

**Institut Universitaire de Technologie,
Aix-Marseille Université**

**RAPPORT DE STAGE de fin de deuxième année
Bachelor Universitaire de Technologie
Spécialité Réseaux et Télécommunications
Parcours cybersécurité**

Administrateur Systèmes et Réseaux

Lilia TOUATI

Centre de Physique Théorique

Responsable entreprise : Aurélie Philippe

Responsable académique : Jean-Luc Damoiseaux

2023

Table des matières

| | |
|--|----|
| Introduction | 5 |
| Présentation du Centre de Physique Théorique | 6 |
| Présentation générale | 6 |
| Organigramme | 7 |
| Système informatique du laboratoire | 7 |
| Présentation de l'état initial du réseau | 8 |
| Historique du laboratoire | 8 |
| Le réseau initial partie 1 – TPR1 | 10 |
| Le réseau initial partie 2 – TPR2 | 11 |
| Les vlans du CPT | 12 |
| Les services du CPT | 12 |
| Les problèmes du réseau initial | 12 |
| Présentation du travail réalisé | 13 |
| Mise en place | 13 |
| Finalisation du réseau du laboratoire | 13 |
| Conception du nouveau réseau du laboratoire | 17 |
| Activités complémentaires | 24 |
| Conclusion | 25 |
| Remerciements | 27 |
| Glossaire | 29 |

Introduction

Durant ma deuxième année de BUT Réseaux et Télécommunications, j'ai eu l'opportunité d'effectuer un stage de dix semaines au CPT, Centre de Physique Théorique, situé dans les locaux du CNRS, Centre National de Recherche Scientifique dans le bâtiment TPR2 sur le campus de Luminy à Marseille. L'objectif principal de mon stage était d'achever et d'améliorer le réseau local du laboratoire.

Mes missions comprenaient la jouvence du stack dans le datacenter situé dans le bâtiment TPR1, la jouvence du switch d'administration dans le datacenter, le déploiement des derniers switches dans les étages du bâtiment TPR2, ainsi que la rédaction des procédures et documentations correspondantes.

Ce rapport commence par une présentation du Centre de Physique Théorique, suivie d'un état des lieux du réseau initial. Ensuite, je détaillerai les missions et interventions réalisées au sein du laboratoire. Enfin pour conclure, j'analyserai les résultats obtenus et proposerai des perspectives d'amélioration.

Présentation du Centre de Physique Théorique

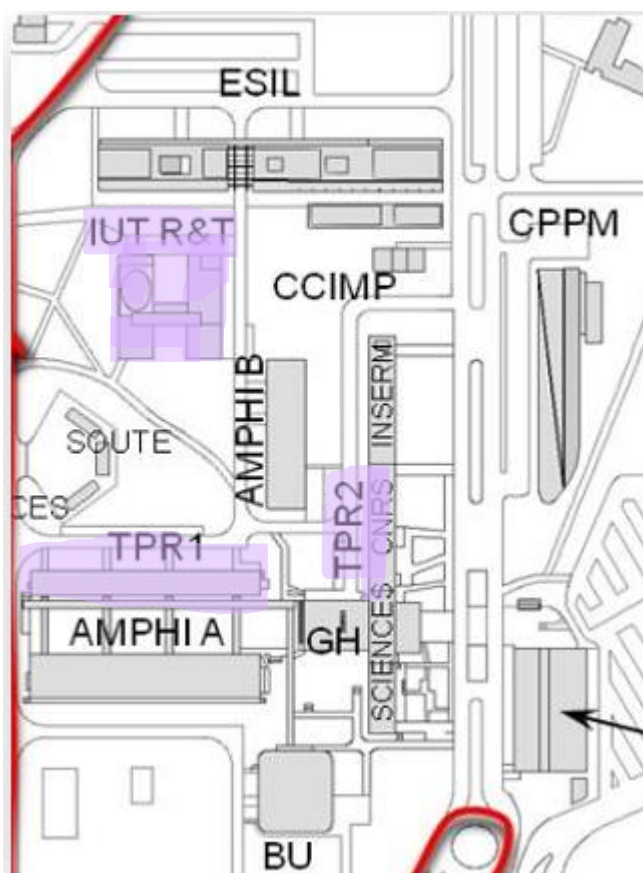
Présentation générale

Depuis 2004, le CPT est une unité mixte de recherche du CNRS, affiliée à Aix-Marseille Université et à l'Université de Toulon. Avec plus de cinquante chercheurs permanents répartis dans huit équipes et trois groupes de recherche, ses activités couvrent un large éventail de thématiques allant des interactions fondamentales en physique aux systèmes dynamiques et leurs applications variées, y compris dans les domaines biologiques.

Le laboratoire forme une trentaine de doctorants, accueille plusieurs post-doctorants et collabore avec divers laboratoires et instituts de recherche en France et à l'étranger. Initialement centré sur la physique mathématique, le CPT a élargi ses recherches à la physique des particules, la nano physique, et la cosmologie.

Le CPT est réparti sur deux sites : Luminy à Marseille et Toulon. Pour ma part, j'ai réalisé mon stage sur le site du campus de Luminy.

Voici la carte indiquant l'emplacement du laboratoire (**Figure 1**) :



TPR2 : locaux du CNRS où se situe le CPT.

TPR1 : bâtiment où se situe le datacenter.

IUT R&T : Mon école

Figure 1

Organigramme

Voici l'organigramme du CPT en 2024 (Figure 2) .

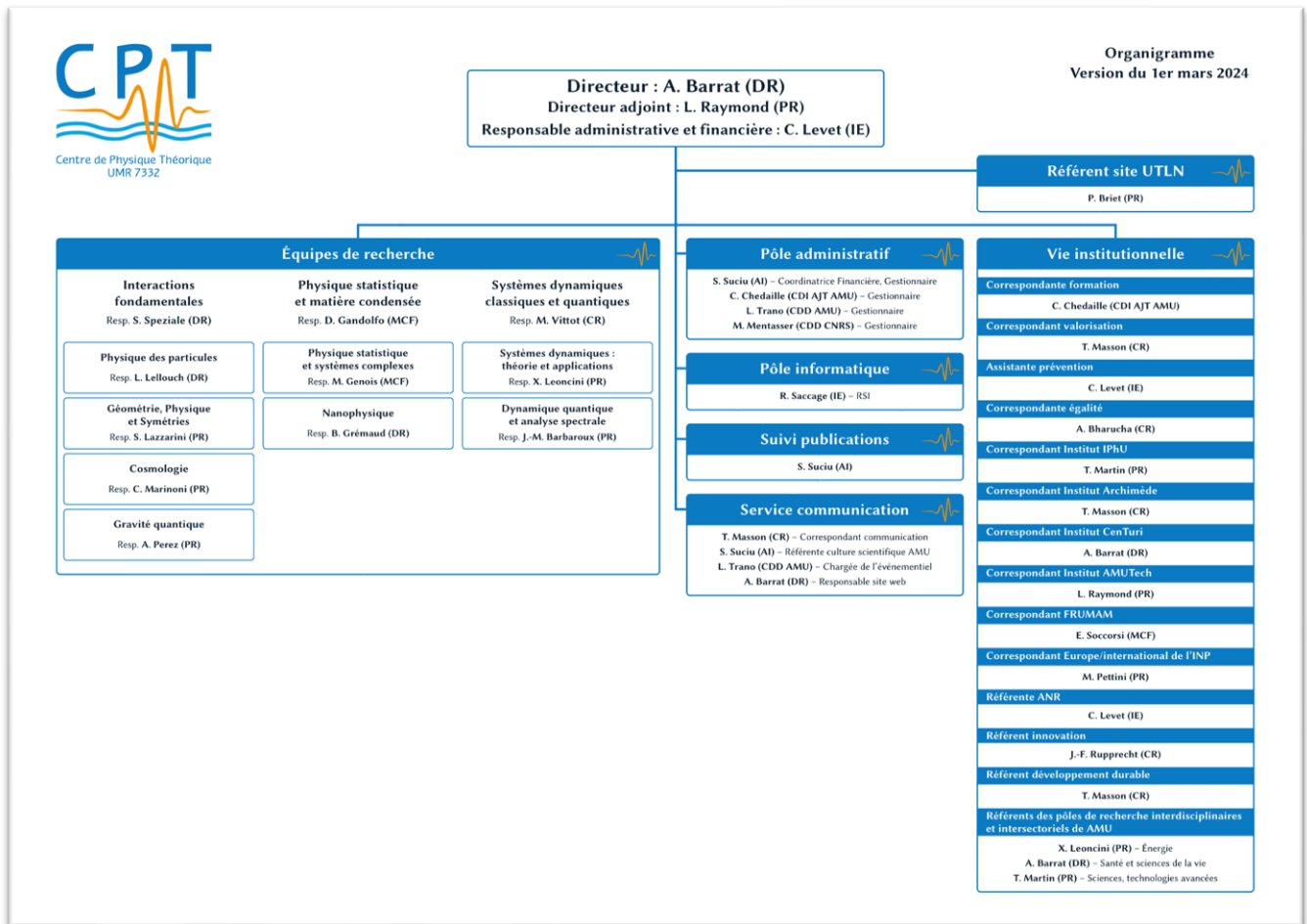


Figure 2

Système informatique du laboratoire

Le système informatique du laboratoire est géré par un seul Administrateur Systèmes et Réseaux, Rémi SACCAGE, qui a été mon tuteur tout au long du stage.

Globalement, le personnel utilise des ordinateurs de bureau ou des ordinateurs portables connectés en filaire ou en Wifi, ainsi que des logiciels bureautique. Certains chercheurs utilisent des machines de calcul situées dans le datacenter du bâtiment TPR1 pour le traitement de données volumineuses provenant de sources externes. Le datacenter abrite également le stockage centralisé du laboratoire ainsi que des serveurs de virtualisation PROXMOX.

Les besoins du réseau du laboratoire incluent un débit adapté pour le traitement efficace des données par les chercheurs, ainsi que des mesures de sécurité et une fiabilité optimale pour prévenir les interruptions de service en cas de panne.

Présentation de l'état initial du réseau

Historique du laboratoire

À l'origine, le laboratoire était situé là où se trouve actuellement le TPR2. En juillet 2021 des travaux dans les locaux du CNRS, ont obligé le personnel du CPT à déménager dans l'ancienne bibliothèque du campus en attendant la fin des travaux.

En décembre 2023, le personnel a réintégré les tout nouveaux locaux du TPR2 presque entièrement rénové. L'administrateur réseau a dû reconfigurer le réseau en plein déménagement tout en attendant le matériel qui n'avait pas encore été livré.

Voici la carte de la localisation de l'ancienne bibliothèque (**Figure 3**) :

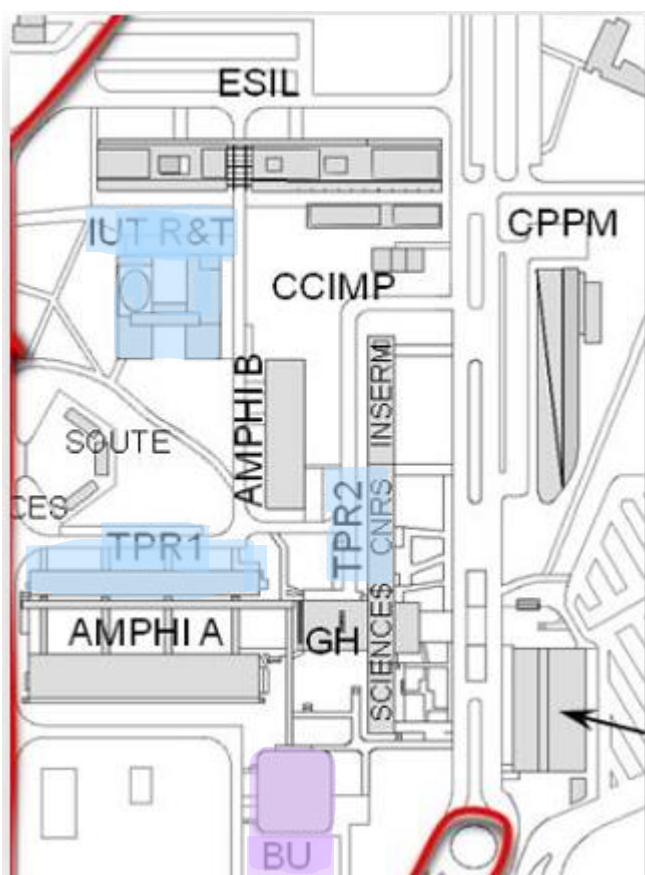


Figure 3

Voici le schéma du réseau lorsque je suis arrivé (**figure 4**) et la légende (**Figure 5**) :

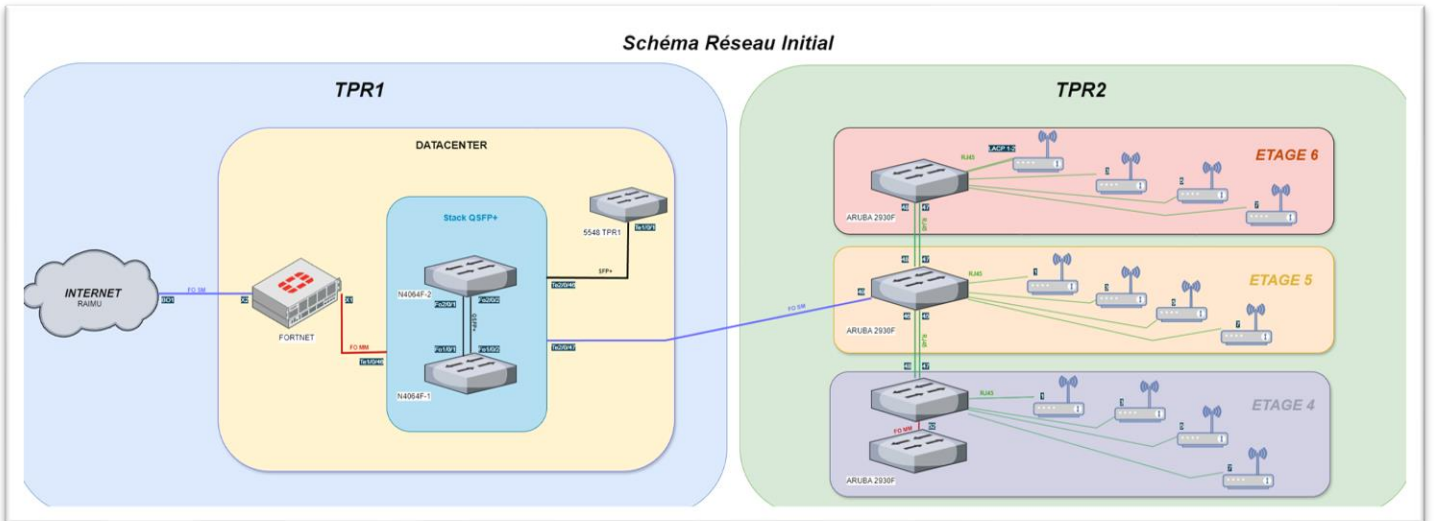


Figure 4



Figure 5

Le réseau du laboratoire s'étend sur deux bâtiments : le TPR1, abritant le datacenter, et le TPR2 où se trouve le laboratoire, situé aux étages 4, 5 et 6.

Le réseau initial partie 1 - TPR1

Dans le bâtiment TPR1, se trouve le datacenter où sont hébergés notre routeur firewall FORTINET, notre stack, ainsi que notre switch d'administration, en plus des serveurs physiques et du stockage centralisé.

Voici le schéma réseau au TPR1 (**Figure 6**) :

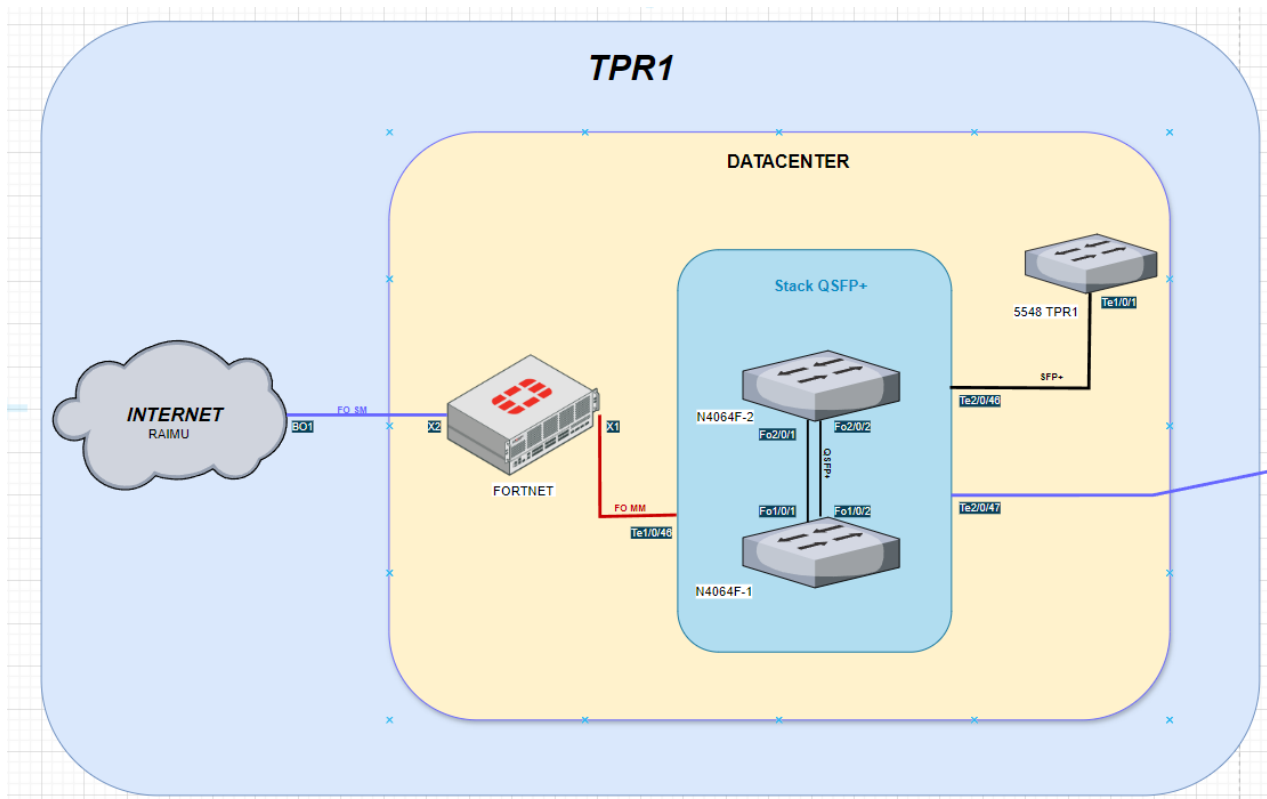


Figure 6

La DIRNUM nous fournit un accès au réseau de l'université RAIMU via une fibre monomode avec un débit de 10 Gb/s SFP+. Cette fibre est connectée à notre firewall et routeur FORTINET équipé de :

- 2 ports 10 Gb/s SFP+

Le routeur est relié au stack Dell N4064F par une connexion en fibre multimode 10 Gb/s SFP+ équipé de :

- 48 ports 10 Gb/s SFP+
- 2 ports 40 Gb/s QSFP+

Les deux switches du stack Dell N4064F sont interconnectés via un double lien QSFP+. Le stockage centralisé ainsi que les machines de calcul sont connectés au stack.

Le switch d'administration DELL 5548 est relié au stack Dell N4064F via un module SFP+ 10 Gb/s équipé de :

- 2 ports 10 GB SFP+

Le switch d'administration permet de gérer à distance tous les serveurs en utilisant IDRAC pour les serveurs DELL ou ILO pour les serveurs HP.

Enfin, un lien en fibre monomode 10 Gb/s fourni par la DIRNUM relie le stack du TPR1 au TPR2.

Le réseau initial partie 2 - TPR2

Dans le bâtiment TPR2 se trouvent les locaux du CPT, qui occupent les 4ème, 5ème et 6ème étages. Chaque étage dispose d'un local technique équipé d'une baie de switches avec leurs bandeaux de brassages RJ45 et fibre optique.

Voici le schéma réseau au TPR2 (**Figure 7**) :

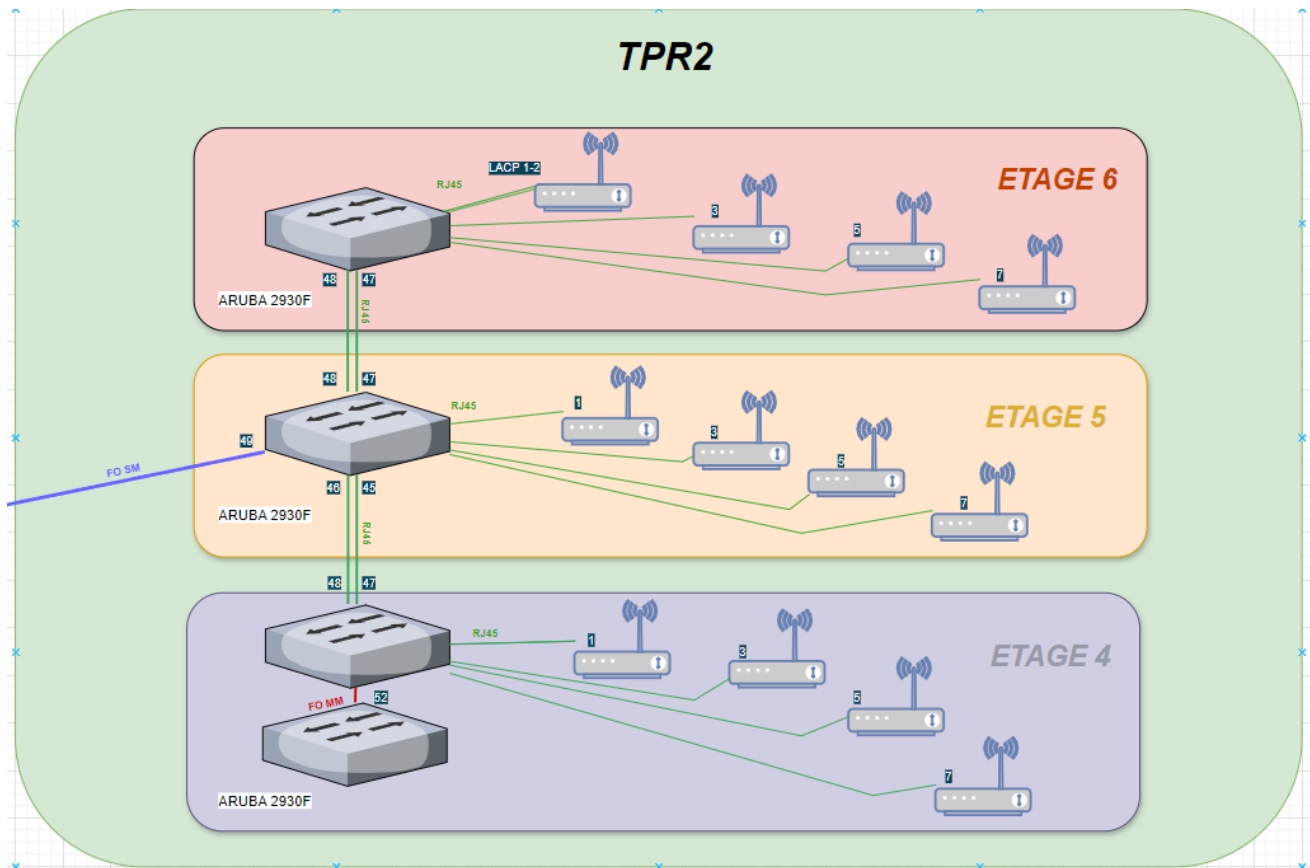


Figure 7

La fibre monomode arrive dans la baie du 5ème étage, où elle est connectée à un switch Aruba 2930F en 10 Gb/s SFP+ équipé de :

- 48 ports RJ-45 1 Gb/s
- 4 ports SFP+ 10 Gb/s

Les switches du 4ème étage sont reliés entre eux par une fibre multimode SFP+ 10 Gb/s. Les étages sont interconnectés par un double lien RJ45 1 Gb/s.

Chaque étage dispose de 4 bornes wifi FortiAP U231F connectées par un lien RJ45 1 Gb/s, chacune équipée de :

- 2 ports RJ45 (dont 1 PoE)

Les vlans du CPT

Les principaux vlans au sein du CPT sont :

- 20 (BornesWifiAP): vlan des bornes Wi-Fi
- 40 (ADMIN) : vlan administration
- 50 (PRINTER) : vlan imprimantes
- 100 (Lan fixe) : vlan historique en cours de suppression
- 500 (USER) : vlan postes utilisateurs
- 666 (SANDBOX) : vlan environnement de test
- 700 (SERVER) : vlan serveurs physiques
- 800 (VM) : vlan serveurs virtuels
- 900 (PROXMOX) : vlan dédié à la migration des VM PROXMOX
- 1000 (DMZ) : vlan des serveurs virtuels ou physiques accessibles depuis internet

Les services du CPT

Les principaux services que fournit le réseau du CPT sont :

- DHCP : attribue automatiquement des adresses IP aux appareils du réseau.
- DNS : résout les noms de domaine en adresses IP pour faciliter la navigation.
- LDAP : gère l'authentification et les informations des utilisateurs dans un annuaire centralisé.
- SSH : permet des connexions sécurisées et cryptées à distance sur les serveurs.
- Mail : gère l'envoi et la réception de courriels.
- Web : héberge et sert des pages web et applications en ligne.
- Bases de données : stocke et gère les données de manière structurée et accessible.
- Nextcloud : offre un service de stockage et de partage de fichiers en ligne sécurisé.

Les problèmes du réseau initial

Le réseau initial du CPT présente de nombreux défauts. En raison du déménagement et du manque de matériel, l'administrateur système et réseaux a dû mettre en place un réseau provisoire qui reste à finaliser et à consolider.

Des goulets d'étranglement sont présents dans la topologie du réseau. Les étages sont connectés en RJ45 en raison de l'absence de matériel nécessaire (GBICs, fibres), limitant actuellement le débit à 2 Gb/s. Le débit des bornes peut être doublé en ajoutant un lien RJ45.

La fiabilité du réseau peut être renforcée en doublant les liaisons entre les équipements pour prévenir les pannes de connexion, et en multipliant les équipements pour éliminer les points de défaillance unique (SPOF).

Le CPT, étant une entité publique, elle dépend des marchés publics et ne peut donc pas choisir librement la marque de son matériel réseau ni ses fournisseurs, tout en disposant d'un budget limité. C'est pourquoi les nouveaux matériels sont de la marque HPE et Aruba. Les switches du TPR1, devenus obsolètes et hors garantie, doivent être remplacés. Cette mise à jour permettra également d'uniformiser le matériel réseau.

En plus d'optimiser les débits et d'améliorer la fiabilité, il est primordial de renforcer la sécurité des configurations des équipements.

Présentation du travail réalisé

Mise en place

Mes missions durant le stage consistaient à finaliser le réseau initial et à concevoir un réseau plus fiable et sécurisé. Cela impliquait de réduire les goulets d'étranglement, d'assurer la redondance des liens en cas de panne, tout en répondant aux besoins du laboratoire.

Tout d'abord, j'ai aménagé mon espace de travail. J'ai installé la distribution Linux Mint sur mon ordinateur de fonction, j'ai aussi installé deux switches Aruba 2930f pour réaliser mes tests et par la suite les configurer dans mon bureau. Avec l'aide de mon tuteur de stage, nous avons également élaboré un cahier des charges détaillant les différentes étapes de mon stage. De plus, nous avons créé un espace Nextcloud pour répertorier nos tâches hebdomadaires, nous permettant ainsi de suivre notre progression et de travailler en équipe. J'ai également mis en place un gestionnaire de mots de passe KeepassXC dans cet espace de travail collaboratif, afin d'utiliser des mots de passe forts et uniques pour chaque équipement.

Ma première tâche a été de mettre à jour les schémas réseaux à l'aide du logiciel "Draw.io" un logiciel open source pour créer des diagrammes en ligne. (Voir <https://app.diagrams.net/>)

Voici un exemple de mes tâches hebdomadaires (**Figure 8**)

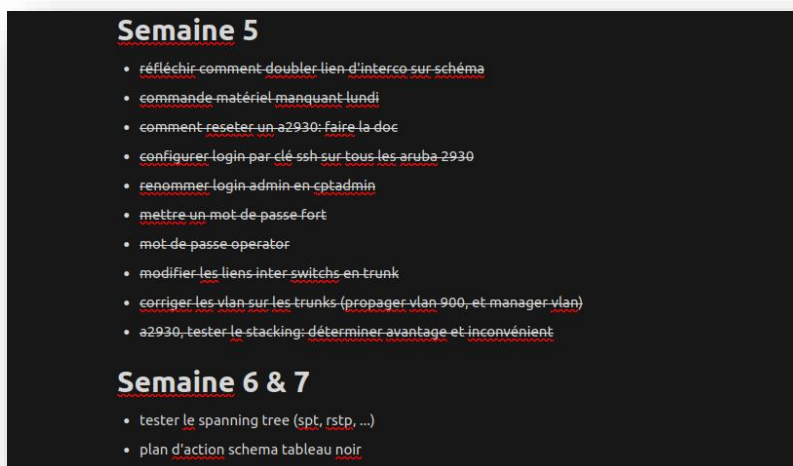


Figure 8

Finalisation du réseau du laboratoire

Dans le but de finaliser le réseau du laboratoire, j'ai commencé par étudier les documentations des switches Aruba 2930F afin de trouver une configuration optimale et sécurisée respectant les bonnes pratiques et la lisibilité. On peut citer par exemple la création de vlan, la configuration de port, de trunks, de LACP, l'utilisation systématique des descriptions, les configuration IP et l'accès par clef SSH. J'ai ensuite rédigé les documentations détaillées afin de transmettre mon travail à l'équipe présente et future. Cela m'a permis de configurer entièrement les nouveaux switches et j'ai également mis en conformité la configuration des équipements installés avant mon arrivée (**Figure 9**).

```
basic-config.txt

# Configuration de base pour des switches Aruba 2930F

# sauvegarder la configuration
switch# write memory

# Afficher la configuration
switch# show running-config

# Redémarrer
switch# reload <CR / after / at>

# Configuration du serveur de temps
hp-2600(config)# sntp server 192.168.104.12
hp-2600(config)# timesync sntp

# Configuration du serveur de logs
hp-2600(config)# logging facility local0
hp-2600(config)# logging 192.168.104.21

# Utilisateur et mot de passe
```

Figure 9

Le but de mon banc de test suivant était de mettre en place les liaisons entre étage par FO, fibre optique. Pour cela, je me suis documenté sur les différentes fibres et leurs fonctionnements, j'ai utilisé deux GBICs SFP+ monomodes et multimodes afin de tester les deux types de fibres disponibles :

- Fibres monomodes OS2 LC/UPC Duplex
- Fibres multimodes OM4 LC/LC Duplex

Les GBICs doivent être compatibles aux types de fibres et aux modèles de switches.

Voici un gbic compatible fibre monomode (**Figure 10**) :



Figure 10

Voici mon espace de test (**Figure 11**) :

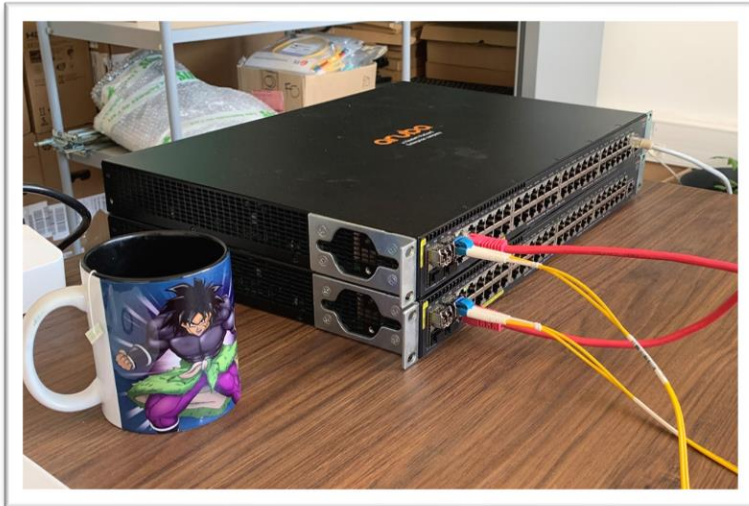


Figure 11

J'ai élaboré une procédure pour installer les liens inter-étages en fibre optique monomode. L'objectif était de minimiser les interruptions de service pour les utilisateurs, en évitant toute interruption ou en les limitant à de courtes microcoupures. Pour ce faire, nous avons effectué divers tests sur les fibres entre les étages en utilisant un laser et un photomètre, des équipements que j'avais déjà eu l'occasion d'utiliser lors de mes cours à l'IUT.

Voici le photomètre utilisé (**Figure 12**) :

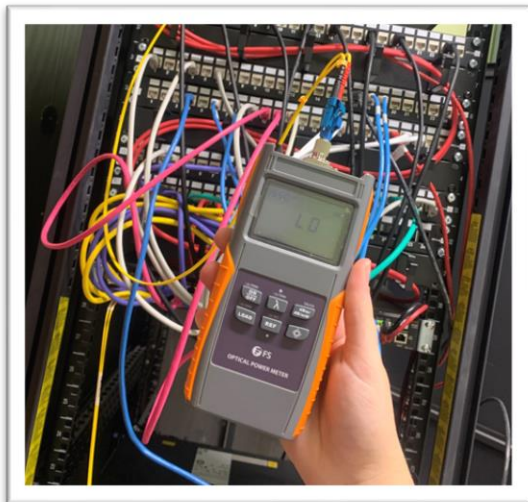


Figure 12

Enfin, j'ai suivi la procédure étape par étape. Lors de cette mise en place, une erreur de manipulation a conduit à une boucle réseau que l'on a réussi à réparer en moins de 15 minutes. En effet ça venait d'une ancienne configuration de port que je n'avais pas vu, cela a été très formateur pour moi, j'ai pu en conclure que je ne brancherai plus jamais un lien sans vérifier la configuration des ports et que ça n'est pas si facile de travailler sur un réseau en production.

Enfin, j'ai pu valider la procédure d'ajout de fibre optique aux trunks RJ45 afin d'éliminer les liens cuivres sans interrompre les liaisons. J'ai donc interconnecter les étages en fibre optique, éliminant ainsi un goulet d'étranglement et obtenant un débit de 10 Gb/s entre les étages (**Figure 13**).

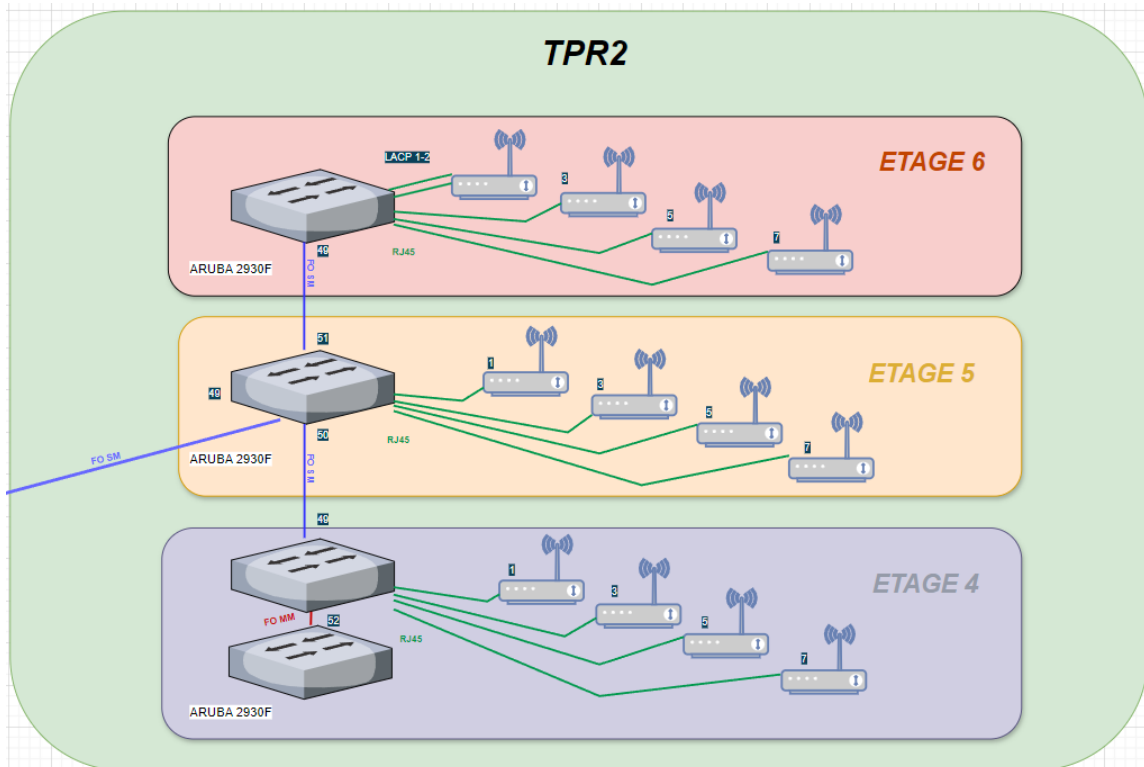


Figure 13

Après avoir interconnecté les étages du CPT en fibre optique, j'ai également installé des seconds switches par étage. Cette installation était nécessaire pour deux raisons principales :

Chaque bureau dispose d'environ 3 prises RJ45. Un étage possédant entre 100 et 120 prises RJ45, installer deux switches 48 ports à chaque niveau permet d'assurer la connexion de futurs postes de travail tout en offrant plus de possibilité pour redonder les liens dans la future topologie.

J'ai appliqué ma documentation de configuration des switches en ajoutant les VLANs, en définissant les mots de passe pour les niveaux manager et opérateur, en configurant la connexion par clé SSH, ainsi qu'en mettant en place des trunks pour interconnecter les switches en fibre multimode, tout en doublant leurs liens. J'ai réparti les bornes Wifi sur les deux switches par étage pour améliorer la fiabilité du réseau. Ainsi, en cas de panne d'un switch, les utilisateurs pourront toujours se connecter via les autres bornes Wifi actives.

Enfin, j'ai doublé les liens RJ45 des bornes Wifi pour augmenter leur débit à 2 Gb/s. Cette étape a présenté des défis, car certaines bornes ne disposaient que d'une seule prise RJ45 dans les faux plafonds, nécessitant de trouver des solutions créatives. Nous avons tiré des câbles à travers les faux plafonds et nous avons percé des murs pour utiliser des prises de bureau libre.

Voici le schéma du TPR2 avec les modifications que j'ai apportées (**Figure 14**) :

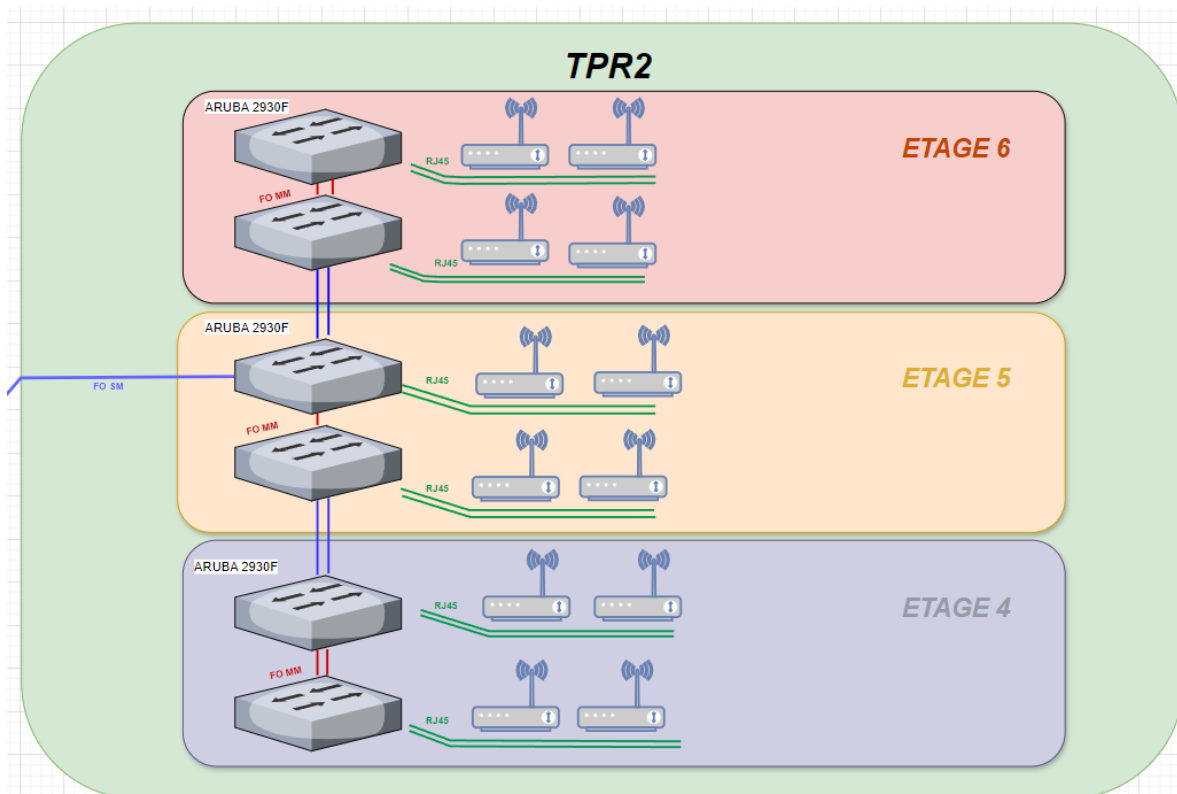


Figure 14

Conception du nouveau réseau du laboratoire

Après avoir achevé la mise en place initiale du réseau du CPT, l'objectif a été de l'améliorer. J'ai donc réfléchi aux différentes topologies envisageables pour éviter toute coupure du réseau. J'ai commencé à concevoir des plans incluant des redondances là où elles étaient nécessaires, comme pour le lien vers le réseau RAIMU, le lien entre le routeur FORTINET et le stack, ainsi que le lien inter-bâtiments.

J'ai également testé le stacking sur les switches Aruba 2930f afin de déterminer si c'était une solution fiable pour le TPR2, et si oui, de décider s'il fallait stacker les trois étages ensemble ou seulement les deux switches par étage.

Les switches Aruba 2930f n'offrent pas un véritable stacking, mais utilisent un système de virtualisation appelé VSF (Virtual Switching Framework). Après avoir testé le stacking avec deux switches, nous avons conclu que cela ne devenait fiable qu'à partir de trois switches. Cela permet de créer une topologie en anneau, de sorte que si un lien tombe, le deuxième reste actif, passant ainsi à une topologie en chaîne.

De plus, si un membre du stack est perdu, tous les switches membres redémarrent, ce qui pose un problème. Nous n'utiliserons donc pas cette méthode qui n'est pas adaptée à notre cas de figure.

Voici mon banc de test du VSF avec topologie en anneau (**Figure 15**) :



Figure 15

Avec l'aide de mon tuteur, nous avons élaboré plusieurs schémas de réflexion, tant avec boucle qu'en évitant les boucles, car l'ajout de boucles nécessiterait la mise en place de protocoles tels que STP ou RSTP par exemple sur nos switches.

Voici un exemple (**Figure 16**) :

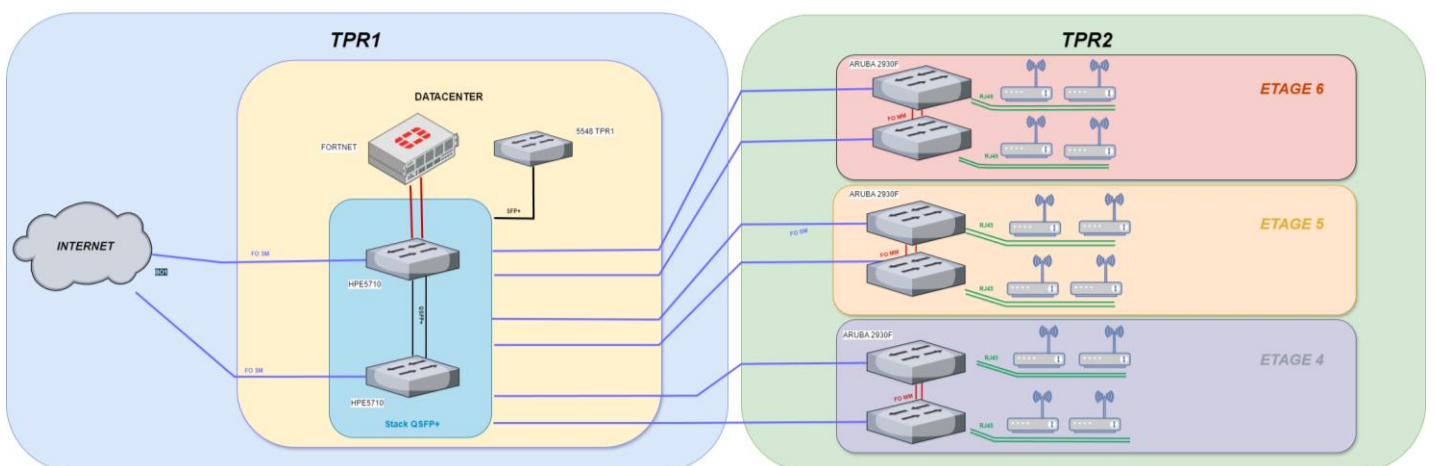


Figure 16

Le routeur FORTINET dispose uniquement de deux ports SFP+ 10 Gb/s. Il est donc impossible de doubler tous les liens en le conservant entre le stack et RAIMU. Pour contourner le problème, la meilleure solution est de relier le stack entre RAIMU et le pare-feu.

Le nouveau stack HPE 5710 que nous installerons sera connecté aux équipements de la DIRNUM via LACP, offrant ainsi un débit théorique de 20 Gb/s, cependant ça n'est pas le cas du pare-feu qui possède une interface dédiée au trafic à l'extérieur du CPT, et une autre dédiée au trafic à l'intérieur du CPT. C'est donc le lien vers le FORTINET qui limite notre débit à 10 Gb/s sur ce schéma. La redondance des liens entre le stack CPT et le stack RAIMU sera appréciée par les intervenants de la DIRNUM qui administrent cet équipement et le laboratoire ne subira plus de coupures de réseau lors du redémarrage d'un des membres du stack.

Le nouveau switch d'administration sera également remplacé par un Aruba 2930f, identique à ceux du TPR2.

Enfin, dans cette configuration, chaque lien entre les étages TPR1 et TPR2 est doublé. Ce schéma sans boucle ne nécessite pas l'utilisation de protocoles comme STP.

Chaque étage est directement connecté au TPR1 et n'est plus dépendant du 5ème étage. En cas de coupure de courant au 5ème étage, cela n'entraînera plus de panne réseau dans tout le laboratoire.

Après réflexion, nous avons décidé de prendre rendez-vous avec Pascal Mouret de la DIRNUM pour obtenir son avis et ses conseils.

J'ai également eu l'occasion de lui poser des questions sur le réseau du campus et sur les différents protocoles de boucles (STP, RSTP, MSTP).

Nous avons conclu qu'il était possible de tirer des fibres entre le TPR1 et le TPR2, en utilisant deux chemins distincts. De plus, il ne serait pas nécessaire d'avoir autant de liens redondants si nous mettions en place un schéma avec une boucle de secours entre les étages.

Voici donc la réalisation de notre schéma final du réseau du laboratoire (**Figure 17**) :

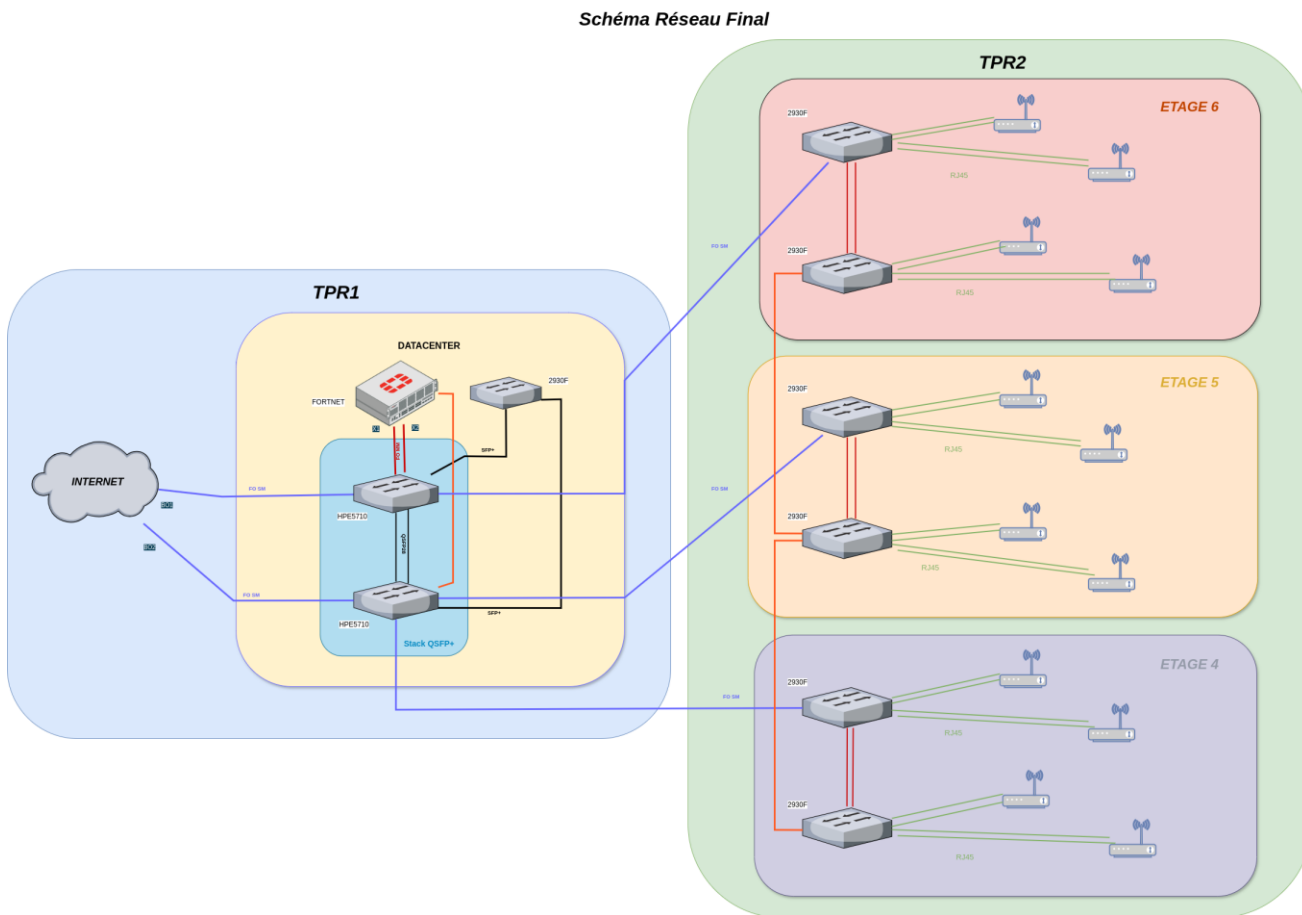


Figure 17

Ici nous avons pensé à un réseau en boucle qui nécessite un protocole de boucle tel que STP et chaque étage du TPR2 est directement relié au datacenter. De nombreux liens de secours entre étages permettent de palier à la perte de 2 FO vers le TPR1. De plus, en cas de perte d'un équipement actif au TPR2, l'impact sera limité aux équipements filaires directement connectés dessus.

Chaque étage est connecté au TPR1 et n'est plus dépendant du 5ème étage. En cas de coupure de courant au 5ème étage, cela n'entraînera plus de panne réseau dans tout le laboratoire. De plus, les 3 liens entre le TPR1 et le TPR2 utilisent deux chemins de fibre différents ce qui élimine le problème du tractopelle qui creuse au mauvais endroit.

Le nouveau switch d'administration sera également remplacé par un Aruba 2930f, identique à ceux du TPR2, et le stack sera mis à jour avec deux nouveaux switches HPE 5710.

En ce qui concerne le FORTINET, nous avons décidé d'ajouter deux liens de secours en RJ45 1 Gb/s vers le deuxième membre du stack au cas où un lien fibre tomberait.

Cette configuration semble suffisante en terme de débit, et elle permet d'utiliser à bon escient un maximum de port SFP+ sur les commutateurs Aruba, sans être trop complexe à configurer et à dépanner en cas de problème. C'est donc celle que nous retiendrons et que nous allons mettre en place.

Dans le but de construire ce nouveau réseau, il a été nécessaire de planifier toutes les modifications réseau pour minimiser les interruptions de service potentielles. J'ai donc établi une liste des tâches à accomplir avant de pouvoir concevoir ce réseau final tant attendu.

Tout d'abord, j'ai réalisé un inventaire de tout le matériel dont nous disposions et j'ai demandé à mon tuteur de stage de commander le matériel manquant nécessaire à la finalisation du réseau (GBIC Aruba, HPE et Fortinet, FO).

Ensuite, j'ai géré les interactions avec la DIRNUM à travers des tickets pour mettre en place les deux nouvelles fibres monomodes entre le TPR1 et le TPR2, qui suivront des chemins différents, ainsi que la seconde fibre reliant la DIRNUM à notre datacenter. J'ai eu l'opportunité de collaborer avec Pascal Mouret de la DIRNUM afin de l'assister dans tout le processus.

Voici les fibres tirées et ramenées dans notre baie du datacenter (**Figure 18**):

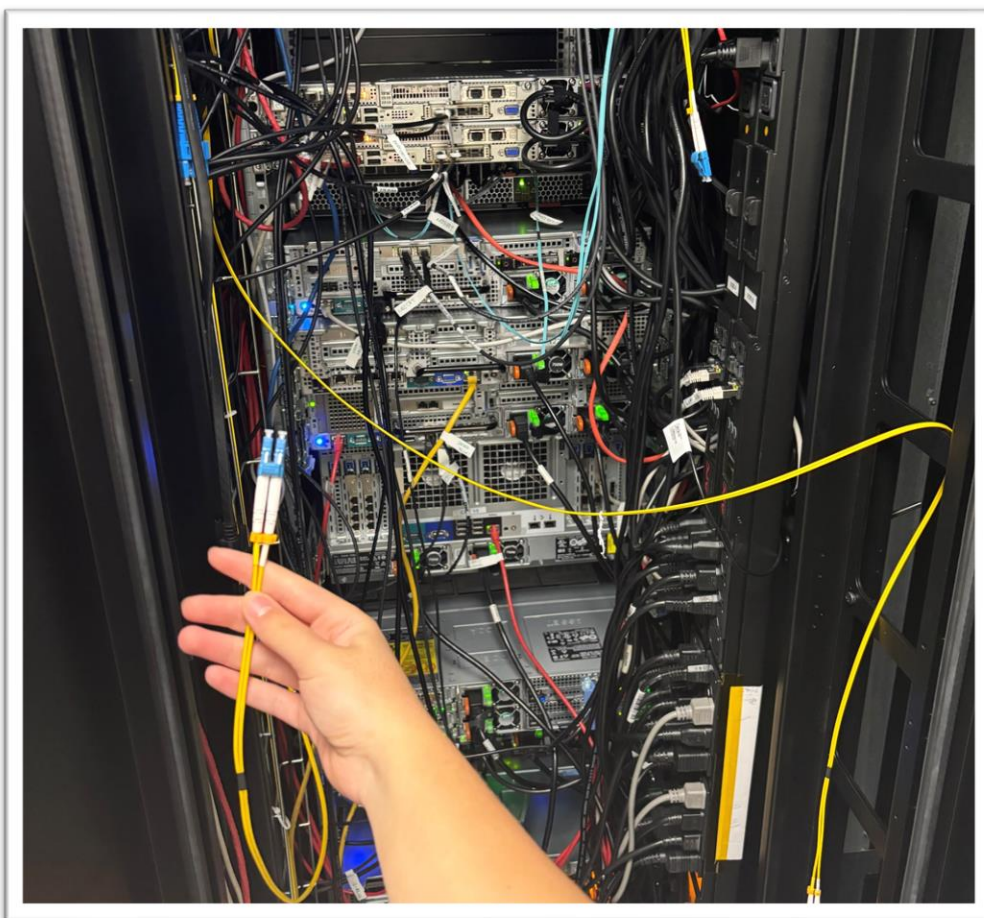


Figure 18

Ensuite, j'ai mis en place différentes procédures pour améliorer étape par étape le réseau. Tout d'abord, j'ai modifié la configuration des switches :

- J'ai ajouté les nouvelles descriptions des ports.
- J'ai configuré des ports en mode trunk pour connecter les nouvelles fibres.

En collaboration avec mon tuteur, nous avons ensuite installé les fibres entre le TPR2 et le TPR1 en minimisant les interruptions de service.

Il n'y a pas de bandeau de fibre direct entre les étages 4 et 6 vers le TPR1, donc nous avons dû ponter les fibres du 4ème et du 6ème étage via le bandeau du 5ème étage.

Nous avons vérifié les nouveaux chemins à l'aide d'un photomètre. Le premier chemin reliait directement le TPR1 et le TPR2, tandis que le deuxième passait par le LP3. J'étais au 5ème étage dans le local technique, et mon tuteur était au datacenter. Nous avons vérifié que les fibres étaient correctement connectées entre les deux bâtiments.

Après ces vérifications, nous avons procédé sérieusement. Pour cela, nous avons utilisé un ordinateur connecté en console aux switches du 6ème et du 4ème étage à chaque intervention, afin de consulter les logs et de vérifier que les pings passaient correctement.

L'objectif était de supprimer les liens inter-étages car nous avons désactivé le protocole de boucle STP en attendant que je l'étudie plus en détail. Nous avons donc opté pour une topologie sans les liens de secours dans un premier temps (**Figure 19**).

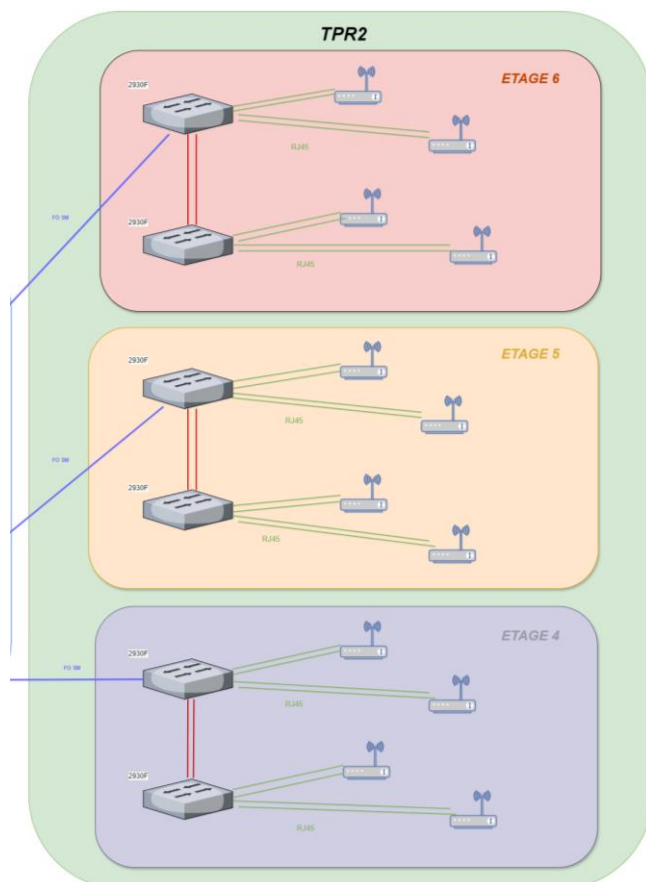


Figure 19

Après l'intervention au TPR2, nous avons procédé à la deuxième étape, qui consistait à connecter les deux nouveaux liens en fibre monomode de la DIRNUM vers le stack du TPR1, puis à établir deux nouveaux liens en fibre multimode vers le FORTINET. Cette modification a permis de reconfigurer la topologie du TPR1 et d'améliorer la fiabilité du réseau en cas de défaillance d'un lien.

Pour réaliser ces modifications dans le TPR1, nous avons effectué plusieurs visites afin d'organiser notre baie du datacenter. Cela incluait :

- Dresser une liste de tous les équipements connectés au stack.
- Supprimer tous les liens "DOWN".
- Réviser la configuration du stack et connecter tous les serveurs qui n'étaient pas en LACP.
- Étiqueter tous les liens actifs du stack ainsi que les fibres.

Vous trouverez une illustration dans le datacenter (**Figure 20**) :

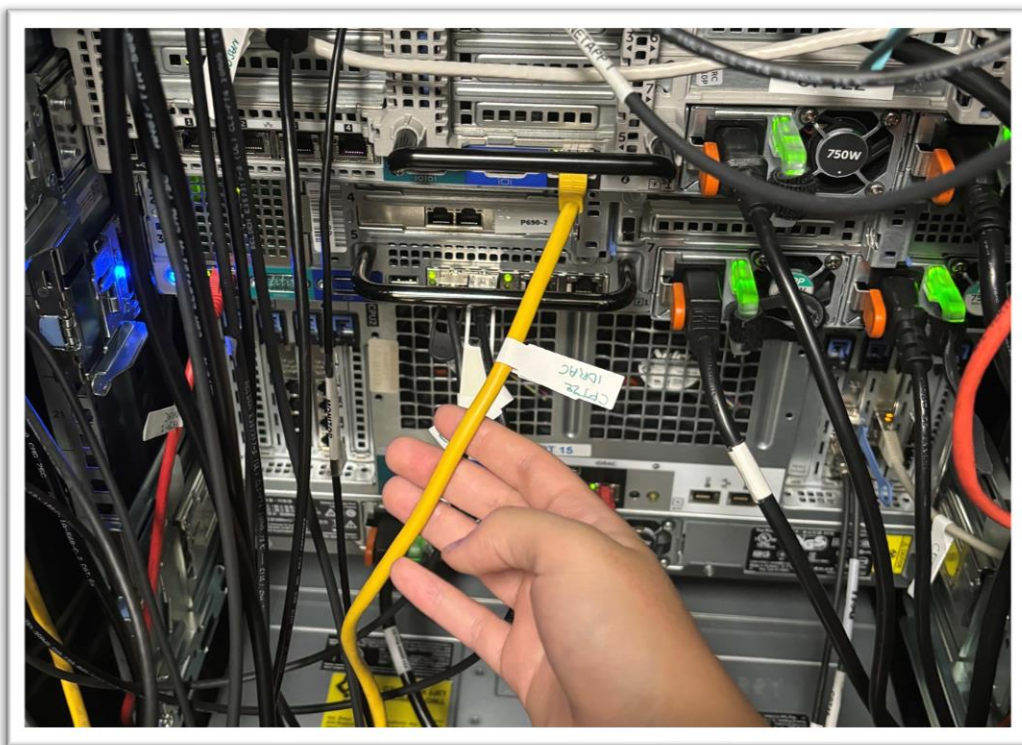


Figure 20

Après cette étape, nous avons suivi la procédure pour modifier la topologie du réseau en minimisant les interruptions de service.

Voici le changement de topologie mis en place au TPR1 (**Figure 21**) :

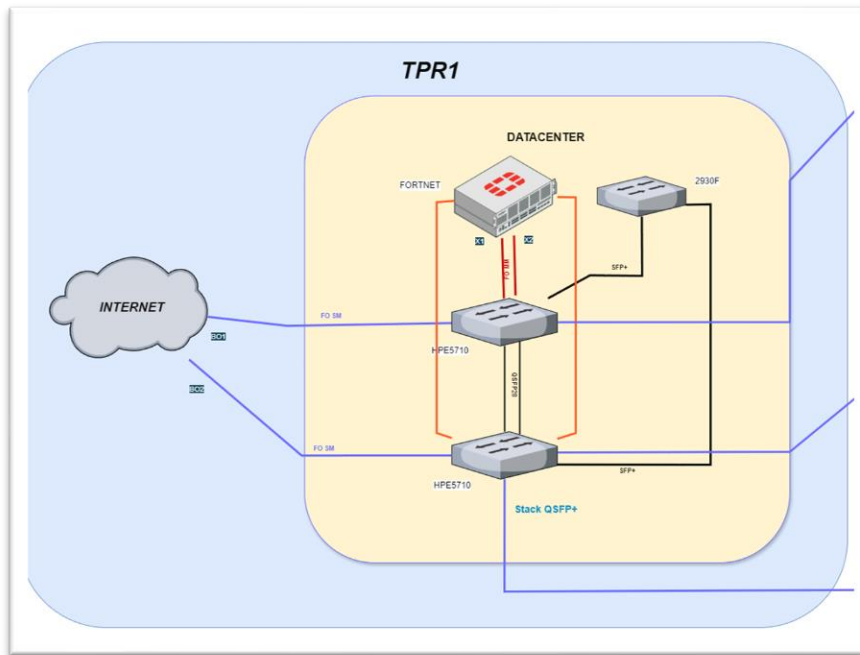


Figure 21

Actuellement, je suis en train de tester le stacking HPE 5710 en vue de le déployer dans le datacenter. Parallèlement, j'étudie le protocole RSTP que j'ai l'intention d'utiliser sur tous les switches du laboratoire, afin de mettre en place les liaisons de secours manquantes par la suite.

Activités complémentaires

En plus de ces activités, j'ai également effectué des tâches administratives et apporté mon assistance technique à plusieurs membres du personnel, notamment :

- Résolution de problèmes de boîte mail
- Dépannage de matériel de bureautique (claviers, souris, ordinateurs portables)
- Configuration de prises réseau pour permettre au personnel de se connecter depuis leurs bureaux

En plus des responsabilités centrales, j'ai également accompli les activités suivantes :

- J'ai aidé à déballer et configurer l'accès à distance d'un serveur PROXMOX.
- J'ai reçu des formations rapides sur SSH et l'utilisation de Linux par mon tuteur.
- J'ai créé une clé Ventoy qui m'a permis d'installer ma distribution Linux.

Conclusion

Mon stage au Centre de Physique Théorique m'a permis de mettre en pratique les connaissances acquises lors de mes cours, notamment dans la configuration de switches et les tests de fibre optique avec un photomètre. C'était une expérience enrichissante de voir mes apprentissages théoriques se concrétiser dans un environnement professionnel comme celui du laboratoire.

J'ai eu l'opportunité d'apporter mon soutien à l'unique administrateur systèmes et réseaux du laboratoire. Travailler en collaboration s'est avéré particulièrement efficace pour réfléchir ensemble aux meilleures solutions. Cette collaboration fructueuse m'a d'ailleurs permis de décrocher un contrat à durée déterminée en tant que technicienne au laboratoire, où je continuerai à mettre à jour le matériel notamment le nouveau stack et à mettre en place les boucles pour renforcer l'infrastructure réseau.

Je recommande vivement la mise en place d'un système de monitoring rapide pour évaluer la suffisance de l'architecture du bâtiment par rapport aux besoins du laboratoire, notamment pour prévenir les liens saturés et autres problèmes potentiels. Un suivi régulier est indispensable, surtout dans une architecture basée sur des boucles, afin de garantir la fiabilité et les performances du réseau.

Enfin, bien que l'amélioration continue des performances soit toujours possible, il est essentiel de se concentrer sur les besoins spécifiques du laboratoire. Une topologie complexe n'est pas nécessairement la solution optimale ; il faut plutôt s'adapter judicieusement aux besoins et aux ressources disponibles pour assurer un fonctionnement efficace et fiable du réseau au quotidien.

Cette expérience m'a non seulement permis de développer mes compétences techniques, mais aussi de comprendre l'importance de l'adaptabilité et de la collaboration dans le domaine des systèmes et réseaux.

Remerciements

Mon stage au sein du Centre de Physique Théorique à Luminy a été une expérience enrichissante et formatrice, marquant mes premiers pas dans le monde professionnel.

Je souhaite exprimer ma gratitude à toutes les personnes qui ont contribué au succès de mon stage et qui m'ont apporté leur aide tout au long de la rédaction de ce rapport.

Tout d'abord, je tiens à remercier chaleureusement mon maître de stage, Remi SACCAGE, pour m'avoir accordé sa confiance, pour m'avoir confié des responsabilités et pour ses précieux conseils tout au long de mon parcours. Sa patience et son soutien constant ont été d'une grande aide jusqu'à la finalisation de ce rapport.

Je souhaite également adresser mes remerciements à toute l'équipe administrative du CPT. Dès mon premier jour, elles m'ont accueilli à bras ouverts et se sont montrés très attentionnés, me faisant sentir comme chez moi au laboratoire.

Un grand merci à Laurent RAYMOND, Alain BARRAT et Benoit GREMAUD pour leur accueil chaleureux, leurs conseils avisés, leur disponibilité face à mes questions et leur précieuse aide tout au long de mon stage.

Je souhaite exprimer ma reconnaissance particulière à Pascal MOURET, avec qui j'ai beaucoup appris lors de notre collaboration. Sa gentillesse et sa pédagogie ont grandement enrichi mon expérience.

Je souhaite également exprimer ma gratitude envers l'ensemble du personnel du CPT pour leur accueil chaleureux et leur intégration harmonieuse au sein de l'entreprise, en particulier Thierry MARTIN et son compagnon à quatre pattes, Nounours.

Enfin, je suis reconnaissant envers tout le corps enseignant pour leur soutien constant, leurs conseils avisés et l'attention qu'ils ont portée à ma formation tout au long de mes deux années à l'IUT.

Glossaire

CPT : Centre de Physique Théorique, un centre de recherche dédié à la physique théorique.

CNRS : Centre National de la Recherche Scientifique, principal organisme de recherche public en France.

PROXMOX : Plateforme de virtualisation open-source basée sur Debian, permettant la gestion de machines virtuelles et de conteneurs.

Stack : Ensemble de switches interconnectés pour fonctionner comme une unité logique et améliorer la disponibilité du réseau.

DIRNUM : Direction du Numérique, responsable des infrastructures et des technologies numériques dans un contexte académique.

RAIMU : Réseau Aix Marseille Université.

FO : Fibre Optique, utilisée pour la transmission de données à haute vitesse sur de longues distances.

SFP+ : Small Form-Factor Pluggable Plus, module optique pour les connexions réseau à haute vitesse. (Dans le rapport le débit était de 10Gb/s)

QSFP+ : Quad Small Form-Factor Pluggable Plus, module optique pour des débits réseau encore plus élevés. (Dans le rapport le débit était de 40Gb/s)

IDRAC : Integrated Dell Remote Access Controller, pour la gestion à distance des serveurs Dell.

ILO : Integrated Lights-Out, pour la gestion à distance des serveurs HPE.

PoE : Power over Ethernet, technologie permettant de transmettre l'alimentation électrique et les données sur un même câble Ethernet.

LACP : Link Aggregation Control Protocol, pour agréger plusieurs liens Ethernet en un seul pour augmenter la bande passante et la redondance.

GBICs : Gigabit Interface Converters, modules d'interface pour les équipements réseau permettant de convertir des signaux optiques en signaux électriques.

SPOF : Single Point of Failure, point unique de défaillance qui peut provoquer l'arrêt d'un système complet.

KeepassXC : Gestionnaire de mots de passe open-source pour stocker et gérer des mots de passe de manière sécurisée.

SSH : Secure Shell, protocole sécurisé pour l'accès à distance et l'exécution de commandes sur des machines distantes.

STP : Spanning Tree Protocol, protocole pour éviter les boucles dans les réseaux Ethernet en désactivant les liens redondants.

RSTP : Rapid Spanning Tree Protocol, version améliorée du STP pour une convergence plus rapide en cas de changements dans le réseau.

MSTP : Multiple Spanning Tree Protocol, pour la gestion de plusieurs instances de STP sur un réseau complexe.

Clé Ventoy : Utilitaire permettant de créer une clé USB bootable multiboot, supportant plusieurs systèmes d'exploitation et utilitaires.