

Rapport de TER

Interconnexion de réseaux radio  
de niveau 2 et 3



***A l'attention de :***

Laurent Guerby

Philippe Latu

***Rédacteurs :***

Alioune KASSE

Cheikh SALL



## SOMMAIRE

REMERCIEMENTS .....	5
RESUME.....	6
I. PRESENTATION DE L'ASSOCIATION .....	7
II. PRESENTATION DU PROJET .....	9
1. PROBLEMATIQUE .....	9
2. OBJECTIFS.....	9
3. PLANIFICATION.....	9
III. OUTILS ET RESSOURCES INFORMATIQUES .....	10
1. Chiliproject .....	10
2. Equipements .....	10
a. Equipements radio .....	11
b. Equipements réseau .....	17
3. Outils de test .....	19
4. Stockage des fichiers .....	20
IV. TRAVAUX REALISES.....	20
1. Rappels.....	20
2. Documentation.....	21
3. Familiarisation avec les équipements.....	22
4. Tests et améliorations de performances .....	29
a. Entre 2 Ibiqity NanoStation M5 .....	29
b. Entre 2 Mikrotik CPE SXT .....	33

c. Entre Mikrotik 433L et 433UAHL .....	40
d. Entre NanoStation Ibiqity et Mikrotik CPE SXT .....	44
e. Entre NanoStation Ibiqity et Mikrotik 433 UAHL/433L .....	48
5. Etude sur le protocole STP.....	50
6. Mise en place de réseaux virtuels : VLAN .....	71
CONCLUSION .....	89
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES .....	90
GLOSSAIRE.....	91

## REMERCIEMENTS

*Nous tenons à remercier M. Laurent Guerby maitre de stage et président de l'association teteneutral.net, pour nous avoir fait confiance et permis d'effectuer ce stage.*

*Nous remercions également M. Philippe Latu, enseignant tuteur du stage pour sa disponibilité, son encadrement et qui, grâce à ses compétences techniques sur les différents outils utilisés, nous ont permis de mener à bien notre stage et notre soutenance.*

*Merci à tout le personnel, enseignant ou non, du département informatique Réseaux Télécom de l'IUP STRI de Toulouse.*

## RESUME

*Nous avons effectué notre stage dans le cadre de la validation de notre formation Master 2 STRI au sein de l'association Tetaneutral.net.*

*Cette association est une organisation récente qui a pour objectif principal de militer pour la neutralité de l'accès au réseau.*

*La réduction de la dépense énergétique étant un enjeu majeur pour le développement durable, il est primordial pour l'association Tetaneutral.net de disposer des équipements à basse consommation électrique.*

*La mission qui nous a été confiée fut celle de faire une étude entre des équipements existants de type Iqity avec des équipements Mikrotik dont la consommation est moindre.*

*Une grande partie du projet a été des tests de performances et d'interopérabilité entre des équipements.*

*Ce stage nous a été précieux car il nous a permis de travailler en total autonomie dans un cadre professionnel.*

*De plus, nous avons pu perfectionner nos connaissances en interconnexion radio.*

*Enfin, nous avons pu mettre en application les enseignements reçus au cours de nos années universitaires, tel que la configuration de switches CISCO, le protocole STP et la mise en place de réseaux virtuels.*

## I. PRESENTATION DE L'ASSOCIATION

L'internet est un réseau informatique mondial, souvent appelé le réseau des réseaux. Il est un enjeu social et politique majeur avec près de deux milliards d'utilisateurs dans le monde et il met en œuvre des sciences et techniques à un niveau avancé.

L'internet est un réseau décentralisé composé d'opérateurs qui acceptent de s'échanger des données en suivant le standard IP, « le protocole internet ».

Pour promouvoir la compréhension de l'internet et de ses enjeux par un large public, l'association Tetaneutral.net a décidé de devenir membre à part entière de ce réseau en exerçant les fonctions de Fournisseur d'Accès à Internet (FAI), d'hébergeur internet et d'opérateur sous forme associative, sans but lucratif et exigeant la neutralité du réseau.





### **Neutralité du réseau :**

Les fournisseurs d'accès à internet, les hébergeurs et les opérateurs relient les utilisateurs du réseau entre eux et avec des fournisseurs de services. Ces intermédiaires ont techniquement la capacité de discriminer à l'égard de la source, de la destination ou du contenu de l'information transmise sur le réseau. Or pour le bon fonctionnement de l'internet, il est important que ces acteurs respectent la « neutralité du réseau » et s'interdisent de telles discriminations. De puissants intérêts commerciaux et politiques sont en jeu derrière cette simple notion.

Tetaneutral.net explique et défend la neutralité du réseau internet.

### Services

Pour couvrir ses frais d'infrastructure, l'association propose à ses membres un certain nombre de services payants. Le principe de tarification appliqué est celui de Mix'Art Myrys : la participation libre est nécessaire. L'association donne une grille de tarif du normal au réduit et les membres contribuent selon leurs moyens et leur conscience et cela sans justificatif.

-  Hébergement de machine virtuelle : tarif normal 10 euros/mois, suggéré de 5 à 15 euros/mois,
-  Hébergement de machine physique au format libre : suivant la consommation électrique. 5 à 10 euros/mois pour une petite machine comme Netbook, Laptop, Nettop, NAS, Sheevaplug. 15 à 25 euros/mois pour un PC avec une référence à 20 euros pour une consommation de 100 Watt. Prévoir un onduleur. IP supplémentaires sur demande,
-  Certificat OpenVPN : tarif normal 10 euros/mois, suggéré de 5 à 15 euros/mois,
-  Accès internet : 15 à 30 euros/mois, location de matériel radio 5Ghz incluse, IPv4 et IPv6.

### Moyens techniques

Tetaneutral.net utilisera tous les moyens à sa disposition pour faire passer l'internet. Via French Data Network, l'association peut offrir un accès ADSL en dégroupage partiel. Entre son local et le centre réseau, une fibre optique a été posée. Du local au réseau des utilisateurs, une liaison radio en réseau redondant est déployée basée sur les travaux de Toulouse Sans Fil. Et enfin, dans le cadre des évolutions réglementaires et tarifaires l'association regarde s'il est possible de mettre en place de la fibre chez ses membres.

### **Administratif**

Tetaneutral.net est une association loi du 1<sup>er</sup> Juillet 901 déclarée à la préfecture de Haute-Garonne.

Récépissé de déclaration de création de l'association numéro W313015266

Date de déclaration : 3 Janvier 2011

Siège Social :

Association Tetaneutral.net  
c/o Laurent GUERBY  
10, Chemin Tricou  
31200 TOULOUSE

Tetaneutral.net est inscrite dans la base SIRENE de l'INSEE :

- ✚ SIREN : 529 558 710
- ✚ SIRET du siège : 529 558 710 00016
- ✚ Désignation : TETANEUTRAL.NET
- ✚ Catégorie juridique 9220 Association déclarée
- ✚ APE 6209Z Autres activités informatiques
- ✚ Date de prise d'activité 03/01/2011

Tetaneutral.net est opérateur déclaré auprès de l'ARCEP depuis le 20 Janvier 2011 :

ASSOCIATION TETANEUTRAL

Récépissé de déclaration numéro 11/0092

Services autres que téléphonique réseau ouvert au public.

Ses membres fondateurs sont :

Pierre-Guy BAREGES,  
Mar BRUYERE (secrétaire),  
Laurent GUERBY (président),  
Alexandre GUY (trésorier),  
Arne STOLCK



## II. PRESENTATION DU PROJET

### 1. PROBLEMATIQUE

Dans le but de diversifier les équipements utilisés et d'avoir une large gamme de produits, l'association souhaite introduire dans son réseau de nouvelles installations radio du constructeur Mikrotik. Ces dernières présentent l'avantage principal de consommer moins d'énergie et présente un large éventail de fonctionnalités.

Une étude aux préalables de ce matériel ainsi que son interopérabilité avec le système existant est nécessaire avec son introduction sur le réseau de l'association.

### 2. OBJECTIFS

Le but principal de cette étude est de réaliser des tests d'interopérabilité et de performances entre les équipements radio déjà existants c'est-à-dire les Iqtiq NanoStation et les nouveaux équipements, les Mikrotik.

D'autre part, notre deuxième objectif était de faire une étude sur le protocole spanning tree.

Ces études sont fortement axées sur les niveaux 2 et 3 du modèle OSI.

### 3. PLANIFICATION

Le projet a duré 2 mois. Il a été découpé en trois grandes phases :

- ✚ Une première partie basée sur la documentation et la découverte des équipements,
- ✚ Une deuxième partie sur les tests de performance entre les équipements,
- ✚ Une dernière partie de mise en place du protocole STP et de réseaux virtuels.

Plannings prévisionnel et réel (voir Annexes)

Des réunions ont eu lieu tous les jeudis en fonction des disponibilités de nos responsables pour faire le point sur l'état d'avancement du projet.

### III. OUTILS ET RESSOURCES INFORMATIQUES

#### 1. Chiliproject

Tout au long de ce stage, nous avons utilisé l'outil de travail collaboratif **Chiliproject**, système web de gestion de projet. Une page web nous a été octroyé, accessible via le lien suivant:

<http://chiliproject.tetaneutral.net/projects/tetaneutral/wiki/StageAirOSRouterOS>

Ce wiki prend en charge toutes les personnes impliquées tout au long du cycle de vie du projet et permet de mettre en place et de discuter d'un plan de projet sur les questions de suivi et de reporting d'avancement des travaux à la connaissance collaborative de partage.

Ce wiki nous a permis durant tout le projet de reporter nos résultats intermédiaires obtenus, des liens utiles... permettant ainsi à nos tuteurs de suivre l'avancement de nos travaux et d'amener éventuellement des correctifs, remarques et suggestions.

Des notifications de mise à jour de la page sont envoyées à chaque observateur ajouté sur cette dernière dès qu'un utilisateur effectue des modifications. Parmi les observateurs, figurent nos 2 tuteurs (Philippe Latu et Laurent Guerby).



#### Observateurs de notre wiki Chiliproject

#### 2. Equipements

## a. Equipements radio

### Ibiquity NanoStation M5



Point d'accès extérieur 5GHz N avec antenne intégrée. Elle intègre la technologie AirMax permettant d'obtenir des débits de données jusqu'à 150Mbps LAN. L'antenne intégrée à double polarisation bénéficie d'un nouveau design qui porte son gain à 16dBi. La NanostationM5 intègre également un second port Ethernet avec possibilité d'activer l'alimentation PoE via l'interface d'administration.

Il est recommandé de l'utiliser avec un câble réseau de catégorie 5, spécialement conçu pour l'extérieur.

#### **Principales caractéristiques :**

- ✚ Réseau sans fil haut débit 802.11n
- ✚ Puissance de sortie jusqu'à 27 dBm +/-2dB
- ✚ Sensibilité en réception -96 dBm +/-2dB
- ✚ Antenne panneau jusqu'à 16 dBi à double polarisation intégrée (angle H/V 43°/41°)
- ✚ Fréquences : 4.9-5.9 GHz
- ✚ Technologie AAP (Adaptive Antenna Polarity) pour le choix automatique de la polarisation de l'antenne
- ✚ Température de fonctionnement extrême de -30° à +80°

- ✚ Plate-forme ouverte compatible avec d'autres firmwares
- ✚ Watchdog soft et hard : redémarre automatiquement en cas de dysfonctionnement interne (ex. plantage après orage)
- ✚ Facilité d'installation grâce à son alimentation PoE passif 24V, 0.5A (inclue)
- ✚ Sécurité sans fil optimale grâce au cryptage WPA et WPA2
- ✚ Chipset Atheros MIPS 24KC, 400MHz, 32Mo SDRAM, 8Mo Flash
- ✚ Modes WiFi : Point d'accès, Client, Point d'accès + WDS, Client + WDS
- ✚ Modes réseaux : Routeur, NAT, Client PPPoE, QoS, Serveur DHCP
- ✚ Gestion de la bande passante (limitation en up et en down)
- ✚ Indication du niveau de réception avec des diodes
- ✚ Consommation max : 8W
- ✚ Dimensions 29.4 cm x 8 cm x 3cm
- ✚ Masse : 0,4 kg (hors accessoires)

**Prix sur le marché = 89€ TTC / 74,41 € HT**

### **CPE extérieur MikroTik RouterBoard SXT 5HnD**



Le MikroTik RouterBoard SXT 5HnD est un CPE 5GHz spécialement conçu pour réaliser des liens point-à-point ou point-à-multipoint\*. Ces antennes ont une double polarisation 802.11n avec la technologie Nv2 TDMA permettent d'atteindre un débit réel de 200 Mbps.

- ✚ Désigné compact tout-en-un : installation facile et rapide
- ✚ Compatible 802.11a/n
- ✚ Antenne double polarité 16 dBi intégrée

- ✚ LEDs d'indication de niveau de signal
- ✚ Port USB 2.0 pour monitoring de tension et température

\* le point-à-multipoint nécessite l'achat d'une licence RouterOS niveau 4.

#### Principales caractéristiques :

- ✚ Réseau sans fil haut débit 802.11 a/n
- ✚ Puissance de sortie jusqu'à 26 dBm +/-2dB
- ✚ Antenne panneau jusqu'à 16 dBi à double polarisation intégrée (angle H/V 25°/25°)
- ✚ Fréquences : 5.17-5.825 GHz
- ✚ Température de fonctionnement extrême de -30° à +80°
- ✚ Facilité d'installation grâce à son alimentation PoE passif 24V , 0.5A (inclue)
- ✚ OS : MikroTik RouterOS v4, licence Niveau3
- ✚ Indication du niveau de réception avec des diodes
- ✚ Consommation max : 7W
- ✚ Dimensions 140 cm x 140 cm x 56 cm
- ✚ Masse : 0,4 kg

**Prix sur le marché = 100,66€ TTC / 83,19 HT**

## RouterBOARD 433UAHL



Cette carte dispose de trois emplacements miniPCI et de trois ports Ethernet. Elle est équipée d'un CPU Atheros cadencé à la vitesse de 680MHz, un slot pour carte microSD et deux ports USB 2.0, ce qui en fait le choix idéal universel pour les réseaux graves.

Les deux ports USB 2,0 peut être utilisé pour étendre le stockage, l'ajout d'un modem sans fil pour la connexion 3G de sauvegarde ou à une installation mobile, ou tous ensemble.

### **Principales caractéristiques :**

- ✚ CPU speed 680MHz
- ✚ 1 Memory Cards
- ✚ RAM: 128MB
- ✚ Memory card type: microSD
- ✚ Architecture : MIPS-BE
- ✚ LAN ports: 3

- ✚ MiniPCI : 3
- ✚ USB : 2
- ✚ PoE : 1 0-28V
- ✚ Voltage Monitor : OUI
- ✚ RouterOS License : Level5

Prix sur le marché = 140,53€ TTC / 117,50€ HT

### RouterBoard 433L



Le RB433L dispose de trois emplacements miniPCI et trois ports Ethernet.

Trois ports vous donner beaucoup d'options de configuration pour de nombreux scénarios sans fil. Utilisez cet appareil dans une affaire en plein air pour une installation du secteur AP ou pour une liaison sans fil.

Kassé-Sall

TER Interconnexion réseaux radio

Page 15/93

Il est propulsé par un processeur 300MHz et possède Atheros 64 Mo de RAM et une licence Niveau4 RouterOS.

**Principales caractéristiques :**

- ✚ CPU speed : Atheros AR7130 300MHZ
- ✚ RAM: 64MB
- ✚ LAN ports: 3
- ✚ MiniPCI : 3
- ✚ USB : 2
- ✚ PoE : 1 0-28V
- ✚ RouterOS License : Level4

**Prix sur le marché = 96,88 € TTC / 81 € HT**

**AntBox-56019-DP-MMCX**





ANT-BOX-56014-DP-MMCX intégré panneau 5GHz polarisation de l'antenne double dispose sommet de 14 dBi de gain et ROS faible <1,8

La glande à la base protège l'antenne de l'eau et de conditions météorologiques rigoureuses.  
Matériel de montage inclus

#### Caractéristiques:

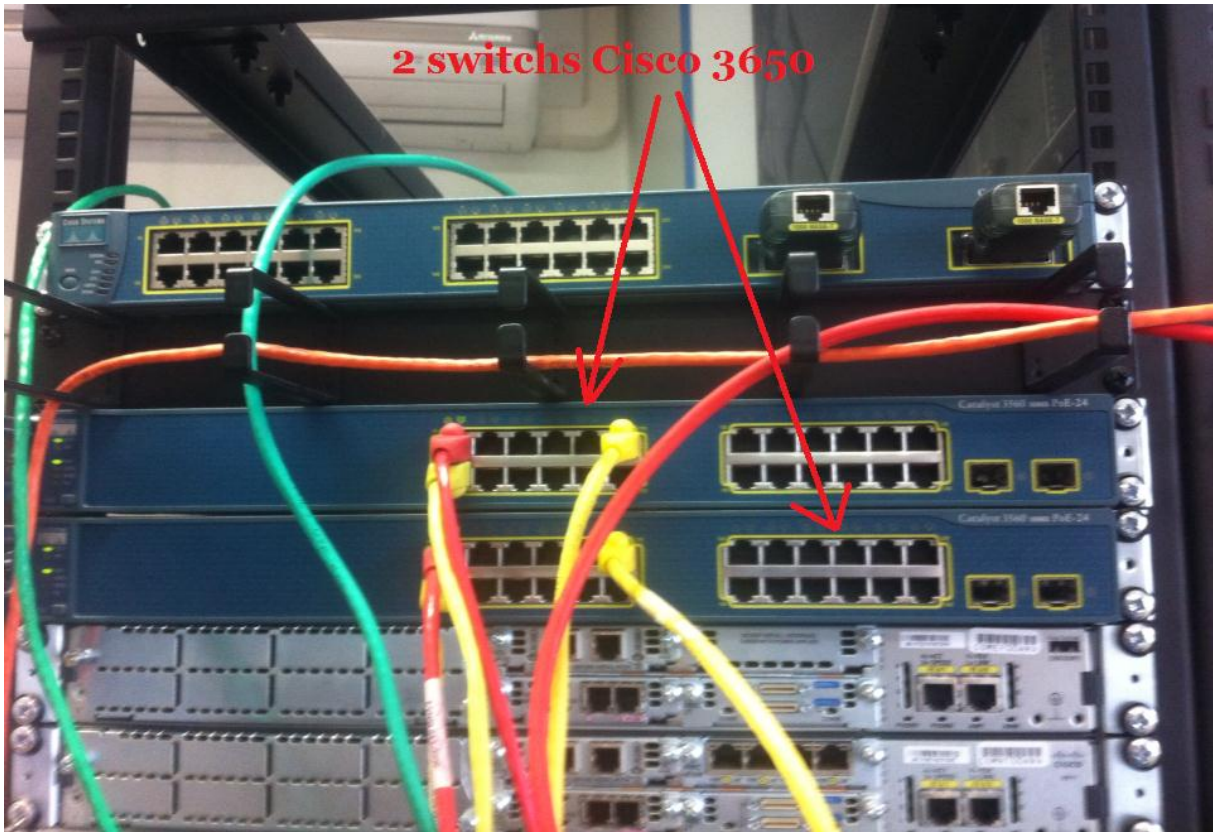
- ✚ double polarisation
- ✚ Gain 14 dBi
- ✚ ROS <1,8
- ✚ 2x connecteurs RP-SMA
- ✚ 2x tresses MMCX

**Prix sur le marché = 16,79 € TTC**

Ces antennes peuvent accompagner les cartes RouterBOARD 433UAHL et 433L vu qu'elles sont dépourvues d'antennes.

#### **b. Equipements réseau**

En plus des équipements radio, nous avons eu à notre disposition des machines de la salle de travaux pratiques 212 du Bâtiment U2 de l'université et 2 switchs Cisco 3650.



Switchs 3650 Cisco



**Salle de travaux pratiques**

Grâce à ces ressources, nos travaux ont pu être effectués dans de bonnes conditions.

### **3. Outils de test**

#### **✚ Ping**

La commande ping permet d'envoyer une requête ICMP *Echo* d'un ordinateur à un autre pour tester si cet ordinateur hôte est accessible par le réseau;

Nous avons utilisé cette commande pour vérifier l'établissement d'une connexion entre des équipements.

#### **✚ Iperf**

C'est un logiciel informatique permettant la mesure de différentes variables d'une connexion réseau IP par exemple la bande passante d'une liaison. Il est basé sur une architecture client/serveur et disponible sur différents systèmes d'exploitation.









Iperf nous a été utile pour les tests de performances.

## Wireshark

Wireshark est un analyseur de paquets libre utilisé dans le dépannage et l'analyse de réseaux informatiques, le développement de protocoles.

## **4. Stockage des fichiers**

Le wiki Chiliproject sert également de stockage des fichiers que nous souhaitons partager avec nos tuteurs.

-  [speed\\_test\\_carte\\_carte\\_station\\_bridge\\_bis.png](#) - speed\_test\_carte\_carte.png (31,41 ko)  Cheikh Sall, 22/02/2013 13:04
-  [speed\\_test\\_station\\_bridge\\_carte\\_SXT.png](#) - speed\_test\_station\_bridge\_carte\_SXT.png (26,35 ko)  Cheikh Sall, 22/02/2013 13:04
-  [difference\\_entre\\_bridges.png](#) - Différence entre les bridges créés et le bridge1 par défaut (12,54 ko)  Alioune Badara, 26/02/2013 20:51
-  [Interconnexion\\_niveau\\_2\\_VLAN.doc](#) - TP d'interconnexion niveau 2 VLAN (901,5 ko)  Alioune Badara, 28/02/2013 18:26

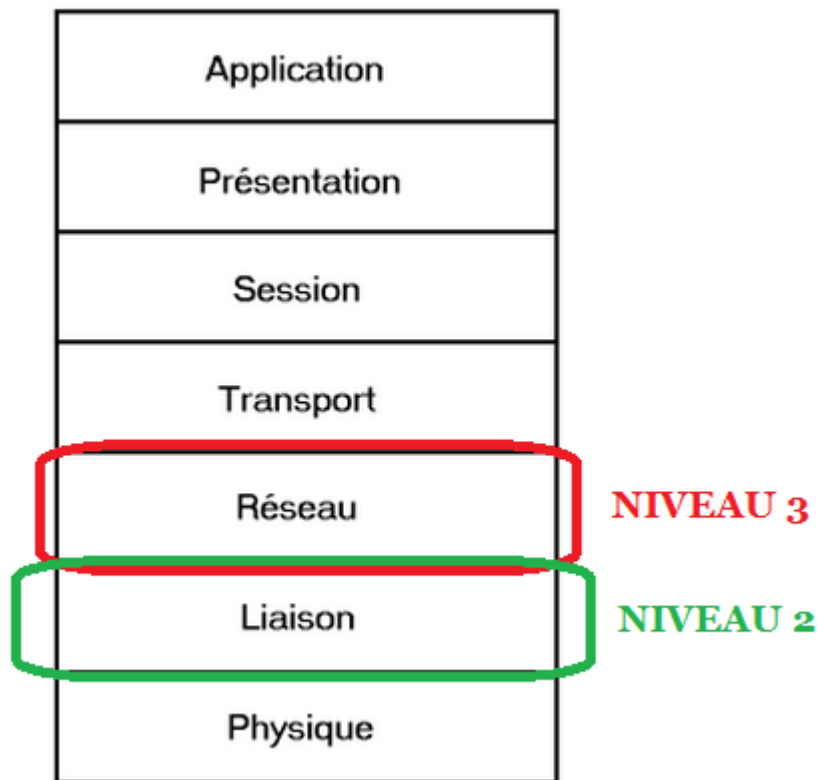
### **Exemple de fichiers du wiki**

Nous avons aussi utilisé le stockage en ligne Dropbox. Ceci nous a permis d'avoir nos fichiers personnels à tout moment et n'importe où et ce de manière sécurisée. Son contenu est juste disponible pour les stagiaires. Il nous a permis de préparer de préparer les documents avant leur upload sur le wiki.

## **IV. TRAVAUX REALISES**

### **1. Rappels**

L'architecture du modèle de référence d'interconnexion des systèmes ouverts (ou modèle de référence OSI) est hiérarchisée en sept couches. Un système ouvert est un ordinateur, un terminal, un réseau, n'importe quel équipement respectant cette norme et donc apte à échanger des informations avec d'autres équipements hétérogènes et issus de constructeurs différents.



Couches du modèle OSI

Les 2 couches qui vont nous intéresser dans ce projet sont :

- ✚ La **couche liaison** de données fournit les moyens fonctionnels et procéduraux nécessaires à l'établissement, au maintien et à la libération des connexions de liaison de données entre entités du réseau. Elle détecte et corrige, si possible, les erreurs dues au support physique et signale à la couche réseau les erreurs irrécupérables. Elle supervise le fonctionnement de la transmission et définit la structure syntaxique des messages, la manière d'enchaîner les échanges selon un protocole normalisé ou non.
- ✚ La **couche réseau** assure toutes les fonctionnalités de relai et d'amélioration de services entre entité de réseau, à savoir : l'adressage, le routage, le contrôle de flux et la détection et correction d'erreurs non réglées par la couche 2.

## 2. Documentation

Au début du projet, nous nous sommes beaucoup focalisés sur des recherches d'informations pour la bonne prise en main de l'étude.

Ces recherches se sont articulées sur les travaux effectués auparavant par des membres de l'association et disponibles dans leur wiki (voir liens en annexes).

Nous avons aussi recueilli des informations sur les forums, des tutoriels et sur les sites constructeurs notamment ceux de Mikrokkit et Ibiqity.

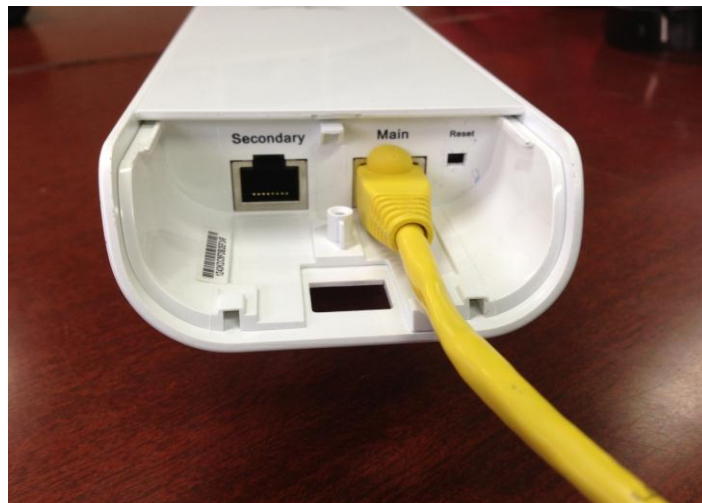
### **3. Familiarisation avec les équipements**

La familiarisation avec les équipements nous a permis de découvrir l'installation des équipements, la mise à jour et l'administration.

Les équipements sont alimentés en POE (issu de la norme IEEE 802.3af), technologie permettant de véhiculer des données et l'alimentation électrique dans le même câble Ethernet. Ceci est utile et est souvent utilisé dans des zones dépourvues de prise électrique.

#### **a. Installation**

Introduire un fil sur le connecteur marqué Main.



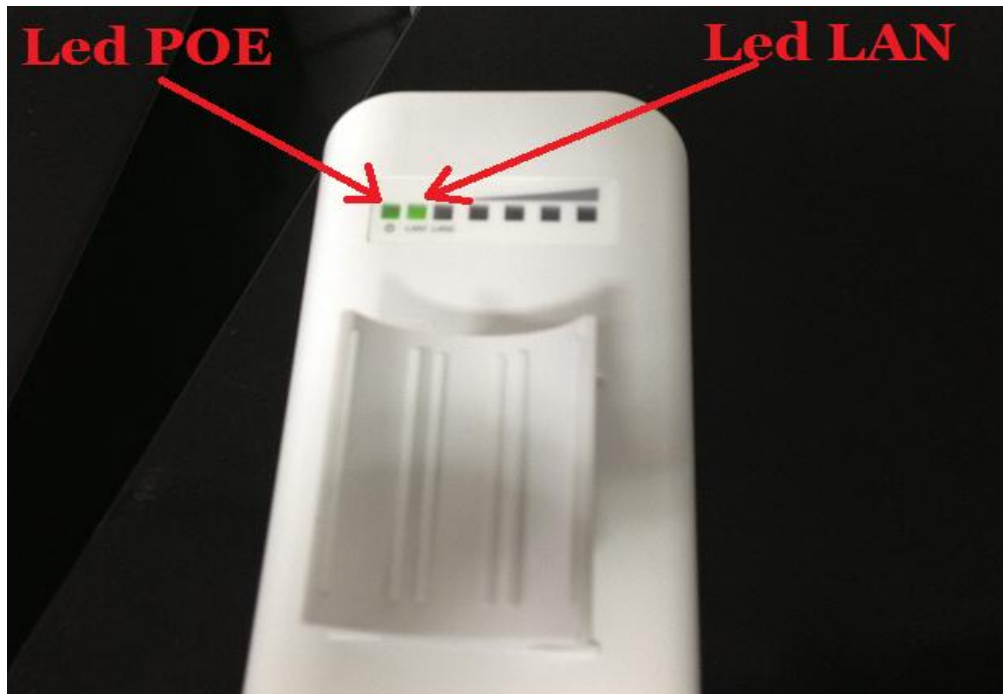
Ensuite brancher l'adaptateur sur un courant secteur et raccorder l'autre bout du fil sur le connecteur où est inscrit POE.

Brancher un autre fil sur le connecteur de l'adaptateur LAN et brancher l'autre bout directement au niveau de la carte réseau d'une machine ou un port lan d'un hub ou le port WLAN d'un routeur (avec ou sans fil).

Pour notre cas, ce sera la carte réseau d'une machine.



Les LEDs power et lan devraient s'allumer si tout fonctionne bien pour les NanoStation comme sur l'image suivante :



### Antenne NanoStation après câblage

Contrairement aux NanoStation Ibiquty, les antennes Mikrotik eux ne présentent pas ces leds confirmant le bon câblage de l'équipement. Seul un bruit sonore se faire entendre.

## b. Configuration

### NanoStation Ibiquity

Les adresses par défaut des antennes sont 192.168.1.20/24. Pour relier cette antenne à une machine, il faut que la cette dernière soit dans le même réseau que l'antenne. Donc, il faut choisir une adresse IP 192.168.1.X/24 avec X différente de 20 car elle est déjà attribuée à l'antenne sinon il risque d'y avoir des conflits d'adresses.

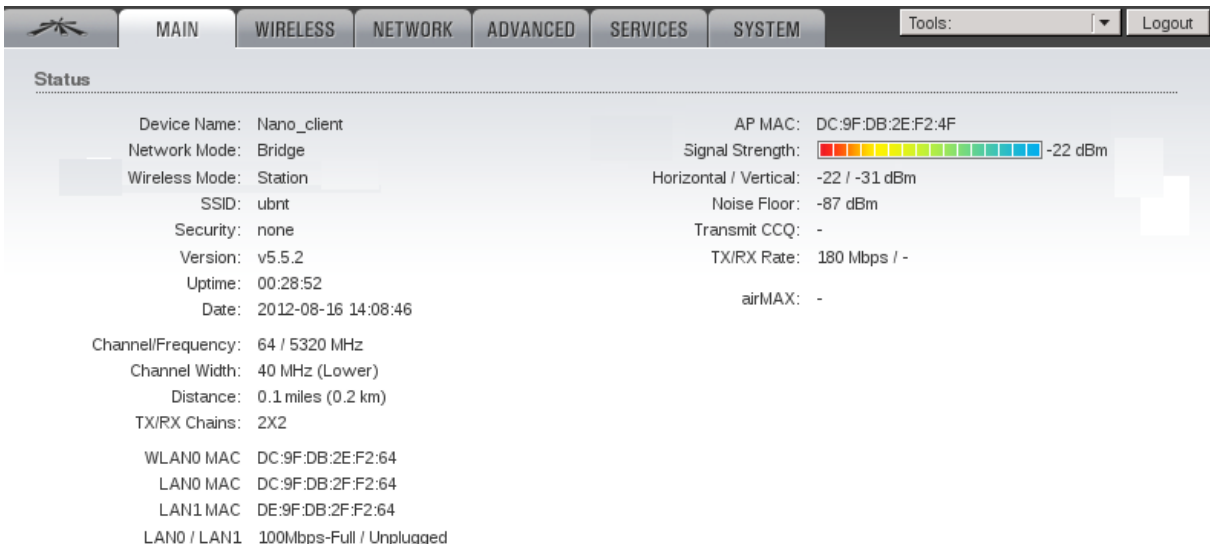
### Mikrotik

Les adresses par défaut des antennes sont 192.168.88.1/24. Pour relier cette antenne à une machine, il faut que la cette dernière soit dans le même réseau que l'antenne. Donc, il faut choisir une adresse IP 192.168.88.X/24 avec X différente de 1 car elle est déjà attribuée à l'antenne sinon il risque d'y avoir des conflits d'adresses.


Une fois cette configuration effectuée, la machine pourra accéder à l'interface web d'administration de l'antenne.

## c. Interface d'administration Web:

### Ibiquity



The screenshot shows the web interface of a NanoStation device. The top navigation bar includes tabs for MAIN, WIRELESS, NETWORK, ADVANCED, SERVICES, and SYSTEM. The 'Status' page displays the following information:

Device Name: Nano_client	AP MAC: DC:9F:DB:2E:F2:4F
Network Mode: Bridge	Signal Strength:  -22 dBm
Wireless Mode: Station	Horizontal / Vertical: -22 / -31 dBm
SSID: ubnt	Noise Floor: -87 dBm
Security: none	Transmit CCQ: -
Version: v5.5.2	TX/RX Rate: 180 Mbps / -
Uptime: 00:28:52	airMAX: -
Date: 2012-08-16 14:08:46	
Channel/Frequency: 64 / 5320 MHz	
Channel Width: 40 MHz (Lower)	
Distance: 0.1 miles (0.2 km)	
TX/RX Chains: 2X2	
WLAN0 MAC: DC:9F:DB:2E:F2:64	
LAN0 MAC: DC:9F:DB:2F:F2:64	
LAN1 MAC: DE:9F:DB:2F:F2:64	
LAN0 / LAN1: 100Mbps-Full / Unplugged	



Chacune des pages web de gestion (ci-dessous) contient des paramètres qui affectent un aspect spécifique de l'appareil:

## **MAIN**

Il affiche l'état actuel de l'appareil et les informations statistiques

## **WIRELESS**

Cette page contient les commandes pour la configuration du réseau sans fil, tout en couvrant les paramètres de base sans fil qui définissent le mode de fonctionnement (**Point d'accès ou Station simple**), la puissance de sortie, associant les détails et les options de sécurité des données.

## **NETWORK**

Elle couvre la configuration du mode de fonctionnement du réseau, les paramètres IP, les paramètres de filtrage de paquets et les services réseau (par exemple un serveur DHCP).

## **ADVANCED**

Cette page contient des paramètres qui sont dédiés à la commande sans fil d'interface plus précis. Il comprend également la polarité antenne, régulation de trafic et les paramètres de qualité de service.

## **SERVICES**

Cette page décrit la configuration des services de gestion du système (c.-à-SNMP, NTP, Journal du système, chien de garde Ping et SSH / Telnet du serveur).

## **SYSTEME**

Cette page contient des contrôles pour les paramètres de maintenance du système, la gestion du compte administrateur, la personnalisation du dispositif, la langue d'interface, la mise à jour du firmware, et de sauvegarde de configuration



**Interface List**

2 items

		▲ Name	Type	L2 MTU	Tx	Rx	Tx Pack	Rx Pack	Tx Dro	Rx Dro	Tx Err	Rx Err
<input type="checkbox"/>	R	ether1	Ethernet	1598	66.4 kbps	9.5 kbps	8	8	0	0	0	0
<input type="checkbox"/>		wlan1	Wireless(Atheros 11f	2290	0 bps	0 bps	0	0	0	0	0	0

L'interface web est à peu près similaire à celle d'Ibiquity mais présente l'avantage d'avoir plus d'options et de fonctionnalités. Contrairement à Ibiquity, il existe différents modes de configuration possibles pour la station.

### **Mode Station**

Il s'agit du mode standard qui ne prend pas en charge la liaison de niveau 2. Ainsi, une tentative de mettre un pont ne produira pas les résultats escomptés. D'autre part, ce mode peut être considéré comme le plus efficace et ne devrait donc être utilisée que si le pont L2 station n'est pas nécessaire **comme dans le cas du réseau routé ou MPLS. Ce mode est supporté par tous les protocoles sans fil.**

### **Mode Station Bridge**

Ce mode fonctionne uniquement avec des points d'accès RouterOS et fournit un support pour transparent indépendante du protocole de liaison L2 sur le périphérique station. Le point d'accès(AP) RouterOS accepte des clients dans le mode station bridge lorsqu'ils ont activé leur mode bridge dans leur paramétrage. Dans ce mode de transmission l'AP maintient une table avec des informations sur les adresses MAC accessibles.

Ce mode est propriétaire et ne peut pas être utilisé pour connecter des appareils d'autres marques. Ce mode permet d'utiliser un pont de niveau 2.

### **Mode station-pseudobridge**

Ce mode de connexion sans fil du point de vue est le même que le mode de station standard. Il a un support limité pour pont L2 par l'intermédiaire de certains services mis en place dans la station:

- Traduction d'adresses MAC pour les paquets IPv4 - station conserve table de mappage IPv4-to-MAC et remplace adresse MAC source avec sa propre adresse lors de l'envoi cadre d'AP (afin d'être en mesure d'utiliser 3 format de trame *adresse*), et remplace adresse MAC de destination avec adresse de table de mappage pour les trames reçues de l'AP. IPv4-to-MAC mappages sont construits également pour le VLAN des trames encapsulé.
- simple traduction d'adresse MAC pour le reste de protocoles - station apprend adresse MAC source de la première transmis non IPv4 cadre et l'utilise comme valeur par défaut pour la traduction inverse - l'adresse MAC est utilisé pour remplacer l'adresse MAC de destination pour les trames reçues de l'AP si IPv4 à -MAC mappage ne peut pas être exécutée (par exemple - non-IPv4 cadre ou la cartographie manquant).

Ce mode est disponible pour tous les protocoles sauf NV2 et doit être évitée autant que possible.

### ***Mode de station-pseudobridge-clone***

Ce mode est le même que la station-pseudobridge mode, sauf qu'il se connecte au point d'accès "cloné" adresse MAC qui est soit l'adresse configurée dans les paramètre de la station-pont-clone-mac (s'il est configuré) ou l'adresse source de la première trame transmise. Cela semble essentiellement sur le point d'accès comme si l'appareil de l'utilisateur final est relié au poste connecté au point d'accès.

### ***Mode station-wds***

Ce mode fonctionne uniquement avec des points d'accès RouterOS. À la suite de la négociation de connexion, une interface WDS séparée est créée sur l'AP pour la station donnée. Cette interface peut être considérée comme point-à-point entre AP et la station donnée. Tout ce qui est envoyé sur l'interface WDS est livré à la station (et seulement à station en particulier) et quelle que soit la station envoie à l'AP WDS est reçu de l'interface WDS.

Ce mode est supporté pour tous les protocoles sans fil, sauf lorsque le protocole 802.11 est utilisé dans le cadre de la non utilisation de dispositif RouterOS. Le mode utilise une trame de 4 adresses lorsqu'il est utilisé avec protocole 802.11, pour les autres protocoles (comme nstreme ou NV2), le protocole interne est utilisé.

Ce mode utilise le pont de niveau 2 et permet un contrôle plus administratif sur le point d'accès par l'intermédiaire de l'interface WDS séparée, par exemple l'utilisation d'un pont pare-feu, RSTP pour détecter et éviter les boucles.

La configuration de la station doit respecter la matrice d'applicabilité des protocoles sans fil ci-dessus :

	<b>802.11</b>	<b>ROS 802.11</b>	<b>nstreme</b>	<b>nv2</b>
<b>station</b>	V	V	V	V
<b>station-wds</b>		V	V	V
<b>station-pseudobridge</b>	V	V	V	
<b>station-pseudobridge-clone</b>	V	V	V	
<b>station-bridge</b>		V	V	V

**Matrice d'applicabilité des protocoles sans fil**

#### 4. Tests et améliorations de performances

##### a. Entre 2 Iqicity NanoStation M5

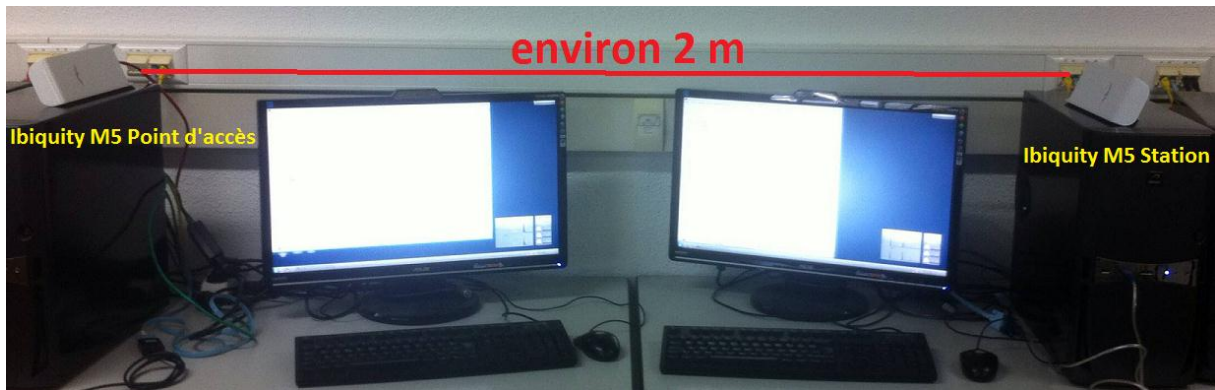


##### Architecture réseau et adressage équipements

Tous les équipements appartiennent au même réseau 192.168.1.0/24. Les antennes sont configurés en mode bridge pour assurer la transition entre le lien Ethernet et radio.

**[NB : Cette même architecture sera déployée par la suite pour les tests des autres antennes.](#)**

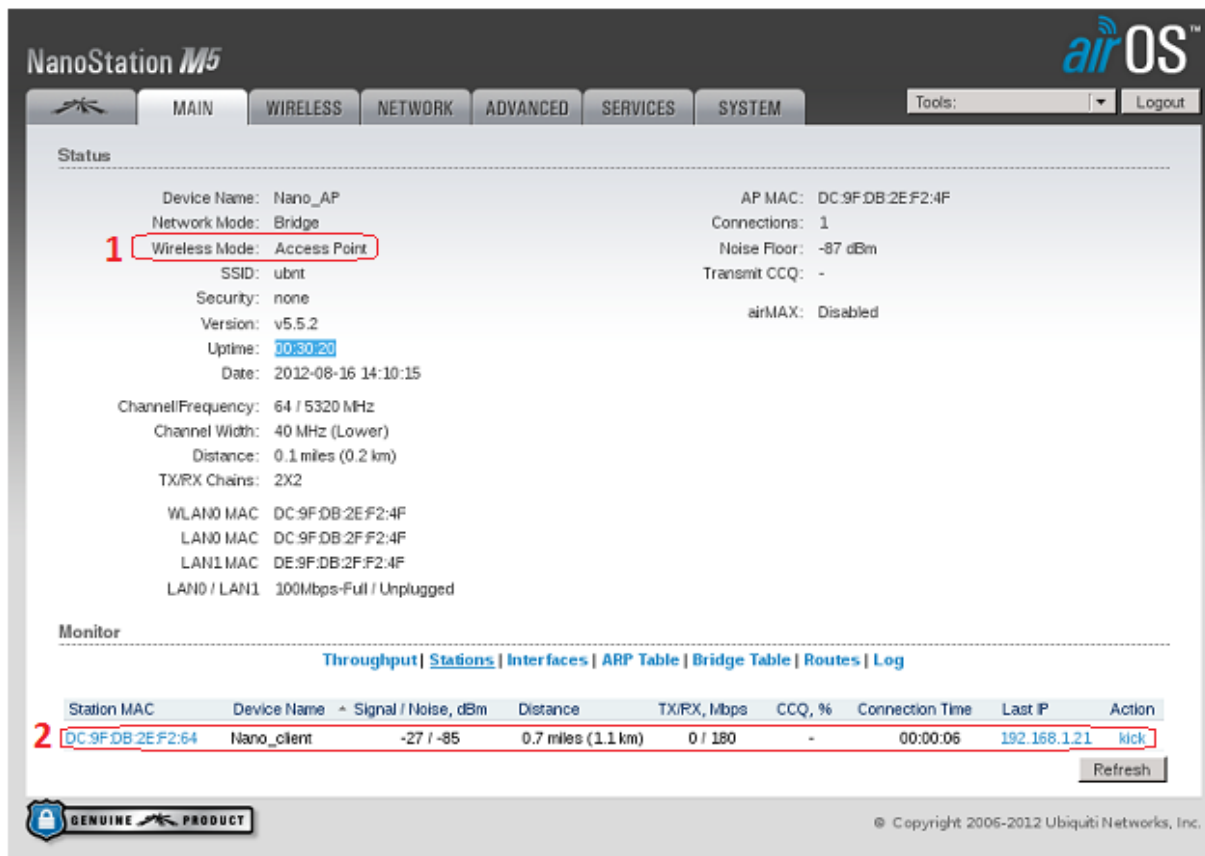
Pour tester les débits, nous allons utiliser **iperf** de bout en bout au niveau des 2 postes de travail. Il nous permet de mesurer la bande passante et d'évaluer la qualité du lien réseau.



Nous avons fait les tests en disposant les antennes sur une distance d'environ 2 mètres.

### Configuration :

#### Point d'accès



**NanoStation M5** airOS™

MAIN | WIRELESS | NETWORK | ADVANCED | SERVICES | SYSTEM | Tools: | Logout

---

**Status**

Device Name: Nano_AP	AP MAC: DC:9F:DB:2E:F2:4F
Network Mode: Bridge	Connections: 1
<b>1</b> Wireless Mode: <b>Access Point</b>	Noise Floor: -87 dBm
SSID: ubnt	Transmit CCQ: -
Security: none	airMAX: Disabled
Version: v5.5.2	
Uptime: 00:30:20	
Date: 2012-08-16 14:10:15	
Channel/Frequency: 64 / 5320 MHz	
Channel Width: 40 MHz (Lower)	
Distance: 0.1 miles (0.2 km)	
TX/RX Chains: 2X2	
WLAN0 MAC DC:9F:DB:2E:F2:4F	
LAN0 MAC DC:9F:DB:2F:F2:4F	
LAN1 MAC DE:9F:DB:2F:F2:4F	
LAN0 / LAN1 100Mbps-Full / Unplugged	


---

**Monitor**

[Throughput](#) | [Stations](#) | [Interfaces](#) | [ARP Table](#) | [Bridge Table](#) | [Routes](#) | [Log](#)

Station MAC	Device Name	Signal / Noise, dBm	Distance	TX/RX, Mbps	CCQ, %	Connection Time	Last IP	Action
<b>2</b> DC:9F:DB:2E:F2:64	Nano_client	-27 / -85	0.7 miles (1.1 km)	0 / 180	-	00:00:06	192.168.1.21	kick

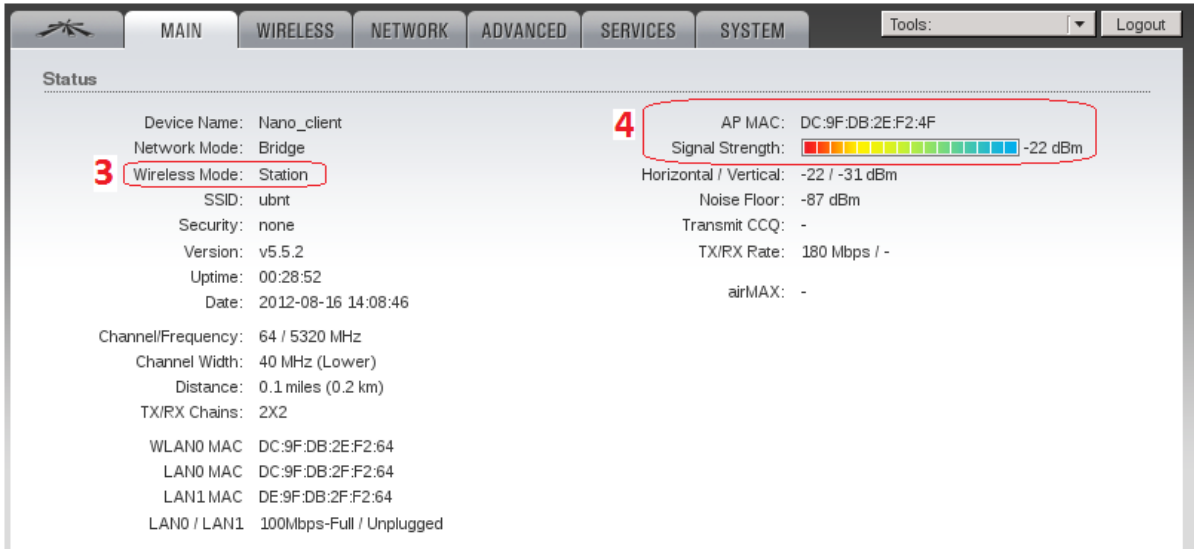
Refresh

 © Copyright 2006-2012 Ubiquiti Networks, Inc.

1 : Antenne configurée en Point d'accès.

2 : Station raccordée au point d'accès

### Station



MAIN WIRELESS NETWORK ADVANCED SERVICES SYSTEM Tools: Logout

Status

Device Name: Nano\_client  
Network Mode: Bridge  
**3** Wireless Mode: Station  
SSID: ubnt  
Security: none  
Version: v5.5.2  
Uptime: 00:28:52  
Date: 2012-08-16 14:08:46

Channel/Frequency: 64 / 5320 MHz  
Channel Width: 40 MHz (Lower)  
Distance: 0.1 miles (0.2 km)  
TX/RX Chains: 2X2

WLAN0 MAC DC:9F:DB:2E:F2:64  
LAN0 MAC DC:9F:DB:2F:F2:64  
LAN1 MAC DE:9F:DB:2F:F2:64  
LAN0 / LAN1 100Mbps-Full / Unplugged

**4** AP MAC: DC:9F:DB:2E:F2:4F  
Signal Strength: -22 dBm  
Horizontal / Vertical: -22 / -31 dBm  
Noise Floor: -87 dBm  
Transmit CCQ: -  
TX/RX Rate: 180 Mbps / -  
airMAX: -


3 : Antenne configurée en mode Station

4 : Connexion au point d'accès établie

### Test de la bande passante

Nous avons mis en place utilisé l'outil intégré Speedtest pour mesurer la bande passante entre les 2 antennes.

### Network Speed Test

Select Destination IP: 192.168.1.21 

User: ubnt

Password: \*\*\*\*

Remote WEB Port: 80

Show Advanced Options

Direction: receive

Test Results

RX: 148.79 Mbps

TX: 0.00 Mbps

Total: 148.79 Mbps

Warning! If traffic shaping is enabled on either device the speed test results will be limited accordingly.

### Résultat du Speedtest

Le débit que nous obtenons avoisine les **150 Mbits/s** correspondant à une bonne qualité de liaison.

L'activation AIRMAX n'influe en rien sur le débit mais il est conseillé de l'activer **uniquement** entre des équipements de type Ibiqity.



**Important : L'activation d'Airmax empêche à l'antenne de se connecter avec une antenne d'un autre constructeur. Il est juste recommandé de l'activer entre des équipements Ibiqity.**

La technologie AIRMAX est issue du développement du WIFI 802.11an et utilise une technologie TDMA (Time Division Multiple Access) qui permet de transmettre plusieurs signaux sur un seul canal. Par ce moyen, une fréquence peut être utilisée par plusieurs abonnés simultanément. En d'autre terme, la technologie AIRMAX est l'alliance des technologies MIMO issues des développements 802.11n du WIFI et de la norme TDMA (en remplacement du CSMA/CA du WIFI).

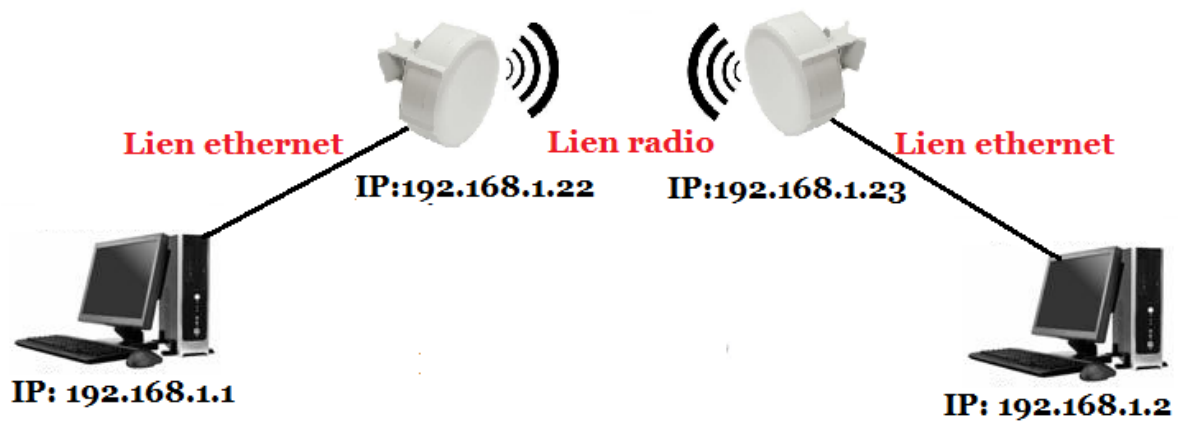
Pour augmenter les performances, nous avons pensé à réduire les puissances d'émission des antennes à leur plus basse valeur (-4dbm) vu que les antennes sont proches de 2 mètres.

### Synthèse :

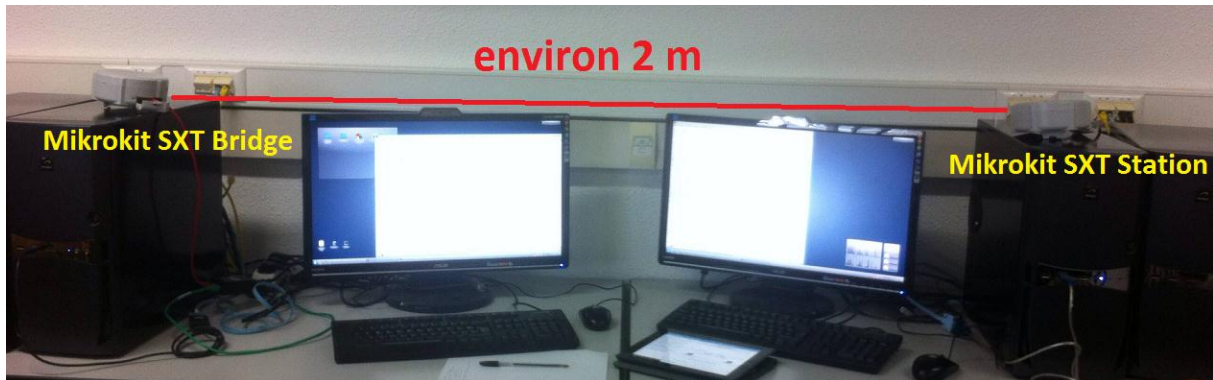


	
<b>Station</b>	<b>Point d'accès</b>
Bande de fréquence 20/40 Mhz	Bande de fréquence 40 Mhz
Désactivation de AirMax	
Puissance d'émission réduite -4dBm	
<b>Débit relevé 148 Mbits/s</b>	
Activation de AirMax	
<b>Débit relevé 145 Mbits/s</b>	

**b. Entre 2 Mikrotik CPE SXT**



## Architecture réseau et adressage équipements



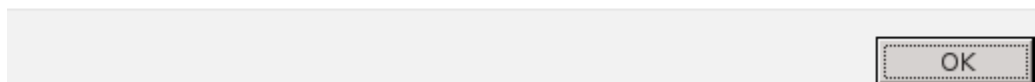
### Configuration :

Nous n'avons pas eu activé la fonction Point d'accès à cause d'un niveau de licence insuffisant. Le niveau de licence est de 3 alors qu'il est possible de mettre en place un point d'accès à partir du niveau 4 qui est tarifé à 45 \$.

<b>Software ID</b>	Z4EL-DHVJ
<b>Upgradable To</b>	v7.x
<b>Level</b>	3
<b>Features</b>	<input type="checkbox"/> extra-channels
<b>Expires In</b>	

### Niveau de License actuel

Couldn't change Interface <wlan1-gateway> - license does not allow AP mode (6)



### Message d'erreur lors d'une tentative d'activation de la

### fonction AP (Point d'accès)

Level number	0 (Demo mode)	1 (Free)	3 (WISP CPE)	4 (WISP)	5 (WISP)	6 (Controller)
Price	no key	registration required	volume only	\$45	\$95	\$250
Upgradable To	-	no upgrades	ROS v6.x	ROS v6.x	ROS v7.x	ROS v7.x
Initial Config Support	-	-	-	15 days	30 days	30 days
Wireless AP	24h trial	-	-	yes	yes	yes

### Niveaux de license des équipements Mikrotik

Donc, il n'est possible de faire que du **point à point** en mode bridge entre ces deux équipements. Ce qui n'est pas avantageux.

#### Bridge

Configuration en mode bridge avec la fréquence fixée à 5180 Mhz.

Mode	bridge
Band	5GHz-A/N
Channel Width	20/40MHz HT Above
Frequency	5180 MHz
SSID	Mikrotik
Scan List	default
Wireless Protocol	802.11
Security Profile	default
Bridge Mode	enabled

#### Station

Nous avons procédé à plusieurs tests en modifiant le mode de la station (station simple, station bridge, station WDS...) tout en respectant leur compatibilité des protocoles sans fil (cf matrice d'applicabilité des protocoles sans fil )

<b>Mode</b>	station
<b>Band</b>	5GHz-A/N
<b>Channel Width</b>	20MHz
<b>Frequency</b>	5180 MHz
<b>SSID</b>	▲ Mikrotik
<b>Scan List</b>	▲ default
<b>Wireless Protocol</b>	802.11
<b>Security Profile</b>	default

### Test de la bande passante

Voici les résultats de débits obtenus avec l'outil intégré **Bandwith Test** entre les deux stations en TCP et UDP:

Test To	<input type="text" value="192.168.1.22"/>
Protocol	<input type="radio"/> udp <input checked="" type="radio"/> tcp
Local UDP Tx Size	<input type="text" value="1500"/>
Remote UDP Tx Size	<input type="text" value="1500"/>
Direction	<input type="text" value="receive"/>
TCP Connection Count	<input type="text" value="20"/>
Local Tx Speed	▼
Remote Tx Speed	▼
Random Data	<input type="checkbox"/>
User	<input type="text" value="admin"/>
Password	<input type="text" value="....."/>
Lost Packets	0
Tx/Rx Current	0 bps/42.8 Mbps
Tx/Rx 10s Average	0 bps/40.7 Mbps
Tx/Rx Total Average	0 bps/31.0 Mbps

Résultat du test de bande passante en TCP

running...

Test To	192.168.1.22
Protocol	<input checked="" type="radio"/> udp <input type="radio"/> tcp
Local UDP Tx Size	1500
Remote UDP Tx Size	1500
Direction	receive ▾
TCP Connection Count	20
Local Tx Speed	▼
Remote Tx Speed	▼
Random Data	<input type="checkbox"/>
User	▲ admin
Password	▲ •••••
Lost Packets	1861
Tx/Rx Current	0 bps/206.7 Mbps
Tx/Rx 10s Average	0 bps/209.5 Mbps
Tx/Rx Total Average	0 bps/153.1 Mbps

### Résultat du test de bande passante en UDP

On constate un bon débit (supérieur à 100 Mbits/s) en UDP avec des pertes de paquets considérables (1861 paquets) ce qui explique les faibles résultats obtenus en TCP. Cela peut être dû à la réflexion et à la réfraction des antennes dans la salle où nous avons effectué les tests.

#### **Remarque:**

**Le mode station** permet la connexion avec l'antenne en mode bridge. Cependant, nous avons remarqué qu'on ne pouvait plus aller au-delà de l'antenne c'est-à-dire que les 2 postes de travail ne peuvent plus communiquer.

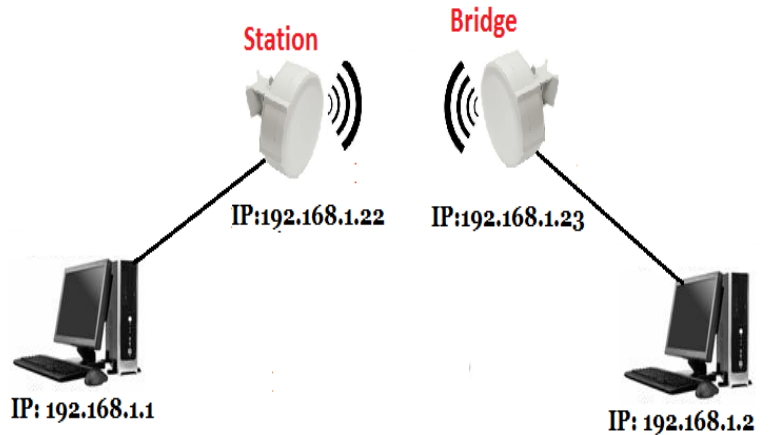
Ceci est dû au fait qu'il ne prend pas en compte le niveau 2 (Liaison).

**ping antenne en mode station réussi depuis le poste de travail d'@ IP 192.168.1.2**



```

felucia:/home/etu# ping 192.168.1.22
PING 192.168.1.22 (192.168.1.22) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 192.168.1.22: icmp_req=8 ttl=64 time=0.801 ms
64 bytes from 192.168.1.22: icmp_req=9 ttl=64 time=0.808 ms
64 bytes from 192.168.1.22: icmp_req=10 ttl=64 time=1.16 ms
64 bytes from 192.168.1.22: icmp_req=11 ttl=64 time=0.894 ms
64 bytes from 192.168.1.22: icmp_req=12 ttl=64 time=0.923 ms
64 bytes from 192.168.1.22: icmp_req=13 ttl=64 time=0.835 ms
64 bytes from 192.168.1.22: icmp_req=14 ttl=64 time=0.836 ms
^C
--- 192.168.1.22 ping statistics ---
14 packets transmitted, 14 received, 0% packet loss, time 12998m
rtt min/avg/max/mdev = 0.799/0.873/1.162/0.091 ms
felucia:/home/etu# ping 192.168.1.1
PING 192.168.1.1 (192.168.1.1) 56(84) bytes of data.
  
```

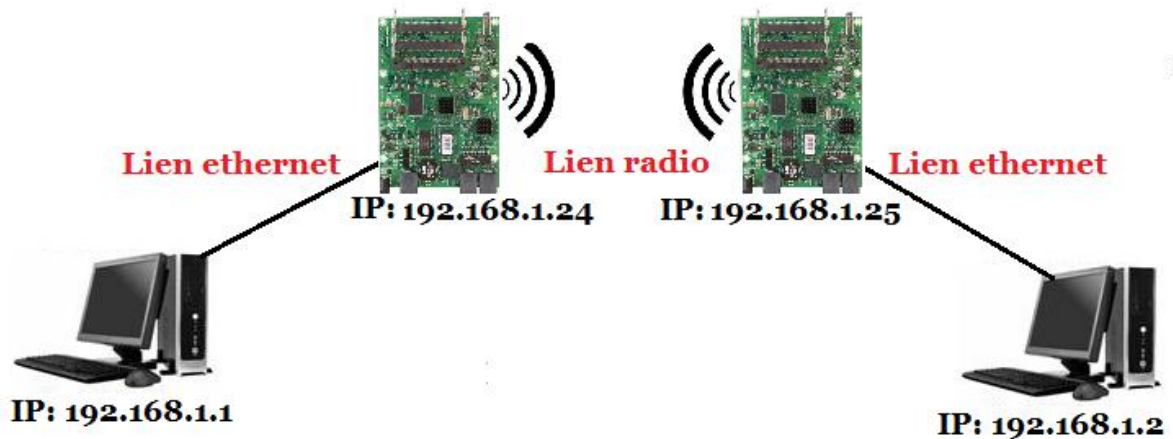
**Ping de la machine distante impossible**



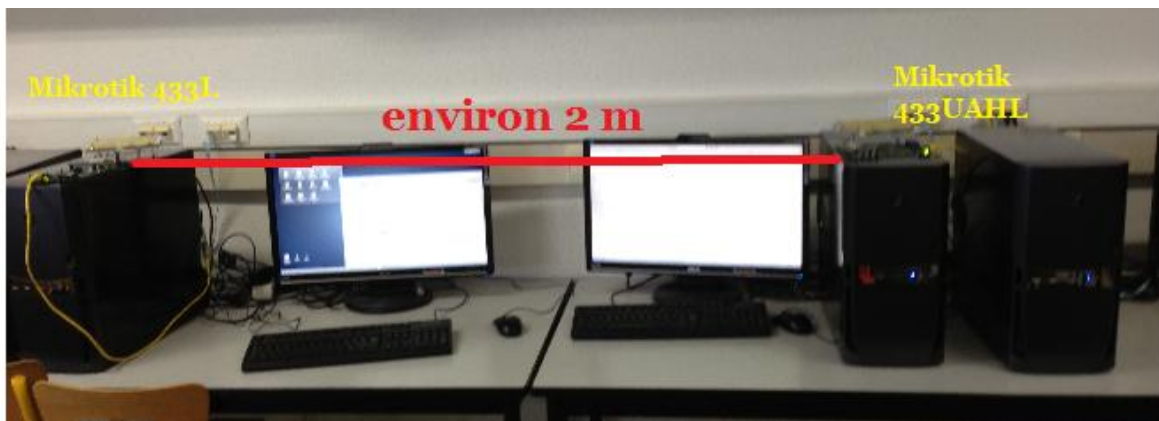
**Synthèse :**

	
<b>Station</b>	<b>Bridge</b>
Bande de fréquence 20/40 Mhz	
Fréquence fixée à 5180 Mhz	
<b>Débit relevé en TCP ≈ 40 Mbits/s</b>	
<b>Débit relevé en UDP &gt; 100Mbits/s</b>	

c. Entre Mikrotik 433L et 433UAHL



Architecture réseau et adressage équipements



Configuration :

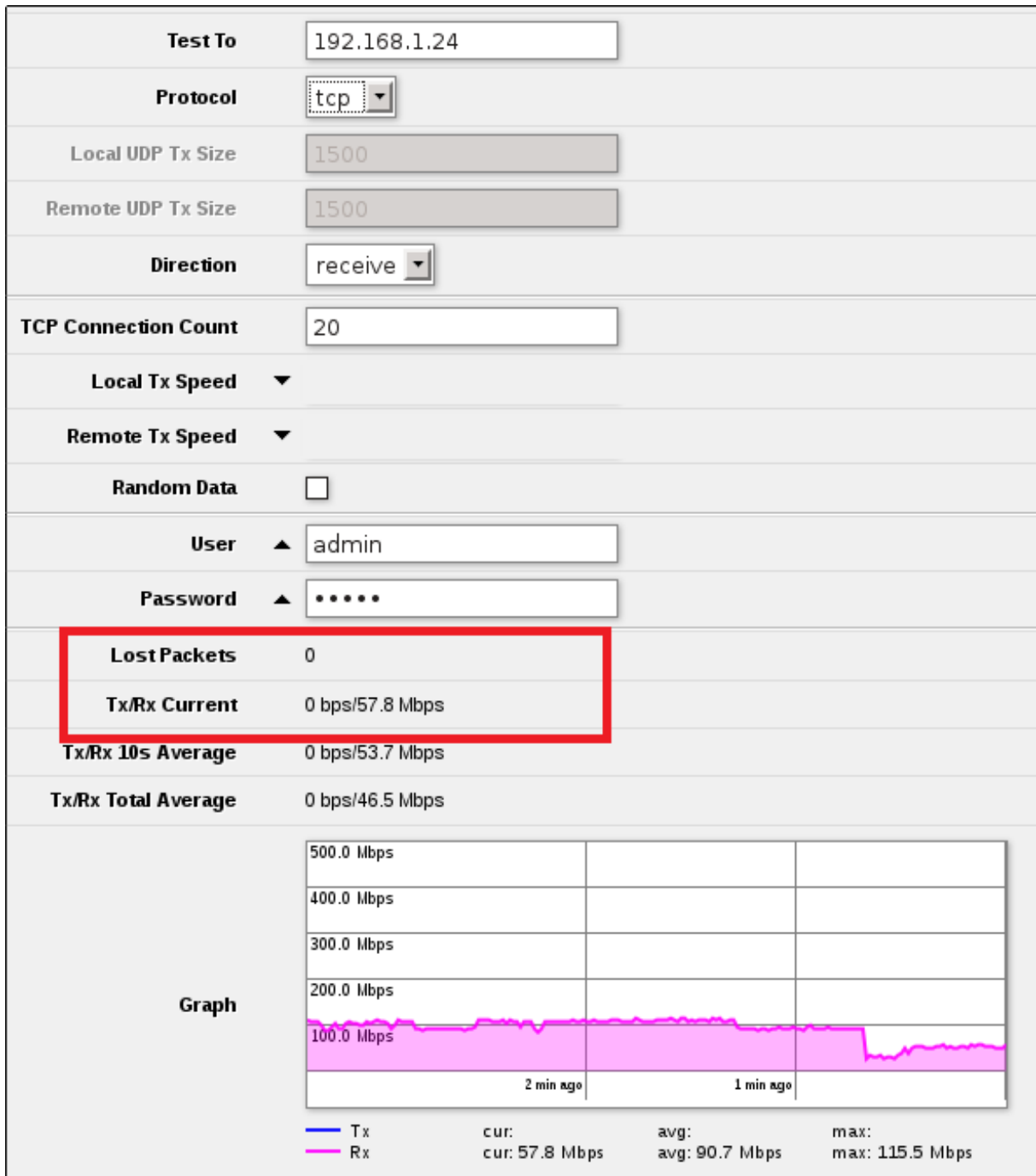


Nous avons configuré une carte en AP et une autre en station vice versa en variant les différents types de stations possibles

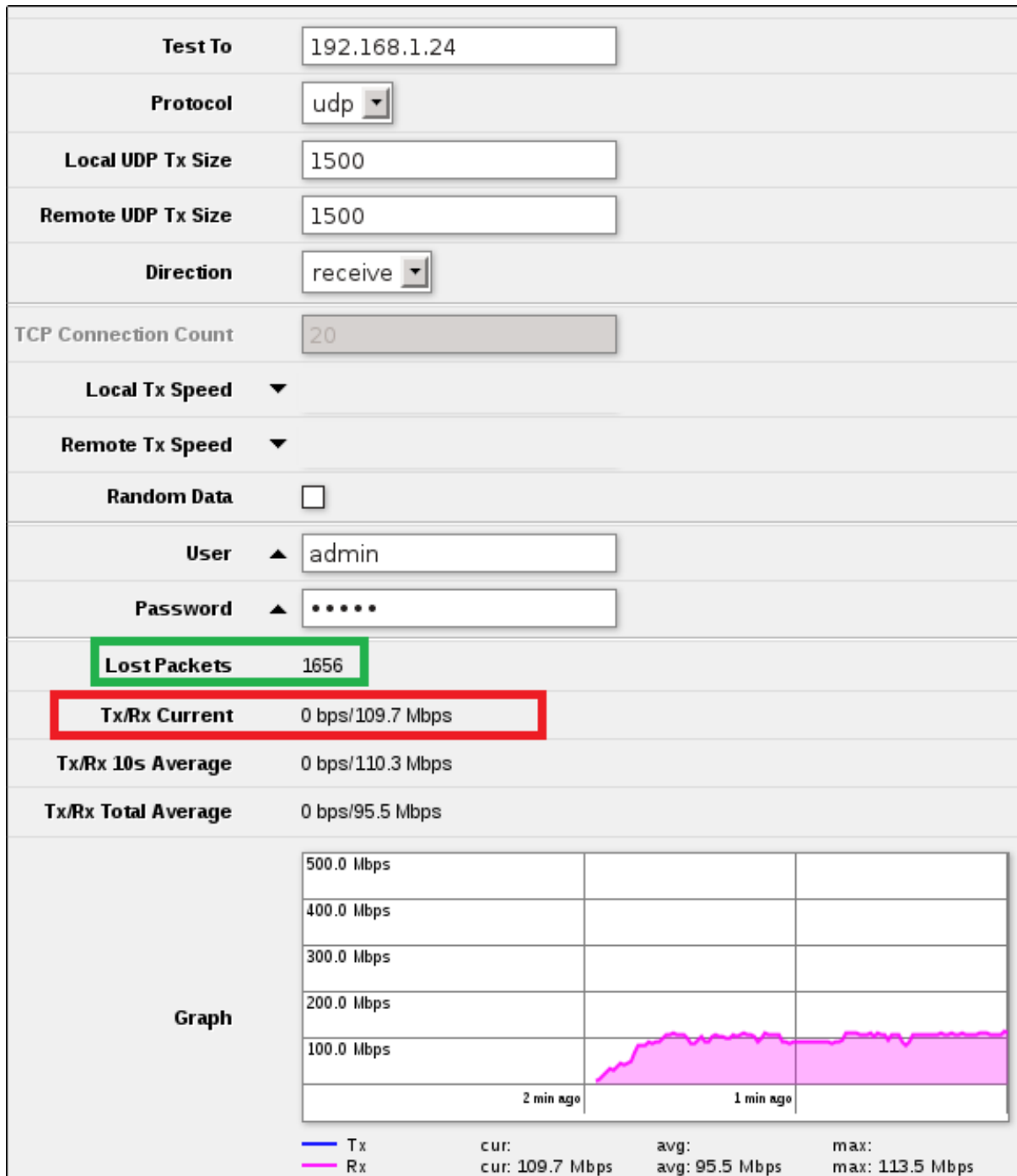
### Test de la bande passante

On retrouve des résultats similaires aux tests entre mikrotik SXT car ils sont issus du même constructeur.

Voici les résultats de débits obtenus avec l'outil intégré **Bandwith Test** entre les deux stations en TCP et UDP:





**Résultat du test de bande passante en TCP**



**Résultat du test de bande passante en UDP**

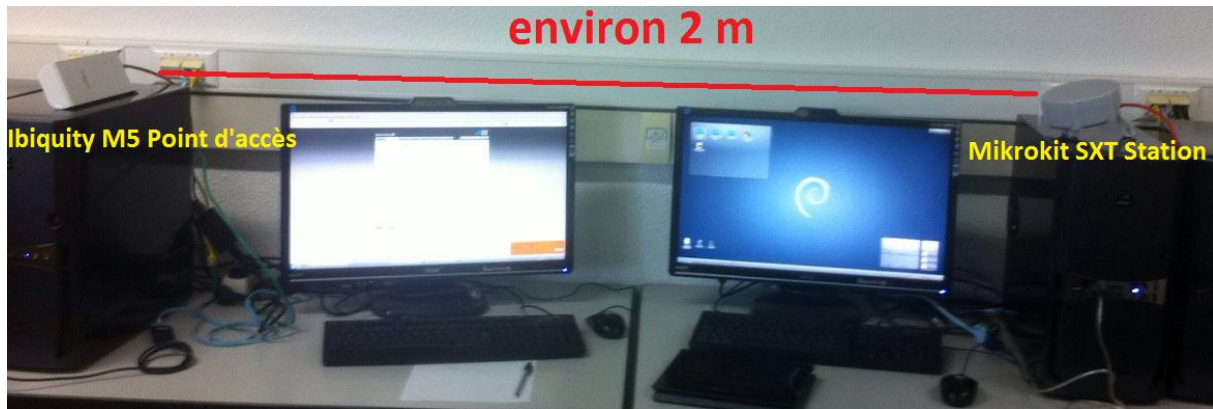
**Synthèse :**

	
<b>Station</b>	<b>Point d'accès</b>
Bande de fréquence 20/40 Mhz	
Fréquence fixée à 5180 Mhz	
<b>Débit relevé en TCP ≈57,8 Mbits/s</b>	
<b>Débit relevé en UDP &gt; 100Mbits/s</b>	

**d. Entre NanoStation Iqivity et Mikrotik CPE SXT**



**Architecture réseau et adressage équipements**



### Configuration :

Etant donné que la fonctionnalité Point d'accès n'est pas disponible pour les antennes Mikrotik sxt, nous avons mis une antenne Mikrotik sxt en mode station et une autre antenne Ibiquity en mode Point d'accès.

Pour la configuration, voir configurations point d'accès Nanostation et Station Mikrokot SXT détaillées antérieurement.

### Test de la bande passante

#### Station

Comme expliqué précédemment cette option ne gère pas le niveau 2 donc nous avons pas eu de lien entre les 2 postes de travail donc pas test de débit possible.

#### Station bridge

Cette option est propriétaire. Elle ne fonctionne qu'avec l' « écosystème mikrotik » or ici nous avons un point d'accès nanostation donc il est impossible d'avoir une interopérabilité avec ce mode.

#### Station wds

Ce mode ne fonctionne qu'avec les points d'accès de routerOs ce qui explique la non comptabilité avec l'antenne nanostation M5.

### Station pseudobridge et pseudobridge clone

Voici les résultats obtenus en TCP:

#### Commandes iperf :

**Coté serveur : iperf -s**

**Coté client : iperf -c 192.168.1.1 -i 1**

Ces commandes nous permettent d'avoir une estimation de la bande passante à des intervalles réguliers d'une seconde.

Client connecting to 192.168.1.1, TCP port 5001

TCP window size: 23.5 KByte (default)

```
-----  
[ 3] local 192.168.1.2 port 58670 connected with 192.168.1.1 port 5001  
[ ID] Interval      Transfer      Bandwidth  
[ 3] 0.0- 1.0 sec   6.62 MBytes   55.6 Mbits/sec  
[ 3] 1.0- 2.0 sec  10.5 MBytes   88.1 Mbits/sec  
[ 3] 2.0- 3.0 sec   9.00 MBytes   75.5 Mbits/sec  
[ 3] 3.0- 4.0 sec   9.62 MBytes   80.7 Mbits/sec  
[ 3] 4.0- 5.0 sec   9.75 MBytes   81.8 Mbits/sec  
[ 3] 5.0- 6.0 sec   9.62 MBytes   80.7 Mbits/sec  
[ 3] 6.0- 7.0 sec   9.00 MBytes   75.5 Mbits/sec  
[ 3] 7.0- 8.0 sec   9.62 MBytes   80.7 Mbits/sec  
[ 3] 8.0- 9.0 sec   9.75 MBytes   81.8 Mbits/sec  
[ 3] 9.0-10.0 sec   8.88 MBytes   74.4 Mbits/sec  
[ 3] 0.0-10.1 sec  92.5 MBytes   77.2 Mbits/sec1
```

Le débit moyen est d'environ 75 Mbits/s

Voici les résultats obtenus en UDP:

#### Commandes iperf :

**Coté serveur : iperf -s -u -i 1**

**Coté client : iperf -c 192.168.1.1 -i -b 100M -i 1**



Ces commandes nous permettent d'avoir une estimation de la bande passante avec un débit souhaité à 100 Mbits/s à des intervalles réguliers d'une seconde.

Client connecting to 192.168.1.1, UDP port 5001  
 Sending 1470 byte datagrams  
 UDP buffer size: 224 KByte (default)

```
-----
[ 3] local 192.168.1.2 port 48037 connected with 192.168.1.1 port 5001
[ ID] Interval      Transfer      Bandwidth
[ 3] 0.0- 1.0 sec   11.5 MBytes   96.7 Mbits/sec
[ 3] 1.0- 2.0 sec   11.4 MBytes   95.5 Mbits/sec
[ 3] 2.0- 3.0 sec   11.4 MBytes   96.0 Mbits/sec
[ 3] 3.0- 4.0 sec   11.4 MBytes   95.4 Mbits/sec
[ 3] 4.0- 5.0 sec   11.4 MBytes   95.5 Mbits/sec
[ 3] 5.0- 6.0 sec   11.5 MBytes   96.1 Mbits/sec
[ 3] 6.0- 7.0 sec   11.4 MBytes   95.4 Mbits/sec
[ 3] 7.0- 8.0 sec   11.4 MBytes   96.0 Mbits/sec
[ 3] 8.0- 9.0 sec   11.4 MBytes   95.5 Mbits/sec
[ 3] 9.0-10.0 sec   11.4 MBytes   95.5 Mbits/sec
[ 3] 0.0-10.0 sec   114 MBytes    95.8 Mbits/sec
[ 3] Sent 81426 datagrams
[ 3] Server Report:
[ 3] 0.0-10.0 sec   103 MBytes    86.3 Mbits/sec   0.346 ms 7657/81425
(9.4%)
[ 3] 0.0-10.0 sec   102 datagrams received out-of-order
```

Le débit moyen est d'environ 86,3 Mbits/s.

**Synthèse :**

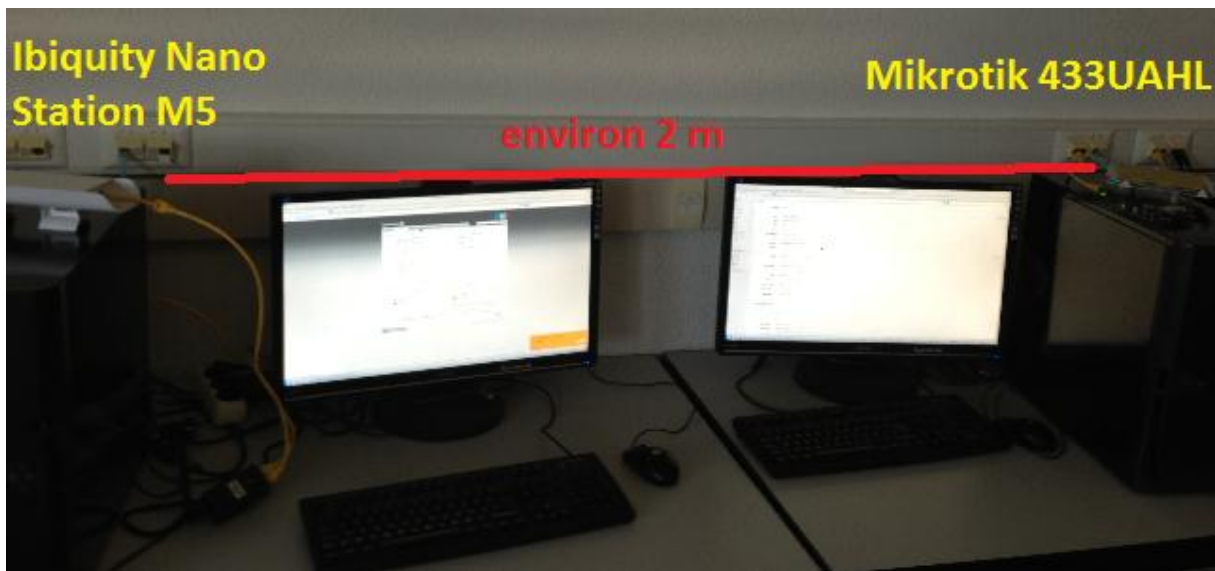
	
<b>Station pseudobrigde/ pseudobrigde clone</b>	<b>Point d'accès</b>
<b>Débit relevé en UDP environ 86 Mbits</b>	
<b>Débit relevé en TCP environ 75Mbits</b>	
<b>Station WDS/Station brigde</b>	<b>Point d'accès</b>
<b>Incompatible</b>	
<b>Station</b>	<b>Point d'accès</b>
<b>Niveau 2 non géré</b>	

Nous estimons que le débit est satisfaisant entre les deux équipements mais que les modes accessibles sont restreints à cause des constructeurs différents.

e. Entre NanoStation Iqicity et Mikrotik 433 UAHL/433L



Architecture réseau et adressage équipements



Configuration :



Etant donné que la fonctionnalité Point d'accès est disponible pour les cartes Mikrotik (433UAHL et 433L), nous avons mis une carte Mikrotik en mode Point d'accès et une autre antenne Ibiqity en mode station et vice versa.

Pour la configuration, voir configurations point d'accès Nanostation et Station Mikrokit SXT détaillées antérieurement.

### Test de la bande passante

#### Station pseudobridge et pseudobridge clone

Voici les résultats obtenus en TCP:

#### Commandes iperf :

Coté serveur : `iperf -s`

Coté client : `iperf -c 192.168.1.1 -i 1`

Ces commandes nous permettent d'avoir une estimation de la bande passante à des intervalles réguliers d'une seconde.

À compléter

Voici les résultats obtenus en UDP:

#### Commandes iperf :



Coté serveur : `iperf -s -u -i 1`

Coté client : `iperf -c 192.168.1.1 -i -b 100M -i 1`

Ces commandes nous permettent d'avoir une estimation de la bande passante avec un débit souhaité à 100 Mbits/s à des intervalles réguliers d'une seconde.

À compléter

### Synthèse :

	
Station pseudobrigde/ pseudobrigde clone	Point d'accès
Débit relevé en UDP environ Mbits	
Débit relevé en TCP environ Mbits	
Station WDS/Station brigde	Point d'accès
Incompatible	
Station	Point d'accès
Niveau 2 non géré	

## 5. Etude sur le protocole STP

Les réseaux commutés de type Ethernet doivent avoir un chemin unique entre deux points, cela s'appelle une topologie sans boucle. En effet, la présence de boucle génère des tempêtes de diffusion qui paralysent le réseau : tous les liens sont saturés de trames de diffusion qui tournent en rond dans les boucles et les tables d'apprentissage des commutateurs deviennent instables.

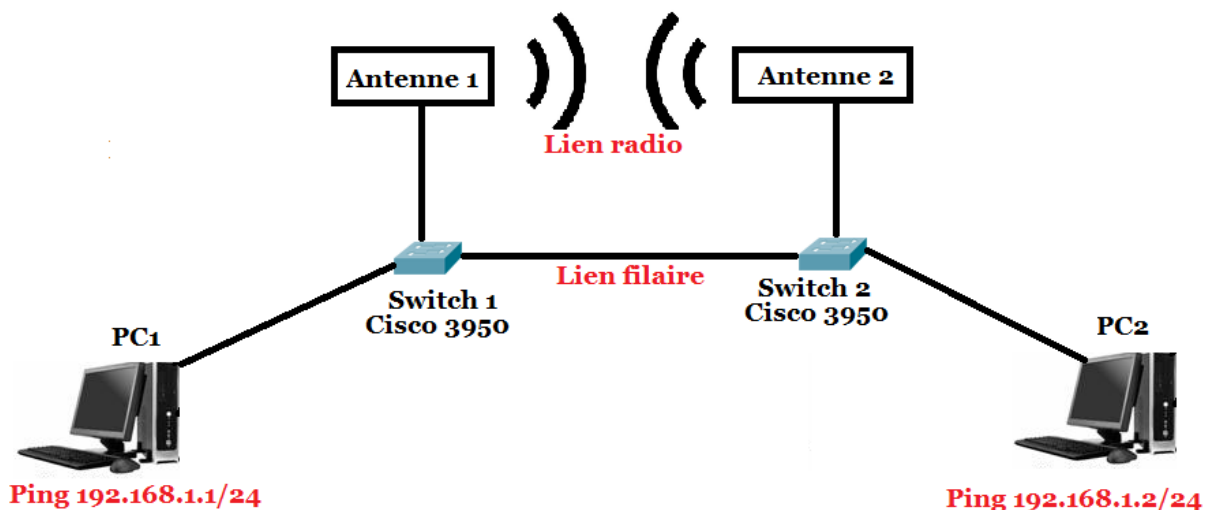
Une solution serait de ne pas tirer les câbles en surnombre de manière à ne pas avoir de boucles dans le réseau. Néanmoins, un bon réseau doit aussi offrir de la redondance pour proposer un chemin alternatif en cas de panne d'une liaison ou d'un commutateur.

L'algorithme de « *spanning tree minimum* » garantit l'unicité du chemin entre deux points du réseau tout en n'interdisant pas les câbles en surnombre. Pour cela, il bloque administrativement certains ports des commutateurs (ponts).

Le **Spanning Tree Protocol** (algorithme de l'arbre recouvrant, aussi appelé **STP**) est un protocole réseau de niveau 2 permettant de déterminer une topologie réseau *sans boucle* (appelée arbre) dans les LAN avec ponts. Il est défini dans la norme IEEE 802.1D et est basé sur un algorithme décrit par Radia Perlman en 1985.

Le but de ce travail pratique suivant est d'abord de mettre en œuvre le protocole STP au sein des antennes. Ce protocole permet de détecter et de désactiver les boucles de réseau. Nous allons aussi faire participer les antennes à l'élection du commutateur racine (root). Nous observerons également les changements lors des modifications de la topologie.

### a. Architecture



#### Architecture Réseau

Notre réseau est constitué de :

- ✚ 2 postes de travail d'adresses IP 192.168.1.1/24 et 192.168.1.2/24
- ✚ 2 Switchs Cisco 3950
- ✚ 2 antennes. Nous allons, tour à tour, placer les antennes NanoStation et Mikrotik.

Les 2 postes de travail peuvent communiquer via le lien filaire et le lien radio. Ils nous permettront de voir d'analyser la communication suite à un changement de la topologie réseau.

Cette architecture nous permettra de faire participer les antennes à l'élection du commutateur racine.

## **b. Configuration des switchs Cisco 3950**

Tout d'abord, nous avons réinitialisé la configuration des Switchs sur leurs paramètres d'origine.

Switch 1 (Cisco 3950)		Switch 2 (Cisco 3950)	
Equipement	Port	Equipement	Port
PC1	FastEthernet 0/1	PC2	FastEthernet 0/1
Antenne 1	FastEthernet 0/2	Antenne 2	FastEthernet 0/2
Trunk (lien filaire)	FastEthernet 0/11	Trunk (lien filaire)	FastEthernet 0/11

Les 2 Switchs sont configurés de la même manière.

Un trunk est établi entre les 2 Switchs pour permettre la communication entre les 2 machines sur le lien filaire à travers la commande suivante :

```
sw1#conf t
sw1(conf-if)# int fa0/11
sw1(conf-if)#switchport mode trunk
An interface whose trunk encapsulation is Auto can not be configured to trunk mode
sw1(conf-if)#switchport trunk encapsulation dot1q
sw1(conf-if)#switchport mode trunk
```

### **Mise en place du trunk sur l'interface FastEthernet 0/11**

#### **au niveau des 2 Switchs**

## **c. Activation du protocole Spanning Tree**

Par défaut, cette fonctionnalité est activée nativement sur les équipements Cisco. Cependant, nous aurions pu le faire à travers la commande suivante si ce n'était pas le cas :

```
sw1#conf t
sw1(config)#spanning-tree vlan 1
sw1(config)#spanning-tree mode pvst
sw1(config)#exit
```

Nous venons d'activer le protocole STP sur le VLAN 1 par défaut où nous travaillons (antenne, poste de travail, trunk).

#### **d. Installation des antennes NanoStation et Observations**

Pour nos premières observations, nous avons placé des antennes NanoStation M5.

- ✚ Antenne 1 = NanoStation M5
- ✚ Antenne 2 = NanoStation M5



**NanoStation M5**

Les 2 antennes sont configurées en **Station** et **Point d'accès**. Le bridge permettant de faire le lien entre le réseau filaire et le réseau radio est le bridge0 (bridge par défaut). Pour activer le protocole STP sur ce dernier, il suffit de cocher la case STP (Aller dans l'onglet *Network* → Changer le mode configuration de *Simple* à *Avancé* → Accéder à la partie *Bridge Network* et cocher la case STP).



**Inconvénient :** Nous n'avons pas trop d'options sur le protocole STP avec les NanoStation en configuration graphique par exemple la priorité qui est fondamentale pour l'élection du commutateur racine. Malgré les recherches qui ont été effectuées, nous n'avons pas pu trouver un moyen pour extraire la priorité même en ligne de commande.

Ceci ne nous permet pas de faire participer les antennes NanoStation à l'élection du commutateur racine.

**Supposition :** Par la suite, nous avons supposé que la priorité est égale à **32768 (0x8000 en hexadécimal)**. Cette priorité est la priorité par défaut connu pour plusieurs équipements.

Les priorités des switches Cisco sont à **32768**.

**Principe de fonctionnement du protocole STP :** Le commutateur avec la priorité la plus basse l'emporte, et en cas d'égalité, c'est l'adresse MAC la plus basse qui l'emporte.

Dans notre cas, tous les équipements ont la même priorité. L'élection du commutateur racine s'effectue sur l'équipement avec la plus petite adresse MAC.

Voici les adresses MAC de nos équipements :

Switch 1: **00:23:34:15:12:80**

Switch 2: **00:26:ca:a4:24 :00**

NanoStation 1: **dc:9f:db:2f:f2:4f**

NanoStation 2: **dc:9f:db:2e:f2:64**

Nous constatons que le switch 1 a la plus petite adresse MAC (**00 :23:34:15:12:80**) et doit normalement être élu commutateur racine.

**Vérification :**

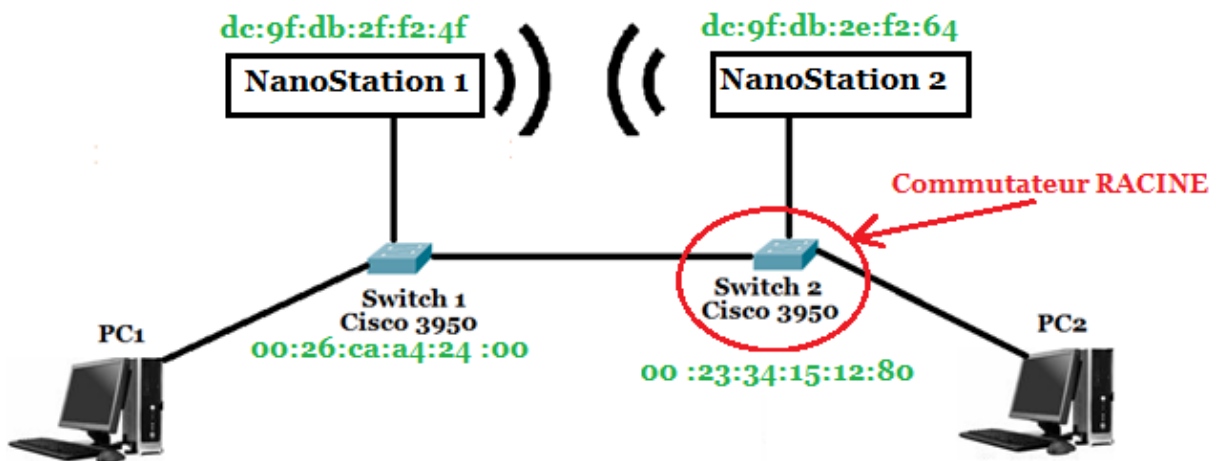
```
sw1#sh spanning-tree
```

```
VLAN0001
Spanning tree enabled protocol ieee
Root ID    Priority    32769
           Address    0023.3415.1280
           This bridge is the root
           Hello Time 2 sec Max Age 20 sec Forward Delay 15 sec

Bridge ID  Priority    32769 (priority 32768 sys-id-ext 1)
           Address    0023.3415.1280
           Hello Time 2 sec Max Age 20 sec Forward Delay 15 sec
           Aging Time 15 sec

Interface                Role Sts Cost      Prio.Nbr Type
-----
Fa0/1                    Desg FWD 19        128.3   P2p
Fa0/2                    Desg FWD 19        128.4   P2p
Fa0/11                   Desg LRN 19        128.13  P2p
```

#### Informations STP sur le switch 1



Le switch 1 est bien le commutateur racine.

```
sw2#show spanning-tree
```

```
VLAN0001
Spanning tree enabled protocol ieee
Root ID    Priority    32769
           Address    0023.3415.1280
           Cost        19
           Port        13 (FastEthernet0/11)
           Hello Time  2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec

Bridge ID  Priority    32769 (priority 32768 sys-id-ext 1)
           Address    0026.caa4.2400
           Hello Time  2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec
           Aging Time  15 sec
```

Adresse MAC switch 1

Interface	Role	Sts	Cost	Prio.Nbr	Type
Fa0/1	Desg	FWD	19	128.3	P2p
Fa0/2	Desg	FWD	19	128.4	P2p
Fa0/11	Root	FWD	19	128.13	P2p

Le lien filaire est  
privilié par rapport au  
lien radio des antennes

### Informations STP sur le switch 2

Les informations STP sur le switch 2 confirme bien que le switch 1 est le commutateur racine. Par ailleurs, nous en déduisons que le lien filaire est privilégié par rapport au lien radio des antennes car l'interface FastEthernet 0/11 joue le rôle de **Root** (voir configuration des Switchs et architecture réseau plus haut pour plus de compréhension).

### Modification de la topologie

Jusque là, la communication entre les 2 postes de travail est fonctionnelle et passe par le trunk (lien filaire).

Nous allons forcer le trafic à passer par le lien radio c'est -à-dire le bridge STP établi entre les 2 antennes et voir la réaction des équipements. Pour ce faire, nous allons désactiver l'interface fa0/11 sur le switch 1 et évaluer le temps nécessaire pour le rétablissement de la communication entre les 2 postes de travail.

```
sw1#conf t
sw1(conf-if)# int fa0/11
sw1(conf-if)#shutdown
```

### Désactivation de l'interface fa 0/11



## Observations

Pour l'observation des événements STP au niveau des switches, il est nécessaire d'utiliser la commande suivante :

```
sw2#debug spanning-tree events
Spanning Tree event debugging is on
```

### Activation de l'affichage des évènements STP

Au niveau du switch 2, nous avons reçu le message suivant indiquant que l'interface FastEthernet 0/2 sur lequel est connecté le lien radio devient prioritaire :

```
Mar 1 01:00:18.182: STP: VLAN0001 we are the spanning tree root Interface FastEthernet 0/11 désactivé
*Mar 1 01:00:20.179: LINK-5-CHANGED: Interface FastEthernet0/11, changed state to administratively down
*Mar 1 01:00:21.185: $LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/11, changed state to down
*Mar 1 01:00:36.226: STP: VLAN0001 heard root 32769-0023.3415.1280 on Fa0/2
*Mar 1 01:00:36.226: supersedes 32769-0026.caa4.2400
*Mar 1 01:00:36.226: STP: VLAN0001 new root is 32769, 0023.3415.1280 on port Fa0/2, cost 138
*Mar 1 01:00:36.226: STP: VLAN0001 sent Topology Change Notice on Fa0/2
```

**Le switch 1 d'adresse MAC 00:23:34:15:12:80 reste toujours le commutateur racine.**

**Interface FastEthernet 0/2 privilégié**

Avant de désactiver l'interface FastEthernet 0/11, nous avons lancé un ping entre les 2 postes de travail 192.168.1.1/24 et 192.168.1.2/24. Nous avons évalué le temps nécessaire au rétablissement du lien entre les 2 postes de travail suite à la désactivation de l'interface FastEthernet 0/11.

```
64 bytes from 192.168.1.2: icmp_req=105 ttl=64 time=0.348 ms
64 bytes from 192.168.1.2: icmp_req=106 ttl=64 time=0.344 ms
From 192.168.1.1 icmp_seq=150 Destination Host Unreachable
64 bytes from 192.168.1.2: icmp_req=155 ttl=64 time=2.05 ms
64 bytes from 192.168.1.2: icmp_req=156 ttl=64 time=1.36 ms
64 bytes from 192.168.1.2: icmp_req=157 ttl=64 time=1.71 ms
```

**Blocage suite à la désactivation de l'interface FastEthernet 0/11 et rétablissement du lien entre les 2 postes de travail**

## Evaluation du temps de rétablissement

Pour évaluer le temps nécessaire au rétablissement du lien suite à la désactivation du lien entre les 2 Switchs, nous avons utilisé Wireshark pour recueillir les résultats du ping. Un filtrage sur la réponse du ping (réponse echo de type 0) nous permet d'être plus précis sur la durée de rétablissement du lien entre les 2 postes de travail.

## Filtrage de la réponse ICMP suite au ping

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
2	0.000332000	192.168.1.1	192.168.1.2	ICMP	98	Echo (ping) reply id=0x11c1, seq=8
6	1.000325000	192.168.1.1	192.168.1.2	ICMP	98	Echo (ping) reply id=0x11c1, seq=9
8	2.000333000	192.168.1.1	192.168.1.2	ICMP	98	Echo (ping) reply id=0x11c1, seq=1
10	3.000328000	192.168.1.1	192.168.1.2	ICMP	98	Echo (ping) reply id=0x11c1, seq=1
12	4.000330000	192.168.1.1	192.168.1.2	ICMP	98	Echo (ping) reply id=0x11c1, seq=1
16	5.000328000	192.168.1.1	192.168.1.2	ICMP	98	Echo (ping) reply id=0x11c1, seq=1
18	6.000330000	192.168.1.1	192.168.1.2	ICMP	98	Echo (ping) reply id=0x11c1, seq=1
20	7.000326000	192.168.1.1	192.168.1.2	ICMP	98	Echo (ping) reply id=0x11c1, seq=1
22	8.000332000	192.168.1.1	192.168.1.2	ICMP	98	Echo (ping) reply id=0x11c1, seq=1
26	9.000323000	192.168.1.1	192.168.1.2	ICMP	98	Echo (ping) reply id=0x11c1, seq=1
29	10.000333000	192.168.1.1	192.168.1.2	ICMP	98	Echo (ping) reply id=0x11c1, seq=1
31	11.000323000	192.168.1.1	192.168.1.2	ICMP	98	Echo (ping) reply id=0x11c1, seq=1
113	59.002259000	192.168.1.1	192.168.1.2	ICMP	98	Echo (ping) reply id=0x11c1, seq=6
116	60.002333000	192.168.1.1	192.168.1.2	ICMP	98	Echo (ping) reply id=0x11c1, seq=6
118	61.004308000	192.168.1.1	192.168.1.2	ICMP	98	Echo (ping) reply id=0x11c1, seq=6
120	62.005392000	192.168.1.1	192.168.1.2	ICMP	98	Echo (ping) reply id=0x11c1, seq=7
122	63.007090000	192.168.1.1	192.168.1.2	ICMP	98	Echo (ping) reply id=0x11c1, seq=7
126	64.010571000	192.168.1.1	192.168.1.2	ICMP	98	Echo (ping) reply id=0x11c1, seq=7
130	65.009665000	192.168.1.1	192.168.1.2	ICMP	98	Echo (ping) reply id=0x11c1, seq=7
132	66.010856000	192.168.1.1	192.168.1.2	ICMP	98	Echo (ping) reply id=0x11c1, seq=7
134	67.012249000	192.168.1.1	192.168.1.2	ICMP	98	Echo (ping) reply id=0x11c1, seq=7
137	68.013445000	192.168.1.1	192.168.1.2	ICMP	98	Echo (ping) reply id=0x11c1, seq=7
142	69.015688000	192.168.1.1	192.168.1.2	ICMP	98	Echo (ping) reply id=0x11c1, seq=7
146	70.015775000	192.168.1.1	192.168.1.2	ICMP	98	Echo (ping) reply id=0x11c1, seq=7
148	71.016981000	192.168.1.1	192.168.1.2	ICMP	98	Echo (ping) reply id=0x11c1, seq=7
150	72.019075000	192.168.1.1	192.168.1.2	ICMP	98	Echo (ping) reply id=0x11c1, seq=8

Filter: icmp.type == 0

Expression... Clear Apply Enregistrer

Frame 2: 98 bytes on wire (784 bits), 98 bytes captured (784 bits) on interface 0  
 Ethernet II, Src: AsustekC\_01:27:25 (00:1f:c6:01:27:25), Dst: AsustekC\_01:26:5f (00:1f:c6:01:26:5f)  
 Internet Protocol Version 4, Src: 192.168.1.1 (192.168.1.1), Dst: 192.168.1.2 (192.168.1.2)  
 Internet Control Message Protocol  
 Type: 0 (Echo (ping) reply)  
 Code: 0  
 Checksum: 0x7e0e [correct]

```
0000 00 1f c6 01 26 5f 00 1f c6 01 27 25 08 00 45 00  ...&... ..%'..E.
0010 00 54 76 7c 00 00 40 01 90 40 c0 c0 01 01 c0 c0  ...Tul 0
```

Avant interruption du lien entre les 2 switches

← Interruption du lien

Rétablissement du lien

Nous constatons que l'interruption du lien s'est effectuée au bout d'un temps  $t_1 = 11$  secondes et que le rétablissement s'est effectué au bout d'un temps  $t_2 = 59$  secondes.

$$t_1 - t_2 = 59 \text{ secondes} - 11 \text{ secondes} = 48 \text{ secondes}$$

Donc, il a fallu 48 secondes pour que le lien soit établi de nouveau entre les postes de travail, ce qui est non négligeable.

## e. Installation des antennes Mikrokit et Observations

Après avoir travaillé avec les antennes NanoStation, nous allons maintenant refaire les mêmes tests sur les antennes Mikrokit.

- ✚ Antenne 1 = Mikrokit SXT 5Hnd
- ✚ Antenne 2 = Mikrokit SXT 5Hnd



**Mikrotik SXT 5Hnd**

Les 2 antennes sont configurées en **Station bridge** et **Bridge**. Le bridge permettant de faire le lien entre le réseau filaire et le réseau radio est le bridge1 (bridge par défaut). Pour activer le protocole STP sur ce dernier, il suffit de cocher la case STP (Aller dans l'onglet *Bridge* → Double clic sur le bridge1 → Modifier le mode de protocole du bridge à STP).

<b>Name</b>	bridge1
<b>Type</b>	Bridge
<b>MTU</b>	1500
<b>L2 MTU</b>	65535
<b>MAC Address</b>	
<b>ARP</b>	enabled
<b>Admin. MAC Address</b>	▼
<b>Protocol Mode</b>	<input type="radio"/> none <input checked="" type="radio"/> stp <input type="radio"/> rstp

**Avantage des équipements Mikrotik** : L'avantage que présentent les antennes Mikrotik par rapport aux NanoStation est qu'il est possible de modifier la priorité du bridge. Par défaut, elle est fixée à **32768 (8000 en hexadécimal)**.

<b>Priority</b>	8000	hex
-----------------	------	-----

Cette possibilité de pouvoir modifier la priorité est utile dans la mesure où elle permet à un administrateur du réseau d'influencer le résultat de l'élection pour que le commutateur racine soit choisi le plus près possible du cœur de réseau. Pour cela, il configure la priorité du commutateur

racine le plus opportun en fonction de la topologie du réseau, ainsi que la priorité d'un autre commutateur qui deviendra commutateur racine en cas de défaillance du commutateur racine principal.

Vu que les switches Cisco et les antennes Mikrotik ont les mêmes priorités de bridge (**32768**), l'élection du commutateur racine s'effectuera sur l'équipement avec la plus petite adresse MAC.

Switch 1: **00:23:34:15:12:80**

Switch 2: **00:26:ca:a4:24 :00**

Mikrotik SXT 1 : **00:0c:42:f2:ac:a0**

Mikrotik SXT 2: **00:0c:42:f1:af:83**

Nous constatons que l'antenne Mikrotik SXT 2 a la plus petite adresse MAC (**00:0c:42:f1:af:83**) et doit normalement être élu commutateur racine.

### Vérification :

```
sw1#sh spanning-tree
VLAN0001
  Spanning tree enabled protocol ieee
  Root ID    Priority    32768
            Address    000c.42f1.af83
            Cost      19
            Port      4 (FastEthernet0/2)
            Hello Time 2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec

  Bridge ID  Priority    32769 (priority 32768 sys-id-ext 1)
            Address    0023.3415.1280
            Hello Time 2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec
            Aging Time 300 sec

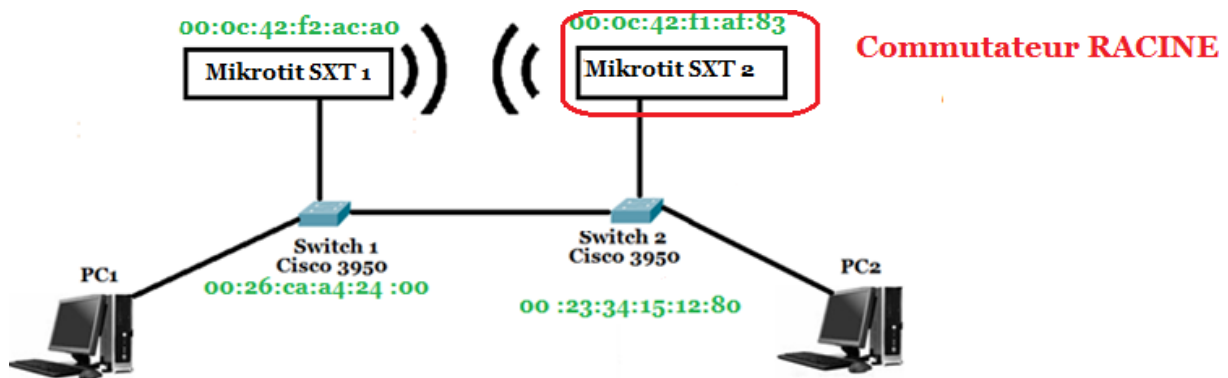
Interface          Role Sts Cost      Prio.Nbr Type
-----
Fa0/1              Desg FWD 19        128.3   P2p
Fa0/2              Root FWD 19        128.4   P2p
Fa0/11             Desg FWD 19        128.13  P2p
```

Adresse MAC de l'antenne  
Mikrotik SXT 2

Lien radio privilégié

### Informations STP du switch 2

L'antenne Mikrotik SXT 2 est bien le commutateur racine et le lien radio est privilégié par rapport au trunk (lien filaire).



### Nouvelle élection du commutateur racine

Nous allons maintenant changer le commutateur racine en augmentant la priorité des bridges sur les antennes Mikrotik SXT.

Nous choisissons de mettre la valeur maximale **36864 (9000 en hexadécimal)** au lieu de **32768 (8000 en hexadécimal)**.

Name	bridge1
Type	Bridge
MTU	1500
L2 MTU	65535
MAC Address	
ARP	enabled
Admin. MAC Address	▼
Protocol Mode	<input type="radio"/> none <input checked="" type="radio"/> stp <input type="radio"/> rstp
Priority	9000 hex

**Modification de la priorité à  
36864 (9000 en hexadécimal)**

**Modification de la priorité des bridges  
des 2 antennes Mikrotik SXT**

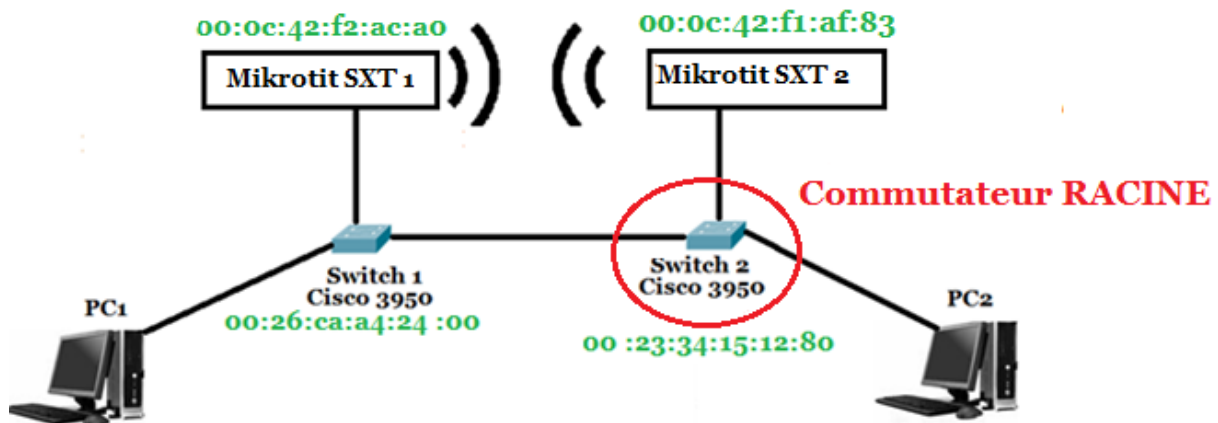
**Observations :**

Nous recevons des événements STP au niveau des 2 switchs Cisco nous indiquant la nouvelle convergence du réseau. Le nouveau commutateur racine est le switch 2 et que le trunk devient prioritaire.

**Le nouveau commutateur racine est le switch 2**

```
*Mar 1 02:20:09.629: STP: VLAN0001 new root is 32769, 0023.3415.1280 on port Fa0/2, cost 39  
*Mar 1 02:20:09.629: STP: VLAN0001 sent Topology Change Notice on Fa0/2  
*Mar 1 02:20:10.258: STP: VLAN0001 new root port Fa0/11, cost 19
```

**Le trunk (lien filaire) devient propriétaire**



**Principe de fonctionnement du protocole STP :** Le commutateur avec la priorité la plus basse l'emporte, et en cas d'égalité, c'est l'adresse MAC la plus basse qui l'emporte.

#### Explication :

En modifiant les priorités pour les 2 antennes Mikrotik SXT à **36864**, nous les éliminons de l'élection du commutateur racine car la priorité des switches Cisco est de **32768** et est donc plus petite. La concurrence se fait donc entre les 2 switches Cisco. Vu qu'ils ont la même priorité, l'élection du nouveau commutateur racine se fait sur l'adresse MAC.

Switch 1: **00:23:34:15:12:80**

Switch 2: **00:26:ca:a4:24:00**

Le switch 1 ayant la plus petite adresse MAC l'emporte.

#### Modification de la topologie

Actuellement le trafic entre les 2 postes de travail passe par le ttrunk (lien filaire).

Nous allons forcer le trafic à passer par le lien radio c'est -à-dire le bridge STP établi entre les 2 antennes et voir la réaction des équipements. Pour ce faire, nous allons désactiver l'interface fa0/11 sur le switch 1 et évaluer le temps nécessaire pour le rétablissement de la communication entre les 2 postes de travail.

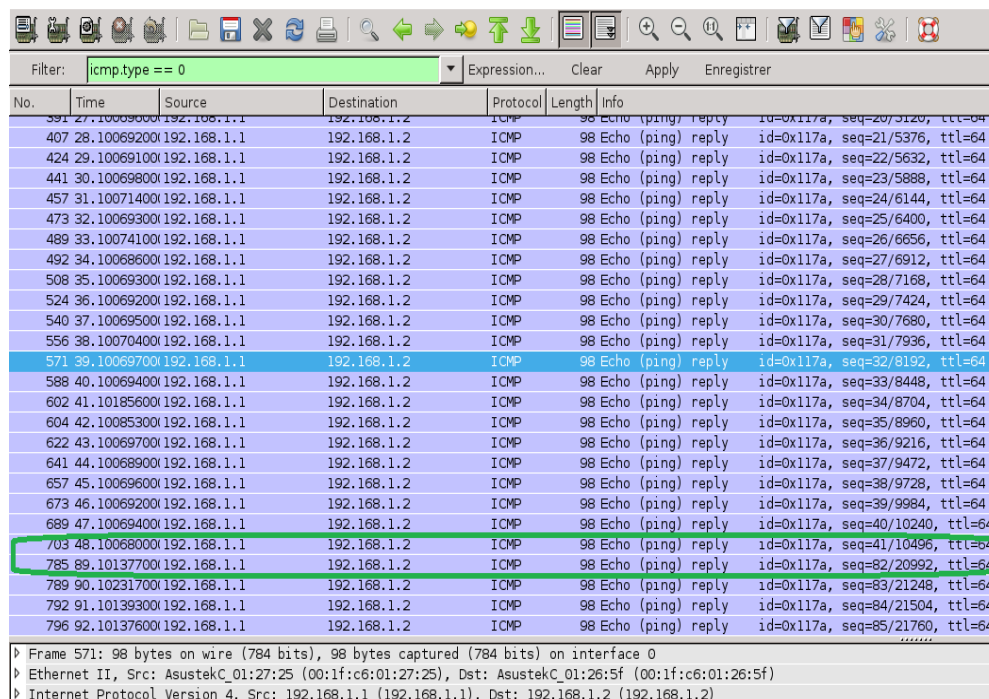
Avant de désactiver l'interface FastEthernet 0/11, nous avons lancé un ping entre les 2 postes de travail 192.168.1.1/24 et 192.168.1.2/24. Nous avons évalué le temps nécessaire au rétablissement du lien entre les 2 postes de travail suite à la désactivation de l'interface FastEthernet 0/11.

```
64 bytes from 192.168.1.2: icmp_req=105 ttl=64 time=0.348 ms
64 bytes from 192.168.1.2: icmp_req=106 ttl=64 time=0.344 ms
From 192.168.1.1 icmp_seq=150 Destination Host Unreachable
64 bytes from 192.168.1.2: icmp_req=155 ttl=64 time=2.05 ms
64 bytes from 192.168.1.2: icmp_req=156 ttl=64 time=1.36 ms
64 bytes from 192.168.1.2: icmp_req=157 ttl=64 time=1.71 ms
```

**Blocage suite à la désactivation de l'interface FastEthernet 0/11 et rétablissement du lien entre les 2 postes de travail**

### Evaluation du temps de rétablissement

Pour évaluer le temps nécessaire au rétablissement du lien suite à la désactivation du lien entre les 2 Switchs, nous avons utilisé Wireshark pour recueillir les résultats du ping. Un filtrage sur la réponse du ping (réponse echo de type 0) nous permet d'être plus précis sur la durée de rétablissement du lien entre les 2 postes de travail.



No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
391	27.10069000	192.168.1.1	192.168.1.2	ICMP	98	Echo (ping) reply id=0x117a, seq=20/3120, ttl=64
407	28.10069200	192.168.1.1	192.168.1.2	ICMP	98	Echo (ping) reply id=0x117a, seq=21/5376, ttl=64
424	29.10069100	192.168.1.1	192.168.1.2	ICMP	98	Echo (ping) reply id=0x117a, seq=22/5632, ttl=64
441	30.10069800	192.168.1.1	192.168.1.2	ICMP	98	Echo (ping) reply id=0x117a, seq=23/5888, ttl=64
457	31.10071400	192.168.1.1	192.168.1.2	ICMP	98	Echo (ping) reply id=0x117a, seq=24/6144, ttl=64
473	32.10069300	192.168.1.1	192.168.1.2	ICMP	98	Echo (ping) reply id=0x117a, seq=25/6400, ttl=64
489	33.10074100	192.168.1.1	192.168.1.2	ICMP	98	Echo (ping) reply id=0x117a, seq=26/6656, ttl=64
492	34.10068600	192.168.1.1	192.168.1.2	ICMP	98	Echo (ping) reply id=0x117a, seq=27/6912, ttl=64
508	35.10069300	192.168.1.1	192.168.1.2	ICMP	98	Echo (ping) reply id=0x117a, seq=28/7168, ttl=64
524	36.10069200	192.168.1.1	192.168.1.2	ICMP	98	Echo (ping) reply id=0x117a, seq=29/7424, ttl=64
540	37.10069500	192.168.1.1	192.168.1.2	ICMP	98	Echo (ping) reply id=0x117a, seq=30/7680, ttl=64
556	38.10070400	192.168.1.1	192.168.1.2	ICMP	98	Echo (ping) reply id=0x117a, seq=31/7936, ttl=64
571	39.10069700	192.168.1.1	192.168.1.2	ICMP	98	Echo (ping) reply id=0x117a, seq=32/8192, ttl=64
588	40.10069400	192.168.1.1	192.168.1.2	ICMP	98	Echo (ping) reply id=0x117a, seq=33/8448, ttl=64
602	41.10185600	192.168.1.1	192.168.1.2	ICMP	98	Echo (ping) reply id=0x117a, seq=34/8704, ttl=64
604	42.10085300	192.168.1.1	192.168.1.2	ICMP	98	Echo (ping) reply id=0x117a, seq=35/8960, ttl=64
622	43.10069700	192.168.1.1	192.168.1.2	ICMP	98	Echo (ping) reply id=0x117a, seq=36/9216, ttl=64
641	44.10068900	192.168.1.1	192.168.1.2	ICMP	98	Echo (ping) reply id=0x117a, seq=37/9472, ttl=64
657	45.10069600	192.168.1.1	192.168.1.2	ICMP	98	Echo (ping) reply id=0x117a, seq=38/9728, ttl=64
673	46.10069200	192.168.1.1	192.168.1.2	ICMP	98	Echo (ping) reply id=0x117a, seq=39/9984, ttl=64
689	47.10069400	192.168.1.1	192.168.1.2	ICMP	98	Echo (ping) reply id=0x117a, seq=40/10240, ttl=64
703	48.10069000	192.168.1.1	192.168.1.2	ICMP	98	Echo (ping) reply id=0x117a, seq=41/10496, ttl=64
785	89.10137700	192.168.1.1	192.168.1.2	ICMP	98	Echo (ping) reply id=0x117a, seq=82/20992, ttl=64
789	90.10231700	192.168.1.1	192.168.1.2	ICMP	98	Echo (ping) reply id=0x117a, seq=83/21248, ttl=64
792	91.10139300	192.168.1.1	192.168.1.2	ICMP	98	Echo (ping) reply id=0x117a, seq=84/21504, ttl=64
796	92.10137600	192.168.1.1	192.168.1.2	ICMP	98	Echo (ping) reply id=0x117a, seq=85/21760, ttl=64

Avant interruption du lien entre les 2 switches

Interruption du lien  
Rétablissement du lien

Nous constatons que l'interruption du lien s'est effectuée au bout d'un temps  $t_1 = 48$  secondes et que le rétablissement s'est effectué au bout d'un temps  $t_2 = 89$  secondes.

$t_1 - t_2 = 89 \text{ secondes} - 48 \text{ secondes} = 41 \text{ secondes}$



Donc, il a fallu 41 secondes pour que le lien soit établi de nouveau entre les postes de travail, ce qui est non négligeable même s'il est plus réduit par rapport à celui obtenu entre les 2 antennes Ibiquty NanoStation (48 secondes).

Cependant, ces 2 temps de rétablissement sont en accordance avec les délais établis par la norme STP IEEE 802.1D (entre 30 et 50 secondes).

- **Activation du Rapid Spanning Tree Procol (RSTP)**

L'activation du protocole RSTP a pour but d'accélérer la convergence après un changement de topologie.

Au niveau des Switchs Cisco, l'activation du protocole RSTP s'effectue grâce aux commandes suivantes :

```
sw1>en
sw1#conf t
sw1(config)#spanning-tree mode rapid-pvst
sw1(config)#exit
```

### **Modification du mode de protocole en RSTP**

#### **sur les Switchs Cisco**

Les antennes Mikrotik ont actuellement des bridges configurées avec le mode STP. Nous allons maintenant modifier le mode STP en RSTP pour tenter d'avoir une meilleure vitesse de convergence.

Name	bridge1
Type	Bridge
MTU	1500
L2 MTU	1598
MAC Address	00:0C:42:F1:AF:83
ARP	enabled ▼
Admin. MAC Address	▼
Protocol Mode	<input type="radio"/> none <input type="radio"/> stp <input checked="" type="radio"/> rstp
Priority	9000 hex

**Modification du mode de protocole du bridge en RSTP**

## Modification du mode de protocole en RSTP

### sur les antennes Mikrotik

- Modification de la topologie

Actuellement le trafic entre les 2 postes de travail passe par le ttrunk (lien filaire).

Nous allons forcer le trafic à passer par le lien radio c'est -à-dire le bridge STP établi entre les 2 antennes et voir la réaction des équipements. Pour ce faire, nous allons désactiver l'interface fa0/11 sur le switch 1 et évaluer le temps nécessaire pour le rétablissement de la communication entre les 2 postes de travail.

Avant de désactiver l'interface FastEthernet 0/11, nous avons lancé un ping entre les 2 postes de travail 192.168.1.1/24 et 192.168.1.2/24. Nous avons évalué le temps nécessaire au rétablissement du lien entre les 2 postes de travail suite à la désactivation de l'interface FastEthernet 0/11.

```
64 bytes from 192.168.1.2: icmp_req=105 ttl=64 time=0.348 ms
64 bytes from 192.168.1.2: icmp_req=106 ttl=64 time=0.344 ms
From 192.168.1.1 icmp_seq=150 Destination Host Unreachable
64 bytes from 192.168.1.2: icmp_req=155 ttl=64 time=2.05 ms
64 bytes from 192.168.1.2: icmp_req=156 ttl=64 time=1.36 ms
64 bytes from 192.168.1.2: icmp_req=157 ttl=64 time=1.71 ms
```

**Blocage suite à la désactivation de l'interface FastEthernet 0/11 et rétablissement du lien entre les 2 postes de travail**

### Evaluation du temps de rétablissement

Pour évaluer le temps nécessaire au rétablissement du lien suite à la désactivation du lien entre les 2 Switchs, nous avons utilisé Wireshark pour recueillir les résultats du ping. Un filtrage sur la réponse du ping (réponse echo de type 0) nous permet d'être plus précis sur la durée de rétablissement du lien entre les 2 postes de travail.

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
3	0.233779000	192.168.1.1	192.168.1.2	ICMP	98	Echo (ping) reply id=0x11ea, seq=411/39681, ttl=64
5	1.233779000	192.168.1.1	192.168.1.2	ICMP	98	Echo (ping) reply id=0x11ea, seq=412/39937, ttl=64
7	2.233775000	192.168.1.1	192.168.1.2	ICMP	98	Echo (ping) reply id=0x11ea, seq=413/40193, ttl=64
11	3.233768000	192.168.1.1	192.168.1.2	ICMP	98	Echo (ping) reply id=0x11ea, seq=414/40449, ttl=64
13	4.233774000	192.168.1.1	192.168.1.2	ICMP	98	Echo (ping) reply id=0x11ea, seq=415/40705, ttl=64
17	5.233770000	192.168.1.1	192.168.1.2	ICMP	98	Echo (ping) reply id=0x11ea, seq=416/40961, ttl=64
19	6.233769000	192.168.1.1	192.168.1.2	ICMP	98	Echo (ping) reply id=0x11ea, seq=417/41217, ttl=64
21	7.233776000	192.168.1.1	192.168.1.2	ICMP	98	Echo (ping) reply id=0x11ea, seq=418/41473, ttl=64
24	8.233767000	192.168.1.1	192.168.1.2	ICMP	98	Echo (ping) reply id=0x11ea, seq=419/41729, ttl=64
26	9.233774000	192.168.1.1	192.168.1.2	ICMP	98	Echo (ping) reply id=0x11ea, seq=420/41985, ttl=64
29	10.233770000	192.168.1.1	192.168.1.2	ICMP	98	Echo (ping) reply id=0x11ea, seq=421/42241, ttl=64
31	11.233774000	192.168.1.1	192.168.1.2	ICMP	98	Echo (ping) reply id=0x11ea, seq=422/42497, ttl=64
33	12.233771000	192.168.1.1	192.168.1.2	ICMP	98	Echo (ping) reply id=0x11ea, seq=423/42753, ttl=64
36	13.233768000	192.168.1.1	192.168.1.2	ICMP	98	Echo (ping) reply id=0x11ea, seq=424/43009, ttl=64
38	14.233777000	192.168.1.1	192.168.1.2	ICMP	98	Echo (ping) reply id=0x11ea, seq=425/43265, ttl=64
40	15.233775000	192.168.1.1	192.168.1.2	ICMP	98	Echo (ping) reply id=0x11ea, seq=426/43521, ttl=64
42	16.233777000	192.168.1.1	192.168.1.2	ICMP	98	Echo (ping) reply id=0x11ea, seq=427/43777, ttl=64
44	17.233774000	192.168.1.1	192.168.1.2	ICMP	98	Echo (ping) reply id=0x11ea, seq=428/44033, ttl=64
46	18.233776000	192.168.1.1	192.168.1.2	ICMP	98	Echo (ping) reply id=0x11ea, seq=429/44289, ttl=64
113	50.236844000	192.168.1.1	192.168.1.2	ICMP	98	Echo (ping) reply id=0x11ea, seq=459/51969, ttl=64
114	50.237012000	192.168.1.1	192.168.1.2	ICMP	98	Echo (ping) reply id=0x11ea, seq=460/52225, ttl=64
115	50.237498000	192.168.1.1	192.168.1.2	ICMP	98	Echo (ping) reply id=0x11ea, seq=461/52481, ttl=64
117	51.235377000	192.168.1.1	192.168.1.2	ICMP	98	Echo (ping) reply id=0x11ea, seq=462/52737, ttl=64
131	52.234479000	192.168.1.1	192.168.1.2	ICMP	98	Echo (ping) reply id=0x11ea, seq=463/52993, ttl=64

Avant interruption du lien entre les 2 switches

← Interruption du lien

Rétablissement du lien

Frame 115: 98 bytes on wire (784 bits), 98 bytes captured (784 bits) on interface 0
Ethernet II, Src: AsustekC_01:27:25 (00:1f:c6:01:27:25), Dst: AsustekC_01:26:5f (00:1f:c6:01:26:5f)
Internet Protocol Version 4, Src: 192.168.1.1 (192.168.1.1), Dst: 192.168.1.2 (192.168.1.2)
Internet Control Message Protocol

Nous constatons que l'interruption du lien s'est effectuée au bout d'un temps  $t_1 = 18$  secondes et que le rétablissement s'est effectué au bout d'un temps  $t_2 = 50$  secondes.

$$t_1 - t_2 = 50 \text{ secondes} - 18 \text{ secondes} = 32 \text{ secondes}$$

Donc, il a fallu 32 secondes pour que le lien soit établi de nouveau entre les postes de travail. Ce temps est donc réduit par rapport à celui obtenu en STP avec les 2 modèles d'antennes.

L'activation du protocole RSTP sur les équipements est donc fortement recommandée pour avoir des temps de convergence réduits.

### Réduction du temps de convergence

Jusque là, les délais et temps du protocole sont à leurs valeurs par défaut.

Au niveau des Switchs Cisco, nous avons :

```
sw2#sh spanning-tree bridge
```

Vlan	Bridge ID	Hello Time	Max Age	Fwd Dly	Protocol
VLAN0001	32769 (32768, 1) 0026.caa4.2400	5	20	15	rstp

Au niveau des antennes Mikrotik, nous avons :

<b>Name</b>	bridge1
<b>Type</b>	Bridge
<b>MTU</b>	1500
<b>L2 MTU</b>	1598
<b>MAC Address</b>	00:0C:42:F1:AF:83
<b>ARP</b>	enabled ▼
<b>Admin. MAC Address</b>	▼
<b>Protocol Mode</b>	<input type="radio"/> none <input type="radio"/> stp <input checked="" type="radio"/> rstp
<b>Priority</b>	8000 hex
<b>Max Message Age</b>	00:00:20
<b>Forward Delay</b>	00:00:15
<b>Transmit Hold Count</b>	6
<b>Ageing Time</b>	00:05:00

### Définitions :

Les ports des commutateurs où STP est activé sont dans l'un des états suivants :

- ✚ *Listening* : le commutateur « écoute » les BPDU et détermine la topologie réseau.
- ✚ *Learning* : le commutateur construit une table faisant correspondre les adresses MAC aux numéros des ports.
- ✚ *Forwarding* : un port reçoit et envoie des données, opération normale.

- ✚ **Blocking** : un port provoquant une boucle, aucune donnée n'est envoyée ou reçue mais le port peut passer en mode *forwarding* si un autre lien tombe.
- ✚ **Disabled** : désactivé, un administrateur peut manuellement désactiver un port s'il le souhaite.

**Forward Delay** : Le délai de transition entre les modes Listening vers Learning et Learning vers Forwarding est nommé **forward delay**, il est fixé par le root bridge et vaut 15 secondes par défaut.

**Max-Age** : Le timer max age contrôle le temps maximum pendant lequel un commutateur garde en mémoire une BPDU de configuration. Il est égal à 20 secondes par défaut mais peut être réglé de 6 à 40 secondes.

**Hello Time** : Le Hello time est le temps entre deux trames BPDU transmises sur un port. Il est égal à 2 secondes par défaut mais peut être réglé de 1 à 10 secondes.

Les équipements sont callés sur les mêmes délais c'est-à-dire même Max Age (20 secondes), même Forward Delay (15 secondes) et même Hello Time (5 secondes). Ceci dans le but d'avoir une concurrence équitable.

Nous allons maintenant réduire ces délais pour tenter de réduire le délai de convergence dès l'interruption d'une liaison.

#### **Nouvelles valeurs :**

Max age : 6 secondes

Forward Delay : 4 secondes

La modification des valeurs se fait facilement sur l'interface web graphique des antennes Mikrotik.

Pour les Switchs Cisco, les commandes sont les suivantes :

```
sw1>en
sw1#conf t
sw1(config)#spanning-tree vlan 1 max-age 6
sw1(config)#spanning-tree vlan 1 forward-delay 4
```

Nous avons refait les mêmes tests c'est à l'interruption du lien filaire entre les 2 Switchs Cisco et évalué le temps nécessaire au rétablissement :

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
7	0.125923000	192.168.1.1	192.168.1.2	ICMP	98	Echo (ping) reply id=0x11ea, seq=872/26627, ttl=64
15	1.125920000	192.168.1.1	192.168.1.2	ICMP	98	Echo (ping) reply id=0x11ea, seq=873/26883, ttl=64
17	2.125931000	192.168.1.1	192.168.1.2	ICMP	98	Echo (ping) reply id=0x11ea, seq=874/27139, ttl=64
20	3.125931000	192.168.1.1	192.168.1.2	ICMP	98	Echo (ping) reply id=0x11ea, seq=875/27395, ttl=64
22	4.125929000	192.168.1.1	192.168.1.2	ICMP	98	Echo (ping) reply id=0x11ea, seq=876/27651, ttl=64
26	5.125926000	192.168.1.1	192.168.1.2	ICMP	98	Echo (ping) reply id=0x11ea, seq=877/27907, ttl=64
35	6.125929000	192.168.1.1	192.168.1.2	ICMP	98	Echo (ping) reply id=0x11ea, seq=878/28163, ttl=64
43	7.125922000	192.168.1.1	192.168.1.2	ICMP	98	Echo (ping) reply id=0x11ea, seq=879/28419, ttl=64
45	8.125925000	192.168.1.1	192.168.1.2	ICMP	98	Echo (ping) reply id=0x11ea, seq=880/28675, ttl=64
47	9.125924000	192.168.1.1	192.168.1.2	ICMP	98	Echo (ping) reply id=0x11ea, seq=881/28931, ttl=64
59	10.125926000	192.168.1.1	192.168.1.2	ICMP	98	Echo (ping) reply id=0x11ea, seq=882/29187, ttl=64
68	11.125930000	192.168.1.1	192.168.1.2	ICMP	98	Echo (ping) reply id=0x11ea, seq=883/29443, ttl=64
76	12.125924000	192.168.1.1	192.168.1.2	ICMP	98	Echo (ping) reply id=0x11ea, seq=884/29699, ttl=64
80	13.125927000	192.168.1.1	192.168.1.2	ICMP	98	Echo (ping) reply id=0x11ea, seq=885/29955, ttl=64
82	14.125922000	192.168.1.1	192.168.1.2	ICMP	98	Echo (ping) reply id=0x11ea, seq=886/30211, ttl=64
88	15.125928000	192.168.1.1	192.168.1.2	ICMP	98	Echo (ping) reply id=0x11ea, seq=887/30467, ttl=64
97	16.125928000	192.168.1.1	192.168.1.2	ICMP	98	Echo (ping) reply id=0x11ea, seq=888/30723, ttl=64
105	17.125921000	192.168.1.1	192.168.1.2	ICMP	98	Echo (ping) reply id=0x11ea, seq=889/30979, ttl=64
137	36.127307000	192.168.1.1	192.168.1.2	ICMP	98	Echo (ping) reply id=0x11ea, seq=908/35843, ttl=64
140	37.128274000	192.168.1.1	192.168.1.2	ICMP	98	Echo (ping) reply id=0x11ea, seq=909/36099, ttl=64
142	38.127205000	192.168.1.1	192.168.1.2	ICMP	98	Echo (ping) reply id=0x11ea, seq=910/36355, ttl=64
145	39.126459000	192.168.1.1	192.168.1.2	ICMP	98	Echo (ping) reply id=0x11ea, seq=911/36611, ttl=64
148	40.128238000	192.168.1.1	192.168.1.2	ICMP	98	Echo (ping) reply id=0x11ea, seq=912/36867, ttl=64
151	41.128280000	192.168.1.1	192.168.1.2	ICMP	98	Echo (ping) reply id=0x11ea, seq=913/37123, ttl=64

Avant interruption du lien entre les 2 switches

← Interruption du lien

Rétablissement du lien

Ici, nous avons un délai réduit à 19 secondes (36 secondes – 17 secondes).

Nous sommes allés plus loin en diminuant encore le hello-time des Switchs et des antennes Mikrotik.

### Nouvelles valeurs :

Max age : 6 secondes

Forward Delay : 4 secondes

Hello Time : 2 secondes

Ce nouveau paramétrage nous permet d'avoir un temps de convergence de 11 secondes (21 secondes - 10 secondes) comme constaté sur la capture d'écran suivante:

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
3	0.624111000	192.168.1.1	192.168.1.2	ICMP	98	Echo (ping) reply
14	2.387050000	192.168.1.1	192.168.1.2	ICMP	98	Echo (ping) reply
22	2.623692000	192.168.1.1	192.168.1.2	ICMP	98	Echo (ping) reply
28	3.622999000	192.168.1.1	192.168.1.2	ICMP	98	Echo (ping) reply
32	4.622987000	192.168.1.1	192.168.1.2	ICMP	98	Echo (ping) reply
36	5.623000000	192.168.1.1	192.168.1.2	ICMP	98	Echo (ping) reply
38	6.622996000	192.168.1.1	192.168.1.2	ICMP	98	Echo (ping) reply
41	7.622999000	192.168.1.1	192.168.1.2	ICMP	98	Echo (ping) reply
43	8.622994000	192.168.1.1	192.168.1.2	ICMP	98	Echo (ping) reply
46	9.622993000	192.168.1.1	192.168.1.2	ICMP	98	Echo (ping) reply
49	10.622995000	192.168.1.1	192.168.1.2	ICMP	98	Echo (ping) reply
77	21.623521000	192.168.1.1	192.168.1.2	ICMP	98	Echo (ping) reply
80	22.623534000	192.168.1.1	192.168.1.2	ICMP	98	Echo (ping) reply
82	23.623509000	192.168.1.1	192.168.1.2	ICMP	98	Echo (ping) reply
85	24.623870000	192.168.1.1	192.168.1.2	ICMP	98	Echo (ping) reply
87	25.624865000	192.168.1.1	192.168.1.2	ICMP	98	Echo (ping) reply
92	26.625606000	192.168.1.1	192.168.1.2	ICMP	98	Echo (ping) reply
94	27.624853000	192.168.1.1	192.168.1.2	ICMP	98	Echo (ping) reply
97	28.625886000	192.168.1.1	192.168.1.2	ICMP	98	Echo (ping) reply
99	29.624808000	192.168.1.1	192.168.1.2	ICMP	98	Echo (ping) reply
103	30.623832000	192.168.1.1	192.168.1.2	ICMP	98	Echo (ping) reply
105	31.623522000	192.168.1.1	192.168.1.2	ICMP	98	Echo (ping) reply

Avant interruption du lien entre les 2 switches

← Interruption du lien

Rétablissement du lien

```

Frame 3: 98 bytes on wire (784 bits), 98 bytes captured (784 bits) on interface 0
Ethernet II, Src: AsustekC_01:27:25 (00:1f:c6:01:27:25), Dst: AsustekC_01:26:5f (00:1f:c6:01:26:5f)
Internet Protocol Version 4, Src: 192.168.1.1 (192.168.1.1), Dst: 192.168.1.2 (192.168.1.2)
Internet Control Message Protocol
  Type: 0 (Echo (ping) reply)
  Code: 0

```

## 6. Mise en place de réseaux virtuels : VLAN

Le but de ce travail pratique est de parvenir à faire transiter les différentes données de plusieurs VLANs via un lien radio établi entre 2 antennes.

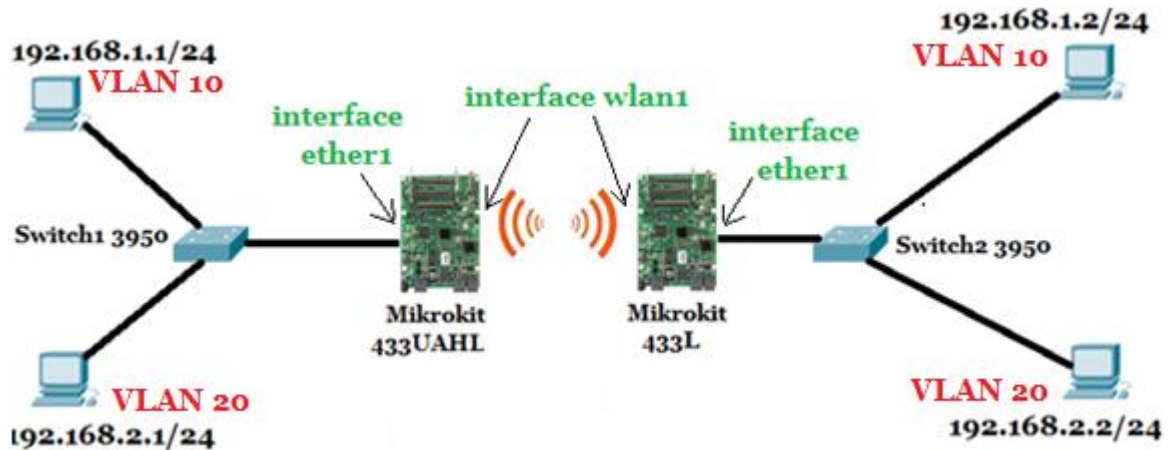
### a. Entre 2 antennes Mikrotik

Ce premier travail s'appuie sur les antennes Mikrotik avec antennes non intégrées 433UAHL et 433L.

#### Partie 1 :

##### 1. Architecture

Nous partons de l'architecture réseau suivante :



### Architecture Réseau

Notre architecture est composée de 4 postes de travail réparties sur 2 VLANs :

- ✚ 192.168.1.1/24 et 192.168.1.2/24 sur le VLAN 10
- ✚ 192.168.2.1/24 et 192.168.2.2/24 sur le VLAN 20

2 switches Cisco 3950 assurent l'interconnexion des postes de travail et des antennes. Les 2 antennes Mikrotik assurent le lien radio.

#### 2. Configuration des 2 antennes

Au niveau radio, les 2 antennes radio sont configurées de manière classique c'est-à-dire l'une en station (**station bridge**) qui se connecte sur l'autre antenne point d'accès (**ap bridge**).

Les communications entre les 2 antennes est fonctionnelle.

Au niveau IP, les 2 antennes 433UAHL et 433L ont respectivement comme adresse **192.168.1.24/24** et **192.168.1.25/24**.

#### 3. Mise en œuvre des VLANs sur les 2 antennes Mikrotik

Pour configurer les VLANs, nous accédons d'abord par ssh à l'interface ligne de commandes des antennes à travers la commande suivante :

ssh [admin@192.168.1.24](ssh://admin@192.168.1.24)



ssh [admin@192.168.1.25](ssh://admin@192.168.1.25)

Puis, nous nous authentifions avec le mode de l'utilisateur admin qui est « admin » .

#### Configuration des VLANs dans le port trunk

Nous créons ici 2 VLANs (**vlan-10 et vlan-20**) ayant respectivement comme id 10 et 20 sur l'interface trunk wlan1.

```
[admin@MikroTik] > /interface vlan add name=vlan-10 vlan-id=10 interface=wlan1 disabled=no
```

```
[admin@MikroTik] > /interface vlan add name=vlan-20 vlan-id=20 interface=wlan1 disabled=no
```

#### Configuration des bridges

Pour être en mesure de transmettre les paquets depuis les ports d'accès reliés au switch 3950 aux VLANs, nous avons besoin de ponts (bridges). Ici, nous créons 2 bridges (**br-vlan10 et br-vlan20**) pour chacun des 2 vlans précédemment créés.

```
[admin@MikroTik] > /interface bridge add name=br-vlan10 disabled=no
```

```
[admin@MikroTik] > /interface bridge add name=br-vlan20 disabled=no
```

#### Association des ports d'accès aux bridges

Maintenant, nous pouvons ajouter les ports d'accès **ether1** aux bridges créés ci-haut.

```
[admin@MikroTik] > /interface bridge port add interface="vlan-10" bridge="br-vlan10" disabled=no
```

```
[admin@MikroTik] > /interface bridge port add interface="ether1" bridge="br-vlan10" disabled=no
```

```
[admin@MikroTik] > /interface bridge port add interface="vlan-20" bridge="br-vlan20" disabled=no
```

```
[admin@MikroTik] > /interface bridge port add interface="ether1" bridge="br-vlan20" disabled=no
```

Au niveau graphique, nous obtenons:

9 items

		▲ Name	Type	L2 MTU	Tx	Rx	Tx Packet (p/s)	Rx Packet (p/s)	Tx Drops	Rx Drops	Tx Errors	Rx Errors
-	D	R	br-vlan10	Bridge	2286	0 bps	0 bps	0	0	0	0	0
-	D	R	br-vlan20	Bridge	2286	0 bps	0 bps	0	0	0	0	0
-	D	R	bridge1	Bridge	1526	92.2 kbps	8.3 kbps	8	8	0	0	0
D		R	ether1	Ethernet	1526	92.2 kbps	9.2 kbps	8	8	0	0	0
D			ether2	Ethernet	1524	0 bps	0 bps	0	0	0	0	0
D			ether3	Ethernet	1524	0 bps	0 bps	0	0	0	0	0
-	D	R	vlan-10	VLAN	2286	0 bps	376 bps	0	1	0	0	0
-	D	R	vlan-20	VLAN	2286	0 bps	0 bps	0	0	0	0	0
D		R	wlan1	Wireless(Atheros 11N)	2290	456 bps	488 bps	1	1	0	0	0

**NB :** Les configurations ci-dessus ont été faites sur une des antennes Mikrokit et doivent être dupliquées sur l'autre antenne. Les configurations sont similaires.

#### 4. Configuration des postes de travail

Les postes de travail sont associés au VLANs.

Les postes de travail sur le VLAN 10 sont configurés de la manière suivante :

if config eth0.10 192.168.10.1/24

if config eth0.10 192.168.10.2/24

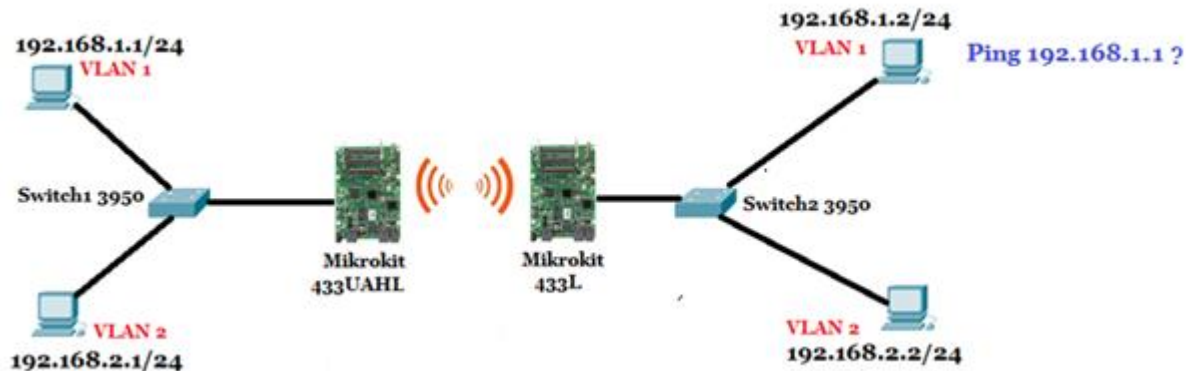
Les postes de travail sur le VLAN 20 sont configurés de la manière suivante :

if config eth0.20 192.168.20.1/24

if config eth0.20 192.168.20.2/24

#### 5. Test de la communication

Nous venons de configurer les VLANs sur les antennes et associés les postes de travail au VLANs correspondant.



Un ping vers le poste de travail 192.168.1.1 depuis le poste 192.168.1.2 donne :

```
felucia:/home/etu# ping 192.168.1.1
PING 192.168.1.1 (192.168.1.1) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 192.168.1.1: icmp_req=1 ttl=64 time=0.842 ms
64 bytes from 192.168.1.1: icmp_req=2 ttl=64 time=0.834 ms
64 bytes from 192.168.1.1: icmp_req=3 ttl=64 time=0.780 ms
^C
--- 192.168.1.1 ping statistics ---
3 packets transmitted, 3 received, 0% packet loss, time 2000ms
rtt min/avg/max/mdev = 0.780/0.818/0.842/0.043 ms
```

Ping OK

Un ping vers le poste de travail 192.168.1.1 depuis le poste 192.168.2.1 donne :

```
felucia:/home/etu# ping 192.168.2.1
connect: Network is unreachable
felucia:/home/etu#
```

Ping non OK

Nous remarquons que le ping ne marche que sur les machines d'un même VLAN. Ce qui est normal. Pour que cette communication puisse être établie, il faut mettre en place du routage inter-vlan.

## 6. Capture Wireshark

```

29 33.342556000 Routerbo_t2:ac:a0 CDP/VIP/DTP/PAGP/UDLD CDP 96 Device ID: Mikrotik_1 Port ID: bridge1
30 33.343054000 0.0.0.0 255.255.255.255 MNDP 144 Source port: rrac Destination port: rrac
31 33.343051000 0.0.0.0 255.255.255.255 MNDP 148 Source port: rrac Destination port: rrac
32 33.343171000 Routerbo_f2:ac:a0 CDP/VTP/DTP/PAGP/UDLD CDP 81 Device ID: Mikrotik_1 Port ID: br-vlan10
33 33.343169000 Routerbo_f2:ac:a0 CDP/VTP/DTP/PAGP/UDLD CDP 85 Device ID: Mikrotik_1 Port ID: br-vlan10
34 33.343898000 0.0.0.0 255.255.255.255 MNDP 148 Source port: rrac Destination port: rrac
35 33.344307000 Routerbo_f2:ac:a0 CDP/VTP/DTP/PAGP/UDLD CDP 85 Device ID: Mikrotik_1 Port ID: br-vlan20
36 33.662221000 AsustekC_01:27:25 AsustekC_01:26:5f ARP 42 Who has 192.168.1.2? Tell 192.168.1.1
37 33.662225000 AsustekC_01:27:25 AsustekC_01:26:5f ARP 46 Who has 192.168.1.2? Tell 192.168.1.1
38 33.662915000 AsustekC_01:26:5f AsustekC_01:27:25 ARP 56 192.168.1.2 is at 00:1f:c6:01:26:5f
39 33.662912000 AsustekC_01:26:5f AsustekC_01:27:25 ARP 60 192.168.1.2 is at 00:1f:c6:01:26:5f
40 34.031383000 Routerbo_ee:69:de Spanning-tree (for-br:STP 60 RST. Root = 32768/0/00:0c:42:ee:69:de Cost = 0 Port =
41 36.034274000 Routerbo_ee:69:de Spanning-tree (for-br:STP 60 RST. Root = 32768/0/00:0c:42:ee:69:de Cost = 0 Port =
42 38.043732000 Routerbo_ee:69:de Spanning-tree (for-br:STP 60 RST. Root = 32768/0/00:0c:42:ee:69:de Cost = 0 Port =
43 40.041111000 Routerbo_ee:69:de Spanning-tree (for-br:STP 60 RST. Root = 32768/0/00:0c:42:ee:69:de Cost = 0 Port =

```

Frame 39: 60 bytes on wire (480 bits), 60 bytes captured (480 bits) on interface 0  
 Ethernet II, Src: AsustekC\_01:26:5f (00:1f:c6:01:26:5f), Dst: AsustekC\_01:27:25 (00:1f:c6:01:27:25)  
 IEEE 802.1Q Virtual LAN, PRI: 0, CFI: 0, ID: 10  
 000. .... = Priority: Best Effort (default) (0)  
 ...0 .... = CFI: Canonical (0)  
 .... 0000 0000 1010 = ID: 10  
 Type: ARP (0x0806)  
 Padding: 00000000000000000000000000000000  
 Address Resolution Protocol (reply)

Cette capture Wireshark précédente résulte d'un ping effectué depuis la machine 192.168.1.1 et 192.168.1.2 situés dans le VLAN 10. Nous remarquons que les trames sont taggués avec l'ID du VLAN (10).

## Partie 2:

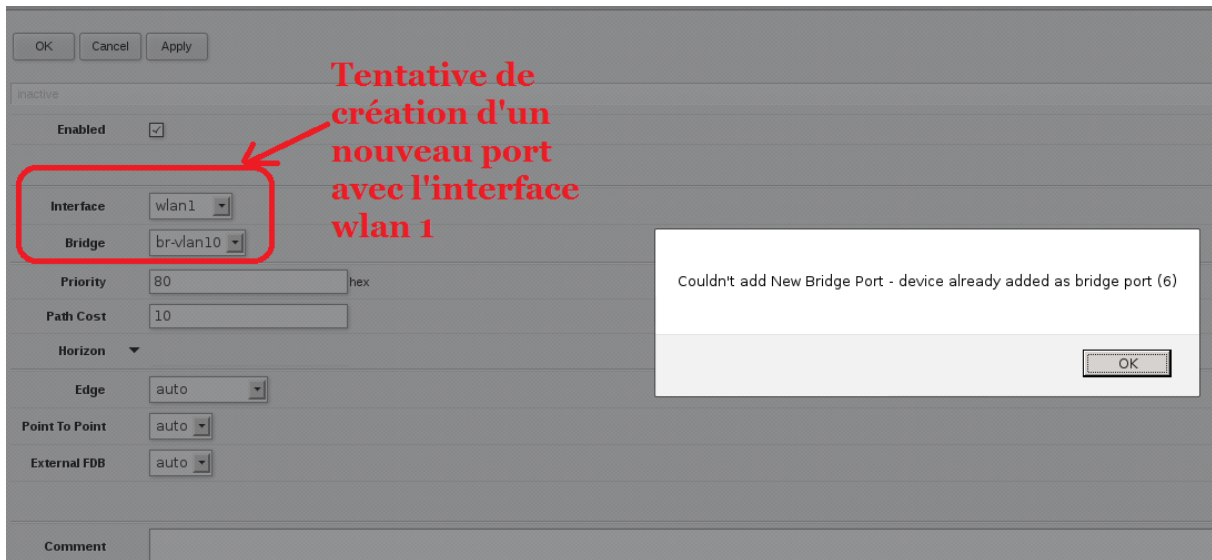
Cette partie 2 résulte du constat que les données des différents VLANs (**vlan-10 et vlan-20**) ne transitaient pas par les bridges créés (**br-vlan10 et br-vlan20**) mais passaient plutôt par le **bridge1** créé par défaut comme en témoigne la capture suivante :

	Name	Type	L2 MTU	Tx	Rx	Tx Packet (p/s)	Rx Packet (p/s)	Tx Drops	Rx Drops	Tx Errors	Rx Errors
R	br-vlan10	Bridge	2286	0 bps	0 bps	0	0	0	0	0	0
R	br-vlan20	Bridge	2286	0 bps	0 bps	0	0	0	0	0	0
R	bridge1	Bridge	1526	92.2 kbps	8.3 kbps	8	8	0	0	0	0

Toutes les données passent pas le bridge 1 (bridge par défaut)

pas de données pour les bridges br-vlan10 et br-vlan20 créés respectivement pour les VLANs 10 et 20

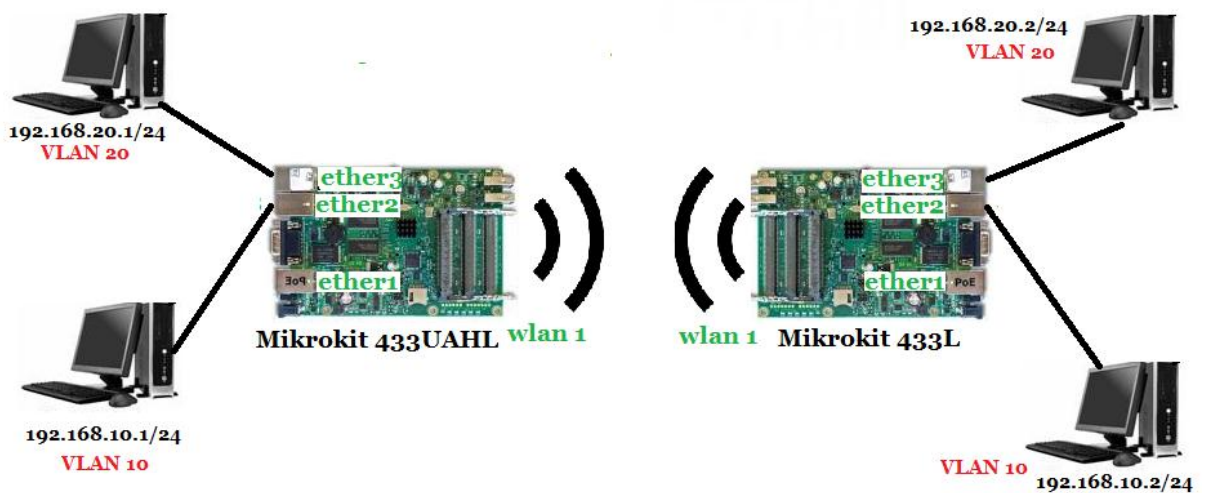
Nous avons pensé à rajouter un port (association interface/bridge) entre le wlan1 et les bridges créés pour les VLANs. L'interface wlan1 étant déjà associé au bridge1 par défaut, ceci est impossible car une interface ne peut être associé à une et une seule bridge (voir capture ci dessous) :



**Message d'erreur lors de la tentative de création d'un nouveau port avec l'interface wlan 1**

Nous avons dû revoir les configurations des antennes et mettre en place une nouvelle architecture pour arriver à bout de cette anomalie.

**1. Nouvelle architecture :**



## Architecture Réseau

Notre architecture est composée de 4 postes de travail réparties sur 2 VLANs :

- + 192.168.10.1/24 (sur ether2 de l'antenne) et 192.168.10.2/24 (sur ether3 de l'antenne) sur le VLAN 10
- + 192.168.20.1/24 (sur ether2 de l'antenne) et 192.168.20.2/24 (sur ether3 de l'antenne) sur le VLAN 20

Les interfaces ether1 servent à l'administration des antennes.

Les interfaces wlan 1 assurent la liaison radio entre les 2 antennes.

Nous avons enlevé les switchs cisco 3950 car nous les avons mis pour pouvoir connecter les 2 machines alors que nous avons les 2 interfaces ether1 et ether2 disponibles. Au-delà de 2 machines, l'utilisation d'un switch est indispensable.

### 1. Configuration des 2 antennes :

Au niveau radio, les 2 antennes radio sont configurées de manière classique c'est-à-dire l'une en station (**station bridge**) qui se connecte sur l'autre antenne point d'accès (**ap bridge**).

Les communications entre les 2 antennes est fonctionnelle.

Au niveau IP, les 2 antennes 433UAHL et 433L ont respectivement comme adresse sur leur interface ether1 **192.168.1.24/24** et **192.168.1.25/24**.

### 2. Mise en œuvre des VLANs sur les 2 antennes Mikrokit

Pour configurer les VLANs, nous accédons d'abord par telnet ou ssh à l'interface ligne de commandes des antennes à travers la commande suivante :

telnet ou ssh [admin@192.168.1.24](mailto:admin@192.168.1.24)

telnet ou ssh [admin@192.168.1.25](mailto:admin@192.168.1.25)

Puis, nous nous authentifions avec le mot de passe de l'utilisateur admin qui est « admin » .

### Configuration des VLANs dans le port trunk

Nous créons ici 2 VLANs (**vlan-10 et vlan-20**) ayant respectivement comme id 10 et 20 sur l'interface trunk wlan1.

```
[admin@MikroTik] > /interface vlan add name=vlan-10 vlan-id=10 interface=wlan1 disabled=no
```

```
[admin@MikroTik] > /interface vlan add name=vlan-20 vlan-id=20 interface=wlan1 disabled=no
```

**NB:** Configuration à dupliquer sur les 2 antennes

### Configuration des bridges

Ici, nous n'allons pas créer des bridges pour chaque VLAN créé précédemment comme nous avons fait à la première partie. Nous allons utiliser le bridge1 par défaut pour canaliser toutes les données des VLANs.

### Association des ports d'accès aux bridges

Maintenant, nous ajoutons les ports d'accès **ether2 et ether 3** au bridge1 par défaut :

```
[admin@MikroTik] > /interface bridge port add interface="vlan-10" bridge="bridge1" disabled=no
```

```
[admin@MikroTik] > /interface bridge port add interface="ether2" bridge="bridge1" disabled=no
```

```
[admin@MikroTik] > /interface bridge port add interface="vlan-20" bridge="bridge1" disabled=no
```

```
[admin@MikroTik] > /interface bridge port add interface="ether3" bridge="bridge1" disabled=no
```

**NB:** Configuration à dupliquer sur les 2 antennes

Au niveau graphique, nous obtenons:

		▲ Name	Type	L2 MTU	Tx	Rx	Tx Packet (p/s)	Rx Packet (p/s)	Tx Drops	Rx Drops	Tx Errors	Rx Errors
D	R	ether1	Ethernet	1526	92.2 kbps	9.2 kbps	8	8	0	0	0	0
D		ether2	Ethernet	1524	0 bps	0 bps	0	0	0	0	0	0
D		ether3	Ethernet	1524	0 bps	0 bps	0	0	0	0	0	0
- D	R	vlan-10	VLAN	2286	0 bps	376 bps	0	1	0	0	0	0
- D	R	vlan-20	VLAN	2286	0 bps	0 bps	0	0	0	0	0	0
D	R	wlan1	Wireless(Atheros 11N)	2290	456 bps	488 bps	1	1	0	0	0	0

Au niveau des ports, le bridge1 assure maintenant le lien ether2/wlan1 et aussi le lien ether3/wlan1 comme indiqué ici :

6 items

		▲ Interface	Bridge	Priority (hex)	Path Cost	Horizon
- D		ether1	bridge1	80	10	0
- D	I	ether2	bridge1	80	10	0
- D	I	ether3	bridge1	80	10	0
- D	I	vlan-10	bridge1	80	10	0
- D	I	vlan-20	bridge1	80	10	0
- D	I	wlan1	bridge1	80	10	0

### 3. Affectation des adresses IP de VLAN

Nous allons maintenant configurer les adresses IP sur chaque VLAN.

📶 Antenne 1 : Mikrokrit 433UAHL

[admin@MikroTik] /ip address> add address=192.168.10.24/24 interface=vlan-10

[admin@MikroTik] /ip address> add address=192.168.20.24/24 interface=vlan-20

Nous avons affecté l'adresse IP 192.168.10.24 à l'interface de VLAN 10 et l'adresse IP 192.168.20.24 à l'interface de VLAN 10

📶 Antenne 2 : Mikrokrit 433L

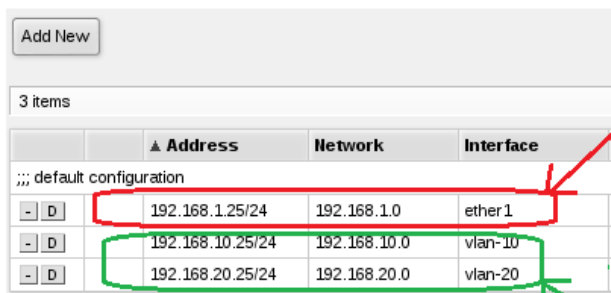


```
[admin@MikroTik] /ip address> add address=192.168.10.25/24 interface=vlan-10
```

```
[admin@MikroTik] /ip address> add address=192.168.20.25/24 interface=vlan-20
```

Nous avons affecté l'adresse IP 192.168.10.25 à l'interface de VLAN 10 et l'adresse IP 192.168.20.25 à l'interface de VLAN 10

Au niveau graphique, nous obtenons :



**Interface ether1 d'administration**

**Interfaces des VLANs vlan-10 et vlan-20**

	Address	Network	Interface
;; default configuration			
- D	192.168.1.25/24	192.168.1.0	ether1
- D	192.168.10.25/24	192.168.10.0	vlan-10
- D	192.168.20.25/24	192.168.20.0	vlan-20

### Adressage IP

#### 4. Test de la communication

Une fois les configurations terminées, nous pouvons maintenant faire le test d'abord entre les antennes sur un même VLAN donné.

Ping effectué depuis l'antenne Mikrokit 433UAHL ayant comme adresse 192.168.10.24 sur le VLAN 10 vers l'antenne Mikrokit 433L ayant comme adresse 192.168.10.25 sur le VLAN 10

```
[admin@MikroTik] /ip address> /ping 192.168.10.25
```

```
HOST                SIZE TTL TIME STATUS
```

192.168.10.25 56 64 1ms

192.168.10.25 56 64 2ms

sent=2 received=2 packet-loss=0% min-rtt=1ms avg-rtt=1ms max-rtt=2ms

**PINK OK**

Ping effectué depuis l'antenne Mikrokot 433UAHL ayant comme adresse 192.168.20.24 sur le VLAN 10 vers l'antenne Mikrokot 433L ayant comme adresse 192.168.20.25 sur le VLAN 20

[admin@MikroTik] /ip address> /ping 192.168.20.25

HOST	SIZE	TTL	TIME	STATUS
192.168.20.25	56	64	1ms	
192.168.20.25	56	64	2ms	
192.168.20.25	56	64	2ms	

sent=3 received=3 packet-loss=0% min-rtt=1ms avg-rtt=1ms max-rtt=2ms

**PINK OK**

Le trunk entre les 2 antennes est **fonctionnel**.

Testons maintenant le lien entre les postes de travail. En faisant un ping depuis le poste de travail 192.168.10.2/24 sur le VLAN 10, nous obtenons :

```

geonosis:/home/etu# ping 192.168.10.24
PING 192.168.10.24 (192.168.10.24) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 192.168.10.24: icmp_req=1 ttl=64 time=0.722 ms
64 bytes from 192.168.10.24: icmp_req=2 ttl=64 time=0.792 ms
64 bytes from 192.168.10.24: icmp_req=3 ttl=64 time=0.671 ms
^C
--- 192.168.10.24 ping statistics ---
3 packets transmitted, 3 received, 0% packet loss, time 1998ms
rtt min/avg/max/mdev = 0.671/0.728/0.792/0.054 ms
geonosis:/home/etu# ping 192.168.10.25
PING 192.168.10.25 (192.168.10.25) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 192.168.10.25: icmp_req=1 ttl=64 time=0.333 ms
64 bytes from 192.168.10.25: icmp_req=2 ttl=64 time=0.296 ms
64 bytes from 192.168.10.25: icmp_req=3 ttl=64 time=0.293 ms
64 bytes from 192.168.10.25: icmp_req=4 ttl=64 time=0.290 ms
^C
--- 192.168.10.25 ping statistics ---
4 packets transmitted, 4 received, 0% packet loss, time 2997ms
rtt min/avg/max/mdev = 0.290/0.303/0.333/0.017 ms
geonosis:/home/etu# ping 192.168.10.1
PING 192.168.10.1 (192.168.10.1) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 192.168.10.1: icmp_req=1 ttl=64 time=0.716 ms
64 bytes from 192.168.10.1: icmp_req=3 ttl=64 time=0.710 ms
64 bytes from 192.168.10.1: icmp_req=4 ttl=64 time=0.721 ms
64 bytes from 192.168.10.1: icmp_req=5 ttl=64 time=0.742 ms
^C
--- 192.168.10.1 ping statistics ---
5 packets transmitted, 4 received, 20% packet loss, time 3998ms
rtt min/avg/max/mdev = 0.710/0.722/0.742/0.022 ms

```

Ping de l'interface  
VLAN 10 l'antenne  
Mikrokit 433UAHL  
réussi

Ping de l'interface  
VLAN 10 l'antenne  
Mikrokit 433L réussi

Ping du poste de  
travail 192.168.10.1  
réussi

Ces mêmes tests ont été effectués sur le VLAN20 et ont été aussi réussis.

A noter que seules les machines d'un même VLAN peuvent communiquer.

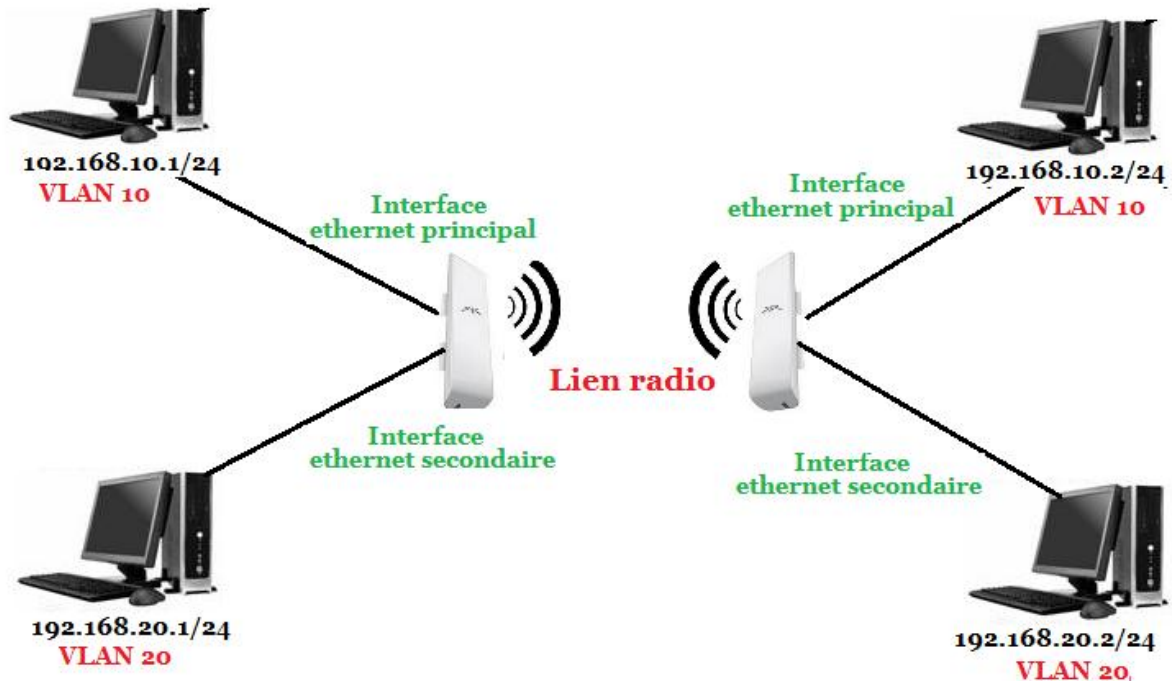
Nous observons la même situation entre les postes de travail sur le VLAN 20.

Nous constatons aussi que tout le trafic des VLANs transite par le bridge1 par défaut. La création des autres bridges pour chaque VLAN était donc inutile.

		▲ Name	Type	L2 MTU	Tx	Rx	Tx Packet (p/s)	Rx Packet (p/s)	Tx Drops	Rx Drops	Tx Errors	Rx Errors
[-] D	R	bridge1	Bridge	1526	82.1 kbps	8.5 kbps	8	8	0	0	0	0

- **Entre 2 antennes Nanostation**

### 1. **Architecture**



### Architecture

#### 2. Configuration des 2 antennes :

Au niveau radio, les 2 antennes radio sont configurées de manière classique c'est-à-dire l'une en station (**station**) qui se connecte sur l'autre antenne point d'accès (**Access Point**).

Les communications entre les 2 antennes est fonctionnelle. Au niveau IP, les 2 antennes NansoStation ont respectivement comme adresse **192.168.1.20/24** et **192.168.1.21/24**.

#### 3. Mise en œuvre des VLANs sur les 2 antennes Nanostation

##### Création des VLANs

Ici, la configuration se fait par interface graphique contrairement aux antennes Mikrokit où il est possible par l'interface graphique :

Pour créer, il faut accéder à l'onglet *Network* après s'être authentifié avec un compte administrateur à l'interface web de l'antenne.



Puis, il faut changer le mode de configuration de *Simple* à *Avancé*

#### Configuration Mode

Configuration Mode: Advanced

**Création du VLAN sur l'interface ethernet principal LAN0**

VLAN Network

Enabled	Interface	VLAN ID	Comment	Action
<input checked="" type="checkbox"/>	LAN0	10		Edit Del
<input checked="" type="checkbox"/>	WLAN0	10		Edit Del
<input checked="" type="checkbox"/>	LAN1	20		Edit Del
<input checked="" type="checkbox"/>	WLAN0	20		Edit Del

WLAN0

**Création du VLAN sur l'interface ethernet secondaire LAN1**

#### Création des bridges

Toujours dans l'onglet *Network*, nous allons créer 2 bridges affectés à chaque VLAN pour le transit des données :

<input type="checkbox"/>	BRIDGE1	<input checked="" type="checkbox"/>	LAN0.10 WLAN0.10	<input type="text"/>	Del
			Add	Del	
<input type="checkbox"/>	BRIDGE2	<input checked="" type="checkbox"/>	LAN1.20 WLAN0.20	<input type="text"/>	Del
			Add	Del	
					Add

Comme pour les antennes Mikrotik, nous avons créé 2 bridges :

- ✚ Un pour faire le lien entre l'interface ethernet principal LAN0 et l'interface WLAN0 sur le VLAN 10
- ✚ Un pour faire le lien entre l'interface ethernet secondaire LAN1 et l'interface WLAN0 sur le VLAN 20

**NB :** Ces configurations sont à refaire sur l'antenne NanoStation.

#### 4. Affectation des adresses IP de VLAN

Contrairement aux antennes Mikrotik, il n'est pas possible d'affecter des adresses IP aux VLANs créés précédemment. Il est juste possible de mettre une seule adresse IP pour la gestion de l'équipement en choisissant un des bridges créés.

Pour notre cas, nous avons affecté l'adresse IP 192.168.10.20/24 et 192.168.10.21/24 sur les **bridge1** des 2 antennes. Ce bridge nous permettra d'administrer les antennes..

L'affectation des adresses de VLAN s'effectue sur les bridges créés précédemment :

- ✚ Antenne d'adresse IP 192.168.1.20/24

Management Network Settings

Management Interface: BRIDGE1

Management IP Address:  DHCP  Static

IP Address: 192.168.10.20

Netmask: 255.255.255.0

Gateway IP:

Primary DNS IP:

Secondary DNS IP:

Auto IP Aliasing:  Enable

✚ Antenne d'adresse IP 192.168.1.21/24

Management Network Settings

Management Interface: BRIDGE1

Management IP Address:  DHCP  Static

IP Address: 192.168.10.21

Netmask: 255.255.255.0

Gateway IP:

Primary DNS IP:

Secondary DNS IP:

Auto IP Aliasing:  Enable

## 5. Test de la communication

Après les configurations terminées, nous pouvons maintenant débuter les tests. Nous avons repris les mêmes tests mais cette fois uniquement entre les postes de travail 192.168.10.1/24 et 192.168.10.2/24 sur le VLAN 10 et entre les postes de travail 192.168.20.1/24 et 192.168.20.2/24 sur le VLAN 20.

```
felucia:/home/etu# ping 192.168.10.1
64 bytes from 192.168.10.1: icmp_req=1 ttl=64 time=0.711 ms
64 bytes from 192.168.10.1: icmp_req=3 ttl=64 time=0.795 ms
64 bytes from 192.168.10.1: icmp_req=4 ttl=64 time=0.851 ms
```

**Ping du poste de travail 192.168.10.1 réussi**

**PINK OK depuis le poste de travail 192.168.10.2**

```
dagobah:/home/etu# ping 192.168.20.1
PING 192.168.20.1 (192.168.20.1) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 192.168.20.1: icmp_req=1 ttl=64 time=0.860 ms
64 bytes from 192.168.20.1: icmp_req=3 ttl=64 time=0.765 ms
64 bytes from 192.168.20.1: icmp_req=4 ttl=64 time=0.742 ms
64 bytes from 192.168.20.1: icmp_req=5 ttl=64 time=0.762 ms
```

**Ping du poste de  
travail 192.168.20.1  
réussi**

**PINK OK depuis le poste de travail 192.168.20.2**

Les machines sur le même VLAN communiquent.



## CONCLUSION

Ce stage a été pour nous une expérience professionnelle très enrichissante sur plusieurs plans : aussi bien du point de vue de l'approfondissement de nos connaissances en réseau que du point de vue organisationnel.

Nous avons pu approfondir de manière conséquente nos connaissances théoriques en réseau radio et l'utilisation de protocoles de niveau 2 comme le STP ainsi que nos savoirs dans la virtualisation des réseaux.

Par ailleurs, ce stage nous a permis de voir la réalité des petites entités émergentes.

Il en ressort qu'avec des moyens limités et beaucoup de volonté, on peut réaliser des projets ambitieux à l'envergure des grandes entreprises.

Ce stage nous a sensibilisé sur l'importance d'une bonne documentation avant d'entamer des travaux pratiques ce qui nous a porté préjudice au début du projet mais nous avons su rebondir très vite en suivant les conseils de nos responsables de stage.

Nous pensons avoir rempli notre objectif lors de ce stage et avoir été à l'écoute des demandes tout en n'hésitant pas à demander des conseils en cas de besoin.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

### + Documentation

<http://chiliproject.tetaneutral.net/projects/tetaneutral/wiki/Mikrotik>

[http://chiliproject.tetaneutral.net/projects/tetaneutral/wiki/Relais\\_Autonyme](http://chiliproject.tetaneutral.net/projects/tetaneutral/wiki/Relais_Autonyme)

<http://chiliproject.tetaneutral.net/projects/tetaneutral/wiki/Wiki>

### + Vlan

<http://wiki.mikrotik.com/wiki/Manual:Interface/VLAN>

[http://wiki.mikrotik.com/wiki/Vlans\\_on\\_Mikrotik\\_environment](http://wiki.mikrotik.com/wiki/Vlans_on_Mikrotik_environment)

<http://sygard.no/2011/09/vlan-access-ports-on-mikrotik-routers/>

<http://www.mikrotik.com/testdocs/ros/2.9/interface/vlan.php>

### + Familiarisation avec les équipements

[http://wiki.ubnt.com/AirOS\\_5.3](http://wiki.ubnt.com/AirOS_5.3)

<http://wiki.mikrotik.com/wiki/Manual:Interface/Bridge>

### + Travaux pratiques Spanning Tree Protocol

[https://www.dropbox.com/s/lus0jgl0pm1wnxv/Cisco\\_Networking\\_Academy.pdf](https://www.dropbox.com/s/lus0jgl0pm1wnxv/Cisco_Networking_Academy.pdf)

### + Prix des équipements

<http://shop.widevoip.com/47-routerboard-cartes?&p=3>

<http://www.mhzshop.com/shop/index~cl~details~cnid~85b48899330250ba2.31175552~anid~8b64a4e461a7b4c89.68834691.htm>

<http://www.mhzshop.com/shop/index~sid~x~shp~oxbaseshop~cl~details~cnid~26a4510492172792.2.28473137~anid~fb14a64939cc2f435.07472825.htm>

## GLOSSAIRE

STP :Spanning Tree Protocol

RSTP : Rapid Spanning Tree Protocol

AP : Point d' accès

VLAN: Virtual Local Area Network

Switch : il désigne un commutateur réseau, un équipement qui permet l'interconnexion d'entités réseau appartenant à un même réseau physique.

POE : Power over Ethernet, qui permet d'alimenter électriquement un appareil via le câble réseau

LAN : Local Area Network

802.11 : IEEE 802.11 est un ensemble de normes concernant les réseaux sans fil qui ont été mises au point par le groupe de travail 11 du Comité de normalisation LAN/MAN de l'IEEE (IEEE 802).

802.3 af : IEEE 802.3af est une norme appartenant au standard IEEE 802.3 (Ethernet) ratifiée le 11 juin 2003 et publiée le 11 juillet 2003. Plus connue sous le nom de Power over Ethernet, IEEE 802.3af est aussi un groupe de travail du sous-comité IEEE 802.3.

802.1 d : norme mis en œuvre par les ponts et les commutateurs pour gérer les liaisons plus reconnu sous le nom de STP

Bandwith Test : outil intégré aux équipements Mikrotik et permettant d'effectuer des mesures de bande passante

Speed Test : outil intégré aux équipements ibiquity et permettant d'effectuer des mesures de bande passante

RX :Débit en Réception

TX :Débit en Transmission

TCP : Transmission Control Protocol

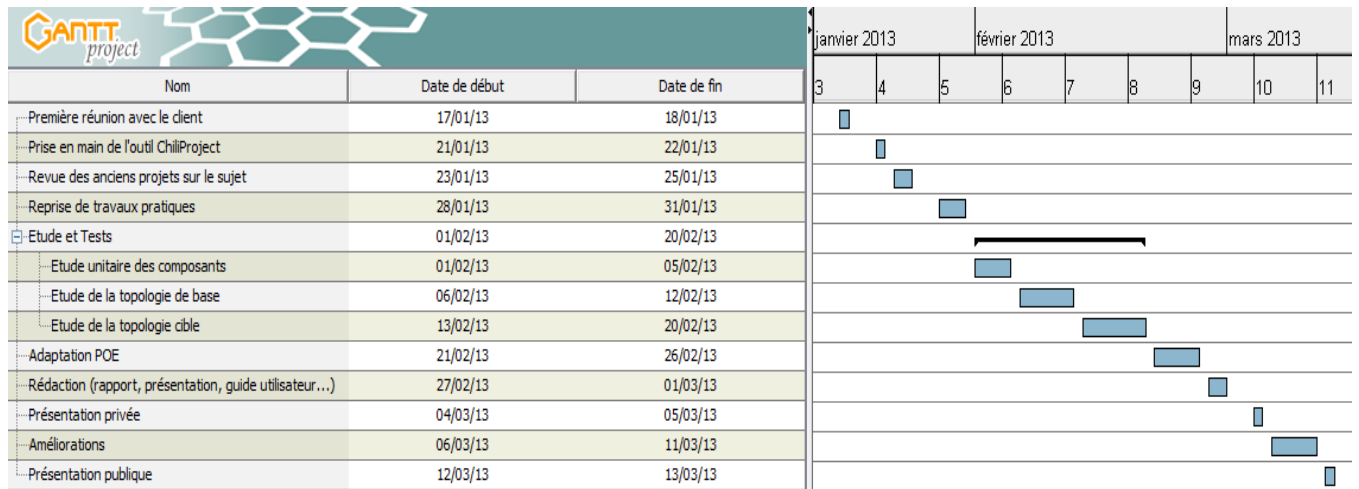
UDP :User Datagram Protocol

Trunk : Un lien qui permet de faire transiter plusieurs VLAN sur un seul lien physique

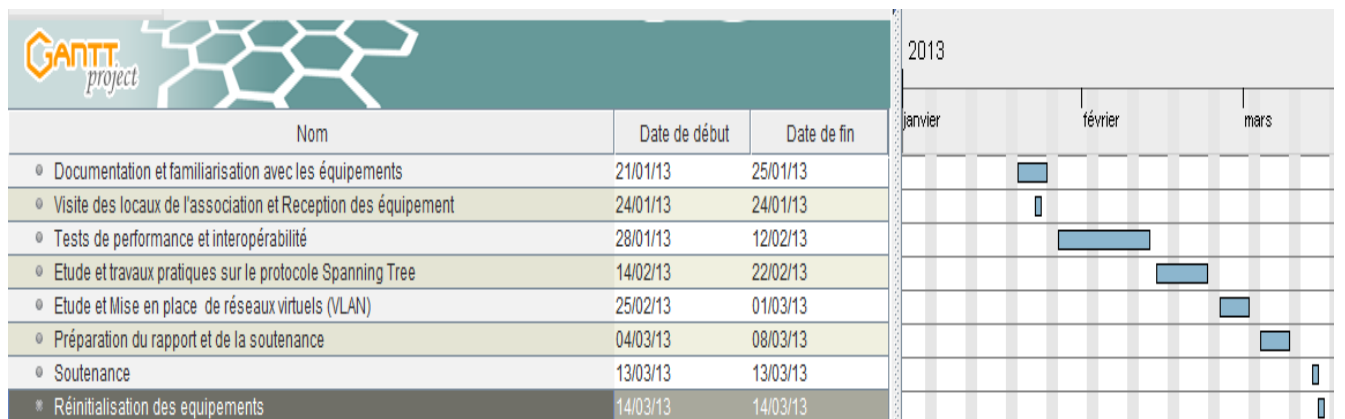
SSH : *Secure Shell* (SSH) est à la fois un programme informatique et un protocole de communication sécurisé.

Telnet : Telnet (TERminal NETwork ou TELEcommunication NETwork, ou encore TELEtype NETwork) est un protocole réseau utilisé sur tout réseau prenant en charge le protocole TCP/IP.

## ANNEXES



**Planning prévisionnel**



**Planning réel**