

## **Rapport de stage - Stage découverte Enedis**

### **STAGE EN ENTREPRISE - BUT INFORMATIQUE S4**

#### **Stage: Enedis**

33 avenue de l'Europe, Courbevoie

Léona DUPONT

Université Sorbonne Paris Nord - IUT de Villetaneuse  
99 avenue Jean-Baptiste Clément, Villetaneuse

Tuteur enseignant : Slim ELLOUZE

Maître de stage : Arthur PERALTA FERREIRA

Sujet : Migration vers une nouvelle PKI

Date : 27 janvier - 04 avril 2025

**ENTREPRISE : ENEDIS**



# **SOMMAIRE:**

<b>Introduction.....</b>	<b>4</b>
<b>Présentation d'Enedis.....</b>	<b>5</b>
Description & histoire d'Enedis.....	5
Bureaux.....	6
Chiffres clés.....	6
<b>Le projet.....</b>	<b>7</b>
Migration vers PK2.....	7
Objectif.....	7
Principe de fonctionnement.....	8
<i>Étape numéro 1: Installation des certificats PK2 sur les Gateways VPN.....</i>	<i>10</i>
<i>Étape numéro 2: Installation d'un script TCL sur les routeurs de poste.....</i>	<i>11</i>
<i>Étape numéro 3: Préparation de l'application dédiée.....</i>	<i>12</i>
<i>Étape numéro 4: Migration de l'application.....</i>	<i>13</i>
<i>Étape numéro 5: Exécution du script TCL sur tous les routeurs de poste.....</i>	<i>14</i>
<i>Étape numéro 6: Vérifications et archivage des anciennes configurations.....</i>	<i>15</i>
<b>Ma participation.....</b>	<b>16</b>
Méthode upgrade de routeurs.....	16
Méthode de migration vers PK2.....	19
Problème & solution.....	21
Résultat de mon travail.....	22
Configuration switch.....	22
<b>Compétences acquises et enseignements tirés.....</b>	<b>23</b>
Compétences techniques développées.....	23
Adaptation au monde de l'entreprise.....	23
Réflexion sur mon avenir professionnel.....	24
Organisation et méthodologie de travail.....	24
<b>Conclusion.....</b>	<b>25</b>
<b>Annexes.....</b>	<b>26</b>
Annexe 1.....	26
Annexe 2.....	28

## **Avertissement**

*Ce document et ses annexes contiennent des informations confidentielles propres à Enedis. Toute divulgation, copie, distribution ou utilisation de ce document ou des pièces jointes qui l'accompagnent avec des tiers est interdite.*

*Toute décision prise sur la base des informations contenues dans ce document relève de votre seule responsabilité et peut faire l'objet d'une action en justice.*

*Sur ce document, certaines informations n'ont pas été partagées car elles doivent être gardées secrètes et ne pas être communiquées à quiconque afin d'éviter d'être exploitées par des personnes, des organisations ou des pays.*

## **Warning**

*This document and its attachments contain information that are confidential and proprietary of Enedis companies. Be aware that any disclosure, copying, distribution, or use of this document or its accompanying attachments with any parties is prohibited.*

*Any decisions you make based upon any information contained in this document are your sole responsibility and you can be prosecuted.*

*Some sensitive information is not shared in this document in order to avoid them being exploited or misused by persons, organizations or countries.*

## Remerciements

Premièrement, je souhaite débiter ce rapport en exprimant ma profonde gratitude envers toutes les personnes qui m'ont accueillie, guidée et aidée pour mener à bien les missions qui m'ont été confiées. Ce fut un réel plaisir de travailler dans un environnement bienveillant et très enrichissant.

Je tiens tout particulièrement à remercier mon maître de stage Arthur PERALTA FERREIRA qui pendant ces dix semaines, a pris le temps de m'expliquer ses missions et de partager avec moi son savoir-faire. Il a toujours été à mon écoute et a su répondre à mes interrogations. Bien plus qu'un maître de stage, il a été un réel mentor durant ce stage. Avec lui j'ai pu échanger aussi bien sur le travail que sur des sujets plus personnels, facilitant ainsi mon intégration au sein de l'équipe.

Je remercie également Guillaume ANDRE, le chef de projet qui a su m'intégrer au sein du groupe Télécom et m'a orientée tout le long de mon stage. Son accompagnement m'a aidée, notamment dans les moments de doutes ou bien lorsque je me sentais un peu perdue.

Je souhaite aussi remercier Thierry RAPAUD et toute l'équipe Télécom, qui m'ont chaleureusement accueillie et ont fait en sorte que je me sente à ma place. Leur disponibilité et leur patience ont grandement facilité mon adaptation et m'ont permis de progresser tout au long de cette expérience.

Un immense merci également à Fabio LA SCOLA, sans qui je n'aurais jamais eu cette opportunité de stage. Grâce à lui, j'ai pu apprendre énormément et bénéficier d'un accompagnement précieux face aux différents défis que j'ai rencontrés.

Enfin, je remercie mon tuteur enseignant Slim ELLOUZE, pour sa disponibilité et ses conseils qui m'ont été d'une grande aide, lorsque j'avais des questions ou bien besoin d'un éclairage supplémentaire.

# Introduction

Dans le cadre de ma deuxième année d'étude, dans un BUT informatique, situé à l'IUT de Villeteuse, j'ai eu l'opportunité de réaliser un stage en entreprise pendant 10 semaines. Ce stage avait pour objectif de mettre en pratique les compétences que j'ai pu acquérir durant mes études mais également d'en apprendre de nouvelles et de découvrir le fonctionnement d'une grande entreprise.

Après de nombreuses recherches en enchaînant des non réponses et des refus j'ai finalement eu une réponse positive via mon réseau personnel, chez Enedis.

Enedis est une entreprise spécialisée dans la gestion et la distribution d'électricité en France. Cette société joue un rôle clé dans la transition énergétique en modernisant le réseau pour intégrer les énergies renouvelables et favoriser l'essor de la mobilité électrique. Ma décision s'est donc portée sur cette entreprise en vue de son positionnement géographique mais également le domaine des réseaux et télécom qui m'intéressent tout particulièrement.

Ainsi je débiterai ce rapport par la présentation de l'entreprise Enedis, puis je détaillerai le projet et mes missions, et les compétences développées avant de conclure sur les acquis tirés de cette expérience. Je ferai également le lien entre les compétences apprises en entreprise et celles qu'on apprend pendant notre formation.

Mon activité durant ces 10 semaines, s'insère dans un projet de migration PKI sur routeur machine-to-machine. Cela consiste principalement à mettre à jour des routeurs et les migrer vers une nouvelle PKI. Encadrée par un expert de niveau 3, ma mission était de participer au suivi et à la réalisation de cette opération.

# Présentation d'Enedis

## Description & histoire d'Enedis

Enedis est une entreprise française, créée le 1er janvier 2008, chargée de la distribution d'électricité sur 95% du territoire métropolitain. Anciennement ERDF (Électricité Réseau Distribution France), elle a changé de nom en 2016 pour mieux représenter son activité, en associant les mots "énergie" et "distribution". C'est la plus grande entreprise d'Europe au service de la société et des territoires.

Enedis est une filiale indépendante du groupe d'EDF, elle assure notamment le raccordement des clients, la maintenance, la modernisation des infrastructures électriques, ainsi que la gestion des compteurs Linky.

Elle joue un rôle dans la transition énergétique en intégrant les énergies renouvelables au réseau et en développant des solutions pour une consommation plus intelligente et durable. Son activité est régulée par la Commission de régulation de l'énergie (CRE) afin de garantir un service public neutre et équitable.



Cette entreprise a aussi comme engagement de garantir l'accès à l'électricité sur l'ensemble du territoire, aussi bien en milieu urbain que rural même si le raccordement est complexe ou coûteux. Mais également, après des aléas climatiques, avec un dépannage 24h/24 et 7j/7. Ainsi, maintenir la qualité d'alimentation sur la base des normes en vigueur en fonctionnement normal, en réalisant des investissements sur le réseau. Mais, également, un accompagnement sur les programmes de rénovation urbaine et de transition énergétique.

Mon stage s'est déroulé dans le pôle télécom d'Enedis, où l'on accompagne sur la transformation numérique d'Enedis mais également sur l'innovation de celle-ci. Le groupe auquel j'étais rattachée se nomme le GSET, qui est un Groupe de Supervision et d'Exploitation. C'est l'agence nationale d'exploitation des routeurs des postes HTA/BT correspondant au NOC, et héberge en particulier les bancs de tests et de validation.

## Bureaux

Les bureaux, en open-space, permettent à chacun de s'installer où il veut, même si, en réalité, la plupart des gens ont leurs habitudes et gardent souvent la même place. C'est plutôt agréable d'avoir un espace aussi ouvert, mais je préfère disposer d'un espace de travail dédié. Cela dit, les bureaux sont bien équipés avec des outils numériques modernes, ce qui facilite le travail collaboratif.

Enedis met aussi en place des espaces de réunion et des zones plus calmes pour ceux qui ont besoin de concentration. J'ai d'ailleurs beaucoup apprécié travailler sur site, car j'ai pu garder mes repères en utilisant le même bureau tous les jours, tout en profitant d'un environnement bien aménagé et agréable.



## Chiffres clés

En 2024, Enedis comptait plus de 41 000 salariés, répartis dans 25 directions régionales. Avec un chiffre d'affaires dépassant les 16,5 milliards d'euros.

L'entreprise gère un immense réseau électrique de plus de 1,4 million de kilomètres, moitié en aérien, moitié en souterrain, couvrant 95% du territoire français (soit l'équivalent de 35 fois le tour de la terre). Elle possède également 2 250 postes sources (HTA/BT) et a installé plus de 37 millions de compteurs Linky.

En bref, Enedis est un acteur incontournable qui a largement contribué au développement du réseau électrique en France.

# Le projet

## Migration vers PK2

La migration de routeur sur la nouvelle PKI était le plus gros projet du moment chez Enedis. Une PKI (infrastructure de clés publiques) est un ensemble de technologies, de politiques et de procédures permettant de gérer des certificats numériques et des clés cryptographiques. Je vais pouvoir l'expliquer davantage dans cette partie. Pour des raisons de confidentialité, certaines informations n'apparaîtront pas dans le rapport ou bien seront remplacées.

Tous les acronymes utilisés dans la suite de cette partie sont expliqués en annexe 2.

Enedis développe et maintient en condition opérationnelle ses propres moyens de télécommunication. Les infrastructures mises en place sont nombreuses car elles doivent permettre la conduite du réseau électrique par le Système d'Information (SI) des 25 territoires régionaux.

Du fait de l'obsolescence prochaine de l'actuelle infrastructure de gestion de clés, une opération importante était prévue à partir de mi-janvier pour migrer vers la nouvelle solution développée pour 22 000 routeurs M2M (Machine-to-Machine) Cisco. Il s'agit d'un élément primordial pour la sécurité des échanges chiffrés entre des SI métiers et d'administration.

Ma mission portait sur l'audit des versions firmware des routeurs qui était un prérequis essentiel pour l'opération de migration et sur l'exécution au fil de l'eau des changements de configuration. Ces actions doivent se faire par configuration distante à travers des VM (Machine Virtuelle) de rebonds et l'outil IoTEND, une application de Cisco.

## Objectif

Enedis utilise plus de 22 000 routeurs afin de connecter les Organes de Manœuvre Télécommandés (OMT: ce sont des agences qui surveillent en temps réel l'état du réseau électrique haute tension) répartis sur toute la France aux SI régionaux. La finalité est donc de changer leur version afin qu'ils puissent être habilités sur la nouvelle PKI. L'opération, démarrée le 13 janvier 2025, a permis de migrer, en seulement douze heures, 99% des routeurs. Ainsi, il restait 1% des routeurs à migrer manuellement. Il s'agissait de ma mission pendant ce stage.



## Principe de fonctionnement

Dans cette partie du document, je vais vous expliquer le concept de la migration vers une nouvelle PKI et comment cela peut-il être schématisé. Ces méthodes employées seront expliquées dans la partie suivante.

Pour commencer, l'infrastructure HTA/BT (Haute Tension A vers Basse Tension) repose sur une PKI Atos MetaPKI (solution de gestion de clé publique) en fin de vie.

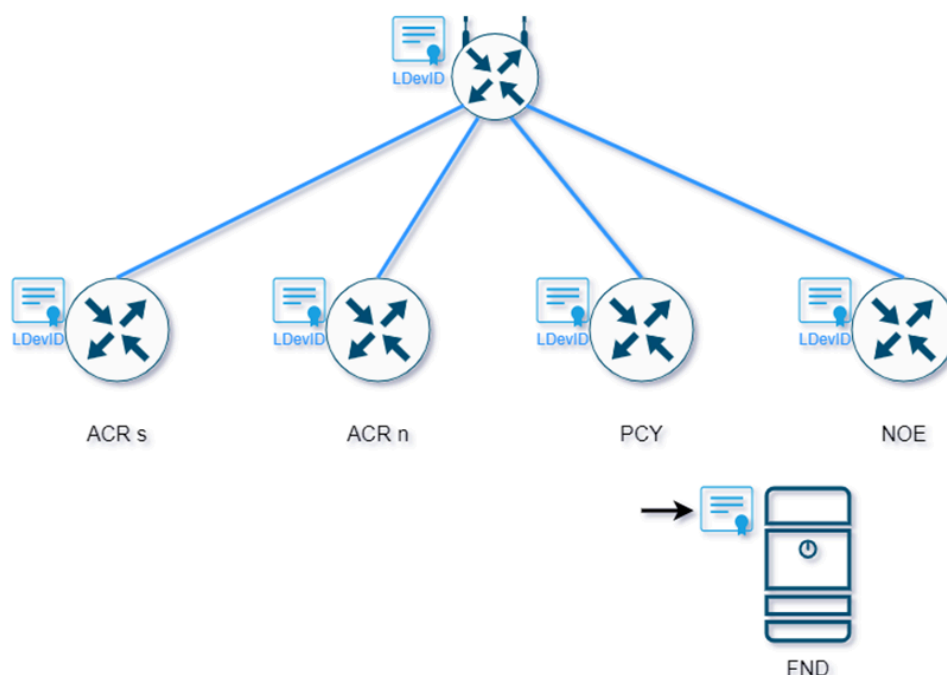
Atos ne fournissant plus de support au 31 décembre 2024, il a été décidé de migrer vers une solution interne, la PK2.

Par la suite je vous détaillerai le processus de migration de l'infrastructure HTA/BT vers cette nouvelle PKI.

Les certificats délivrés par la MetaPKI sont essentiellement utilisés par les routeurs de poste et des Gateway VPN, pour s'identifier et générer des clés de cryptographie symétriques lors d'établissement de tunnels IPSec (c'est un groupe de protocoles sécurisant les communications entre appareils).

Les routeurs de poste obtiennent leur certificat lors de leur configuration initiale, automatisée au travers de l'application dédiée à cet effet.

Cette application est aussi porteuse d'un certificat lui permettant de sécuriser la configuration à distance et de communiquer ensuite de manière sécurisée avec les routeurs de poste et de collecter des métriques (informations sur les ressources consommées (CPU, mémoire, disque, réseau)).



*Situation actuelle*

Les routeurs et Gateway VPN (Elle permet aux utilisateurs distants ou aux réseaux de se connecter de manière sécurisée via un tunnel crypté) utilisent le protocole SCEP (Simple Certificate Enrollment Protocol, est un protocole simple d'enregistrement de certificat développé par Cisco), pour automatiser le déploiement de certificats x509 sur les équipements réseaux dans le cadre d'une infrastructure de clés publiques existante, pour obtenir un certificat auprès de la MetaPKI et, plus tard, la renouveler.

Le processus est sécurisé par l'utilisation d'un certificat IDevID signé en usine par le constructeur.

Pour minimiser l'exposition de l'autorité de certification, nous utilisons une autorité d'enregistrement (RA) qui valide les requêtes avant de les transmettre aux autorités de certification (CA).

A la réception d'une demande de signature de certificat (CSR), le RA vérifie le certificat IDevID et le numéro de série qu'il contient est challengé auprès d'un serveur Radius (est un protocole client-serveur permettant de centraliser les données d'authentification).

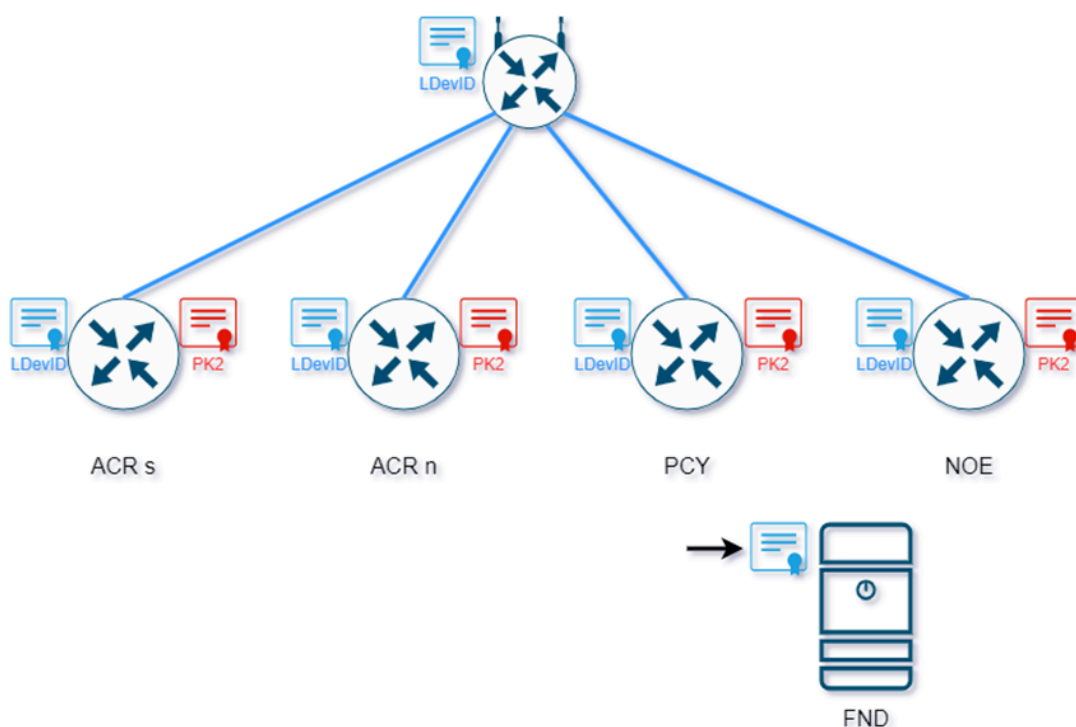
Si les contrôles sont positifs, le RA transmet la requête au CA pour la signature.

### Étape numéro 1: Installation des certificats PK2 sur les Gateways VPN

En préparation de la migration vers PK2, toutes les passerelles VPN seront configurées pour accepter l'établissement de tunnels IPsec porteurs de certificats PK2 en plus de ceux porteurs de certificats MetaPKI.

Pour cela, un nouveau trustpoint, qui est un élément de configuration lié à la gestion des certificats numériques, sera créé sur chaque GVPN permettant leur enrôlement sur la PK2 et les certificate maps seront étendues.

Un script est utilisé pour la création des configurations, mais celles-ci seront appliquées manuellement pour plus de contrôle et limiter les risques.

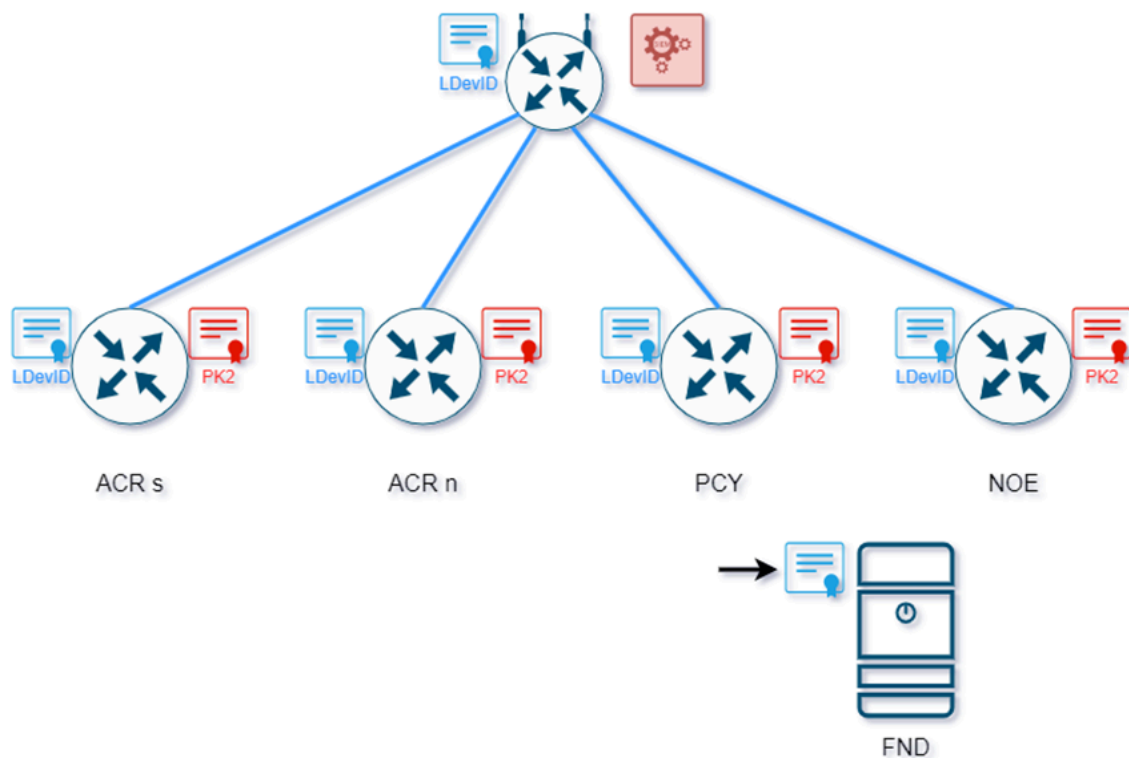


*Les Gateways VPN acceptent également les porteurs de certificats PK2.*

## Étape numéro 2: Installation d'un script TCL sur les routeurs de poste

Étape de préparation: cette étape n'aura aucune incidence sur le fonctionnement du service. En préparation de la migration, un script TCL, qui a pour objectif de garantir que le routeur ait toute sa configuration même si nous perdons contact avec lui, est transféré sur chaque routeur de poste.

Ce script sera plus tard exécuté par le routeur qui, en toute autonomie, détruira son certificat de son ancienne PKI et demandera un nouveau sur la nouvelle PKI.



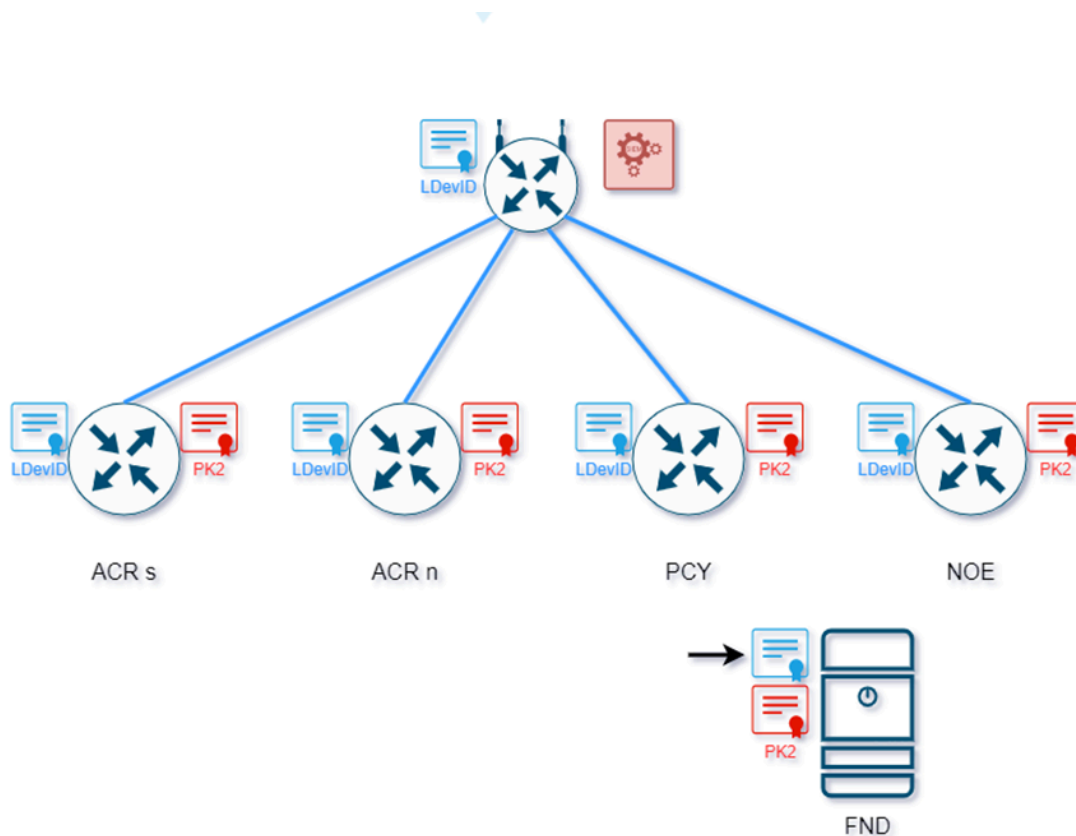
*Installation du script TCL sur tous les routeurs de poste*

### Étape numéro 3: Préparation de l'application dédiée

Dans cette étape, nous préparons deux fichiers sur chacun des composants de l'application: fnd et tps.

Le premier fichier est un java keystore contenant le certificat de l'AC PK2, le ID certificat signé par la PK2 et les certificats des autorités SUDI, qui est un identifiant sécurisé de l'appareil.

Le deuxième fichier est un fichier de configuration, cgms.properties dans lequel on renseignera la fingerprint, c'est lorsqu'un certificat numérique est généré, il est associé à une empreinte unique qui permet de vérifier son authenticité, de l'AC racine PK2 et le mot de passe (chiffré) du keystore.



*Création des fichiers PK2 sur l'application*

#### Étape numéro 4: Migration de l'application

Les étapes précédentes n'étaient que des étapes préparatoires. Celle qui suit marque le début de la migration.

Dans un premier temps, nous stoppons les services fnd et tps.

Nous procédons alors au déchiffrement (avec la clé MetaPKI) et au chiffrement (avec la clé PK2) des mots de passe de chaque routeur.

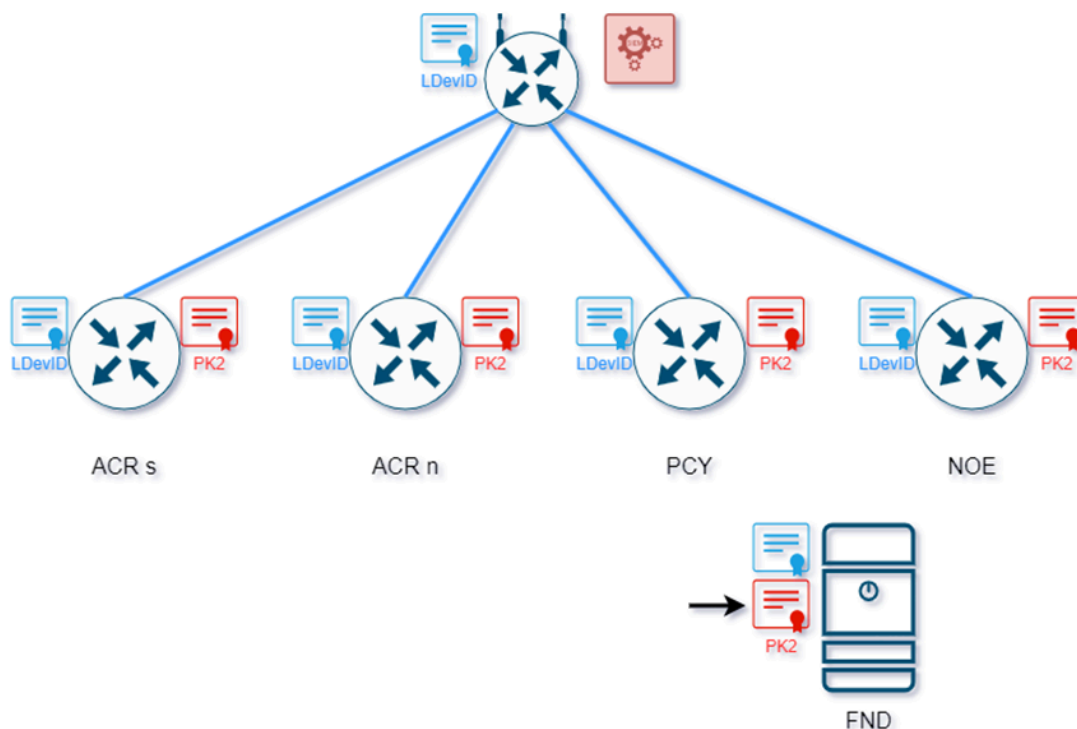
Sur fnd et tps, nous renommons les fichiers créés à l'étape précédente.

Enfin nous redémarrons les deux services.

Une fois fnd démarré, nous utilisons son interface d'administration pour renseigner la fingerprint de la nouvelle AC et mettre à jour les fichiers de configuration bootstrap et tunnel provisioning.

A partir de ce moment, les routeurs de poste ne peuvent plus envoyer les métriques à l'application (ce qu'ils font en général toutes les 12 heures).

Nous ferons quelques staging de routeurs pour valider le bon fonctionnement avant de passer à la prochaine étape.

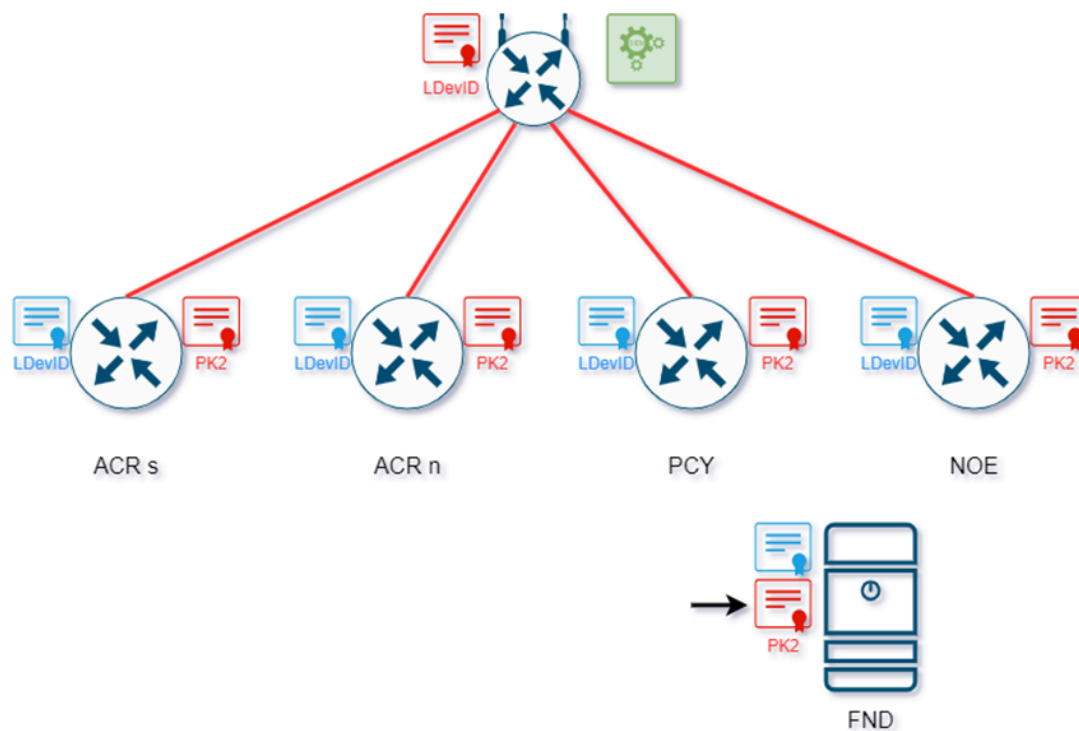


*Migration de l'application*

### Étape numéro 5: Exécution du script TCL sur tous les routeurs de poste

Lorsque l'étape précédente est terminée et validée, nous lançons un script python qui va se connecter sur chacun des routeurs de poste, configurer les variables d'exécution du script TCL transféré à l'étape numéro 1 et lancer le script TCL.

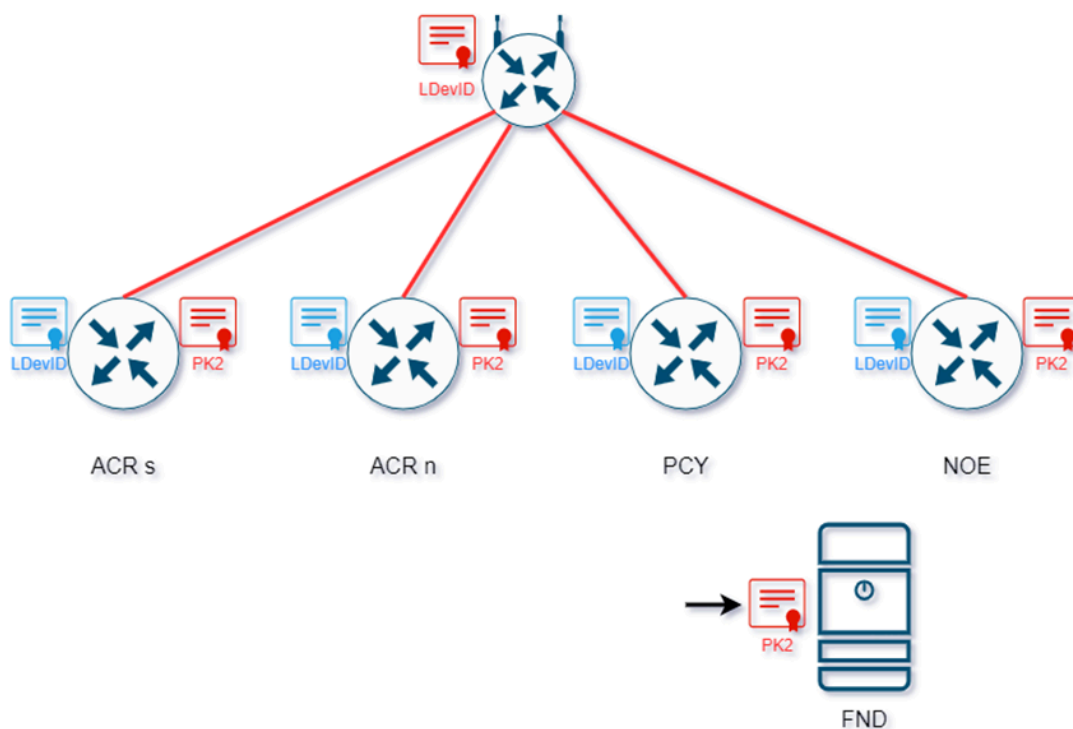
Il nous faudra environ 12 heures pour traiter les 22 000 routeurs de notre parc.



*Exécution du script TCL sur tous les routeurs de poste*

### Étape numéro 6: Vérifications et archivage des anciennes configurations

Au terme de l'étape 5, tous les routeurs de poste sont maintenant porteurs d'un certificat PK2 qu'ils utilisent pour établir leur tunnel sécurisé avec les Gateways VPN et communiquer avec l'application.



*Situation finale*



# Ma participation

## Méthode upgrade de routeurs

Il restait des routeurs à migrer qui n'étaient pas joignables lors des étapes précédentes. Pour faire la migration vers cette nouvelle PKI, qui est conditionnée par le firmware en 16.10.01, je dois fournir la nouvelle image IOS aux routeurs aux versions obsolètes, pour ensuite pouvoir les migrer.

Pour participer au mieux et ne pas faire d'erreur, mon tuteur a réalisé avec moi, un document réunissant tout ce que je dois vérifier avant l'upgrade mais également les commandes que je dois effectuer.

Mon rôle est donc de faire: La mise à jour IOS d'un routeur de poste.

Cette mission se découpe en plusieurs étapes, premièrement je dois aller chercher sur l'application dédiée, les informations d'un routeur actif mais qui n'a pas encore la bonne version (la bonne étant la 16.10.01).

Après avoir trouvé un candidat à la migration, dans un bloc note je note son nom, son adresse cellulaire (correspondant à son adresse IPV6) et son mot de passe.

Lorsque toutes ces informations sont collectées, je peux enfin me connecter sur ce routeur. J'utilise l'outil *Putty*, qui me permet d'accéder aux routeurs souhaités via une machine virtuelle de rebond.

Pour se connecter il me suffit d'écrire la commande suivante, puis d'entrer le mot de passe du routeur en question:

```
ssh user@ADRESSE_CELLULAIRE
```

Une fois connectée dessus, je regarde sa version et je vérifie bien qu'il ait une version différente de 16.10.01:

```
NOM_ROUTEUR#show version
```

Je dois également vérifier que le fichier binaire IOS, ne soit pas déjà présent sur le routeur:

```
NOM_ROUTEUR#dir bootflash:managed/images
```

Je me dois aussi de regarder s'il y a assez d'espace libre sur la flash pour y accueillir le nouveau fichier binaire IOS:

```
NOM_ROUTEUR#dir
```

Une fois toutes ces informations vérifiées, je dois appliquer une configuration spécifique pour activer le serveur *scp* (protocole permettant de transférer des données de manière sécurisée) et le *mode bulk* de *ssh*, permettant de transférer des fichiers de façon séquentielle via une unique session SSH.

La configuration est temporaire, nous la normaliserons après le transfert.

```
NOM_ROUTEUR#conf t
NOM_ROUTEUR(config)#ip scp server enable
NOM_ROUTEUR(config)#file prompt quiet
NOM_ROUTEUR(config)#ip ssh bulk-mode
NOM_ROUTEUR(config)#end
```

Puis après l'exécution, nous sortons du routeur pour revenir sur la VM de rebond, je vérifie si le fichier est bien placé au bon endroit:

```
NOM_VM_REBOND$ls -l /var
```

Si tout est bon, j'utilise *scp* (secure copy), en legacy mode (-O, qui permet de forcer le mode pour que le protocole *scp* soit utilisé) pour transférer le fichier depuis la VM de rebond sur le routeur.

A présent il faut attendre que le transfert s'effectue, une barre de progression nous indique l'ETA (Estimated Time of Arrival or to Achievement) en minutes. Généralement cela dure une quinzaine de minutes, mais parfois cela peut être plus long suivant si la connexion est plus lente.

Quand le transfert est fini, on se reconnecte sur le routeur et on vérifie si il y a bien la présence du fichier image IOS dans le répertoire *managed/images*:

```
NOM_ROUTEUR#dir bootflash:managed/images
```

On vérifie ensuite l'intégrité de l'image IOS:

```
NOM_ROUTEUR#verify bootflash:managed/images/NOM_FICHIER_16.10.01
```

Le fichier est validé lorsque le message *Digital signature successfully verified* est affiché. Nous pouvons alors continuer l'upgrade, dans le cas contraire, on doit effacer le fichier et recommencer le transfert.

Les instructions de boot du routeur se trouvent dans la *running-config* entre deux instructions:

```
NOM_ROUTEUR#show run
```

Lorsqu'aucune instruction n'est présente entre les instructions en question, la bootvar n'est pas encore définie et le routeur démarre sur la première image IOS présente à la racine de la flash:

```
NOM_ROUTEUR#show bootvar
```

Nous allons à présent instruire le routeur de démarrer sur notre nouvelle image IOS et, en cas d'échec, utiliser l'image actuelle.

L'emplacement de l'image IOS actuelle peut-être obtenue par la commande:

```
NOM_ROUTEUR#show version | i System image
```

Puis nous forgeons les commandes *boot system* pour qu'elles apparaissent dans le bon ordre dans la running-config.

Ne pas oublier de sauver la running-config pour que la bootvar soit mise à jour:

```
NOM_ROUTEUR#write memory
```

On vérifie si la bootvar a bien été mis à jour et l'on vérifie que l'on n'a pas fait d'erreur de frappe sur les chemins des fichiers binaire IOS de la bootvar sur une instruction *dir* pour valider que les chemins vers les fichiers ont été correctement saisis:

```
NOM_ROUTEUR#show bootvar
```

```
NOM_ROUTEUR#dir bootflash:managed/images/NOM_FICHER_16.10.01
```

```
NOM_ROUTEUR#dir bootflash:managed/images/NOM_FICHER_ancienne_version
```

Une fois tout vérifié, nous pouvons rebooter le routeur:

```
NOM_ROUTEUR#reload
```

Nous attendons 5-10 min, puis on se reconnecte sur le routeur pour valider l'upgrade avec un *show version*.

FND utilise deux fichiers sur la flash du routeur pour lui permettre de faire des tunnels provisioning et des pushes configs.

Ces fichiers doivent être mis à jour pour prendre en compte les nouveaux ordres d'amorçage du routeur.

Nous utiliserons donc un script *tc/* pour effectuer la mise à jour.

Avant de poursuivre, nous allons vérifier que le fichier *tcl* n'a pas été altéré soit sur la vm soit en transit:

```
NOM_ROUTEUR#verify /md5 bootflash:eem/NOM_FICHER
```

Si le routeur retourne un hash différent de `bf46aa093c927dac6b4ad43171d6b026`, c'est soit que le document auquel je fais référence depuis le début n'est pas à jour, soit que quelqu'un a modifié le script *tcl*.

Dans les deux cas, nous devons reprendre le transfert du fichier *tcl*.

Une fois le transfert réalisé, et le script enregistré dans le dossier EEM, on doit passer en mode *term mon*, qui va permettre de voir la progression du script directement sur la console.

Vérifier que les instructions de boot ont bien été appliquées sur les deux fichiers:

```
NOM_ROUTEUR#more NOM_FICHER | i ^boot
```

Enfin la dernière étape du processus, est de défaire les bribes de configuration temporaires, qui ont été appliquées au tout début sur le routeur.

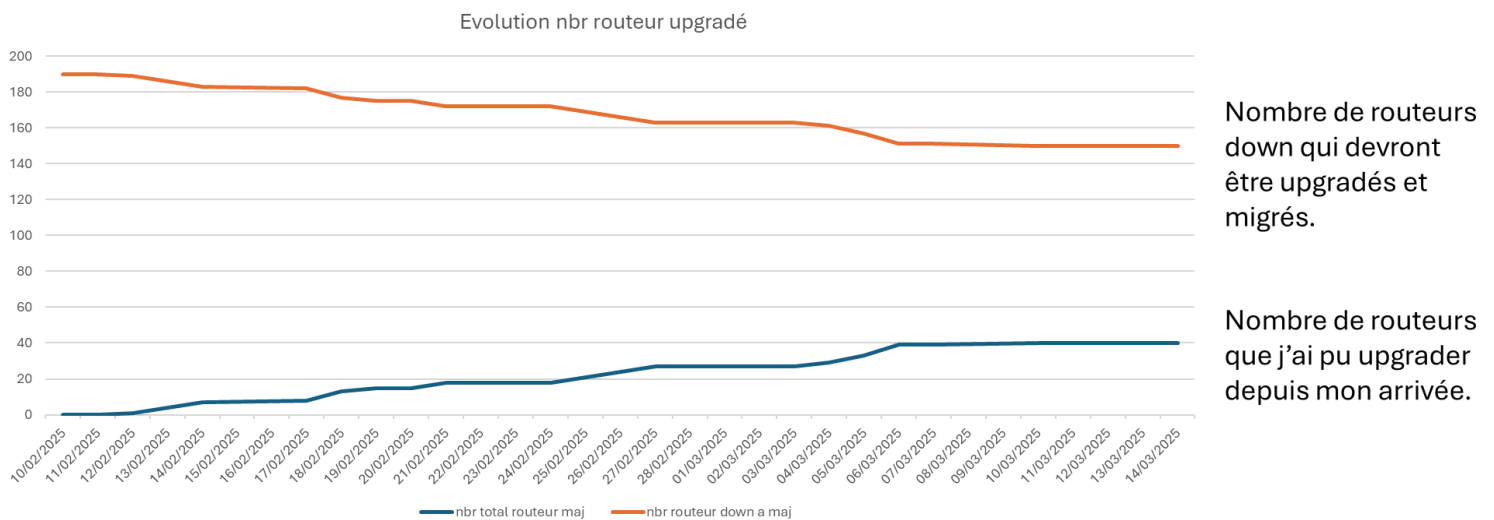
```
NOM_ROUTEUR#conf t
NOM_ROUTEUR(config)#no event manager policy update-boot-statements-on-chk-files.tcl
type user authorization bypass
NOM_ROUTEUR(config)# no ip scp server enable
NOM_ROUTEUR(config)#default file prompt
NOM_ROUTEUR(config)#no ip ssh bulk-mode
NOM_ROUTEUR(config)#end
NOM_ROUTEUR#write memory
```

## Méthode de migration vers PK2

L'upgrade effectué, j'envoie les informations du routeur pour que mon tuteur puisse le migrer vers la PK2. Il utilise un script (annexe 1), automatisant ces commandes, qui permet de supprimer son ancienne configuration et son ancien certificat pour faire la demande de la nouvelle.

## Réunion & présentation

Après quelques semaines à travailler au sein d'Enedis et en particulier avec mon équipe, je commence à m'intégrer, en participant aux réunions. En l'occurrence, on me demande de préparer une page de présentation avec un graphique montrant l'évolution de mon travail:



Par exemple, sur ce graphique on peut y voir deux courbes partant de la date de mon arrivée dans l'entreprise jusqu'au jour de la présentation dans la réunion.

Une première courbe orange, correspondant au nombre de routeurs down qui devront être upgradés puis migrés sur la nouvelle PKI.

Et sur la courbe bleue, on y voit l'évolution du nombre de routeurs que j'ai pu upgrader depuis mon arrivée.

## Problème & solution

En continuant le projet de la migration vers la nouvelle PKI, nous avons rencontré un défi de taille.

L'un des problèmes majeurs, concerne la difficulté de mettre à jour un routeur en raison de sa lenteur. Après quelques recherches, nous avons découvert, mon collègue et moi, que ce routeur, censé fonctionner en 4G, communiquait en réalité en 3G. Pire encore, le routeur était connecté à un opérateur de téléphonie différent de celui prévu. La connexion initiale était tellement mauvaise sur le réseau prévu que le routeur basculait automatiquement vers un autre opérateur pour tenter de maintenir une connexion stable.

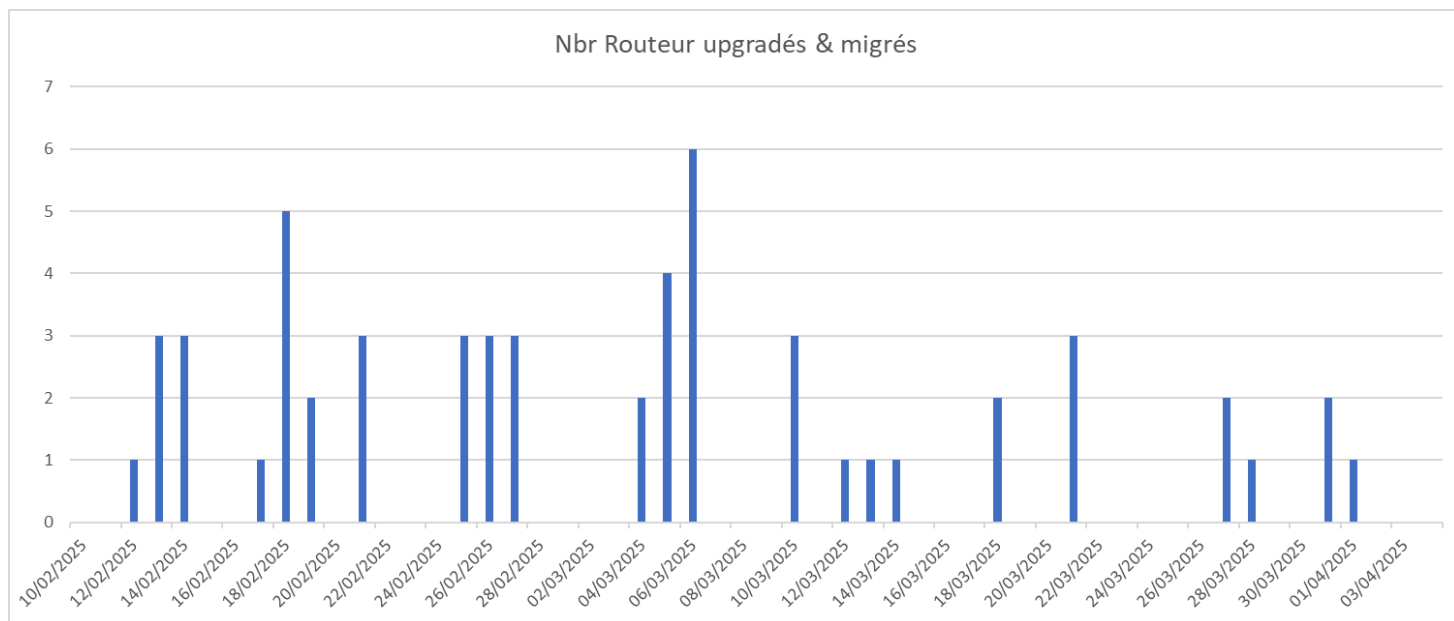
Bien que le routeur était techniquement opérationnel, la communication avec lui était extrêmement compliquée. Sa connexion était instable au point de changer constamment de bandes de fréquence, cherchant désespérément un signal plus fiable.

Pour régler ce problème, mon collègue et moi avons essayé plusieurs méthodes. La première tentative a été de forcer l'utilisation de la 4G, en modifiant sa configuration. Malheureusement, cela fut un échec.

Nous avons envisagé une autre méthode: bloquer le routeur sur une seule bande de fréquence en 3G. L'idée était d'éviter qu'il ne passe sans cesse d'une bande à une autre, ce qui perturbait sa connexion. Après quelques ajustements et lignes de commandes, nous avons réussi à stabiliser sa connexion. Grâce à cela, j'ai pu le mettre à jour et le migrer vers la nouvelle PKI avec l'aide de mon tuteur.

Nous étions très satisfait de notre travail, car ce problème durait depuis un moment déjà. Après de nombreux tests et hypothèses, nous avons enfin trouvé une solution efficace. Suite à cela, nous avons contacté les agents sur le terrain pour leur expliquer la situation et voir quelles mesures pouvaient être prises pour éviter que ce genre d'incident revienne.

## Résultat de mon travail



Voici un graphique représentant le nombre de routeurs que j'ai pu upgrader et migrer vers la nouvelle PKI, du 12 février 2025 au 04 avril 2025. Une soixantaine de routeurs ont pu être upgradés lors de mon stage.

## Configuration switch

J'ai également eu la chance de pouvoir configurer un switch avec l'aide d'un collègue, pour mettre en place une nouvelle infrastructure, offrant une meilleure sécurité ainsi qu'un accès plus direct à nos ACR, au Modem et au Poste Source (PS). La configuration a été particulièrement compliquée, en raison de l'ancienneté du modèle, aucune commande ne fonctionnait comme prévu et il a fallu adapter l'ensemble de notre langage. Après une journée et demi de travail, la configuration enfin terminée, nous avons pu installer le switch dans la salle serveur en le connectant au reste des équipements.

# Compétences acquises et enseignements tirés

## Compétences techniques développées

Pendant ce stage chez Enedis, j'ai pu me focaliser sur le côté réseau de l'informatique, avec l'opération de migration et d'upgrade de routeur sur PK2.

Par ailleurs, pour optimiser certaines tâches répétitives, mon tuteur a développé des scripts (datant d'avant mon arrivée) permettant d'automatiser certaines étapes du processus. Il m'a expliqué en détail tous ces codes pour que je comprenne leurs fonctionnements. L'automatisation s'est révélée essentielle, car les actions à effectuer sur chaque routeur étaient similaires.

En plus de ces compétences, j'ai pu approfondir mes compétences sur excel, notamment pour la création de graphiques et l'analyse des résultats. Ces capacités m'ont été utiles pour synthétiser et présenter le résultat des données de mes travaux de manière claire et exploitable pour l'équipe.

Durant ma formation j'ai pu développer les compétences attendues de mon cursus universitaire, tel que :

- La compétence 2: "Optimiser des applications informatiques", avec l'analyse et l'architecture des réseaux.
- La compétence 3: "Administrer des systèmes informatiques communicants", avec également l'architecture des réseaux et la cryptographie.
- La compétence 5: "Conduire un projet", avec le suivi du projet de l'entreprise.
- La compétence 6: "Travailler dans une équipe informatique", pour avoir travaillé en équipe grâce au projet de la migration vers une nouvelle PKI.

## Adaptation au monde de l'entreprise

Ce stage m'a également permis de me familiariser avec la vie professionnelle et ses exigences. Étant étudiante, je n'avais pas la connaissance du fonctionnement dans une grande entreprise, ni de son organisation interne. J'ai appris à m'adapter rapidement à ce nouvel environnement ainsi qu'au rythme de travail, des horaires et aux interactions avec mes collègues.

Un des premiers défis, a été de comprendre le langage technique de l'entreprise. Enedis utilise de nombreux acronymes et termes spécifiques propres à leur secteur, ce qui a rendu difficile les premiers jours. Toutefois au fil des semaines, j'ai su assimiler ce vocabulaire et m'intégrer plus facilement aux échanges professionnels.

J'ai pu également prendre conscience de l'importance de la communication au sein d'une équipe. Échanger avec ces collègues, et s'intéresser à leur travail ont permis non seulement de mieux comprendre l'environnement où je me trouvais mais également de créer une dynamique de travail plus agréable et collaborative durant ces 10 semaines de stage.



## Réflexion sur mon avenir professionnel

Ce stage a également été une occasion très précieuse de réflexion sur mon avenir professionnel. Avant cette expérience, j'avais des doutes sur la spécialisation que je souhaitais prendre. C'est en discutant avec mes collègues, que j'ai compris que beaucoup d'entre eux avaient traversé les mêmes questionnements. Leurs parcours variés m'ont montré qu'il est normal d'explorer plusieurs domaines avant de trouver celui qui nous correspond réellement.

Beaucoup de mes collègues m'ont conseillé de multiplier les expériences, d'oser et d'essayer différentes voies et de surtout ne pas avoir peur de l'échec. Comme ils m'ont dit: "chaque expérience est enrichissante et bonne à prendre". Toutes ces discussions ont été très inspirantes et rassurantes pour mon intérêt envers certains domaines que je souhaite approfondir davantage, à la suite de mes études.

## Organisation et méthodologie de travail

Suite aux différents projets effectués au sein d'Enedis, j'ai appris à mieux organiser mon travail et à prioriser mes tâches. J'ai également développé mes compétences en communication professionnelle écrite, notamment en rédigeant des e-mails. La clarté et la précision de mes messages étaient importants pour assurer une bonne compréhension de mes avancées et faciliter la collaboration avec mes collègues.

Comme autre point primordial, j'ai appris l'importance d'un suivi de projet. La documentation des étapes de mon travail permet non seulement de garder une trace des difficultés que j'ai pu rencontrer, et des solutions mises en place par la suite, mais également d'optimiser mon temps et d'adapter des méthodes si nécessaire.

Enfin, j'ai découvert l'utilisation de la documentation RFC (Request For Comments), qui est un ensemble de normes décrivant les protocoles et les technologies utilisées en informatique. Ces documents sont très essentiels pour comprendre l'évolution des outils et leur impact sur les utilisateurs.

## Conclusion

Ce stage chez Enedis a été une expérience particulièrement enrichissante, tant sur le plan professionnel que personnel. J'ai pu approfondir mes connaissances, tout en découvrant l'importance de l'automatisation des tâches et améliorer mes compétences en gestion de projet. Cette immersion en entreprise a été une source très inspirante sur le plan humain, ce qui m'a permis de mieux comprendre le fonctionnement d'une grande infrastructure, de développer mes capacités d'adaptation et de prendre conscience de l'importance des relations professionnelles.

Je suis très satisfaite de cette expérience en entreprise car, elle a enrichi mes compétences dans multiples domaines, mais également m'a instauré une routine de travail. Elle m'a aussi aidée à préciser mes ambitions professionnelles et m'a fait comprendre que mes domaines de prédilections sont plus dans le réseau et la sécurité que dans le développement, qui est certes très important et intéressant aussi.

# Annexes

## Annexe 1

```
conf t
no crypto pki trustpoint LDevID
y
no crypto pki profile enrollment LDevID

crypto key zeroize rsa LDevID
yes

crypto pki certificate map FAR 1
no issuer-name co cn = ac
issuer-name co ac-pki-2
subject-name co dc1

crypto pki certificate map FAR 2
no issuer-name co cn = ac
issuer-name co ac-pki-2
subject-name co dc2

interface Cellular0
no ipv6 traffic-filter ACL in

ipv6 access-list ACL
no sequence 20
no sequence 21
sequence 20 remark Permit SCEP HTTP depuis ra-pki-2
sequence 21 permit tcp host 1234:1234::5 any eq 80

crypto pki profile enrollment LDevID
enrollment url http://[1234:1234::4]
enrollment credential CISCO_IDEVID_SUDI

crypto pki trustpoint LDevID
enrollment retry count 4
enrollment retry period 4
enrollment mode ra
enrollment profile LDevID
serial-number none
fqdn none
ip-address none
password 7 05F53827160D562B11529732D0A30D3402293D6A390387B0
fingerprint 790F82EBAAC0258F7845774F20A9CF0445AEA9C6
```

```
subject-name serialNumber=FCW2Y0AY828,CN=RTR61-00027.domain.fr
subject-alt-name RTR61-00027.domain.fr
```

```
revocation-check none
rsakeypair LDevID 2048
auto-enroll 80 regenerate
hash sha512
end
```

```
ter mon
debug crypto pki scep
crypto pki authenticate LDevID
```

```
undeb all
conf t
    interface Cellular0
    ipv6 traffic-filter ACL in
```

```
end
clear cry ses
wr
```

```
sh cry ses b
```

## Annexe 2

Voici une liste d'acronymes utilisés tout au long du document:

- AC: Autorité de certification (CA en anglais);
- ACR: Agence de Conduite Régionale;
- AE: Autorité d'enregistrement (RA en anglais);
- CSR: Certificate Signing Request;
- DC: Data Center;
- FND: Field Network Director (application Cisco);
- GVPN: Gateway VPN;
- HTA/BT: Haute Tension A / Basse Tension;
- IDevID: Initial Device ID (IEEE 802.1AR, Secure Device Identity);
- IPSec: Groupe de protocoles sécurisant les communications entre appareils;
- LDevID: Local Device ID (IEEE 802.1AR, Secure Device Identity);
- M2M: Machine to Machine;
- NOE: Data Center de secours;
- OMT: Organes de Manœuvre Télécommandés;
- PCY: Data Center nominal;
- PKI: Public Key Infrastructure;
- Radius: Remote Authentication Dial-In User Service;
- SAN: Subject Alternate Name;
- SCEP: Simple Certificate Enrollment Protocol;
- SCP: Secure Copy Protocol;
- SI: Système d'Information;
- SNMP: Simple Network Management Protocol;
- SSH: Secure SHell;
- SUDI: Secure Unique Device Identifier;
- TCL: Tool Command Language (langage de scripting interprété);
- TLS: Transport Layer Security ;
- TPS: Tunnel Proxy Server (application Cisco);
- VM: Virtual Machine;
- VPN: Virtual Private Network;