, il existe une hiérarchie au niveau des noeuds. Cette hiérarchie fait évoluer le noeud au fur et à mesure du temps en filtrant les éventuels noeuds espions. Ce système n'est évidement pas infaillible mais il permet de réduire la masse de noeuds infectés. Il est à noter que la certification du noeud peut prendre, en moyenne, une septentaine de jours. Pour finir, voici donc les différentes étapes nécessaires à la création d'un noeud :

— Réception du message
— Traitement (+ TImer)
— Envoi à l'étape suivante

Serveurs

Pour obtenir un aperçu complet de l'architecture du réseau Tor, il nous reste à aborder un dernier point à savoir les serveurs. Ces derniers sont indispensables au bon fonctionnement du réseau puisqu'ils permettent d'enregistrer l'ensemble des noeuds actifs accessibles mais également le statut de ces derniers. Les serveurs Tor sont appelés Directory Authorities et permettent en effet d'apporter un certain contrôle à ce dernier. Dans la pratique, ces serveurs sont au nombre de neuf et sont maintenus par l'association Tor Project. Ces derniers sont codés en ≪ dur ≫ au sein du réseau et représentent également l'un des points critiques du système. La fonction première de ces serveurs est, dans un premier temps, de maintenir une liste des noeuds accessibles et, dans un second temps, de distribuer cette liste afin de pouvoir obtenir un noeud d'entrée dans le réseau. Au sein de mon implémentation, les Directory Authorities ont été représentées par un unique serveur sur lequel les noeuds s'enregistrent. La complexité et la taille de mon implémentation étant réduite par rapport au projet Tor réel, un unique serveur était suffisant. Une fois qu'un nombre suffisant de noeuds est enregistré (au minimum trois) sur le serveur, les clients peuvent alors obtenir la liste de ces noeuds afin de pouvoir créer un circuit personnel au sein du réseau. Le serveur est donc, dans notre cas, une partie de l'implémentation extrêmement simple. La complexité réelle de ces derniers dans le cas de Tor est bel et bien réelle. Ils doivent notamment faire face à des attaques récurrentes mais également assurer que les noeuds enregistrés sont corrects et légitimes. Le nombre élevés de serveurs est principalement lié à ces deux raisons. Une liste identique est effectivement maintenue par l'ensemble de ces serveurs ce qui permet d'assurer un service permanent du réseau. Pour résumer, voici donc les grands points qui ont été abordés et implémentés afin d'offrir les services des directory authorities :

— Connexion des noeuds
— Enregistrement des noeuds sur le serveur
— Distribution de la liste publique

Fonctionnement

Introduction

Nous avons jusqu'à présent détaillé l'architecture interne du réseau Tor. Il est maintenant intéressant de s'attarder sur les mécanismes internes de fonctionnement du réseau. Ces derniers regroupent le mode de transmission des messages, la façon dont sont sécurisées les données ainsi que la création d'un circuit au sein du réseau. L'ensemble de ces aspects seront donc détaillés dans cette nouvelle section. Nous aurons, à la fin de cette seconde partie, détaillé l'ensemble des éléments nécessaires à l'implémentation d'un réseau Tor simplifié à savoir : l'architecture et le fonctionnement de ce dernier. Il est utile de préciser une seconde fois que le réseau implémenté a été volontairement simplifié afin de mettre en lumière les concepts généraux définissant Tor. Afin d'obtenir une structure cohérente, la suite de cette section sera organisée de façon similaire à l'initialisation d'un client au sein de mon projet. Pour ce faire, nous commencerons donc par détailler la création d'un circuit, suivra ensuite l'échange de clés entre le client et les différents noeuds. Nous finirons donc par expliquer l'envoi et la réception de messages entre clients dans le cadre d'une messagerie instantanée.

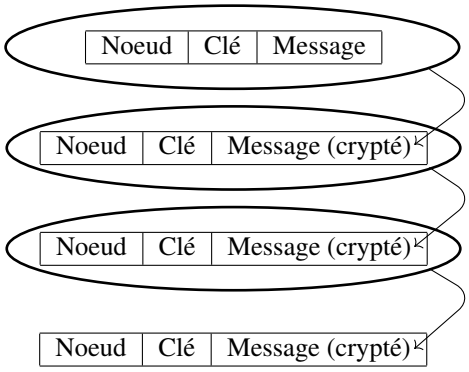
Circuits

La création d'un circuit au sein du réseau constitue la première étape du client. Ce dernier commence par récupérer auprès du serveur (l'un des directory authorities) la liste des noeuds accessibles. Une fois cette liste obtenue, le client est donc en mesure de se créer un chemin au sein de l'infrastructure. Dans le cas de Tor, les noeuds sont choisis dans un ordre spécifique. Le client commence par le noeud de sortie (exit node). Une fois ce dernier obtenu, le système choisit alors un noeud d'entrée et de relais. L'ensemble de ces opérations sont effectuées de manière sécurisée par le client mais également de manière transparente pour l'utilisateur lambda. Cependant, il est important de souligner que le choix des noeuds est un des aspects majeurs du réseau. Dans le cas où ces derniers seraient mal choisis, cela pourrait mettre en péril la sécurité de l'utilisateur ainsi que la confidentialité de ses communications. C'est pour cela que le choix des noeuds est effectué dans un ordre spécifique mais également, que les noeuds choisis doivent avoir le moins de liens possibles entre eux. Pour ce faire, Tor privilégie les noeuds se situant à une distance élevée (dans le meilleur des cas le pays doit être différent). Comme dit dans la section précédente, les noeuds de sorties sont un point critique de l'implémentation. On remarque donc également que ces derniers sont choisis en premier et de manière individuelle. Cela met donc bien en évidence les propriétés évoquées précédemment. Pour conclure, il est à noter que les circuits sont des éléments temporaires à intervalle de temps spécifique. Cette mesure de sécurité permet d'éviter qu'un chemin ne soit découvert et mis sous écoute.

Messages

L'ensemble des messages échangés sur le réseau Tor sont protégés. Pour ce faire, il faut appliquer un format spécifique à ces derniers qui sera lisible dans l'ensemble des cas par les différents noeuds. Dans le cadre de mon implémentation, ce format a été simplifié. Cependant, l'idée générale est exactement la même dans le projet Tor. Les messages circulants au sein du réseau peuvent donc être vus comme des cellules disposant elles-même de sous-cellules de tailles fixes. Chaque message dispose donc de plusieurs éléments à savoir un message chiffré (ou non dans le cas ou l'on se trouve sur le dernier noeud), une destination mais également une éventuelle clé (détaillé dans la section suivante). Afin d'être le plus compréhensible possible, voici, une représentation schématique d'un message :

Comme dit précédemment, la caractéristique principale du routage en oignon est l'encapsulation des messages. Pour ce faire, chaque noeud doit être capable d'effectuer un traitement sur les messages reçu afin de pouvoir obtenir le message suivant. Lorsqu'un noeud reçoit donc un message de la forme précédente, il en extrait la valeur de la cellule message et la décrypte à l'aide d'une clé spécifique. Le nouveau message obtenu est du même format que le message précédent et peut être injecté à nouveau sur le réseau vers le noeud suivant. Par souci de facilité, mon implémentation ne prend pas en compte les différents types de noeuds. Cela implique que les noeuds de sorties n'existent pas. Lorsque le message atteint son dernier point relais, celui-ci est redirigé vers un dernier noeud fictif à savoir le client. L'ensemble de ces étapes doivent être effectuées par les différents noeuds. Cependant, afin de pouvoir procéder ainsi, il faut, au préalable, que le client ait envoyé le message correctement. Pour ce faire, il va devoir procéder à la création du message quatre fois. En récupérant à chaque itération le message précédent. Il commencera donc à chaque fois par initialiser le message arrivant au dernier noeud. Voici à nouveau un schéma reprenant les 4 itérations :



Echanges de clés

L'ensemble des messages échangés au sein du réseau Tor doivent être protégés de toutes formes d'écoutes. Pour ce faire, un certain nombre de clés doivent être échangées afin de sécuriser les données transitant sur le réseau. Tor propose deux niveaux de sécurité à savoir : une sécurisation du message ainsi qu'une sécurisation du transport du message. Le procédé mis en place dans le cadre mon implémentation diffère légèrement de l'implémentation réelle de Tor. Cependant l'idée générale qui sera développée dans cette section est belle et bien identique. La sécurisation des données échangées passe, dans le cadre de Tor, par le système TLS. Ce protocole permet de sécuriser les échanges entre deux entités. Il permet également de rendre la lecture des données impossible. TLS (Transport Layer Security) prend en charge un grand nombre de fonctions permettant d'assurer l'intégrité des données mais également la cohérence des informations fournies par le serveur ou les noeuds de passage. Etant donné la complexité et le nombre de fonctionnalités proposées par TLS, le projet réalisé n'a pas été doté de ce dernier. Nous considérerons donc que les données échangées sont correctes et que les noeuds existants disposent des certificats adéquats. Lorsqu'un client initialise une connexion, il doit, dans un premier temps, échanger avec les différents noeuds des clés permettant de sécuriser et chiffrer les messages échangés. Il existe deux méthodes de cryptage permettant de sécuriser des données :

1. Les clés asymétriques
2. Les clés symétriques

Dans le cadre de ce projet, nous utiliserons les deux ce qui est également le cas dans le projet Tor. Il existe cependant deux grandes différences entre ces dernières. Les clés asymétriques permettent de livrer une clé publique à l'ensemble des personnes souhaitant chiffrer leurs messages. Une fois le message transformé, il est impossible de le retrouver avec la même clé, il est donc nécessaire d'avoir une autre clé, privée cette fois, permettant de retomber sur le message initial. Ce procédé a été extrêmement généralisé grâce à l'utilisation du système RSA. L'avantage indiscutable de ce procédé est bel et bien le fait de pouvoir livrer la clé de manière publique sans risquer de compromettre la sécurité. On pourrait alors s'arrêter là en estimant que la mission est remplie. Ce serait une erreur majeure étant donné la lenteur de ce procédé. C'est donc à ce moment là que l'on fait intervenir les clés symétriques. Ces clés ont pour avantage, face au système asymétrique, leur rapidité bien plus élevée mais doivent cependant rester secrètes durant les transmissions. Etant donné les avantages et inconvénients développées ci-dessus, on peut donc en déduire qu'une combinaison des deux techniques pourrait être extrêmement avantageuse. On va donc utiliser les forces des deux systèmes afin de créer un système résultant parfaitement robuste. Pour ce faire, les clés asymétriques sont donc utilisées dans un premier temps. Ces dernières permettent d'initialiser les échanges entre le client et les différents noeuds choisit. Une fois la connexion établie, les communications seront alors protégées à l'aide des clés symétriques afin de pouvoir augmenter la rapidité du système.

Asymétriques Lorsque les noeuds s'initialisent, ils envoient alors leurs informations au(x) serveur(s). Au sein de ces informations réside, l'adresse et le port de connexion mais également la clé publique. Lorsqu'un client souhaite initialiser un circuit, il va alors se connecter en cascade aux différents noeuds. Lors de la première connexion, le client crée un premier message sous la forme d'un oignon. A chaque couche (3) il insère une clé symétrique générée. Chaque clé symétrique est donc protégée par la clé asymétrique correspondant au noeud adéquat. Pour visualiser de manière correcte la façon dont ces clés sont imbriquées, il suffit de reprendre le schéma utilisé précédemment. Lorsqu'un noeud reçoit le premier message d'une connexion, il va donc enregistrer la clé symétrique correspondante afin de pouvoir échanger de manière plus rapide. Une dernière précision concernant l'implémentation réelle du système peut être apportée. Précédemment, il a été dit que l'implémentation réalisée ne connaissait pas les noeuds de sortie, ceci est uniquement partiellement vrai. En effet, chaque noeud, lorsqu'il reçoit sa clé symétrique, vérifie s'il est utile d'envoyer le message une étape plus loin. Dans le cas où ce n'est pas nécessaire, le message est mis à null. Le noeud est donc capable de savoir s'il est oui ou non le dernier maillon de la chaîne.

Symétriques Une fois les clés échangées, le système peut donc utiliser la technique des clés symétriques. Ce procédé, comme dit précédemment, est beaucoup plus rapide mais également plus complexe à la mise en oeuvre. Pour des raisons de sécurité, le chemin emprunté par les messages est changé à un intervalle de temps régulier. Ce changement nécessite à nouveau l'échange de clés symétriques. Dans le cadre de mon projet, les clés utilisées sont des clés AES. Le projet Tor, utilise quant à lui, le procédé de Diffle-Hellman ce qui ne modifie pas grandement la manière de les utiliser. Cependant, la méthode utilisée afin d'échanger des clés Diffle-Hellman introduit certaines nuances non utilisées par mon implémentation. Afin d'utiliser ce procédé, il faut dans un premier temps définir un nombre premier p et un nombre aléatoire g inférieur à p. Une fois cette première étape effectuée, le client peut envoyer une clé C au serveur obtenu de la manière suivante avec un nombre c aléatoire : $C = g^c \ mod \ p$. Une fois que le serveur a fait de même, ils peuvent tout deux calculer la clé secrète de la façon suivante (exemple pour le client) : $S^c \ mod \ p$ (en sachant que S est la clé envoyée par le serveur).

Implémentation

Comme expliqué à plusieurs reprises dans ce rapport, un projet a réellement été implémenté afin de comprendre concrètement les techniques utilisées dans le réseau Tor. L'architecture de ce projet reprend réellement l'idée du réseau Tor et permet de se faire une idée réelle de la manière dont les concepteurs ont imaginé ce projet. L'implémentation fournie en complément consistait en la réalisation d'une messagerie instantanée entre deux utilisateurs. Afin de pouvoir réaliser de la meilleur façon possible les tests, le projet s'exécute à l'heure actuelle en local. Cependant, il est tout à fait possible de changer les adresses de connexion afin de pouvoir l'exécuter sur plusieurs périphériques. Afin de pouvoir utiliser le réseau, il faut lancer au minimum (et dans l'ordre) un serveur principal permettant de récupérer les informations de connexion, trois noeuds (ou plus) permettant de jouer le rôle de passerelles et deux clients. Il est évident que le projet peut être amélioré ou complexifié, toutefois il représente à l'heure actuelle une schématisation idéale du réseau et peut être utilisé comme illustration des différents concepts évoqués ci-dessus. L'ensemble du projet a été réalisé en Java et peut donc être porté sur toute machine ayant le système installé. Le choix du langage, bien que lourd et pas forcément optimisé, a été encouragé par l'ensemble des possibilités offertes. En effet, Java est un langage offrant un certain nombre de facilités lors de l'échange de messages. A titre d'exemple, le transfert de messages est optimisé puisqu'il est possible à travers un socket de faire passer tout type d'objet. On est donc capable de transmettre des informations formatées et de les récupérer facilement. Il est évident que d'autres langages auraient pu être tout aussi compétitifs.

Aspect social

Tor est un sujet récurrent et omniprésent dans les médias. Sa popularité est souvent liée à des histoires ayant un lien direct avec la justice. Ma volonté première était de montrer les capacités ainsi que les technologies qui ont été mises en ouvre pour développer ce réseau. Tor est l'un des réseaux les plus sécurisés disponible pour le grand publique. Ce dernier permet également à certains défenseurs des droits de l'homme, de la liberté d'expression ou de toute autre forme de liberté de pouvoir s'exprimer mais également de pouvoir communiquer à travers une plateforme ne subissant aucune forme de censure. Il joue donc encore à l'heure actuelle un rôle important dans la politique de certains pays. Plusieurs groupes ou associations ont donc pour but de maintenir en place ce réseau. Parmi eux, on compte notamment le groupe d'activistes Anonymous ou encore l'association Nos oignons.

Conclusion

Ce document permet donc de mettre en lumière les techniques utilisées au sein de Tor afin de sécuriser de protéger les données utilisateur. Pour ce faire, l'utilisation de noeuds intermédiaires est indispensable et permet de bloquer certains traqueurs visant à suivre un paquet selon sa destination. Parallèlement à cet aspect, chaque message transitant par le réseau est équipé d'une sécurité de haut niveau ne permettant pas à une personne qui souhaiterait accéder au contenu échanger de le faire. Comme dit précédemment, l'utilisation d'un tel système permet donc de garantir l'accès à la liberté d'expression et l'utilisation d'internet de manière absolue. Cependant, le réseau possède bel et bien certaines failles. En effet, comme nous l'avons vu, chaque information transitant via le réseau est chiffré à l'exception des données arrivant auprès du serveur destinataire qui lui est normalement capable de comprendre les requêtes. C'est pourquoi, une identification auprès d'un site internet ou autre supprimerait, toute garantie de sécurité et de confidentialité. Dans le contexte actuel, l'anonymat proposé par ce réseau est un point extrêmement important et c'est probablement ce point qui lui vaut son succès croissant. Nous pouvons donc conclure que le réseau détaillé dans ce document, est un système extrêmement complexe et basé sur une association de techniques parfois opposées mais pouvant être associées afin d'optimiser et d'accroître la sécurité.

Sources

https://blog.imirhil.fr/2015/09/22/installer-noeud-tor.html

http://igm.univ-mlv.fr/~dr/XPOSE2009/TOR/fonctionnement.html

https://www.torproject.org/docs/

http://jordan-wright.com/blog/2015/02/28/how-tor-works-part-one/

https://fr.wikipedia.org/wiki/Cryptographie_symetrique

http://www.nymphomath.ch/crypto/rsa/index.html

https://gitweb.torproject.org/torspec.git/tree/tor-spec.txt