

Rapport du projet Reseaux1 de la 1^{ère} année cycle supérieure

Binôme N°5
2019 / 2020

Année

Projet Mise en place d'un réseau Wifi

Réalisé Par :

- BEN MESSAOUD Mohammed Issam Daoud
- AZIZ Rezak

Encadré Par :

AMROUCHE Hakim

Table des matières

| | | |
|------|---|----|
| I. | Introduction : | 3 |
| II. | Mode Ad-Hoc : | 4 |
| 1. | Mise en place du réseau : | 4 |
| a. | Création et configuration : | 4 |
| b. | Configuration d'IPv4 statique : | 5 |
| c. | Analyse des caractéristiques du réseau : | 5 |
| d. | Test de connectivité : | 6 |
| 2. | Evaluation des performances : | 7 |
| 3. | Analyse de fonctionnement et des trames : | 10 |
| III. | Mode infrastructure : | 12 |
| 1. | Mise en place du réseau : | 12 |
| a. | Création et configuration : | 12 |
| b. | Configuration des @IP.V4 des trois machines : | 12 |
| c. | Analyse des caractéristiques du réseau : | 13 |
| d. | Test de connectivité : | 14 |
| 2. | Evaluation des performances : | 14 |
| 3. | Analyse de fonctionnement et des trames : | 17 |
| IV. | Aspect sécurité des réseaux wifi : | 17 |
| V. | Conclusion : | 19 |
| VI. | Bibliographie : | 20 |

I. Introduction :

Depuis l'antiquité, l'humain s'est toujours préoccupé des manières pour transmettre les données de manière facile, fiable et efficace. C'est pour cela la transmission des données est passée par plusieurs étapes en utilisant du papier, de la lumière, des sons, des câbles... Mais L'apparition des technologies sans fil est sans doute l'un des phénomènes ayant marqué l'ère de l'informatique. Parmi ces technologies on s'intéresse particulièrement aux réseaux WIFI.

WIFI est un acronyme de Wireless Fidelity, il s'agit d'une technologie de réseau informatique qui permet de relier des ordinateurs portables, des ordinateurs fixes ou tout type de périphérique et ceci sans fil.

On distingue deux modes dans les réseaux WIFI :

- Mode sans infrastructure ou Ad-Hoc : il s'agit d'un réseau où les stations (machines) se communiquent entre elles directement, c'est-à-dire sans passer par un intermédiaire (sans point d'accès) on l'appelle aussi peer-to-peer.
- Mode avec infrastructure : il s'agit d'un réseau où les machines se communiquent via une station de base (Point d'accès) et aucune communication directe n'est autorisée entre les machines.

Dans ce projet, Il nous est demandé de mettre en place un réseau WIFI avec et sans infrastructure puis d'évaluer ses performances et analyser son fonctionnement.

II. Mode Ad-Hoc :

1. Mise en place du réseau :

Dans cette partie nous allons mettre en place un réseau wifi Ad-hoc, pour cela on a utilisé 2 machines sous Windows et 1 téléphone Android.

a. Création et configuration :

Pour créer un réseau Ad-Hoc on suit les étapes suivantes :

- Accéder à l'invite de commande en mode administrateur
- Vérifier que les machines supportent bien le mode Ad-Hoc et ceci en exécutant la commande : **netsh wlan show drivers**

```
C:\WINDOWS\system32>netsh wlan show drivers

Nom de l'interface : Wi-Fi 4

Pilote                : Carte réseau sans fil Qualcomm Atheros AR956x
Fournisseur           : Qualcomm Atheros Communications Inc.
Fournisseur           : Microsoft
Date                  : 26/03/2016
Version               : 3.0.2.201
Fichier INF           : athw8x.inf
Type                  : pilote Wi-Fi natif
Types de radios pris en charge : 802.11b 802.11g 802.11n
Prise en charge du mode FIPS 140-2 : oui
Protection des trames de gestion 802.11w prise en charge : Oui
Réseau hébergé pris en charge : oui
Authentification et chiffrement pris en charge en mode infrastructure :
```

On vérifie que la propriété « Réseau hébergé pris en charge » est à Oui. Sinon il suffit de mettre à jour la carte réseau (dans les dernières versions de windows 10 le mode Ad-Hoc n'est plus supporté)

- Pour créer le réseau on choisit un SSID (pour notre cas le SSID est SSID_8_B_5) et pour des raisons de sécurité on choisit un mot de passe. Pour appliquer ce SSID et ce mot de passe on exécute la commande :

**netsh wlan set hostednetwork mode=allow SSID= SSID_8_B_5
key=issamRezak**

```
C:\WINDOWS\system32>netsh wlan set hostednetwork mode=allow ssid=SSID_8_B_5 key= issamRezak
Le mode réseau hébergé a été autorisé.
Le SSID du réseau hébergé a bien été modifié.
La phrase secrète de la clé utilisateur du réseau hébergé a bien été modifiée.
```

- Pour démarrer le réseau on exécute la commande : **netsh wlan start hostednetwork**

```
C:\WINDOWS\system32>netsh wlan start hostednetwork
Le réseau hébergé a démarré.
```

- Si on accède au centre de réseau et de partage on remarque bien que le réseau est créé

SSID_8_B_5
Réseau privé

Type d'accès :
Connexions :

Pas d'accès réseau
Connexion au réseau
local* 17

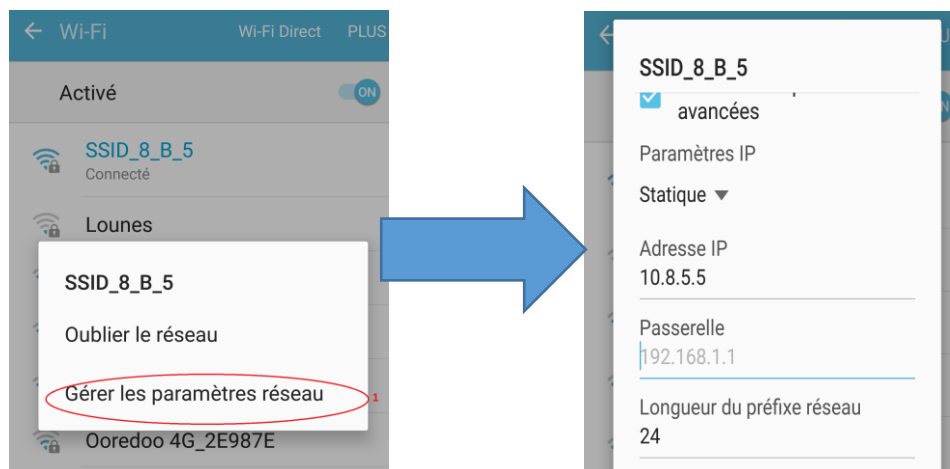
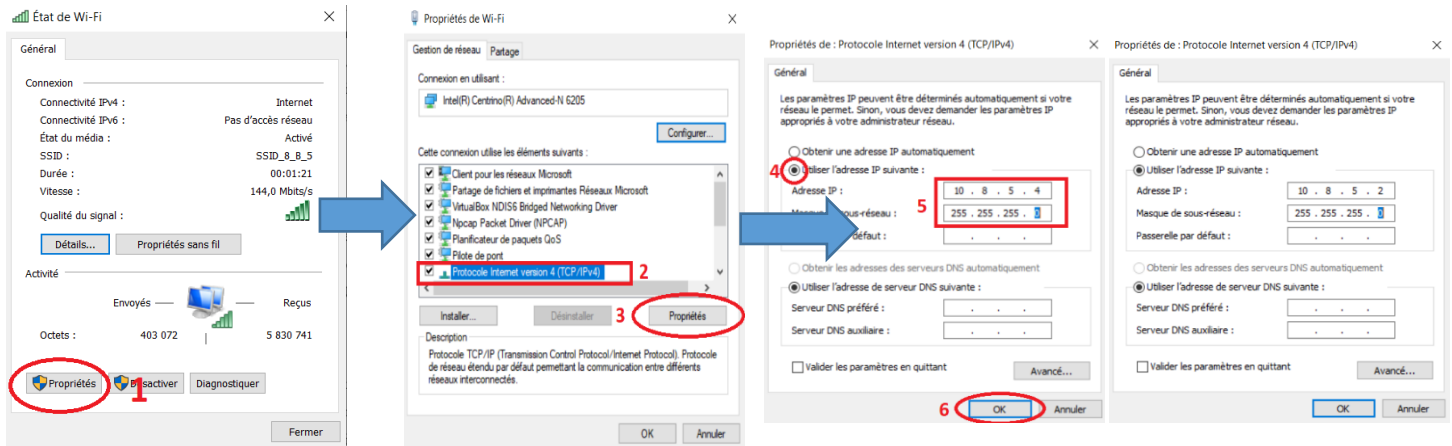
b. Configuration d'IPv4 statique :

Pour la configuration des IP statique on a choisi les IPs suivantes :

M1 : 10.8.5.2/24 pour la machine qui a créé le réseau Ad-Hoc

M2 : 10.8.5.4/24 pour la machine sous Windows

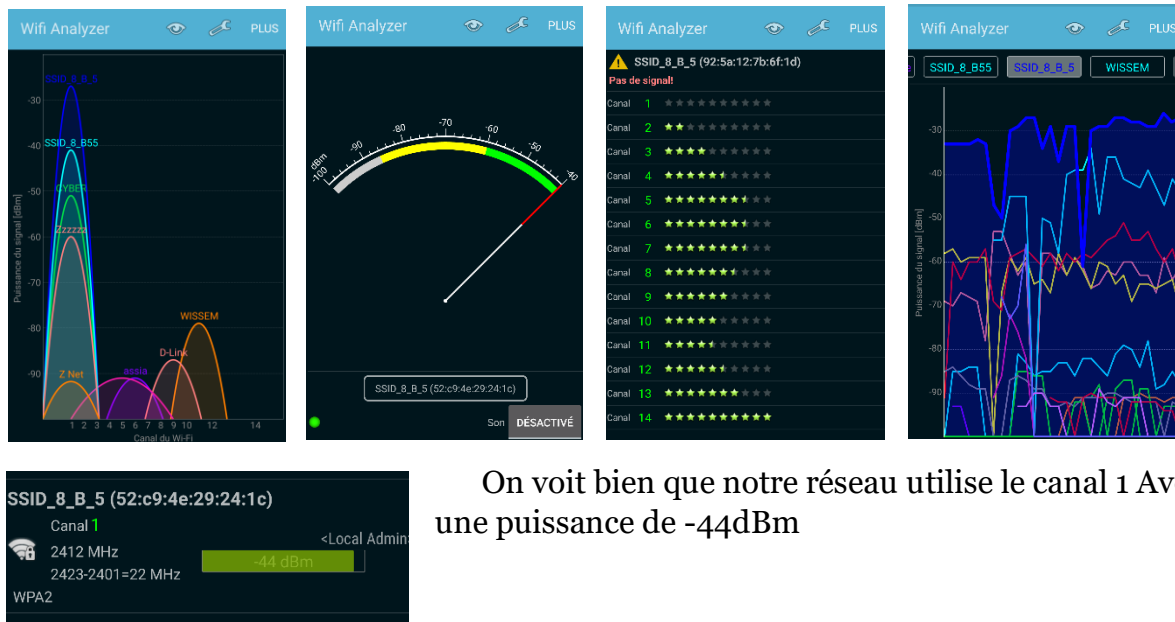
M3 : 10.8.5.5/24 pour la machine sous Android



c. Analyse des caractéristiques du réseau :

Pour analyser les caractéristiques de notre réseau on utilise une application Android qui se nomme Wifi Analyzer, cette application nous offre les caractéristiques suivantes :

- Voir la puissance des signaux présents (graphique du canal)
- Voir l'évolution des signaux dans le temps (graphique de temps)
- Voir les canaux disponibles et la note attribuée à chaque canal (Note du canal)
- Voir la liste des points d'accès (Liste des AP)
- Voir la puissance de signal de mon réseau (signal mètre)



d. Test de connectivité :

- De M2 vers M1 : on exécute sur M2 la commande : ping 10.8.5.2

```
C:\Windows\system32>ping 10.8.5.2

Envoi d'une requête 'Ping' 10.8.5.2 avec 32 octets de données :
Réponse de 10.8.5.2 : octets=32 temps=5 ms TTL=128
Réponse de 10.8.5.2 : octets=32 temps=2 ms TTL=128
Réponse de 10.8.5.2 : octets=32 temps=5 ms TTL=128
Réponse de 10.8.5.2 : octets=32 temps=5 ms TTL=128

Statistiques Ping pour 10.8.5.2:
    Paquets : envoyés = 4, reçus = 4, perdus = 0 (perte 0%),
    Durée approximative des boucles en millisecondes :
        Minimum = 2ms, Maximum = 5ms, Moyenne = 4ms
```

Interprétation :

L'envoi des données de la machine M2 vers M1 a été effectué avec succès (4 paquets envoyés, 0 perdu) car les machines appartiennent au même réseau. Les machines donc sont bien connectées.

- De M1 vers M2 : on exécute sur M1 la commande : ping 10.8.5.4

```
C:\Users\USER>ping 10.8.5.4

Envoi d'une requête 'Ping' 10.8.5.4 avec 32 octets de données :
Réponse de 10.8.5.4 : octets=32 temps=240 ms TTL=128
Réponse de 10.8.5.4 : octets=32 temps=176 ms TTL=128
Réponse de 10.8.5.4 : octets=32 temps=240 ms TTL=128
Réponse de 10.8.5.4 : octets=32 temps=284 ms TTL=128

Statistiques Ping pour 10.8.5.4:
    Paquets : envoyés = 4, reçus = 4, perdus = 0 (perte 0%),
    Durée approximative des boucles en millisecondes :
        Minimum = 176ms, Maximum = 284ms, Moyenne = 235ms
```

Interprétation :

L'envoi des données de la machine M1 vers M2 a été effectué avec succès (4 paquets envoyés, 0 perdu) car les machines appartiennent au même réseau. Les machines donc sont bien connectées.

On remarque que le ping depuis la machine qui a créé l'Ad-Hoc est plus rapide.

2. Evaluation des performances :

Pour évaluer les performances on utilise l'outil **iperf** en ligne de commande, on lance la machine M1 en serveur via la commande : `iperf3 -s`

a. Cas 1 : un seul flux d'une seule machine client vers le serveur :

On lance sur la machine M2 la commande : `iperf3 -c 10.8.5.4` (M2 devient en mode client)

| | | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|--|
| C:\Users\Rezak AZIZ\Desktop\iperf-3.1.3-win64>iperf3 -c 10.8.5.2 | | | | F:\ESI\1CS\RES1\mail\TP\iperf-3.1.3-win64>iperf3 -s | | | |
| Connecting to host 10.8.5.2, port 5201 | | | | Server listening on 5201 | | | |
| [4] local 10.8.5.4 port 53906 connected to 10.8.5.2 port 5201 | | | | Accepted connection from 10.8.5.4, port 53905 | | | |
| [ID] Interval Transfer Bandwidth | | | | [5] local 10.8.5.2 port 5201 connected to 10.8.5.4 port 53906 | | | |
| [4] 0.00-1.00 sec 5.25 MBytes 43.9 Mbits/sec | | | | [ID] Interval Transfer Bandwidth | | | |
| [4] 1.00-2.01 sec 4.75 MBytes 39.6 Mbits/sec | | | | [5] 0.00-1.00 sec 5.02 MBytes 42.0 Mbits/sec | | | |
| [4] 2.01-3.01 sec 4.38 MBytes 36.7 Mbits/sec | | | | [5] 1.00-2.00 sec 4.84 MBytes 40.6 Mbits/sec | | | |
| [4] 3.01-4.02 sec 5.25 MBytes 43.9 Mbits/sec | | | | [5] 2.00-3.00 sec 4.33 MBytes 36.2 Mbits/sec | | | |
| [4] 4.02-5.01 sec 5.38 MBytes 45.2 Mbits/sec | | | | [5] 3.00-4.00 sec 5.17 MBytes 43.5 Mbits/sec | | | |
| [4] 5.01-6.01 sec 4.88 MBytes 40.9 Mbits/sec | | | | [5] 4.00-5.00 sec 5.44 MBytes 45.7 Mbits/sec | | | |
| [4] 6.01-7.01 sec 2.88 MBytes 24.2 Mbits/sec | | | | [5] 5.00-6.00 sec 4.97 MBytes 41.6 Mbits/sec | | | |
| [4] 7.01-8.00 sec 3.75 MBytes 31.7 Mbits/sec | | | | [5] 6.00-7.00 sec 2.72 MBytes 22.8 Mbits/sec | | | |
| [4] 8.00-9.01 sec 4.25 MBytes 35.3 Mbits/sec | | | | [5] 7.00-8.00 sec 3.79 MBytes 31.8 Mbits/sec | | | |
| [4] 9.01-10.01 sec 4.62 MBytes 39.0 Mbits/sec | | | | [5] 8.00-9.00 sec 4.25 MBytes 35.7 Mbits/sec | | | |
| [ID] Interval Transfer Bandwidth | | | | [5] 9.00-10.00 sec 4.64 MBytes 38.9 Mbits/sec | | | |
| [4] 0.00-10.01 sec 45.4 MBytes 38.0 Mbits/sec | | | | [5] 10.00-10.04 sec 198 KBytes 42.3 Mbits/sec | | | |
| [4] 0.00-10.01 sec 45.4 MBytes 38.0 Mbits/sec | | | | [ID] Interval Transfer Bandwidth | | | |
| iperf Done. | | | | [5] 0.00-10.04 sec 0.00 Bytes 0.00 bits/sec | | | |
| | | | | [5] 0.00-10.04 sec 45.4 MBytes 37.9 Mbits/sec | | | |
| | | | | Server listening on 5201 | | | |

Coté client

Coté serveur

Interprétation : on remarque que le flux a été transféré entre les deux stations avec un débit applicatif ≈ 40 Mb/s.

b. Cas 2 : 4 flux d'une machine client vers le serveur :

On lance la commande sur la machine M2 : `iperf3 -c 10.8.5.4 -P 4`

| | | | | | | | | |
|---|--|--|--|---|--|--|--|----------|
| C:\Users\Rezak AZIZ\Desktop\iperf-3.1.3-win64>iperf3 -c 10.8.5.2 -P 4 | | | | [4] 5.01-6.01 sec 1.00 MBytes 8.39 Mbits/sec | | | | |
| Connecting to host 10.8.5.2, port 5201 | | | | [6] 5.01-6.01 sec 896 KBytes 7.34 Mbits/sec | | | | |
| [4] local 10.8.5.4 port 53908 connected to 10.8.5.2 port 5201 | | | | [8] 5.01-6.01 sec 896 KBytes 7.34 Mbits/sec | | | | |
| [6] local 10.8.5.4 port 53909 connected to 10.8.5.2 port 5201 | | | | [10] 5.01-6.01 sec 896 KBytes 7.34 Mbits/sec | | | | |
| [8] local 10.8.5.4 port 53910 connected to 10.8.5.2 port 5201 | | | | [SUM] 5.01-6.01 sec 3.62 MBytes 30.4 Mbits/sec | | | | |
| [10] local 10.8.5.4 port 53911 connected to 10.8.5.2 port 5201 | | | | [4] 6.01-7.01 sec 1.00 MBytes 8.45 Mbits/sec | | | | |
| [ID] Interval Transfer Bandwidth | | | | [6] 6.01-7.01 sec 896 KBytes 7.39 Mbits/sec | | | | |
| [4] 0.00-1.01 sec 1.12 MBytes 9.33 Mbits/sec | | | | [8] 6.01-7.01 sec 1.00 MBytes 8.45 Mbits/sec | | | | |
| [6] 0.00-1.01 sec 1.00 MBytes 8.29 Mbits/sec | | | | [10] 6.01-7.01 sec 896 KBytes 7.39 Mbits/sec | | | | |
| [8] 0.00-1.01 sec 1.00 MBytes 8.29 Mbits/sec | | | | [SUM] 6.01-7.01 sec 3.75 MBytes 31.7 Mbits/sec | | | | |
| [10] 0.00-1.01 sec 896 KBytes 7.26 Mbits/sec | | | | [4] 7.01-8.01 sec 1.00 MBytes 8.33 Mbits/sec | | | | |
| [SUM] 0.00-1.01 sec 4.00 MBytes 33.2 Mbits/sec | | | | [6] 7.01-8.01 sec 1.00 MBytes 8.33 Mbits/sec | | | | |
| [4] 1.01-2.01 sec 1.25 MBytes 10.5 Mbits/sec | | | | [8] 7.01-8.01 sec 896 KBytes 7.29 Mbits/sec | | | | |
| [6] 1.01-2.01 sec 1.38 MBytes 11.5 Mbits/sec | | | | [10] 7.01-8.01 sec 1.00 MBytes 8.33 Mbits/sec | | | | |
| [8] 1.01-2.01 sec 1.25 MBytes 10.5 Mbits/sec | | | | [SUM] 7.01-8.01 sec 3.88 MBytes 32.3 Mbits/sec | | | | |
| [10] 1.01-2.01 sec 1.25 MBytes 10.5 Mbits/sec | | | | [4] 8.01-9.01 sec 640 KBytes 5.24 Mbits/sec | | | | |
| [SUM] 1.01-2.01 sec 5.12 MBytes 42.9 Mbits/sec | | | | [6] 8.01-9.01 sec 640 KBytes 5.24 Mbits/sec | | | | |
| [4] 2.01-3.01 sec 1.12 MBytes 9.45 Mbits/sec | | | | [8] 8.01-9.01 sec 640 KBytes 5.24 Mbits/sec | | | | |
| [6] 2.01-3.01 sec 1.12 MBytes 9.45 Mbits/sec | | | | [10] 8.01-9.01 sec 640 KBytes 5.24 Mbits/sec | | | | |
| [8] 2.01-3.01 sec 1.25 MBytes 10.5 Mbits/sec | | | | [SUM] 8.01-9.01 sec 2.50 MBytes 21.0 Mbits/sec | | | | |
| [10] 2.01-3.01 sec 1.25 MBytes 10.5 Mbits/sec | | | | [4] 9.01-10.01 sec 1.00 MBytes 8.39 Mbits/sec | | | | |
| [SUM] 2.01-3.01 sec 4.75 MBytes 39.9 Mbits/sec | | | | [6] 9.01-10.01 sec 1.00 MBytes 8.39 Mbits/sec | | | | |
| [4] 3.01-4.01 sec 1.12 MBytes 9.45 Mbits/sec | | | | [8] 9.01-10.01 sec 1.00 MBytes 8.39 Mbits/sec | | | | |
| [6] 3.01-4.01 sec 1.12 MBytes 9.45 Mbits/sec | | | | [10] 9.01-10.01 sec 1.00 MBytes 8.39 Mbits/sec | | | | |
| [8] 3.01-4.01 sec 1.00 MBytes 8.40 Mbits/sec | | | | [SUM] 9.01-10.01 sec 4.00 MBytes 33.6 Mbits/sec | | | | |
| [10] 3.01-4.01 sec 1.00 MBytes 8.40 Mbits/sec | | | | [ID] Interval Transfer Bandwidth | | | | |
| [SUM] 3.01-4.01 sec 4.25 MBytes 35.7 Mbits/sec | | | | [4] 0.00-10.01 sec 10.2 MBytes 8.59 Mbits/sec | | | | sender |
| [4] 4.01-5.01 sec 1.00 MBytes 8.37 Mbits/sec | | | | [4] 0.00-10.01 sec 10.2 MBytes 8.59 Mbits/sec | | | | receiver |
| [6] 4.01-5.01 sec 1.00 MBytes 8.37 Mbits/sec | | | | [6] 0.00-10.01 sec 10.0 MBytes 8.38 Mbits/sec | | | | sender |
| [8] 4.01-5.01 sec 1.00 MBytes 8.37 Mbits/sec | | | | [6] 0.00-10.01 sec 10.0 MBytes 8.38 Mbits/sec | | | | receiver |
| [10] 4.01-5.01 sec 896 KBytes 7.33 Mbits/sec | | | | [8] 0.00-10.01 sec 9.88 MBytes 8.27 Mbits/sec | | | | sender |
| [SUM] 4.01-5.01 sec 3.88 MBytes 32.4 Mbits/sec | | | | [8] 0.00-10.01 sec 9.83 MBytes 8.23 Mbits/sec | | | | receiver |
| [4] 5.01-6.01 sec 1.00 MBytes 8.39 Mbits/sec | | | | [10] 0.00-10.01 sec 9.62 MBytes 8.06 Mbits/sec | | | | sender |
| | | | | [10] 0.00-10.01 sec 9.57 MBytes 8.02 Mbits/sec | | | | receiver |
| | | | | [SUM] 0.00-10.01 sec 39.8 MBytes 33.3 Mbits/sec | | | | sender |
| | | | | [SUM] 0.00-10.01 sec 39.6 MBytes 33.2 Mbits/sec | | | | receiver |
| | | | | iperf Done. | | | | |

Interprétation :

Le débit mesuré dans ce cas représente un quart du débit mesuré précédemment ≈ 10 , donc le débit est partagé entre les 4 flux.

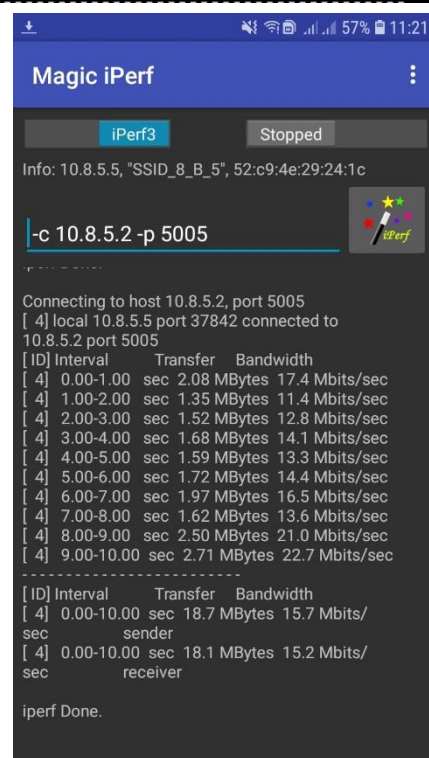
c. Cas 3 : un seul flux de la machine client M2 et M3 vers la machine serveur M1 :

```
C:\Users\Rezaz AZIZ\Desktop\iperf-3.1.3-win64>iperf3 -c 10.8.5.2
iperf3: error - the server is busy running a test. try again later
```

Interprétation : le port 5201 du serveur est occupé par la machine client M3 d'où la nécessité de faire le serveur écouter dans un autre port et cela en ouvrant une deuxième invite de commande en parallèle avec la première et en exécutant la commande iperf3 -s -p 5005, (5005 le numéro du deuxième port).

```
λ iperf3 -s -p 5005
-----
Server listening on 5005
-----
Accepted connection from 10.8.5.5, port 37841
[ 5] local 10.8.5.2 port 5005 connected to 10.8.5.5 port 37842
[ ID] Interval      Transfer    Bandwidth
[ 5] 0.00-1.00 sec  1.38 MBytes 11.5 Mbits/sec
[ 5] 1.00-2.00 sec  1.52 MBytes 12.8 Mbits/sec
[ 5] 2.00-3.00 sec  1.23 MBytes 10.3 Mbits/sec
[ 5] 3.00-4.00 sec  1.92 MBytes 16.1 Mbits/sec
[ 5] 4.00-5.00 sec  1.73 MBytes 14.5 Mbits/sec
[ 5] 5.00-6.00 sec  1.51 MBytes 12.7 Mbits/sec
[ 5] 6.00-7.00 sec  1.75 MBytes 14.7 Mbits/sec
[ 5] 7.00-8.00 sec  1.94 MBytes 16.3 Mbits/sec
[ 5] 8.00-9.00 sec  2.55 MBytes 21.4 Mbits/sec
[ 5] 9.00-10.01 sec 2.40 MBytes 20.1 Mbits/sec
[ 5] 10.01-10.12 sec 207 KBytes  15.3 Mbits/sec
-----
[ ID] Interval      Transfer    Bandwidth
[ 5] 0.00-10.12 sec  0.00 Bytes  0.00 bits/sec
[ 5] 0.00-10.12 sec 18.1 MBytes 15.0 Mbits/sec
-----
Server listening on 5005
```

*Le flux envoyé
par M3
d'adresse
10.8.5.5 est
reçu à travers
le port 5005*



The screenshot shows the Magic iPerf application interface. At the top, there's a status bar with "iPerf3" and "Stopped". Below that, the IP address "10.8.5.5" and SSID "SSID_8_B_5" are displayed. The command "-c 10.8.5.2 -p 5005" is entered in the command field. The output shows the connection process and a table of bandwidth test results. The final summary shows a total transfer of 18.1 MBytes and a bandwidth of 15.2 Mbits/sec.

```
Connecting to host 10.8.5.2, port 5005
[ 4] local 10.8.5.5 port 37842 connected to 10.8.5.2 port 5005
[ ID] Interval      Transfer    Bandwidth
[ 4] 0.00-1.00 sec  2.08 MBytes 17.4 Mbits/sec
[ 4] 1.00-2.00 sec  1.35 MBytes 11.4 Mbits/sec
[ 4] 2.00-3.00 sec  1.52 MBytes 12.8 Mbits/sec
[ 4] 3.00-4.00 sec  1.68 MBytes 14.1 Mbits/sec
[ 4] 4.00-5.00 sec  1.59 MBytes 13.3 Mbits/sec
[ 4] 5.00-6.00 sec  1.72 MBytes 14.4 Mbits/sec
[ 4] 6.00-7.00 sec  1.97 MBytes 16.5 Mbits/sec
[ 4] 7.00-8.00 sec  1.62 MBytes 13.6 Mbits/sec
[ 4] 8.00-9.00 sec  2.50 MBytes 21.0 Mbits/sec
[ 4] 9.00-10.00 sec 2.71 MBytes 22.7 Mbits/sec
-----
[ ID] Interval      Transfer    Bandwidth
[ 4] 0.00-10.00 sec 18.7 MBytes 15.7 Mbits/sec
[ 4] 0.00-10.00 sec 18.1 MBytes 15.2 Mbits/sec
iperf Done.
```



```

-----
Accepted connection from 10.8.5.4, port 53917
[ 5] local 10.8.5.2 port 5201 connected to 10.8.5.4 port 53918
[ ID] Interval      Transfer      Bandwidth
[ 5]  0.00-1.00    sec  3.85 MBytes  32.2 Mbits/sec
[ 5]  1.00-2.00    sec  3.27 MBytes  27.4 Mbits/sec
[ 5]  2.00-3.00    sec  1.70 MBytes  14.2 Mbits/sec
[ 5]  3.00-4.00    sec  2.09 MBytes  17.6 Mbits/sec
[ 5]  4.00-5.00    sec  1.70 MBytes  14.2 Mbits/sec
[ 5]  5.00-6.00    sec  1.91 MBytes  16.1 Mbits/sec
[ 5]  6.00-7.00    sec  1.81 MBytes  15.2 Mbits/sec
[ 5]  7.00-8.00    sec  1.22 MBytes  10.3 Mbits/sec
[ 5]  8.00-9.00    sec  1.85 MBytes  15.5 Mbits/sec
[ 5]  9.00-10.00   sec  1.86 MBytes  15.7 Mbits/sec
[ 5] 10.00-10.03   sec   111 KBytes  35.1 Mbits/sec
-----
[ ID] Interval      Transfer      Bandwidth
[ 5]  0.00-10.03   sec    0.00 Bytes    0.00 bits/sec
[ 5]  0.00-10.03   sec  21.4 MBytes  17.9 Mbits/sec
-----
Server listening on 5201
-----

```

*Le flux envoyé
par M2
d'adresse
10.8.5.4 est
reçu à travers
le port 5005*

Interprétation : le débit a été partagé équitablement entre les deux machines clients (≈ 20 mb/s pour chacune).

d. Cas 4 : 4 flux de la machine client M2 et M3 vers la machine serveur M1

```

-----
[ ID] Interval      Transfer      Bandwidth
[ 6]  0.00-10.16   sec    0.00 Bytes    0.00 bits/sec
[ 6]  0.00-10.16   sec  5.38 MBytes  4.44 Mbits/sec
[ 10] 0.00-10.16   sec    0.00 Bytes    0.00 bits/sec
[ 10] 0.00-10.16   sec  5.12 MBytes  4.23 Mbits/sec
[ 13] 0.00-10.16   sec    0.00 Bytes    0.00 bits/sec
[ 13] 0.00-10.16   sec  5.12 MBytes  4.23 Mbits/sec
[ 15] 0.00-10.16   sec    0.00 Bytes    0.00 bits/sec
[ 15] 0.00-10.16   sec  4.97 MBytes  4.11 Mbits/sec
[SUM] 0.00-10.16   sec    0.00 Bytes    0.00 bits/sec
[SUM] 0.00-10.16   sec  20.6 MBytes  17.0 Mbits/sec
-----
Server listening on 5201
-----

```

*Les 4 flux envoyés
par M2 d'adresse
10.8.5.4 sont
reçus à travers le
port 5201*

```

-----
[ ID] Interval      Transfer      Bandwidth
[ 5]  0.00-10.42   sec    0.00 Bytes    0.00 bits/sec
[ 5]  0.00-10.42   sec  4.46 MBytes  3.59 Mbits/sec
[ 7]  0.00-10.42   sec    0.00 Bytes    0.00 bits/sec
[ 7]  0.00-10.42   sec  4.56 MBytes  3.67 Mbits/sec
[ 9]  0.00-10.42   sec    0.00 Bytes    0.00 bits/sec
[ 9]  0.00-10.42   sec  4.59 MBytes  3.69 Mbits/sec
[ 11] 0.00-10.42   sec    0.00 Bytes    0.00 bits/sec
[ 11] 0.00-10.42   sec  4.58 MBytes  3.69 Mbits/sec
[SUM] 0.00-10.42   sec    0.00 Bytes    0.00 bits/sec
[SUM] 0.00-10.42   sec  18.2 MBytes  14.6 Mbits/sec
-----
Server listening on 5005
-----

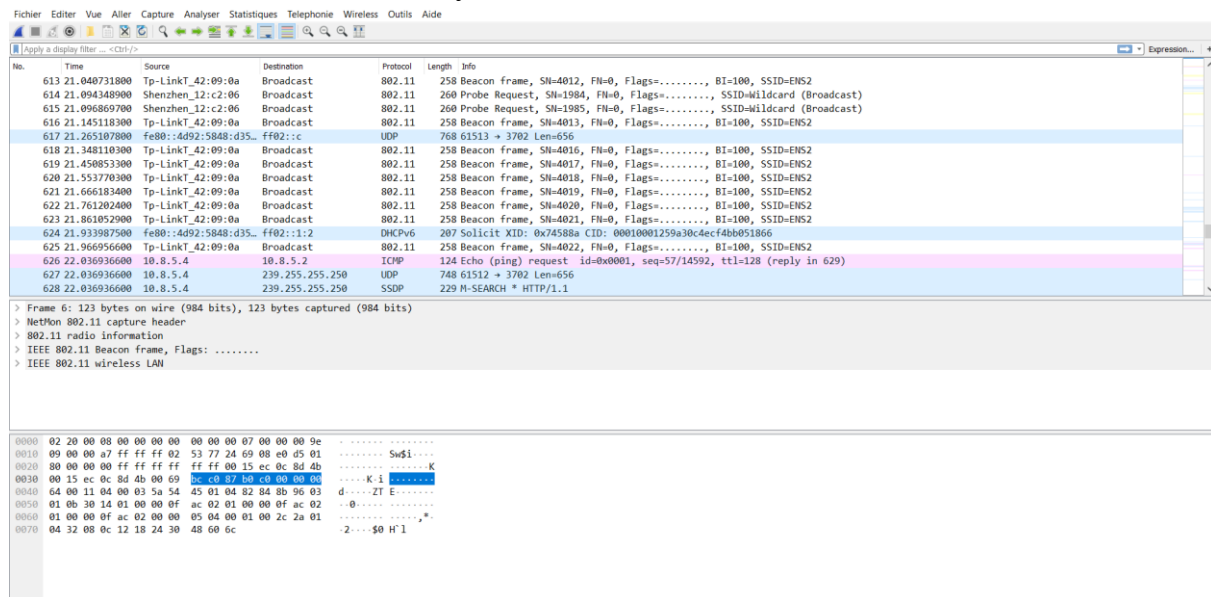
```

*Les 4 flux
envoyés par M3
d'adresse 10.8.5.5
sont reçus à
travers le port
5005*

Interprétation : le débit a été partagé équitablement entre les deux machines clients et entre les 4 flux de chaque machine (≈ 5 mb/s).

3. Analyse de fonctionnement et des trames :

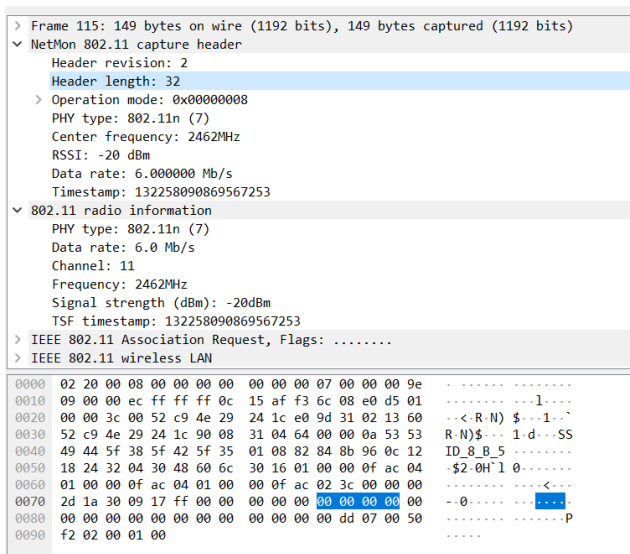
Après avoir capturé les trames dans notre réseau via l'outil **Microsoft Network Monitor MNM3.4** on les analyse avec l'outil **Wireshark** :



On remarque la présence de plusieurs types de trames :

- Trames de gestion : ce sont les trames qui vont permettre d'établir l'identité du réseau, offrir la possibilité aux stations de s'y connecter, etc. Il y en a plusieurs types de trames de gestion tels que Beacon, les trames d'action, Probe, les trames d'Association (Ces requêtes permettent aux stations d'essayer de rejoindre un réseau. Elles vont de pair avec les réponses d'association qui représentent les réponses du point d'accès) et les trames d'Authentification (Elles précèdent les requêtes d'association. Leur but est d'authentifier la station qui essaye de se connecter au point d'accès).

```
114 6.415225900 IntelCor_02:13:60 52:c9:4e:29:24:1c 802.11 62 Authentication, SN=136, FN=0, Flags=.....
115 6.478488300 IntelCor_02:13:60 52:c9:4e:29:24:1c 802.11 149 Association Request, SN=137, FN=0, Flags=....., SSID=SSID_8_B_5
```



On voit que la Machine M2 a envoyé une trame d'authentification et une trame d'association vers la machine M1. La trame d'authentification est envoyée pour indiquer l'identité de M2, puis une trame d'association est envoyée, elle contient les éléments de synchronisation tels que les débits.

Pour exemple la trame d'association a les caractéristiques suivantes :

Taille : 149 octets

Taille de l'entête : 32 octets

Fréquence : 2462MHz

Débit : 6Mb/s

- Trame de contrôle : Ce type de trames sert principalement à administrer les accès au média sans-fil. On retrouve dans cette catégorie les trames (Request-to-Send, Clear-to-Send et Acknowledgment), on a pu capter la trame d'acquittement suivante :

| | | | | | |
|-----|-------------|----------|----------|-----|---|
| 190 | 7.831852600 | 10.8.5.4 | 10.8.5.2 | TCP | 104 5357 → 49830 [FIN, ACK] Seq=2352 Ack=956 Win=525568 Len=0 |
| 191 | 7.831888100 | 10.8.5.2 | 10.8.5.4 | TCP | 104 49830 → 5357 [ACK] Seq=956 Ack=2353 Win=131328 Len=0 |

- Trame de données : ce sont les trames pour le transfert de données. Pour notre cas, on les trouve sous forme d'une trame envoyée avec le protocole ICMP (utilisé par le ping).

| No. | Time | Source | Destination | Protocol | Length | Info |
|-----|--------------|----------|-------------|----------|--------|---|
| 626 | 22.036936600 | 10.8.5.4 | 10.8.5.2 | ICMP | 124 | Echo (ping) request id=0x0001, seq=57/14592, ttl=128 (reply in 629) |
| 629 | 22.037007400 | 10.8.5.2 | 10.8.5.4 | ICMP | 124 | Echo (ping) reply id=0x0001, seq=57/14592, ttl=128 (request in 626) |
| 634 | 22.241610900 | 10.8.5.4 | 10.8.5.2 | ICMP | 124 | Echo (ping) request id=0x0001, seq=58/14848, ttl=128 (reply in 635) |
| 635 | 22.241706600 | 10.8.5.2 | 10.8.5.4 | ICMP | 124 | Echo (ping) reply id=0x0001, seq=58/14848, ttl=128 (request in 634) |
| 662 | 24.111193200 | 10.8.5.4 | 10.8.5.2 | ICMP | 124 | Echo (ping) request id=0x0001, seq=59/15104, ttl=128 (reply in 664) |
| 664 | 24.111305600 | 10.8.5.2 | 10.8.5.4 | ICMP | 124 | Echo (ping) reply id=0x0001, seq=59/15104, ttl=128 (request in 662) |
| 669 | 24.502692500 | 10.8.5.4 | 10.8.5.2 | ICMP | 124 | Echo (ping) request id=0x0001, seq=60/15360, ttl=128 (reply in 670) |
| 670 | 24.502773100 | 10.8.5.2 | 10.8.5.4 | ICMP | 124 | Echo (ping) reply id=0x0001, seq=60/15360, ttl=128 (request in 669) |

Elles ont les caractéristiques suivantes :

Taille : 124 octets

Taille de l'entête 32 octets

Fréquence : 2462Mhz

Débit 22Mb/s (élevé par rapport aux trames de gestion)

Type : 802.11n

> Frame 626: 124 bytes on wire (992 bits), 124 bytes captured (992 bits)

NetMon 802.11 capture header

Header revision: 2

Header length: 32

> Operation mode: 0x00000008

PHY type: 802.11n (7)

Center frequency: 2462MHz

RSSI: -85 dBm

Data rate: 22.000000 Mb/s

Timestamp: 132258091025151736

802.11 radio information

PHY type: 802.11n (7)

Data rate: 22.0 Mb/s

Channel: 11

Frequency: 2462MHz

Signal strength (dBm): -85dBm

TSF timestamp: 132258091025151736

IEEE 802.11 Data, Flags:T

Type/Subtype: Data (0x0020)

| | | | |
|------|-------------------------|-------------------------|-------------------|
| 0000 | 02 20 00 08 00 00 00 00 | 00 00 00 07 00 00 00 9e | |
| 0010 | 09 00 00 ab ff ff ff 2c | f8 b6 39 76 08 e0 d5 01 |, --9v.... |
| 0020 | 08 01 30 00 52 c9 4e 29 | 24 1c e0 9d 31 02 13 60 | --0-R-N) \$...1.. |
| 0030 | 52 c9 4e 29 24 1c c0 04 | aa aa 03 00 00 00 08 00 | R-N)\$..... |
| 0040 | 45 00 00 3c b8 35 00 00 | 80 01 64 76 0a 08 05 04 | E-<-5-...dv.... |
| 0050 | 0a 08 05 02 08 00 4d 22 | 00 01 00 39 61 62 63 64 |M" ...9abcd |
| 0060 | 65 66 67 68 69 6a 6b 6c | 6d 6e 6f 70 71 72 73 74 | efghijkl mnopqrst |
| 0070 | 75 76 77 61 62 63 64 65 | 66 67 68 69 | uvwabcde fghi |

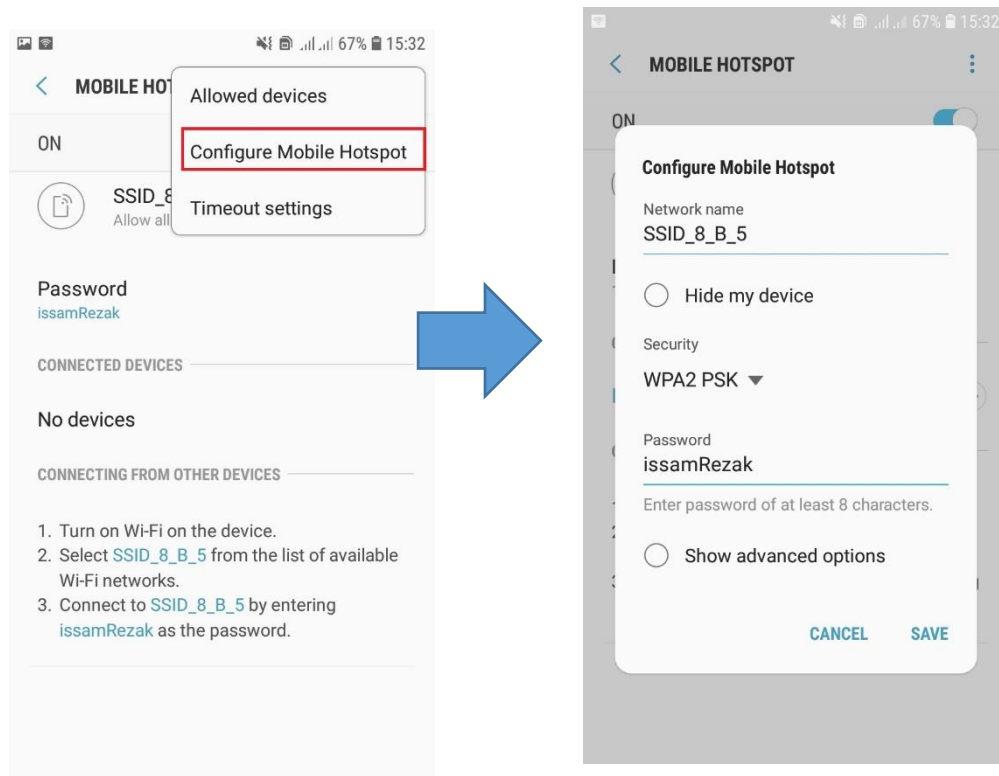
III. Mode infrastructure :

1. Mise en place du réseau :

a. Création et configuration :

Dans ce mode, comme on n'avait pas un point d'accès physique, on s'est servi d'un téléphone portable comme point d'accès.

La configuration du réseau se fait par les paramètres du téléphone comme montrée dans cette figure ci-dessous :



b. Configuration des @IP.V4 des trois machines

On a choisi d'associer les adresses IPV4 comme suit :

La machine M1 : 10.8.5.1/24

La machine M2 : 10.8.5.4/24

La machine M3 : 10.8.5.5/24

On procède de la même manière que pour la partie Ad Hoc

c. Analyse des caractéristiques du réseau :



d. Test de connectivité :

- De M2 vers M1 : on exécute sur M2 la commande : ping 10.8.5.1

```
C:\Users\Rezak AZIZ\Desktop\iperf-3.1.3-win64>ping 10.8.5.1

Envoi d'une requête 'Ping' 10.8.5.1 avec 32 octets de données :
Réponse de 10.8.5.1 : octets=32 temps=9 ms TTL=128
Réponse de 10.8.5.1 : octets=32 temps=4 ms TTL=128
Réponse de 10.8.5.1 : octets=32 temps=5 ms TTL=128
Réponse de 10.8.5.1 : octets=32 temps=5 ms TTL=128

Statistiques Ping pour 10.8.5.1:
    Paquets : envoyés = 4, reçus = 4, perdus = 0 (perte 0%),
Durée approximative des boucles en millisecondes :
    Minimum = 4ms, Maximum = 9ms, Moyenne = 5ms
```

Interprétation :

L'envoi des données de la machine M2 vers M1 a été effectué avec succès (4 paquets envoyés, 0 perdu) car les machines

appartiennent au même réseau. Les machines donc sont bien connectées.

- De M1 vers M2 : on exécute sur M1 la commande : ping 10.8.5.4

```
C:\Users\USER>ping 10.8.5.4

Envoi d'une requête 'Ping' 10.8.5.4 avec 32 octets de données :
Réponse de 10.8.5.4 : octets=32 temps=8 ms TTL=128
Réponse de 10.8.5.4 : octets=32 temps=7 ms TTL=128
Réponse de 10.8.5.4 : octets=32 temps=7 ms TTL=128
Réponse de 10.8.5.4 : octets=32 temps=9 ms TTL=128

Statistiques Ping pour 10.8.5.4:
    Paquets : envoyés = 4, reçus = 4, perdus = 0 (perte 0%),
Durée approximative des boucles en millisecondes :
    Minimum = 7ms, Maximum = 9ms, Moyenne = 7ms
```

Interprétation :

L'envoi des données de la machine M1 vers M2 a été effectué avec succès (4 paquets envoyés, 0 perdu) car les machines

appartiennent au même réseau. Les machines donc sont bien connectées.

2. Evaluation des performances :

a. Cas 1 : un seul flux d'une seule machine client vers le serveur :

```
\ iperf3 -c 10.8.5.4
Connecting to host 10.8.5.4, port 5201
[ 4] local 10.8.5.1 port 52472 connected to 10.8.5.4 port 5201
[ ID] Interval           Transfer    Bandwidth
[ 4] 0.00-1.00      sec    2.50 MBytes  21.0 Mbits/sec
[ 4] 1.00-2.00      sec    2.62 MBytes  22.0 Mbits/sec
[ 4] 2.00-3.01      sec    2.62 MBytes  21.8 Mbits/sec
[ 4] 3.01-4.00      sec    2.38 MBytes  20.1 Mbits/sec
[ 4] 4.00-5.01      sec    2.50 MBytes  20.8 Mbits/sec
[ 4] 5.01-6.01      sec    2.38 MBytes  20.1 Mbits/sec
[ 4] 6.01-7.00      sec    2.38 MBytes  20.0 Mbits/sec
[ 4] 7.00-8.00      sec    2.62 MBytes  22.0 Mbits/sec
[ 4] 8.00-9.01      sec    2.38 MBytes  19.7 Mbits/sec
[ 4] 9.01-10.00     sec    2.38 MBytes  20.2 Mbits/sec
--
[ ID] Interval           Transfer    Bandwidth
[ 4] 0.00-10.00     sec   24.8 MBytes  20.8 Mbits/sec
[ 4] 0.00-10.00     sec   24.7 MBytes  20.8 Mbits/sec
iperf Done.
```

Interprétation : on remarque que le flux a été transféré entre les deux stations avec un débit applicatif ≈ 20 Mb/s.

b. cas 2 : 4 flux d'une machine client vers le serveur :

| | | | | | | | | | |
|---|---------------------------|---------------------------------|----------------|-----------|------------|-----------------|----------------|--------|----------|
| F:\ESI\1CS\RES1\mail\TP\iperf-3.1.3-win64 | | | | | | | | | |
| λ iperf3 -c 10.8.5.4 -P 4 | | | | | | | | | |
| Connecting to host 10.8.5.4, port 5201 | | | | | | | | | |
| [4] | local 10.8.5.1 port 52474 | connected to 10.8.5.4 port 5201 | [4] | 5.01-6.00 | sec | 512 KBytes | 4.25 Mbits/sec | | |
| [6] | local 10.8.5.1 port 52475 | connected to 10.8.5.4 port 5201 | [6] | 5.01-6.00 | sec | 640 KBytes | 5.31 Mbits/sec | | |
| [8] | local 10.8.5.1 port 52476 | connected to 10.8.5.4 port 5201 | [8] | 5.01-6.00 | sec | 640 KBytes | 5.31 Mbits/sec | | |
| [10] | local 10.8.5.1 port 52477 | connected to 10.8.5.4 port 5201 | [10] | 5.01-6.00 | sec | 512 KBytes | 4.25 Mbits/sec | | |
| [SUM] | | | [SUM] | 5.01-6.00 | sec | 2.25 MBytes | 19.1 Mbits/sec | | |
| [ID] | Interval | Transfer | Bandwidth | | | | | | |
| [4] | 0.00-1.00 | sec 512 KBytes | 4.19 Mbits/sec | [4] | 6.00-7.01 | sec 640 KBytes | 5.18 Mbits/sec | | |
| [6] | 0.00-1.00 | sec 512 KBytes | 4.19 Mbits/sec | [6] | 6.00-7.01 | sec 640 KBytes | 5.18 Mbits/sec | | |
| [8] | 0.00-1.00 | sec 384 KBytes | 3.14 Mbits/sec | [8] | 6.00-7.01 | sec 512 KBytes | 4.14 Mbits/sec | | |
| [10] | 0.00-1.00 | sec 384 KBytes | 3.14 Mbits/sec | [10] | 6.00-7.01 | sec 768 KBytes | 6.21 Mbits/sec | | |
| [SUM] | 0.00-1.00 | sec 1.75 MBytes | 14.7 Mbits/sec | [SUM] | 6.00-7.01 | sec 2.50 MBytes | 20.7 Mbits/sec | | |
| | | | | | | | | | |
| [4] | 1.00-2.01 | sec 384 KBytes | 3.13 Mbits/sec | [4] | 7.01-8.01 | sec 640 KBytes | 5.28 Mbits/sec | | |
| [6] | 1.00-2.01 | sec 256 KBytes | 2.09 Mbits/sec | [6] | 7.01-8.01 | sec 640 KBytes | 5.28 Mbits/sec | | |
| [8] | 1.00-2.01 | sec 384 KBytes | 3.13 Mbits/sec | [8] | 7.01-8.01 | sec 640 KBytes | 5.28 Mbits/sec | | |
| [10] | 1.00-2.01 | sec 384 KBytes | 3.13 Mbits/sec | [10] | 7.01-8.01 | sec 512 KBytes | 4.23 Mbits/sec | | |
| [SUM] | 1.00-2.01 | sec 1.38 MBytes | 11.5 Mbits/sec | [SUM] | 7.01-8.01 | sec 2.38 MBytes | 20.1 Mbits/sec | | |
| | | | | | | | | | |
| [4] | 2.01-3.00 | sec 640 KBytes | 5.26 Mbits/sec | [4] | 8.01-9.00 | sec 640 KBytes | 5.26 Mbits/sec | | |
| [6] | 2.01-3.00 | sec 768 KBytes | 6.31 Mbits/sec | [6] | 8.01-9.00 | sec 640 KBytes | 5.26 Mbits/sec | | |
| [8] | 2.01-3.00 | sec 640 KBytes | 5.26 Mbits/sec | [8] | 8.01-9.00 | sec 640 KBytes | 5.26 Mbits/sec | | |
| [10] | 2.01-3.00 | sec 640 KBytes | 5.26 Mbits/sec | [10] | 8.01-9.00 | sec 640 KBytes | 5.26 Mbits/sec | | |
| [SUM] | 2.01-3.00 | sec 2.62 MBytes | 22.1 Mbits/sec | [SUM] | 8.01-9.00 | sec 2.50 MBytes | 21.0 Mbits/sec | | |
| | | | | | | | | | |
| [4] | 3.00-4.01 | sec 768 KBytes | 6.27 Mbits/sec | [4] | 9.00-10.01 | sec 640 KBytes | 5.22 Mbits/sec | | |
| [6] | 3.00-4.01 | sec 640 KBytes | 5.23 Mbits/sec | [6] | 9.00-10.01 | sec 512 KBytes | 4.17 Mbits/sec | | |
| [8] | 3.00-4.01 | sec 640 KBytes | 5.23 Mbits/sec | [8] | 9.00-10.01 | sec 640 KBytes | 5.22 Mbits/sec | | |
| [10] | 3.00-4.01 | sec 768 KBytes | 6.27 Mbits/sec | [10] | 9.00-10.01 | sec 768 KBytes | 6.26 Mbits/sec | | |
| [SUM] | 3.00-4.01 | sec 2.75 MBytes | 23.0 Mbits/sec | [SUM] | 9.00-10.01 | sec 2.50 MBytes | 20.9 Mbits/sec | | |
| | | | | | | | | | |
| [4] | 4.01-5.01 | sec 640 KBytes | 5.21 Mbits/sec | [ID] | Interval | Transfer | Bandwidth | | |
| [6] | 4.01-5.01 | sec 640 KBytes | 5.21 Mbits/sec | [4] | 0.00-10.01 | sec 5.88 MBytes | 4.92 Mbits/sec | sender | receiver |
| [8] | 4.01-5.01 | sec 768 KBytes | 6.25 Mbits/sec | [4] | 0.00-10.01 | sec 5.83 MBytes | 4.89 Mbits/sec | sender | receiver |
| [10] | 4.01-5.01 | sec 640 KBytes | 5.21 Mbits/sec | [6] | 0.00-10.01 | sec 5.75 MBytes | 4.82 Mbits/sec | sender | receiver |
| [SUM] | 4.01-5.01 | sec 2.62 MBytes | 21.9 Mbits/sec | [6] | 0.00-10.01 | sec 5.75 MBytes | 4.82 Mbits/sec | sender | receiver |
| | | | | | | | | | |
| [4] | 4.01-5.01 | sec 640 KBytes | 5.21 Mbits/sec | [8] | 0.00-10.01 | sec 5.75 MBytes | 4.82 Mbits/sec | sender | receiver |
| [6] | 4.01-5.01 | sec 640 KBytes | 5.21 Mbits/sec | [8] | 0.00-10.01 | sec 5.88 MBytes | 4.92 Mbits/sec | sender | receiver |
| [8] | 4.01-5.01 | sec 768 KBytes | 6.25 Mbits/sec | [10] | 0.00-10.01 | sec 5.83 MBytes | 4.88 Mbits/sec | sender | receiver |
| [10] | 4.01-5.01 | sec 640 KBytes | 5.21 Mbits/sec | [SUM] | 0.00-10.01 | sec 23.2 MBytes | 19.5 Mbits/sec | sender | receiver |
| [SUM] | 4.01-5.01 | sec 2.62 MBytes | 21.9 Mbits/sec | [SUM] | 0.00-10.01 | sec 23.2 MBytes | 19.4 Mbits/sec | sender | receiver |
| | | | | | | | | | |
| iperf Done. | | | | | | | | | |

Interprétation : Le débit mesuré dans ce cas représente un quart du débit mesuré précédemment, donc le débit est partagé entre les 4 flux (≈ 5 mb/s).

c. cas 3 : un seul flux de la machine client M2 et M3 vers la machine serveur M1 :

| | | | | |
|---|---------------------------|---------------------------------|----------------|----------|
| F:\ESI\1CS\RES1\mail\TP\iperf-3.1.3-win64 | | | | |
| λ iperf3 -c 10.8.5.4 -p 5005 | | | | |
| Connecting to host 10.8.5.4, port 5005 | | | | |
| [4] | local 10.8.5.1 port 51648 | connected to 10.8.5.4 port 5005 | | |
| [ID] | Interval | Transfer | Bandwidth | |
| [4] | 0.00-1.01 sec | 1.12 MBytes | 9.33 Mbits/sec | |
| [4] | 1.01-2.00 sec | 768 KBytes | 6.36 Mbits/sec | |
| [4] | 2.00-3.00 sec | 768 KBytes | 6.29 Mbits/sec | |
| [4] | 3.00-4.01 sec | 896 KBytes | 7.28 Mbits/sec | |
| [4] | 4.01-5.00 sec | 640 KBytes | 5.29 Mbits/sec | |
| [4] | 5.00-6.01 sec | 768 KBytes | 6.26 Mbits/sec | |
| [4] | 6.01-7.00 sec | 640 KBytes | 5.26 Mbits/sec | |
| [4] | 7.00-8.01 sec | 640 KBytes | 5.20 Mbits/sec | |
| [4] | 8.01-9.01 sec | 896 KBytes | 7.38 Mbits/sec | |
| [4] | 9.01-10.00 sec | 1.38 MBytes | 11.6 Mbits/sec | |
| | | | | |
| [ID] | Interval | Transfer | Bandwidth | |
| [4] | 0.00-10.00 sec | 8.38 MBytes | 7.02 Mbits/sec | sender |
| [4] | 0.00-10.00 sec | 8.36 MBytes | 7.01 Mbits/sec | receiver |
| iperf Done. | | | | |

Interprétation : le débit a été partagé équitablement entre les deux machines clients.

d. Cas 4 : 4 flux de la machine client M2 et M3 vers la machine serveur M1

| | | | | | | | | | |
|---|---------------------------|---------------------------------|----------------|--|--|--|--|--|--|
| F:\ESI\1CS\RES1\mail\TP\iperf-3.1.3-win64 | | | | | | | | | |
| λ iperf3 -c 10.8.5.4 -p 5005 -P 4 | | | | | | | | | |
| Connecting to host 10.8.5.4, port 5005 | | | | | | | | | |
| [4] | local 10.8.5.1 port 51650 | connected to 10.8.5.4 port 5005 | | | | | | | |
| [6] | local 10.8.5.1 port 51651 | connected to 10.8.5.4 port 5005 | | | | | | | |
| [8] | local 10.8.5.1 port 51652 | connected to 10.8.5.4 port 5005 | | | | | | | |
| [10] | local 10.8.5.1 port 51653 | connected to 10.8.5.4 port 5005 | | | | | | | |
| [ID] | Interval | Transfer | Bandwidth | | | | | | |
| [4] | 0.00-1.00 | sec 256 KBytes | 2.10 Mbits/sec | | | | | | |
| [6] | 0.00-1.00 | sec 256 KBytes | 2.10 Mbits/sec | | | | | | |
| [8] | 0.00-1.00 | sec 256 KBytes | 2.10 Mbits/sec | | | | | | |
| [10] | 0.00-1.00 | sec 256 KBytes | 2.10 Mbits/sec | | | | | | |
| [SUM] | 0.00-1.00 | sec 1.00 MBytes | 8.38 Mbits/sec | | | | | | |
| [4] | 1.00-2.00 | sec 128 KBytes | 1.05 Mbits/sec | | | | | | |
| [6] | 1.00-2.00 | sec 128 KBytes | 1.05 Mbits/sec | | | | | | |
| [8] | 1.00-2.00 | sec 128 KBytes | 1.05 Mbits/sec | | | | | | |
| [10] | 1.00-2.00 | sec 0.00 Bytes | 0.00 bits/sec | | | | | | |
| [SUM] | 1.00-2.00 | sec 384 KBytes | 3.15 Mbits/sec | | | | | | |
| [4] | 2.00-3.01 | sec 256 KBytes | 2.07 Mbits/sec | | | | | | |
| [6] | 2.00-3.01 | sec 256 KBytes | 2.07 Mbits/sec | | | | | | |
| [8] | 2.00-3.01 | sec 128 KBytes | 1.04 Mbits/sec | | | | | | |
| [10] | 2.00-3.01 | sec 256 KBytes | 2.07 Mbits/sec | | | | | | |
| [SUM] | 2.00-3.01 | sec 896 KBytes | 7.26 Mbits/sec | | | | | | |
| [4] | 3.01-4.01 | sec 128 KBytes | 1.05 Mbits/sec | | | | | | |
| [6] | 3.01-4.01 | sec 128 KBytes | 1.05 Mbits/sec | | | | | | |
| [8] | 3.01-4.01 | sec 256 KBytes | 2.11 Mbits/sec | | | | | | |
| [10] | 3.01-4.01 | sec 128 KBytes | 1.05 Mbits/sec | | | | | | |
| [SUM] | 3.01-4.01 | sec 640 KBytes | 5.27 Mbits/sec | | | | | | |
| [4] | 4.01-5.00 | sec 256 KBytes | 2.11 Mbits/sec | | | | | | |
| [6] | 4.01-5.00 | sec 256 KBytes | 2.11 Mbits/sec | | | | | | |
| [8] | 4.01-5.00 | sec 128 KBytes | 1.05 Mbits/sec | | | | | | |
| [10] | 4.01-5.00 | sec 256 KBytes | 2.11 Mbits/sec | | | | | | |
| [SUM] | 4.01-5.00 | sec 896 KBytes | 7.37 Mbits/sec | | | | | | |
| [4] | 5.00-6.00 | sec 128 KBytes | 1.05 Mbits/sec | | | | | | |

| | | | | | | | | | |
|-------|------------|-----------------|----------------|----------------|--|--|--|--|--|
| [4] | 5.00-6.00 | sec | 128 KBytes | 1.05 Mbits/sec | | | | | |
| [6] | 5.00-6.00 | sec | 128 KBytes | 1.05 Mbits/sec | | | | | |
| [8] | 5.00-6.00 | sec | 128 KBytes | 1.05 Mbits/sec | | | | | |
| [10] | 5.00-6.00 | sec | 128 KBytes | 1.05 Mbits/sec | | | | | |
| [SUM] | 5.00-6.00 | sec | 512 KBytes | 4.19 Mbits/sec | | | | | |
| [4] | 6.00-7.00 | sec | 256 KBytes | 2.10 Mbits/sec | | | | | |
| [6] | 6.00-7.00 | sec | 256 KBytes | 2.10 Mbits/sec | | | | | |
| [8] | 6.00-7.00 | sec | 128 KBytes | 1.05 Mbits/sec | | | | | |
| [10] | 6.00-7.00 | sec | 128 KBytes | 1.05 Mbits/sec | | | | | |
| [SUM] | 6.00-7.00 | sec | 768 KBytes | 6.31 Mbits/sec | | | | | |
| [4] | 7.00-8.01 | sec | 128 KBytes | 1.04 Mbits/sec | | | | | |
| [6] | 7.00-8.01 | sec | 128 KBytes | 1.04 Mbits/sec | | | | | |
| [8] | 7.00-8.01 | sec | 256 KBytes | 2.08 Mbits/sec | | | | | |
| [10] | 7.00-8.01 | sec | 256 KBytes | 2.08 Mbits/sec | | | | | |
| [SUM] | 7.00-8.01 | sec | 768 KBytes | 6.25 Mbits/sec | | | | | |
| [4] | 8.01-9.01 | sec | 768 KBytes | 6.28 Mbits/sec | | | | | |
| [6] | 8.01-9.01 | sec | 640 KBytes | 5.23 Mbits/sec | | | | | |
| [8] | 8.01-9.01 | sec | 640 KBytes | 5.23 Mbits/sec | | | | | |
| [10] | 8.01-9.01 | sec | 640 KBytes | 5.23 Mbits/sec | | | | | |
| [SUM] | 8.01-9.01 | sec | 2.62 MBytes | 22.0 Mbits/sec | | | | | |
| [4] | 9.01-10.00 | sec | 640 KBytes | 5.27 Mbits/sec | | | | | |
| [6] | 9.01-10.00 | sec | 640 KBytes | 5.27 Mbits/sec | | | | | |
| [8] | 9.01-10.00 | sec | 640 KBytes | 5.27 Mbits/sec | | | | | |
| [10] | 9.01-10.00 | sec | 640 KBytes | 5.27 Mbits/sec | | | | | |
| [SUM] | 9.01-10.00 | sec | 2.50 MBytes | 21.1 Mbits/sec | | | | | |
| [ID] | Interval | Transfer | Bandwidth | | | | | | |
| [4] | 0.00-10.00 | sec 2.88 MBytes | 2.41 Mbits/sec | sender | | | | | |
| [4] | 0.00-10.00 | sec 2.83 MBytes | 2.37 Mbits/sec | receiver | | | | | |
| [6] | 0.00-10.00 | sec 2.75 MBytes | 2.31 Mbits/sec | sender | | | | | |
| [6] | 0.00-10.00 | sec 2.75 MBytes | 2.31 Mbits/sec | receiver | | | | | |
| [8] | 0.00-10.00 | sec 2.62 MBytes | 2.20 Mbits/sec | sender | | | | | |
| [8] | 0.00-10.00 | sec 2.62 MBytes | 2.20 Mbits/sec | receiver | | | | | |
| [10] | 0.00-10.00 | sec 2.62 MBytes | 2.20 Mbits/sec | sender | | | | | |
| [10] | 0.00-10.00 | sec 2.59 MBytes | 2.17 Mbits/sec | receiver | | | | | |
| [SUM] | 0.00-10.00 | sec 10.9 MBytes | 9.12 Mbits/sec | sender | | | | | |
| [SUM] | 0.00-10.00 | sec 10.8 MBytes | 9.05 Mbits/sec | receiver | | | | | |

Interprétation : le débit a été partagé équitablement entre les deux machines clients et entre les 4 flux de chaque machine.

Bilan :

La différence entre les deux modes réside principalement dans le débit, on trouve que le mode Ad hoc donne un débit plus grand que celui observé dans le mode avec infrastructures.

Donc, on peut dire que le mode Ad Hoc permet de bien exploiter les caractéristiques du réseau par rapport au mode avec infrastructures.

3. Analyse de fonctionnement et des trames :

Durant cette phase nous avons envoyé un ping depuis la machine M2 et nous l'avons capturé sur la machine M1 via l'outil **Microsoft Network Monitor MNM3.4**. Pour l'analyse des résultats, on constate qu'ils sont similaires à ceux observés dans mode Ad-Hoc.

| No. | Time | Source | Destination | Protocol | Length | Info |
|-----|-------------|----------|-------------|----------|--------|--|
| 24 | 0.463515300 | 10.8.5.4 | 10.8.5.1 | ICMP | 124 | Echo (ping) request id=0x0001, seq=77/19712, ttl=128 (reply in 29) |
| 29 | 0.604133000 | 10.8.5.1 | 10.8.5.4 | ICMP | 124 | Echo (ping) reply id=0x0001, seq=77/19712, ttl=128 (request in 24) |
| 42 | 1.475080900 | 10.8.5.4 | 10.8.5.1 | ICMP | 124 | Echo (ping) request id=0x0001, seq=78/19968, ttl=128 (reply in 43) |
| 43 | 1.475183300 | 10.8.5.1 | 10.8.5.4 | ICMP | 124 | Echo (ping) reply id=0x0001, seq=78/19968, ttl=128 (request in 42) |
| 56 | 3.456624900 | 10.8.5.4 | 10.8.5.1 | ICMP | 124 | Echo (ping) request id=0x0001, seq=79/20224, ttl=128 (reply in 57) |
| 57 | 3.456713000 | 10.8.5.1 | 10.8.5.4 | ICMP | 124 | Echo (ping) reply id=0x0001, seq=79/20224, ttl=128 (request in 56) |
| 60 | 3.653882800 | 10.8.5.4 | 10.8.5.1 | ICMP | 124 | Echo (ping) request id=0x0001, seq=80/20480, ttl=128 (reply in 61) |
| 61 | 3.653972100 | 10.8.5.1 | 10.8.5.4 | ICMP | 124 | Echo (ping) reply id=0x0001, seq=80/20480, ttl=128 (request in 60) |

> Frame 24: 124 bytes on wire (992 bits), 124 bytes captured (992 bits)

> NetMon 802.11 capture header

> 802.11 radio information

> IEEE 802.11 Data, Flags:F.

> Logical-Link Control

> Internet Protocol Version 4, Src: 10.8.5.4, Dst: 10.8.5.1

> Internet Control Message Protocol

```

0000  02 20 00 04 00 00 00 00 00 00 00 07 00 00 00 94  .....N g...?....
0010  09 00 00 da ff ff ff 4e 71 f7 f6 3f ec e0 d5 01  24 1c 48 27 ea 43 76 5f  ..0 p N) $ H' Cv_
0020  08 02 30 00 70 c9 4e 29 aa aa 03 00 00 00 08 00  ..1.....
0030  e0 9d 31 02 13 00 00 00 80 01 9f 47 0a 08 05 04  E...<je...G....
0040  45 00 00 3c 7d 65 00 00 00 01 00 4d 61 62 63 64  ....M...Mabcd
0050  0a 08 05 01 08 00 4d 0e 6d 6e 6f 70 71 72 73 74  efg hijkl mnopqrst
0060  65 66 67 68 69 6a 6b 6c 6d 6e 6f 70 71 72 73 74  uvwabcde fghi
0070  75 76 77 61 62 63 64 65 66 67 68 69
  
```

IV. Aspect sécurité des réseaux wifi :

Le wifi étant un réseau sans fil, il est possible de s'y connecter sans intervention matérielle, ce qui donnera la chance aux failles de se produire. Afin d'éviter la présence d'indésirables ou la fuite d'informations plusieurs techniques de sécurisation ont apparu telles que la séparation des stations Wifi en utilisant les vlan, l'utilisation de la norme 802.1x pour l'authentification, les protocoles de chiffrement. Cette dernière sera étudiée en détaille par la suite.

Parmi les protocoles de chiffrement des réseaux WIFI qui existent, on cite les suivants :

- WEP : (Wired Equivalent Privacy), le plus ancien standard de cryptage, mis au point en 1997. Il repose sur l'algorithme de cryptage à clé symétrique RC4. Le mécanisme de distribution des clés n'est pas précisé. La clé doit être saisie manuellement sur les stations et AP.

L'utilisation du chiffrement WEP est indiqué dans le champ de contrôle FC des trames de données et d'authentification. Le bit est positionné a 1 signifie que la trame est chiffrée en WEP.

Les Failles du WEP :

- Les algorithmes de vérification d'intégrité et d'authentification sont très facilement contournable
- Possibilités de construire des dictionnaires

- **WPA : (WI-FI Protected Access)**, cette seconde génération de sécurisation différencie même le niveau de protection recommandé pour la maison, de celui nécessaire dans l'entreprise. Elle allie authentification et méthode de chiffrement.
 - Dans le premier cas (dans un réseau domicile), la connaissance d'une clé partagée par la station et le point d'accès, suffit pour mettre en œuvre la communication.
 - Dans un milieu professionnel, l'authentification est prise en charge par le standard IEEE 802.11i. Le protocole Temporel Key Integrity Protocol (TKIP) permet l'exploitation de clés changeants, donc dynamiques. Un calcul d'intégrité plus fiable, Message Integrity Code (MIC), est également mis en œuvre.
- **WPA2** : est l'appellation commerciale du standard IEEE 802.11i. Cette troisième technique vient compléter les capacités de la précédente, avec un chiffrement encore plus fort. Ici l'algorithme Advanced Encryption Standard (AES) est utilisé. Le calcul d'intégrité lui-même est renforcé.
Les propositions WPA et WPA2 pour l'entreprise peuvent être considérées comme sûres. Leur niveau de chiffrement permet une confidentialité évitant écoute et intrusion.

| Solution | Protocole | Authentification | Chiffrement |
|------------------------|-----------|------------------|-------------|
| WEP | WEP | Optionnelle | RC4 |
| WPA pour la maison | TKIP | Clé partagée | RC4 |
| WPA pour l'entreprise | TKIP | 802.1x | RC4 |
| WPA2 pour la maison | CCMP | Clé partagée | AES |
| WPA2 pour l'entreprise | CCMP | 802.1x | AES |

Les différentes méthodes d'authentification chiffrement du WI-FI

- **WPS : Wi-Fi Protected Setup**, c'est un standard de réseau local sans fil pour connecter une machine à un point d'accès. Le concept peut se faire en 4 façons :
 - La méthode de PIN (Personal Identification Number) : lire un numéro écrit sur un écran de point d'accès et l'entrer sur la machine voulant se connecter
 - La méthode PBC (Push Button Configuration), elle consiste à cliquer sur le bouton WPS sur le point d'accès et l'appareil voulant se connecter au même temps
 - La méthode NFC, faire rapprocher les deux appareils afin de faire une communication à champ proche entre eux
 - La méthode USB : où l'utilisateur se sert d'une clé USB pour transférer les données entre le nouvel appareil et le point d'accès.

Seules les trois premières méthodes sont reconnues. Cependant, la méthode PIN présente des vulnérabilités et il est déconseillé de l'utiliser (le code de cette vulnérabilité n'est pas publié mais il a été démontré qu'elle existe)

V. Conclusion :

La croissance continue du développement des technologies sans fil promet un avenir florissant pour les systèmes WLAN en particulier les systèmes Wi-Fi.

Ce fut un projet intéressant durant lequel nous avons réussi à mettre en place un réseau WIFI en deux modes : Mode avec infrastructure et mode sans infrastructure, Nous avons réussi à tester les performances de chacun des deux modes et analyser les trames envoyées.

Nous avons appliqué les notions vues en cours qui se rapportent sur les réseaux WIFI, nous avons notamment travaillé avec les outils vus en TP comme Wireshark et iperf , ainsi il nous a permis de fortifier notre savoir en ce qui concerne la technologie WIFI et ses différents modes.

VI. Bibliographie :

1. Wi-Fi : réseaux sans fil 802.11 De Philippe Atelin (Page : 235).
2. Visualizing 802.11 Wireshark data de Ryan Woodings.
3. Cours Wifi de AMROUCHE Hakim.
4. <https://summarynetworks.com>