



Université
de Limoges

Audit et Sécurité Réseaux

Claudio Antonio
LATEVI Yawavi Jeona-Lucie

Avril 2022

traducteur IPv6 IPv4 pour le protocole TCP

Table des matières

I	Introduction	3
II	Rappel des Outils utilisés	3
III	Communication entre le client et un serveur se trouvant sur internet	4
III.I	Les Captures	5
III.I.1	Le trafic TCP sur le « switchipv6 » (datagrammes IPv6)	6
III.I.2	Les trafic TCP en sortie de la notre machine (datagrammes IPv4);	7
IV	Communication entre notre serveur local et le client	8
IV..1	Client	8
IV..2	Serveur	10
V	Conclusion	11

I Introduction

Dans le cadre du cours d'audit sécurité réseau, il nous a été demandé de mettre en place un traducteur d'adresse IPv4 vers IPv6 et de IPv6 vers IPv4. Pour se faire, nous disposons de notre machine qui va jouer le rôle du routeur, un netns qui va être le client et un autre netns qui jouera le rôle du serveur. Le client sera dans sous réseau local sur IPV6 possédant un préfixe global, 2001 :2 :3 :4501 : :/64. Le serveur sera dans un autre sous réseau local IPv4 possédant l'adresse réseau 172.16.1.0/24. La traduction d'adresse va nous permet d'encapsuler des paquets IPV6 de notre client en paquets IPv4 pour permettre la communication vers notre serveur local ou un autre serveur sur internet et vis versa. L'adresse ipv6 de l'interface hote1-eth0 du client, la route de celui-ci vers notre machine physique(routeur) et l'interface switchipv6(connecté au bridge_Ipv6) seront configurés par le demaon radvd.

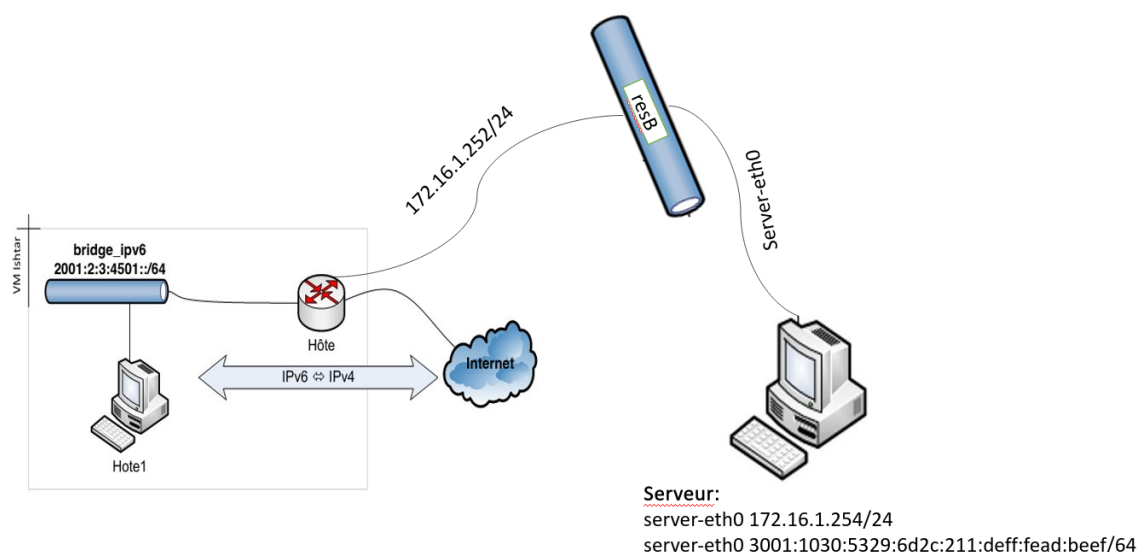


FIGURE 1 – L'architecture du projet

II Rappel des Outils utilisés

- * Scapy pour l'analyse, la modification, la création et l'injection de paquet IPv4 ou IPv6
- * NFQueue qui va nous permettre de récupérer les paquets IPv4 et IPv6 au sein d'un programme utilisateur en provenance d'une règle de NetFilter ;
- * Radvd le démon réalisant la diffusion de «router advertisement» pour la diffusion du préfixe réseau IPv6 et du routeur prenant en charge le trafic, vers et depuis, l'extérieur du réseau local.

* NetFilter, le firewall intégré à Linux, en particulier la table «mangle» qui va nous permettre d'inter-cépter les paquets à l'entrée de la pile TCP/IP grâce à sa chaîne «PREROUTING».

Dans la suite de ce rapport, nous allons expliquer comment nous utilisons ces outils dans notre projet. Comme nous l'avions annoncé, il existe deux types de communications dans notre projet :

- Communication entre le client et un serveur se trouvant sur internet par exemple le site p-fb.net
- Communication entre le client et le serveur se trouvant dans notre machine.

III Communication entre le client et un serveur se trouvant sur internet

+ Encapsulation du segment TCP

Le programme python, via la nfque va recevoir le paquet Ipv6. On passe l'adresse ipv6 de destination à la fonction de traduction qui va nous retourner l'adresse Ipv4 correspondant.

```
1      pkt = IPv6(data)
2      ..
3      ...
4      addr_ipv4_dst =traducteur(pkt.dst,6)
5      if addr_ipv4_dst:
6          .....
7
```

Une fois la traduction faite , nous allons encapsuler la pile TCP du paquet IPV6 dans un paquet IPv4 ayant pour adresse de destination l'adresse retournée par la traduction. On commence par sauvegarder dans une liste, le triplet IPv6, IPv4 et port source. Ensuite on récupère ip de notre machine et on constitue un paquet IPv4 où l'adresse destination sera celle qui a été traduite et l'adresse source celle de notre machine. Le port destination de la pile sera changé par le port 80 et le port source par le 7890(car ce port sera utilisé dans la règle firewall). Le checksum de la pile TCP et IP sera recalculer avant l'envoi du paquet vers le serveur sur lae net.

```
1      liste_addr.append((pkt.dst,addr_ipv4_dst, pkt[TCP].sport))
2      cmd = subprocess.Popen("ip a show dev %s | grep 'inet '"%interface, shell=
3      True,stdout=subprocess.PIPE)
4      (addr_ipv4_src, ignorer) = cmd.communicate()
5      ip4 = IP()
6      ip4.dst=addr_ipv4_dst
7      ip4.src=str(addr_ipv4_src.decode()).strip().split(" ")[1].split("/")[0]
8      pkt[TCP].sport=pkt[TCP].dport
9      pkt[TCP].dport=80
10     pkt4=ip4/pkt[TCP]
11     del pkt4[IP].chksum
12     del pkt4[TCP].chksum
13     payload.set_verdict_modified(nfqueue.NF_ACCEPT, bytes(pkt4), len(pkt4))
14     send(pkt4,iface=interface)
```

+ Désencapsulation du segment TCP

On récupère les paquet IPv4 via nfque et on vérifie si le paquet existe déjà dans notre liste d'adresse. Si c'est le cas, on décapsule la pile TCP qu'on encapsule dans un paquet Ipv6

dont l'adresse source est celui du qu'on avait enregistré et celle de destination celui du client. Il sera ajouté dans une trame ethernet ou l'adresse mac destination est celui du client et l'adresse mac source est celui du routeur. Pour la pile TCP, le port source sera le 7890 et le port destination celui qu'on avait enregistrer.

```

1  if addr_ipv4_src in [ str(addr[1]) for addr in liste_addr ]:
2      #Partie Ethernet
3      cmd = subprocess.Popen("ip netns exec hotel ip a show dev
hotel1-eth0 | grep 'ether' | cut -b 16-33", shell=True, stdout=subprocess.
PIPE)
4      (addr_ether_dst, ignorer) = cmd.communicate()
5      ether=Ether()
6      ether.dst= str(addr_ether_dst.decode()).strip()
7      ether.type=0x86DD
8      cmd = subprocess.Popen("ip a show dev switchipv6 | grep '
ether' | cut -b 16-33", shell=True, stdout=subprocess.PIPE)
9      (addr_ether_src, ignorer) = cmd.communicate()
10     ether.src=str(addr_ether_src.decode()).strip()
11     #Partie IPV6
12     cmd = subprocess.Popen("ip netns exec hotel ip a show dev
hotel1-eth0 | grep 'global' | cut -b 11-43", shell=True, stdout=subprocess.
PIPE)
13     (addr_ipv6_dst, ignorer) = cmd.communicate()
14     addr_ipv6_dst= str(addr_ipv6_dst.decode()).strip()
15     add_ipv6_src=""
16     port_dst =0
17     for addr in liste_addr:
18         if addr[1]== addr_ipv4_src:
19             add_ipv6_src = addr[0]
20             port_dst=int(addr[2])
21             break
22
23     pkt[TCP].dport = port_dst
24     pkt[TCP].sport=7890
25     pkt6 = IPv6(dst=addr_ipv6_dst, src = add_ipv6_src)
26     pkt6 = ether/pkt6/pkt[TCP]
27     del pkt6[IPv6].chksum
28     del pkt6[TCP].chksum
29     #pkt6.show2()
30     print(" connexion etape : ",pkt6[TCP].flags)
31     payload.set_verdict_modified(nfqueue.NF_ACCEPT, bytes(pkt6
), len(pkt6))
32     sendp(pkt6,iface="switchipv6")

```

Règle de firewall pour marquer les paquets Ipv6

```

1  ip6tables -t mangle -A PREROUTING -i switchipv6 -p tcp --dport 7890 -j NFQUEUE --
queue-num 0

```

Règle de firewall pour marquer les paquets Ipv4

```

1  iptables -t mangle -A PREROUTING -p tcp --dport 7890 -j NFQUEUE --queue-num 0

```

III.I Les Captures

Le client **hotel** essaie de se connecter à un serveur externe qui est sur le NET en utilisant la commande socat

```
1 socat - tcp6:[2607:5300:60:5c::1]:7890
```

Pour les captures vers un serveur sur internet nous avons utilisé l'@ ipv6 du serveur du site web p-fb.net

III.I.1 Le trafic TCP sur le « switchipv6 » (datagrammes IPv6)

```
1 2022-05-01 19:49:07.643372 IP6 (flowlabel 0x2c7cb, hlim 64, next-header TCP (6)
  payload length: 40) 2001:2:3:4501:643f:88ff:fe22:75bf.52362 > 2607:5300:60:5c
  ::1.7890: Flags [S], cksum 0x401b (incorrect -> 0x13fa), seq 3824640689, win
  64800, options [mss 1440,sackOK,TS val 2700420113 ecr 0,nop,wscale 7], length 0
2 0x0000: 6002 c7cb 0028 0640 2001 0002 0003 4501 '....(.@.....E.
3 0x0010: 643f 88ff fe22 75bf 2607 5300 0060 005c d?... "u.&.S..'\'
4 0x0020: 0000 0000 0000 0001 cc8a 1ed2 e3f7 62b1 .....b.
5 0x0030: 0000 0000 a002 fd20 401b 0000 0204 05a0 .....@.....
6 0x0040: 0402 080a a0f5 2411 0000 0000 0103 0307 .....$.
7
8
9 2022-05-01 19:49:07.857978 IP6 (hlim 64, next-header TCP (6) payload length: 40)
  2607:5300:60:5c::1.7890 > 2001:2:3:4501:643f:88ff:fe22:75bf.52362: Flags [S.],
  cksum 0xbebe (correct), seq 3408138591, ack 3824640690, win 26624, options [mss
  1420,nop,wscale 7,sackOK,TS val 2159906077 ecr 2700420113], length 0
10 0x0000: 6000 0000 0028 0640 2607 5300 0060 005c '....(.@&.S..'\'
11 0x0010: 0000 0000 0000 0001 2001 0002 0003 4501 .....E.
12 0x0020: 643f 88ff fe22 75bf 1ed2 cc8a cb24 115f d?... "u.....$.
13 0x0030: e3f7 62b2 a012 6800 bebe 0000 0204 058c ..b...h.....
14 0x0040: 0103 0307 0402 080a 80bd 8d1d a0f5 2411 .....$.
15
16
17 2022-05-01 19:49:07.858374 IP6 (flowlabel 0x2c7cb, hlim 64, next-header TCP (6)
  payload length: 32) 2001:2:3:4501:643f:88ff:fe22:75bf.52362 > 2607:5300:60:5c
  ::1.7890: Flags [.], cksum 0x4013 (incorrect -> 0x5291), seq 3824640690, ack
  3408138592, win 507, options [nop,nop,TS val 2700420328 ecr 2159906077], length
  0
18 0x0000: 6002 c7cb 0020 0640 2001 0002 0003 4501 '.....@.....E.
19 0x0010: 643f 88ff fe22 75bf 2607 5300 0060 005c d?... "u.&.S..'\'
20 0x0020: 0000 0000 0000 0001 cc8a 1ed2 e3f7 62b2 .....b.
21 0x0030: cb24 1160 8010 01fb 4013 0000 0101 080a ..$. '.....@.....
22 0x0040: a0f5 24e8 80bd 8d1d .....$.
23
24
25 2022-05-01 19:49:08.667228 IP6 (flowlabel 0x05763, hlim 64, next-header TCP (6)
  payload length: 32) 2001:2:3:4501:643f:88ff:fe22:75bf.52354 > 2607:5300:60:5c
  ::1.7890: Flags [F.], cksum 0x4013 (incorrect -> 0xfa63), seq 3071283951, ack
  1837365169, win 507, options [nop,nop,TS val 2700421136 ecr 2159859236], length
  0
26 0x0000: 6000 5763 0020 0640 2001 0002 0003 4501 '.Wc...@.....E.
27 0x0010: 643f 88ff fe22 75bf 2607 5300 0060 005c d?... "u.&.S..'\'
28 0x0020: 0000 0000 0000 0001 cc82 1ed2 b710 12ef .....
29 0x0030: 6d83 f7b1 8011 01fb 4013 0000 0101 080a m.....@.....
30 0x0040: a0f5 2810 80bc d624 ..(....$
```

du côté du réseau ipv6 on a les elements suivants :

- @ip6 src **2001 :2 :3 :4501 :643f :88ff :fe22 :75bf** (celui du hotel)
- @ip6 dst **26 07 :5300 :60 :5 c : :1** (celui du site web p-fb.net)
- A la ligne 1,9 et 17 on a le 3-way handshake TCP

- * Ligne 1 : Le client(hote 1) envoie un syn au serveur externe
- * Ligne 9 : Le serveur externe répond avec un syn-ack au client
- * Ligne 17 : Le client envoie un ack au serveur externe

La communication est donc bien établie entre le client et serveur externe.

— A la ligne 25 on voit que socat (client) met fin à la communication

III.I.2 Les trafic TCP en sortie de la notre machine (datagrammes IPv4) ;

```

1  2022-05-01 19:49:07.720448 IP (tos 0x0, ttl 64, id 1, offset 0, flags [none], proto
    TCP (6), length 60)
2  192.168.43.5.7890 > 198.245.60.92.80: Flags [S], cksum 0x3122 (correct), seq
    3824640689, win 64800, options [mss 1440,sackOK,TS val 2700420113 ecr 0,nop,
    wscale 7], length 0
3  0x0000: 4500 003c 0001 0000 4006 8bbc c0a8 2b05  E..<....@.....+.
4  0x0010: c6f5 3c5c 1ed2 0050 e3f7 62b1 0000 0000  ..<\...P..b.....
5  0x0020: a002 fd20 3122 0000 0204 05a0 0402 080a  ....1".....
6  0x0030: a0f5 2411 0000 0000 0103 0307          ..$.
7
8
9  2022-05-01 19:49:07.790763 IP (tos 0x28, ttl 252, id 54288, offset 0, flags [DF],
    proto TCP (6), length 60)
10 198.245.60.92.80 > 192.168.43.5.7890: Flags [S.], cksum 0xdb6 (correct), seq
    3408138591, ack 3824640690, win 26624, options [mss 1420,nop,wscale 7,sackOK,TS
    val 2159906077 ecr 2700420113], length 0
11 0x0000: 4528 003c d410 4000 fc06 bb83 c6f5 3c5c  E(<..@.....<\
12 0x0010: c0a8 2b05 0050 1ed2 cb24 115f e3f7 62b2  ..+..P...$._.b.
13 0x0020: a012 6800 db6 0000 0204 058c 0103 0307  ..h.....
14 0x0030: 0402 080a 80bd 8d1d a0f5 2411          .....$.
15
16
17 2022-05-01 19:49:07.995925 IP (tos 0x0, ttl 64, id 1, offset 0, flags [none], proto
    TCP (6), length 52)
18 192.168.43.5.7890 > 198.245.60.92.80: Flags [.], cksum 0x6fb9 (correct), seq
    3824640690, ack 3408138592, win 507, options [nop,nop,TS val 2700420328 ecr
    2159906077], length 0
19 0x0000: 4500 0034 0001 0000 4006 8bc4 c0a8 2b05  E..4....@.....+.
20 0x0010: c6f5 3c5c 1ed2 0050 e3f7 62b2 cb24 1160  ..<\...P..b..$.‘
21 0x0020: 8010 01fb 6fb9 0000 0101 080a a0f5 24e8  ....o.....$.
22 0x0030: 80bd 8d1d          ....
23
24
25 2022-05-01 19:49:08.731695 IP (tos 0x0, ttl 64, id 1, offset 0, flags [none], proto
    TCP (6), length 52)
26 192.168.43.5.7890 > 198.245.60.92.80: Flags [F.], cksum 0x1784 (correct), seq
    3071283951, ack 1837365169, win 507, options [nop,nop,TS val 2700421136 ecr
    2159859236], length 0
27 0x0000: 4500 0034 0001 0000 4006 8bc4 c0a8 2b05  E..4....@.....+.
28 0x0010: c6f5 3c5c 1ed2 0050 b710 12ef 6d83 f7b1  ..<\...P....m...
29 0x0020: 8011 01fb 1784 0000 0101 080a a0f5 2810  .....(
30 0x0030: 80bc d624          .

```

Entre notre machine hôte (qui sert de routeur) et le serveur externe, on a une communication IPv4 avec les éléments suivants :

- @ip4 src **192.168.43.5** (celui de la machine hôte)
- @ip4 dst **198.245.60.92** (celui du site web p-fb.net traduit grâce à son adresse IPv6)

- A la ligne 1,9 et 17 on a le 3-way handshake TCP
- A la ligne 25 on voit que socat (client) met fin à la communication

IV Communication entre notre serveur local et le client

L'encapsulation et la désencapsulation dans cette partie sont les mêmes que celui du serveur externe mais la différence est qu'on ne fait pas de traduction d'adresse car les adresses IPv6 et IPv4 du serveur sont déjà fixés dans notre programme .

pour les paquet en retour seront capture par NFQueue grâce à la régle suivante :

```
1 iptables -t mangle -A PREROUTING -i resB -p tcp --sport 7890 -j NFQUEUE --queue-num 0
```

Voici la traces des échange de messages entre le clien et le serveur.

IV..1 Client

```
1 $ [hote1] socat - tcp6:[3001:1030:5329:6d2c:211:deff:fead:beef]:7890
2 salut serveur c'moi hotel
3 salut hotel c'moi serveur
```

tcpdump sur le switchipv6 du client vers le serveur socat ip6

```
1 tcpdump: listening on switchipv6, link-type EN10MB (Ethernet), capture size 262144
  bytes
2 2022-05-01 19:53:37.637038 IP6 (flowlabel 0x92c75, hlim 64, next-header TCP (6)
  payload length: 40) 2001:2:3:4501:643f:88ff:fe22:75bf.54414 > 3001:1030:5329:6
  d2c:211:deff:fead:beef.7890: Flags [S], cksum 0x9b88 (correct), seq 2611936002,
  win 64800, options [mss 1440,sackOK,TS val 2397450516 ecr 0,nop,wscale 7],
  length 0
3 0x0000: 6009 2c75 0028 0640 2001 0002 0003 4501  '.,u.(.0.....E.
4 0x0010: 643f 88ff fe22 75bf 3001 1030 5329 6d2c  d?... "u.0..0S)m,
5 0x0020: 0211 deff fead beef d48e 1ed2 9bae fb02  .....
6 0x0030: 0000 0000 a002 fd20 9b88 0000 0204 05a0  .....
7 0x0040: 0402 080a 8ee6 3114 0000 0000 0103 0307  .....1.....
8
9
10 2022-05-01 19:53:37.786350 IP6 (hlim 64, next-header TCP (6) payload length: 40)
  3001:1030:5329:6d2c:211:deff:fead:beef.7890 > 2001:2:3:4501:643f:88ff:fe22:75bf
  .54414: Flags [S.], cksum 0xc6ba (correct), seq 1958900650, ack 2611936003, win
  65160, options [mss 1460,sackOK,TS val 3789031675 ecr 2397450516,nop,wscale 7],
  length 0
11 0x0000: 6000 0000 0028 0640 3001 1030 5329 6d2c  '....(.0..0S)m,
12 0x0010: 0211 deff fead beef 2001 0002 0003 4501  .....E.
13 0x0020: 643f 88ff fe22 75bf 1ed2 d48e 74c2 73aa  d?... "u.....t.s.
14 0x0030: 9bae fb03 a012 fe88 c6ba 0000 0204 05b4  .....
15 0x0040: 0402 080a e1d8 08fb 8ee6 3114 0103 0307  .....1.....
16
17
18 2022-05-01 19:53:37.786762 IP6 (flowlabel 0x92c75, hlim 64, next-header TCP (6)
  payload length: 32) 2001:2:3:4501:643f:88ff:fe22:75bf.54414 > 3001:1030:5329:6
  d2c:211:deff:fead:beef.7890: Flags [.], cksum 0x6584 (incorrect -> 0xf17e), seq
  2611936003, ack 1958900651, win 507, options [nop,nop,TS val 2397450666 ecr
  3789031675], length 0
```



```

19 0x0000: 6009 2c75 0020 0640 2001 0002 0003 4501 '.,u...@.....E.
20 0x0010: 643f 88ff fe22 75bf 3001 1030 5329 6d2c d?... "u.0..0S)m,
21 0x0020: 0211 deff fead beef d48e 1ed2 9bae fb03 .....
22 0x0030: 74c2 73ab 8010 01fb 6584 0000 0101 080a t.s.....e.....
23 0x0040: 8ee6 31aa e1d8 08fb ..1.....
24
25
26 2022-05-01 19:54:45.513037 IP6 (flowlabel 0x92c75, hlim 64, next-header TCP (6)
    payload length: 58) 2001:2:3:4501:643f:88ff:fe22:75bf.54414 > 3001:1030:5329:6
    d2c:211:deff:fead:beef.7890: Flags [P.], cksum 0x8fce (correct), seq
    2611936003:2611936029, ack 1958900651, win 507, options [nop,nop,TS val
    2397518392 ecr 3789031675], length 26
27 0x0000: 6009 2c75 003a 0640 2001 0002 0003 4501 '.,u...@.....E.
28 0x0010: 643f 88ff fe22 75bf 3001 1030 5329 6d2c d?... "u.0..0S)m,
29 0x0020: 0211 deff fead beef d48e 1ed2 9bae fb03 .....
30 0x0030: 74c2 73ab 8018 01fb 8fce 0000 0101 080a t.s.....
31 0x0040: 8ee7 3a38 e1d8 08fb 7361 6c75 7420 7365 ..:8....salut.se
32 0x0050: 7276 6575 7220 6327 6d6f 6920 686f 7465 rveur.c'moi.hote
33 0x0060: 310a 1.
34
35
36 2022-05-01 19:54:45.706371 IP6 (hlim 64, next-header TCP (6) payload length: 32)
    3001:1030:5329:6d2c:211:deff:fead:beef.7890 > 2001:2:3:4501:643f:88ff:fe22:75bf
    .54414: Flags [.], cksum 0xdf90 (correct), seq 1958900651, ack 2611936029, win
    509, options [nop,nop,TS val 3789099581 ecr 2397518392], length 0
37 0x0000: 6000 0000 0020 0640 3001 1030 5329 6d2c '.....@0..0S)m,
38 0x0010: 0211 deff fead beef 2001 0002 0003 4501 .....E.
39 0x0020: 643f 88ff fe22 75bf 1ed2 d48e 74c2 73ab d?... "u.....t.s.
40 0x0030: 9bae fb1d 8010 01fd df90 0000 0101 080a .....
41 0x0040: e1d9 123d 8ee7 3a38 ...=:8
42
43
44
45 2022-05-01 19:56:37.486746 IP6 (hlim 64, next-header TCP (6) payload length: 58)
    3001:1030:5329:6d2c:211:deff:fead:beef.7890 > 2001:2:3:4501:643f:88ff:fe22:75bf
    .54414: Flags [P.], cksum 0xd197 (correct), seq 1958900651:1958900677, ack
    2611936029, win 509, options [nop,nop,TS val 3789211411 ecr 2397518392], length
    26
46 0x0000: 6000 0000 003a 0640 3001 1030 5329 6d2c '.....@0..0S)m,
47 0x0010: 0211 deff fead beef 2001 0002 0003 4501 .....E.
48 0x0020: 643f 88ff fe22 75bf 1ed2 d48e 74c2 73ab d?... "u.....t.s.
49 0x0030: 9bae fb1d 8018 01fd d197 0000 0101 080a .....
50 0x0040: e1da c713 8ee7 3a38 7361 6c75 7420 686f .....:8salut.ho
51 0x0050: 7465 3120 6327 6d6f 6920 7365 7276 6575 te1.c'moi.serveu
52 0x0060: 720a r.
53
54
55 2022-05-01 19:56:37.487612 IP6 (flowlabel 0x92c75, hlim 64, next-header TCP (6)
    payload length: 32) 2001:2:3:4501:643f:88ff:fe22:75bf.54414 > 3001:1030:5329:6
    d2c:211:deff:fead:beef.7890: Flags [.], cksum 0x7539 (correct), seq 2611936029,
    ack 1958900677, win 507, options [nop,nop,TS val 2397630366 ecr 3789211411],
    length 0
56 0x0000: 6009 2c75 0020 0640 2001 0002 0003 4501 '.,u...@.....E.
57 0x0010: 643f 88ff fe22 75bf 3001 1030 5329 6d2c d?... "u.0..0S)m,
58 0x0020: 0211 deff fead beef d48e 1ed2 9bae fb1d .....
59 0x0030: 74c2 73c5 8010 01fb 7539 0000 0101 080a t.s.....u9.....
60 0x0040: 8ee8 ef9e e1da c713 .....

```

IV..2 Serveur

```
1 $ [server] socat - tcp-listen:7890
2 salut serveur c'moi hotel
3 salut hotel c'moi serveur
```

tcpdump sur le resB du client vers le serveur socat ip4

```
1 tcpdump: listening on resB, link-type EN10MB (Ethernet), capture size 262144 bytes
2 2022-05-01 19:53:37.696571 IP (tos 0x0, ttl 64, id 1, offset 0, flags [none], proto
   TCP (6), length 60)
3   172.16.1.252.54414 > 172.16.1.254.7890: Flags [S], cksum 0xa4cb (correct), seq
   2611936002, win 64800, options [mss 1440,sackOK,TS val 2397450516 ecr 0,nop,
   wscale 7], length 0
4   0x0000:  4500 003c 0001 0000 4006 1ea1 ac10 01fc  E..<....@.....
5   0x0010:  ac10 01fe d48e 1ed2 9bae fb02 0000 0000  .....
6   0x0020:  a002 fd20 a4cb 0000 0204 05a0 0402 080a  .....
7   0x0030:  8ee6 3114 0000 0000 0103 0307          ..1.....
8
9
10  2022-05-01 19:53:37.697257 IP (tos 0x0, ttl 64, id 0, offset 0, flags [DF], proto
   TCP (6), length 60)
11   172.16.1.254.7890 > 172.16.1.252.54414: Flags [S.], cksum 0xcffd (correct), seq
   1958900650, ack 2611936003, win 65160, options [mss 1460,sackOK,TS val
   3789031675 ecr 2397450516,nop,wscale 7], length 0
12   0x0000:  4500 003c 0000 4000 4006 dea1 ac10 01fe  E..<..@. ....
13   0x0010:  ac10 01fc 1ed2 d48e 74c2 73aa 9bae fb03  .....t.s....
14   0x0020:  a012 fe88 cffd 0000 0204 05b4 0402 080a  .....
15   0x0030:  e1d8 08fb 8ee6 3114 0103 0307          .....1....
16
17
18  2022-05-01 19:53:37.861785 IP (tos 0x0, ttl 64, id 1, offset 0, flags [none], proto
   TCP (6), length 52)
19   172.16.1.252.54414 > 172.16.1.254.7890: Flags [.], cksum 0xfac1 (correct), seq
   2611936003, ack 1958900651, win 507, options [nop,nop,TS val 2397450666 ecr
   3789031675], length 0
20   0x0000:  4500 0034 0001 0000 4006 1ea9 ac10 01fc  E..4....@.....
21   0x0010:  ac10 01fe d48e 1ed2 9bae fb03 74c2 73ab  .....t.s....
22   0x0020:  8010 01fb fac1 0000 0101 080a 8ee6 31aa  .....1.
23   0x0030:  e1d8 08fb          ....
24
25
26  2022-05-01 19:54:45.602099 IP (tos 0x0, ttl 64, id 1, offset 0, flags [none], proto
   TCP (6), length 78)
27   172.16.1.252.54414 > 172.16.1.254.7890: Flags [P.], cksum 0x9911 (correct), seq
   2611936003:2611936029, ack 1958900651, win 507, options [nop,nop,TS val
   2397518392 ecr 3789031675], length 26
28   0x0000:  4500 004e 0001 0000 4006 1e8f ac10 01fc  E..N....@.....
29   0x0010:  ac10 01fe d48e 1ed2 9bae fb03 74c2 73ab  .....t.s.
30   0x0020:  8018 01fb 9911 0000 0101 080a 8ee7 3a38  .....:8
31   0x0030:  e1d8 08fb 7361 6c75 7420 7365 7276 6575  ....salut.serveu
32   0x0040:  7220 6327 6d6f 6920 686f 7465 310a          r.c'moi.hotel.
33
34
```

```

35 2022-05-01 19:54:45.602731 IP (tos 0x0, ttl 64, id 41863, offset 0, flags [DF],
    proto TCP (6), length 52)
36 172.16.1.254.7890 > 172.16.1.252.54414: Flags [.], cksum 0xe8d3 (correct), seq
    1958900651, ack 2611936029, win 509, options [nop,nop,TS val 3789099581 ecr
    2397518392], length 0
37 0x0000: 4500 0034 a387 4000 4006 3b22 ac10 01fe E..4..@.@"....
38 0x0010: ac10 01fc 1ed2 d48e 74c2 73ab 9bae fb1d .....t.s.....
39 0x0020: 8010 01fd e8d3 0000 0101 080a e1d9 123d .....==
40 0x0030: 8ee7 3a38                                     ...:8
41
42
43 2022-05-01 19:56:37.432694 IP (tos 0x0, ttl 64, id 41864, offset 0, flags [DF],
    proto TCP (6), length 78)
44 172.16.1.254.7890 > 172.16.1.252.54414: Flags [P.], cksum 0xdada (correct), seq
    1958900651:1958900677, ack 2611936029, win 509, options [nop,nop,TS val
    3789211411 ecr 2397518392], length 26
45 0x0000: 4500 004e a388 4000 4006 3b07 ac10 01fe E..N..@.@";.....
46 0x0010: ac10 01fc 1ed2 d48e 74c2 73ab 9bae fb1d .....t.s.....
47 0x0020: 8018 01fd dada 0000 0101 080a e1da c713 .....
48 0x0030: 8ee7 3a38 7361 6c75 7420 686f 7465 3120 ...:8salut.hotel.
49 0x0040: 6327 6d6f 6920 7365 7276 6575 720a      c'moi.serveur.
50
51
52 2022-05-01 19:56:37.589499 IP (tos 0x0, ttl 64, id 1, offset 0, flags [none], proto
    TCP (6), length 52)
53 172.16.1.252.54414 > 172.16.1.254.7890: Flags [.], cksum 0x7e7c (correct), seq
    2611936029, ack 1958900677, win 507, options [nop,nop,TS val 2397630366 ecr
    3789211411], length 0
54 0x0000: 4500 0034 0001 0000 4006 1ea9 ac10 01fc E..4....@.....
55 0x0010: ac10 01fe d48e 1ed2 9bae fb1d 74c2 73c5 .....t.s.
56 0x0020: 8010 01fb 7e7c 0000 0101 080a 8ee8 ef9e ....~|.....
57 0x0030: e1da c713                                     ....

```

V Conclusion

Ce projet nous a permis de manipuler des traductions d'adresses, de l'encapsulation et de la désencapsulation de la pile TCP pour pouvoir communiquer avec des serveurs externes et internes. Avec les outils nécessaires, nous avons pu mener à bien le projet.