1. Utiliser des certificats OpenSSH

1.1. Présentation

La connexion à distance à un serveur en SSH peut se faire avec des **certificats** dont le **format est spécifique à OpenSSH**.

1.1.1. Rappel

- l'**authentification** sur un serveur distant en SSH consiste à renseigner votre **clé publique** dans le dossier **~/.ssh/authorized_keys** du compte existant sur le serveur.
- Votre **clé privée** reste sur votre ordinateur client et ne doit pas être communiquée. Cette clé privée peut en plus être protégée par une **passphrase**.

1.2. Configuration du service SSH du serveur

Avec Debian, la configuration d'un serveur SSH se fait dans le fichier **/etc/ssh/sshd_config** :

- La directive **PasswordAuthentication** doit être fixée à **no** pour interdire l'authentification par mot de passe. **ATTENTION** : Cela n'est à faire que si vous avez correctement configuré une authentification par clé SSH ou certificat.
- dans le dossier **/etc/ssh** se trouve plusieurs types de clés privées, avec les clés publiques associées, générées automatiquement, que peut utiliser le serveur SSH : **ssh_host_ecdsa_key** (ssh_host_ecdsa_key.pub) , **ssh_host_rsa_key** (ssh_host_rsa_key.pub) et **ssh_host_ed25519_key** (ssh_host_ed25519_key.pub).

La commande suivante permet d'afficher ces différents clés publiques d'un serveur SSH (RSA, ECDSA et ED25519):

```
$ ssk-keyscan adresseIPserveurssh
```

1.3. Génération du couple de clés privée / publique par le client

Utilisation de l'utilitaire **ssh-keygen** avec les options possibles suivantes :

- option **-t** : préciser le type de clés : dsa, rsa, ecdsa ou ed25519 (valeur par défaut) ;
- option **-b** : préciser la longueur de la clé (2048 par défaut).
- option **-C** : préciser un commentaire pour identifier la clé publique : courriel, nom, etc..

```
$ ssh-keygen -C "Charles Técher"
```

Les clés privée et publique sont enregistrées dans le dossier **~/.ssh** : **id_ed25519** et **id_ed25519.pub**.

- sécuriser la clé privée

```
$ chmod 600 ~/.ssh/id_ed25519
```

1.4. Paramètrage du compte du serveur avec votre clé publique

Sur le serveur distant, vous souhaitez permettre une authentification avec votre **clé publique ssh**.

Pour cela, il suffit de **copier** le contenu de votre clé publique dans le fichier **~/.ssh/authorized_keys** du compte linux du serveur, compte avec lequel vous souhaitez **ouvrir une session**.

- Exemple de copie automatique de la clé publique pour un compte appelé **sio** créé sur le serveur distant :

```
ssh-copy-id sio@ipserveur
```

- Exemple de copie manuelle de la clé publique pour un compte appelé **sio** créé sur le serveur distant :

```
cat ~/.ssh/id_ed25519.pub | ssh sio@ipserveur "cat >> ~/.ssh/authorized_keys"
```

1.5. Gestion des serveurs connus

Votre client SSH va **vérifier l'identité du serveur distant** avant de se connecter. Le fichier **/etc/ssh/ssh_config** permet de configurer le client SSH pour tous les utilisateurs de votre ordinateur, et le fichier **~/.ssh/config** uniquement pour l'utilisateur qui a ouvert une session.

Lors de la **première connexion** du client sur le serveur distant, vous recevez un **message d'avertissement** et vous devez confirmer, à vos risques et périls, que vous acceptez de vous connecter à ce serveur. Dans ce cas, une trace du serveur (**empreinte SSHFP** - SSH FingerPrint), est enregistrée dans le fichier **~/.ssh/known_hosts**. Lors d'une prochaine connexion, si la trace d'une connexion précédente est trouvée, vous n'aurez plus le message d'avertissement.

La commande suivante permet de **prendre connaissance de l'empreinte** de la **clé publique** du serveur distant, et de la communiquer aux utilisateurs client pour **vérification** :

```
# sur le serveur distant
$ ssh-keygen -l -f /etc/ssh/ssh_host_ed25519_key.pub

# depuis votre client
$ ssh sio@adresseIP "ssh-keygen -l -f /etc/ssh/ssh_host_ed25519_key.pub"
```

1.6. Inconvénients de l'usage des clés publiques

Les clés publiques d'un serveur peuvent être changées et ne plus être celles initialement crées. C'est le cas lors d'une attaque de type **Man-In-The-Middle**.

De même, il n'est pas possible de garantir que la clé publique d'un client soit **légitime** car il est facile de générer une clé publique, avec un commentaire de son choix et de la communiquer.

L'utilisation d'un certificat ajoute des informations d'identité et ce **certificat est signé** par une autorité de certification reconnue.

La signature du certificat est un haché des données du certificat chiffrée par la **clé privée de l'autorité de certification reconnue**.

En utilisant la **clé publique** de l'autorité de certification reconnue, il est possible de **déchiffrer** la signature et de comparer ensuite les hachés.

1.7. Génération des certificats OpenSSH

OpenSSH permet de générer des **certificats spécifiques à OpenSSH**. Ce ne sont pas des certificats x509 utilisés avec SSL/TLS (https, sftp, etc.)

La création d'un certificat utilisateur ou serveur nécessite la signature par une **clé privée** qui représente alors l'**autorité de certification**.

Pour cette démarche, la CA sera hébergée sur le serveur distant.

1.7.1. Création de la clé privée sur le serveur distant avec le nom ca_key

```
$ ssh-keygen -f ca_key -C "SSH cle de la CA"
```

Cela génère 2 fichiers :

- **ca_key** : clé privée de la CA
- **ca_key.pub** : clé publique de la CA

1.7.2. Création d'un certificat pour le client

La configuration d'un serveur distant pour **utiliser des certificats OpenSSH**, signés par **une ou plusieurs clés privées (CA)** connues de l'administrateur (configuration du serveur distant), **ne nécessite plus** la mise à jour sur le serveur distant d'un fichier **.ssh/authorized_keys** contenant les clés publiques des utilisateurs pour chaque compte du serveur distant pouvant être utilisé.

- sur le serveur distant, supprimez le fichier **.ssh/authorized_keys** du compte pour lequel vous souhaitez configurer l'**authentification par certificat OpenSSH**.

```
$ rm ~/.ssh/authorized_keys
```

Pour la création du certificat du client, il est nécessaire de préciser :

- **-s** : la clé privée de la CA qui signe le certificat
- **-I** : l'identifiant du certificat client. Pour l'exemple un utilisateur appelé CLIENT_PRENOM.
- **-n** : le login autorisé pour ce client sur le serveur. Il s'agit dans l'exemple du compte linux sio.
- **-V** : la validité du certificat. En général une année.
- la **clé publique** de l'utilisateur qui est nécessaire pour créer son certificat

- Transférez sur le serveur de CA la clé publique de l'utilisateur :

```
$ scp ~/.ssh/id_ed25519.pub sio@adresseIP:/home/sio
```

- Sur le serveur de CA, utilisez la commande suivante :

```
$ ssh-keygen -s ca_key -I CLIENT-PRENOM -n sio -V +365d id_ed52519.pub
```

Le certificat a été généré et le fichier obtenu porte le nom de la clé publique en ajoutant “-cert” : **id_ed25519-cert.pub**.

La commande suivant permet de visualiser le contenu du certificat :

```
$ ssh-keygen -L -f id_ed25519-cert.pub
id_ed25519-cert.pub:
        Type: ssh-ed25519-cert-v01@openssh.com user certificate
        Public key: ED25519-CERT SHA256:q3u+woluMmljCo+HCKHr55oztAiZ7QVDXWkw20W02UY
        Signing CA: ED25519 SHA256:5R5DL2MZrQelfe88lyf2zdv3UepovFcdm9NiHtplWUQ (using ssh-ed25519)
        Key ID: "CLIENT-PRENOM"
        Serial: 0
        Valid: from 2026-06-28T20:27:00 to 2027-06-28T20:28:40
        Principals:
                sio
        Critical Options: (none)
        Extensions:
                permit-X11-forwarding
                permit-agent-forwarding
                permit-port-forwarding
                permit-pty
                permit-user-rc
```

Remarques :

- il s'agit d'un certificat utilisateur : **Type ... user certificate**.
- ce n'est pas un certificat autosigné car l'**empreinte SHA256** de la clé publique de l'utilisateur (**Public Key**) est différente de l'empreinte de la clé qui a signé le certificat (**Signing CA**).
- le **principal** est sio, c'est à dire le **login** associé à ce certificat. Plusieurs principals peuvent être déclarés (séparé par des virgules).

La valeur du champ **Principals** est importante car cela détermine l'**identité présentée** par le client, c'est à dire le ou les comptes qu'il souhaite utiliser pour ouvrir une session.

- **Transférez** sur le client le **certificat client** nouvellement généré et placez le dans le dossier **~/.ssh/** de l'ordinateur client avec la clé privée **id_ed25519** et la clé publique **ed_ed25519.pub** :

```
$ scp sio@adresseIPCA:/home/sio/id_ed25519-cert.pub ~/.ssh/
```

Pour valider ces certificats, il faut indiquer au serveur distant, la liste des différentes clés publiques des CA qu'il accepte comme **signataires des certificats clients** présentés.

- sur le serveur distant, **copier** le contenu de la clé privée de la CA (ca_key.pub), dans le fichier **/etc/ssh/ssh_ca_keys** :

```
$ sudo cat ~/ca_key.pub >> /etc/ssh/ssh_ca_keys
```

- modifiez le fichier de configuration du service SSH **/etc/ssh/sshd_config** pour renseigner la directive **TrustedUserCAKeys** avec le nom de ce fichier :

```
...
# HostKey /etc/ssh/ssh_host_ed25519_key
TrustedUserCAKeys /etc/ssh/ssh_ca_keys
...
```

- redémarrez le service SSH

```
$ sudo systemctl restart ssh
```

- testez en mode debug la connexion en SSH au serveur distant avec votre certificat utilisateur. Seule la passsphrase de votre clé

privée doit être demandée, si elle a été définie

```
$ ssh -v sio@adresseIP
...
debug1: Offering public key: /home/sio/.ssh/id_ed25519 ED25519
SHA256:q3u+woluMmljCo+HCKHr55oztAiZ7QVDXWkw20W02UY
debug1: Authentications that can continue: publickey,password
debug1: Offering public key: /home/sio/.ssh/id_ed25519 ED25519-CERT
SHA256:q3u+woluMmljCo+HCKHr55oztAiZ7QVDXWkw20W02UY
debug1: Server accepts key: /home/sio/.ssh/id_ed25519 ED25519-CERT
SHA256:q3u+woluMmljCo+HCKHr55oztAiZ7QVDXWkw20W02UY
Enter passphrase for key '/home/sio/.ssh/id_ed25519':
```

1.7.3. Utilisation du certificat pour s'authentifier avec un autre compte sur le serveur distant

Le certificat client **id-ed25519-cert.pub**, signé avec la clé privée de la CA **ca_key** vous a permis de vous authentifier sur le serveur distant, sans mot de passe. Si vous avez défini une passphrase pour votre clé privée, vous avez uniquement été amené à l'indiquer.

1.7.3.1. Démarche pour se connecter sur le serveur distant avec un autre compte

- Sur le serveur distant, créez un nouveau compte linux appelé par exemple btssio:

```
$ sudo adduser btssio
```

- **test** en mode **debug** de la connexion en SSH au serveur distant avec votre **certificat utilisateur** et le compte **btssio** :

```
$ ssh -v btssio@adresseIP
...
debug1: Offering public key: /home/sio/.ssh/id_ed25519 ED25519
SHA256:q3u+woluMmljCo+HCKHr55oztAiZ7QVDXWkw20W02UY
debug1: Authentications that can continue: publickey,password
debug1: Offering public key: /home/sio/.ssh/id_ed25519 ED25519-CERT
SHA256:q3u+woluMmljCo+HCKHr55oztAiZ7QVDXWkw20W02UY
debug1: Authentications that can continue: publickey,password
debug1: Trying private key: /home/sio/.ssh/id_ed25519_sk
debug1: Trying private key: /home/sio/.ssh/id_xmss
debug1: Trying private key: /home/sio/.ssh/id_dsa
debug1: Next authentication method: password
btssio@10.187.35.100's password:
```

L'authentification par certificat n'a pas aboutie et vous devez vous authentifier avec le mot de passe du compte.

Rappel : lors de la création de votre certificat, seul le principal sio a été indiqué.

Il est nécessaire de **recréer votre certificat client** en définissant comme **principal**, les **deux comptes**, sio (ou celui à votre nom) et le nouveau (btssio).

- Création à nouveau du certificat client sur le serveur jouant le rôle de CA en définissant les deux comptes comme principal :
- Sur le serveur de CA, utilisez la commande suivante :

```
$ ssh-keygen -s ca_key -I CLIENT-PRENOM -n sio,btssio -V +365d id_ed52519.pub
```

- Visualiser le contenu du certificat :

```
$ ssh-keygen -L -f id_ed25519-cert.pub
id_ed25519-cert.pub:
        Type: ssh-ed25519-cert-v01@openssh.com user certificate
        Public key: ED25519-CERT SHA256:q3u+woluMmljCo+HCKHr55oztAiZ7QVDXWkw20W02UY
        Signing CA: ED25519 SHA256:5R5DL2MZrQelfe88lyf2zdv3UepovFcdm9NiHtplWUQ (using ssh-ed25519)
        Key ID: "CLIENT-PRENOM"
        Serial: 0
        Valid: from 2026-06-28T20:27:00 to 2027-06-28T20:28:40
        Principals:
                sio
                btssio
        Critical Options: (none)
```

```
        Extensions:
                permit-X11-forwarding
                permit-agent-forwarding
                permit-port-forwarding
                permit-pty
                permit-user-rc
```

Remarques : les deux comptes sio et btssio sont définis comme principal

- depuis votre client, récupérer le **certificat client** nouvellement généré et placez le dans le dossier **~/.ssh/** de l'ordinateur client avec la clé privée **id_ed25519** et la clé publique **ed_ed25519.pub** :

```
$ scp sio@adresseIPCA:/home/sio/id_ed25519-cert.pub ~/.ssh/
```

- **test** en mode **debug** de la connexion en SSH au serveur distant avec votre **nouveau** certificat utilisateur et le nouveau compte **btssio** :

```
$ ssh -v btssio@adresseIP
...
debug1: Offering public key: /home/sio/.ssh/id_ed25519 ED25519
SHA256:q3u+woluMmljCo+HCKHr55oztAiZ7QVDXWkw20W02UY
debug1: Authentications that can continue: publickey,password
debug1: Offering public key: /home/sio/.ssh/id_ed25519 ED25519-CERT
SHA256:q3u+woluMmljCo+HCKHr55oztAiZ7QVDXWkw20W02UY
debug1: Server accepts key: /home/sio/.ssh/id_ed25519 ED25519-CERT
SHA256:q3u+woluMmljCo+HCKHr55oztAiZ7QVDXWkw20W02UY
Enter passphrase for key '/home/sio/.ssh/id_ed25519':
```

Remarques :

- le certificat a été **reconnu et utilisé**. Vous êtes invité à saisir la passphrase de votre clé privée.
- vous pouvez maintenant vous connecter avec le compte **sio** ou le compte **btssio** sans que l'administrateur doivent renseigner le fichier **~/.ssh/authorized_keys** des comptes sio et btssio.

1.7.4. Création du certificat pour le serveur distant

Pour la création du certificat du serveur il est nécessaire de préciser :

- **-s** : la clé privée de la CA qui signe le certificat
- **-I** : l'identifiant du certificat client. Pour l'exemple un utilisateur appelé charles.
- **-h** : précise qu'il s'agit d'un certificat serveur.
- **-n** : les noms / adresse IP du serveur.
- **-V** : la validité du certificat. En général une année.
- la **clé publique** du serveur situé dans le dossier **/etc/ssh** qui est nécessaire pour créer son certificat.

- Sur le serveur de CA, utilisez la commande suivante, en utilisant **sudo** afin que le certificat puisse être sauvegardé dans le dossier **/etc/ssh** :

```
$ sudo ssh-keygen -s ca_key -I SERVEUR-LOCAL -h -n localhost,127.0.0.1,adresseIP -V +365d
/etc/ssh/ssh_host_ed25519_key.pub
```

La commande suivante permet de visualiser le contenu du certificat serveur :

```
$ ssh-keygen -L -f /etc/ssh/ssh_host_ed25519_key-cert.pub
/etc/ssh/ssh_host_ed25519_key-cert.pub:
        Type: ssh-ed25519-cert-v01@openssh.com host certificate
        Public key: ED25519-CERT SHA256:++xMosJ1oo91GoxCV77GSb7tSBzKqKVvY2kDXvXzBr0
        Signing CA: ED25519 SHA256:5R5DL2MZrQelfe88lyf2zdv3UepovFcdm9NiHtplWUQ (using ssh-ed25519)
        Key ID: "SERVEUR-LOCAL"
        Serial: 0
        Valid: from 2026-06-28T20:58:00 to 2027-06-28T20:59:19
        Principals:
                localhost
                127.0.0.1
                adresseIP
        Critical Options: (none)
        Extensions: (none)
```

Remarques : il s'agit d'un certificat utilisateur : **Type ...host certificate**.

- Configuration du serveur SSH pour utiliser ce certificat en modifiant le fichier **/etc/ssh/sshd_config** :

```
...
HostKey /etc/ssh/ssh_host_ed25519_key
HostCertificate /etc/ssh/ssh_host_ed25519_key-cert.pub
TrustedUserCAKeys /etc/ssh/ssh_ca_keys
...
```

- lançez manuellement le serveur en mode debug, pour visualiser qu'il charge bien les 2 fichiers (la clé privée et le certificat) :

```
$  sudo /usr/sbin/sshd -d
sudo /usr/sbin/sshd -d
```

- redémarrez le service SSH

```
$ sudo systemctl restart ssh
```

1.7.5. Configuration du client pour pour vérifier le certificat du serveur

1.7.5.1. Rappel

Jusqu'à présent, au niveau du client, le fichier **~/.ssh/known_hosts** était renseigné avec la **clé publique** de chaque serveur distant auquel vous avez fait confiance pour vous connecter.

Désormais, avec l'utilisation d'un **certificat signé par une CA**, cela **n'est plus nécessaire**.

Il suffit que le client dispose de la clé publique de la CA pour vérifier les certificats présenté par les serveurs distants.

1.7.5.2. Préparation du cilent

- Dans l'ordinateur client, supprimez le contenu du fichier **~/.ssh/known_hosts** de votre compte client (ici sio) :

```
echo > ~/.ssh/known_hosts
```

- depuis le client, récupérez le fichier de la clé publique de la CA **ca_key.pub** afin de disposer de son contenu :

```
$ scp sio@adresseIPCA:/home/sio/ca_key.pub ~/.ssh/
```

1.7.5.3. Configuration du client

La configuration du compte du client (côté du client) se fait en ajoutant la directive **@cert-authority** dans le fichier **~/.ssh/known_hosts**.

Pour reconnaître tous les certificats signés par une CA précise, il faut ajouter une ligne avec le format suivant :

```
markers (optional) hostnames public key, comment
```

Remarques :

- Les différents champs sont **séparés par des espaces**.
- Pour les noms de machines (**hostnames**), vous pouvez utiliser une **liste de valeurs** séparée par des **virgules**.
- Les caractères joker (***, ? et !**) sont autorisés.
- Il est possible d'**interdire** une ou plusieurs valeurs avec le **caractère !**.
- le **#** permet de commenter une ligne.

- Autorisez tous les certificats signés par la clé privée de la CA en écrivant **UNE SEULE ligne** dans le fichier **~/.ssh/known_hosts** en indiquant la clé publique **ca_key.pub**, pour toutes les adresse IP qui commencent par **10.**.

```
@cert-authority 10.*,*.educ-valadon-limoges.fr ssh-ed25519 AAAAC3NzaC1lZDI1N... cle publique de la CA
```

1.7.5.4. Les tests

- **testez** en mode **debug** l'accepation du certificat du serveur distant

```
$ ssh -v sio@adresseIP
...
```

```
debug1: Server host certificate: ssh-ed25519-cert-v01@openssh.com
SHA256:++xMosJ1oo91GoxCV77GSb7tSBzKqKVvY2kDXvXzBr0, serial 0 ID "SERVEUR-LOCAL" CA ssh-ed25519
SHA256:5R5DL2MZrQelfe88lyf2zdv3UepovFcdm9NiHtplWUQ valid from 2026-06-28T23:19:00 to 2027-06-28T23:20:54
...
debug1: Host '10.xxx.yyy.zzz' is known and matches the ED25519-CERT host certificate.
debug1: Found CA key in /home/sio/.ssh/known_hosts:1
...
Enter passphrase for key '/home/sio/.ssh/id_ed25519':
```

Remarques :

- le certificat serveur est **présenté au client**;
- le **nom d'hôte** utilisé avec l'adresse IP **correspond** bien avec ce qui est renseigné dans le certificat (**principal**) ;
- la **clé publique de la CA** est bien **trouvé** chez le client pour **vérifier la signature** du certificat ;
- seule la **passphrase** de votre **clé privée** est demandée.

Vous n'avez pas de message d'avertissement et aucune ligne n'est ajoutée au fichier **~/.ssh/known_hosts**.

- **Modifiez** le contenu du fichier **~/.ssh/known_hosts** pour interdire le adresses IP qui commencent par 10. (ajout du caractère !).

```
@cert-authority !10.*,*.educ-valadon-limoges.fr ssh-ed25519 AAAAC3NzaC1lZDI1N... cle publique de la CA
```

- **testez** en mode **debug** la **non acceptation** du certificat du serveur distant :

```
$ ssh -v sio@adresseIP
...
debug1: Server host certificate: ssh-ed25519-cert-v01@openssh.com
SHA256:++xMosJ1oo91GoxCV77GSb7tSBzKqKVvY2kDXvXzBr0, serial 0 ID "SERVEUR-LOCAL" CA ssh-ed25519
SHA256:5R5DL2MZrQelfe88lyf2zdv3UepovFcdm9NiHtplWUQ valid from 2026-06-28T23:19:00 to 2027-06-28T23:20:54

...
debug1: No matching CA found. Retry with plain key
...
The authenticity of host '10.xxx.yyy.zzz (10.xxx.yyy.zzz)' can't be established.
ED25519 key fingerprint is SHA256:++xMosJ1oo91GoxCV77GSb7tSBzKqKVvY2kDXvXzBr0.
This key is not known by any other names.
Are you sure you want to continue connecting (yes/no/[fingerprint])? yes
Warning: Permanently added '10.187.35.100' (ED25519) to the list of known hosts.
...
Enter passphrase for key '/home/sio/.ssh/id_ed25519':
```

Remarques :

- le certificat serveur est **présenté au client**;
- le **nom d'hôte** utilisé (adresse IP) n'est pas autorisé ;
- le **message d'avertissement** s'affiche et vous devez accepter de continuer ;
- la clé publique de ce serveur est enregistrée dans le fichier **~/.ssh/known_hosts** ;
- la **passphrase** de votre **clé privée** est demandée.

From:
https://siocours.lycees.nouvelle-aquitaine.pro/ - **Les cours du BTS SIO**

Permanent link:
https://siocours.lycees.nouvelle-aquitaine.pro/doku.php/reseau/certificat/certificatsopenssh?rev=1782923577

Last update: **2026/07/01 16:32**