



**LYES MOUHOUN** **RAPPORT**  
**DE STAGE**

BTS services informatiques aux organisations  
option SISR

Du 1er décembre 2025 au 23 janvier 2026

<b>I.</b>	<b>INTRODUCTION GÉNÉRALE</b>	<b>3</b>
<b>II.</b>	<b>Contexte de l'entreprise</b>	<b>4</b>
I)	Présentation d'Europea Consulting	4
II)	Organisation interne et Organigramme	4
<b>III.</b>	<b>Tâches et réalisations</b>	<b>5</b>
III)	Réparation et Optimisation du matériel en atelier (Labo)	5
IV)	Déploiement sur site et Recette Client (Centre de Formation Aubervilliers)	5
V)	Déploiement de solutions d'impression (Maison des Langues et des Cultures)	6
VI)	Méthodologie d'inventaire et Asset Management	7
<b>IV.</b>	<b>RÉSEAU ET SÉCURITÉ</b>	<b>7</b>
VII)	Audit d'infrastructure et cartographie des flux	8
<b>V.</b>	<b>Projet de Migration Critique : Stormshield vers Fortinet</b>	<b>8</b>
VIII)	Segmentation réseau virtuelle avec pfSense	9
IX)	Déploiement d'un Service d'Annuaire (Active Directory) dans le LAN (proxmox)	9
<b>VI.</b>	<b>PROJET en VIRTUALISATION</b>	<b>11</b>
X)	Étude comparative et choix de l'hyperviseur Proxmox VE	11
XI)	L'importance du stockage ZFS pour l'intégrité des données	11
XII)	Mise en œuvre du Cluster et résolution du Quorum	11
XIII)	Scénarios de Plan de Reprise d'Activité (PRA) et Tests HA	12
<b>VII.</b>	<b>CONCLUSION</b>	<b>13</b>
XIV)	Bilan	13
<b>VIII.</b>	<b>perspective</b>	<b>14</b>
<b>IX.</b>	<b>REMERCIEMENTS</b>	<b>15</b>

## ***I. INTRODUCTION GÉNÉRALE***

Le secteur des technologies de l'information est en perpétuelle mutation. Pour les entreprises de conseil, la disponibilité du Système d'Information (SI) est un levier de compétitivité majeur. C'est dans ce cadre exigeant que j'ai réalisé mon stage de deuxième année de BTS SIO, option SISR, au sein d'Europea Consulting.

Située au cœur du quartier d'affaires de Paris Saint-Lazare, cette entreprise fait face à deux défis majeurs. Premièrement, assurer la continuité de service pour ses consultants souvent en mobilité. Deuxièmement, garantir la fiabilité des infrastructures déployées chez ses clients institutionnels.

L'objectif de cette période d'immersion professionnelle était double. D'une part, il s'agissait d'assurer les missions quotidiennes d'un administrateur réseau : support utilisateur, maintenance du parc et gestion des incidents sur le terrain. D'autre part, j'ai eu l'opportunité de mener un projet de fond visant à moderniser l'infrastructure serveur de l'entreprise pour garantir la Haute Disponibilité des services.

Ce rapport s'articule autour de la progression logique de mes missions : partant de la couche physique et du service client (hardware et déploiement), traversant la couche réseau (sécurité Fortinet), pour aboutir à la couche applicative et virtualisée (Cluster Proxmox). Il détaillera les choix techniques opérés, les méthodologies de déploiement et les solutions mises en œuvre pour répondre aux besoins d'Europea Consulting et de ses clients.

## **II. Contexte de l'entreprise**

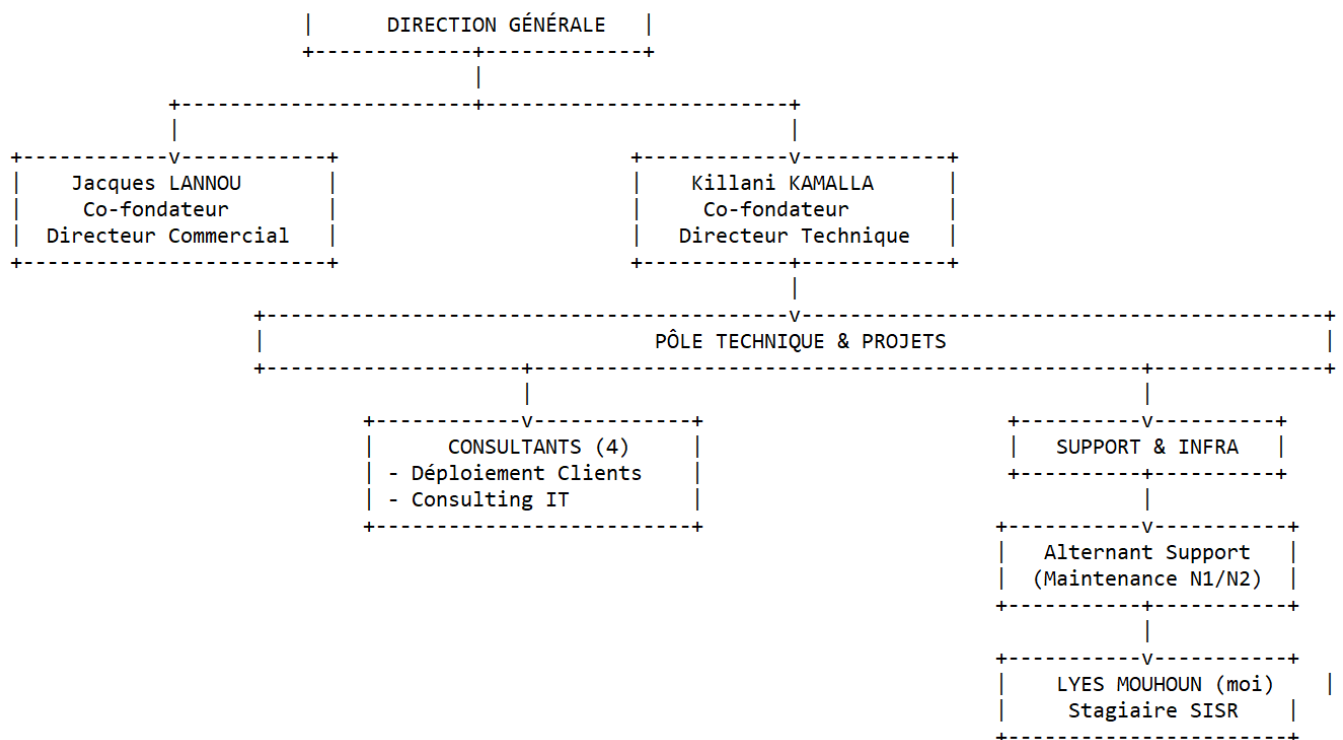
### **I) Présentation d'Europea Consulting**

Europea Consulting est une structure hybride alliant conseil en stratégie et expertise technique. L'entreprise accompagne une clientèle variée, allant des PME aux structures publiques. Elle se distingue par sa capacité à gérer l'intégralité de la chaîne de valeur : de l'audit organisationnel jusqu'à l'implémentation technique des réseaux.

Cette diversité de clients impose une rigueur particulière : Europea Consulting se doit d'être exemplaire dans la gestion de sa propre informatique pour crédibiliser son offre de service. L'entreprise gère non seulement son SI interne, mais agit également comme infogéreur pour certains de ses partenaires clés, tels que la Mission Locale d'Aubervilliers et de La Courneuve et a de nombreux clients institutionnels tels que le consulat de Tunisie .

### **II) Organisation interne et Organigramme**

L'agilité de l'entreprise repose sur une structure hiérarchique courte, favorisant la réactivité. Le pôle technique, dirigé par M. Kamalla, supervise à la fois les projets d'infrastructure lourds et le support quotidien.



### **III. Tâches et réalisations**

Le Maintien en Condition Opérationnelle (MCO) constitue le socle de l'activité de service d'Europea Consulting. Durant mon stage, j'ai eu la responsabilité de gérer le cycle de vie complet du matériel : du diagnostic en atelier jusqu'au déploiement final chez le client.

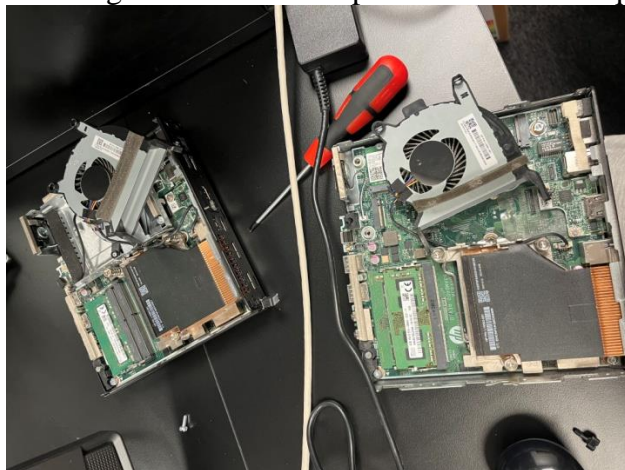
#### **III) Réparation et Optimisation du matériel en atelier (Labo)**

Une part significative de mon activité a été dédiée à la remise en état du parc informatique destiné aux clients. J'ai traité un flux important de PC portables et d'unités centrales provenant notamment de centres de formation partenaires.

**Diagnostic et Réparation physique :** La méthodologie appliquée était systématique. Pour chaque machine signalée défectueuse, j'ai procédé à un diagnostic électrique et physique. J'ai réalisé des interventions de précision telles que le remplacement de cartes mères endommagées, le changement de disques et le remplacement de blocs d'alimentation défectueux.

**Campagne d'Upgrade et de Modernisation :** Afin de lutter contre l'obsolescence et de garantir une expérience fluide aux utilisateurs finaux, j'ai piloté une campagne de mise à niveau technologique :

- **Transition de stockage :** Le remplacement systématique des disques durs mécaniques (HDD) par des disques SSD (Solid State Drive) a permis de réduire les temps de démarrage de Windows de plusieurs minutes à quelques secondes.



- **Extension de la Mémoire Vive :** Après analyse des compatibilités (DDR3 vs DDR4, fréquence en MHz), j'ai augmenté la capacité de RAM des postes (passage de 4Go à 16Go) pour supporter les applications modernes.

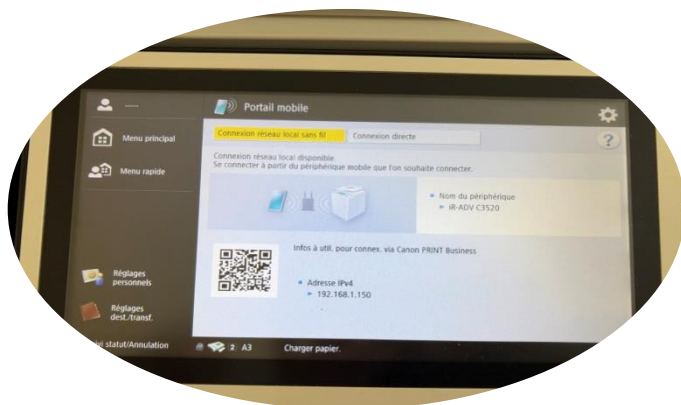
#### **IV) Déploiement sur site et Recette Client (Centre de Formation Aubervilliers)**

Le travail technique ne s'arrête pas à la réparation. La valeur ajoutée d'Europea Consulting réside dans le service rendu au client. Une fois les machines réparées et optimisées en atelier, j'ai assuré leur déploiement physique au sein d'un Centre de Formation situé à Aubervilliers.

Cette phase de "Mise en production" impliquait plusieurs étapes critiques :

1. **Installation physique** : Transport sécurisé, branchement des périphériques et Câble pour assurer un environnement de travail propre et sécurisé pour les apprenants.
2. **Configuration finale** : Connexion aux postes du centre, et vérification des mises à jour Windows en les installant si nécessaire.
3. **La Recette Utilisateur (Validation)** : C'est l'étape la plus importante. J'ai réalisé, en présence du client (responsable du centre), une démonstration de bon fonctionnement. J'ai prouvé la rapidité de démarrage (grâce aux SSD installés) et la stabilité du système. Cette validation formelle confirme qu'Europea Consulting a parfaitement répondu à la demande.

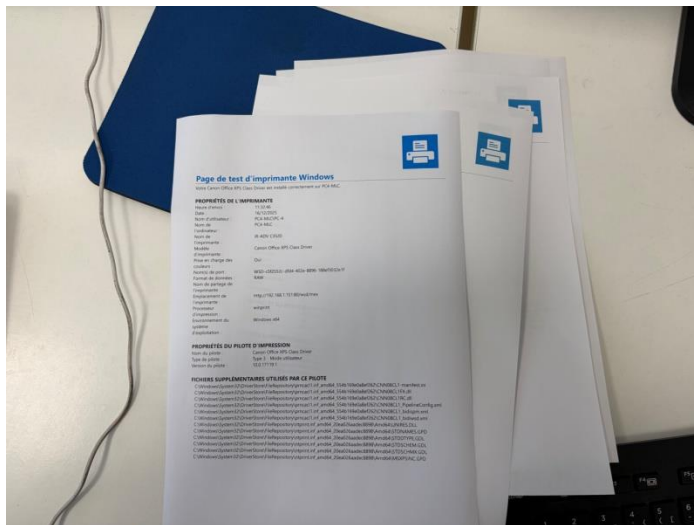
## V) Déploiement de solutions d'impression (Maison des Langues et des Cultures)



J'ai également mené une mission d'infrastructure périphérique pour un autre client institutionnel : la Maison des Langues et des Cultures d'Aubervilliers. L'objectif était d'homogénéiser le parc d'impression et de permettre à tous les collaborateurs d'imprimer en réseau.

Cette intervention nécessitait une rigueur particulière :

- **Intégration Réseau :** J'ai configuré les adresses IP fixes sur les imprimantes multifonctions pour garantir leur accessibilité permanente, évitant les conflits d'adressage via DHCP.
- **Déploiement des Pilotes (Drivers) :** J'ai dû installer et configurer les pilotes spécifiques sur chaque machine de l'organisation.
- **Tests et Formation :** J'ai configuré les files d'attente d'impression et réalisé des pages de test sur chaque poste. J'ai ensuite formé brièvement le personnel sur les fonctions de base (choix du bac papier, scan vers dossier), assurant ainsi une autonomie immédiate des utilisateurs.



## VI) Méthodologie d'inventaire et Asset Management

Face au volume de matériel géré (entre l'atelier et les sites clients comme Aubervilliers), la traçabilité était un enjeu logistique majeur. J'ai structuré un fichier d'inventaire exhaustif (Base de données Excel) recensant pour chaque actif :

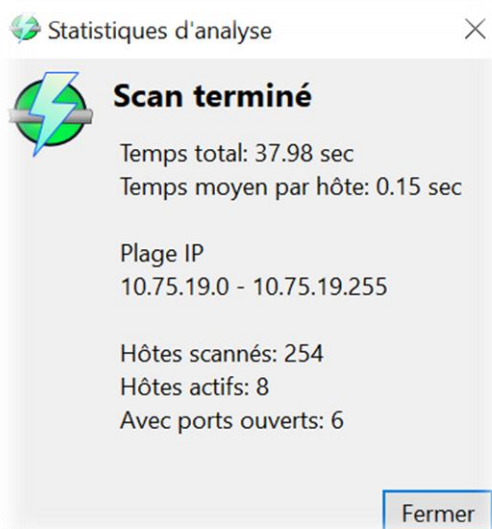
- **Identifiant unique :** Numéro de série (S/N) et Tag de service constructeur.
- **Configuration technique :** Modèle, CPU, RAM, Disque.
- **Localisation et Affectation :** J'ai noté précisément où chaque PC était livré (ex: "Salle 3 - Centre Formation Aubervilliers") et à qui il était destiné. Ce travail de l'ombre permet à la direction d'Europea Consulting d'avoir une vision claire de son stock et de faciliter le Service Après-Vente (SAV).

## IV. RÉSEAU ET SÉCURITÉ

La sécurisation des flux entrants et sortants était une priorité stratégique pour la direction, afin de protéger les données sensibles du local.

## VII) Audit d'infrastructure et cartographie des flux

N'ayant pas de documentation réseau à jour à mon arrivée, j'ai dû procéder à une rétro-ingénierie du réseau. J'ai utilisé **Angry IP Scanner** pour scanner les plages d'adresses privées et identifier tous les hôtes connectés. J'ai complété cette analyse avec **Zmap** pour détecter les ports ouverts. Cette étape a permis de détecter des équipements obsolètes que nous avons pu déconnecter pour réduire la surface d'attaque.

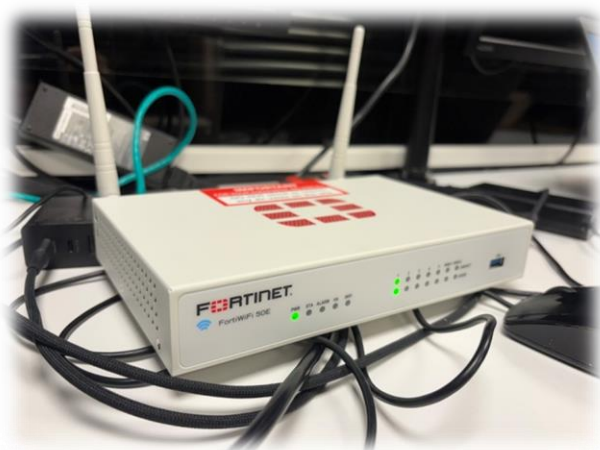


## V. **Projet de Migration Critique : Stormshield vers Fortinet**

C'est l'un des projets les plus techniques de mon stage. L'entreprise utilisait un pare-feu Stormshield ancien. La décision a été prise de migrer vers une solution Fortinet (FortiGate), leader du marché actuel.

- Création des interfaces VLANs.
- Configuration réseau identique au stormshield
- Configuration des profils de sécurité (Antivirus de flux, Filtrage Web).
- Bascule physique Lors d'une interruption de service planifiée, j'ai procédé au raccordement du Fortinet. Les tests de connectivité (Ping) ont validé la réussite de la migration sans régression pour les utilisateurs.

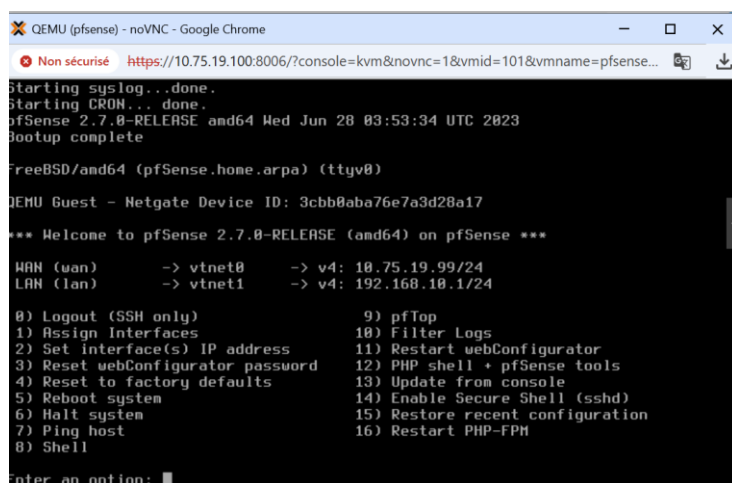




## VIII) Segmentation réseau virtuelle avec pfSense

Pour les besoins du laboratoire de test et de développement, j'ai déployé un pare-feu virtuel **pfSense** sous Proxmox. Cela m'a permis de créer une zone isolée. J'ai configuré pfSense pour qu'il agisse comme passerelle pour ce réseau isolé. J'ai appliqué des règles de blocage strictes pour empêcher toute communication entre ce réseau de test (potentiellement instable) et le réseau de production de l'entreprise.

J'ai donc utilisé ce Pfsense pour faire le lien entre le WAN et le LAN dans proxmox.



```

QEMU (pfsense) - noVNC - Google Chrome
Non sécurisé https://10.75.19.100:8006/?console=kvm&novnc=1&vmid=101&vmname=pfsense...
Starting syslog...done.
Starting CRON... done.
pfSense 2.7.0-RELEASE amd64 Wed Jun 28 03:53:34 UTC 2023
Bootup complete

FreeBSD/amd64 (pfSense.home.arpa) (ttyv0)
QEMU Guest - Netgate Device ID: 3cbb0aba76e7a3d28a17
*** Welcome to pfSense 2.7.0-RELEASE (amd64) on pfSense ***

WAN (wan)      -> vtnet0      -> v4: 10.75.19.99/24
LAN (lan)      -> vtnet1      -> v4: 192.168.10.1/24

0) Logout (SSH only)          9) pfTop
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) Shell

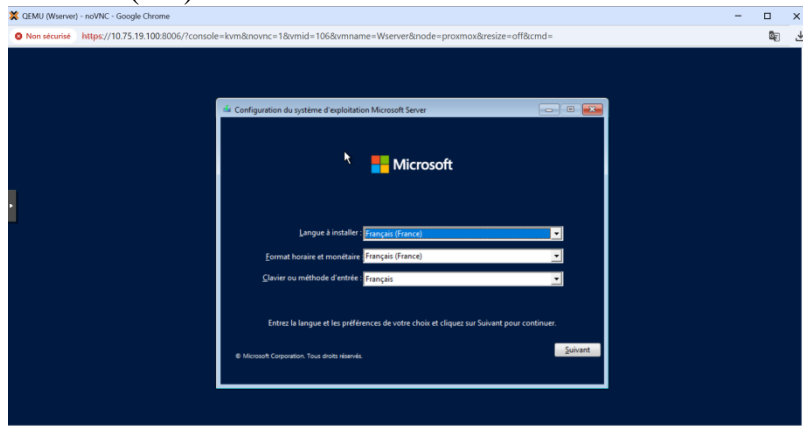
Enter an option:

```

## IX) Déploiement d'un Service d'Annuaire (Active Directory) dans le LAN (proxmox)

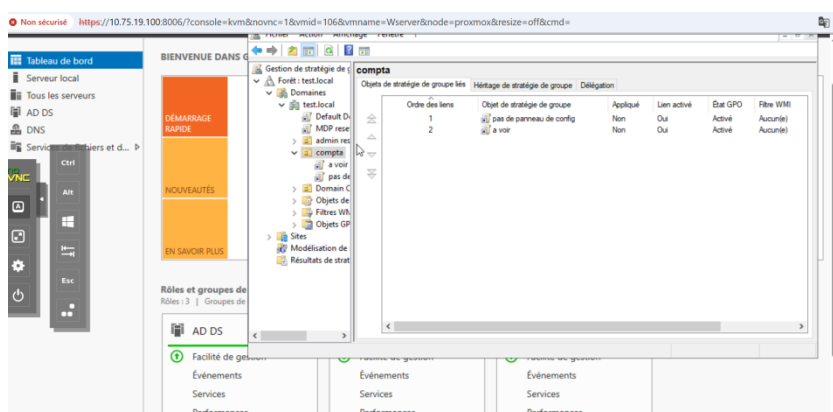
Une fois l'environnement Proxmox opérationnel et le réseau sécurisé par pfSense, j'ai eu pour mission de simuler un environnement d'entreprise complet au sein de la zone LAN isolée. L'objectif était de centraliser la gestion des identités et des accès.

Installation et Promotion du Contrôleur de Domaine : J'ai créé une machine virtuelle sous Windows Server au sein de Proxmox. Après avoir configuré son adressage IP statique (cohérent avec le plan d'adressage du LAN pfSense), j'ai installé le rôle AD DS (Active Directory Domain Services) et le rôle DNS. J'ai promu ce serveur en tant que Contrôleur de Domaine (DC) en créant une nouvelle forêt nommée `test.local`.



Gestion des Utilisateurs et Jonction au Domaine (GPO) : Pour valider le fonctionnement de l'annuaire, j'ai réalisé plusieurs opérations d'administration courante :

1. Création d'objets : J'ai structuré l'annuaire avec des Unités d'Organisation (OU) et créé des comptes utilisateurs de test.
2. Jonction de postes (JPO) : J'ai déployé une VM client sous Windows 11. J'ai configuré son DNS pour qu'il pointe vers le serveur AD, puis j'ai intégré ce poste au domaine `test.local`. La réussite de cette opération a validé la bonne communication réseau au travers du pare-feu pfSense.
3. Application de Stratégies (GPO) : J'ai également expérimenté la mise en place de GPO (Group Policy Objects) simples, comme le mappage automatique de lecteurs réseaux ou la restriction du panneau de configuration, pour vérifier la descendance des droits sur les postes clients.



## **VI. PROJET en VIRTUALISATION**

Ce projet constitue le cœur de mon projet durant ce stage .

### **X) Étude comparative et choix de l'hyperviseur Proxmox VE**

Face aux coûts de licences de VMware, j'ai proposé l'utilisation de **Proxmox Virtual Environment (VE)**. Proxmox est une solution open source basée sur Debian. Elle présente l'avantage d'intégrer nativement le moteur de virtualisation KVM et les conteneurs LXC. Son atout majeur pour Europea Consulting est sa capacité à gérer des clusters de haute disponibilité gratuitement.

### **XI) L'importance du stockage ZFS pour l'intégrité des données**

Lors de l'installation des serveurs, j'ai fait le choix technique du système de fichiers **ZFS**. Contrairement à un système de fichiers classique, ZFS intègre un gestionnaire de volume logique qui calcule des sommes de contrôle (checksums) à chaque écriture. Si une donnée est corrompue sur le disque, ZFS peut la détecter et la réparer automatiquement. J'ai également utilisé la mise en cache RAM (ARC) pour accélérer les lectures des VM.



### **XII) Mise en œuvre du Cluster et résolution du Quorum**

L'objectif était de lier deux serveurs physiques pour qu'ils fonctionnent de concert. J'ai créé le cluster via l'interface web, synchronisant les clés SSH entre les nœuds.

Le défi du Quorum : Dans un cluster à 2 nœuds, si le réseau coupe, on risque le "Split-Brain" (Cerveau divisé). Chaque serveur pense être le seul survivant et tente de prendre le contrôle

des VM, risquant de corrompre les données. Pour éviter cela, Proxmox exige un Quorum (majorité de votes > 50%). Avec 2 serveurs (2 votes), si l'un tombe, il reste 1 vote (50%), ce qui n'est pas une majorité. Le cluster se bloque par sécurité.

La solution Q-Device : Pour résoudre ce problème mathématique, j'ai installé une machine externe sous Debian 12 agissant comme Q-Device (Quorum Device). J'ai installé le paquet `corosync-qnetd`. Une fois relié au cluster, ce dispositif offre un 3ème vote.

```
Date: Mon Jan 19 15:34:17 2026
Quorum provider: corosync_votequorum
Nodes: 2
Node ID: 0x00000002
Ring ID: 1.ad
Quorate: Yes

Votequorum information
-----
Expected votes: 3
Highest expected: 3
Total votes: 3
Quorum: 2
Flags: Quorate Qdevice

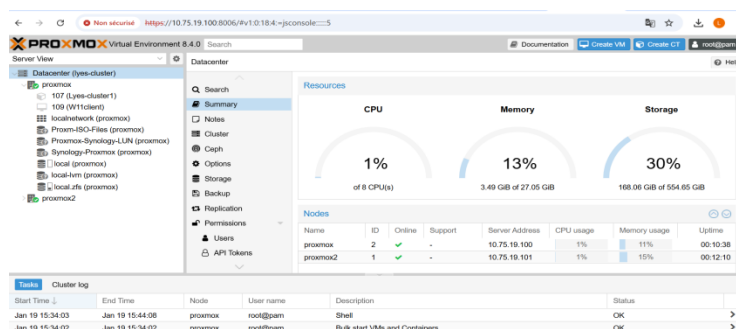
Membership information
-----
Nodeid      Votes   Qdevice Name
0x00000001   1      A,V,NMW 10.75.19.101
0x00000002   1      A,V,NMW 10.75.19.100 (local)
0x00000000   1              Qdevice
root@proxmox:~#
```

- Total votes : 3.
- Si un serveur tombe : Il reste 1 serveur + Q-Device = 2 votes.
- Majorité atteinte (2 sur 3). Le cluster reste opérationnel.

### XIII) Scénarios de Plan de Reprise d'Activité (PRA) et Tests HA

J'ai configuré les groupes de Haute Disponibilité (HA) pour les VM critiques (Windows Server, pfSense). Pour valider le projet, j'ai réalisé des tests de stress réels :

1. **Test de Migration à Chaud (Live Migration) :** J'ai déplacé la VM Windows Server du Nœud A vers le Nœud B pendant qu'un utilisateur était connecté. L'opération a pris 45 secondes, sans aucune coupure de connexion.
2. **Test de Panne (Crash Test) :** J'ai débranché l'alimentation du Nœud A. Le Nœud B, fort de son Quorum, a détecté la panne. Après un délai de sécurité, il a redémarré automatiquement les VM du Nœud A. Le service a été rétabli en moins de 2 minutes sans intervention humaine.



## **VII. CONCLUSION**

### **XIV) Bilan**

Ce stage de huit semaines effectué au sein de la société Europea Consulting marque une étape décisive dans mon parcours de formation en BTS SIO. Il a constitué une véritable passerelle entre les acquis théoriques académiques et les exigences opérationnelles d'une entreprise de conseil.

Sur le plan technique, cette immersion a été d'une richesse considérable. J'ai eu l'opportunité de couvrir l'intégralité du spectre des compétences attendues d'un administrateur SISR :

1. Le Support et la Maintenance (MCO) : La gestion du parc informatique pour des clients exigeants comme le *Centre de Formation d'Aubervilliers* ou la *Maison des Langues* m'a permis de maîtriser le diagnostic matériel et la rigueur du déploiement. La réalisation d'un inventaire précis a renforcé mon sens de l'organisation.
2. L'Ingénierie Réseau et Sécurité : La participation active à la migration critique du pare-feu (Stormshield vers Fortinet) et la segmentation réseau via pfSense m'ont confronté aux réalités de la cybersécurité en production.
3. L'Architecture Système : La conception et la mise en œuvre autonome d'un cluster de virtualisation sous Proxmox VE (avec stockage ZFS et gestion du Quorum via Q-Device) constituent ma plus grande fierté technique. J'ai pu aller au bout de la démarche en déployant des services fonctionnels comme l'Active Directory et en validant des scénarios de reprise d'activité (PRA).

Sur le plan humain et professionnel, j'ai découvert le fonctionnement d'une structure à taille humaine où la polyvalence et la communication sont clés. Travailler sous la supervision directe de la direction technique (M. Kamalla) et en collaboration avec l'alternant m'a appris à rendre compte de mes actions et à justifier mes choix technologiques. De plus, les interventions directes sur site m'ont sensibilisé à l'importance de la "relation client" : un projet technique n'est terminé que lorsque l'utilisateur final valide son bon fonctionnement.

## ***VIII. perspective***

Ce stage au sein d'Europea Consulting a agi comme un véritable catalyseur pour mon avenir professionnel. En me confrontant à des défis techniques exigeants, tels que la mise en œuvre d'un cluster Proxmox à haute disponibilité ou la migration critique d'équipements de sécurité Fortinet, j'ai pris la pleine mesure de la complexité et de l'interconnexion des infrastructures modernes. Cette expérience opérationnelle m'a conforté dans l'idée que le niveau BTS, bien qu'indispensable, constitue une fondation que je souhaite impérativement élever pour atteindre un niveau d'expertise supérieur et maîtriser les enjeux stratégiques de la donnée.

Par conséquent, ce stage m'a définitivement conforté dans ma volonté de poursuivre mes études vers un Master (Bac+5) spécialisé en Cybersécurité, Réseaux et Systèmes. Les missions réalisées m'ont convaincu qu'il est aujourd'hui impossible de dissocier l'administration système de la sécurité défensive. Je souhaite donc acquérir cette vision transverse et experte pour devenir, à terme, un architecte capable de concevoir, déployer et protéger des environnements résilients face aux menaces actuelles. Ce stage a ainsi transformé une simple intention en un projet de carrière concret et ambitieux.

## ***IX. REMERCIEMENTS***

Je tiens avant tout à exprimer ma reconnaissance envers la direction de la société Europea Consulting pour m'avoir accueilli au sein de leur siège social à Paris Saint-Lazare. Ce stage a constitué une étape charnière dans mon parcours de formation en BTS SIO, marquant mon passage de la théorie à la pratique professionnelle.

Je remercie tout particulièrement mon tuteur de stage, Monsieur Killani KAMALLA, co-fondateur et Directeur Technique. Sa pédagogie, sa disponibilité et la confiance qu'il m'a témoignée en me confiant des responsabilités sur des infrastructures critiques (notamment le projet de cluster) m'ont permis d'appréhender la complexité des systèmes d'information avec un œil d'ingénieur.

Mes remerciements vont également à Monsieur Jacques LANNOU, co-fondateur et Directeur Commercial, pour sa vision de l'entreprise et son accueil.

Enfin, je remercie chaleureusement l'ensemble de l'équipe opérationnelle : les quatre consultants pour leurs retours d'expérience précieux, et l'alternant du support technique. Notre collaboration quotidienne en binôme fut aussi enrichissante humainement qu'efficace techniquement.