

République Algérienne Démocratique et Populaire  
الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي  
Ecole Nationale Polytechnique

---



المدرسة الوطنية المتعددة التقنيات  
Ecole Nationale Polytechnique



Département Génie Industriel  
General Electric Gas Power - GE Vernova

Mémoire de Projet de Fin d'Études pour l'obtention  
du diplôme d'ingénieur d'état en Génie Industriel Option Management Industriel

---

## **Adaptation et optimisation du processus de gestion de projets dans le contexte algérien**

**Application : GE Vernova - Projet Hassi R'mel 1**

---

**Réalisé par :** Mohamed Yacine ACHITE HENNI & Zakaria SERHANE

Présenté et soutenu publiquement le **02 Juillet 2024**. Devant le jury composé de :

- M. ZOUAGHI Iskander : ENP - Président
- Mme. BELDJOUDI Samia : ENP - Examinateur
- Mme. NOUAL Nadjwa : GE Vernova - Encadrante
- M. BOUKABOUS Ali : ENP - Encadrant
- Mme. HAMMACHI Kamelia : ENP - Co-Encadrante



République Algérienne Démocratique et Populaire  
الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي  
Ecole Nationale Polytechnique

---



المدرسة الوطنية المتعددة التقنيات  
Ecole Nationale Polytechnique



Département Génie Industriel  
General Electric Gas Power - GE Vernova

Mémoire de Projet de Fin d'Études pour l'obtention  
du diplôme d'ingénieur d'état en Génie Industriel Option Management Industriel

---

## **Adaptation et optimisation du processus de gestion de projets dans le contexte algérien**

**Application : GE Vernova - Projet Hassi R'mel 1**

---

**Réalisé par :** Mohamed Yacine ACHITE HENNI & Zakaria SERHANE

Présenté et soutenu publiquement le **02 Juillet 2024**. Devant le jury composé de :

- M. ZOUAGHI Iskander : ENP - Président
- Mme. BELDJOUDI Samia : ENP - Examineur
- Mme. NOUAL Nadjwa : GE Vernova - Encadrante
- M. BOUKABOUS Ali : ENP - Encadrant
- Mme. HAMMACHI Kamelia : ENP - Co-Encadrante

## *Remerciements*

Nous souhaitons avant tout remercier Allah, Tout-Puissant, pour nous avoir donné le courage, la volonté et la patience nécessaires pour achever 17 années d'études et pour mener à bien ce travail de fin d'études.

Nous tenons à exprimer notre profonde gratitude à Madame Nadjwa Noual, qui nous a non seulement guidés tout au long de ce projet, mais nous a également considérés comme des employés en nous fournissant toutes les informations nécessaires. Elle a toujours été présente et disponible, même avec la surcharge énorme de son travail, lorsque nous avons besoin de son aide.

Nous souhaitons également remercier chaleureusement Monsieur Ahmed Abdenbi, sans qui notre stage n'aurait pas eu lieu. Il a eu un impact considérable sur notre changement de mentalité et sur notre développement professionnel. Nous exprimons notre reconnaissance à toute l'équipe de GE, notamment à Lamia, Rabah, Nazim, Abou, Djawida, Eric, Adel, Lilia, Amina, Mehdi, Mohamed, ainsi qu'à l'équipe du site HRM 1 : Pascal, Toufik, Boubekour, et Oualid.

Nous tenons également à remercier notre encadrant Monsieur Ali Boukabous, avec qui nous avons passé trois années très mémorables et pour sa précieuse guidance durant ce projet. Un grand merci également à Madame Kamelia Hammachi pour ses remarques constructives.

Je souhaite, Zakaria Serhane exprimer ma profonde reconnaissance à mes parents et à ma grand-mère, qui ont toujours été là pour moi, m'encourageant à viser l'excellence. Sans leur soutien indéfectible, je n'aurais même pas pu atteindre l'ENP. Un merci spécial à mes frères, Salah, Khaled, et Amine, qui m'ont supporté durant mes études, notamment pendant les semaines d'examens stressantes :) Je remercie également toute ma famille ainsi que mon binôme et frère, Yacine, avec qui j'ai eu l'honneur de partager ces cinq dernières années.

Je souhaite, Yacine Achite-Henni, exprimer ma profonde reconnaissance à ma mère, qui a toujours été présente pour moi et qui m'a élevé seule avec amour et dévouement, sans son soutien indéfectible, je n'aurais pas pu arriver là où je suis aujourd'hui. Je tiens également à remercier ma grand-mère et tous les proches de ma famille pour leur encouragement constant et leur présence bienveillante tout au long de mon parcours. Un remerciement tout particulier à mon binôme et frère de cœur, Zakaria. Partager ces cinq dernières années avec lui a été un privilège et sa camaraderie a été un pilier essentiel dans cette aventure académique.

## ملخص

شركة جنرال الكتريك لتوليد الطاقة بالغاز (GEGP) هي إحدى أقسام جنرال الكتريك فارنوفيا، وهي متخصصة في قطاع إنتاج الطاقة من الغاز الطبيعي والوقود الغازي الأخر من خلال توفير معدات محطات توليد الطاقة وتركيبها حيث يتم ذلك في هيكل تنظيمي يعتمد على إدارة المشاريع داخل الشركة.

يهدف هذا العمل إلى تحسين وإدارة مشاريع إنتاج الطاقة في هذه القسم، وتكييفها مع السياق الجزائري. في هذا العمل، تم تحديد مشروع تجريبي، حيث تم إجراء تشخيص للحالة وتطبيق حل تقني، بهدف تعميم هذا الحل عبر مختلف مشاريع GEGP.

تم اقتراح حلين، الحل الأول يتضمن رقمنة إدارة تنفيذ الفواتير من خلال تطوير منصة معلومات مركزية، بالإضافة إلى نموذج لتوقع الإيرادات لمعالجة الخلل في الإيرادات. والحل الثاني يتمثل في قاعدة بيانات علائقية ولوحات تحكم آلية لمساعدة مديري المشاريع في متابعة النفقات.

**الكلمات المفتاحية:** إدارة المشاريع، المرونة في تنفيذ المشاريع، التحسين، الرقمنة، الأتمتة، VBA، التوقعات.

## Summary

General Electric Gas Power (GEGP) is a division of General Electric Vernova specializing in energy production from natural gas and other gaseous fuels by providing power plant equipment for installation. This is done within the organization's project-based structure.

This work focuses on energy production project management within this division, aiming to adapt and optimize project management in the Algerian context. A pilot project was designated, within which a diagnosis was conducted and a solution deployed, with the intention of generalizing it across various GEGP projects.

Two solutions were proposed. The first involves digitizing the operational management of invoice execution by developing a centralized IT platform and a revenue forecasting model to address revenue discrepancies. The second solution is supported by a relational database and automated dashboards to assist project managers in tracking expenses.

**Keywords:** Project Management, Agility, Optimization, Digitization, Automation, VBA, Forecasting

## Résumé

General Electric Gas Power (GEGP), une division de General Electric Vernova, se spécialise dans la production d'énergie à partir de gaz naturel et autres combustibles gazeux. Elle fournit et installe les équipements nécessaires aux centrales électriques, en adoptant une structure organisationnelle en mode projet.

Ce travail vise à adapter et optimiser la gestion des projets de production d'énergie de la division GEGP dans le contexte algérien. Un projet pilote est désigné pour diagnostiquer et déployer une solution, avec l'intention de généraliser cette approche à l'ensemble des projets de GEGP.

Deux solutions ont été proposées, la première consiste à digitaliser la gestion opérationnelle de l'exécution des factures par le développement d'une plateforme informatique centralisée, ainsi qu'un modèle de prévisions des revenus pour régler le dysfonctionnement des revenus, et la deuxième solution était soutenue par une base de données relationnelle et des tableaux de bords automatisés pour assister les project managers dans le suivi des dépenses.

**Mots Clés :** Gestion des projets, Agilité, Optimisation, Digitalisation, Automatisation, VBA, Prévisions

# Table des matières

Listes des figures.....	
Liste des Tableaux.....	
Listes des abréviations.....	
<b>Introduction Générale.....</b>	<b>13</b>
<b>Chapitre 1 : Etat des lieux.....</b>	<b>15</b>
<b>Présentation du contexte et diagnostic.....</b>	<b>15</b>
<b>Introduction.....</b>	<b>16</b>
<b>1.1 Présentation de l'entreprise.....</b>	<b>16</b>
1.1.1 Conglomérat General Electric.....	16
1.1.2 Division de GE en trois entités.....	17
1.1.2.1 GE HealthCare.....	18
1.1.3 GE Power dans le monde.....	18
1.1.4 GE Power en Algérie.....	19
1.1.4.1 Les services de GE Gas Power system (GEGP).....	20
1.1.4.2 Les types de projets de GEGP.....	20
1.1.4.3 Les types de centrales électriques.....	21
1.1.4.4 Les types de turbines.....	21
1.1.4.5 Projets de GEGP en Algérie.....	21
<b>1.2 Présentation du contexte de l'étude.....</b>	<b>22</b>
<b>1.3 Formulation de la problématique.....</b>	<b>24</b>
<b>1.4 Diagnostic du processus de GDP de GEGP.....</b>	<b>25</b>
1.4.1 Cartographie du processus de GDP.....	25
1.4.2 Les phases du processus de GDP.....	26
1.4.2.1 Pre-OTR & Transfer.....	26
1.4.2.2 Launch ( Lancement ).....	27
1.4.2.3 Implementation.....	27
1.4.2.4 Warranty & Close-out (Garantie et Clôture ).....	30
1.4.2.5 Project Monitoring & Control.....	31
<b>1.5 Diagnostic du Projet pilote.....</b>	<b>32</b>
1.5.1 Présentation du projet pilote.....	32
1.5.2 Etat des lieux du projet HRM1.....	33
1.5.2.1 Analyse du processus de facturation de HRM1.....	33
1.5.2.2 Analyse du modèle de prévision de la facturation.....	35
1.5.2.3 Analyse du processus Monitoring & Control de HRM1.....	35
1.5.2.4 Analyse du processus de dédouanement de GEGP.....	36
<b>1.6 Choix des dysfonctionnements à résoudre.....</b>	<b>37</b>
1.6.1 Identification des critères de choix.....	37
1.6.2 Matrice de performance des dysfonctionnements.....	38
<b>Conclusion.....</b>	<b>39</b>
<b>Chapitre 2 : Etat de l'art.....</b>	<b>40</b>

<b>Introduction.....</b>	<b>41</b>
<b>2.1 La gestion de projets.....</b>	<b>41</b>
2.1.1 Un Projet.....	41
2.1.1.1 Définition d'un projet.....	41
2.1.1.2 Le mode projet.....	42
2.1.1.3 Cycle de vie d'un projet.....	42
2.1.2 Définition de la gestion de projets (GDP).....	43
2.1.3 Méthodes de GDP.....	43
2.1.3.1 Comparaison entre les méthodes Classiques et Agiles.....	44
2.1.3.2 Méthode Agile : Scrum.....	44
<b>2.1.4 Concepts utilisés en GDP.....</b>	<b>46</b>
2.1.4.1 La facturation.....	46
2.1.4.2 Dépenses.....	46
<b>2.2 Les processus métier.....</b>	<b>47</b>
2.2.1 Définition d'un processus métier.....	47
2.2.2 Modélisation des processus métier.....	47
2.2.2.1 L'approche processus.....	47
2.2.2.2 La norme Business Process Model and Notation (BPMN).....	48
<b>2.3 Aide Multicritère à la Décision (AMD).....</b>	<b>50</b>
2.3.1 Définition de l'AMD.....	50
2.3.2 Les méthodes d'agrégation de l'AMD.....	50
2.3.3 ELECTRE 1.....	50
<b>2.4 Management de la valeur.....</b>	<b>52</b>
2.4.1 Définition de la Valeur.....	52
2.4.2 Définition du management de la valeur.....	52
2.4.3 Analyse Fonctionnelle.....	52
2.4.3.1 Définition de l'analyse fonctionnelle.....	52
2.4.3.2 Les étapes de l'analyse fonctionnelle.....	52
2.4.3.3 Analyse du besoin.....	53
<b>2.5 La méthode des 5S.....</b>	<b>54</b>
2.5.1 Définition.....	54
2.5.2 Les 5 étapes de la méthode des 5S.....	54
<b>2.6 Base de données relationnelles.....</b>	<b>54</b>
2.6.1 Définition et avantages.....	54
2.6.2 Méthode MERISE.....	55
<b>2.7 Business Intelligence.....</b>	<b>57</b>
2.7.1 Définitions.....	57
2.7.2 Principaux besoins des entreprises.....	58
2.7.3 Architecture de la BI.....	58
2.7.4 Processus ETL.....	59
2.7.5 Power BI.....	59
2.7.5.1 Définition.....	59
2.7.5.2 Visualisations.....	60

<b>2.8 Transformation digitale et digitalisation.....</b>	<b>60</b>
2.8.1 La Transformation Digitale.....	60
2.8.2 La Digitalisation.....	60
2.8.3 L'automatisation des processus.....	61
2.8.3.1 Les bénéfices de l'automatisation.....	61
<b>2.9 Conception et développement d'un outil digital.....</b>	<b>62</b>
2.9.1 Conception d'un outil digital.....	62
2.9.1.1 Unified Modeling Language.....	62
2.9.2 Développement d'un outil digital.....	63
2.9.2.1 Définition d'une application.....	63
2.9.2.2 Les langages de développement d'une application.....	64
2.9.2.3 Les Bonnes pratiques de développement VBA.....	65
<b>2.10 Introduction à la prévision.....</b>	<b>66</b>
2.10.1 Définition et rôle de la prévision.....	66
2.10.2 L'horizon de prévision.....	67
2.10.3 Les méthodes de prévisions.....	68
2.10.3.1 Les méthodes qualitatives.....	68
2.10.3.2 Les méthodes quantitatives (extrapolation).....	69
<b>Conclusion.....</b>	<b>72</b>
<b>Chapitre 3 : Solution proposée.....</b>	<b>73</b>
<b>Introduction.....</b>	<b>73</b>
<b>3.1 Avant-poste à la solution.....</b>	<b>74</b>
3.1.1 Assainissement de la situation actuelle du projet.....	74
3.1.1.1 Validation des Données Contractuelles pour la partie BOP du partenaire METKA.....	74
3.1.1.2 Validation des montants restant à facturer au client.....	75
<b>3.2 Solutions proposées.....</b>	<b>75</b>
3.2.1 Méthode de GDP adoptée.....	75
<b>3.3 Structure de la solution.....</b>	<b>82</b>
3.3.1 Tableaux de bord.....	82
3.3.2 Plateforme « e-facture ».....	83
<b>3.4 Conception de la solution.....</b>	<b>84</b>
3.4.1 Diagrammes UML.....	84
3.4.1.1 Diagrammes des cas d'utilisation.....	84
3.4.1.2 Diagrammes de séquences.....	85
<b>3.5 Développement de la solution.....</b>	<b>87</b>
3.5.1 Développement des tableaux de bord.....	87
3.5.1.1 Organisation et présentation du fichier source.....	87
3.5.1.2 Automatisation du fichier source.....	89
3.5.1.3 Méthode Merise.....	92
3.5.1.4 Choix du modèle dimensionnel à implémenter.....	96
3.5.1.5 Processus ETL (Extract, Transform, Load).....	98
3.5.1.6 Choix des KPI.....	98
3.5.1.7 Visualisation.....	99

3.5.2 Développement de la Plateforme E-Facture.....	101
3.5.2.1 Les Modules.....	101
3.5.2.2 Livrable de la Plateforme et fonctionnalités.....	103
3.5.3 Prévission des revenus.....	108
3.5.3.1 Présentation du contexte.....	108
3.5.3.2 Présentation et nettoyage des données.....	109
3.5.3.3 Choix des méthodes de prévision.....	109
3.5.3.4 Prévisions avec MMD.....	113
<b>3.6 Déploiement et Test de la Solution.....</b>	<b>114</b>
<b>3.7 Evaluation de la solution.....</b>	<b>116</b>
3.7.1 Évaluation de la plateforme E-Facture.....	116
3.7.2 Evaluation du tableau de bord de suivi.....	117
<b>3.8 Généralisation de la solution.....</b>	<b>119</b>
<b>3.9 Estimation des Gains apportés par la solution.....</b>	<b>119</b>
3.9.1 Gains non quantifiables.....	119
3.9.2 Gains quantifiables.....	120
<b>Conclusion.....</b>	<b>121</b>
<b>Conclusion Générale.....</b>	<b>121</b>
<b>Bibliographie.....</b>	<b>123</b>
<b>Annexe.....</b>	<b>125</b>

# Listes des figures

- FIG 1 : Schéma de l'enchaînement chronologique du projet
- FIG 1.1 : Organigramme de GE Power en Algérie
- FIG 1.2 : Cartographie du processus GDP niveau 1
- FIG 1.3 : Cartographie du processus GDP niveau 2
- FIG 1.4 : Cycle de vie de la phase de Lancement
- FIG 1.5 : Cartographie niveau 2 de la phase d'implémentation
- FIG 1.6 : Cartographie BPMN du processus standard de facturation de GEGP
- FIG 1.7 : Configuration initiale des rôles des parties du projet HRM1
- FIG 1.8 : Cartographie BPMN du processus de facturation du projet HRM 1
- FIG 1.9 : Graphe de sur-classement des dysfonctionnements
- FIG 2.1 : Le triangle O-C-D
- FIG 2.2 : Premier niveau de l'approche processus selon l'ISO 9001:2015
- FIG 2.3 : Le schéma du besoin : La bête à cornes
- FIG 2.4 : Graphe des dépendances fonctionnelles
- FIG 2.5 : Exemple de modèle conceptuel de données
- FIG 2.6 : Architecture de la Business Intelligence [19]
- FIG 2.7 : Les différents types d'approche de prévision
- FIG 2.8 : Les étapes de mise en place d'une méthode auto-projective
- FIG 3.1 : Schéma du processus de résolution par la méthode agile SCRUM
- FIG 3.2 : Identification du besoin – Diagramme de la Bête à corne
- FIG 3.3 : Structure de la première partie de la solution
- FIG 3.4 : Diagramme de cas d'utilisation des tableaux de bord
- FIG 3.5 : Diagramme de cas d'utilisation de la plateforme e-facture
- FIG 3.6 : Diagramme illustratif de séquences pour la visualisation des tableaux de bord à jours
- FIG 3.7 : Diagramme illustratif de séquences pour les cas d'utilisations de la plateforme e-facture
- FIG 3.8 : Exemple d'alerte budget C&C
- FIG 3.9 : graphe des dépendances fonctionnelles pour le modèle en étoile
- FIG 3.10 : MCD pour le modèle en étoile
- FIG 3.11 : Graphe des dépendances fonctionnelles pour le modèle en flocon
- FIG 3.12 : MCD pour le modèle flocon
- FIG 3.13 : Tableau de bord général
- FIG 3.14 : Tableau de bord pour les dépenses C&C
- FIG 3.15 : Tableau de bord pour les dépenses equipment
- FIG 3.16 : L'écran d'accueil de la plateforme e-facture

FIG 3.17 : Formulaire de Saisie des information de la facture

FIG 3.18 : Génération d'un numéro de facture

FIG 3.19 : Envoi automatique des factures par email

FIG 3.20 : Message de confirmation d'enregistrement de la facture

FIG 3.21 : Facture enregistrée dans onedrive

FIG 3.22 : Tracker une facture à partir de son numéro

FIG 3.23: Résultat du tracking

FIG 3.24 : Graphe d'évolution la série chronologique du gain hebdomadaire xt

FIG 3.25 : Corrélogramme de la série chronologique du gain hebdomadaire xt

FIG 3.26 : Graphe d'évolution la série chronologique du gain hebdomadaire avec les prévisions par MMD

# Liste des Tableaux

- TAB 1.1 : Historique de GE [1,avec modification]
- TAB 1.2 : Liste des projets GEGP en Algérie [2]
- TAB 1.3 : Impact financier du retard sur les différents projets.
- TAB 1.4 : Analyse des phases de processus du projet HRM1
- TAB 1.5 : Matrice des performance des dysfonctionnements
- TAB 2.1 : Tableau de comparaison des méthodes GDP
- TAB 2.2 : Dictionnaire des données
- TAB 2.3 : Les méthodes de prévisions en termes d'objectifs [38](Hartmut Stadtler, 2008, p. 245).
- TAB 3.1 : Rôles et Noms des parties prenantes de l'équipe SPRINT
- TAB 3.2 : Sprint Backlog
- TAB 3.3 : Dictionnaire des données
- TAB 3.4 : Choix du modèle à implémenter en utilisant une moyenne pondérée
- TAB 3.5 : Liste des anomalies de la série chronologique  $x_t$
- TAB 3.6 : Les TR obtenue avec les méthodes classiques
- TAB 3.7 : Grille d'évaluation de la plateforme E-facture
- TAB 3.8 : Grille d'évaluation du tableau de bord de suivi
- TAB 3.9 : Comparaison des gains quantifiables réalisées pour la plateforme e-facture
- TAB 3.10 : Comparaison des gains quantifiables réalisées pour le suivi des dépenses

# Listes des abréviations

<b>AMD</b>	Aide multicritère à la décision
<b>BI</b>	Business Intelligence
<b>BJ</b>	Box & Jenkins
<b>CPM</b>	Customer Performance Manager
<b>CSM</b>	Customer Service Manager
<b>DAE</b>	Demande d'autorisation d'expédition
<b>EAC</b>	Estimate At Completion
<b>ERP</b>	Enterprise resource planning
<b>ETL</b>	Extract Transform Load
<b>GDP</b>	Gestion des projets
<b>GE</b>	General Electric
<b>GEGP</b>	General Electric Gas Power
<b>HRM1</b>	Hassi R'mel 1
<b>ITO</b>	Inquiry To Order
<b>MMD</b>	Moyenne Mobile Double
<b>MMS</b>	Moyenne Mobile Simple
<b>OTR</b>	Order to Remittance (ordre de remise)
<b>PD</b>	Project Director
<b>PM</b>	Project Manager
<b>Prix FOB</b>	Prix Free On Board

**RevREC** Revenue recognition

**RNA** Réseaux de Neurones Artificiels

**TR** Taux de réalité

**UML** Unified Modeling Language

**VBA** Visual Basic For Applications

# Introduction Générale

Dans le cadre de l'évolution continue des technologies et des méthodologies de gestion, les entreprises cherchent constamment à optimiser leurs processus pour rester compétitives. General Electric (GE), une multinationale reconnue, ne fait pas exception. Ce projet de fin d'études s'inscrit dans cette démarche d'amélioration continue, en se focalisant sur l'entité GE Vernova et plus particulièrement sur la division GE Gas Power (GEGP).

Le secteur de l'énergie et de l'électricité est en pleine croissance, il s'agit du secteur d'activité générant le plus de revenus en 2019 avec une somme s'élevant à 4780 Milliards de dollars [3]. Depuis des décennies, la consommation de l'électricité en Algérie connaît une croissance exponentielle. Ceci est dû à une consommation industrielle et domestique importante et croissante de cette ressource essentielle, il est donc crucial de maîtriser la demande pour répondre efficacement à l'offre. Pour ce faire, GEGP, constructeur principal de l'énergie électrique en Algérie, produit des turbines et des centrales électriques pour son client, Sonelgaz.

GEGP fait face à des défis majeurs liés à la gestion de ses projets, pour assurer la fourniture continue et fiable de cette énergie, en effet malgré le processus de gestion de projets mis en place par cette entreprise il est constaté que la quasi totalité de ses projets en algérie dépasse systématiquement les délais standards de réalisation des projets similaires dans le monde, ce dépassement entraîne des retards dans la mise en service des centrales électriques, engendrant des impacts sur la maîtrise des coûts et la satisfaction des clients. Ce constat a été confirmé par une analyse statistique sur les différents projets de GEGP en Algérie.

Dans ce contexte, il devient impératif de traiter la question suivante:

***“Comment adapter et optimiser le processus de GDP de GE en considérant le contexte algérien?”***

Pour répondre à cette question, nous avons adopté une approche méthodologique rigoureuse. Tout d'abord, nous avons mené un diagnostic interne du processus de gestion de projets standards de GEGP . Ensuite nous avons sélectionné le projet de Hassi R'mel 1 comme projet pilote représentatif des défis rencontrés par l'entreprise qui nous a servi de base pour effectuer un diagnostic approfondi identifiant des écarts par rapport au processus standard.

Parmi ces écarts, nous avons détecté une mauvaise gestion des revenus, incluant leurs prévisions et facturations, ainsi qu'une absence d'outils de suivi des dépenses du projet. Ces dysfonctionnements ne sont pas seulement des obstacles à la livraison ponctuelle des projets aux clients, mais ils impactent également l'efficacité opérationnelle globale de l'entreprise. Puis grâce à une méthode d'aide multicritères à la décision, nous avons sélectionné les

## Introduction générale

---

dysfonctionnements les plus critiques. Une fois ce choix validé par les Projets Managers (PMs), nous avons entamé la résolution de la problématique.

En premier lieu nous avons assaini la situation du projet pilote, puis avons développé une solution ciblée aux dysfonctionnements permettant l'adaptation et l'optimisation des processus. Ces solutions comprennent la mise en place d'une plateforme e-facture pour automatiser la création et l'envoi des factures, un modèle de prévision pour améliorer l'anticipation des revenus, et un tableau de bord automatisé pour le suivi des dépenses. Ces solutions seront mises en place à l'aide d'outils informatiques appropriés et adaptés au contexte de l'entreprise selon une démarche agile SCRUM.

Dans cette optique, le document est structuré en trois parties :

- 1. État des lieux :** Qui a pour objectif d'analyser le contexte de l'étude, d'effectuer des diagnostics pour formuler la problématique et en déduire des dysfonctionnements.
- 2. Etat de l'art :** Ou nous présentons une analyse des meilleures pratiques, des fondements théoriques et conceptuels qui ont été utilisés pour la conception de notre solution.
- 3. Partie solution :** Proposition et mise en œuvre de notre solution , incluant la plateforme e-facture, les outils de prévision et le tableau de bord de suivi des dépenses.

Le schéma suivant résume l'enchaînement chronologique de notre travail:

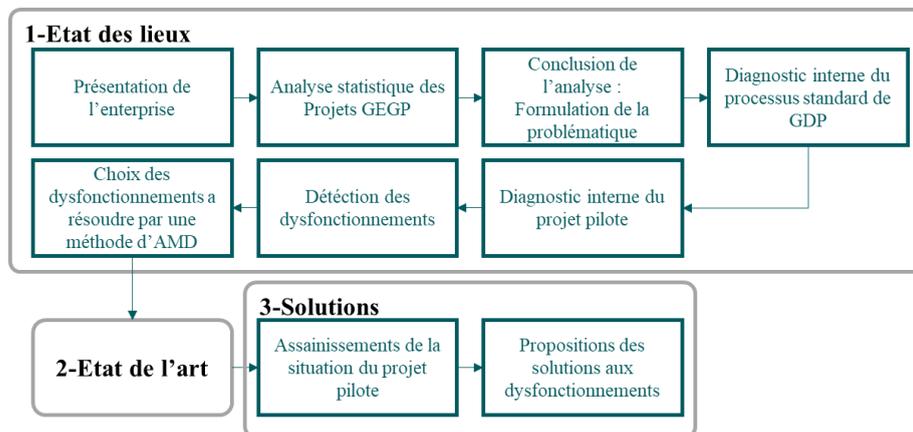


FIG 1 : Schéma de l'enchaînement chronologique du projet

Nous clôturons notre travail par une conclusion générale qui reprend et synthétise le travail effectué ainsi que les résultats obtenus. Nous proposons également quelques perspectives de projets qui visent à accomplir et compléter les solutions, détectés par l'évaluation de la solution par les parties prenantes.

# **Chapitre 1 : Etat des lieux**

## **Présentation du contexte et diagnostic**

### Introduction

Dans le cadre de notre projet mené chez General Electric (GE), plus précisément General Electric Vernova, nous avons entrepris une analyse et des diagnostics internes afin d'explorer le contexte de ce travail . Ce chapitre présente les résultats de ces derniers.

Tout d'abord, il présente l'entreprise en mettant en avant ses spécificités et son domaine d'intervention principal. Puis décrit le contexte du travail par une analyse approfondie sur les projets de l'entité qui servira de base à la formulation de la problématique à résoudre et enfin il présente un diagnostic interne détaillé sur le cœur de métier de l'entité concernée pour définir les dysfonctionnements détectés.

### 1.1 Présentation de l'entreprise

Ce travail s'inscrit dans une perspective d'amélioration continue des activités de GE. Nous réalisons notre étude au sein de ce dernier que nous nous appliquerons à détailler avec soin tout au long de ce travail.

#### 1.1.1 Conglomérat General Electric

General Electric, fondé en 1892 par la fusion de l'Edison General Electric Company et de The Thomson-Houston Electric Company, est une société américaine présente dans 142 pays avec 36 filiales. En 1896, elle fut l'une des 12 entreprises à former le Dow Jones Industrial Average (DJIA), et reste la seule de ce groupe à subsister aujourd'hui, ce qui en fait un symbole important de la bourse de New York, New York Stock exchange (NYSE). Le conglomérat englobait des entreprises opérant dans différents secteurs à savoir : GE Additive, GE Aviation, GE Capital, GE Digital, GE Healthcare, GE Power, GE Vernova, GE Renewable Energy et GE Research.

GE est implanté dans 130 pays, employant 125,000 employés et réalise un chiffre d'affaires de 68 milliards de dollars en 2023, soit une hausse de 32% par rapport à la même période un an avant. [1]

Voici un tableau récapitulant l'historique complet de General Electric depuis sa création

1889	Thomas Edison rassemble ses différentes activités en un seul corps et crée l'Edison General Electric Company.
1892	Union de The Thomson-Houston Electric Company et d'Edison General Electric Company et Création de la General Electric Company.
1895	Remplacement des trains à vapeur par les trains électriques.
1903	Installation de la plus grande turbine à vapeur 5000 KWH mono-arbre.

## Chapitre 1. Présentation du contexte et diagnostic

1929	Mise en place de la plus importante unité de production d'électricité à Hammond.
1956	General Electric est l'un des principaux constructeurs d'ordinateurs.
1957	Développement de J93, le premier moteur à fonctionner à trois fois la vitesse du son, alimentant le bombardier expérimental de l'USAF XB-70.
1999	Rachat du département Turbines à gaz d'Alstom (qui était sous licence GE).
2005	Investissement dans la recherche sur l'environnement.
2013	Rachat de Lufkin Industries (entreprise spécialisée dans les transmissions et le pompage pour l'industrie pétrolière et gazière).
2015	Création d'une nouvelle branche nommée GE Digital regroupant les activités liées au numérique et au logiciel.
2017	Rachat de GE Water par Suez.
2021	General Electric annonce sa scission entre trois entités ( Healthcare, Aero , Vernova)
2023	GE HealthCare devient la première entreprise publique autonome qui se sépare de General Electric
2024	GE a achevé sa division en trois sociétés publiques, GE Vernova, Aerospace & HealthCare, au moment où GE Vernova fait ses débuts en bourse

TAB 1.1 : Historique de GE [1,avec modification]

### 1.1.2 Division de GE en trois entités

Dans les années 2000, l'expansion de GE a été stimulée par le succès de GE Capital, la branche financière de l'entreprise, ainsi que par la stratégie de diversification de l'entreprise. Cependant, GE Capital a subi des pertes et a été renflouée par le gouvernement américain à la suite de la crise financière de 2008. Par conséquent, GE a enregistré une sous-performance marquée au cours de la période 2011-2021 en raison de la sur-diversification, des défis liés aux activités et des vulnérabilités de GE Capital, de l'incapacité à répondre aux conditions changeantes du marché et d'un endettement élevé. En 2015, GE a vendu une partie importante de GE Capital au groupe Blackstone.BX et Wells FargoCWF pour se concentrer davantage sur les activités industrielles tout en conservant les activités d'énergie et de santé.

En outre, le 9 novembre 2021, General Electric a annoncé son intention de créer trois sociétés publiques mondiales de qualité investissement, leaders du secteur :GE Aerospace, GE HealthCare (GEHC) et GE Vernova, axé sur les secteurs en croissance de l'aviation, de la santé et de l'énergie, respectivement. L'annonce de la séparation a reçu un accueil globalement positif de la part de la plupart des analystes de Wall Street. [3]

## **Chapitre 1. Présentation du contexte et diagnostic**

---

Mardi, 2 avril 2024, lors de notre stage chez General Electric, cette dernière a achevé sa scission en ces trois sociétés, marquant la fin d'une ère pour le pionnier du conglomérat industriel qui était autrefois un symbole de la puissance économique américaine.

Les trois entités après séparation sont les suivantes :

### **1.1.2.1 GE HealthCare**

Leader mondial dans les technologies médicales, les diagnostics pharmaceutiques et les solutions numériques.

### **1.1.2.2 GE Aerospace**

C'est le principal fournisseur mondial de réacteurs d'avions et propose des moteurs pour la majorité des avions de transport civil.

### **1.1.2.3 GE Vernova**

C'est une multinationale spécialisée dans l'énergie, dont l'industrie nucléaire et les énergies renouvelables. Elle est basée à Cambridge, aux États-Unis . GE Vernova est issue de la fusion, puis de la scission des activités dans l'énergie de General Electric en Avril 2024 : GE Power, GE Renewable Energy, GE Digital et GE Energy Financial Service. Avec un effectif de 80 000 employés répartis dans plus de 100 pays à travers le monde. La mission de GE Vernova est intégrée dans son nom , elle conserve son héritage,"GE", comme un badge durable et mérité de qualité et d'ingéniosité. "Ver" / "verde" signale les écosystèmes verdoyants et luxuriants de la Terre. "Nova", du latin "novus", fait référence à une nouvelle ère innovante d'énergie à faible teneur en carbone. [2]. La création de GE Vernova marque une étape importante dans l'évolution de GE, témoignant de son engagement à innover et à contribuer à un avenir énergétique plus propre et plus durable. GE continue de s'adapter à un paysage énergétique en rapide évolution, en mettant l'accent sur les technologies propres et les solutions énergétiques durables. GE Vernova inclut plusieurs unités : GE Power, GE Renewable Energy , l'énergie nucléaire et les services pour l'énergie. Dans ce qui suit nous allons détailler GE Power car il s'agit de l'unité où nous avons mené notre projet.

## **1.1.3 GE Power dans le monde**

GE Power, anciennement connu sous le nom de GE Energy, est une entreprise américaine de technologie énergétique, détenue par GE Vernova . C'est un leader mondial dans le secteur énergétique et les technologies de la production d'électricité, GE Power est présente dans 5 grandes régions avec plus de sept mille (7000) turbines de différents types installées, et plus de trente-deux mille (32000) employés en 2022. Son chiffre d'affaires pour l'exercice de 2022 est de 74 milliards de dollars [1].

## Chapitre 1. Présentation du contexte et diagnostic

---

GE power fournit un large panel de solutions dans le domaine de l’approvisionnement de l’énergie et la production de l’électricité, avec ses filiales elle intervient dans tous les secteurs énergétiques. En 2018, les unités produites par GE ont été responsables de la production d’un tiers de l’électricité mondiale [1].

GE Power fournit principalement des turbines de différents types, à savoir :

- **Les turbines à gaz**
- **Les turbines à vapeur**
- **Les turbines Aérodérivatives**
- **D’autres auxiliaires** : Ce sont des équipements essentiels pour le fonctionnement de la centrale électrique, ils comprennent des générateurs, des postes d’alimentation en carburant (fuel), des postes d’alimentation en gaz naturel, des installations de prise d’eau de mer, des chaudières, et bien d’autres encore.

Cette division comporte plusieurs divisions à savoir :

- **GE Steam Power** : Cette division fournit des turbines à vapeur. Elle couvre le tiers des capacités installées des turbines à vapeur et la moitié des turbines à vapeur nucléaires à travers le monde.
- **GE Power Conversion** : La division GE Power Conversion contribue à la transformation électrique de l’infrastructure énergétique mondiale.
- **GE Energy Consulting** : Cette division fournit des services de conseil en énergie afin de contribuer à faire évoluer les systèmes d’énergie électrique vers plus d’accessibilité, de fiabilité et d’efficacité grâce à des solutions technico-économiques.
- **GE Power Algeria**: Il s’agit de la seule division de GE Power qui est présente en Algérie.

GE Power Algeria est la division de GE Power sur laquelle se concentre notre PFE. Dans ce qui suit, nous allons nous concentrer sur cette dernière.

### 1.1.4 GE Power en Algérie

GE Power Middle East & North Africa regroupe les pays du moyen orient, ainsi que les pays du nord d’Afrique dont l’Algérie fait partie. GE Power est présente sur le marché algérien depuis plus de 40 ans, elle offre un portefeuille de services varié, comportant l’installation des centrales électriques et des solutions d’optimisation des équipements installés, ainsi que la maintenance et la fourniture des pièces de rechanges. GE Power Algeria est le principal fournisseur de l’entreprise nationale de production d’électricité Sonelgaz SPE, qui détient 67% de la part du marché d’installation et de montage des centrales électriques, faisant ainsi partie intégrante du monopole du marché dans le pays . En effet, en 2017 le plus grand contrat dans l’histoire de GE Power a été signé avec Sonelgaz SPE, un contrat qui s’élève à 3 milliards de dollars sur 20 ans d’engagement [3]. GE Power Algeria est divisée en deux

## Chapitre 1. Présentation du contexte et diagnostic

sous-branches, Gas Power System (GEGP) et Power Services, qui fournissent différents types de services. Cette organisation est représentée dans la figure 1.1 ci-dessous, où nous détaillons GEGP puisque c'est la branche où se concentre notre étude.

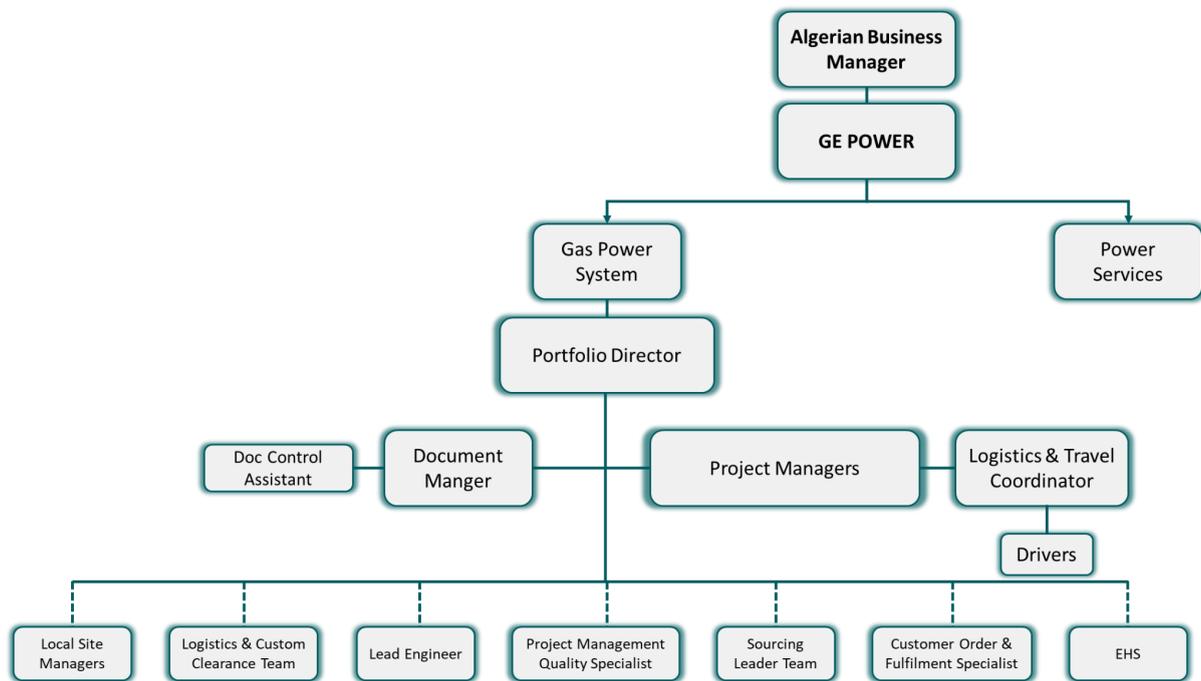


FIG 1.1 : Organigramme de GE Power en Algérie

### 1.1.4.1 Les services de GE Gas Power system (GEGP)

Cette division fournit des solutions de production d'énergie à partir de gaz naturel et d'autres combustibles gazeux. Cela inclut des turbines à gaz pour l'industrie et la production d'électricité, ainsi que des solutions pour la production d'électricité à partir de ressources renouvelables. GEGP fournit les équipements des centrales électriques pour leur installation, ainsi que les premiers kits de pièces de rechange utilisées pour la maintenance, allant de petites centrales mobiles à des unités de production à grande échelle.

### 1.1.4.2 Les types de projets de GEGP

- **EO (Equipment Only) incluant les KITS** : Ce type de projet se concentre uniquement sur la fourniture d'équipements spécifiques, y compris les kits nécessaires pour la maintenance, sans fournir de services d'ingénierie ou de mise en œuvre.
- **EEP (Engineered Equipment Package)** : Ces projets impliquent la fourniture d'un ensemble d'équipements conçus de manière personnalisée pour répondre aux besoins spécifiques du client, mais sans inclure la gestion de projet (GDP) complète.
- **TKP (Turnkey with Partner)** : Dans ces projets, GEGP agit en tant que fournisseur principal et s'associe à un partenaire pour fournir une solution clé en main, impliquant

## Chapitre 1. Présentation du contexte et diagnostic

---

généralement la fourniture d'équipements, de services d'ingénierie et de mise en œuvre.

- **TKSI (Turnkey Self Implement) :** Dans ce type de projet GEGP gère l'ensemble de ce dernier , y compris la fourniture d'équipements, les services d'ingénierie et la mise en œuvre, sans avoir besoin d'un partenaire.

### 1.1.4.3 Les types de centrales électriques

GEGP installe en Algérie deux types de centrales électriques pour répondre aux besoins énergétiques croissants du pays :

- **Centrales électriques à cycle ouvert :** Elles fonctionnent en utilisant des turbines à gaz en brûlant un combustible pour produire de la chaleur, qui est ensuite utilisée pour produire de l'énergie et faire tourner une turbine connectée à un générateur électrique, produisant ainsi de l'électricité.
- **Centrales électriques à cycle combiné :** Elles combinent deux processus de production d'électricité pour maximiser l'efficacité énergétique. Elles utilisent à la fois un cycle à gaz et un cycle de vapeur, exploitant la chaleur résiduelle des gaz d'échappement pour produire de la vapeur supplémentaire et générer plus d'électricité.

### 1.1.4.4 Les types de turbines

On avait mentionné précédemment que le cœur du métier de GEGP en Algérie se consacrait à l'installation et au montage des centrales électriques. Pour ce faire, la multinationale fournit les équipements essentiels telles que les turbines pour le fonctionnement de la centrale, notamment deux types de turbines :

- **Les turbines à gaz :** Les turbines à gaz sont des machines qui utilisent la combustion de gaz naturel ou d'autres combustibles pour produire de l'énergie mécanique, qui est ensuite convertie en électricité. Elles sont largement utilisées en Algérie, en raison de la prédominance du gaz naturel comme source d'énergie principale dans le pays.
- **Les turbines à vapeur :** Elles utilisent de la chaleur pour produire de la vapeur à haute pression. Cette vapeur est dirigée vers une turbine qui la fait tourner, convertissant ainsi l'énergie thermique en énergie mécanique.

### 1.1.4.5 Projets de GEGP en Algérie

GEGP présente en Algérie depuis plus de 40 ans, elle monopolise le secteur de la fourniture de la pièce de rechange pour les activités de maintenance et de plus a réalisé plusieurs projets qui sont présentés dans le tableau 1.2 suivant ainsi que et leurs état d'avancement actuel.

## Chapitre 1. Présentation du contexte et diagnostic

PROJETS	CAPACITÉ (MW)	TYPE	ETAT	
Projet 1	<b>2X40</b>	OUVERT	OPÉRATIONNEL	
Projet 2	<b>2X36</b>	OUVERT	OPÉRATIONNEL	
Projet 3	<b>2X36</b>	OUVERT	OPÉRATIONNEL	
Projet 4	<b>3X400</b>	COMBINÉ	OPÉRATIONNEL	
Projet 5	<b>368,152</b>	OUVERT	EN COURS DE RÉALISATION	
Projet 6	<b>590,726</b>	OUVERT	EN COURS DE RÉALISATION	
Projet 7	<b>110</b>	OUVERT	OPÉRATIONNEL	
<b>Projet 8</b>	Projet 8	<b>7880</b>	COMBINÉ	EN COURS DE RÉALISATION
	Projet 8.1	1163,444	COMBINÉ	EN COURS DE RÉALISATION
	Projet 8.2	1266,61	COMBINÉ	EN COURS DE RÉALISATION
	Projet 8.3	1398,29	COMBINÉ	EN COURS DE RÉALISATION
	Projet 8.4	1262,2	COMBINÉ	EN COURS DE RÉALISATION
	Projet 8.5	1338,15	COMBINÉ	EN COURS DE RÉALISATION
	Projet 8.6	1450,356	COMBINÉ	EN COURS DE RÉALISATION

TAB 1.2 : Liste des projets GEGP en Algérie [2]

### 1.2 Présentation du contexte de l'étude

«Un projet est une entreprise temporaire décidée pour obtenir un produit ou un service ou un résultat unique » PMBok 4ème Edition [4]. Par temporaire, on veut dire que tout projet a un début et une fin déterminée.

Dans notre cas, il s'agit des projets d'installation de centrales électriques, d'après les Best practices de GE, un projet de cycle ouvert dure en moyenne 1 an et demi, et pour les cycles combinés, 2ans et demi, selon la complexité du projet, soit 78 semaines et 130 semaines respectivement.

Afin de mener une analyse sur l'avancement de ces projets, nous présenterons le tableau ci-dessous présentant les différents projets présentés auparavant, avec en plus la durée et le retard de chacun, certaines données ont été sciemment masquées pour des raisons de confidentialité.

## Chapitre 1. Présentation du contexte et diagnostic

Voulant pousser l'analyse plus loin, nous avons utilisé le KPI, pénalité sur chiffre d'affaires, qui a été évalué et codé de manière à refléter réellement l'impact financier du retard sur les différents projets.

PROJETS	TYPE	DURÉE	Retard	Rapport Pénalité/CA
Projet 1	OUVERT	X	X	24,5%
Projet 2	OUVERT	X	X	45,04%
Projet 3	OUVERT	X	X	44,22%
Projet 4	COMBINÉ	X	X	11,20%
Projet 5	OUVERT	X	X	90,81%*
Projet 6	OUVERT	X	X	54,62%
Projet 7	OUVERT	X	X	38,30%
<b>Projet 8</b>	Projet 8	COMBINÉ		59,77%
	Projet 8.1	COMBINÉ	X	9,74%
	Projet 8.2	COMBINÉ	X	10,17%
	Projet 8.3	COMBINÉ	X	10,06%
	Projet 8.4	COMBINÉ	X	9,95%
	Projet 8.5	COMBINÉ	X	10,06%
	Projet 8.6	COMBINÉ	X	9,79%

\*Pénalité exceptionnellement renégocier avec le client pour ce projet afin de les réduire

TAB 1.3 : Impact financier du retard sur les différents projets.

Une analyse des données collectées sur les projets présentés dans la table ci-dessus, fait ressortir ce qui suit:

- **Projets à cycle ouvert** : Durent en moyenne 563 semaines comparées à 92 semaines impartis, soit un retard moyen de 471 semaines, engendrant une pénalité qui représente une moyenne de 61,24% du chiffre d'affaires.
- **Projets à cycle combiné** : Durent en moyenne 532 semaines comparées à 160 semaines impartis, soit un retard moyen de 372 semaines, engendrant une pénalité représentant une moyenne de 35,49% du chiffre d'affaires.

Nous constatons que l'ensemble des projets menés en Algérie par GEGP ne respectent pas les standards d'installation de centrales électriques en termes de délais de réalisation, ce qui

## Chapitre 1. Présentation du contexte et diagnostic

---

engendre des pénalités qui représentent en moyenne 50.94 % des chiffres d'affaires et donc un manque à gagner considérable.

Notre objectif n'est pas d'analyser ces retards, ces derniers étant un fait avéré, en effet nous cherchons à minimiser l'impact de ces retards sur le processus de GDP de GEGP. Cet état de fait est encore plus accentué par le fait que selon les best practices de GE Vernova il y a eu beaucoup de fusion et acquisition au sein de cette entreprise, il y a donc des transformations organisationnelles au sein de GEGP qui fait que des Entreprises resource planning (ERP) sont actualisés sans pour autant assurer la traçabilité sur des projets qui durent plus de 3 ans, soit 156 semaines. Le processus de GDP de GEGP ne prend pas en considération cette situation qui est très récurrente en Algérie, donc il faut le revoir et tenir compte de cette particularité dans le processus de GDP de GEGP en l'adaptant dans le contexte algérien.

### 1.3 Formulation de la problématique

Dans le secteur énergétique en Algérie, GEGP occupe une position stratégique en tant que fournisseur majeur de solutions énergétiques. Dans ce contexte, la gestion efficace des projets revêt une importance cruciale pour assurer le succès des initiatives de l'entreprise sur le marché algérien. Cependant, l'application du processus de GDP de GE dans ce contexte spécifique peut être confrontée à des défis et des dysfonctionnements qui nécessitent une attention particulière.

En effet le processus de GDP de GE considère le caractère temporaire des projets et emploie des outils et des ERPs qui sont actualisés en moyenne tous les deux-trois ans en concordance avec les best practices de GE Vernova et les durées moyennes des projets standards. Ce constat n'étant plus valide pour des projets dans des pays comme l'Algérie dont le retard moyen est de 417 semaines pour les projets à cycle ouvert et 372 semaines pour les projets à cycle combiné, avec un impact financier représentant 50,94% des chiffres d'affaires. Il devient donc crucial de traiter la question principale suivante :

*« Comment adapter et optimiser le processus de GDP de GE en considérant le contexte algérien ? »*

Cette question se décline en trois sous-questions :

*« Quelles sont les principales difficultés et les dysfonctionnements rencontrés dans la Gestion des Projets en Algérie ? »*

*« Quelles solutions peuvent être apportées à ces dysfonctionnements pour optimiser la gestion de ces Projets ? »*

*« Comment peut-on généraliser les solutions apportées pour adapter le processus de GDP au contexte algérien ? »*

## Chapitre 1. Présentation du contexte et diagnostic

Ces questions nécessitent une réflexion approfondie sur les ajustements nécessaires à apporter aux procédures existantes de GE pour les rendre mieux adaptées aux réalités locales tout en garantissant l'efficacité opérationnelle et la satisfaction des parties prenantes.

Pour pouvoir répondre aux questions soulevées par la problématique, on organise un diagnostic autour de deux principaux points, le premier sur le processus de GDP standard de GEGP, applicable à l'ensemble des projets au sein de GE Vernova et le deuxième diagnostic porte sur un projet exécuté en Algérie et qui a été choisi comme projet pilote pour la résolution de la problématique.

### 1.4 Diagnostic du processus de GDP de GEGP

#### 1.4.1 Cartographie du processus de GDP

Pour présenter le processus global de GDP de GE, nous utilisons en premier lieu l'approche processus dans sa première étape pour décrire une vue d'ensemble de son fonctionnement en identifiant les processus de réalisation, de support et de management, ainsi que leurs interactions.

Nous tenons à préciser que les cartographies qui suivent ont toutes été réalisées par nous durant le stage.

La cartographie de niveau 1 présentée ici montre la manière dont GEGP opère dans son secteur d'énergie pour répondre aux besoins de ses clients.



FIG 1.2 : Cartographie du processus GDP niveau 1

Notre projet s'intéresse au processus de gestion des projets, l'activité de GEGP dans ses projets peut être agrégée en trois phases de ce processus :

- Le processus « Pre-OTR & Transfer » : Qui représente la phase sales, avant-poste du projet, elle est incluse dans le processus de GDP car elle représente le lien entre le processus de négociation et les processus dont GEGP est concernée.

- Les phases qui comporte les processus opérationnels par rapport au Project Managers, dans ce cas de GDP :

- Le processus « Launch »

## Chapitre 1. Présentation du contexte et diagnostic

- Le processus d'exécution « Implementation »
- Le processus de clôture et garantie « Close-out & Warranty »

• Le processus de suivi « Monitoring & Control »: En parallèle aux autres phases du projet, il s'agit du processus managérial de suivi.

La figure 1.3 suivante présente la cartographie niveau 2 du processus GDP de GEGP, il est à noter que la première phase Pre-OTR & Transfer est représentée en gris car elle ne représente qu'un avant-post de négociation à la GDP, ainsi que la dernière phase Warranty & Close-Out en hachuré car il s'agit d'une étape non complexe de délivrance du produit seulement.

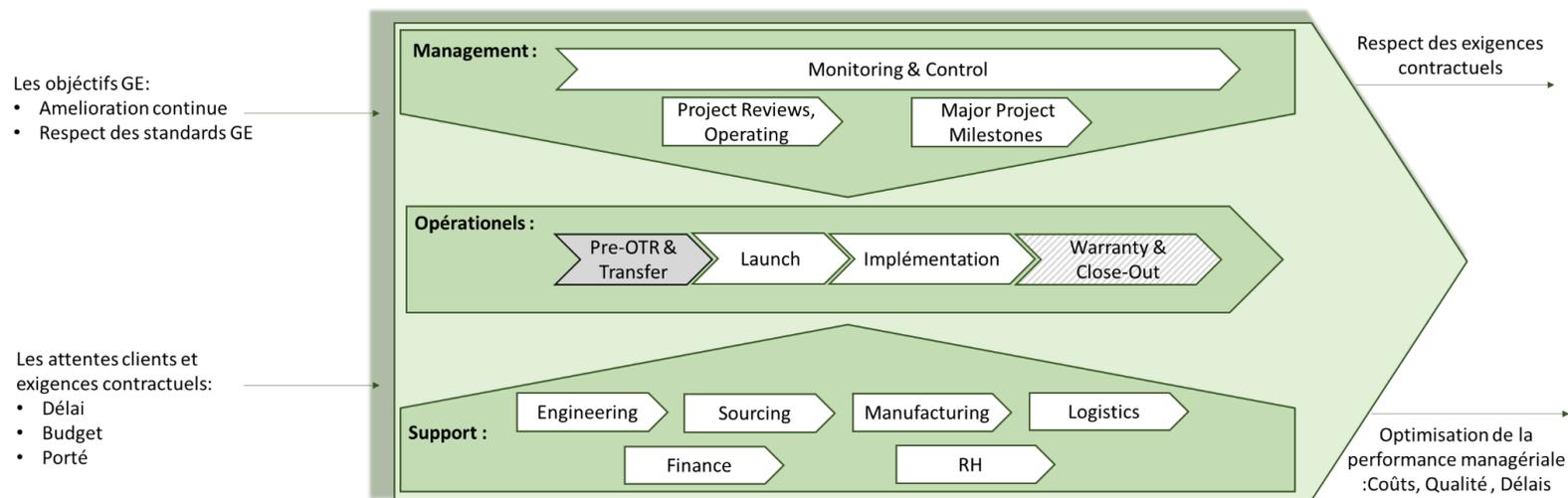


FIG 1.3 : Cartographie du processus GDP niveau 2

### 1.4.2 Les phases du processus de GDP

Dans cette partie, nous allons explorer en détail le déroulement de chaque processus de gestion de projet de GEGP, du début à la fin. Nous commencerons par définir la première phase, Pre-OTR & Transfer, qui marque le lancement initial du projet et la transition vers l'exécution. Enfin nous terminerons par examiner la dernière phase, Warranty & Close-out (Garantie et Clôture), où les activités de garantie et de clôture du projet sont achevées.

Nous tenons aussi à préciser que les étapes que nous allons présenter sont spécifiques à GEGP. Elles sont utilisées uniquement par cette multinationale et représentent un processus distinct qui lui est propre.

#### 1.4.2.1 Pre-OTR & Transfer

La phase Pre-OTR & Transfer, également connue sous le nom de préparation à la prise de commande et de transfert, est la première étape du processus de GDP chez GE. Cette phase marque le début du processus de négociation avec les clients et comprend la signature éventuelle du contrat. Elle vise à établir une compréhension mutuelle des besoins et des

## Chapitre 1. Présentation du contexte et diagnostic

---

attentes du client, à évaluer la faisabilité technique et commerciale du projet, et à préparer la transition vers la phase opérationnelle.

Pour résumer cette phase, on précise que ce processus est rattaché à un autre domaine commercial et ne se déroule pas au niveau de GEGP Algérie . Ce n'est pas le project management qui supervise ce processus. Cette phase représente tout simplement une interface entre l'équipe sales (ITO TEAM) et l'équipe d'exécution du projet (OTR TEAM).

### 1.4.2.2 Launch ( Lancement )

C'est la deuxième phase dans le processus de GDP chez GE . Son but est de mettre l'équipe du projet en mode d'exécution complet, en fournissant une clarté totale sur plusieurs aspects essentiels. Tout d'abord, elle vise à définir le périmètre du projet, en identifiant les livrables attendus et en établissant des objectifs clairs et précis , tout en élaborant un calendrier détaillé, avec des jalons clés et des échéances pour chaque étape du projet. Elle a aussi comme objectif de déterminer les ressources financières nécessaires pour réaliser le projet, en allouant un budget approprié à chaque activité , et finalement repérer les risques et les opportunités liés au projet, de façon à mettre en place des stratégies préventives et à saisir les opportunités, dans l'optique d'optimiser les chances de succès du projet.

La procédure de lancement s'applique à tous les types de projets (EO, EEP, TKP, TKSI) de GEGP, débutant dès la phase ITO/Commercial et s'étendant jusqu'à 45 jours après la dernière phrase du processus D qui est D4-Handover/ORM comme le montre la figure 1.4 .



FIG 1.4 : Cycle de vie de la phase de Lancement

### 1.4.2.3 Implementation

Cette procédure s'applique à la mise en œuvre des projets dans l'ensemble des organisations de GEGP, débutant après le lancement du projet et se terminant avec la remise sous garantie. Les exigences minimales établies dans cette procédure sont applicables à tous les types d'exécution de projet.

Durant cette phase de Mise en Œuvre du Projet, l'objectif principal est de gérer efficacement tous les participants, les fonctions et les parties prenantes impliqués dans le projet. Cette phase est cruciale pour assurer une collaboration fluide, répondre aux attentes des clients et minimiser les risques pour GE.

#### 1-Les principaux objectifs de cette phase

1-1- Collaboration pour répondre aux attentes des clients et minimiser les risques pour GE :

## Chapitre 1. Présentation du contexte et diagnostic

---

- Prioriser la communication ouverte et la coopération entre toutes les parties impliquées afin de garantir l'alignement avec les exigences du client.
- Évaluer régulièrement et atténuer les risques pour GE en identifiant de manière proactive les défis potentiels et en mettant en œuvre des mesures appropriées.
- Favoriser une culture de réactivité et d'adaptabilité pour traiter rapidement toute déviation par rapport aux objectifs du projet ou aux attentes du client.

### 1-2-Protection et amélioration de la marge pour GE Vernova :

- Mettre en œuvre des stratégies efficaces d'allocation des ressources pour optimiser les coûts du projet et maximiser la rentabilité.
- Surveiller continuellement la progression du projet et la performance financière afin d'identifier des opportunités d'amélioration de la marge et de mesures d'économie de coûts.
- Adopter des pratiques robustes de gestion des contrats pour protéger les intérêts financiers de GE.

### 1-3- Fournir un environnement de travail sécuritaire pour tous :

- Prioriser la sécurité et le bien-être de toutes les parties prenantes
- Respecter strictement les protocoles de santé et de sécurité, les exigences réglementaires et les normes de l'industrie.

## 2-Processus d'implémentation

Dans la cartographie de la phase d'implémentation de la GDP chez GE Vernova, plusieurs parties prenantes clés interviennent pour assurer le bon déroulement des activités. Le Project Manager (PM) joue un rôle central dans cette phase, assumant la responsabilité de la gestion contractuelle en collaboration avec le Contract Manager. Le PM s'engage dans une communication étroite avec ce dernier pour garantir le respect des clauses contractuelles, notamment en ce qui concerne l'expédition des matériaux, la gestion des paiements et la soumission des rapports mensuels.

Par ailleurs, la partie de montage du projet, notamment dans le cas de la construction de centrales électriques, nécessite une équipe dédiée dirigée par le Site Manager. Ce dernier communique régulièrement avec le PM pour transmettre les besoins du site, les échéances et toute autre information pertinente basée sur une planification rigoureuse. C'est le Scheduler, au sein de la fonction Project COE qui élabore et ajuste continuellement le planning en fonction des dates de livraison des fournitures et de l'avancement des travaux.

En parallèle, le PM collabore avec le département de Project Finance pour coordonner les activités de facturation et s'assurer que les exigences financières du projet sont respectées. Il exerce ainsi un double rôle opérationnel et technique, veillant à la bonne exécution des contrats tout en supervisant les aspects techniques du projet sur le site.

## Chapitre 1. Présentation du contexte et diagnostic

La présence de l'équipe de Project Quality et EHS sur le site est essentielle pour garantir la conformité aux normes et réglementations en matière de qualité et de sécurité.

Enfin, le PM est chargé de rendre compte régulièrement de l'avancement du projet à la direction, assurant ainsi une gestion transparente et efficace de toutes les activités liées à la mise en œuvre du projet.

Il convient de noter que le processus de cette phase d'implémentation n'est pas linéaire, mais plutôt itératif, avec une interaction constante entre les différentes fonctions impliquées, il n'y a pas un cheminement précis qu'on peut cartographier.

Cependant, les fonctions qui interviennent dans cette partie sont représentées dans la cartographie de niveau 2 suivante.

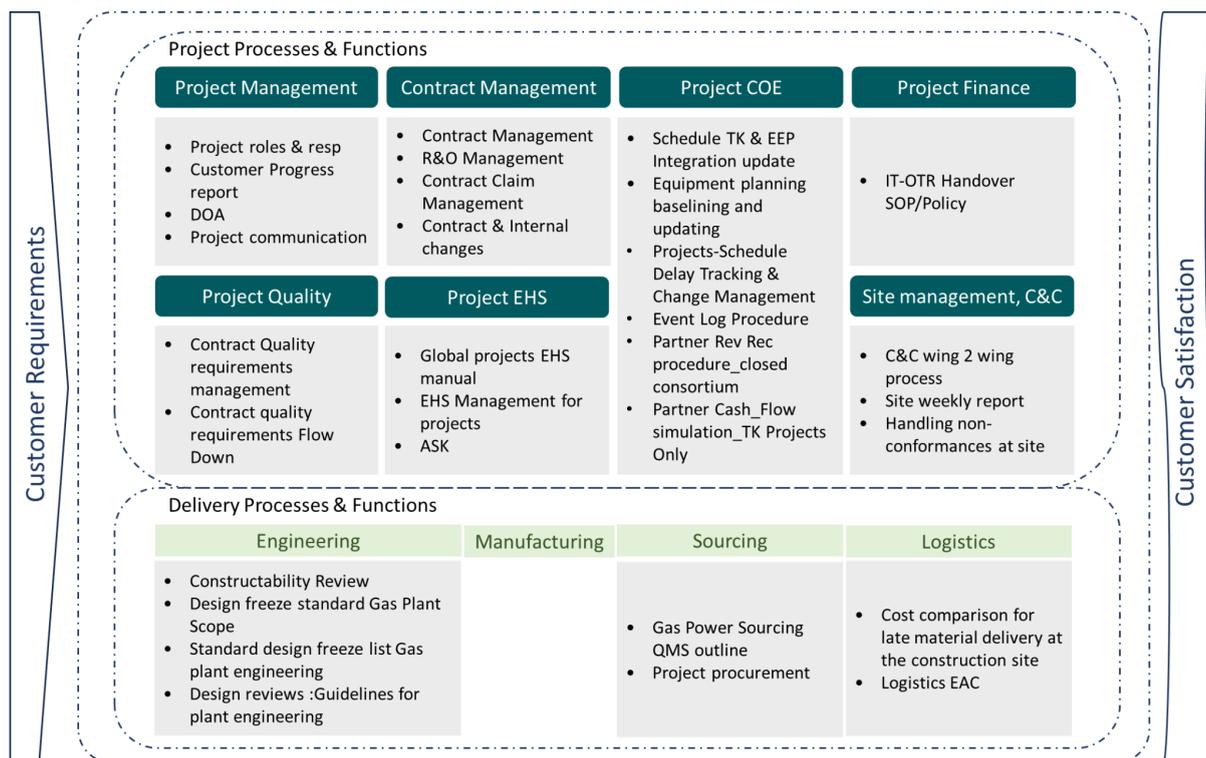


FIG 1.5 : Cartographie niveau 2 de la phase d'implémentation

Les outils utilisés durant la phase Launch et implémentation :

- **PowerMax**
- **PowerNow**
- **Triple S**

### 3-Processus de facturation

Après avoir mentionné précédemment le rôle du PM dans le processus de facturation, il est crucial de se pencher sur ce processus qui est considéré comme un élément central de l'implémentation des projets. Le processus de facturation standard chez GEGP est essentiel pour garantir une implémentation sans accroc. En utilisant une cartographie BPMN (Figure 1.6) pour une meilleure compréhension.

# Chapitre 1. Présentation du contexte et diagnostic

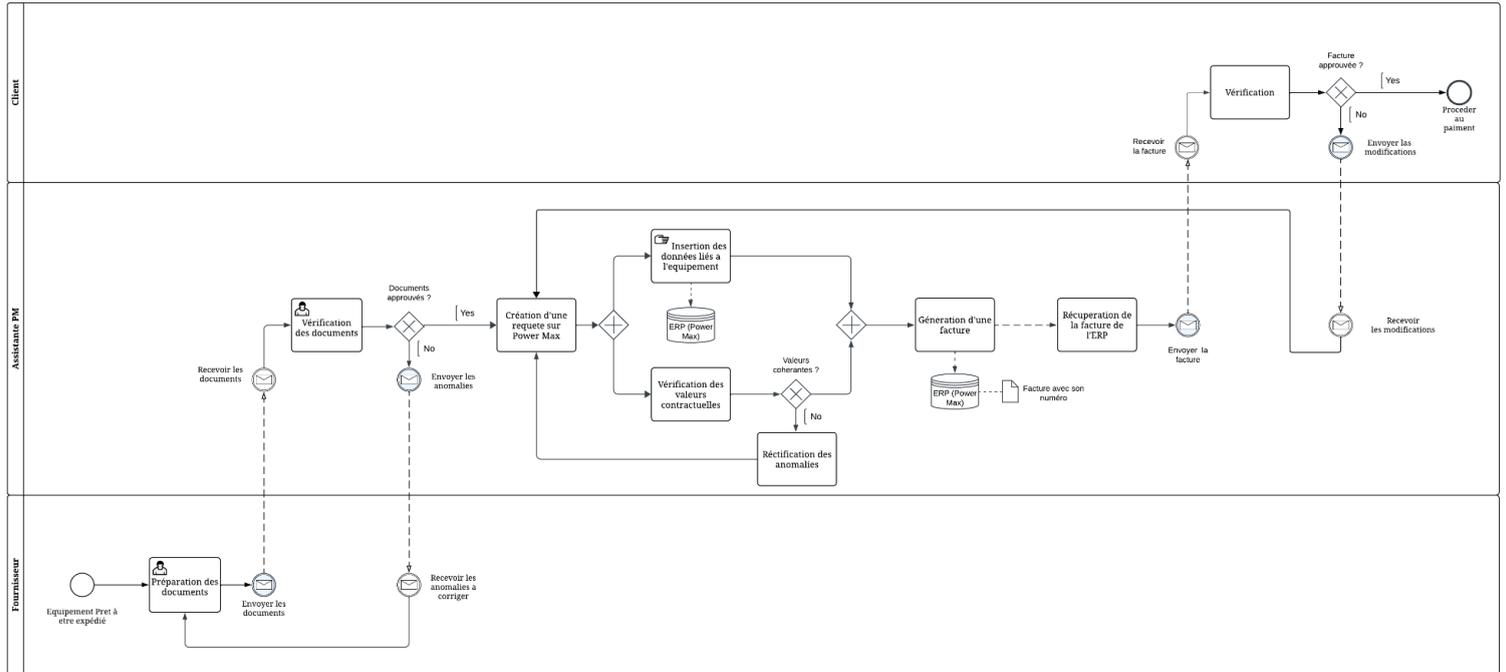


FIG 1.6 : Cartographie BPMN du processus standard de facturation de GEGP

## - Analyse du processus de facturation

Lorsqu'un équipement ou une pièce de rechange sont prêts à être facturés, l'assistant du PM rassemble toute la documentation nécessaire. Cette documentation est ensuite entrée dans l'ERP interne de GE, connu sous le nom de Power Max. L'ERP se charge de créer la facture, en générant un numéro unique pour celle-ci. Une fois la facture établie, elle est envoyée au client par l'assistant du PM.

À ce stade, le client examine la facture pour en vérifier la conformité. En cas de divergence ou d'erreur, il informe immédiatement l'assistant du PM pour rectification. Si la facture est conforme, le client procède au paiement sans délai.

Ce processus assure non seulement la conformité et la transparence, mais il renforce également la relation de confiance entre GEGP et ses clients. En garantissant que toutes les transactions sont bien documentées et suivies.

### 1.4.2.4 Warranty & Close-out (Garantie et Clôture)

La phase de garantie et de clôture d'un projet chez GE représente la période finale du processus de GDP, au cours de laquelle le produit est remis au client conformément aux obligations contractuelles de l'entreprise. Elle va faciliter l'engagement du Customer Performance Manager (CPM) ou du Customer Services Manager (CSM) pour l'administration de la garantie. Une fois cette transition opérée, le CPM/CSM va être

## Chapitre 1. Présentation du contexte et diagnostic

---

considéré comme le point de contact principal pour le client. Durant cette phase des tâches finales de clôture vont être effectuées pour mettre fin aux activités d'exécution et libérer l'équipe OTR du projet.

Durant cette dernière le PM doit veiller à ce que toutes les activités applicables de la liste de contrôle de clôture du projet soient totalement complétées. On tient à préciser que cette phase reste relativement simple à gérer .

### 1.4.2.5 Project Monitoring & Control

Cette procédure s'applique au suivi et au contrôle de projet dans l'ensemble des organisations de GEGP, couvrant toutes les phases, depuis la préparation jusqu'à la clôture du projet. Le but est de fournir à la direction l'état de la mise en œuvre du projet selon le planning, le coût, les risques/opportunités et l'accord sur les actions planifiées, et cela pour :

- Collaborer pour répondre aux attentes du client et minimiser les risques pour GE.
- Protéger et améliorer la marge financière de GE.
- Fournir un environnement de travail sûr pour GE, le client, les entrepreneurs et tous les employés.

Le suivi et le contrôle du projet décrivent l'examen régulier et systématique des activités planifiées du projet et des coûts par rapport au budget, effectuer le contrôle de la qualité et le contrôle des changements.

La procédure qui établit les principaux processus de cette partie comprenant :

#### **1. Project Reviews, Operating**

Le processus de Révision de Projet est un processus récurrent au cours duquel tous les projets actifs du portefeuille mondial de projets sont examinés à différents niveaux de direction afin d'évaluer :

- le progrès opérationnel des projets,
- les risques associés à chaque projet,
- les impacts potentiels sur les finances de l'entreprise.

Le contrôle clé du projet pour l'exactitude des finances des projets est atteint en :

- Assurant que tout changement dans l'Estimate at completion (EAC), soit intégré dans la marge globale du contrat du projet.
- Assurant que tout risque probable et estimable du projet soit pris en compte dans les finances du projet via l'EAC, dont les pénalités de retard, la garantie ou les non-conformités qualité, afin de refléter le plus précisément possible la meilleure estimation de la marge du contrat du projet.

## **Chapitre 1. Présentation du contexte et diagnostic**

---

### **2. Major Project Milestones**

Les Principaux Jalons du Projet comprennent :

- Les Jalons du Projet axés sur le client tels que la Signature du Contrat, l'Avis Limité pour Commencer (LNTP), l'Avis pour Commencer (NTP), la Réunion de Lancement avec le Client (CKOM), la Date de Mise en Service Commerciale (COD), le Certificat de Réception Provisoire (PAC), le Certificat de Réception Finale (FAC)
- Les Portes de Décision D1 à D4 pour un démarrage progressif du projet avec une implication croissante de l'équipe d'exécution du projet.

Après avoir analysé les différents processus de GDP de GEPG, nous allons, dans ce qui suit, réaliser un diagnostic sur le projet pilote sélectionné afin d'identifier les écarts et donc les dysfonctionnements.

## **1.5 Diagnostic du Projet pilote**

### **1.5.1 Présentation du projet pilote**

Nous prendrons comme projet pilote "Hassi R'mel 1"(HRM1), reconnu pour sa complexité. Cela nous permettra ensuite de détecter les dysfonctionnements en comparant avec les standards GE et puis proposer une solution à ce projet et la généraliser à tous les autres projets de GEGP en Algérie , ce choix est motivé par le fait qu'il soit le projet le plus complexe en Algérie de par sa structure contractuelle et également de part l'historique de sa réalisation que nous décrivons plus bas.

Il s'agit d'un projet de construction d'une centrale électrique à cycle ouvert , fonctionnant au Gaz naturel et au Fioul, d'une puissance totale de 368,152 MW pour son client algerien "SONALGAZ" en partenariat avec l'entreprise METKA.

Débuté en 2013, à Laghouat, plus précisément à Hassi R'mel, ce projet est toujours en cours de fabrication. Il s'agit d'un projet de type TKP, le rôle de chaque partie est représenté dans la figure 1.7 suivante.

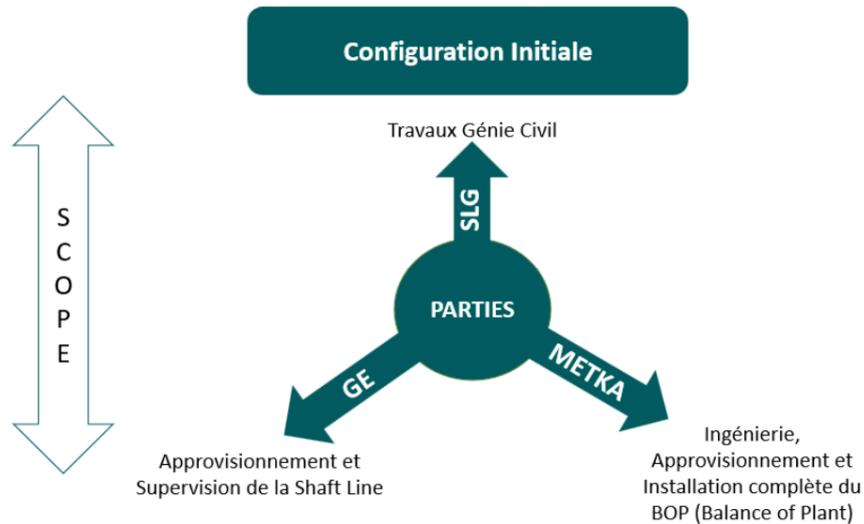


FIG 1.7 : Configuration initiale des rôles des parties du projet HRM1

### 1.5.2 Etat des lieux du projet HRM1

HRM1 est connu comme le plus complexe des projets GEGP, en raison du départ du partenaire de GEGP en pleine réalisation, suite à plusieurs conflits, qui ont conduit GEGP à l'obligation d'hériter les tâches balance of plant (BOP), qui représentent les composant de support et systèmes auxiliaires initialement fournies par le partenaire. Cette tâche est traditionnellement confiée à une entité partenaire appelée Engineering Project Construction (EPC).

Dans cette optique, nous avons effectué une visite sur le terrain à Hassi R'mel pour une période de 20 jours pour mieux comprendre les défis rencontrés et garantir l'efficacité de notre solution.

#### 1.5.2.1 Analyse du processus de facturation de HRM1

En début de projet, GEGP utilisait un logiciel de facturation appelé BAN. Cependant, lors de la pause de 6 ans du projet HRM1, GE a migré vers un nouveau logiciel appelé PowerMax. Lors de la mise en place de ce dernier, les nouveaux projets ont été migrés, mais le transfert du projet HRM1 de BAN au nouveau logiciel n'a pas été effectué, étant donné que le projet était abandonné à ce moment-là. Donc, lorsque le projet a été repris, cette transition n'avait pas été réalisée.

## Chapitre 1. Présentation du contexte et diagnostic

Une cartographie détaillée du processus de facturation de HRM1 a été élaborée conformément à la norme BPMN afin d'identifier les dysfonctionnements potentiels du processus, comme la figure 1.8 montre.

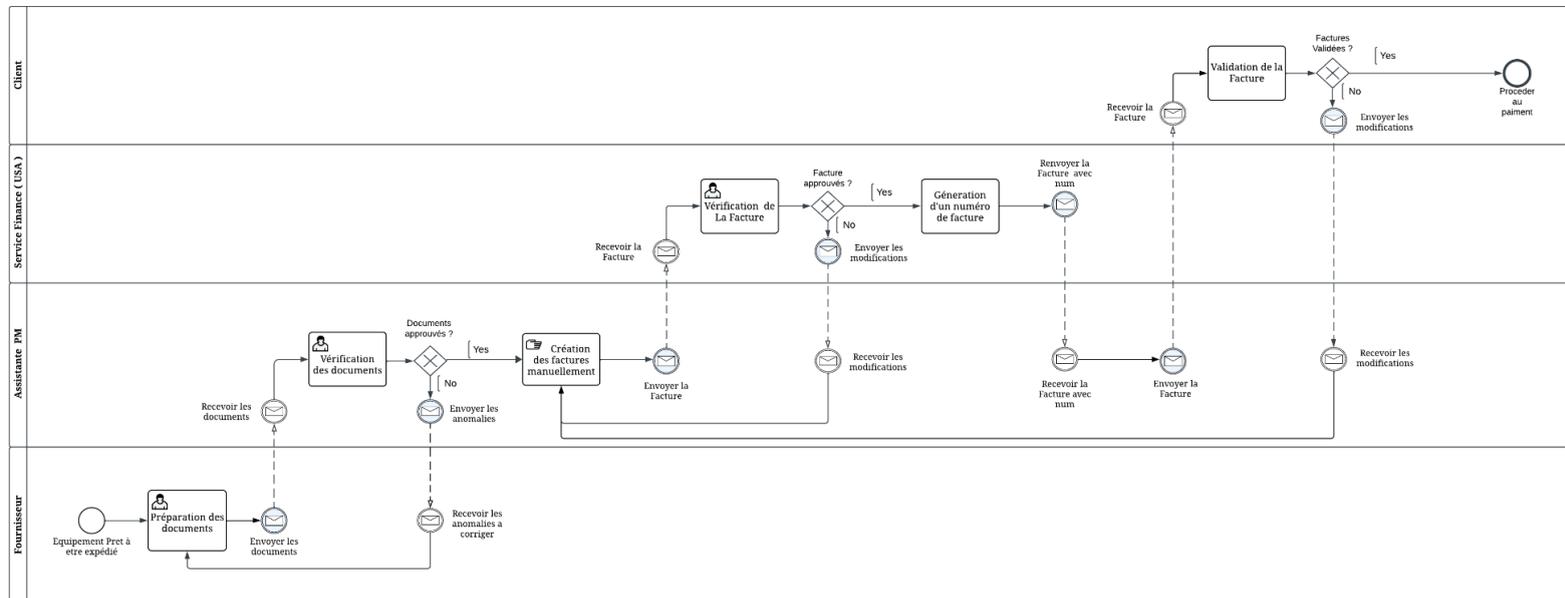


FIG 1.8 : Cartographie BPMN du processus de facturation du projet HRM 1

En comparant le processus de facturation standard de GEGP (Figure 1.6) et le processus de facturation du projet HRM 1 (Figure 1.8), on constate un grand décalage entre les deux. On peut remarquer directement que le processus de facturation de GEGP n'est pas respecté dans le cas du projet HRM 1.

Dans le cadre du projet HRM 1, l'assistante du PM prépare manuellement les factures en insérant toutes les informations nécessaires. Cependant, pour obtenir un numéro de facture, elle doit envoyer la facture au service finance basé aux États-Unis, qui se charge alors de générer un numéro en entrant la facture dans l'ERP Power Max. Alors que normalement, c'est l'assistante du PM qui devrait générer ce numéro en utilisant directement l'ERP Power Max, sans avoir à envoyer la facture au service financier des États-Unis.

Ce problème de facturation manuelle entraîne des retards importants. Attendre que le service finance renvoie la facture avec un numéro, en tenant compte du décalage horaire, les périodes de week-end et congés qui diffèrent entre l'Algérie et les USA, cela prolonge inutilement le délai de facturation. Cette situation ralentit le flux de travail et entraîne des retards dans les paiements et peut affecter la trésorerie du projet ainsi que la satisfaction des clients.

Il est à noter que ce processus est pris en charge par les USA que pour la facturation en devise, celle en dinars algériens se fait manuellement dans tous les projets.

### 1.5.2.2 Analyse du modèle de prévision de la facturation

Lors de l'analyse du modèle de prévision sur le progrès du projet, pour ensuite effectuer les prévisions de facturation pour le suivi des revenus, un jalon important dans la reconnaissance des revenus au sein de GE et qui est utilisé comme élément pour évaluer la santé financière de l'entreprise au niveau des différentes bourses. Nous avons constaté que les PMs, lorsqu'ils font leurs prévisions, se basent sur le dernier cumul du progrès envoyé par le planificateur, puis calculent le pourcentage restant pour atteindre les 100 % du cumul du progrès projet et le divisent par le nombre de mois restants selon les milestones pour avoir des prévisions de progrès.

Cette méthode utilisée par les PMs n'est pas basée sur une approche scientifique, mais est plutôt une méthode aléatoire qui n'exploite pas les informations historiques des données, notamment leur évolution. Si cela continue ainsi, les objectifs ne seront jamais atteints.

Nous avons donc identifié un autre dysfonctionnement liés à la facturation, ce dysfonctionnement ainsi que celui de la facturation manuelle détecté précédemment, peuvent être regroupés dans un même dysfonctionnement qu'on a nommé dysfonctionnement lié à la gestion des revenus, comme suit:

- **Dysfonctionnement 1 : La gestion des revenus**

Ce dysfonctionnement comme expliqué plus haut est dû principalement au manque d'outils digitaux pour la gestion des revenus, incluant la génération des factures et également la prévision des revenus à collecter pour les trimestres à venir.

### 1.5.2.3 Analyse du processus Monitoring & Control de HRM1

Pendant l'exécution de HRM1, le type de contrat n'a pas été respecté, il est passé de TKP à TKSI, ce qui a conduit GEGP à hériter d'un périmètre de responsabilités qui ne leur était pas destiné. C'est-à-dire que GEGP doit effectuer non seulement un suivi des dépenses de son cœur de métier Shaft Line mais aussi ceux des BOPs, hérité par l'ancien partenaire du projet comme suit:

**Suivi Shaft line:** GEGP dispose d'un système appelé PowerNow pour l'évaluation du budget des équipements non conforme de la Shaft line, qui est le cœur de son métier. Cependant, puisque le projet a été abandonné pendant longtemps, il ne s'agit plus seulement de matériel non conforme endommagé au fil du temps, mais aussi de matériaux manquants ayant disparu du site, utilisés par d'autres sites sans traçabilité ou même volés.

**Suivi BOPs:** Les BOPs, initialement fournis par le partenaire qui a quitté le projet, laissent GEGP sans système d'évaluation budgétaire pour ces matériaux. Cette gestion se fait donc manuellement, rendant le suivi impossible.

## Chapitre 1. Présentation du contexte et diagnostic

Cela nous mène vers un deuxième dysfonctionnement lié à la gestion de dépenses suivant:

- **Dysfonctionnement 2 : La gestion des dépenses**

Il s'agit d'un manque d'outils d'évaluation et suivi du budget par les PMs.

### 1.5.2.4 Analyse du processus de dédouanement de GEGP

Dans le système PowerMax utilisé par GEGP, les dates d'échéance de paiement sont générées lors de l'initialisation de la facture. Le système attribue une date de facturation et ajoute automatiquement la date d'échéance de paiement, ce qui crée une échéance à laquelle GE doit respecter pour éviter des pénalités.

Cependant, en Algérie, les délais de dédouanement ne sont pas fiables, ce qui signifie que les dates d'échéance générées par PowerMax ne correspondent pas toujours à la réalité des délais de dédouanement en Algérie. En conséquence, GEGP peut être pénalisée par des retards qui ne sont pas sous son contrôle. Ce qui nous mène au troisième dysfonctionnement détecté.

- **Dysfonctionnement 3:** Le processus de dédouanement n'est pas maîtrisé par GEGP.

Nous avons résumé les dysfonctionnements détectés dans le tableau 1.4 ci-dessous

Num dysfonctionnement	Phase du processus	Tâche de la phase	Dysfonctionnement	Description du dysfonctionnement	Parties Prenantes
Dys 1	Implementation	Facturation	Processus de Facturation manuel	-La facturation se fait manuellement. -Manque de digitalisation du processus de génération de factures	PMs / Assistante PM/ Finance
			Gestion des Factures	Manque de plateforme regroupant toutes les factures	PMs/ Finance
		Prévisions de revenus	Approche de prévision empirique	Méthode de prévision utilisée n'est pas scientifique et n'exploite pas l'historique des données.	PMs/ Finance

## Chapitre 1. Présentation du contexte et diagnostic

<b>Dys 2</b>	Monitoring & Control	Gestion des dépenses	Manque d'outils digitaux de suivi des dépenses du matériel	Manque de suivi des dépenses par les PMs	PMs/ Sourcing
<b>Dys 3</b>	Implementation	Dédouanement	L'absence de maîtrise du processus de dédouanement	-Les dates d'échéance générées par PowerMax ne correspondent pas toujours à la réalité des délais de dédouanement en Algérie. -Arrivée des documents en retard par rapport à celle de l'équipement -Erreurs dans les documents.	Logistique

TAB 1.4 : Analyse des phases de processus du projet HRM1

### 1.6 Choix des dysfonctionnements à résoudre

Après avoir identifié les dysfonctionnements, nous allons sélectionner le ou les ou les plus critiques pour les résoudre en priorité par manque de temps. Pour ce faire, il existe de nombreuses méthodes d'analyse multicritère pour l'aide à la décision (AMD). Étant donné qu'il s'agit d'un problème de sélection ou de choix, nous optons pour l'approche de sur-classement, et en particulier les méthodes ELECTRE 1.

#### 1.6.1 Identification des critères de choix

Pour sélectionner les dysfonctionnements les plus critiques, nous avons eu recours aux outils suivants :

- Observations
- Entretiens

L'observation consiste sur le fait que nous étions présents et avons travaillé dans les locaux de GEGP en relation avec les opérateurs afin d'observer et d'apprendre davantage le déroulement de certaines tâches.

Les dysfonctionnements étant les alternatives, et pour plus de précision nous prenons les sous-dysfonctionnements du dysfonctionnement 1 comme alternatives aussi, nous avons interviewé les PMs de GEGP, pour sélectionner des critères permettant d'évaluer et de comparer ces dysfonctionnements afin de prioriser celui qui nécessite une attention immédiate. Ces critères sont présentés dans ce qui suit.

## Chapitre 1. Présentation du contexte et diagnostic

---

Les critères à minimiser:

- **Complexité technique** : Il mesure la difficulté technique associée à la résolution du dysfonctionnement. Il prend en compte les compétences, la disponibilité des ressources technologiques nécessaires par GEGP.
- **Impact sur les parties prenantes**: Il évalue combien et dans quelle mesure le dysfonctionnement affecte les parties prenantes des projets GEGP, y compris les clients, les employés, les partenaires et les fournisseurs.

Les critères à maximiser:

- **Impact financier**: Il évalue les conséquences économiques du dysfonctionnement sur l'organisation. Il inclut les coûts directs et indirects ainsi que les pertes potentielles de revenus.
- **Impact qualité** : Il évalue dans quelle mesure le dysfonctionnement affecte la qualité des services offerts par GEGP. Il inclut les impacts sur la conformité aux standards de qualité et les attentes des clients.
- **Urgence** : Il évalue la rapidité avec laquelle le dysfonctionnement doit être résolu pour éviter des conséquences graves sur les projets. Il est totalement subjectif, selon le PM et l'état de ses projets.
- **Fréquence d'occurrence** : Il mesure à quelle fréquence le dysfonctionnement se produit chez un PM.
- **Degré d'intervention du PM**: Il indique si le PM doit intervenir fréquemment dans l'exécution des opérations du dysfonctionnement.

### 1.6.2 Matrice de performance des dysfonctionnements

Avec l'aide des quatre PMs de GEGP, nous avons attribué un poids à chaque critère et une pondération à chaque dysfonctionnement pour chaque critère en utilisant une échelle de 1 à 5, où 5 représente la plus grande note pour les critères à maximiser, et inversement pour les critères à minimiser, comme le montre le tableau 1.5 suivant qui représente la matrice de performance.

Critère	Sous-dys 1-1 : Gestion des revenus : Processus de Facturation manuel	Sous-dys 1-2: Gestion des revenus : Approche de prévision empirique	Dys 2: Gestion des dépenses	Dys 3: Absence de maîtrise du dédouanement	Poids
Impact financier	5	5	5	5	3
Complexité technique	3	2	4	5	3
Impact qualité	4	2	2	2	4

## Chapitre 1. Présentation du contexte et diagnostic

Urgence	5	3	5	2	5
Fréquence d'occurrence	4	5	5	3	5
Impact sur les parties prenantes	3	4	3	5	4
Degré d'intervention du PM	4	5	5	1	4

TAB 1.5 : Matrice des performance des dysfonctionnements

En utilisant la méthode ELECTRE 1, nous avons déduit que le dysfonctionnement de la gestion des dépenses et le sous-dysfonctionnement de la gestion des revenus, processus de facturation manuel sont les plus critiques, puis le sous dysfonctionnement de l'approche de prévision qui vient juste après, et enfin le dysfonctionnement de la non maîtrise des retards relatifs au dédouanement qui ne sera que traité dans les perspectives, comme le montre le graphe de surclassement suivant.

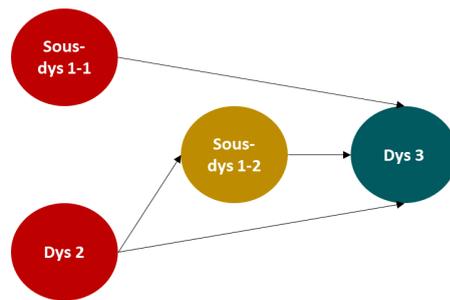


FIG 1.9 : Graphe de sur-classement des dysfonctionnements

### Conclusion

Suite à l'étude de l'existant, la compréhension du contexte d'activité et les conclusions retenues de notre analyse, nous avons pu formuler de manière précise les questions à résoudre. Ensuite grâce à nos diagnostics du processus de GDP de GEGP, nous avons identifié plusieurs dysfonctionnements, Parmi ceux-ci, on peut citer la mauvaise gestion des revenus dont la facturation et les prévisions de ce qui reste à facturer, l'absence d'outils de suivi des dépenses du projet par les PMs, un Handicap pour la GDP. Et le retard dans le processus de dédouanement. Ces dysfonctionnements sont non seulement susceptibles de retarder la livraison des projets aux clients, mais ils entraînent des pénalités, compromettant ainsi la satisfaction client et la rentabilité des projets. Enfin, nous avons sélectionné les dysfonctionnements les plus critiques par une méthode scientifique pour les résoudre en premier. Dans la partie qui suit, nous présenterons les concepts théoriques utilisés, ainsi que la solution proposée et la méthodologie de GDP que nous avons adoptée pour sa conception.

## **Chapitre 2 : Etat de l'art**

### Introduction

L'objectif de cette deuxième partie est de consolider les fondements théoriques et conceptuels sur lesquels repose notre travail. Cette recherche bibliographique est suffisamment détaillée pour suivre la progression du travail présenté. Elle se compose de quatre parties principales, dont la première introduit la gestion de projets sur laquelle repose notre étude, en tenant compte de l'environnement dans lequel se situe la problématique pour assurer le bon choix de la méthode à suivre dans la suite. La deuxième partie présente les outils et langages de modélisation des processus métier utilisés dans le diagnostic et l'analyse du processus internes, ainsi que l'outil AMD utilisé. La troisième partie aborde la digitalisation et l'automatisation, elle traite la technologie utilisée dans la solution, à savoir le langage Visual Basic For Applications (VBA), et la Business Intelligence (BI). Enfin, la quatrième partie présente les différents outils et techniques scientifiques de prévisions qui nous permettront de consolider notre proposition.

### 2.1 La gestion de projets

Puisque notre étude se déroule en gestion de projet, et qu'un projet pilote a été sélectionné pour la partie solution, nous allons commencer par comprendre qu'est ce que c'est un projet, le mode projet et son cycle de vie.

#### 2.1.1 Un Projet

##### 2.1.1.1 Définition d'un projet

Un projet est un processus unique qui consiste en un ensemble d'activités coordonnées et maîtrisées comportant des dates de début et de fin, entrepris dans le but d'atteindre un objectif conforme à des exigences spécifiques, incluant des contraintes de délais, coûts et ressources.[5]

Une définition plus pragmatique est qu'un projet représente l'ensemble des actions à entreprendre afin de répondre à un besoin défini dans des délais fixés (le projet a un début et une fin). Le projet mobilise des ressources identifiées (humaines et matérielles) durant sa réalisation, celui-ci possède également un coût et fait donc l'objet d'une budgétisation de moyens.

Un projet peut être symbolisé par un triangle dit « triangle projet ». Ce triangle est l'image couramment retenue pour caractériser les trois paramètres fondamentaux d'un projet. La réussite d'un projet passe par la satisfaction des critères suivants [6] :

- Objectifs (qualité technique)
- Coûts (qualité économique)

- Délais (qualité temporelle)

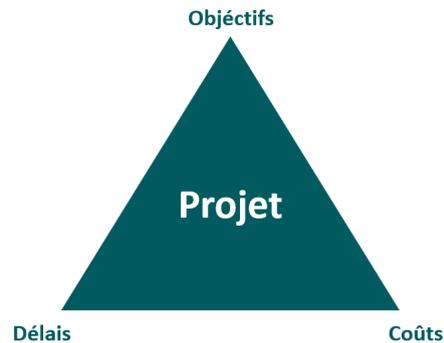


FIG 2.1 : Le triangle O-C-D

### 2.1.1.2 Le mode projet

C'est une méthode de management qui consiste à faire travailler, sur un même projet, plusieurs personnes. Les parties prenantes peuvent provenir d'entreprises, de métiers ou de services différents. Mais partagent tous un objectif commun, qui est l'atteinte des objectifs fixés préétablies. Ces différentes personnes constitueront l'équipe projet, et c'est avec elle que le PM pourra réaliser le projet [6].

### 2.1.1.3 Cycle de vie d'un projet

Le cycle de vie d'un projet représente une série de phases que celui-ci traverse, depuis son initialisation jusqu'à sa clôture [6]. Une phase de projet est un ensemble d'activités du projet liées logiquement qui aboutit à la réalisation d'un ou de plusieurs livrables. Ces phases peuvent être séquentielles, itératives ou parallèles. Leur nom, leur nombre et leur durée sont déterminés par la nature du projet lui-même et par son domaine d'application.

Il existe trois cycles de vie de projet selon l'ordre dans lequel les phases sont exécutées :

1. **Cycle de vie en parallèle:** les phases sont gérées en parallèle les unes par rapport aux autres, il n'y a pas d'enchaînement précis. Elles ne commencent et ne se terminent pas nécessairement en même temps, comme c'est le cas des projets de GEGP.
2. **Cycle de vie prédictif:** les phases s'enchaînent les unes après les autres et ne se chevauchent pas, elles sont séquentielles.
3. **Cycle de vie adaptatif:** les phases s'enchaînent en circularité, elles sont itératives.

### 2.1.2 Définition de la gestion de projets (GDP)

D'après le Project management institut (PMI), le management de projet (MP) est l'application de connaissances, de compétences, d'outils et de méthodes aux activités d'un projet afin de répondre à ses besoins.

Et d'après le International Project Management Association (IPMA), le MP consiste à planifier, organiser, piloter et maîtriser tous les aspects d'un projet, ainsi que la motivation de tous ceux qui sont impliqués dans le projet et à maîtriser la relation client, afin d'atteindre les objectifs de façon sûre tout en respectant tous les critères définis en matière de coût, de délais et de performance.

La GDP offre de nombreux avantages dont les suivants :

- Projet complet plus rapide, moins cher (rentabilité) avec une qualité supérieure, et moins de problèmes.
- Obtenir une meilleure compréhension du projet.
- Fournir une base pour la surveillance et le contrôle.
- Améliorer la qualité et la fiabilité des livrables.

### 2.1.3 Méthodes de GDP

D'après le PMI, une méthodologie est « un système de pratiques, de techniques, de procédures et de règles utilisé par ceux qui travaillent dans une discipline ».

Une méthode de GDP comprend un ensemble de consignes, de modèles et de techniques qui aident les PMs à gérer leurs projets de la manière la plus efficace possible tout en leur assurant une performance la plus optimale possible.

Il exist une variété de méthodes de GDP accompagnées d'outils appropriés, sélectionnées selon le besoin et le type du projet, nous présentant les deux types les plus connues qui sont :

1. **Les méthodes classiques:** Elles se caractérisent par leur approche séquentielle des phases de gestion d'un projet. tels que la méthode Waterfall et Cycle en V.
2. **Les méthodes agiles :** Elles consistent en un ensemble de pratiques qui découlent de la méthodologie agile. Celle-ci représente un processus, qui a pour but d'aider les entreprises à concevoir des produits en favorisant le développement itératif, la collaboration entre les équipes et la prise en compte rapide de l'évolution des besoins tout au long du processus de développement car dans un environnement incertain, les limites initiales du projet divergent rapidement de la réalité [7]. Plusieurs méthodes agiles sont utilisées comme Scrum, Kanban, Scrumban, Lean, etc.

### 2.1.3.1 Comparaison entre les méthodes Classiques et Agiles

Les deux approches représentées des meilleures pratiques pour la GDP, mais il existe quelques différences entre elles, peuvent être des avantages ou des inconvénients selon le type du projet, comme présenté dans le tableau 2.1 suivant.

	Méthodes Classiques	Méthodes Agiles
Avantages	Les projets sont bien planifiés dès le départ, avec des étapes claires et des échéances définies. Cela permet une prévision plus précise de facturation et des délais.	Les rétrospectives régulières permettent à l'équipe de s'améliorer continuellement et d'optimiser ses processus et sa productivité.
	Une documentation exhaustive est créée avant le début de chaque phase, ce qui peut être utile pour le transfert de connaissances et pour assurer la clarté des exigences.	Les méthodes agiles sont hautement flexibles et peuvent s'adapter rapidement aux changements de besoins ou de priorités en cours de projet, comme ceux de digitalisation.
Inconvénients	Une fois qu'une phase est terminée, il est difficile de revenir en arrière pour apporter des modifications. Cela peut être problématique si les exigences changent en cours de projet.	La flexibilité et les changements fréquents peuvent rendre difficile la prévision de facturation et des délais.

TAB 2.1 : Tableau de comparaison des méthodes GDP

Puisque notre projet est un projet de digitalisation et pour d'autres raisons détaillées dans la troisième partie dans le choix de la méthode, nous avons adopté la méthode agile :SCRUM, que nous allons présenter en détail dans ce qui suit.

### 2.1.3.2 Méthode Agile : Scrum

Scrum est un Framework issu de la méthodologie de gestion de projet agile. Son utilisation permet de développer, de livrer et de maintenir des produits complexes. Cette approche se base sur la collaboration, la responsabilité et le progrès itératif [8].

La spécificité de Scrum se trouve dans la façon dont elle fonctionne en utilisant :

- **Des rôles** : Product Owner, Scrum master, Scrum team.

## Chapitre 2. Etat de l'art

---

- **Des événements** : les Sprints à durée bien définie, les Daily Scrum de 15 min par jour, le Sprint Planning meeting, le Sprint review et le Sprint retrospective.
- **Des artefacts** : Product backlog, sprint backlog, livrables

### - **Théorie de Scrum**

Scrum repose sur l'empirisme et la pensée lean. L'empirisme affirme que la connaissance vient de l'expérience et de la prise de décisions basées sur les observations, et la pensée lean réduit les gaspillages et se concentre sur l'essentiel [8].

Cette technique utilise une approche itérative et incrémentale pour optimiser la prévisibilité et contrôler les risques. Il engage des groupes de personnes ayant les compétences nécessaires pour réaliser le travail et acquérir ou partager ces compétences selon les besoins.

### - **Piliers de Scrum**

Scrum repose sur trois piliers empiriques : transparence, inspection et adaptation, implémentés à travers quatre événements formels dans un cadre appelé Sprint.

- **Le Sprint** : Les Sprints sont le cœur de Scrum, transformant les idées en valeur. Ils durent en moyenne entre 2 à 4 semaines. Un nouveau Sprint commence immédiatement après la fin du précédent.
- **Règles du Sprint** :
  - Aucun changement n'est fait qui peut mettre en danger l'objectif du Sprint.
  - La qualité ne diminue pas.
  - Le backlog du produit est affiné si nécessaire.
  - L'étendue du travail peut être clarifiée et renégociée avec le Product Owner au fur et à mesure des apprentissages.

### - **Événements de Scrum**

1. **Sprint Planning** : Planifie le travail à réaliser durant le Sprint. Le Product Owner s'assure que les éléments importants du backlog du produit sont prêts pour être discutés. Trois sujets sont abordés :

1. Pourquoi ce Sprint est-il précieux ?
2. Que peut-on faire pendant ce Sprint ?
3. Comment le travail sera-t-il réalisé ?

2. **Daily Scrum** : C'est une réunion quotidienne de 15 minutes pour inspecter les progrès vers l'objectif du Sprint et adapter le plan de travail, un burndown chart peut être utilisé pour le suivi de l'avancement.
3. **Sprint Review** : Inspecte le résultat du Sprint et détermine les adaptations futures. Les résultats sont présentés aux parties prenantes et discutés pour décider des prochaines étapes.
4. **Sprint Retrospective** : Planifie les moyens d'améliorer la qualité et l'efficacité. Le Scrum Team inspecte le dernier Sprint en termes d'interactions, processus, outils, et Definition of Done. Les changements les plus impactants sont abordés dès que possible [8].

### - Artefacts de Scrum

1. **User Story** : C'est l'histoire utilisateur, une description simple du produit du point de vue de l'utilisateur final ou du client. Elle est utilisée pour capturer les exigences du produit.
2. **Product Backlog** : Liste émergente et ordonnée des éléments nécessaires pour améliorer le produit. Les éléments prêts pour un Sprint sont sélectionnés et affinés en continu.
3. **Sprint Backlog** : Composé de l'objectif du Sprint, des éléments du Product Backlog sélectionnés et d'un plan pour livrer l'incrément. Il est mis à jour en temps réel durant le Sprint.

## 2.1.4 Concepts utilisés en GDP

### 2.1.4.1 La facturation

C'est le processus par lequel une entreprise génère et envoie des factures à ses clients pour les biens ou services fournis. Elle inclut la description des produits, les quantités et les prix

### 2.1.4.2 Dépenses

Les dépenses dans une entreprise représentent tous les coûts engagés pour ses opérations, qu'il s'agisse de matériaux, de salaires, de services, ou d'autres coûts d'exploitation. Ces dépenses peuvent être classées en deux catégories : les dépenses facturables, qui sont directement répercutées sur les clients par la facturation, et les dépenses non facturables, qui doivent être absorbées par l'entreprise. Le suivi des dépenses est un processus essentiel pour contrôler les coûts et assurer une gestion financière efficace. Il implique la surveillance, l'enregistrement et l'analyse des dépenses afin de s'assurer qu'elles sont conformes aux budgets prévus et aux objectifs financiers de l'entreprise.

Ces processus ont été diagnostiqués par une modélisation puis analyse des processus métiers par des normes présentées dans le titre suivant.

### 2.2 Les processus métier

La réussite de tout projet de transformation digitale repose en grande partie sur les résultats de la première phase d'état de l'existant et de la définition du besoin en amont. Pour cela, il était essentiel de procéder à une modélisation détaillée des processus.

#### 2.2.1 Définition d'un processus métier

Une définition complète d'un processus métier « Un processus est défini comme un enchaînement partiellement ordonné d'exécution d'activités qui, à l'aide de moyens techniques et humains, transforme des éléments d'entrée en éléments de sortie en vue de réaliser un objectif dans le cadre d'une stratégie donnée ». [9]

#### 2.2.2 Modélisation des processus métier

Les modèles de processus métier servent de liens entre les techniciens et les professionnels, facilitant la description des flux de travail séquentiels, parallèles et alternatifs au sein d'une organisation pour atteindre les objectifs fixés. Les visualisations des processus améliorent significativement la compréhension par rapport aux descriptions textuelles. Il est prouvé que 85 % des informations des organisations sont stockées sous forme de documents textuels, et cette documentation volumineuse continue de croître plus rapidement que les structures de données conventionnelles. Ces documents sont souvent dispersés dans différents services, rendant le travail encore plus difficile. Par conséquent, il semble que seuls les analystes de processus expérimentés soient en mesure de réaliser une modélisation précise des processus à partir de ces textes [10].

Pour effectuer le diagnostic interne des processus de GDP de GEGP, nous avons d'abord modélisé les différents processus qui étaient textualisés avec l'approche processus comme vu dans la partie précédente, puis utiliser un outil précis pour détailler les processus.

##### 2.2.2.1 L'approche processus

Faisons partie des sept principes de l'ISO, l'approche processus est un moyen d'organiser et de gérer les activités afin de créer de la valeur les autres parties prenantes.

Les projets sont souvent gérés de manière verticale, organisés en une hiérarchie de sous-équipes et de départements fonctionnels. La responsabilité de livrer les résultats attendus est répartie entre ces entités, rendant le client final ou d'autres parties prenantes peu visibles pour chaque équipe. Par conséquent, les problèmes qui apparaissent aux frontières entre ces équipes sont souvent jugés moins prioritaires que les objectifs à court terme de chaque unité. Cela limite les améliorations potentielles, car les actions sont généralement orientées vers les tâches spécifiques plutôt que vers les résultats globaux du projet.

## Chapitre 2. Etat de l'art

---

L'approche par processus en gestion de projet introduit une gestion horizontale, franchissant les barrières entre les différentes équipes et alignant leurs efforts sur les principaux objectifs du projet. Cette approche permet de diagnostiquer les processus de manière plus globale et de détecter les dysfonctionnements. En gérant les processus comme un système défini par le réseau de processus et leurs interactions, on crée une meilleure compréhension de la valeur ajoutée à chaque étape du projet.

En adoptant cette approche systémique, la performance du projet peut être améliorée en harmonisant les efforts de toutes les équipes vers les objectifs communs. Les processus de gestion de projet deviennent ainsi plus transparents. Cette méthode assure la réussite globale du projet plutôt que les objectifs individuels des différentes unités fonctionnelles seulement.

Selon l'ISO 9001:2015, l'approche processus est modélisée comme la figure 2.2 suivante.

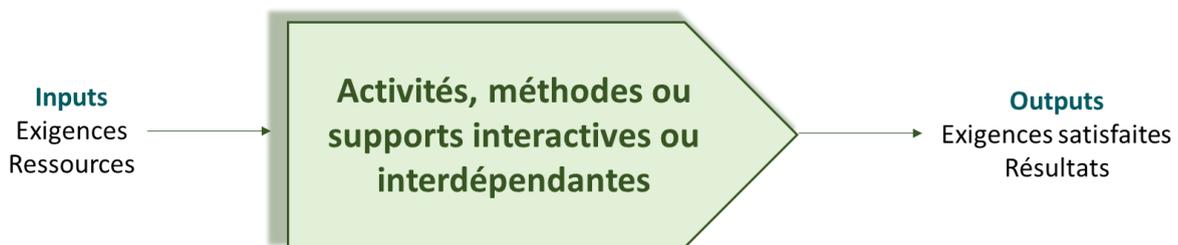


FIG 2.2 : Premier niveau de l'approche processus selon l'ISO 9001:2015

Pour mieux analyser les détails interne à chaque processus , nous avons utilisé un outil de modélisation, la norme Business Process Model and Notation (BPMN).

### 2.2.2.2 La norme Business Process Model and Notation (BPMN)

Le Business Process Model and Notation (BPMN), est une méthode de logigramme qui modélise en détail les étapes d'un processus métier planifié. C'est un élément clé de la gestion des processus métier, permettant de représenter visuellement une séquence détaillée des activités et des flux d'informations nécessaires à la réalisation d'un processus d'une manière standardisée[11]. Son objectif principal est de mettre en place une notation qui soit réellement compréhensible pour tous les utilisateurs des entreprises. La décision d'adopter cette norme pour le projet a été motivée par sa popularité et sa facilité de mise en œuvre.

La méthode a été standardisée par l'Object Management Group (OMG) et est souvent comparée au langage UML (Unified Modeling Language) utilisé dans la conception de logiciels.

Le diagramme BPMN est caractérisé par quatre types d'éléments [11]:

### 1. Objets de flux

- Événements : Ils déclenchent, modifient ou terminent un processus. Ils sont représentés par des cercles contenant des symboles spécifiques selon le type d'événement. Ils se classent en deux catégories : receveur ou lanceur.
- Activités : Une activité est une tâche particulière effectuée par une personne ou un système, représentée par un rectangle aux coins arrondis. Les activités peuvent inclure des sous-processus, des boucles, des compensations et des instances multiples.
- Passerelles : Elles déterminent les points de décision dans le processus où le flux peut diverger ou converger. Elles sont représentées par des losanges.

### 2. Objets de connexion

- Flux de séquence : Ils indiquent l'ordre des activités à effectuer et sont représentés par une ligne droite fléchée. Les flux de séquence peuvent être conditionnels ou par défaut.
- Flux de message : Ils représentent les messages qui passent d'une piste à une autre, traversant les séparations au sein d'une entreprise, comme les différents services. Ils sont représentés par une ligne en pointillés avec un cercle au départ et une flèche à la fin.
- Association : Représentée par une ligne en pointillés, elle associe un artefact ou un texte à un événement, une activité ou une entrée.

### 3. Couloirs

- Piscines : Une piscine représente les principaux participants d'un processus. D'autres piscines peuvent représenter des entreprises ou des services différents mais impliqués dans le processus.
- Couloirs : Les couloirs d'une piscine montrent les activités et le flux pour un certain rôle ou participant, définissant qui est responsable de quelles parties du processus.

### 4. Artefacts

- Objets de données : Indiquent quelles données sont nécessaires à une activité.
- Groupes : Montrent un regroupement logique d'activités mais ne modifient pas le déroulement du diagramme.
- Annotations : Fournissent des explications supplémentaires sur une partie du diagramme.

Après avoir détecté les dysfonctionnements, comme vu dans la première partie, nous avons utilisé une méthode d'aide multicritère à la décision pour détecter le ou les dysfonctionnements les plus critiques, que nous allons définir dans ce qui suit.

### 2.3 Aide Multicritère à la Décision (AMD)

#### 2.3.1 Définition de l'AMD

En se basant sur le postulat d'optimum qu'il existe au moins une solution optimale démontrée objectivement, l'AMD aide à résoudre ce problème du choix de la meilleure solution tout en considérant plusieurs aspects du problème lui-même, et en intégrant toutes les parties prenantes [12]. Cette approche vise à évaluer et à comparer plusieurs alternatives en fonction de différents critères. Cette méthode est particulièrement utile dans des contextes où les décisions sont complexes et nécessitent la prise en compte de plusieurs facteurs souvent conflictuels.

#### 2.3.2 Les méthodes d'agrégation de l'AMD

1. **Agrégation complète (top-down approach)** : On cherche à agréger les  $n$  critères afin de les réduire en un critère unique.
2. **Agrégation partielle (bottom-up approach)** : On cherche à comparer des actions potentielles ou des classements les uns aux autres et à établir entre ces éléments des relations de surclassement. On doit alors respecter l'incomparabilité. Dans cette approche, la technique consiste à comparer les actions deux à deux et à vérifier si, selon certaines conditions préétablies, l'une des deux actions surclasse l'autre ou pas et ce, de façon claire et nette.
3. **Agrégation locale**: On cherche en premier lieu une solution de départ. Par la suite, on procède à une recherche itérative pour trouver une meilleure solution.

Puisqu'il s'agit d'un problème de sélection ou de choix du dysfonctionnement le plus critique, nous avons opté pour l'approche d'agrégation partielle, plus précisément ELECTRE 1, cette approche est idéale pour détecter et hiérarchiser les dysfonctionnements en se concentrant sur celui qui nécessite une attention prioritaire, garantissant ainsi une gestion efficace des problèmes les plus critiques.

#### 2.3.3 ELECTRE 1

ELECTRE 1 permet de résoudre les problèmes multi critère de choix. Cette méthode permet d'identifier le sous-ensemble d'actions offrant le meilleur compromis possible souvent utilisé dans le choix de projets concurrents, afin d'identifier le sous-ensemble de projets le plus performant sur la base des critères considérés. Dans le cas de la méthode Electre I, on définit de vrais-critères, on retrouve également une notion de concours dans cette méthode pour retenir les meilleurs.

On considère un ensemble  $A$  de  $m$  actions, qui représentent l'objet de la décision, dont le but est d'identifier un sous-ensemble d'actions offrant un meilleur compromis parmi l'ensemble de départ. On définit pour chaque critère une fonction d'évaluation  $g_j$  (où  $j=1$  à  $n$ ,  $n$  est le

## Chapitre 2. Etat de l'art

---

nombre de critères), pour chaque critère, on évalue un poids  $k_j$  qui augmente avec l'importance du critère. L'indice de concordance pour deux actions  $a$  et  $b$  est noté par  $C(a,b)$ , compris entre 1 et 0, il mesure la pertinence de l'assertion «  $a$  surclasse  $b$  », comme suit :

On considère un ensemble  $A$  composé de  $m$  actions, qui représentent l'objet de la décision. Le but est d'identifier un sous-ensemble d'actions offrant un meilleur compromis parmi l'ensemble initial. Pour chaque critère  $j$  (où  $j$  varie de  $j=1$  à  $n$ , avec  $n$  étant le nombre de critères), on définit une fonction d'évaluation  $g_j$ . Chaque critère est associé à un poids  $k_j$ , qui augmente avec l'importance du critère.

L'indice de concordance pour deux actions  $a$  et  $b$ , noté  $C(a,b)$ , est compris entre 0 et 1 et mesure la pertinence de l'affirmation «  $a$  surclasse  $b$  » comme suit :

$$C(a, b) = \frac{\sum_{\forall j, g_j(a) \geq g_j(b)} k_j}{K} \text{ avec } K = \sum_{j=1}^n k_j$$

L'indice de discordance  $D(a,b)$  est défini par :

$$D(a, b) = 0 \text{ Si } \forall j, g_j(a) \geq g_j(b)$$

Sinon

$$D(a, b) = \frac{1}{\delta} \max_j [g_j(b) - g_j(a)]$$

avec  $\delta$  la différence maximale entre le même critère pour deux actions données.

La relation de surclassement pour Electre I est construite par la comparaison des indices de concordance et de discordance à des seuils limites de concordance  $\hat{c}$  et de discordance  $\hat{d}$ .

Ainsi,  $a$  surclasse  $b$ , si :

$$a S b \Leftrightarrow C(a, b) \geq \hat{c} \text{ et } D(a, b) \leq \hat{d}$$

Après avoir sélectionné les dysfonctionnements les plus critiques, nous avons identifié et validé le besoin en suivant l'approche de l'analyse fonctionnelle du management de la valeur pour s'assurer à résoudre le cœur de la problématique et non pas seulement ses symptômes.

### 2.4 Management de la valeur

#### 2.4.1 Définition de la Valeur

D'après la norme X50 150, la valeur est le jugement porté par la société notamment le marché et les clients potentiels sur l'utilité des prestations offertes par l'entreprise comme réponse à des besoins. Elle se caractérise par l'utilité est liée directement à l'utilisation que l'utilisateur aura du produit.

#### 2.4.2 Définition du management de la valeur

Le management de la valeur est une approche systématique qui vise à maximiser la valeur d'un produit en s'assurant que toutes les fonctions nécessaires sont accomplies au coût le plus optimal. Elle repose sur l'analyse fonctionnelle pour identifier et évaluer les fonctions d'un produit ou d'un service et proposer des solutions innovantes pour améliorer ces fonctions tout en réduisant les coûts [14].

#### 2.4.3 Analyse Fonctionnelle

##### 2.4.3.1 Définition de l'analyse fonctionnelle

L'analyse fonctionnelle est une méthode de travail qui permet de définir les besoins d'un produit en termes de fonctions, au prix le plus juste. Son but est d'optimiser la conception ou la reconception de produits en s'appuyant sur les fonctions que doit réaliser le produit, pré-définis avec le client. Une fois les fonctions du produit identifiées et caractérisées, l'équipe de conception peut mesurer son état d'avancement et de réussite par rapport à des critères objectifs.

##### 2.4.3.2 Les étapes de l'analyse fonctionnelle

Lors d'une démarche d'analyse fonctionnelle, il est nécessaire de suivre les étapes suivantes, présentées dans un ordre chronologique.

1. **L'Analyse du Besoin:** Elle permet d'exprimer et de valider le besoin.
2. **L'Analyse Fonctionnelle du Besoin:** Elle permet d'identifier les relations du produit avec son contexte d'utilisation, afin de dégager des Fonctions de Service, aptes à satisfaire le besoin.
3. **L'Analyse Fonctionnelle Technique:** Elle permet de déterminer les fonctions techniques nécessaires à chaque fonction de service. Ces fonctions techniques guident les concepteurs dans la recherche des solutions technologiques pour rendre l'idée du produit réel.

Dans notre étude, nous n'avons utilisé que la première étape pour identifier le besoin et puis les autres étapes étaient développées d'une autre manière.

### 2.4.3.3 Analyse du besoin

**1- Définition du besoin :** Selon l'AFNOR, Un besoin est un désir (ou une nécessité) éprouvé par l'utilisateur d'un système.

**2- Expression du besoin :** Pour exprimer le besoin, il faudra le verbaliser, et cela en se posant les trois questions suivantes [13] :

- A **qui** le produit rend-il service ? Au **client**
- **Sur quoi** le produit agit-il ? Sur la **matière d'oeuvre**
- Dans **quel but** ? Pour satisfaire le **besoin**

**3- Enoncé du besoin:** Les réponses à ces trois questions aboutissent à un énoncé du besoin, qui rédigé de la façon suivante [13] :

Le produit rend service au client en agissant sur la matière d'oeuvre pour satisfaire le besoin.

**4- Modélisation du besoin :** Le besoin peut être modélisé par un schéma de la méthode APTE, appelé "La Bête à cornes", comme illustré dans la figure 2.3 suivante.

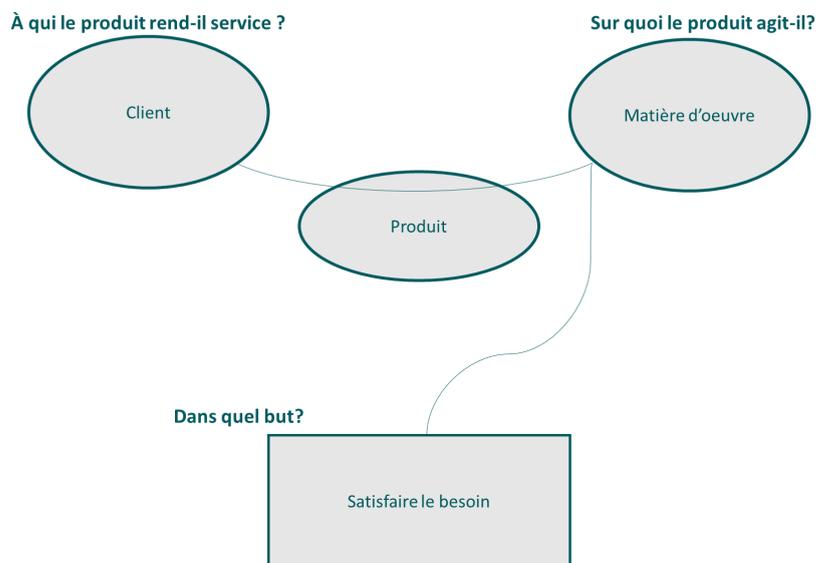


FIG 2.3 : Le schéma du besoin : La bête à cornes

Pour organiser notre fichier source de notre solution, nous nous sommes inspirés de la méthode des 5S que nous présenterons dans le titre suivant.

### 2.5 La méthode des 5S

#### 2.5.1 Définition

La méthode des 5S est issue de l'industrie automobile et fait partie du Lean Management. Elle a pour but principal d'éliminer toutes les tâches parasites afin de se concentrer uniquement sur celles à valeur ajoutée sur le poste de travail. L'objectif est d'améliorer la productivité en optimisant la propreté et l'ordre dans l'environnement de travail, ce qui entraîne également une augmentation de la sécurité et du confort des opérateurs.

#### 2.5.2 Les 5 étapes de la méthode des 5S

- **Seiri (Supprimer l'inutile) :**Éliminer toute action qui ne contribue pas à l'objectif principal afin de ne pas perdre de temps sur des tâches « parasites » et de limiter les risques d'erreur.
- **Seiton (Situer les choses) :**Ranger de manière rationnelle ce dont on a besoin pour éviter de perdre du temps en recherche. Le principe est « Une place pour chaque objet, chaque objet à sa place ».
- **Seiso (Faire scintiller) :** Conserver un espace de travail propre et rangé en nettoyant régulièrement cet espace à chaque fin de tâche.
- **Seiketsu (Standardiser) :** Définir des règles de production ainsi que de contrôle en début de poste, de rangement et de nettoyage en fin de poste.
- **Shitsuke (Suivre) :** Suivre les règles définies dans un esprit d'amélioration continue, auditer les postes de travail et écouter les opérateurs pour progresser encore.

### 2.6 Base de données relationnelles

#### 2.6.1 Définition et avantages

Selon Oracle, une base de données se définit comme étant un ensemble d'informations qui est organisé de manière à être facilement accessible, géré et mis à jour. Elle est utilisée par les organisations comme méthode de stockage, de gestion et de récupération de l'information” [15]

Une base de données relationnelle est alors un “un type de base de données qui stocke et fournit un accès à des points de données liés les uns aux autres. Les bases de données relationnelles sont basées sur le modèle relationnel, un moyen intuitif et simple de représenter des données dans des tables.” [15]

## Chapitre 2. Etat de l'art

---

Les bases de données relationnelles sont dotées de propriétés cruciales désignées par l'acronyme ACID :

- **Atomicité** : Cette propriété définit tous les éléments constituant une transaction de base de données.
- **Cohérence** : Ceci se fait par la vérification que toutes les "instances" d'une base de données contiennent les mêmes données à tout moment.
- **Isolement** : La capacité de la BDD à conserver invisible l'effet d'une transaction aux autres utilisateurs jusqu'à ce que son engagement soit effectif, afin d'éviter toute confusion.
- **Durabilité** : La BDD garantit que les modifications de données deviennent permanentes une fois que l'engagement de la transaction est effectif. [15]

### 2.6.2 Méthode MERISE

Acronyme signifiant Méthode d'Etude et de Réalisation Informatique par les Sous-Ensembles ou pour les Systèmes d'Entreprise, La méthode MERISE est un outil largement utilisé actuellement pour la création des bases de données et ainsi la conception des systèmes informatiques. Cette méthode se caractérise par :

- Une approche systémique modélisant l'entreprise sous forme de systèmes
- Une séparation entre données statiques et traitements
- Une approche par niveau (conceptuel, organisationnel, logique et physique) [16]

Pour l'application de la méthode MERISE, quelques étapes doivent être déroulées. Nous les énumérons ci-dessous :

**1. Le dictionnaire des données** : Il s'agit d'un document qui permet de recenser, de classer et de trier toutes les données collectées. Ce dictionnaire contient des données sur les données afin d'établir la sémantique et la préserver au cours du traitement, le tableau 2.2 illustre un dictionnaire de données :

Attribut ( nom de la donnée)	Signification	Domaine (Longueur)

TAB 2.2 : Dictionnaire des données

**2. Les dépendances fonctionnelles** : L'établissement des dépendances fonctionnelles permet de comprendre les liens existants entre chaque donnée. Il s'agit de la pierre angulaire de toute l'analyse des données. Une donnée B dépend fonctionnellement (ou est en dépendance fonctionnelle) d'une donnée A lorsque la connaissance de la valeur de la donnée A nous

## Chapitre 2. Etat de l'art

---

permet la connaissance d'une et au maximum une seule valeur de la donnée B.

Cette étape nous permet d'établir un graphe des dépendances fonctionnelles. Il s'agit d'un graphe dont :

- Les sommets représentent les données  $\{\text{Donnée } i ; i \in C [1,n]\}$
- Les arcs  $\{\text{donnée } i, \text{ donnée } j ; i, j \in C [1,n]\}$  nous informent que  $\{\text{donnée } j\}$  dépend fonctionnellement de  $\{\text{donnée } i\}$

La figure 2.4 montre une illustration d'un graphe des dépendances fonctionnelles. [16]

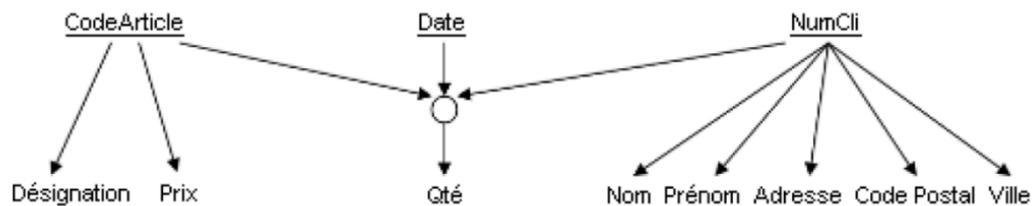


FIG 2.4 : Graphe des dépendances fonctionnelles

**3. Modèle conceptuel des données :** Le Modèle Conceptuel des Données (MCD) introduit la notion d'entités, de relations et de propriétés, il se construit à la base du graphe des dépendances fonctionnelles. Le MCD permet de grouper les données dans des types entités reliés par des relations, tel qu'illustré dans la figure 2.5 ci-dessous [16] :

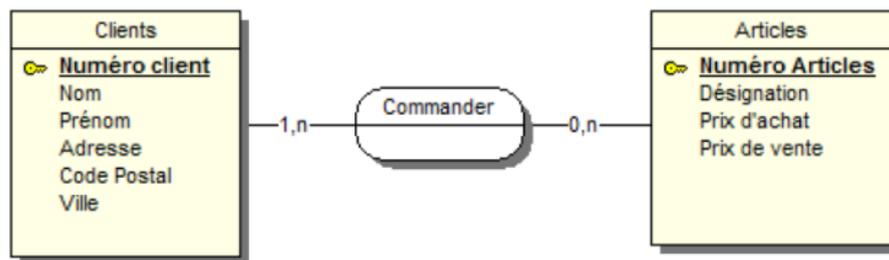


FIG 2.5 : Exemple de modèle conceptuel de données

**4. Modèle Logique de Données :** Le Modèle Logique des Données (MLD) est la suite normale du processus Merise. Il sert à interpréter le MCD en un langage plus proche du modèle physique. Il transforme le modèle entités-relations selon certaines règles déterminées pour établir l'architecture des tables du modèle physique

**5. Modèle Physique des Données :** Construire le Modèle Physique des Données consiste à transformer le Modèle Logique des Données en une suite de relations. Cette étape finalise le processus de traitement des données. L'implémentation des bases de données peut être réalisée de façon optimale. [16]

## 2.7 Business Intelligence

Dans un contexte de marché de plus en plus compliqué et difficile à appréhender, les entreprises sont amenées à prendre des décisions intelligentes pour s'orienter et s'adapter aux aléas de leurs environnements. À un niveau fonctionnel ou stratégique, le nombre de paramètres et d'alternatives à appréhender avant la prise de décision peut être écrasant pour les managers. D'autre part, les données détiennent un potentiel énorme d'informations que les décideurs peuvent utiliser pour une prise de décision factuelle. Ainsi, le besoin d'un outil qui permet l'utilisation des données pour la prise de décision est de plus en plus palpable

### 2.7.1 Définitions

Le dictionnaire Webster définit la Business Intelligence comme étant "la capacité à appréhender les interrelations des faits présentés de telle manière à orienter l'action vers un but désiré" [17]

L'exploitation des données est une étape nécessaire et préalable à leur utilisation effective dans la prise de décision.

Le but de la Business Intelligence est de transformer les données brutes en informations pertinentes et utiles. [15]

### 2.7.2 Principaux besoins des entreprises

En termes de stratégies liées aux données, les entreprises rencontrent trois principaux besoins : [18]

- **Historisation** : Il s'agit d'un besoin primaire en termes de manipulation et exploitation des données. Une structure permettant l'historisation des données tout en assurant le maintien de leur qualité est nécessaire pour l'élaboration d'une stratégie qui valorise les données et les utilise comme outil d'aide à la décision. Différentes solutions peuvent se présenter aux entreprises, tels que des systèmes d'information plus ou moins informatisés.
- **Centralisation** : La centralisation des données issues de plusieurs systèmes et sources offre une vue globale aux systèmes, et ainsi à leurs utilisateurs. La consolidation est, d'une part, un outil efficace pour la validation des données et informations. Et d'autre part, un enjeu majeur pour les entreprises souhaitant confronter et inclure les différentes fonctions dans la prise de décision.
- **Analyse** : L'analyse des données est ce qui permet de valoriser les données et permet, par des méthodes statistiques multivariées ou autres, de les élever au rang d'informations utiles aux affaires. L'analyse des données permet de traiter un nombre important de données et d'en dégager des aspects intéressants. C'est dans cette optique qu'intervient la business intelligence ayant pour but d'optimiser l'utilisation des données et leur utilité pour les affaires.

### 2.7.3 Architecture de la BI

Un système de Business Intelligence inclut trois principaux composants :

- Une source de données ;
- Un entrepôt de données et des magasins de données ;
- Des méthodologies d'analyse de données et de Business Intelligence. [19]

Ces composants sont structurés comme montré dans la figure 2.6.

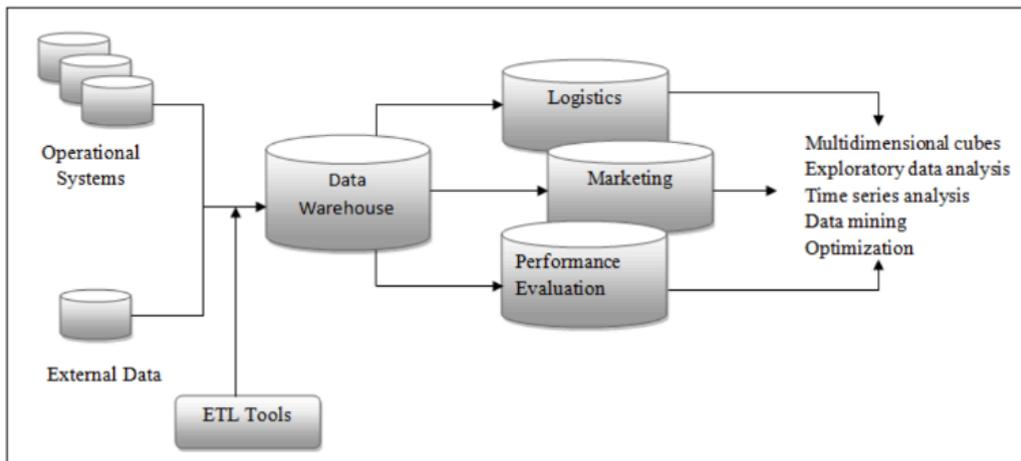


FIG 2.6 : Architecture de la Business Intelligence [19]

### 2.7.4 Processus ETL

Le processus ETL est le processus responsable de l'extraction de données, leur transformation et leur chargement dans l'entrepôt de données. Il est conseillé que ce processus soit le plus automatisé possible en incluant des fonctionnalités d'actualisation adéquates. [20]

**1- Extract :** La première étape du processus ETL consiste à extraire les données des différentes sources disponibles, en tenant compte de la spécificité de chacune. Les sources de données peuvent être des bases de données, des systèmes d'information ou autres. L'enjeu est ensuite de les consolider et standardiser leurs formats avant l'utilisation. [20]

**2- Transform :** Il s'agit de la deuxième étape du processus qui a pour but de compiler, nettoyer, convertir et reformater les données extraites avant leur chargement. En fonction de la qualité des données traitées, cette phase peut prendre une durée plus ou moins importante. [20]

**3- Load :** Il s'agit de l'étape finale du processus ETL qui consiste à introduire les données dans le data Warehouse, en s'assurant de leur intégrité et du maintien de leur qualité. [20]

### 2.7.5 Power BI

#### 2.7.5.1 Définition

Power BI est un logiciel interactif de visualisation de données développé par Microsoft, principalement axé sur la Business Intelligence. Il fait partie de la plateforme Microsoft Power Platform. Le logiciel a été lancé en 2014 afin d'accompagner l'émergence de

l'utilisation des données dans le management. [19]

### 2.7.5.2 Visualisations

La visualisation des données consiste à traduire des informations dans un contexte visuel, tel qu'une carte ou un graphique, afin de faciliter la compréhension des données par le cerveau humain et d'en tirer des enseignements. L'objectif principal de la visualisation des données est de faciliter l'identification des modèles, des tendances et des valeurs aberrantes dans les grands ensembles de données. [21]

## 2.8 Transformation digitale et digitalisation

L'essor des nouvelles technologies représente un enjeu stratégique de premier plan pour toutes les entreprises, indépendamment de leur taille ou de leur secteur d'activité. Toutefois, les nombreuses terminologies associées à ces innovations peuvent souvent prêter à confusion. Dans cette section, nous allons clarifier les différents concepts pertinents à cette étude.

### 2.8.1 La Transformation Digitale

La transformation digitale englobe la transformation stratégique des activités de l'entreprise par l'adoption de technologies digitales. Elle implique une refonte organisationnelle transversale, nécessitant une intégration des technologies numériques dans tous les aspects de l'entreprise. Elle vise à améliorer les performances de l'entreprise, à accroître son agilité et à créer de nouvelles opportunités de valeur ajoutée pour les clients. Les initiatives de transformation digitale incluent généralement plusieurs projets de digitalisation, tels que la numérisation des informations et la digitalisation des processus métiers, tout en alignant l'entreprise sur les besoins changeants du marché. [22]

### 2.8.2 La Digitalisation

La digitalisation est le processus d'utilisation des technologies et des informations numériques pour transformer les opérations des entreprises. Elle se concentre sur l'automatisation de divers processus et opérations ainsi que sur le traitement de l'information. Ce processus permet de rendre les tâches plus efficaces et d'améliorer la précision et la rapidité des opérations. La digitalisation est distincte de la transformation digitale en ce sens qu'elle se focalise sur des projets spécifiques visant à intégrer les technologies numériques dans les processus existants, sans nécessairement impliquer une refonte stratégique complète de l'entreprise. Par exemple, une organisation peut entreprendre des initiatives de digitalisation telles que l'automatisation des flux de travail, la numérisation des documents, et la formation des employés à l'utilisation des technologies numériques. [22]

### 2.8.3 L'automatisation des processus

L'automatisation des processus désigne l'utilisation de technologies et de systèmes pour exécuter des tâches et des activités de manière autonome, avec une intervention humaine minimale. Elle implique l'utilisation de logiciels, d'algorithmes et de robots logiciels pour automatiser les flux de travail, les processus métiers et les opérations. Elle vise à rationaliser les opérations en améliorant l'efficacité et en réduisant les coûts, notamment en optimisant l'exécution des tâches et en minimisant la consommation de ressources administratives.[23]

Historiquement, l'automatisation trouve son origine dans l'industrie manufacturière du XIXe siècle, visant à augmenter la productivité, réduire les coûts de production et standardiser les produits. Aujourd'hui, l'automatisation s'étend au secteur tertiaire, où elle concerne le traitement de l'information dans des domaines comme le conseil, les assurances, les banques, et l'administration. L'automatisation des processus dans ces secteurs permet de traiter efficacement les informations, jouant ainsi un rôle crucial dans l'amélioration de la performance organisationnelle. [23]

#### 2.8.3.1 Les bénéfices de l'automatisation

Actuellement, les entreprises cherchent à accroître la productivité et l'efficacité au sein de leurs équipes. Une étude récente de Deloitte a révélé que près de 90% des dirigeants d'entreprise interrogés expriment le besoin d'optimiser les processus métier, qui représentent le cœur de l'activité d'une entreprise, qu'ils soient opérationnels ou de support. [24]

Néanmoins, il arrive que la simple digitalisation d'un processus ne soit pas suffisante. Certaines activités demeurent répétitives, lourdes et à faible valeur ajoutée, même après leur transformation numérique. C'est dans ce contexte spécifique que l'automatisation se présente comme la solution adéquate pour remédier à ces problèmes. En automatisant ces tâches, les entreprises peuvent augmenter l'efficacité, réduire les erreurs et libérer leurs équipes pour se concentrer sur des activités à plus forte valeur ajoutée.

Plusieurs avantages communs entre les différents types de solutions d'automatisation ont été identifiés. Parmi ceux-ci, on peut citer [25] :

- **Augmentation de l'efficacité opérationnelle** : Elle permet d'exécuter des tâches plus rapidement et plus efficacement que les processus manuels.
- **Réduction des erreurs humaines** : Les systèmes automatisés sont moins susceptibles de commettre des erreurs .
- **Diminution des coûts opérationnels** : En réduisant le besoin de main-d'œuvre pour des tâches répétitives, les entreprises peuvent économiser sur les coûts de personnel.

- **Amélioration de la qualité et de la précision :** Les processus automatisés assurent une uniformité et une précision accrues, améliorant ainsi la qualité des produits ou services.
- **Libération des ressources humaines pour des tâches stratégiques :** Les employés peuvent se concentrer sur des activités à plus forte valeur ajoutée, telles que l'innovation et la prise de décision stratégique.
- **Accélération des processus métier :** Les délais de traitement et de livraison sont réduits, ce qui améliore la réactivité de l'entreprise.

## 2.9 Conception et développement d'un outil digital

Dans le contexte de la digitalisation et de l'automatisation des processus, la conception et le développement d'outils digitaux revêtent une importance cruciale pour atteindre les objectifs de cette transformation. Ces outils digitaux sont élaborés pour non seulement optimiser les opérations et améliorer l'efficacité, mais aussi pour ouvrir de nouvelles perspectives et possibilités aux entreprises.

En intégrant des technologies avancées et des pratiques innovantes, le développement d'outils digitaux permet aux organisations de rester compétitives et adaptatives dans un environnement en constante évolution.

### 2.9.1 Conception d'un outil digital

Avant d'entamer le développement, la conception minutieuse d'un outil digital revêt une importance primordiale pour assurer son succès. Cette phase permet de définir les fonctionnalités clés, d'identifier les besoins des utilisateurs et de structurer efficacement l'architecture du système. Un des outils les plus utilisés pour la conception est l'UML (Unified Modeling Language). Grâce à ce langage de modélisation, la conception des outils digitaux devient plus précise et cohérente, facilitant ainsi la communication entre les parties prenantes et assurant une base solide pour le développement futur.

#### 2.9.1.1 Unified Modeling Language

L'UML (Unified Modeling Language) est une méthode de modélisation largement utilisée pour les logiciels, offrant une technique de base pour l'architecture dirigée par les modèles (Model Driven Architecture) ainsi que divers modèles conceptuels pour divers objectifs. En tant qu'outil de modélisation, l'UML permet de spécifier, visualiser, construire et documenter des systèmes logiciels complexes. Il aide les développeurs à créer des représentations graphiques des structures et des comportements d'un système, facilitant ainsi la compréhension et la communication entre les différentes parties prenantes du projet. Le

langage comprend un ensemble de diagrammes standards, tels que les diagrammes de classes, les diagrammes de séquence, qui représentent différents aspects du système . [26]

- **Diagramme des cas d'utilisation** : Un diagramme des cas d'utilisation est une représentation graphique utilisée pour modéliser les interactions entre les acteurs (utilisateurs, systèmes externes) et le système en question. Il permet de visualiser les différents cas d'utilisation, c'est-à-dire les fonctionnalités ou actions que le système offre aux utilisateurs.
- **Diagramme de séquence** : Un diagramme de séquence est utilisé pour représenter l'ordre chronologique des interactions entre les différents objets d'un système. Il montre comment les objets interagissent les uns avec les autres au fil du temps, en mettant l'accent sur les messages échangés entre les objets.

### 2.9.2 Développement d'un outil digital

#### 2.9.2.1 Définition d'une application

Une application est un logiciel conçu par un ensemble d'instructions ou de programmes informatiques pour effectuer des tâches spécifiques sur un ordinateur ou un système informatique. Il s'agit d'un ensemble de codes sources écrits dans différents langages de programmation, qui sont ensuite compilés ou interprétés par un ordinateur pour exécuter les actions prévues. [27]

#### Cycle de vie d'une application digitale

Il s'agit également d'une démarche composée de plusieurs étapes depuis la demande d'un maître d'ouvrage à la mise hors service du produit, le cycle de vie inclut ainsi [28] :

- **Analyse des besoins** : Comprendre les exigences et les objectifs du projet, ainsi que les besoins des utilisateurs finaux. Cela implique des outils tels que les entretiens, la collecte d'informations, le Gemba Walk... Ces outils permettent de définir les fonctionnalités essentielles de l'outil.
- **Conception de l'architecture** : Définir la structure et l'organisation de l'outil en identifiant les composants, les modules et les interactions nécessaires pour atteindre les objectifs définis. Cela peut inclure la création de diagrammes de modélisation , tels que des diagrammes de cas d'utilisation ou des diagrammes de séquence, pour visualiser l'organisation du système.

- **Développement** : Implémenter le code source de l'outil en utilisant les langages de programmation et les frameworks appropriés. Cette étape consiste à écrire, tester et déboguer le code pour mettre en œuvre les fonctionnalités requises.
- **Interface utilisateur** : Concevoir une interface utilisateur conviviale et attrayante pour permettre aux utilisateurs d'interagir avec l'outil de manière intuitive. Cela peut inclure la création de maquettes et de prototypes pour affiner le design avant la phase de développement.
- **Tests et validation** : Effectuer des tests rigoureux pour s'assurer que l'outil fonctionne correctement et répond aux spécifications initiales. Cela comprend des tests de fonctionnalité, des tests d'intégration, des tests de performance et des tests d'acceptation pour vérifier la qualité de l'outil.
- **Déploiement et maintenance** : Une fois que l'outil est prêt, il peut être déployé pour une utilisation réelle. La maintenance continue est nécessaire pour résoudre les problèmes, effectuer des mises à jour et ajouter de nouvelles fonctionnalités en fonction des besoins évolutifs.

### 2.9.2.2 Les langages de développement d'une application

Le domaine du développement des outils digitaux est vaste et regorge de langages et d'outils offrant chacun leurs caractéristiques et avantages uniques. Parmi les langages les plus populaires, on retrouve Java, Python, JavaScript, etc.

Dans le cadre de cette étude, nous allons nous pencher plus spécifiquement sur l'outil VBA (Visual Basic for Applications) et son rôle essentiel dans le développement d'applications digitales.

#### - Visual Basic for Applications

VBA, qui signifie Visual Basic for Applications, est un langage de script largement utilisé dans les applications Microsoft. Il est présent dans la plupart des applications modernes de Microsoft. [29]

Dans le contexte d'Excel, VBA est utilisé pour écrire des procédures, généralement appelées macros, qui permettent d'automatiser de nombreuses actions réalisables manuellement dans le logiciel. Grâce à l'utilisation de structures de contrôle conditionnelles et de boucles, les macros VBA peuvent automatiser des tâches et les exécuter beaucoup plus rapidement qu'un utilisateur humain ne le pourrait. De plus, VBA permet également de créer des interfaces utilisateur personnalisées, telles que des boîtes de message ou des formulaires, pour faciliter l'exécution des macros. [29]

Le code VBA est rédigé dans l'éditeur Visual Basic (VBE), une application distincte qui fonctionne en conjonction avec Excel. Pour utiliser le VBA, Excel doit être en cours d'exécution simultanément. L'éditeur VBE offre un environnement convivial où nous pouvons écrire, modifier et organiser votre code VBA. Excel propose un outil intégré d'enregistrement de macros, qui permet de traduire automatiquement les actions effectuées dans Excel en code VBA. Lorsque l'enregistrement de macros est activé, chaque action effectuée est enregistrée en tant que ligne de code correspondante dans le VBE. Cette fonctionnalité est particulièrement utile pour automatiser des tâches courantes et générer rapidement du code VBA de base. [29]

Toutefois, il est important de noter que certaines fonctionnalités plus avancées, telles que les boucles ou les boîtes de dialogue personnalisées, ne peuvent pas être enregistrées directement à l'aide de l'outil d'enregistrement de macros. Dans ces cas, nous pouvons écrire directement le code correspondant dans le VBE. Cela vous offre une plus grande flexibilité pour personnaliser les fonctionnalités, mettre en place des flux de travail complexes et gérer des interactions utilisateur plus avancées. [30]

### 2.9.2.3 Les Bonnes pratiques de développement VBA

Selon les guides Microsoft, les attributs d'un bon modèle VBA sont [30] :

- **Réaliste, Flexible et Sans erreur** : Les modèles doivent être réalistes, flexibles et sans erreur pour garantir des résultats cohérents avec la réalité. Cela nécessite de construire les modèles sur des hypothèses, des relations mathématiques et des données réalistes, en investissant le temps et les efforts nécessaires pour vérifier la pertinence des entrées et des composantes. Il est fortement recommandé de soumettre les modèles à des tests rigoureux afin de détecter et corriger toutes les erreurs. Facilité de fournir les entrées et la validation des données : Pour faciliter la saisie des entrées utilisateur dans les modèles VBA, il est recommandé d'utiliser des boîtes de dialogue ou de lire les données à partir de sources externes telles que des feuilles de calcul ou des bases de données. Les boîtes de dialogue d'entrée sont efficaces lorsque le nombre d'entrées est limité, tandis qu'une source de données externe est préférable pour un grand nombre d'entrées. Il existe différentes techniques qui peuvent être utilisées, comme la vérification des entrées avant leur utilisation ou l'exploitation des fonctionnalités de validation des données intégrées à Excel.
- **Robustesse** : Bien que tous les problèmes ne puissent être prévus à l'avance, il est crucial de rendre le code résistant aux erreurs évidentes. Cela peut être réalisé en mettant en place une validation efficace des données d'entrée, en garantissant l'utilisation de la feuille de calcul appropriée et en réduisant au minimum les valeurs codées en dur en les remplaçant par des variables ou des constantes, ce qui permet une plus grande flexibilité et facilite les modifications ultérieures.

- **Minimisation du codage en dur** : Il est essentiel de minimiser le codage en dur dans les modèles, en particulier dans les grands modèles, pour éviter les oublis de mise à jour. Une meilleure pratique consiste à utiliser des variables pour les valeurs susceptibles de changer ultérieurement, et à les utiliser dans toutes les équations. Cette approche améliore la lisibilité des équations et prévient les erreurs de saisie de valeurs incorrectes. Parallèlement, une organisation claire du code est cruciale pour faciliter la compréhension et les mises à jour.
- **Une bonne documentation** : La documentation doit fournir des détails clairs et concis sur le fonctionnement du modèle, les variables utilisées, les étapes de traitement des données, ainsi que toute autre information pertinente pour son utilisation et sa compréhension. Elle doit également expliquer les choix de conception, les hypothèses sous-jacentes et les limitations éventuelles du modèle.

### 2.10 Introduction à la prévision

Dans le cadre de notre solution , nous nous penchons sur l'utilisation des outils et méthodes scientifiques de prévision pour améliorer la gestion et la planification au sein de l'entreprise. Notre principal objectif est de prévoir avec précision le montant que l'entreprise facturera chaque mois à ses clients. En intégrant des techniques de prévision, nous visons à fournir des estimations fiables qui aideront l'entreprise à mieux planifier ses opérations de facturation.

Dans cette partie, nous allons explorer les différents outils et méthodes qualitatives et quantitatives de prévision utilisés par les entreprises, pour atteindre des objectifs précis .

#### 2.10.1 Définition et rôle de la prévision

La prévision est la science de la description de l'avenir et le point de départ de toute planification. Les prévisions représentent un outil performant de gestion et d'aide à la décision des entreprises. En effet, les activités des entreprises sont basées sur des prévisions à différents horizons mais pour un but commun, qui est d'anticiper l'évolution du marché et de prendre les dispositions adéquates tout en optimisant les coûts et la réponse à la demande. [31].

Deux approches principales s'offrent aux l'entreprises pour établir des prévisions :

- **Approche qualitative:** Elle s'appuie sur l'expertise et le jugement des acteurs de l'entreprise, l'analyse de tendances passées et l'observation du marché.

## Chapitre 2. Etat de l'art

---

- **Approche quantitative:** Elle repose sur des données historiques, des modèles statistiques et des techniques d'apprentissage automatique pour générer des prévisions plus précises.

Dans certains cas, une combinaison des deux approches est privilégiée afin de tirer parti des avantages de chacune. Quelle que soit la méthode employée, l'objectif principal demeure le même c'est d'anticiper la demande future avec le plus de précision possible afin de permettre aux entreprises de prendre des décisions stratégiques éclairées.

### 2.10.2 L'horizon de prévision

L'horizon de prévision est la période de temps sur laquelle une entreprise souhaite faire des projections. Il s'agit d'un élément crucial dans la réalisation de prévisions car il permet de définir la portée et le niveau de détail des analyses. En d'autres termes, il détermine combien loin dans le futur l'entreprise souhaite regarder.

Trois types d'horizon de prévision se distinguent : [32]

- **Les prévisions à court terme :** sont destinées à planifier l'activité opérationnelle immédiate. Le but est par exemple de planifier la production et le besoin en ressources des prochains jours ou des prochaines semaines. Une prévision à court terme ne devrait pas excéder un horizon de six mois.
- **Les prévisions à moyens termes :** sont nécessaires pour déterminer les activités tactiques par exemple les budgets et plans annuels de production et pour planifier la capacité de production qui est peu flexible à court terme. Ces prévisions portent sur un horizon de temps annuel.
- **Les prévisions à long terme :** sont destinées à la planification stratégique et servent de base à des décisions d'investissement ou de désinvestissement en unités de production ou en équipements. Elles sont aussi nécessaires pour décider du lancement de nouveaux produits et de l'entrée sur de nouveaux marchés.

Il est important de choisir la méthode la plus adaptée aux objectifs de la prévision à réaliser tenant compte des différentes caractéristiques de l'horizon comme le montre le tableau ci-dessous :

Horizon	Caractéristiques	Techniques	Objectifs
Long terme	-Prévision par grande famille de produits. -La demande dépend de l'environnement politico-socio-économique et de la concurrence.	-Méthode qualitative. -Méthode causale.	-Lancement d'un produit. -Acquisition d'un entrepôt. -Construction d'une usine. -Diversification vers d'autres activités.

Moyen terme	-Prévision par famille de produits. -Exploitation de différents programmes de production possibles.	Méthodes d'exploitation: -Projection tendance. -Méthode causale.	-Plan directeur de production. -Planification de la capacité.
Court terme	-Prévision par produit ou par article. Simplification dans la -collecte et l'exploitation des données	Méthodes d'exploitation: -Projection tendance. -Méthode causale.	-Approvisionnement en matières premières et produits finis.

TAB 2.3 : Les méthodes de prévisions en termes d'objectifs [38](Hartmut Stadler, 2008, p. 245).

### 2.10.3 Les méthodes de prévisions

Nous distinguons généralement deux grandes familles de prévisions pour estimer les besoins futurs de l'entreprise. A savoir la famille des méthodes qualitatives, basées sur l'expertise et le jugement des manager, et la famille des méthodes quantitatives, fondées sur des bases statistiques et mathématiques [33]. La figure 2.7 récapitule la familles des prévisions :

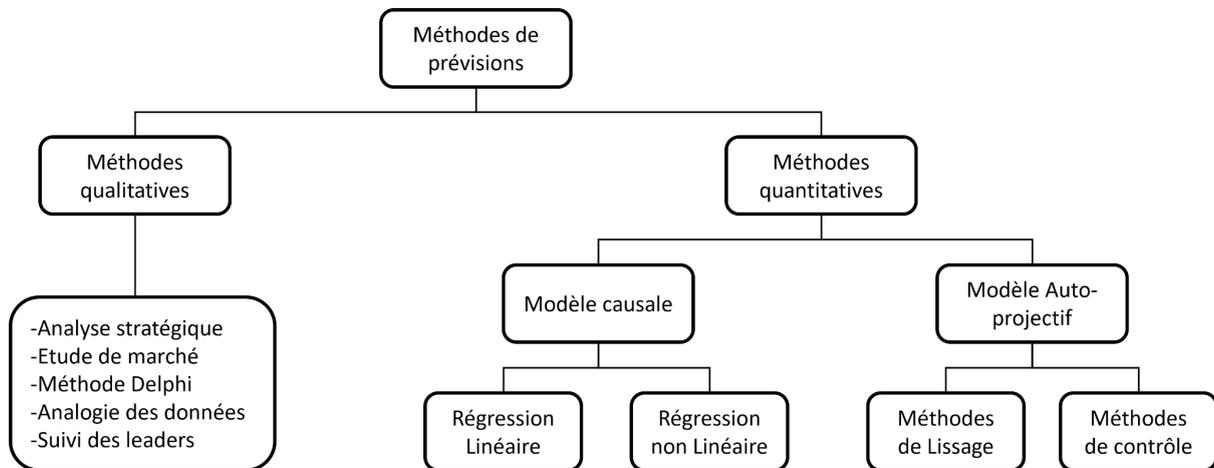


FIG 2.7 : Les différents types d'approche de prévision

#### 2.10.3.1 Les méthodes qualitatives

Les méthodes de prévision qualitatives, appelées aussi les méthodes technologiques, utilisent des données subjectives auprès des experts et managers sans passer par des données numériques ou de bases statistiques et mathématiques. La fiabilité des prévisions qualitatives dépend de l'expertise de ces acteurs. [34]

Nous citons les méthodes les plus connues :

- **La méthode Delphi** : Cette méthode a la particularité de poser une série de questions à un cercle permanent d'experts plusieurs fois de suite.
- **Suivi des Leaders** : Élaborer une projection en suivant les stratégies des leaders ou décisionnaires (individu, organisation, gouvernement).
- **Etude de marché** : Ensemble de techniques (sondages, interview...) visant à analyser les enquêtes auprès des consommateurs et de valider chaque choix émis.

Bien que les méthodes qualitatives prennent en considération les données non quantifiables et permettent d'avoir des résultats avec très peu de données, elle demeure assez longue et coûteuse à mettre en place. Elles sont donc peu recommandées si ce n'est lors d'introduction d'un nouveau produit ou lors de la pénétration d'un nouveau marché en sollicitant l'avis de l'expert ou du consommateur.

### 2.10.3.2 Les méthodes quantitatives (extrapolation)

Les méthodes quantitatives s'appuient sur l'analyse statistique du comportement et de l'évolution des données historiques, connues sous le nom de séries temporelles. Elles visent à déterminer une relation de cause à effet entre certaines variables explicatives, appelées exogènes, pour expliquer une variable à prédire, appelée endogène.

Les méthodes quantitatives de prévision peuvent être classées en deux grandes catégories :

#### 1. Méthodes causales

Ces méthodes permettent d'établir les liens de causalité à travers une théorie économique. Elles impliquent le développement de modèles de régression à partir des séries chronologiques dites variables afin de prédire le comportement de la variable endogène en fonction de l'évolution des variables exogènes.

Cependant, en raison de la complexité de ces méthodes, notamment en ce qui concerne l'identification des variables explicatives, elles sont généralement difficiles à mettre en œuvre et nécessitent davantage de temps et d'énergie par rapport à d'autres approches.

Son modèle est du type :  $y_t = f(x_{1t}, x_{2t}, x_{3t}, \dots, x_{kt}) + u_t$

Où  $y_t$  est la variable endogène,  $x_{kt}$  est la variable exogène, et  $u_t$  la variable d'erreur.

### 2. Méthodes Auto-Projectives

Les méthodes auto-projectives, contrairement à la modélisation causale qui repose sur l'observation de variables explicatives et sur des théories économiques, se fondent presque exclusivement sur des données historiques. Leur concept de base consiste à filtrer la série  $Y_t$  à l'aide d'outils mathématiques et statistiques pour prédire les valeurs futures  $y_{t+h}$ . Il s'agit en effet de prédire la valeur de l'endogène  $Y$  à partir de sa série chronologique uniquement, d'où la qualification d'auto-projection. Chaque série temporelle possède ses propres composantes, telles que :

$$Y_t = S_{(t)} + B_{(t)} + U_{(t)} \quad \text{Où :}$$

- $S(t)$  : Fonction de saisonnalité.
- $B(t)$  : Fonction de tendance.
- $U(t)$  : Fonction aléatoire.

La tendance représente l'évolution au fil du temps, indépendamment de la saisonnalité, elle est caractérisée par une fonction qui reflète le comportement à long terme des données. La composante saisonnalité capture les variations périodiques qui se produisent au fil du temps. Les étapes principales de cette méthode sont résumées dans la figure 2.8 :

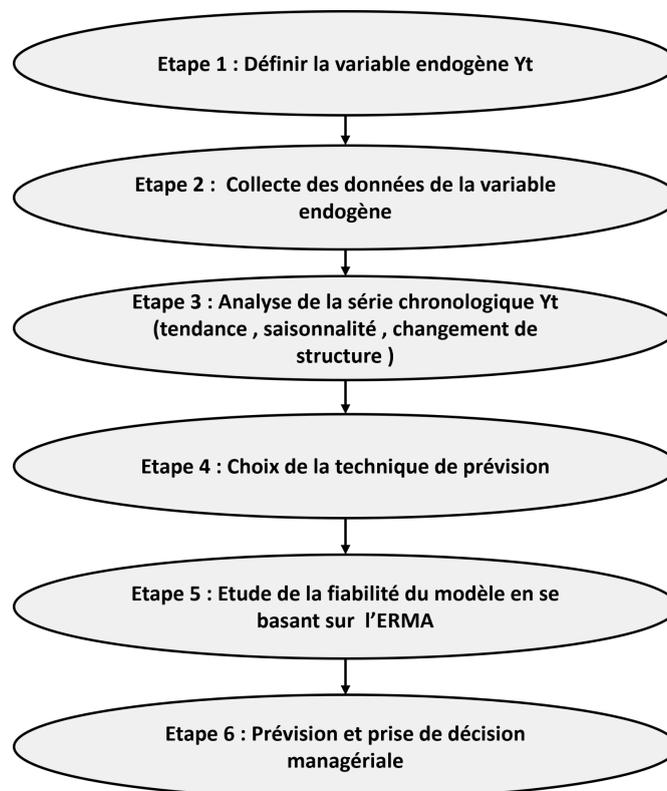


FIG 2.8 : Les étapes de mise en place d'une méthode auto-projective

Comme vu précédemment les méthodes auto-projectives se séparent en deux parties : les techniques du lissage et les techniques de contrôle. [35]

### - Les techniques du lissage

Les méthodes de lissage sont des techniques statistiques utilisées pour établir des prévisions à court terme en distinguant les fluctuations de la tendance de base des données. Elles permettent de filtrer les valeurs historiques pour éliminer ces variations et obtenir une vision plus claire de la tendance sous-jacente. Deux types principaux de méthodes de lissage existent : [36]

1. **Les moyennes mobiles:** Cette méthode consiste à calculer la moyenne d'un nombre défini de valeurs passées de la série temporelle. Ce nombre détermine le nombre de périodes précédentes à prendre en compte pour la prévision. La moyenne mobile est simple à implémenter et efficace pour les séries temporelles stables, sans saisonnalité ni tendance marquée.
2. **Le lissage exponentiel:** Cette méthode pondère les données passées en fonction de leur ancienneté, accordant plus d'importance aux données récentes et moins d'importance aux données plus anciennes. Cela permet de lisser les fluctuations aléatoires et de mettre en évidence la tendance sous-jacente. Le lissage exponentiel est particulièrement adapté aux séries temporelles avec une tendance claire et/ou une saisonnalité. Trois types principaux de lissage exponentiel existent : [37]
  - **Lissage exponentiel simple (LES):** Ce modèle est utilisé pour les séries temporelles sans saisonnalité ni tendance. Il attribue un poids décroissant aux données passées en fonction de leur ancienneté.
  - **Lissage exponentiel double (LED):** Cette technique consiste à effectuer un lissage supplémentaire sur la série déjà lissée par le LES. Cela permet de prendre en compte la tendance de la série chronologique.
  - **Lissage exponentiel triple (Holt-Winters):** Cette méthode permet de prendre en compte à la fois la tendance et la saisonnalité dans la série chronologique. Elle est plus complexe que les modèles précédents, mais elle offre une meilleure précision pour les séries temporelles avec des variations saisonnières.

Le choix de la méthode de lissage la plus appropriée dépend de la nature de la série temporelle et des objectifs de la prévision. Il est important de tester différentes méthodes et de comparer leurs résultats avant de choisir la méthode la plus adaptée.

### - Méthodologie de contrôle de box et Jenkins

Elle s'adresse spécifiquement aux séries chronologiques perturbées et plus complexes. La méthode intègre l'utilisation de tests statistiques rigoureux et d'indicateurs de performance pour déterminer le modèle de type ARMA le plus adapté, capable de reproduire au mieux le comportement d'une série temporelle stochastique.

### 3. Méthodes basées sur l'intelligence artificielle

#### - Les réseaux de neurones artificiels (RNA)

Ce sont des modèles informatiques inspirés du fonctionnement du cerveau humain. Ces systèmes sont composés de multiples couches de neurones artificiels interconnectés, qui collaborent pour traiter et transmettre des informations. Ils sont organisés en couches : une couche d'entrée, une ou plusieurs couches cachées, et une couche de sortie. Chaque neurone reçoit des signaux, les traite à l'aide de fonctions mathématiques, et transmet les résultats aux neurones des couches suivantes. Les RNA sont utilisés pour des tâches complexes telles que la reconnaissance d'images, le traitement du langage naturel, et la prévision de données, et à extraire des connaissances générales à partir de grandes quantités de données.

## Conclusion

Ce chapitre a fait ressortir les aspects académiques et conceptuels sur lesquels repose notre travail, qui sont la gestion de projets, les outils et langages de modélisation, la Digitalisation et l'automatisation à savoir le langage VBA et la BI et enfin les différentes méthodes et outils de prévisions . Ces différents aspects constituent la base théorique sur laquelle se base la démarche adoptée pour l'élaboration de la solution.

Le chapitre suivant présentera la mise en œuvre des solutions que nous avons développées. Nous avons utilisé l'automatisation avec VBA pour créer des alertes de budget automatiques afin de prévenir les PMs . Parallèlement, nous avons mis en place une solution basée sur la BI pour assurer le suivi des dépenses. Enfin, nous avons développé une application utilisant VBA pour digitaliser et anticiper la gestion de la facturation.

# **Chapitre 3 : Solution proposée**

*-Propositions d'outils de digitalisation et automatisation pour une GDP plus optimale-*

### Introduction

Dans ce chapitre, nous présentons la solution à la problématique initialement posée. La solution proposée permet de suivre les dépenses et d'alerter les PMs afin de garantir une réaction rapide et efficace aux problèmes budgétaires. De plus, elle digitalise la gestion de la facturation pour assurer une meilleure traçabilité des opérations et améliorer la consolidation et la cohérence des données traitées.

### 3.1 Avant-poste à la solution

#### 3.1.1 Assainissement de la situation actuelle du projet

Pour garantir une base solide et correcte pour le démarrage de notre travail, nous avons entrepris un travail d'assainissement de la situation en amont, ce préalable est essentiel à la mise en œuvre et la fiabilisation de la solution, pour définir précisément ce qui restait à facturer au client et pour assurer que tous les aspects contractuels étaient respectés avant que GEGP reprenne cette partie et vérifier si le EAC est correct ou doit être actualisé. Nous détaillons dans les étapes suivantes la démarche suivie.

##### 3.1.1.1 Validation des Données Contractuelles pour la partie BOP du partenaire METKA

###### 1. Collecte des Informations Initiales

Nous avons rassemblé toutes les informations contractuelles depuis le contrat du projet et les prix FOB pour chaque position du projet communiqués par le partenaire METKA avant son départ.

→ **Objectif** : Collecter toutes les données nécessaires afin de disposer d'une base d'information complète et fiable pour les analyses suivantes.

###### 2. Vérification de la Conformité des Montants

Nous avons ensuite comparé les montants contractuels et les prix FOB pour chaque position.

→ **Objectif** : Vérifier la conformité des montants contractuels avec les prix FOB pour s'assurer que les contrats ont été respectés.

### 3. Calcul du Montant Restant à Facturer selon METKA

Puis nous avons défini les pourcentages de Demande d'autorisation d'expédition (DAE) restants pour chaque position en collaboration avec l'équipe d'ingénierie selon les données de METKA.

→ **Objectif** : Calculer précisément le montant restant à facturer pour chaque position et puis le montant total restant à facturer.

Maintenant qu'on a vérifié que les montants étaient corrects, et que nous avons calculé le montant total qui reste à facturer selon METKA, nous allons le vérifier en déterminant les montants du matériel qui a été réellement livrée au site de HRM1.

#### 3.1.1.2 Validation des montants restant à facturer au client

Pour cela nous avons suivi les étapes suivantes lors de notre visite au site de HRM1.

##### 1. Définition du montant restant à facturer selon le site

Nous avons déterminé le matériel exact concerné pour chaque position, et puis identifier les Demandes de Matériel (DDM) effectuées pour chacun et les Ordres d'Achat (PO) associés ce qui nous a permis de calculer le montant du matériel exact qui a été livré au site, ce montant a été soustrait du montant contractuel pour obtenir le montant restant à facturer selon le site.

##### 2. Identification des écarts

Nous avons constaté une différence entre le montant total restant à facturer selon les données de METKA identifié précédemment et le montant total du matériel restant à facturer selon le site, et puis défini précisément les équipements concernés par ces différences.

→ **Exemple d'observation** : 10% seulement des systèmes de ventilation et de climatisation et accessoires ont été déclarés restants selon METKA alors que, d'après le site, rien n'a été livré concernant ces équipements.

La même démarche a été effectuée pour les équipements de la Shaft Line mais le travail était plus simple puisqu'il s'agit du cœur de métier de GEGP et que toutes les données étaient fournies, notamment les factures.

Ces observations ont été communiquées au PM du projet pour prendre des mesures correctives appropriées concernant ces équipements, et effectuer une demande d'actualisation du EAC qui nous sera comme donnée importante dans la résolution du dysfonctionnement 2 de gestion des dépenses.

### 3.2 Solutions proposées

#### 3.2.1 Méthode de GDP adoptée

Pour gérer efficacement notre projet et garantir une livraison rapide et de qualité, nous avons choisi d'utiliser la méthode de GDP Scrum. C'est une approche agile particulièrement bien adaptée aux projets de digitalisation pour plusieurs raisons. Elle permet d'ajuster les priorités et les objectifs en fonction des retours d'expérience et des évolutions du projet, ce qui est crucial dans les projets de digitalisation où les besoins peuvent rapidement changer. Les rétrospectives et la livraison fréquente de versions des livrables du produit permettent de détecter et corriger rapidement les éventuels problèmes, garantissant ainsi une évolution constante et contrôlée du projet. Nous avons décidé de nous diriger vers la méthodologie Scrum plutôt qu'une méthode classique comme le Waterfall, car Scrum favorise une plus grande flexibilité et adaptabilité contrairement au modèle Waterfall, qui suit une séquence linéaire et rigide .

Nous présentant dans la figure 3.1 suivante le schéma de la méthodologie Scrum mis en place que nous avons adopté pour la résolution de la problématique.

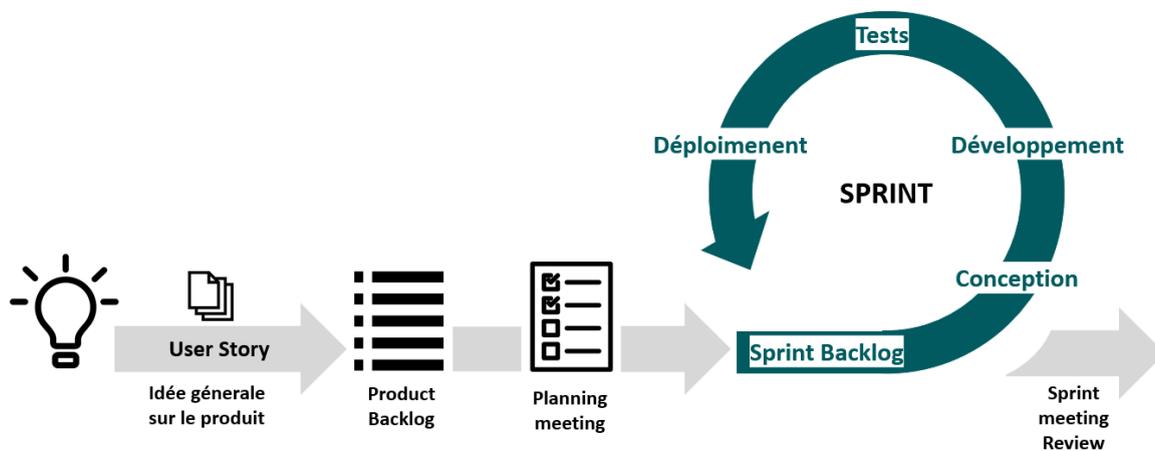


FIG 3.1 : Schéma du processus de résolution par la méthode agile SCRUM

Les étapes présentées étaient successives, les trois premières étant irréversibles, mais celles de la démarche de la solution étaient effectuées en sprints jusqu'à atteindre un livrable validé par le Product Owner à chaque étape.

Avant de commencer, nous avons défini une équipe SCRUM, dont un Scrum Master certifié par CertiProf qui inclut que les parties prenantes du produit demandé, elle est présentée dans le tableau 3.1 suivant.

## Chapitre 3. Solution proposée

---

Rôle	Nom
Product Owner	GEGP
Scrum Master	Stagiaire :Zakaria Serhane
Développeurs	Stagiaires : <ul style="list-style-type: none"><li>● Yacine Achite-Henni</li><li>● Zakaria Serhane</li></ul>
Equipe des Sprints	Stagiaires, les 4 PMs de GEGP, Équipe Sourcing, Assistant du PM, Financiers

TAB 3.1 : Rôles et Noms des parties prenantes de l'équipe SPRINT

Dans ce qui suit, nous allons présenter chaque étape démontrée dans le schéma précédent.

**1-User Story** : Il s'agit de décrire l'expérience de l'utilisateur, en utilisant son langage, son vocabulaire et sa terminologie.

Voici la User Story que nous avons défini après avoir interviewé les PMs et les employés impliqués dans les processus de suivi et de facturation.

### User Story

**Titre** : Digitalisation du suivi des dépenses et de la facturation

**Description** : En tant que Project Manager (PM) chez GE, je veux un outil automatisé pour le suivi des dépenses et une plateforme pour éliminer la facturation manuelle, afin d'améliorer l'efficacité et la précision des processus financiers incluant des prévisions de facturation pour les trimestres à venir.

**Critères d'acceptation** :

- L'outil doit afficher les dépenses en temps réel en un clic.
- L'outil doit me permettre d'être notifié à tout moment dès dépassements des budgets.
- Les prévisions de facturation doivent être basées sur des méthodes scientifiques et ajustables.
- La plateforme de facturation doit permettre la création, l'envoi, l'archivage et l'impression des factures automatiquement.
- L'interface utilisateur doit être intuitive et accessible à tous les utilisateurs.

**2-Product Backlog**: De la User Story, nous avons émaner des exigences qui seront hiérarchisées avec l'équipe GEGP concernée dans ce qu'on appelle un Product Backlog, c'est un miroir de ce qu'il faut faire pour réaliser le besoin et délivrer la User Story. Mais avant cela nous avons identifié le besoin exact.

### 2-1 Etude du besoin

Les diagnostics et l'analyse effectués qui ont été présentés dans le premier chapitre ont permis d'analyser la situation actuelle de processus de GDP de GEGP et celle du projet pilote HRM1 de manière approfondie. Grâce à cette analyse, nous avons identifié plusieurs dysfonctionnements dont deux plus critiques qui seront traités, nous avons identifié le besoin de la digitalisation du suivi des dépenses pour les PMs et la digitalisation de l'exécution opérationnelle des factures tout en intégrant des outils de prévisions qui permettent de renforcer ce dernier. Notre solution permettra d'améliorer l'efficacité, la rapidité et la précision des opérations liées à processus de suivi et de facturation qui se font d'une manière manuelle et répétitive, tout en réduisant les risques d'erreurs et de retards.

Afin de bien définir et valider le besoin, nous procédons à une analyse du besoin en suivant l'approche de l'analyse fonctionnelle.

#### 2-1-1 Identification du besoin

Pour identifier le besoin global de la problématique, nous nous sommes posés les questions suivantes : - A qui le produit rend-il service ? - Dans quel but ? - Sur quoi le produit agit-il ?

Les réponses à ces questions seront illustrées par le diagramme de "Bêtes à cornes" qui va présenter les différentes interactions entre elles, comme montré dans la figure 3.2 ci-dessus.

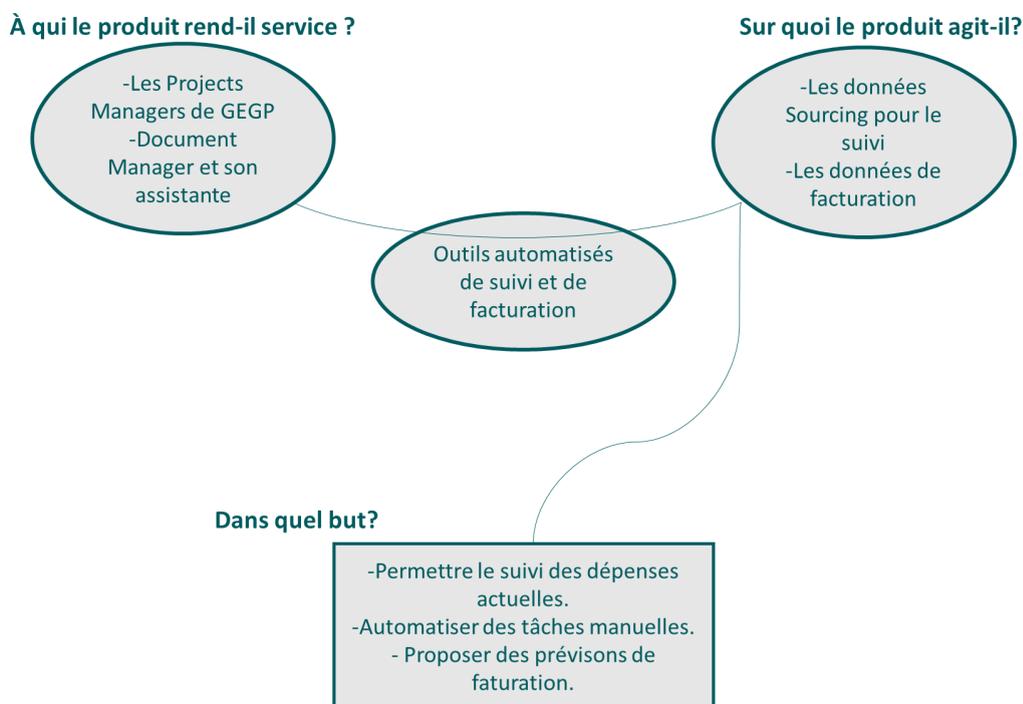


FIG 3.2 : Identification du besoin – Diagramme de la Bête à corne

## Chapitre 3. Solution proposée

---

On peut textualiser le besoin comme suit :

Les outils automatisés de suivi et de facturation rendent service à GEGP en agissant sur la les données sourcing pour le suivi et ceux de facturation pour satisfaire le besoin d'automatisation des tâches manuelles et de suivi des dépenses.

### 2-1-2 Validation du besoin

Nous allons répondre aux questions clés suivantes qui nous permettent de valider les besoins identifiés :

#### Pourquoi ce besoin existe-t-il ?

- La nécessité d'un suivi opérationnel des dépenses par les PMs pour respecter le budget alloué, ou, à défaut, pour demander une extension préalable de celui-ci.
- L'assistance du PM dans la prise de décision
- La nécessité de prévoir les montants à facturer au client pour le suivi des revenus.
- Le besoin d'avoir une plateforme permettant de centraliser et consolider les factures ainsi que les informations relatives aux paiements.

#### Qu'est ce qui pourrait faire évoluer le besoin ?

- Le retard que prend GE pour migrer les anciens projets à PowerMax.
- L'assainissement de la situation qui ne sait pas faite avant la reprise des projets et qui se fait au cours de leur exécution, ce qui fait que l' EAC doit être actualisé.
- L'évolution du marché : Signature de nouveaux contrats et acquisition de nouveaux projets sans outils de suivi de budget.
- La plateforme de facturation restera permanente pour la facturation en dinars qui se fait toujours manuellement. En plus d'autres projets d'autres pays sont dans la même situation à l'instar de l'Irak et la tunisie.
- Volonté de GEGP de digitaliser ses activités au niveau de la GDP.

#### Qu'est-ce qui pourrait faire disparaître le besoin ?

- Déclin de l'activité de GEGP par l'émergence des énergies renouvelables
- Les données des nouveaux projets sont dans le logiciel de facturation PowerMax pour la facturation en devise et donc la plateforme de facturation ne sera permanente que pour la facturation en dinars.
- Risques géopolitiques en Algérie : En cas de changements importants dans les réglementations ou les normes liées à la facturation et au paiement, cela pourrait nécessiter une adaptation des processus internes et potentiellement rendre obsolète la plateforme existante.

## Chapitre 3. Solution proposée

---

Après avoir étudié le besoin, nous avons pu identifier le Product Backlog présenté comme suit.

### Product Backlog

Conception de la solution :

- Création des diagrammes UML (use case, séquence)

Développement du tableau de bord :

- Présentation du fichier source
- Correction des anomalies
- Automatisation du fichier Excel (input) avec alertes
- Conception du modèle conceptuel, relationnel et physique (méthode Merise)
- Etablissement des modèles dimensionnels
- Choix du modèle dimensionnel à implémenter
- Processus ETL
- Choix et définition des KPI
- Visualisation et explications

Développement de la Plateforme e-facture :

- Développement de l'interface utilisateur
- Génération d'une facture
- Automatisation de l'envoi par email des factures
- Archivage des factures
- Automatisation de l'impression des factures
- Tracking des factures

Prévision de facturation:

- Choix d'une méthode scientifique adaptée pour la prévision.
- Prévision des gains hebdomadaires de l'avancement du projet.

### **3-Sprint Backlog:**

Puis vient le Sprint Planning Meeting, durant cette séance, nous avons puisé les éléments prioritaires du product backlog qui seront développés dans les Sprints.

Nous avons ensuite mis en place un Sprint Backlog qui comporte l'ensemble des livraisons des sept Sprints cumulés.

<b>Sprint Backlog</b>	
Sprint N°	Tâches effectuées
Sprint 1: Conception du Tableau de Bord	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Création des diagrammes UML</li> </ul>
Sprint 2 : Conception de la plateforme	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Création des diagrammes UML</li> </ul>
Sprint 3: Développement du Tableau de Bord	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Définition des données</li> <li>● Correction des anomalies</li> <li>● Automatisation du fichier Excel et mise en place des alertes</li> <li>● Développement du modèle conceptuel , relationnel et physique</li> <li>● Choix du modèle dimensionnel à implémenter</li> <li>● Processus ETL</li> <li>● Définition des KPI</li> <li>● Visualisation sur Power BI et explications</li> </ul>
Sprint 4: Développement de la Plateforme e-Facture	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Développement de l'interface utilisateur</li> <li>● Développement des différentes fonctionnalités</li> </ul>
Sprint 5: Prévision de facturation	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Choix de la méthode scientifique de prévision</li> <li>● Prévision des gains hebdomadaires d'avancement du projet</li> </ul>
Sprint 6: Déploiement et Tests	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Effectuer les installations préalables</li> <li>● Sessions de formation</li> <li>● Conduite au changement</li> <li>● Tests de bout en bout</li> <li>● Résultat des tests</li> </ul>
Sprint 7: Validation et finalisation	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Feedback des utilisateurs</li> <li>● Préparation de la présentation</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"><li>● Amélioration continue</li></ul>
--	---

TAB 3.2 : Sprint Backlog

Cette structure nous a permis de planifier et d'exécuter notre projet en suivant le cadre Scrum, tout en impliquant toutes les parties prenantes et en ayant une vision claire des différentes étapes et tâches à réaliser.

### 3.3 Structure de la solution

#### 3.3.1 Tableaux de bord

En raison de l'absence d'un système de suivi des dépenses en temps réel pour ses projets, GEGP trouve des difficultés à gérer et présenter efficacement les données financières. Il est essentiel de souligner que les PMs ont un besoin pressant de suivre de près les dépenses du projet. En anticipant l'épuisement du budget, ils peuvent prendre des mesures proactives en demandant une augmentation de celui-ci à l'avance. Cette anticipation leur permet de mieux gérer les ressources financières du projet et d'éviter des retards ou des interruptions dans la réalisation des tâches prévues.

Un autre point important à souligner, c'est que nous proposons que les PMs présentent les données sous forme de tableaux de bord plutôt que sous forme de fichiers Excel lors des réunions avec leurs directeurs Portfolio, car cela est beaucoup plus pertinent et clair.

Pour remédier à cette situation, nous avons décidé de mettre en place un tableaux de bord pour le :

- **Suivi des dépenses du projet HRM1** : Ce tableau de bord améliorera le suivi de toutes les dépenses liées au projet HRM1. Il fournira une vue d'ensemble claire et détaillée des coûts engagés, facilitant ainsi la gestion financière. De plus, nous avons mis en place des alertes automatiques pour informer les PMs lorsque le budget atteint certains seuils critiques définis au préalable. En cas de dépassement de ces seuils, un email automatique sera envoyé au PM concerné.

Nous avons choisi d'implémenter les tableaux de bord en utilisant le logiciel Power BI, reconnu pour ses capacités avancées de visualisation et d'analyse de données. Les sources de données seront stockées dans le cloud via OneDrive, en profitant de la licence Microsoft de l'entreprise. Cette configuration assure que toute modification ou ajout de données dans le fichier source déclenchera automatiquement la mise à jour des tableaux de bord. Ainsi, les

informations présentées seront toujours actuelles, garantissant une base fiable pour la prise de décision.

La mise en place de ces tableaux de bord représente une étape majeure pour GEGP dans l'amélioration de la gestion et du suivi de ses projets. En fournissant une visibilité accrue sur les dépenses, notre objectif est d'augmenter l'efficacité opérationnelle et de renforcer la communication entre toutes les parties prenantes du projet HRM1, ainsi que les projets à venir lorsque notre solution sera généralisée.

### 3.3.2 Plateforme « e-facture »

Puisque la plupart des projets de GEGP, y compris HRM1, n'ont pas encore été migrés vers le nouvel ERP PowerMax, et selon le top management de GEGP, cette migration risque de prendre beaucoup de temps et pourrait même se faire après la clôture de ces projets, nous avons décidé de mettre en place une solution pour la gestion de la facturation, vu qu'actuellement, la facturation se fait de manière manuelle, comme expliqué dans l'analyse du diagramme BPMN précédemment (figure 1.8). La plateforme e-facture a été conçue pour digitaliser et simplifier ce processus, elle est destinée aux différentes parties prenantes concernées par le processus de facturation, à savoir les PMs et leurs assistants.

Les fonctionnalités visées par la plateforme seront principalement :

- **La création d'une facture avec génération automatique d'un numéro :** Cette fonctionnalité élimine les erreurs humaines et elle réduit considérablement les délais et le temps perdu. Actuellement, GEGP Algérie doit envoyer la facture au service financier aux États-Unis, qui attribue un numéro de facture avant de la renvoyer à GEGP Algérie. Avec les décalages horaires et d'autres raisons, ce processus prend beaucoup de temps. En automatisant la génération des numéros de facture, nous éliminons ces délais, ce qui permet un traitement plus rapide et plus efficace des factures.
- **L'envoi direct des factures par email :** Automatisation de l'envoi des factures, réduisant ainsi les délais et les risques de pertes.
- **Le stockage sécurisé des factures :** Les factures seront conservées de manière sécurisée dans une base de données centralisée, facilitant ainsi leur accès et leur gestion.
- **L'impression des factures :** Pour les besoins de documentation physique, les factures pourront être imprimées directement depuis la plateforme.

## Chapitre 3. Solution proposée

- **Tracking des factures** : Les factures peuvent être suivies à partir de leur numéro, permettant un accès rapide et précis aux informations nécessaires directement depuis la plateforme.

Quelques contraintes sont à prendre en considération dans le développement de la plateforme, telles qu'une potentielle résistance au changement de la part des utilisateurs. Pour atténuer ce risque, nous avons conçu une plateforme conviviale et facile à utiliser, afin de gérer ce problème et d'encourager son adoption rapide par les utilisateurs finaux.

La structure de la première partie de la solution est récapitulée dans la figure 3.3 :

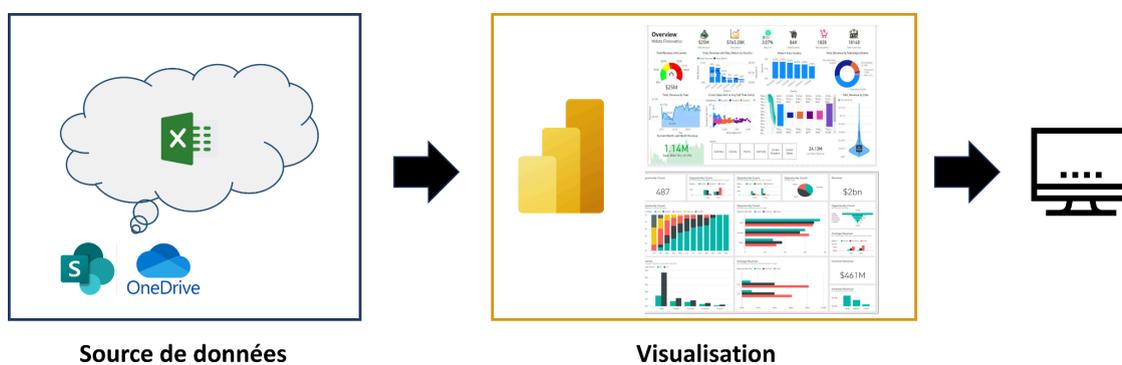


FIG 3.3 :Structure de la première partie de la solution

### 3.4 Conception de la solution

Après avoir évalué les besoins et pris connaissance de l'environnement du projet, nous passons à la phase de conception de la solution proposée. Pour cela, nous utilisons le langage Unified Modeling Language (UML) pour la conception et la modélisation.

#### 3.4.1 Diagrammes UML

La représentation des diverses situations d'utilisation à l'aide du langage UML permet de clarifier les différents scénarios rendus possibles par la plateforme e-facture et les tableaux de bord. Dans ce qui suit, nous exposons quelques diagrammes qui illustrent les différentes fonctionnalités recherchées. Cette approche vise à représenter de manière claire le système et à faciliter la compréhension des tâches entre les différentes parties prenantes.

##### 3.4.1.1 Diagrammes des cas d'utilisation

Il s'agit d'un descriptif du système selon le point de vue des utilisateurs. Il permet de répondre à la question : Qui fait Quoi ?

### Chapitre 3. Solution proposée

Maintenant, nous allons présenter les deux diagrammes de cas d'utilisation : celui des tableaux de bord et celui de la plateforme e-facture . Notons que les relations de type « Extend » illustrées ci-dessous supposent une extension facultative des cas d'utilisation associés, tandis que les relations de type « Include » impliquent une obligation d'exécuter les cas d'utilisation associés.

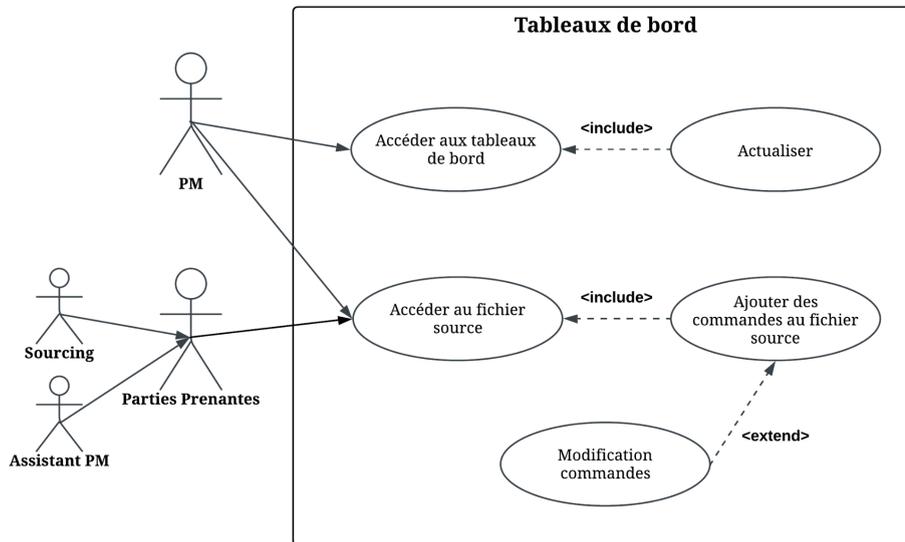


FIG 3.4 : Diagramme de cas d'utilisation des tableaux de bord

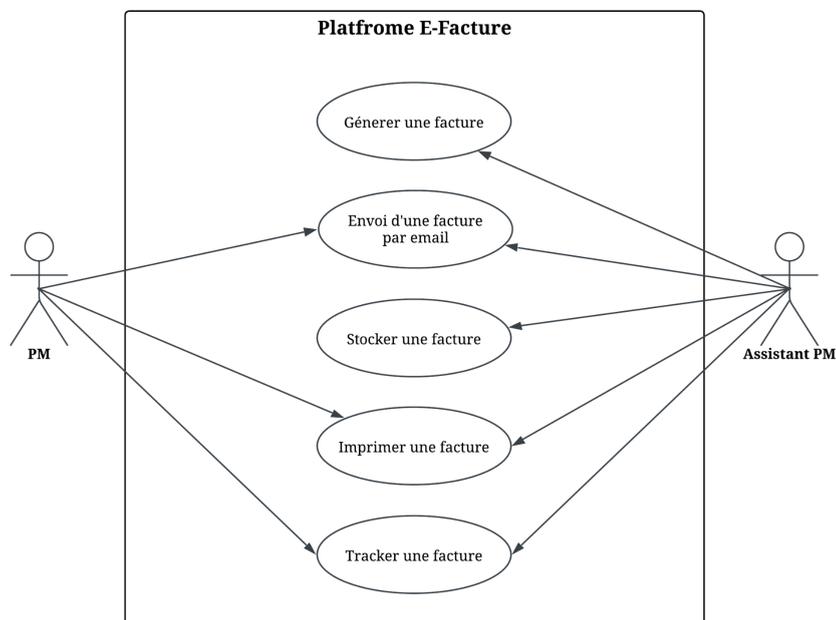


FIG 3.5: Diagramme de cas d'utilisation de la plateforme e-facture

### 3.4.1.2 Diagrammes de séquences

Ces diagrammes montrent la chronologie des actions entre les acteurs et les objets du système. Nous allons présenter le diagramme de séquence qui concerne les tableaux de bord ainsi que le diagramme de séquence qui concerne la plateforme e-facture.

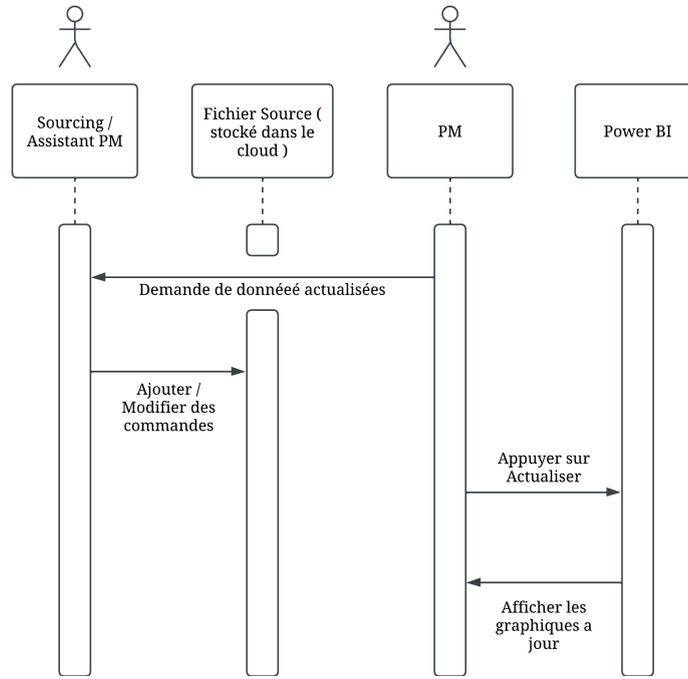


FIG 3.6 : Diagramme illustratif de séquences pour la visualisation des tableaux de bord à jours

## Chapitre 3. Solution proposée

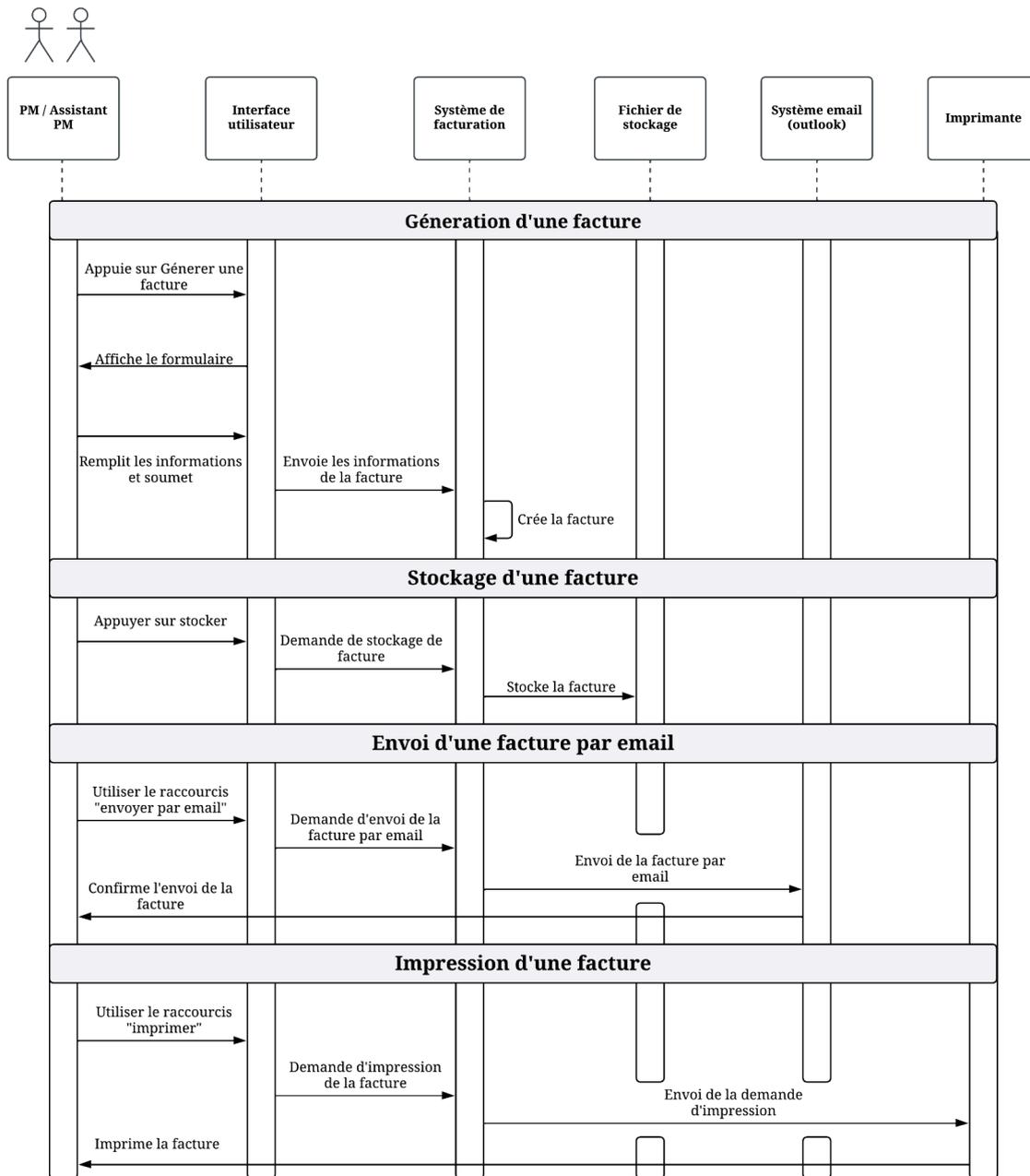


FIG 3.7 : Diagramme illustratif de séquences pour les cas d'utilisations de la plateforme e-facture

### 3.5 Développement de la solution

#### 3.5.1 Développement des tableaux de bord

Dans cette section, nous allons en premier lieu présenter le fichier source, qui est un fichier Excel. Ce fichier input constitue la base de notre travail et sera le point de départ de notre processus. Tout d'abord, nous décrirons le contenu et la structure du fichier Excel, afin de bien comprendre les données avec lesquelles nous allons travailler. Ensuite, nous apporterons quelques modifications à ce fichier en automatisant certaines tâches répétitives et en mettant en place des alertes automatiques pour prévenir le PM dans le cas où le budget dépasse un seuil spécifique .

En deuxième partie afin d'améliorer le suivi, l'analyse des données et le reporting, une solution basée sur la BI est choisie. Nous allons donc dérouler le processus ETL (Extraction, Transformation, et Chargement), et ce fichier Excel sera la source principale d'entrée.

##### 3.5.1.1 Organisation et présentation du fichier source

###### - Organisation du fichier source

Pour organiser efficacement les données de sourcing de l'entreprise et résoudre les dysfonctionnements liés au suivi des équipements, nous nous sommes inspirés de la méthode des 5S de lean management. Cette méthode vise à améliorer l'efficacité et la qualité des processus en organisant l'espace de travail de manière systématique. Voici comment nous avons appliqué chaque étape des 5S pour structurer les données d'entrée qui vont être utilisées pour la mise en place des tableaux de bord :

###### 1-Seiri (Trier)

La première étape a consisté à trier toutes les données disponibles dans le fichier source. Nous avons regroupé les matériels et prestations en sous-clusters spécifiques pour clarifier et simplifier l'analyse. Les sous-clusters définis sont :

- Manpower
- Equipement
- Consommable Montage
- Prestation Site
- Services
- Environnement, Hygiène et Sécurité (EHS)
- Base Camp

## Chapitre 3. Solution proposée

---

### 2-Seiton (Ranger)

Ensuite, Nous avons organisé les sous-clusters en deux grands clusters pour une meilleure gestion et suivi, qui sont : C&C (Construction and Commissioning) et Équipements. Ces derniers regroupent les sous-clusters suivants

- C&C (Construction and Commissioning)

- Manpower
- EHS
- Base Camp
- Prestation Site
- Services

-Equipements

- Equipement
- Consommable Montage

Chaque cluster a été placé dans une feuille de calcul distincte pour une clarté optimale. , on a ajouté des colonnes pour définir le sous-cluster de chaque ligne dans le fichier , permettant une classification facile et rapide des données.

### 3-Seiso (Nettoyer)

Nous avons ajouté une colonne "EQ-Type" , "Statut" pour chaque ligne dans la feuille "Équipement" afin de différencier les types d'équipements ainsi que le statut de facturation de chaque équipement :

- Type d'Équipement : Shaft Line ou BOP
- Statut : Facturable ou Non Facturable

Cette distinction est cruciale pour suivre les BOPs et les équipements manquants, problématiques identifiées dans le dysfonctionnement à résoudre.

### 4-Seiketsu (Standardiser)

Pour standardiser la gestion des équipements Shaft line , nous avons créé une feuille dédiée reprenant la forme du fichier extrait de leur ERP "Triple S". Cela permet une intégration directe et fluide des nouvelles données copiées par l'équipe sourcing depuis le fichier extrait vers notre fichier, simplifiant ainsi le processus de mise à jour pour ensuite les jumeler dans la feuille équipements, chose qui sera détaillée encore plus dans la partie automatisation.

### 5-Shitsuke (Maintenir)

## Chapitre 3. Solution proposée

---

Enfin, pour maintenir cet ordre et cette efficacité dans le temps, nous avons mis en place un processus de mise à jour régulière des données et des standards définis. Les utilisateurs sont formés pour respecter ces procédures afin de garantir une gestion continue et optimale des dépenses, le processus est celui présenté en forme UML dans la partie précédente de conception .

L'application de la méthode des 5S à l'organisation des données sourcing a permis de structurer efficacement les informations, facilitant ainsi la gestion et le suivi des dépenses.

### - **Présentation du fichier source**

Après avoir terminé la phase de structuration , nous passons à la présentation de notre fichier source , ce dernier est structuré en trois feuilles distinctes, chacune dédiée à un aspect spécifique de la gestion des dépenses sur le site de HRM1.

- **La première feuille "EQ" (Annexe 1)** répertorie toutes les commandes d'équipements et de consommables montages effectuées pour le site de HRM1, incluant les commandes BOP et Shaft line. Cette feuille inclut des informations détaillées pour chaque commande, telles que le numéro de commande, l'acheteur, le fournisseur, le nom de l'équipement ou du consommable, le statut de la commande (indiquant si elle est facturable au client ou non), la date de livraison prévue, et le coût de la commande.
- **La deuxième feuille " C&C " (Annexe 1)** est consacrée aux commandes liées au personnel du site (Men power), aux fournitures EHS (Environnement, Hygiène et Sécurité), ainsi qu'aux prestations de services. Les informations sont structurées de manière similaire à celles de la première feuille . Par contre , cette feuille ne contient pas la colonne "Statut" car toutes les commandes sont non facturables.
- **Enfin, la troisième feuille "ALL" (Annexe 1)** regroupe toutes les commandes site confondues (C&C et équipement).

### 3.5.1.2 Automatisation du fichier source

Dans cette section, nous allons aborder l'automatisation de notre fichier source en utilisant le langage VBA . L'objectif principal de cette automatisation est d'éliminer certaines tâches répétitives, comme la récupération de données à partir d'autres feuilles. Nous présenterons aussi en détail tous les modules d'automatisation utilisés ainsi que les alertes de budget mises en place pour prévenir les dépassements (Annexe 2).

### 1. Récupération de la donnée "Statut" à partir d'une autre feuille

Pour automatiser le remplissage de la colonne "Statut" dans la feuille "EQ", nous avons mis en place une récupération automatique des informations à partir d'une autre feuille similaire. Cette feuille contient des informations sur les équipements, y compris si l'équipement est facturable ou non. Les deux feuilles partagent une colonne commune, la colonne "PO" (numéro de commande), qui nous a permis de faire correspondre les informations.

En utilisant VBA, nous avons développé un code qui parcourt la feuille source et récupère l'information de "Statut" (Facturable ou Non Facturable) en se basant sur le numéro de commande commun. Le code utilise la fonction **VLOOKUP** pour rechercher et récupérer les informations correspondantes. Cette automatisation garantit que la colonne "Statut" dans la feuille "EQ" est toujours correctement remplie avec les données les plus précises, sans nécessiter d'intervention manuelle.

### 2. Liaison entre les feuilles "EQ" et "Shaft line"

Nous avons automatisé la liaison entre la feuille "EQ" (qui contient les équipements et les consommables montages BOP) et la feuille "Shaft line" (qui contient les non-conformités et les manquants des équipements Shaft line). Cette automatisation permet de regrouper tout le matériel physique dans la même feuille "EQ", facilitant ainsi le suivi et la gestion des équipements.

Pour réaliser ceci nous avons développé un code qui transfère automatiquement les données de la feuille "Shaft line" vers la feuille "EQ". Ce transfert respecte le format standard de la feuille "EQ", en ne copiant que les colonnes essentielles et en plaçant les données de manière correcte et logique. De plus, comme les équipements Shaft line sont non facturables, la colonne "Statut" dans la feuille "EQ" est automatiquement remplie avec la valeur "Non facturable" lors du transfert. Le code utilisé pour cette automatisation vérifie également si de nouvelles données sont ajoutées à la feuille "Shaft line" et les transfère en conséquence, garantissant ainsi que la feuille "EQ" est toujours à jour avec les dernières informations disponibles.

Pour cette automatisation, la fonction VBA principale qu'on a utilisés est :

- **Worksheet\_Change** : c'est un événement qui se déclenche automatiquement lorsqu'une modification est apportée à une cellule dans la feuille. Dans ce cas, il est utilisé pour surveiller les changements dans la feuille "Shaft line" et initier le transfert de données lorsque des modifications sont détectées.

### 3. Liaison entre les feuilles "EQ" et "C&C"

Nous avons automatisé la liaison entre la feuille "EQ" (qui contient les équipements et les consommables montages BOP , Shaft Line ) et la feuille "C&C" . Cette automatisation permet de regrouper toutes les dépenses site dans la même feuille "**ALL**", facilitant ainsi le suivi et la gestion globale des commandes.

Pour cette automatisation, la fonction VBA principale que nous avons utilisée est :

- **Worksheet\_Change** : c'est un événement qui se déclenche automatiquement lorsqu'une modification est apportée à une cellule dans les feuilles "EQ" ou "C&C". Dans ce cas, il est utilisé pour surveiller les changements dans ces feuilles et initier le transfert de données vers la feuille "ALL" lorsque des modifications sont détectées.

### 4. Alerte Budget

Pour assurer une gestion rigoureuse du budget et prévenir les dépassements, une alerte de budget a été mise en place. Cette alerte se déclenche automatiquement lorsque la consommation dépasse un certain seuil prédéfini par le PM . Pour les dépenses C&C, le code utilisé pour cette automatisation vérifie en continu les valeurs de la colonne "Actual PO Value (\$)" de la feuille "C&C" et calcule la consommation totale. Si cette consommation dépasse l'un des seuils définis, un email automatique est envoyé au PM pour le prévenir de la situation. ( Figure 3.8 )

Le code utilise plusieurs fonctions VBA importantes, notamment **WorksheetFunction.Sum** pour calculer la somme des valeurs, **CreateObject("Outlook.Application")** pour créer une instance de l'application Outlook et envoyer l'email, et **If statements** pour vérifier si les seuils de consommation ont été dépassés.

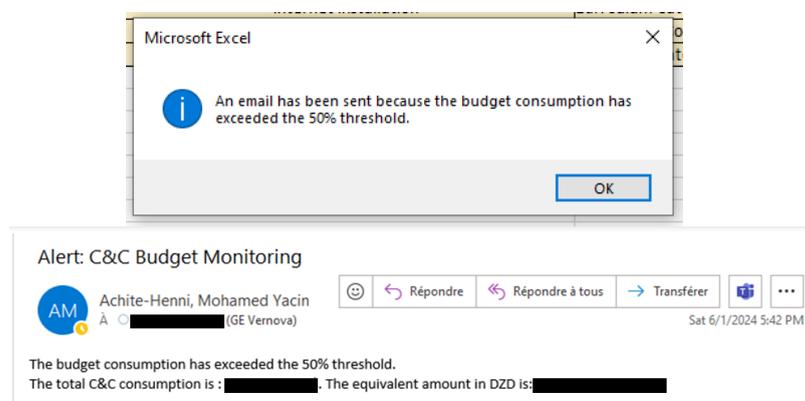


FIG 3.8 : Exemple d'alerte budget C&C

## Chapitre 3. Solution proposée

---

La même chose a été effectuée pour surveiller le budget dédié aux équipements, les principales fonctions VBA utilisées pour cela sont les mêmes que celles utilisées pour l'alerte de budget C&C.

### 3.5.1.3 Méthode Merise

Dans cette section, nous détaillerons le développement des tableaux de bord en utilisant la méthode Merise pour modéliser la base de données relationnelle qui soutiendra notre solution. Nous commencerons par la définition du dictionnaire des données, suivi de la création du modèle conceptuel et du modèle relationnel, en passant par le graphe de dépendances fonctionnelles, pour assurer une modélisation précise et cohérente des données. Ensuite, nous allons sélectionner un de ces trois types de modèles dimensionnels : Étoile, flocon, standard.

Pour sélectionner le modèle dimensionnel le plus approprié, nous comparerons ces trois modèles en nous basant sur des critères d'implémentation spécifiques et justifierons notre choix. Une fois le modèle dimensionnel retenu, nous expliquerons en détail le processus ETL (Extract, Transform, Load) qui sera utilisé pour intégrer et transformer les données. Enfin, nous définirons les indicateurs clés de performance (KPI) à utiliser pour les tableaux de bord .

#### - Dictionnaire des données

Attribut	Signification	Domaine
EQ-Type	Le type de l'équipement :BOP ou Shaft Line	Chaîne (12)
Type	Le type du matériel, il s'agit des sous-clusters.	Chaîne (12)
Buyer name	Nom,Prénom du membre sourcing qui effectue l'achat	Chaîne(30)
# PO	Le numéro de l'ordre d'achat	Entier Positif
Project	Nom du projet	Chaîne (12)
Package Code / NCR/Inspection	La destination pour laquelle le matériel a été acheté (site ou Project Management)	Chaîne (30)
Package description	Description exacte du matériel acheté	Chaîne (30)
State	Etat de facturation du matériel :Facturable ou Non Facturable	Chaîne (30)
Finalized Supplier	Nom exact du fournisseur du matériel	Chaîne (30)
PO Actual Date	La date de réalisation de l'ordre d'achat	Date
Actual PO Value (DZD)	La valeur monétaire inscrite dans le PO en	Réel

### Chapitre 3. Solution proposée

	DZD	
Actual PO Value (USD)	La valeur monétaire inscrite dans le PO en USD	Réel
Delivery Actual Date	La date de livraison du matériel	Date
Delivery status	Le statut de livraison :Fait ou en cours	Chaîne (12)

TAB 3.3 : Dictionnaire des données

#### 1. Modèle en étoile

##### - Graphe des dépendances fonctionnelles

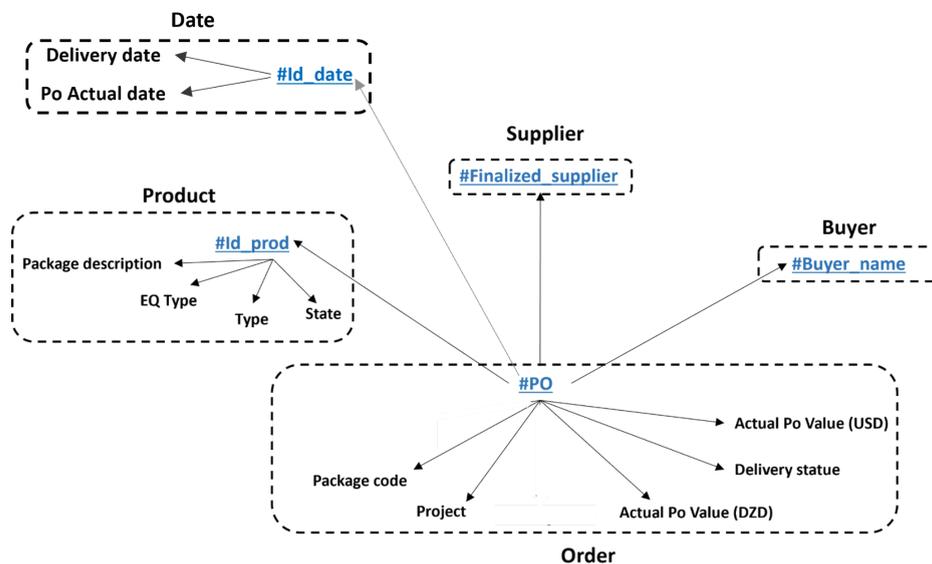


FIG 3.9 : graphe des dépendances fonctionnelles pour le modèle en étoile

Le diagramme ci-dessous présenté nous permet d'apprécier les interdépendances existantes entre les différents attributs

##### - Modèle conceptuel de données

L'interprétation des interdépendances existantes entre les données nous a permis de créer le modèle conceptuel de données suivant

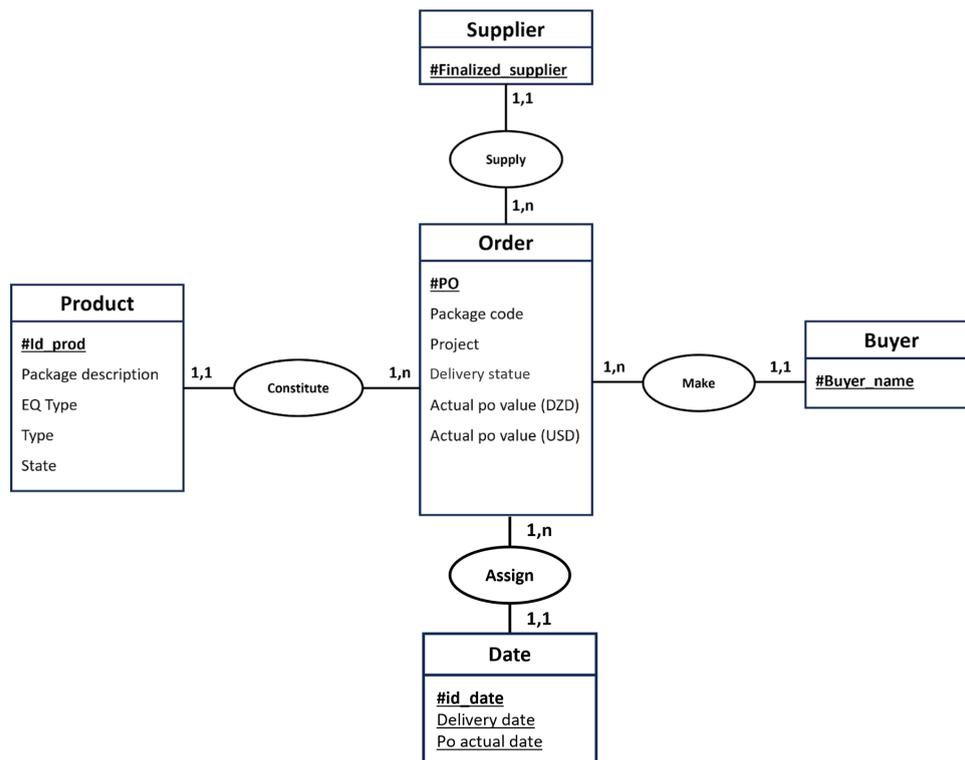


FIG 3.10 : MCD pour le modèle en étoile

### - Modèle relationnel simplifié

Pour le passage du MCD vers le modèle relationnel , on va utiliser la règle de passage numéro deux, voici le modèle relationnel après simplification

- Order ( **PO** , Package code , Project , Po actual date , Actual po value (DZD) , Actual po value (USD) , Delivery date , Delivery statue )
- Product ( **id\_prod** , Package description , EQ Type , Type , State , #PO)
- Buyer ( **Buyer\_name** , #PO )
- Supplier ( **Finalized\_supplier** , #PO )
- Date ( **id\_date** , Delivery date , Po Actual date , #PO)

2. Modèle en flocon

- Graphe des dépendances fonctionnelles

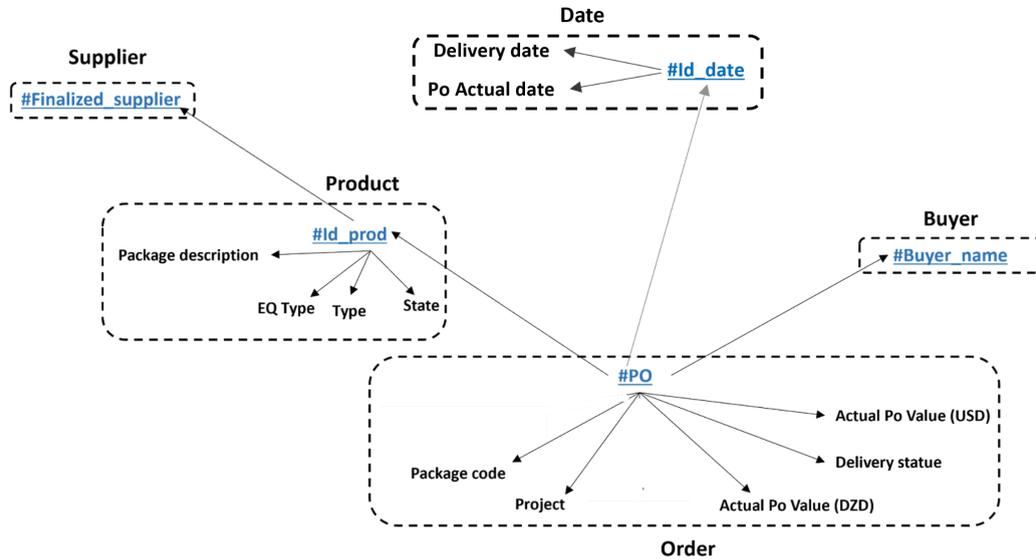


FIG 3.11 : Graphe des dépendances fonctionnelles pour le modèle en flocon

- Modèle conceptuel de données

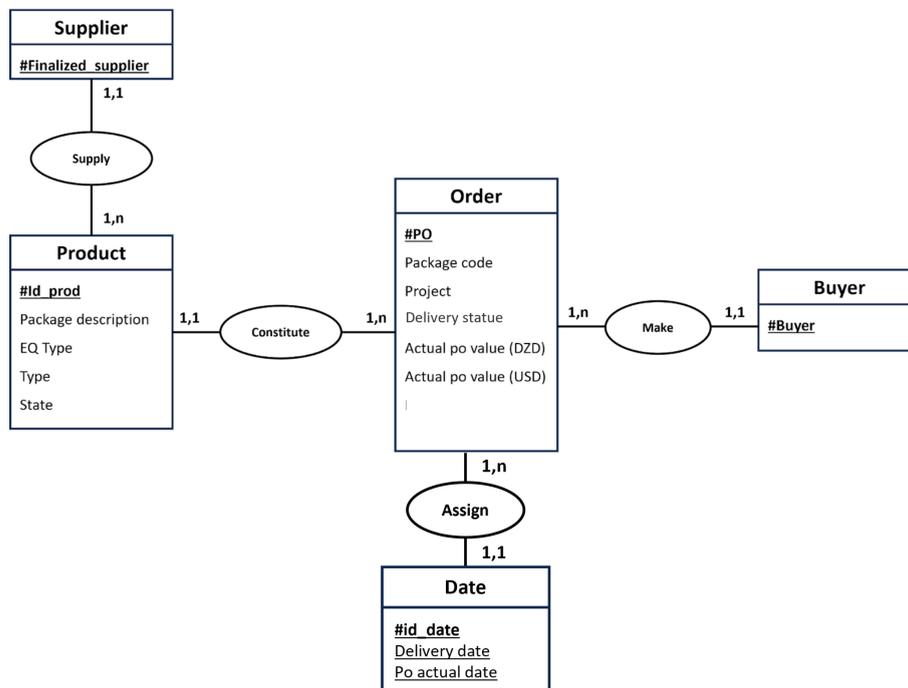


FIG 3.12 : MCD pour le modèle flocon

## Chapitre 3. Solution proposée

---

### - Modèle relationnel simplifié

Après simplification voici les tables :

- Order ( **PO** , Package code , Project , Po actual date , Actual po value (DZD) , Actual po value (USD) , Delivery date , Delivery statue )
- Product ( **id\_prod** , Package description , EQ Type , Type , State , **#PO**)
- Buyer ( **Buyer name** , **#PO** )
- Supplier ( **Finalized supplier** , **id\_prod** )
- Date ( **id\_date** , Delivery date , Po Actual date , **#PO**)

### 3. modèle standard

Maintenant que nous avons présenté le graphe de dépendances fonctionnelles, le modèle conceptuel et le modèle relationnel pour les modèles dimensionnels en flocon et étoile, il est important de noter que pour le modèle standard, il ne sera pas nécessaire de suivre cette approche.

Nous allons laisser la base de données Excel sous forme de fichier plat , qui va être divisée en trois tables distinctes, correspondant à trois feuilles Excel :

- Dépenses d'équipements BOP / Shaft Line
- Dépenses C&C
- Une feuille qui regroupe tous les dépenses

Comme expliqué précédemment dans la partie organisation du fichier source.

Ces tables ne sont pas liées entre elles. Par conséquent, il n'est pas nécessaire de réaliser le graphe de dépendances fonctionnelles, le modèle conceptuel et le modèle relationnel pour ce modèle. Nous simplifierons ainsi notre approche en utilisant ces trois feuilles Excel indépendantes pour le modèle standard.

#### 3.5.1.4 Choix du modèle dimensionnel à implémenter

Pour déterminer le modèle dimensionnel le plus approprié à implémenter (étoile, flocon ou standard), nous avons défini des critères d'implémentation ainsi que leurs poids en collaboration avec les PMs et l'équipe sourcing. Les critères incluent la compatibilité avec le fichier ERP extrait, la simplicité de mise en œuvre et la flexibilité pour les analyses futures.

Chaque critère a été pondéré pour refléter son importance relative. Voici un tableau récapitulatif des alternatives et des critères, avec une somme pondérée pour chaque modèle.

### Chapitre 3. Solution proposée

---

Critères	Poids	étoile	flocon	standard
Compatibilité avec l'ERP	5	1	1	4
Simplicité de mise en oeuvre	4	3	4	3
Flexibilité pour les analyses	2	4	4	2
Moyenne pondérée	/	25	29	36

TAB 3.4 : Choix du modèle à implémenter en utilisant une moyenne pondérée

#### - Explication du Choix

##### 1. Compatibilité avec ERP (Poids : 5)

La compatibilité avec les fichiers ERP extraits est cruciale. Le modèle standard est directement compatible avec le format des fichiers extraits de l'ERP, éliminant ainsi la nécessité de transformation, ce qui lui donne un avantage significatif.

##### 2. Simplicité de mise en œuvre (Poids : 4)

Le modèle standard est relativement simple à mettre en œuvre puisqu'il consiste à utiliser des fichiers plats sous forme de feuilles Excel distinctes, réduisant ainsi les efforts de conception et de développement.

##### 3. Flexibilité pour les analyses futures (Poids : 2)

Ce critère évalue la capacité du modèle à s'adapter à des analyses futures complexes. Les modèles en étoile et en flocon sont plus flexibles pour des analyses avancées et structurées, ce qui leur donne un avantage sur ce critère.

Bien que le modèle standard ne soit pas la solution optimale en termes de flexibilité pour des analyses avancées, il est de loin le plus pratique et le plus rapide à mettre en œuvre pour notre contexte. Il permet à l'équipe sourcing de gagner du temps en travaillant directement avec les fichiers extraits de l'ERP, facilitant ainsi les mises à jour et réduisant les risques d'erreurs. En considérant les critères d'implémentation et leur pondération, le modèle standard s'avère être la meilleure option pour notre projet, mais sans une différence trop marquée par rapport aux autres modèles, ce qui montre qu'ils ont aussi des avantages notables dans des contextes différents.

En choisissant ce modèle, nous privilégions une approche simple et rapide, assurant une mise à jour efficace des tableaux de bord tout en maintenant une compatibilité maximale avec les processus existants.

### 3.5.1.5 Processus ETL (Extract, Transform, Load)

#### 1. Extraction des Données

La première étape du processus ETL est l'extraction des données du fichier source Excel, qui contient trois feuilles distinctes :

- Dépenses Équipements BOP / Shaft line
- Dépenses C&C
- Une feuille qui regroupe tous les dépenses

Pour l'ajout de nouvelles données par l'équipe sourcing , il faudra extraire le fichier de l'ERP Triple S, copier les données nécessaires, puis les coller dans le fichier source existant dans la feuille EQ ou C&C selon le type du matériel. Ce processus garantit que les données sont exactes et à jour.

#### 2. Transformation des Données

Maintenant que nous avons terminé la phase d'extraction, nous passons à la transformation des données dans Power Query . Les transformations incluent plusieurs opérations:

- Nettoyage des données : Remplissage des dates manquantes avec l'aide de l'équipe sourcing, suppression des doublons et suppression des colonnes/lignes vides.
- Conversion de formats : Conversion des dates, des devises
- Validation des données : Vérification de l'intégrité et de la conformité des données transformées avec les règles métier définies.

#### 3. Chargement des Données

Les données ainsi structurées sont prêtes à être chargées dans le data mart. L'outil choisi pour la création des tableaux de bord est Power BI. Pour la mise à jour des tableaux de bord, le fichier source sera stocké dans OneDrive, où toute l'équipe sourcing aura accès pour ajouter ou modifier des données. Ce stockage centralisé permet une mise à jour en temps réel des tableaux de bord.

### 3.5.1.6 Choix des KPI

La définition des KPI a été réalisée en collaboration étroite avec les PMs afin de répondre aux besoins spécifiques de visualisation et d'analyse. Le PM de HRM1 a exprimé le désir de visualiser les données sous trois types de tableaux de bord distincts :

1. **Tableau de bord global** : Ce tableau regroupe toutes les dépenses du site HRM 1.

## Chapitre 3. Solution proposée

---

2. **Tableau de bord C&C** : Ce tableau se concentre spécifiquement sur les dépenses liées à la catégorie C&C.
3. **Tableau de bord des équipements** : Ce tableau présente les dépenses relatives aux équipements BOP et Shaft line.

Pour chacun de ces tableaux de bord, plusieurs KPI ont été définis pour permettre une analyse détaillée et pertinente des données :

- **Valeur des dépenses en dollars**
- **Valeur des dépenses en DZD**
- **Consommation par type** : Ce KPI segmente les dépenses par catégorie, permettant une identification rapide des principales sources de coûts.
- **Consommation par mois** : Cet indicateur fournit une vue temporelle des dépenses, mettant en évidence les variations mensuelles et facilitant la détection des tendances.

En plus des KPI des filtres pour les années, trimestres et mois seront intégrés aux tableaux de bord, offrant une flexibilité accrue pour l'analyse temporelle et permettant de focaliser l'attention sur des périodes spécifiques.

- **Statut d'un équipement** : Des filtres permettent de distinguer les équipements facturables de ceux qui ne le sont pas.
- **Type d'équipement** : Des filtres seront également disponibles pour segmenter les dépenses selon le type d'équipement (BOP ou Shaft Line).

Ces KPI sont essentiels pour une gestion efficace et une prise de décision éclairée, permettant au PM de suivre les dépenses, d'identifier les tendances et de prendre des mesures correctives ou stratégiques en temps opportun.

### 3.5.1.7 Visualisation

#### 1. Tableau de bord général des dépenses du site HRM 1

Le tableau de bord global regroupe toutes les dépenses du site HRM 1. Il offre une vue d'ensemble des dépenses totales et intègre les KPI qu'on a vu dans la partie précédente .

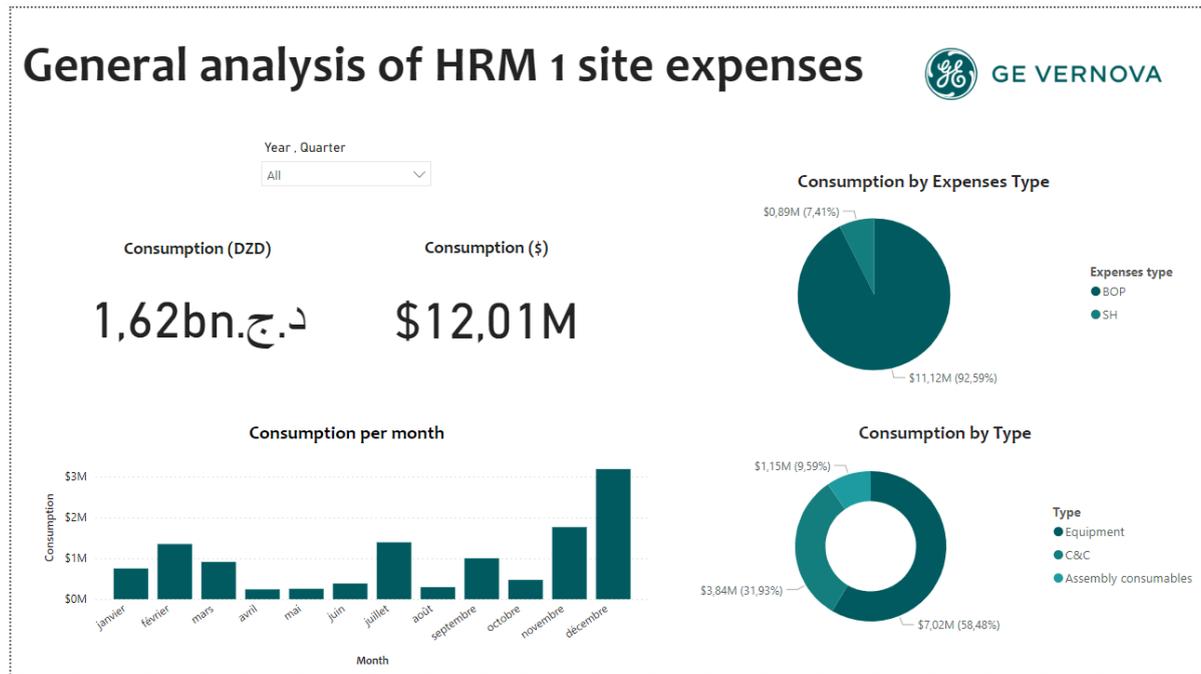


FIG 3.13 : Tableau de bord général

## 2. Tableau de bord des dépenses C&C

Ce tableau de bord est dédié aux dépenses spécifiques à la catégorie C&C. Il fournit une analyse détaillée des coûts associés à cette catégorie .

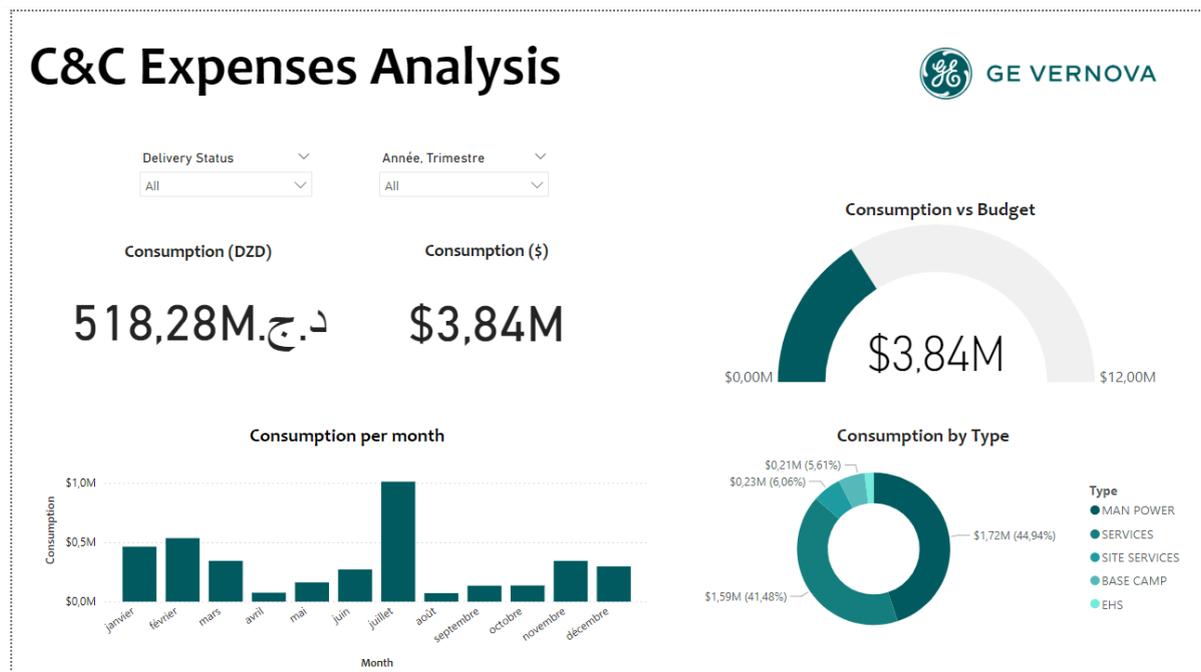


FIG 3.14 : Tableau de bord pour les dépenses C&C

### 3. Tableau de bord des dépenses équipements

Le troisième tableau de bord se concentre sur les dépenses relatives aux équipements. Il offre une vue détaillée des coûts associés aux différents équipements utilisés sur le site HRM 1

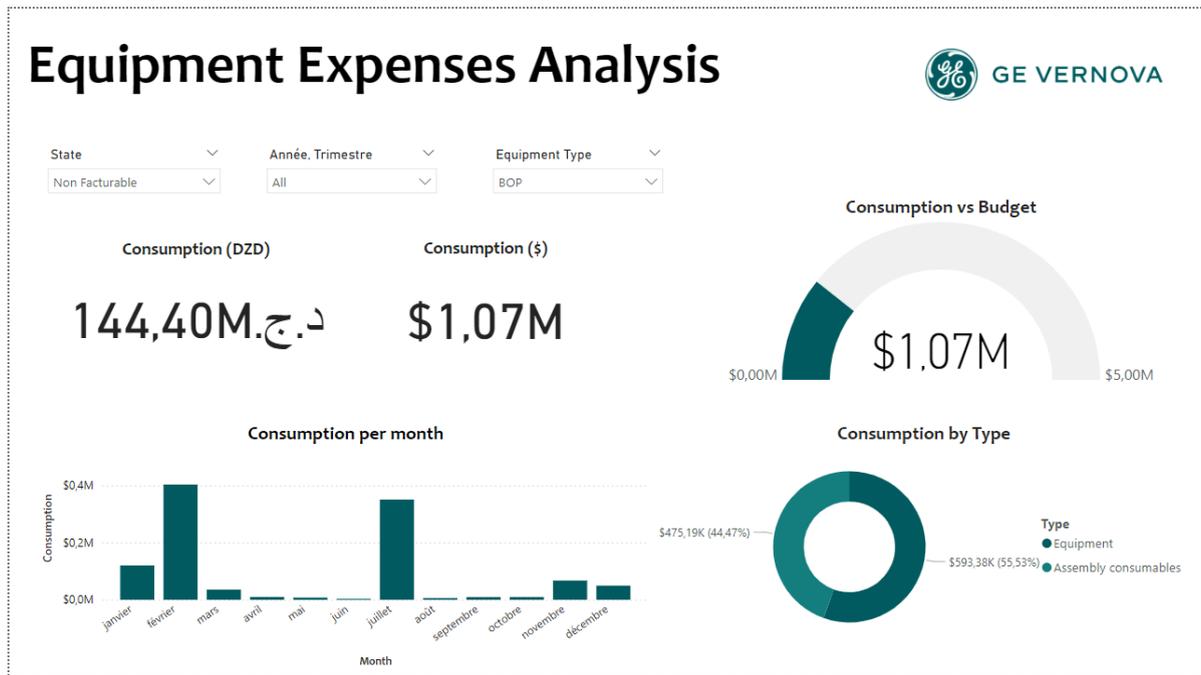


FIG 3.15: Tableau de bord pour les dépenses equipment

## 3.5.2 Développement de la Plateforme E-Facture

### 3.5.2.1 Les Modules

**1. Module Generation Numéro Facture :** Ce module est responsable de la génération des numéros de facture uniques, garantissant ainsi l'intégrité et l'unicité des factures dans le système. Ce module comprend la fonction suivante :

- **GenererNumeroFacture() :** Cette fonction génère un numéro de facture unique en créant un identifiant aléatoire, puis vérifie si ce numéro existe déjà dans une liste de numéros de factures existants. Si le numéro généré est déjà utilisé, la fonction crée un nouveau et répète la vérification jusqu'à obtenir un numéro unique. Le numéro de facture est ensuite enregistré dans la cellule appropriée de la feuille de facturation et ajouté à la liste des numéros existants pour garantir qu'il ne sera pas réutilisé.

**2. Module Envoi Facture Par Email :** Ce module génère un PDF de la facture et crée un email avec ce PDF en pièce jointe. Il comprend la fonction suivante :

- **EnvoyerFactureParEmail()** : Gère l'envoi des factures par email en récupérant les informations de facturation, générant et sauvegardant le PDF de la facture, puis en utilisant Outlook pour créer un email avec les détails de la facture. L'email, avec le PDF en pièce jointe, est affiché pour que l'utilisateur entre l'adresse du destinataire et envoie le message.
- 3. Module Imprimer Facture** : Ce module est responsable de l'impression des factures directement depuis la plateforme. Ce module comprend la fonction suivante :
- **ImprimerFacture()** : gère ce processus en sélectionnant la feuille de facturation et en envoyant la commande d'impression. Elle commence par identifier la feuille de calcul "Facture" et utilise ensuite la méthode PrintOut pour imprimer le document.
- 4. Module Enregistrer Facture** : Ce module est responsable de l'enregistrement des factures en format PDF dans un dossier synchronisé avec OneDrive . Il comprend la fonction suivante :
- **EnregistrerFacture()** : Cette fonction commence par définir et vérifier l'existence du dossier OneDrive local. Si le dossier n'existe pas, elle affiche un message d'erreur et s'arrête. Sinon, elle crée un nom de fichier PDF avec le numéro de la facture, génère le chemin complet et enregistre la feuille "Facture" en PDF à cet emplacement. Enfin, elle affiche un message de confirmation indiquant que la facture a été enregistrée avec succès dans le dossier OneDrive.
- 5. Module Tracking Factures** : Ce module est responsable du suivi des factures à l'aide d'Outlook. il comprend la fonction suivante :
- **RechercherFactureOutlook()** : Cette fonction demande à l'utilisateur le numéro de facture à rechercher, initialise Outlook, puis parcourt les e-mails de la boîte de réception et des éléments envoyés. Elle vérifie si le numéro de facture est dans le sujet de l'e-mail et affiche l'e-mail trouvé dans Outlook. Si aucun e-mail correspondant n'est trouvé, un message d'information est affiché.
- 6. Module Saisie Informations** : Ce module est responsable de la saisie des informations nécessaires pour la facturation. Pour cette tâche, nous avons utilisé un formulaire utilisateur **UserForm** , qui offre une interface conviviale et interactive pour entrer les données.

### 3.5.2.2 Livrable de la Plateforme et fonctionnalités

L'application développée pour répondre à la solution proposée repose sur Excel VBA, utilisant principalement des feuilles de calcul (worksheets) et des macros pour offrir une interface conviviale et des fonctionnalités interactives.

Dans cette section, nous commencerons par explorer l'interface de la plateforme e-facture, en débutant par l'écran d'accueil. Ensuite, nous examinerons en détail le fonctionnement de chaque fonctionnalité en les testant directement sur la plateforme.

1. **Écran d'accueil** : L'écran d'accueil de notre plateforme est la première interface avec laquelle les utilisateurs interagissent (Figure 3.16). Il s'agit d'une page principale conçue pour offrir une expérience accueillante et informative au PM et à son assistant. Cet écran est constitué de trois boutons principaux, chacun correspondant à une fonctionnalité de la plateforme :

**-Nouvelle Facture** : Ce bouton permet d'accéder à la feuille "Facture" pour générer une nouvelle facture. En cliquant dessus, l'utilisateur est redirigé vers l'interface de création de factures où il peut saisir les détails nécessaires pour créer une nouvelle facture.

**-Factures Existantes** : En cliquant sur ce bouton, l'utilisateur peut afficher toutes les factures déjà enregistrées dans un dossier dédié. Ces factures sont également sauvegardées sur le OneDrive de l'entreprise, permettant ainsi une accessibilité et une gestion centralisée des documents.

**-Tracker une Facture** : Ce bouton est utilisé pour rechercher une facture spécifique dans l'application Outlook. L'utilisateur peut entrer le numéro de la facture à rechercher, et la plateforme vérifiera les emails envoyés et reçus pour localiser les correspondances liées à cette facture. Nous détaillerons cette fonctionnalité plus loin dans le rapport.



FIG 3.16 : L'écran d'accueil de la plateforme e-facture

### 2. Saisie des informations de la Facture

Lorsque l'utilisateur clique sur le bouton "Nouvelle Facture" sur l'écran d'accueil, il est dirigé vers la feuille "Facture". Là, il doit cliquer sur le bouton "Saisir les Informations de la Facture" pour que le formulaire de saisie apparaisse (Figure 3.17). Ce formulaire permet de saisir divers détails de facturation tels que la date de facturation, la description de l'équipement, le moyen de transport, le montant de l'équipement, et le montant du transport. Chaque champ de saisie est accompagné d'un bouton avec une croix. Ce bouton permet à l'utilisateur de supprimer facilement le contenu du champ en cas d'erreur. Une fois toutes les données saisies, l'utilisateur peut cliquer sur le bouton "Enregistrer" pour transférer les informations dans le modèle de facture. Le formulaire offre également une option pour supprimer tout le contenu saisi en cliquant sur le bouton "Supprimer", permettant de réinitialiser rapidement le formulaire en cas de besoin.

The screenshot shows a web application interface for entering invoice information. The main window is titled "Saisie des informations de la Facture" and contains several input fields with associated "X" delete buttons. The fields are: "Date de La Facturation (dd/mm/yyyy)" with value "08/09/2024", "Montant Equipement" with value "5000", "Description de l'Equipement" with value "15.81 % de Item ES-2 de la liste ANGE : «Outils et matériel de test et accessoires - Turbines à gaz»", "Montant Transport" with value "1000", and "Moyen De Transport" with value "Transport Maritime". At the bottom of the form are "Enregistrer" and "Supprimer" buttons. To the right, a sidebar contains a "Précédent" button and a "Saisir Les Informations De la Facture" button circled in red. Below it are buttons for "Générer Numéro de Facture", "Supprimer Numéro de Facture", "Envoyer Facture Par Email", "Imprimer La Facture", and "Enregistrer La Facture".

FIG 3.17 : Formulaire de Saisie des information de la facture

### 3. Générer un Numéro de Facture

Lorsque l'utilisateur clique sur le bouton "Générer un Numéro de Facture" sur la feuille "Facture", un numéro de facture unique est automatiquement créé (Figure 3.18). Pour garantir l'unicité de ce numéro, un mécanisme de vérification est mis en place.

Tout d'abord, un tableau de référence contenant tous les numéros de factures déjà existants est conservé dans une feuille Excel nommée "NumFac". Le code VBA associé à cette fonctionnalité génère un numéro de facture aléatoire, puis vérifie si ce numéro existe déjà dans la feuille "NumFac". Si le numéro généré est déjà utilisé, le processus est répété jusqu'à ce qu'un numéro unique soit trouvé.

De plus, pour offrir une fonctionnalité supplémentaire, un bouton "**Supprimer Numéro de Facture**" est inclus. Lorsque l'utilisateur clique sur ce bouton, le numéro de facture en cours

### Chapitre 3. Solution proposée

ainsi que son enregistrement dans la feuille "NumFac" sont supprimés . Cette fonctionnalité garantit la création de numéros de factures uniques et facilite la gestion efficace de ces numéros dans le système de facturation.

The screenshot displays a software interface for generating an invoice. The main area contains a form with the following sections:

- Client Information:** 2 CORPORATE DRIVE, SHELTON CONNECTICUT, ETATS UNIS D'AMERIQUE.
- Bank Information (VIREMENT BANCAIRE SUR LE COMPTE):** CITIBANK, 111 WALL STREET, NEW YORK, NY, 10043, UNITED STATES, FOR ACCT OF: 0013-2698, ABA # 021000089 SWIFT CODE CITIUS33.
- Contract Details:** N° Contrat Client: 2013/03/KDM/03-18/SPE/2013, Date Contrat: 09/04/2013, N° Référence GE: 726097.
- Payment Information (PAIEMENT A VUE):** FACTURE INTERNATIONALE N°: 802410 GEII, FACTURE N°: F4848204 (highlighted in red), DATE FACTURATION: 08/06/2024, PAGE: 1.
- Company Information:** SOCIETE ALGERIENNE DE PRODUCTION DE L'ELECTRICITE SPE-SPA, IMMEUBLE DES 700 BUREAUX, ROUTE NATIONALE N 38, GUE DE CONSTANTINE, ALGER, ALGERIE.
- Prepared By:** Lilia TEBANI (+213 661 927 978), proj MGR: Nadjwa BOUKADOUIM.
- DESCRIPTION:** CONTRAT POUR LA CONCEPTION, L'ENGINEERING, L'ACQUISITION DES EQUIPEMENTS ET MATERIAUX, AINSI QUE LA CONSTRUCTION, L'INSTALLATION, LA SUPERVISION DES TRAVAUX DE GENIE CIVIL, LES ESSAIS ET LA MISE EN SERVICE, LA FORMATION, LE DEMARRAGE D'UNE CENTRALE FONCTIONNANT AU GAZ NATUREL ET AU FUEL D'UNE PUISSANCE TOTALE DE 390,152MW AUX BORNES USINE ET CONDITIONS DU SITE, CER PORT ET/OU CPT AEROPORT.
- Instructions:** Référence : Facture N° F4848204 (highlighted in red).

On the right side, a sidebar contains the following buttons:

- Saisir Les Informations De la Facture
- Générer Numéro de Facture (highlighted in red)
- Supprimer Numéro de Facture (highlighted in red)
- Envoyer Facture Par Email
- Imprimer La Facture
- Enregistrer La Facture

FIG 3.18 : Génération d'un numéro de facture

#### 4. Envoyer la facture par email

Lorsque l'utilisateur clique sur le bouton "Envoi de la Facture par Email" sur la feuille "Facture", l'interface d'Outlook s'ouvre automatiquement (Figure 3.19). La facture générée est attachée à l'email en tant que fichier PDF pour une présentation professionnelle. L'utilisateur n'a qu'à saisir l'adresse email du destinataire dans le champ prévu à cet effet pour envoyer la facture. L'email est pré-rempli avec les informations importantes telles que le numéro de la facture, le nom du client, le montant de la facture et la date de la facture et peut être modifié en cas de besoin. Cette fonctionnalité simplifie le processus d'envoi de factures en automatisant la création de l'email et en fournissant toutes les informations pertinentes pour une communication efficace entre les différentes parties prenantes.

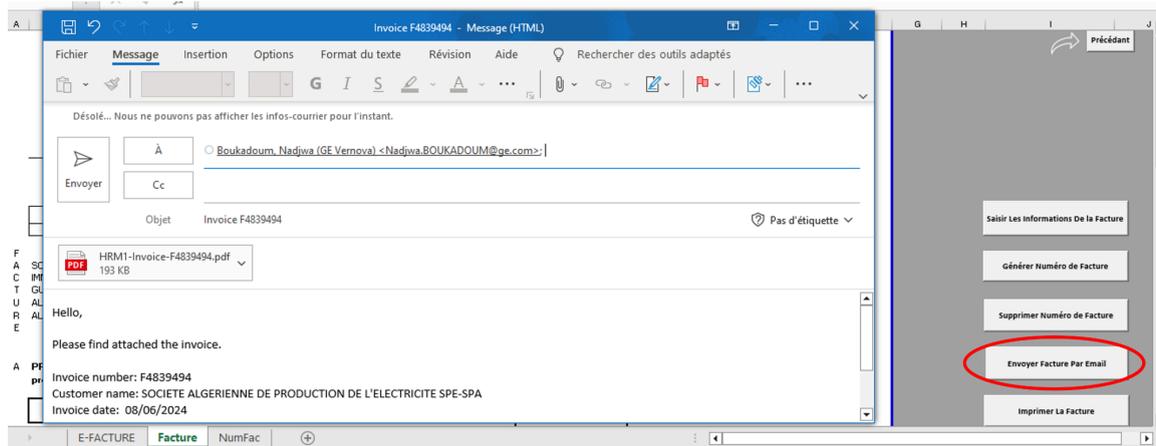


FIG 3.19 : Envoi automatique des factures par email

### 5. Impression de la Facture

Lorsque l'utilisateur appuie sur le bouton "Imprimer la Facture" sur la feuille "Facture", la facture est automatiquement imprimée selon les normes et standards de l'entreprise. Le processus d'impression a été soigneusement adapté pour garantir la cohérence et la qualité des documents produits.

### 6. Enregistrer La facture

Lorsque l'utilisateur clique sur le bouton "Enregistrer la Facture", un processus automatique se déclenche pour sauvegarder la facture dans un dossier spécifié sous format PDF. Le chemin du dossier OneDrive synchronisé localement est préalablement spécifié pour garantir l'accès et la synchronisation avec tous les membres de l'entreprise. Si le dossier spécifié n'existe pas, un message d'erreur est affiché pour en informer l'utilisateur.

Une fois l'enregistrement terminé, un message de confirmation est affiché, informant l'utilisateur que la facture a été sauvegardée avec succès dans le dossier OneDrive, prête à être consultée et partagée par tous les membres de l'équipe, comme illustré dans les figures, figure 3.20 et figure 3.21 suivantes.

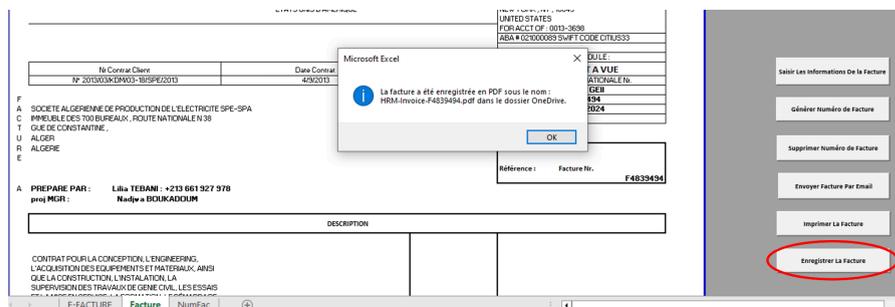


FIG 3.20 : Message de confirmation d'enregistrement de la facture

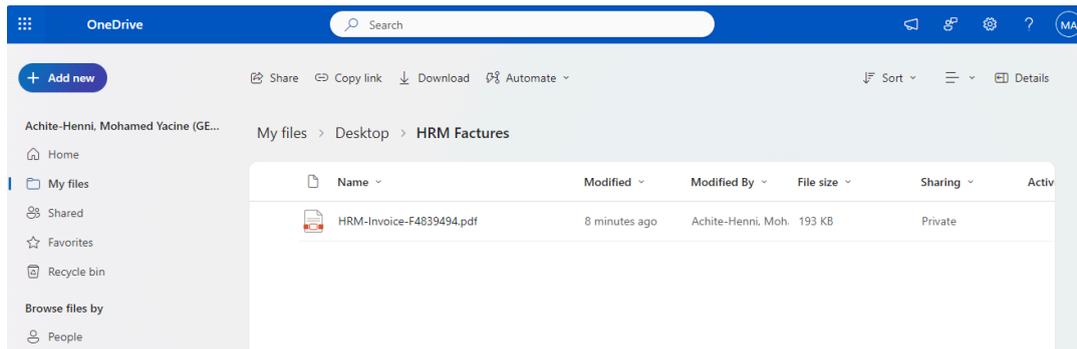


FIG 3.21 : Facture enregistrée dans onedrive

### 7. Tracker une Facture

Lorsque l'utilisateur clique sur le bouton "Tracker une Facture", une fenêtre de dialogue s'ouvre, lui demandant d'introduire le numéro de facture recherché (Figure 3.22). La plateforme effectue alors une recherche approfondie dans les courriels reçus et envoyés via l'application Outlook, extrayant automatiquement la facture correspondante.

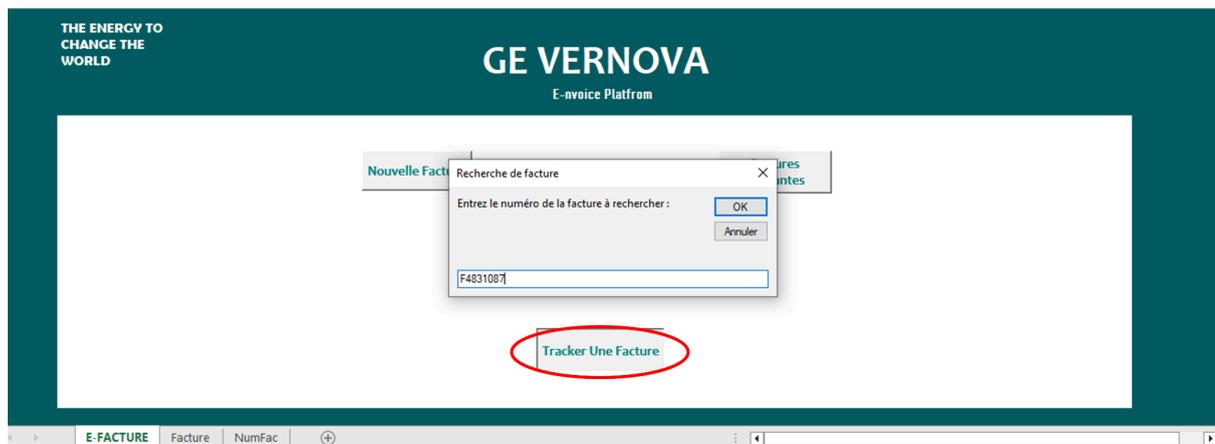


FIG 3.22 : Tracker une facture à partir de son numéro

Cette fonctionnalité offre un accès instantané à l'information recherchée, permettant aux utilisateurs de retrouver rapidement les factures nécessaires sans avoir à parcourir manuellement de nombreux courriels (figure 3.23). Les utilisateurs auront le choix entre utiliser la fonction "Factures Existantes" pour accéder aux factures déjà enregistrées dans un dossier dédié ou rechercher la facture spécifique dans Outlook en entrant son numéro.

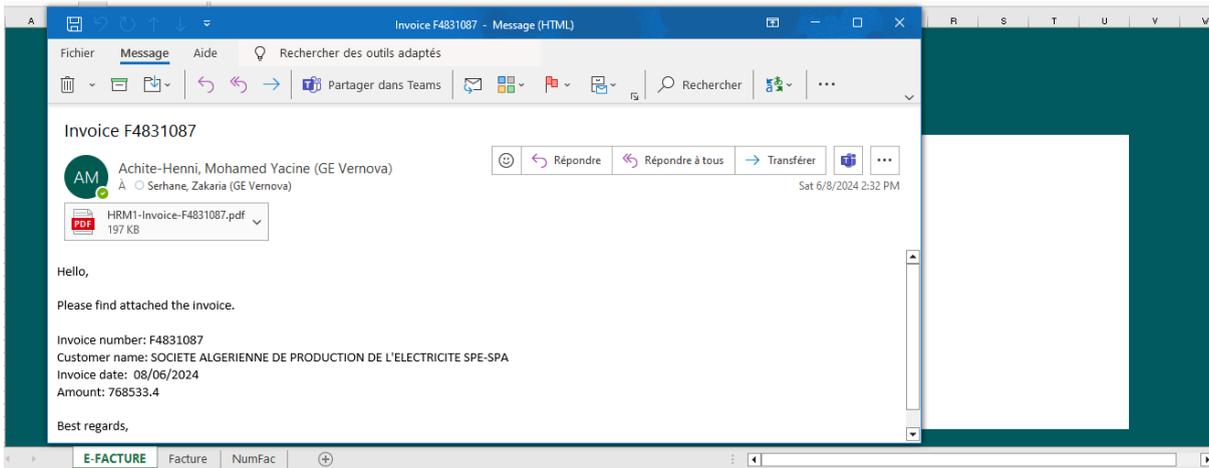


FIG 3.23: Résultat du tracking

### 3.5.3 Prévision des revenus

#### 3.5.3.1 Présentation du contexte

Chaque trimestre, des chiffres sont communiqués concernant la collecte des revenus pour établir des objectifs financiers. Les PMs doivent transmettre ces chiffres aux financiers, qui utilisent la reconnaissance des revenus (RevRec). Ainsi, les prévisions du progrès utilisées pour la facturation sont reconnues comme des revenus en finance et doivent être respectées.

Comme expliqué auparavant dans le premier chapitre, la méthode de prévision utilisée par les PMs n'étant pas scientifique et n'exploitant pas l'historique des données, elle n'est pas fiable, donc pour mieux résoudre le dysfonctionnement des revenus, nous avons décidé d'effectuer des prévisions du progrès en utilisant une méthode scientifique. Cela permettra non seulement d'atteindre les objectifs de revenus, mais aussi de prédire une date de fin de montage et commissioning du projet.

Puisque notre principale problématique tournait autour du fait que les délais des projets n'étaient pas respectés, le tableau de bord et la plateforme proposés précédemment permettent d'optimiser le temps pour minimiser l'impact de ce retard des délais. Cependant, ces nouvelles prévisions renforcent notre solution en permettant de prédire la date de fin de montage et commissioning et de prendre les précautions nécessaires si la date prévue ne correspond pas à celle prédite et ventiler ainsi les dépenses et les risques en fonction de ces dates.

## Chapitre 3. Solution proposée

### 3.5.3.2 Présentation et nettoyage des données

Les données qui nous ont été fournies représentent le gain hebdomadaire depuis la reprise du projet, le 3 mars 2023, jusqu'au 01 juin 2024, représentant 63 valeurs du gain.

En traitant les données, nous avons remarqué qu'elles comportent quelques anomalies qui affectent les prévisions, il était donc nécessaire pour chacune d'elle de réaliser une investigation pour connaître la cause racine et donc pouvoir la traiter selon sa cause. Nous avons présenté tout cela dans le tableau 3.5 suivant.

Type d'anomalie	Semaine	Description	Cause	Résolution
Valeurs nulles	De la semaine du 06/07/2023 à celle du 20/07/2023	Les valeurs du gains étant nulles	Période d'absence du planificateur	Suppression de ces valeurs
Valeur aberrante	Semaine du 19/10/2023	Le gain étant très bas durant cette semaine	Erreur de saisie	Rectification de la valeur du gain
Valeurs nulles	Semaines du 13/04/2024 et 20/04/2024	Les valeurs du gains étant nulles	Période de Aid El Fitr :Fermeture du chantier	Suppression de ces deux valeurs nulles puisque cette période change chaque année

TAB 3.5 : Liste des anomalies de la série chronologique xt

- **Normalité des données** : Après avoir nettoyé les données, 58 valeurs ont été gardées qui sont présentées dans l'annexe .3.1. Le nombre d'observations gardées est supérieur à 30, c'est à dire que le théorème central limite est vérifié, et donc les valeurs du gain suivent une loi normale.

### 3.5.3.3 Choix des méthodes de prévision

**1-Justification de choix du type de technique** : Pour effectuer nos prévisions, nous avons opté pour les techniques quantitatives auto-projectives, au lieu des techniques quantitatives causales ou qualitatives pour plusieurs raisons :

1. **Type de données fournies** : Les données fournies sont temporelles, elles retracent l'évolution hebdomadaire du gain du projet.
2. **Absence de modèle causal** : Le gain du projet est calculé en intégrant plusieurs facteurs, mais il n'existe pas de variables exogènes claires et quantifiables qui

## Chapitre 3. Solution proposée

influencent l'évolution du gain ou qui peuvent être pertinentes pour améliorer les prévisions.

3. **Fort risque d'échec dans la modélisation causale** : Dans un milieu aussi complexe que la gestion de projets, on arrive pas a surmonter les difficultés comme l'absence de théories économiques ou technologiques.

### 2-Justification de choix de la technique auto-projective

#### 2-1- Premier niveau d'analyse

##### 2-1-1-Analyse informelle de la série chronologique

###### - Analyse du graphe de la chronique xt

Nous avons analysé le graphe de la chronique xt présente dans la figure 3.24 suivante

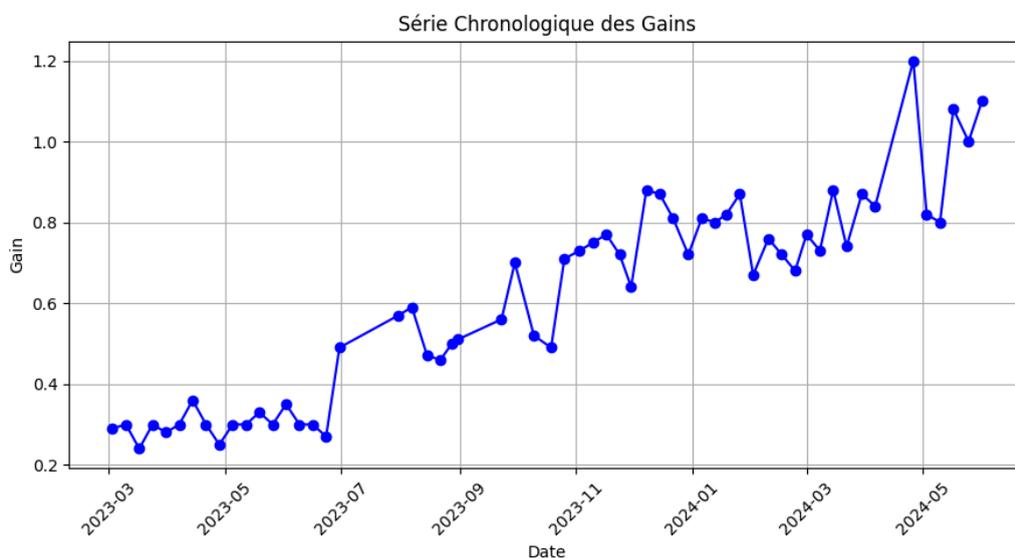


FIG 3.24 : Graphe d'évolution la série chronologique du gain hebdomadaire xt

On remarque :

- Une tendance linéaire
- Une saisonnalité : Un pic positif dans la date de la semaine du 26/04/2024
- Un léger changement de structure en démarrant de la semaine du 31/07/2023

Après investigations, nous avons trouvé que ce pic était justifié, à cause de la reprise après le congé de Aid El Fitr ou le progrès des deux semaines de pause et la semaine de reprise étaient calculés d'une manière cumulée avec la contribution des travaux électrique dans la ligne d'arbre U11.

###### - Analyse du corrélogramme de la chronique xt

Nous avons analysé le graphe de la chronique xt présente dans la figure 3.25 suivante

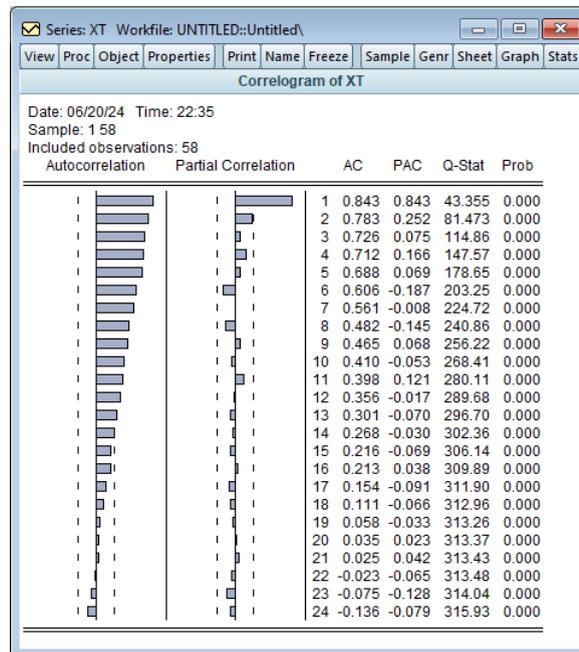


FIG 3.25 : Corrélogramme de la série chronologique du gain hebdomadaire xt

On remarque :

- les paramètres de l'autocorrélation (AC) sont décroissant et convergent vers le 0 , ce qui implique une présence potentielle d'une tendance.
- les valeurs de l'ACP et l'ACF varient de manière homogène

Selon les interprétations de l'analyse informelle, les méthodes les plus appropriées qu'on recommande sont les suivantes :

- **Moyenne Mobile Double (MMD):** Car la tendance est assez linéaire et la saisonnalité étant justifiée.
- **Lissage exponentiel double (LED) ou Holt-Winters Saisonnière (HWS) :** Car la tendance est linéaire et il ya possibilité de présence d'un changement de structure.

### 2-1-2-Comparaison des résultats des différentes méthodes

Pour confirmer nos résultats, nous avons effectué les calculs pour toutes les méthodes en utilisant un logiciel robuste EViews 12, pour comparer les taux de réalité (TR) et confirmer notre choix, avec un risque  $\alpha=10\%$ , prédéfinis par GEGP.

## Chapitre 3. Solution proposée

---

Sur le tableau 3.6 suivant nous présentons le taux de réalités des méthodes classiques.

Méthode	TR
Moyenne Mobile Simple (MMS)	86,25%
Moyenne Mobile Double (MMD)	90,21%
Lissage Exponentiel Simple (LES)	87,29%
Lissage Exponentiel Double (LED)	86,76%
Holt-Winters Non saisonnière	86,85%
Holt-Winters saisonnière Additive	87,76%
Holt-Winters saisonnière Multiplicative	87,83%

TAB 3.6 : Les TR obtenue avec les méthodes classiques

En comparant les différents TR, la méthode la plus fiable qui réagit faiblement avec les données de cette chronique est MMD avec un TR égale à 90,21%, mais on recommande l'utilisation de la méthodologie de BJ pour confirmer le type de tendance, s'il est linéaire ou perturbée.

### 2-2- Deuxième niveau d'analyse de la méthodologie de contrôle : Box Jenkins

La méthodologie de Box jenkins a donné des résultats non fiables qui sont expliqués par le fait qu'elle soit conçue pour gérer des séries temporelles avec des composantes complexes, notamment des saisons et des autocorrelations. Les modèles ARIMA (Auto-Regressive Integrated Moving Average), utilisés peuvent devenir inutilement complexes pour des données qui suivent une tendance simple et linéaire.

Bien qu'elle soit puissante pour des séries temporelles plus complexes, cette puissance ne veut pas dire la l'efficacité.

### 2-3-RNA

Nous avons essayé de faire des prévisions en utilisant une méthode basée sur l'intelligence artificielle, spécifiquement les réseaux de neurones artificiels (RNA). Cette méthode a donné un taux de réalité de 87,26 %. Le code Python utilisé pour implémenter cette méthode sera présenté dans l'Annexe 4. Ce code permet de déterminer le meilleur modèle de RNA, c'est-à-dire celui qui minimise l'erreur moyenne relative absolue (ERMA). Toutefois, nous avons choisi de privilégier la méthode de la moyenne mobile double (MMD) pour plusieurs

## Chapitre 3. Solution proposée

raisons. Étant donné que nous disposons d'un petit ensemble de données (58 observations), la MMD se révèle être un choix plus prudent. Sa robustesse et sa simplicité réduisent considérablement le risque de sur-ajustement, ce qui est crucial avec un petit ensemble de données. En outre, la MMD a offert un meilleur taux de précision de 90,21 %, surpassant ainsi la performance des RNA. Cette combinaison de robustesse, de simplicité et de meilleure performance fait de la MMD une méthode plus fiable pour nos prévisions dans le contexte de notre jeu de données limité.

### 3.5.3.4 Prévisions avec MMD

La méthode la plus fiable pour établir les prévisions reste donc la MMD avec un TR égale à 90,21%, ce qui confirme que la tendance de la chronique est bien linéaire.

Comme indiqué précédemment, le but de nos prévisions est de permettre aux PMs de proposer des prévisions de gain hebdomadaires fiable aux financiers, mais aussi de prédire la date de fin de montage et commissioning, c'est pour cette raison que nous n'avons pas défini un horizon de prévision exacte, mais chercher à quelle date le cumul des gain précédent et de celui prédit atteindra les 100% pour définir cette date.

Pour effectuer les prévisions nous avons utilisé le langage Python pour préciser que l'horizon de prévisions doit s'arrêter quand la somme totale des gains soit égale à 100%, ce code est présenté dans l'annexe 3.2. Le graphe suivant représente l'évolution qu'aura la courbe du gain d'ici les semaines à venir.

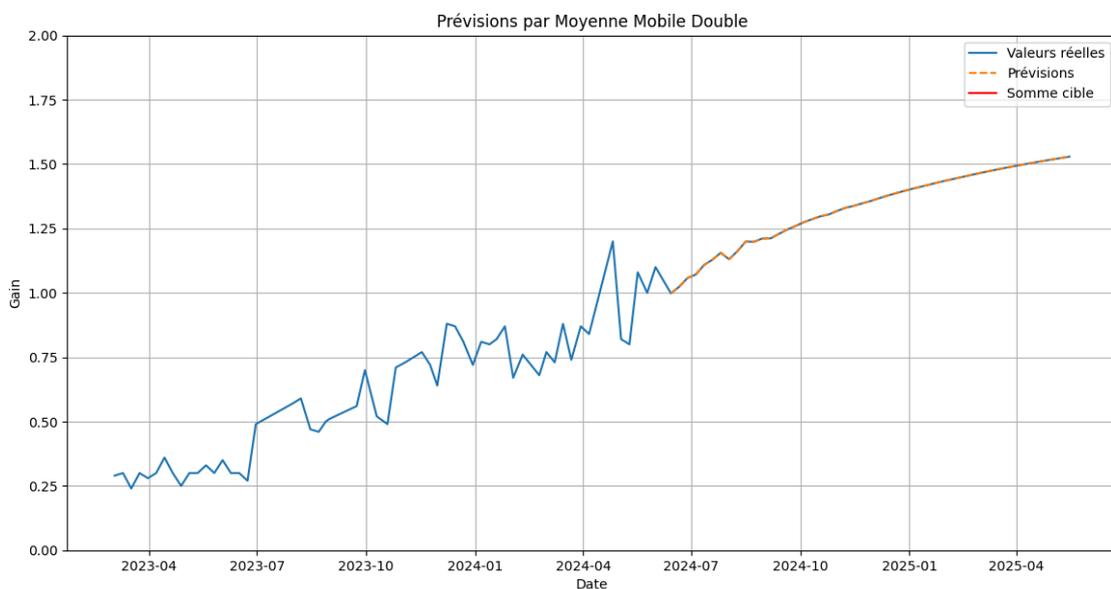


FIG 3.26 : Graphe d'évolution la série chronologique du gain hebdomadaire avec les prévisions par MMD

Les prévisions sont présentées dans l'annexe 3.3, et la date prédite de fin de montage et commissioning est prévue pour la semaine du 16/05/2025.

### 3.6 Déploiement et Test de la Solution

#### 3.6.1 Tableaux de bord

##### 1. Préparation

Nous avons effectué toutes les installations nécessaires du logiciel Power BI pour les PMs et les autres parties prenantes concernées, assurant ainsi qu'ils disposent des outils requis pour accéder et utiliser efficacement les tableaux de bord.

##### 2. Déploiement Initial

Le déploiement des tableaux de bord a été méthodiquement planifié pour garantir leur intégration sans faille dans le processus de suivi des dépenses du projet. Les fichiers sources de données sont centralisés et stockés de manière sécurisée sur OneDrive. Cette centralisation garantit que toutes les données nécessaires pour les tableaux de bord sont accessibles en temps réel et sécurisées contre les pertes ou les accès non autorisés. La liaison des fichiers sources avec Power BI a été effectuée pour permettre une actualisation automatique des données. Chaque fois que l'équipe sourcing ajoute ou modifie des données dans le fichier source, les tableaux de bord se mettent à jour instantanément, garantissant une information toujours actuelle et pertinente.

##### 3. Formation des Utilisateurs

La formation a été simplifiée pour cibler principalement les PMs ainsi que l'équipe sourcing. Des sessions interactives ont été organisées pour familiariser les utilisateurs avec Power BI. Des guides d'utilisation et un support technique continu ont été fournis pour répondre aux questions et résoudre les problèmes rapidement.

##### 4. Conduite au Changement

Des stratégies de conduite au changement ont été mises en place, incluant un accompagnement personnalisé et un support dédié pour faciliter l'adaptation aux nouveaux outils et processus. Des feedbacks réguliers ont été collectés pour ajuster et améliorer les tableaux de bord.

##### 5. Tests des tableaux de bord

Les tests ont été une étape cruciale pour garantir que les tableaux de bord répondent aux

exigences . Plusieurs types de tests ont été effectués :

- **Tests fonctionnels** : Vérification minutieuse de chaque élément des tableaux de bord pour s'assurer de leur bon fonctionnement et précision des données.
- **Tests de Performance** : Évaluation de la rapidité et de l'efficacité des tableaux de bord sous diverses charges.
- **Tests d'Actualisation** : Tests d'actualisation automatique des données pour confirmer que les modifications se reflètent immédiatement dans les tableaux de bord.

### 3.6.2 Plateforme e-facture

#### 1. Préparation

Avant le déploiement de la plateforme e-facture, toutes les installations préalables ont été vérifiées et mises en place. Les prérequis logiciels nécessaires sont déjà installés, et les factures seront stockées de manière sécurisée dans le cloud via OneDrive, la solution de stockage en ligne de l'entreprise, qui bénéficie d'une licence adéquate. Cette décision garantit non seulement la sécurité des données, mais aussi leur accessibilité et leur sauvegarde efficace. La plateforme est conçue pour fonctionner directement sur Excel, logiciel déjà largement utilisé par toutes les parties prenantes, à savoir les PMs et leurs assistants.

#### 2. Déploiement Initial

Le processus de déploiement a été soigneusement planifié pour assurer une transition fluide et efficace. L'application a été installée sur les machines des utilisateurs finaux, en veillant à ce que toutes les configurations nécessaires soient effectuées.

#### 3. Formation des Utilisateurs

La formation des utilisateurs a été simplifiée, étant donné que seuls deux types d'utilisateurs interagiront avec la plateforme : les PMs et l'assistant PM. Des sessions de formation en présentiel ont été organisées pour permettre aux utilisateurs de se familiariser rapidement avec les nouvelles fonctionnalités. Ces sessions ont été conçues pour être interactives et faciles à suivre, garantissant ainsi que chaque utilisateur puisse maîtriser l'outil sans difficulté. Les aspects clés abordés comprenaient la création de factures, l'envoi par email, le stockage sécurisé, l'impression, et le suivi des factures.

#### 4. Conduite au Changement

Pour faciliter l'adoption de la nouvelle plateforme, un accompagnement personnalisé a été mis en place. Des guides pratiques, des Frequently asked questions (FAQs), et un support technique ont été fournis pour répondre rapidement à toutes les questions ou problèmes

## Chapitre 3. Solution proposée

---

rencontrés par les utilisateurs. Des réunions de suivi ont également été programmées pour recueillir les feedbacks et ajuster la formation ou la configuration de la plateforme en fonction des besoins réels des utilisateurs.

### 5. Tests de la plateforme

Les tests ont été une étape cruciale pour garantir que la plateforme réponde aux attentes. Plusieurs types de tests ont été effectués :

- **Tests fonctionnels** : Chaque fonctionnalité a été minutieusement vérifiée pour s'assurer qu'elle fonctionne correctement. Cela inclut la création d'une facture avec génération automatique de numéro, l'envoi direct des factures par email, le stockage sécurisé, l'impression des factures, et le suivi des factures.
- **Tests de performance** : L'application a été testée sous diverses charges pour évaluer sa rapidité et son efficacité. Ces tests ont confirmé que la plateforme peut gérer les volumes de données nécessaires sans perte de performance.
- **Tests de sécurité** : Des tests approfondis ont été réalisés pour s'assurer que les données sont protégées contre les accès non autorisés et les vulnérabilités potentielles. Ces tests ont validé la robustesse des mesures de sécurité mises en place.

### 3.6.3 Résultats et Validation

Les tests pour la plateforme e-facture et les tableaux de bord Power BI ont été extrêmement positifs. Toutes les fonctionnalités des deux solutions ont passé les tests fonctionnels sans erreurs majeures .

## 3.7 Evaluation de la solution

La pertinence de la plateforme e-facture et du tableau de bord se mesure par rapport à un ensemble de critères prédéfinis que nous avons élaboré par consultation des parties prenantes. Les deux outils ont été présentés et soumis à ces derniers pour noter la satisfaction des différents critères et émettre un jugement. Les grilles d'évaluation suivantes présentent un récapitulatif des impressions.

### 3.7.1 Évaluation de la plateforme E-Facture

Critère	Note (sur 10)	Synthèse
Pertinence de la solution	10	La solution est pertinente vu le contexte actuel de migration ERP, elle

### Chapitre 3. Solution proposée

		offre une réponse temporaire mais efficace aux besoins immédiats de facturation en devises mais peut être généralisée pour la facturation en DZD.
Efficacité de la solution	9	La digitalisation et l'automatisation du processus de facturation amélioreront significativement l'efficacité et réduiront les délais et erreurs humaines.
Facilité d'utilisation	10	La plateforme est conçue pour être conviviale, mais une formation initiale des utilisateurs sera nécessaire pour surmonter la résistance au changement.
Impact sur les délais de facturation	7	L'automatisation des numéros de facture et l'envoi direct par email réduisent considérablement les délais de facturation.
Sécurité des données	8	Le stockage sécurisé des factures dans une base de données centralisée est un atout majeur pour la protection des informations sensibles.
Adaptabilité et flexibilité	8	La solution est temporaire et dépend de la migration future vers Power Max, nécessitant une bonne gestion de la transition et de l'intégration des deux systèmes.
Gestion des risques et contraintes	9	Des mesures pour atténuer la résistance au changement ont été envisagées, mais le succès dépendra de l'acceptation des utilisateurs finaux.

TAB 3.7 : Grille d'évaluation de la plateforme E-facture

### 3.7.2 Evaluation du tableau de bord de suivi

Critère	Note (sur 10)	Synthèse
Pertinence de la solution	10	La solution répond aux besoins urgents de suivi des dépenses en temps réel.
Efficacité de la solution	9	Les tableaux de bord amélioreront considérablement la visibilité et la gestion des dépenses du projet HRM1, facilitant la prise de décision rapide et informée surtout pour nous les PMs.
Facilité d'utilisation	9	Power BI est convivial et puissant, mais une formation initiale sera nécessaire pour assurer une utilisation optimale par tous les PMs.
Impact sur la communication	9	La présentation des données via des tableaux de bord plutôt que des fichiers Excel renforcera la clarté et l'efficacité des réunions et des discussions.
Intégration des données	9	L'utilisation de OneDrive pour le stockage des données et la mise à jour automatique des tableaux de bord assure que les informations sont toujours à jour.
Sécurité des données	9	Le stockage des données dans le cloud via OneDrive est sécurisé, assurant la protection des informations sensibles et la conformité aux normes de l'entreprise, c'est d'ailleurs le cloud généralement utilisé à GE
Gestion des alertes	9	Les alertes automatiques pour les seuils budgétaires critiques sont un excellent outil pour prévenir les dépassements de budget et permettre

		une action rapide, en tant que PMs, même avec un tableau de bord, nous n'avons pas toujours le temps de consulter le budget consommé.
--	--	---

TAB 3.8 : Grille d'évaluation du tableau de bord de suivi

### 3.8 Généralisation de la solution

Étant donné que HRM1 est le projet les plus complexe de GEGP, cette solution peut servir de base pour une généralisation à l'ensemble des projets de l'entreprise.

La solution de tableau de bord développée pour le projet pilote HRM1 a démontré son efficacité en améliorant le suivi des dépenses, une demande de modification du fichier sourcing sera soumise au top management de GE pour intégrer les informations qu'on a ajouter, et donc le fichier extrait de l'ERP Triple S sera directement celui automatisé avec le tableau de bord. Ce dernier sera standardisé en créant un modèle de base.

De même, la plateforme e-facture, initialement conçue pour HRM1 pour la facturation en on-shore (DZD) et en off-shore (Devises), peut être étendue à d'autres projets pour la facturation en DZD, car elle se fait manuellement dans tous les projets, tandis que celle en devise est intégrée dans l'ERP Power Max pour les autres projets, HRM1 n'est qu'une particularité pour la facturation en off-shore.

Comme montré dans la phase d'évaluation, notre solution est caractérisé par deux aspects qui facilitent sa généralisation :

- **La modularité** : Les différentes fonctionnalités de la plateforme sont regroupées en modules indépendants. Cette approche permet d'ajouter, de modifier ou de supprimer des fonctionnalités en fonction des exigences spécifiques du projet.
- **La flexibilité** : La plateforme offre une flexibilité au niveau des paramètres, ce qui permet de les ajuster en fonction des particularités.

### 3.9 Estimation des Gains apportés par la solution

#### 3.9.1 Gains non quantifiables

Les gains non quantifiables apportés par notre solution sont vastes et variés, touchant plusieurs aspects clés de la gestion de projet.

- Tout d'abord, la fiabilisation des données et la minimisation des risques d'erreurs grâce à l'automatisation et à la centralisation réduisent considérablement les erreurs

## Chapitre 3. Solution proposée

---

humaines. Cela assure une précision accrue des informations, essentielle pour des prises de décisions éclairées.

- L'accès instantané aux données et la visualisation en temps réel des différents KPI offrent une transparence sans précédent. Cette clarté permet non seulement de suivre les progrès et les dépenses de manière précise, mais également de détecter rapidement les anomalies et de réagir promptement. Les PMs peuvent ainsi adapter leurs stratégies en temps réel .
- La disponibilité de l'information et l'amélioration de la communication sont des gains importants. Les tableaux de bord interactifs facilitent la communication entre le PM, l'équipe site et le client, assurant une transparence totale dans le suivi des dépenses du projet.
- Ces améliorations ont également un impact significatif sur l'image de marque de l'entreprise. En adoptant des solutions modernes et efficaces, l'entreprise démontre son engagement envers l'innovation et l'excellence opérationnelle. Cela renforce la confiance des clients et des partenaires, tout en ouvrant de nouvelles opportunités de collaboration.

### 3.9.2 Gains quantifiables

#### 3.9.2.1 Plateforme e-facture

Pour donner une idée du gain quantifiable, nous avons pris en compte le coût horaire moyen d'un financier, évalué à environ 70\$/heure. Cela représentait une dépense substantielle et une perte de temps significative pour les équipes internes. Une facture en devise prenait environ trois jours pour être envoyée aux États-Unis, puis renvoyée, en raison des décalages horaires. Grâce à la digitalisation de ce processus, nous avons pu réduire les délais de traitement et améliorer l'efficacité globale. Supposons que pour chaque facture , le financier travaille ½ heure pour la traiter. Voici une comparaison détaillée des gains quantifiables réalisés.

Aspect	Avant	Après ( Facturation digitale )	Gains Réalisés
Coût du financier	35 \$ / facture	0 \$	Exemple : Pour 100 factures $35 * 100 = 3500\$$
Délai pour que la facture soit renvoyé à	3 jours (envoi/retour)	Instantané	3 jours par facture

## Chapitre 3. Solution proposée

---

<b>GEGP</b>			
-------------	--	--	--

TAB 3.9 : Comparaison des gains quantifiables réalisées pour la plateforme e-facture

La solution digitale de facturation a permis à GEGP de réaliser des économies substantielles en termes de coûts et de temps .

### 3.9.2.1 Tableaux de bord

Avant l'implémentation de notre solution de tableaux de bord pour le projet HRM 1, la gestion et le suivi des dépenses reposait sur un processus manuel impliquant des fichiers Excel dispersés, des calculs manuels, et des filtrages laborieux, prenant entre 3 et 5 jours pour la restitution des information pertinentes. Avec les nouveaux tableaux de bord interactifs, le PM peut désormais obtenir des données actualisées en quelques secondes. Voici comment cette transformation a conduit à des gains significatifs en termes d'efficacité opérationnelle :

<b>Aspect</b>	<b>Avant (Accès aux fichiers Excel, somme et filtre manuel )</b>	<b>Après ( Tableaux de bord)</b>	<b>Gain Réalisé</b>
<b>Temps Requis</b>	3 à 5 jours a la demande	Quelques secondes par demande	Réduction significative du temps requis

TAB 3.10 : Comparaison des gains quantifiables réalisées pour le suivi des dépenses

## Conclusion

Ce chapitre nous a permis de présenter les solutions proposées aux dysfonctionnements traités visant à améliorer la GDP au sein de GEGP. Une approche de GDP agile “SCRUM” a été utilisée et détaillée pour la mise en place des solutions dont la définition des besoins. La méthodologie de conception s’est étalée sur la définition d’une démarche de résolution, la définition des spécifications et les fonctionnalités attendues pour chaque solution.

Le chapitre présente ainsi le livrable de la solution proposée suivi par une évaluation de leurs fonctionnalités établies avec toutes les parties prenantes. et enfin une estimation des gains quantitatifs et qualitatifs de la solution proposée pour estimer la valeur ajoutée pour GEGP.

# Conclusion Générale

Le présent travail s'inscrit dans le cadre de la gestion des projets au sein de General Electric Gas Power, l'entreprise leader dans le secteur de la production des équipements de production d'électricité implantés à travers l'ensemble du territoire national. Notre travail est initié dans une ambition d'amélioration générale du processus de GDP de GEGP.

Nous nous sommes positionnés au niveau d'un projet pilote et nous avons défini comme objectif l'optimisation de la gestion de projet au sein de ce projet pilote, en gardant une vision de généralisation de la solution proposée sur l'ensemble des projets de l'entreprise.

Pour ce faire, notre travail a connu quatre phases successives et reliées. Dans un premier lieu, nous nous sommes familiarisés avec l'activité de l'entreprise dans le cadre du suivi des opérations du projet par l'assistance d'un chef de projet, l'équipe engineering, finance et sourcing. Ceci nous a permis de découvrir les processus métiers, de relever les différents dysfonctionnements et de constituer une base pour l'établissement d'un diagnostic.

Ensuite, une phase d'analyse et de diagnostic s'en est suivie. En diagnostiquant les processus de GDP standards de GEGP, nous avons abouti à la définition d'une problématique précise autour des projets GEGP. Ensuite nous avons visité le site du projet pilote HRM1 à Hassi R'mel, Laghouat, où nous avons effectué de nombreuses réunions et séances de travail avec les différentes parties prenantes du projet, pour assainir sa situation qui était très instable et détecter les dysfonctionnements ainsi que vérifier la généralité de quelques-uns à travers des entretiens avec les parties prenantes dans le cadre d'autres projets.

Suite à cela, une démarche scientifique basée sur des outils académiques a été élaborée afin de tracer le cheminement de la résolution et de l'encadrer, notamment l'utilisation d'une méthode de GDP agile "SCRUM" pour définir une architecture globale de la solution visée et d'établir un plan d'action pour son développement et sa mise en place.

Enfin, la phase finale du travail effectué consistait en le déroulement du plan d'action établi et le développement de la solution visée. Les dysfonctionnements détectés dans le processus de GDP en particulier au niveau de la gestion des revenus et des dépenses. Les solutions proposées, basées sur l'automatisation et la digitalisation, visent à remédier à ces problèmes en améliorant la précision et l'efficacité des processus de facturation et de suivi financier.

La solution proposée pour le dysfonctionnement des revenus est une plateforme e-facture pour permettre la génération et le stockage des factures. Cette plateforme modulaire et flexible initialement conçue pour le projet HRM1, a démontré sa capacité à être étendue à d'autres projets de GEGP pour la facturation en DZD (dinars algériens), tout en intégrant des paramètres ajustables pour répondre aux spécificités de chaque projet. De plus, des prévisions sur les gains d'avancement hebdomadaire du projet qui vont par la suite permettre de calculer

## Conclusion générale

---

des prévisions de facturation ont été effectuées pour non seulement améliorer les projections financières mais aussi de prédire la date de fin de montage et commissioning, qui représentent le cœur de notre problématique initiale relative aux délais de fin pour les projets algériens. Ces prévisions renforcent notre solution en permettant de prendre les précautions nécessaires si la date prévue ne correspond pas à celle prédite.

Pour le dysfonctionnement des dépenses, un tableau de bord automatisé a été développé pour le suivi des dépenses par les PMs après proposition d'une nouvelle version du fichier sourcing utilisée en ajoutant et regroupant les données en clusters et sous clusters en s'inspirant de la méthode des 5S.

Des perspectives d'amélioration peuvent être explorées pour optimiser et compléter la solution proposée et nous proposant ce qui suit.

Pour la solution de la gestion des dépenses, nous proposons d'effectuer une demande au top management GE pour modifier la structure de l'ERP Triple S afin qu'elle corresponde exactement au fichier source qu'on a proposé . Cela permettra à l'équipe sourcing de remplir directement les données sur le fichier extrait de l'ERP qui sera automatisé directement avec notre tableau de bord.

Pour le dysfonctionnement 3 des retards relatifs au dédouanement (non traités dans le cadre de notre projet):

- Opter pour un prestataire logistique qui a une meilleure expertise dans le dédouanement en Algérie.
- Maintenir un stock de sécurité pour compenser les retards éventuels pour les équipements critiques.
- Utilisation de logiciels de gestion documentaire et de conformité douanière pour diminuer les erreurs documentaire tel que :**MIC Custom solutions.**

En conclusion, ce projet a été une aventure professionnelle très enrichissante, notamment du fait que nous étions considérés comme des employés par toute l'équipe GE Vernova et surtout par la PM qui nous intégrait dans toutes les opérations, permettant ainsi d'approfondir encore davantage nos connaissances.

# Bibliographie

- [1] GE Power . “GE Power documentation”. In : 2022.
- [2] GE Vernova . “GE Venova documentation”. In : 2024.
- [3] Forbes. “General Electric To Split Into Two On April 2”. In: 2024
- [4] Hervé Chomienne. “Le Management de projet : principes, outils et rôle du chef de projet”.
- [5] ISO 1006 Version 2003
- [6] Mohamed Belmouhoub. “Meilleures pratiques PMI pour la gestion des projets”. In : 2022
- [7] Gary Chin. “Agile Project Management”. Published by AMACOM, NY, 2004.
- [8] Ken Schwaber et Jeff Sutherland. “The Scrum Guide”. In: 2020
- [9] Franck Theroude . “Formalisme et système pour la représentation et la mise en œuvre des processus de pilotage des relations entre donneurs d’ordres et fournisseurs”. Thèse de doct. Grenoble INPG, 2002.
- [10] Henrik Leopold , Han van Der Aa et Hajo A Reijers . “Identifying candidate tasks for robotic process automation in textual process descriptions”. In : Enterprise, Business-Process and Information Systems Modeling : 19th International Conference, Springer. 2018.
- [11] Lucid Chart.org
- [12] Hammachi Kamelia. “COURS D’AIDE MULTICRITÈRE À LA DÉCISION”. In: 2021
- [13] F. AUDRY professeur agrégé de mécanique, P. TAILLARD IA-IPR STI. “La démarche d’Analyse Fonctionnelle”. In: 2010
- [14] Octave Jokung-Nguena & Jean-Luc Arregle & Yves de Rongé & Wolfgang Ulaga. “Introduction au management de la valeur”. In: 2001
- [15] Oracle. “L’essentiel à savoir sur les bases de données”. In: 2022
- [16] Jean-Luc BAPTISTE. “Merise Guide Pratique (Nouvelle édition)”. In: 2015
- [17] Noah Webster, Noah Porter, W. T. Harris, Francis Wharton, David J. Brewer. “Webster's International Dictionary of the English” . In : 2020
- [18] Zouaghi Iskander , Business Intelligence” . In:2021
- [19] Goillkar , “Business intelligence Architecture” . In: 2020
- [20] Microsoft , “Extraire, transformer et charger (ETL) “ . In: 2022
- [21] Jonathan Brush , “The Importance of Data Visualization in Business” . In: 2022
- [22] Bloomberg, J. “Digitalization, and Digital Transformation: Confuse Them at Your Peril. Forbes“. In: 2018

- [23] Briol . “ BPMS - L’automatisation des processus métiers. Lulu.com” . In: 2014
- [24] Deloitte . “Deloitte Insights” . In: 2023
- [25] Despautz . “ Quantifying the benefits of automation. Isa Transactions ” . In : 1994
- [26] Li, Q., & Chen, Y. “ Unified Modeling Language” . In: 2009
- [27] Stair, R., & Reynolds . “ Principles of Information Systems” . In: 2017
- [28] Chanda, S., & Foggon. “ Application Lifecycle Management ”. In: 2013
- [29] Pachamanova. “ Introduction to Visual Basic for Applications “ . In: 2012
- [30] Mary Anne Poatsy . “ Exploring VBA for Microsoft Office 2013 “ . In: 2014
- [31] Makridakis, Wheelwright & Hyndman . “ Forecasting: Methods and Applications “ . In : 1998
- [32] SMITH, Stanley K. et SINCICH, Terry. “ An empirical analysis of the effect of length of forecast horizon on population forecast errors ” . In: 1991
- [33] GHALEHKHONDABI, Iman, ARDJMAND, Ehsan, WECKMAN, Gary .“ An overview of energy demand forecasting methods “ . In: 2005
- [34] MILLS, Terence C . “ Applied time series analysis: A practical guide to modeling and forecasting “ . In: 2019
- [35] WILSON, Granville Tunnicliffe. “ Time Series Analysis: Forecasting and Control “ . In: 2016
- [36] KALEKAR, Prajakta S. “ Time series forecasting using holt-winters exponential smoothing “ . In : 2004
- [37] CHATFIELD, Chris. “ The Holt-winters forecasting procedure “ . In: 1978
- [38] Hartmut Stadtler. “ Forecast Methods Springer Texts in Business and Economics “ . In: 2008

# Annexe

## .1 Fichier Source

### .1.1 Feuille 1 “ EQ ”

EQ TYPE	Type	Buyer	# PO	Project	Package Code / NCR/Inspection	Package Description	State	Finalized Supplier
BOP	Equipment	TOUIL, Oussama	23602	HASSI RMEL 1	Site	Tube fitting	Facturable	Eurl Myriad Distribution S30851
BOP	Equipment	Ouali, Djauida	23782	HASSI RMEL 1	Site	Site machining	Facturable	Eurl Foraid Algerie T25018
BOP	Equipment	TOUIL, Oussama	23861	HASSI RMEL 1	Site	Usinage ISS 0097034 acoustic wall	Non Facturable	ATP mesrouk
BOP	Equipment	Ouali, Djauida	23863	HASSI RMEL 1	Site	Plates manufacturing	Facturable	Acmp S32120
BOP	Equipment	Ouali, Djauida	23900	HASSI RMEL 1	Site	Plates manufacturing	Facturable	Acmp S32120
BOP	Equipment	TOUIL, Oussama	23986	HASSI RMEL 1	Site	Perceuse	Non Facturable	Hamdi Baba Hamou S32284
BOP	Equipment	TOUIL, Oussama	24029	HASSI RMEL 1	Site	Thuraya phones	Non Facturable	ATS Algerie Telecom Satellite
BOP	Consommables Montage	TOUIL, Oussama	23988	HASSI RMEL 1	Site	Hilti bolts	Facturable	Hilti S31067
BOP	Equipment	Ouali, Djauida	24086	HASSI RMEL 1	Site	Masterkeys	Non Facturable	Industrie et Construction Skikda
BOP	Equipment	Ouali, Djauida	24139	HASSI RMEL 1	Site	Electrical various furnitures	Non Facturable	Sarl Mahdi Tools
BOP	Consommables Montage	TOUIL, Oussama	24038	HASSI RMEL 1	Site	Hilti bolts	Facturable	Boulabe Outillage S64690
BOP	Equipment	TOUIL, Oussama	24272	HASSI RMEL 1	Site	PPR Purchase	Non Facturable	Hechehouche Hamza S30913
BOP	Equipment	TOUIL, Oussama	24065	HASSI RMEL 1	Site	Charpente fabrication	Facturable	MGI ENERGIE
BOP	Consommables Montage	Ouali, Djauida	24141	HASSI RMEL 1	Site	Bolts	Facturable	MGI ENERGIE
BOP	Consommables Montage	TOUIL, Oussama	24152	HASSI RMEL 1	Site	Bolts 3	Facturable	SARL Boulabe Boulons
BOP	Consommables Montage	TOUIL, Oussama	24153	HASSI RMEL 1	Site	Bolts 2	Facturable	SARL Boulabe Boulons
BOP	Consommables Montage	TOUIL, Oussama	24154	HASSI RMEL 1	Site	Bolts 1	Facturable	SARL Boulabe Boulons
BOP	Equipment	TOUIL, Oussama	24160	HASSI RMEL 1	Site	Chevilles et vis	Facturable	SARL Boulabe Boulons
BOP	Consommables Montage	Ouali, Djauida	24183	HASSI RMEL 1	Site	Bolts and nuts	Facturable	SARL Boulabe Boulons
BOP	Equipment	TOUIL, Oussama	24517	HASSI RMEL 1	Site	Cable trays transport	Non Facturable	Sarl Cfts S34430
BOP	Equipment	TOUIL, Oussama	24530	HASSI RMEL 1	Site	Cable trays transport	Non Facturable	Sarl Cfts S34430
BOP	Consommables Montage	Ouali, Djauida	24184	HASSI RMEL 1	Site	Bolts and nuts	Facturable	SARL Boulabe Boulons
BOP	Consommables Montage	Ouali, Djauida	24185	HASSI RMEL 1	Site	Bolts and nuts	Facturable	SARL Boulabe Boulons
BOP	Consommables Montage	TOUIL, Oussama	24193	HASSI RMEL 1	Site	Bolts	Facturable	SARL Boulabe Boulons
BOP	Equipment	TOUIL, Oussama	24637	HASSI RMEL 1	Site	Appareil à injection HDM 500	Non Facturable	Hilti S31067
BOP	Equipment	Ouali, Djauida	24643	HASSI RMEL 1	Site	Machining	Non Facturable	MGI ENERGIE
BOP	Consommables Montage	TOUIL, Oussama	24194	HASSI RMEL 1	Site	Screws	Facturable	SARL Boulabe Boulons
BOP	Consommables Montage	TOUIL, Oussama	24195	HASSI RMEL 1	Site	Bolts	Facturable	SARL Boulabe Boulons
BOP	Consommables Montage	TOUIL, Oussama	24207	HASSI RMEL 1	Site	Screws	Facturable	SARL Boulabe Boulons
BOP	Consommables Montage	Ouali, Djauida	24216	HASSI RMEL 1	Site	Nuts	Facturable	SARL Boulabe Boulons
BOP	Consommables Montage	TOUIL, Oussama	24219	HASSI RMEL 1	Site	Screws	Facturable	SARL Boulabe Boulons
BOP	Consommables Montage	Ouali, Djauida	24235	HASSI RMEL 1	Site	Bolts	Facturable	SARL Boulabe Boulons
BOP	Consommables Montage	Ouali, Djauida	24235	HASSI RMEL 1	Site	Bolts	Facturable	SARL Boulabe Boulons

### .1.2 Feuille 2 “ C&C ”

Type	Buyer	# PO	Project	Code / NCR/Inspection	Package Description	Finalized Supplier	PO Actual Date
MAN POWER	Hamiche, Amina	22558	HASSI RMEL 1	Site	Manpower//Material controller	IMS Maghreb Spa S35662	03-01-22
MAN POWER	Hamiche, Amina	22559	HASSI RMEL 1	Site	Manpower//Material controller	IMS Maghreb Spa S35662	03-01-22
MAN POWER	Hamiche, Amina	22560	HASSI RMEL 1	Site	Manpower//Material controller	IMS Maghreb Spa S35662	03-01-22
MAN POWER	Hamiche, Amina	22718	HASSI RMEL 1	Site	Manpower/GC Supervisor	IMS Maghreb Spa S35662	10-02-22
MAN POWER	Hamiche, Amina	23110	HASSI RMEL 1	Site	Manpower//Services of Civil Work supervisor	IMS Maghreb Spa S35662	17-05-22
MAN POWER	Hamiche, Amina	23715	HASSI RMEL 1	Site	Services//Internet set up for Hassi R'mel Site	Algerie Telecom S35650	02-01-23
MAN POWER	Hamiche, Amina	23818	HASSI RMEL 1	Site	Manpower//Services of Civil Work supervisor	IMS Maghreb Spa S35662	09-01-23
MAN POWER	Hamiche, Amina	23868	HASSI RMEL 1	Site	Manpower//Services of quality manager in Hassi R'mel1 site	ma Global Services Spa S3537	23-01-23
MAN POWER	Hamiche, Amina	23764	HASSI RMEL 1	Site	Manpower// Services of material manager	IMS Maghreb Spa S35662	02-02-23
MAN POWER	Hamiche, Amina	23765	HASSI RMEL 1	Site	Manpower//Services of EHS Supervisor	AE21 Algerie S30867	02-02-23
MAN POWER	Hamiche, Amina	23766	HASSI RMEL 1	Site	Manpower//Services of deputy site manager	IMS Maghreb Spa S35662	02-02-23
MAN POWER	Hamiche, Amina	23943	HASSI RMEL 1	Site	Manpower // Services of a site manager on Hassi R'mel1 site for a	Ims Uk and Co Ltd	08-02-23
MAN POWER	Hamiche, Amina	23957	HASSI RMEL 1	Site	Manpower // service for EHS supervisor on Hassi R'mel1 site	AE21 Algerie S30867	13-02-23
MAN POWER	Hamiche, Amina	23831	HASSI RMEL 1	Site	Manpower//Services of camp boss & security coordinator	IMS Maghreb Spa S35662	16-02-23
MAN POWER	Hamiche, Amina	23989	HASSI RMEL 1	Site	Manpower//Services of EHS Supervisor	AE21 Algerie S30867	27-02-23
MAN POWER	TOUIL, Oussama	24040	HASSI RMEL 1	Site	or material manager on Hassi R'mel 1 site for a duration of 1	IMS Maghreb Spa S35662	15-Mar-23
MAN POWER	Hamiche, Amina	24067	HASSI RMEL 1	Site	Manpower//Services of deputy site manager	IMS Maghreb Spa S35662	01-04-23
MAN POWER	Hamiche, Amina	24214	HASSI RMEL 1	Site	Services of Deputy site manager	IMS Maghreb Spa S35662	10-05-23
MAN POWER	Hamiche, Amina	24215	HASSI RMEL 1	Site	Services of Material manager	IMS Maghreb Spa S35662	10-05-23
MAN POWER	Hamiche, Amina	24300	HASSI RMEL 1	Site	Manpower//Services of Overall construction manager	Ims Uk and Co Ltd	01-06-23
MAN POWER	Hamiche, Amina	24345	HASSI RMEL 1	Site	Manpower//Services of EHS Supervisor	AE21 Algerie S30867	01-06-23
MAN POWER	Hamiche, Amina	24380	HASSI RMEL 1	Site	Manpower//Services of EHS Supervisor	AE21 Algerie S30867	07-06-23
MAN POWER	Hamiche, Amina	24414	HASSI RMEL 1	Site	Manpower Services	IMS Maghreb Spa S35662	14-06-23
MAN POWER	Hamiche, Amina	24493	HASSI RMEL 1	Site	Manpower//Services of Quality engineer	ma Global Services Spa S3537	04-07-23
MAN POWER	Hamiche, Amina	24610	HASSI RMEL 1	Site	Services of "Stack Exhaust Engineer"	IMS Maghreb Spa S35662	09-08-23
MAN POWER	Hamiche, Amina	24677	HASSI RMEL 1	Site	Manpower//Services of material manager	AE21 Algerie S30867	01-09-23
MAN POWER	Hamiche, Amina	24701	HASSI RMEL 1	Site	Manpower//Services of Mechanical BOP Engineer	ma Global Services Spa S3537	05-09-23

### 1.3 Feuille 3 “ ALL “

EQ-TYPE	Type	Buyer	# PO	Project	Package Code / NCR/Inspection	Package Description	State	Finalized Supplier	PO Actual Date
BOP	C&C	Hamiche, Amina	22558	HASSI RMEL 1	Site	Manpower//Material controller	Non Facturable	IMS Maghreb Spa S35662	03/01/2022
BOP	C&C	Hamiche, Amina	22559	HASSI RMEL 1	Site	Manpower//Material controller	Non Facturable	IMS Maghreb Spa S35662	03/01/2022
BOP	C&C	Hamiche, Amina	22560	HASSI RMEL 1	Site	Manpower//Material controller	Non Facturable	IMS Maghreb Spa S35662	03/01/2022
BOP	C&C	Hamiche, Amina	22718	HASSI RMEL 1	Site	Manpower/GC Supervisor	Non Facturable	IMS Maghreb Spa S35662	10/02/2022
BOP	C&C	Hamiche, Amina	23110	HASSI RMEL 1	Site	Manpower//Services of Civil Work supervisor	Non Facturable	IMS Maghreb Spa S35662	17/05/2022
BOP	C&C	Hamiche, Amina	23715	HASSI RMEL 1	Site	Services//Internet set up for Hassi R'mel Site	Non Facturable	Algerie Telecom S35650	02/01/2023
BOP	C&C	Hamiche, Amina	23818	HASSI RMEL 1	Site	Manpower//Services of Civil Work supervisor	Non Facturable	IMS Maghreb Spa S35662	09/01/2023
BOP	C&C	Hamiche, Amina	23868	HASSI RMEL 1	Site	Manpower//Services of quality manager in Hassi R'mel	Non Facturable	Irma Global Services Spa S35372	23/01/2023
BOP	C&C	Hamiche, Amina	23754	HASSI RMEL 1	Site	Manpower//Services of material manager	Non Facturable	IMS Maghreb Spa S35662	02/02/2023
BOP	C&C	Hamiche, Amina	23765	HASSI RMEL 1	Site	Manpower//Services of EHS Supervisor	Non Facturable	AE21 Algerie S30867	02/02/2023
BOP	C&C	Hamiche, Amina	23766	HASSI RMEL 1	Site	Manpower//Services of deputy site manager	Non Facturable	IMS Maghreb Spa S35662	02/02/2023
BOP	C&C	Hamiche, Amina	23943	HASSI RMEL 1	Site	Services of a site manager on Hassi R'mel site for a d	Non Facturable	ImS Uk and Co Ltd	08/02/2023
BOP	C&C	Hamiche, Amina	23957	HASSI RMEL 1	Site	Manpower // service for EHS supervisor on Hassi R'mel	Non Facturable	AE21 Algerie S30867	13/02/2023
BOP	C&C	Hamiche, Amina	23831	HASSI RMEL 1	Site	Manpower//Services of camp boss & security coordin	Non Facturable	IMS Maghreb Spa S35662	16/02/2023
BOP	C&C	Hamiche, Amina	23989	HASSI RMEL 1	Site	Manpower//Services of EHS Supervisor	Non Facturable	AE21 Algerie S30867	27/02/2023
BOP	C&C	TOULI, Oussama	24040	HASSI RMEL 1	Site	erial manager on Hassi R'mel 1 site for a duration	Non Facturable	IMS Maghreb Spa S35662	15/03/2023
BOP	C&C	Hamiche, Amina	24067	HASSI RMEL 1	Site	Manpower//Services of deputy site manager	Non Facturable	IMS Maghreb Spa S35662	01/04/2023
BOP	C&C	Hamiche, Amina	24214	HASSI RMEL 1	Site	Services of Deputy site manager	Non Facturable	IMS Maghreb Spa S35662	10/05/2023
BOP	C&C	Hamiche, Amina	24215	HASSI RMEL 1	Site	Services of Material manager	Non Facturable	IMS Maghreb Spa S35662	10/05/2023
BOP	C&C	Hamiche, Amina	24300	HASSI RMEL 1	Site	Manpower//Services of Overall construction mana	Non Facturable	ImS Uk and Co Ltd	03/06/2023
BOP	C&C	Hamiche, Amina	24345	HASSI RMEL 1	Site	Manpower//Services of EHS Supervisor	Non Facturable	AE21 Algerie S30867	01/06/2023
BOP	C&C	Hamiche, Amina	24380	HASSI RMEL 1	Site	Manpower//Services of EHS Supervisor	Non Facturable	AE21 Algerie S30867	07/06/2023
BOP	C&C	Hamiche, Amina	24414	HASSI RMEL 1	Site	Manpower//Services	Non Facturable	IMS Maghreb Spa S35662	14/06/2023
BOP	C&C	Hamiche, Amina	24493	HASSI RMEL 1	Site	Manpower//Services of Quality engineer	Non Facturable	Irma Global Services Spa S35372	04/07/2023
BOP	C&C	Hamiche, Amina	24610	HASSI RMEL 1	Site	Services of "Stack Exhaust Engineer"	Non Facturable	IMS Maghreb Spa S35662	09/08/2023
BOP	C&C	Hamiche, Amina	24677	HASSI RMEL 1	Site	Manpower//Services of material manager	Non Facturable	AE21 Algerie S30867	03/09/2023
BOP	C&C	Hamiche, Amina	24701	HASSI RMEL 1	Site	Manpower//Services of Mechanical BOP Engineer	Non Facturable	Irma Global Services Spa S35372	05/09/2023
BOP	C&C	Noureddine, Naïm	24848	HASSI RMEL 1	Site	Manpower//Services of piping supervisor	Non Facturable	IMS Maghreb Spa S35662	02/10/2023
BOP	C&C	Hamiche, Amina	24863	HASSI RMEL 1	Site	Manpower//Services of Scheduler	Non Facturable	AE21 Algerie S30867	05/10/2023
BOP	C&C	Hamiche, Amina	24864	HASSI RMEL 1	Site	Manpower//Services of BOP Mechanical Engineer	Non Facturable	Irma Global Services Spa S35372	05/10/2023
BOP	C&C	Hamiche, Amina	24916	HASSI RMEL 1	Site	Manpower//Services of practical nurse	Non Facturable	AE21 Algerie S30867	15/10/2023
BOP	C&C	Hamiche, Amina	24932	HASSI RMEL 1	Site	Manpower//EHS Supervisor services	Non Facturable	AE21 Algerie S30867	19/10/2023
BOP	C&C	Hamiche, Amina	24931	HASSI RMEL 1	Site	Manpower//Services of material manager	Non Facturable	IMS Maghreb Spa S35662	19/10/2023
BOP	C&C	Hamiche, Amina	24991	HASSI RMEL 1	Site	Manpower//Services of material coordinator	Non Facturable	AE21 Algerie S30867	01/11/2023
BOP	C&C	Hamiche, Amina	25034	HASSI RMEL 1	Site	Manpower//Services of EHS Supervisor	Non Facturable	AE21 Algerie S30867	06/11/2023
BOP	C&C	Hamiche, Amina	25035	HASSI RMEL 1	Site	Manpower//Services of EHS Supervisor	Non Facturable	AE21 Algerie S30867	06/11/2023
BOP	C&C	Hamiche, Amina	25071	HASSI RMEL 1	Site	Manpower//Services of Electrical Expertise	Non Facturable	ImS Uk and Co Ltd	13/11/2023
BOP	C&C	Hamiche, Amina	25074	HASSI RMEL 1	Site	Manpower//Services of driver	Non Facturable	AE21 Algerie S30867	14/11/2023
BOP	C&C	Hamiche, Amina	25089	HASSI RMEL 1	Site	Manpower//Translation services	Non Facturable	Irma Global Services Spa S35372	15/11/2023
BOP	C&C	Noureddine, Naïm	25344	HASSI RMEL 1	Site	Manpower//Services of piping supervisor	Non Facturable	General Industry And Constructi	31/12/2023
BOP	C&C	Hamiche, Amina	25339	HASSI RMEL 1	Site	Engineering Services BOP HRML1	Non Facturable	Safect Energy SAS	31/12/2023
BOP	C&C	Hamiche, Amina	25338	HASSI RMEL 1	Site	Engineering Services BOP HRML1	Non Facturable	Safect Energy SAS	31/12/2023

## 2 Code VBA utilisé

### 2.1 Génération d'un numéro de facture

Sub GenererNumeroFacture()

Dim FeuilleFacture As Worksheet

Dim FeuilleFacturesExistantes As Worksheet

Dim NumeroFacture As String

Dim ExisteDeja As Boolean

Dim LastRow As Long

Dim i As Long

Set FeuilleFacture = ThisWorkbook.Sheets("Facture")

Set FeuilleFacturesExistantes = ThisWorkbook.Sheets("NumFac")

Do

' Générer un numéro de facture aléatoire

NumeroFacture = "F48" & Format(Application.RandBetween(0, 99999), "00000")

' Vérifier si le numéro existe déjà dans Feuil2

ExisteDeja = False

```
LastRow = FeuilleFacturesExistantes.Cells(FeuilleFacturesExistantes.Rows.Count,
"A").End(xlUp).Row

For i = 1 To LastRow
    If FeuilleFacturesExistantes.Cells(i, 1).Value = NumeroFacture Then
        ExisteDeja = True
        Exit For
    End If
Next i
Loop While ExisteDeja

' Afficher le numéro de facture dans la cellule E19 de la feuille Facture
FeuilleFacture.Range("E19").Value = NumeroFacture

' Ajouter le numéro de facture à la feuille Feuil2
FeuilleFacturesExistantes.Cells(LastRow + 1, "A").Value = NumeroFacture
End Sub
```

### **.2.2 Supprimer le numéro de facture**

```
Sub SupprimerNumeroFacture()
    Dim FeuilleFacture As Worksheet
    Dim FeuilleFacturesExistantes As Worksheet
    Dim NumeroFacture As String
    Dim Cellule As Range

    Set FeuilleFacture = ThisWorkbook.Sheets("Facture")
    Set FeuilleFacturesExistantes = ThisWorkbook.Sheets("NumFac")

    ' Obtenir le numéro de facture à partir de la cellule E19 de la feuille Facture
    NumeroFacture = FeuilleFacture.Range("E19").Value

    If NumeroFacture = "" Then
        MsgBox "Aucun numéro de facture à supprimer.", vbExclamation
        Exit Sub
    End If

    ' Rechercher et supprimer le numéro de facture dans la feuille Feuil2
    Set Cellule = FeuilleFacturesExistantes.Range("A:A").Find(NumeroFacture,
LookIn:=xlValues, LookAt:=xlWhole)
```

```
If Not Cellule Is Nothing Then
    Cellule.Delete Shift:=xlUp
    MsgBox "Le numéro de facture a été supprimé.", vbInformation
Else
    MsgBox "Le numéro de facture n'a pas été trouvé.", vbExclamation
End If
```

```
' Effacer le numéro de facture de la cellule E19 de la feuille Facture
FeuilleFacture.Range("E19").Value = ""
End Sub
```

### **.2.3 Envoyer une facture par email**

```
Sub EnvoyerFactureParEmail()
    Dim FeuilleFacture As Worksheet
    Dim NumFacture As String
    Dim NomClient As String
    Dim DateFacture As String
    Dim Montant As String
    Dim FilePath As String
    Dim FileName As String
    Dim PDFPath As String
    Dim OutApp As Object
    Dim OutMail As Object
    Dim EmailBody As String

    Set FeuilleFacture = ThisWorkbook.Sheets("Facture")

    ' Récupérer les informations de la facture
    NumFacture = FeuilleFacture.Range("E19").Value
    NomClient = "SOCIETE ALGERIENNE DE PRODUCTION DE L'ELECTRICITE
SPE-SPA"
    DateFacture = FeuilleFacture.Range("E20").Value
    Montant = FeuilleFacture.Range("E47").Value

    ' Définir le chemin et le nom du fichier PDF
    FilePath = ThisWorkbook.Path & "\"
    FileName = "HRM1-Invoice-" & NumFacture & ".pdf"
    PDFPath = FilePath & FileName
```

## Annexes

---

```
' Exporter la feuille en PDF
    FeuilleFacture.ExportAsFixedFormat Type:=xlTypePDF, FileName:=PDFPath,
Quality:=xlQualityStandard

' Créer un nouvel email
Set OutApp = CreateObject("Outlook.Application")
Set OutMail = OutApp.CreateItem(0)

' Construire le corps de l'email
EmailBody = "Hello," & vbCrLf & vbCrLf & _
    "Please find attached the invoice." & vbCrLf & vbCrLf & _
    "Invoice number: " & NumFacture & vbCrLf & _
    "Customer name: " & NomClient & vbCrLf & _
    "Invoice date: " & DateFacture & vbCrLf & _
    "Amount: " & Montant & vbCrLf & vbCrLf & _
    "Best regards,"

' Configurer et afficher l'email
With OutMail
    .To = "" ' Laissez vide pour permettre de saisir l'email du destinataire
    .Subject = "Invoice " & NumFacture
    .Body = EmailBody
    .Attachments.Add PDFPath
    .Display
End With

' Nettoyer
Set OutMail = Nothing
Set OutApp = Nothing
End Sub
```

### **.2.4 Imprimer une facture**

```
Sub ImprimerFacture()
    Dim FeuilleFacture As Worksheet
    Set FeuilleFacture = ThisWorkbook.Sheets("Facture")

    ' Imprimer la feuille "Facture"
    FeuilleFacture.PrintOut
End Sub
```

### **.2.5 Enregistrer une facture**

```
Sub Bouton10_Cliquer()  
    Dim cheminDossier As String  
    Dim nomPDF As String  
    Dim cheminFichier As String  
  
    ' Spécifie le chemin du dossier OneDrive synchronisé localement  
    cheminDossier = "C:\Users\223136873\OneDrive - General Electric International,  
Inc\Desktop\HRM Factures\  
  
    ' Vérifie si le dossier existe, sinon affiche un message d'erreur  
    If Dir(cheminDossier, vbDirectory) = "" Then  
        MsgBox "Le dossier OneDrive spécifié n'existe pas. Vérifiez le chemin.", vbCritical  
        Exit Sub  
    End If  
  
    ' Nom du PDF avec le numéro de la facture de la cellule E19  
    nomPDF = "HRM-Invoice-" & Sheets("Facture").Range("E19").Value & ".pdf"  
  
    ' Chemin complet du fichier PDF à enregistrer  
    cheminFichier = cheminDossier & nomPDF  
  
    ' Enregistre la feuille "Facture" en PDF  
    Sheets("Facture").ExportAsFixedFormat Type:=xlTypePDF, FileName:=cheminFichier,  
Quality:=xlQualityStandard  
  
    ' Affiche un message de confirmation  
    MsgBox "La facture a été enregistrée en PDF sous le nom : " & nomPDF & " dans le  
dossier OneDrive.", vbInformation  
  
End Sub
```

### **.2.6 Convertir nombre en lettres**

```
Function ConvertirEntierEnLettres(ByVal Nombre As Long) As String  
    Dim Unite() As String  
    Dim Dix() As String  
    Dim DixSep() As String
```

Dim Cent As String  
Dim Mille As String  
Dim Million As String  
Dim Resultat As String  
Dim Valeur As Long

' Tableaux de conversion

Unite = Split("zéro un deux trois quatre cinq six sept huit neuf dix onze douze treize quatorze quinze seize dix-sept dix-huit dix-neuf", " ")

Dix = Split("vingt trente quarante cinquante soixante soixante-dix quatre-vingt quatre-vingt-dix", " ")

DixSep = Split("dix onze douze treize quatorze quinze seize dix-sept dix-huit dix-neuf", " ")

' Conversion des millions

If Nombre >= 1000000 Then

Valeur = Int(Nombre / 1000000)

Nombre = Nombre Mod 1000000

If Valeur > 1 Then

Million = ConvertirEntierEnLettres(Valeur) & " millions "

Else

Million = "un million "

End If

End If

' Conversion des milliers

If Nombre >= 1000 Then

Valeur = Int(Nombre / 1000)

Nombre = Nombre Mod 1000

If Valeur > 1 Then

Mille = ConvertirEntierEnLettres(Valeur) & " mille "

Else

Mille = "mille "

End If

End If

' Conversion des centaines

If Nombre >= 100 Then

Valeur = Int(Nombre / 100)

Nombre = Nombre Mod 100

If Valeur > 1 Then

```
        Cent = Unite(Valeur) & " cent "
    Else
        Cent = "cent "
    End If
End If

' Conversion des dizaines et des unités
If Nombre < 20 Then
    Resultat = Unite(Nombre)
ElseIf Nombre < 70 Then
    Valeur = Int(Nombre / 10)
    Nombre = Nombre Mod 10
    If Nombre = 0 Then
        Resultat = Dix(Valeur - 2)
    ElseIf Nombre = 1 Then
        Resultat = Dix(Valeur - 2) & " et " & Unite(Nombre)
    Else
        Resultat = Dix(Valeur - 2) & "-" & Unite(Nombre)
    End If
ElseIf Nombre < 80 Then
    Valeur = Nombre - 60
    If Valeur = 0 Then
        Resultat = "soixante"
    ElseIf Valeur < 10 Then
        Resultat = "soixante-" & Unite(Valeur)
    Else
        Resultat = "soixante-" & DixSep(Valeur - 10)
    End If
Else
    Valeur = Nombre - 80
    If Valeur = 0 Then
        Resultat = "quatre-vingt"
    ElseIf Valeur < 10 Then
        Resultat = "quatre-vingt-" & Unite(Valeur)
    Else
        Resultat = "quatre-vingt-" & DixSep(Valeur - 10)
    End If
End If

ConvertirEntierEnLettres = Million & Mille & Cent & Resultat
ConvertirEntierEnLettres = Application.Trim(ConvertirEntierEnLettres)
```

End Function

Function RemplacerNonNumeriques(ByVal Texte As String) As String

Dim i As Integer

Dim Chaine As String

Chaine = ""

For i = 1 To Len(Texte)

    If Mid(Texte, i, 1) Like "[0-9,]" Then

        Chaine = Chaine & Mid(Texte, i, 1)

    End If

Next i

' Remplacer les espaces par rien

Chaine = Replace(Chaine, " ", "")

' Remplacer les virgules par des points

Chaine = Replace(Chaine, ",", ".")

' Supprimer tout texte après les chiffres et la virgule

If InStr(Chaine, ".") > 0 Then

    Chaine = Left(Chaine, InStr(Chaine, ".") + 2)

End If

RemplacerNonNumeriques = Chaine

End Function

## **.2.7 Tracker une facture**

Sub RechercherFactureOutlook()

Dim OutlookApp As Object

Dim OutlookNamespace As Object

Dim Inbox As Object

Dim SentItems As Object

Dim MailItem As Object

Dim SearchTerm As String

Dim Found As Boolean

' Afficher une boîte de dialogue pour entrer le numéro de la facture

## Annexes

---

```
SearchTerm = InputBox("Entrez le numéro de la facture à rechercher :", "Recherche de  
facture")
```

```
If SearchTerm = "" Then
```

```
    MsgBox "Vous devez entrer un numéro de facture.", vbExclamation
```

```
    Exit Sub
```

```
End If
```

```
' Initialiser Outlook
```

```
On Error Resume Next
```

```
Set OutlookApp = GetObject("Outlook.Application")
```

```
If Err.Number <> 0 Then
```

```
    Set OutlookApp = CreateObject("Outlook.Application")
```

```
End If
```

```
On Error GoTo 0
```

```
' Obtenir la boîte de réception
```

```
Set OutlookNamespace = OutlookApp.GetNamespace("MAPI")
```

```
Set Inbox = OutlookNamespace.GetDefaultFolder(6) ' 6 correspond à la boîte de réception
```

```
Set SentItems = OutlookNamespace.GetDefaultFolder(5) ' 5 correspond aux éléments  
envoyés
```

```
Found = False
```

```
' Parcourir les e-mails dans la boîte de réception
```

```
For Each MailItem In Inbox.Items
```

```
    ' Vérifier si le sujet de l'e-mail contient le numéro de facture
```

```
    If InStr(1, MailItem.Subject, "Invoice " & SearchTerm, vbTextCompare) > 0 Then
```

```
        MailItem.Display ' Ouvre la fenêtre Outlook avec l'e-mail trouvé
```

```
        Found = True
```

```
        Exit For
```

```
    End If
```

```
Next MailItem
```

```
' Parcourir les e-mails dans les éléments envoyés
```

```
For Each MailItem In SentItems.Items
```

```
    ' Vérifier si le sujet de l'e-mail contient le numéro de facture
```

```
    If InStr(1, MailItem.Subject, "Invoice " & SearchTerm, vbTextCompare) > 0 Then
```

```
        MailItem.Display ' Ouvre la fenêtre Outlook avec l'e-mail trouvé
```

```
        Found = True
```

```
        Exit For
```

```
    End If
```

Next MailItem

If Not Found Then

    MsgBox "Aucun e-mail trouvé avec le numéro de facture " & SearchTerm,  
vbInformation

End If

' Nettoyer

Set MailItem = Nothing

Set Inbox = Nothing

Set SentItems = Nothing

Set OutlookNamespace = Nothing

Set OutlookApp = Nothing

End Sub

### **.2.8 Liaison entre les feuilles excel "EQ" et "Shaft line"**

Private Sub Worksheet\_Change(ByVal Target As Range)

    Dim sourceSheet As Worksheet

    Dim destinationSheet As Worksheet

    Dim srcLastRow As Long

    Dim destLastRow As Long

    Dim i As Long

    Dim nextDestRow As Long

    Dim dataFound As Boolean

    ' Définir les feuilles source et destination

    Set sourceSheet = ThisWorkbook.Sheets("Shaft line")

    Set destinationSheet = ThisWorkbook.Sheets("EQ")

    ' Trouver la dernière ligne remplie dans "Shaft line"

    srcLastRow = sourceSheet.Cells(sourceSheet.Rows.Count, "A").End(xlUp).Row

    ' Boucle pour chaque ligne de données à copier, à partir de la 2ème ligne

    For i = 2 To srcLastRow

        dataFound = False

        ' Vérifier si la ligne a déjà été transférée en comparant une clé unique, par exemple la  
        valeur de la colonne A

                For Each cell In destinationSheet.Range("D2:D" &  
destinationSheet.Cells(destinationSheet.Rows.Count, "D").End(xlUp).Row)

```
If cell.Value = sourceSheet.Cells(i, 1).Value Then
    dataFound = True
    Exit For
End If
Next cell

If Not dataFound Then
    ' Trouver la prochaine ligne vide dans "EQ"
        nextDestRow = destinationSheet.Cells(destinationSheet.Rows.Count,
"A").End(xlUp).Row + 1

        ' Copier les données des colonnes spécifiques à la fin des données existantes
            destinationSheet.Cells(nextDestRow, 4).Value = sourceSheet.Cells(i, 1).Value '
Colonne A à D
            destinationSheet.Cells(nextDestRow, 15).Value = sourceSheet.Cells(i, 2).Value '
Colonne B à O
            destinationSheet.Cells(nextDestRow, 7).Value = sourceSheet.Cells(i, 4).Value '
Colonne D à G
            destinationSheet.Cells(nextDestRow, 6).Value = sourceSheet.Cells(i, 7).Value '
Colonne G à F
            destinationSheet.Cells(nextDestRow, 10).Value = sourceSheet.Cells(i, 14).Value '
Colonne N à J
            destinationSheet.Cells(nextDestRow, 14).Value = sourceSheet.Cells(i, 15).Value '
Colonne O à N
            destinationSheet.Cells(nextDestRow, 13).Value = sourceSheet.Cells(i, 23).Value '
Colonne W à M

        ' Ajouter des valeurs fixes dans les colonnes spécifiques
            destinationSheet.Cells(nextDestRow, 1).Value = "SH" ' Colonne A (EQ-TYPE)
            destinationSheet.Cells(nextDestRow, 2).Value = "Equipement" ' Colonne B (TYPE)
            destinationSheet.Cells(nextDestRow, 8).Value = "Non Facturable" ' Colonne H (State)
        End If
    Next i
End Sub
```

### **.2.9 Récupération de la donnée "Statut" à partir d'une autre feuille**

```
Sub RemplirColonneState()
    Dim wsEQ As Worksheet
    Dim wsSource As Worksheet
```

```
Dim eqLastRow As Long
Dim sourceLastRow As Long
Dim eqPO As Range
Dim sourcePO As Range
Dim cell As Range
Dim foundCell As Range

' Définir les feuilles
Set wsEQ = ThisWorkbook.Sheets("EQ")
Set wsSource = ThisWorkbook.Sheets("Source") ' Remplacer "Source" par le nom de votre
autre feuille

' Définir les dernières lignes des deux feuilles
eqLastRow = wsEQ.Cells(wsEQ.Rows.Count, "D").End(xlUp).Row
sourceLastRow = wsSource.Cells(wsSource.Rows.Count, "G").End(xlUp).Row

' Définir les plages de la colonne "#PO"
Set eqPO = wsEQ.Range("D2:D" & eqLastRow) ' Colonne "#PO" en D dans "EQ"
Set sourcePO = wsSource.Range("G2:G" & sourceLastRow) ' Colonne "#PO" en G dans
"Source"

' Parcourir chaque cellule de la colonne "#PO" de la feuille "EQ"
For Each cell In eqPO
    ' Rechercher la valeur de "#PO" dans la feuille source
    Set foundCell = sourcePO.Find(cell.Value, LookIn:=xlValues, LookAt:=xlWhole)

    ' Si une correspondance est trouvée
    If Not foundCell Is Nothing Then
        ' Remplir la colonne "State" avec la valeur correspondante
        wsEQ.Cells(cell.Row, "H").Value = wsSource.Cells(foundCell.Row, "H").Value
    End If
Next cell

' Informer l'utilisateur que le processus est terminé
MsgBox "La colonne 'State' a été remplie avec succès.", vbInformation
End Sub
```

### **.2.10 Alerte Budget C&C**

```
Sub EnvoyerEmailSiDepassementBudget()
```

## Annexes

---

```
Dim ws As Worksheet
Dim rng As Range
Dim cell As Range
Dim totalBudget As Double
Dim totalActualPO As Double
Dim percentageExceeded As Double
Dim outlookApp As Object
Dim emailItem As Object
Dim recipient As String
Dim totalDZD As Double
Dim thresholdExceeded As Boolean
Dim threshold As String

' Specify the name of the Excel sheet
Set ws = ThisWorkbook.Sheets("C&C")

' Specify the range of data in the Actual PO Value ($) column
Set rng = ws.Range("K2:K" & ws.Cells(ws.Rows.Count, "K").End(xlUp).Row)

' Initialize the total budget and the total Actual PO
totalBudget = 12000000
totalActualPO = 0
thresholdExceeded = False

' Calculate the total Actual PO
For Each cell In rng
    If IsNumeric(Replace(cell.Value, ",", "")) Then
        totalActualPO = totalActualPO + CDbl(Replace(cell.Value, ",", ""))
    End If
Next cell

' Calculate the percentage exceeded
percentageExceeded = (totalActualPO / totalBudget) * 100

' Check if the percentage exceeded the specified thresholds
If percentageExceeded > 50 Then
    threshold = "50%"
    thresholdExceeded = True
End If

If percentageExceeded > 60 Then
```

## Annexes

---

```
threshold = "60%"  
thresholdExceeded = True  
End If
```

```
If percentageExceeded > 70 Then  
    threshold = "70%"  
    thresholdExceeded = True  
End If
```

```
If percentageExceeded > 80 Then  
    threshold = "80%"  
    thresholdExceeded = True  
End If
```

```
If percentageExceeded > 85 Then  
    threshold = "85%"  
    thresholdExceeded = True  
End If
```

```
If percentageExceeded > 90 Then  
    threshold = "90%"  
    thresholdExceeded = True  
End If
```

```
If percentageExceeded > 95 Then  
    threshold = "95%"  
    thresholdExceeded = True  
End If
```

```
If percentageExceeded >= 100 Then  
    threshold = "100%"  
    thresholdExceeded = True  
End If
```

```
' If a threshold has been exceeded, send an email  
If thresholdExceeded Then  
    ' Calculate the sum in DZD  
        totalDZD = Application.WorksheetFunction.Sum(ws.Range("J2:J" &  
ws.Cells(ws.Rows.Count, "J").End(xlUp).Row))  
  
    ' Configure the Outlook application
```

```
Set outlookApp = CreateObject("Outlook.Application")
Set emailItem = outlookApp.CreateItem(0)

' Specify the recipient's email address
recipient = "Nadjwa.Boukadoum@ge.com"

' Compose the email
With emailItem
    .To = recipient
    .subject = "Alert: C&C Budget Monitoring"
    .body = "The budget consumption has exceeded the " & threshold & " threshold." &
vbCrLf & _
        "The total C&C consumption is : " & Format(totalActualPO, "#,##0.00") & " $. "
    & _
        "The equivalent amount in DZD is: " & Format(totalDZD, "#,##0.00") & "
DZD."
    ' Send the email
    .Send
End With

' Release the Outlook objects
Set emailItem = Nothing
Set outlookApp = Nothing

MsgBox "An email has been sent because the budget consumption has exceeded the " &
threshold & " threshold.", vbInformation
Else
    MsgBox "The budget consumption has not exceeded the specified thresholds.",
vbInformation
End If
End Sub
```

### **.2.11 Alerte Budget Equipment**

```
Sub CheckAndSendBudgetAlert()
    Dim wsEQ As Worksheet
    Dim rngEQ As Range
    Dim cell As Range
    Dim totalActualPO As Double
    Dim percentageExceeded As Double
```

## Annexes

---

```
Dim outlookApp As Object
Dim emailItem As Object
Dim recipient As String
Dim thresholdExceeded As Boolean
Dim threshold As String
Dim totalBudget As Double
```

```
' Specify the name of the worksheet
Set wsEQ = ThisWorkbook.Sheets("EQ")
```

```
' Specify the range of data in the Actual PO Value ($) column
Set rngEQ = wsEQ.Range("M2:M" & wsEQ.Cells(wsEQ.Rows.Count,
"M").End(xlUp).Row)
```

```
' Initialize the total for Actual PO
totalActualPO = 0
totalBudget = 5000000
thresholdExceeded = False
```

```
' Calculate the percentage exceeded
percentageExceeded = (totalActualPO / totalBudget) * 100
```

```
' Check if the percentage exceeded the specified thresholds
If percentageExceeded > 50 Then
    threshold = "50%"
    thresholdExceeded = True
End If
```

```
If percentageExceeded > 60 Then
    threshold = "60%"
    thresholdExceeded = True
End If
```

```
If percentageExceeded > 70 Then
    threshold = "70%"
    thresholdExceeded = True
End If
```

```
If percentageExceeded > 80 Then
    threshold = "80%"
    thresholdExceeded = True
```

End If

If percentageExceeded > 85 Then

    threshold = "85%"

    thresholdExceeded = True

End If

If percentageExceeded > 90 Then

    threshold = "90%"

    thresholdExceeded = True

End If

If percentageExceeded > 95 Then

    threshold = "95%"

    thresholdExceeded = True

End If

If percentageExceeded >= 100 Then

    threshold = "100%"

    thresholdExceeded = True

End If

' If a threshold is exceeded, send an email

If thresholdExceeded Then

    ' Configure the Outlook application

    Set outlookApp = CreateObject("Outlook.Application")

    Set emailItem = outlookApp.CreateItem(0)

    ' Specify the recipient's email address

    recipient = "Nadjwa.Boukadoum@ge.com"

    ' Compose the email

    With emailItem

        .To = recipient

        .subject = "Alert: Equipment Budget Monitoring"

        .body = "The budget consumption has exceeded the " & threshold & " threshold." &  
vbCrLf & \_

        "The total amount for equipment (EQ) is " & Format(totalActualPO, "#,###0.00")  
& " \$."

    ' Send the email

    .Send

End With

' Release the Outlook objects

Set emailItem = Nothing

Set outlookApp = Nothing

MsgBox "An email has been sent because the budget consumption has exceeded the " & threshold & " threshold.", vbInformation

Else

MsgBox "The budget consumption has not exceeded the specified thresholds.", vbInformation

End If

End Sub

### .3 Prévisions

#### .3.1 Série chronologique xt du gain hebdomadaire après nettoyage

t	Gain (xt)
03/03/2023	0,29
10/03/2023	0,3
17/03/2023	0,24
24/03/2023	0,3
31/03/2023	0,28
07/04/2023	0,3
14/04/2023	0,36
21/04/2023	0,3
28/04/2023	0,25
05/05/2023	0,3
12/05/2023	0,3
19/05/2023	0,33
26/05/2023	0,3

t	Gain (xt)
08/07/2023	0,59
15/8/2023	0,47
22/08/2023	0,46
28/08/2023	0,5
31/08/2023	0,51
23/09/2023	0,56
30/09/2023	0,7
10/10/2023	0,52
19/10/2023	0,49
26/10/2023	0,71
03/11/2023	0,73
10/11/2023	0,75
17/11/2023	0,77

t	Gain (xt)
06/01/2024	0,81
13/01/2024	0,8
19/01/2024	0,82
26/01/2024	0,87
02/02/2024	0,67
10/02/2024	0,76
17/02/2024	0,72
24/02/2024	0,68
01/03/2024	0,77
08/03/2024	0,73
15/03/2024	0,88
22/03/2024	0,74
30/03/2024	0,87

02/06/2023	0,35
09/06/2023	0,3
16/06/2023	0,3
23/06/2023	0,27
30/06/2023	0,49
31/07/2023	0,57

24/11/2023	0,72
30/11/2023	0,64
08/12/2023	0,88
15/12/2023	0,87
22/12/2023	0,81
30/12/2023	0,72

06/04/2024	0,84
26/04/2024	1,2
03/05/2024	0,82
10/05/2024	0,8
17/05/2024	1,08
25/05/2024	1
01/06/2024	1,1

### .3.2 Code Python utilisé pour la méthode MMD

```
import pandas as pd
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt

# Données fournies
data = {
    'Date': ["03/03/2023", "10/03/2023", "17/03/2023", "24/03/2023", "31/03/2023",
            "07/04/2023", "14/04/2023", "21/04/2023", "28/04/2023", "05/05/2023",
            "12/05/2023", "19/05/2023", "26/05/2023", "02/06/2023", "09/06/2023",
            "16/06/2023", "23/06/2023", "30/06/2023", "31/07/2023", "07/08/2023",
            "15/08/2023", "22/08/2023", "28/08/2023", "31/08/2023", "23/09/2023",
            "30/09/2023", "10/10/2023", "19/10/2023", "26/10/2023", "03/11/2023",
            "10/11/2023", "17/11/2023", "24/11/2023", "30/11/2023", "08/12/2023",
            "15/12/2023", "22/12/2023", "30/12/2023", "06/01/2024", "13/01/2024",
            "19/01/2024", "26/01/2024", "02/02/2024", "10/02/2024", "17/02/2024",
            "24/02/2024", "01/03/2024", "08/03/2024", "15/03/2024", "22/03/2024",
            "30/03/2024", "06/04/2024", "26/04/2024", "03/05/2024", "10/05/2024",
            "17/05/2024", "25/05/2024", "01/06/2024"],
    'Value': [0.29, 0.3, 0.24, 0.3, 0.28, 0.3, 0.36, 0.3, 0.25, 0.3, 0.3, 0.33, 0.3,
            0.35, 0.3, 0.3, 0.27, 0.49, 0.57, 0.59, 0.47, 0.46, 0.5, 0.51, 0.56, 0.7,
            0.52, 0.49, 0.71, 0.73, 0.75, 0.77, 0.72, 0.64, 0.88, 0.87, 0.81, 0.72,
            0.81, 0.8, 0.82, 0.87, 0.67, 0.76, 0.72, 0.68, 0.77, 0.73, 0.88, 0.74,
            0.87, 0.84, 1.2, 0.82, 0.8, 1.08, 1.0, 1.1]
}
```

# Convertir les données en DataFrame

## Annexes

---

```
df = pd.DataFrame(data)
df['Date'] = pd.to_datetime(df['Date'], format='%d/%m/%Y')

# Calcul des moyennes mobiles simples et doubles
def double_moving_average(df, window):
    df['SMA'] = df['Value'].rolling(window=window).mean()
    df['DMA'] = df['SMA'].rolling(window=window).mean()
    return df

# Fenêtre choisie pour la moyenne mobile
window = 12
df = double_moving_average(df, window)

# Fonction pour générer les prévisions
def generate_forecasts(df, target_sum):
    forecasts = []
    dates = pd.date_range(start=df['Date'].iloc[-1] + pd.Timedelta(weeks=1), periods=100,
    freq='W-FRI') # On prévoit un maximum de 100 semaines pour ne pas entrer dans une
    boucle infinie

    current_sum = df['Value'].sum()
    while current_sum < target_sum:
        if len(df) >= window:
            last_sma = df['SMA'].iloc[-1]
            last_dma = df['DMA'].iloc[-1]
            forecast = 2 * last_sma - last_dma
        else:
            forecast = df['Value'].mean()

        forecasts.append(forecast)
        current_sum += forecast

    new_row = {'Date': dates[len(forecasts) - 1], 'Value': forecast}
    df = pd.concat([df, pd.DataFrame([new_row])], ignore_index=True)
    df = double_moving_average(df, window)

    return df, forecasts

# Condition d'arrêt pour la somme cible
target_sum = 100
```

## Annexes

---

```
# Génération des prévisions
```

```
df, forecasts = generate_forecasts(df, target_sum)
```

```
# Exportation des prévisions dans un fichier Excel
```

```
forecast_data = pd.DataFrame({'Date': df['Date'].iloc[-len(forecasts):], 'Forecast': forecasts})
```

```
forecast_data.to_excel('forecasts.xlsx', index=False)
```

```
print("Prévisions générées exportées vers 'forecasts.xlsx'.")
```

```
# Tracé des résultats
```

```
plt.figure(figsize=(14, 7))
```

```
plt.plot(df['Date'], df['Value'], label='Valeurs réelles')
```

```
plt.plot(df['Date'].iloc[-len(forecasts):], forecasts, label='Prévisions', linestyle='--')
```

```
plt.axhline(y=target_sum, color='r', linestyle='-', label='Somme cible')
```

```
plt.ylim(0, 2) # Fixer les limites de l'axe y
```

```
plt.xlabel('Date')
```

```
plt.ylabel('Gain')
```

```
plt.title('Prévisions par Moyenne Mobile Double')
```

```
plt.legend()
```

```
plt.grid(True)
```

```
plt.show()
```

### .3.3 Prévisions des gains d'avancement du Projet HRM 1

Date	Forecast
14/06/2024	0,998125
21/06/2024	1,023937
28/06/2024	1,057703
05/07/2024	1,07135
12/07/2024	1,108442
19/07/2024	1,128811

Date	Forecast
04/10/2024	1,274466
11/10/2024	1,286121
18/10/2024	1,297238
25/10/2024	1,304413
01/11/2024	1,317983
08/11/2024	1,330058

Date	Forecast
24/01/2025	1,427569
31/01/2025	1,435256
07/02/2025	1,442389
14/02/2025	1,449672
21/02/2025	1,456813
28/02/2025	1,463979

26/07/2024	1,155846
02/08/2024	1,130333
09/08/2024	1,161398
16/08/2024	1,199368
23/08/2024	1,198392
30/08/2024	1,211154
06/09/2024	1,211521
13/09/2024	1,229031
20/09/2024	1,245774
27/09/2024	1,259607

15/11/2024	1,33774
22/11/2024	1,347274
29/11/2024	1,356097
06/12/2024	1,366807
13/12/2024	1,376852
20/12/2024	1,386176
27/12/2024	1,395176
03/01/2025	1,403515
10/01/2025	1,411579
17/01/2025	1,419321

07/03/2025	1,470836
14/03/2025	1,477419
21/03/2025	1,483791
28/03/2025	1,489948
04/04/2025	1,495955
11/04/2025	1,501829
18/04/2025	1,507616
25/04/2025	1,513197
02/05/2025	1,518618
09/05/2025	1,52395
16/05/2025	1,529152

#### .4 Code python pour le choix du meilleur modèle avec les RNA

```
import numpy as np
from sklearn.preprocessing import MinMaxScaler
from sklearn.metrics import mean_absolute_percentage_error
from tensorflow.keras.models import Sequential
from tensorflow.keras.layers import Dense
from tensorflow.keras.optimizers import Adam
from sklearn.model_selection import train_test_split

# Données
data = np.array([0.29, 0.3, 0.24, 0.3, 0.28, 0.3, 0.36, 0.3, 0.25, 0.3, 0.3, 0.33, 0.3, 0.35, 0.3,
0.3, 0.27, 0.49,
0.57, 0.59, 0.47, 0.46, 0.5, 0.51, 0.56, 0.7, 0.52, 0.49, 0.71, 0.73, 0.75, 0.77, 0.72,
0.64, 0.88,
```

## Annexes

---

```
0.87, 0.81, 0.72, 0.81, 0.8, 0.82, 0.87, 0.67, 0.76, 0.72, 0.68, 0.77, 0.73, 0.88, 0.74,  
0.87, 0.84,  
1.2, 0.82, 0.8, 1.08, 1, 1.1])
```

```
# Préparation des données
```

```
X = np.arange(len(data)).reshape(-1, 1)
```

```
y = data
```

```
# Normalisation des données
```

```
scaler_X = MinMaxScaler()
```

```
scaler_y = MinMaxScaler()
```

```
X_scaled = scaler_X.fit_transform(X)
```

```
y_scaled = scaler_y.fit_transform(y.reshape(-1, 1)).flatten()
```

```
# Division des données en ensembles d'entraînement et de test
```

```
X_train, X_test, y_train, y_test = train_test_split(X_scaled, y_scaled, test_size=0.2,  
random_state=42)
```

```
# Fonction pour créer le modèle
```

```
def create_model(neurons=10, layers=1, learning_rate=0.01):
```

```
    model = Sequential()
```

```
    model.add(Dense(neurons, input_dim=1, activation='relu'))
```

```
    for _ in range(layers - 1):
```

```
        model.add(Dense(neurons, activation='relu'))
```

```
    model.add(Dense(1, activation='linear'))
```

```
    model.compile(optimizer=Adam(learning_rate=learning_rate), loss='mean_squared_error')
```

```
    return model
```

```
# Recherche manuelle des meilleurs hyperparamètres
```

```
best_mape = float('inf')
```

```
best_params = {}
```

```
for neurons in [10, 20, 30]:
```

```
    for layers in [1, 2, 3]:
```

```
        for learning_rate in [0.001, 0.01, 0.1]:
```

```
            model = create_model(neurons=neurons, layers=layers, learning_rate=learning_rate)
```

```
            model.fit(X_train, y_train, epochs=100, batch_size=10, verbose=0)
```

```
            # Prédiction et calcul du MAPE sur l'ensemble de test
```

```
            y_pred = model.predict(X_test)
```

```
            y_pred = scaler_y.inverse_transform(y_pred.reshape(-1, 1)).flatten()
```

```
            y_test_inv = scaler_y.inverse_transform(y_test.reshape(-1, 1)).flatten()
```

## Annexes

---

```
mape = mean_absolute_percentage_error(y_test_inv, y_pred) * 100 # MAPE en
pourcentages
```

```
if mape < best_mape:
    best_mape = mape
    best_params = {'neurons': neurons, 'layers': layers, 'learning_rate': learning_rate}
```

```
# Entraînement du meilleur modèle sur l'ensemble d'entraînement complet
best_model = create_model(neurons=best_params['neurons'], layers=best_params['layers'],
learning_rate=best_params['learning_rate'])
best_model.fit(X_train, y_train, epochs=100, batch_size=10, verbose=0)
```

```
# Prédiction et calcul du MAPE sur l'ensemble de test
y_pred = best_model.predict(X_test)
y_pred = scaler_y.inverse_transform(y_pred.reshape(-1, 1)).flatten()
y_test = scaler_y.inverse_transform(y_test.reshape(-1, 1)).flatten()
mape = mean_absolute_percentage_error(y_test, y_pred) * 100 # MAPE en pourcentages
```

```
print("Meilleurs paramètres:", best_params)
print("MAPE du meilleur modèle:", mape, "%")
```