

# MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES

Préparation au diplôme de Master 2

Management et Administration des Entreprises

Université de Strasbourg - École de Management de Strasbourg

---

**Comment répondre aux besoins en outils de gestion dans un  
service de maintenance : secteur du nucléaire ?**

**Le cas des Diesels d'Ultime Secours**



Présenté par

**Achraf BOUFAIDA**

Superviseurs industriels : **Nicolas ROBIN - Dragana SAVKOVIC**

Superviseur académique : **Laura G. SCHAFFNER**

2021/2022

# Table des matières

Table des figures	iii
Liste des tableaux	iv
Acronymes	v
Remerciements	vi
Résumé	1
Introduction Générale	2
<b>1 Les enjeux de la maintenance des Diesels d’Ultime Secours</b>	<b>5</b>
1.1 Cadre d’étude . . . . .	6
1.1.1 Contexte d’installation des Diesels d’Ultime Secours . . . . .	6
1.2 Présentation du groupe Eiffage . . . . .	10
1.3 Présentation de Eiffage Énergie Systèmes - Clemessy . . . . .	11
1.3.1 Présentation Générale . . . . .	11
1.3.2 EES - Clemessy Nucléaire . . . . .	13
1.3.3 MMQ - MCO . . . . .	14
<b>2 Revue de littérature</b>	<b>15</b>
2.1 La maintenance dans la littérature . . . . .	16
2.1.1 La maintenance dans le nucléaire . . . . .	22
2.2 Les outils de gestion dans la maintenance nucléaire . . . . .	23
<b>3 Méthodologie</b>	<b>28</b>
3.1 Motivations pour la méthode qualitative . . . . .	29

3.2	Entretiens individuels et semi-directif . . . . .	30
3.3	Résultats . . . . .	31
3.3.1	Représentation de la maintenance . . . . .	31
3.3.2	Représentation d'un outil de gestion en maintenance . . . . .	33
<b>4</b>	<b>Discussion</b>	<b>38</b>
4.1	Confrontation des résultats . . . . .	39
4.2	Recommandations . . . . .	40
4.3	L'outil de gestion des fortuits développé dans le cadre du projet DUS . . .	41
	<b>Conclusion</b>	<b>43</b>
	<b>Limites de l'étude</b>	<b>43</b>
	<b>Bibliographie</b>	<b>45</b>
	<b>A - Guide Entretien</b>	<b>vii</b>

# Table des figures

1.1	Situation au 13 avril 2011, un mois après l'accident nucléaire de Fukushima - Daiichi . . . . .	7
1.2	Caractéristiques générales d'un Diesel d'Ultime Secours . . . . .	8
1.3	Carte des centrales nucléaires en France . . . . .	9
1.4	Répartition du Chiffre d'Affaires du groupe Eiffage en 2020 . . . . .	11
1.5	Organigramme générique d'EES - Clemessy . . . . .	13
2.1	Les 5 niveaux de maintenance AFNOR. Source (ARTIS) . . . . .	17
2.2	Les activités de la fonction maintenance (source : approche markovienne) .	18
2.3	Interrelation des différents concepts et activités de la maintenance . . . . .	19
2.4	Schéma récapitulatif du modèle proposé par S.Elfezazi . . . . .	25
2.5	Schéma récapitulatif du modèle proposé par S.Elfezazi . . . . .	27
3.1	Synthèse des caractéristiques essentielles d'un outil de gestion de mainte- nance nucléaire optimal . . . . .	37
4.1	Outil de gestion développé sur Excel pour le contrat DUS . . . . .	42
A.1	Guide d'entretien support pour les interviews . . . . .	viii

# Liste des tableaux

3.1	Descriptif de l'échantillon interrogé . . . . .	31
-----	-------------------------------------------------	----

## Acronymes

**ATT** : Assistance Technique Téléphonique

**ASN** : Autorité de Sûreté Nucléaire

**CNPE** : Centrale Nucléaire de Production d'Électricité

**DGSNR** : Direction Général de la Sûreté Nucléaire et de la Radioprotection

**DUS** : Diesels Ultime Secours

**EES** : Eiffrage Énergie Systèmes

**GMAO** : Gestion de Maintenance Assistée par Ordinateur

**GMES** : Groupement Momentané d'Entreprises Solidaires

**MCO** : Maintien Conditions Opérationnelles

**MMQ** : Maintenance Maintien Qualification

**PDR** : Pièces De Rechange

## Remerciements

*C'est un réel honneur pour moi d'avoir eu l'opportunité de réaliser mon stage de fin d'études chez EES - Clemessy à Mulhouse. J'aimerais exprimer ma sincère gratitude à tous ceux qui ont contribué à la rédaction de ce mémoire.*

*Tout d'abord, c'est avec beaucoup d'estime que je remercie mes superviseurs, Mr. ROBIN Nicolas et Mme SAVKOVIC Dragana, pour leur rôle crucial, leur partage de connaissances, leur expertise, leurs précieux conseils et pour toute leur patience au cours de ce projet. Ils ont toujours apporté une réponse à mes questions et m'ont alloué tout le temps qu'il m'était nécessaire, malgré leur charge de travail.*

*J'aimerais également remercier Mr. JORY Ludovic, responsable de la direction Maintenance et Maintien en Qualification, pour la chance qu'il m'a donné de travailler sur un tel projet.*

*Je remercie également ma tutrice, Mme GEORGE SCHAFFNER Laura, de l'École de Management de Strasbourg, de m'avoir supervisé et accompagné tout au long de ce mémoire. Ses conseils m'ont été précieux et son sens critique m'a permis de structurer, de la meilleure façon possible, mon travail.*

*Je suis également reconnaissant envers toute l'équipe de la direction MMQ pour m'avoir guidé, pour leurs conseils durant mon stage de fin d'études et pour les agréables moments passés avec eux.*

*Je n'oublie pas mes amis de l'EM Strasbourg, ANNAKI Ayoub, EL ASMAR Yara, KIENTZ Renaud, LEPAIS Robin, NAANAA Rama, ROMDHANI Mayssa, et YILMAZ Binnur, avec qui nous nous sommes mutuellement encouragés durant toute cette année scolaire.*

*Je remercie tout spécialement ma famille, pour m'avoir supporté et avoir cru en moi, une nouvelle fois. Ils m'ont toujours souhaité le meilleur et se sont toujours tenu debout, à mes côtés, tout au long de ma scolarité. À mes parents, merci de m'avoir écouté, de m'avoir fait confiance et de m'avoir partagé tous vos conseils, je vous dois tout. À mon frère et à ma soeur, merci de m'avoir toujours encouragé, à votre manière, et de m'avoir donné de votre temps et votre énergie.*

*Finalement, je remercie celui qui se reconnaîtra et sans qui je n'aurais été capable de rien. Il est mon inspiration et ma motivation.*

## Résumé

Le but de ce mémoire est de répondre à la problématique suivante : comment répondre aux besoins en outils de gestion dans un service de maintenance : secteur du nucléaire ? - Le cas des Diesels d'Ultime Secours. Dans le cadre d'une mission de stage de fin d'études au sein d'Eiffage Énergie Systèmes - Clemessy, ce mémoire questionne sur la capacité qu'a une entreprise nucléaire de développer, de façon méthodologique et pour un nouveau projet, un outil de gestion adapté et capable de produire des indicateurs de performance. Pour répondre à cela, une première recherche sur l'état de l'art et basée sur les travaux de S.Elfezazi and Al. (Elfezazi et al., 2003) [14] a permis d'émettre deux hypothèses qui traitent de la maîtrise de tous les processus d'une fonction maintenance et également des problématiques liées à la problématique d'accès aux données sensibles. Une étude terrain a été par la suite réalisée par le biais d'une méthode qualitative, avec des entretiens semi-directif. Ce guide a été soumis à cinq experts dans les principaux postes de la maintenance et de l'informatique.



# Introduction Générale

« *Un ouvrier qui veut bien faire son travail, doit d'abord préparer ses outils.* »

(Confucius) [9]

Le constat établi par Confucius près de 2500 ans avant notre époque se révèle toujours être d'actualité. Pour travailler correctement, efficacement et avoir des résultats, il faut disposer des bons outils, des outils adaptés au besoin.

L'activité de la maintenance, n'échappe pas à cette règle. Avant 1980, l'activité de maintenance n'était que secondaire (Sagnier, 2021) [19]. Elle n'avait de sens qu'une fois que les équipements tombaient en panne. Cela fait maintenant plus de 40 ans que le secteur de la maintenance est au premier plan. L'industrie est en constante expansion et est beaucoup plus complexe. Chaque équipement est plus performant. Il ne fonctionne plus indépendamment de la structure mais fait parti d'un *tout*, dont le moindre dysfonctionnement peut-être critique. En sommes, dans un environnement énormément concurrentiel en industrie, tout arrêt de production peut engendrer des pertes massives, voir irréversibles.

L'importance du bon fonctionnement et de la bonne gestion d'un service de maintenance fait encore plus sens dans le secteur du nucléaire. La complexité et la diversité des technologies intervenant dans un contexte de production d'électricité doivent nécessiter une attention plus particulière. La moindre défaillance peut provoquer, dans le meilleur des cas, le dysfonctionnement bénin d'une pièce sur une courte durée, dans les pires des cas, un arrêt de la production d'électricité, voire remettre en cause la sûreté et la sécurité du site. En France, la part de responsabilité du nucléaire dans la production d'électricité est la plus importante, avec plus de 67% de part de marché. Avec une part de production aussi importante, garantir la sûreté, la pérennité et l'efficacité des installations est un des enjeux majeurs.

Un site nucléaire possède une infrastructure assez complexe, reliée à la diversité des structures qui le composent. Chaque élément en action, aussi petit soit-il, a un rôle primordial dans l'articulation et le bon fonctionnement des équipements du site. Avoir la capacité d'assurer la fiabilité des équipements est une tâche difficile qui nécessite une très bonne lo-

gistique, une très bonne expertise et une très bonne organisation. La maintenance occupe donc un rôle central. Ce rôle central doit répondre à différentes problématiques de performance et respecter les critères liés à la sûreté et à la qualité. Aujourd'hui, une bonne gestion de la maintenance industrielle génère un impact plus que positif sur l'activité d'une entreprise. Pour assurer une bonne gestion, il faut faire coexister, de façon optimale 3 éléments distincts. Ainsi, il est nécessaire de déployer des structures organisationnelles, des moyens humains et des moyens matériels adaptés et conformes, répondant aux différents besoins attendus en maintenance. Une telle structure nécessite naturellement un investissement financier conséquent.

Dans le cadre de l'entreprise Clemessy, terrain de réflexion et d'investigation menées tout au long de ce travail, la maintenance est affectée à un pôle spécifique, la direction Maintenance et Maintien en Qualification (MMQ). Ce département assure le bon fonctionnement et la maintenance des équipements sur plusieurs projets en parallèles. Afin d'approfondir la recherche, l'étude menée sera limitée au projet des Diesels d'Ultime Secours (DUS), un projet amorcé en 2014, en Groupement Momentané d'Entreprises Solidaires (GMES), dont Clemessy est mandataire. Depuis l'installation du tout premier Diesel d'Ultime Secours sur la Centrale Nucléaire de Production d'Électricité (CNPE) de Saint-Laurent-des-Eaux en 2018, l'équipe projet Maintien en Conditions Opérationnelles (MCO) est en charge d'assurer la maintenance des équipements de la structure. La maintenance fait partie intégrante d'un contrat longue durée (10 ans) à obligations de résultats.

Pour un projet de cet envergure, l'utilisation des bons outils de gestion est un levier positif encourageant la bonne performance. Même si des outils existent déjà, toute la difficulté de ce travail est d'analyser l'existant afin de proposer une amélioration, ou de trouver l'outil adapté, permettant de répondre de façon optimale aux différents besoins des parties en action.

Plusieurs questions découlent naturellement de ce postulat. Que signifie avoir un outil adapté? Comment-être sûr que l'outil réponde correctement aux différents besoins? Est-ce que les outils de maintenance existants sur le marché sont-ils suffisant et forcément cohérents avec le besoin exprimé? Est-ce que ces outils permettent de réellement mesu-

rer la performance du service de maintenance ? Est-ce un outil facile à utiliser et dans quelles mesures reste-t-il exploitable par les différents acteurs ? Cette liste non exhaustive de questions montre à quel point le choix stratégique du bon outil est primordial. La démarche d'étude et de réflexion pour répondre à ces questions se fera via l'étude d'une problématique globale :

***Comment répondre aux besoins en outils de gestion dans un service de maintenance : secteur du nucléaire ? - Le cas des Diesels d'Ultime Secours.***

Cette étude sera amorcée par la présentation du cadre et des enjeux de la maintenance des DUS afin d'avoir une compréhension claire du terrain d'étude. Une seconde partie sera dédiée à la revue de littérature. Une troisième partie sera consacrée à la méthodologie et à l'analyse des résultats issus des interviews menées sur le terrain d'étude. Enfin, une discussion sera présentée pour synthétiser et confronter les hypothèses issues de la revue de littérature, avec les résultats issus de l'étude qualitative.

# Chapitre 1

## Les enjeux de la maintenance des Diesels d'Ultime Secours

Dans cette première partie du mémoire, plusieurs éléments aidant à la compréhension globale du sujet seront présentés.

Le contexte d'installation des DUS sera mis en lumière avant de présenter le cadre d'étude. Le descriptif du cadre d'étude se fera via la présentation du groupe Eiffage, la présentation de l'entreprise Clemessy et enfin la présentation des départements Maintenance en Conditions Opérationnelles (MCO) et Assistance Technique Téléphonique (ATT).

## 1.1 Cadre d'étude

### 1.1.1 Contexte d'installation des Diesels d'Ultime Secours

*“Le 11 mars 2011, un puissant tremblement de terre (magnitude 9) se produit à 80 kilomètres au large de Honshū, l'île principale du Japon, dans le Pacifique. Le séisme provoque la coupure de l'alimentation électrique de la centrale nucléaire de Fukushima-Daiichi, entraînant l'arrêt automatique des réacteurs. Une heure plus tard, le tsunami exceptionnel provoqué par le séisme vient noyer les installations de la centrale, située en bord de mer et insuffisamment protégée par une digue de 6 mètres de hauteur. L'inondation et les dégâts empêchent la remise en marche des systèmes de refroidissement des réacteurs nucléaires, y compris celle des groupes électrogènes de secours.”* (Gabriel GACHELIN, s. d.)<sup>1</sup> [15]

La situation au 13 avril 2011 (Figure 1.1) montre que les installations de secours n'ont pas permis d'assurer le refroidissement du combustible propre à chaque réacteur. Les dégâts mesurés sont tels, qu'une vague d'explosions ont endommagés les bâtiments, « *entraînant d'importants déversements de radioactivité dans l'océan Pacifique* ».

---

1. Gabriel GACHELIN : chercheur en histoire des sciences, université Paris-VII-Denis-Diderot, ancien chef de service à l'Institut Pasteur

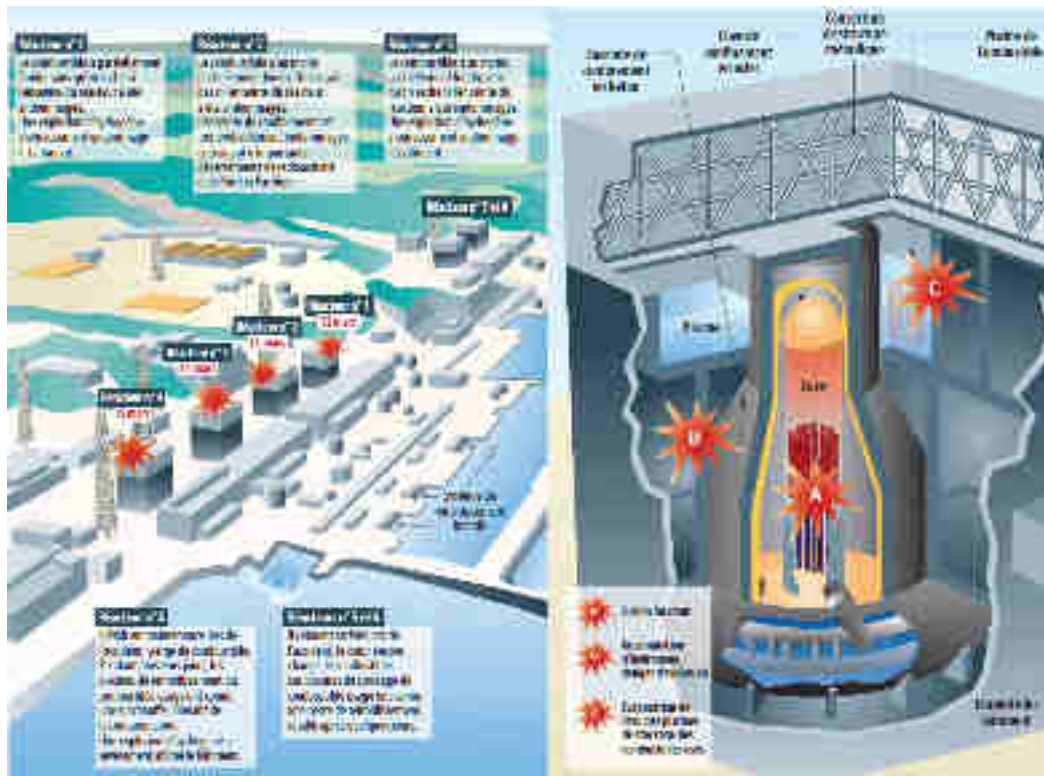


FIGURE 1.1 – Situation au 13 avril 2011, un mois après l’accident nucléaire de Fukushima - Daiichi

Source : Image internet issue de la revue *Alternatives Économiques*

Cet événement brusque et lourd de conséquences a été bouleversant et alarmant dans le monde du nucléaire. À travers le monde, les autorités de sûretés nucléaires se sont penchées sur une solution alternative permettant d’éviter de nouvelles potentielles situations, similaires à celle de l’accident de Fukushima-Daiichi. L’Union Européenne a réalisée des tests de résistance de sûreté sur chacune des centrales de son territoire. Consécutivement à cet accident, le gouvernement allemand, sous Angela Merkel, prend la ferme décision de sortir du nucléaire sous un délai de 9 ans. [22]

En France, la production d’électricité via le nucléaire reste une priorité. Un tel choix stratégique impose une nouvelle réflexion quant aux normes de sécurités existantes. Ainsi, des évaluations complémentaires de sûreté ont été menées par EDF afin de tester la robustesse des installations face à des situations extrêmes (Société Française d’Énergie Nucléaire, 2021) [20], plus intenses que l’accident de Fukushima Daiichi. Suite à ces essais, l’Autorité de Sûreté Nucléaire (ASN) et EDF ont décidé, conjointement, via un plan d’action, de mettre en place un système de sécurité supplémentaire, renforçant celui

existant, en construisant au sein de bâtiments bunkerisés, des moteurs Diesels d'Ultime Secours (DUS), capables de résister aux pires catastrophes au sein d'un site nucléaire. Ces bâtiments, affectés séparément à chacun des réacteurs d'une centrale nucléaire, ont pour but d'alimenter en électricité les équipements de refroidissement des centrales nucléaires en cas de panne généralisée de l'alimentation électrique du site.

Afin de répondre aux critères de sécurité imposés par l'ASN, la construction de ces bâtiments a nécessité une expertise en ingénierie civile, en ingénierie mécanique et en ingénierie électrique poussée. Les bâtiments doivent être capables de résister et d'assurer, de façon sécurisée, une disponibilité des moteurs diesels en cas de séismes, d'inondations, de tornades ou d'autres catastrophes naturelles (Société Française d'Énergie Nucléaire, 2021) [20].

Les DUS sont des bâtiments de grandes envergures (12m largeur x 24m longueur x 25m hauteur, Cf. Figure 1.2). Les bâtiments sont construits sur plots parasismiques. Les réservoirs de fioul, volumineux, assurent une autonomie de carburant sur 72h. Les DUS sont donc installés directement dans l'enceinte du site. Pour chaque réacteur nucléaire, un DUS lui est associé.

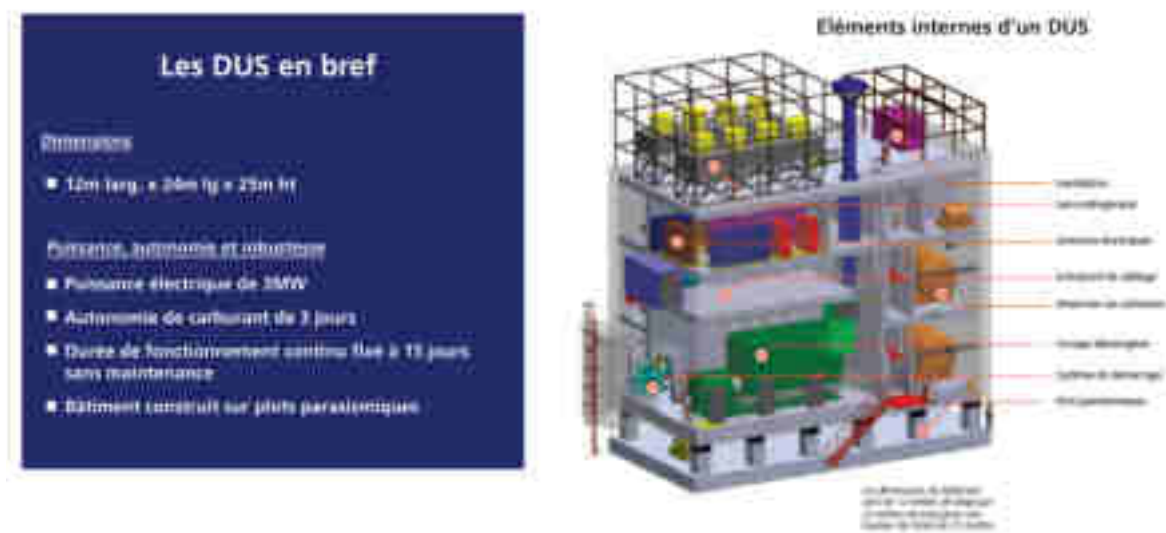


FIGURE 1.2 – Caractéristiques générales d'un Diesel d'Ultime Secours  
*Source : EDF [11]*

Le parc nucléaire d'EDF est composé de 56 réacteurs en marche, répartis sur 18 sites (Gravelines - Chooz - Cattenom - Penly - Paluel - Flamanville - Nogent-sur-Seine - Saint-Laurent-des-Eaux - Dampierre - Belleville - Chinon - Civaux - Bugey - Saint-Alban - Cruas - Tricastin - Le Blayais - Golfech).

Aujourd'hui, EDF dénombre l'installation de 56 DUS sur les 58 réacteurs du parc nucléaire. En effet, suite à son arrêt définitif en 2020, seule la centrale de Fessenheim, composée de 2 tranches n'est pas équipée en Diesel d'Ultime Secours.

Le projet d'évaluation de sûreté, dont le DUS, représente un investissement de plus de 10 milliards d'euros. Les dispositions organisationnelles, humaines et matérielles doivent pouvoir suivre un tel investissement et un projet d'une telle complexité (EDF, 2018) [11]. Sur le parc nucléaire, deux groupements se partagent la gestion et la maintenance des DUS. EES Clemessy est en charge des DUS affectés aux centrales dont la puissance des réacteurs est de 900 MWe et 1450 MWe. Cela concerne donc les 10 CNPE de Gravelines, Chooz, Saint-Laurent-des-Eaux, Dampierre, Chinon, Civaux, Bugey, Cruas, Tricastin et Le Blayais (Figure 1.3).



FIGURE 1.3 – Carte des centrales nucléaires en France  
 Source : Documentation interne EES - Clemessy



Le coeur du projet « Diesels Ultime Secours » est piloté par l'équipe projet Maintenance en Conditions Opérationnelles de l'entité Maintenance et Maintien en Qualification de la division Clemessy Nucléaire. Un organigramme est présenté dans la section 1.3.1, en Figure 1.5.

## 1.2 Présentation du groupe Eiffage

Le groupe Eiffage est un acteur européen majeur dans le domaine de la construction. Fondé en 1993 suite à la fusion des sociétés Fougerolles et SAE (Société Auxiliaire d'Entreprises), le groupe Eiffage concentre ses activités dans les Bâtiments et Travaux Publics (BTP), l'infrastructure, la construction, les concessions et les énergies. En 2021, le groupe Eiffage compte près de 73 500 collaborateurs à travers le monde.[24]

Les domaines d'expertise du groupe se retrouvent dans le corps de 8 métiers (Eiffage, 2022) [13] :

- Construction : Eiffage propose des solutions dans la construction de logements, bureaux, commerces, hôtelleries, équipements publics ;
- Immobilier : Eiffage propose une offre de construction et de restructuration dans les secteurs résidentiels, dans l'urbanisme et dans l'hôtellerie ;
- Aménagement : Eiffage propose des solutions dans la requalification urbaine et la création de nouveaux quartiers intégrant des enjeux économiques, sociaux et environnementaux ;
- Route : Eiffage contribue à la construction, à l'entretien et à l'amélioration du réseau autoroutier français et des voies communales ;
- Génie civil : Eiffage participe à la construction, à l'entretien et à la maintenance dans l'ensemble des activités du génie civil ;
- Métal : Eiffage propose une expertise reconnue en matière de construction métallique ;
- Énergie Systèmes : Eiffage réalise, exploite et maintient des systèmes et équipements autour de trois familles de savoir faire : génies industriel, électrique et climatique ;

- Concessions : Eiffage assure une expertise et pilote des projets pour la construction ou l'exploitation-maintenance de bâtiments ou d'équipements publics, en France comme à l'international.

En 2020, le groupe a réalisé plus de 16.3 milliards d'euros de chiffre d'affaires. La majeure partie du chiffre d'affaires est issue des activités liées à l'infrastructure (Figure 1.4).

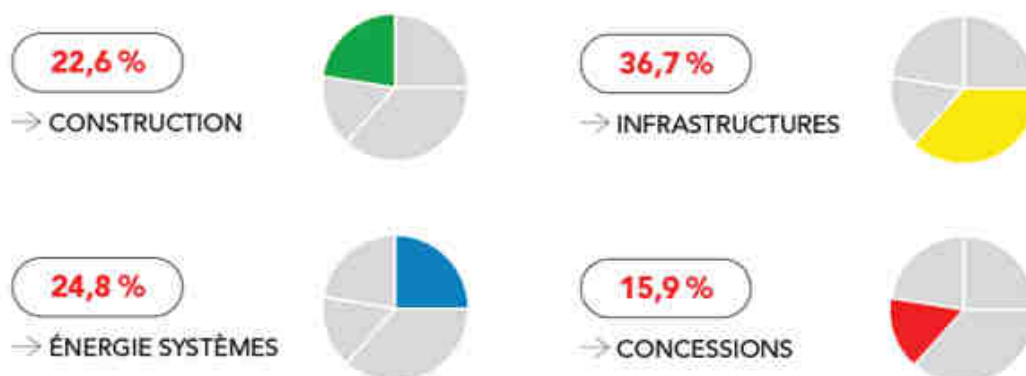


FIGURE 1.4 – Répartition du Chiffre d’Affaires du groupe Eiffage en 2020  
*Source : Eiffage [12]*

## 1.3 Présentation de Eiffage Énergie Systèmes - Clemessy

### 1.3.1 Présentation Générale

Eiffage Énergie Systèmes - Clemessy (EES - Clemessy) est une entreprise spécialisée en ingénierie, proposant à ses clients issus de tous les domaines industriels, des solutions en génie mécanique et électrique. Son siège social se situe à Mulhouse, (Haut-Rhin, FRANCE) [23].

L’aventure Clemessy débute en 1908, dans la petite ville de Brunstatt (Haut-Rhin, FRANCE), avec la vente et le montage de petits matériels électriques, dans un magasin détenu par un certain Eugène Clemessy. Entreprise familiale, l’entreprise ouvre un atelier de réparation de moteurs électriques et intègre le marché industriel en 1926. Un choix stratégique payant qui permet à Clemessy de se développer et d’avoir une renommée nationale, lui

permettant de diversifier ses domaines d'activités.[23]

À partir de 1999, la famille se détache définitivement de l'entreprise en vendant la totalité de ses parts au consortium EDF - Cogema - Siemens. Dans la décennie qui suit, Clemessy fut racheté à deux autres reprises.

- 2<sup>ème</sup> rachat : Dalkia, filiale du groupe VEOLIA devient actionnaire majoritaire en 2001
- 3<sup>ème</sup> rachat : Eiffage, acquiert en 2008 99.85% du groupe. Clemessy devient donc EES-Clemessy.

Aujourd'hui EES-Clemessy dispose de plusieurs filiales et agences dans le monde : Clemessy Motors, Cogeclub, Clemessy Switzerland, Dynae, Hydrofluid Technologies, EIS, EMCS Nord, Fluide IT, Game Ingénierie, Hyline, Lab Assistance, MECI, RMT, Rambure, Secauto, SEH, Teseo et Soudelec.

Les ingénieurs et techniciens appartenant à EES-Clemessy travaillent soit en base arrière au sein des différentes agences, soit en base avant sur site, directement auprès des clients. Les activités du groupe peuvent être réunies, de manière générale, dans deux grands types de service ; les travaux neufs et la maintenance.

### **Les travaux neufs :**

Pour des projets de travaux neufs, EES - Clemessy offre à ses clients des solutions innovantes répondants à leurs exigences. Une fois le projet validé, les techniciens en base avant se chargent d'effectuer l'installation sur le site.

### **La maintenance :**

Les ingénieurs se basent sur l'existant pour proposer des solutions de maintenance préventive et corrective. La plus grande partie de la maintenance dans l'unité Nucléaire est dédiée à la maintenance préventive. Pour accroître sa part de marché, la stratégie déployée consiste à négocier les contrats de maintenance sur les sites clients où les équipes de travaux neufs ont installé une solution en génie mécanique, électrique ou informatique.

EES - Clemessy diversifie son activité dans plusieurs marchés. Cette diversification lui permet d'avoir des clients issus des secteurs suivants (Clemessy, 2022) [8] :

- Aéronautique
- Agro-alimentaire
- Automobile
- Construction navale
- Défense nationale
- Environnement
- Industrie du gaz
- Métallurgie - Sidérurgie
- Pétrochimie - Chimie
- Pharmacie - Cosmétique \* Chimie fine
- Production énergie électrique
- **Production énergie nucléaire**
- Recherche nucléaire et scientifique
- Production photo-voltaïque
- Spatial

Le groupe est structuré en *Business Units* indépendantes et autonomes. Chacune de ces Business Units est spécialisée dans un domaine particulier. La Figure 1.5 dresse un organigramme générique de la structure au sein d' EES - Clemessy.

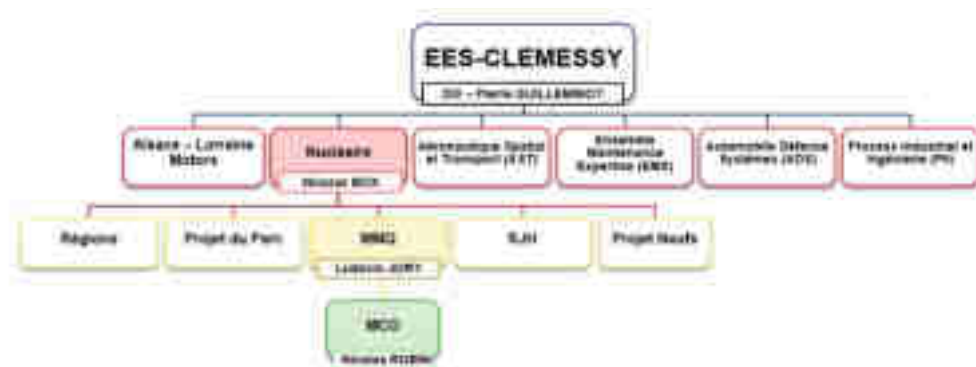


FIGURE 1.5 – Organigramme générique d'EES - Clemessy  
 Source : Documentation interne à EES - Clemessy

### 1.3.2 EES - Clemessy Nucléaire

Suite au développement de l'activité nucléaire en France entre les années 1970 à 1990, notamment avec la construction de la CNPE de Fessenheim, Clemessy a su saisir une opportunité et étendre son activité au domaine du nucléaire. L'entreprise Clemessy Nu-

cléaire à donc vue le jour en 1973. Rattachée en premier lieu à la direction de Clemessy S.A, son évolution lui permettra de créer sa propre direction, quelques années plus tard.

En 2014, EDF a décidé d'amorcer un programme de rénovation et de modernisation des CNPE via le plan de *Grand Carénage*. Ce programme entraîne un surcroît d'activité, auquel la division nucléaire se doit de répondre. Les objectifs de ce programme sont triples. D'une part, les équipements volumineux seront soit remplacés, soit rénovés. Ensuite, la notion de sûreté nucléaire est à nouveau étudiée. Tout ce qui n'est pas conforme et ne répondant plus aux nouvelles normes de sûreté sera sujet à des modifications. Enfin, il assure la prolongation, au-delà de 40 ans, de la durée de vie du matériel en exploitation.

### 1.3.3 MMQ - MCO

La direction MMQ est divisée en un département Maintenance en Conditions Opérationnelles et en un département Maintien en Qualification. Ici, seul le département Maintenance en Conditions Opérationnelles, terrain d'étude, sera présenté. Le département MCO est en charge du projet Diesels Ultime Secours, présenté en amont. Ce département est sous la direction d'un responsable d'activité, appuyé par des chefs de projets, assurant l'interface avec le client lors d'interventions et de devis suite à des pannes et/ou sollicitations d'expertise sur le fonctionnement des Diesels d'Ultime Secours.

Le département MCO est soutenu par une unité technique, l'Assistance Technique Téléphonique (ATT), qui s'occupe de gérer en première instance, toutes les sollicitations d'EDF pour des fortuits arrivant sur les DUS. En amont du projet, l'Assistance Technique Téléphonique assurait, de façon sommaire et sans grande rigueur, la gestion et le suivi des diagnostics liés à des fortuits. Le contexte de la mission réside en l'élaboration d'un outil de gestion adapté permettant d'améliorer nettement le fonctionnement et le rendement des départements MCO - ATT, tout en proposant une liste d'indicateurs de mesure de performances.

La présentation du cadre d'investigation sert de base afin de comprendre le choix d'une telle problématique d'étude. Elle permet de construire le fil directeur de recherche dans les revues de littérature qui seront présentées au chapitre suivant.

## Chapitre 2

### Revue de littérature

Dans cette deuxième partie du mémoire, la revue de littérature sera présentée.

Les concepts de *maintenance* et d'*outils de gestions* abordés dans la littérature et les revues scientifiques seront abordés. Cela permettra de comprendre les principes de la maintenance et l'utilité des outils de gestion. Cette partie est essentielle pour déterminer les problématiques déjà abordées en science et pour définir les axes d'études complémentaires qu'il reste à investiguer. Cela se fait via la formulation d'hypothèses en relation avec la problématique étudiée.

## 2.1 La maintenance dans la littérature

Le dictionnaire de la langue française, Le Larousse 2022, donne deux définitions de la maintenance (Larousse, 2022) [16]. La première définition énoncée, plus orientée au domaine de l'industrie est la suivante : « *L'ensemble des opérations permettant de maintenir ou de rétablir un matériel, un appareil, un véhicule, etc... dans un état donné, ou de lui restituer des caractéristiques de fonctionnement spécifiées* ». La deuxième définition est quant à elle plus dédiée au domaine militaire : « *Action ayant pour objet de maintenir en condition, grâce à un recomplètement en personnel et en matériel, des unités militaires éprouvées par le combat ; ensemble des moyens nécessaires à cette action.* » (Larousse, 2022) [16].

L'Association Française de la Normalisation (AFNOR) est venue apporter un niveau de détail supplémentaire quant à la définition et à la structure de la maintenance (AFNOR, 2021) [2]. Selon la dernière édition de Janvier 2016 de l'AFNOR, la maintenance correspond à « *l'ensemble des actions techniques, administratives et de management durant le cycle de vie d'un bien, destinées à le maintenir ou à le rétablir dans un état dans lequel il peut accomplir la fonction requise.* » [Norme AFNOR NF EN 13306] (AFNOR, 2016) [1]. La complexité de la structure organisationnelle de la maintenance, surtout dans un monde industriel très développé et en constante évolution, impose une hiérarchisation des niveaux de maintenance [Norme AFNOR NF-X 60 010 (1994)], [Norme AFNOR NF-X 60 000 (2016)]. Cette hiérarchisation est découpée en 5 niveaux de maintenances (AFNOR, 2021) [2] :

- 1<sup>er</sup> niveau : les réglages simples et basiques liés à la maintenance ;
- 2<sup>ème</sup> niveau : Les actions peu complexes liées à la maintenance ;
- 3<sup>ème</sup> niveau : Les actions complexes liées à la maintenance ;
- 4<sup>ème</sup> niveau ; Les actions de grande importance liées à la maintenance ;
- 5<sup>ème</sup> niveau : Regroupement d’actions complexes ;

### Les 5 niveaux de maintenance Afnor

Niveau 1	Niveau 2	Niveau 3	Niveau 4	Niveau 5
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Réglages simples</li> <li>- Sur place</li> <li>- Personne non qualifiée peut réaliser l'opération</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Actions peu complexes</li> <li>- Sur place</li> <li>- Nécessite un technicien habilité pour réaliser l'opération</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Actions complexes</li> <li>- Sur place ou en atelier</li> <li>- Nécessite un technicien spécialisé</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Actions de grande importance</li> <li>- En atelier spécialisé</li> <li>- Nécessite une équipe avec un responsable spécialisé</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Actions complexes</li> <li>- Chez le constructeur</li> <li>- Nécessite l'équipe de construction</li> </ul>
Exemple : changement d'un consommable	Exemple : changement d'un relais	Exemple : changement d'une pompe	Exemple : réparation spéciale	Exemple : reconstruction d'un appareil

FIGURE 2.1 – Les 5 niveaux de maintenance AFNOR. Source (ARTIS)  
 Source : AFNOR [2]

Les activités en jeu dans la fonction maintenance diffèrent selon le secteur industriel. Cependant, la fonction maintenance optimale nécessite des compétences techniques d’une part et des compétences managériales d’autre part. C’est ce qu’avancent Bouche M., Retour.D et Plauchu V. dans l’article « *Où va la maintenance industrielle ?* » (Bouche et al., 1989) [5], en comparant les activités techniques et les activités de gestion.



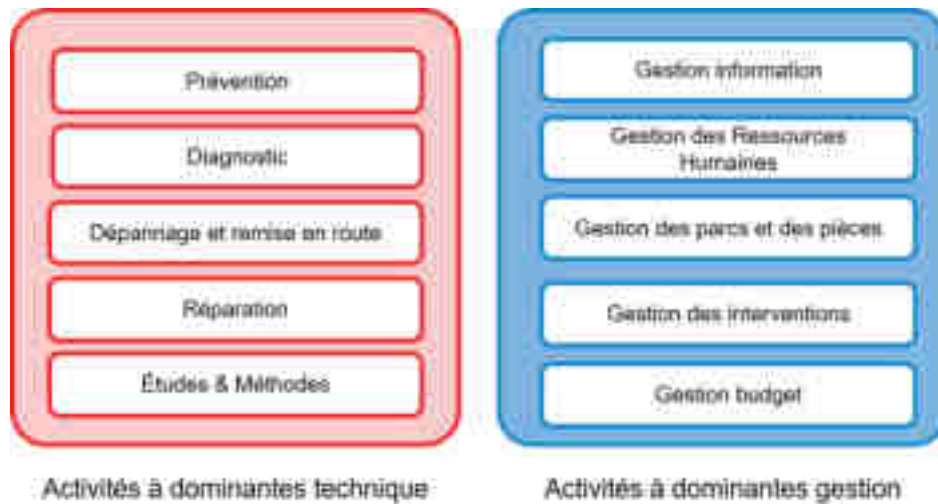


FIGURE 2.2 – Les activités de la fonction maintenance (source : approche markovienne)  
 Source : Travaux de (Pascal VRIGNAT, 2010) [21]

Au cours de l'histoire, l'évolution des technologies, des procédés et les différents retours d'expériences ont imposés aux industriels d'opter pour des nouvelles stratégies de maintenance. Le but n'est plus de seulement *subir* la panne et d'agir à posteriori, mais d'agir en amont, par prévention et par prédiction pour avoir une meilleure maîtrise (Pascal VRIGNAT, 2010) [21], (Elfezazi et al., 2003) [14]. De plus, la gestion de la maintenance devient de plus en plus ardue et chaque entreprise doit trouver une certaine stabilisation dans son environnement. En 1994, l'AFNOR apportait une première définition de la maintenance, qui corrélait avec le besoin industriel exprimé : « *Ensemble des actions permettant de maintenir ou de rétablir un bien dans un état spécifié ou en mesure d'assurer un service déterminé* ». La nouvelle définition, partagée au début de la section 2.1 prend en compte les aspects techniques et managériaux. Les termes *Maintenir* et *Rétablir* déterminent les deux rôles principaux de la fonction maintenance. En effet, le terme *maintenir*, fait référence aux aspects de suivi et de contrôle dans le temps de la maintenance préventive. En revanche, le terme *rétablir* fait référence aux notions de réparation et de corrections de la maintenance corrective. Les différents concepts de maintenance ayant émergés de ces problématiques permettent de cloisonner et de définir le plan d'action des activités des industries dans la fonction maintenance. (Figure 2.3).

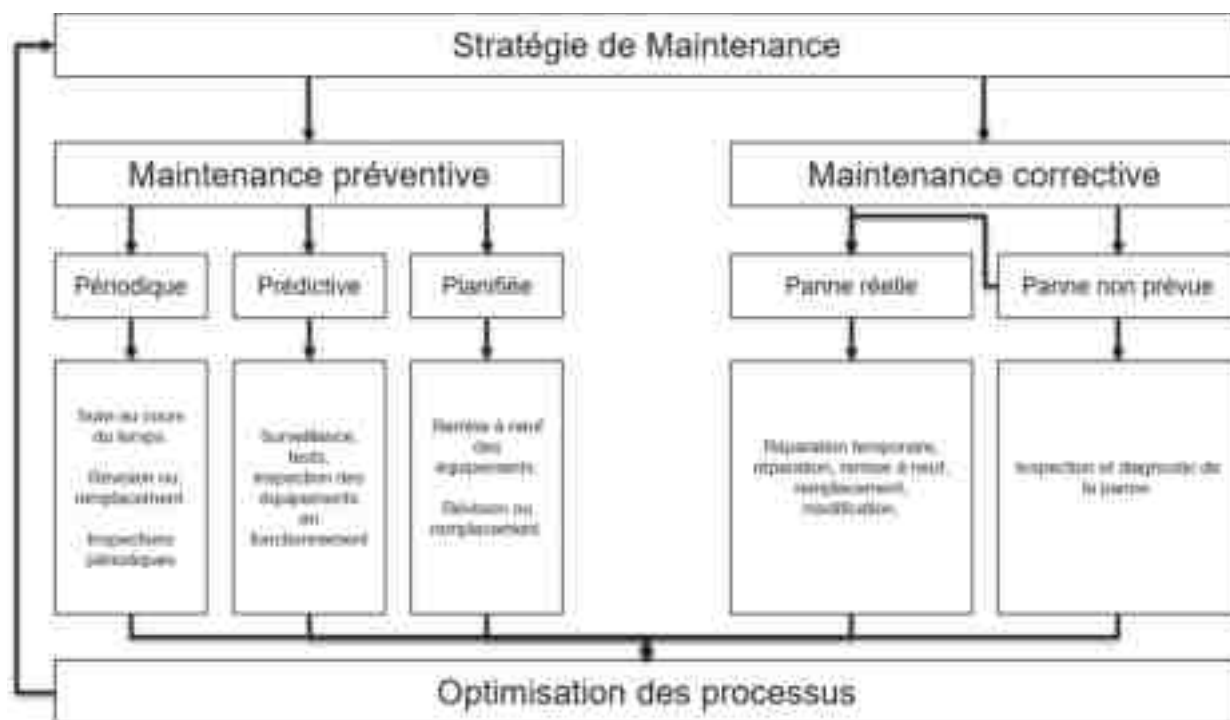


FIGURE 2.3 – Interrelation des différents concepts et activités de la maintenance  
 Source : Travaux de (Canadian Nuclear Safety Commission, 2012) [6]

### La maintenance corrective

Une définition de la maintenance corrective a été introduite par l’AFNOR NF EN 13306 : « *Maintenance exécutée après détection d’une panne et destinée à rétablir un bien dans un état dans lequel il peut accomplir une fonction requise* » (AFNOR, 2016) [1].

Historiquement, la maintenance corrective occupait un rôle prédominant dans la fonction maintenance. Elle consiste à agir en aval, en proposant un service de dépannage et de réparation suite à la défaillance d’un matériel. Dans cette configuration, l’entreprise laisse son équipement fonctionner jusqu’à la rupture (Canadian Nuclear Safety Commission, 2012) [6], puis attend la panne pour procéder à une intervention. Dès lors, l’entreprise possède deux alternatives. Soit l’intervention a pour objectif de réparer le système définitivement et dans ce cas cette intervention est qualifiée de *curative*, soit l’intervention a pour but de réparer le système de façon provisoire, et dans ce cas cette intervention est qualifiée de *paliative*.

En axant son activité sur une maintenance corrective, l’entreprise doit choisir les bonnes

méthodes afin de réduire les coûts de maintenance. Parmi les solutions proposées par Pascal Vignat, dans sa thèse « *Génération d'indicateurs de maintenance par une approche semi-paramétrique et par une approche Markovienne* » (Pascal VRIGNAT, 2010) [21] , il faudrait :

- Prévoir des équipements de secours en cas de panne (cette solution implique une politique de gestion des stocks) ;
- Disposer d'une méthode d'analyse des défaillances et d'évaluation de leur criticité (exemple de l'AMDEC <sup>2</sup>) ;
- Disposer d'une technologie de base plus développée et plus fiable techniquement ;
- Assurer une surveillance des composants critiques à l'aide de capteurs ;

Avec un tel principe de fonctionnement, la maintenance corrective n'est évidemment pas adaptée à toutes les industries. Pour maximiser la productivité, il est primordial de minimiser le temps de l'intervention. Hors, la durée de ce temps est assez variable. Il faut diagnostiquer la panne, en déterminer la cause et proposer une solution de réparation dans les plus courts délais.

Dans un contexte industriel à forts enjeux économiques, en agissant à posteriori, l'entreprise prend des risques si seule la maintenance corrective est aussi dédiée aux équipements très coûteux et assurant un rôle essentiel à la productivité. À titre d'exemple, dans le secteur nucléaire, cadre de notre étude, se concentrer uniquement sur une politique de stratégie corrective impacterait fortement la sûreté et la sécurité des sites nucléaires. Il faut donc s'orienter vers d'autres stratégies de maintenance.

### La maintenance préventive

Pour accroître son activité et s'assurer une meilleure fiabilité de leurs équipements, les entreprises ont adopté une nouvelle stratégie de maintenance. Il s'agit de la maintenance préventive. C'est une stratégie qui nécessite d'agir en amont du problème. Le but est d'améliorer les équipements et de maintenir un entretien et un contrôle régulier des pièces

---

2. AMDEC : **A**nalyse des **M**odes de **D**éfaillance, de leurs **E**ffets et leur **C**riticité. Outil de sûreté et de gestion de la qualité

(un contrôle périodique), afin de décroître le nombre de réparations et de dépannages. Ce type de maintenance peut s'assimiler à un contrôle technique automobile où les pièces ont des règles éditées par le constructeur. À titre d'exemple, la vidange annuelle du moteur d'une voiture relève de la maintenance préventive.

La définition apportée par l'AFNOR NF EN 13306 sur la maintenance préventive est la suivante : « *Maintenance destinée à évaluer et/ou atténuer la dégradation et réduire la probabilité de défaillance du bien* » (AFNOR, 2016) [1]. La maintenance préventive peut-être décomposée en 3 sous maintenances :

- La maintenance préventive systématique<sup>3</sup> ;
- la maintenance préventive conditionnelle<sup>4</sup> ;
- la maintenance préventive prévisionnelle<sup>5</sup> ;

Dans sa publication « *Emerging instrumentation trends and impact of plant asset management* », (W. Chin, 2006) [7], Chin W. compare l'impact financier qu'aurait la maintenance préventive par rapport à la maintenance corrective. Ses résultats sont basés sur une étude réalisée sur des valves de l'industrie pétrochimique. Il en retourne que l'impact financier est, dans cette situation, 10 fois plus important en terme de maintenance corrective que de maintenance préventive.

### La maintenance prédictive

La stratégie de la maintenance prédictive correspond à celle de la maintenance conditionnelle. Ici, il s'agit d'un niveau supérieur d'anticipation et de prévision des pannes et/ou dysfonctionnements. Cette méthodologie s'inscrit dans le processus de l'industrie 4.0<sup>6</sup>. Le principe est de récolter des données, en temps réel, sur le fonctionnement et les performances des équipements. Contrairement aux maintenances correctives et préventives, le but n'est pas de changer la pièce après son dysfonctionnement ou par anticipation de

---

3. « *Maintenance préventive exécutée à intervalles de temps préétablis ou selon un nombre défini d'unités d'usage mais sans contrôle préalable de l'état du bien* » - NF EN 13306 [1]

4. « *Maintenance préventive qui inclut l'évaluation des conditions physiques, l'analyse et les éventuelles actions de maintenance qui en découlent* » - NF EN 13306 [1]

5. « *Maintenance conditionnelle exécutée suite à une prévision obtenue grâce à une analyse répétée ou à des caractéristiques connues et à une évaluation des paramètres significatifs de la dégradation du bien* » - NF EN 13306 [1]

panne, mais de la changer exactement au bon moment afin d'assurer une rentabilité maximum et un fonctionnement optimal.

La littérature dresse une image assez complète de la maintenance. En revanche, elle reste ouverte, de manière générale, sur le secteur industriel tout entier. Pour cette étude, il est nécessaire d'approfondir la recherche afin de comprendre le rôle de la maintenance dans le secteur du nucléaire. Les informations retenues sont issues d'articles de presse et/ou interviews de professionnels travaillant dans le secteur du nucléaire.

### 2.1.1 La maintenance dans le nucléaire

La maintenance dans le nucléaire en France est dictée et imposée par les critères de sûreté et de sécurité (Autorité Sûreté Nucléaire, 2021) [4]. Le secteur du nucléaire repose sur l'exploitation de composants radioactifs. Les conséquences issues de toute défaillance et mauvaise gestion des équipements peut s'avérer d'une criticité maximale. Selon André-Claude LACOSTE, Directeur Général de la Sûreté Nucléaire et de la Radioprotection (DGSNR), le caractère vieillissant des installations couplé à une compétitivité accrue des entreprises impose une gestion de la maintenance adaptée : il faut « *détecter et corriger les défauts avant qu'ils ne compromettent la sécurité des équipements* ». L'accent est mis sur la maintenance préventive, qui reste une priorité. En effet, selon David Emond, responsable de la sous direction « *Équipements sous pression nucléaires* » de la DGSNR, il est primordial de mener deux plans d'actions préventifs. Il faut d'une part être capable d'« *intervenir avant qu'une dégradation n'apparaisse* » et d'autre part « *s'assurer que les matériels sont en permanence aptes à remplir la fonction qu'on attend d'eux* ». Les experts en maintenance nucléaire témoignent tous de l'importance de la conformité des installations tout au long de leur cycle de vie à un stade « *telle que conçue* ». L'étude de cette conformité se fait en mesurant les performances de l'installation « *telle qu'exploitée* » et en comparant aux performances issues de la conception (Autorité Sûreté Nucléaire, 2021) [4]. Cette spécification permet de prouver que les installations ont un niveau de sûreté suffisant pour minimiser les risques des exploitants, les risques du public et les risques environnementaux.

---

6. Industrie 4.0 : Nouvelle forme de révolution industrielle basée sur de nouvelles façons d'organiser les moyens de production.

Outre les aspects sécurité et sûreté, la maintenance nucléaire a un poids conséquent sur la balance économique. Comme énoncé en introduction, plus de 70% de l'électricité française est issue du nucléaire. En cas d'indisponibilité imprévue d'un des réacteurs, la production sera réduite et les conséquences financières en seraient grandement répercutées.

## 2.2 Les outils de gestion dans la maintenance nucléaire

### Définition d'un outil de gestion

Jean-Marie Doublet<sup>7</sup>, dans l'éditorial « *Des outils de gestion dans les entreprises* » paru en 1996 dans la revue « *Entreprise et Histoire* » propose une définition simple d'un outil de gestion. Pour cet éditorialiste, un outil de gestion « *est un moyen matériel et conceptuel fabriqué pour agir dans et sur l'entreprise* ». La diversité des articles traitants de ce sujet conviennent de l'importance d'un outil de gestion dans une entreprise. En effet, l'outil de gestion reste un moyen d'apporter de la structure entre les coordinateurs d'une entreprise là où le marché et l'organisation ont des formes de coordinations abstraites (Doublet, 1996) [10].

### La mise en place d'indicateurs via le modèle APTE

Dans le secteur de la maintenance, les industriels ont un intérêt dirigé vers la production d'indicateurs et leurs exploitation. Plusieurs études ont traitées des problématiques de mesure de performance, en proposant des méthodologie de pilotage de la fonction maintenance pour aboutir à la production d'indicateurs de performance et leurs tableaux de bord associés. L'étude présentée dans ce mémoire est basée sur les travaux menés par S.Elfezazi, A. Mokhlis, R. Benmoussa, M.Hhachkar, A. Talbi et D. Bouami et publiés dans le Vol.22 n°3 de la *Revue Française de la Gestion Industrielle* (Elfezazi et al., 2003) [14], à propos de la méthodologie de développement d'indicateurs dans la fonction maintenance (tout secteur industriel confondu). En effet, leur méthodologie, basée sur la méthode APTE, proposerait une procédure de génération d'indicateurs de mesure de performances. Cette

---

7. Jean-Marie Doublet : Conseiller de la Fondation Nationale pour l'Enseignement de la Gestion des Entreprises

méthodologie serait, en théorie, transposable à tous les secteurs industriels. L'idée serait de vérifier si cette méthodologie est transposable au secteur du nucléaire, spécifiquement dans le cas pratique étudié, celui de la maintenance des DUS.

Leur étude dresse un modèle synthétique ayant pour but de générer, de façon équilibrée, des indicateurs sur l'activité, l'efficacité et les dépenses dans la maintenance. Pour se faire, la méthode APTE (APTE, s. d.) [3] préconise de répondre, au tout début du processus, à trois questions :

- Pourquoi ? : Expression du besoin issu d'une insatisfaction ;
- Problématiques ? : Expression des caractéristiques principales et des problèmes sous la forme d'un Cahier des Charges Fonctionnel ;
- Comment ? : Expression du produit qui répondra au mieux au besoin

Les travaux réalisés par S.Elfezazi and Al. se basent sur l'analyse fonctionnelle<sup>8</sup>. Pour aboutir à l'obtention d'« *indicateurs* » permettant l'« *évaluation de la performance de la maintenance* », il faut passer par une succession d'étapes. Ils ont d'ailleurs proposé un schéma récapitulatif du modèle proposé, présenté en Figure 2.4.

Il faut tout d'abord définir le type de maintenance (préventive, systématique, corrective,...) [Étape 1], déterminer les fonctions d'usage et de contrainte [Étape 2.a], dresser une cartographie interne de la fonction maintenance [Étape 2.b], valider la légitimité et la faisabilité des fonctions définies [Étape 3], préparer et classifier les différents indicateurs [Étape 4], valider l'utilité et la faisabilité des indicateurs [Étape 5] et enfin générer un tableau de bord sommaire en séparant les données en trois groupes : données d'activités, données économiques, données d'efficacité [Étape 6].

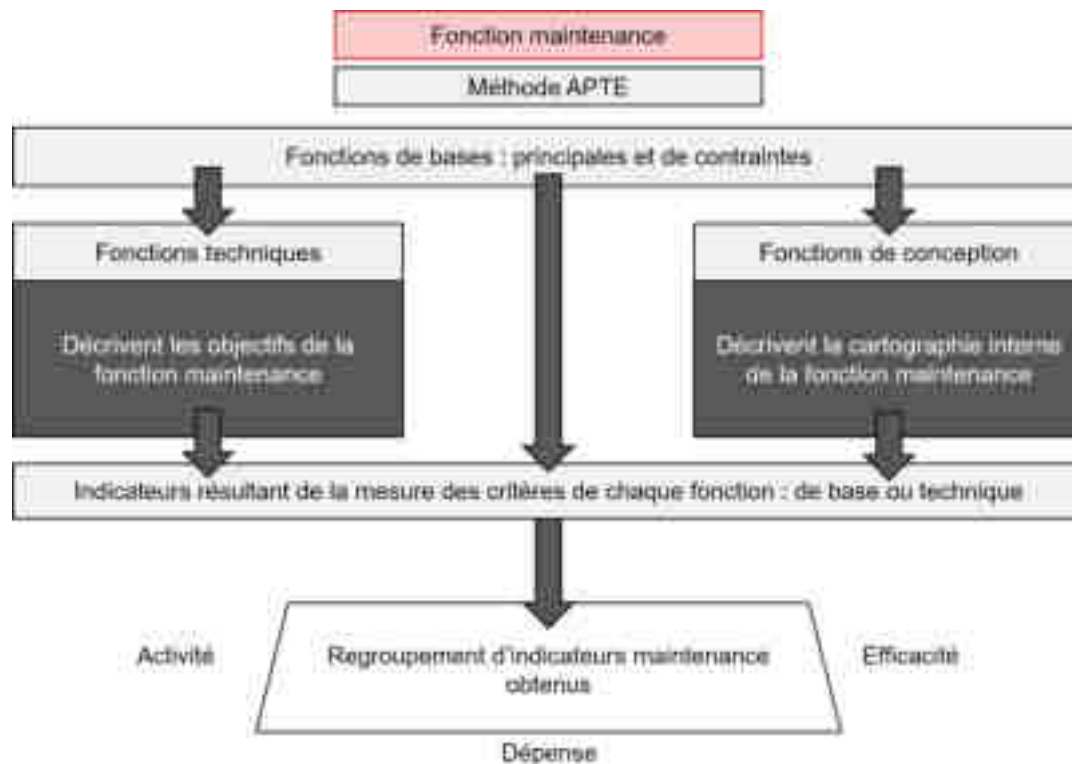


FIGURE 2.4 – Schéma récapitulatif du modèle proposé par S.Elfezazi  
 Source : *Travaux de (Elfezazi et al., 2003) [14]*

À partir de leurs résultats, deux hypothèses peuvent-être formulées.

**Hypothèse 1 :** La démarche n'est réalisable que si l'entreprise maîtrise totalement toutes les aspects de la fonction maintenance et à un contrôle total du processus à tous les niveaux.

**Hypothèse 2 :** L'entreprise doit disposer d'une accessibilité complètes des données pour générer ses indicateurs.

### Les GMAO dans le nucléaire

C'est à la fin des années 1980 que les premiers logiciels de Gestion de Maintenance Assistée par Ordinateur (GMAO) ont vue le jour [17]. Ils s'agit de logiciels créés pour suppléer les entreprises dans leur gestion de la maintenance, afin de rester compétitif face à un environnement concurrentiel à évolution rapide. Les GMAO s'apparentent à des « systèmes

8. Analyse fonctionnelle : démarche de recherche des fonctions offertes par un produit pour satisfaire les besoins exprimés par les utilisateurs



*de gestion centralisés permettant d'établir une communication verticale et horizontale de toutes les fonctions de la gestion industrielle* » (Richet et al., 1991) [18]. Selon Daniel Richet and Al., les GMAO sont des solutions assez complètes assurant les fonctionnalités suivantes :

- Générer des planning d'intervention de maintenance ;
- Assurer un suivi des équipements et des Pièces De Rechanges (PDR) ;
- Assurer la gestion et le suivi des budgets ;
- Assurer la gestion des stocks ;
- Générer des indicateurs de performance

Dans le secteur du nucléaire, dans le cadre de la maintenance préventive, l'apport des logiciels de GMAO est crucial. Ils permettent de prioriser les tâches et les interventions, tout en assurant un suivi afin de réduire les coûts de maintenance d'une part et d'éviter les risques liés à la sûreté et à la sécurité d'autre part. En se basant sur les travaux de S.Elfezazi and Al. (Elfezazi et al., 2003) [14], l'utilisation d'une GMAO interviendrait entre les étapes 3 et 4 du processus (Figure 2.5). Les GMAO restent cependant un outil informatique amené à être utilisé par plusieurs collaborateurs à plusieurs niveaux techniques, de la base avant à la base arrière.

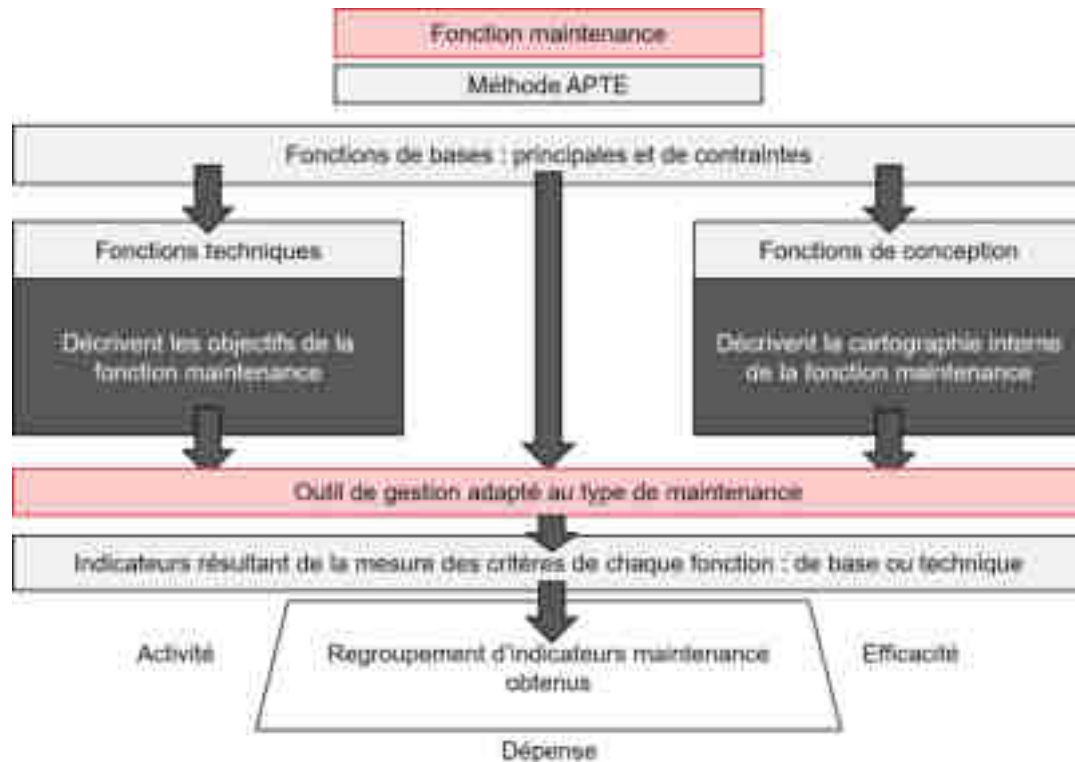


FIGURE 2.5 – Schéma récapitulatif du modèle proposé par S.Elfezazi  
 Source : Représentation personnelle basée sur les travaux de (Elfezazi et al., 2003) [14]

La revue de littérature a mis en évidence la formulation de deux hypothèses issues des travaux menés par S.Elfezazi and Al. Ces deux hypothèses viennent ajouter un niveau de précision supplémentaire dans leur méthodologie. Afin de confronter ces hypothèses au modèle présenté en Figure 2.4, une étude qualitative a été menée et sera présentée au chapitre suivant.

# Chapitre 3

## Méthodologie

Cette troisième partie liée à la phase de recherche et de récolte de résultats sur le terrain d'étude permet de confronter le modèle présenté dans la littérature. L'analyse des résultats servira de point central pour affirmer ou non les hypothèses émises dans le chapitre précédent.

### 3.1 Motivations pour la méthode qualitative

Les parties précédentes ont permis de démontrer l'importance du choix d'un outil de gestion adapté à un projet nouveau. Il est donc tout à fait naturel de porter son choix sur une étude-terrain, qui permettra de vérifier ce que la revue de littérature a suggérée en terme d'hypothèses, mais également l'impact concret des outils de gestion dans le monde de la maintenance nucléaire.

Le choix d'une étude quantitative n'est pas adaptée à la problématique étudiée. En effet, pour assurer l'éligibilité et une bonne fiabilité des résultats issus de questionnaires d'une étude quantitative, il faut disposer d'un large échantillon de réponses et d'un large panel de participants. Cependant, une telle problématique, une telle étude, requiert une expertise et une connaissance aiguisée dans le domaine. Le nombre d'interlocuteurs pouvant apporter des éléments de réponses exploitables et donc restreint. De plus, l'analyse des résultats d'une étude quantitative se base sur une étude statistique pour l'interprétation des données. Le manque de profondeur ne permet donc pas de répondre à la problématique de façon optimale.

La méthode qualitative, a en revanche, pour objectif d'analyser et comprendre des faits de manière plus profonde au travers d'échanges avec différentes personnes englobées dans les parties prenantes touchées par le phénomène étudié. L'accent sera donc mis délibérément sur l'aspect qualitatif qui joue sur la profondeur des données, contrairement à la méthode quantitative, qui elle, met en exergue l'angle chiffré en dépit de la profondeur d'analyse.

Le choix de la méthode qualitative permet d'avoir un large éventail de possibilités. La récolte d'informations peut se faire via des entretiens en face à face, des réunions de groupe ou finalement passer par l'observation. Le choix s'est finalement porté sur les entretiens

en face à face. Cette solution s'adapte plus au besoin et permet une certaine flexibilité suite aux contraintes de travail, planning et disponibilités des personnes interrogées. Ces dernières devaient être guidées selon certaines thématiques liées au domaine de recherche, d'où le choix de suivre des entretiens semi-directifs.

## 3.2 Entretiens individuels et semi-directif

Pour mieux comprendre l'impact de la maintenance dans le nucléaire et le rôle des outils de gestion dans son service de maintenance, une demi-dizaine de personnes ont été interrogées sur les axes suivants :

- Maintenance et Stratégie
- Outils de gestion et GMAO
- Indicateurs

Pour mieux préparer ces entretiens, un guide d'entretien a été mis au point (Annexe A) et permet de suivre un fil conducteur lors de toute l'interview. Il est constitué de 17 questions ouvertes laissant la possibilité aux personnes interviewées de s'exprimer librement. Selon le profil de ces dernières et leurs points de vue personnels, des thématiques ont été abordées plus ou moins longuement.

Les entretiens ont été réalisés au sein des locaux de l'entreprise EES - Clemessy, sur le site de Mulhouse, ou via conférence vidéo pour les personnes se trouvant à distance. Chaque interview a duré en moyenne 45 minutes à 60 minutes.

L'échantillon n'étant pas statistiquement représentatif de tous les employés EES - Nucléaire, le choix s'est porté sur une population de 5 personnes expertes dans des domaines variés. Leurs caractéristiques sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Date	Lieu	Sujet	Profession
08/08/2022	Mulhouse	Nicolas ROBIN	Responsable activité Maintenance et Assistance Technique
09/08/2022	Mulhouse	Elise SAUVAGE	Responsable activité Maintien en Qualification
09/08/2022	Mulhouse	Florence BARATTA	Responsables outils/logiciels métiers
10/08/2022	Mulhouse	Ahmed MAHI	Chef de projets
11/08/2022	Mulhouse	Alexandre KOENIG-BIEHLER	Chef de projets

TABLE 3.1 – Descriptif de l'échantillon interrogé  
*Source : Achraf BOUFAIDA*

## 3.3 Résultats

### 3.3.1 Représentation de la maintenance

#### Définition de la maintenance nucléaire

La maintenance est définie par toutes les personnes comme un moyen d'assurer le maintien et la disponibilité des équipements, dans les meilleures conditions, auprès du client. À ce propos, Nicolas ROBIN, responsable du département Maintien en Conditions Opérationnelles et en charge des prestations d'assistance technique pour l'ensemble du parc nucléaire français avance que la maintenance consiste à « *maintenir dans un état de fonctionnement les installations indues pour qu'elles produisent au mieux de leur capacité et pour que leur coefficient de disponibilité soit le meilleur possible* ».

Alexandre KOENIG-BIEHLER, chef de projets au service MCO, tout comme Nicolas ROBIN, insiste sur la dualité du caractère préventif/correctif de la maintenance : « *la maintenance est le fait de faire de la prévention et de la correction de matériaux utilisés au quotidien par nos clients.* ».

Florence BARATTA, responsable des outils et logiciels métiers au sein de EES-Clemessy, apporte un niveau de détail supplémentaire en introduisant la notion de traçabilité, un facteur clé et indispensable dans un service de maintenance : « *La maintenance c'est la traçabilité de toutes les informations, des pièces détachées* ». Elle ajoute également qu'il faut assurer « *la possibilité d'aider les collaborateurs en leur fournissant la liste des pièces dont ils ont besoin* ». Trois notions fondamentales de la fonction maintenance sont reve-

nues au travers du discours de chacun des interviewés : le maintien, l'entretien (via la prévention) et la durabilité dans le temps.

Dans notre étude, la capacité d'assurer une traçabilité porte toute son importance. C'est cette possibilité d'extraire un historique précis des interventions, des remplacements, qui permet, à juste titre, d'améliorer la performance de la fonction maintenance.

### **Légitimité de la maintenance dans le nucléaire**

Comme énoncé dans la revue de littérature (section 2.2), le modèle proposé en Figure 2.4 émet l'hypothèse d'être adaptable à tout type d'industrie. La question de l'importance de la maintenance nucléaire face aux autres industries permet justement de vérifier cette hypothèse.

En se focalisant sur l'aspect pratique, les différents acteurs sollicités estiment que la maintenance n'est pas forcément plus légitime dans le secteur du nucléaire que pour les autres industries. La maintenance reste une fonction essentielle pour toutes les industries. Pour Élise SAUVAGE « *la maintenance est essentielle partout est c'est un sujet qui faut prendre à bras le corps dans toutes les entreprises* ». En revanche, en se focalisant sur les enjeux liées à la bonne performance de la maintenance, la dualité sûreté et sécurité propre au nucléaire est souvent mise en avant.

Pour Nicolas ROBIN, le « *nucléaire fait partie des principaux secteurs car les impacts sont énormes, comme toute industrie qui comporte des risques Sevesos<sup>9</sup>. C'est surtout le fait qu'il y ai des enjeux de sûreté et de sécurité* ». Le nucléaire étant la principale source d'énergie de production d'électricité en France, toute mauvaise gestion de la maintenance impacterait fortement la distribution d'électricité à la population. Dans ce sens, il ajoute que la maintenance est « *un pan hyper important du secteur nucléaire. Je ne sais pas cela représente combien en volumétrie, mais c'est énorme. Les enjeux sont énormes car cela participe à la durée de vie des centrales [...]. Si la maintenance est mal faite ou pas faite quand il le faut, cela peut avoir des conséquences sur l'environnement et sur l'humain* ».

---

9. Seveso : série de directives européennes qui impose aux pays membres de l'Union Européenne d'identifier les sites industriels présentant des risques d'accidents majeurs.

Alexandre KOENIG-BIEHLER, à l'instar des autres interviewés, avance que dans le nucléaire « *il y a toujours le lien de la sûreté. En boulangerie par exemple, si un capteur ne marche pas, l'impact sera faible. Dans le nucléaire, si un capteur de pression ou de niveau est défaillant, cela devient vite problématique. La légitimité est liée à la sûreté et à la sécurité* ».

### 3.3.2 Représentation d'un outil de gestion en maintenance

La complexité gestionnaire et organisationnelle de la fonction maintenance impose aux différentes entreprises, dont ESS-Clemessy, d'utiliser des outils de gestion permettant de faciliter l'activité et le travail de chacun des collaborateurs. Bien que l'objectif final soit identique, lorsque la question de la définition d'un outil de gestion a été abordée, les réponses apportées à cette étude par les interviewés se distinguent en deux catégories.

La première catégorie est dédiée à l'aspect technique/fonctionnel d'un outil de gestion qui est mis en avant, comme la capacité de gérer son équipement, d'avoir un suivi de mesures de performances et enfin la capacité de traçabilité des interventions.

En effet, Ahmed MAHI, chef de projets au sein de EES-Clemessy, avance qu'un « *outil de gestion doit être réservé à une structure dédiée. Au niveau technique, il doit répertorier sur ton périmètre tous les événements de ton équipement concerné (panne, durée fonctionnement) et aussi toutes les informations sur les interventions réalisées [...]* ». Nicolas ROBIN rejoint cette idée en affirmant qu'un outil de gestion c'est « *répertorier l'ensemble des interventions faites en maintenance, sur les équipements ciblés pour garder un historique des interventions et qu'on ait une traçabilité des informations. Il faut pouvoir disposer des deux et également d'un suivi dans le temps* ».

Alexandre KOENIG-BIEHLER, quant à lui, met l'accent sur les grandeurs exploitables qu'un outil de gestion doit fournir de manière générale. Il doit avoir la capacité de « *suivre les grandeurs d'un projet comme les coûts, la vente, les heures. Toutes les grandeurs et indicateurs d'argent, de temps et de matériel* ». Pour le secteur de la maintenance, il ajoute qu'un outil de gestion doit être capable « *de fournir des indicateurs de rentabilité de pannes et des indicateurs de répétabilité des pannes* ».



La deuxième catégorie repose sur l'aspect pratique que devrait avoir un outil de gestion. Pour Florence BARATTA, un outil de gestion doit être capable de « *gérer tous les domaines d'activités qui gravitent autour* ». Une multitude de collaborateurs sont amenés à travailler sur des outils de gestion. De ce fait, pour Élise SAUVAGE, responsable de l'activité Maintenance en Qualification des équipements électriques en centrale nucléaire, un outil de gestion doit être « *très intuitif, rapide et opérationnel. Les outils doivent être à jour, faciles à utiliser et rapidement exploitables, à la portée des personnes qui les utilisent [...]. On a ce côté où on doit être au coeur du sujet et être au coeur de l'action. On doit donc avoir des outils très pointus* ».

### **L'importance des indicateurs de mesure de performance**

Les travaux de S.Elfezazi and Al. mettent en avant l'importance des indicateurs dans la fonction maintenance. Il s'agit d'un point également soulevé par toutes les personnes soumises au guide d'entretien. Le rôle des indicateurs est essentiel. Il s'agit même du coeur de la maintenance et le générateur d'alertes. Pour Nicolas ROBIN « *Les indicateurs servent à prendre des décisions. Sans ça, on est dans le brouillard permanent. En maintenance, sans indicateurs de défaillance, il est impossible de savoir la volumétrie des pièces de rechange à avoir. Les indicateurs permettent aussi d'avoir un aperçu des dérives [...]. Il faut également savoir si cela coûte plus cher de maintenir que de changer un équipement* ».

Dans le même sens de cette vision, Élise SAUVAGE pense que les indicateurs occupent la première place : « *cela doit être synthétique et hyper efficace. Cela doit-être la première chose que l'on voit dès le matin* ».

Pour Florence BARATTA, l'exploitation des indicateurs facilite le pilotage du projet. Elle souligne que les « *indicateurs génèrent des alertes sur les échéances de révisions. C'est l'outil de pilotage de tes activités s'il est bien fait* ». La représentation visuelle est intuitive des indicateurs via un tableau de bord à souvent été mise en évidence par les intervenants.

De manière générale, dans le secteur du nucléaire, la maintenance est assez urgente et ne tolère pas de retards. Ainsi, certains point d'alertes ont été posés, notamment par

Alexandre KOENIG-BIEHLER, à propos de la circulation d'importants flux d'informations. Cette une problématique majeure à laquelle l'outil de gestion doit pouvoir répondre, de manière à « *gérer beaucoup d'informations pour avoir des informations à tous les instants de la durée de vie d'un projet* ».

### **Le rôle des GMAO en maintenance nucléaire**

Comme indiqué en section 2.2, les GMAO sont des solutions clés pour la gestion de la maintenance, notamment dans le cadre de la maintenance préventive. Elles permettent de faire « *un gain de productivité* », d'assurer « *un suivi et une traçabilité* ». comme le souligne Élise SAUVAGE. Leurs conception est modulable « *en fonction de leur couverture fonctionnelle* » (Florence BARATTA) et est longue au développement. Pour répondre au maximum au besoin de gestion exprimé, le cahier des charges dédié à sa conception « *doit-être exhaustif* ».

Dans le cadre du projet DUS, une partie des interlocuteurs ont apporté des précisions cruciales sur le fonctionnement des GMAO. Les GMAO sont des outils assez complets, traitant énormément d'informations sans les synthétiser. Pour Ahmed MAHI, Nicolas ROBIN et Alexandre KOENIG-BIEHLER, une GMAO est pleinement exploitable « *quand on a la main mise sur le sujet* » (Ahmed MAHI et Alexandre KOENIG-BIEHLER). Il s'agit d'une technologie difficilement exploitable de manière optimale par un prestataire car « *elle est plutôt destinée à des exploitants d'installation ou à l'entité qui gère le matériel* » (Nicolas ROBIN) [Hypothèse 1 section 2.2]. Les acteurs intervenant dans un programme de maintenance nucléaire sont souvent multiples. C'est spécifiquement le cas dans le cadre du projet DUS : « *[...] il ne faut pas oublier que nous sommes en Groupement Momentané d'Entreprises Solidaires. On a 24 interlocuteurs pour les DUS et il faut réussir à faire converger tout le monde* » (Ahmed MAHI).

En couplant la thématique des indicateurs et des GMAO, un point important à été soulevé. En tant que prestataire, EES-Clemessy utilise, dans certains projets de maintenance, la GMAO mise en place par l'exploitant, à savoir EDF. Cette configuration rend difficile la mise en place et l'exploitation des indicateurs par ESS-Clemessy. Le nucléaire est un secteur dont les données sont sensibles et confidentielles. Le partage de telles informations

avec les différents prestataires est difficilement réalisable et est un frein dans le suivi de performance de la fonction maintenance [hypothèse 2 section 2.2].

La GMAO n'est donc pas la solution adaptée et adaptable à toutes les problématiques de gestion de maintenance.

### **L'outil de gestion de maintenance optimal**

Les différentes thématiques abordées dans les entretiens conduisent naturellement à la vision qu'ont les personnes sollicitées sur l'outil de gestion idéal et les fonctionnalités principales qu'il devrait avoir.

Pour Nicolas ROBIN, l'outil de gestion idéal doit disposer « *d'une base de données puissante, une interface utilisateurs simple. Si on a ces deux choses là, cela peut fonctionner correctement* ». L'outil doit également être accessible à tous ; « *on ne peut pas demander à un technicien de faire un compte rendu avec un outil compliqué à utiliser* ». Il ajoute également qu'il faut « *une base de données qui permet des extractions d'indicateurs et de suivre les éléments sur le temps et la longue durée. Une interface simple car si l'interface est compliquée, l'utilisateur ne la remplira pas* ». La maintenance est un secteur vivant où tout est plus flexible. L'outil doit être capable de suivre ce mode de fonctionnement.

Pour Élise SAUVAGE, l'outil de gestion doit être « *ludique, accessible, fonctionnel et verrouillé* ». Le terme « *verrouillé* » signifie que toutes les données d'entrées doivent être clairement définies. Comme plusieurs intervenants sont amenés à utiliser l'outil de gestion, sa simplicité doit permettre à chaque nouvel utilisateur d'être rapidement opérationnel.

Selon Alexandre KOENIG-BIEHLER, l'outil de gestion doit permettre de réaliser « *une cartographie des compétences, la description des activités à réaliser, la date, la disponibilité des compétences par rapport aux besoins de maintenance* ». Il évoque également le côté managérial que pourrait apporter un outil permettant de « *faire un suivi des performances et de générer des indicateurs à hauteur de 50% d'informations comptables et 50% d'informations de performance sur le personnel* ».

Enfin, Ahmed MAHI privilégie l'utile et l'exploitable. Encore une fois, l'outil doit-être « *facilement lisible. On doit arriver à expliquer de manière très simple son contenu. Si on crée une usine à gas, on va se perdre. Il doit te remonter tes indicateurs essentiels avec les informations générales de ton contrat* ».

Il a également été mis en évidence de la difficulté de limiter le périmètre d'intervention des acteurs dans un outil de gestion. Le fait de vouloir tout intégrer dans un seul et unique outil de gestion peut le rendre « *tentaculaire* » (Nicolas ROBIN) et il y a un grand risque de « *se perdre* » (Ahmed MAHI). Une synthèse des fonctionnalités essentielles d'un outil de gestion recensées au travers des différents interviews est représentée en Figure 3.1.

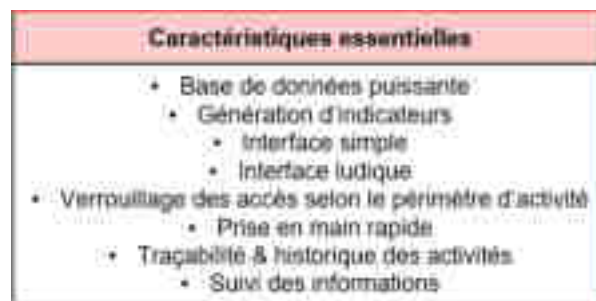


FIGURE 3.1 – Synthèse des caractéristiques essentielles d'un outil de gestion de maintenance nucléaire optimal

*Source : Représentation personnelle issue des résultats des entretiens*

Si l'outil de gestion est mal développé ou mal adapté au besoin, l'ensemble des experts sollicités estiment que les performances seraient diminuées de 30% à 70%. Pour Florence BARATTA, un outil est correctement développé quand « *tu fais un test poussé sur un sujet des plus étendu possible* ». Les observations réalisées sur le terrain confirment également cette hypothèse. Dans le cadre du projet DUS, l'outil de gestion initialement adopté ralentissait énormément l'efficacité des utilisateurs. Cette problématique générer des retards en terme de diagnostic, d'interventions et de suivi/traçabilité des informations.

L'analyse de résultat a donc permit d'apporter des éléments de réponses suite aux deux hypothèses formulées. La confrontation entre la partie théorique et les résultats se fera dans le chapitre suivant dédié à la discussion.

# Chapitre 4

## Discussion

## 4.1 Confrontation des résultats

La revue de littérature a mis en évidence les principales notions de la maintenance industrielle de manière générale et la maintenance du secteur nucléaire, mais aussi les principales fonctionnalités des progiciels dédiés, à savoir les GMAO. Ainsi, l'état de l'art nous révèle que pour la fonction maintenance, la production et l'exploitation d'indicateurs de performance est primordiale. Les travaux de S.Elfezazi and Al. (Elfezazi et al., 2003) [14] suggèrent une méthodologie (basée sur la méthode APTE) pour produire, quelle que soit l'industrie, des indicateurs de dépense, d'efficacité et d'activité. Cette étude démontre qu'en sept étapes, il est possible d'obtenir des indicateurs mesurant les performances de la fonction maintenance. Premièrement, il faut déterminer le type de maintenance. Ensuite, il faut déterminer les fonctions d'usage et de contrainte avant de dresser une cartographie interne de la fonction maintenance. Après avoir vérifié la légitimité et la faisabilité des fonctions définies, il faut préparer et classer les différents indicateurs, valider leur utilité et leur faisabilité et enfin générer un tableau de bord sommaire.

Les observations menées sur le terrain ainsi que l'étude qualitative sur les collaborateurs EES-Clemessy corroborent la méthodologie proposée. Le caractère sommaire et générique de cette méthodologie a souvent été mis en lumière. Notamment pour le secteur du nucléaire, et surtout pour le cas des DUS, où il est primordial d'approfondir la méthodologie à un niveau de détail supplémentaire. Cette réflexion a conduit à l'élaboration de deux hypothèses. Premièrement, la démarche n'est réalisable que si l'entreprise maîtrise totalement tous les aspects de la fonction maintenance et à un contrôle total du processus à tous les niveaux. Deuxièmement, l'entreprise doit disposer d'une accessibilité complète des données pour générer ses indicateurs.

La première hypothèse est unanimement confirmée par les personnes interrogées. Il y a une réelle différence dans le secteur du nucléaire, où la majorité des entreprises prestataires sont interdépendantes sur un même programme de maintenance et dont les périmètres et les champs d'activités sont clairement restreints et définis chez le client EDF. Dans le cas des DUS, EES-Clemessy intervient en tant que mandataire d'un GMES. Les plannings, les équipements et une partie des pièces de rechange sont directement sous la responsabilité du client. La projet ayant une dimension nationale avec 10 sites nucléaires en action,

plus d'une vingtaine d'intervenants, issus de différentes entreprises, peuvent-être quotidiennement sollicités sur l'ensemble du Parc. Il est donc difficile pour une seule entité de maîtriser totalement tous les aspects de la fonction maintenance.

La deuxième hypothèse est également majoritairement approuvée. Il semble évident que pour les personnes interrogées, le caractère sensible du nucléaire sur la protection des données et la multiplicité des acteurs rend difficile l'accès total aux données d'entrées permettant la mise en place d'indicateurs. Les indicateurs pouvant être générés sont uniquement ceux provenant de EES-Clemessy. La mesure de performance de la fonction maintenance est donc limitée. Cette configuration rend impossible la mise en place d'une GMAO pour la gestion de la maintenance des DUS. EES-Clemessy doit donc développer son propre outil de gestion afin de mesurer ses propres performances. La maintenance des DUS se fait aussi en curative. Comme avancé par les différents collaborateurs, il faut définir un cahier des charges fonctionnel exhaustif des caractéristiques que doit posséder ce nouvel outil de gestion.

## 4.2 Recommandations

Au travers de cette étude ainsi que des observations menées sur le terrain, la réflexion a cheminé vers une solution pratique répondant aux besoins en outil de gestion pour le projet DUS. Cette solution est couplée à quelques recommandations.

Premièrement, le choix du bon outil de gestion est une problématique complète qui doit être pleinement mesurée en parallèle du développement du projet, voir même en amont. Les observations sur le terrain ont montré qu'un outil non adapté ralentit l'efficacité, ne permet pas de prouver ni d'évaluer les performances par manque de traçabilité des données. Les enjeux économiques liés à la performance de la maintenance peuvent s'avérer critiques en terme de pénalités. La grande diversité des intervenants et des acteurs issus de différentes entreprises est également une contrainte importante à prendre en considération en amont. Cette problématique peut-être facilement solutionnée en définissant clairement le périmètre d'action de chacun.

Deuxièmement, Il est primordial d'évaluer et quantifier la quantité de données à traiter pour la gestion de la maintenance des DUS. Le nombre d'intervenant est conséquent ce qui entraîne forcément des erreurs dans la complétion des données. Pour une petite volumétrie de données comme dans le cadre du projet DUS, il est préférable d'utiliser un outil moins développé, moins coûteux mais beaucoup plus pratique et souple dans son utilisation.

Enfin, comme le précisent les travaux de S.Elfezazi and Al. (Elfezazi et al., 2003) [14] il est primordial de préparer et classifier les différents indicateurs en amont. Cette étape est cruciale car elle permet de définir le type de données d'entrées à collecter et a renseigner dans l'outil de gestion. En pratique, préparer et classer les indicateurs a posteriori impose un travail supplémentaire et chronophage de recherche d'informations manquantes.

### **4.3 L'outil de gestion des fortuits développé dans le cadre du projet DUS**

L'étude menée au travers de ce mémoire a permis le développement d'un outil de gestion adapté à la problématique de maintenance des Diesels d'Ultime Secours. Cet outil plusieurs à pour objectifs :

- améliorer le système de gestion de l'Assistante Technique Téléphonique ;
- séparer les périmètres des intervenants ;
- faire une recherche rétroactive des données manquantes ;
- augmenter l'efficacité et la réactivité lors des phases de diagnostic ;
- générer des indicateurs de mesure de performance (voir des indicateurs prédictifs) et les tableaux de bord associés ;
- assurer un suivi et une traçabilité des fortuits au cours du temps ;
- assurer une régularité dans le traitement des pannes ;

Au sein des départements ATT et MCO, plus d'une dizaine de personnes sont amenées à utiliser l'outil de gestion. De plus, la Maintenance en Conditions Opérationnelles impose



une énorme réactivité. Il est donc primordial de développer, dans les plus courts délais, un outil pratique et facile d'utilisation pour tout le monde. La solution sélectionnée consiste au développement complet d'un outil automatisé sur Microsoft Excel (Figure 4.1). Cette solution est efficace, car elle permet, au travers d'un outil initialement maîtrisé par la majorité des utilisateurs, de répondre à la plus grande partie des besoins. C'est à l'aide d'un formulaire que les informations sont renseignées rapidement. L'enregistrement des données, l'archivage et la recherche d'informations dans l'historique se fait via des boutons de navigation simple. Le suivi des fortuits non traités se fait via l'envoi de rappels automatiques, sous forme d'e-mail, à chacun des collaborateurs concernés. Enfin, cet outil permet de mesurer pleinement les performances de la fonction maintenance, grâce à la mise en place d'indicateurs et de tableaux de bords à l'aide d'un outil complémentaire développé par Microsoft Office, à savoir Power BI. Ces indicateurs sont donc consultables directement par tous les collaborateurs concernés et actualisés quotidiennement sur le Service de partage du groupe Eiffage, le *SharePoint*.



FIGURE 4.1 – Outil de gestion développé sur Excel pour le contrat DUS  
 Source : Fichier interne EES-Clemessy développé dans le contexte du stage

## Conclusion

Dans ce travail de mémoire sur l'étude des besoins en outils de gestion dans un service de maintenance nucléaire, les travaux menés par S.Elfezazi and Al. (Elfezazi et al., 2003) [14] ont servi de base à l'étude. Deux hypothèses ont été avancées pour compléter leur théorie et une étude quantitative auprès de différents experts de EES-Clemessy a été menée.

Il en résulte que les hypothèses étaient majoritairement partagées par les personnes questionnées mais également que le choix judicieux d'un outil de gestion requiert une investigation qui va au delà de la simple utilisation d'une GMAO. La multiplicité des acteurs, l'accessibilité aux données confidentielles, le caractère imminent de la fonction maintenance dans le nucléaire, la génération d'indicateurs, sont tous des paramètres cruciaux à prendre en considération en amont du projet.

La mise en place d'indicateurs de performance d'une fonction maintenance ne peut pas être simplement réduite à une méthodologie générique. Il s'est avéré que plusieurs freins ralentissent considérablement le suivi et l'exploitation de ses indicateurs.

Dans le cas des Diesels d'Ultime Secours, le choix de développer et coupler deux outils pratiques via Microsoft Excel et Microsoft Power Bi permet de répondre de façon optimale aux besoins en outils de gestion exprimé.

## Limites de l'étude

Plusieurs points restent encore à être approfondis. Une des premières limites reste le facteur humain. Quel que soit l'outil de gestion développé, aussi simple et pratique qu'il soit, si les utilisateurs ne s'en servent pas, il devient alors obsolète. Cette situation s'est avérée vraie dans le cadre du projet DUS, avec le premier outil déployé au lancement du projet.

Il faut également prendre en compte l'évolution industrielle (industrie 4.0). Il y a une volonté de la part des entreprises de s'orienter de plus en plus vers une maintenance prédictive. Hors, dans le nucléaire, les équipements sont anciens (pour certains plus d'une

trentaine d'années) et il y a une volonté de maintenir leur fonctionnement pour une plus longue durée. Pour faire de la maintenance prédictive, il faut être capable de mesurer une grande quantité de données physiques, avec des capteurs dédiés, ce qui n'est pas toujours facile à réaliser sur d'anciens équipements. Aujourd'hui, les outils de gestion de maintenance dans le nucléaire ne sont pas tous suffisamment développés pour s'orienter pleinement vers une fonction de maintenance prédictive. À cela s'ajoute le problème de partage de données confidentielles dans le secteur du nucléaire. Pour les années à venir, il est primordial d'axer les études ainsi que les réflexions, vers le développement de moyens et d'outils pratiques, facilitant le positionnement sur une fonction de maintenance prédictive.

Il faut également noter que l'étude qualitative menée ne peut à elle seule apporter la totalité des éléments de réponses. On pourrait envisager de faire participer un plus gros nombre de participants et également de comparer, dans la mesure du possible, les stratégies utilisées par l'autre groupement d'entreprises assurant la gestion des DUS sur le reste du Parc Nucléaire.

# Bibliographie

## Articles scientifiques

- [4] AUTORITÉ SÛRETÉ NUCLÉAIRE. “Les enjeux de la maintenance”. In : *Contrôle* 154 (2021), p. 41-81.
- [5] Michel BOUCHE, Vincent PLAUCHU et Didier RETOUR. “Où va la maintenance industrielle?” In : *Revue Française de Gestion Industrielle* 8.2 (1989), p. 17-34. DOI : 10.53102/1989.8.02.149.
- [10] Jean-Marie DOUBLET. “Des outils de gestion dans les entreprises”. In : *Entreprises et histoire* 13.3 (1996), p. 5. DOI : 10.3917/eh.013.0005.
- [14] S. ELFEZAZI et al. “Vers un outil, basé sur l’analyse fonctionnelle, pour la mise en œuvre des indicateurs de mesure de performance de la fonction maintenance”. In : *Revue Française de Gestion Industrielle* 22.3 (2003), p. 77-92. DOI : 10.53102/2003.22.03.411.
- [18] Daniel RICHEL, Marc GABRIEL et Jean-Paul KIEFFER. “INOPRO : intégration d’outils pour la productique (GMAO-TMAO-GPAO-Supervision).” In : *Revue Française de Gestion Industrielle* 10.4 (1991), p. 41-66. DOI : 10.53102/1991.10.04.195.

## Rapports et Thèses

- [11] EDF. *Travaux d’envergure pour le diesel d’ultime secours de l’unité n°2 de la centrale de Civaux*. Rapp. tech. 2018.

- [21] Pascal VRIGNAT. *Génération d'indicateurs de maintenance par une approche semi-paramétrique et par une approche markovienne*. Rapp. tech. Thèse. Oct. 2010. URL : [https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00585380/file/pascal\\_vrignat\\_2194.pdf](https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00585380/file/pascal_vrignat_2194.pdf).

## Livres

- [1] AFNOR. *Norme NF EN 13306 Maintenance - Terminologie de la maintenance*. AFNOR, 2016. URL : <https://online.fliphtml5.com/pkkfm/nalm/#p=1>.
- [6] CANADIAN NUCLEAR SAFETY COMMISSION. *Maintenance Programs for Nuclear Power Plants*. Canadian Nuclear Safety Commission, 2012.
- [7] W. CHIN. *Emerging instrumentation trends and impact of plant asset management*. 61st Annual Instrumentation Symposium for the Process Industries : Proceedings. Texas AM University, College Station, Texas, 2006.

## Sites Internet

- [2] AFNOR. *Quels sont les différents niveaux de maintenance Afnor ?* Juin 2021. URL : <https://www.artis-groupe.fr/blog/niveau-de-maintenance-afnor>.
- [3] APTE. *Methode APTE - The APTE method*. URL : [http://methode-apte.com/methode\\_apte/](http://methode-apte.com/methode_apte/).
- [8] CLEMESSY. *Présentation*. 2022. URL : <https://www.clemessy.com/profil/presentation>.
- [9] CONFUCIUS. *Citation de Confucius*. URL : <https://citation-celebre.leparisien.fr/citations/182639>.
- [12] EIFFAGE. *Chiffres clés*. URL : <https://www.eiffage.com/finance/chiffres-clés>.
- [13] EIFFAGE. *L'essentiel : profil, métiers et valeurs*. 2022. URL : <https://www.eiffage.com/groupe/1-essentiel-profil-metiers-et-valeurs>.

- [15] Encyclopædia GABRIEL GACHELIN. *CATASTROPHE NUCLÉAIRE DE FUKUSHIMA-DAIICHI, en bref*. URL : <https://www.universalis.fr/encyclopedie/catastrophe-nucleaire-de-fukushima-daiichi-en-bref/>.
- [16] LAROUSSE. *Définitions : maintenance - Dictionnaire de français Larousse*. 2022. URL : <https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/maintenance/48704>.
- [17] *Petite histoire de la GMAO*. Avr. 2021. URL : <https://www.matrix-engine.com/petite-histoire-de-la-gmao/>.
- [19] Célia SAGNIER. *Histoire et évolutions de la maintenance industrielle*. Oct. 2021. URL : <https://mobility-work.com/fr/blog/histoire-maintenance-dans-industrie/>.
- [20] SOCIÉTÉ FRANÇAISE D'ÉNERGIE NUCLÉAIRE. *Les diesels d'« ultime » secours des centrales nucléaires*. Sept. 2021. URL : <https://www.sfen.org/rgn/diesels-ultime-secours-centrales-nucleaires/>.
- [22] WIKIPEDIA CONTRIBUTORS. *Accident nucléaire de Fukushima*. Août 2022. URL : [https://fr.wikipedia.org/wiki/Accident\\_nucl%C3%A9aire\\_de\\_Fukushima](https://fr.wikipedia.org/wiki/Accident_nucl%C3%A9aire_de_Fukushima).
- [23] WIKIPEDIA CONTRIBUTORS. *Clemessy*. Août 2022. URL : <https://fr.wikipedia.org/wiki/Clemessy>.
- [24] WIKIPEDIA CONTRIBUTORS. *Eiffage*. Avr. 2022. URL : <https://fr.wikipedia.org/wiki/Eiffage>.

# **Annexe A**

## **- Guide Entretien**

## Guide entretien

Mémoire Master 2  
Management et Administration des Entreprises

Achraf BOUFAIDA

**Problématique :** Comment répondre aux besoins en outils de gestion dans un service de maintenance : secteur du nucléaire ? – Cas des Diesels Ultime Secours

Nom et Prénom :

Date de l'entretien :

1. Pourriez-vous m'expliquer votre poste actuel et votre rôle au sein de Clemessy ?
2. Depuis combien d'années exercez-vous dans le secteur du nucléaire ?
3. Depuis combien d'années travaillez-vous dans le secteur de la maintenance ?
4. Quelle serait votre définition de la maintenance ?
5. Également, quelle serait votre définition d'un outil de gestion ?
6. De quelle manière la maintenance impacte-t-elle le secteur du nucléaire ?
7. Considérez-vous que le secteur du nucléaire est celui où la fonction maintenance a le plus de légitimité en industrie ?
8. Est-ce que pour vous la gestion des DUS nécessite une forme de maintenance particulière, une structure différente des autres projets ?
9. Quelle est la stratégie et la position de Clemessy face à la fonction maintenance ?
10. Quelles sont, à votre sens, les principales difficultés liées à la fonction maintenance ? Et comment les réglez-vous ?
11. En quoi un logiciel de GMAO peut répondre ou ne pas répondre aux besoins dans une unité de maintenance ?
12. Quelle place devraient avoir les indicateurs dans un outil de gestion ?
13. Quel serait pour vous l'outil de gestion idéal pour faciliter le travail de tous les collaborateurs dans un service de maintenance ?
14. Si on devait quantifier l'impact en pourcentage qu'aurait un outil de gestion non adapté sur les performances du service maintenance, à combien l'évalueriez-vous ?
15. Pensez-vous que le secteur du nucléaire exploite de la meilleure façon possible la fonction maintenance ? Sinon, quels seraient les leviers à améliorer ?
16. Le secteur de l'armement a souvent été un berceau d'innovations et d'améliorations stratégiques pour le secteur industriel. Pensez-vous que le nucléaire pourrait avoir le même impact sur les stratégies de maintenance ?
17. De manière générale, comment répondre aux besoins en outils de gestion dans un service de maintenance ? Et en particulier pour le service du nucléaire ?

FIGURE A.1 – Guide d'entretien support pour les interviews

Source : Achraf BOUFAIDA