

## MÉMOIRE DE MASTER

Présenté en vue de l'obtention de la  
MASTÈRE PROFESSIONNEL Co-CONSTRUISTE EN INFOTRONIQUE

Spécialité : Infotronique

---

# Déploiement de l'infrastructure IT et SI d'une entreprise et l'intégration des objets connectés au réseau

---

Par MOHAMED AZIZ KAROUI

Réalisé au sein de Zeta Engineering



Président :	Prénom NOM, University Relations Leader, IBM
Rapporteur :	Prénom NOM, Enseignant, ISTIC
Examinateur :	Prénom NOM, Enseignant, ISTIC
Encadrant professionnel :	Prénom NOM, Technicien, ZETA Engineering
Encadrant académique :	Prénom NOM, Enseignant, ISTIC

Période De Stage : 01/04/2023 - 30/09/2023

Année Universitaire : 2022 - 2023

## MÉMOIRE DE MASTER

Présenté en vue de l'obtention de la  
MASTÈRE PROFESSIONNEL Co-CONSTRUISTE EN INFOTRONIQUE

Spécialité : Infotronique

---

# Déploiement de l'infrastructure IT et SI d'une entreprise et l'intégration des objets connectés au réseau

---

Par MOHAMED AZIZ KAROUI

Réalisé au sein de Zeta Engineering



### Autorisation de dépôt du rapport de Projet de Mémoire De Mastère :

Encadrant professionnel :  
CHHIMI Achref

Le :

Signature :

Encadrant académique :  
REKIK Sana

Le :

Signature :

# Dédicaces

Je dédie ce travail à :

À mes chers parents Tarek et Farida, qui ont soutenu mon parcours académique de bout en bout et qui ont consenti tant de sacrifices pour moi,

À tous les membres de ma famille,

À mes amis et collègues qui ont été présents tout au long de mes études,

À Madame Sana Rekik et Monsieur Achref Chhimi pour leur encadrement et leur dévouement à me guider.

Finalement, je tiens à remercier tous ceux qui m'ont soutenu.

# **Remerciement**

Je tiens à exprimer ma gratitude envers toutes les personnes qui m'ont soutenu tout au long de mon projet de fin d'études.

Je voudrais tout d'abord remercier mes directeurs de projet, Mohamed Ali Adala et Nadair Adala, pour leur guidance et leur soutien tout au long de ce projet. Leurs commentaires et leur expertise ont été inestimables pour le succès de ce projet.

Je voudrais également remercier mes amis et ma famille pour leur soutien constant tout au long de mes études et pour leur encouragement pendant ce projet de Mémoire De Mastère. Leurs encouragements et leur soutien ont été essentiels pour que je puisse poursuivre mes études jusqu'à ce jour.

Je voudrais également remercier mes collègues et camarades de classe pour leur collaboration, leur aide et leur partage de connaissances. Leurs contributions ont été précieuses pour la réalisation de ce projet.

Je tiens également à exprimer ma gratitude envers les membres du jury qui ont pris le temps de lire et d'évaluer ce rapport de projet de fin d'études. Leurs commentaires et leur retour ont été extrêmement précieux pour moi.

Enfin, je voudrais remercier Zeta Engineering pour leur contribution financière qui m'a permis de réaliser ce projet. Leur soutien financier a été crucial pour l'acquisition des ressources nécessaires à la réalisation de ce projet.

Je suis reconnaissant envers toutes ces personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réussite de ce projet de fin d'études. Votre soutien a été inestimable et je ne pourrais jamais vous remercier assez pour votre aide et vos encouragements.

# Table des matières

<b>Introduction générale</b>	<b>1</b>
<b>1 Contexte du projet</b>	<b>3</b>
1.1 Introduction . . . . .	3
1.2 Présentation de l'organisme d'accueil . . . . .	4
1.2.1 Organisme d'accueil . . . . .	4
1.2.2 Domaines d'activités . . . . .	5
1.3 Présentation du projet . . . . .	5
1.3.1 Cadre de projet . . . . .	6
1.3.2 Problématique . . . . .	7
1.4 Méthodologie de travail et planification . . . . .	7
1.4.1 Présentation de la méthodologie . . . . .	8
1.4.2 Choix de Cascade . . . . .	9
1.5 Conclusion . . . . .	10
<b>2 Déploiement de l'infrastructure IT</b>	<b>11</b>
2.1 Introduction . . . . .	11

2.2	Outils et Technologies Utilisées . . . . .	12
2.2.1	Matériel Utilisé . . . . .	12
2.2.2	Logiciel utilisé . . . . .	14
2.3	Présentation des locaux et Déploiement de Réseau MAN . . . . .	15
2.3.1	Présentation des trois locaux . . . . .	15
2.3.2	Définition du Réseau MAN . . . . .	15
2.3.3	Implémentation du MAN et le choix de TP-Link . . . . .	17
2.4	L'architecture Réseau Rades . . . . .	22
2.4.1	Topologie en GNS3 . . . . .	22
2.4.2	Configuration en GNS3 . . . . .	24
2.4.3	Implémentation . . . . .	32
2.5	L'architecture Réseau Rades Mélian . . . . .	34
2.5.1	Topologie en GNS3 . . . . .	34
2.5.2	Configuration dans GNS3 . . . . .	36
2.5.3	Implémentation . . . . .	39
2.5.4	Définition du Pare-feu et choix de pfSense . . . . .	39
2.5.5	Implémentation du Pare-feu . . . . .	40
2.6	L'architecture Réseau Ezzahra . . . . .	45
2.6.1	Topologie en GNS3 . . . . .	46
2.6.2	Configuration en GNS3 . . . . .	47
2.6.3	Implémentation . . . . .	47
2.7	Conclusion . . . . .	48

<b>3 Déploiement du Système d'information</b>	<b>50</b>
3.1 Introduction . . . . .	50
3.2 Les solutions choisies . . . . .	51
3.3 Déploiement de solutions choisies . . . . .	52
3.3.1 OS Serveur . . . . .	52
3.3.2 Visualisation . . . . .	54
3.3.3 DHCP . . . . .	56
3.3.4 VoIP/Téléphonie . . . . .	59
3.3.5 ERP/CRM . . . . .	60
3.3.6 GLPI . . . . .	62
3.3.7 openLDAP . . . . .	64
3.4 Conclusion . . . . .	66
<b>4 Intégration des objets connectés</b>	<b>67</b>
4.1 Introduction . . . . .	67
4.2 Objets Connectés . . . . .	68
4.2.1 Imprimantes . . . . .	69
4.2.2 Camera de Surveillance . . . . .	70
4.2.3 Machine de Pointage . . . . .	71
4.2.4 Les Lampes et le Thermostat . . . . .	72
4.3 Solution avec Raspberry Pi . . . . .	74
4.3.1 Installation Raspberry Pi OS . . . . .	74

4.3.2	Installation Node-RED . . . . .	76
4.3.3	Préparation de Node-RED . . . . .	78
4.3.4	Sécurité de Node-RED . . . . .	80
4.3.5	Réalisation en Node-RED . . . . .	83
4.3.6	Intégration dans le parc informatique . . . . .	94
4.4	Conclusion . . . . .	95
<b>5</b>	<b>Conclusion Générale</b>	<b>97</b>
<b>Bibliographie</b>		<b>99</b>
<b>Acronyme</b>		<b>101</b>

# Table des figures

1.1	Méthodologie en Cascade . . . . .	9
2.1	Metropolitan Area Network . . . . .	16
2.2	Déballage du TP-Link CPE610 . . . . .	17
2.3	Assemblage des pièces du TP-Link CPE610 . . . . .	18
2.4	Initialisation du TP-Link . . . . .	18
2.5	Initialisation du TP-Link en mode test . . . . .	19
2.6	Panneau de contrôle du TP-Link . . . . .	19
2.7	Initialisation de l'émetteur . . . . .	20
2.8	Initialisation du récepteur . . . . .	20
2.9	Test de connexion entre le point d'accès TP-Link et le client TP-Link . . . . .	21
2.10	Test de connexion entre le point d'accès TP-Link et le client TP-Link . . . . .	21
2.11	Installation du TP-Link CPE610 à Rades Melian . . . . .	22
2.12	Topologie du réseau de l'Office de Rades . . . . .	23
2.13	Topologie du réseau de l'Office de Rades 2 . . . . .	24
2.14	Réglage de l'IP adresse . . . . .	25

2.15	Test de connexion . . . . .	26
2.16	Configurer le Port f0/1 . . . . .	27
2.17	Ping de Utilisateur4 vers l'internet . . . . .	28
2.18	Configuration de Routeur . . . . .	29
2.19	Test de connexion des utilisateurs . . . . .	30
2.20	Test de connexion des utilisateurs 2 . . . . .	31
2.21	Test de connexion des utilisateurs 3 . . . . .	32
2.22	Routeur Cisco 891F . . . . .	33
2.23	Interconnexion des commutateurs pour le bureau de Rades	33
2.24	Topologie de réseau en Rades Melian en GNS3 . . . . .	35
2.25	Configuration du pfsense . . . . .	36
2.26	Configuration du pfsense 2 . . . . .	37
2.27	Configuration du pfsense 3 . . . . .	37
2.28	Metropolitan Area Network . . . . .	38
2.29	Metropolitan Area Network . . . . .	38
2.30	La Distance entre le Bureau Rades et Rades Melian . . . . .	39
2.31	Installation de pfSense - Étape 1 . . . . .	41
2.32	Installation de pfSense - Étape 2 . . . . .	41
2.33	Installation de pfSense - Étape 3 . . . . .	42
2.34	Installation de pfSense - Étape 4 . . . . .	42
2.35	Installation de pfSense - Étape 5 . . . . .	43
2.36	Installation de pfSense - Étape 6 . . . . .	43

2.37 Installation de pfSense - Étape 7 . . . . .	44
2.38 Tableau de bord de pfSense . . . . .	44
2.39 Interfaces de pfSense . . . . .	45
2.40 Topologie Réseau Bureau Ezzahra . . . . .	46
2.41 Distance entre Bureau Rades et Bureau Ezzhara . . . . .	47
2.42 Distance entre Bureau Rades et Bureau Ezzhara . . . . .	48
2.43 Distance Total entre les bureaux . . . . .	49
3.1 Diagramme du Système d'information . . . . .	52
3.2 Connexion à Ubuntu Server 22.04 via Putty . . . . .	53
3.3 Résultat de la commande "neofetch" sur Ubuntu Server 22.04	54
3.4 Installation des packages KVM . . . . .	55
3.5 Vérification de l'état du service libvirtd . . . . .	55
3.6 Accès à Virt-Manager via Xming et Putty . . . . .	56
3.7 Mise à jour du système Linux . . . . .	57
3.8 Redémarrage du service isc-dhcp . . . . .	57
3.9 Configuration du fichier dhcpcd.conf . . . . .	58
3.10 Exemple de fichier de configuration dhcpcd.conf . . . . .	58
3.11 État du service ISC DHCP . . . . .	59
3.12 Installation d'Asterisk sur Ubuntu . . . . .	60
3.13 Confirmation du fonctionnement d'Asterisk avec Zoiper . .	60
3.14 Installation d'Odoo sur Ubuntu . . . . .	61
3.15 Tableau de bord d'Odoo avec les modules CRM installés .	62

3.16 Tableau de bord de GLPI . . . . .	63
3.17 Tableau de bord de phpLDAPAdmin . . . . .	65
4.1 Topologie IoT . . . . .	68
4.2 Imprimante de l'entreprise . . . . .	69
4.3 Camera Dahua de l'entreprise . . . . .	70
4.4 Logiciel SmartPSS . . . . .	70
4.5 Machine de pointage ZKTeco . . . . .	71
4.6 Logiciel ZKAccess 3.5 . . . . .	72
4.7 Topologie IoT 2 . . . . .	73
4.8 Installation du Raspberry Pi OS . . . . .	75
4.9 Installation du Node-RED avec le Script Officiel Bash . . .	76
4.10 En cours d'Installation du Node-RED . . . . .	77
4.11 En cours d'Installation du Node-RED . . . . .	77
4.12 Le démarrage du Node-RED . . . . .	78
4.13 Interface Node-RED . . . . .	79
4.14 Installation du dashboard Node-RED . . . . .	79
4.15 Installation du nœud DHT11 dans Node-RED . . . . .	80
4.16 Configuration de la sécurité dans Node-RED en Settings.js	81
4.17 Création d'un code de hachage . . . . .	81
4.18 Mise à jour du code de hachage dans Settings.js . . . . .	82
4.19 Connexion avec le nouveau mot de passe . . . . .	82
4.20 Schéma de notre réalisation . . . . .	83

4.21 Ajout d'un Inject Node pour répéter l'action chaque 10 secondes . . . . .	84
4.22 Configurer une node Fonction pour séparer l'humidité de la température . . . . .	85
4.23 Le résultat de Debug Node . . . . .	86
4.24 Switch Node . . . . .	87
4.25 Raspberry GPIO Output Node . . . . .	88
4.26 Le Projet en Node-RED . . . . .	89
4.27 Circuit de mon Projet . . . . .	90
4.28 Le Dashboard Login en Mobile . . . . .	91
4.29 Le Dashboard Room 1 en Chrome . . . . .	92
4.30 Le Dashboard Room 3 en Chrome . . . . .	92
4.31 Circuit de mon Projet en marche . . . . .	93
4.32 Installation de FusionInventory-Agent . . . . .	94
4.33 Configuration de FusionInventory-Agent . . . . .	95
4.34 Tableau de bord de GLPI avec le Raspberry Pi intégré . . . . .	95

# Liste des tableaux

1.1	Les nouveaux Locaux de Zeta . . . . .	6
2.1	Tableau du matériel utilisées . . . . .	13
2.2	Tableau du logiciel utilisées - Partie 1 . . . . .	14
2.3	Tableau du logiciel utilisées Partie 2 . . . . .	15
3.1	Les Solutions Choisis pour le Système d'information . . . . .	51

# Introduction générale

L'intégration des objets connectés dans les systèmes d'information des entreprises est une nécessité pour répondre aux exigences accrues du marché et à l'évolution incessante de la technologie [1]. Dans ce contexte, ce rapport de mémoire de mastère porte sur l'intégration des objets connectés au système d'information de l'entreprise Zeta Engineering.

Les objets connectés ont connu un développement sans précédent ces dernières années. Leur intégration dans les systèmes d'information des entreprises offre des opportunités considérables pour améliorer l'efficacité opérationnelle et la prise de décision.

Ce rapport se concentre sur notre expérience de travail avec l'organisme d'accueil pour réaliser ce projet. Nous avons travaillé en étroite collaboration avec l'équipe IT de cette entreprise pour déployer l'infrastructure nécessaire, intégrer les objets connectés et développer un système d'information approprié pour gérer les données collectées. Nous avons divisé notre rapport en quatre chapitres pour expliquer notre approche et notre travail :

- Le premier chapitre présente le projet et son contexte, ainsi que l'organisme d'accueil. Nous expliquons les activités de l'entreprise, ses objectifs et ses besoins en matière d'objets connectés. De même nous présentons également les parties prenantes impliquées dans ce projet, afin de mieux comprendre les enjeux et les attentes de chacune. Cette présentation nous permettons d'établir les fondements nécessaires pour la mise en place d'une infrastructure et d'un système d'information adaptés à l'intégration des objets connectés.
- Le deuxième chapitre décrit le déploiement de l'infrastructure IT. Nous détaillons les différents éléments nécessaires à intégrer dans une entreprise comme les serveurs et les réseaux.

- Le troisième chapitre explique le déploiement du système d'information. Nous présentons les choix technologiques que nous avons faits, les différentes étapes de la mise en place du système et les tests effectués pour valider son fonctionnement.
- Le dernier chapitre, se concentre sur l'intégration des objets connectés. Nous expliquons comment nous avons relié les objets connectés au système d'information pour collecter et analyser les données collectées. Nous discutons également des défis rencontrés et des solutions mises en place pour y faire face.

En conclusion de cette introduction générale, nous avons présenté l'importance croissante de l'intégration des objets connectés dans les systèmes d'information des entreprises. Ce rapport se concentrera sur notre expérience avec l'entreprise Zeta Engineering, détaillant les étapes clés de notre projet, du déploiement de l'infrastructure au développement du système d'information, en passant par la déploiement de l'infrastructure IT et SI puis l'intégration des objets connectés.

# **Chapitre 1**

## **Contexte du projet**

### **1.1 Introduction**

Le premier chapitre de ce rapport présente l'organisme d'accueil ainsi que le projet de déploiement de l'infrastructure IT et SI d'une entreprise et l'intégration d'objet connectés au réseau.

Nous commençons par une présentation de l'entreprise et de ses activités, ainsi que de ses objectifs en matière de technologies connectées. Ensuite, nous expliquons le contexte dans lequel s'inscrit ce projet, en évoquant les enjeux et les besoins auxquels il répond.

Enfin, nous présentons les parties prenantes impliquées dans ce projet, ainsi que leurs rôles respectifs dans sa réalisation. Ce premier chapitre permettra ainsi de poser les bases nécessaires pour la compréhension du projet et de ses enjeux.

Le premier chapitre de ce rapport présente l'organisme d'accueil ainsi que le projet de déploiement de l'infrastructure IT et SI d'une entreprise et l'intégration d'objet connectés au réseau.

Nous commençons par une présentation de entreprise et de ses activités, ainsi que de ses objectifs en matière de technologies connectées.

Ensuite, nous expliquons le contexte dans lequel s'inscrit ce projet, en évoquant les enjeux et les besoins auxquels il répond.

Enfin, nous présentons les parties prenantes impliquées dans ce projet, ainsi que leurs rôles respectifs dans sa réalisation. Ce premier chapitre permet ainsi de poser les bases nécessaires pour la compréhension du projet et de ses enjeux.

## 1.2 Présentation de l'organisme d'accueil

Dans cette section, nous abordons la présentation de l'organisme d'accueil Zeta Engineering ainsi que son domaine d'activités.

### 1.2.1 Organisme d'accueil

Notre stage de projet de Mémoire De Mastère a été réalisé chez Zeta Engineering, un bureau d'étude multifonction appartenant au groupe Agexis [2], qui intervient sur la zone européenne et africaine.

Nous avons effectué ce stage dans le cadre de l'obtention de notre diplôme de Mastère Professionnel Co-construit en Infotronique.

Le groupe Agexis est un bureau d'étude technique pluridisciplinaire et maître d'oeuvre du bâtiment et des infrastructures. Il est implanté en Île-de-France depuis 2015.

AB Engineering, une autre filiale du groupe, est également un bureau d'étude technique pluridisciplinaire et maître d'oeuvre du bâtiment et des infrastructures, implanté en Île-de-France depuis 2011.

Quant à Zeta Engineering, elle est spécialisée dans le consulting et

l'engineering, et se consacre principalement au conseil en communication, marketing, IT et gestion pour les entreprises, en Tunisie comme en France. Elle est basée en Tunisie depuis 2018.

Zeta Engineering est située à l'adresse 58 Rue de la Solidarité à Rades Méliane en Tunisie.

Nous avons été encadrés par une équipe de professionnels compétents et expérimentés lors de notre stage, durant lequel nous avons travaillé sur un projet passionnant dans le domaine IT.

### **1.2.2 Domaines d'activités**

Zeta Engineering, en collaboration avec AGEXIS et AB Engineering, est chargée de mettre en place leur stratégie marketing pour la période 2020-2030, en déployant leur communication et leur commercialisation.

Ce entreprise de bureau d'étude multifonction est située en Tunisie et travaille en étroite collaboration avec Agexis. Les services proposés par Zeta Engineering sont très diversifiés et couvrent différents secteurs.

Zeta Engineering s'appuie sur son expertise technique et son expérience pour fournir des solutions d'ingénierie innovantes et de haute qualité, depuis la phase de conception jusqu'à la production, en passant par la simulation, la modélisation, la validation et la certification.

## **1.3 Présentation du projet**

Dans cette section, nous abordons le cadre de notre projet, ainsi que la problématique de notre projet.

### 1.3.1 Cadre de projet

Dans le cadre de notre projet de mémoire mastère, nous avons été accueillis au sein de Zeta Engineering. Notre mission consiste à mettre en place une infrastructure IT et SI pour relier les trois bureaux de l'entreprise, situés respectivement à Rades Habib Bourgiba, Rades Meliane et Ezzahra, via un réseau MAN.

Logo	Adresse	Fonctionnalité
 <b>ZETA</b> ENGINEERING	Rades Meliane, Rue de la Solidarité	Réservé à l'administration et Diffusion Globale
	Rades, Rue Habib Bourgiba	Centre d'appel
	Ezzahra, Rue Habib Bourgiba	Abrite les ingénieurs et les développeurs Informatique

TABLE 1.1 – Les nouveaux Locaux de Zeta

Notre projet consiste également à connecter les objets tels que les machines de pointage, les thermostats, les lampes, les smartphones et les

caméras de surveillance pour une utilisation plus efficace de ces ressources au sein de l'entreprise.

### **1.3.2 Problématique**

L'intégration d'un système d'information avec des objets connectés représente un défi majeur pour de nombreuses entreprises qui cherchent à améliorer leur efficacité et leur compétitivité.

Cette transition soulève des problématiques complexes, telles que la gestion de données massives, la sécurité des systèmes, la compatibilité des technologies et la formation des employés.

Comment surmonter ces défis pour réussir la transition d'un système d'information traditionnel vers un système d'information intégrant des objets connectés ? Quelles sont les meilleures pratiques, les outils et les stratégies à adopter pour assurer une intégration réussie et durable ?

En explorant ces questions, nous mettons en évidence l'importance du déploiement efficace des infrastructures IT et SI ainsi que l'intégration réussie des objets connectés pour soutenir les activités opérationnelles des entreprises.

## **1.4 Méthodologie de travail et planification**

Dans cette section, nous abordons la présentation d'une méthodologie, ainsi que la problématique de notre projet.

### 1.4.1 Présentation de la méthodologie

Dans le vaste éventail de méthodologies de gestion de projet, telles que le modèle en V, la méthodologie itérative, Scrum, et bien d'autres, nous avons choisi d'adopter le modèle en cascade pour notre projet. Aussi connue sous le nom de méthodologie en cascade, cette approche séquentielle est souvent privilégiée dans les projets de Mémoire De Mastère en raison de sa simplicité et de sa facilité de compréhension.

Le choix de la méthodologie en cascade repose sur divers facteurs spécifiques à notre projet. Tout d'abord, nous avons identifié que les besoins et les exigences du projet étaient relativement bien connus et stables dès le départ. Cette méthodologie convient parfaitement lorsque les étapes du projet peuvent être définies en amont et que les changements ne sont pas susceptibles d'être fréquents.

De plus, notre équipe avait une compréhension claire des objectifs à atteindre et de la séquence des tâches à accomplir. Cette méthode en cascade nous a fourni un cadre structuré pour aborder chaque étape de manière méthodique, permettant une planification précise et une gestion efficace des ressources.

En somme, le modèle en cascade s'est avéré approprié pour notre projet en fournissant une structure bien définie qui a facilité la gestion des différentes phases du déploiement de l'infrastructure IT, de l'infrastructure SI et de l'intégration des objets connectés.

La figure 1.1 illustre les étapes caractéristiques de la méthodologie en cascade. Cette approche linéaire [?] et séquentielle guide le projet à travers une série d'étapes bien définies. Initiant avec l'analyse des besoins et la planification, elle progresse ensuite vers la conception, la réalisation, les tests et enfin, la phase de déploiement et de maintenance. Chaque phase est traitée de manière séparée et successive, avec des étapes claires et spécifiques à accomplir avant de passer à la suivante. Cette structure rigoureuse garantit une progression ordonnée du projet, en mettant l'accent sur la finalisation de chaque étape avant de passer à la suivante.

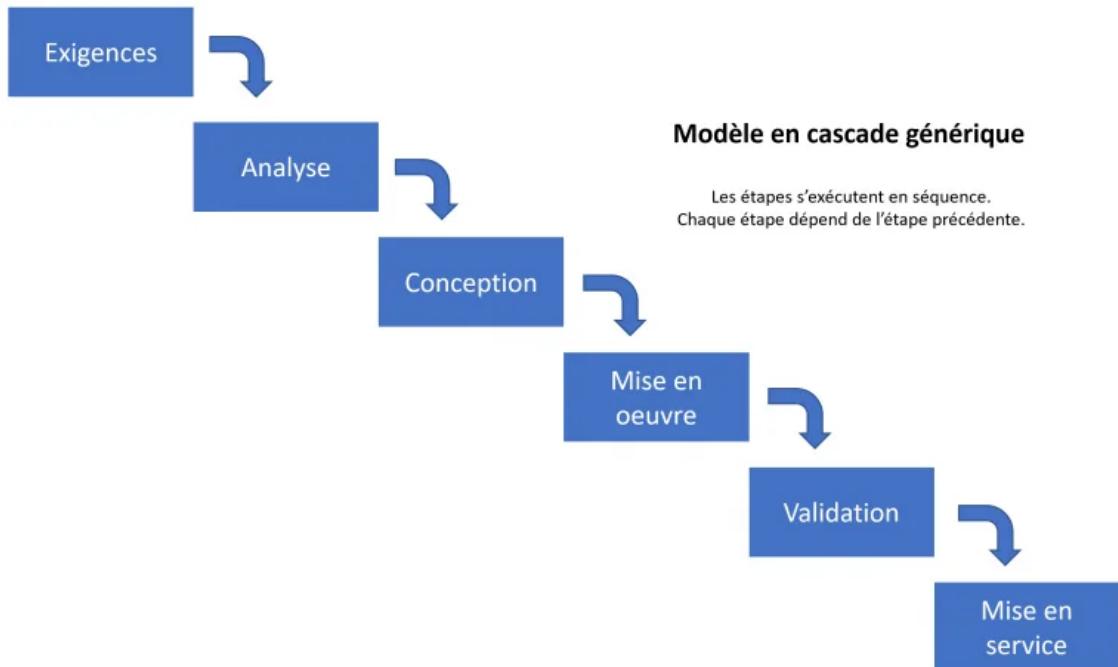


FIGURE 1.1 – Méthodologie en Cascade

Le processus de la méthodologie en cascade se divise en plusieurs phases séquentielles, chacune étant une étape préalable à la suivante. Les étapes typiques incluent la définition des besoins, l'analyse, la conception, la mise en œuvre, les tests et la maintenance.

Dans cette méthodologie, chaque étape doit être achevée avant que la suivante puisse commencer. Les étapes ne peuvent pas être rétrogradées et doivent être effectuées dans l'ordre établi. Cela signifie que le projet doit être entièrement défini et spécifié avant que la conception ne puisse commencer, et que la conception doit être terminée avant que la mise en œuvre puisse commencer, et ainsi de suite.

#### 1.4.2 Choix de Cascade

Étant donné que notre projet comporte plusieurs étapes qui dépendent de l'étape précédente, notre organisme d'accueil nous a demandé d'utiliser la méthode en cascade. Cette approche implique de terminer une phase du projet avant de passer à la suivante.

Ainsi, chaque chapitre de notre rapport se consacre à expliquer les choix matériels et logiciels adoptés, ainsi qu'à détailler l'exécution de chaque composant du projet. Cette méthodologie nous permet de travailler de manière organisée et structurée, en veillant à ce que chaque étape soit achevée de manière adéquate avant de passer à la suivante [4] .

## 1.5 Conclusion

En conclusion, ce premier chapitre nous a permis de présenter l'organisme d'accueil Zeta Engineering et son contexte de projet, qui consiste à ouvrir trois nouveaux bureaux à Rades, Rades Meliane et Ezzahra.

Nous avons également abordé la méthodologie choisie pour la gestion de ce projet, à savoir la méthode en cascade, qui nous permet de travailler de manière séquentielle en terminant chaque phase avant de passer à la suivante. Les choix matériels et logiciels pour chaque étape sont également détaillés dans les chapitres suivants afin d'assurer une bonne exécution du projet.

# **Chapitre 2**

## **Déploiement de l'infrastructure IT**

### **2.1 Introduction**

Le déploiement de l'infrastructure informatique est une étape cruciale pour le de Zeta Engineering. Après avoir choisi la méthodologie en cascade, nous sommes prêts à passer à la mise en place de l'infrastructure nécessaire à la réalisation du projet.

Dans ce chapitre, nous détaillons les différentes étapes du déploiement de l'infrastructure IT, notamment la mise en place du réseau, la sélection des équipements matériels et logiciels.

Nous expliquons également les choix techniques que nous avons effectués pour répondre aux exigences de l'entreprise et assurer une infrastructure robuste et sécurisée. Tout au long de ce chapitre, nous détaillons les différentes étapes du déploiement et expliquons les raisons de nos choix techniques afin de permettre une compréhension approfondie de notre approche.

## **2.2 Outils et Technologies Utilisées**

Dans cette partie, nous allons détailler les différents outils et technologies que nous avons utilisés pour établir l'infrastructure réseau IT et SI nécessaire à la mise en place.

Nous abordons tout d'abord le matériel que nous avons sélectionné et configuré pour répondre aux besoins de l'entreprise, dans la sous-section 2.1 "Matériel Utilisé".

Ensuite, nous présentons l'environnement IT que nous avons mis en place, en décrivant les différentes technologies et logiciels utilisés pour assurer une infrastructure stable, performante et sécurisée, dans la sous-section "Environnement IT".

Cette présentation détaillée nous permettra de mieux comprendre les choix que nous avons effectués pour répondre aux exigences de l'entreprise et assurer une mise en œuvre réussie de notre projet.

### **2.2.1 Matériel Utilisé**

Dans cette sous-section, nous présentons le matériel utilisé, notamment les commutateurs, le pare-feu et les cartes électroniques, sous forme d'un tableau comme suit.

Logo	Nom de l'équipement	Fonctionnalité
	E-Wall Pare-Feu	Une solution de sécurité essentielle pour protéger les réseaux informatiques contre les menaces externes. Son utilisation permet de renforcer la sécurité, de contrôler le trafic réseau et de détecter les activités malveillantes, contribuant ainsi à la préservation de l'intégrité, de la confidentialité et de la disponibilité des données.
	Commutateurs HP1910 G24	Un modèle de commutateur d'entreprise qui offre des fonctionnalités de gestion avancées pour les réseaux LAN. Il dispose de 24 ports Gigabit Ethernet et peut être géré via une interface web ou en ligne de commande. Il prend en charge les protocoles de gestion de réseau SNMP, RMON et LLDP, ainsi que les VLAN, le QoS, le STP et d'autres fonctionnalités de sécurité.
	TP-Link CPE610	Le TP-Link CPE610 est un point d'accès extérieur sans fil conçu pour fournir une connectivité Wi-Fi à longue portée dans des environnements extérieurs. Il utilise une antenne directionnelle à haut gain pour offrir des connexions sans fil stables et fiables sur de longues distances.
	Dell PowerEdge R720	Le Dell PowerEdge R720 est un serveur rackable de haute performance, fiable et évolutif, offrant une grande capacité de stockage et de traitement de données pour les applications critiques de l'entreprise. Il est équipé de processeurs Intel Xeon E5-2600 v2 et peut prendre en charge jusqu'à 1,5 To de mémoire vive. Le PowerEdge R720 dispose également de fonctionnalités de haute disponibilité telles que les alimentations redondantes, les disques durs en miroir et les cartes réseau doubles.
	Le Dell T1700 Tower	Le Dell T1700 Tower est un modèle de serveur de bureau de la gamme Dell Precision. Il est conçu pour offrir des performances fiables et une grande stabilité pour les applications professionnelles exigeantes. Le T1700 est équipé d'un processeur Intel Core i7 et peut prendre en charge jusqu'à 32 Go de mémoire vive.
	Raspberry Pi B+ V1.2	Un ordinateur monocarte (single-board computer) de la taille d'une carte de crédit, développé par la fondation Raspberry Pi. Il est équipé d'un processeur ARM Cortex-A53 quad-core à 1,4 GHz, de 1 Go de RAM, de plusieurs ports USB, d'un port Ethernet, de connecteurs audio et vidéo, et d'un slot pour carte microSD pour le stockage. Il peut être utilisé pour une grande variété de projets, notamment des serveurs, des media centers, des stations de développement, des robots, des systèmes embarqués, etc.

TABLE 2.1 – Tableau du matériel utilisées

## 2.2.2 Logiciel utilisé

Dans cette sous-section nous présentons les logiciels utilisées comme les GNS3 et VNC Viewer pour créer notre infrastructure réseau sous forme de tableau suivant.

Logo	Nom de l'équipement	Fonctionnalité
	GNS3	GNS3 est un logiciel open-source de simulation de réseaux informatiques. Il permet de créer des topologies réseau virtuelles en utilisant des images de routeurs, de commutateurs et d'autres équipements réseau.
	VMware Workstation	VMware Workstation est un logiciel de virtualisation puissant qui permet d'exécuter plusieurs systèmes d'exploitation sur une seule machine physique. Il offre la possibilité de créer et de gérer des machines virtuelles (VM) sur une plateforme hôte, ce qui permet d'exécuter plusieurs systèmes d'exploitation simultanément. VMware Workstation est disponible pour les principales plateformes telles que Windows, Linux et macOS.
	VNC Viewer	VNC Viewer est une application de bureau à distance qui permet de se connecter à un ordinateur distant et d'en contrôler l'écran et les applications à distance. Il offre la possibilité de se connecter à distance à des appareils tels que le Raspberry Pi, permettant ainsi une gestion et un contrôle pratiques de l'appareil à partir d'un autre ordinateur.
	Advanced IP Scanner	Advanced IP Scanner est un outil de gestion de réseau qui permet de scanner rapidement un réseau et de trouver tous les périphériques connectés, y compris les ordinateurs, les imprimantes, les routeurs, les commutateurs, les caméras IP, etc. Il permet également de détecter les adresses IP inactives et les ports ouverts sur les périphériques.
	Fritzing	Fritzing est un logiciel de conception électronique open-source qui permet de créer des schémas électroniques, des circuits imprimés et des modèles de connexion pour des projets électroniques. Il offre une interface conviviale et intuitive, ce qui facilite la création de schémas électroniques même pour les débutants.

TABLE 2.2 – Tableau du logiciel utilisées - Partie 1

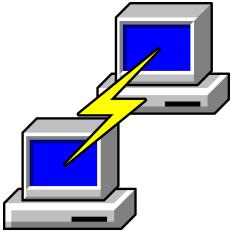
	Putty	PuTTY est un logiciel client pour les protocoles de communication SSH, Telnet et Rlogin, permettant d'établir des connexions réseau sécurisées avec des ordinateurs distants. Il est utilisé principalement pour administrer des serveurs à distance, mais peut également être utilisé pour des transferts de fichiers et des sessions de console distantes.
 Raspberry Pi OS	Raspberry Pi Imager	Raspberry Pi Imager est un logiciel qui permet de facilement installer des systèmes d'exploitation sur une carte SD ou une clé USB pour Raspberry Pi. Il offre une interface graphique simple à utiliser pour sélectionner et télécharger les images d'OS disponibles.
	Xming	Xming est un serveur d'affichage X open source qui permet d'exécuter des applications graphiques Linux sur des systèmes Windows. Il fournit un environnement graphique pour les applications Linux, ce qui permet aux utilisateurs de Windows d'accéder et d'interagir avec des applications Linux à distance.

TABLE 2.3 – Tableau du logiciel utilisées Partie 2 2

## 2.3 Présentation des locaux et Déploiement de Réseau MAN

### 2.3.1 Présentation des trois locaux

### 2.3.2 Définition du Réseau MAN

Un réseau MAN est un type de réseau de communication qui couvre une zone géographique intermédiaire entre un réseau LAN et un réseau WAN. [5]

# Metropolitan area network (MAN)

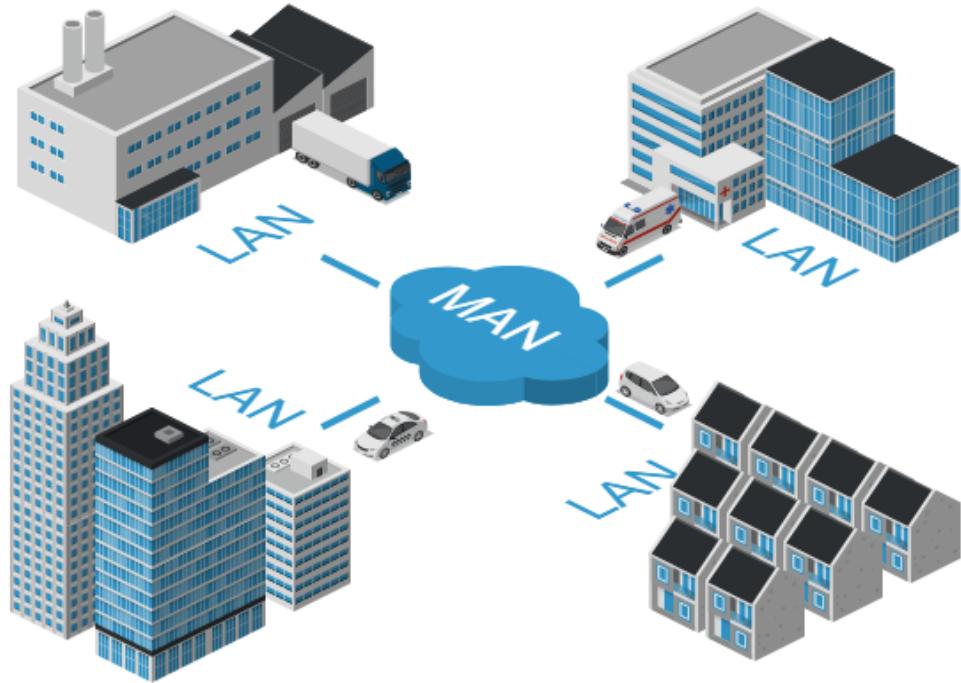


FIGURE 2.1 – Metropolitan Area Network

Contrairement à un réseau LAN qui est généralement limité à une seule installation ou à un seul site comme démontré dans la figure 2.1, un réseau MAN s'étend sur une zone géographique plus étendue, comme une ville entière ou une zone métropolitaine.

Dans le contexte de notre projet à Zeta Engineering, l'objectif est de relier les trois bureaux de l'entreprise situés à Rades Habib Bourgiba, Rades Meliane et Ezzahra via un réseau MAN pour permettre une communication efficace et une gestion centralisée des ressources.

### 2.3.3 Implémentation du MAN et le choix de TP-Link

Pour établir notre réseau étendu (MAN), nous avons choisi d'utiliser le TP-Link CPE610. Ce point d'accès sans fil est spécialement conçu pour offrir une connectivité longue distance en utilisant la fréquence de 5 GHz.

Nous avons suivi les étapes d'assemblage et d'installation illustrées dans les images ci-dessous pour installer le TP-Link CPE610 :



FIGURE 2.2 – Déballage du TP-Link CPE610

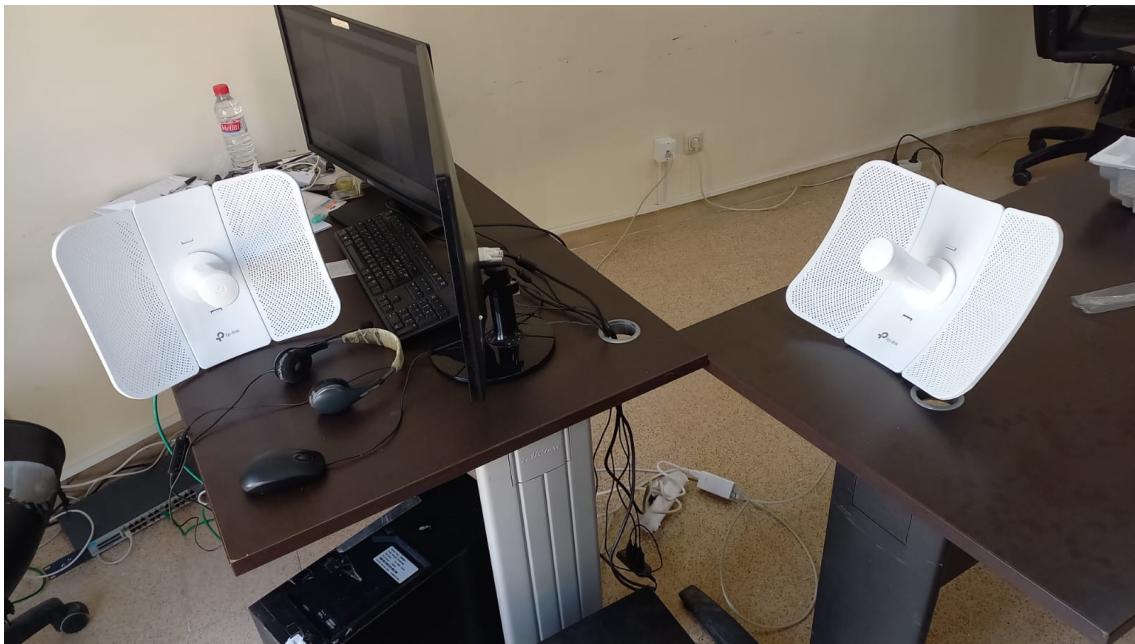


FIGURE 2.3 – Assemblage des pièces du TP-Link CPE610

Après avoir soigneusement assemblé les différentes composantes du TP-Link, nous sommes en mesure d'accéder à son panneau d'administration via une connexion LAN. À partir de là, nous entamons le processus d'initialisation et de configuration.

La Figure 2.4 illustre l'étape d'initialisation du TP-Link, où nous configurons les paramètres essentiels pour son bon fonctionnement.

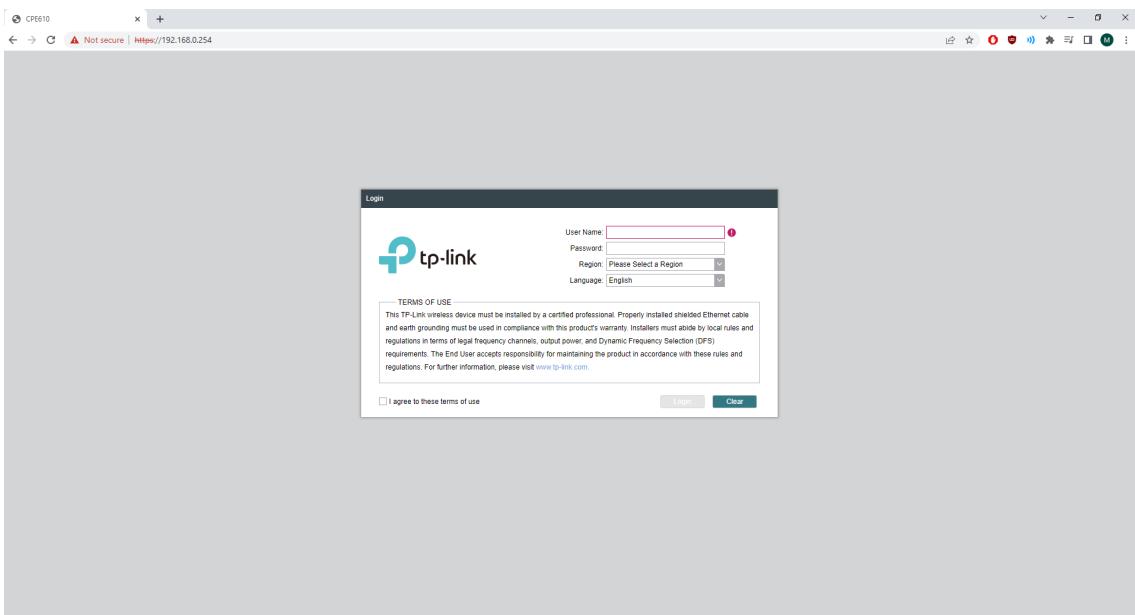


FIGURE 2.4 – Initialisation du TP-Link

La configuration en mode test est représentée dans la Figure 2.5, nous permettant de vérifier les performances du dispositif avant une utilisation complète.

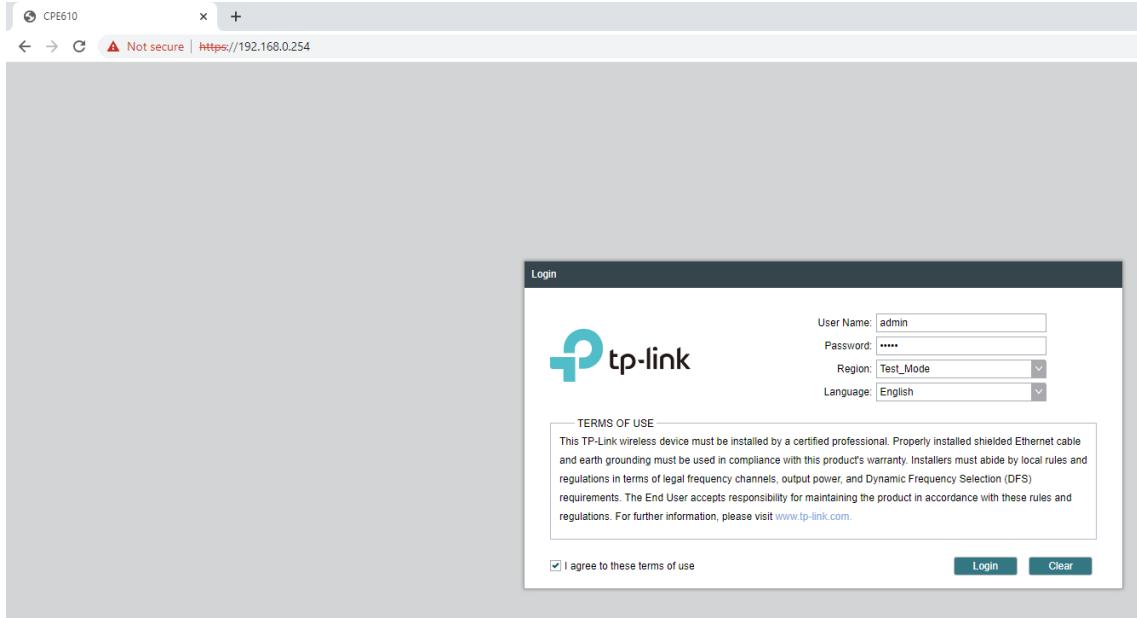


FIGURE 2.5 – Initialisation du TP-Link en mode test

Le panneau de contrôle complet du TP-Link est dépeint dans la Figure 2.6, où nous pouvons régler et surveiller divers paramètres pour garantir un réseau stable.

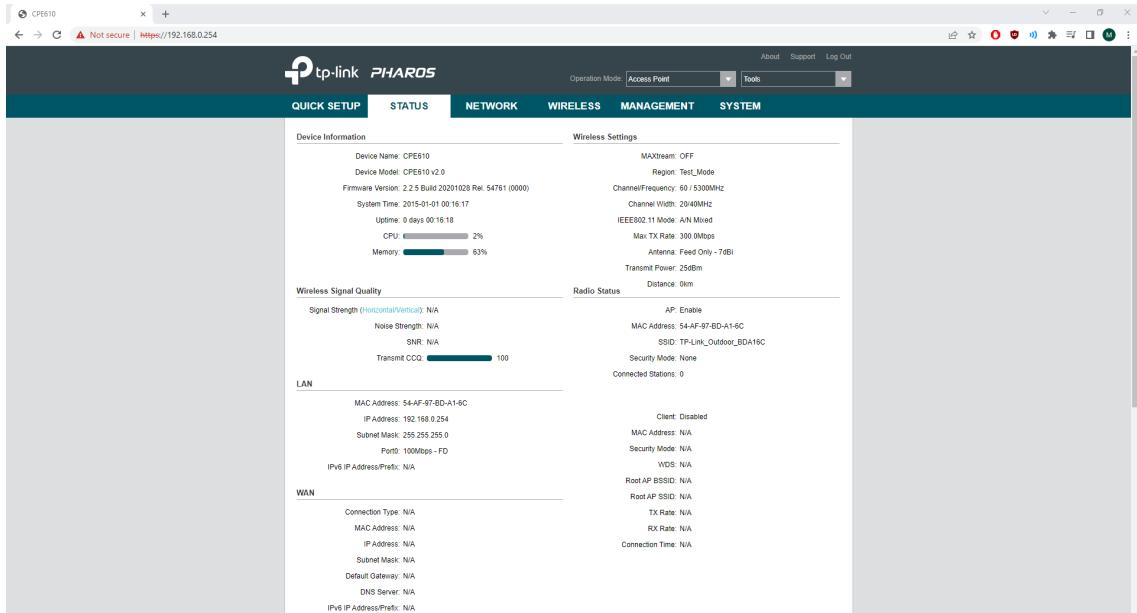


FIGURE 2.6 – Panneau de contrôle du TP-Link

Les Figures 2.7 et 2.8 montrent respectivement les étapes d'initialisation de l'émetteur et du récepteur du TP-Link, éléments clés pour établir une connexion fiable.

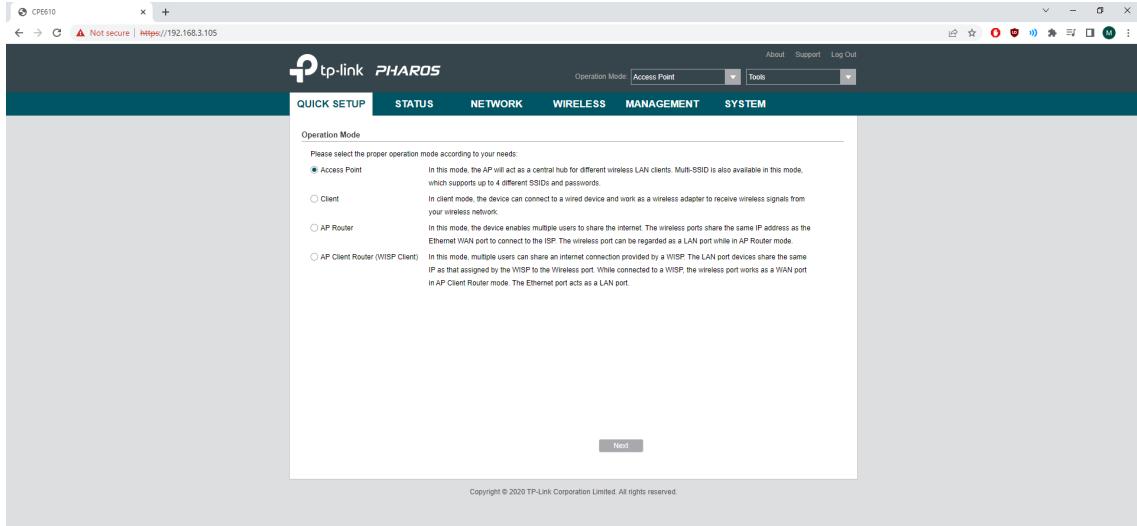


FIGURE 2.7 – Initialisation de l'émetteur

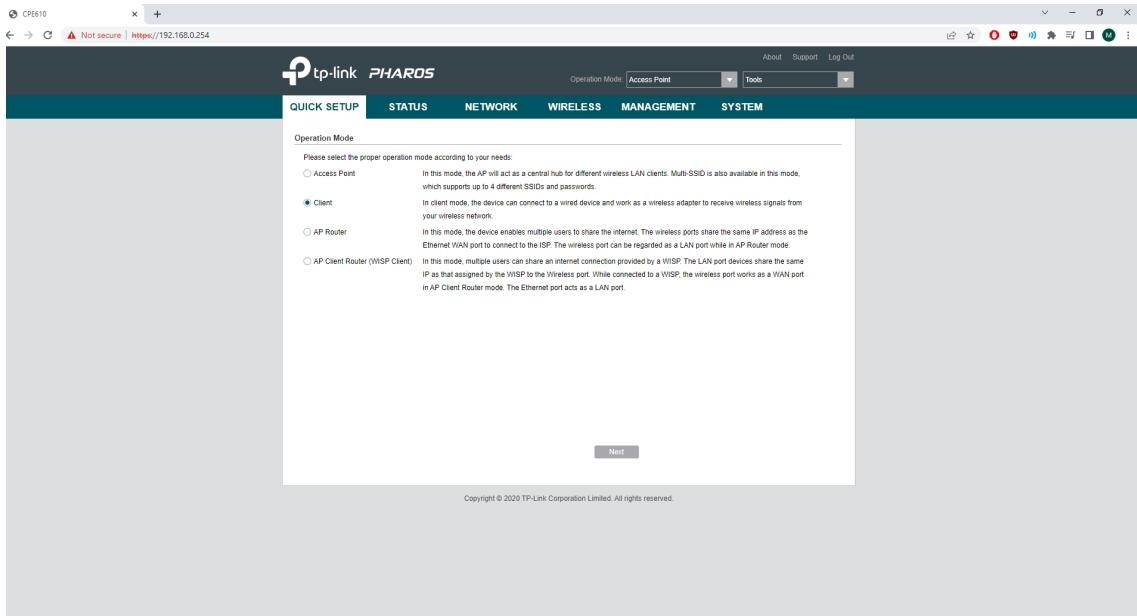


FIGURE 2.8 – Initialisation du récepteur

Les étapes finales de vérification de la connexion entre le point d'accès TP-Link et le client TP-Link sont détaillées dans les Figures 2.9 et 2.10.

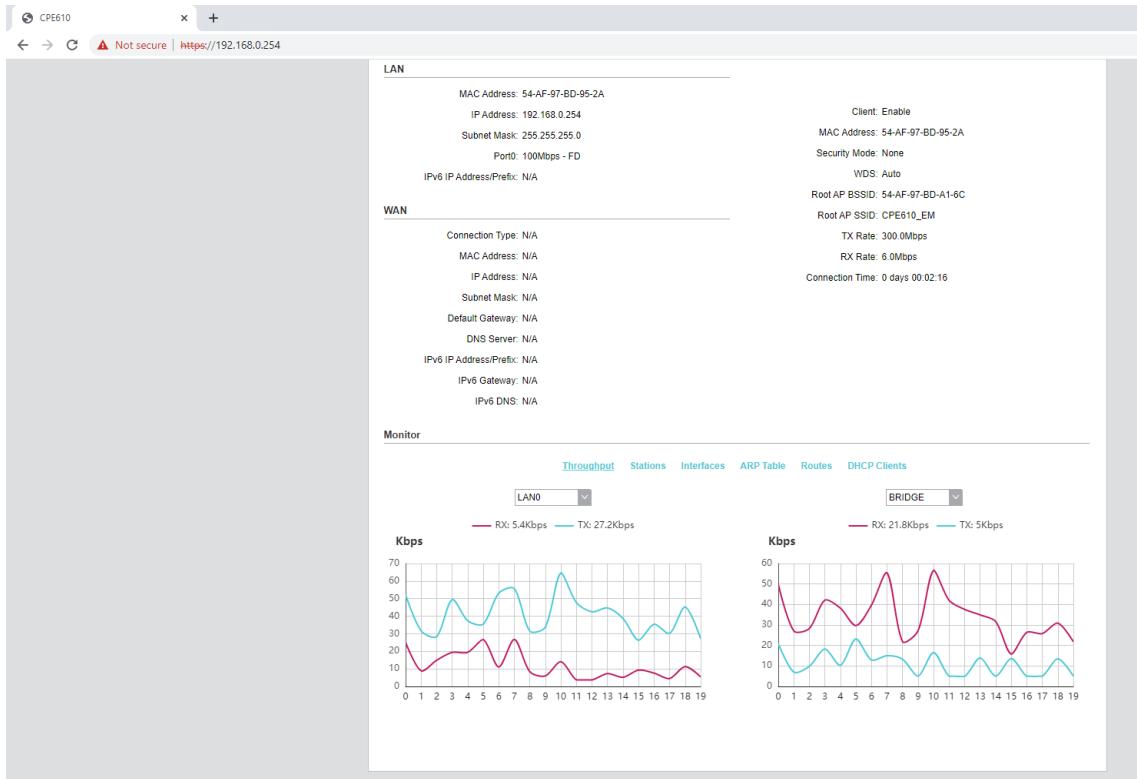


FIGURE 2.9 – Test de connexion entre le point d'accès TP-Link et le client TP-Link

Monitor										
Throughput Stations Interfaces ARP Table Routes DHCP Clients										
MAC Address	Device Name	Associated SSID	Signal / Noise(dBm) Chain0/Chain1	CCQ (%)	Negotiated Rate (Mbps)	Data TX / RX (kbps)	Distance (km)	IP Address	Connection Time	
54-AF-97-BD-95-2A	CPE610	CPE610_EM	-21/-19,-87/-87	100	300.0	3/2	0.00		0 days 00:02:41	

FIGURE 2.10 – Test de connexion entre le point d'accès TP-Link et le client TP-Link

Enfin, la Figure 2.11 met en évidence l'installation réussie du TP-Link CPE610 à Rades Melian, marquant une étape cruciale de notre déploiement.



FIGURE 2.11 – Installation du TP-Link CPE610 à Rades Melian

En suivant ces étapes, nous avons réussi à tester nos TP-Link et nous allons maintenant procéder à leur installation dans les différents bureaux.

## 2.4 L'architecture Réseau Rades

Dans cette section nous présentons la topologie en GNS3 puis sa configuration et implémentation en Rades.

### 2.4.1 Topologie en GNS3

Dans cette section, nous allons présenter l'architecture réseau de l'office de Rades.

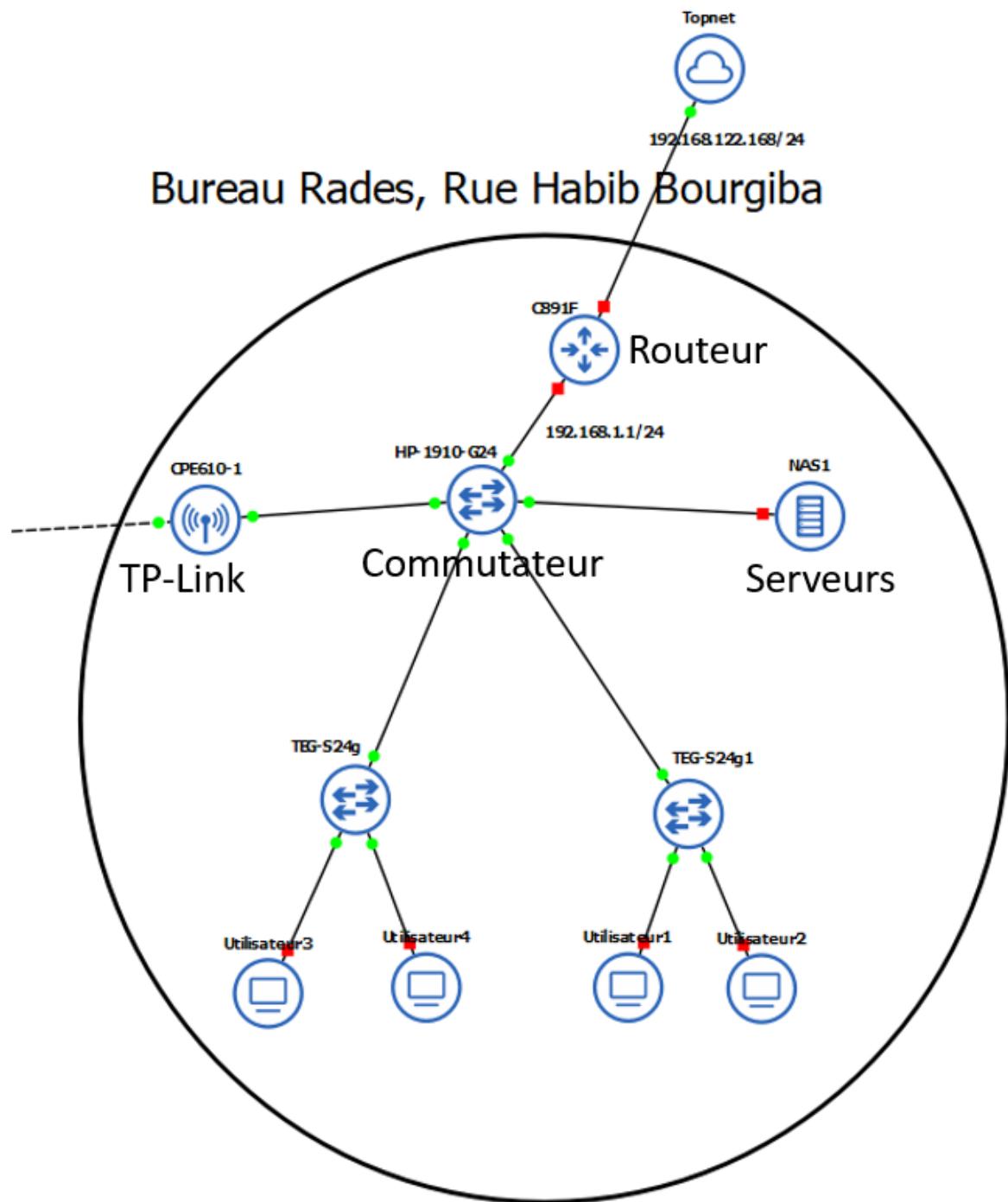


FIGURE 2.12 – Topologie du réseau de l’Office de Rades

L’objectif principal de cette simulation est de démontrer l’efficacité de l’architecture réseau de l’office de Rades. Nous avons modélisé les différents équipements du réseau dans la figure 2.12, tel que le routeur C891F qui distribue l’Internet reçu de Topnet vers le commutateur principale HP-1910-G24 et d’après cette commutateur nous distribuons l’accès à l’internet

vers les utilisateurs et les liés avec les serveurs disponibles de la société.

Cette simulation nous a permis de mettre en évidence la performance et la fiabilité de notre architecture réseau. Nous avons également pu identifier et résoudre les problèmes potentiels avant leur apparition dans le réseau réel, en modifiant les paramètres de configuration ou en ajoutant de nouveaux équipements si nécessaire.

La visualisation de la topologie réseau dans GNS3 est un outil très utile pour la planification et la gestion du réseau, ainsi que pour la formation du personnel technique.

### 2.4.2 Configuration en GNS3

Dans cette section, nous présentons la configuration de notre réseau en utilisant GNS3. Tout d'abord, nous montons la topologie du réseau dans la figure 2.13, où nous avons accès à la console du routeur.

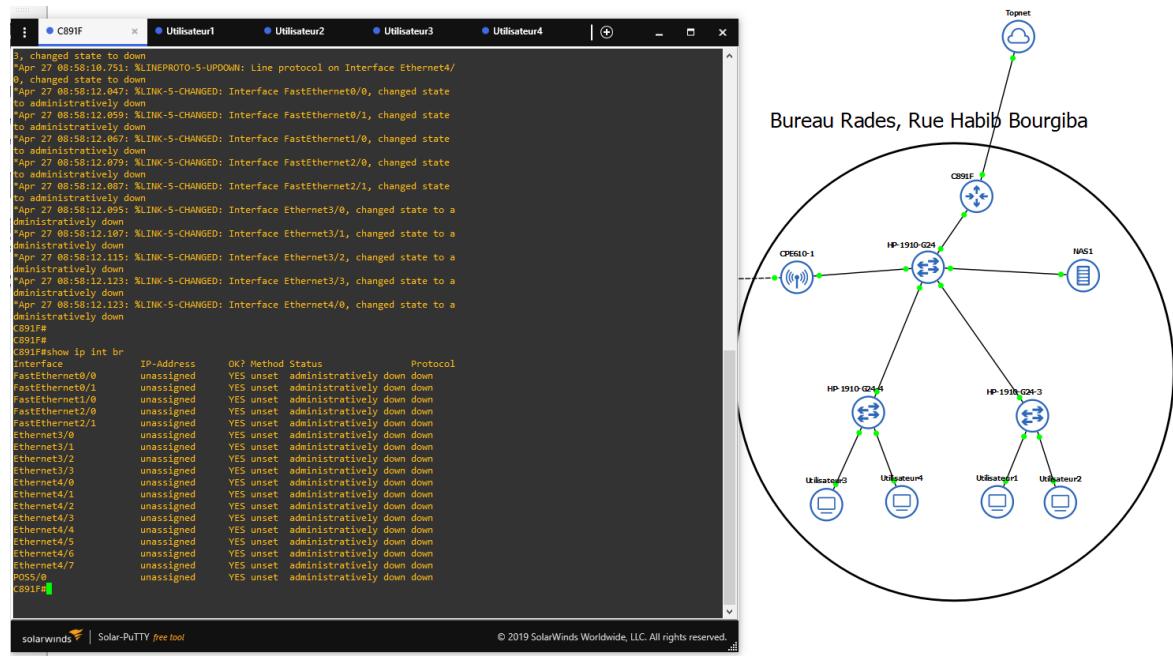
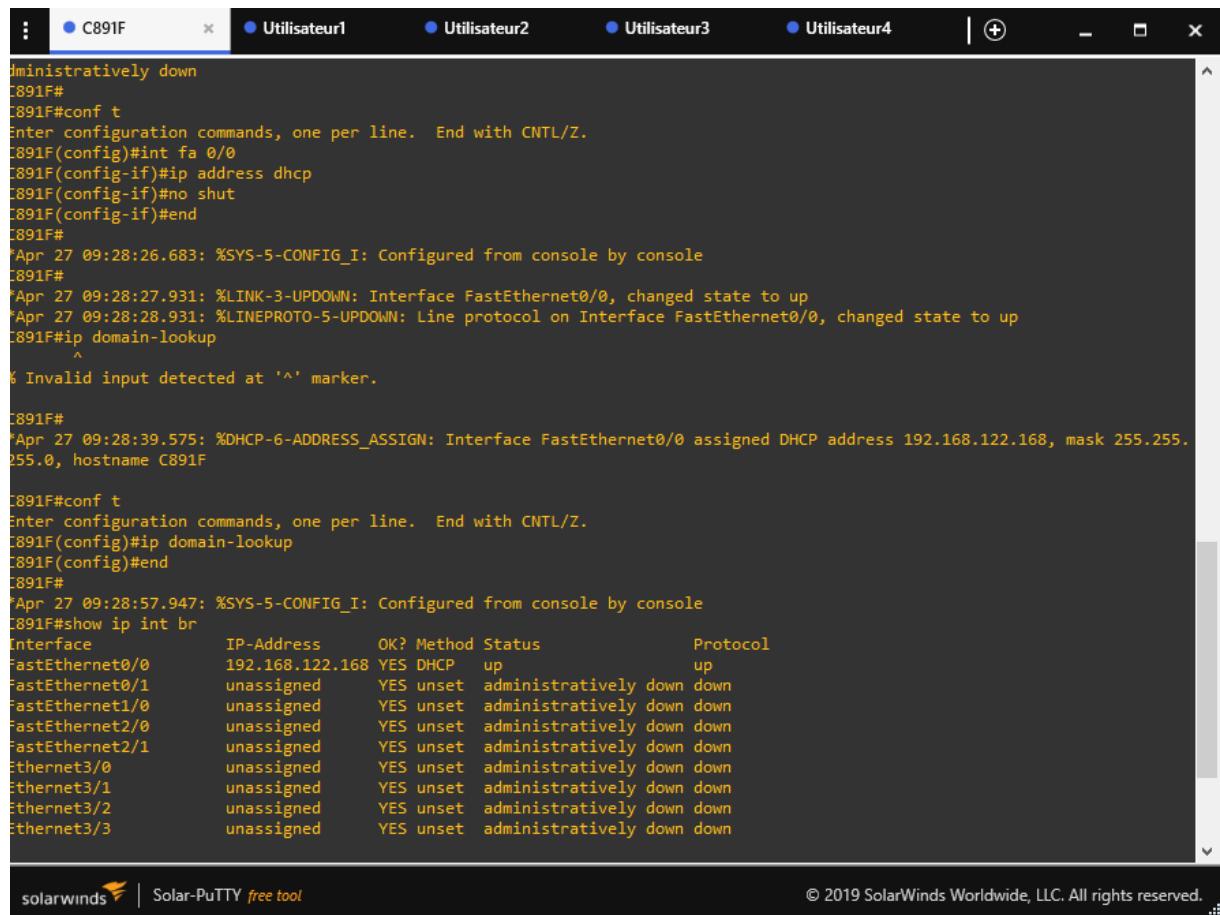


FIGURE 2.13 – Topologie du réseau de l'Office de Rades 2

Ensuite, dans la figure 2.14, nous avons obtenu une adresse IP DHCP

pour notre console et activé l'option "domain-lookup".



The screenshot shows a Solar-PuTTY window titled 'C891F'. The terminal session displays the following configuration commands:

```
[C891F]#conf t
[C891F(config)#int fa 0/0
[C891F(config-if)#ip address dhcp
[C891F(config-if)#no shut
[C891F(config-if)#end
[C891F#
*Apr 27 09:28:26.683: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
[C891F#
*Apr 27 09:28:27.931: %LINK-3-UPDOWN: Interface FastEthernet0/0, changed state to up
*Apr 27 09:28:28.931: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/0, changed state to up
[C891F#ip domain-lookup
^
% Invalid input detected at '^' marker.

[C891F#
*Apr 27 09:28:39.575: %DHCP-6-ADDRESS_ASSIGN: Interface FastEthernet0/0 assigned DHCP address 192.168.122.168, mask 255.255.255.0, hostname C891F

[C891F#conf t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
[C891F(config)#ip domain-lookup
[C891F(config)#end
[C891F#
*Apr 27 09:28:57.947: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
[C891F#show ip int br
Interface          IP-Address      OK? Method Status          Protocol
FastEthernet0/0    192.168.122.168 YES  DHCP   up           up
FastEthernet0/1    unassigned      YES  unset  administratively down
FastEthernet1/0    unassigned      YES  unset  administratively down
FastEthernet2/0    unassigned      YES  unset  administratively down
FastEthernet2/1    unassigned      YES  unset  administratively down
FastEthernet3/0    unassigned      YES  unset  administratively down
Ethernet3/1       unassigned      YES  unset  administratively down
Ethernet3/2       unassigned      YES  unset  administratively down
Ethernet3/3       unassigned      YES  unset  administratively down
```

The bottom status bar indicates 'Solarwinds' and 'Solar-PuTTY free tool'.

FIGURE 2.14 – Réglage de l'IP adresse

Dans la figure 2.15, nous effectuons un ping réussi vers "8.8.8.8", ce qui indique que nous avons accès à l'Internet, et également vers "www.google.com" grâce à l'option "domain-lookup" que nous avons utilisée.

```
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
C891F(config)#ip domain-lookup
C891F(config)#end
C891F#
*Apr 27 09:28:57.947: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
C891F#show ip int br
Interface          IP-Address      OK? Method Status           Protocol
FastEthernet0/0    192.168.122.168 YES DHCP   up              up
FastEthernet0/1    unassigned      YES unset  administratively down down
FastEthernet1/0    unassigned      YES unset  administratively down down
FastEthernet2/0    unassigned      YES unset  administratively down down
FastEthernet2/1    unassigned      YES unset  administratively down down
Ethernet3/0        unassigned      YES unset  administratively down down
Ethernet3/1        unassigned      YES unset  administratively down down
Ethernet3/2        unassigned      YES unset  administratively down down
Ethernet3/3        unassigned      YES unset  administratively down down
Ethernet4/0        unassigned      YES unset  administratively down down
Ethernet4/1        unassigned      YES unset  administratively down down
Ethernet4/2        unassigned      YES unset  administratively down down
Ethernet4/3        unassigned      YES unset  administratively down down
Ethernet4/4        unassigned      YES unset  administratively down down
Ethernet4/5        unassigned      YES unset  administratively down down
Ethernet4/6        unassigned      YES unset  administratively down down
Ethernet4/7        unassigned      YES unset  administratively down down
POS5/0             unassigned      YES unset  administratively down down
C891F#ping 8.8.8.8
Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 8.8.8.8, timeout is 2 seconds:
!!!!!
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 36/40/44 ms
C891F#ping www.google.com
Translating "www.google.com"...domain server (192.168.122.1) [OK]

Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 142.251.209.36, timeout is 2 seconds:
!!!!!
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 28/36/44 ms
C891F#
```

solarwinds | Solar-PuTTY [free tool](#)

© 2019 SolarWinds Worldwide, LLC. All rights reserved.

FIGURE 2.15 – Test de connexion

Dans la figure 2.16, nous ajoutons un réseau interne "192.168.1.1/24".

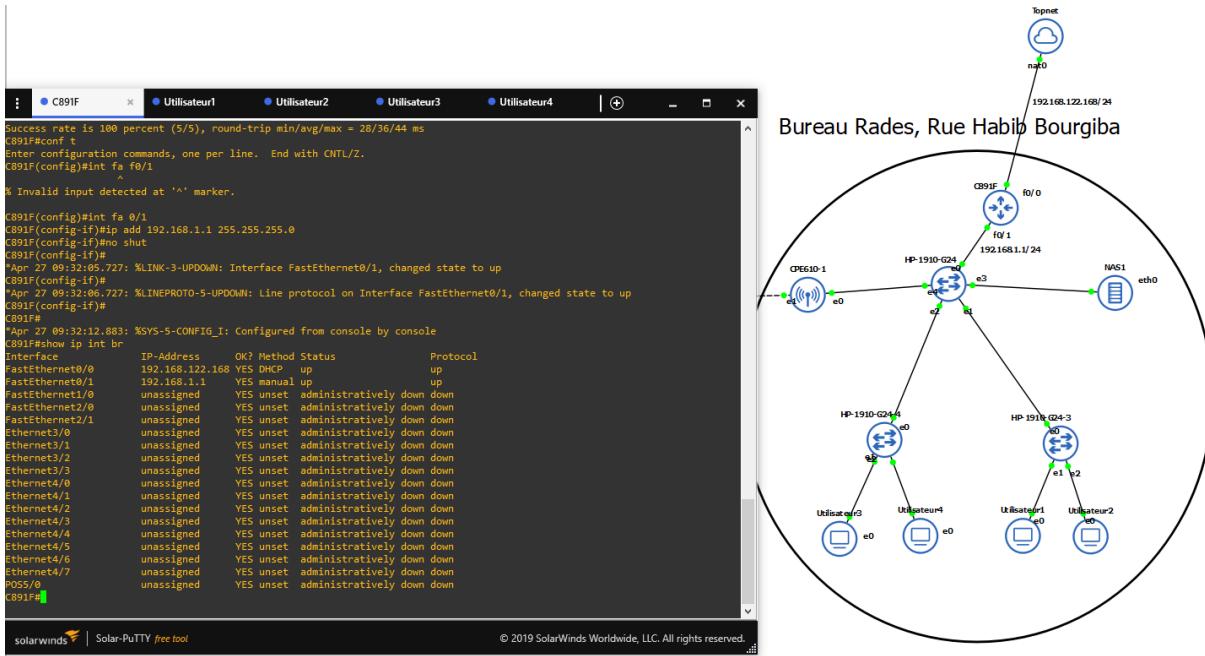


FIGURE 2.16 – Configurer le Port f0/1

Cependant, nous constatons dans la figure 2.17 que nous ne pouvions pas toujours accéder à internet depuis la machine de la société.

The screenshot shows a Solar-PuTTY terminal window with four tabs at the top: C891F, Utilisateur1, Utilisateur2, Utilisateur3, and Utilisateur4. The Utilisateur4 tab is active. The terminal window displays the following text:

```
Welcome to Virtual PC Simulator, version 0.8.2
Dedicated to Daling.
Build time: Aug 23 2021 11:15:00
Copyright (c) 2007-2015, Paul Meng (mirnshi@gmail.com)
All rights reserved.

VPCS is free software, distributed under the terms of the "BSD" licence.
Source code and license can be found at vpcs.sf.net.
For more information, please visit wiki.freecode.com.cn.

Press '?' to get help.

Executing the startup file

Utilisateur4> ip 192.168.1.21/24 192.168.1.1
Checking for duplicate address...
Utilisateur4 : 192.168.1.21 255.255.255.0 gateway 192.168.1.1

Utilisateur4> ping 8.8.8.8

8.8.8.8 icmp_seq=1 timeout
8.8.8.8 icmp_seq=2 timeout
8.8.8.8 icmp_seq=3 timeout
8.8.8.8 icmp_seq=4 timeout
8.8.8.8 icmp_seq=5 timeout

Utilisateur4> [redacted]
```

At the bottom left, it says "solarwinds" with a logo, and "Solar-PuTTY free tool". At the bottom right, it says "© 2019 SolarWinds Worldwide, LLC. All rights reserved."

FIGURE 2.17 – Ping de Utilisateur4 vers l'internet

Dans la figure 2.18, nous observons que toutes les machines ont accès à Internet et peuvent communiquer entre elles au sein du réseau local.

The screenshot shows a Solar-PuTTY terminal window with multiple tabs. The active tab, 'C891F', displays the configuration of a Cisco router. The configuration includes interface status, IP assignments, and NAT rules. The configuration command for NAT is:

```
C891F(config)#ip nat inside
C891F(config)#int fa 0/0
C891F(config-if)#ip nat outside
```

The configuration ends with a 'permit any' rule in an access-list:

```
C891F(config)#ip access-list standard 1
C891F(config-std-nacl)#permit any
C891F(config-std-nacl)#[
```

The Solar-PuTTY logo and copyright information are visible at the bottom of the window.

FIGURE 2.18 – Configuration de Routeur

Dans les figures 2.19, 2.20 et 2.21, nous constatons que toutes les machines avaient accès à internet et pouvaient communiquer entre elles dans le réseau local.

Welcome to Virtual PC Simulator, version 0.8.2  
Dedicated to Daling.  
Build time: Aug 23 2021 11:15:00  
Copyright (c) 2007-2015, Paul Meng (mirnshi@gmail.com)  
All rights reserved.

VPCS is free software, distributed under the terms of the "BSD" licence.  
Source code and license can be found at vpcs.sf.net.  
For more information, please visit wiki.freecode.com.cn.

Press '?' to get help.

Executing the startup file

Utilisateur4> ip 192.168.1.21/24 192.168.1.1  
Checking for duplicate address...  
Utilisateur4 : 192.168.1.21 255.255.255.0 gateway 192.168.1.1

Utilisateur4> ping 8.8.8.8

8.8.8.8 icmp\_seq=1 timeout  
8.8.8.8 icmp\_seq=2 timeout  
8.8.8.8 icmp\_seq=3 timeout  
8.8.8.8 icmp\_seq=4 timeout  
8.8.8.8 icmp\_seq=5 timeout

Utilisateur4> ping 8.8.8.8

84 bytes from 8.8.8.8 icmp\_seq=1 ttl=126 time=41.847 ms  
84 bytes from 8.8.8.8 icmp\_seq=2 ttl=126 time=42.280 ms  
84 bytes from 8.8.8.8 icmp\_seq=3 ttl=126 time=38.360 ms  
84 bytes from 8.8.8.8 icmp\_seq=4 ttl=126 time=40.817 ms  
84 bytes from 8.8.8.8 icmp\_seq=5 ttl=126 time=32.885 ms

Utilisateur4>

solarwinds | Solar-PuTTY *free tool*

FIGURE 2.19 – Test de connexion des utilisateurs

```
Utilisateur4> ip 192.168.1.21/24 192.168.1.1
Checking for duplicate address...
Utilisateur4 : 192.168.1.21 255.255.255.0 gateway 192.168.1.1

Utilisateur4> ping 8.8.8.8

8.8.8.8 icmp_seq=1 timeout
8.8.8.8 icmp_seq=2 timeout
8.8.8.8 icmp_seq=3 timeout
8.8.8.8 icmp_seq=4 timeout
8.8.8.8 icmp_seq=5 timeout

Utilisateur4> ping 8.8.8.8

84 bytes from 8.8.8.8 icmp_seq=1 ttl=126 time=41.847 ms
84 bytes from 8.8.8.8 icmp_seq=2 ttl=126 time=42.280 ms
84 bytes from 8.8.8.8 icmp_seq=3 ttl=126 time=38.360 ms
84 bytes from 8.8.8.8 icmp_seq=4 ttl=126 time=40.817 ms
84 bytes from 8.8.8.8 icmp_seq=5 ttl=126 time=32.885 ms

Utilisateur4> ping 192.168.1.11

84 bytes from 192.168.1.11 icmp_seq=1 ttl=64 time=0.839 ms
84 bytes from 192.168.1.11 icmp_seq=2 ttl=64 time=0.826 ms
84 bytes from 192.168.1.11 icmp_seq=3 ttl=64 time=0.851 ms
84 bytes from 192.168.1.11 icmp_seq=4 ttl=64 time=0.850 ms
84 bytes from 192.168.1.11 icmp_seq=5 ttl=64 time=0.829 ms

Utilisateur4> ping 192.168.1.20

84 bytes from 192.168.1.20 icmp_seq=1 ttl=64 time=0.286 ms
84 bytes from 192.168.1.20 icmp_seq=2 ttl=64 time=0.317 ms
84 bytes from 192.168.1.20 icmp_seq=3 ttl=64 time=0.324 ms
84 bytes from 192.168.1.20 icmp_seq=4 ttl=64 time=0.319 ms
84 bytes from 192.168.1.20 icmp_seq=5 ttl=64 time=0.320 ms
```

solarwinds  | Solar-PuTTY [free tool](#)

© 2019 SolarWinds Worldwide, LLC. All rights reserved.

FIGURE 2.20 – Test de connexion des utilisateurs 2

```

Welcome to Virtual PC Simulator, version 0.8.2
Dedicated to Daling.
Build time: Aug 23 2021 11:15:00
Copyright (c) 2007-2015, Paul Meng (mirnshi@gmail.com)
All rights reserved.

VPCS is free software, distributed under the terms of the "BSD" licence.
Source code and license can be found at vpcs.sf.net.
For more information, please visit wiki.freecode.com.cn.

Press '?' to get help.

Executing the startup file

Utilisateur2> ip 192.168.1.11/24 192.168.1.1
Checking for duplicate address...
Utilisateur2 : 192.168.1.11 255.255.255.0 gateway 192.168.1.1

Utilisateur2> ping 192.168.1.21

84 bytes from 192.168.1.21 icmp_seq=1 ttl=64 time=1.358 ms
84 bytes from 192.168.1.21 icmp_seq=2 ttl=64 time=0.805 ms
84 bytes from 192.168.1.21 icmp_seq=3 ttl=64 time=0.748 ms
84 bytes from 192.168.1.21 icmp_seq=4 ttl=64 time=0.865 ms
84 bytes from 192.168.1.21 icmp_seq=5 ttl=64 time=0.728 ms

Utilisateur2> ping 8.8.8.8

84 bytes from 8.8.8.8 icmp_seq=1 ttl=126 time=41.785 ms
84 bytes from 8.8.8.8 icmp_seq=2 ttl=126 time=34.817 ms
84 bytes from 8.8.8.8 icmp_seq=3 ttl=126 time=35.266 ms
84 bytes from 8.8.8.8 icmp_seq=4 ttl=126 time=36.690 ms
84 bytes from 8.8.8.8 icmp_seq=5 ttl=126 time=35.307 ms

Utilisateur2>

```

solarwinds  | Solar-PuTTY *free tool* © 2019 SolarWinds Worldwide, LLC. All rights reserved.

FIGURE 2.21 – Test de connexion des utilisateurs 3

En résumé, nous avons configuré notre réseau en utilisant GNS3 en étapes, en veillant à ce que toutes les machines aient accès à internet et puissent communiquer entre elles dans le réseau local.

### 2.4.3 Implémentation

Étant donné que l'infrastructure de fibre optique de Topnet/Telecom n'est pas disponible à proximité du bureau central de Rades Melian, nous trouvons une solution en achetant une connexion Internet par fibre optique dans deux autres bureaux, Rades (20 Mbps) et Ezzahara (100 Mbps), et en les reliant via un réseau MAN (Metropolitan Area Network). Les deux connexions sont connectées à un routeur Cisco 891F configuré par l'équipe de Topnet, qui distribue le réseau vers un commutateur Cisco v19-10 24G. Le routeur Cisco 891F est représenté dans la Figure 2.22.

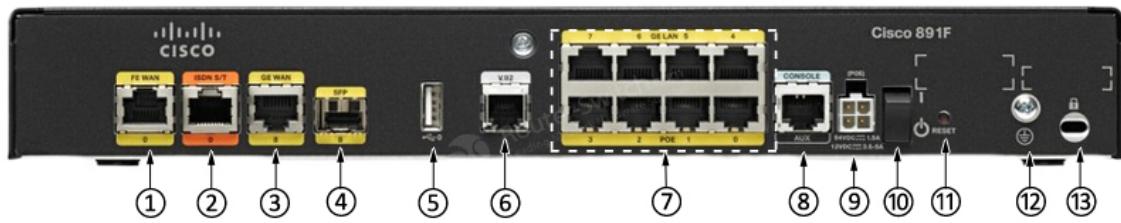


FIGURE 2.22 – Routeur Cisco 891F

À partir du commutateur, nous pouvons accéder à d'autres commutateurs qui permettent la connectivité des PC et des objets connectés dans le bureau. La Figure 2.23 montre l'interconnexion des commutateurs pour le bureau de Rades.



FIGURE 2.23 – Interconnexion des commutateurs pour le bureau de Rades

## 2.5 L'architecture Réseau Rades Mélian

Dans cette section nous présentons la topologie en GNS3 puis sa configuration et implémentation en Rades Mélian.

### 2.5.1 Topologie en GNS3

Nous commençons par présenter la topologie dans GNS3, qui est utilisée pour modéliser l'architecture réseau Rades Mélian.

## Bureau Rades Melian, Rue Solidarité

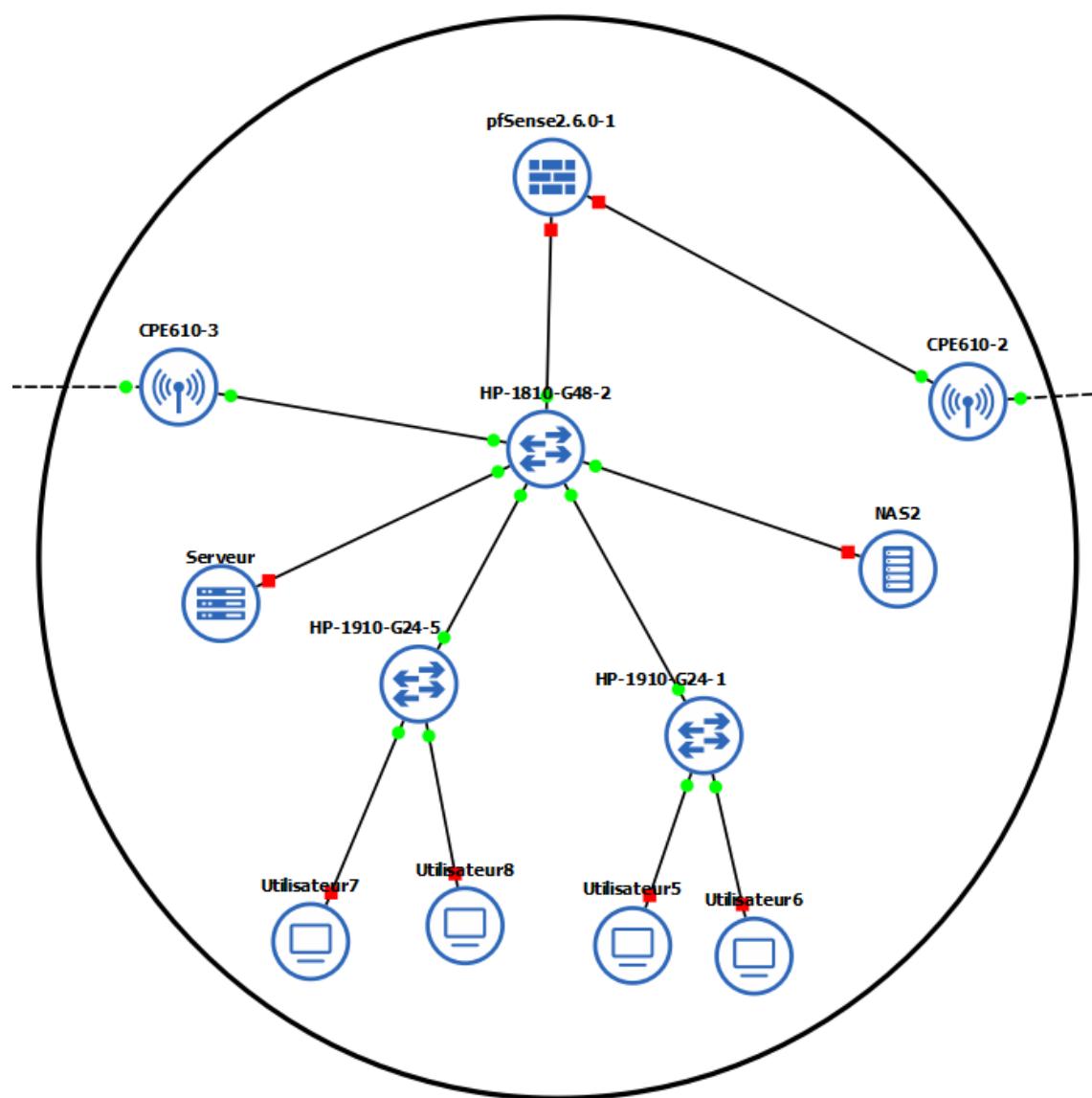
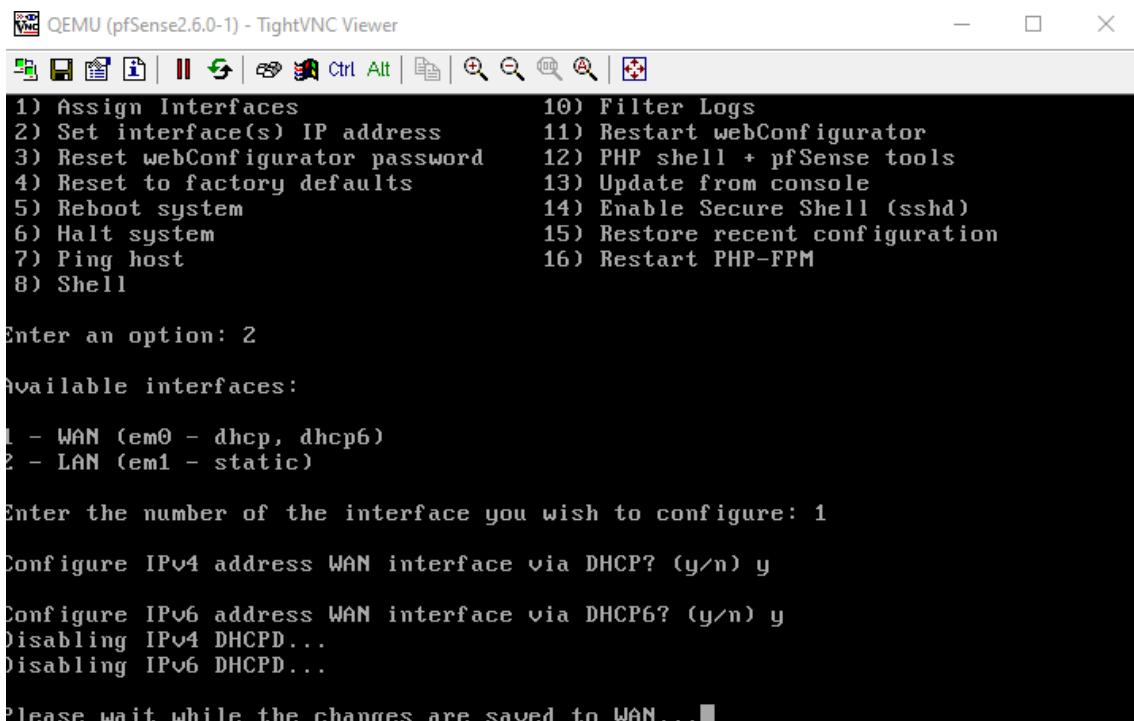


FIGURE 2.24 – Topologie de réseau en Rades Melian en GNS3

Dans cette figure 2.24, nous montrons que c'est la même structure que nous avons déjà implémentée dans le bureau de Rades, mais avec le changement que nous avons ajouté le pfSense pour plus de sécurité à la branche principale.

## 2.5.2 Configuration dans GNS3

Dans le Chapitre 3, nous montrons le déroulement que nous avons suivi pour installer pfSense et pour le moment on montre ce que Nous avons configuré les adresses IP pour les interfaces em1 et em0, comme indiqué dans les figures 2.25 à 2.27 ci-dessous, pour permettre l'accès à Internet à partir du routeur du bureau de Rades.



```
VNC QEMU (pfSense2.6.0-1) - TightVNC Viewer
[Icons] Ctrl Alt [File] [Edit] [Log] [Search] [Help] [Close]

1) Assign Interfaces          10) Filter Logs
2) Set interface(s) IP address 11) Restart webConfigurator
3) Reset webConfigurator password 12) PHP shell + pfSense tools
4) Reset to factory defaults   13) Update from console
5) Reboot system               14) Enable Secure Shell (sshd)
6) Halt system                 15) Restore recent configuration
7) Ping host                   16) Restart PHP-FPM
8) Shell1

Enter an option: 2

Available interfaces:

1 - WAN (em0 - dhcp, dhcp6)
2 - LAN (em1 - static)

Enter the number of the interface you wish to configure: 1

Configure IPv4 address WAN interface via DHCP? (y/n) y

Configure IPv6 address WAN interface via DHCP6? (y/n) y
Disabling IPv4 DHCPD...
Disabling IPv6 DHCPD...

Please wait while the changes are saved to WAN... █
```

FIGURE 2.25 – Configuration du pfSense

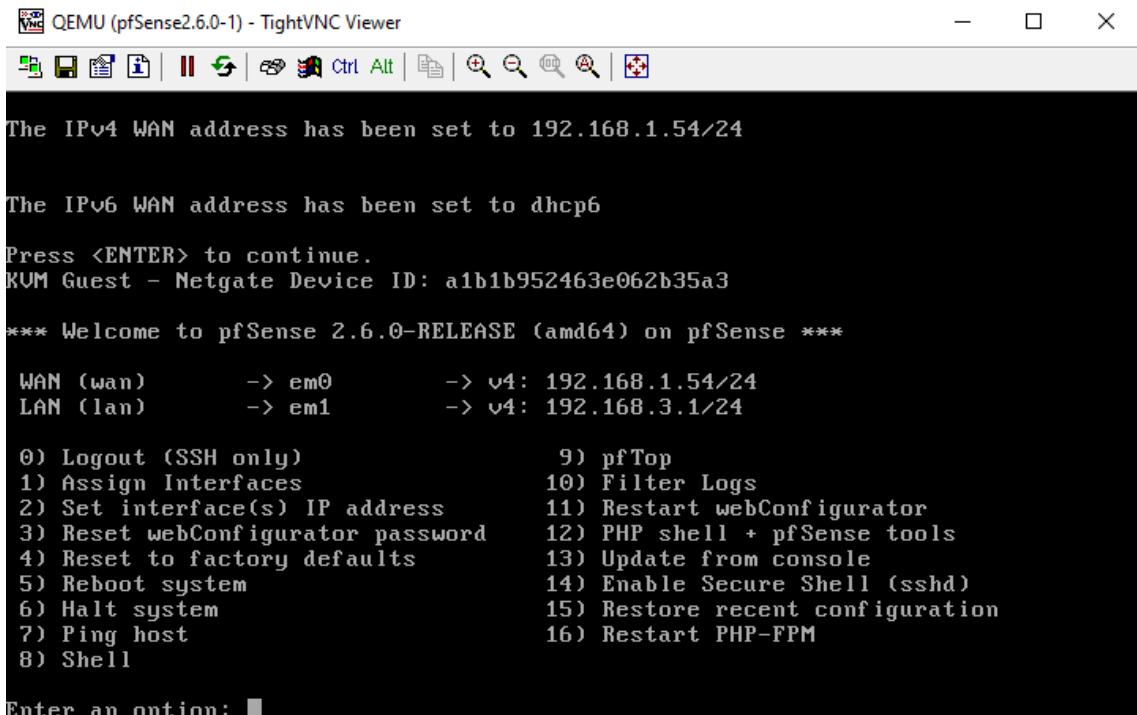


FIGURE 2.26 – Configuration du pfSense 2

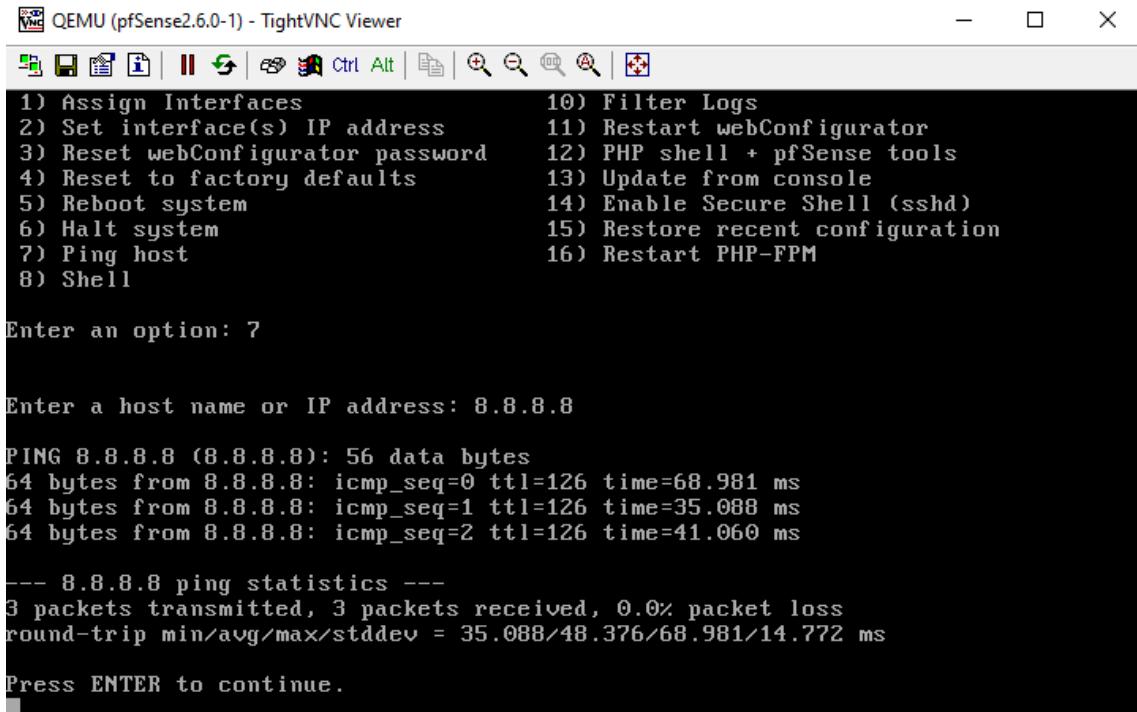
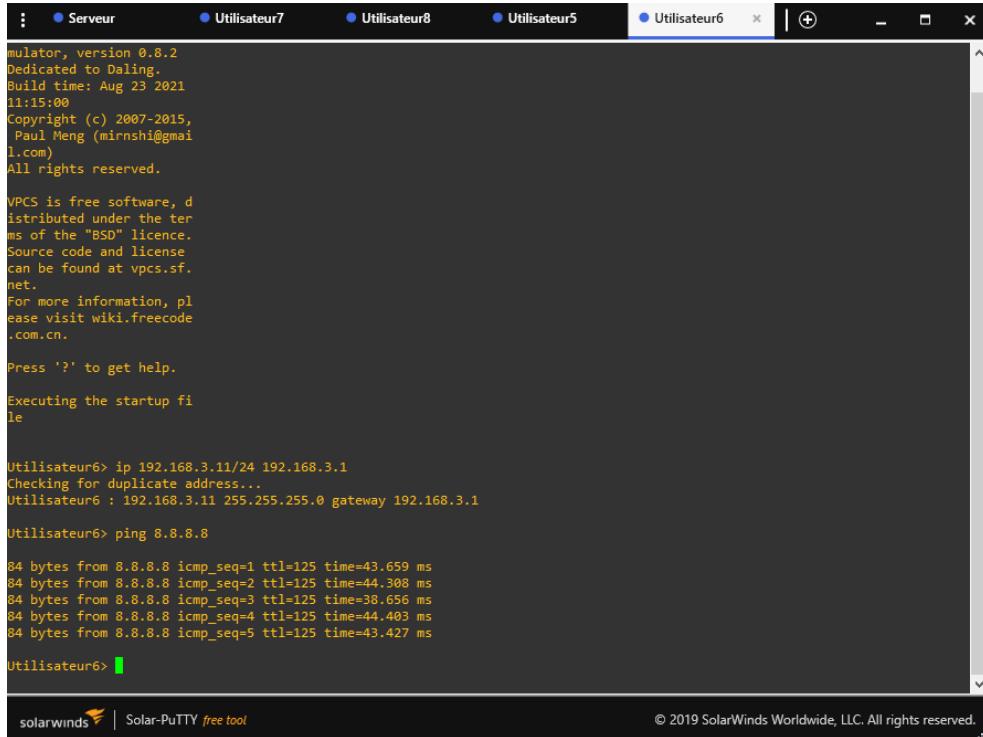


FIGURE 2.27 – Configuration du pfSense 3

Et la résultat dans la figure 2.28 et 2.29 montre que les machines dans le réseau du Bureau Rades Melian peut accéder a l'Internet du bureau

## Rades et Ezzahara.



```
■ ● Serveur ● Utilisateur7 ● Utilisateur8 ● Utilisateur5 ● Utilisateur6 | + - □ ×
VPCSimulator, version 0.8.2
Dedicated to Daling.
Build time: Aug 23 2021
11:15:00
Copyright (c) 2007-2015,
Paul Meng (mirnshi@gmail.com)
All rights reserved.

VPCS is free software, distributed under the terms of the "BSD" licence.
Source code and license can be found at vpcs.sf.net.
For more information, please visit wiki.freecode.com.cn.

Press '?' to get help.

Executing the startup file

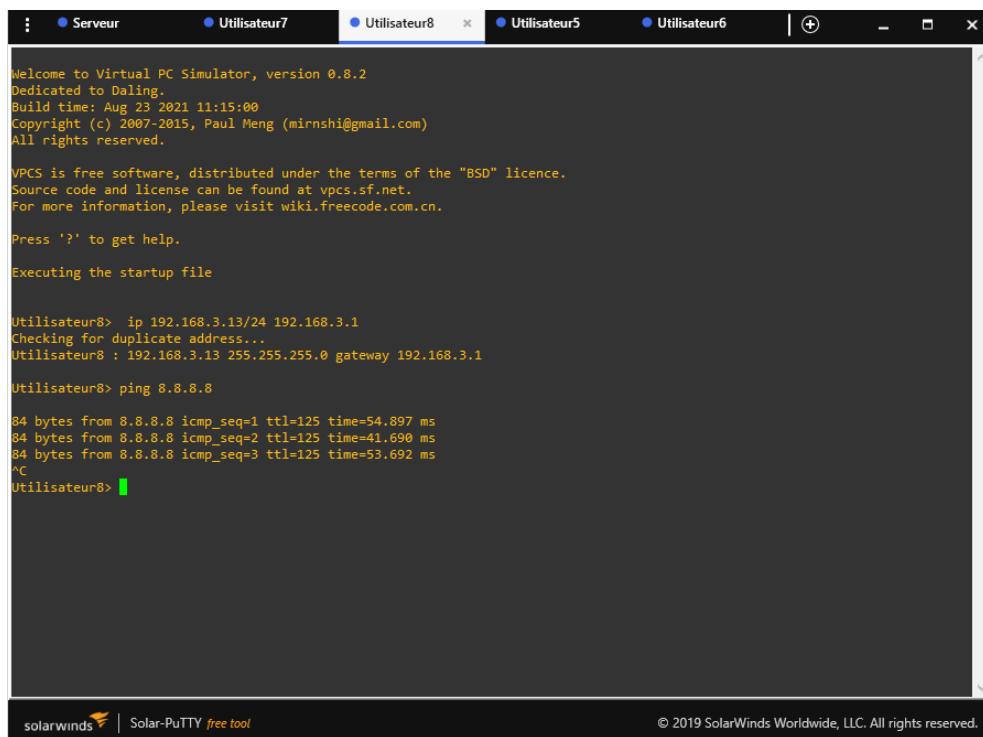
Utilisateur6> ip 192.168.3.11/24 192.168.3.1
Checking for duplicate address...
Utilisateur6 : 192.168.3.11 255.255.255.0 gateway 192.168.3.1

Utilisateur6> ping 8.8.8.8

84 bytes from 8.8.8.8 icmp_seq=1 ttl=125 time=43.659 ms
84 bytes from 8.8.8.8 icmp_seq=2 ttl=125 time=44.308 ms
84 bytes from 8.8.8.8 icmp_seq=3 ttl=125 time=38.656 ms
84 bytes from 8.8.8.8 icmp_seq=4 ttl=125 time=44.403 ms
84 bytes from 8.8.8.8 icmp_seq=5 ttl=125 time=43.427 ms

Utilisateur6> █
© 2019 SolarWinds Worldwide, LLC. All rights reserved.
solarwinds | Solar-PuTTY free tool
```

FIGURE 2.28 – Metropolitan Area Network



```
■ ● Serveur ● Utilisateur7 ● Utilisateur8 ● Utilisateur5 ● Utilisateur6 | + - □ ×
Welcome to Virtual PC Simulator, version 0.8.2
Dedicated to Daling.
Build time: Aug 23 2021 11:15:00
Copyright (c) 2007-2015, Paul Meng (mirnshi@gmail.com)
All rights reserved.

VPCS is free software, distributed under the terms of the "BSD" licence.
Source code and license can be found at vpcs.sf.net.
For more information, please visit wiki.freecode.com.cn.

Press '?' to get help.

Executing the startup file

Utilisateur8> ip 192.168.3.13/24 192.168.3.1
Checking for duplicate address...
Utilisateur8 : 192.168.3.13 255.255.255.0 gateway 192.168.3.1

Utilisateur8> ping 8.8.8.8

84 bytes from 8.8.8.8 icmp_seq=1 ttl=125 time=54.897 ms
84 bytes from 8.8.8.8 icmp_seq=2 ttl=125 time=41.690 ms
84 bytes from 8.8.8.8 icmp_seq=3 ttl=125 time=53.692 ms
^C
Utilisateur8> █
© 2019 SolarWinds Worldwide, LLC. All rights reserved.
solarwinds | Solar-PuTTY free tool
```

FIGURE 2.29 – Metropolitan Area Network

### 2.5.3 Implémentation

La figure 2.30 montre la distance entre le Bureau Rades Melian et Rades est d'environ 1,268 km.

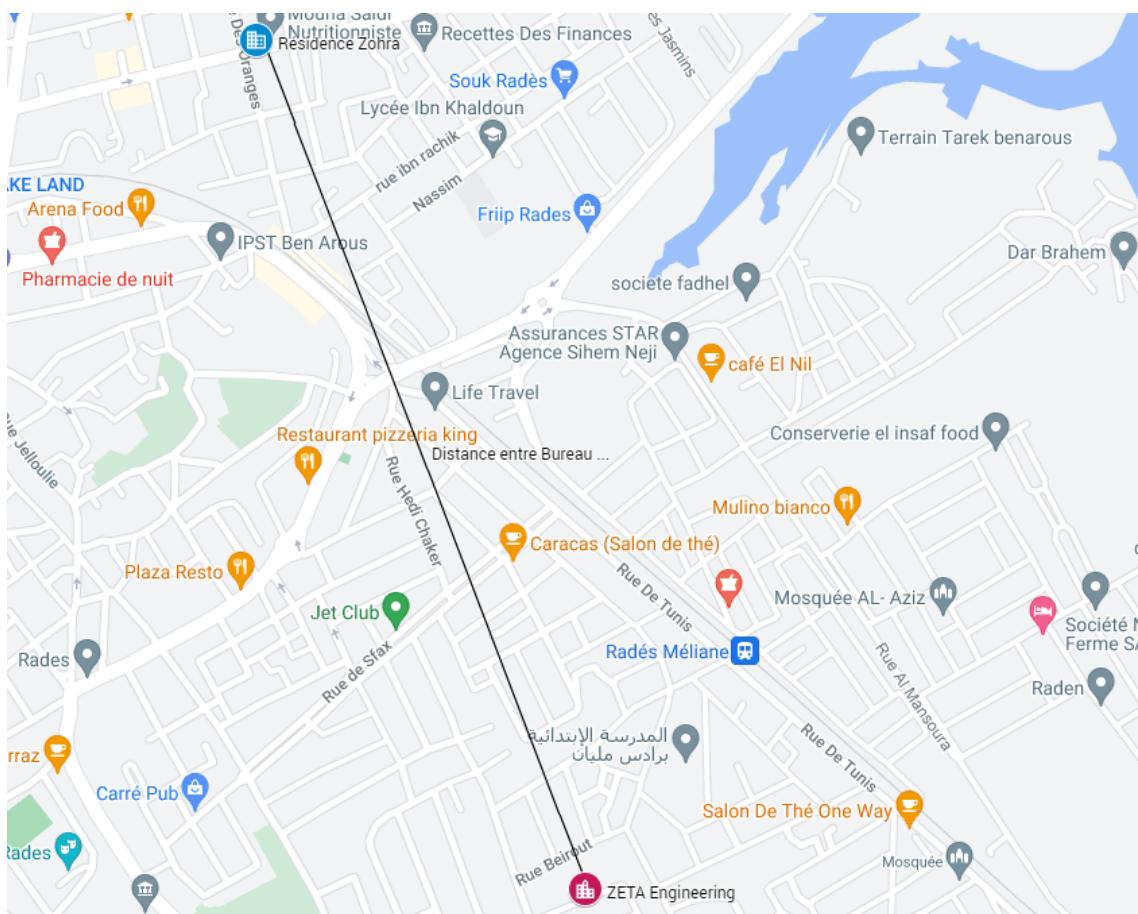


FIGURE 2.30 – La Distance entre le Bureau Rades et Rades Melian

Cette distance est importante car elle affecte la qualité de la connexion Internet et la vitesse de transmission des données.

#### 2.5.4 Définition du Pare-feu et choix de pfSense

Un pare-feu est une composante essentielle de toute infrastructure réseau, responsable de la sécurisation du réseau en filtrant le trafic entrant et sortant. Nous avons opté pour l'utilisation de pfSense, une solution open-source réputée pour ses fonctionnalités avancées et sa fiabilité.



pfSense est une distribution de pare-feu et de routeur basée sur FreeBSD, offrant une interface graphique conviviale et de nombreuses fonctionnalités de sécurité. En choisissant pfSense, nous avons pu bénéficier d'une solution robuste et personnalisable pour répondre à nos besoins spécifiques.

### 2.5.5 Implémentation du Pare-feu

Pour déployer pfSense en tant que pare-feu dans notre infrastructure, nous avons suivi les étapes d'installation suivantes :

Nous avons utilisé la boîte E-Wall Firewall comme hôte pour notre déploiement de pfSense.

Nous avons procédé à l'installation de pfSense sur la boîte E-Wall Firewall en suivant les étapes décrites ci-dessous :

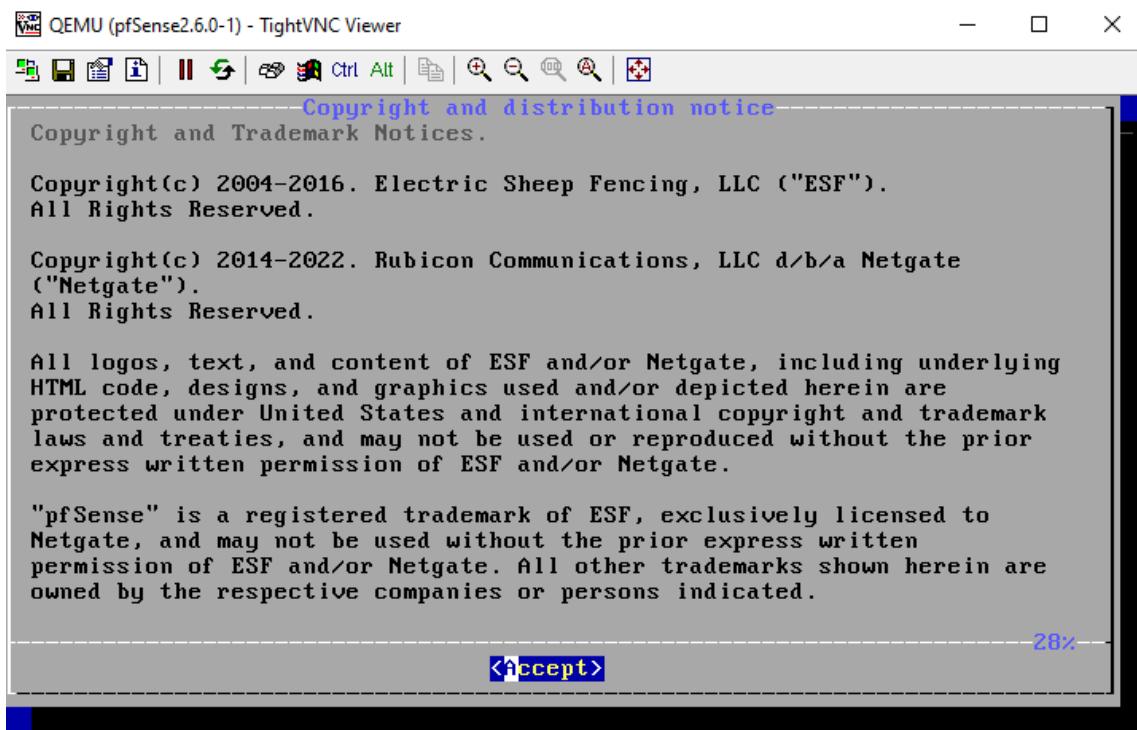


FIGURE 2.31 – Installation de pfSense - Étape 1

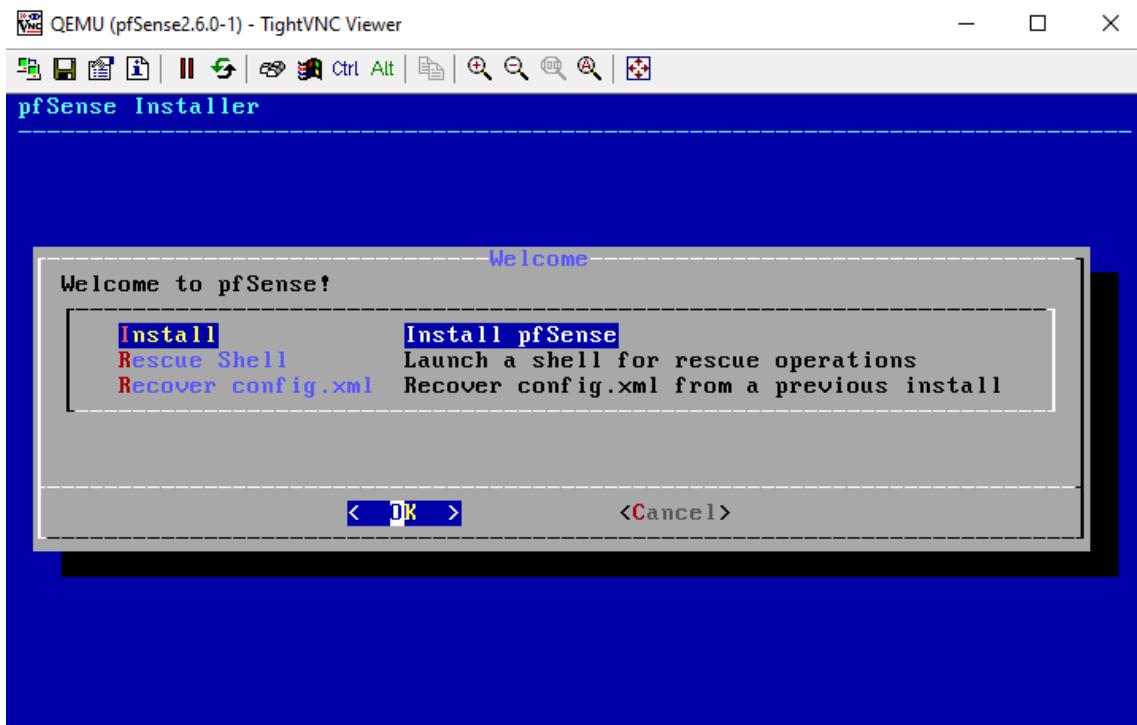


FIGURE 2.32 – Installation de pfSense - Étape 2

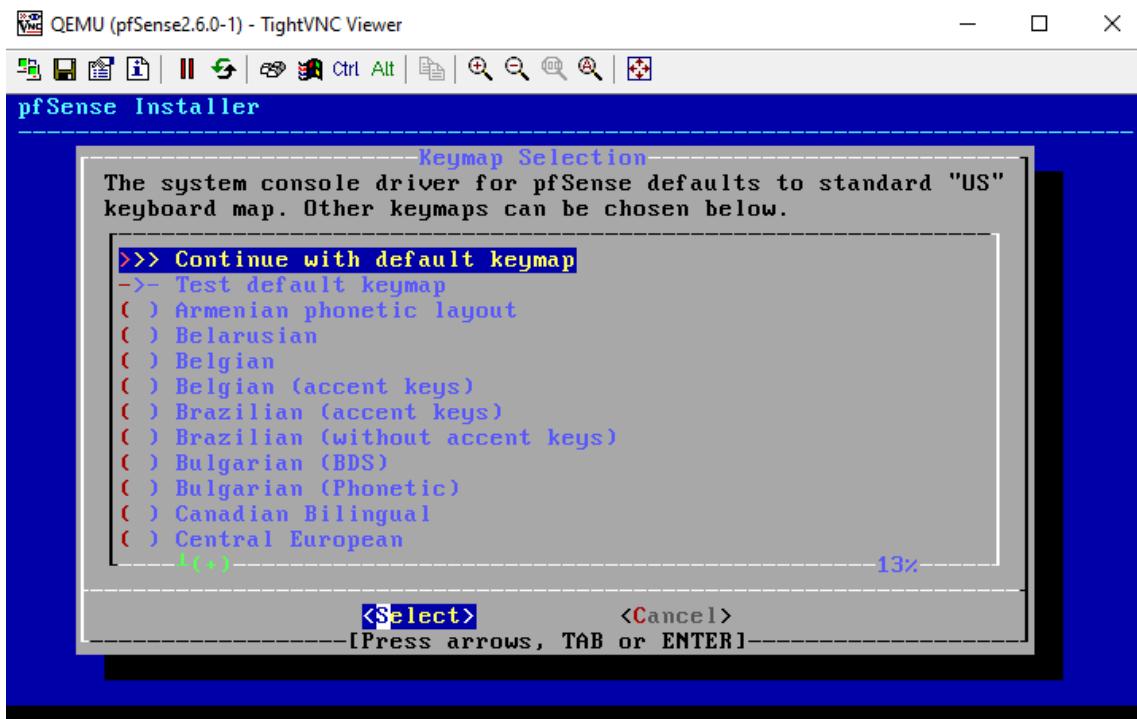


FIGURE 2.33 – Installation de pfSense - Étape 3

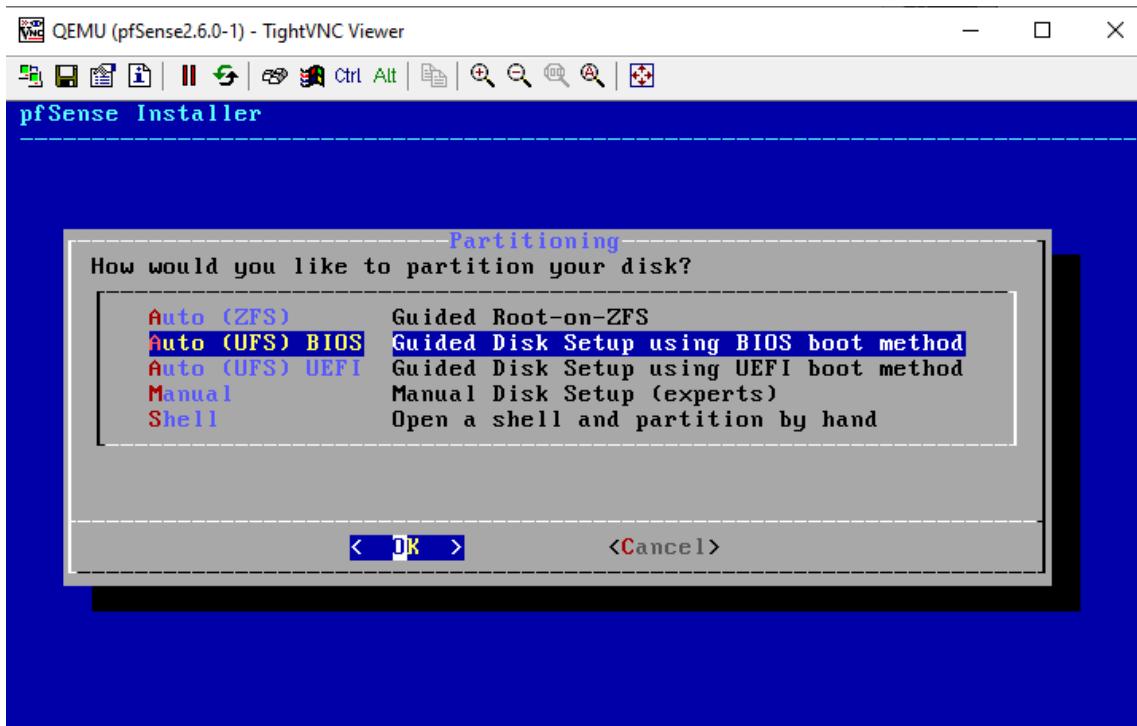


FIGURE 2.34 – Installation de pfSense - Étape 4

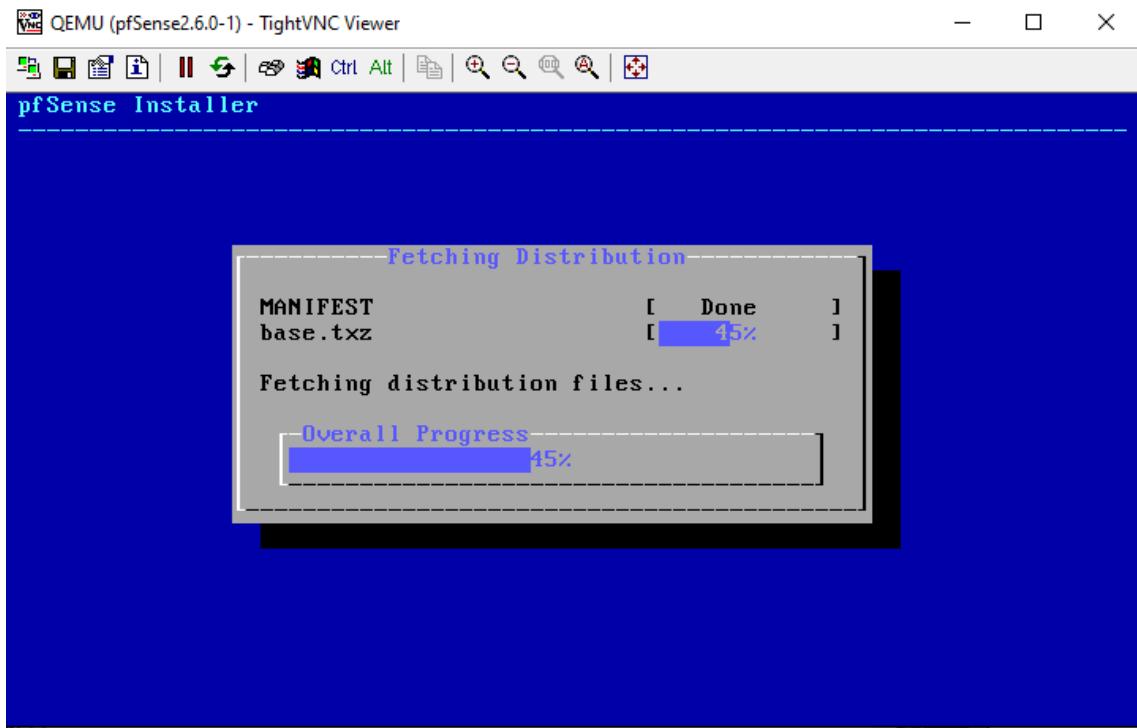


FIGURE 2.35 – Installation de pfSense - Étape 5

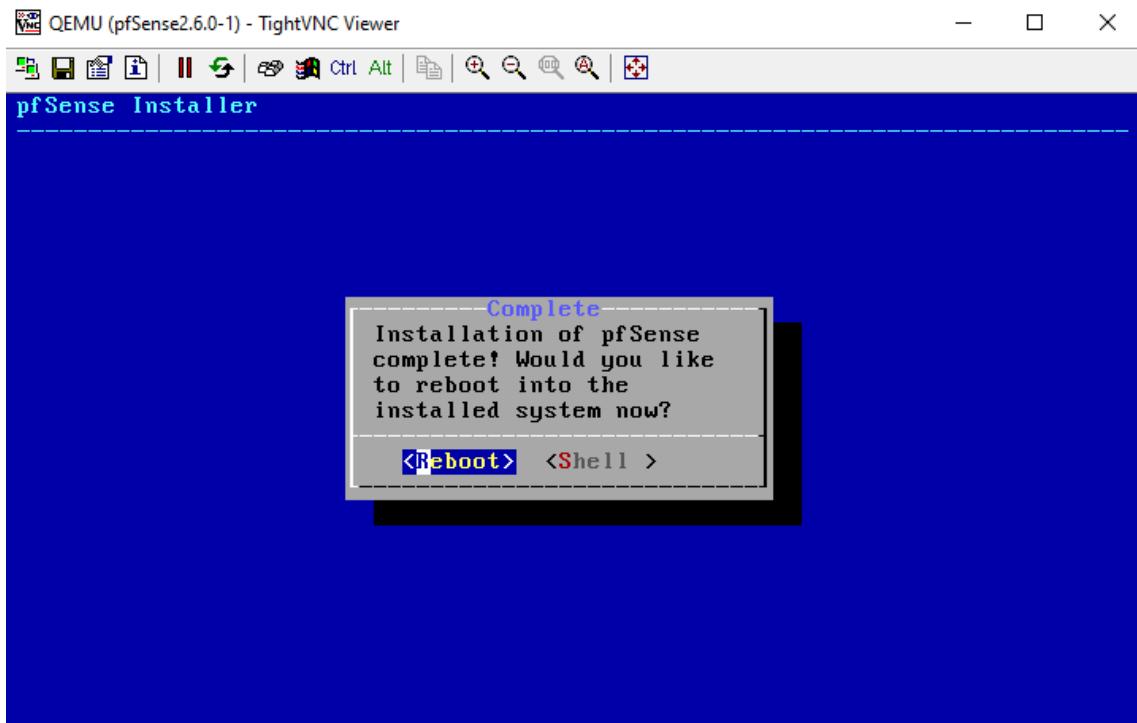


FIGURE 2.36 – Installation de pfSense - Étape 6

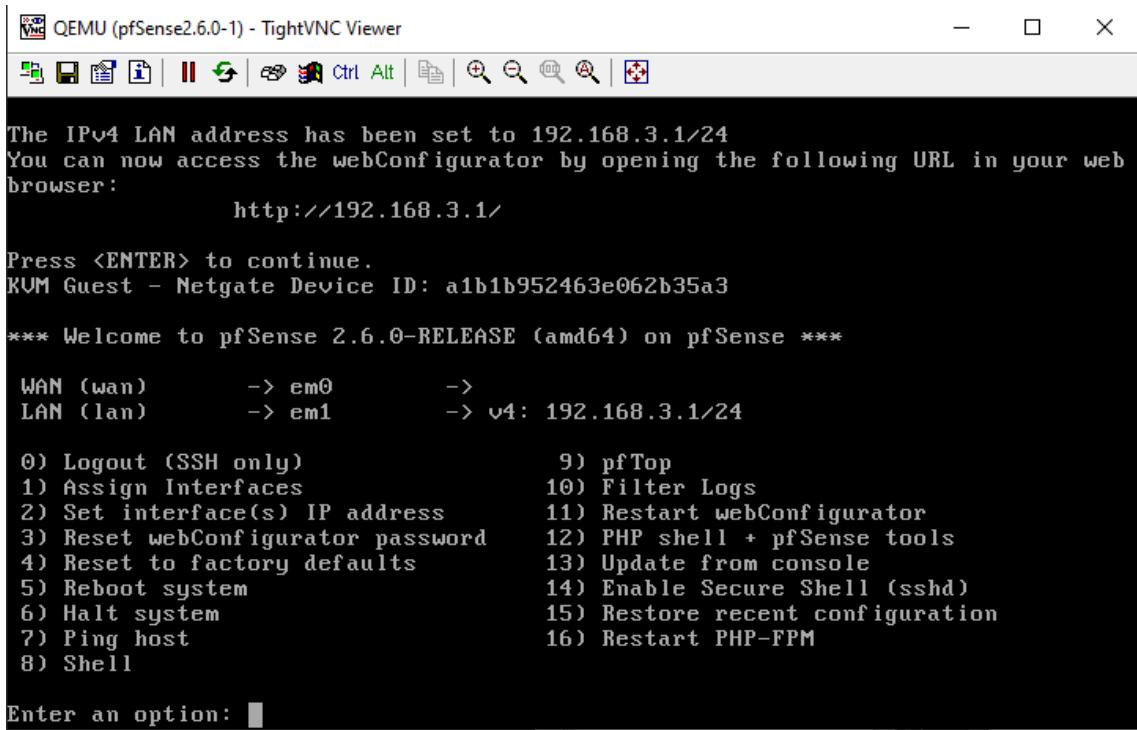


FIGURE 2.37 – Installation de pfSense - Étape 7

**Status / Dashboard**

**System Information**

Name	pfSense.home.arpa
User	admin@192.168.3.160 (Local Database)
System	pfSense Netgate Device ID: 27124e95a22edd441d13
BIOS	Vendor: Dell Inc. Version: A09 Release Date: Mon Jul 27 2015
Version	2.6.0-RELEASE (amd64) built on Mon Jan 31 19:57:53 UTC 2022 FreeBSD 12.3-STABLE
The system is on the latest version. Version information updated at Thu Apr 27 11:10:40 UTC 2023	
CPU Type	Intel(R) Core(TM) i3-4160 CPU @ 3.60GHz 4 CPUs: 1 package(s) x 2 core(s) x 2 hardware threads AES-NI CPU Crypto: Yes (inactive) QAT Crypto: No
<b>Hardware crypto</b>	
Kernel PTI	Enabled
MDS Mitigation	Inactive

**Netgate Services And Support**

Contract type	Community Support Community Support Only
---------------	---

**NETGATE AND pfSense COMMUNITY SUPPORT RESOURCES**

If you purchased your pfSense gateway firewall appliance from Netgate and elected Community Support at the point of sale or installed pfSense on your own hardware, you have access to various community support resources. This includes the NETGATE RESOURCE LIBRARY.

You also may upgrade to a Netgate Global Technical Assistance Center (TAC) Support subscription. We're always on! Our team is staffed 24x7x365 and committed to delivering enterprise-class, worldwide support at a price point that is more than competitive when compared to others in our space.

- Upgrade Your Support
- Community Support Resources
- Netgate Global Support FAQ
- Official pfSense Training by Netgate
- Netgate Professional Services
- Visit Netgate.com

If you decide to purchase a Netgate Global TAC Support subscription, you MUST have your Netgate Device ID (NDI) from your firewall in order to validate support for this unit. Write down your NDI and store it in a safe place. You can purchase TAC support [here](#).

FIGURE 2.38 – Tableau de bord de pfSense

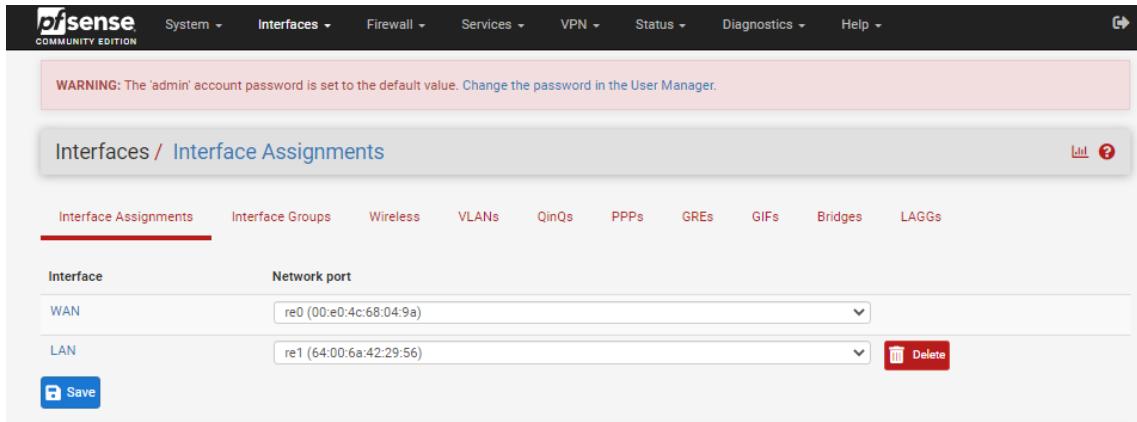


FIGURE 2.39 – Interfaces de pfSense

Une fois l’installation terminée, nous avons accédé au tableau de bord de pfSense pour configurer les interfaces réseau, les règles de pare-feu et d’autres paramètres de sécurité nécessaires pour protéger notre infrastructure.

pfSense offre une gamme d’options de configuration avancées, notamment la gestion des interfaces, les règles de pare-feu, les services VPN, la surveillance du trafic, etc. En utilisant ces fonctionnalités, nous avons pu personnaliser notre pare-feu pour répondre à nos exigences spécifiques de sécurité et de réseau.

## 2.6 L’architecture Réseau Ezzahra

Dans cette section nous présentons la topologie en GNS3 puis sa configuration et implémentation en Ezzahra.

### 2.6.1 Topologie en GNS3

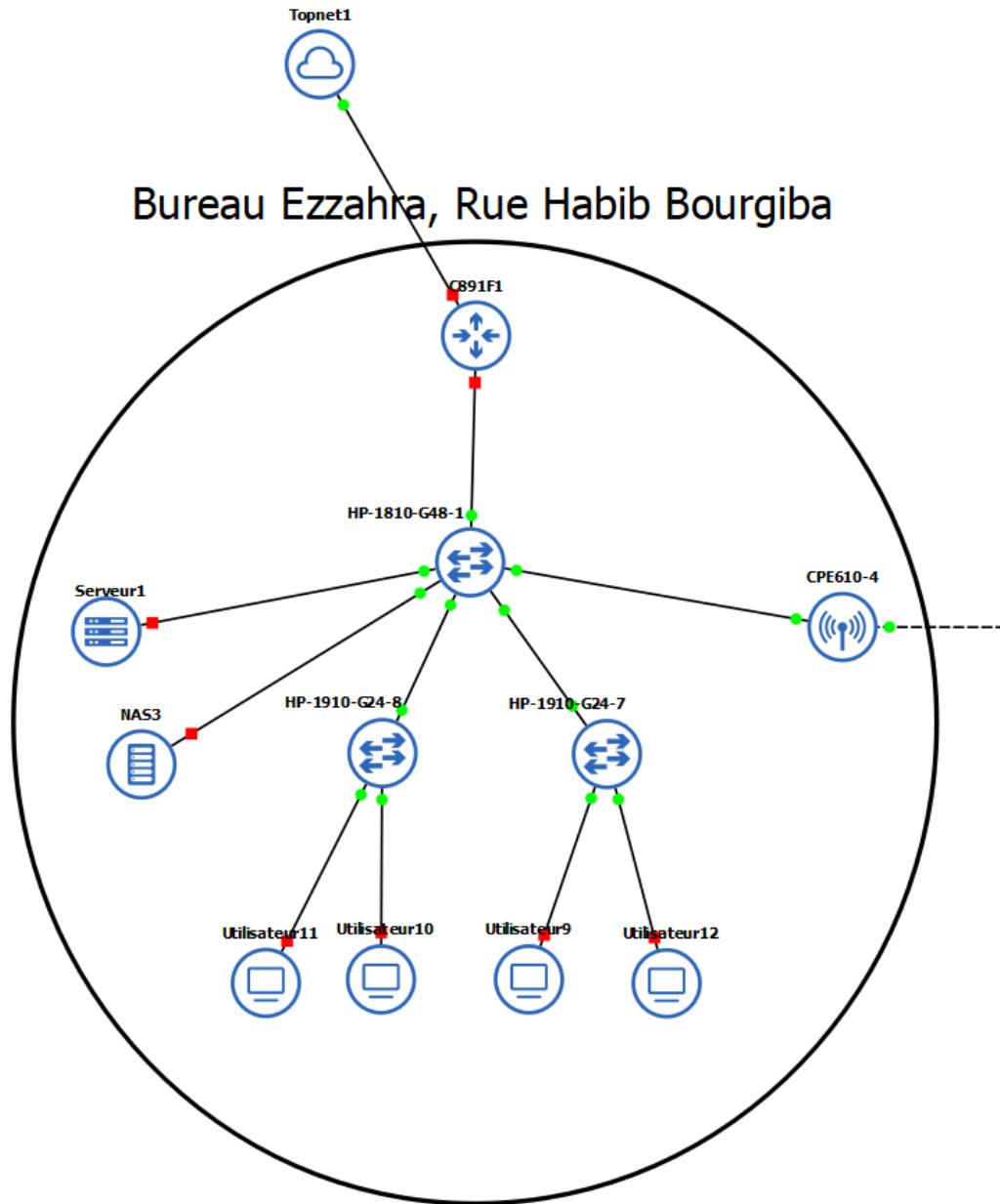


FIGURE 2.40 – Topologie Réseau Bureau Ezzahra

Dans cette figure 2.40, nous montrons que c'est la même structure que celle que nous avons déjà implémentée dans le bureau de Rades, mais avec la modification que nous avons ajouté une source Internet supplémentaire à notre réseau au cas où l'Internet de Rades serait coupé ou interrompu.

## 2.6.2 Configuration en GNS3

La configuration du réseau pour ce projet est similaire à celle du réseau du Bureau Rades. Nous avons mis en place une connexion directe avec Topnet pour assurer une connexion Internet de secours, et avons également mis en place une liaison (voir section MAN) avec les autres bureaux pour une meilleure gestion des données de l'entreprise.

Cette configuration permettra aux ingénieurs de travailler plus efficacement et de manière plus collaborative, en assurant une connectivité fiable et une gestion des données cohérente.

## 2.6.3 Implémentation

Les figures 2.41 et 2.42 du TP-Link installé montre la distance entre le Bureau Rades Melian et Rades est d'environ 2,843 km.

Device Information		Wireless Settings	
Device Name:	BEAM	MAXtream:	ON
Device Model:	CPE610 v2.0	Region:	Test_Mode
Firmware Version:	2.2.5 Build 20201028 Rel. 54761 (0000)	Channel/Frequency:	200 / 5000MHz
System Time:	2023-06-15 15:20:05	Channel Width:	20MHz
Uptime:	15 days 20:31:03	IEEE802.11 Mode:	A/N Mixed
CPU:	<div style="width: 18%;">18%</div>	Max TX Rate:	144.4Mbps
Memory:	<div style="width: 67%;">67%</div>	Antenna:	Feed Only - 7dBi
		Transmit Power:	23dBm
		Distance:	2.843km

FIGURE 2.41 – Distance entre Bureau Rades et Bureau Ezzhara

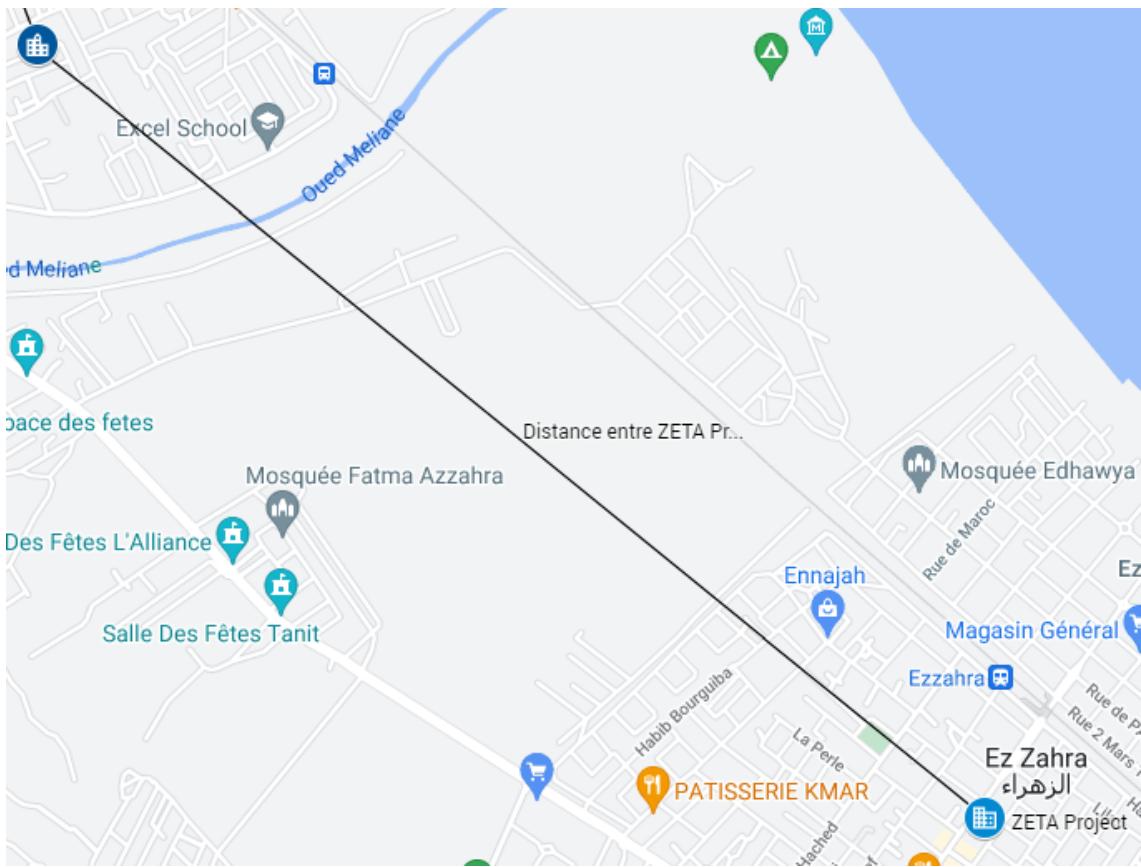


FIGURE 2.42 – Distance entre Bureau Rades et Bureau Ezzhara

## 2.7 Conclusion

En conclusion, la mise en place de l'infrastructure informatique pour le Mémoire De Mastère de Zeta Engineering a nécessité une analyse approfondie des besoins de l'entreprise et une sélection rigoureuse des outils et technologies utilisés pour assurer une infrastructure robuste et sécurisée. Les différentes architectures réseau mises en place ont été détaillées, du réseau local à celui du réseau MAN, en passant par les différentes implantations pour les bureaux Rades Melian et Ezzahra.

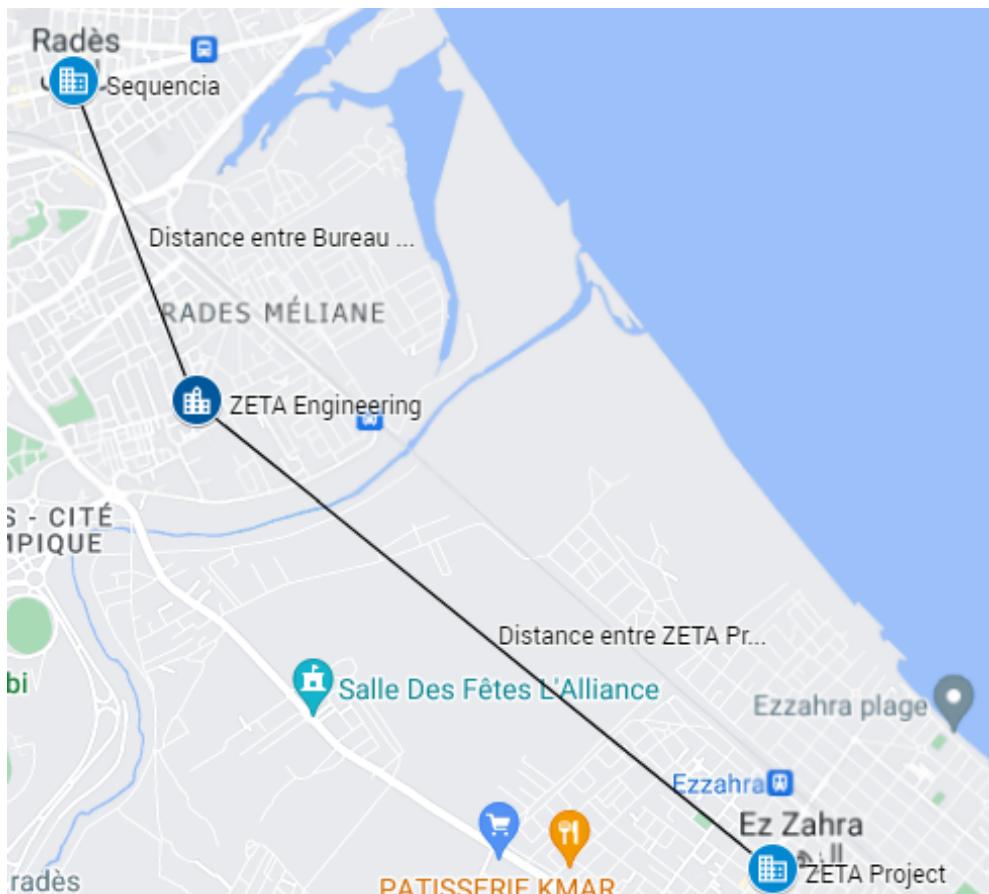


FIGURE 2.43 – Distance Total entre les bureaux

En somme, ce chapitre a permis de détailler les différentes étapes du déploiement de l'infrastructure IT pour le projet Mémoire De Mastère de Zeta Engineering et de présenter une approche complète et rigoureuse pour répondre aux besoins de l'entreprise tout en garantissant la sécurité et la robustesse de l'infrastructure.

# **Chapitre 3**

## **Déploiement du Système d'information**

### **3.1 Introduction**

Le déploiement du système d'information est une étape cruciale pour toute entreprise moderne. Afin de répondre aux besoins spécifiques de Zeta Engineering, nous avons identifié les éléments essentiels à intégrer dans notre système d'information, tels que le protocole DHCP, la plateforme Asterisk, ainsi que les modules ERP et CRM, etc. Cette sélection nous permettra de mettre en place une base solide pour notre système d'information. Par la suite, l'équipe informatique se concentrera sur l'amélioration progressive du SI, en effectuant des ajustements et des optimisations.

Dans ce chapitre, nous détaillerons les différentes étapes du déploiement de ces systèmes d'information, en commençant par l'installation et la configuration des serveurs nécessaires à leur fonctionnement. Nous expliquerons également les choix techniques que nous avons effectués pour répondre aux exigences de l'entreprise et assurer une infrastructure robuste et sécurisée. [6]

## 3.2 Les solutions choisies

Le tableau suivant montre les solutions essentiel choisies pour intégrer à notre entreprise système d'informations

OS Serveur	Ubuntu Server	Plateforme de système d'exploitation robuste et stable basée sur Linux, offrant un environnement fiable et sécurisé pour les serveurs.
Virtualisation	KVM	Permettre l'exécution de systèmes virtuels sur différents systèmes d'exploitation en simulant du matériel standardisé.
DHCP	ISC DHCP	Offre des fonctionnalités avancées pour la configuration et la gestion des adresses IP. ISC DHCP est souvent utilisé comme serveur DHCP dans les environnements Linux, notamment sur la distribution Ubuntu.
ERP/CRM	Odoo	Plateforme intégrée de gestion d'entreprise qui offre des fonctionnalités pour la gestion des ressources, des ventes, des finances, des ressources humaines et bien plus encore.
Voip / Téléphonie	Asterisk	Gérer les appels téléphoniques, y compris la gestion des lignes et d'autres fonctionnalités avancées. Il prend en charge différents protocoles de communication, tels que SIP et RTP, permettant ainsi la mise en place de communications vocales à travers le réseau IP.
Gestion de parc et d'inventaires	GLPI	Suivre et gérer les actifs matériels et logiciels d'une organisation, y compris les utilisateurs, les ordinateurs, les périphériques et les licences logicielles.
Gestion des identités et contrôle d'accès	OpenLDAP	Gérer les utilisateurs, les ordinateurs et les groupes au sein d'un réseau. Fournir des fonctionnalités d'authentification, de contrôle d'accès et de gestion des politiques de sécurité.

TABLE 3.1 – Les Solutions Choisis pour le Système d'information

### 3.3 Déploiement de solutions choisies

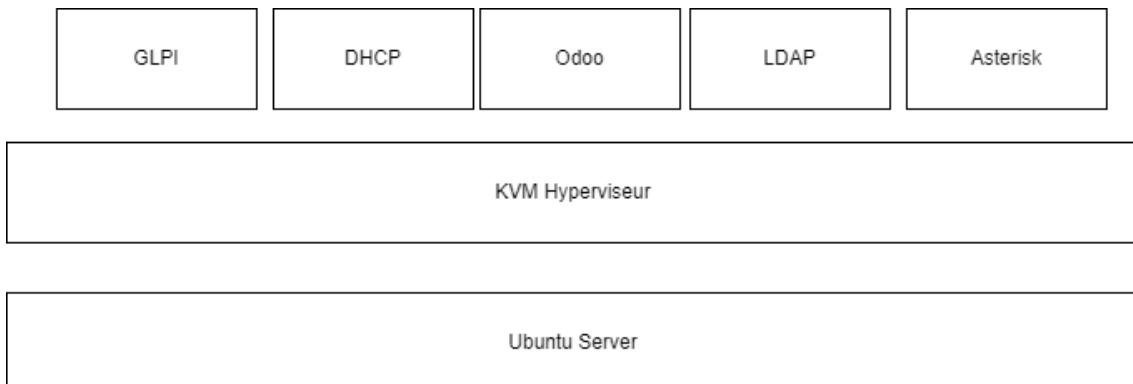


FIGURE 3.1 – Diagramme du Système d'information

#### 3.3.1 OS Serveur

Nous avons choisi Ubuntu Server 22.04 pour son excellente performance, sa stabilité et sa compatibilité avec un large éventail de logiciels et de technologies. Ubuntu Server est une distribution Linux légère spécialement conçue pour les serveurs, ce qui en fait un choix idéal pour notre environnement.

Ubuntu Server 22.04 est la dernière version de la distribution serveur d'Ubuntu, basée sur le système d'exploitation Linux. Elle offre une multitude de fonctionnalités et d'améliorations par rapport aux versions précédentes, notamment :

- Performances améliorées : Ubuntu Server 22.04 est optimisé pour fournir des performances élevées, permettant ainsi de gérer efficacement les charges de travail les plus exigeantes.
- Sécurité renforcée : La distribution intègre des fonctionnalités de sécurité avancées, telles que la prise en charge du chiffrement des données, les mises à jour automatiques et la gestion des certificats, afin de garantir la confidentialité et l'intégrité des données.
- Support à long terme : Ubuntu Server 22.04 bénéficie d'un support à long terme (LTS) de cinq ans, ce qui signifie que des mises à jour de sécurité et des correctifs seront disponibles pendant une période prolongée, assurant ainsi la stabilité et la fiabilité du système.

- Écosystème riche : Ubuntu Server est soutenu par une vaste communauté d'utilisateurs et de développeurs, ce qui garantit un support et une documentation abondants, ainsi qu'un large éventail de logiciels et d'outils disponibles pour répondre aux besoins spécifiques du serveur.

Voici notre connexion à notre serveur Ubuntu 22.04 grâce à Putty en figure 3.2 :

```
zetaadmin@zetasrv: ~
login as: zetaadmin
zetaadmin@192.168.3.234's password:
Welcome to Ubuntu 22.04.2 LTS (GNU/Linux 5.15.0-60-generic x86_64)

 * Documentation:  https://help.ubuntu.com
 * Management:     https://landscape.canonical.com
 * Support:        https://ubuntu.com/advantage

System information as of Thu Jun 15 10:21:39 AM UTC 2023

System load: 0.09814453125      Processes:                188
Usage of /:   49.4% of 97.87GB   Users logged in:          1
Memory usage: 45%
Swap usage:   1%
Temperature: 35.0 C             IPv4 address for eno1: 192.168.3.234
                                IPv4 address for virbr0: 192.168.122.1

Expanded Security Maintenance for Applications is not enabled.

8 updates can be applied immediately.
8 of these updates are standard security updates.
To see these additional updates run: apt list --upgradable

7 additional security updates can be applied with ESM Apps.
Learn more about enabling ESM Apps service at https://ubuntu.com/esm

*** System restart required ***
Last login: Wed Jun 14 07:55:33 2023 from 192.168.3.227
zetaadmin@zetasrv:~$
```

FIGURE 3.2 – Connexion à Ubuntu Server 22.04 via Putty

Ci-dessous 3.3, vous pouvez voir le résultat de la commande "neofetch" exécutée sur notre serveur Ubuntu :

```

zetaadmin@zetasrv:~$ neofetch
      .-/+oossssoot/-.
      ` :+ssssssssssssssssssss+:'-
      -+ssssssssssssssssssyyssss+-.
      .osssssssssssssssssdMMMNyssso.
      /sssssssssshdmmNNmmyNMNMNMhssssss/
      +ssssssssshmydNMNMNMNMdddyssssssss+.
      /sssssssshNMMNyhhyyyyhmNMNMNMhssssssss/
      .sssssssssdMMMNhssssssssssshNMNMNdssssssss.
      +sssshhhhyNMMNysssssssssssyNMMNyssssssss+.
      ossyNMMMNyMMhssssssssssssshmmmhssssssso
      ossyNMMMNyMMhssssssssssssshmmmhssssssso
      +sssshhhhyNMMNysssssssssssyNMMNyssssssss+.
      .sssssssssdMMMNhssssssssssshNMNMNdssssssss.
      /sssssssshNMMNyhhyyyyhdNMNMNMhssssssss/
      +sssssssssdmydNMNMNMNMdddyssssssss+.
      /sssssssssshdmNNNmyNMNMNMhssssssss.
      .osssssssssssssssssdMMMNyssso.
      -+ssssssssssssssssssyyssss+-.
      ` :+ssssssssssssssssssss+:'-
      .-/+oossssoot/-.

zetaadmin@zetasrv
-----
OS: Ubuntu 22.04.2 LTS x86_64
Host: Precision T1700 01
Kernel: 5.15.0-60-generic
Uptime: 2 days, 20 hours, 35 mins
Packages: 940 (dpkg), 4 (snap)
Shell: bash 5.1.16
Resolution: 1024x768
Theme: Adwaita [GTK3]
Icons: Adwaita [GTK3]
Terminal: /dev/pts/3
CPU: Intel Xeon E3-1240 v3 (8) @ 3.800GHz
GPU: NVIDIA GeForce GT 630
Memory: 6801MiB / 15940MiB

```



FIGURE 3.3 – Résultat de la commande "neofetch" sur Ubuntu Server 22.04

### 3.3.2 Visualisation

Nous avons choisi KVM (Kernel-based Virtual Machine) pour sa performance et sa compatibilité avec Ubuntu Server, afin d'héberger nos machines virtuelles (VM). KVM est une solution de virtualisation open source qui permet d'exécuter des systèmes virtuels sur un serveur physique.

Avant d'installer KVM, nous avons effectué les vérifications suivantes pour nous assurer de la compatibilité matérielle :

1. Nous avons exécuté la commande ‘egrep -c ’(vmx|svm)’ /proc/cpuinfo‘ pour vérifier la présence des instructions de virtualisation matérielles (VT-x pour Intel ou AMD-V pour AMD) sur le processeur. Un résultat supérieur à zéro indique que le processeur prend en charge la virtualisation matérielle.
2. Nous avons utilisé la commande ‘kvm-ok‘ pour vérifier si les modules de virtualisation étaient chargés correctement dans le système et si la virtualisation était supportée.

Une fois ces vérifications réussies, nous avons procédé à l'installation des packages nécessaires en exécutant la commande suivante : ‘sudo apt install -y qemu-kvm virt-manager libvirt-daemon-system virtinst libvirt-clients bridge-utils’ v

Ci-dessous, vous pouvez voir les captures d'écran illustrant les étapes d'installation de KVM et de vérification de l'état du service libvирtd dans les figures 3.4 et 3.5 :

```
zetaadmin@zetasrv:~$ egrep -c '(vmx|svm)' /proc/cpuinfo
16
zetaadmin@zetasrv:~$ kvm-ok
INFO: /dev/kvm exists
KVM acceleration can be used
zetaadmin@zetasrv:~$ sudo apt install -y qemu-kvm virt-manager libvirt-daemon-system virtinst libvirt-clients bridge-utils
```

FIGURE 3.4 – Installation des packages KVM

```
[sudo] password for zetaadmin:
● libvирtd.service - Virtualization daemon
  Loaded: loaded (/lib/systemd/system/libvирtd.service; enabled; vendor preset: enabled)
  Active: active (running) since Mon 2023-06-12 14:35:23 UTC; 2 days ago
TriggeredBy: • libvирtd-ro.socket
              • libvирtd-admin.socket
              • libvирtd.socket
  Docs: man:libvирtd(8)
        https://libvirt.org
 Main PID: 38246 (libvирtd)
   Tasks: 24 (limit: 32768)
  Memory: 26.2M
     CPU: 4min 24.335s
    CGroup: /system.slice/libvирtd.service
            ├─38246 /usr/sbin/libvирtd
            ├─38388 /usr/sbin/dnsmasq --conf-file=/var/lib/libvirt/dnsmasq/default.conf --leasefile-ro --dhcp-script
            ├─38389 /usr/sbin/dnsmasq --conf-file=/var/lib/libvirt/dnsmasq/default.conf --leasefile-ro --dhcp-script

Jun 13 15:52:28 zetasrv libvирtd[38246]: cannot parse process status data
Jun 13 15:52:28 zetasrv libvирtd[38246]: cannot parse process status data
Jun 13 15:52:28 zetasrv libvирtd[38246]: Failed to open file '/sys/fs/cgroup/machine.slice/machine-qemu\x2d12\x2d0doo'
Jun 13 15:52:28 zetasrv libvирtd[38246]: Unable to read from '/sys/fs/cgroup/machine.slice/machine-qemu\x2d12\x2d0doo'
Jun 13 15:52:28 zetasrv libvирtd[38246]: Failed to open file '/sys/fs/cgroup/machine.slice/machine-qemu\x2d12\x2d0doo'
Jun 13 15:52:28 zetasrv libvирtd[38246]: Unable to read from '/sys/fs/cgroup/machine.slice/machine-qemu\x2d12\x2d0doo'
Jun 13 15:52:28 zetasrv libvирtd[38246]: cannot parse process status data
Jun 13 15:52:28 zetasrv libvирtd[38246]: cannot parse process status data
Jun 13 21:27:03 zetasrv libvирtd[38246]: End of file while reading data: Input/output error
Jun 14 10:01:35 zetasrv libvирtd[38246]: End of file while reading data: Input/output error
[lines 1-27/27 (END)]
```

FIGURE 3.5 – Vérification de l'état du service libvирtd

Enfin, grâce à l'utilisation de Xming et de Putty, nous pouvons accéder au gestionnaire graphique Virt-Manager à distance depuis notre utilisateur Windows. Cela nous permet de configurer nos machines virtuelles de manière conviviale.

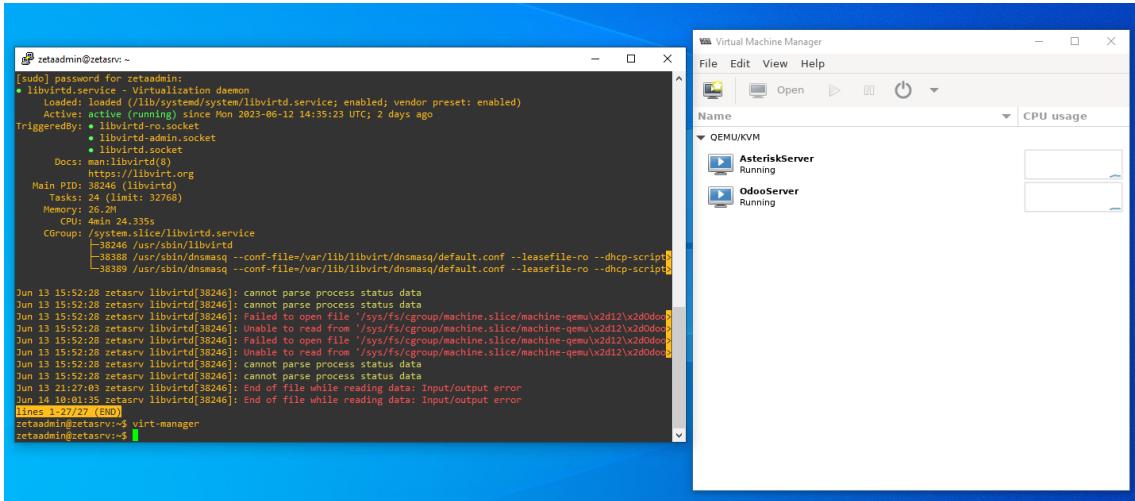


FIGURE 3.6 – Accès à Virt-Manager via Xming et Putty

Ainsi, nous pouvons gérer et administrer nos VMs de manière efficace en utilisant Virt-Manager et KVM sur notre serveur Ubuntu comme le montre 3.6.

### 3.3.3 DHCP

Pour mettre en place et configurer un serveur DHCP sur une machine virtuelle Linux, nous avons suivi les étapes suivantes :

Tout d'abord, nous avons effectué une mise à jour du système Linux en exécutant la commande "apt-get update" dans la figure 3.7 :

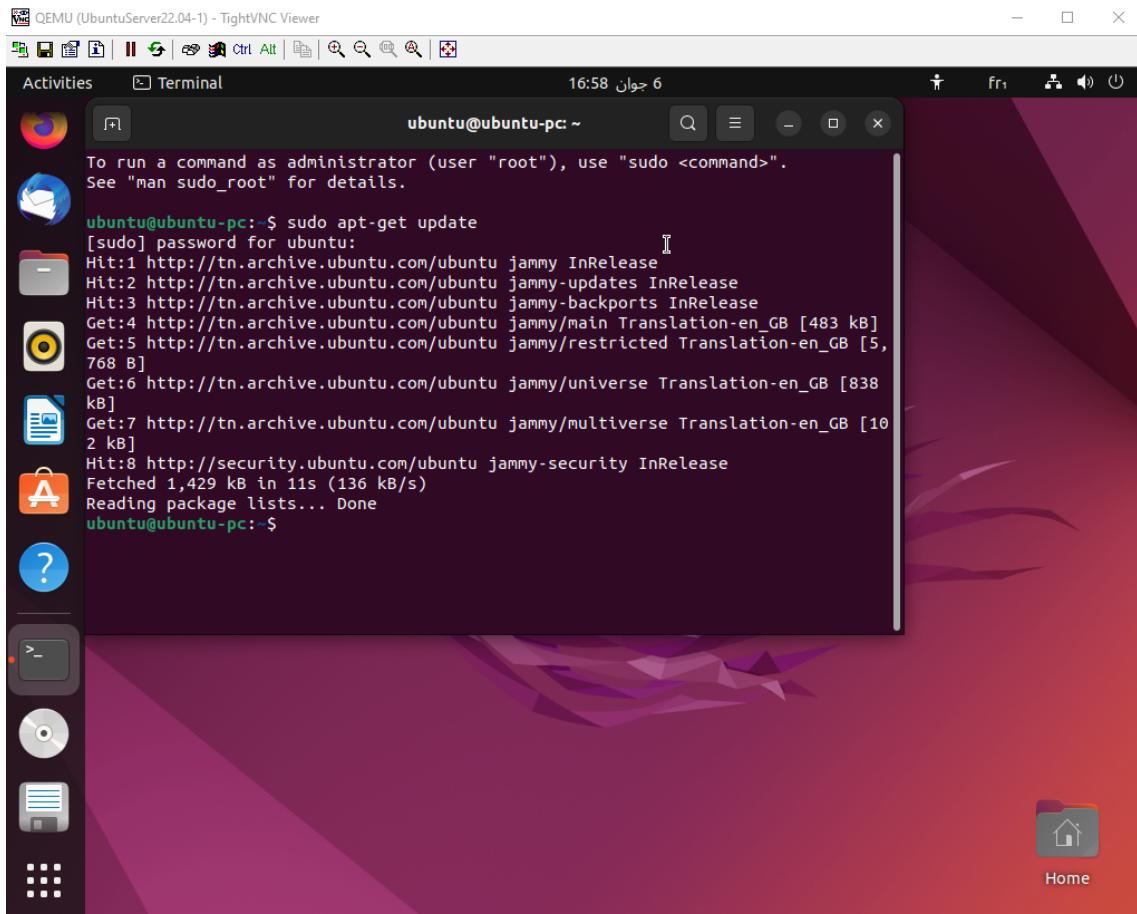


FIGURE 3.7 – Mise à jour du système Linux

Ensuite, nous avons redémarré le service isc-dhcp pour appliquer les modifications 3.8 :

```
ubuntu@ubuntu-pc:~$ sudo systemctl restart isc-dhcp-server.service
ubuntu@ubuntu-pc:~$ cd /etc/dhcp
ubuntu@ubuntu-pc:/etc/dhcp$ ls -lah
total 44K
drwxr-xr-x  5 root root  4.0K 17:00  .
drwxr-xr-x 129 root root 12K 17:00  ..
drwxr-x---  2 root dhcpd 4.0K 17:00  ddns-keys
-rw-r--r--  1 root root 1.4K 2021  debug
-rw-r--r--  1 root root 1.7K 2021  dhclient.conf
drwxr-xr-x  2 root root 4.0K 04:59  dhclient-enter-hooks.d
drwxr-xr-x  2 root root 4.0K 16:28  dhclient-exit-hooks.d
-rw-r--r--  1 root root 3.3K 22:54  dhcpd6.conf
-rw-r--r--  1 root root 3.6K 22:54  dhcpd.conf
```

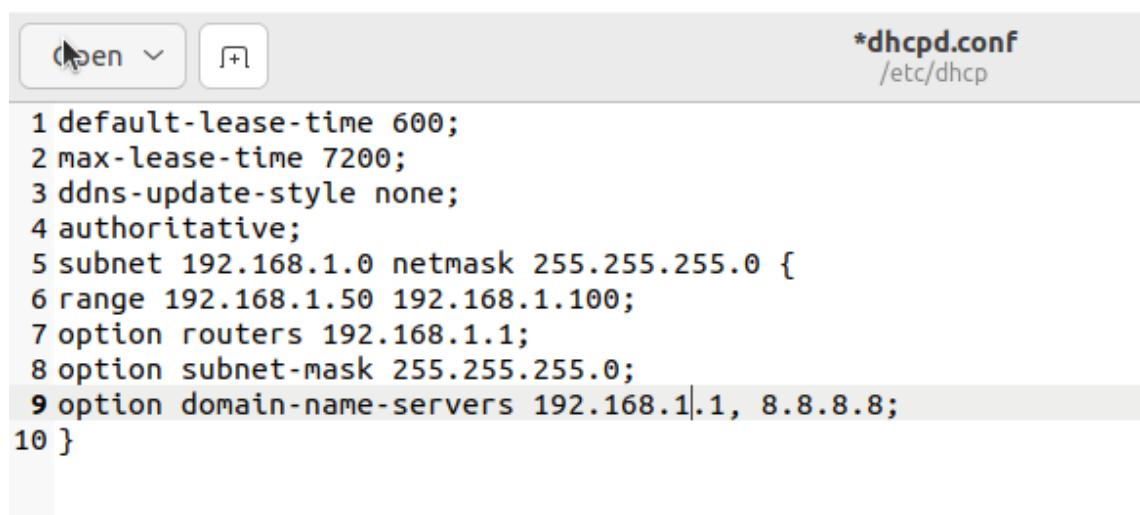
FIGURE 3.8 – Redémarrage du service isc-dhcp

Nous avons ensuite procédé à la configuration du fichier dhcpcd.conf à l'aide de l'éditeur de texte gedit 3.9 :

```
ubuntu@ubuntu-pc:/etc/dhcp$ mv -v dhcpd.conf dhcpd.conf.backup
mv: cannot move 'dhcpd.conf' to 'dhcpd.conf.backup': Permission denied
ubuntu@ubuntu-pc:/etc/dhcp$ sudo mv -v dhcpd.conf dhcpd.conf.backup
renamed 'dhcpd.conf' -> 'dhcpd.conf.backup'
ubuntu@ubuntu-pc:/etc/dhcp$ sudo gedit dhcpd.conf
```

FIGURE 3.9 – Configuration du fichier dhcpd.conf

Voici un exemple de fichier de configuration dhcpd.conf :



```
Open ▾  ↗
*dhcpd.conf
/etc/dhcp

1 default-lease-time 600;
2 max-lease-time 7200;
3 ddns-update-style none;
4 authoritative;
5 subnet 192.168.1.0 netmask 255.255.255.0 {
6   range 192.168.1.50 192.168.1.100;
7   option routers 192.168.1.1;
8   option subnet-mask 255.255.255.0;
9   option domain-name-servers 192.168.1.1, 8.8.8.8;
10 }
```

FIGURE 3.10 – Exemple de fichier de configuration dhcpd.conf

Enfin, nous avons vérifié que le serveur DHCP ISC était en cours d'exécution en utilisant la commande systemctl status isc-dhcp-server.service :

```

ubuntu@ubuntu-pc:/etc/dhcp$ sudo systemctl restart isc-dhcp-server.service
ubuntu@ubuntu-pc:/etc/dhcp$ sudo systemctl status isc-dhcp-server.service
● isc-dhcp-server.service - ISC DHCP IPv4 server
  Loaded: loaded (/lib/systemd/system/isc-dhcp-server.service; enabled; vendor>
  Active: active (running) since Tue 2023-06-06 17:14:20 CET; 2s ago
    Docs: man:dhcpd(8)
   Main PID: 13200 (dhcpd)
     Tasks: 4 (limit: 4617)
    Memory: 4.5M
      CPU: 16ms
     CGroup: /system.slice/isc-dhcp-server.service
             └─13200 dhcpd -user dhcpd -group dhcpd -f -4 -pf /run/dhcp-server/>

17:14:20 06 ubuntu-pc sh[13200]: PID file: /run/dhcp-server/dhcpd.pid
17:14:20 06 ubuntu-pc dhcpd[13200]: Wrote 0 leases to leases file.
17:14:20 06 ubuntu-pc sh[13200]: Wrote 0 leases to leases file.
17:14:20 06 ubuntu-pc dhcpd[13200]: Listening on LPF/ens3/0c:17:2b:dc:00:0>
17:14:20 06 ubuntu-pc sh[13200]: Listening on LPF/ens3/0c:17:2b:dc:00:00/1>
17:14:20 06 ubuntu-pc dhcpd[13200]: Sending on  LPF/ens3/0c:17:2b:dc:00:0>
17:14:20 06 ubuntu-pc sh[13200]: Sending on  LPF/ens3/0c:17:2b:dc:00:00/1>
17:14:20 06 ubuntu-pc dhcpd[13200]: Sending on  Socket/fallback/fallback->
17:14:20 06 ubuntu-pc sh[13200]: Sending on  Socket/fallback/fallback-net
17:14:20 06 ubuntu-pc dhcpd[13200]: Server starting service.
Lines 1-21/21 (END)

```

FIGURE 3.11 – État du service ISC DHCP

Ainsi, nous avons réussi à mettre en place et configurer un serveur DHCP sur notre machine virtuelle Linux. Cela nous permettra de fournir automatiquement des adresses IP et d'autres informations de configuration réseau aux clients DHCP de notre réseau.

### 3.3.4 VoIP/Téléphonie

Étant donné que notre entreprise dispose d'une équipe de centre d'appels, il est essentiel d'avoir une solution de téléphonie centralisée comme Asterisk sur notre serveur. Asterisk est un logiciel de téléphonie open source qui permet de gérer les appels téléphoniques, les files d'attente, les routages, etc. Nous avons procédé à la configuration et à l'installation d'Asterisk selon les étapes suivantes :

Voici notre installation d'Asterisk sur notre machine virtuelle Ubuntu :

```

ubuntu@AsteriskServer:~$ systemctl status asterisk
● asterisk.service - LSB: Asterisk PBX
  Loaded: loaded (/etc/init.d/asterisk; generated)
  Active: active (running) since Tue 2023-06-13 15:24:16 CET; 20h ago
    Docs: man:systemd-sysv-generator(8)
   Tasks: 37 (limit: 4618)
  Memory: 49.4M
  CGroup: /system.slice/asterisk.service
          └─752 /usr/sbin/asterisk -U asterisk -G asterisk

15:24:15 13 جولن ubuntu-VirtualBox systemd[1]: Starting LSB: Asterisk PBX...
15:24:16 13 جولن ubuntu-VirtualBox asterisk[690]: * Starting Asterisk PBX: ast
15:24:16 13 جولن ubuntu-VirtualBox asterisk[690]: ...done.
15:24:16 13 جولن ubuntu-VirtualBox systemd[1]: Started LSB: Asterisk PBX.
lines 1-13/13 (END)

```

FIGURE 3.12 – Installation d’Asterisk sur Ubuntu

Nous avons confirmé le bon fonctionnement d’Asterisk en utilisant le logiciel Zoiper :



FIGURE 3.13 – Confirmation du fonctionnement d’Asterisk avec Zoiper

Veuillez noter que vous pouvez copier le code directement à partir d’ici pour reproduire les figures dans votre propre documentation.

### 3.3.5 ERP/CRM

Odoo est une suite logicielle open-source complète qui propose des modules de gestion d’entreprise, y compris des fonctionnalités ERP (Enterprise Resource Planning) et CRM (Customer Relationship Management).

Odoo offre une large gamme de fonctionnalités et de modules couvrant différents aspects de la gestion d’entreprise, tels que la comptabilité, la ges-

tion des ventes, la gestion des stocks, la gestion des ressources humaines, le marketing, etc. Les modules ERP d'Odoo permettent de gérer efficacement les opérations et les processus internes de l'entreprise, tandis que les modules CRM offrent des outils pour gérer les relations avec les clients et optimiser les activités de vente et de marketing.

Le choix d'Odoo en tant que solution ERP/CRM s'explique par plusieurs raisons. Tout d'abord, Odoo est un logiciel open-source, ce qui signifie qu'il est librement accessible et modifiable, offrant ainsi une flexibilité et une personnalisation accrues. De plus, Odoo dispose d'une communauté active qui contribue au développement et à l'amélioration continue du logiciel, ce qui garantit une évolution constante et des mises à jour régulières.

Voici un aperçu de notre installation d'Odoo sur notre machine virtuelle Ubuntu :

```
ubuntu@odooServer:~$ systemctl status odoo15
● odoo15.service - Odoo
   Loaded: loaded (/etc/systemd/system/odoo15.service; enabled; vendor preset: enabled)
   Active: active (running) since Wed 2023-06-14 11:43:28 CET; 3min 45s ago
     Docs: http://www.odoo.com
 Main PID: 570 (python3)
    Tasks: 7 (limit: 4613)
   Memory: 177.3M
      CGroup: /system.slice/odoo15.service
              └─570 python3 /opt/odoo15/odoo/odoo-bin -c /etc/odoo.conf

11:43:28 14 جولن ubuntu-VirtualBox systemd[1]: Started Odoo.
lines 1-11/11 (END)
```

FIGURE 3.14 – Installation d'Odoo sur Ubuntu

Et voici la confirmation du bon fonctionnement d'Odoo avec le tableau de bord accessible depuis notre navigateur, où les modules CRM sont installés :

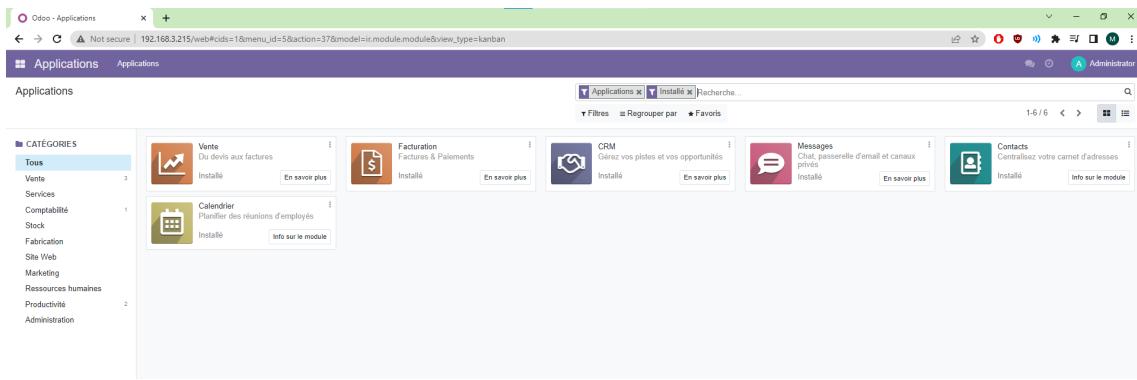


FIGURE 3.15 – Tableau de bord d’Odoo avec les modules CRM installés

Grâce à Odoo, nous pourrons gérer efficacement nos processus d’entreprise, améliorer nos relations avec les clients et optimiser nos activités de vente et de marketing. La flexibilité, la personnalisation et la communauté active d’Odoo en font une solution ERP/CRM puissante et adaptée à nos besoins.

### 3.3.6 GLPI

GLPI (Gestionnaire Libre de Parc Informatique) est une plateforme open-source largement utilisée pour la gestion des services informatiques et des actifs informatiques. L’un des plugins les plus populaires de GLPI est FusionInventory, qui permet la collecte automatisée des informations sur le matériel et les logiciels du parc informatique.

FusionInventory s’intègre parfaitement à GLPI, offrant ainsi une solution complète pour la gestion centralisée des équipements informatiques. Les informations collectées par FusionInventory, telles que les détails matériels, les logiciels installés et les configurations, sont automatiquement importées dans la base de données de GLPI.

Cette intégration permet d’avoir une vue d’ensemble complète et à jour du parc informatique de l’entreprise dans le tableau de bord de GLPI. Les responsables informatiques peuvent ainsi avoir une vision claire de tous les équipements, leur localisation, leur état, les utilisateurs associés, etc.

Voici un aperçu du tableau de bord de GLPI, où toutes les informations sur les équipements peuvent être consultées et gérées efficacement :

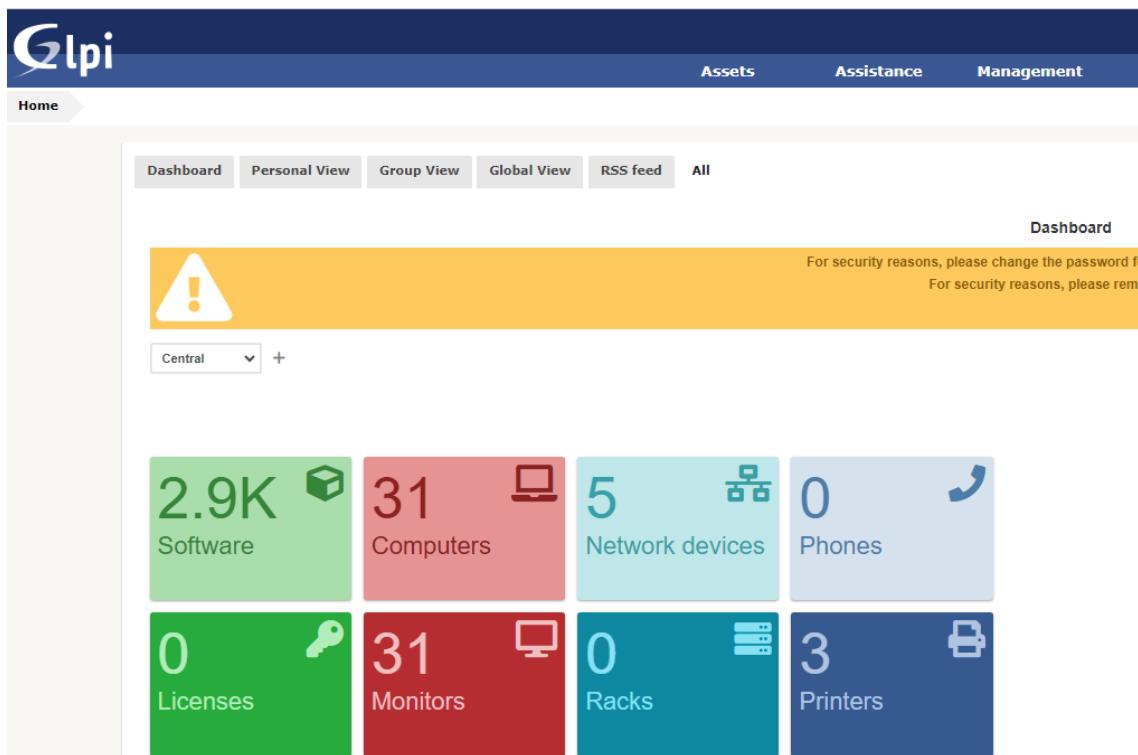


FIGURE 3.16 – Tableau de bord de GLPI

Grâce à GLPI et FusionInventory, les avantages suivants sont obtenus :

1. Gestion centralisée des actifs : Tous les équipements, qu'il s'agisse de postes de travail, de serveurs, d'imprimantes ou de périphériques, sont regroupés dans une seule interface. Cela facilite la recherche, la gestion et la maintenance de l'ensemble du parc informatique.
2. Automatisation de l'inventaire : Les informations sur le matériel et les logiciels sont collectées automatiquement, réduisant ainsi les erreurs et les efforts manuels. Cela permet d'avoir une base de données à jour et précise de tous les équipements.
3. Suivi des incidents et des problèmes : Avec GLPI, il est possible de

lier les équipements aux tickets d'assistance, facilitant ainsi la résolution des incidents et le suivi des problèmes techniques.

4. Gestion des contrats et des licences : GLPI permet de gérer les contrats de maintenance, les licences logicielles et les garanties associées aux équipements du parc informatique. Cela facilite la gestion des renouvellements, des échéances et des coûts associés.

En résumé, l'intégration de FusionInventory avec GLPI offre une solution complète pour la gestion des actifs informatiques et des services informatiques. Elle permet une meilleure visibilité du parc informatique, une automatisation de l'inventaire, une gestion efficace des incidents et des problèmes, ainsi qu'une gestion simplifiée des contrats et des licences.

### 3.3.7 openLDAP

OpenLDAP, un logiciel open-source, est utilisé dans notre système SI pour la gestion des identités et des accès des utilisateurs. Il fournit un serveur d'annuaire LDAP (Lightweight Directory Access Protocol) permettant d'accéder et de gérer les informations de manière centralisée. LDAP est un protocole de communication utilisé pour cette gestion.

OpenLDAP offre une gamme de fonctionnalités pour la gestion des utilisateurs, des groupes et des autorisations. Cela facilite l'administration des comptes utilisateurs, la mise en place de politiques de sécurité et la gestion des droits d'accès aux ressources informatiques. En intégrant openLDAP à notre système SI, nous pourrons gérer efficacement les identités et les accès des utilisateurs.

Le tableau de bord de phpLDAPAdmin, une interface graphique pour la gestion de l'annuaire LDAP, est présenté ci-dessous. Cependant, il n'a pas encore été configuré et distribué sur tous les postes clients.



FIGURE 3.17 – Tableau de bord de phpLDAPAdmin

OpenLDAP est reconnu pour ses performances, sa fiabilité et sa flexibilité. Il peut être intégré à d'autres systèmes d'authentification, tels que Kerberos, pour renforcer la sécurité des accès. Sa compatibilité avec de nombreux systèmes et applications facilite son déploiement dans des environnements hétérogènes. En choisissant openLDAP comme solution de gestion des identités et des accès, nous bénéficions d'un système solide et éprouvé pour centraliser et gérer les informations des utilisateurs, renforçant ainsi la sécurité de notre système SI.

### 3.4 Conclusion

Le déploiement du système d'information de Zeta Engineering a été réalisé en suivant un processus structuré et en utilisant des solutions techniques adaptées. Nous avons sélectionné avec soin les différents éléments de notre système d'information, tels que le pare-feu pfSense, le système d'exploitation Ubuntu Server, la virtualisation KVM, le serveur DHCP ISC DHCP, le CRM/ERP Odoo, la plateforme de téléphonie Asterisk, ainsi que les outils de gestion des inventaires GLPI et FusionInventory et de gestion des identités OpenLDAP.

L'installation et la configuration de ces solutions ont été effectuées en suivant des étapes précises. Nous avons installé pfSense pour assurer la sécurité de notre réseau en contrôlant le trafic entrant et sortant. Ubuntu Server 22.04 a été choisi comme système d'exploitation serveur en raison de sa performance, de sa stabilité et de sa compatibilité avec de nombreux logiciels. La virtualisation KVM a été mise en place pour héberger nos machines virtuelles, tandis que le serveur DHCP ISC DHCP a été configuré pour la gestion des adresses IP. Odoo a été utilisé comme plateforme intégrée de gestion d'entreprise, et Asterisk a été déployé pour la gestion des appels téléphoniques.

Ce déploiement a permis à Zeta Engineering de mettre en place une infrastructure solide et sécurisée pour son système d'information. Les choix techniques effectués garantissent une performance élevée, une stabilité et une compatibilité avec les besoins de l'entreprise. L'équipe informatique pourra désormais se concentrer sur l'amélioration progressive du système d'information, en effectuant des ajustements et des optimisations pour répondre aux besoins évolutifs de l'entreprise.

En conclusion, le déploiement du système d'information de Zeta Engineering constitue une étape essentielle pour assurer le bon fonctionnement et la performance de l'entreprise. Les solutions techniques choisies offrent une base solide et sécurisée, permettant à l'entreprise de poursuivre ses activités de manière efficace et fiable.

# **Chapitre 4**

## **Intégration des objets connectés**

### **4.1 Introduction**

L'intégration des objets connectés est un élément clé pour une infrastructure informatique moderne et efficace. Dans ce dernier chapitre, nous allons explorer les différentes étapes de l'intégration des objets connectés dans notre infrastructure existante.

Les objets connectés sont des dispositifs électroniques qui peuvent communiquer entre eux et avec des systèmes informatiques, et sont capables de collecter et d'analyser des données en temps réel.

Ils jouent un rôle important dans la création de systèmes intelligents et autonomes, qui peuvent améliorer l'efficacité, la sécurité et la qualité de vie dans de nombreux domaines.

Dans ce chapitre, nous examinerons les différentes technologies et protocoles utilisés pour l'intégration des objets connectés, ainsi que les défis et les opportunités qu'elle présente.

Nous décrirons également les différentes étapes du processus d'intégration, de la sélection des dispositifs appropriés à leur installation, leur configuration et leur maintenance. Enfin, nous présenterons quelques exemples

d'applications pratiques de l'intégration des objets connectés dans différents domaines, tels que l'agriculture, la santé, l'industrie et le transport.

## 4.2 Objets Connectés

Les objets connectés, également connus sous le nom d'Internet des objets (IoT), font référence à des appareils physiques qui sont connectés à Internet et peuvent échanger des données avec d'autres appareils ou systèmes.

Les objets connectés sont souvent équipés de capteurs, de logiciels et d'autres technologies permettant de collecter et de communiquer des données en temps réel. Ces données peuvent être utilisées pour améliorer l'efficacité, la productivité et la sécurité dans un large éventail de domaines, tels que la santé, les transports, l'agriculture, l'industrie manufacturière, les villes intelligentes, les maisons intelligentes, etc.

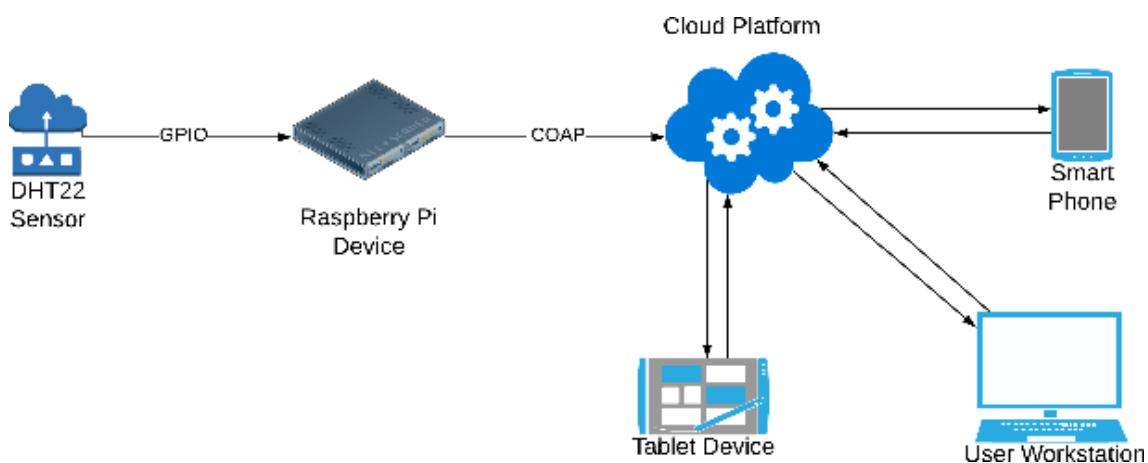


FIGURE 4.1 – Topologie IoT

#### 4.2.1 Imprimantes



FIGURE 4.2 – Imprimante de l'entreprise

La plupart des imprimantes appartenant à l'entreprise sont équipées d'une carte réseau permettant leur intégration au réseau. Toutefois, celles qui n'en disposent pas utilisent une carte intégrée pour se connecter.

#### 4.2.2 Camera de Surveillance



FIGURE 4.3 – Camera Dahua de l'entreprise

Pour connecter les caméras de surveillance au réseau de l'entreprise, nous commencerons par configurer chaque caméra afin qu'elle obtienne une adresse IP unique et qu'elle soit reconnue sur le réseau. Ensuite, nous utiliserons un NVR pour stocker les enregistrements vidéo en continu et gérer les flux provenant des caméras. Pour faciliter l'accès aux flux vidéo des caméras, nous installerons le logiciel SmartPSS sur les ordinateurs des directeurs.

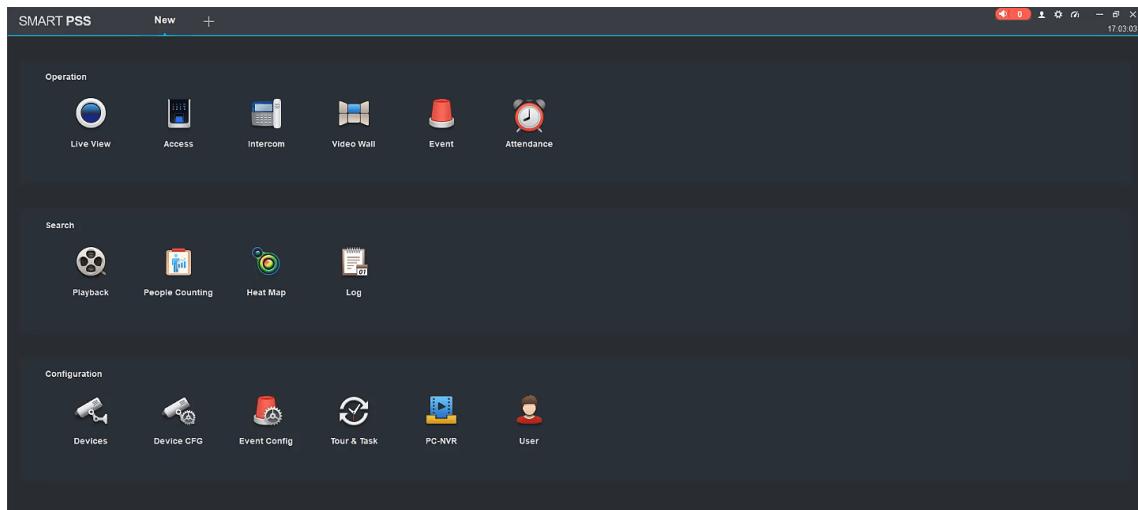


FIGURE 4.4 – Logiciel SmartPSS

SmartPSS est un logiciel créé par Dahua, un leader mondial dans le domaine des systèmes de vidéosurveillance. Il permet une gestion centralisée

des caméras, ainsi que l'enregistrement et la lecture des vidéos enregistrées. Ce logiciel est convivial et offre une interface intuitive pour faciliter l'utilisation par les utilisateurs finaux.

#### 4.2.3 Machine de Pointage



FIGURE 4.5 – Machine de pointage ZKTeco

Pour intégrer les machines de pointage dans le réseau de l'entreprise et les contrôler, nous utiliserons le logiciel ZKAccess développé par ZKTeco. Ce logiciel permettra d'assurer la communication entre les machines et le réseau et ainsi permettre un accès facile et sécurisé aux données de pointage.

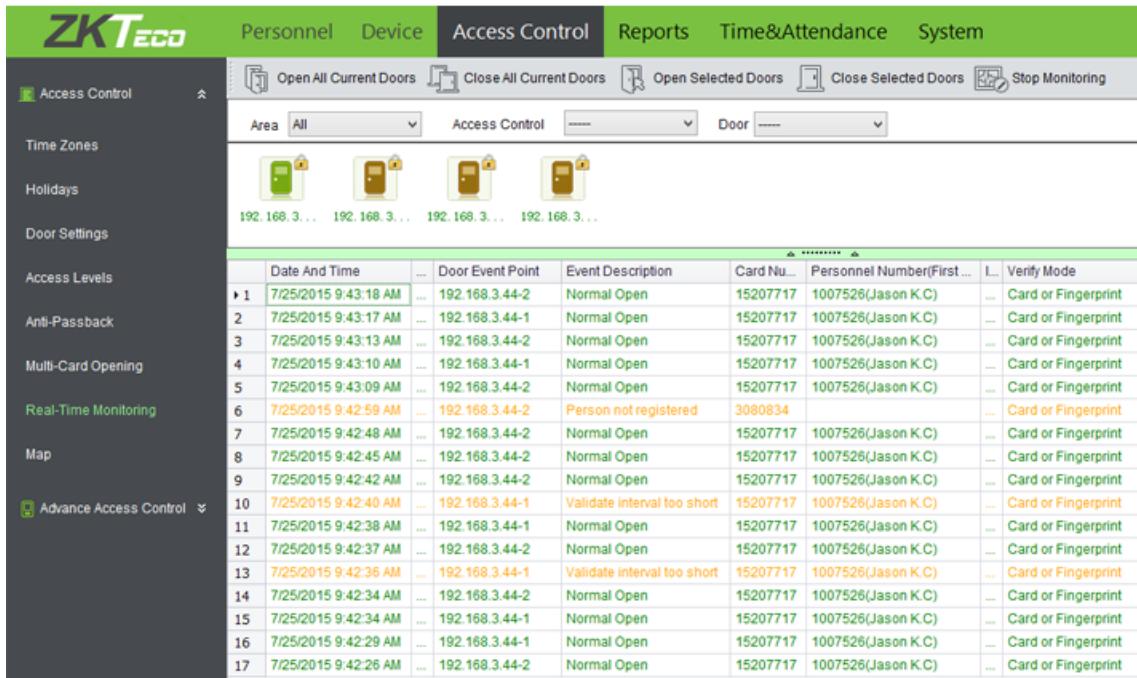


FIGURE 4.6 – Logiciel ZKAccess 3.5

#### 4.2.4 Les Lampes et le Thermostat

L'intégration des objets connectés (IoT) dans les foyers a connu une croissance significative ces dernières années. Selon Statista, en 2020, le nombre d'appareils IoT connectés dans le monde a atteint 26,66 milliards, et ce chiffre devrait augmenter à 75,44 milliards d'ici 2025. Les dispositifs IoT incluent une variété d'objets connectés tels que les caméras de surveillance, les machines de pointage, et les lampes intelligentes (smart blubs).

Les smart blubs sont l'une des applications les plus courantes de l'IoT dans les foyers. Selon un rapport de Grand View Research, le marché des lampes intelligentes devrait atteindre une valeur de 38,68 milliards de dollars d'ici 2027, avec un taux de croissance annuel composé de 20,8%. Bien que la plupart des lampes ne soient pas des smart blubs, elles peuvent être connectées à notre réseau grâce à des cartes IoT comme Raspberry Pi ou Arduino. [7]

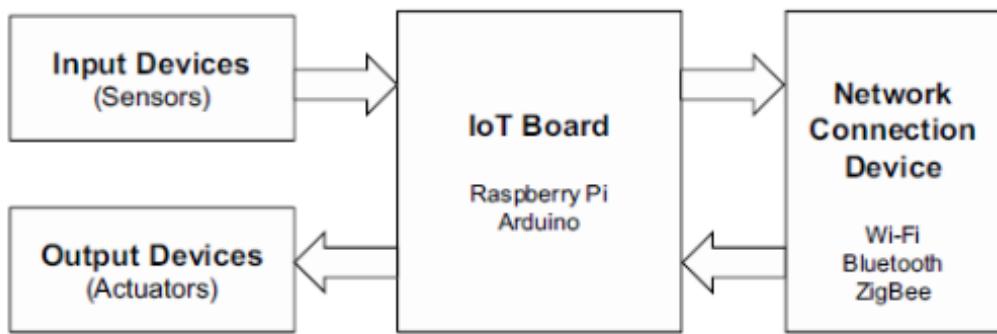


FIGURE 4.7 – Topologie IoT 2

Pour répondre à la demande de l'entreprise d'avoir un SmartHome et de contrôler les lampes à distance, l'utilisation d'une carte IoT est essentielle. Par exemple, en utilisant Raspberry Pi ou Arduino, il est possible de connecter les lampes à notre réseau et de les contrôler à distance.

Cela permettrait à l'entreprise de gérer les lumières de manière centralisée et d'optimiser l'utilisation de l'énergie, ce qui peut conduire à des économies significatives sur les coûts d'énergie. En fin de compte, l'intégration d'objets connectés tels que les lampes intelligentes dans le réseau de l'entreprise peut contribuer à améliorer l'efficacité opérationnelle et la qualité de vie des employés.

## 4.3 Solution avec Raspberry Pi

Face à ce défi, notre choix s'est porté sur l'utilisation de Raspberry Pi pour connecter les lampes à notre réseau. Raspberry Pi est une carte informatique très performante et polyvalente qui peut être utilisée pour de nombreux projets IoT. [8]

Nous avons décidé d'utiliser Node-RED, un outil de programmation visuel pour créer une application permettant de contrôler les lampes à distance. Node-RED est une plateforme open source qui facilite la création de flux de données entre différents objets connectés. [9]

En utilisant Raspberry Pi et Node-RED, nous sommes en mesure de créer une solution robuste et évolutive pour connecter les lampes à notre réseau. Cette solution nous permet de contrôler les lampes à distance à partir de n'importe quel appareil connecté à notre réseau.

### 4.3.1 Installation Raspberry Pi OS

Avant tout Il faut installé l'OS Debian du Raspberry Pi sur une carte mémoire et l'insérer dans notre carte électronique

Pour commencer, nous devons installer l'OS Debian spécifique au Raspberry Pi sur une carte mémoire. Cette carte mémoire sera ensuite insérée dans notre carte électronique Raspberry Pi pour démarrer le système.

L'installation du Raspberry Pi OS est une étape essentielle pour configurer notre infrastructure. Cette distribution d'exploitation est spécialement conçue pour le Raspberry Pi et offre une compatibilité optimale avec ses fonctionnalités et ses composants matériels.

Une fois que nous avons téléchargé le Raspberry Pi Imager depuis le site officiel, nous utilisons cet outil comme Etcher pour graver sur notre carte mémoire.

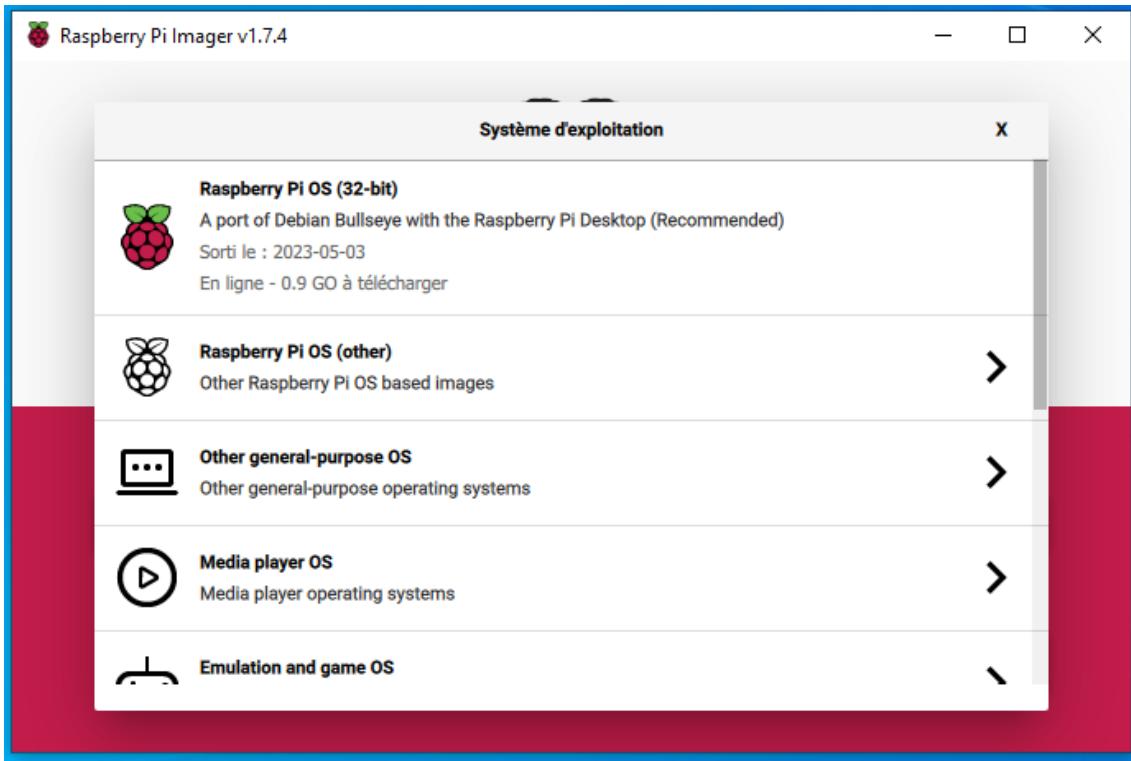


FIGURE 4.8 – Installation du Raspberry Pi OS

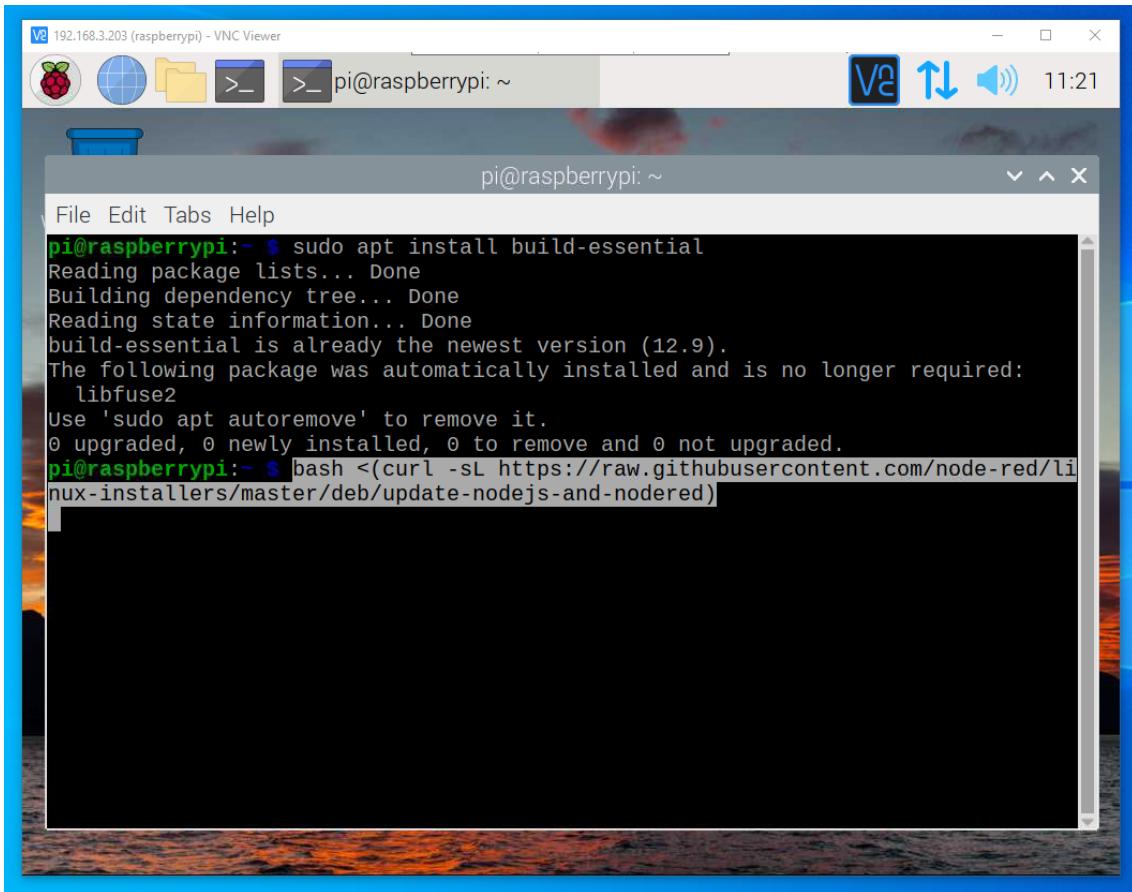
Une fois que l'image est gravée sur la carte mémoire, nous insérons celle-ci dans le slot prévu sur notre carte électronique Raspberry Pi. Cela permettra de démarrer le Raspberry Pi et d'accéder à l'interface utilisateur du système d'exploitation.

Une fois le Raspberry Pi OS démarré, nous pourrons effectuer les configurations supplémentaires nécessaires pour intégrer les objets connectés à notre infrastructure. Ces configurations peuvent inclure la connexion au réseau, l'installation de logiciels supplémentaires, et la personnalisation des paramètres en fonction de nos besoins spécifiques.

En résumé, l'installation du Raspberry Pi OS sur une carte mémoire et son insertion dans notre carte électronique Raspberry Pi constituent la première étape pour mettre en place notre infrastructure et intégrer les objets connectés. Cette étape est cruciale pour assurer la compatibilité et la stabilité de notre système.

### 4.3.2 Installation Node-RED

Après avoir préparé le Raspberry Pi, nous procédons à l'installation de Node-RED sur la carte à l'aide du script bash officiel disponible sur le site de Node-RED, comme illustré dans la figure suivante.



```
VNC 192.168.3.203 (raspberrypi) - VNC Viewer  
pi@raspberrypi: ~  
File Edit Tabs Help  
pi@raspberrypi:~ $ sudo apt install build-essential  
Reading package lists... Done  
Building dependency tree... Done  
Reading state information... Done  
build-essential is already the newest version (12.9).  
The following package was automatically installed and is no longer required:  
  libfuse2  
Use 'sudo apt autoremove' to remove it.  
0 upgraded, 0 newly installed, 0 to remove and 0 not upgraded.  
pi@raspberrypi:~ $ bash <(curl -sL https://raw.githubusercontent.com/node-red/nodes-installer/master/deb/update-nodejs-and-nodered)
```

FIGURE 4.9 – Installation du Node-RED avec le Script Officiel Bash

Ce script effectue une série d'étapes, telles que l'arrêt de Node-RED, la suppression des anciennes versions de Node-RED et de Node.js, l'installation de Node.js pour Armv6, la purification du cache npm, l'installation de Node-RED Core, le déplacement des nœuds globaux vers un emplacement local, la reconstruction des nœuds existants, l'installation de nœuds supplémentaires spécifiques à Raspberry Pi, l'ajout de commandes raccourcies et la mise à jour du script systemd.

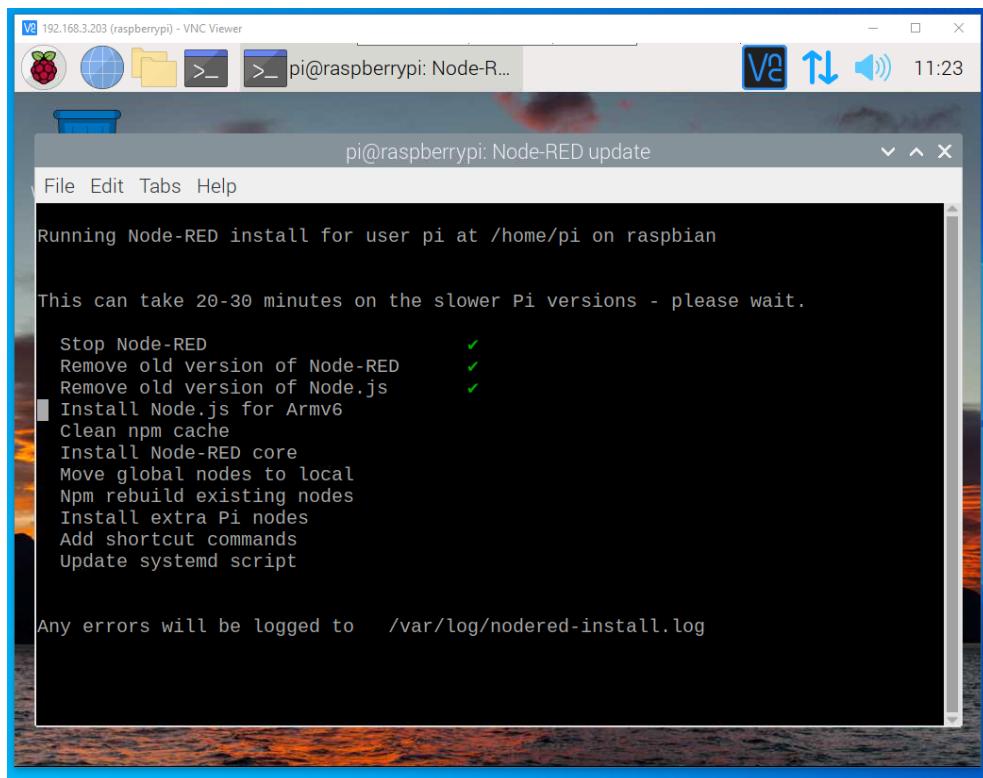


FIGURE 4.10 – En cours d’Installation du Node-RED

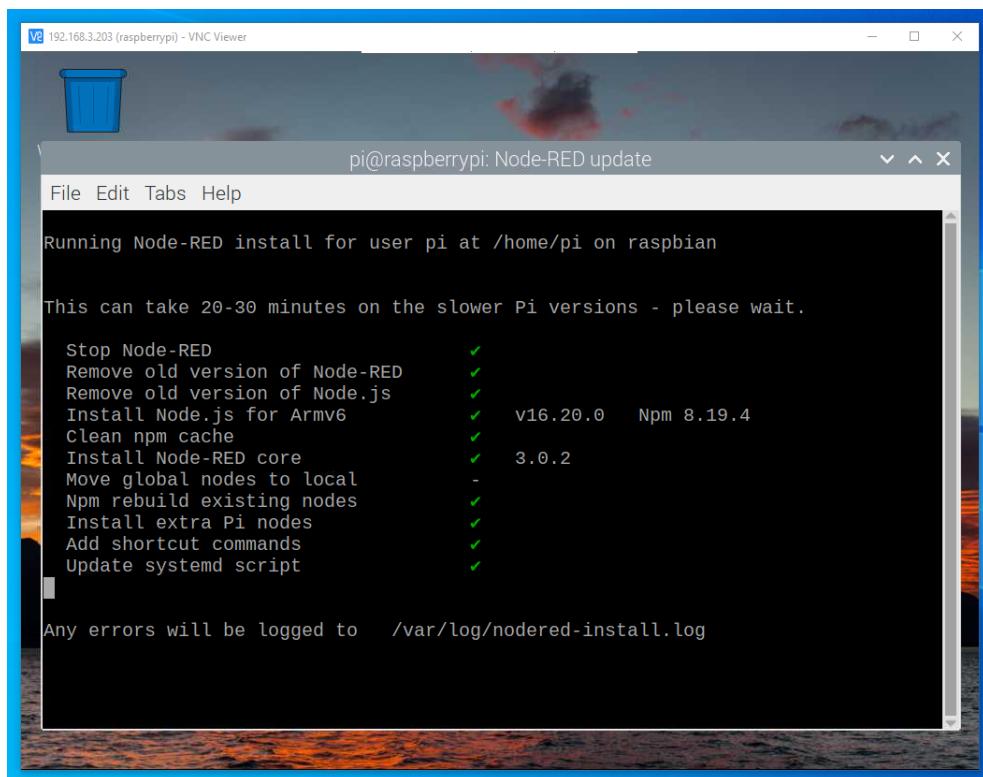
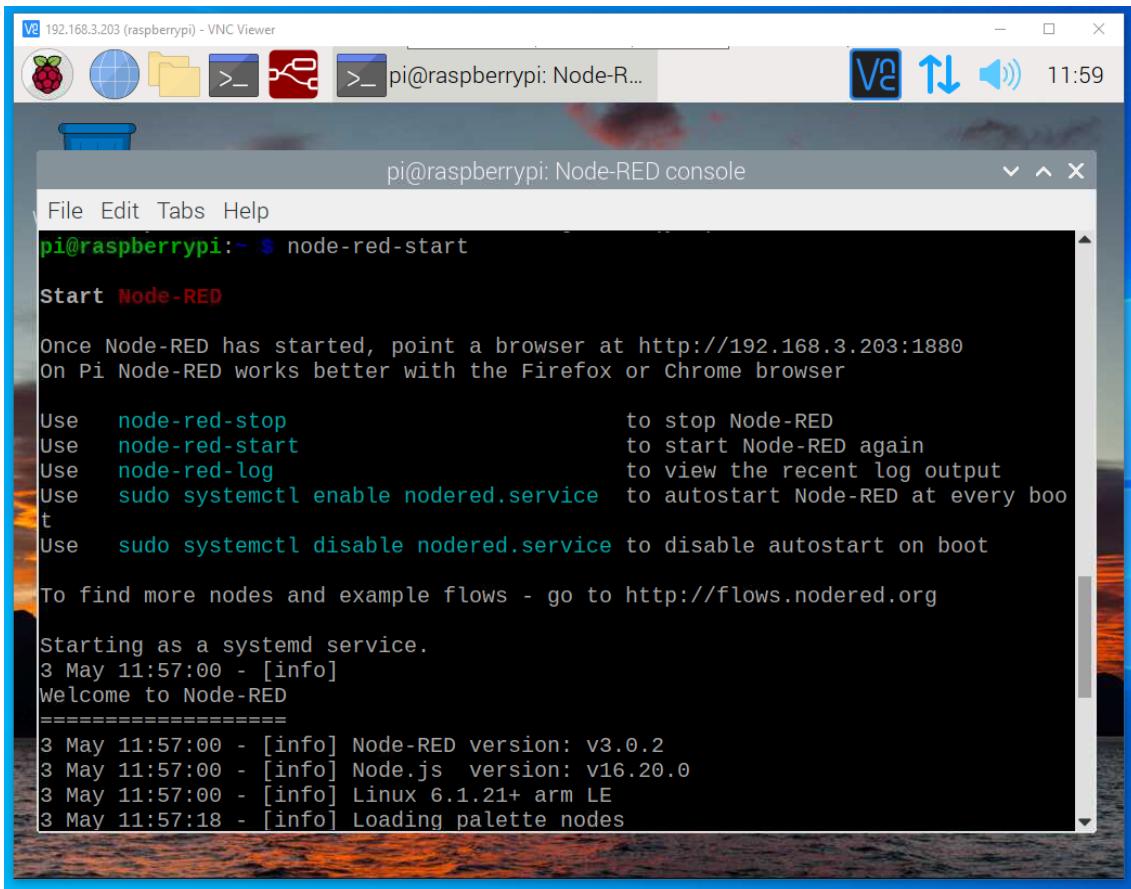


FIGURE 4.11 – En cours d’Installation du Node-RED

Une fois l’installation terminée, nous pouvons démarrer Node-RED en

utilisant la commande "node-red-start". Le résultat final du démarrage est illustré dans la figure suivante.



The screenshot shows a VNC session titled "VNC 192.168.3.203 (raspberrypi) - VNC Viewer". Inside, a terminal window is open with the title "pi@raspberrypi: Node-RED console". The terminal displays the output of the "node-red-start" command. It starts with "Start Node-RED" instructions, followed by a note about using a browser at http://192.168.3.203:1880. Then it provides usage information for stopping and starting the service via systemctl. It ends with a welcome message and system logs indicating the start of the service and its version (v3.0.2), node.js version (v16.20.0), and the Linux distribution (Linux 6.1.21+ arm LE). The logs also show the loading of palette nodes.

```
pi@raspberrypi:~ $ node-red-start

Start Node-RED

Once Node-RED has started, point a browser at http://192.168.3.203:1880
On Pi Node-RED works better with the Firefox or Chrome browser

Use  node-red-stop          to stop Node-RED
Use  node-red-start         to start Node-RED again
Use  node-red-log           to view the recent log output
Use  sudo systemctl enable nodered.service  to autostart Node-RED at every bo
t
Use  sudo systemctl disable nodered.service to disable autostart on boot

To find more nodes and example flows - go to http://flows.nodered.org

Starting as a systemd service.
3 May 11:57:00 - [info]
Welcome to Node-RED
=====
3 May 11:57:00 - [info] Node-RED version: v3.0.2
3 May 11:57:00 - [info] Node.js  version: v16.20.0
3 May 11:57:00 - [info] Linux 6.1.21+ arm LE
3 May 11:57:18 - [info] Loading palette nodes
```

FIGURE 4.12 – Le démarrage du Node-RED

Node-RED est maintenant installé et opérationnel sur notre Raspberry Pi, prêt à être utilisé pour créer des flux et interagir avec les objets connectés de notre infrastructure.

### 4.3.3 Préparation de Node-RED

Pour accéder à Node-RED via le réseau, vous pouvez utiliser l'adresse IP de votre Raspberry Pi et le port 1880/ui. Voici à quoi ressemble notre première interface Node-RED :

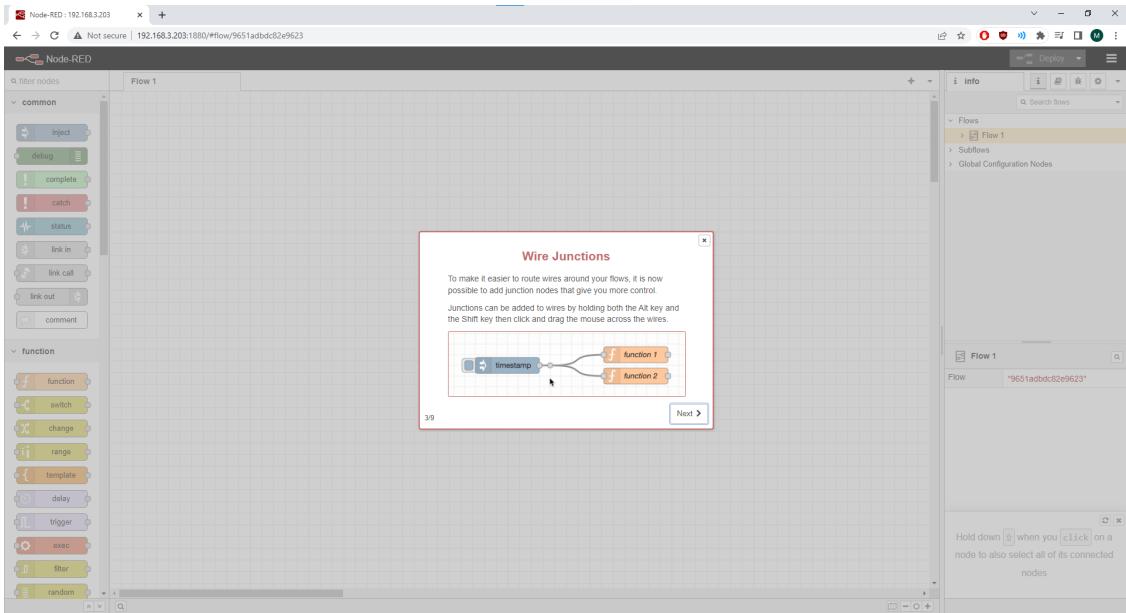


FIGURE 4.13 – Interface Node-RED

Dans la figure 4.13, nous pouvons observer l’interface de Node-RED, où nous pouvons développer notre projet en utilisant des nœuds et des connexions pour créer des flux de données.

Pour notre projet, nous devons installer quelques nœuds supplémentaires. Par exemple, le "dashboard" pour créer une interface graphique conviviale permettant d’interagir avec le projet, et le nœud DHT11 pour détecter notre thermostat dans Node-RED.

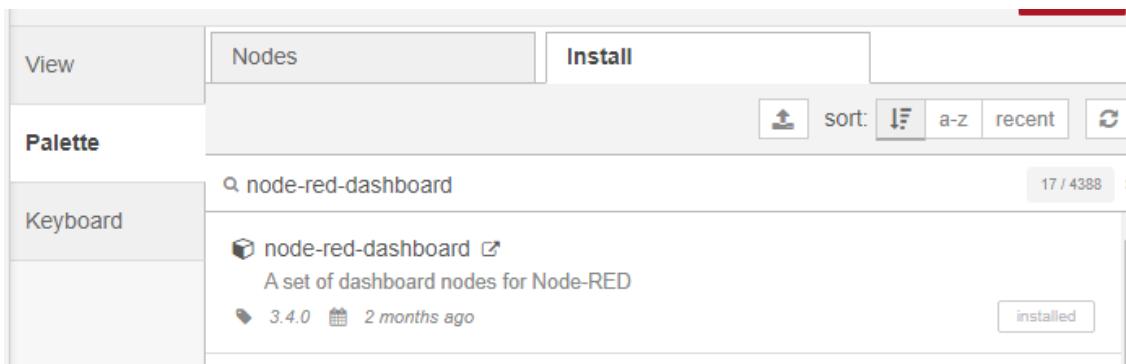


FIGURE 4.14 – Installation du dashboard Node-RED

La figure 4.14 montre le processus d’installation du nœud "dashboard" dans Node-RED, qui permet de créer des tableaux de bord interactifs pour contrôler et visualiser les données de notre projet.

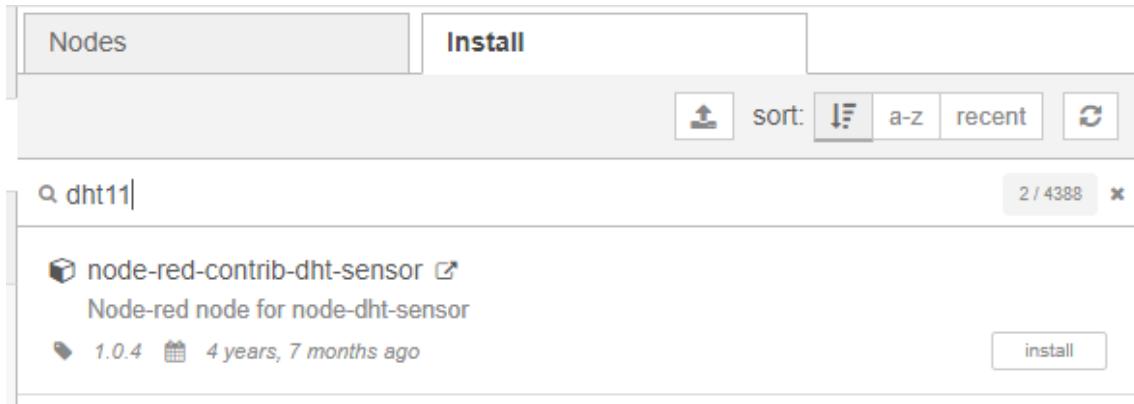


FIGURE 4.15 – Installation du noeud DHT11 dans Node-RED

Dans la figure 4.15, nous avons installé le noeud DHT11 dans Node-RED, qui nous permet de capturer les données de notre capteur de température et d'humidité.

Ces différentes figures illustrent la préparation de Node-RED et l'installation des noeuds nécessaires pour notre projet. Ils servent de base à la réalisation de notre système de surveillance et de contrôle.

#### 4.3.4 Sécurité de Node-RED

Pour sécuriser Node-RED, nous utilisons une méthode fournie par le site officiel de Node-RED, qui nous permet de créer des mots de passe hachés et de les ajouter à la configuration de notre projet. Les figures suivantes illustrent ce processus :

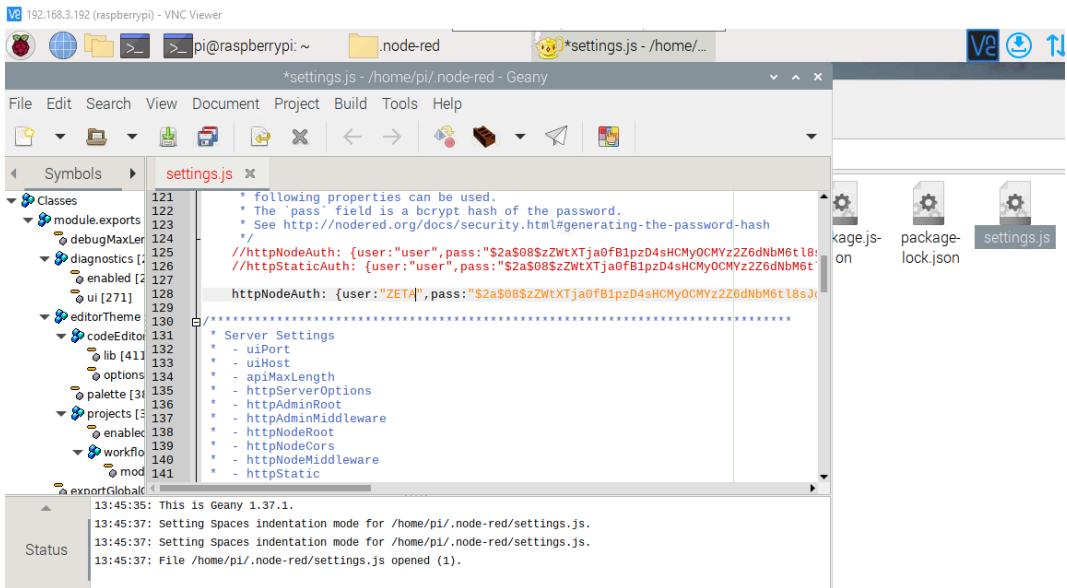


FIGURE 4.16 – Configuration de la sécurité dans Node-RED en Settings.js

Dans la figure 4.16, nous avons modifié le fichier de configuration "Settings.js" de Node-RED pour inclure des paramètres de sécurité. Cela permet de définir des utilisateurs et des mots de passe pour restreindre l'accès à notre projet.

Nous avons utilisé la commande "node-red admin hash-pw" pour générer un code de hachage sécurisé, comme le montre la figure suivante :

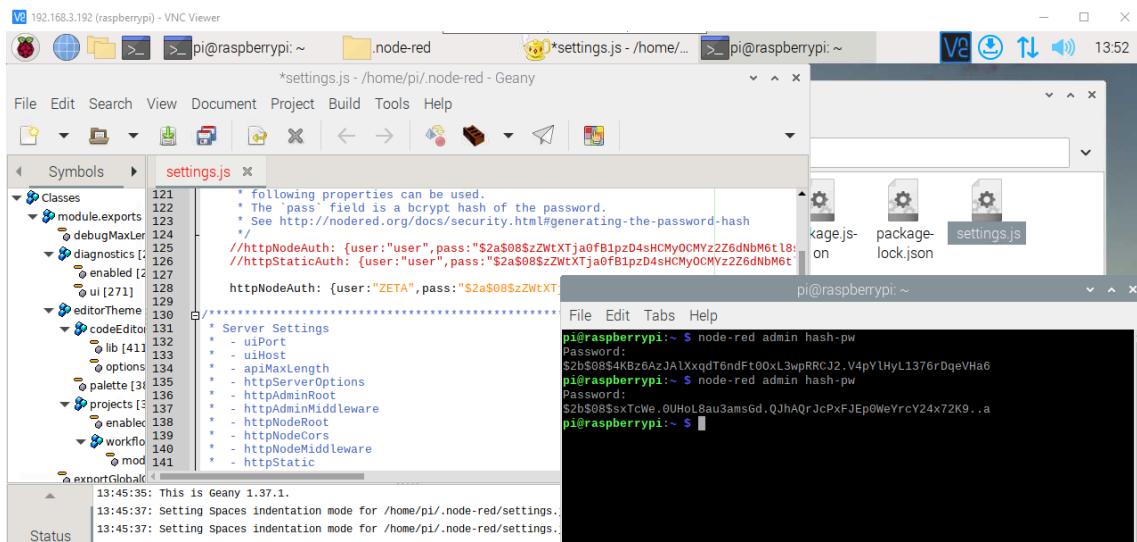
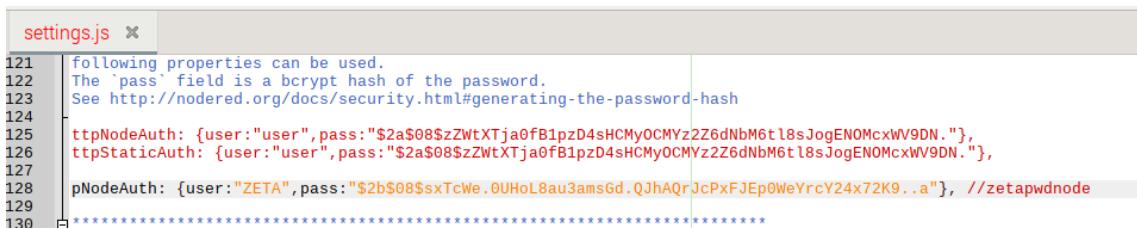


FIGURE 4.17 – Crédit d'un code de hachage

Le code de hachage généré est ensuite ajouté au fichier "Settings.js" pour mettre à jour les informations de sécurité, comme indiqué dans la

figure 4.18.



```
settings.js x
121  following properties can be used.
122  The 'pass' field is a bcrypt hash of the password.
123  See http://nodered.org/docs/security.html#generating-the-password-hash
124
125  ttpNodeAuth: {user:"user",pass:"$2a$08$zZWTXTja0fB1pzD4sHCMY0CMYz2Z6dNbM6tl8sJogENOMcxWV9DN."},
126  ttpStaticAuth: {user:"user",pass:"$2a$08$zZWTXTja0fB1pzD4sHCMY0CMYz2Z6dNbM6tl8sJogENOMcxWV9DN."},
127
128  pNodeAuth: {user:"ZETA",pass:"$2b$08$sxTcWe.OUHoL8au3amsGd.QjhAqrJcPxFJEp0WeYrcY24x72K9..a"}, //zetapwdnode
129
130 *****
```

FIGURE 4.18 – Mise à jour du code de hachage dans Settings.js

Une fois la sécurité configurée, nous pouvons nous connecter à Node-RED en utilisant le nouveau mot de passe, comme le montre la figure 4.19.

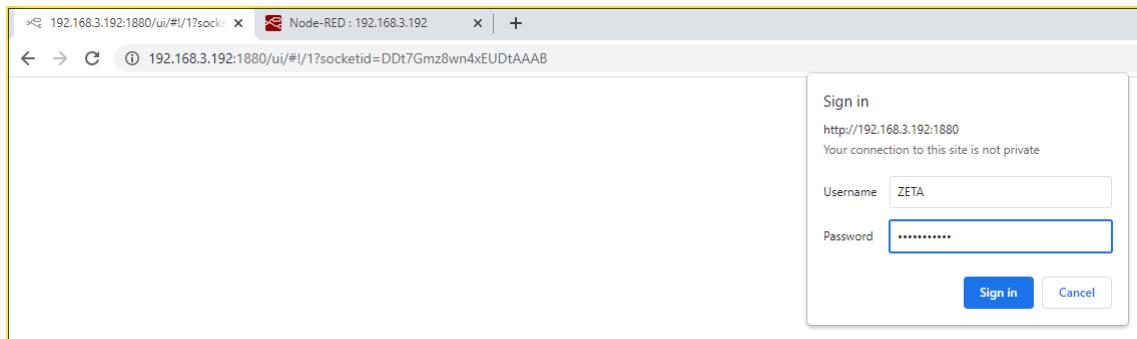


FIGURE 4.19 – Connexion avec le nouveau mot de passe

Ces différentes figures décrivent le processus de sécurisation de Node-RED en utilisant des mots de passe hachés. Cela garantit que seuls les utilisateurs autorisés peuvent accéder à notre projet et protège ainsi notre système contre les accès non autorisés.

#### 4.3.5 Réalisation en Node-RED

Dans notre topologie, nous utilisons 2 LED, un capteur DHT11 et une breadboard, que nous avons connectés aux GPIO de Raspberry Pi, comme le montrent les figures suivantes, réalisées à l'aide de fritzing.

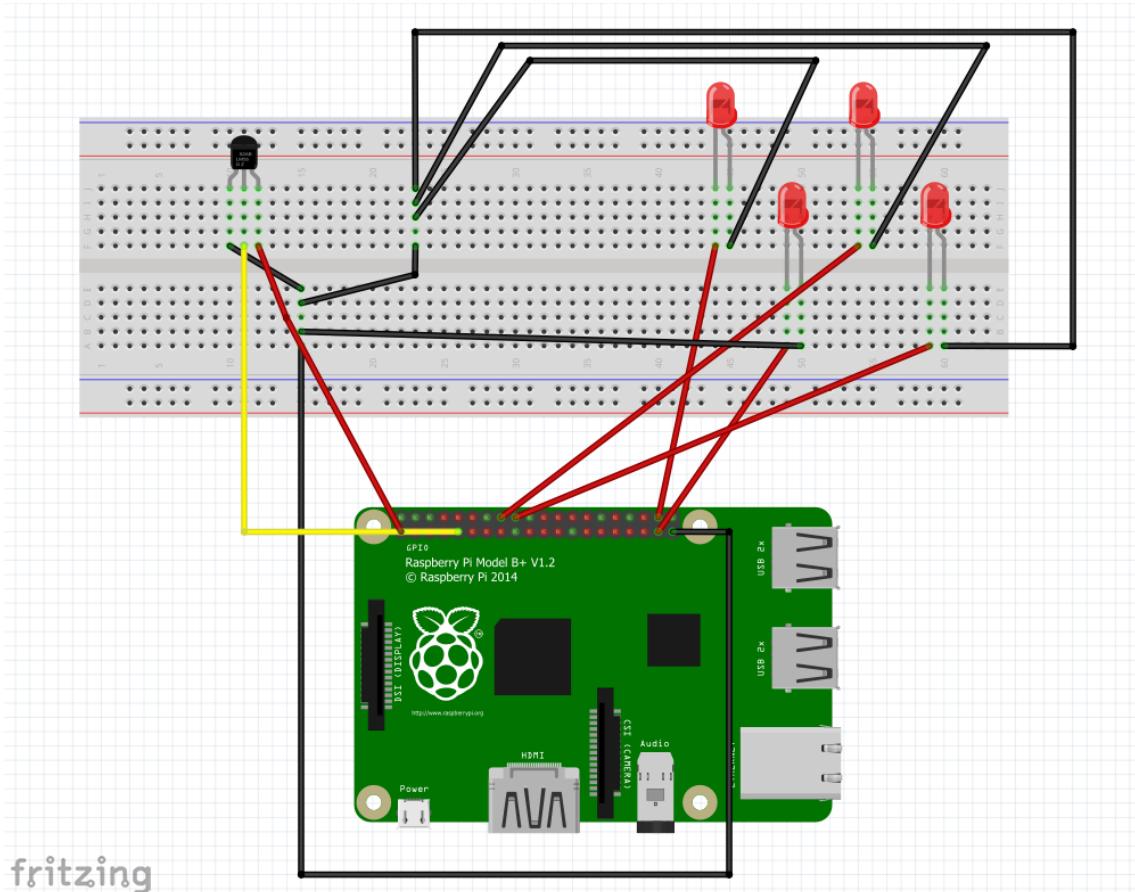


FIGURE 4.20 – Schéma de notre réalisation

Dans la figure 4.20, nous pouvons voir le schéma de notre réalisation, avec les connexions des composants sur la breadboard.

Ensuite, nous avons configuré les nodes DHT11 dans Node-RED pour séparer les données reçues entre Température et Humidité et les avons configurés pour actualiser les données toutes les 10 secondes.

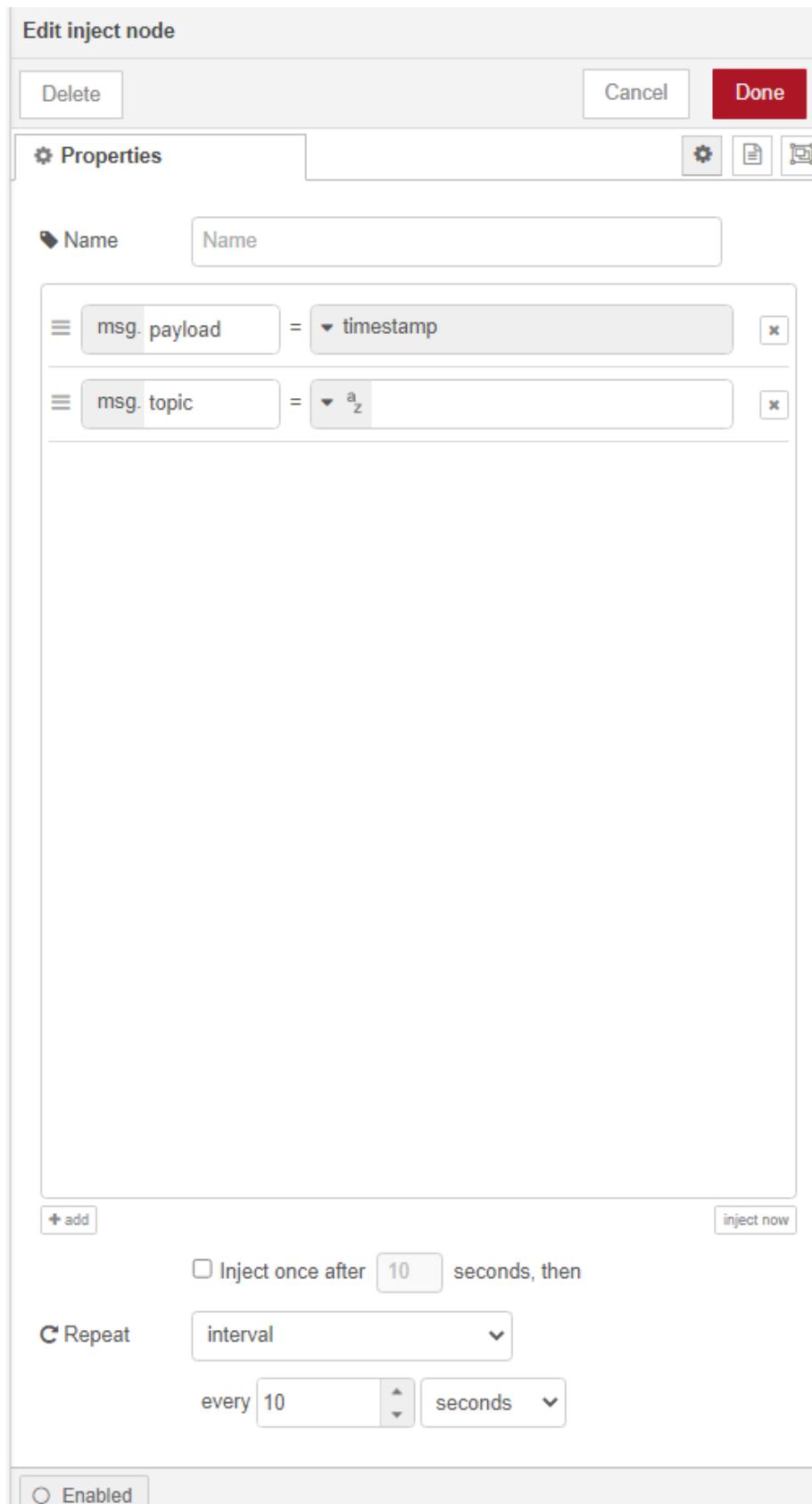


FIGURE 4.21 – Ajout d'un Inject Node pour répéter l'action chaque 10 secondes

Dans la figure 4.21, nous avons ajouté un nœud Inject pour répéter

l'action toutes les 10 secondes, permettant ainsi la mise à jour régulière des données.

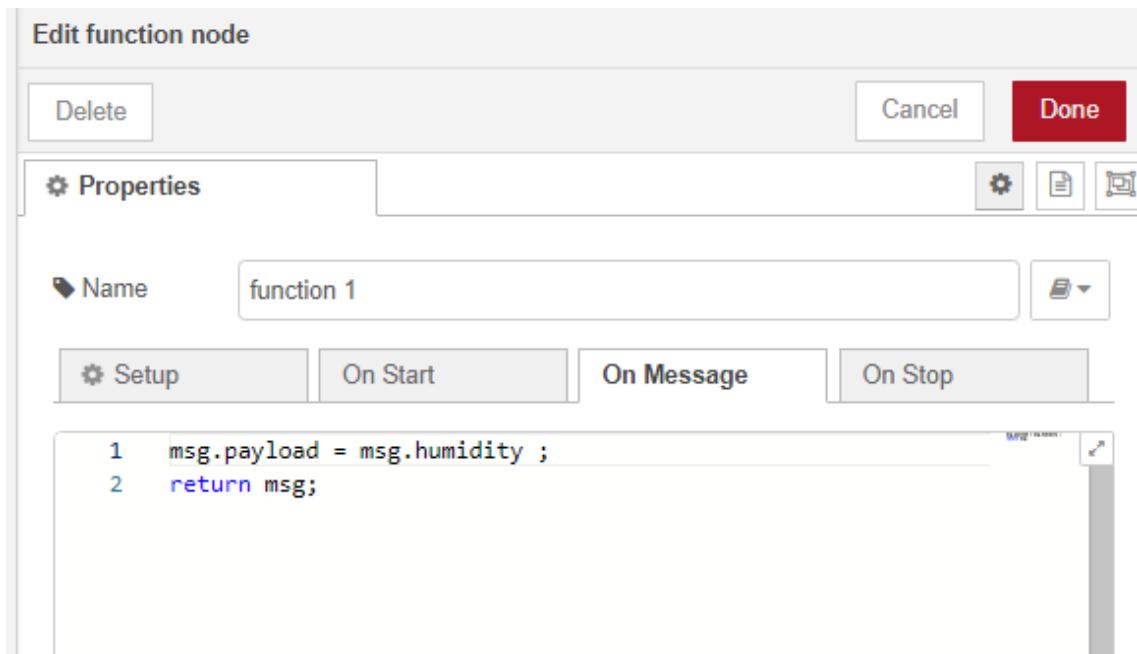


FIGURE 4.22 – Configurer une node Fonction pour séparer l'humidité de la température

Dans la figure 4.22, nous avons configuré un nœud Fonction pour séparer l'humidité de la température, ce qui permet d'obtenir des valeurs distinctes pour chaque paramètre.

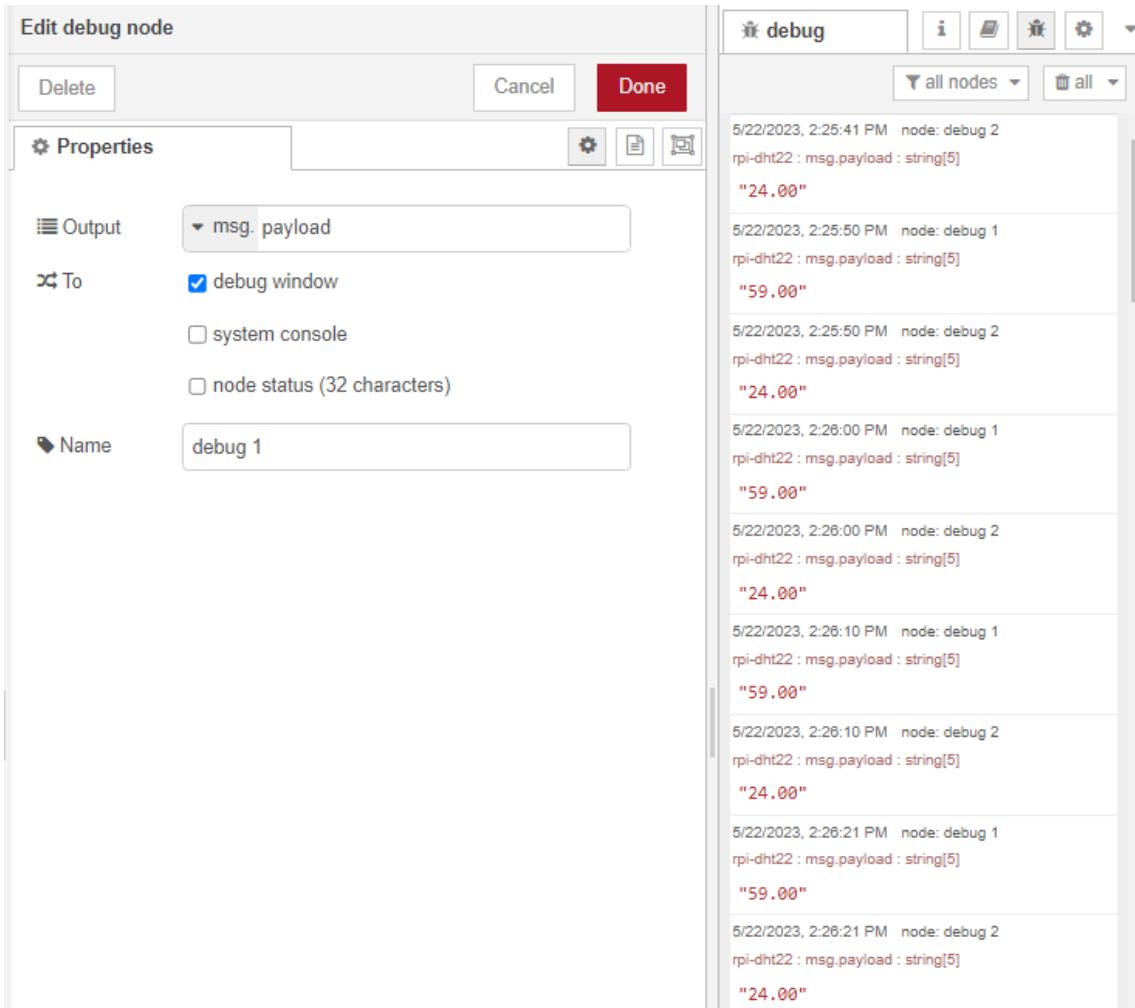


FIGURE 4.23 – Le résultat de Debug Node

La figure 4.23 montre le résultat obtenu à l'aide d'un nœud Debug, où les données séparées d'humidité et de température sont affichées.

En plus, nous avons créé des noeuds pour les interrupteurs (Switches) afin de contrôler les LEDs.

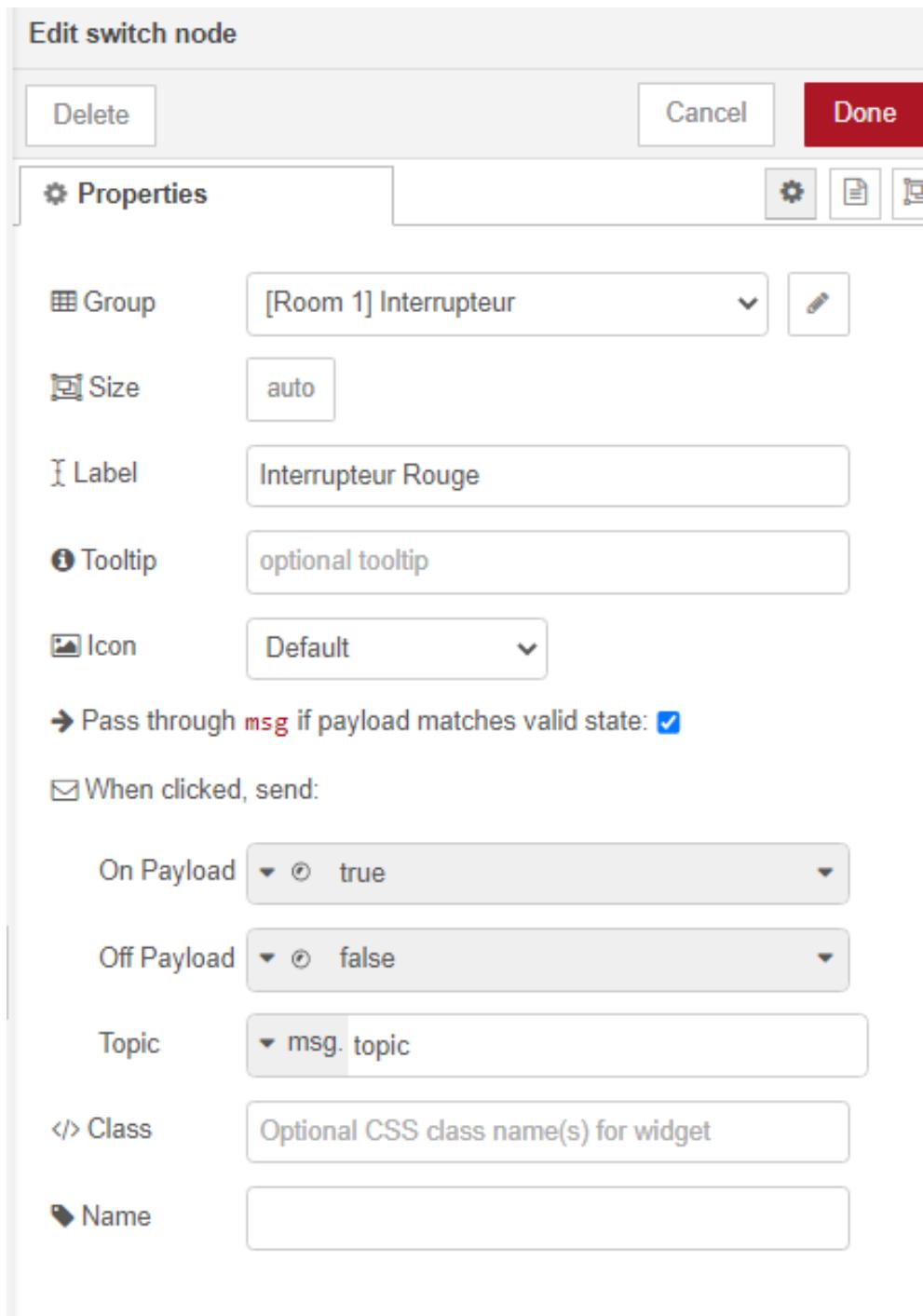


FIGURE 4.24 – Switch Node

Dans la figure 4.24, nous avons ajouté un nœud Switch pour contrôler l'état des LEDs en fonction d'une condition spécifique.

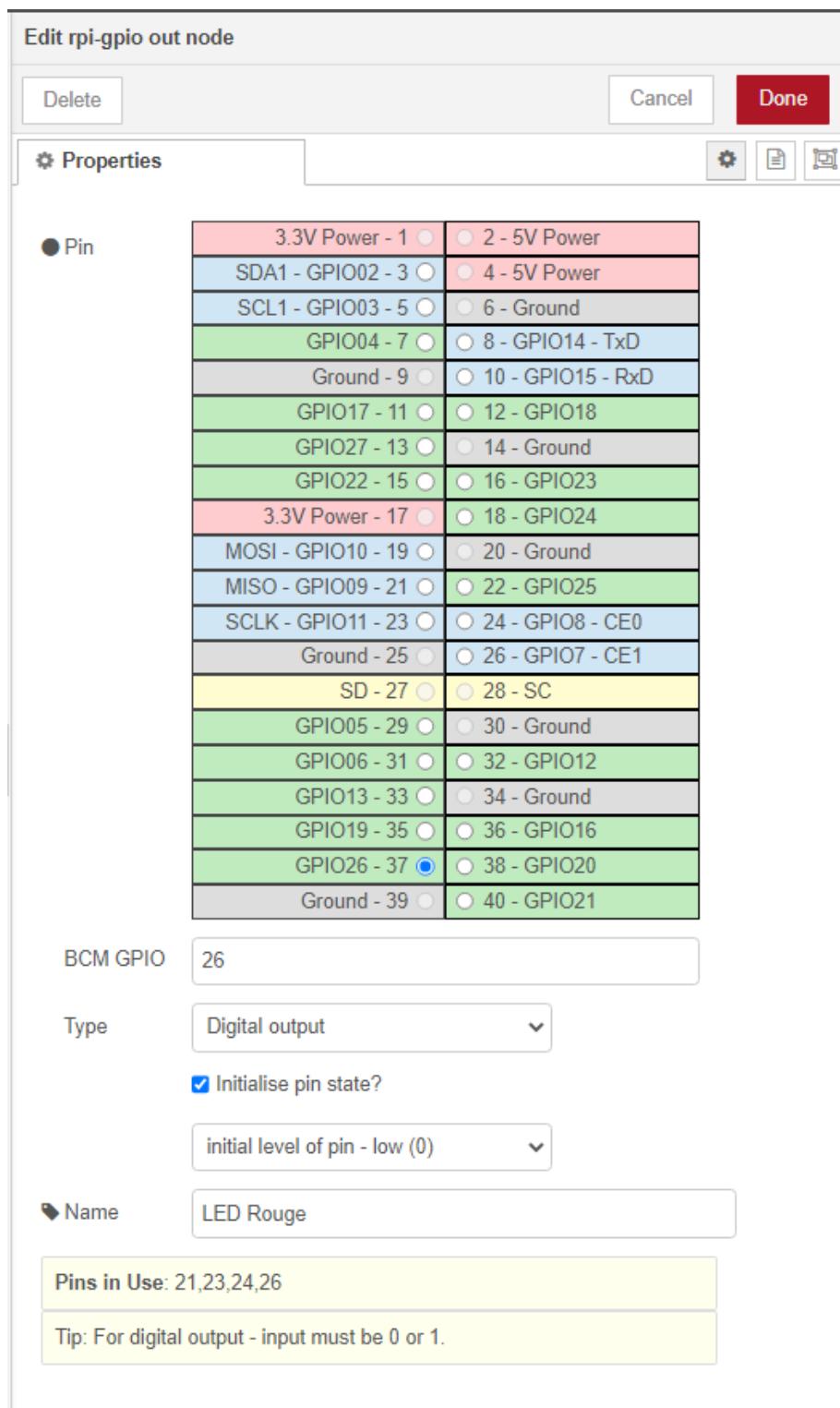


FIGURE 4.25 – Raspberry GPIO Output Node

La figure 4.25 présente le noeud Raspberry GPIO Output utilisé pour contrôler les GPIO du Raspberry Pi et allumer/éteindre les LEDs.

Et enfin, voici les

nœuds et l'exécution finale de mon projet Node-RED.

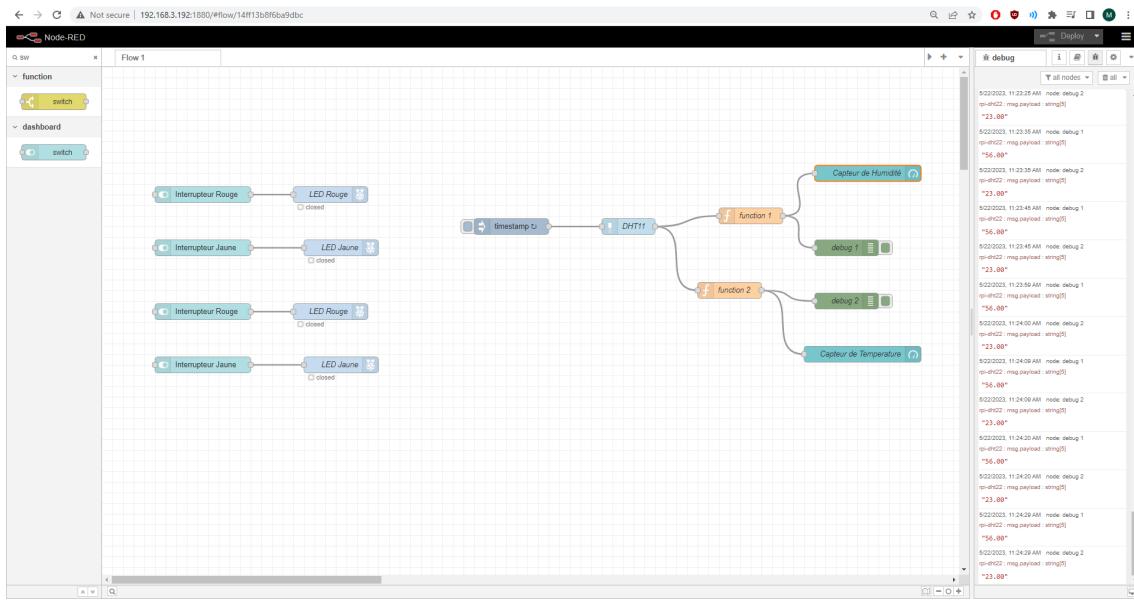


FIGURE 4.26 – Le Projet en Node-RED

La figure 4.26 présente le projet Node-RED complet avec tous les nœuds configurés et connectés.

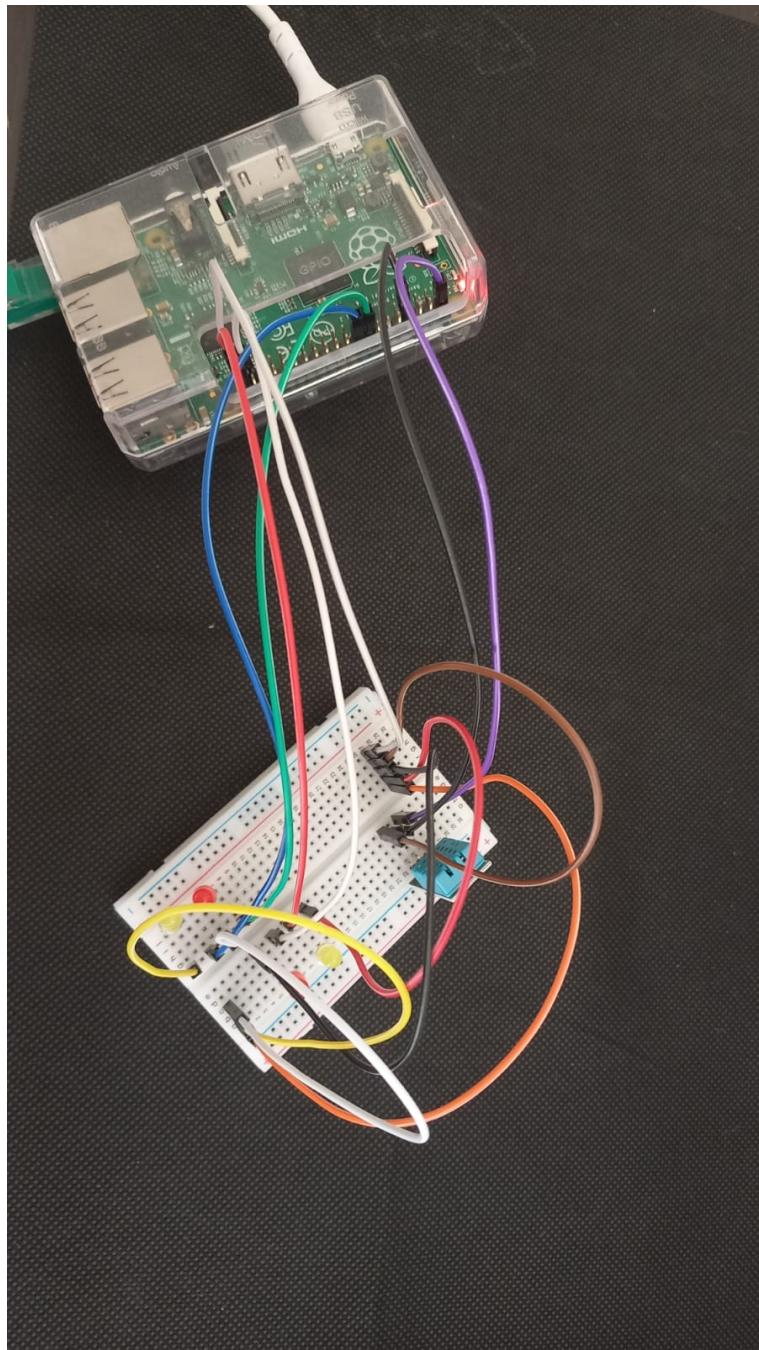


FIGURE 4.27 – Circuit de mon Projet

Dans la figure 4.27, nous pouvons voir le circuit physique de notre projet, avec les composants connectés sur la breadboard et le Raspberry Pi.

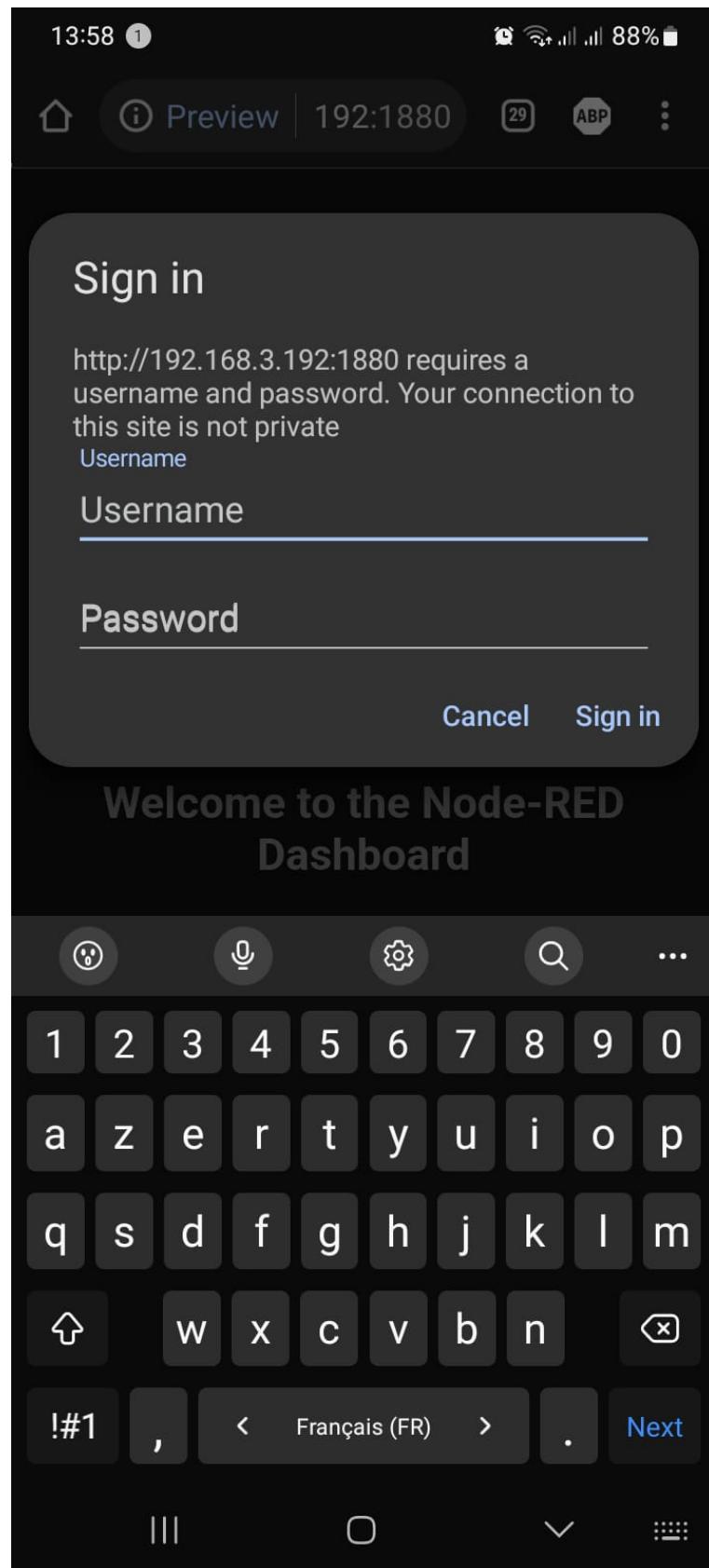


FIGURE 4.28 – Le Dashboard Login en Mobile

La figure 4.28 présente l'interface de connexion (Dashboard Login) de

notre projet, adaptée pour une utilisation sur mobile.

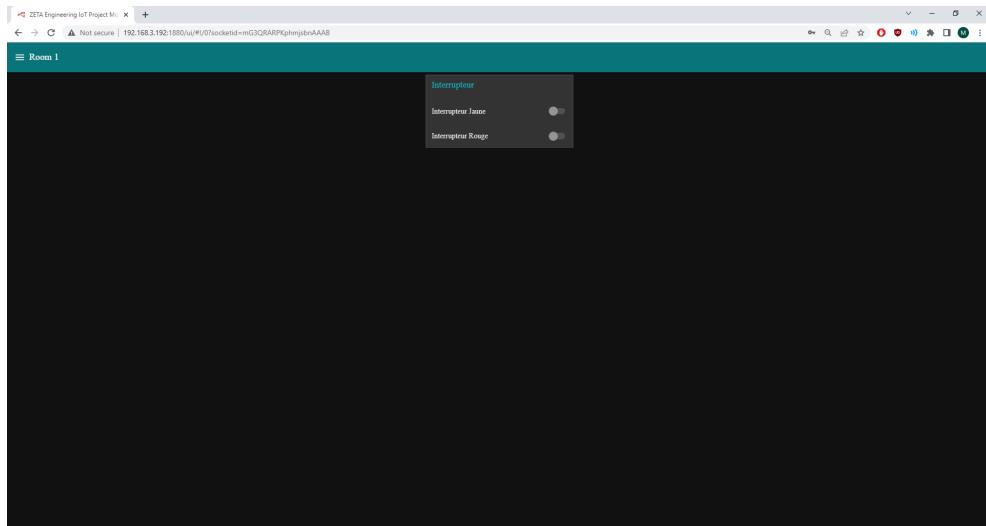


FIGURE 4.29 – Le Dashboard Room 1 en Chrome

La figure 4.29 montre le tableau de bord (Dashboard) de la salle 1 de notre projet, affiché dans le navigateur Chrome.

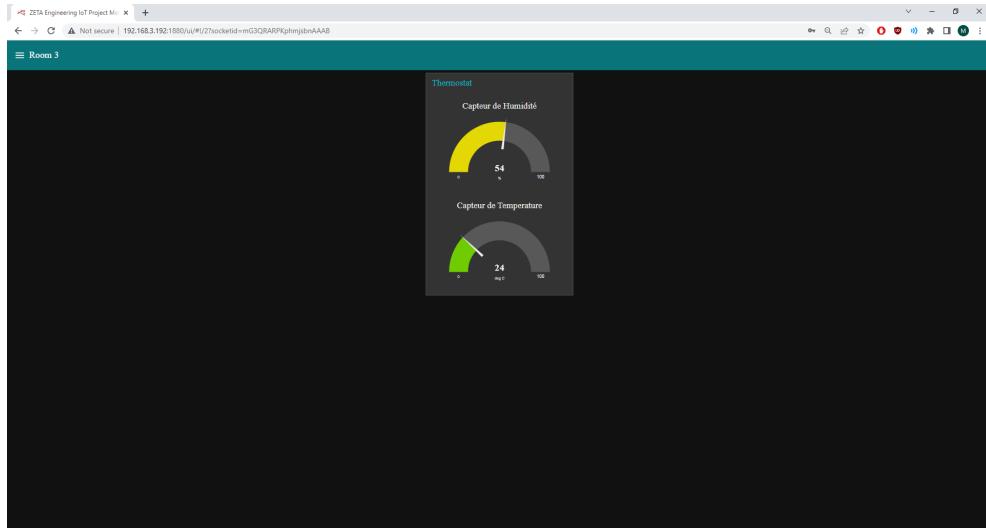


FIGURE 4.30 – Le Dashboard Room 3 en Chrome

Dans la figure 4.30, nous pouvons voir le tableau de bord (Dashboard) de la salle 3 de notre projet, également affiché dans le navigateur Chrome.

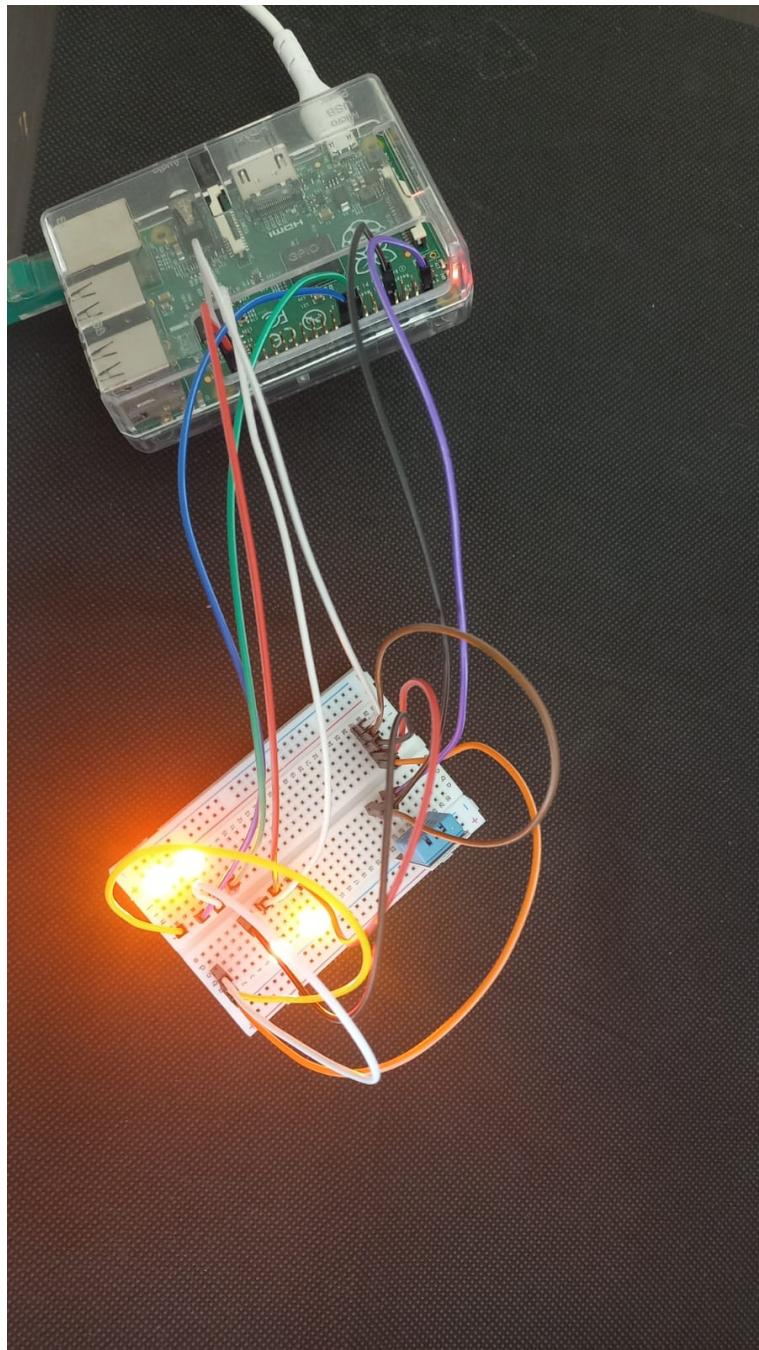


FIGURE 4.31 – Circuit de mon Projet en marche

Enfin, la figure 4.31 illustre le circuit de notre projet en pleine exécution, avec les LEDs allumées et les données d'humidité et de température affichées sur le tableau de bord.

Ces différentes figures témoignent de notre réalisation en Node-RED et illustrent les différentes étapes et résultats obtenus dans notre projet.

#### 4.3.6 Intégration dans le parc informatique

Une fois notre application prête, nous pouvons l'intégrer dans le parc informatique que nous avons créé dans le troisième chapitre à l'aide de GLPI.

Pour cela, nous avons installé le FusionInventory-Agent sur notre Raspberry Pi, comme illustré ci-dessous :

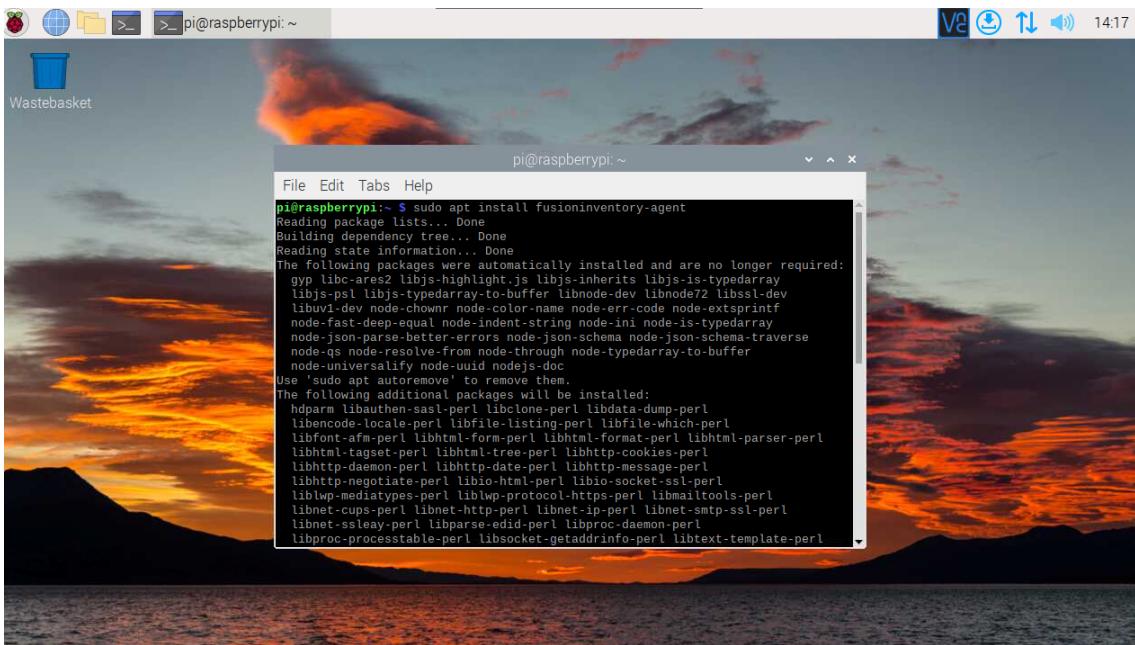


FIGURE 4.32 – Installation de FusionInventory-Agent

Ensuite, nous avons configuré le FusionInventory-Agent pour qu'il envoie les données de notre périphérique au serveur GLPI à l'adresse "192.168.3.66/glpi/fu" comme présenté dans la figure suivante :

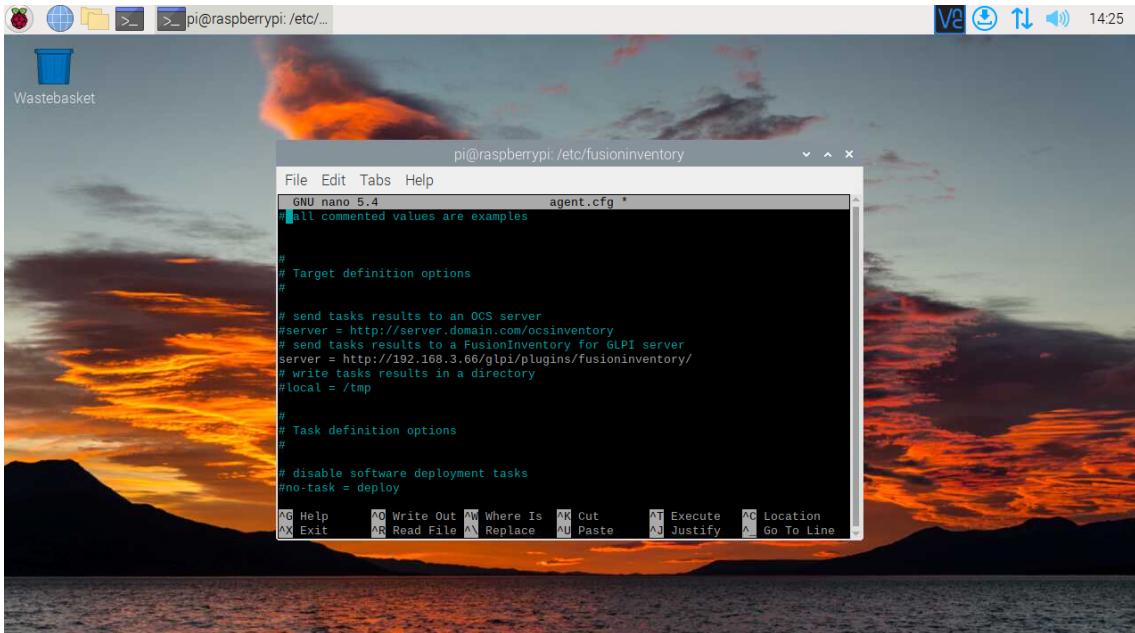


FIGURE 4.33 – Configuration de FusionInventory-Agent

Enfin, nous pouvons visualiser notre Raspberry Pi intégré dans le tableau de bord de GLPI :

Computer	
Name	raspberrypi
Status	OK
Type	BCM2835
Manufacturer	
Model	BCM2835
Serial number	0000000453a24a3
Inventory number	
User	pi
Group	
Network	
Comments	

FusionInventory			
Agent	raspberrypi-2023-07-06-14-28-02	Useragent	FusionInventory-Agent_v2.6.2
Status	cannot contact the agent	Last contact	2023-07-06 14:28
FusionInventory tag	IoT PFE	Last inventory	2023-07-06 14:28
Public contact address	192.168.3.77	Last boot	2023-07-06 14:12

FIGURE 4.34 – Tableau de bord de GLPI avec le Raspberry Pi intégré

## 4.4 Conclusion

En conclusion de ce chapitre sur l'intégration des objets connectés dans l'infrastructure informatique de l'entreprise, nous avons vu que cette

étape est cruciale pour permettre une gestion intelligente et à distance des différents équipements de la société. Nous avons utilisé des cartes IoT telles que Raspberry Pi pour connecter les différents objets tels que les lampes et les machines de pointage au réseau de l'entreprise. Nous avons également utilisé des logiciels tels que ZKAccess et SmartPSS pour contrôler ces objets à distance.

Les objets connectés sont de plus en plus présents dans notre vie quotidienne, que ce soit dans les maisons, les voitures ou les entreprises. Les chiffres montrent que le marché de l'IoT devrait continuer à croître de manière significative dans les années à venir. L'intégration de ces objets dans l'infrastructure informatique de l'entreprise permet une gestion plus efficace et une prise de décision plus éclairée grâce à la collecte de données en temps réel.

En somme, l'intégration des objets connectés dans l'infrastructure informatique de l'entreprise apporte de nombreux avantages en termes de gestion, de prise de décision et d'efficacité. Cependant, il est important de prendre en compte les aspects de sécurité et de protection des données pour garantir une utilisation sûre et efficace de ces objets.

# **Chapitre 5**

## **Conclusion Générale**

En conclusion, ce projet de Mémoire De Mastère s'est focalisé sur trois aspects essentiels d'une entreprise système : le déploiement de l'infrastructure informatique, le déploiement du système d'information et l'intégration des objets connectés. Chacune de ces parties a été abordée de manière approfondie, en mettant l'accent sur l'analyse des besoins de l'entreprise et la sélection rigoureuse des outils et technologies appropriés.

Dans le cadre du déploiement de l'infrastructure informatique, une attention particulière a été accordée à l'implémentation d'un réseau MAN reliant les trois bureaux de l'entreprise. Grâce à l'utilisation du TP-Link CPE610 et à l'utilisation de technologies de pointe, nous avons établi des liaisons haut débit et résistantes aux interférences, assurant ainsi une connectivité stable et fiable entre les différents sites.

Le déploiement du système d'information a été réalisé en choisissant avec soin les éléments constitutifs du SI. Des solutions telles que le pare-feu pfSense, Ubuntu Server 22.04 et Odoo ont été installées et configurées pour répondre aux besoins spécifiques de l'entreprise, en garantissant la sécurité du réseau, la performance et la compatibilité logicielle.

L'intégration des objets connectés au système d'information a permis de connecter des dispositifs tels que des capteurs, des lampes et des machines de pointage au réseau de l'entreprise. Des cartes IoT telles que Raspberry Pi et Arduino, ainsi que des logiciels spécialisés, ont été utilisés

pour contrôler ces objets à distance et collecter des données en temps réel.

En combinant ces trois volets, nous avons créé une infrastructure solide, sécurisée et adaptée aux besoins opérationnels de l'entreprise. Ce rapport peut servir de référence précieuse pour les entreprises souhaitant entreprendre des projets similaires, tout en sensibilisant les étudiants à l'importance de ces domaines en constante évolution. L'intégration des objets connectés et l'optimisation du système d'information offrent des avantages significatifs en termes d'efficacité opérationnelle, de prise de décision et de compétitivité sur le marché.

# Bibliographie

- [1] T. Antoine-Santoni, B. Poggi, E. Vittori, H. Van Hieu, D. Araujo, and A. Aiello, “Vers un système d’information pervasif pour un smart village,” in *Evolution des SI : vers des SI Pervasifs ?, 2019.*
- [2] Agexit site web. C'est le site web du Agexit. [Online]. Available : <https://www.agexit.com>
- [3] B. G. de Projet. (s.d.) Le modèle en cascade. Consulté le 10 septembre 2023. [Online]. Available : <https://blog-gestion-de-projet.com/modele-en-cascade/>
- [4] C. Fagarasan, O. Popa, A. Pisla, and C. Cristea, “Agile, waterfall and iterative approach in information technology projects,” in *IOP Conference Series : Materials Science and Engineering*, vol. 1169, no. 1. IOP Publishing, 2021, p. 012025.
- [5] D. Sze, “A metropolitan area network,” *IEEE Journal on Selected Areas in Communications*, vol. 3, no. 6, pp. 815–824, 1985.
- [6] Open source guide. Est le site où on a utilisé pour vérifier les meilleures solutions à implementer. [Online]. Available : <https://open-source-guide.com/Solutions>
- [7] A. Gazis, “What is iot ? the internet of things explained,” *Academia Letters*, p. 2, 2021.
- [8] M. Richardson and S. Wallace, *Getting started with raspberry PI.* " O'Reilly Media, Inc.", 2012.
- [9] M. Lekić and G. Gardašević, “Iot sensor integration to node-red platform,” in *2018 17th International Symposium Infoteh-Jahorina (Infoteh)*. IEEE, 2018, pp. 1–5.

# Liste des acronymes

**IP** : *Internet Protocol*

**LAN** : *Local Area Network*

**WAN** : *Wide Area Network*

**MAN** : *Metropolitan Area Network*

**IT** : *Information Technology*

**SI** : *Système d'Information*

**QoS** : *Quality of Service*

**VPN** : *Virtual Private Network*

**SNMP** : *Simple Network Management Protocol*

**RMON** : *Remote Monitoring*

**LLDP** : *Link Layer Discovery Protocol*

**VLAN** : *Virtual Local Area Network*

**STP** : *Spanning Tree Protocol*

**Mbps** : *Megabits per second*

**IoT** : *Internet of Things*

**OS** : *Operating System*

**NVR** : *Network Video Recorder*

## Résumé

Ce rapport présente le travail réalisé dans le cadre du projet de Mémoire De Mastère au sein de la société ZETA Engineering. L'objectif était de concevoir et déployer une infrastructure IT et SI, ainsi que d'intégrer des objets connectés.

Nous avons suivi une méthodologie rigoureuse, analysé l'infrastructure existante et élaboré un plan détaillé pour la mise en place d'une infrastructure solide. L'implémentation a impliqué la configuration du matériel et des logiciels nécessaires, ainsi que l'intégration avec les systèmes existants.

Nous avons également intégré des objets connectés pour améliorer l'efficacité opérationnelle et collecter des données en temps réel. Cela a nécessité la sélection et la configuration d'appareils IoT appropriés.

En résumé, ce projet visait à renforcer les capacités IT et SI de ZETA Engineering en fournissant une infrastructure fiable et sécurisée, ainsi qu'en intégrant des objets connectés pour améliorer la productivité et éclairer la prise de décision.

---

## Abstract

This report outlines the implementation of an IT and IS infrastructure plan and the integration of connected devices within ZETA Engineering company. The objective was to design and deploy a comprehensive IT and IS infrastructure to support the company's operations.

Throughout our internship, we followed a systematic approach, conducted analysis, and developed a detailed plan for a robust infrastructure. The implementation involved setting up necessary hardware and software, as well as seamless integration with existing systems.

Furthermore, we integrated connected devices to enhance operational efficiency and gather real-time data. This involved selecting and configuring appropriate IoT devices and establishing necessary connectivity protocols.

In summary, this project aimed to enhance ZETA Engineering's IT and IS capabilities by providing a reliable and secure infrastructure, as well as integrating connected devices to improve productivity and decision-making.