

Mathieu Chrétien et Rakul Lynagarathasan

g. 12491

SYSTÈME DE TÉLÉMÉTRIE ENVIRONNEMENTAL
MONTÉ SUR BOUÉE POUR LE LAC À L'ANGUILLE
ÉPREUVE SYNTHÈSE DE PROGRAMME (ÉSP)

Travail présenté à

Sébastien Richard

Dans le cadre du cours

243-668-RK

Réalisation d'un projet en télécommunication

Cégep de Rimouski



25 mai 2020

Pour la fin de nos études, dans le cadre du cours “Réalisation d'un projet en télécommunication”, nous avons un projet à faire pendant notre dernière session. Qui récapitule tout ce qu'on aura appris pendant le DEC. Ce projet est en binôme il y avait plusieurs choix de projet.

Le projet de télémétrie au lac à l'anguille consiste à créer un système d'obtention de plusieurs différentes données dont l'humidité, la pression et la température à différente profondeur sur une bouée sur le lac. Les données doivent ensuite être transmises à distance à partir d'une hutte à côté du lac à l'aide d'un lien RF pour se rendre au cégep. Un réseau informatique pour permettre l'accès au donnés afin d'étude.

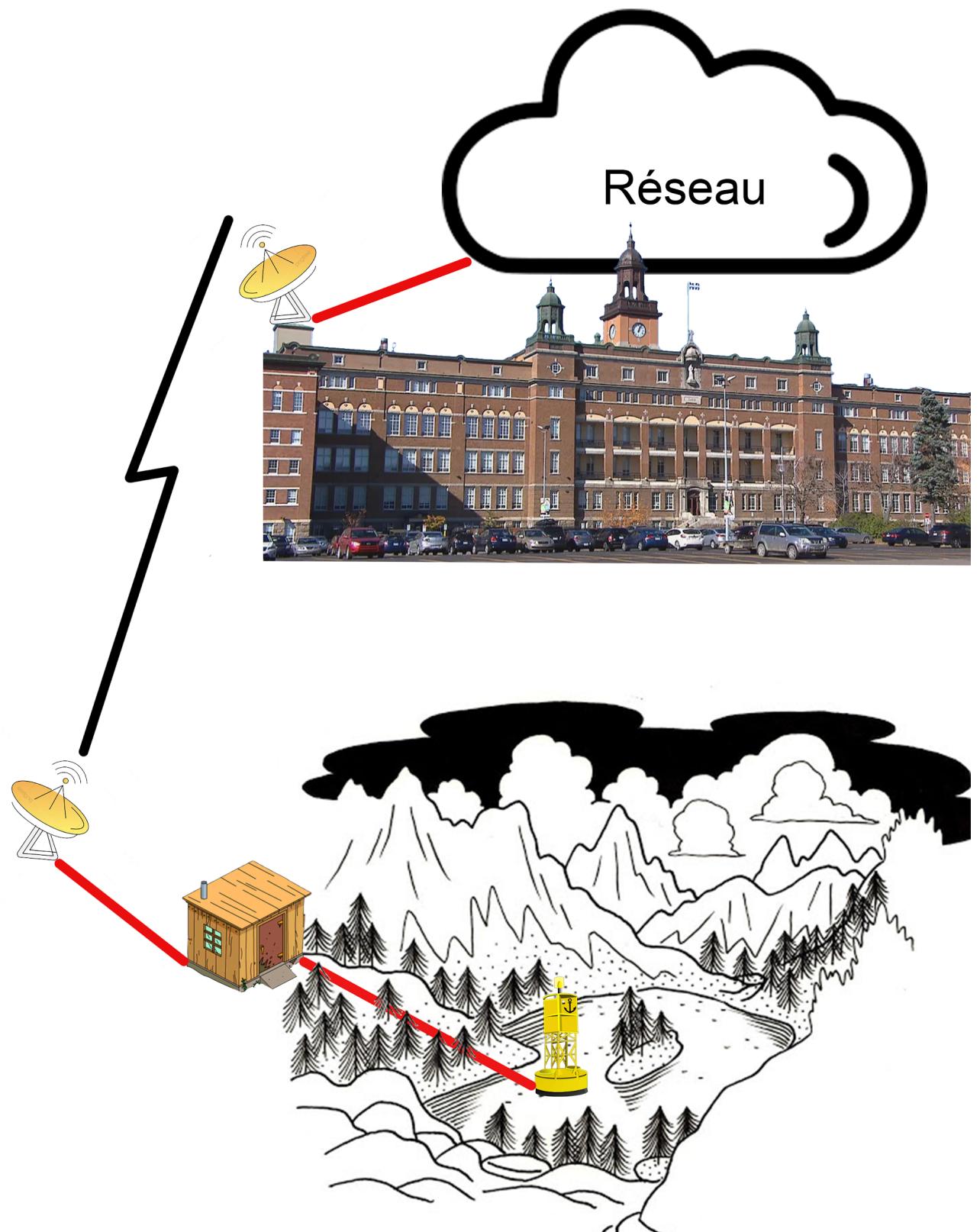
La répartition du projet s'est faite naturellement comme Mathieu avait déjà les connaissances sur partie réseau et Rakul dans la partie embarqué sur la bouée. Et pour la partie antenne, nous avions pris le choix de le faire plus tard. Et de même pour les simulations.

La partie du système embarqué sur la bouée a été faite par Rakul IYNGARATHASAN. Je dois réaliser un système permettant de prendre des mesures de températures dans le lac à différentes profondeurs, mesurer la pression atmosphérique et l'humidité relative à la surface. Il y avait une partie de recherche pour les capteurs adaptés pour les températures. Il fallait apprendre à utiliser le DAQ. Le DAQ est un module qui permet d'acquérir des données en USB. Je dois faire une interface homme-machine avec des graphes et des relevées de mesures. Les données doivent être documentées dans des fichiers et sauvegardées.

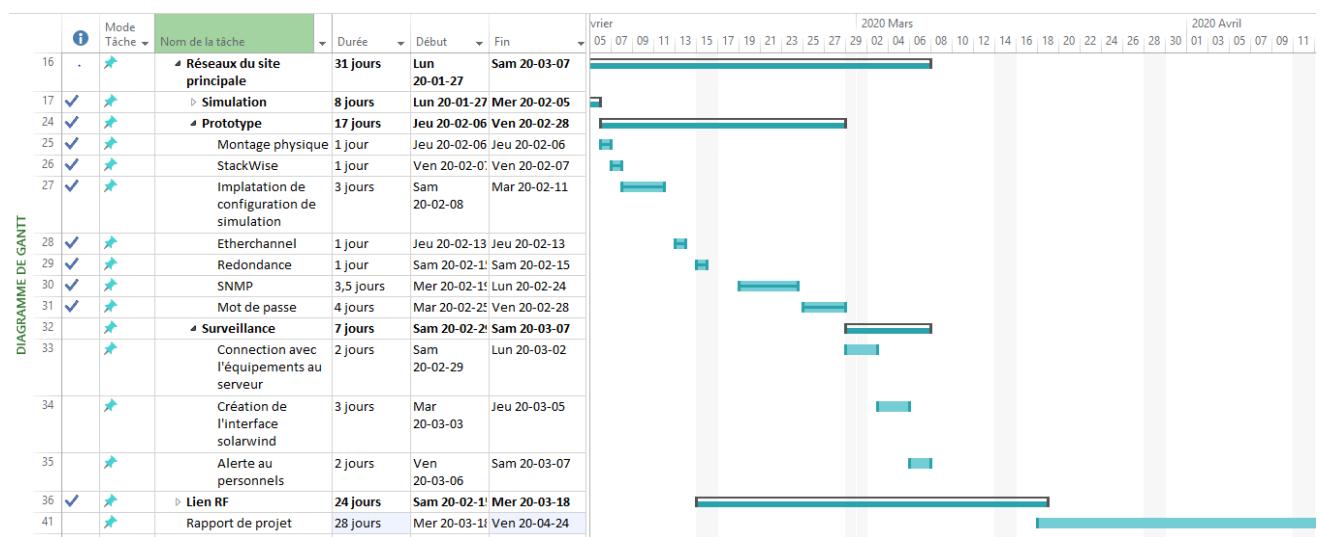
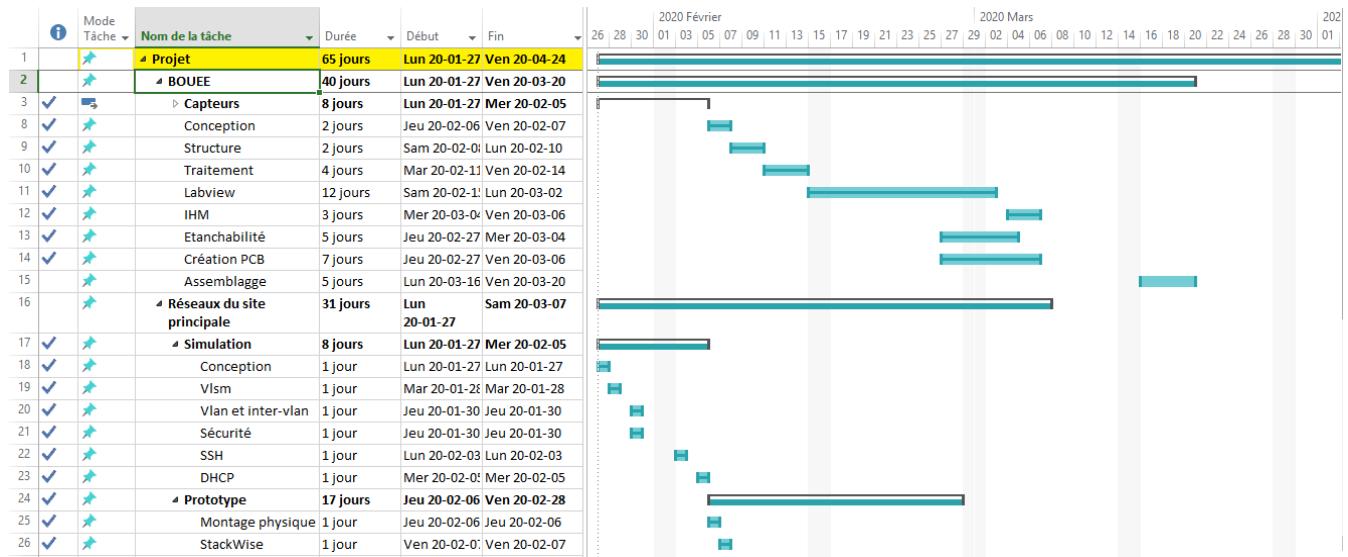
La partie sans fils avec l'utilisation d'un système radiofréquence de type Ubiquiti est exigée. Comme pour la partie système embarquée il y a eu une partie de recherche pour savoir quelle antenne nous pourrions utiliser.

La partie du réseau informatique a été faite par Mathieu Chrétien. Le réseau informatique consiste d'un réseau qui lie plusieurs postes informatiques de quatre types d'usagers différents qui ont accès à différente partie du réseau et de la distribution des donnés obtenue de la bouée au lac. Il faut d'abord créer une simulation du réseau qui donnera un aperçu au réseau réel qui doit être monté. Puis il faut monter les périphériques du réseau dans le support, faire connexion nécessaire et configuré tous les commutateurs pour que le réseau fonctionne correctement. Il faut aussi que j'en fasse la surveillance de ce réseau à l'aide de SolarWinds.

Au début nous avions fait une planification sur WBS et puis nous avions fait un GANTT pour avoir des objectifs clairs et ne pas se perdre. Comme vous le savez avec ma situation actuelle, nous avons revu notre GANTT pour le modifier. Le projet s'est donc arrêté juste avant la mi-session.



Pendant le début de la session, les contraintes de temps étaient respectées. Au niveau de la bouée, il ne manquait que le PCB à finir et l'assemblage des composants pour le prototype. Pour le réseau il ne manquait plus qu'à faire l'interface SolarWinds et les listes d'accès du réseau. Le lien RF était en avance et on avait même eu le temps de le finir avant la mi-session. Dans le cadre de la pandémie de Covid-19 il nous a été impossible de finir le projet et le reste de la session a été destiné pour faire le rapport de projet et se préparer pour la présentation orale.

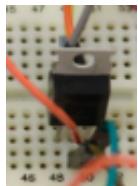


Rakul

Pour commencer le projet, il y a une phase de recherche et de réflexion par rapport au projet. Pour la conception du projet, j'ai étudié les contraintes possibles. La plus grande contrainte est que les capteurs doivent être étanches et les autres contraintes sont les distances, les températures(glacial), pour les capteurs ont été chercher avec les contraintes du projet.

CAPTEURS

Avant de commencer tous les capteurs sont alimentés 5V à l'aide d'un régulateur de

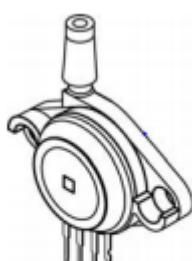


tensions de 5V. On l'utilise car durant mes tests il y a des valeurs qui étaient erronées. Et vous trouverez tous les documents techniques seront en lien en annexe. Tous les capteurs sont choisis par rapport aux contraintes. Il y a une boite avec déjà plusieurs capteurs. Les capteurs sont choisis par leurs caractéristiques et leur prix.

Pour les capteurs de pression atmosphérique, il y a eu plusieurs tests. Nous avons déjà des capteurs à disposition dans le laboratoire.



Pour commencer le capteur choisi pour la pression atmosphérique c'est le **MPX2200ap**.



**MPX2200AP/GP
CASE 344B-01**

Il y a eu plusieurs tests et pourtant il y avait un problème; le capteur donnait deux valeurs à chaque fois il nous donnait 200 kPa et 99 kPa. Après avoir lu le document technique le capteur fonctionne en différentiel cela veut dire qu'il y a deux soustractions puis faire une soustraction. Comme les entrées étaient libres (rien de brancher), le capteur n'avait pas de référence donc le capteur renvoie des valeurs fausses. Mathieu m'a fait part d'un capteur très simple

d'utilisation. Le capteur peut fonctionner en mode normal ou différentiel. Le capteur est le KP215F1701XTMA1.

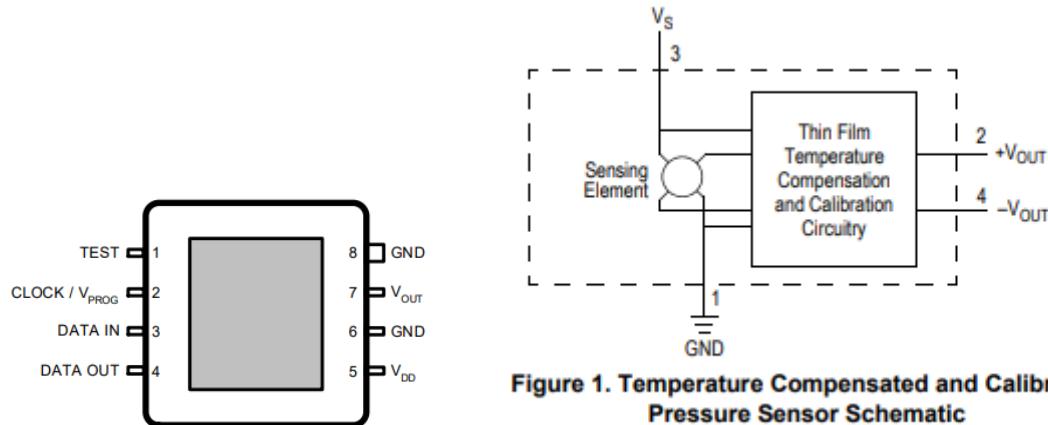
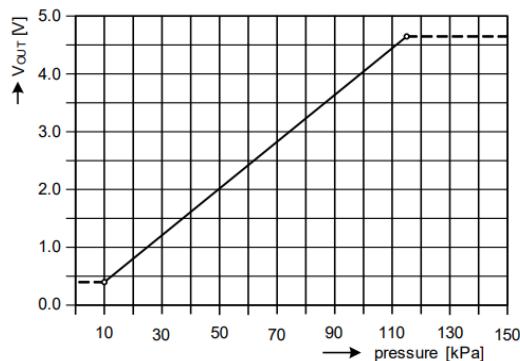
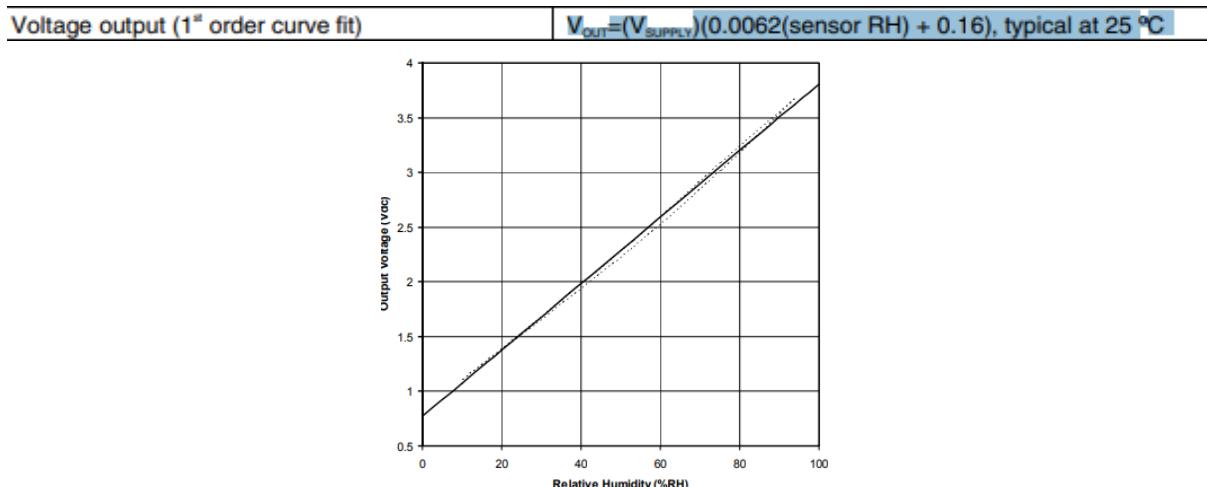


Figure 1. Temperature Compensated and Calibrated Pressure Sensor Schematic

Pour ce capteur il y avait une formule comme pour la plupart des capteurs. La formule ici pour passer de tension en kPa est de il faut multiplier la tension de sortie par 25. Le nombre 25 vient du calcul du coefficient directeur.



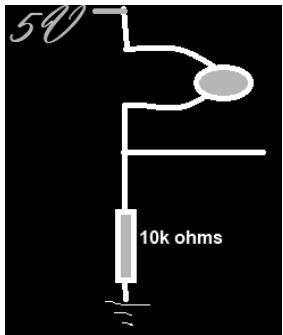
Après avoir fait le réglage du capteur de pression atmosphérique. On est passé aux capteurs d'humidité. Dans la boîte des composants il y avait plusieurs capteurs d'humidités après avoir fait des recherches par rapport au contrainte du projet. Le capteur sélectionné est le **HIH-4020**.



((V_{hu}/5)-0.16)/0.0062 donc voici le calcul pour passer d'une tension à l'humidité.

Pour les capteurs de températures, il était impossible d'utiliser des capteurs numériques, mais il fallait obligatoirement utiliser des thermistances. Les thermistance étaient nombreux sur le marché, mais nous avons choisi le **B57863S0103+040**. Après réflexion il y avait déjà des thermistances dans la boîte. Cela nous a permis de voir qu'il y a plusieurs de type de thermistance: CTN et CTP. Notre capteur est un CTN plus facile de le mettre en place. Pour récupérer la valeur de la résistance il a fallu mettre en place un pont diviseur.

Avec ce montage on peut retrouver la valeur de la résistance avec ce calcul $((R_o * 5)/V_e) - R_o$ avec $R_0 = 10k\Omega$, V_e sortie de la tension au borne de la résistance.

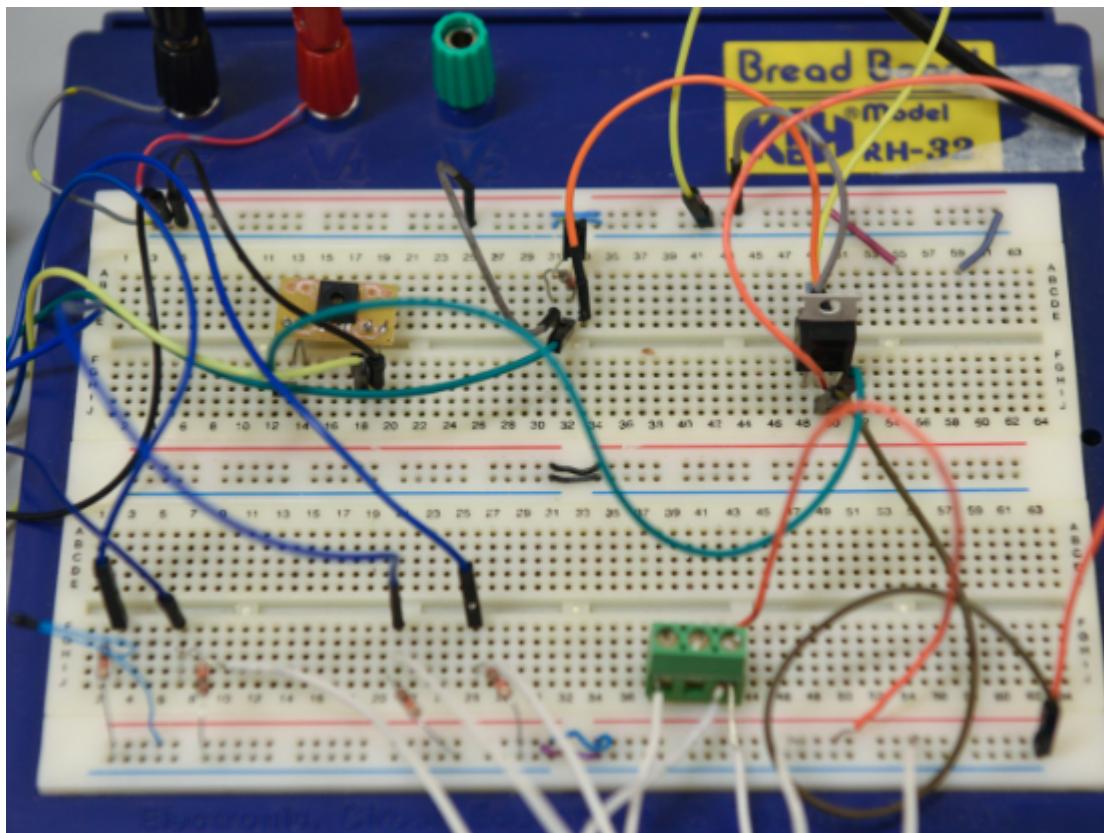


Après avoir obtenu la résistance la thermistance, il faut retourner la formule pour obtenir une température.

$$\frac{R_T}{R_0} = \exp \left(\beta \times \left(\frac{1}{T + 273,15} - \frac{1}{T_0 + 273,15} \right) \right)$$

$((To + 273,15) * B) / (\ln(Rt/Ro) * (To + 273,15) + B)) - 273,15$ avec $To = 25^\circ C$, $B = 3988$ (donnée dans le document technique), $R_0 = 10k\Omega$.

Après avoir réglé tous les capteurs sur une plaque labdec.

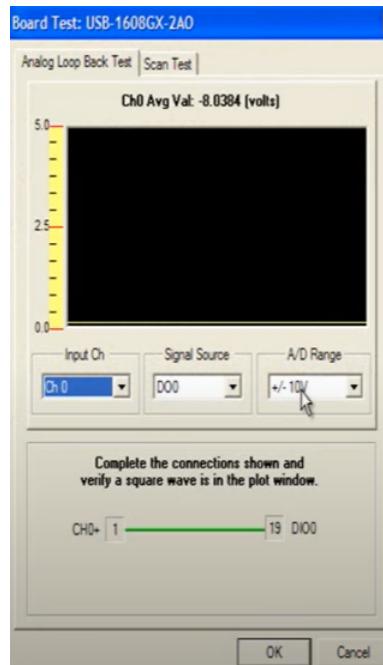


Traitement / Analyse / Documentation

Le logiciel de traitement des données est Labview. Grâce ce logiciel, il est possible d'analyser les données puis les documenter. La récupération des valeurs de tensions pour aller sur labview via USB on utilise le module DAQ. Le DAQ a plusieurs types d'utilisation. Pour notre projet il faut le paramétriser avec le logiciel InstaCal. Le mode choisi pour les entrées est le Single Ended.



On pouvait faire des tests avec ce logiciel. Et on a profité aussi de voir si le DAQ est bien calibrer.

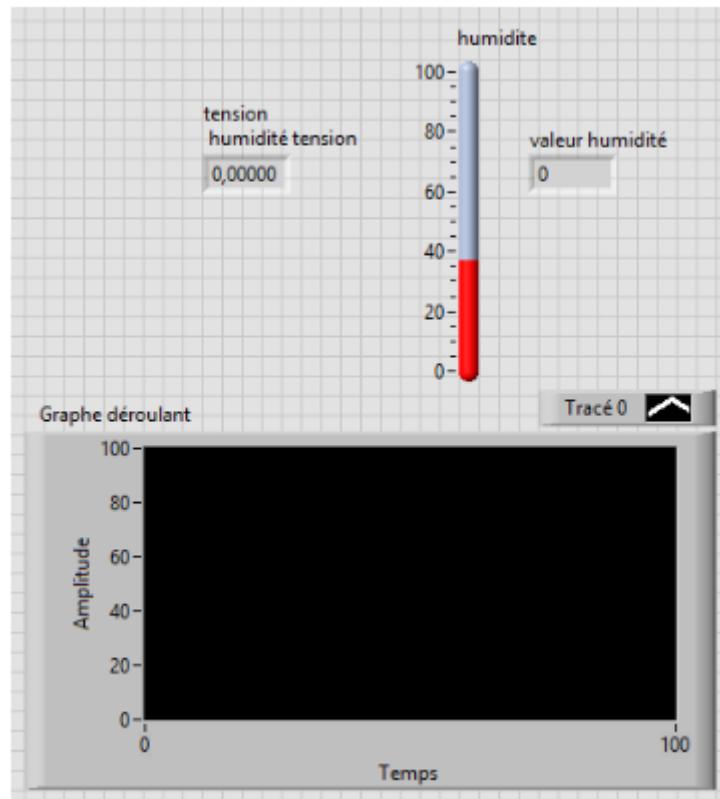
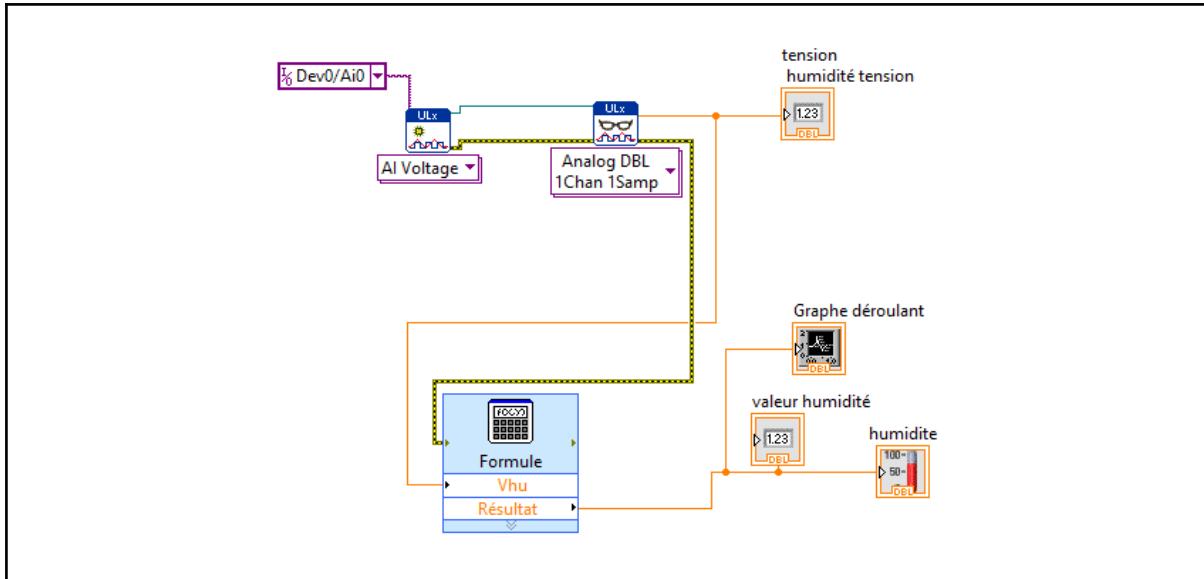


LABVIEW

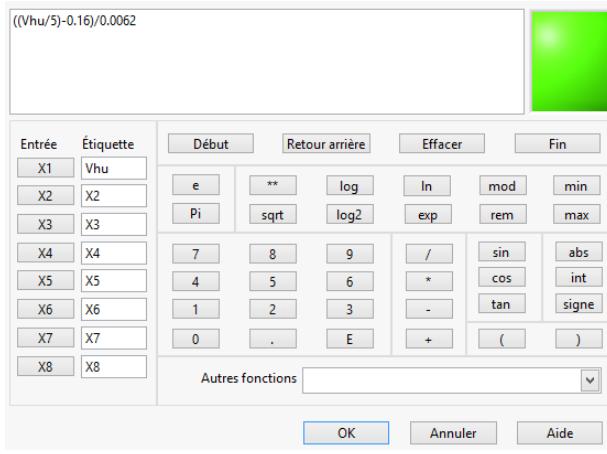
Pour chaque capteurs il y a un labview pour commencer. Pour tous les labviews on utilise les mêmes blocs pour le traitement.

<u>create channel</u> 	<u>Créer des fichiers</u>
<u>Read Analog</u> 	 <u>écrire dans un fichier</u>
<u>Formule</u> 	

Le premier capteur qui est mise en place est le capteur d'humidité.

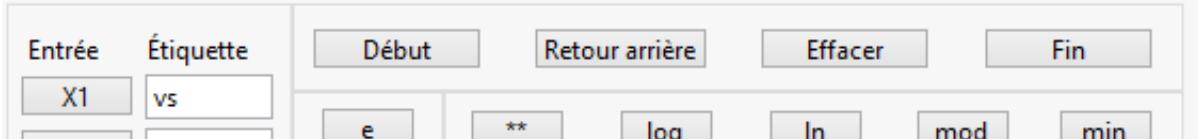
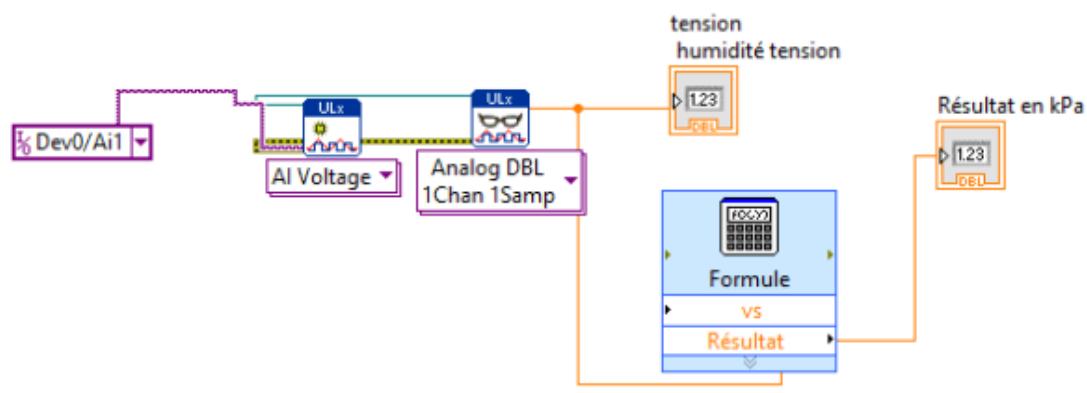


La formule est rentré dans la boîte à formule.

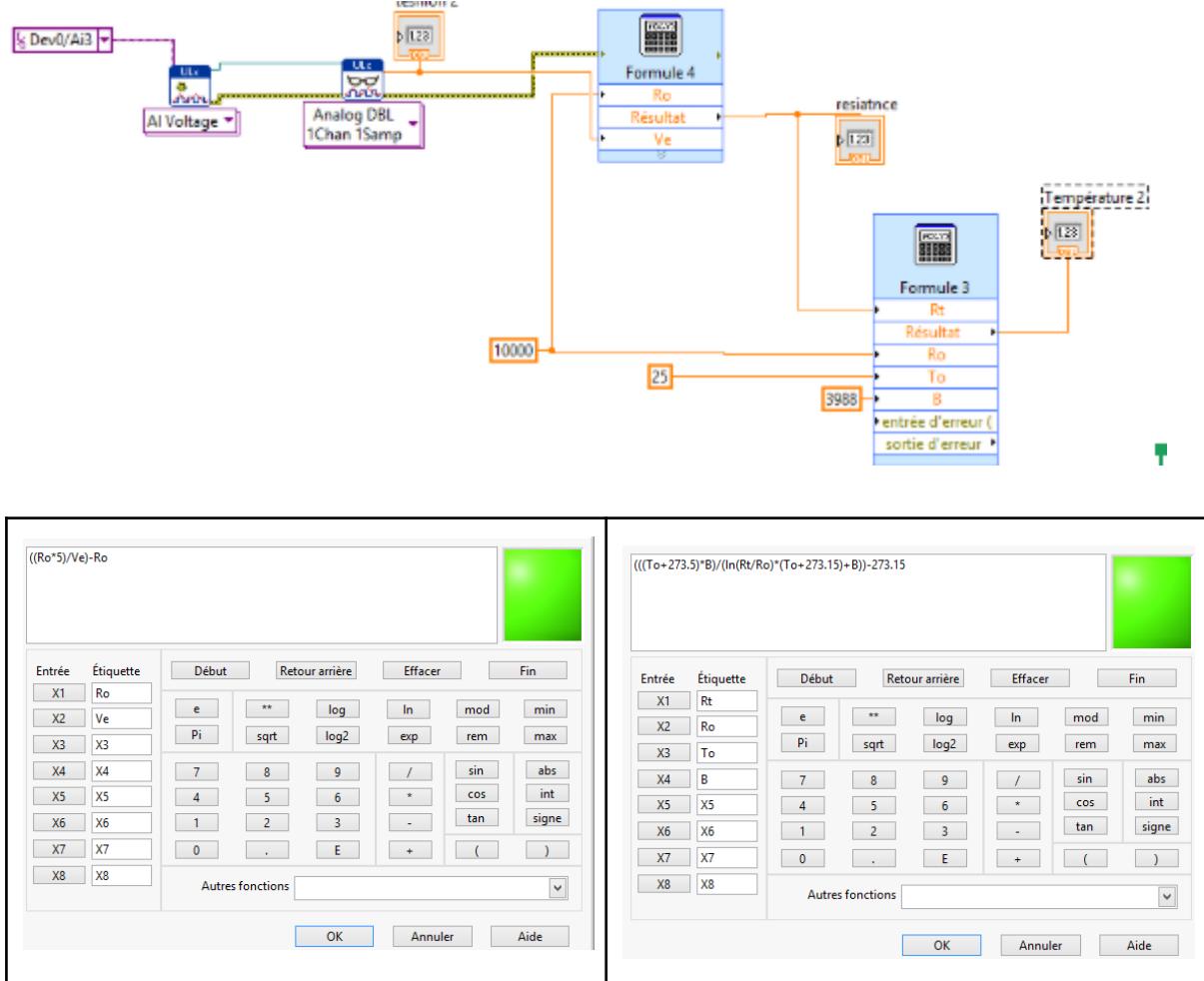


Après on répète cela pour tous les capteurs.

Le capteur de pression :

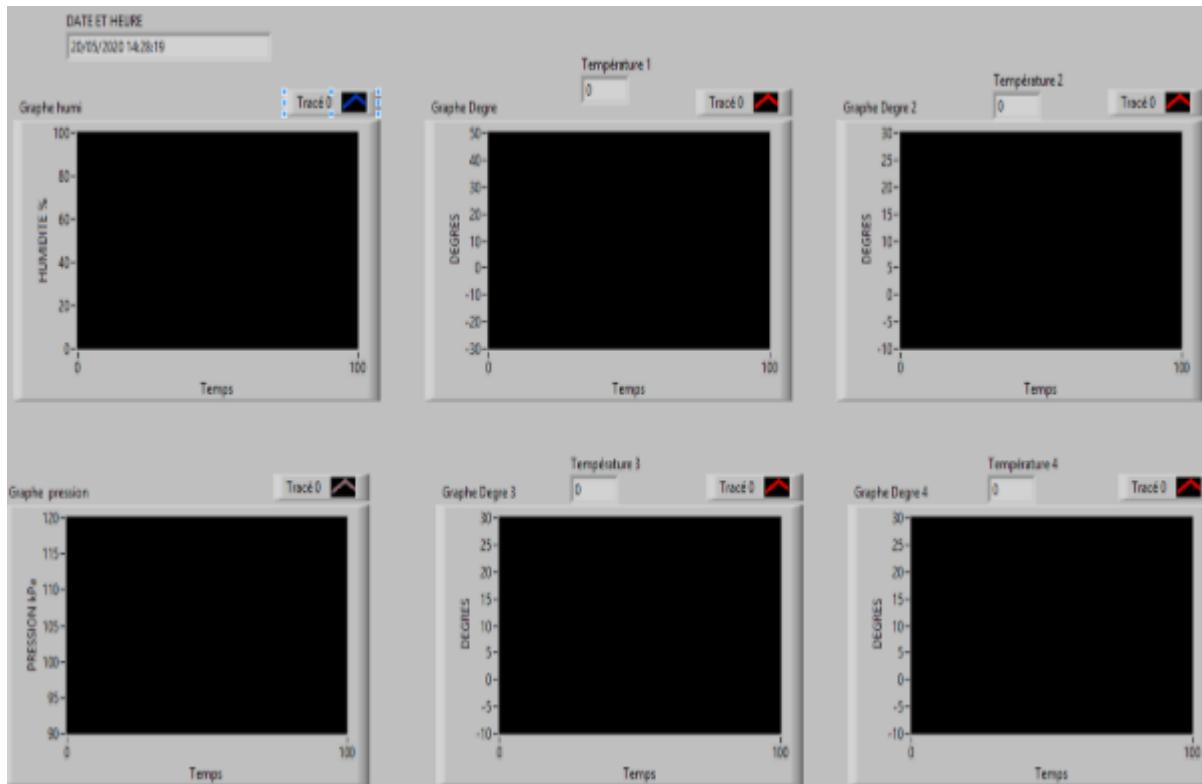


Le capteur de température est différent car il y a deux boîtes à formules.



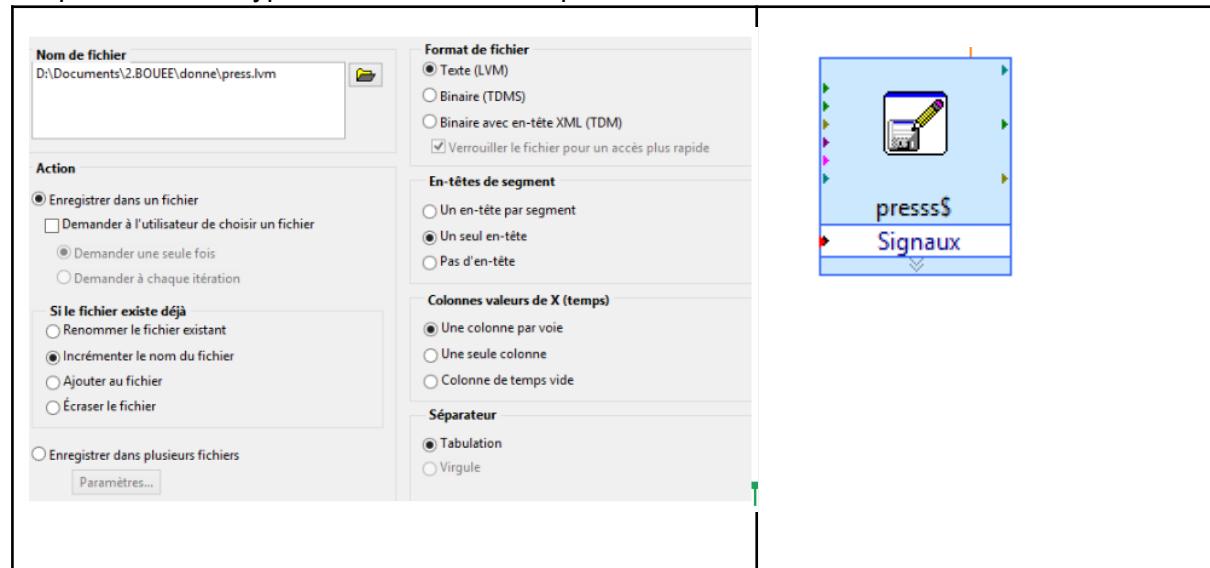
Après avoir fais chaque capteurs il a fallu tous regroupés pour avoir une seule application. Il y a eu la création de SOUS-VI.

Ici c'est l'interface usager

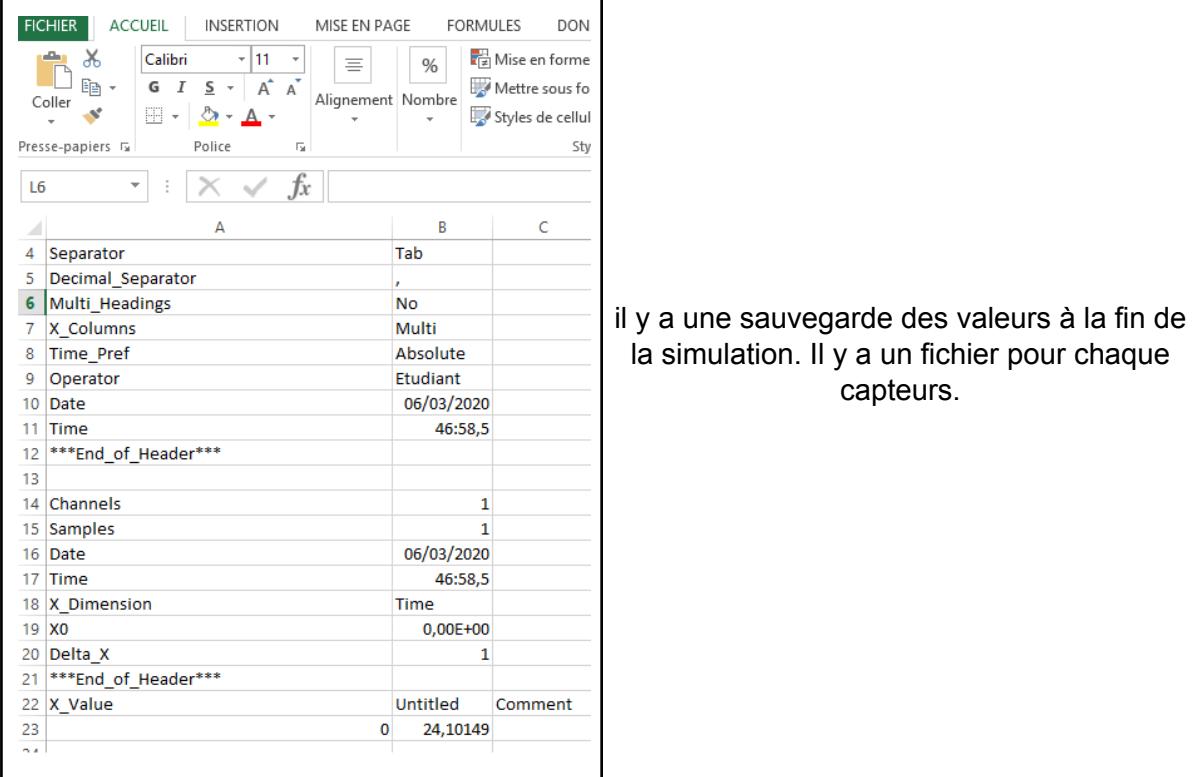


Documentation

La documentation des données traitées par labview sont enregistrées dans un fichier .lvm. On peut ouvrir ce type de fichier sur excel pour avoir un tableau.



Voici un exemple de fichier sauvegardé :

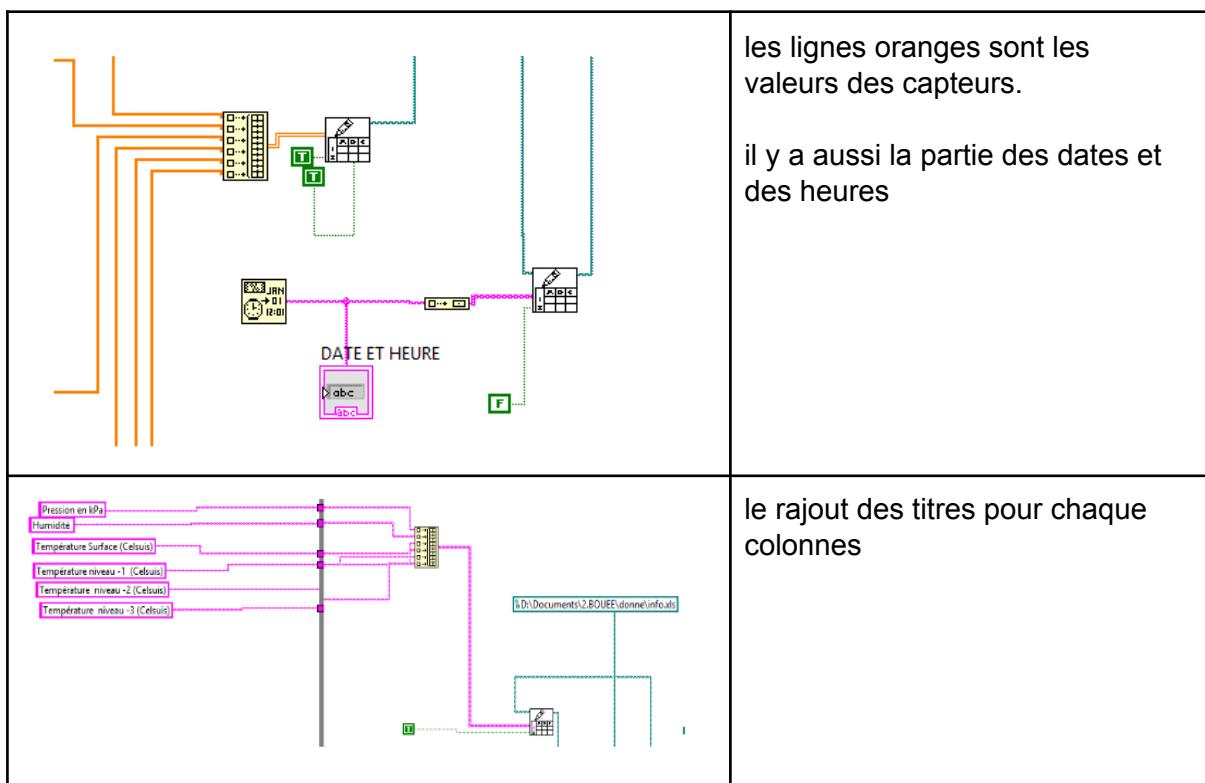


The screenshot shows an Excel spreadsheet with the following data:

	A	B	C
4	Separator	Tab	
5	Decimal_Separator	,	
6	Multi_Headings	No	
7	X_Columns	Multi	
8	Time_Pref	Absolute	
9	Operator	Etudiant	
10	Date	06/03/2020	
11	Time	46:58,5	
12	***End_of_Header***		
13			
14	Channels	1	
15	Samples	1	
16	Date	06/03/2020	
17	Time	46:58,5	
18	X_Dimension	Time	
19	X0	0,00E+00	
20	Delta_X	1	
21	***End_of_Header***		
22	X_Value	Untitled Comment	
23		0 24,10149	

il y a une sauvegarde des valeurs à la fin de la simulation. Il y a un fichier pour chaque capteurs.

Il y a une méthode qui permet de rassembler toutes les valeurs dans un excel. Il y a plusieurs paramètres.



Avec la situation du covid-19 je n'ai pas pu avoir d'exemple d'un fichier excel propre. J'ai refais un fichier qui ressemble à celui du projet.

1	20/05/2020 15:43					
2	pression en Kpa	Himidité	temperature Surface (celuis)	T°C -1	T°C -2	T°C -3
3	xxx	xx	xx	xx	xx	xx
4	xxx	xx	xx	xx	xx	xx
5	xxx	xx	xx	xx	xx	xx
6	xxx	xx	xx	xx	xx	xx

Avec le lien RF, nous avons rencontré des problèmes car comme la liaison était assez long le logiciel Labview nous renvoyait des messages d'erreur. Il manque à régler la gestion des erreurs.

Nous avons rencontré un problème dès le début du projet la distance entre la bouée et la hutte. Un câble USB ne peut être utiliser sur une distance de 5 mètres maximum. Donc mon collègue m'a conseillé le câble RJ45. Donc on a recours un convertisseur USB to RJ45. De plus le câble RJ45 résiste bien à l'eau et aux températures du Canada



Le paramétrage était assez simple. il a un logiciel donc très intuitif. Il faut se mettre dans le même réseaux.

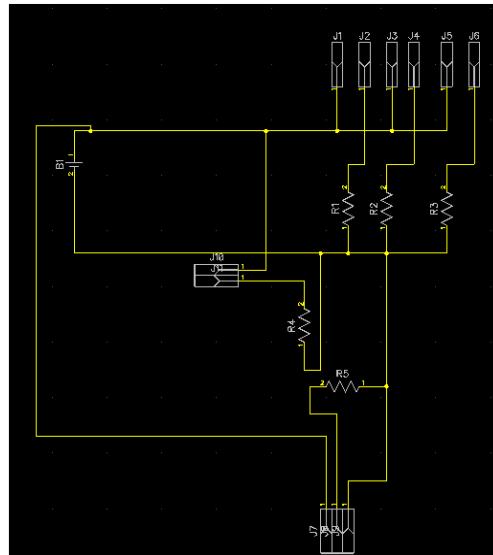
L'un des grosse contrainte de ce projet est bien sur l'eau. Il a fallu réfléchir à la question d'étanchéité. pour ceux qui est des thermistances, il y a eu l'utilisation de gaine thermorétractable.



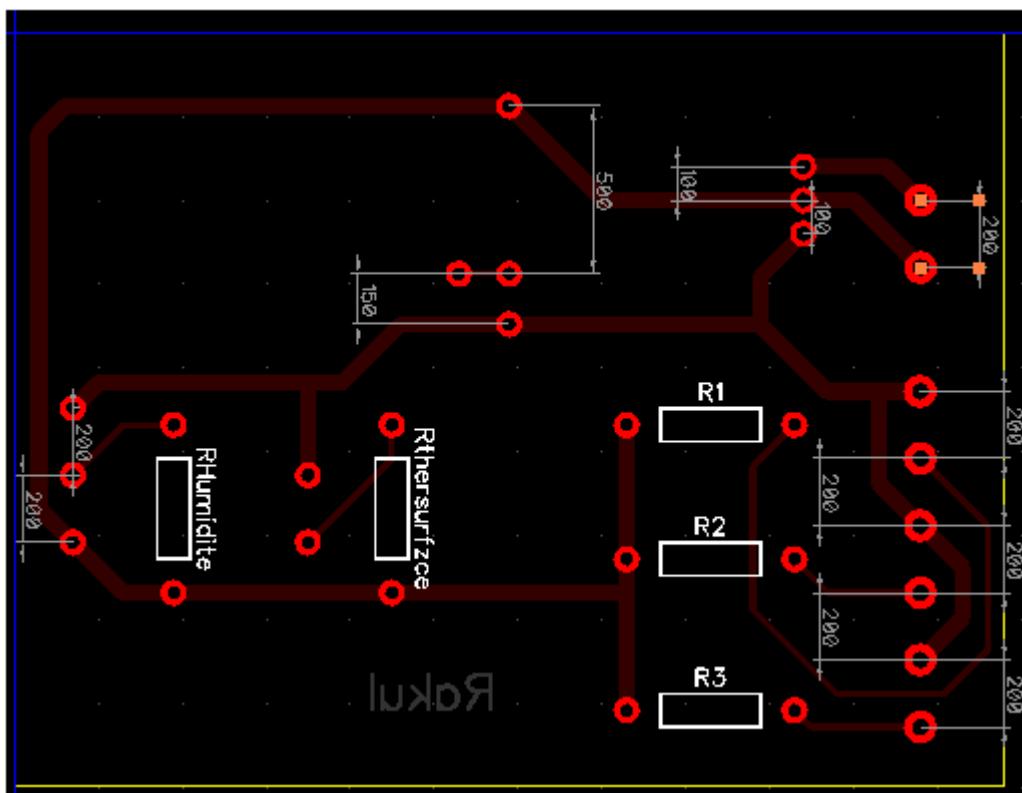
Après des tests sont effectuées sur une thermistance puis lorsque tout cela fonctionnait on répète cette étape 3 fois comme il y a quatre niveaux différents niveaux.

PCB

Au milieu du projet, comme la partie sur la plaque d'essaie est fini. Le professeur m'a conseillé de faire un pcb pour tous mettre dans une boîte étanche. Grâce au logiciel Dlptrace.

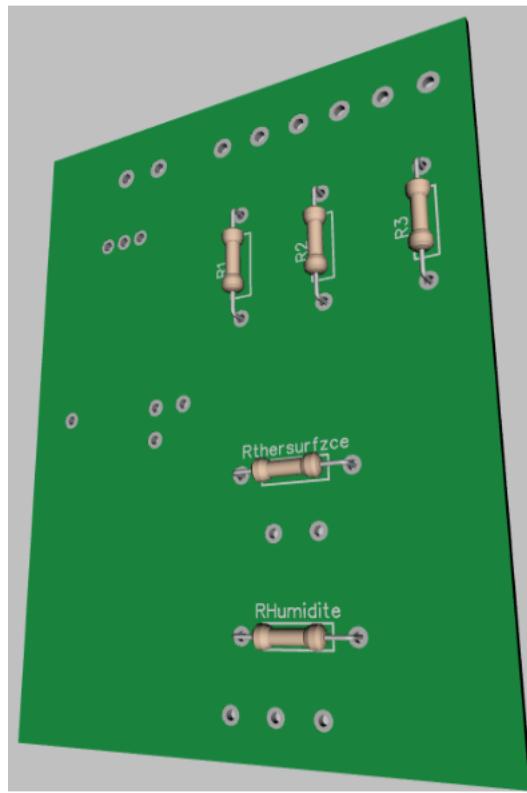


La capture d'écran ci-dessus est un schematic électrique. Mais le logiciel ne comportait pas tous les composants donc il a fallu créer des empreintes.



il a fallu créer des empreintes pour des connecteurs. Le technicien m'a conseillé d'augmenter la taille des trous.

Voici la version 3D du PCB.



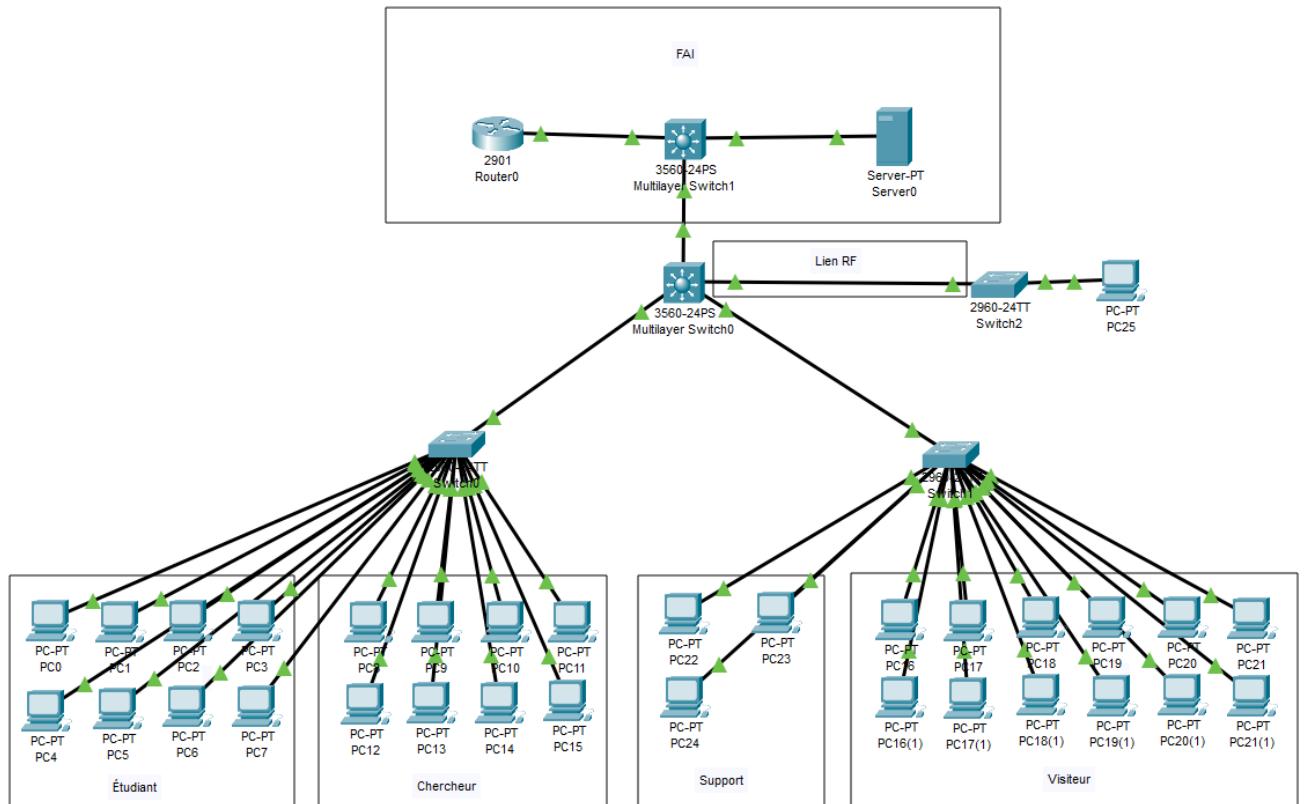
Les évolutions possibles.

Avec le covid-19 il était impossible de concevoir une structure pour la bouée mais l'idée est de d'utiliser un câble RJ45 pour les thermistances. Après avoir souder tous les composants sur le pcb , mettre dans une boîte étanche avec le DAQ et le convertisseur USB to RJ45. Utiliser une structure en bois ou en métal pour le plonger dans le lac avec les thermistances. Pour la question énergétique était facultatif mais il était possible de mettre une batterie reliée à un panneau solaire ou une éolienne comme on est dans un lac.

Le réseau

Conception

Le réseau consiste de deux commutateurs 3750 configurés en StackWise et de trois autres commutateurs 2950 pour finir la distribution du réseau. L'un des commutateurs est placé proche du lac de l'autre côté du lien RF pour se connecter à la bouée et à l'adaptateur USB à RG-45. Au niveau des dispositifs d'extrémités il y a un total de 31 postes informatiques dont 8 pour les étudiants, 8 pour les chercheurs, 12 postes pour les visiteurs et 3 postes ayant accès au SSH et Telnet pour le support du réseau.



StackWise

La configuration en StackWise permet à multiples commutateurs d'être configuré comme étant un commutateur. Il faut savoir que les commutateurs doivent avoir le même IOS avec la commande `#show version`. Pour choisir qu'elle commutateur va avoir le rôle de master il faut d'abord vérifier que les commutateurs se communiquent à partir du câble StackWise avec la commande `#show switch`. Par la suite il est possible il est possible de changer le stack member number avec la commande `#switch (stack-member-number) priority (new-priority-number)` le commutateur avec le chiffre le plus élevé va être master après avoir redémarré les commutateurs. Au début étant donné que j'avais deux commutateurs 3750 avec différent nombre de ports le stackWise était impossible pour régler le problème j'ai donc utilisé deux commutateurs avec le même nombre de ports.



Vlsm

Le plus gros sous-réseau sera lui destiné aux visiteurs avec 13 adresses IP considérant l'adresse sur la 3750. Le sous-réseau pour les chercheurs doit contenir 10 adresses avec les 8 postes, la switch 3750 et l'adresse de l'adaptateur USB réseaux. Ensuite le sous-réseau pour les étudiants a 9 adresses nécessaires. Pour finir, le dernier sous-réseau est pour l'équipe de support contient 7 adresses avec les 3 postes et les 4 commutateurs. Par la suite j'ai réalisé que j'avais oublié les 4 adresses nécessaires pour les antennes, mais étant donné que le sous-réseau de support était déjà assez gros il n'était pas nécessaire de refaire le vlsm.

Adresse du réseaux: 192.168.2.0/24 = 11000000.10101000.00000010.00000000

Hôte pour sous-réseaux:

Visiteur = 13 hôtes Chercheur = 10 hôtes Étudiant = 9 hôtes Support = 7 hôtes

Masque de sous-réseau décimal à point	Masque de sous-réseau binaire	Notation de barre oblique	Nombre de bits d'hôtes	Hôtes possibles $2^n - 2$
255.255.255.240	11111111.11111111.11111111.11110000	/28	4	14
255.255.255.248	11111111.11111111.11111111.11111000	/29	3	6
255.255.255.252	11111111.11111111.11111111.11111100	/30	2	2

Visiteur:

Adresse sous-réseaux: 192.168.2.0/28 = xxx.xxx.xxx.00000000

Masque sous-réseaux: 255.255.255.240 = xxx.xxx.xxx.11110000

Adresse de diffussion: 192.168.2.15/28 = xxx.xxx.xxx.00001111

Chercheur:

Adresse sous-réseaux: 192.168.2.16/28 = xxx.xxx.xxx.00010000

Masque sous-réseaux: 255.255.255.240 = xxx.xxx.xxx.11110000

Adresse de diffussion: 192.168.2.31/28 = xxx.xxx.xxx.00011111

Étudiant:

Adresse sous-réseaux: 192.168.2.32/28 = xxx.xxx.xxx.00100000

Masque sous-réseaux: 255.255.255.240 = xxx.xxx.xxx.11110000

Adresse de diffussion: 192.168.2.47/28 = xxx.xxx.xxx.00101111

Support:

Adresse sous-réseaux: 192.168.2.48/28 = xxx.xxx.xxx.00110000

Masque sous-réseaux: 255.255.255.240 = xxx.xxx.xxx.11110000

Adresse de diffussion: 192.168.2.63/28 = xxx.xxx.xxx.00111111

Nom du réseau	Hôte nécessaire	Hôte donné	Adresse	Masque	Plage d'adresse utilisable	Adresse de diffusion
Visiteur (Vlan 20)	13	14	192.168.2.0	/28	192.168.2.1 à 192.168.2.14	192.168.2.15
Chercheur (Vlan 21)	10	14	192.168.2.16	/28	192.168.2.17 à 192.168.2.30	192.168.2.31
Étudiant (Vlan 22)	9	14	192.168.2.32	/28	192.168.2.33 à 192.168.2.46	192.168.2.47
Support (Vlan 23)	7	14	192.168.2.48	/28	192.168.2.49 à 192.168.2.62	192.168.2.63

Vlan et inter-vlan

Il est nécessaire de créer un vlan pour chaque sous-réseau déterminer par le vlsm il doit donc avoir 4 nouveaux vlan dans le réseau. Le vlan 20 est celui utiliser pour les postes des visiteurs, le vlan 21 est pour les postes de chercheur, le vlan 22 est pour les postes d'étudiants et le vlan 23 est pour le support. Chaque vlan devra avoir une adresse IP appartenant à leur sous-réseau respectif sur la switch 3750 pour le routing inter-vlan en activant ip routing. Les vlan 200 et 100 ont besoin d'avoir une adresse pour l'inter-vlan. Le vlan 99 est le vlan natif qui va être utilisé comme vlan d'agrégation pour lier les différents commutateurs ensemble. Sur les commutateurs 2950 il est nécessaire d'associer les vlan aux interfaces qui sont utilisées et donner un adresse de support dans la vlan 23. Il faut aussi shutdown toute les interfaces non utilisé.

```
3750(config)#ip routing
```

```
3750(config)#interface Vlan20
3750(config-if)#ip address 192.168.2.14 255.255.255.240
3750(config)#interface Vlan21
3750(config-if)# ip address 192.168.2.30 255.255.255.240
3750(config)#interface Vlan22
3750(config-if)#ip address 192.168.2.46 255.255.255.240
3750(config)#interface Vlan23
3750(config-if)#ip address 192.168.2.62 255.255.255.240
3750(config)#interface Vlan99
3750(config)#interface Vlan100
3750(config-if)#ip address 192.168.100.102 255.255.255.0
3750(config)#interface Vlan200
3750(config-if)#ip address 192.168.200.202 255.255.255.0
```

```
2950_1(config)#interface range f0/1 - 12
2950_1(config-if)#switchport access vlan 20
2950_1(config-if)#switchport mode access
```

DHCP

Pour le dhcp il faut d'abord exclure toutes les adresses qui sont déjà utilisées par les commutateurs, les antennes et l'adaptateur USB réseaux. Chaque vlan doit avoir son propre groupe dhcp pour donner les adresses des sous-réseaux aux bons postes selon le calcul vlsm fait précédemment. Le routeur par défaut pour chaque groupe dhcp est l'adresse des vlan sur le commutateur 3750. Chaque poste va donc recevoir une adresse ip qui fait parti du vlan qui est configuré sur les ports des 2950 dont l'ordinateur est connecté.

Table d'adressage:

Périphérique	Interface	Adresse IP	Masque de sous-réseau
Distribution	Vlan 20	192.168.2.14	255.255.255.240
	Vlan 21	192.168.2.30	255.255.255.240
	Vlan 22	192.168.2.46	255.255.255.240
	Vlan 23	192.168.2.62	255.255.255.240
	Vlan 100	192.168.100.102	255.255.255.0
	Vlan 200	192.168.200.202	255.255.255.0
Switch1	Vlan 23	192.168.2.61	255.255.255.240
Switch2	Vlan 23	192.168.2.56	255.255.255.240
Switch_Lac	Vlan 23	192.168.2.55	255.255.255.240
Antenne 1	Vlan 23	192.168.2.57	255.255.255.240
Antenne 2	Vlan 23	192.168.2.58	255.255.255.240
Antenne 3	Vlan 23	192.168.2.59	255.255.255.240
Antenne 4	Vlan 23	192.168.2.60	255.255.255.240
USB adaptateur RG-45	Vlan 21	192.168.2.29	255.255.255.240

```
3750(config)#ip dhcp excluded-address 192.168.2.14
3750(config)#ip dhcp excluded-address 192.168.2.29
3750(config)#ip dhcp excluded-address 192.168.2.30
3750(config)#ip dhcp excluded-address 192.168.2.46
3750(config)#ip dhcp excluded-address 192.168.2.62
3750(config)#ip dhcp excluded-address 192.168.2.55
3750(config)#ip dhcp excluded-address 192.168.2.56
3750(config)#ip dhcp excluded-address 192.168.2.57
3750(config)#ip dhcp excluded-address 192.168.2.58
3750(config)#ip dhcp excluded-address 192.168.2.59
3750(config)#ip dhcp excluded-address 192.168.2.60
3750(config)#ip dhcp excluded-address 192.168.2.61
```

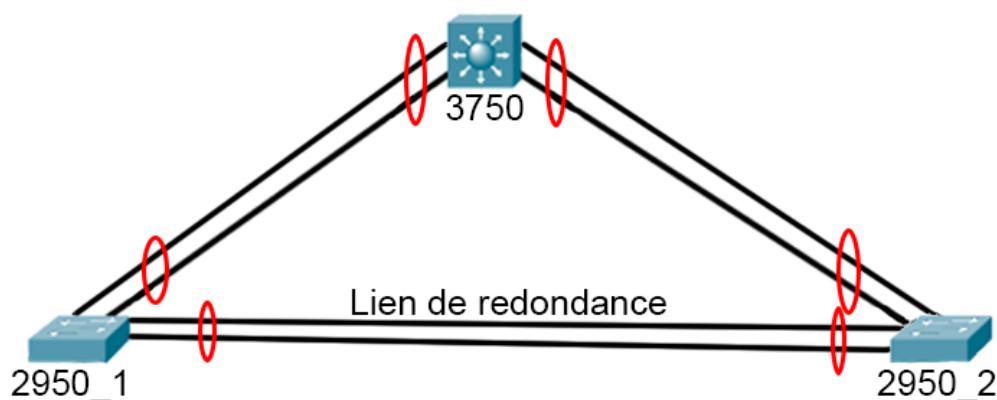
```
3750(config)#ip dhcp pool Visiteur
3750(dhcp-config)# network 192.168.2.0 255.255.255.240
3750(dhcp-config)#default-router 192.168.2.14
3750(config)#ip dhcp pool Chercheur
3750(dhcp-config)#network 192.168.2.16 255.255.255.240
3750(dhcp-config)#default-router 192.168.2.30
3750(config)#ip dhcp pool Etudiant
3750(dhcp-config)#network 192.168.2.32 255.255.255.240
3750(dhcp-config)#default-router 192.168.2.46
3750(config)#ip dhcp pool Support
3750(dhcp-config)#network 192.168.2.48 255.255.255.240
3750(dhcp-config)#default-router 192.168.2.62
```

Etherchannel et redondance

Il y a un total de 3 liens etherchannel à faire dans le réseau deux de ces liens se font du commutateur 3750 aux deux autres commutateurs 2950. L'autre lien est entre les deux commutateurs 2950 pour faire de la redondance. Tous les liens etherchannel doivent être configurés en mode trunk pour laisser passer tous les vlan sur le réseau. Pour s'assurer que le spanning tree fonctionne correctement il est nécessaire de changer le coût des liens dans le réseau pour être sûr que le coût du lien entre les 2950 soit le plus haut des autres liens avec la commande `#show switch spanning-tree`. Le protocole utilisé pour les liens est le LACP il n'a pas vraiment de raison il fallait seulement que je choisis un protocole pour créer le lien etherchannel. Dans le prototype tous les lien etherchannel utilisait tout quatre port. Les câbles utilisés entre les deux 2950 devait être des cable croisé étant donné que les 2950 ne supporte pas le MDI-X.

```
3750(config)# interface range f0/20 -24
3750(config-if-range)# switchport encapsulation dot1q
3750(config-if-range)# switchport mode trunk
3750(config-if-range)#switchport trunk allowed vlan 20,21,22,23,100,200
3750(config-if-range)# switchport trunk native vlan 99
3750(config-if-range)# channel-group 1 mode active
3750(config-if-range)# end
```

```
3750(config)# interface port-channel 1
3750(config-if)# spanning-tree cost ?(Coût désiré pour le lien)
```



RIP et route par défaut

Le protocole de routage rip permet à plusieurs routeurs voisins de se communiquer ensemble et partager des information de routage. Il est important de déclarer l'adresse du réseau qui a été utilisé pour le vlsm. Le protocol RIP doit être configuré en version 2 étant donné que RIPv1 ne supporte pas le vlsm. La route par défaut est donné automatiquement par le commutateur qui représente le FAI. Le port qui est connecté au FAI doit aussi être configuré comme trunk sur le vlan 99.

```
3750(config)#router rip  
3750(config-router)#version 2  
3750(config-router)#network 192.168.2.0  
3750(config-router)#no auto-summary  
3750(config-router)#end
```

Commutateur à la hutte

Le commutateur installé à la hutte est pour mettre le vlan 21 (chercheur) sur l'interface à laquelle l'adaptateur USB à RG-45 est connecté. L'interface qui est connectée au lien RF doit être configurée en tant que trunk et le routeur 3750 devras avoir la même configuration trunk à l'interface connectée au lien RF.

```
2950_Lac(config)# interface range f0/2 - 3  
2950_Lac(config-if-range)#switchport access vlan 21  
2950_Lac(config-if-range)#switchport mode access  
  
2950_Lac(config)# interface f0/1  
2950_Lac(config-if)# switchport encapsulation dot1q  
2950_Lac(config-if)# switchport mode trunk  
2950_Lac(config-if)# switchport trunk allowed vlan 20,21,22,23,100,200  
2950_Lac(config-if)# switchport trunk native vlan 99
```

La surveillance réseau et SolarWinds

La surveillance du réseau se fait avec le protocole snmp configuré sur les appareils du réseau avec un serveur SolarWinds comme hôte de surveillance. Pour configurer le snmp sur un commutateur, il faut lui donner une string de communauté pour que le serveur SolarWinds puisse le trouver. En se connectant au serveur SolarWinds il est possible de lancer des recherche dans le réseaux pour trouver les périphériques ayant snmp activé. Quand tous les périphériques sont vus dans SolarWinds il fallait créer une interface de visualisation de tous les composants du réseau autant les commutateurs que les antennes, mais cela n'a pas pu être fait étant donné des circonstances entourant la pandémie du covid-19.

```
3750(config)#snmp-server community Equipe2 RO
```

Exemple d'interface SolarWinds:

Sécurité

Chaque commutateur a un mot de passe de console et un mot de passe d'exécution privilégié. C'est mot de passe sont ensuite crypté avec la commande `#service password-encryption`.

```
3750(config)#enable secret support123
3750(config)#line con 0
3750(config-line)#password support321
3750(config-line)#login
3750(config-line)#end
3750(config)#service password-encryption
```

SSH et Telnet

Le seul commutateur supportant SSH est le 3750. La version du SSH utilisé est la version 2. Il faut configurer un nom d'utilisateur et un mot de passe d'authentification global. Pour configurer le SSH il faut configurer activé le login local sur le vty 0 4 pour avoir un maximum de 5 sessions. Il faut aussi spécifié que le seul protocole autorisé pour configurer le commutateur à distance est SSH. Une clé RSA doit être générée pour crypter la communication SSH. Un nom domaine est nécessaire pour donner le nom de la clé RSA.

```
3750(Config)# ip ssh version2
3750(config)# ip domain-name projet2.com
```

```
3750(Config)# username tech password support321
3750(Config) # line VTY 0 4
3750(Config-line)# login local
3750(Config-line)#transport input ssh
3750(Config-line)# exit
3750(Config)# crypto key generate rsa
how many bits in the modulus [512] :1024
```

Pour les commutateurs 2950 étant donné qu'il ne supporte pas SSH, ils sont configurés avec Telnet. Un mot de passe doit être configuré et le transport Telnet.

```
2950_1(Config) # line VTY 0 4
2950_1(Config-line)#password support321
2950_1(Config-line)#transport input telnet
2950_1(Config-line)#login
2950_1(Config-line)# Exit
```

Liste d'accès

Pour les listes d'accès à été impossible de même commencer les configuration avant le la pandémie du covid-19. Il a donc été impossible de tester les configurations des listes d'accès alors seulement l'explication de ce que la liste d'accès est supposé faire dans le réseau. Le sous-réseau des visiteurs a seulement accès à l'internet. Le sous-réseau des chercheur est seulement bloquer sur le sous-réseau de support. Le sous-réseau étudiant est lui aussi bloqué sur le sous-réseau de support. Le réseau de support lui n'a pas de restriction pour s'assurer qu'il puisse accéder à tout le réseau.

Lien RF

Le lien qui doit être fait pour le projet consiste d'une liaison entre le cégep de Rimouski et à une hutte proche du Lac à l'anguille. Étant donné que le lac et le cégep sont séparés par des montagne il est nécessaire d'avoir 2 répéteurs pour pouvoir se rendre à la destination qui est la hutte. Cela va donc créer trois liens pour se rendre au lac. Les antennes utilisées sont des Ubiquitis comme demandé dans le cahier des charges. Puis il y avait déjà des antennes à notre disposition. C'était des NanoBridge M2. Il y a une vérification des caractéristiques des antennes. Le paramétrage des antennes était simple il faut les mettre dans le même réseaux.



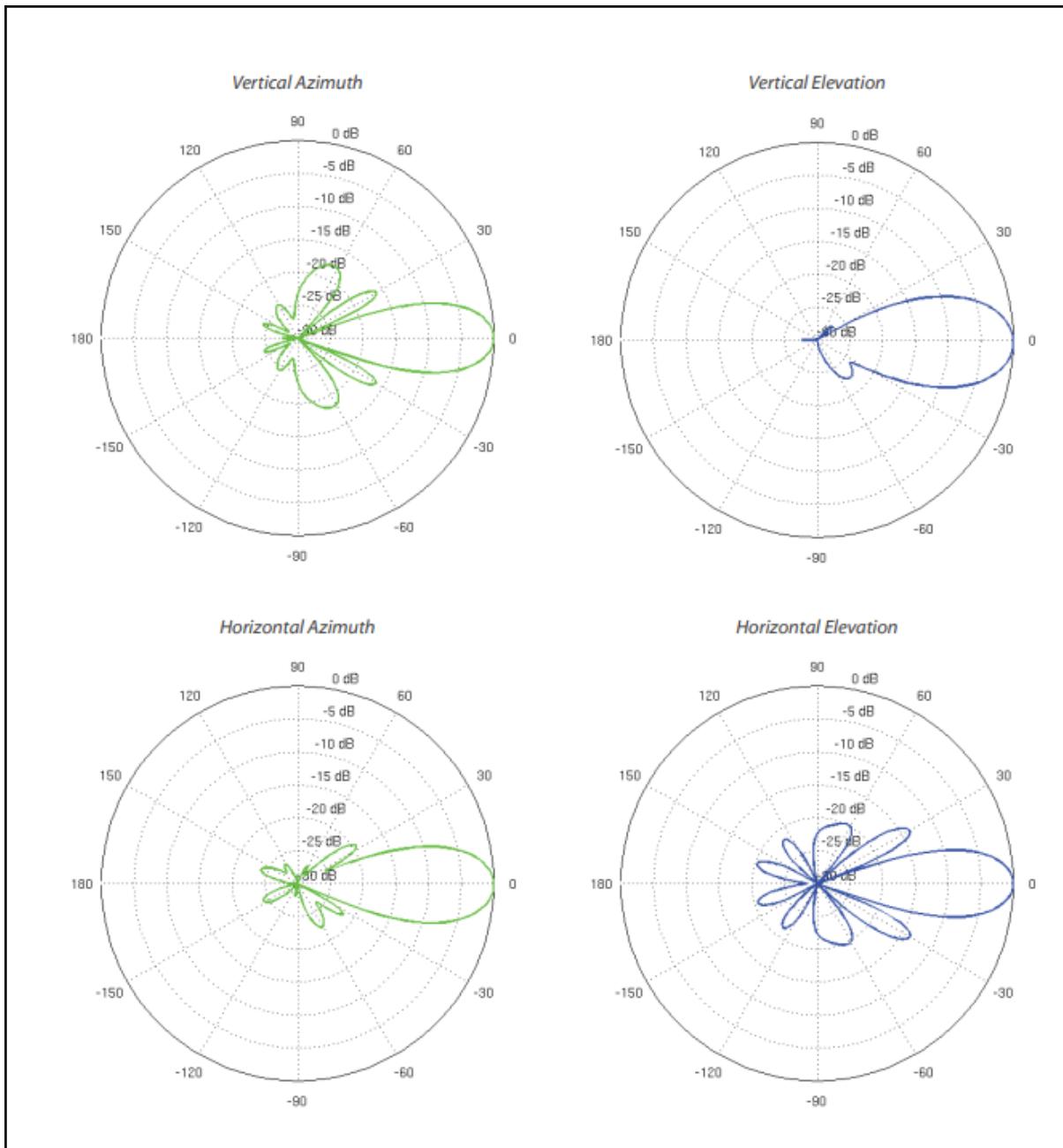
NanoBridge® M2

Model	Frequency	Gain
NB-2G18	2.4 GHz	18 dBi

Comme il y a deux relais; le prototype est avec 4 antennes pour simuler un point et relais. Les antennes relais sont reliées avec le même lien lan avec les boîtiers.



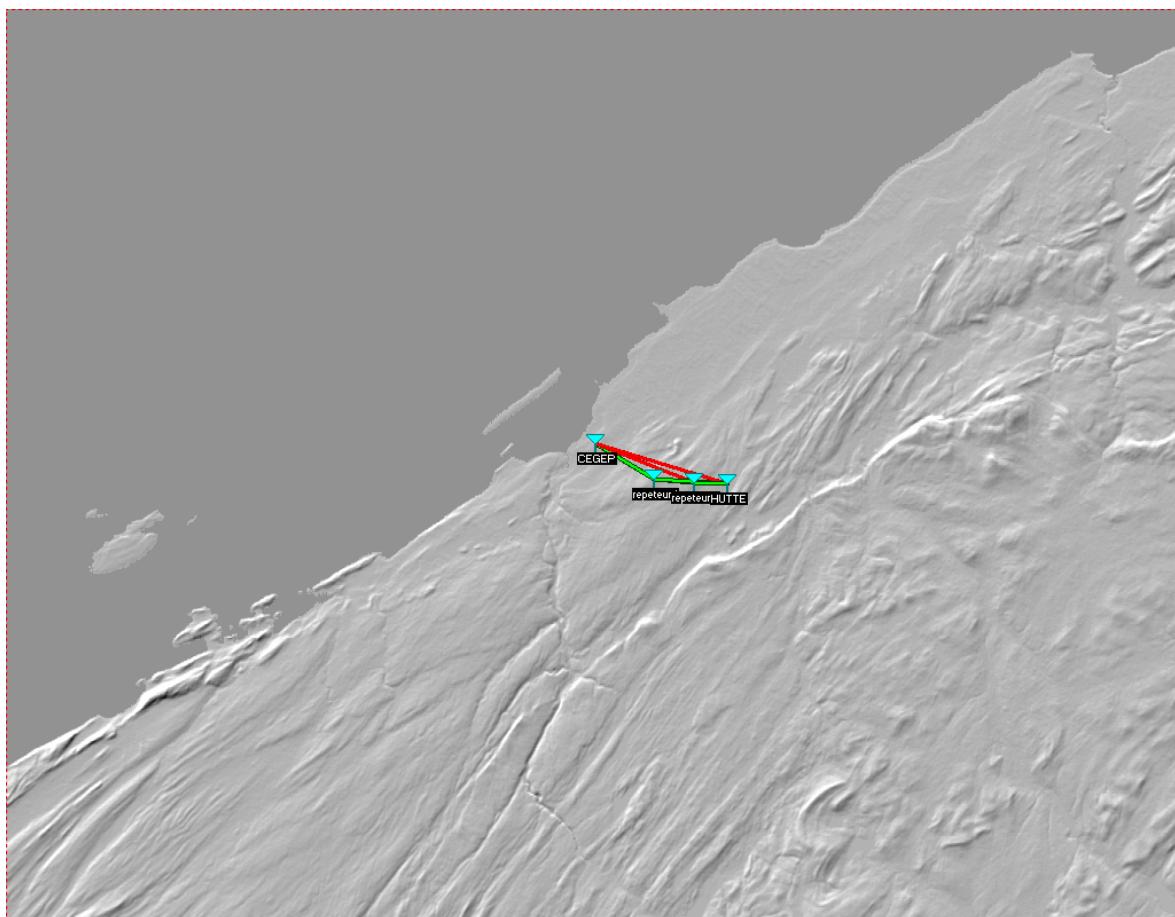
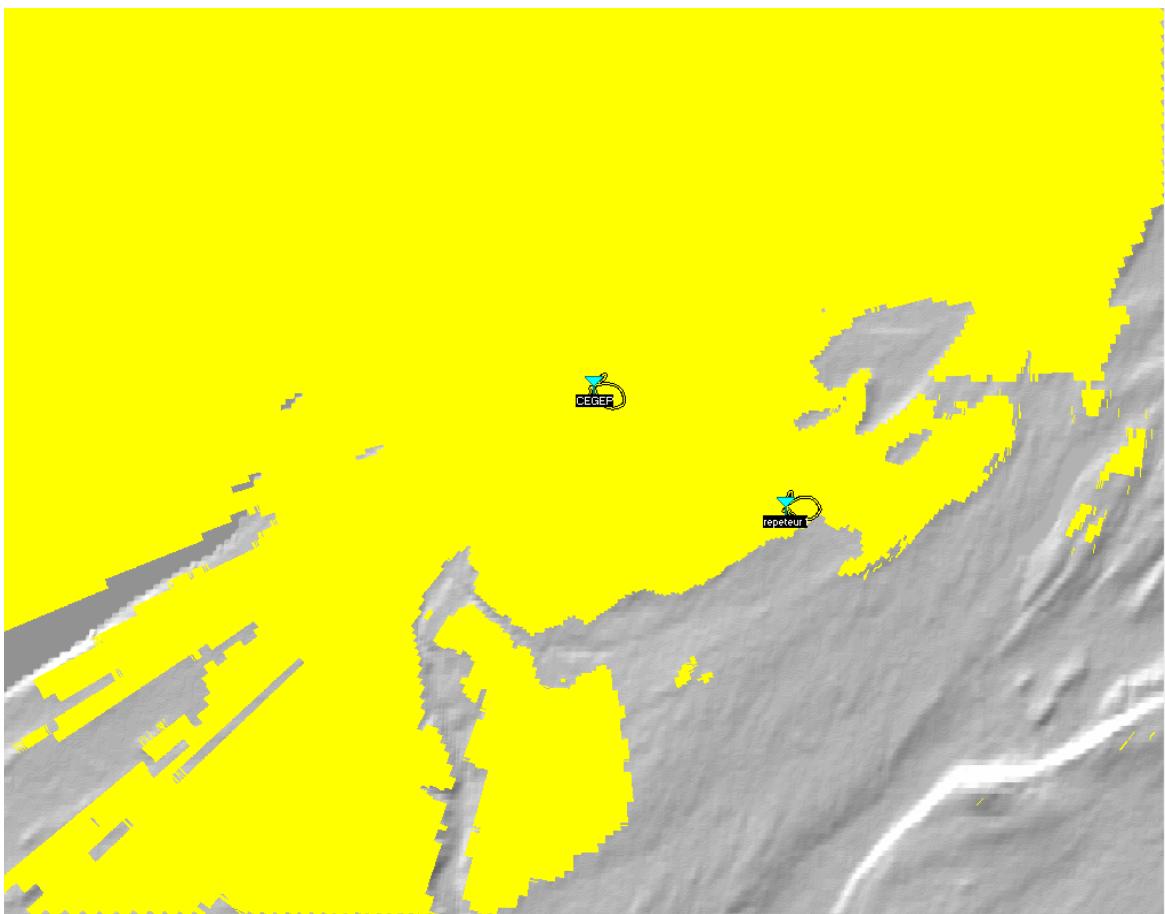
Il faut choisir le mode access point dans les paramètres des antennes. Puis assigner des noms pour chaque antennes et leurs rôles. La photo ce-dessous montre un exemple car nous avons pas accès à notre matériel avec cette situation.



Avec les patrons, on voit que ces antennes sont directionnelle cela correspond très bien au projet.

Simulation

La simulation à été fait dans le programme Radio Mobile qui permet de créer du simulations de lien RF. Pendant la préparation de la présentation orale on a découvert que la simulation avait été configuré à partir de l'antenne NanoBridge M5 au lieu de NanoBridge M2, mais étant donné qu'il était trop tard pour refaire la simulation et tous les calculs théoriques la simulation qui utilise NanoBridge M5 va être celle présenté dans le rapport. La simulation de couverture polaire permet de savoir ou il est possible de placer la prochaine antenne. Avec cela il était possible de trouver un chemin pour se rendre à la hutte au lac à l'anguille.



La première station est situé au cégep à une hauteur de 46.1 mètres au-dessus du niveau de la mer à la position identifiée par la coordonné.

+ Propriétés des stations

CEGEP	Nom	CEGEP	Altitude (m)	46.1
répétiteur 1	Position	48°27'00.0"N 068°31'00.0"E	Copier	Coller
répétiteur 2		FN58RK		
HUTTE			<input type="checkbox"/> Verrouillée	
Station 5				
Station 6				
Station 7				
Station 8				

La deuxième station qui représente le premier répéteur est situé en haut de la route 20 juste au dessus de la ville à une hauteur de 206 mètres au dessus du niveau de la mer à la position identifiée par la coordonné.

+ Propriétés des stations

CEGEP	Nom	répétiteur 1	Altitude (m)	206
répétiteur 1	Position	48°25'56.2"N 068°28'26.0"E	Copier	Coller
répétiteur 2		FN58SK		
HUTTE			<input type="checkbox"/> Verrouillée	
Station 5				
Station 6				
Station 7				
Station 8				

La troisième station qui représente le deuxième répéteur est situé sur une montagne à une hauteur de 205.2 mètres au dessus du niveau de la mer à la position identifiée par la coordonné.

+ Propriétés des stations

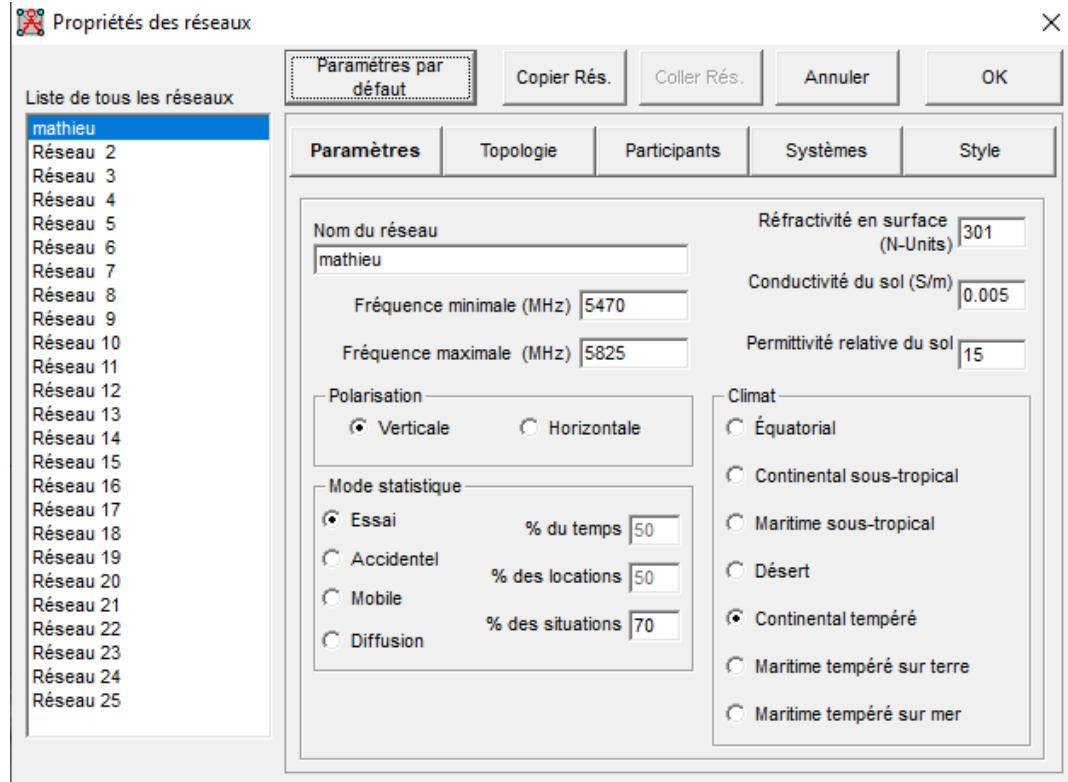
CEGEP	Nom	répétiteur 2	Altitude (m)	205.2
répétiteur 1	Position	48°25'49.9"N 068°26'38.9"E	Copier	Coller
répétiteur 2		FN58SK		
HUTTE			<input type="checkbox"/> Verrouillée	
Station 5				
Station 6				
Station 7				
Station 8				
Station 9				

La dernière station est situé à la hutte juste à côté du lac à l'anguille à une hauteur de 157.3 mètres au dessus du niveau de la mer à la position identifiée par la coordonné.

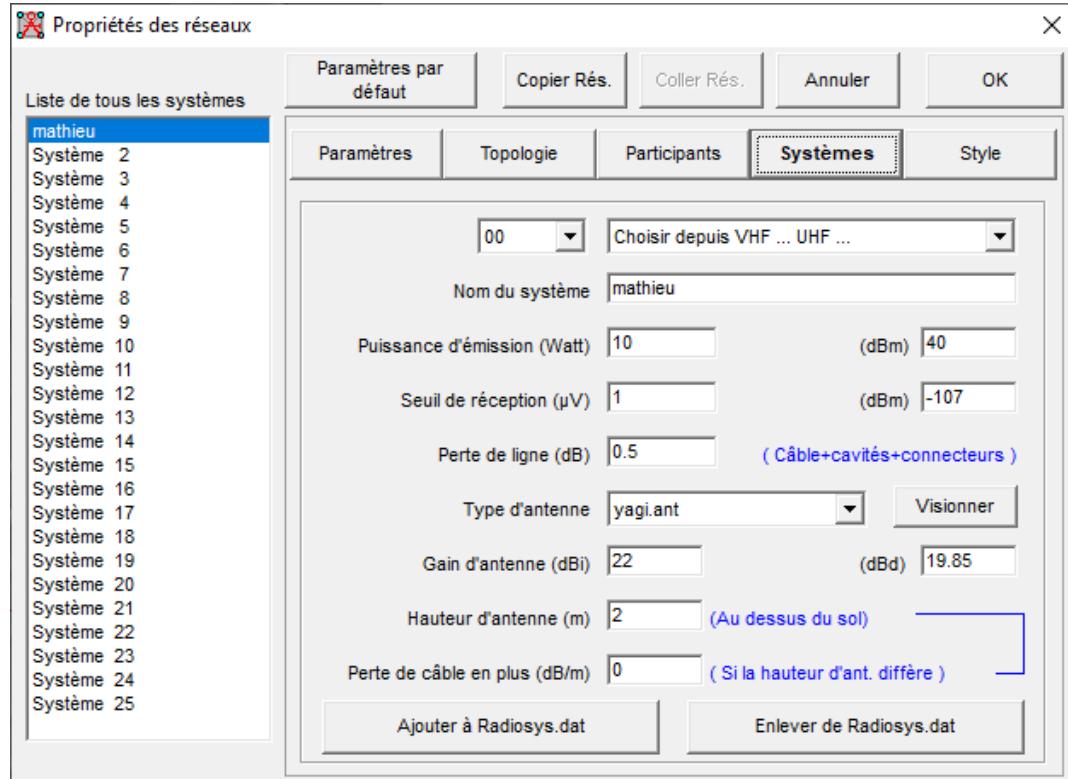
+ Propriétés des stations

CEGEP	Nom	HUTTE	Altitude (m)	157.3
répétiteur 1	Position	48°25'47.6"N 068°25'11.3"E	Copier	Coller
répétiteur 2		FN58SK		
HUTTE			<input type="checkbox"/> Verrouillée	
Station 5				
Station 6				
Station 7				
Station 8				

Les fréquences utilisé dans le réseaux du lien RF vont de 5,47 GHZ à 5,825 Ghz (devrait être 2,4 GHz) qui sont des bande de fréquence utilisé pour des canaux Wi-Fi. Le climat au Québec est considéré continental tempéré.



Toutes les stations ont le même système avec 10 Watt (40dBm) de puissance d'émission et un seuil de réception de -107 dBm (1uv). L'antenne a un gain de 22dBi (devrait être 18 dBi) directionnel.



Le premier lien du Cégep au premier répéteur à une distance de 3,72 km et à une perte dans de parcours de 118,9 dB dans la simulation ce qui est très proche du 119,11 dB trouver dans les calculs. Le niveau de puissance RX n'est pas aussi proche étant donné que la perte causée par le blocage de fresnel n'est pas considéré dans les calculs. Le calcul du rayon des trois premières fresnels à été fait à la distance le lien RF est le plus bloquer ce qui est 3,53 km.



Bilan de puissance RF

Puissance de l'émetteur: 10 Watt (40dBm)

Gain d'antenne: 22 dbi ()

Seuil de réception: 107 dBm

Formule de perte de parcours: $L_p = 32,4 + 20 \log(FMHz) + 20 \log(dkm)$

$$L_p = 32,4 + 20 \log(5825 \text{ MHz}) + 20 \log(3,72\text{km})$$

$$L_p = 32,4 + 75,306 + 11,4109$$

$$L_p = 119.11 \text{ dB}$$

Fréquence maximum: 5.825 Ghz

Aucune perte de ligne

Formule de liaison: $PRX = PTX - LP + GTX + GRX$

$$PRX = 40 \text{ dBm} - 119.11 \text{ dB} + 22 \text{ dBi} + 22 \text{ dBi}$$

$$PRX = -35.11 \text{ dBm}$$

Analyse des lentilles de Fresnel

Distance ou les Fresnel bloqué: 3.53 km = D1

$$3,72 - 3,53 = 0,19 \text{ km} = D2$$

$$F_n = 17,3 * \sqrt{\frac{N}{F \text{ GHz}}} \left(\frac{D1 * D2}{D1 + D2} \right)$$

$$F_3 = 17,3 * \sqrt{\frac{3}{5,825}} \left(\frac{3,53 * 0,19}{3,53 + 0,19} \right)$$

$$F_1 = 17,3 * \sqrt{\frac{1}{5,825}} \left(\frac{3,53 * 0,19}{3,53 + 0,19} \right)$$

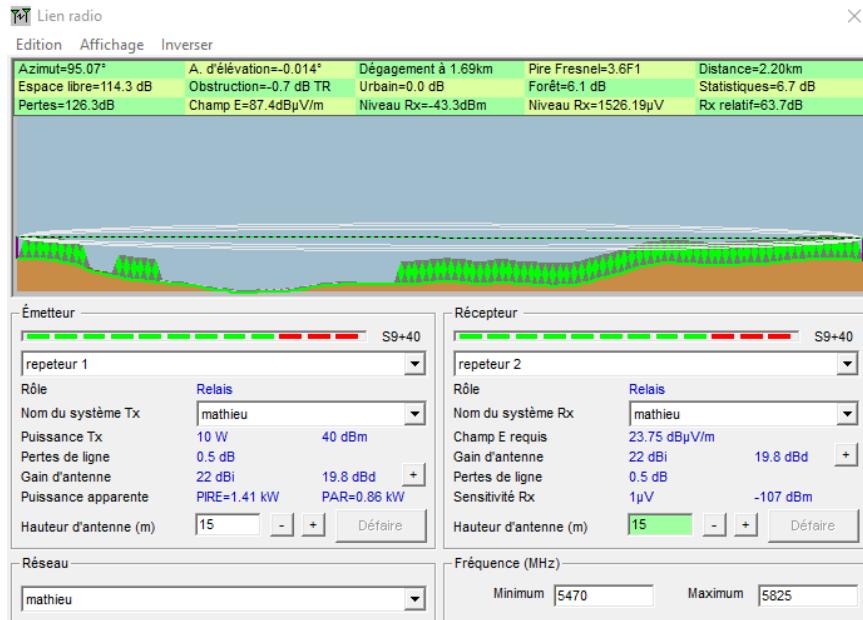
$$F_3 = 5,27 \text{ m}$$

$$F_1 = 3,04 \text{ m}$$

$$F_2 = 17,3 * \sqrt{\frac{2}{5,825}} \left(\frac{3,53 * 0,19}{3,53 + 0,19} \right)$$

$$F_2 = 4,3 \text{ m}$$

Le deuxième lien est entre les deux répéteur avec une distance de 2,2 km avec une perte dans de parcours de 114,3 dB dans la simulation ce qui est très proche du 114,55 dB trouver dans les calculs. Le niveau de puissance RX n'est pas aussi proche étant donné que la perte causée par le blocage de fresnel n'est pas considéré dans les calculs. Le calcul du rayon des trois premières fresnels à été fait à la distance le lien RF est le plus bloquer ce qui est 1,69 km.



Bilan de puissance RF

Puissance de l'émetteur: 10 Watt (40dBm)

Fréquence maximum: 5.825 Ghz

Gain d'antenne: 22 dbi

Aucune perte de ligne

Seuil de réception: 107 dBm

Formule de perte de parcours: $L_p = 32,4 + 20 \log(FMHz) + 20 \log(dkm)$

$$L_p = 32,4 + 20 \log(5825 \text{ MHz}) + 20 \log(2,2\text{km})$$

$$L_p = 32,4 + 75,306 + 6,848$$

$$L_p = 114,55 \text{ dB}$$

Formule de liaison: $PRX = PTX - LP + GTX + GRX$

$$PRX = 40 \text{ dBm} - 114,55 + 22 \text{ dBi} + 22 \text{ dBi}$$

$$PRX = -30,55 \text{ dBm}$$

Analyse des lentilles de Fresnel

Distance où les Fresnel bloquent: 1,69 km = D1

$$2,2 - 1,69 = 0,51 \text{ km} = D2$$

$$F_n = 17,3 * \sqrt{\frac{N}{F \text{ GHz}}} \left(\frac{D1 * D2}{D1 + D2} \right)$$

$$F_3 = 17,3 * \sqrt{\frac{3}{5,825}} \left(\frac{1,69 * 0,51}{1,69 + 0,51} \right)$$

$$F_1 = 17,3 * \sqrt{\frac{1}{5,825}} \left(\frac{1,69 * 0,51}{1,69 + 0,51} \right)$$

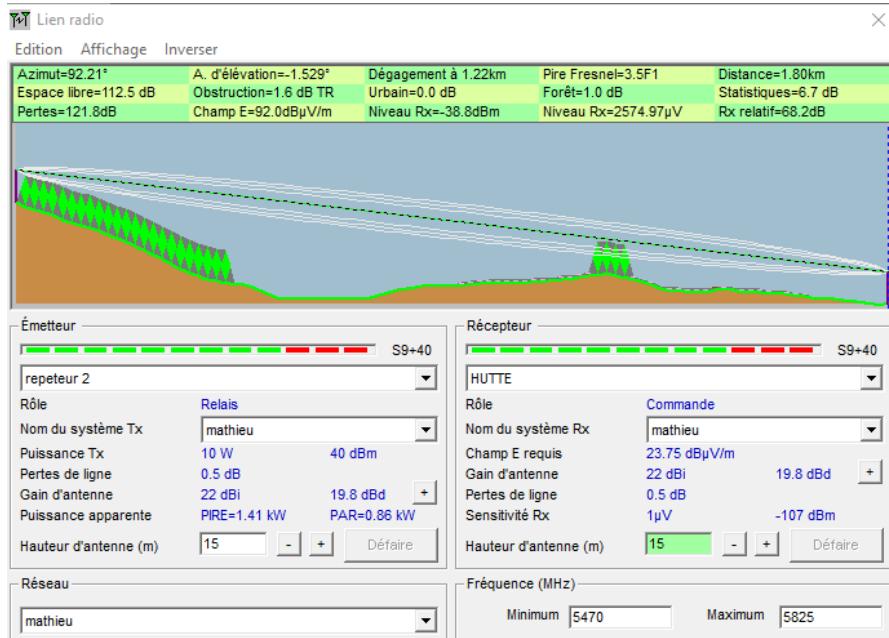
$$F_3 = 7,77 \text{ m}$$

$$F_1 = 4,49 \text{ m}$$

$$F_2 = 17,3 * \sqrt{\frac{2}{5,825}} \left(\frac{1,69 * 0,51}{1,69 + 0,51} \right)$$

$$F_2 = 6,35 \text{ m}$$

Le troisième lien est entre le deuxième répéteur et la hutte avec une distance de 1,8 km avec une perte dans de parcours de 112,5 dB dans la simulation ce qui est très proche du 112,81 dB trouver dans les calculs. Le niveau de puissance RX n'est pas aussi proche étant donné que la perte causée par le blocage de fresnel n'est pas considéré dans les calculs. Le calcul du rayon des trois premières fresnels à été fait à la distance le lien RF est le plus bloquer ce qui est 1,22 km.



Bilan de puissance RF

Puissance de l'émetteur: 10 Watt (40dBm)

Fréquence maximum: 5.825 Ghz

Gain d'antenne: 22 dbi

Aucune perte de ligne

Seuil de réception: 107 dBm

Formule de perte de parcours: $L_p = 32,4 + 20 \log(FMHz) + 20 \log(dkm)$

$$L_p = 32,4 + 20 \log(5825 \text{ MHz}) + 20 \log(1,8\text{km})$$

$$L_p = 32,4 + 75,306 + 5,1$$

$$L_p = 112,81 \text{ dB}$$

Formule de liaison: $PRX = PTX - LP + GTX + GRX$

$$PRX = 40 \text{ dBm} - 112,81 \text{ dB} + 22 \text{ dBi} + 22 \text{ dBi}$$

$$PRX = -28,81 \text{ dBm}$$

Analyse des lentilles de Fresnel

Distance où les Fresnel bloquent: 1,22 km = D1

$$1,8 - 1,22 = 0,58 \text{ km} = D2$$

$$Fn = 17,3 * \sqrt{\frac{N}{F \text{ GHz}}} \left(\frac{D1 * D2}{D1 + D2} \right)$$

$$F3 = 17,3 * \sqrt{\frac{3}{5,825}} \left(\frac{1,22 * 0,58}{1,22 + 0,58} \right)$$

$$F1 = 17,3 * \sqrt{\frac{1}{5,825}} \left(\frac{1,22 * 0,58}{1,22 + 0,58} \right)$$

$$F3 = 7,78 \text{ m}$$

$$F1 = 4,49 \text{ m}$$

$$F2 = 17,3 * \sqrt{\frac{2}{5,825}} \left(\frac{1,22 * 0,58}{1,22 + 0,58} \right)$$

$$F2 = 6,36 \text{ m}$$

Le lien RF peut être exporter dans google earth pour avoir une vu du lien sur une image satellite. Cela aide pour donner une meilleure idée de où les stations sont située dans le vrai monde.



Le vlan de management doit être configuré avec le vlan 23 pour que le routing inter vlan puisse fonctionner. Les adresses des antennes doivent être configuré selon les adresse donnez au dans la table d'adressage.

Exemple d'interface:

The screenshot shows a network configuration interface with the following sections:

- Network Role:** Network Mode: Bridge, Disable Network: None
- Configuration Mode:** Configuration Mode: Simple
- Management Network Settings:**
 - Management IP Address: Static (selected), IP Address: 192.168.1.101, Netmask: 255.255.255.0, Gateway IP: 192.168.1.1, Primary DNS IP: (empty), Secondary DNS IP: (empty), MTU: 1500
 - IPv6: Enable (checkbox checked)
 - Management VLAN: Enable (checkbox checked)
 - Auto IP Aliasing: Enable (checkbox checked)
 - STP: Enable (checkbox checked)

A "Change" button is located at the bottom right of the settings section.

Antenne 1	Vlan 23	192.168.2.57	255.255.255.240
Antenne 2	Vlan 23	192.168.2.58	255.255.255.240
Antenne 3	Vlan 23	192.168.2.59	255.255.255.240
Antenne 4	Vlan 23	192.168.2.60	255.255.255.240

Il est nécessaire d'activer le WDS (Transparent Bridge Mode) pour ne pas changer les paquets qui passe par les antennes cela permet de ne pas avoir besoins de gérer les vlan et le trunk sur les antennes.

Exemple d'interface:

The screenshot shows the airOS interface for a NanoStation M5. The top navigation bar includes tabs for MAIN, WIRELESS, NETWORK, ADVANCED, SERVICES, SYSTEM, Tools, and Logout. The WIRELESS tab is selected.

Basic Wireless Settings

- Wireless Mode: Access Point
- WDS (Transparent Bridge Mode): Enabled
- SSID: my_wds_bridge
- Country Code: New Zealand
- IEEE 802.11 Mode: A/N mixed
- DFS: Enabled
- Channel Width: 30 MHz
- Channel Shifting: Disable
- Frequency, MHz: 5765
- Extension Channel: None
- Frequency List, MHz: Enabled
- Auto Adjust to EIRP Limit: Enabled
- Output Power: 20 dBm
- Data Rate Module: Default
- Max TX Rate, Mbps: MCS 15 - 195
- Automatic: Checked

Wireless Security

- Security: WPA2-AES
- WPA Authentication: PSK
- WPA Preshared Key: mys3curek3y123
- MAC ACL: Enabled

Genuine PRODUCT Change © Copyright 2006-2013 Ubiquiti Networks, Inc.

La configuration snmp est assez simple il faut seulement activé le snmp, écrire la string de communauté qui est Equipe2 et remplir le contact et la location avec les informations désirées.

Exemple d'interface:

The screenshot shows the airOS interface for a rocket M5. The top navigation bar includes tabs for MAIN, WIRELESS, NETWORK, ADVANCED, SERVICES, SYSTEM, UNMS, Tools, and Logout. The UNMS tab is selected.

Ubiquiti Network Management System

- UNMS: Enabled
- Url: -
- Key: Edit

Ping Watchdog

- Ping Watchdog: Enabled
- IP Address To Ping: [redacted]
- Ping Interval: 300 seconds
- Startup Delay: 300 seconds
- Failure Count To Reboot: 3

SNMP Agent

- SNMP Agent: Enabled
- SNMP Community: public
- Contact: [redacted]@gmail.com
- Location: Indonesia

ANNEXE

https://www.tdk-electronics.tdk.com/inf/50/db/ntc/NTC_Mini_sensors_S863.pdf
<https://sensing.honeywell.com/honeywell-sensing-hih4010-4020-4021-series-product-sheets-009020-1-en.pdf>
https://www.infineon.com/dgdl/Infineon-KP215F1701-DS-v01_00-en.pdf?fileId=db3a30432ad629a6012af6a900a30b34

https://dl.ubnt.com/guides/nanobridge/NanoBridge_M2_M5_QSG.pdf

https://dl.ubnt.com/datasheets/nanobridgem/nbm_ds_web.pdf