Chapitre 8
Sécurité

Introduction

La sécurité doit être prise en considération lors de l'installation et l'utilisation d'un ordinateur.

Les attaques touchent généralement les trois composantes suivantes :

- La couche d'application
- Le système d'exploitation
- La couche réseau

Introduction

Cependant on distingue différentes attaques au sein d'un réseau dû à la faiblesse des composants :

- faiblesses d'authentification ;
- mauvaises configurations.
- faiblesses d'implémentation ou de bogues ;
- faiblesses liées aux protocoles.

Authentification

La gestion des utilisateurs est fondamentale dans la sécurité d'un système informatique. De mauvaises privilèges ou un mauvais mot de passe peuvent compromettre la sécurité d'un ordinateur.

Profile des utilisateurs

Lors de la création d'un nouveau utilisateur avec la commande **adduser** (par exemple **adduser smi**), le répertoire personnel de l'utilisateur **smi** est créé avec les droits `drwxr-xr-x`. Il faut enlever les droits de lecture pour les autres :

```
sudo chmod 750 /home/smi
```

Pour mettre cette valeur par défaut lors de la création d'un nouveau utilisateur avec la commande **adduser**, il faut modifier la valeur de la variable **DIR_MODE** dans le fichier /**etc**/**adduser.conf** de la façon suivante :

```
DIR_MODE=0750
```

Mots de passe

Pour éviter les attaques qui utilisent un dictionnaire, le mot de passe doit être fort. Il doit :

- comporter des lettres minuscules et majuscules, des nombres et d'autres caractères ;
- comporter au moins 8 caractères ;

Il ne doit pas comporter :

- le nom ou le prénom de l'utilisateur ;
- la date de naissance de l'utilisateur ;
- un mot du dictionnaire.

Sécuriser un réseau

Pour sécuriser un réseau, il faut :

- segmenter le réseau en sous-réseaux ;
- utiliser des filtres ;
- utiliser un pare-feu.

segmenter le réseau en sous-réseaux

Dans le but de séparer les machines sensibles des autres machines, on peut découper un réseau en plusieurs sous-réseaux, alors que l'ensemble continue à se comporter comme un seul réseau vis-à-vis de l'extérieur.

Filtrage

Les règles d'accès et de trafic appliquées aux réseaux consistent à établir quels sont les type de paquets (en termes de protocole et de numéro de port) autorisés en entrée ou en sortie depuis ou vers tel réseau ou telle adresse particulière.

$\longrightarrow$ un serveur web pourra recevoir et émettre du trafic HTTP (port 80) mais n'aura aucune raison de recevoir un autre trafic sur le port 22 (protocole SSH). Appliquer ce genre de règles, c'est faire du filtrage par port.

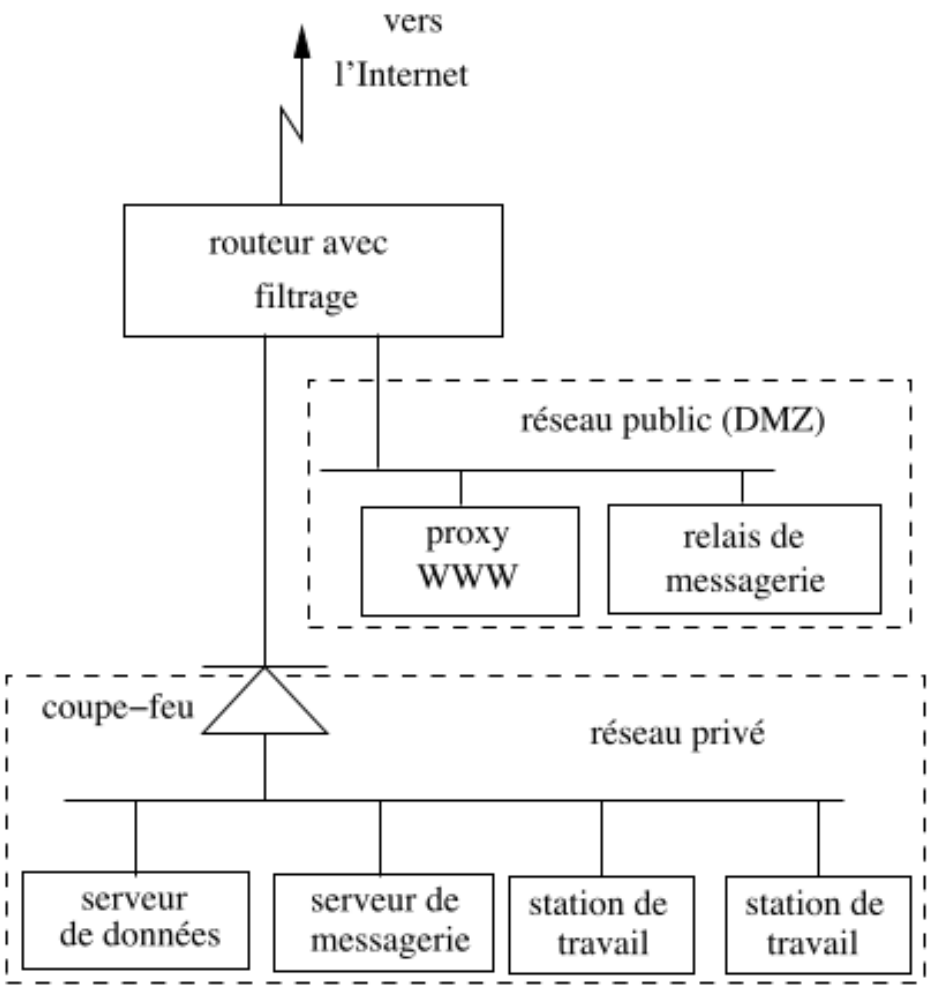
Filtrage

- Le sous-réseau public (souvent appelé « zone démilitarisée » ou DMZ) devra faire l'objet de mesures de sécurité particulièrement strictes. Il est exposé à toutes les attaques en provenance de l'Internet.

- Le principe de base est : tout ce qui n'est pas autorisé est interdit.

- Il est prudent que les serveurs en zone publique contiennent aussi peu de données que possible. Idéalement, ils ne doivent pas contenir de données pour éviter qu'ils soient la cible d'attaques

Filtrage



Tiré du Livre : Sécurite Informatique - Principes Et Méthodes 2ème Edition (Eyrolles).

Les Firewall (Pare Feu)

Un **pare-feu** est un ensemble matériel ou logiciel qui trie les paquets qui circulent par son intermédiaire en provenance ou vers le réseau local, et ne laisse passer que ceux qui vérifient certaines conditions.

C'est un système de protection dédié à la sécurité d'un réseau.

Les noyaux Linux contiennent le système **Netfilter** pour manipuler le trafic réseau. Pour accepter, manipuler ou rejeter un paquet, on utilise **iptables**.

iptables

iptables est très utilisé pour mettre en place un pare-feu. Elle utilise 4 ou 5 tables (le nombre dépend du système). Une table permet de définir un comportement précis de **Netfilter**. En fait, c'est un ensemble de chaînes, elles-mêmes composées de règles.

Les tables sont :

- Filter
- NAT
- Mangle
- Raw
- security

Table Filter

C'est la table par défaut. Elle s'utilise sans l'option **-t** et contient les chaînes :

- **INPUT :** pour les paquets destinés aux sockets local ;
- **FORWARD :** pour les paquets routés ;
- **OUTPUT :** pour les paquets générés localement.

Table NAT

Elle est consultée quand un paquet qui crée une nouvelle connexion est rencontré. Elle consiste en trois chaînes :

- **PREROUTING :** pour les paquets qui entrent ;
- **OUTPUT :** pour les paquets générés localement avant le routage ;
- **POSTROUTING :** pour les paquets qui sortent.

Table Mangle

sert a modifier d'autres paramètres des paquets IP (notamment le champ ToS — Type Of Service — et les options). Elle consiste en cinq chaînes :

- **PREROUTING :** paquets entrant avant le routage ;
- **OUTPUT :** pour les paquets générés localement avant le routage ;
- **INPUT :** paquets arrivant au système lui même ;
- **FORWARD :** paquets routés via le système ;
- **POSTROUTING :** pour les paquets qui sortent

Tables Raw et security

La table **Raw** contient les chaînes :

- **PREROUTING :** pour les paquets arrivant de n'importe quelle interface réseau
- **OUTPUT :** pour les paquets générés par les processus locales

Dans les machines virtuelles **netkit**, cette table n'est pas disponible.

Dans ce qui suit nous allons utiliser la table par défaut.

Initialisation des tables

On vide les chaînes au niveau de la table **Filter** :

```
pc1: # iptables -F
```

On supprime les éventuelles chaînes personnelles :

```
pc1: # iptables -X
```

Blocage des tables

Maintenant faisons pointer par défaut les chaînes de la table **Filter** sur **DROP** (Rejet) :

```
pc1: # iptables -P INPUT DROP
pc1: # iptables -P OUTPUT DROP
pc1: # iptables -P FORWARD DROP
```

Les entrées et les sorties sont bloquées.

Test de sortie

Un **ping** de **pc1** vers **pc2** donne :

```
pc1: # ping -c 1 192.168.100.2
PING 192.168.100.2 (192.168.100.2) 56(84) bytes of dat
ping: sendmsg: Operation not permitted

--- 192.168.100.2 ping statistics ---
1 packets transmitted, 0 received, 100% packet loss, t
```

Les paquets ne sortent pas de **pc1**.

Test d'entrée

Un **ping** de **pc2** vers **pc1** donne :

```
pc2: # ping -c 1 192.168.100.1
PING 192.168.100.1 (192.168.100.1) 56(84) bytes of dat

--- 192.168.100.1 ping statistics ---
1 packets transmitted, 0 received, 100% packet loss, t
```

Les paquets arrivent sur **pc1** et sont rejetés. Il suffit de le vérifier avec **tcpdump**.

Test vers la boucle locale

Même un **ping** vers **localhost** est rejeté :

```
pc1: # ping -c 1 localhost
PING localhost (127.0.0.1) 56(84) bytes of data.
ping: sendmsg: Operation not permitted


--- localhost ping statistics ---
1 packets transmitted, 0 received, 100% packet loss, t
```

Examen de la table Filter

Examinons l'état de la table **Filter** :

```
pc1: # iptables -L
Chain INPUT (policy DROP)
target     prot opt source               destination

Chain FORWARD (policy DROP)
target     prot opt source               destination

Chain OUTPUT (policy DROP)
target     prot opt source               destination
```

Autorisation de la boucle locale

On autorise des entrées locales :

```
pc1: # iptables -A INPUT -i lo -j ACCEPT
```

On autorise des sorties locales :

```
pc1: # iptables -A OUTPUT -o lo -j ACCEPT
```

Alors si on fait un **ping** sur la machine elle-même on voit que sa marche :

```
pc2:~# ping -c 1 localhost
PING localhost (127.0.0.1) 56(84) bytes of data.
64 bytes from localhost (127.0.0.1): icmp_seq=1 ttl=64

--- localhost ping statistics ---
1 packets transmitted, 1 received, 0% packet loss, tim
rtt min/avg/max/mdev = 0.093/0.093/0.093/0.000 ms
```

Examinons l'état de la table **Filter** :

```
pc1: # iptables -L -v
Chain INPUT (policy DROP 0 packets, 0 bytes)
 pkts bytes target     prot opt in     out     source               dest
   14  1176 ACCEPT     all  --  lo     any     anywhere             anyw

Chain FORWARD (policy DROP 0 packets, 0 bytes)
 pkts bytes target     prot opt in     out     source               dest

Chain OUTPUT (policy DROP 4 packets, 336 bytes)
 pkts bytes target     prot opt in     out     source               dest
   14  1176 ACCEPT     all  --  any    lo      anywhere             anyw
```

L'option -v veut dire verbose (bavard), donne plus de détails.

Autoriser le trafic d'une connexion déjà établie

Pour autoriser une connexion déjà ouverte d'envoyer et de recevoir du trafic :

```
pc1: # iptables -A INPUT -m conntrack -ctstate
ESTABLISHED -j ACCEPT
```

```
pc1: # iptables -A OUTPUT -m conntrack -ctstate
ESTABLISHED -j ACCEPT
```

Ouverture de quelques ports/services

Pour autoriser les connexion au serveur **SSH**, il faut :

- autoriser les entrées des requêtes au port **ssh**
  ```
  pc1: # iptables -A INPUT -p tcp -dport ssh -i
  eth0 -j ACCEPT
  ```
- autoriser les sorties des requêtes utilisant **ssh**
  ```
  pc1: # iptables -A OUTPUT -p tcp -dport ssh -o
  eth0 -j ACCEPT
  ```

Pour autoriser l'envoi et la réception de messages **ICMP**, il faut :

- autoriser les entrées des requêtes utilisant le protocole **icmp**

```
pc1: # iptables -A INPUT -p icmp -i eth0 -j ACCEPT
```

- autoriser les sorties des requêtes utilisant le protocole **icmp**

```
pc1: # iptables -A OUTPUT -p icmp -o eth0 -j ACCEPT
```

Protocoles Sécurisés

Introduction

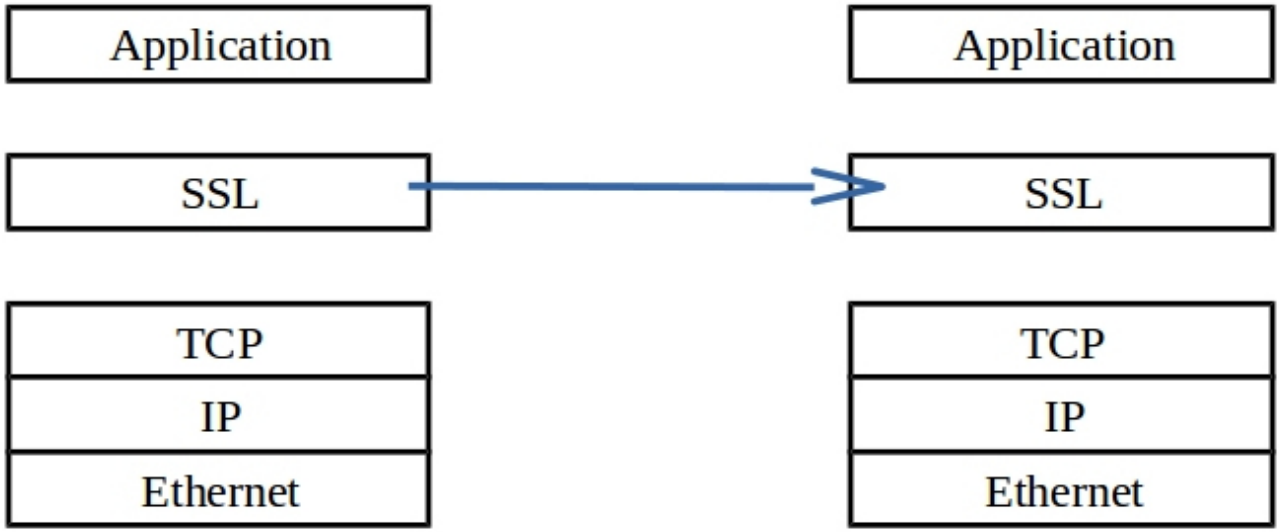
La plupart des protocoles TCP ne sont pas sécurisés. Ce qui signifie que les données transitent en clair sur le réseau.

Pour une sécurité des donnes qui circulent sur le réseau, des protocoles **sécurisés** ont été développés.

SSL (Secure Sockets Layer)

SSL est un logiciel permettant de sécuriser les communications sous HTTP ou FTP.

Le rôle de SSL est de crypter les messages entre un navigateur et un serveur Web. Le niveau d'architecture où se place SSL est illustré dans la figure suivante. Il s'agit d'un niveau compris entre TCP et les applications.

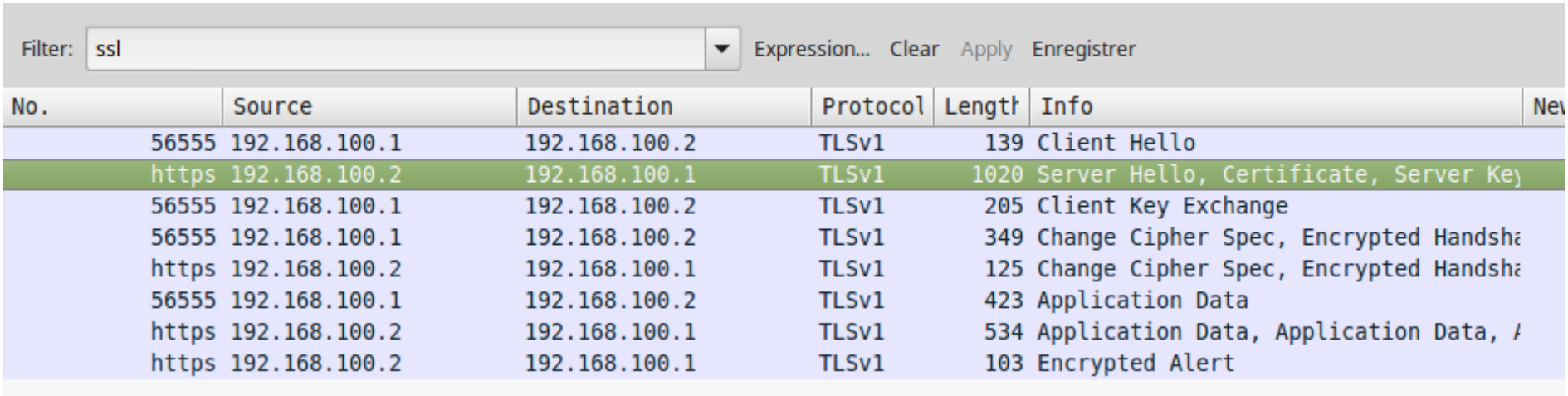


SSL (Secure Sockets Layer)

Un serveur web qui utilise SSL possède une URL (Uniform Ressource Locator) qui commence par **https ://** (s : secured - sécurisé).

SSL

L'initialisation d'une communication SSL commence par un handshake (poignée de main), qui permet l'authentification réciproque.



Messages du protocole Handshake

Les messages échangés pour réaliser le protocole Handshake sont les suivants :

- **Client Hello** : initialisation de la communication par l'envoi d'un hello du client vers le serveur.
- **Server Hello** : peut contenir un certificat et demander une authentification de la part du client.
- **Server Key Exchange** si les certificats ne sont pas pris en charge, ce message permet d'effectuer l'échange de clés publiques.
- **Server Hello Done** : permet d'indiquer que la partie serveur du message hello est achevée.

Messages du protocole Handshake

- **Certificate Request** : requête envoyée par le serveur au client lui demandant de s'authentifier. Le client répond soit avec un message envoyant le certificat, soit avec une alerte indiquant qu'il ne possède pas de certificat.
- **Certificate Message** : message qui envoie le certificat réclamé par le serveur.
- **No Certificate** : message d'alerte qui indique que le client ne possède aucun certificat susceptible de correspondre à la demande du serveur.
- **Client Key Exchange** : échange de la clé du client avec le serveur.
- **Finished** : message qui conclut le handshake pour indiquer la fin de la mise en place de la communication.

Établissement de la connexion SSL

L'établissement d'une connexion SSL se présente comme suit :

1. authentification du serveur auprès du client (chiffrement à clé publique) ;
2. choix d'un algorithme de chiffrement pour l'établissement de la connexion sécurisée ;
3. optionnellement, authentification du client auprès du serveur (techniques de chiffrement à clé publique) ;
4. échange des secrets partagés nécessaires à la génération d'une clé secrète (clé de session) pour le chiffrement symétrique ;
5. établissement d'une connexion SSL chiffrée à clé secrète.

TLS (Transport Layer Security) - Couche de Transport Sécurisée)

C’est le successeur de SSL. Il ne présente que des différences mineures par rapport à SSL.

Le protocole SSH (Secure shell- shell sécurisé)

SSH est un protocole réseau sécurisé qui permet :

- l'établissement de connexions interactives ;
- l'exécution de commandes distantes ;
- le transfert de fichiers.

SSH met en jeu des mécanismes de chiffrement pour la confidentialité des données mais présente également des mécanismes d'authentification similaires à ceux utilisés par SSL.

IPSec (IP sécurisé)

IPSec consiste à incorporer les techniques de chiffrement (et d'autres, relatives aussi à la sécurité) au protocole IP lui-même, plutôt que d'avoir recours à des solutions externes.

IPSec utilise 2 protocoles pour implémenter la sécurité sur un réseau IP :

1. Entête d'authentification (AH - Authentification Header) permettant d'authentifier les messages.
2. Protocole de sécurité encapsulant (ESP - Encapsulating Security Payload) permettant d'authentifier et de crypter les messages.

IPSec

Avec l'un ou l'autre de ces protocoles, IPSec peut fonctionner en mode transport ou en mode tunnel :

- en mode tunnel chaque paquet IP est encapsulé dans un paquet IPSec lui-même précédé d'un nouvel en-tête IP ;
- en mode transport un en-tête IPSec est intercalé entre l'en-tête IP d'origine et les données du paquet IP.

IPSec : modes de communication

Paquet IP sans IPSec :

- mode transport :

- mode tunnel :

Etablissement d'une connexion IPSec

1. 2 machines doivent s'accorder pour l'utilisation des algorithmes et protocoles à utiliser
2. Une SA (Security Association - Association Sécurisée) est établie pour chaque connexion.
3. Une SA comprend :
   - Un algorithme de chiffrement
   - Une clé de session (Internet Key Exchange)
   - Un algorithme d'authentification (SHA1, MD5)

Les réseaux privés virtuels (VPN : Virtual Private Network)

- Un réseau VPN permet de chiffrer le flux de l'ensemble du trafic sur un ou plusieurs itinéraires donnés.
- Il s'agira d'établir un canal chiffré entre deux nœuds quelconques de l'Internet, ces nœuds pouvant eux-mêmes être des routeurs d'entrée de réseaux.
- Le chiffrement permet aussi d'établir un VPN personnel pour un utilisateur, par exemple entre son ordinateur portable et le réseau local de l'entreprise.

VPN

- Permet de créer un tunnel chiffré sur une infrastructure publique entre 2 points.
- Les logiciels de vpn peuvent s'appuyer sur IPSec ou SSL/TLS

IDS/IPS

Définition

Un système de détection d'intrusion (ou IDS : Intrusion Detection System) est un mécanisme destiné à repérer des activités anormales ou suspectes sur la cible analysée (un réseau ou un hôte). Il permet ainsi d'avoir une action de prévention sur les risques d'intrusion. (source : wikipédia).

IDS

Un IDS (Système de Détection d'intrusions) permet de :

- Surveiller
- Contrôler
- Détecter

Le système de détection d'intrusion est en voie de devenir un composant critique d'une architecture de sécurité informatique

Vocabulaire

- **Faux positif :** une alerte provenant d'un IDS, mais qui ne correspond pas à une attaque réelle.
- **Faux négatif :** une intrusion réelle qui n'a pas été détectée par l'IDS

Les différents types d'IDS

Il existe donc différents types d'IDS :

- Les systèmes de détection d'intrusions (IDS)
- Les systèmes de détection d'intrusions "réseaux" (NIDS)
- Les systèmes de détection d'intrusions de type hôte (HIDS)
- Les systèmes de détection d'intrusions hybrides
- Les systèmes de prévention d'intrusions (IPS)
- Les systèmes de prévention d'intrusions "noyau" (KIDS/KIPS)

Les systèmes de détection d'intrusions « réseau » (NIDS)

Objectif : analyser de manière passive les flux en transit sur le réseau et détecter les intrusions en temps réel.

Un NIDS écoute donc tout le trafic réseau, puis l'analyse et génère des alertes si des paquets semblent dangereux.

Les systèmes de détection d'intrusions de type hôte (HIDS)

Un HIDS se base sur une unique machine, n'analysant cette fois plus le trafic réseau, mais l'activité se passant sur cette machine. Il analyse en temps réel les flux relatifs à une machine ainsi que les journaux.

Les systèmes de détection d'intrusions « hybrides »

Ils permettent de réunir les informations de diverses sondes placées sur le réseau. Leur appellation « hybride » provient du fait qu'ils sont capables de réunir aussi bien des informations provenant d'un système HIDS ou d'un système NIDS.

Il permettent de combiner plusieurs outils puissants tous ensemble pour permettre une visualisation centralisée des attaques.

Les systèmes de prévention d'intrusions (IPS)

Définition

ensemble de composants logiciels et matériels dont la fonction principale est d'empêcher toute activité suspecte détectée au sein d'un système.

Contrairement aux IDS simples, les IPS sont des outils aux fonctions « actives », qui en plus de détecter une intrusion, tentent de la bloquer.

Les systèmes de prévention d'intrusions « kernel » (KIDS/KIPS)

L'utilisation d'un détecteur d'intrusions au niveau noyau peut s'avérer parfois nécessaire pour sécuriser une station.

Exemple d'un serveur web : il serait dangereux qu'un accès en lecture/écriture dans d'autres répertoires que celui consultable via HTTP, soit autorisé. Grâce à un KIPS, tout accès suspect peut être bloqué directement par le noyau, empêchant ainsi toute modification pour le système.

Le KIPS peut également interdire l'OS d'exécuter un appel système qui ouvrirait un shell de commandes.

Puisqu'un KIPS analyse les appels systèmes, il ralentit l'exécution. C'est pourquoi ce sont des solutions rarement utilisées sur des serveurs souvent sollicités

Les méthodes de détections

2 approches principales pour les IDS :

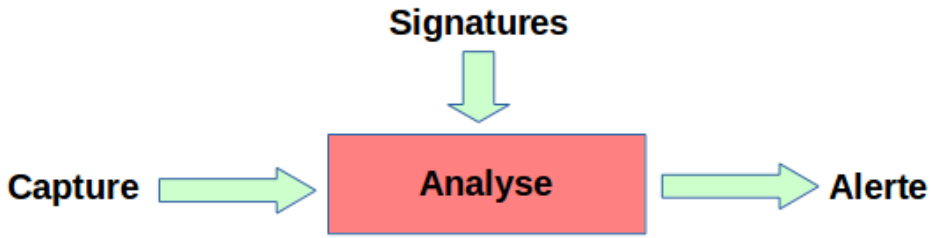
- Par signature
- Par Comportement :
  - Détection d'anomalie
  - Vérification d'intégrité

Méthodes de détection par Signature

- Basé sur la reconnaissances de schémas déjà connus
- Utilisation d'expressions régulières
- Les signatures d'attaques connues sont stockées dans une base ; et chaque événement est comparé au contenu de cette base
  $\Longrightarrow$ Si correspondance l'alerte est levée
- L'attaque doit être connue pour être détectée
- Peu de faux-positifs

Méthodes de détection par Signature

- Méthode la plus simple, basé sur :
  Si EVENEMENT matche SIGNATURE Alors ALERTE



- Facile à implémenter pour tout type d'IDS L'efficacité des ids est liée à la gestion de leur base de signatures
  - MAJ
  - Nombre de règles
  - Signatures suffisamment précises
- Exemples :
  - Trouver le « motif /winnt/system32/cmd.exe » dans une requête http
  - Trouver le motif « failed su for root » dans un log système

Méthodes de détection par Signature

- Avantage
  - Simplicité de mise en œuvre
  - Rapidité de diagnostique
  - Précision (en fonction des règles)
  - Identification du procédé d'attaque :
    - Procédé
    - Cibles
    - Sources
    - Outils
- Inconvénients :
  - Ne détecte que les attaques connues
  - Maintenance de la base
  - Techniques d'évasion possibles dès que les signatures sont connues

Méthodes de détection par anomalie

- Basée sur le comportement « normal » du système
- Une déviation par rapport à ce comportement est considérée suspecte
- Le comportement doit être modélisé : on définit alors un profil
- Une attaque peut être détectée sans être préalablement connue

Méthodes de détection par intégrité

Vérification d'intégrité :

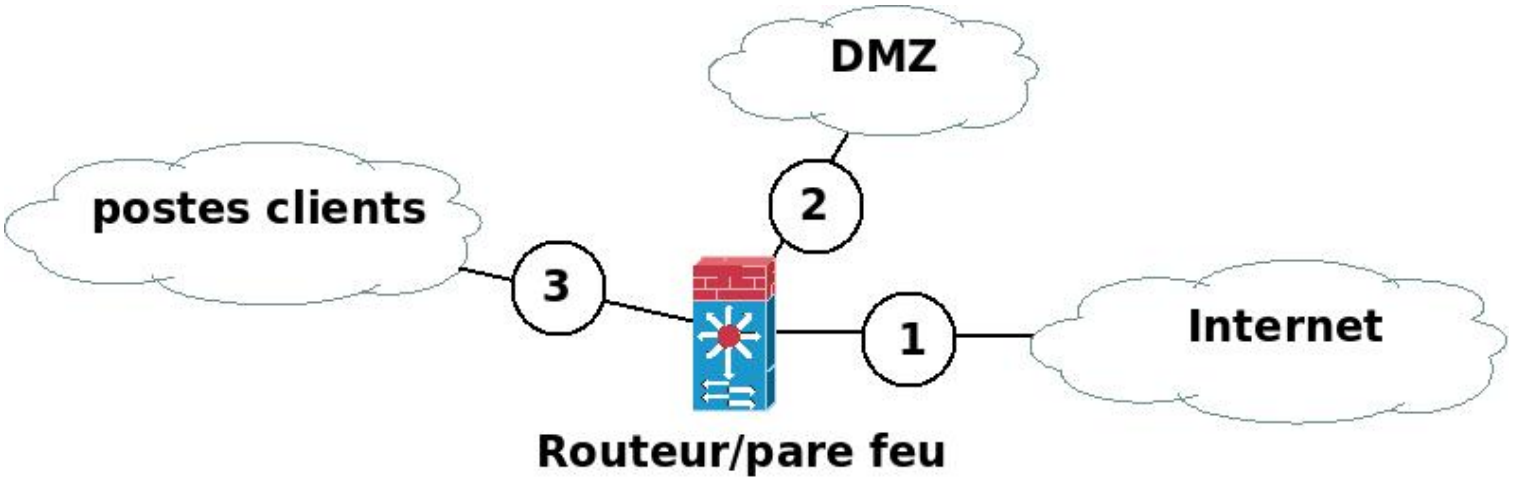
- Génération d'une somme de contrôle sur des fichiers d'un système
- Une comparaison est alors effectuée avec une somme de contrôle de référence
- Exemple : une page web
- Méthode couramment employée par les HIDS

Où placer un IDS/IPS

Placer un IDS

Dépend de ce que l'ont veut ?

- Voir les attaques (HoneyPot - pot de miel) : connaître les failles de sécurité
- surveiller les attaques sur un réseau :
  - Extérieur
  - Intérieur



- Position (1) : détection de toutes les attaques :
  - Log trop complet et analyse trop complexe :
  - bon pour un Honeypot
- Position (2) : détecte les attaques non filtrés par le pare feu
- Position (3) : Comme 2 + Attaques internes (80% des attaques sont de l'intérieur) :
  - Trojans ;
  - Virus ;
  - Etc.

Honeypot : un IDS particulier

Ordinateur ou programme volontairement vulnérable destiné à attirer et à piéger les pirates.

But :

- Occuper le pirate
- Découvrir de nouvelles attaques
- Garder le maximum de traces de l'attaque

Les 2 types de Honeypot

1. **Faible interaction :** émulation de services sans réel système d'exploitation (exemple : Honeyd)
2. **Forte interaction :** utilisation d'un réel système d'exploitation plus ou moins sécurisé

Fonctionnement de **Honeyd**

- Démon qui créé plusieurs hôtes virtuels sur le réseau
- Simule l'existence de services actifs sur les hôtes virtuels
- Toutes les connexions entrantes et sortantes sont enregistrées

AIDE (Advanced Intrusion Detection Environment)

AIDE (Advanced Intrusion Detection Environment) est un programme de détection d'intrusions. Il vérifie l'intégrité des fichiers.

Installation sous debian/ubuntu :

```
apt-get install aide
```

Configuration de «aide»

Fichier de configuration :

`/etc/aide/aide.conf`

Modifier les regles de bases (fonctionne comme des alias) :

```
# Custom rules
Binlib = p+i+n+u+g+s+b+m+c+md5
ConfFiles = p+i+n+u+g+s+b+m+c
```

Signification

p	permissions
i	inode
n	number of links
u	user
g	group
s	size
b	block count
m	mtime
a	atime
c	ctime
S	check for growing size
md5	md5 checksum

Format des lignes de conf

- Il y a une liste de répertoires a vérifier suivi des règles a appliquer
- ' !' en début de ligne ignore le répertoire
- '=' en debut de ligne ne descendra pas récursivement

Exemple

```
#conf
/etc ConfFiles
```

Commandes de base et initialisation

- Pour créer la base de données initiale.

```
aide -i -c /etc/aide/aide.conf
mv /var/lib/aide/aide.db.new /var/lib/aide/aide.
    db
```

- Pour contrôler et mettre à jour la base de données automatiquement

```
aide -u -c /etc/aide/aide.conf
```

snort

C'est IDS réseaux (NIDS) :

- open source
- Conçu en 1998 par Marty Roesh racheté par SourceFire
- le plus très répandu des NIDS
- Il permet d'analyser les flux de données par rapport à une base de données de signatures (règles), mais aussi de détecter les anomalies.

snort

Fonctionnalités :

- Permet d'interagir avec le pare-feu pour bloquer des intrusion (utilisation comme IPS) « snort natif, snort-inline, autres plugins »
- Possibilité de créer ses propres règles
- Multi-plateforme (existe sous Windows et Linux)
- Installation sous Debian/Ubuntu :
  apt-get install snort

Règles de snort

Snort est fourni avec une base de règles permettant de détecter un bon nombre d'attaques ou d'événements anormaux.

Il est possible d'écrire ses propres règles en suivant une syntaxe précise. Les règles de Snort peuvent « agir » sur le trafic (comme le fait **iptables**) en rejetant certains paquets.

Configuration de snort sous Linux

- Fichier de configuration :
  /etc/snort/snort.conf
  Configuration des variables pour le réseau
- Configuration des réseaux a écouter
- Configuration des services à surveiller (http, dns, ...)
- Configuration des plugins de sortie (MySQL, PostgreSQL, écran, ...)
- Choix des règles à utiliser :
  Répertoire : **/etc/snort/rules/** (ensemble des signatures)

Les règles Snort

Exemple de règles :

- Pour détecter les tentatives de login sous l'utilisateur root, pour le protocole ftp (port 21) :

```
alert tcp any any -> 192.168.100.0/24 21 (
   content: "USER root"; nocase; msg: "FTP root
    user access attempt";)
```

Audit technique de sécurité

(source wikipedia)

Audit informatique

Définition

L'audit informatique (en anglais Information Technology Audit ou IT Audit) a pour objectif d'identifier et d'évaluer les risques (opérationnels, financiers, de réputation notamment) associés aux activités informatiques d'une entreprise ou d'une administration.

Il existe deux grandes catégories d'audit :

1. La première comporte les audits globaux d'entité durant lesquels toutes les activités ayant trait aux systèmes d'informations sont évaluées.
2. La seconde catégorie correspond aux audits thématiques, ayant pour objectif la revue d'un thème informatique au sein d'une entité (la gestion de projet, la sécurité logique par exemple).

Remarque

L'audit n'est pas à confondre avec l'activité de conseil qui vise, de manière générale, à améliorer le fonctionnement et la performance d'une organisation avec une éventuelle implication dans la mise en œuvre de cette amélioration.

Types d'audit informatique

La démarche d'audit informatique est générale et s'applique à différents domaines comme la fonction informatique, les études informatiques, les projets informatiques, l'exploitation, la planification de l'informatique, les réseaux et les télécommunications, la sécurité informatique, les achats informatiques, l'informatique locale ou l'informatique décentralisée, la qualité de service, l'externalisation, la gestion de parc, les applications opérationnelles ...

Audit de la fonction informatique

Le but de l'audit de la fonction informatique est de répondre aux préoccupations de la direction générale ou de la direction informatique concernant :

- l'organisation de la fonction informatique
- son pilotage
- ses relations avec les utilisateurs
- ses méthodes de travail
- ...

Audit de l'exploitation

L'audit de l'exploitation a pour but de s'assurer que le ou les différents centres de production informatiques fonctionnent de manière efficace et qu'ils sont correctement gérés.

Audit des projets informatiques

L'audit des projets informatiques est un audit dont le but est de s'assurer qu'il se déroule normalement et que l'enchaînement des opérations se fait de manière logique et efficace de façon qu'on ait de fortes chances d'arriver à la fin de la phase de développement à une application qui sera performante et opérationnelle.

L'audit d'un projet informatique ne se confond pas avec un audit des études informatiques.

Audit des applications opérationnelles

Les audits précédents sont des audits informatiques, alors que l'audit d'applications opérationnelles couvre un domaine plus large et s'intéresse au système d'information de l'entreprise. Ce sont des audits du système d'information. Ce peut être l'audit de l'application comptable, de la paie, de la facturation,.... Mais, de plus en plus souvent, on s'intéresse à l'audit d'un processus global de l'entreprise comme les ventes, la production, les achats, la logistique,...

Il est conseillé d'auditer une application de gestion tous les deux ou trois ans de façon à s'assurer qu'elle fonctionne correctement et, le cas échéant pouvoir apporter les améliorations souhaitable à cette application ou à ce processus.

Audit de la sécurité informatique

Définition

L'audit de sécurité d'un système d'information (SI) est une vue à un instant T de tout ou partie du SI, permettant de comparer l'état du SI à un référentiel.

L'audit répertorie les points forts, et surtout les points faibles (vulnérabilités) de tout ou partie du système. L'auditeur dresse également une série de recommandations pour supprimer les vulnérabilités découvertes. L'audit est généralement réalisé conjointement à une analyse de risques, et par rapport au référentiel.

Audit de la sécurité informatique : référentiel

Le référentiel est généralement constitué de :

- la politique de sécurité du système d'information (**PSSI**)
- la base documentaire du SI
- réglementations propre à l'entreprise
- textes de loi
- documents de référence dans le domaine de la sécurité informatique

Pourquoi un audit de sécurité ?

L'audit peut être effectué dans différents buts :

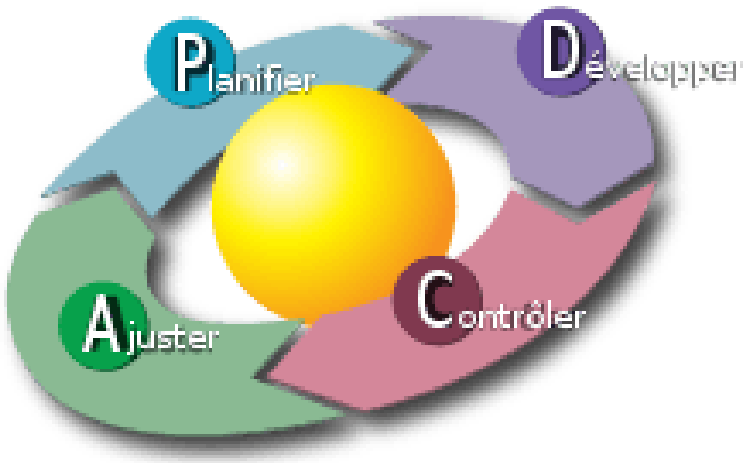
- réagir à une attaque
- se faire une bonne idée du niveau de sécurité du **SI**
- tester la mise en place effective de la **PSSI**
- tester un nouvel équipement
- évaluer l'évolution de la sécurité (implique un audit périodique)

But

- Il a pour but de vérifier la sécurité.
- Dans le cycle de sécurisation, la vérification intervient après la réalisation d'une action.
- Par exemple, lors de la mise en place d'un nouveau composant dans le SI, il est bon de tester sa sécurité après avoir intégré le composant dans un environnement de test, et avant sa mise en œuvre effective.

$\Longrightarrow$ La **roue de Deming** illustre ce principe.

Roue de Deming (de l'anglais Deming wheel)



La roue de Deming est un moyen mnémotechnique qui permet de repérer avec simplicité les étapes à suivre pour améliorer la qualité dans une organisation.

Roue de Deming : démarche d'utilisation

La méthode comporte quatre étapes, chacune entraînant l'autre, et vise à établir un cercle vertueux. Sa mise en place doit permettre d'améliorer sans cesse la qualité d'un produit, d'une œuvre, d'un service, etc.

1. **P**lan : Préparer, planifier (ce que l'on va réaliser) ;
2. **D**o : Développer, réaliser, mettre en œuvre (le plus souvent, on commence par une phase de test) ;
3. **C**heck : Contrôler, vérifier ;
4. **A**ct (ou Adjust) : Agir, ajuster, réagir (si on a testé à l'étape Do, on déploie lors de la phase Act).

Pratique de l'audit

Pour arriver à dresser une liste la plus exhaustive possible des vulnérabilités d'un système, différentes pratiques existent et sont traditionnellement mises en œuvre :

- Interviews
- Les relevés de configuration
- L'audit de code
- Fuzzing
- **Les tests d'intrusion**

Interviews

Ils sont généralement essentiels à tout audit. Dans le cas où l'organisation du SI est analysée, ils sont même indispensables. Toutes les personnes ayant un rôle à jouer dans la sécurité du SI sont à interroger :

- Le directeur des systèmes d'information (DSI)
- Le ou les responsable(s) de la sécurité des systèmes d'information (RSSI)
- Les administrateurs
- Les utilisateurs du système d'information
- Tout autre rôle ayant un lien avec la sécurité

Il est important de bien formuler les questions pour que les personnes ne se sentent pas jugées.

Les relevés de configuration

- Il s'agit ici d'analyser, profondément, les composants du système d'information.
- Les configurations sont inspectées dans les moindres détails.

$\Longrightarrow$ Suite à cette observation, la liste des vulnérabilités est dégagée en comparant le relevé à des configurations réputées sécurisée et à des ensembles de failles connues.

Les relevés de configuration

Tout peut être inspecté, allant de l'architecture du SI aux applications, en passant par les hôtes (clients et serveurs). Par exemple sur un serveur, on va analyser :

- le chargeur de démarrage,
- les mécanismes d'authentification (robustesse des mots de passe, utilisation d'authentification forte...),
- le système de fichiers (droits d'accès, utilisation de chiffrement...),
- les services
- la journalisation,
- la configuration réseau,
- ...

L'audit de code

- Il existe des bases de vulnérabilités très fiables pour les applications répandues.
- Pour des applications moins utilisées, ou codées par l'entreprise elle-même, il peut être nécessaire d'analyser leur sécurité. Si les sources de l'application sont disponibles, il faut lire et comprendre le code source, pour déceler les problèmes qui peuvent exister. Notamment, les dépassements de tampon (buffer overflow), les bugs de format, ou pour une application web, les vulnérabilités menant à des injections SQL ...

L'audit de code est une pratique très fastidieuse et longue !

Fuzzing

- Pour les applications boite noire, où le code n'est pas disponible, il existe une alternative à l'analyse de code, qui est le **fuzzing**.
- Cette technique consiste à analyser le comportement d'une application en injectant en entrée des données plus ou moins aléatoires, avec des valeurs limites.
- Contrairement à l'audit de code qui est une analyse structurelle, le fuzzing est une analyse **comportementale** d'une application.

Les tests d'intrusion

Définition

Un test d'intrusion (« penetration test » ou « pentest » en anglais) est une méthode d'évaluation de la sécurité d'un système ou d'un réseau informatique.

Les tests d'intrusion : méthode

La méthode consiste généralement à simuler une attaque d'un utilisateur mal intentionné, voire d'un logiciel malveillant. On analyse alors :

- les risques potentiels dus à une mauvaise configuration d'un système
- d'un défaut de programmation
- d'une vulnérabilité liée à la solution testée.

Le principal but de cette manœuvre est de trouver des vulnérabilités exploitables en vue de proposer un plan d'actions permettant d'améliorer la sécurité d'un système.

Test d'intrusion *vs* Audit de sécurité

- La différence avec un simple audit de sécurité est la motivation pour la personne à aller jusqu'à exploiter les failles, montrant ainsi la vulnérabilité.
- L'exploitation n'a bien sûr pas pour but de détruire ou endommager le système, mais elle permettra de situer le degré du risque lui étant associé.

Test d'intrusion : Analyse

L'analyse peut se réaliser selon trois cas :

1. Le testeur se met dans la peau d'un attaquant potentiel, et ne possède aucune information ;
2. Le testeur possède un nombre limité d'informations (exemple : un compte) ;
3. Le testeur possède les informations dont il a besoin.

Le testeur n'a aucune information (ou black box)

Fondement :

- Il s'agit dans un premier temps de rechercher des informations sur l'entreprise, la personne, ou toute autre donnée pour s'assurer que la cible est bien celle que l'on tente d'infiltrer.
- Connaître la situation géographique, les informations générales d'une société, ou son fournisseur d'accès à Internet.

Le testeur n'a aucune information (ou black box)

Pour cela le testeur dispose de plusieurs outils :

- Le web : pour connaître l'adresses email, les adresses postales, numéros de téléphone, ... sur une cible donnée (entité physique ou morale).
- Le service DNS via les outils **nslookup** et **dig** afin d'interroger les serveurs DNS pour obtenir soit l'adresse IP en fonction d'un nom de domaine, soit l'inverse.
- Le service **whois** qui permet de récupérer des informations diverses sur une adresse IP ou un nom de domaine.

Ensuite pouvoir schématiser l'emplacement et l'étendue du système à tester, c'est-à-dire réaliser une cartographie (ou map en anglais).

Le fait d'effectuer une telle analyse permet de comprendre le mode de fonctionnement et le raisonnement de son propriétaire. De plus, un système en réseau étendu nécessite une sécurité plus importante :

$\Longrightarrow$ la pénétration d'un seul ordinateur d'un réseau peut permettre la pénétration de tous les autres beaucoup plus facilement.

La compromission (exploitation d'une vulnérabilité, **escalade de privilège** et mise en place d'un **rootkit**) d'un seul poste permet :

- La mise en place d'un sniffer qui permet quant à elle la récupération des identifiants et mots de passe pour les protocoles de communication en clair.
- Une cartographie du réseau de l'intérieur et un inventaire des ressources disponibles de ce fait beaucoup plus simple et détaillé en utilisant par exemple les propriétés des protocoles SNMP, RPC et SMB.
- La mise en place d'une détection automatisée de vulnérabilités ...
- L'effacement des traces.

Élévation des privilèges

Définition

Une élévation des privilèges est un mécanisme permettant à un utilisateur d'obtenir des privilèges supérieurs à ceux qu'il a normalement.

- Généralement, un utilisateur va vouloir élever ses privilèges pour devenir administrateur du système, afin d'effectuer des tâches qu'il n'a pas le droit de faire en temps normal.
- Ce mécanisme est utile pour lancer des processus sensibles, pouvant nécessiter des compétences particulières en administration système : par exemple lors d'une manipulation des partitions d'un disque dur, ou lors du lancement d'un nouveau service.

rootkit

Définition (www.dicodunet.com)

Le rootkit est un ensemble de programmes destinés à compromettre un système afin d'en obtenir et d'y maintenir un accès root (administrateur).

- Ils sont dans la majorité des cas capables d'infiltrer le noyau (kernel) du système d'exploitation afin de se dissimuler et d'intercepter les appels système afin de renvoyer des réponses truquées aux autres logiciels.
- Étant cachés dans les couches basses du système d'exploitations, les rootkits sont indétectable par les outils de sécurité standards, comme les antivirus.
- Ils sont très difficiles à repérer, seulement en effectuant un contrôle attentif du fonctionnement des processus et des connexions.

Le testeur n'a aucune information : cartographie du réseau

Il s'agit principalement de :

- Prise d'empreinte de la pile TCP/IP afin d'étudier les différentes réponses dues aux implémentations des piles TCP/IP et de déterminer le système d'exploitation installé, ainsi que sa version.
- Balayage des ports afin de détecter des ports ouverts et les règles de filtrage des machines.
- Identifier les services qui tournent derrière ces ports et leur versions en vue d'une exploitation ultérieure.

L'outil **Nmap** permet de réaliser ces opérations.

Ces techniques peuvent être aisément détectées à l'aide d'un système de détection d'intrusion (IDS).

Le testeur n'a aucune information : Applicatif

Après avoir trouvé les programmes actifs qui communiquent avec un autre réseau, trouver une faille dans ces applications peut amener à corrompre tout un système en peu de temps.

Le but recherché ici va être de corrompre une application pour lui faire exécuter son propre code, (généralement donné en langage d'assemblage). La plus grande faille connue à ce jour est le dépassement de tampon.

Dépassement de tampon

Définition

Un dépassement de tampon ou débordement de tampon (en anglais, buffer overflow) est un bug par lequel un processus, lors de l'écriture dans un tampon, écrit à l'extérieur de l'espace alloué au tampon, écrasant ainsi des informations nécessaires au processus.

Cette technique est couramment utilisée par les pirates. La stratégie de l'attaquant est alors de détourner le programme bogué en lui faisant exécuter des instructions qu'il a introduites dans le processus.

Le testeur possède un nombre limité d'informations (ou grey box)

En général, lors de tests d'intrusion en mode boîte grise, le testeur dispose uniquement d'un couple (identifiant - mot de passe). Ceci lui permet notamment de passer l'étape d'authentification.

L'objectif de ce type de test est d'évaluer le niveau de sécurité vis-à-vis d'un "utilisateur normal".

Le testeur se trouve en possession des informations nécessaires (ou white box)

Le testeur peut être en possession de nombreuses informations. Parmi elles, les plus courantes sont :

- Schémas d'architecture ;
- Compte utilisateur permettant de s'authentifier ;
- Code source de l'application ;
- ...

Dans ce cas, il n'aura plus qu'une chose à faire : rechercher la ou les failles, et trouver le moyen de les exploiter.

De même, un testeur se trouvant à l'intérieur du réseau à tester aura plus de facilité à trouver ces failles car il connaît non seulement le système, mais il peut avoir accès directement aux ressources dont il a besoin

Les tests Red Team

- Ils ont pour objectif de simuler le scénario où un pirate souhaiterait pénétrer le système d'information d'une entreprise ou d'un institution sans limite de temps, ni de périmètre.
- Ils se déroulent sur une période de temps plus longue qu'un test d'intrusion normal (2 à 3 mois, contre 1 à 2 semaines) et n'ont pas de périmètre précis défini par le commanditaire (le testeur démarre avec uniquement le nom de l'entreprise).

Outils de tests de pénétration (Pen Test)

Nmap

C'est un scanner de ports. Il est conçu pour détecter les ports ouverts, identifier les services hébergés et obtenir des informations sur le système d'exploitation d'un ordinateur distant. Ce logiciel est devenu une référence pour les administrateurs réseaux car l'audit des résultats de Nmap fournit des indications sur la sécurité d'un réseau. Il est disponible sous Windows, Mac OS X, Linux, BSD et Solaris.

zenmap est une version graphique de **nmap** (lien : https://nmap.org/zenmap/).

Nikto/Wikto

Nikto (Linux)/Wikto(Windows) est un scanner de serveurs web.

sqlmap (http://sqlmap.org/)

Sqlmap est un outil de sql injection. On lui fournit une url avec un paramètre, il va se charger de tester les injections SQL que l'on peut faire dessus.

Metasploit

Metasploit est un projet (open-source) en relation avec la sécurité des systèmes informatiques. Son but est de fournir des informations sur les vulnérabilités de systèmes informatiques, d'aider à la pénétration et au développement de signatures pour les IDS.

Lien téléchargement : https://www.rapid7.com/products/metasploit/download/community/