# SSL/TLS : état des lieux et recommandations

Olivier Levillain

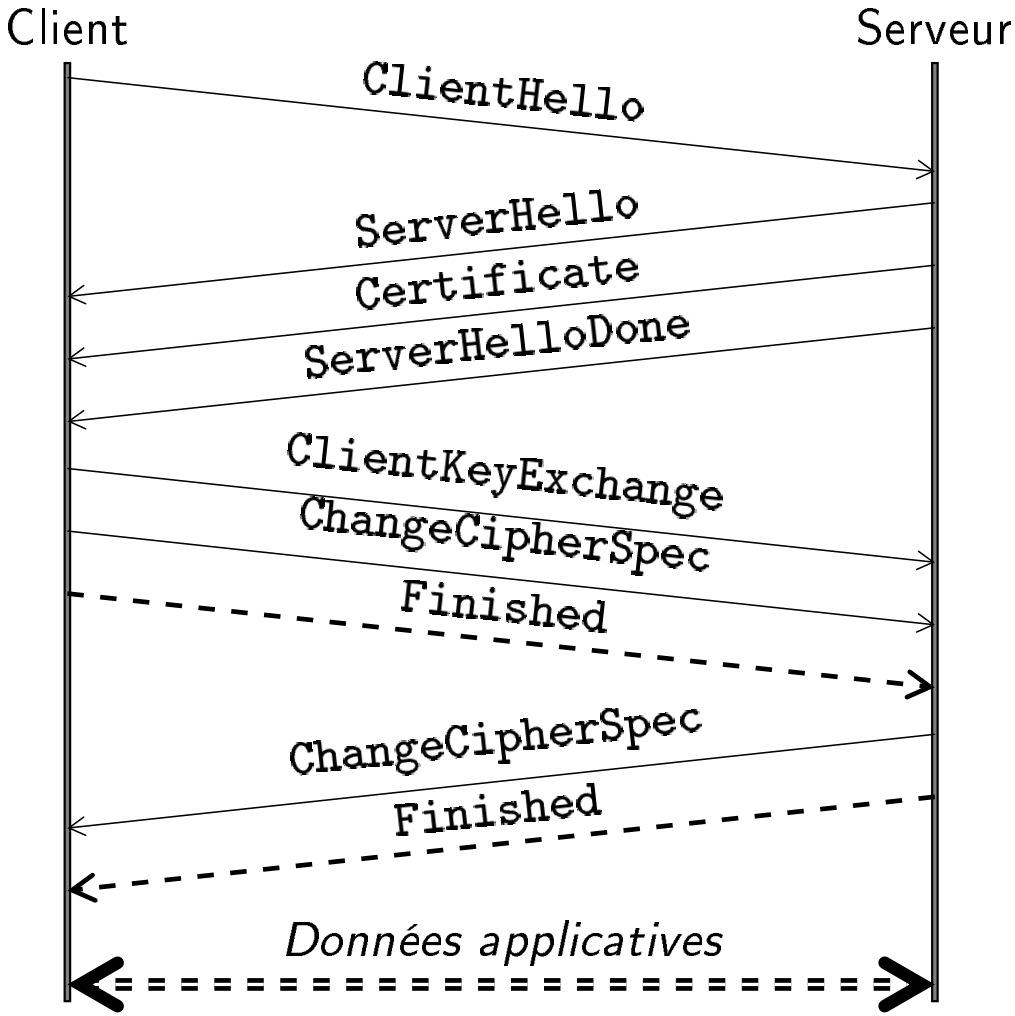
ANSSI

6 juin 2012


# SSL/TLS : une brique essentielle d'Internet

- `https://` inventé par Netscape en 1995
  - début du commerce en ligne
- Utilisation massive aujourd'hui
  - HTTPS, bien au-delà du commerce en ligne
  - Sécurisation d'autres protocoles (SMTP, IMAP, LDAP, etc.)
  - VPN SSL
  - EAP TLS
- SSL (*Secure Sockets Layer*) ou TLS (*Transport Layer Security*) ?

# Fonctionnement du protocole (SSLv3 et TLSv1.*)



# SSLv2 : une version à proscrire

- SSLv2 publié en 1995
- Protocole considéré comme dangereux
- RFC 6176 en mars 2011 (*Prohibiting SSLv2*)
  - HMAC MD5 pour l'intégrité
  - partage de la clé pour l'intégrité et la confidentialité
  - mauvaise gestion de la fin de connexion
  - possibilité de faire une négociation à la baisse des algorithmes

Une bonne nouvelle : SSLv2 tend (enfin) à disparaître.

# SSLv3 : une mise à jour majeure

- SSLv3 publié en 1996
- Deux gros soucis avec de vieilles implémentations SSLv3 :
  - attaque de Bleichenbacher en 1998 sur PKCS#1
  - incompatibilité avec les extensions TLS (RFC 3546, 2003)
    - courbes elliptiques
    - reprise de session sans état côté serveur
    - renégociation sécurisée
- Une implémentation corrigeant ces deux défauts implémentera en pratique TLSv1.0
  - SSLv3 ne présente donc aucun intérêt aujourd'hui

# TLSv1.0 : la normalisation par l'IETF

- En 2001, le protocole est repris par l'IETF et devient TLSv1.0 sans changement fondamental
- Attaque de Rogaway en 2002 sur le mode CBC avec IV implicite...
- médiatisée en 2011 par Duong et Rizzo (BEAST)
- Réactions diverses
  - RC4 en priorité
  - bricolage pour randomiser les IVs (en éclatant les messages)
  - passer à TLSv1.1

# TLSv1.1 et 1.2 : en route vers le futur

- TLSv1.1 : version minimum conseillée
- TLSv1.2 est une refonte du standard
  - inclusion des extensions dans le standard
  - inclusion d'autres RFCs dans le cœur du standard
  - avec quelques petits cadeaux pour les algorithmes cryptographiques
    - modes combinés pour le chiffrement et l'intégrité (GCM)
    - ajout de suites cryptographiques avec HMAC SHA256
    - possibilité d'utiliser SHA2 pour dériver les clés

# Description d'une suite cryptographique

Une suite cryptographique décrit les algorithmes

- d'authentification (du serveur)
- d'échange de clé
- de chiffrement des données
- de protection en intégrité des données

Traditionnellement, on regroupe

- les parties `Kx` et `Au` d'une part
- les parties `Enc` et `Mac` d'autre part

# Exemples

`TLS_RSA_WITH_RC4_128_MD5`

- `RSA` : chiffrement RSA (échange de clé et authentification implicite)
- `RC4_128` pour le chiffrement des données
- `HMAC-MD5` pour l'intégrité des données

`TLS_DHE_RSA_WITH_AES_128_CBC_SHA`

- `DHE` : échange de clé Diffie-Hellman...
- `RSA` : signé par RSA
- `AES_128_CBC` pour le chiffrement des données
- `HMAC-SHA1` pour l'intégrité des données

DHE/ECDHE assurent la PFS (*Perfect Forward Secrecy*)

# Fonctionnement de la négociation

- Le client propose une liste de suites (`ClientHello`), selon ses préférences

- Le serveur choisit parmi cette liste
- Deux cas classiques :
  - comportement courtois (Apache)
  - comportement directif (IIS)

# Message Certificate

- L'authentification serveur est toujours nécessaire en pratique
- Elle repose majoritairement sur des certificats X.509
- Le message Certificate contient une suite de certificats
  - le premier désigne le serveur TLS
  - chaque certificat est signé par le suivant
  - l'autorité racine peut être omise

- L'authentification client existe mais est négociée indépendamment des suites cryptographiques
  - des certificats X.509
  - deux nouveaux messages

# Test des navigateurs

- Lancement de 5 serveurs SSL/TLS n'acceptant chacun qu'une seule version

# Test des serveurs HTTPS

- Utilisation des données issues de l'EFF
- Énumération des serveurs HTTPS dans l'espace IPv4
  - 11 millions de serveurs HTTPS
  - dont 3,4 millions de serveurs reconnus valides par Firefox

- Face à un `ClientHello` SSLv2 de compatibilité :
  - 95 % TLSv1.0
  - 5 % SSLv3
  - quelques réponses SSLv2
- et pour les serveurs présentant un certificat de confiance :
  - 99 % TLSv1.0
  - 1 % SSLv3

# Implémentations

| Logiciel | SSLv2 | SSLv3 | TLSv1.0 | TLSv1.1 | TLSv1.2 |
|---|---|---|---|---|---|
| OpenSSL | | | | 1.0.1 | 1.0.1 |
| GnuTLS | | | | | |
| NSS | | | | | |
| IE sous 7 | | | | | |
| IE sous XP | | | | | |
| Firefox | | | | | |
| Chrome | | | | 21 | |
| Opera | | | | | |
| Safari | | | | | |
| IIS sous 2008 | | | | | |
| IIS sous 2003 | | | | | |
| Apache `mod_ssl` | | | | 1.0.1 | 1.0.1 |

Non supporté | Configurable | Supporté

- TLSv1.1 et TLSv1.2 pas toujours activés par défaut

# Tests de capacités

- Côté navigateurs :
  - lancement de *n* serveurs SSL/TLS n'acceptant chacun qu'une seule suite
- Côté serveurs :
  - envoi de *n* `ClientHello` pour tester toutes les suites acceptées
  - `sslscan` permet de faire cela
  - (démarche intrusive)

- Presque tous supportent des suites conformes à des référentiels comme le RGS (algorithmes, tailles de clés, *PFS*)

# Réalité des connexions

- Statistiques sur les données de l'EFF :
  - 38 % `TLS_DHE_RSA_WITH_AES_256_CBC_SHA`
  - 32 % `TLS_RSA_WITH_RC4_128_MD5`
  - 23 % `TLS_RSA_WITH_AES_256_CBC_SHA`
- Conséquence du comportement directif de certains serveurs
  - IIS choisira toujours `TLS_RSA_WITH_RC4_128_MD5`
  - le comportement est configurable, mais *global* au système sous Windows
- Est-il possible d'imposer la PFS du point de vue du client ?
  - ne proposer que des suites DHE/ECDHE fait perdre des serveurs
  - cette configuration est globale à l'application, voire au système
  - besoin d'affiner la décision par application et par serveur

# Test des navigateurs

- Possibilité de monter un serveur TLS pour chaque test
  - bon usage des extensions X.509
  - vérification correcte du nom de domaine
  - vulnérabilité sur les noms contenant des caractères nuls
  - etc.
- Plate-forme partielle sur
  `https://ssltest.offenseindepth.com/`

# Les magasins de certificats

- Certaines applications utilisent un magasin indépendant
  - produits Mozilla
  - Opera
  - applications Adobe
  - Java (parfois)
- D'autres utilisent des magasins partagés
  - applications Microsoft
  - Safari
  - Chrome
  - produits Mozilla, à l'avenir (`$HOME/.pki`)

- Pour ou contre un magasin centralisé ?
  - avantages : retrait efficace d'une autorité compromise, ajout rapide d'autorités internes
  - inconvénient : manque de finesse dans la politique de confiance

# Données de l'EFF

- Seuls 60 % des messages `Certificate` sont conformes
  - chaînes incomplètes
  - chaînes désordonnées
  - certificats dupliqués
  - certificats inutiles
  - chaînes multiples
- Incompatibilités réelles entre certaines piles et certains sites

# Conclusion

- SSL/TLS est un protocole mûr basé sur des schémas éprouvés et il est théoriquement possible de l'employer correctement

- Si on maîtrise clients et serveurs, on peut le mettre en pratique de manière sécurisée
- Pour les navigateurs, beaucoup de difficultés
  - équilibre difficile entre compatibilité et sécurité
  - mécanisme de gestion de la confiance en tout ou rien

- Perspectives :
  - proposer des plates-formes de test (client/serveur)
  - continuer l'analyse du paysage SSL
  - travail sur la confiance et la révocation (CA/B Forum, OCSP stapling, DANE, TACK...)
  - IDS/IPS : utilisation de Suricata
  - proxy local pour affiner la gestion de la confiance

# Questions ?

Merci de votre attention.