Ecole Supérieure
d'Informatique et du Numérique
COLLEGE OF ENGINEERING & ARCHITECTURE

COMPTE RENDU

Cyber Sécurité - TP3 - Attaques Réseau et Sécurité des Systèmes
3e année Cybersécurité — École Supérieure d'Informatique et du Numérique (ESIN)
Collège d'Ingénierie & d'Architecture (CIA)

Étudiants : HATHOUTI Mohammed Taha
JIDAL Ilyas

Filière : Cybersécurité

Année : 2025/2026

Enseignant : M.SEBBAR & Mme.GADI

Date : 15 février 2026

Table des matières

Objectifs

L'objectif de ce TP est d'illustrer diverses techniques d'attaques réseau, notamment les attaques par inondation (DoS), le scan de ports, ainsi que les attaques de type Homme du Milieu (MiTM) basées sur l'empoisonnement ARP.

Dans ce TP, nous nous concentrerons sur :

— Les tests de résilience réseau avec Hping3 (ICMP Flood) ;

— Le scan de ports TCP et UDP avec Nmap ;

— L'attaque MiTM par ARP Poisoning avec Ettercap ;

— L'attaque MiTM avec BetterCAP (framework avancé) ;

Précautions Légales et Éthiques

IMPORTANT : Les attaques DoS/DDoS et les tests de pénétration sont **illégaux** sans autorisation explicite. Ce TP a été intégralement réalisé dans un environnement isolé : câble Ethernet direct pour la Partie 1, et routeur Huawei **déconnecté d'Internet** pour la Partie 2.

Configuration du Réseau

Ce TP a nécessité deux montages réseau distincts selon les parties.

Partie 1 — Connexion Ethernet Directe (2 machines)

— **Machine Ubuntu** (Attaquant) : IP = **192.168.1.20/24**
— **Machine Windows 7** (Cible) : IP = **192.168.1.10/24**

Les deux machines sont connectées par un câble Ethernet croisé, sans routeur ni accès Internet.

```
enx0c3796401539: flags=4163<UP,BROADCAST,RUNNING,MULTICAST>  mtu 1500
        inet 192.168.1.20  netmask 255.255.255.0  broadcast 0.0.0.0
        ether 0c:37:96:40:15:39  txqueuelen 1000  (Ethernet)
        RX packets 0  bytes 0 (0.0 B)
        RX errors 0  dropped 0  overruns 0  frame 0
        TX packets 0  bytes 0 (0.0 B)
        TX errors 0  dropped 0 overruns 0  carrier 0  collisions 0
```

FIGURE 1 – Configuration IP de la machine Ubuntu (attaquant) — interface `enx0c3796401539`

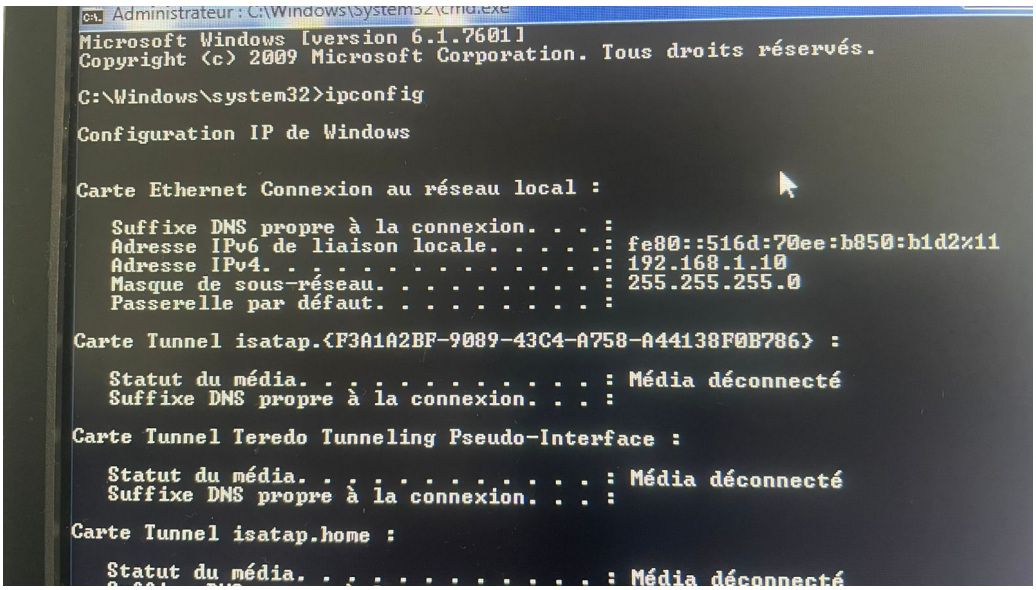


FIGURE 2 – Configuration IP de la machine Windows 7 (cible) — `ipconfig`

Partie 2 — Réseau Local via Routeur Huawei (3 machines)

Pour la partie MiTM, trois machines sont connectées à un routeur Huawei **isolé d'Internet** :

— **Ubuntu Attaquant** : IP = **192.168.100.42**
— **Windows 7 (Victime 1)** : IP = **192.168.100.40**
— **Ubuntu (Victime 2)** : IP = **192.168.100.39**
— **Passerelle (routeur)** : IP = **192.168.100.1**

1 Partie 1 : Test de Résilience et Scan de Ports

1.1 Attaque ICMP Flood avec Hping3

1.1.1 Principe de l'Attaque ICMP Flood

L'attaque ICMP Flood (Ping Flood) consiste à envoyer un volume massif de paquets ICMP Echo Request vers la cible. Le système cible doit traiter chaque requête et répondre, ce qui entraîne une saturation progressive de ses ressources CPU et réseau.

1.1.2 Lancement de l'Attaque

La commande suivante a été exécutée depuis la machine Ubuntu :

```
sudo hping3 --flood --icmp 192.168.1.10
```

```
hathouti@Taha-inspiron-16:~/Bureau/UIR/3A/S6/Cybersecurite/TP3$ sudo hping3 --flood --icmp 192.168.1.10
HPING 192.168.1.10 (enx0c3796401539 192.168.1.10): icmp mode set, 28 headers + 0 data bytes
hping in flood mode, no replies will be shown
^C
--- 192.168.1.10 hping statistic ---
21363602 packets transmitted, 0 packets received, 100% packet loss
round-trip min/avg/max = 0.0/0.0/0.0 ms
```

FIGURE 3 – Lancement de l'attaque ICMP Flood avec Hping3

Résultat : L'attaque a transmis **21 363 602 paquets ICMP** avec un taux de perte de 100% (normal en mode flood : aucune réponse n'est attendue).

1.1.3 Impact sur la Machine Windows 7

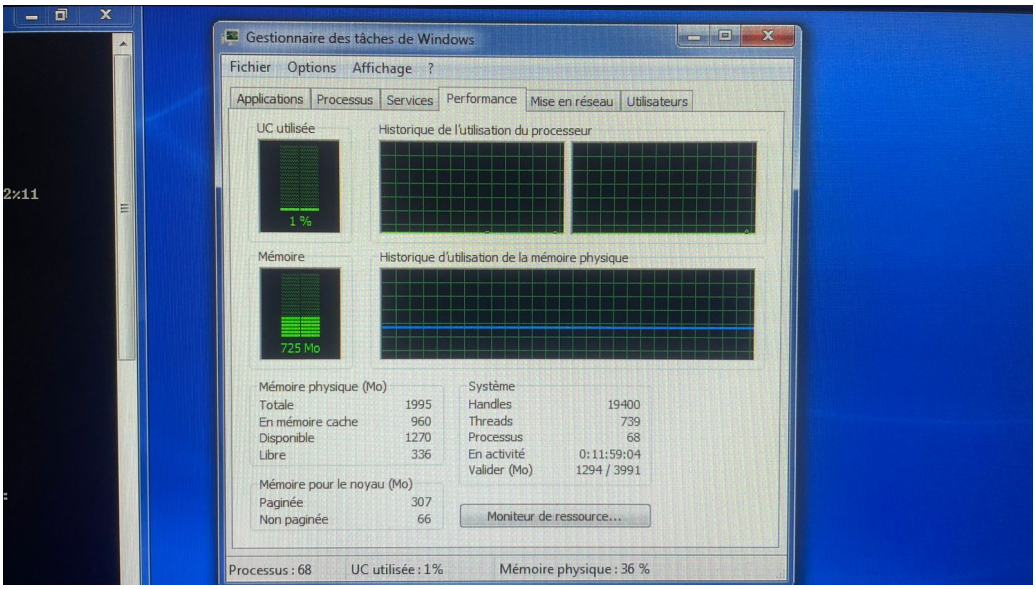


FIGURE 4 – Gestionnaire des tâches Windows — Performances **avant** l'attaque (UC : 1%, Mémoire : 725 Mo)

En état de repos, la machine Windows 7 affiche une utilisation processeur de seulement 1%, ce qui constitue la référence de base.

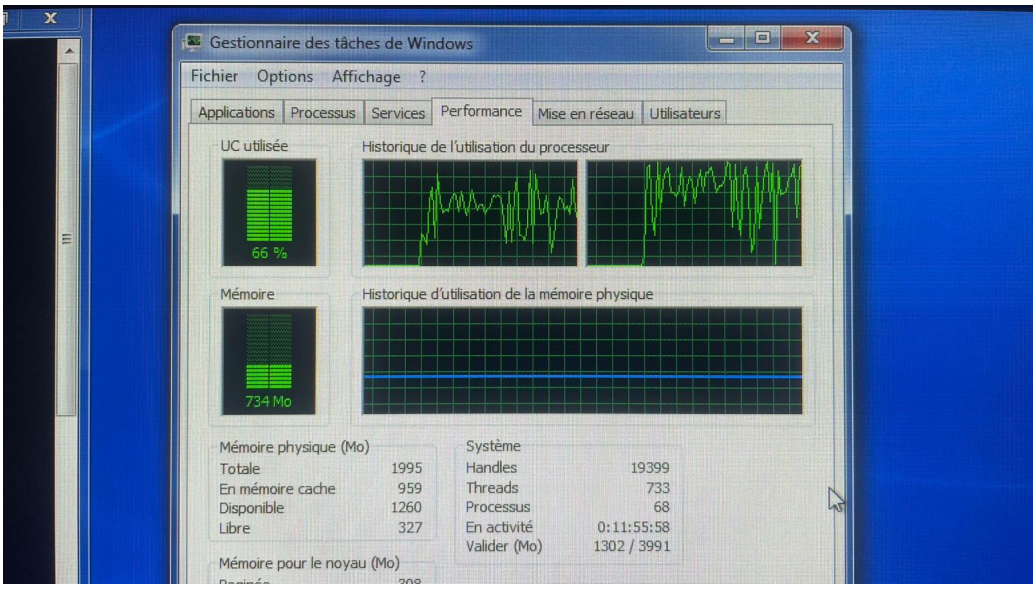


FIGURE 5 – Gestionnaire des tâches Windows — Performances **pendant** l'attaque (UC : 66%, Mémoire : 734 Mo)

Observations :

— **UC utilisée : 66%** contre 1% au repos — multiplication par 66 de la charge CPU ;

— **Mémoire : 734 Mo** — légère augmentation liée au traitement des paquets ;

— L'historique montre des pics d'activité intenses et répétés correspondant aux vagues de paquets ICMP ;

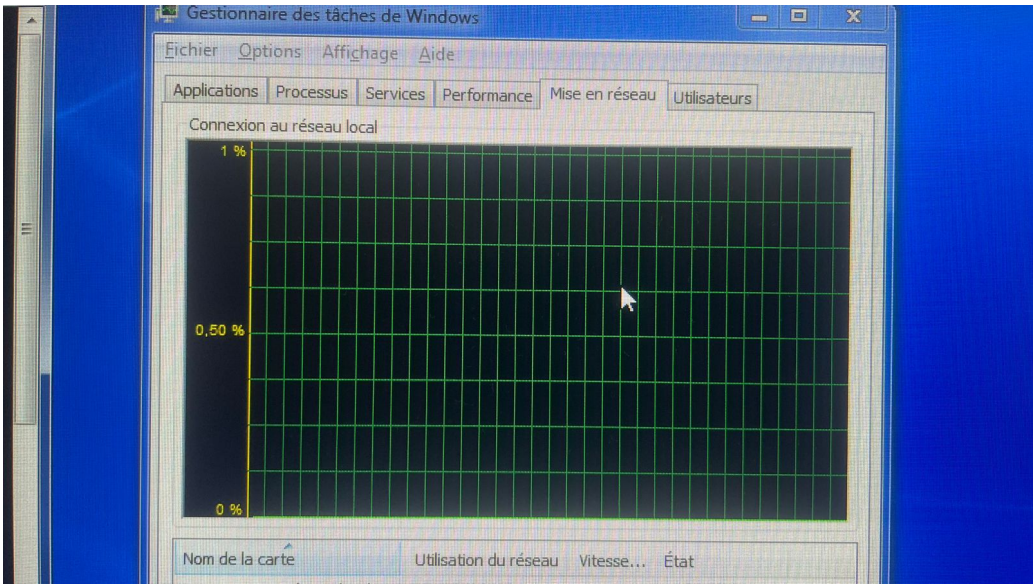


FIGURE 6 – Onglet Mise en réseau **avant** l'attaque — utilisation quasi nulle (¡ 0,5%)

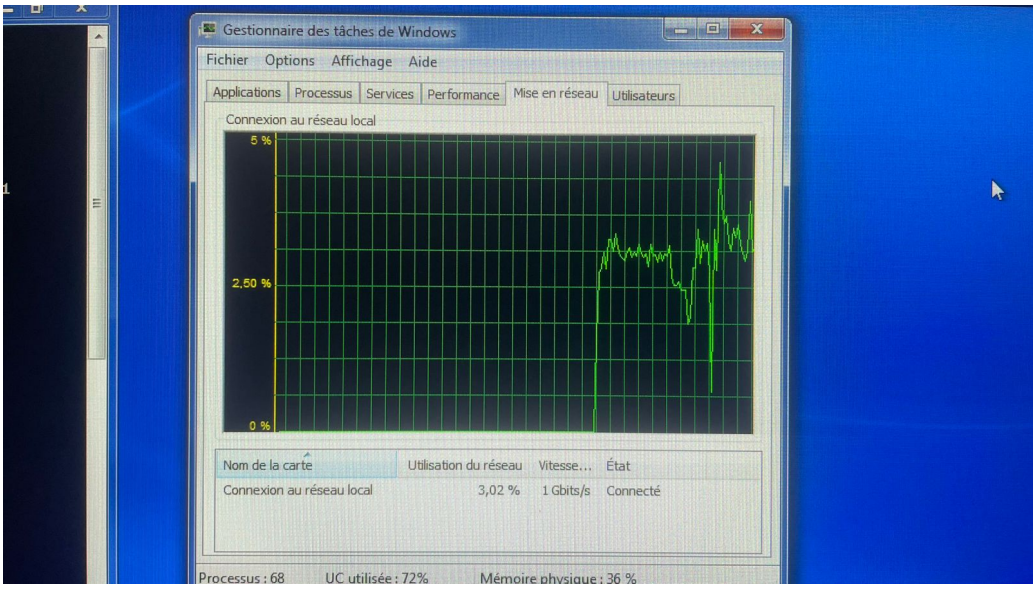


FIGURE 7 – Onglet Mise en réseau **pendant** l'attaque — pic à 3%, utilisation anormale (3,02%)

Observations :

- Avant l'attaque : l'interface réseau est quasiment inactive (trafic de fond seulement) ;
- Pendant l'attaque : une activité réseau soutenue apparaît, atteignant 3% d'utilisation sur une interface à 1 Gbps — ce qui représente environ **30 Mbps** de trafic entrant uniquement dû à l'attaque ;
- La machine est isolée (pas d'Internet), donc **tout ce trafic provient de l'attaque** ;

1.1.4 Synthèse de l'Impact ICMP Flood

Indicateur	Avant l'attaque	Pendant l'attaque
UC utilisée	1%	66%
Mémoire utilisée	725 Mo	734 Mo
Utilisation réseau	≈0%	≈3%
Paquets reçus	0	21 363 602

TABLE 1 – Comparaison des ressources avant et pendant l'attaque ICMP Flood

1.2 Scanner de Ports avec Nmap

Nmap (*Network Mapper*) est un outil de scan réseau permettant d'identifier les ports ouverts, les services actifs et les systèmes d'exploitation d'une cible.

1.2.1 Scan TCP SYN (`-sS`)

Le scan SYN envoie des paquets SYN et analyse les réponses sans compléter le three-way handshake. Il est rapide et discret.

```
sudo nmap -sS 192.168.1.10
```

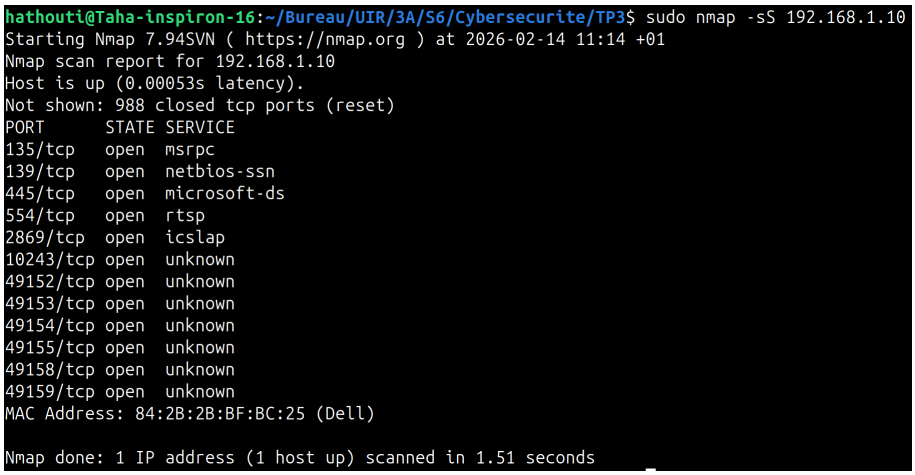


FIGURE 8 – Résultats du scan TCP SYN sur la machine Windows 7 (192.168.1.10)

Ports TCP ouverts détectés :

- **135/tcp** — `msrpc` (Microsoft Remote Procedure Call) ;
- **139/tcp** — `netbios-ssn` (partage de fichiers NetBIOS) ;
- **445/tcp** — `microsoft-ds` (SMB — partage de fichiers Windows) ;
- **554/tcp** — `rtsp` (Real Time Streaming Protocol) ;
- **2869/tcp** — `icslap` (UPnP / partage de connexion Internet) ;
- **10243, 49152–49159/tcp** — ports dynamiques RPC/Windows inconnus ;

Analyse : La présence des ports 139 et 445 (SMB) sur Windows 7 est particulièrement préoccupante : ce système est vulnérable à EternalBlue, exploit utilisé par WannaCry. L'adresse MAC confirme qu'il s'agit d'une machine Dell.

1.2.2 Scan UDP (`-sU`)

Le scan UDP est plus lent car UDP est sans connexion : Nmap doit attendre les messages ICMP Port Unreachable pour les ports fermés.

```
1 sudo nmap -sU 192.168.1.10
```

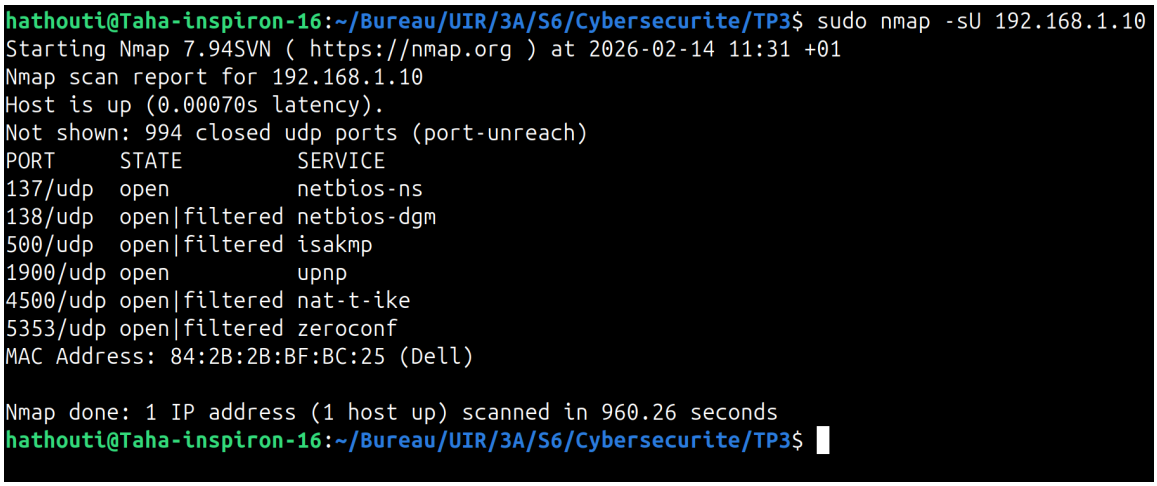


FIGURE 9 – Résultats du scan UDP sur la machine Windows 7 — durée : 960,26 secondes

Ports UDP détectés :

— **137/udp** — `netbios-ns` (résolution de noms NetBIOS, ouvert) ;
— **138/udp** — `netbios-dgm` (datagrammes NetBIOS, open—filtered) ;
— **500/udp** — `isakmp` (négociation IPsec/IKE, open—filtered) ;
— **1900/udp** — `upnp` (Universal Plug and Play, ouvert) ;
— **4500/udp** — `nat-t-ike` (traversée NAT pour IPsec, open—filtered) ;
— **5353/udp** — `zeroconf` (mDNS/Bonjour, open—filtered) ;

Remarque : Le scan a duré **960 secondes** (16 minutes), ce qui illustre la lenteur inhérente des scans UDP par rapport aux scans TCP.

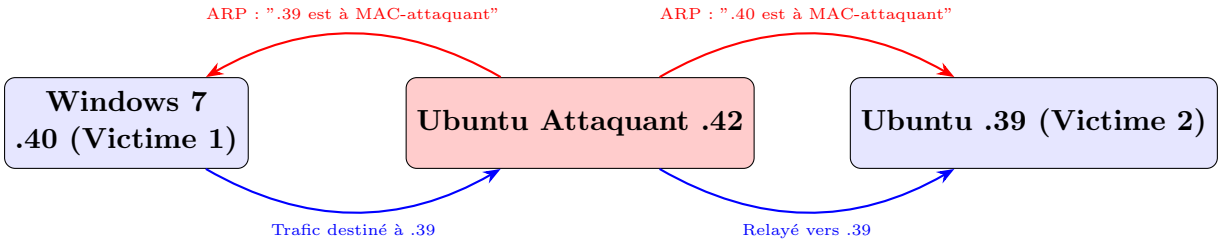
2 Partie 2 : Attaque MiTM par ARP Poisoning avec Ettercap

2.1 Description de l'Attaque ARP Poisoning

L'empoisonnement ARP (*ARP Spoofing*) est une attaque dans laquelle l'attaquant envoie de fausses réponses ARP pour associer son adresse MAC à l'adresse IP d'un autre hôte. Cela lui permet de se positionner entre deux hôtes communicants et d'intercepter tout leur trafic.

Condition préalable : L'attaquant et les victimes doivent être sur le même domaine de diffusion (même réseau local).

2.2 Diagramme de l'Attaque ARP Poisoning



L'attaquant (.42) s'intercale entre .40 et .39

Fausses réponses ARP envoyées aux deux victimes

Tout le trafic entre les victimes transite par l'attaquant

FIGURE 10 – Diagramme de l'attaque ARP Poisoning — positionnement de l'attaquant

2.3 Étapes de l'Attaque avec Ettercap

2.3.1 Étape 1 — Sélection du Mode Unified Sniffing

Dans Ettercap, on sélectionne le mode *Unified Sniffing* via le menu `Sniff -> Unified sniffing`.

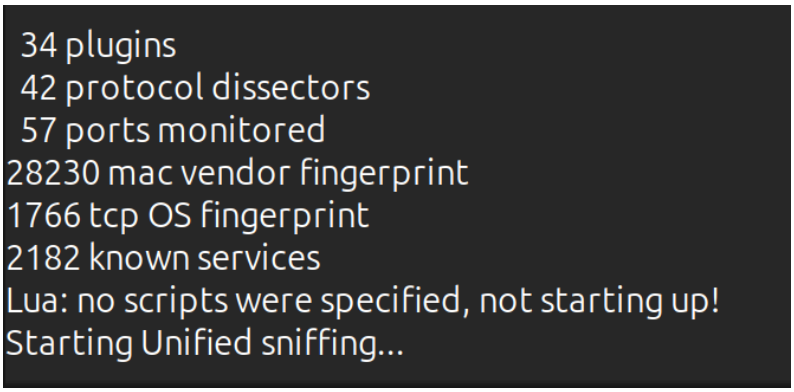


FIGURE 11 – Ettercap — Démarrage en mode Unified Sniffing (34 plugins, 42 dissecteurs)

2.3.2 Étape 2 — Scan des Hôtes

On lance un scan du sous-réseau via `Hosts → Scan for hosts`.

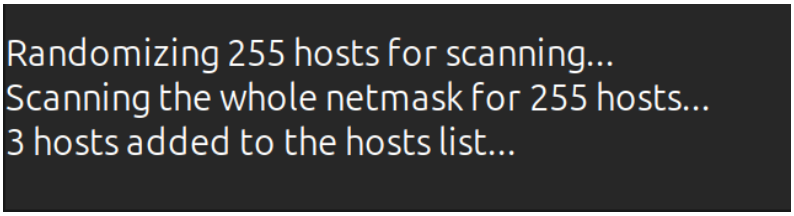


FIGURE 12 – Ettercap — Résultat du scan : 3 hôtes découverts sur le sous-réseau

2.3.3 Étape 3 — Sélection des Victimes

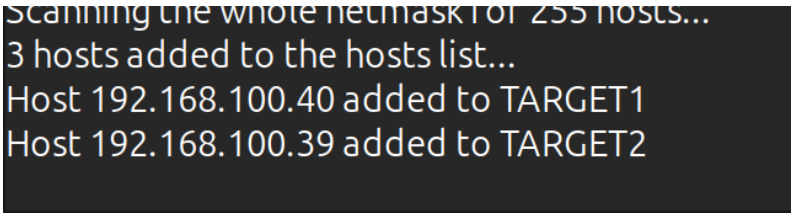


FIGURE 13 – Ettercap — 192.168.100.40 ajouté en TARGET 1, 192.168.100.39 ajouté en TARGET 2

La machine Windows 7 (`192.168.100.40`) est choisie comme TARGET 1, et l'Ubuntu victime (`192.168.100.39`) comme TARGET 2.

2.3.4 Étape 4 — Capture tcpdump avant l'Attaque

Avant de lancer l'attaque, on démarre tcpdump pour surveiller le trafic sur l'interface :

```
sudo tcpdump -i enx0c3796401539 -n
```

2.3.5 Étape 5 — Lancement de l'ARP Poisoning

On initie l'attaque via `Mitm → ARP poisoning` (sans cocher d'options supplémentaires).

2.3.6 Étape 6 — Vérification : Capture tcpdump

```
^Chathouti@Taha-inspiron-16:~/Bureau/UIR/3A/S6/Cybersecurite/TP3$ sudo tcpdump -i enx0c3796401539 -n
tcpdump: verbose output suppressed, use -v[v]... for full protocol decode
listening on enx0c3796401539, link-type EN10MB (Ethernet), snapshot length 262144 bytes
20:18:38.954210 IP 192.168.100.39 > 192.168.100.40: ICMP echo request, id 32487, seq 32487, length 8
20:18:38.954248 IP 192.168.100.40 > 192.168.100.39: ICMP echo request, id 32487, seq 32487, length 8
20:18:38.954265 ARP, Reply 192.168.100.39 is-at 0c:37:96:40:15:39, length 28
20:18:38.954280 ARP, Reply 192.168.100.40 is-at 0c:37:96:40:15:39, length 28
20:18:38.955104 IP 192.168.100.39 > 192.168.100.40: ICMP echo reply, id 32487, seq 32487, length 8
20:18:38.955106 IP 192.168.100.40 > 192.168.100.39: ICMP echo reply, id 32487, seq 32487, length 8
20:18:38.955172 IP 192.168.100.42 > 192.168.100.39: ICMP redirect 192.168.100.40 to host 192.168.100.40, length 36
20:18:38.955189 IP 192.168.100.39 > 192.168.100.40: ICMP echo reply, id 32487, seq 32487, length 8
20:18:38.955197 IP 192.168.100.42 > 192.168.100.40: ICMP redirect 192.168.100.39 to host 192.168.100.39, length 36
20:18:38.955201 IP 192.168.100.40 > 192.168.100.39: ICMP echo reply, id 32487, seq 32487, length 8
20:18:38.955733 IP 192.168.100.40 > 192.168.100.39: ICMP 192.168.100.40 protocol 1 unreachable, length 36
20:18:38.955748 IP 192.168.100.40 > 192.168.100.39: ICMP 192.168.100.40 protocol 1 unreachable, length 36
20:18:38.956558 IP 192.168.100.39 > 192.168.100.40: ICMP echo reply, id 32487, seq 32487, length 8
20:18:38.956615 IP 192.168.100.40 > 192.168.100.39: ICMP echo reply, id 32487, seq 32487, length 8
20:18:38.956744 IP 192.168.100.40 > 192.168.100.39: ICMP 192.168.100.40 protocol 1 unreachable, length 36
20:18:39.964598 ARP, Reply 192.168.100.39 is-at 0c:37:96:40:15:39, length 28
20:18:39.964642 ARP, Reply 192.168.100.40 is-at 0c:37:96:40:15:39, length 28
```

FIGURE 14 – Capture tcpdump — L'attaquant (.42) envoie de fausses réponses ARP aux deux victimes

Analyse de la capture :

- On observe des paquets **ARP Reply** falsifiés envoyés par `.42` :
  - `ARP Reply 192.168.100.39 is-at 0c:37:96:40:15:39` (MAC de l'attaquant)
  - `ARP Reply 192.168.100.40 is-at 0c:37:96:40:15:39` (même MAC attaquant)
- Les deux victimes croient que leur interlocuteur se trouve à l'adresse MAC `0c:37:96:40:15:39` (machine attaquante) ;
- On voit également des paquets ICMP interceptés et des messages `ICMP redirect` envoyés par l'attaquant ;

2.3.7 Étape 7 — Vérification : Table ARP Windows

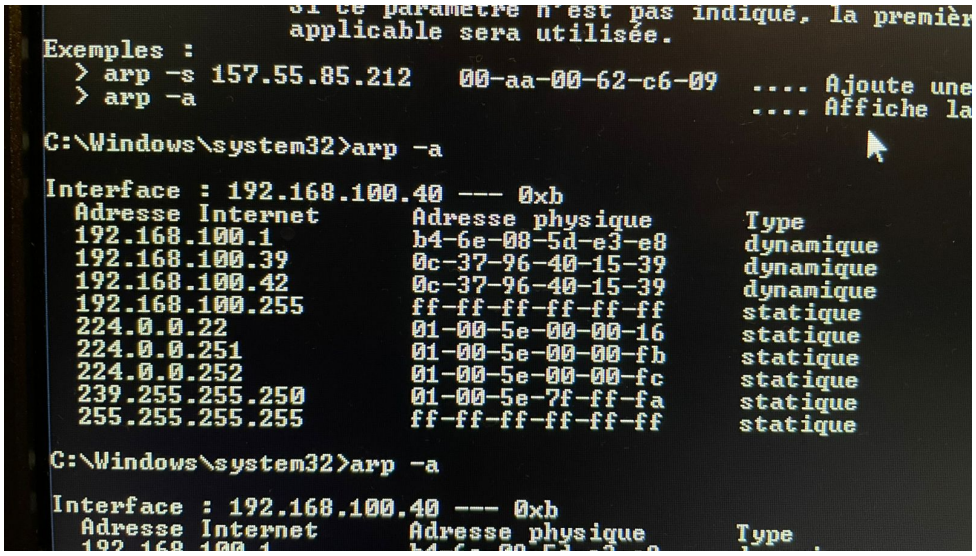


FIGURE 15 – Table ARP sur la machine Windows 7 (`arp -a`) — empoisonnement confirmé

Observation clé : Dans la table ARP de la machine Windows (`192.168.100.40`), on constate que :

— `192.168.100.39` possède l'adresse physique `0c-37-96-40-15-39` (MAC de l'attaquant) ;

— `192.168.100.42` possède aussi `0c-37-96-40-15-39` ;

Cela confirme l'**empoisonnement ARP** : la victime pense que l'IP `.39` correspond à la MAC de l'attaquant. Tout trafic envoyé vers `.39` sera donc intercepté par `.42`.

2.4 Questions et Réponses

2.4.1 Qu'observez-vous dans tcpdump et les tables ARP ?

On observe deux éléments caractéristiques de l'attaque :

1. **Dans tcpdump :** Des réponses ARP non sollicitées sont émises par l'attaquant à intervalles réguliers pour maintenir l'empoisonnement. Une petite guerre a lieu entre les victimes et l'attaquant, ils essaient de rétablir les vraies associations IP/MAC, mais l'attaquant surpasse tout celà en injectant continuellement de fausses réponses, lui permettant ainsi de maintenir son interception du trafic ICMP. Le trafic ICMP entre `.39` et `.40` continue de transiter par `.42`.
2. **Dans la table ARP de Windows :** Deux adresses IP différentes (`.39` et `.42`) sont associées à la même adresse MAC, celle de l'attaquant — ce qui est physiquement impossible dans un réseau normal.

2.4.2 Comment restaurer l'état normal du réseau ?

Pour mettre fin à l'attaque et restaurer les tables ARP :

— **Avec Ettercap :** Stopper l'attaque (Mitm → Stop mitm attack) ; Ettercap envoie automatiquement des paquets ARP corrects pour restaurer les tables.

— **Manuellement sur Windows :** `arp -d *` pour vider la table ARP, puis attendre que les vraies réponses ARP repeuplent la table.

2.4.3 Mesures d'atténuation contre l'ARP Poisoning

— **ARP statique :** Configurer des entrées ARP statiques sur les machines critiques (non modifiables dynamiquement) ;

— **Chiffrement :** Utiliser des protocoles chiffrés (TLS/HTTPS, SSH) pour que même si le trafic est intercepté, il reste illisible ;

— **VPN :** Chiffrer tout le trafic réseau via un tunnel VPN ;

3 Devoir : Attaque MiTM avec BetterCAP

BetterCAP est un framework avancé écrit en Go, offrant des fonctionnalités complètes pour la reconnaissance réseau et les attaques MiTM sur les réseaux filaires, WiFi et Bluetooth.

3.1 Installation et Lancement

BetterCAP a été téléchargé, installé et lancé sur la machine Ubuntu attaquante :

```
wget https://github.com/bettercap/bettercap/releases/download/v2.23/bettercap_linux_amd64_2.23.zip
unzip bettercap_linux_amd64_*.zip
sudo mv bettercap /usr/local/bin/
sudo bettercap -iface enx0c3796401539
```

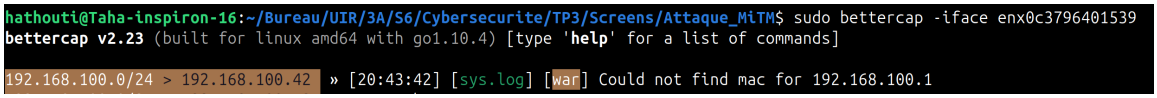


FIGURE 16 – Lancement de BetterCAP v2.23 sur l'interface `enx0c3796401539`

3.2 Découverte des Hôtes (`net.probe` + `net.show`)

On active la sonde réseau pour découvrir les hôtes actifs sur le sous-réseau :

```
net.probe on
net.show
```

FIGURE 17 – BetterCAP — `net.probe on` : découverte des hôtes (gateway, TAHA-PC, Ubuntu victime)

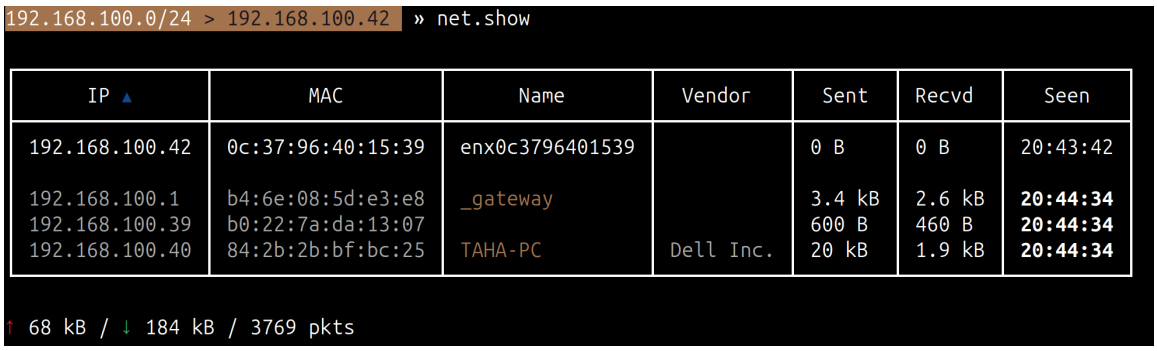


FIGURE 18 – BetterCAP — `net.show` : tableau des hôtes découverts avec IP, MAC, Vendor

3.3 Configuration de l'Empoisonnement ARP

On configure les cibles et on active le mode full duplex :

```
set arp.spoof.targets 192.168.100.39,192.168.100.40
set arp.spoof.fullduplex true
get arp.spoof.*
```

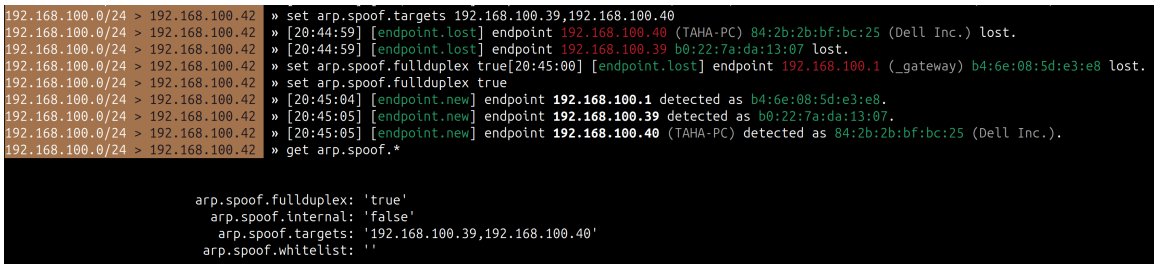


FIGURE 19 – BetterCAP — `get arp.spoof.*` : configuration confirmée (targets + full-duplex true)

Le paramètre `fullduplex true` permet d'empoisonner **les deux sens** de la communication (victime ↔ passerelle), assurant une interception totale du trafic.

La commande `net.show` affiche un tableau récapitulatif des hôtes découverts sur le réseau `192.168.100.0/24` : la passerelle (`.1`), l'Ubuntu victime (`.39`) et le poste Windows TAHA-PC (`.40` — Dell Inc.). Ces informations serviront de base pour configurer les cibles de l'empoisonnement.

3.4 Lancement de l'Attaque

```
arp.spoof on
```

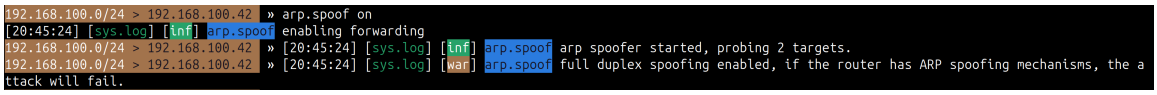


FIGURE 20 – BetterCAP — `arp.spoof on` : spoofer démarré, forwarding activé, 2 cibles sondées

3.5 Activation du Sniffing Réseau

```
set net.sniff.verbose true
set net.sniff.local true
net.sniff on
```

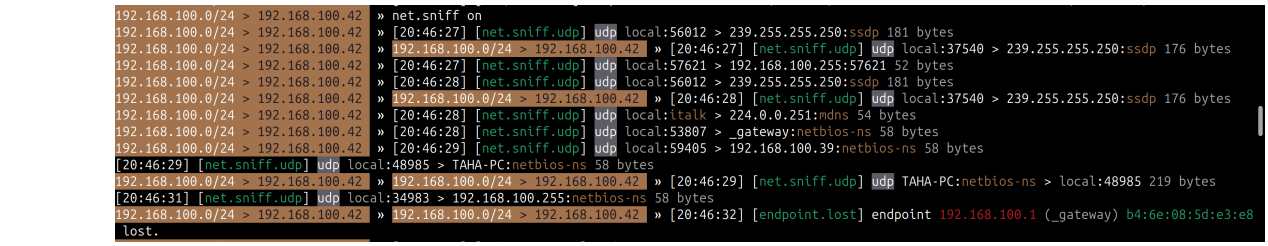


FIGURE 21 – BetterCAP — `net.sniff on` : trafic intercepté (SSDP, NetBIOS, mDNS depuis TAHA-PC)

Observations : Une fois le sniffing activé, BetterCAP affiche en temps réel les paquets transitant par l'attaquant. On distingue notamment :

— Des paquets **SSDP** (Simple Service Discovery Protocol) émis vers `239.255.255.250` ;
— Du trafic **NetBIOS-NS** échangé entre TAHA-PC (`.40`) et la machine locale ;
— Des requêtes **mDNS** (multicast DNS) vers `224.0.0.251` ;
— Les flux de **.40** sont clairement visibles, confirmant l'interception réussie ;

Conclusion

Synthèse des Observations

Ce TP nous a permis d'expérimenter concrètement plusieurs classes d'attaques réseau dans un environnement contrôlé et isolé.

Partie 1 : DoS et Scan de Ports

L'attaque ICMP Flood via Hping3 a démontré qu'un seul attaquant peut provoquer une surcharge CPU significative (de 1% à 66%) sur la machine cible, simplement en inondant celle-ci de requêtes ICMP. Le scan Nmap a révélé plusieurs ports critiques ouverts sur Windows 7 (notamment SMB sur 445/tcp), confirmant la vulnérabilité de ce système non patché.

Partie 2 : MiTM par ARP Poisoning

Attaque	**Résultat obtenu**
ARP Poisoning (Ettercap)	Table ARP empoisonnée sur Windows 7
Interception trafic (Ettercap)	ICMP, ARP Replies falsifiés interceptés
ARP Poisoning (BetterCAP)	Table ARP empoisonnée confirmée
Sniffing (BetterCAP)	SSDP, NetBIOS, mDNS, DNS interceptés

Table 2 – Récapitulatif des attaques MiTM réalisées

Enseignements sur la Sécurité Réseau

Ces travaux pratiques illustrent la fragilité des protocoles réseaux anciens (ARP, ICMP) qui n'intègrent aucun mécanisme d'authentification. La **triade CIA** est directement impactée :

— **Disponibilité** : compromise par les attaques DoS (hping3) ;
— **Confidentialité** : compromise par les attaques MiTM (interception du trafic en clair) ;
— **Intégrité** : potentiellement compromise si l'attaquant modifie les données en transit ;

La défense en profondeur — combinant segmentation réseau, chiffrement des communications, DAI sur les switchs et surveillance active — reste la meilleure approche pour contrer ces vecteurs d'attaque.