



Institut Universitaire  
de Technologie  
Aix-Marseille Université



Assistance Publique  
Hôpitaux de Marseille

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

**RAPPORT DE STAGE  
Diplôme Universitaire de Technologie  
Spécialité Réseaux et Télécommunications**

Participation à la transition du réseau  
informatique de l'AP-HM

**Théo PASQUIER**

**AP-HM**

Responsable entreprise : Pierre-Alain JULLIEN

Responsable académique : Jean-Luc DAMOISEAUX

**2019**



# Table des matières

---

## **Introduction**

### **1/ L'AP-HM**

page 6

1.1 Présentation

1.2 La Direction des services numériques

1.3 Organigramme de la DSN

### **2/ Problématique du Stage**

page 10

2.1 Un réseau en évolution

2.2 Mes objectifs

2.3 Les Compétences et moyens techniques utiles

### **3/ Mes Missions**

page 13

3.1 Solution de supervision du réseau sans fil avec Aruba Airwave

3.2 Configuration et mise en place des premiers switches Aruba

3.3 Autres missions

## **Conclusion**



# Introduction

---

Lors de ma recherche de stage, j'étais très intéressé à l'idée d'effectuer mon stage dans une importante structure afin de voir en quoi consiste la gestion d'un réseau important. En effet, mes attentes vis-à-vis de ce stage étaient la découverte du monde de l'entreprise, l'affirmation de mon projet professionnel parmi les choix qui s'offrent à moi et enfin mon objectif était de progresser dans les différents domaines abordés par le stage.

J'ai eu la chance de pouvoir effectuer mon stage à l'AP-HM, assistance publique – hôpitaux de Marseille, qui est un organisme public regroupant les différents hôpitaux de Marseille et qui correspondait à mes attentes lors de ma recherche de stage.

Durant mon stage, à la Direction des systèmes numériques de l'AP-HM, j'ai été amené à remplir différentes missions. Ces missions avaient pour but de permettre la mise en place du « nouveau » réseau Aruba en remplacement de l'ancien réseau composé de matériels Cisco.

# 1/ L'AP-HM

---

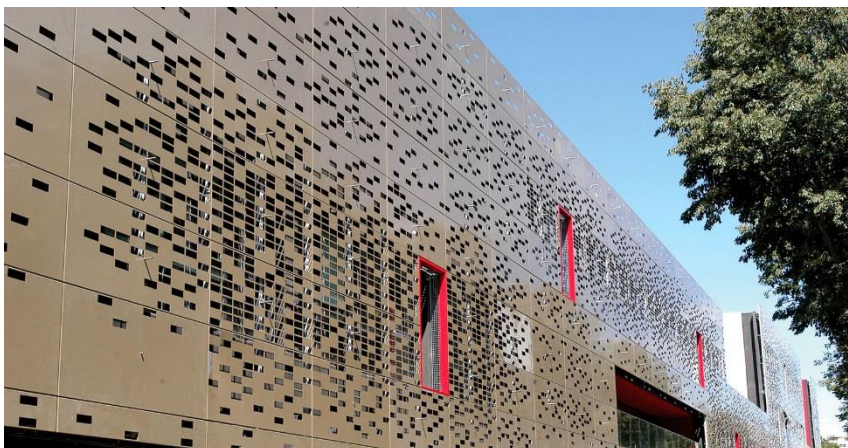
## 1.1/Présentation

L'AP-HM, principal employeur de la région, est, avec près de 12 000 agents, le 3<sup>ème</sup> centre hospitalier universitaire de France. Service public satisfaisant différentes fonctions allant du soin à la formation en passant par la recherche, l'AP-HM regroupe de nombreux services pour permettre l'accomplissement des tâches qui lui sont attribuées. Il est issu du regroupement de 4 centres hospitaliers qui sont :

La Timone :



La Conception :



L'Hôpital nord :



Les Hôpitaux Sud (Sainte Marguerite, Salvator) :



La gestion de ces différents hôpitaux a été centralisée au sein de différentes directions dont la DSN (Direction des Systèmes Numériques), située à la Conception, et dans laquelle j'ai effectué mon stage.

## 1.2/La DSN

Composée de plus de 150 employés répartis dans différents services (voir figure 1) ainsi que dans 4 SIS (Service Informatique de Support), la Direction des services numériques a pour mission de permettre le bon fonctionnement de l'ensemble des outils numériques à la disposition du personnel et des patients. Pour ma part, j'ai effectué mon stage dans le service Infrastructures. Riche de 18 personnes (voir figure 1), il remplit différentes tâches définies dans le rapport d'activité.

Ainsi, Les missions du service infrastructures sont donc :

- « - Le maintien en condition opérationnelle des équipements des salles informatiques.
- L'installation et l'exploitation des applications informatiques.
- La fourniture et la maintenance des postes informatiques.
- La fourniture et la maintenance des installations téléphoniques.
- La fourniture et la maintenance des téléphones et téléviseurs des patients.
- La fourniture et la maintenance des infrastructures réseau »

*Extrait du rapport d'activité de l'AP-HM de 2012*

Les fonctions sont donc assez diversifiées et importantes. Elles nécessitent un investissement aussi bien humain que financier conséquent. C'est pourquoi, de nombreuses entreprises extérieures interviennent également. Durant mon stage, j'ai ainsi pu travailler ou participer à des réunions avec des ingénieurs de la SNEF, d'Orange cyber Security ou encore de chez HP. La DSN sous-traite en effet une partie importante de son travail à des tiers.

### 1.3/L'Organigramme de la DSN

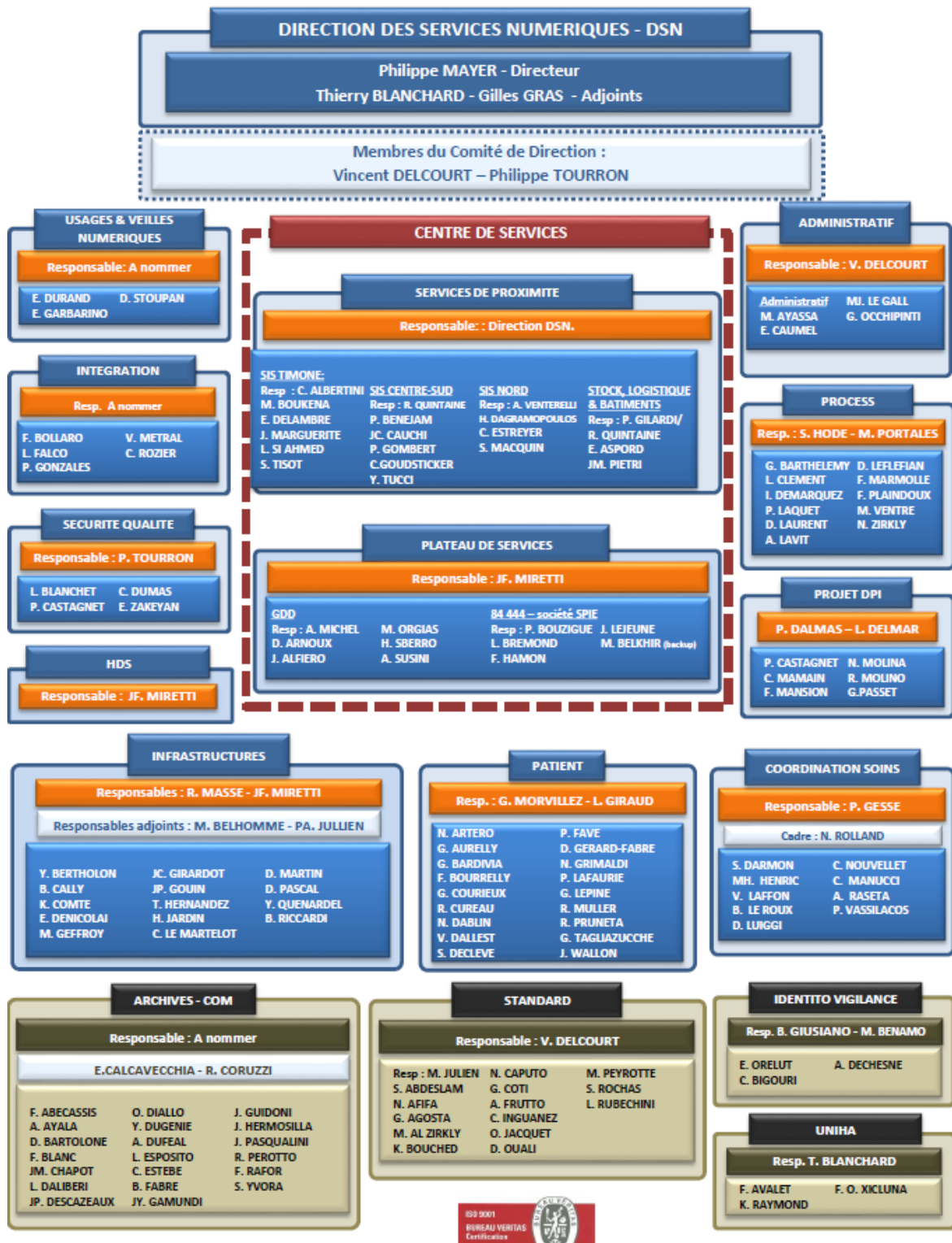


Figure 1: Organigramme de la DSN

Mon tuteur de stage est donc membre du service Infrastructures en tant que responsable adjoint.

J'ai également beaucoup travaillé en compagnie de Dominique MARTIN travaillant lui aussi au service Infrastructures.

## 2. Problématique du stage

---

### 2.1/ Un réseau en évolution

Actuellement, le réseau informatique de l'AP-HM prend en charge de nombreux sites comme :

- Secteur Conception
- Secteur Nord
- Secteur Sud
- Secteur Timone
- Secteur PSYDIR
- Secteur Plateforme Logistique

A cela, il faut également ajouter des sites secondaires tels que Les Baumettes ou l'UHSA ainsi que l'interconnexion avec de nombreux partenaires :

- la connexion du réseau AP-HM à internet
- l'interconnexion avec le réseau de la faculté de médecine de Marseille –Timone et Faculté Nord
- l'interconnexion avec le réseau des sapeurs-pompiers
- l'interconnexion avec le réseau des Marins Pompiers
- l'interconnexion avec les réseaux des SMUR du département 13.

Le cœur de réseau de l'AP-HM est situé au niveau de PSYDIR et de la conception, où le réseau est relié à internet et où sont situés les différents serveurs propres à l'AP-HM. Un cœur de réseau est la partie du réseau où les informations convergent pour être ensuite envoyées sur d'autres réseaux (généralement par internet), c'est donc la partie qui est la plus critique du réseau et les switches doivent être redondants et performants afin d'assurer le bon fonctionnement du réseau.

Ensuite, le cœur de réseau est relié avec des liens fibres en Gigabit au « cœur » de réseau des différents sites qui peuvent également être vus comme des switches de distribution. La couche distribution est la couche qui a pour rôle de faire l'intermédiaire entre le cœur de réseau et la couche d'accès qui est celle regroupant l'ensemble des switches directement reliés aux terminaux.

L'architecture du réseau pouvait donc être illustrée par la figure 2 :

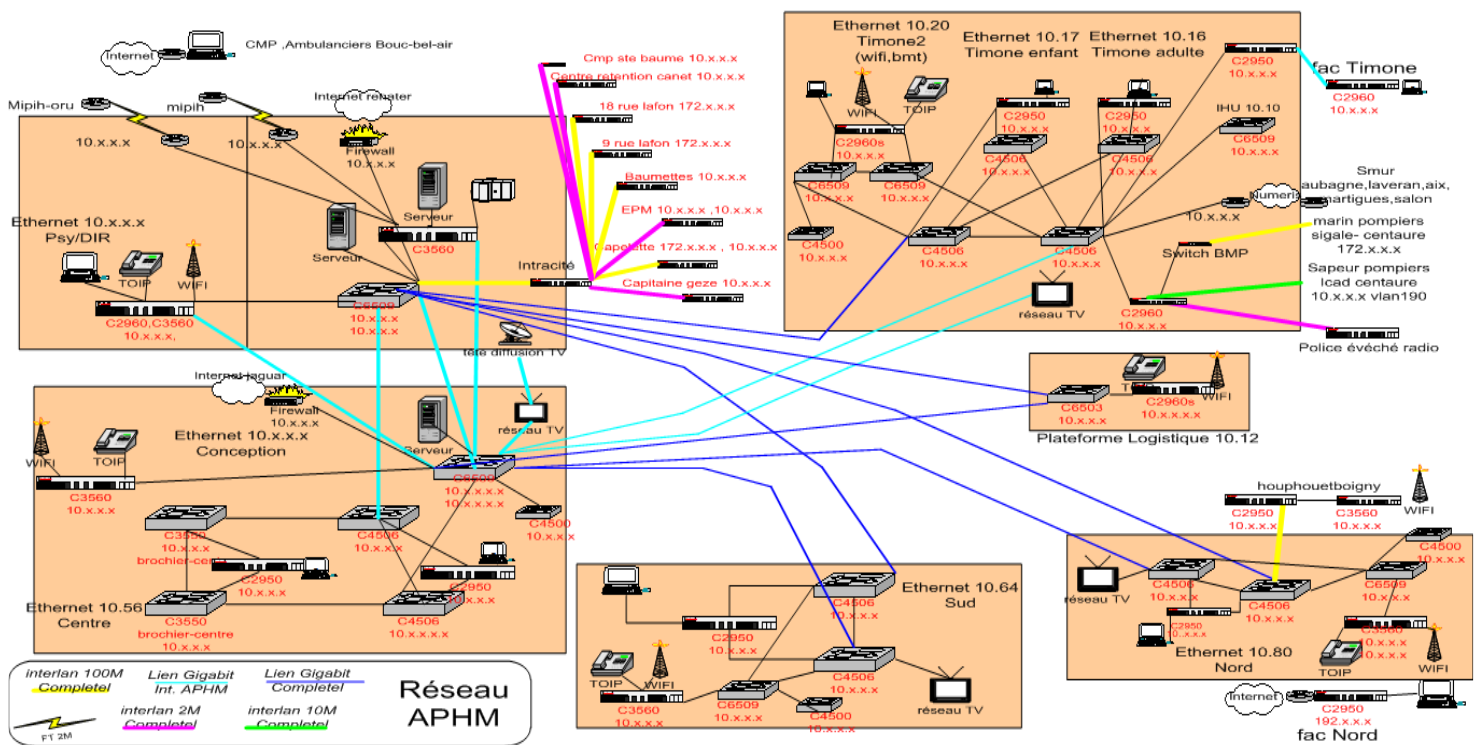


Figure 2 : Architecture réseau AP-HM

Néanmoins dans les mois en cours, le réseau de l'AP-HM subit de grands bouleversements. En effet, les cœurs de réseau de l'AP-HM et de ses différents sites vont changer et les équipements Cisco (gamme Catalyst 6509, 4506, 3550) vont être remplacés par des switches Aruba (filiale d'HP) afin de moderniser et de renouveler le réseau actuel. Dans le même temps, les bornes Wifi vont elles aussi être changées et leur nombre largement augmenté (entre 2 et 3 fois le nombre existant). Les liens fibres entre les différents sites doivent eux passer de 1 Gbit à 10 Gbit.

L'objectif est de renouveler des installations vieillissantes et d'améliorer les services proposés par les équipements réseau. Les principaux intérêts d'augmenter le niveau de densité des bornes Wifi sont d'améliorer la couverture Wifi ainsi que la possibilité de faire de la triangularisation. Cela permettra à terme de proposer un service de localisation en intérieur au sein des hôpitaux.

Le réseau de l'AP-HM, qui était déjà riche de 664 commutateurs et 1413 bornes Wifi en 2012, continue par conséquent à évoluer et à s'agrandir.

## **2.2/ Mes objectifs**

Durant ce stage, mon but était donc d'apporter mon aide aux personnels de la DSN afin de faciliter la transition du réseau Cisco vers Aruba.

L'objectif principal était de participer directement au changement du réseau vers Aruba à travers différentes missions tel que la configuration de switch Aruba 2930F. Ce changement de réseau se décompose en plusieurs parties, de la mise en place du cœur du réseau à l'installation des nouveaux switches et bornes Wifi de la couche d'accès.

D'autre part, j'avais également pour but de participer à la maintenance du réseau actuel notamment à travers des opérations de déploiement ou de changement de switches défaillants afin de libérer mon tuteur d'une charge de travail pour qu'il puisse se concentrer sur le projet de transition vers Aruba. J'ai réalisé cet objectif avec l'aide de M. MARTIN Dominique.

## **2.3/ Les Compétences et moyens techniques utiles.**

L'ensemble des connaissances acquises en réseau durant l'IUT m'a été très utile. Ce stage nécessitait, en effet, une très bonne culture des différents protocoles réseaux. Mes connaissances en Cisco m'ont également été utiles durant ce stage même si j'ai également et principalement eu à utiliser des appareils Aruba.

A ces compétences s'ajoutent des compétences en savoir vivre et savoir être en entreprise. Il était en effet nécessaire de faire preuve de rigueur, d'attention et d'écoute pour comprendre correctement les problèmes auxquels étaient confrontés les différents membres du service et ainsi pouvoir les aider dans leurs missions.

Au niveau des matériels utilisés, les switches Aruba 2930F sont les plus utilisés, ce sont des switches 48 ports, supportant le PoE jusqu'à 370W. Pour les opérations de maintenance, au début de mon stage le service utilisait encore les stocks restants de switches Cisco Catalyst 2960 et 2950.

Pour les logiciels, j'ai notamment eu à utiliser le logiciel de supervision d'Aruba orienté pour la gestion du réseau sans fil : Aruba Airwave. J'ai également utilisé Tera Term pour me connecter aux différents switches.

## 3/ Mes Missions

### 3.1 Solution de supervision du réseau sans fil avec Aruba Airwave

L'une de mes principales missions durant ce stage a été la mise en place d'un guide d'utilisation pour la configuration de switch (destiné à être relié sur des bornes Wifi) sur Aruba Airwave.

Aruba AirWave est une plateforme de gestion qui permet d'améliorer la visibilité et le contrôle des réseaux sans fil. Aruba AirWave permet également, à l'aide de l'option VisualRF, de faire des analyses géolocalisées de l'utilisation du réseau ou encore de faire la mesure de la qualité de couvertures et de densités radio. Airwave offre également de nombreuses informations sur l'état d'utilisation de chaque équipement réseau que ce soit un switch ou une borne wifi. On peut par exemple voir le nombre total de clients connectés ou encore le débit moyen utilisé comme sur la figure 3 visible ci-dessous.



Figure 3: La page d'accueil d'Aruba AirWave

Pour pouvoir obtenir toutes ces informations, AirWave utilise le protocole SNMP (Simple network management Protocol), c'est un protocole qui permet une gestion relativement facile des équipements réseaux. Ce protocole est le protocole de supervision le plus utilisé aujourd'hui, il permet d'obtenir un large panel d'informations à propos du réseau de manière intuitive. Sur SNMP, 4 types de requêtes existent :

- 3 requêtes pour obtenir des informations sur l'équipement réseau (GetRequest, GetBulk et GetNextRequest)
- 1 requête pour modifier des valeurs sur l'équipement réseau (SetRequest)

Le matériel réseau sollicité répond par la requête GetResponse.

C'est donc en exploitant les possibilités offertes par ce protocole qu'AirWave parvient à afficher de nombreuses informations. AirWave envoie donc automatiquement de nombreuses requêtes SNMP pour connaître l'état des équipements. Ensuite, il peut les mettre en forme dans des formats facilement compréhensibles par l'utilisateur.

Pour faire le guide d'installation de switch sur Aruba AirWave, j'ai donc configuré Aruba Airwave pour un switch (Cisco Catalyst 2960 PoE) relié aux nouvelles bornes wifi Aruba (AP 305). Pour configurer un switch sur Airwave, il faut rentrer des informations à propos du switch tel que l'adresse IP, ou le numéro de port SNMP ou encore le Community string SNMP (permet de définir les droits de l'utilisateur, utilisé comme un mot de passe). Pour avoir accès à ces informations, je me suis donc connecté sur le switch et j'ai utilisé des commandes tel que #sh snmp-server traps qui permet d'afficher le Community String.

Une fois la configuration terminée, Aruba Airwave permet d'afficher des informations à travers des graphiques ou des tableaux pour être informé de l'état de fonctionnement du switch ou de la borne wifi (voir figure 4).

Pour le moment, le déploiement des bornes Wifi Aruba n'a été faite que dans une zone de test à la Capelette, où était donc situé le switch que j'ai entré sur AirWave. Le déploiement des autres zones intervenant après mon stage, le personnel de l'AP-HM pourra, s'il le désire, utiliser mon guide pour configurer les switches sur l'application web.

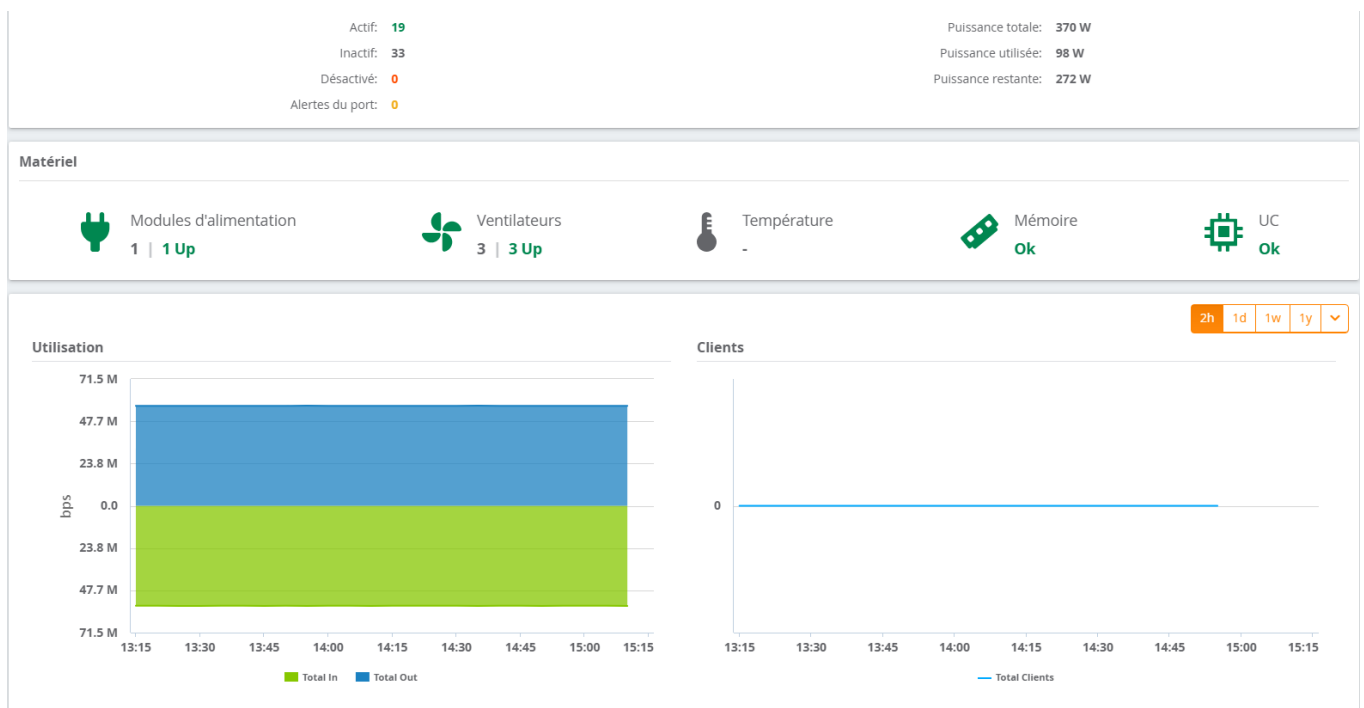


Figure 4: Exemple d'information accessible une fois le switch configuré

## 3.2 Configuration et mise en place des premiers switch Aruba

Afin de mener à bien la transition du réseau informatique de l'AP-HM, il est nécessaire de configurer les différents équipements réseaux Aruba. Nous ferons principalement la différence entre 2 types d'équipements, les switches de cœur de réseau configurés par des sous-traitants de l'AP-HM et les switches d'accès configurés par des membres de l'AP-HM. Les switches d'accès sont les switches qui délivrent la connexion aux différents terminaux (ex : reliés à des Téléphones IP ou à des ordinateurs). Ces switches sont principalement des switches 2930F d'Aruba fonctionnant en PoE. Les switches de cœur de réseau sont les switches qui assurent l'interconnexion avec les autres réseaux (notamment internet).

Pour ma part, M. Dominique MARTIN m'a proposé de configurer les premiers switches d'accès Aruba destinés à être fonctionnels sur les sites de l'AP-HM. Je me suis donc basé sur des exemples de configuration fournis par HP ainsi que sur la configuration d'un modèle de test effectué au préalable par un membre de l'AP-HM pour concevoir les premiers switches véritablement utilisés par le personnel des hôpitaux.

Les informations importantes que j'avais à configurer sur chaque switch sont :

- Le nom du switch
- LACP, un protocole qui permet de regrouper plusieurs liens physiques en un seul lien logique.
- le serveur ntp (network time Protocol) pour l'heure
- le serveur tacacs (qui permet l'authentification)
- Les vlan (expliqué dessous)
- Le spanning-tree, un protocole permettant d'éviter les boucles de routage dans les réseaux de grande taille.
- Les mots de passes en format crypté

Plusieurs notions propres à Aruba étaient particulièrement importantes à comprendre comme par exemple la notion de port Tagged ou Untagged pour les Vlans alors que les commutateurs Cisco utilisent la notion de lien trunk. Un Vlan est un « réseau local virtuel ». En général, les Vlans sont utilisés pour séparer différentes utilisations ou différents types d'utilisateurs entre eux (par exemple : un Vlan pour la téléphonie, un Vlan pour les employés et un autre pour les invités). Il est possible de faire fonctionner différents Vlan sur un seul lien physique. Ainsi le Vlan untagged défini sur un port est le Vlan par lequel toutes les trames qui ne comprennent pas de « tag » (étiquettes) transiteront. Les trames d'autres Vlan transportent donc un « tag » qui permet d'identifier à quel Vlan et donc à quel réseau ils appartiennent. Cette notion a causé quelques dysfonctionnements au niveau des premiers tests. En effet, un Vlan avait été configuré en untagged alors qu'il nécessitait un « tag » pour fonctionner.

Une fois les switches configurés, il était nécessaire de tester le fonctionnement des switches.

Principalement 3 tests étaient effectués :

- Test de connectivité avec des Ping sur le switch.
- Test du fonctionnement du Vlan Voice et de la téléphonie.
- Test du fonctionnement de la connexion aux serveurs d'authentification.

Durant ces tests, nous avons été confrontés à quelques dysfonctionnements principalement liés à la notion d'untagged et de tagged (comme expliqué précédemment), ou à des erreurs au niveau des numéros de Vlan. Ces erreurs ont pu être corrigées et les switches installés sont pleinement fonctionnels.

Pour le moment, seulement une demi-douzaine de switch Aruba 2930F ont été installés (à mettre en parallèle avec les quelques 600 switch Cisco encore fonctionnels à l'AP-HM). Il reste donc encore énormément de travail pour finaliser ces changements même si l'objectif n'est pas de remplacer tous les switches d'accès Cisco à court terme.



Figure 5: Un switch 2930F configuré et installé

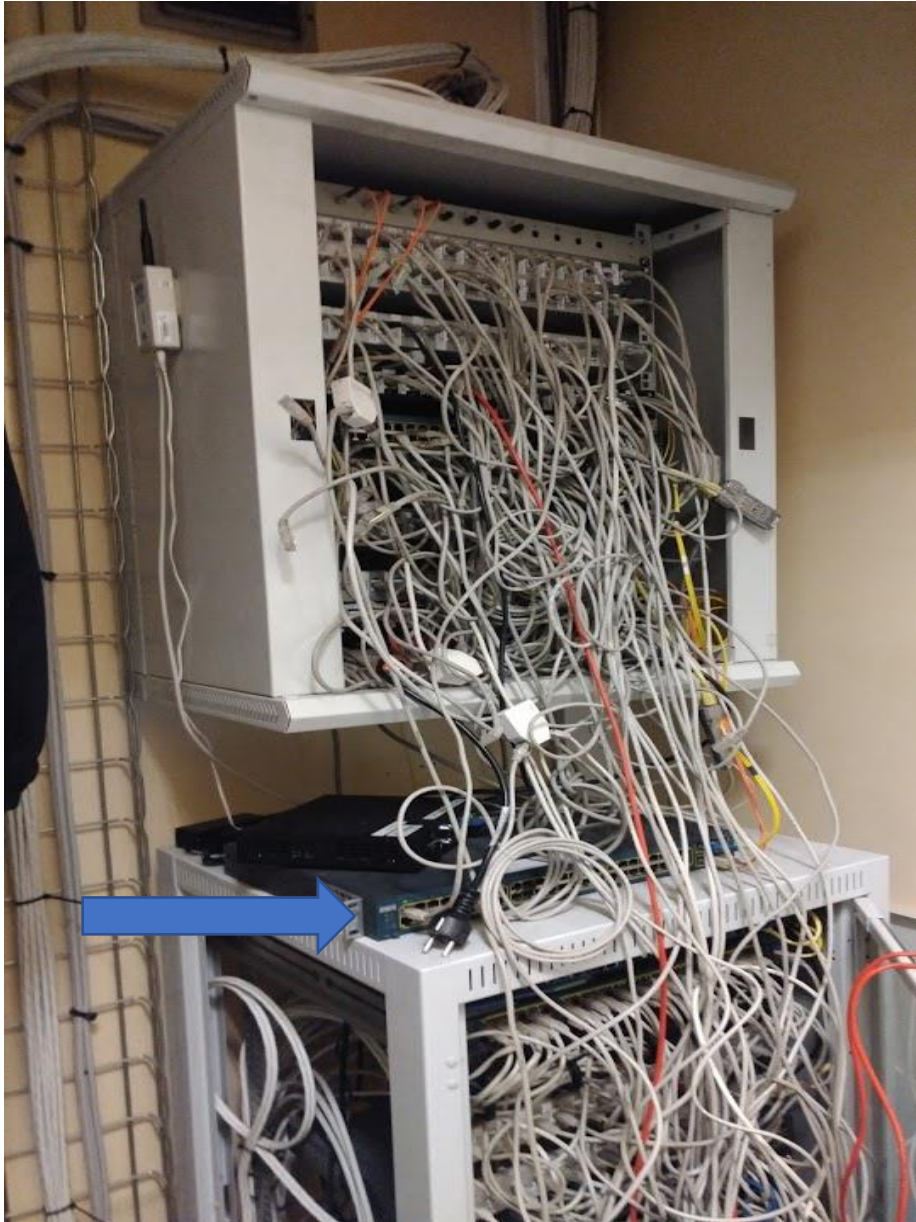
### 3.3/Autres missions

Durant ce stage, de nombreuses autres missions et tâches m'ont été attribuées.

#### Configuration de switch Cisco

Ces missions étaient par exemple, la configuration et l'installation d'un switch (Modèle Cisco c3560 PoE) pour la mise en place d'une solution d'interphonie au sein du service néonatal de la Conception ou encore l'installation d'un switch utilisant un Vlan spécifique pour les chercheurs de l'université travaillant à la Timone. Ces installations nécessitaient une procédure similaire à la procédure menée pour les switches Aruba. Il fallait donc configurer les switches, avec une attention particulière pour la configuration des Vlans et la configuration du spanning-tree. Ensuite il fallait installer le switch dans une baie de brassage puis brancher les fibres optiques et enfin tester la connexion.

J'ai également eu à changer des switches défectueux dans différents sites, le principal défi étant souvent de trouver une solution pour brancher ces switches tant certaines baies de brassage étaient dans un état assez critique comme on peut le voir ci-dessous. Néanmoins nous avons (avec M. Dominique MARTIN) toujours réussi à remplacer le plus rapidement possible les switches en panne.



**Figure 6 : Exemple de baie de brassage avec un switch défaillant. En bas, le nouveau switch en train d'être câblé**

### Tâches effectuées

Parmi les tâches réalisées, j'ai par exemple réalisé un inventaire des nouveaux matériels Aruba afin de vérifier que l'ensemble du matériel avait bien été reçu et répertorier les numéros de série de chaque équipement dans un document clair et lisible.

J'ai également répertorié l'ensemble des prises RJ45 à installer dans des nouveaux locaux de l'AP-HM en fonction des besoins analysés pour les appareils nécessitant une connexion internet. J'ai effectué ce travail à la demande de Pierre GILARDI (responsable stock, logistique et bâtiments).

## Analyse d'un dossier de conception général d'un prestataire pour le déploiement d'une nouvelle infrastructure WLAN

Mon tuteur m'a aussi demandé d'analyser un dossier de conception général d'un prestataire pour le déploiement de la nouvelle infrastructure WLAN (Réseau sans fil). L'objectif était de vérifier si leur projet correspondait à nos demandes, noter les points importants dans un récapitulatif et faire des suggestions ou des hypothèses complémentaires au rapport parmi les choix qui nous étaient suggérés.

Ainsi le choix le plus important à faire était par rapport au mobility Controller. Un mobility controller est utilisé pour gérer une grande quantité de bornes Wifi, il permet par exemple de faire de la détection d'interférences et d'ajuster en conséquence la puissance des bornes wifi.

Deux mobility Controller étaient proposés parmi la série Aruba 7200 : le modèle 7220 et le modèle 7240MX



**Figure 7: Un Mobility Controller Aruba série 7200**

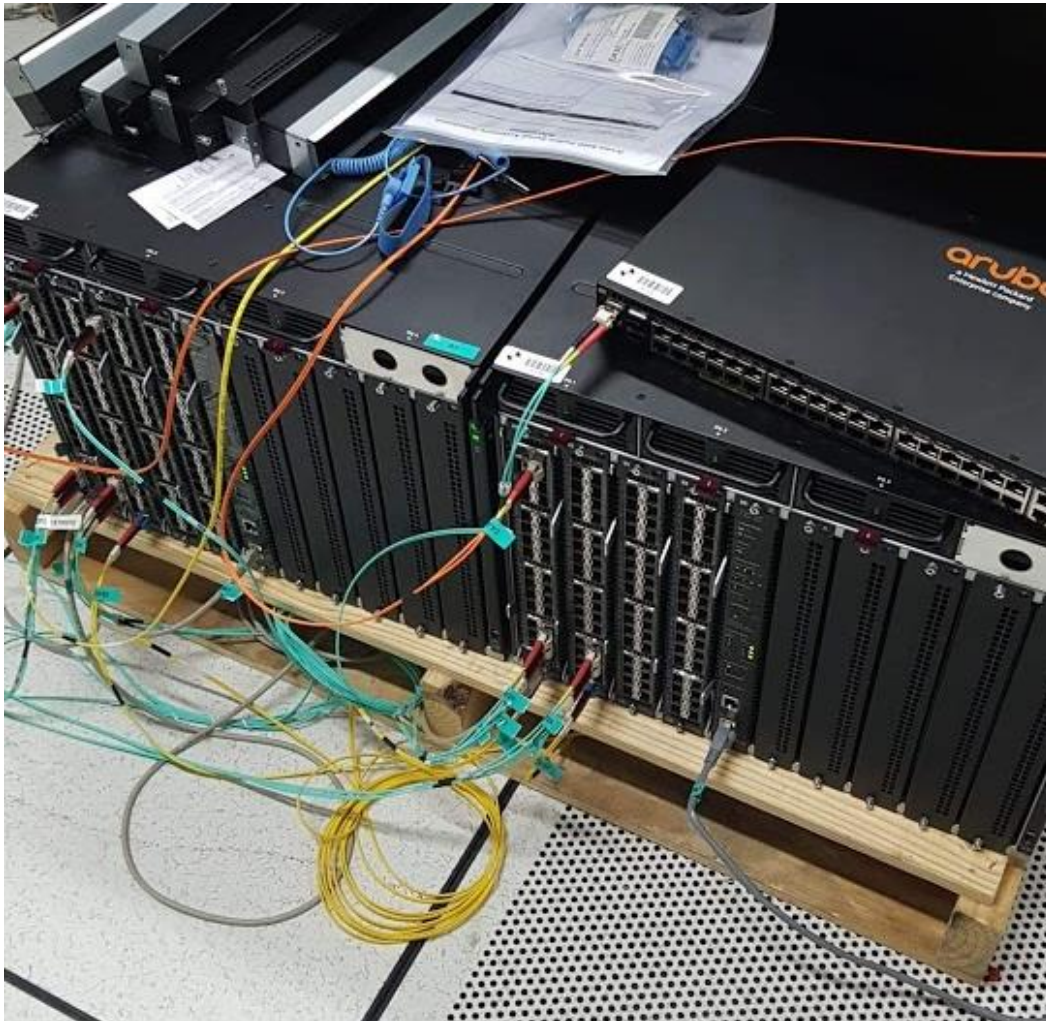
<https://www.arubanetworks.com/fr/produits/produits-reseaux/controlleurs/controlleurs-de-mobilite-serie-7200/#models-tab>

La principale différence entre ces modèles est le nombre de bornes wifi maximum supportées. Ce nombre est de 1024 bornes pour le 7220 contre 2048 bornes pour le 7240MX. Deux Mobility controller seront par ailleurs installés par site.

Personnellement, ayant calculé que le besoin moyen par site était de 600 bornes Wifi, j'ai suggéré que le modèle 7220 conviendrait à nos besoins. Néanmoins du fait de la faible différence de coût entre les deux solutions et de la meilleure évolutivité qu'offrait la seconde option, c'est cette option qui a été sélectionnée par mon tuteur.

### Pré-Installation des Switches Aruba pour le cœur de réseau à la Timone et test du fonctionnement de ceux-ci.

J'ai pu assister à la mise en place des switches du cœur de réseau de la Timone et aider au déploiement de la fibre pour permettre le raccordement de ces switches. Pour faire cette configuration, l'équipe du service infrastructure avait fait appel à des experts travaillant chez HPE. En effet, la configuration d'un switch cœur de réseau étant particulièrement importante et étant donné la faible expérience du personnel de l'AP-HM au niveau de la configuration de switch Aruba, il était préférable de procéder ainsi. La première étape de l'installation d'un nouveau cœur de réseau consiste tout d'abord à ajouter une configuration au switch (encore partielle) pour tester son fonctionnement. Cette configuration doit permettre de se connecter à distance au switch afin d'éviter les déplacements à la Timone. Une fois cette connexion à distance fonctionnelle, il était donc possible pour les experts de HPE d'effectuer des modifications et des tests spécifiques pour le Switch sans avoir à se déplacer. Pour ma part, j'ai donc aidé au raccordement des fibres ainsi qu'à l'installation des switches dans les baies de brassages.



**Figure 8: Les nouveaux switches de cœur de réseau de la Timone en phase de test**

## Conclusion

Durant ce stage, j'ai donc effectué de nombreuses missions allant de la mise en place d'un guide d'utilisation à la configuration de switch en passant par l'analyse de dossier de conception. Ainsi, je pense que ce travail a permis de libérer mon tuteur de certaines tâches et de faciliter la transition du réseau de Cisco vers Aruba. Les retours que j'ai pu avoir par rapport à mon travail de la part de M. Pierre GILARDI et de M. Dominique MARTIN ont par ailleurs été positifs.

Au niveau des résultats obtenus, mes missions s'incluent dans un projet à long terme mené par l'AP-HM et de nombreux problèmes restent encore à résoudre. Ainsi il reste encore de nombreux projets à mener pour le personnel de la DSN avant d'avoir finalisé l'installation des switches, bornes wifi et autres équipements Aruba. C'est pourquoi, il est compliqué de pouvoir tirer une conclusion sur les résultats des différents projets que j'ai menés. Néanmoins l'ensemble des switches que j'ai eu à configurer étaient pleinement fonctionnels.

Ce stage, centré sur le réseau, m'a permis d'étendre ma culture en découvrant de nouveaux matériels comme les switches Aruba ou les firewall Palo Alto que mon tuteur m'a présentés. Suite à ce stage, mon projet professionnel est d'effectuer une formation d'ingénieur en alternance au sein des mines d'Alès dans la spécialité réseaux et informatique. Mon souhait est de trouver une entreprise spécialisée dans les réseaux.



## Remerciements

J'aimerais remercier tout le personnel de la DSN, et plus particulièrement mon tuteur de stage M. JULLIEN Pierre-Alain pour avoir accepté de m'accueillir ainsi que M. MARTIN Dominique pour m'avoir présenté le fonctionnement de l'AP-HM et permis de comprendre plus facilement les différentes missions qui m'ont été allouées durant ce stage.

Je souhaite également adresser mes remerciements les plus sincères à M. DAMOISEAUX Jean-Luc pour m'avoir recommandé aux personnels de l'AP-HM ainsi qu'à M. GRAS Gilles et M. MAYER Philippe pour avoir porté une attention particulière à ma candidature.

Enfin, je suis reconnaissant à tout le personnel de l'IUT pour les compétences et les savoirs qu'ils m'ont enseignés et qui m'ont permis de progresser aussi bien dans les matières techniques que généralistes durant ces 2 dernières années. Ces connaissances m'ont été très utiles durant la réalisation de ce stage.



## Glossaire

**DUT**, Diplôme Universitaire de Technologie

**AP-HM**, Assistance Publique – Hôpitaux de Marseille

**DSN**, Direction des Services Numériques

**SMUR**, Service d'aide médical urgente

**CODIS13**, Centre opérationnel départemental d'incendie et de secours

**UHSA**, Unité hospitalière spécialement aménagée

**PSYDIR**, Psychiatrie/Direction

**LAN**, Local area network (Réseau local)

**VLAN**, Virtual local area network (Réseau local virtuel)

**WLAN**, Wireless LAN (Réseau local sans fil)

**PoE**, Power over Ethernet (Terminal alimenté par le câble Ethernet)