Introduction à SSH

Lucas Nussbaum
lucas.nussbaum@univ-lorraine.fr

Traduction Française initiale : François Dupont (ASRALL 2015)

Licence professionnelle ASRALL

Administration de systèmes, réseaux et applications à base de logiciels libres

Plan

Introduction

- SSH = Secure SHell
- Un protocole et un service réseau standard (port TCP 22)
- De nombreuses implémentations, dont :
  - OpenSSH : Linux/Unix, Mac OS X ← on parle surtout de ça
  - Putty : Windows, client seulement
  - Dropbear : systèmes légers (routers, embarqué)
- Commande Unix (`ssh`) ; coté serveur : `sshd`
- Établit une communication sécurisée entre deux machines
- S'appuie sur la cryptographie
- L'usage le plus simple : l'accès shell sur une machine distante
- De nombreux usages avancés :
  - Transférer de données (`scp`, `sftp`, `rsync`)
  - Se connecter à des services spécifiques (Git ou SVN)
  - Creuser des tunnels sécurisés à travers Internet
- Plusieurs systèmes d'authentification : mot de passe, clé publique

Utilisation basique

- Se connecter à un serveur distant :
  `$ ssh login@remote-server`
  $\rightsquigarrow$ Fournit un shell *remote-server*
- Exécuter une commande sur un serveur distant :
  `$ ssh login@remote-server ls /etc`
- Copier des données (avec `scp`, similaire à `cp`) :
  `$ scp local-file login@remote-serv:remote-directory/`
  `$ scp login@remote-serv:remote-dir/file local-dir/`
  Les options habituelles de `cp` fonctionnent, comme `-r` (récursif)
- Copier des données (avec `rsync`, plus efficace que `scp` s'il y a de nombreux fichiers) :
  `$ rsync -avzP localdir login@server:path-to-rem-dir/`

  Note : le slash de fin est important avec `rsync` (pas avec `cp`)
  - `rsync -a rep1 u@h:rep2` $\rightsquigarrow$ rep1 copié dans rep2
  - `rsync -a rep1/ u@h:rep2` $\rightsquigarrow$ contenu de rep1 dans rep2

Authentification par clé publique

- Idée générale
  - Cryptographie asymétrique (ou cryptographie à clé publique)
    - La clé publique est utilisée pour chiffrer quelque chose
    - Seule la clé privée peut le déchiffrer
  - L'utilisateur possède une clé privée (secrète), stockée sur la machine locale
  - Le serveur a la clé publique correspondant à la clé privée
  - Authentification = *<server> prouve que tu possèdes cette clé privée !*

- Implémentation (*Authentification par challenge-réponse*) :
  1. Le serveur génère un nonce (une valeur aléatoire arbitraire)
  2. Le serveur chiffre ce nonce avec la clé publique du client
  3. Le serveur envoie le nonce chiffré (= le challenge) au client
  4. Le client utilise la clé privée pour déchiffrer le challenge
  5. Le client renvoie ce nonce (= la réponse) au serveur
  6. Le serveur compare le nonce avec la réponse

Authentification par clé publique (2)

- Avantages :
  - Les mots de passes ne sont pas envoyés par le réseau
  - La clé privée ne quitte JAMAIS le client
  - Le procédé peut être automatisé
- Cependant, la clé privée doit être protégée (que se passerait-il si votre ordinateur portable était volé ?)
  - Habituellement avec une passphrase

Génération d'une paire de clé

```
$ ssh-keygen
Generating public/private rsa key pair.
Enter file in which to save the key (/home/user/.ssh/id_rsa): [ENTER]
Enter passphrase (empty for no passphrase): passphrase
Enter same passphrase again: passphrase
Your identification has been saved in /home/user/.ssh/id_rsa.
Your public key has been saved in /home/user/.ssh/id_rsa.pub.
The key fingerprint is:
f6:35:53:71:2f:ff:00:73:59:78:ca:2c:7c:ff:89:7b user@my.hostname.net
The key's randomart image is:
+--[ RSA 2048]----+
 ..o
(...)
 .o
+-----------------+
$
```

- Crée une paire de clés :
  - `~/.ssh/id_rsa` (clé privée)
  - `~/.ssh/id_rsa.pub` (clé publique)

Copier la clé publique sur un serveur

- Exemple de clé publique :
  `ssh-rsa AAAAB3NX[. . . ]hpoR3/PLlXgGcZS4oR user@my.hostname.net`
- Sur le serveur, **~user/.ssh/authorized_keys** contient une liste des clés publiques autorisées à se connecter au compte `user`
- La clé peut y être copiée manuellement
- Ou `ssh-copy-id` peut être utilisé pour copier la clé :
  `client$ ssh-copy-id user@server`
- Parfois la clé publique a besoin d'être fournie en utilisant une interface web (par exemple sur GitHub, FusionForge, Redmine, etc.)

Éviter de taper la passphrase

- Si la clé privée n'est pas protégée par une passphrase, la connexion est établie immédiatement :

```
*** login@laptop:~$ ssh rlogin@rhost  [ENTER]
*** rlogin@rhost:~$
```

- Sinon, `ssh` demande la passphrase :

```
*** login@laptop:~$ ssh rlogin@rhost  [ENTER]
Enter passphrase for key '/home/login/id_rsa': [passphrase+ENTER]
*** rlogin@rhost:~$
```

- Un **agent SSH** peut être utilisé pour stocker la clé déchiffrée
  - La plupart des environnements de bureau peuvent jouer le rôle d'agent SSH automatiquement
  - On peut lancer `ssh-agent` si besoin
  - Les clés peuvent être ajoutées manuellement avec `ssh-add`

Vérifier l'identité du serveur : known_hosts

- Objectif : détecter un serveur compromis
  Et si quelqu'un se faisait passer pour un serveur pour voler des mots de passe ?
- Quand on se connecte à un serveur pour la première fois, ssh stocke la clé publique du serveur dans ~/.ssh/known_hosts

```
*** login@laptop:~$ ssh rlogin@server [ENTER]
The authenticity of host 'server (10.1.6.2)' can't be established.
RSA key fingerprint is
94:48:62:18:4b:37:d2:96:67:c9:7f:2f:af:2e:54:a5.
Are you sure you want to continue connecting (yes/no)? yes [ENTER]
Warning: Permanently added 'server,10.1.6.2'(RSA) to the list of
known hosts.
rlogin@server's password:
```

Vérifier l'identité du serveur known_hosts (2)

- À chaque nouvelle connexion, ssh s'assure que la clé est toujours la même, ou avertit l'utilisateur dans le cas contraire

```
*** login@laptop:~$ ssh rlogin@server [ENTER]
@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@
@    WARNING: REMOTE HOST IDENTIFICATION HAS CHANGED!     @
@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@
IT IS POSSIBLE THAT SOMEONE IS DOING SOMETHING NASTY!
Someone could be eavesdropping on you right now (man-in-the-middle attack)!
It is also possible that a host key has just been changed.
The fingerprint for the RSA key sent by the remote host is
e3:94:03:90:5d:81:ed:bb:d5:d2:f2:de:ba:31:18:d8.
Please contact your system administrator.
Add correct host key in /home/login/.ssh/known_hosts to get rid of this message.
Offending RSA key in /home/login/.ssh/known_hosts:12
RSA host key for server has changed and you have requested strict checking.
Host key verification failed.
*** login@laptop:~$
```

- Une clé véritablement périmée peut être supprimée avec `ssh-keygen -R server`

Configurer SSH

- SSH obtient les informations de configuration depuis :
  1. les options de la ligne de commande (`-o ...`)
  2. le fichier de configuration de l'utilisateur : `~/.ssh/config`
  3. le fichier de configuration système : `/etc/ssh/ssh_config`
- Ces options sont décrites dans la page de manuel `ssh_config(5)`
- `~/.ssh/config` contient une liste d'hôtes (avec wildcards)
- Pour chaque paramètre, la première valeur trouvée est utilisée
  - Les déclarations spécifiques à un hôte sont au début
  - Les paramètres par défaut sont à la fin

Exemple : ~/.ssh/config

```
Host mail.acme.com
    User root

Host foo # alias/raccourci. 'ssh foo' marche
    Hostname very-long-hostname.acme.net
    Port 2222

Host *.acme.com
    User jdoe
    Compression yes # default is no
    PasswordAuthentication no # only use public key
    ServerAliveInternal 60 # keep-alives for bad firewall

Host *
    User john
```

- Note : `bash-completion` auto-complète avec les hôtes de `ssh_config`

Plan

SSH : couche de communication générique

- Plusieurs applications utilisent SSH comme leur couche de communication et d'authentification
- `scp`, `sftp`, `rsync` (transfert de données)
  - `lftp` (CLI) et `gftp` (GUI) supportent le protocole SFTP
- `unison` (synchronisation)
- Subversion : `svn checkout svn+ssh://user@rhost/path/to/repo`
- Git : `git clone ssh://git@github.com/path-to/repository.git`
  Ou : `git clone git@github.com:path-to/repository.git`

Accès à un filesystem distant : sshfs

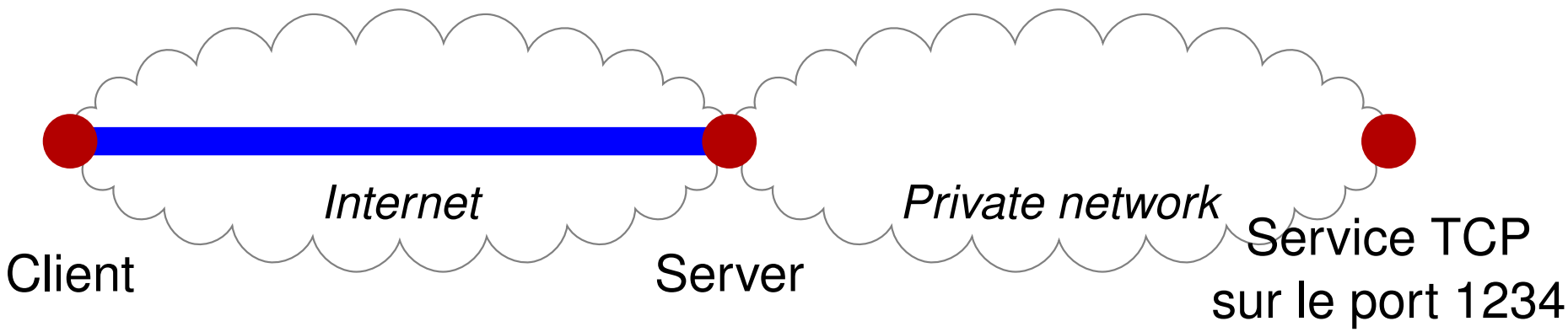
- `sshfs` : Une solution basée sur FUSE pour accéder à des machines distantes
- Idéal pour éditer un fichier en GUI à distance, copier des petits fichiers, etc...
- Monter un répertoire distant :
  `sshfs root@server:/etc /tmp/local-mountpoint`
  Démonter : `fusermount -u /tmp/local-mountpoint`
- Combiné avec `afuse` pour monter automatiquement n'importe quelle machine :

```
afuse -o mount_template="sshfs %r:/ %m" -o \
unmount_template="fusermount -u -z %m" ~/.sshfs/
```

  ↝ `cd ~/.sshfs/rhost/etc/ssh`

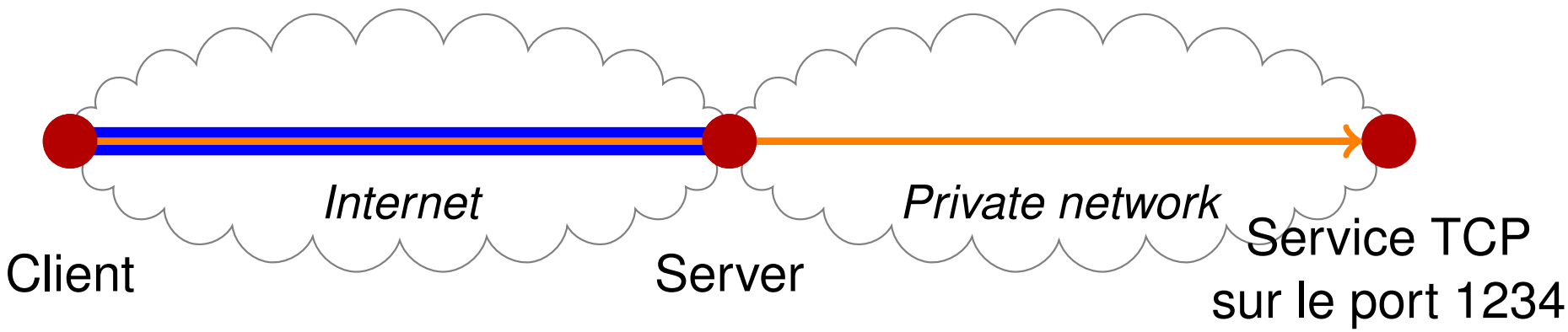
Tunnels SSH avec -L et -R

- Objectif : transporter le trafic dans une connection sécurisée
  - Contourner le filtrage réseau (pare-feux)
  - Éviter d'envoyer des données en clair sur Internet
  - Mais fonctionne seulement pour les connections TCP
- **-L** : accéder à un service distant derrière un pare-feu (serveur intranet)
  - `ssh -L 12345:service:1234 server`
  - Encore sur *Client* : `telnet localhost 12345`
  - *Server* établit une connexion TCP vers *Service*, port 1234
  - Le trafic est tunnelisé dans la connexion SSH vers *Server*



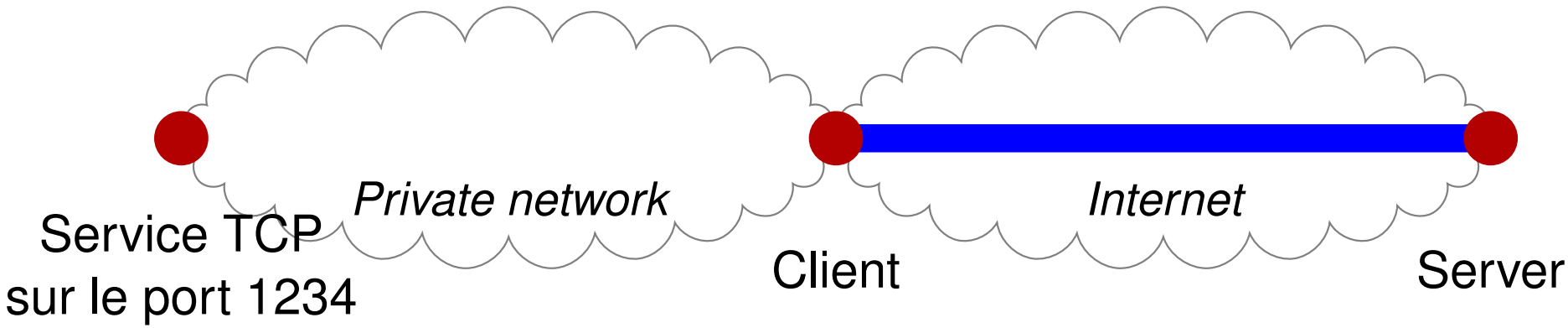
Tunnels SSH avec -L et -R

- Objectif : transporter le trafic dans une connection sécurisée
  - Contourner le filtrage réseau (pare-feux)
  - Éviter d'envoyer des données en clair sur Internet
  - Mais fonctionne seulement pour les connections TCP
- **-L** : accéder à un service distant derrière un pare-feu (serveur intranet)
  - `ssh -L 12345:service:1234 server`
  - Encore sur *Client* : `telnet localhost 12345`
  - *Server* établit une connexion TCP vers *Service*, port 1234
  - Le trafic est tunnelisé dans la connexion SSH vers *Server*



Tunnels SSH avec -L et -R

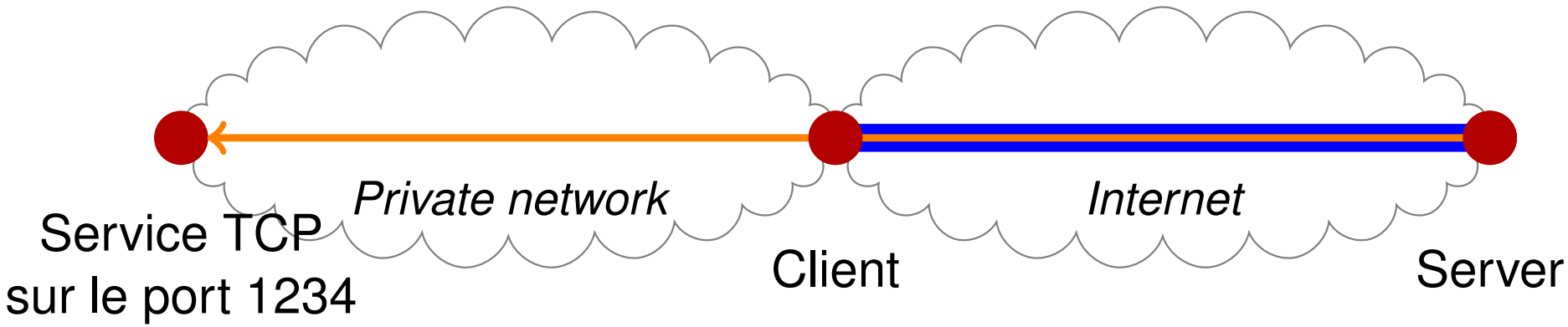
- **-R** : fournir un accès distant à un service local privé
  - `ssh -R 12345:service:1234 server`
  - Sur *Server* : `telnet localhost 12345`
  - *Client* établit une connexion TCP vers le *Service*, port 1234
  - Le trafic est tunnelisé dans la connexion SSH vers le *Client*



- Notes :
  - Note : les tunnels SSH marchent mal pour HTTP, car IP+port est insuffisant pour identifier un site web (en-tête `Host:`)
  - Les tunnels n'écoutent que localement. Pour permettre à des machines distantes de s'y connecter : `-g` (gateway)

Tunnels SSH avec -L et -R

- **-R** : fournir un accès distant à un service local privé
  - `ssh -R 12345:service:1234 server`
  - Sur *Server* : `telnet localhost 12345`
  - *Client* établit une connexion TCP vers le *Service*, port 1234
  - Le trafic est tunnelisé dans la connexion SSH vers le *Client*



- Notes :
  - Note : les tunnels SSH marchent mal pour HTTP, car IP+port est insuffisant pour identifier un site web (en-tête `Host:`)
  - Les tunnels n'écoutent que localement. Pour permettre à des machines distantes de s'y connecter : `-g` (gateway)

Applis GUI X11 à travers SSH : -X

- Lancer une application graphique sur une machine distante pour l'afficher localement
- Similaire à VNC mais fonctionne par applications
- `ssh -X server`
- `$DISPLAY` sera déclaré par SSH sur le serveur :

```
$ echo $DISPLAY
localhost:10.0
```

- Puis lancer les applications sur le serveur (par exemple `xeyes`)
- Problèmes courants :
  - `xauth` doit être installé sur la machine distante
  - Le serveur Xorg local doit autoriser les connections TCP
    - `pgrep -a Xorg` ⇝ `-nolisten` ne doit pas être défini
    - Configurable dans le gestionnaire de sessions utilisateur
  - Fonctionne mal sur des connexions lentes ou à forte latence

SOCKS proxy avec -D

- SOCKS : protocole pour proxifier des connexions TCP via une machine distante
- SSH peut agir en tant que serveur SOCKS : `ssh -D 1080 server`
- Similaire aux tunnels avec -L mais en plus flexible
  - Le proxy peut servir pour plusieurs connexions
- Utilisation :
  - Manuel : configurer les applications pour utiliser le proxy
  - Transparent : utiliser `tsocks` pour re-router les connections

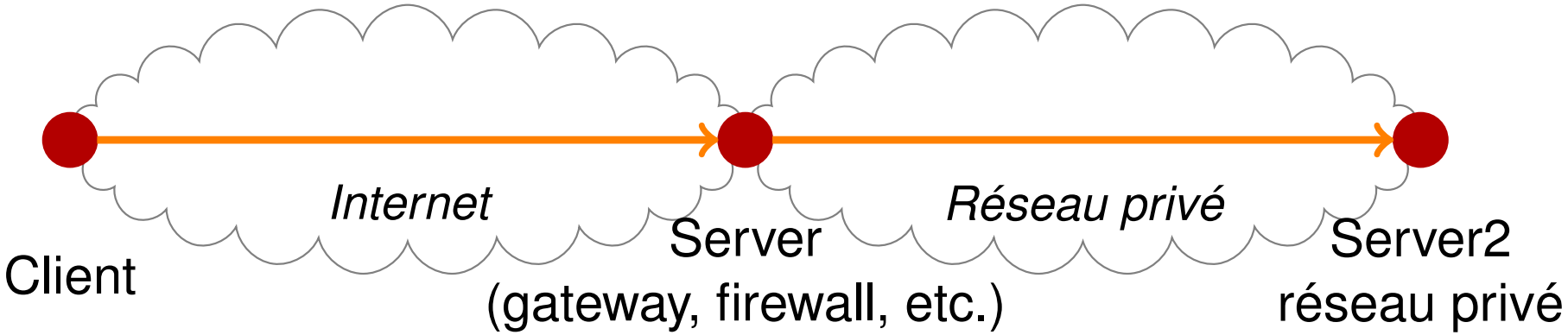
```
$ cat /etc/tsocks.conf
server = 127.0.0.1
server_type = 5
server_port = 1080 # puis, lancer ssh avec -D 1080
$ tsocks pidgin # proxifier l'application
```

  - Autre proxy transparent : `redsocks` (utilise `iptables` pour rediriger vers un service local au lieu de `LD_PRELOAD`)

VPN sur SSH

- SSH intègre un VPN avec *devices* tun
  - nécessaire d'activer `PermitTunnel yes` côté serveur
  - `ssh -w 0:0 root@server` (0, 0 sont les numéros des tuns)
  - Puis configurer les adresses IP des deux côtés
- `sshuttle` : une autre solution de VPN sur SSH
  - Accès Root non nécessaire côté serveur
  - Idée similaire à `slirp`
  - Utilise des règles `iptables` pour rediriger le trafic vers le VPN
  - (as root :) `sshuttle -r user@server 0/0 -vv`
  - Limitation : ne permet pas de tunneller du trafic UDP ou ICMP

Passer d'hôtes en hôtes avec ProxyCommand



- Pour se connecter à Server2, il faut se connecter à Server
  - Comment le faire en une étape ? (requis pour les transferts de données, tunnels, X11 forwarding)
- Combine deux fonctionnalités de SSH
  - L'option `ProxyCommand` : commande utilisée pour se connecter à un hôte ; la connection doit être disponible sur les entrées et sorties standard
  - `ssh -W host:port` ⇝ établit une connection TCP, la donne sur l'entrée/sortie standard (adapté pour `ProxyCommand`)

Passer d'hôtes en hôtes avec ProxyCommand (2)

- Exemple de configuration :

```
Host server2 # ssh server2 marche
    ProxyCommand ssh -W server2:22 server
```

- Fonctionne aussi avec les wildcards

```
Host *.priv # ssh host1.priv marche
    ProxyCommand ssh -W $(basename %h .priv):%p server
```

- `-W` est disponible depuis OpenSSH 5.4 ($\approx$ 2010), mais peut être réalisé avec `netcat` :

```
Host *.priv
    ProxyCommand ssh serv nc -q 0 $(basename %h .priv) %p
```

- Solution similaire pour se connecter via un proxy :
  - SOCKS : `connect-proxy -4 -S myproxy:1080 rhost 22`
  - HTTP (avec CONNECT) : `corkscrew myproxy 1080 rhost 22`
  - Si les requêtes CONNECT sont interdites, activer `httptunnel` sur un serveur distant puis utiliser `htc` et `hts`

Déclencher des commandes distantes

- Objectif : notifier Server2 d'un évènement, depuis Server1
  - Mais Server1 ne doit pas avoir un accès shell sur Server2
- Méthode : limiter l'accès à une seule commande dans `authorized_keys`
  - Aussi connu sous le nom de *SSH triggers*
- Exemple d'`authorized_keys` sur Server2 :

```
from="server1.acme.com",command="tar czf - /home",no-pty,
no-port-forwarding ssh-rsa AAAA[...]oR user@my.host.net
```

Séquences d'échappement

- Objectif : interagir avec une connexion SSH déjà établie
  - Ajouter des tunnels ou des proxy SOCKS, terminer les connexions qui ne répondent pas
- Les séquences démarrent avec un '~' au début de ligne
  - Presser `[enter]` puis `~` puis, par exemple '?'
- Séquences principales (autres documentées dans `ssh(1)`) :
  - `~.` – déconnexion (si la connexion ne répond pas)
  - `~?` – affiche la liste des séquences d'échappement
  - `~C` – ligne de commande openSSH, par exemple `~C -D 1080`
  - `~&` – logout et mettre SSH en tâche de fond pendant que les tunnels ou les sessions X11 se terminent

Autres outils liés

- `screen` and `tmux` : provide virtual terminals on remote machines where you can start long-running commands, disconnect, and reconnect later
- `mosh`, une alternative à SSH adaptée aux connections mobiles, longue distance et aux réseaux Wi-Fi
- `autossh` : checks an SSH session every 10 minutes, and restart it if needed
  `autossh -t server 'screen -RD'` : maintain a screen session open despite network disconnections

Plan

Conclusion

- Le couteau suisse de l'administration à distance
- Disposant de nombreuses fonctionnalités utiles et puissantes
- TP : tester tous les exemples mentionnés dans cette présentation
  1. `scp`, `rsync`
  2. Authentification par clé
  3. Utilisation d'un agent SSH
  4. Aliass dans la configuration SSH
  5. `sshfs`, `sftp`
  6. Tunnels SSH
  7. X11 forwarding
  8. SOCKS proxy avec `tsocks`
  9. Passer d'hôtes en hôtes avec ProxyCommand
  10. Séquences d'échappement
  11. ...