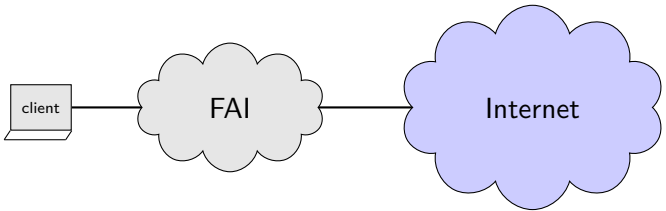
Éléments d'analyse de DNS-over-HTTPS dans les navigateurs

François Contat (ANSSI) et Olivier Levillain (Telecom Paris)

Suite au projet de Julien Buttin Le Meur, Gregory Benassy et Valentin Penciolelli

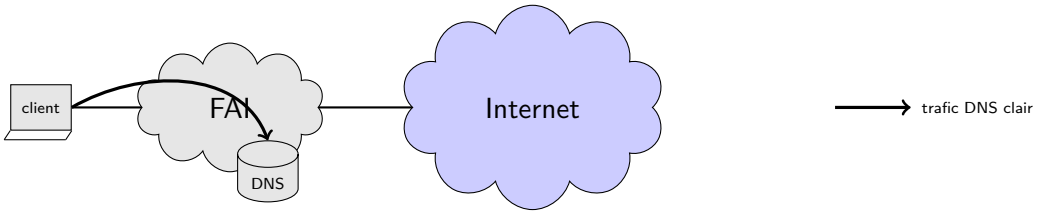
SSTIC 2020

DNS - court rappel



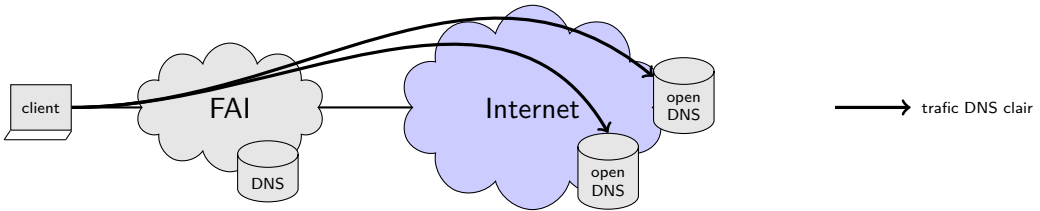
- usage classique : association nom / IP
- requêtes formulées auprès d'un DNS cache

DNS - court rappel



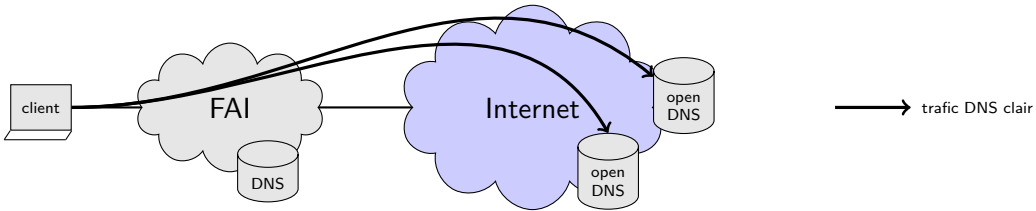
- usage classique : association nom / IP
- requêtes formulées auprès d'un DNS cache

DNS - court rappel



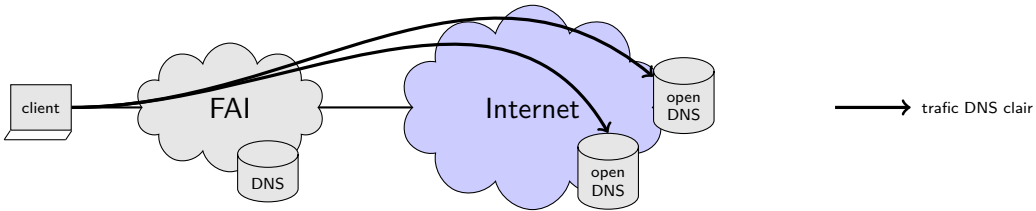
- usage classique : association nom / IP
- requêtes formulées auprès d'un DNS cache

DNS - court rappel



- usage classique : association nom / IP
- requêtes formulées auprès d'un DNS cache
- DNS traditionnellement en clair
- Enjeux : vie privée / espionnage / censure

DNS - court rappel



- usage classique : association nom / IP
- requêtes formulées auprès d'un DNS cache
- DNS traditionnellement en clair
- Enjeux : vie privée / espionnage / censure
- En l'absence de confiance dans les acteurs sur le chemin (FAI/états), comment protéger DNS ?

DoT & DoH : DNS over {TLS,HTTPS}

DoT (RFC7858) - port 853 : tunnel TLS

DoT & DoH : DNS over {TLS,HTTPS}

DoT (RFC7858) - port 853 : tunnel TLS

+ confidentialité des requêtes DNS
+ simple à mettre en œuvre
+ possibilité de réutiliser une connexion pour traiter plusieurs requêtes

DoT & DoH : DNS over {TLS,HTTPS}

DoT (RFC7858) - port 853 : tunnel TLS

- \+ confidentialité des requêtes DNS
- \+ simple à mettre en œuvre
- \+ possibilité de réutiliser une connexion pour traiter plusieurs requêtes
- – nécessite d'utiliser un nouveau port (853)

DoT & DoH : DNS over {TLS,HTTPS}

DoT (RFC7858) - port 853 : tunnel TLS

- \+ confidentialité des requêtes DNS
- \+ simple à mettre en œuvre
- \+ possibilité de réutiliser une connexion pour traiter plusieurs requêtes
- – nécessite d'utiliser un nouveau port (853)

DoH (RFC8484) - port 443 : tunnel TLS / HTTP1.1|2 / DNS|json

DoT & DoH : DNS over {TLS,HTTPS}

DoT (RFC7858) - port 853 : tunnel TLS

- \+ confidentialité des requêtes DNS
- \+ simple à mettre en œuvre
- \+ possibilité de réutiliser une connexion pour traiter plusieurs requêtes
- – nécessite d'utiliser un nouveau port (853)

DoH (RFC8484) - port 443 : tunnel TLS / HTTP1.1|2 / DNS|json

- \+ confidentialité des requêtes DNS
- \+ possibilité de réutiliser une connexion pour traiter plusieurs requêtes
- \+ réutilisation du port passe-partout (HTTPS, 443)

DoT & DoH : DNS over {TLS,HTTPS}

DoT (RFC7858) - port 853 : tunnel TLS

- \+ confidentialité des requêtes DNS
- \+ simple à mettre en œuvre
- \+ possibilité de réutiliser une connexion pour traiter plusieurs requêtes
- − nécessite d'utiliser un nouveau port (853)

DoH (RFC8484) - port 443 : tunnel TLS / HTTP1.1|2 / DNS|json

- \+ confidentialité des requêtes DNS
- \+ possibilité de réutiliser une connexion pour traiter plusieurs requêtes
- \+ réutilisation du port passe-partout (HTTPS, 443)
- − complexité plus grande
- − contournement par le navigateur de la configuration système
- − interactions potentiellement complexes au sein d'un navigateur (cookies, secrets)

DoT & DoH : DNS over {TLS,HTTPS}

DoT (RFC7858) - port 853 : tunnel TLS

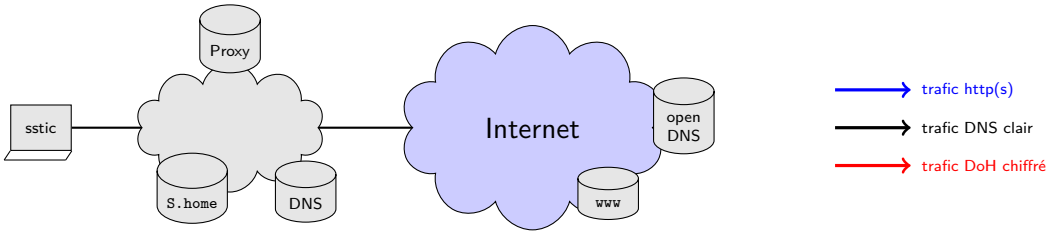
+ confidentialité des requêtes DNS
+ simple à mettre en œuvre
+ possibilité de réutiliser une connexion pour traiter plusieurs requêtes
– nécessite d'utiliser un nouveau port (853)

DoH (RFC8484) - port 443 : tunnel TLS / HTTP1.1|2 / DNS|json

+ confidentialité des requêtes DNS
+ possibilité de réutiliser une connexion pour traiter plusieurs requêtes
+ réutilisation du port passe-partout (HTTPS, 443)
– complexité plus grande
– contournement par le navigateur de la configuration système
– interactions potentiellement complexes au sein d'un navigateur (cookies, secrets)

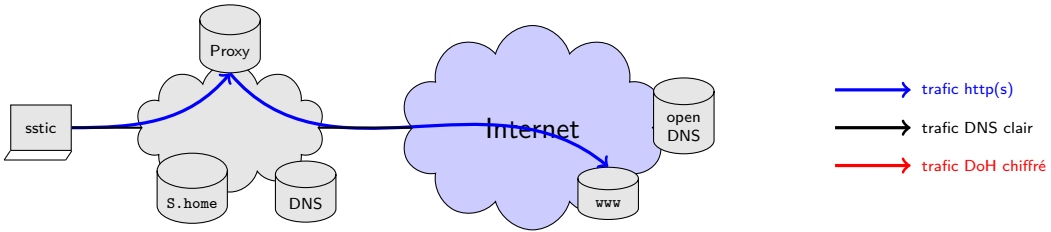
Deux navigateurs populaires ont fait le choix de DoH : Firefox et Chrom{e,ium}

Exemple de scénario à éviter



Architecture classique avec des services internes

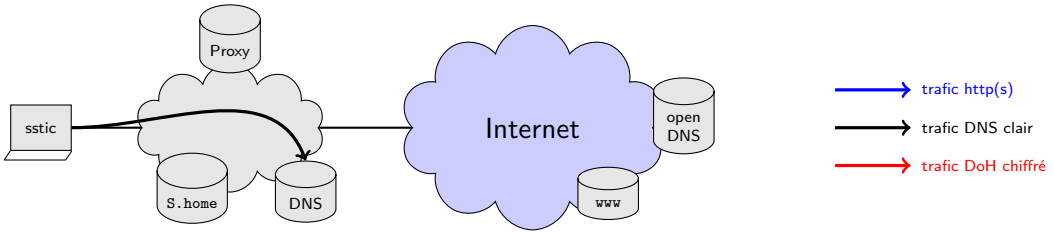
Exemple de scénario à éviter



Architecture classique avec des services internes

- le trafic HTTP(S) passe par un proxy

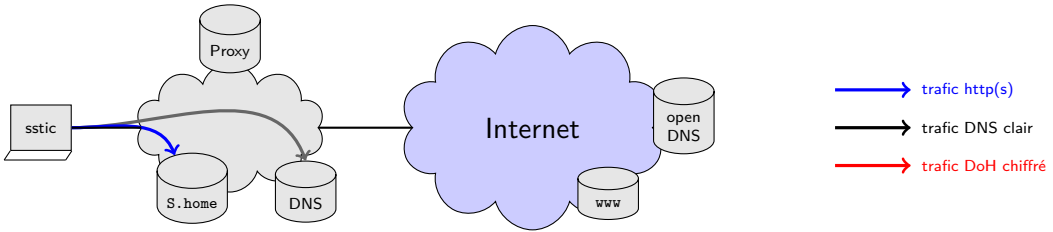
Exemple de scénario à éviter



Architecture classique avec des services internes

- le trafic HTTP(S) passe par un proxy
- sauf pour certains domaines ńăl̈ocauxăż (`home`)

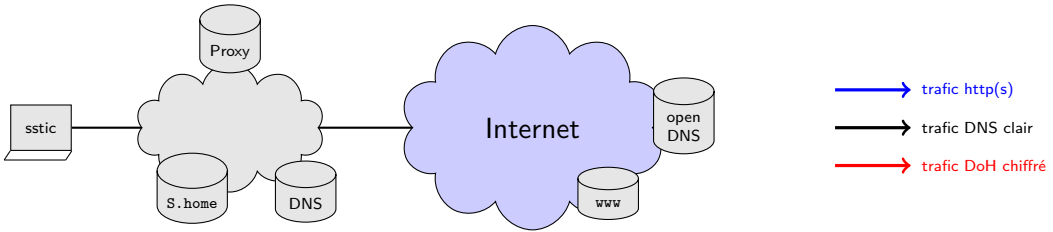
Exemple de scénario à éviter



Architecture classique avec des services internes

- le trafic HTTP(S) passe par un proxy
- sauf pour certains domaines ńăl̈ocauxăż (`home`)

Exemple de scénario à éviter

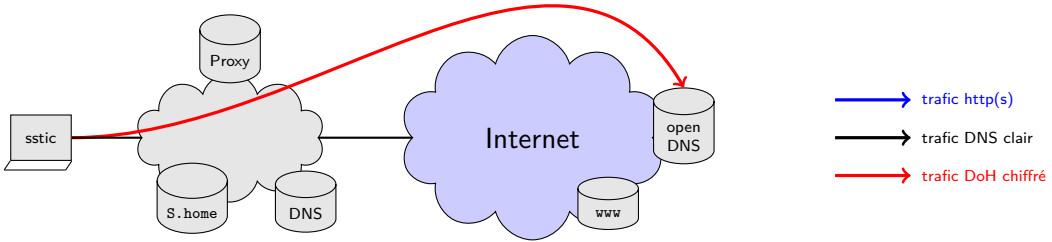


Architecture classique avec des services internes

- le trafic HTTP(S) passe par un proxy
- sauf pour certains domaines ńălocauxăż (`home`)

Que se passe-t-il lorsque DoH est activé par défaut sur les navigateurs ?

Exemple de scénario à éviter



Architecture classique avec des services internes

- le trafic HTTP(S) passe par un proxy
- sauf pour certains domaines ńălocauxăż (`home`)

Que se passe-t-il lorsque DoH est activé par défaut sur les navigateurs ?

- imaginons que les requêtes pour `.home` partent en DoH à l'extérieur...

Mise en place d'une plateforme de tests

Dockerisation de différentes versions de Firefox sous Debian

- une version pour chaque numéro majeur entre FF 59 et FF 76
- compilation de `libnss3` avec SSLKEYLOGFILE pour pouvoir inspecter les échanges générés par le navigateur
- injection de paramètres via `user.js` dans le profil

Virtualisation de Chromium et Firefox sous Windows

- une version pour chaque numéro majeur entre Chromium 78 et 81
- tests de FF 76
- extraction possible des secrets via une variable d'environnement

Inspection des connexions dans diverses situations

Étude de Firefox

Fonctionnement de DoH dans Firefox

Les paramètres régissant le comportement DoH dans Firefox sont regroupés sous l'appellation Trusted Recursive Resolver (`network.trr.*`)

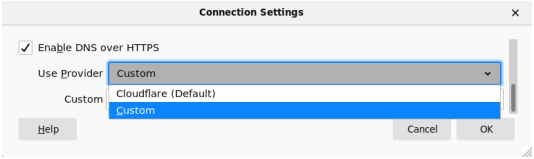
- `mode` : paramètre principal qui définit le comportement DoH
- `uri` : URI à utiliser pour envoyer les requêtes
- `bootstrapAddress` : adresse IP du serveur de l'URI (optionnel)
- etc.

Fonctionnement de DoH dans Firefox

Les paramètres régissant le comportement DoH dans Firefox sont regroupés sous l'appellation Trusted Recursive Resolver (`network.trr.*`)

- `mode` : paramètre principal qui définit le comportement DoH
- `uri` : URI à utiliser pour envoyer les requêtes
- `bootstrapAddress` : adresse IP du serveur de l'URI (optionnel)
- etc.

Dans l'interface graphique, cela se résume à une case à cocher et à la définition de l'URI



Les valeurs de `network.trr.mode`

`network.trr.mode`		Requêtes observées		Case
Valeur	**Description**	**DNS**	**DoH**	**cochée**
0	*Off (default)*	oui	non	non
1	*Reserved / Race mode*	oui	non (69-76)	**oui**
2	*First*	si DoH échoue	oui	oui
3	*Only*	non	oui	oui
4	*Reserved / Shadow mode*	oui	non (69-76)	**oui**
5	*Off (explicit)*	oui	non	non

Contournement de DoH avec FF

Configuration locale (GUI)

- case à cocher

Contournement de DoH avec FF

Configuration locale (GUI)

- case à cocher

Configuration locale (via GPO)

- `network.trr.mode` (tableau précédent)
- `network.trr.excluded-domains` (débrayage de DoH pour certains domaines)
- `network.trr.enable_when_{vpn,proxy,nrpt}_detected` (désactivation de DoH sous conditions)
  - l'objectif est d'éviter le scénario présenté au début
  - sous Linux, le paramètre est bien positionné, mais ineffectif
  - sous Windows, manque de temps pour réaliser les tests

Contournement de DoH avec FF

Configuration locale (GUI)

- case à cocher

Configuration locale (via GPO)

- `network.trr.mode` (tableau précédent)
- `network.trr.excluded-domains` (débrayage de DoH pour certains domaines)
- `network.trr.enable_when_{vpn,proxy,nrpt}_detected` (désactivation de DoH sous conditions)
  - l'objectif est d'éviter le scénario présenté au début
  - sous Linux, le paramètre est bien positionné, mais ineffectif
  - sous Windows, manque de temps pour réaliser les tests

Interactions réseau (administrateur)

- canari DNS `use-application-dns.net`
- blocage des connexions DoH $\Rightarrow$ DNS en clair sauf si `mode`=3
- présentation d'un certificat invalide $\Rightarrow$ DNS en clair sauf si `mode`=3

Inquiétudes vis-à-vis de l'implémentation FF de DoH

De notre point de vue, l'implémentation de DoH pose problème dans Firefox

- contournement possible avec la politique de sécurité locale
- interface graphique en décalage avec les paramètres réels
- faux sentiment de sécurité en cas de dysfonctionnement de DoH
- transmission de données personnelles à un acteur extérieur

Inquiétudes vis-à-vis de l'implémentation FF de DoH

De notre point de vue, l'implémentation de DoH pose problème dans Firefox

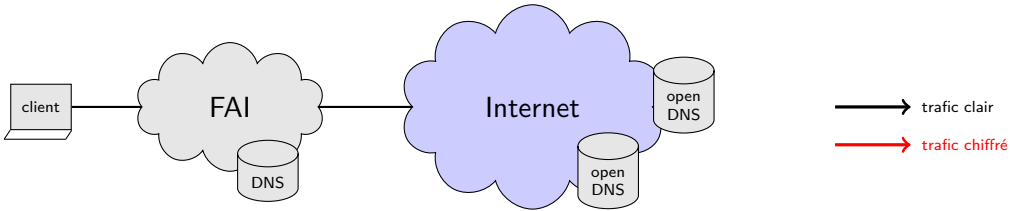
- contournement possible avec la politique de sécurité locale
- interface graphique en décalage avec les paramètres réels
- faux sentiment de sécurité en cas de dysfonctionnement de DoH
- transmission de données personnelles à un acteur extérieur

Autres points intéressants concernant les données émises

- possibilité d'ajouter le *User-Agent* et la langue utilisée dans les requêtes DoH
- sous Windows, chaque requête HTTP déclenche une requête DoH, ce qui amplifie les données envoyées

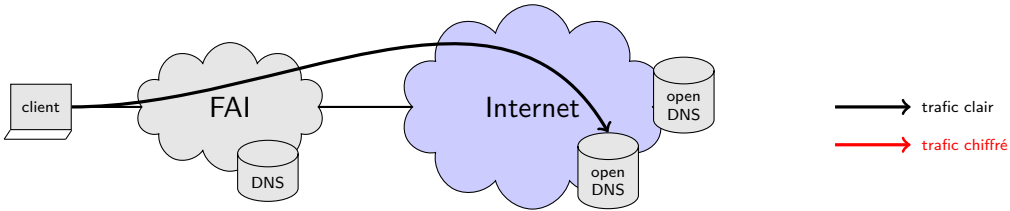
Étude de Chromium

Fonctionnement de DoH dans Chromium



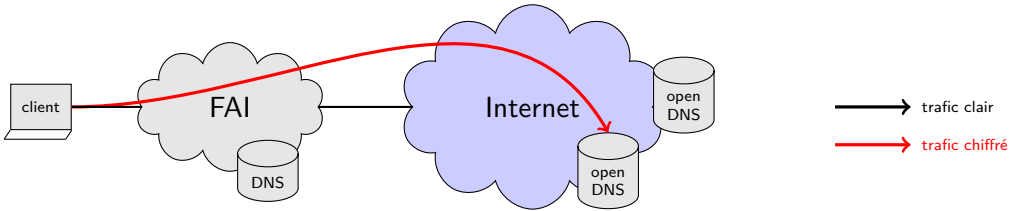
- Liste en dur de 9 couples serveurs DNS/DoH connus :
  `https://www.chromium.org/developers/dns-over-https`
- Si le serveur DNS système dans la liste, alors Chromium utilise son pendant DoH
  - DoH intégré en version 79, mais à activer via chrome flags#dnsoverhttps
  - DoH activé par défaut en version 80
  - DoH devient paramétrable à partir de la version 83 dans les menus

Fonctionnement de DoH dans Chromium



- Liste en dur de 9 couples serveurs DNS/DoH connus :
  `https://www.chromium.org/developers/dns-over-https`
- Si le serveur DNS système dans la liste, alors Chromium utilise son pendant DoH
  - DoH intégré en version 79, mais à activer via chrome flags#dnsoverhttps
  - DoH activé par défaut en version 80
  - DoH devient paramétrable à partir de la version 83 dans les menus

Fonctionnement de DoH dans Chromium



- Liste en dur de 9 couples serveurs DNS/DoH connus :
  `https://www.chromium.org/developers/dns-over-https`
- Si le serveur DNS système dans la liste, alors Chromium utilise son pendant DoH
  - DoH intégré en version 79, mais à activer via chrome flags#dnsoverhttps
  - DoH activé par défaut en version 80
  - DoH devient paramétrable à partir de la version 83 dans les menus

Résultats Chromium

Conditions de tests :

1. DNS système positionné à 8.8.8.8
2. Sans action de l'utilisateur

Version	**Positionnement du *flag***	**Trafic DoH**	**Comportement face à un certificat invalide**
78	Inexistant	non	inapplicable
79	À activer manuellement	non	DNS clair
80	Activé par défaut	oui	DNS clair
81 (actuelle)	Activé par défaut	oui	DNS clair

Conclusion

Conclusion

DoT/DoH sont des protocoles d'importance et dont l'utilité ne fait aucun doute.

Toutefois, la philosophie de l'implémentation a son importance.
Volonté de Mozilla d'imposer à tout prix a un coût :

- Manque de visibilité et transparence sur le bon fonctionnement
- Transfert de données important vers un tiers mal connu

Sujet d'inquiétude avec les deux implémentations : verbosité des clients à destination des serveurs DoH.

À l'avenir :

- Support de DoH dans Microsoft Windows
- Chromium (83) aura-t-il une remontée d'alerte en cas de défaillance de DoH ?
- Une évolution de l'affichage et de la GUI de Mozilla Firefox sera-t-elle faite ?

Perspectives :

- Déchiffrer trafic gQUIC chromium
- Suivre les évolutions de DoH dans les OS et navigateurs

Si vous voulez faire du DoH, ce que l'on conseille

1. Il existe des serveurs tenus par des organismes à but non lucratif :
   - https ://doh.42l.fr/dns-query
   - https ://ldn-fai.net/dns-query
   - https ://odvr.nic.cz/doh
   - https ://doh.powerdns.org/
   - https ://dns.hostux.net/dns-query
2. Vous pouvez aussi utiliser votre propre instance
3. La concentration de données, DNS, navigation, usages doit rester au cœur de vos choix
4. Pour Firefox, aligner le contenu des options `network.trr.exluded_domains` et `network.trr.network_no_proxies_on`