

**Proposition d'une démarche d'amélioration de la  
gestion de la maintenance et d'un cahier des charges  
d'une GMAO pour l'entreprise Novo Nordisk  
(LMTO)**

Réalisé par :

**BELKADI Hasna Zineb**

**Les membres de Jury :**

<b>Dr. Boudhar Hamza</b>	<b>Encadreur</b>
<b>Prof. Gouri Rabah</b>	<b>Co-Encadreur</b>
<b>Dr. Ghomari Leila</b>	<b>Présidente</b>
<b>Dr. Chaterbache Omar</b>	<b>Examineur</b>

**Alger, le 21/06/2023**



## Dédicaces

*A ma très chère tante Zahoua, qui m'a toujours soutenue et pour qui les mots ne suffisent à exprimer ma gratitude. Cette réussite est avant tout la tienne. Merci Amtou.*

*A la femme qui m'a donné la chance de l'appeler Maman et que je ne remercierai jamais assez.*

*A mon frère, pour son épaulement et sa bienveillance. Thank you very much indeed, Denzel!*

*Aux membres de ma famille, mes deux pères, ma tante Zahia (et sa bonne cuisine), mes chers cousins qui se reconnaîtront, et mon adorable Maggy.*

*A ma chère amie Farah, qui a toujours été là et cru en moi comme personne d'autre. Ton soutien représente à mes yeux l'aide la plus précieuse. Merci pour tout.*

*A mon cher ami Aziz, pour ses encouragements et toutes les dégustations musicales qu'il m'a offertes. Ta présence et ton énergie positive sont une grâce.*

*A mes amis: Lyna, Manel, Malik, Ishak, Anis, Sofiane, Bicha, Sarah, Mouni, Tayeb, et Izlen.  
Merci pour tous les mémorables moments.*

*Zineb*

## Remerciements

*J'adresse mes sincères remerciements et ma franche reconnaissance à M. Tarik Bouzelha, pour m'avoir donné la chance d'effectuer mon stage au sein de son département, sa bienveillance et son encadrement.*

*Je tiens à remercier chaleureusement tous les membres du département "Maintenance & Support" de Novo Nordisk et en particulier: M. Djamel Belharet, M. Mohamed Lamine Iazzourene, M. Idir Icheroufene, et M. Aziz Mami, pour leur chaleureux accueil, générosité et gentillesse.*

*Merci à mes deux encadreur M. Rabah Gouri et Hamza Boudhar pour leur accompagnement et assistance durant toute la période de stage, ainsi que M. Amira Kerkad pour son aide et sa disponibilité.*

*J'exprime ma profonde gratitude à mes enseignants du département Génie Industriel et maintenance, pour les connaissances qu'ils m'ont inculquées et leur accompagnement tout au long de ma formation, Mme Leila Ghomari, Mme Hania Hachemi, Mme Nedjma Salhi, Mme Djahida Belayadi, M. Mahdi Rahmoune, M. Mohamed Amrani, et M. Wail Rezgui, ainsi qu'aux membres du jury qui m'ont fait l'honneur d'évaluer ce travail.*

*Pour finir, merci à toute personne ayant contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce travail.*

## Table des matières

Table des matières.....	3
Liste des figures .....	5
Liste des tableaux.....	7
Liste des abréviations.....	8
Introduction générale .....	9
I. Chapitre I : Présentation du cadre du stage .....	13
I.1 Présentation de l'entreprise.....	13
I.1.1 Novo Nordisk Global.....	13
I.1.2 Missions :.....	13
I.1.3 Novo Nordisk en Algérie.....	13
I.2 Présentation des outils utilisés :.....	17
II. Chapitre II : Diagnostic de l'état des lieux .....	23
II.1 Introduction	23
II.2 Evaluation de la performance des activités du département de maintenance .....	23
II.3 Etude de la structure hiérarchique du département de maintenance.....	25
II.4 Etude des processus de maintenance .....	25
II.4.1 Processus de maintenance préventive.....	26
II.4.2 Processus de maintenance corrective.....	29
II.4.3 Processus de maintenance améliorative.....	32
II.5 Gestion de la pièce de rechange (PR).....	33
II.6 Conclusion	34
III. Chapitre III : Démarche d'amélioration de la gestion de maintenance .....	37
III.1 Introduction	37
III.2 Structure hiérarchique du département de maintenance .....	37
III.3 Processus de maintenance .....	39
III.3.1 Maintenance préventive.....	39
III.3.2 Maintenance corrective.....	43
III.4 Documents proposés	46
III.4.1 Demande d'intervention corrective « DIC ».....	46
III.4.2 Demande d'intervention préventive.....	50

III.5	Gestion de la pièce de rechange .....	53
III.6	Conclusion	53
IV.	Chapitre IV : Définition de la GMAO .....	56
IV.1	Introduction	56
IV.2	Cahier des charges	56
IV.2.1	Contexte du projet.....	57
IV.2.2	Objectifs d'acquisition d'un système d'information pour la gestion de la maintenance .....	57
IV.2.3	Périmètre du projet.....	60
IV.2.4	Aspects fonctionnels .....	60
IV.2.5	Aspects techniques.....	63
IV.3	Diagramme de classe de la GMAO .....	63
IV.4	Base de données	64
IV.5	Conclusion	72
	Conclusion générale.....	74
	Annexe « A » .....	79
1.	Demande d'intervention préventive « DIP » .....	79
2.	Demande d'intervention corrective « DIC ».....	80
	Annexe « B» .....	82
	Annexe « C » .....	89

# Liste des figures

## Chapitre I : Présentation du cadre du stage

Figure 1 : Organigramme actuel du département de maintenance.....	15
---	----

## Chapitre II : Diagnostic de l'état des lieux

Figure 2 : exemple d'un plan de maintenance préventive.....	26
Figure 3 : processus actuel de maintenance préventive systématique. ....	27
Figure 4 : Processus actuel de maintenance préventive conditionnelle. ....	28
Figure 5 : Exemple d'une demande d'intervention.....	29
<b>Figure 6</b> : <i>Processus actuel de maintenance corrective</i> .....	30
Figure 7 : Processus actuel de maintenance palliative.....	31
Figure 8 : Processus de maintenance améliorative. ....	32
Figure 9 : Aperçu des données de la pièce de rechange.....	33
Figure 10 : Processus d'approvisionnement de la pièce de rechange. ....	33

## Chapitre III : Démarche d'amélioration de la gestion de maintenance

Figure 11 : Organigramme proposé pour le département de maintenance. ....	38
Figure 12 : Processus des préalables à la maintenance préventive systématique. ....	39
<b>Figure 13</b> : <i>Processus de maintenance préventive systématique proposé</i> .....	41
Figure 14 : Processus de maintenance préventive conditionnelle proposé. ....	42
Figure 15 : Sous processus « effectuer un diagnostic » du processus de maintenance corrective proposé (Figure 16). ....	44
Figure 16 : Processus de maintenance corrective proposé.....	45
Figure 17 : Sous processus « vérifier et clôturer » du processus de maintenance corrective proposé (Figure 16). ....	46
Figure 18 : « DIC » partie 1. ....	47
Figure 19 : « DIC » partie 2. ....	48
Figure 20 : « DIC » partie 3. ....	49
Figure 21 : « DIC » partie 4. ....	49
Figure 22 : « DIP » partie 1. ....	51
Figure 23 : « DIP » partie 2. ....	52
Figure 24 : « DIP » partie 3. ....	52

## Chapitre IV : Définition de la GMAO

Figure 25 : Diagramme de classe propose. ....	66
Figure 26 : Base de données créée.....	67
Figure 27 : Exemple d'un Dashboard. ....	68
Figure 28 : Une des interfaces CRUD réalisées.....	69
Figure 29 : Ajout d'un acteur « étape 1 ». ....	69
Figure 30 : Formulaire à remplir « étape 2 ». ....	70

Figure 31 : Soumission des données saisies « étape 3».....	70
Figure 32 : Affichage des données saisies sur l’interface « étape 4 ».....	71
<b>Figure 33</b> : Ajout des données saisies dans la base de données « étape 5 ».....	71

## **Annexe « A »**

Figure 34 : Demande d’intervention préventive « DIP ».....	79
<b>Figure 35</b> : Demande d’intervention corrective « DIC ».....	80

## **Annexe « B »**

Figure 36 : Table « acteurs ».....	82
Figure 37 : Table « acteurs_interv ».....	82
Figure 38 : Table « action ».....	83
<b>Figure 39</b> : Table « consommables ».....	83
Figure 40 : Table « dic ».....	84
Figure 41 : Table « dip ».....	84
Figure 42 : Table « documentation_eq ».....	85
Figure 43 : Table « documents_pr_cons ».....	85
Figure 44 : Table « equipements ».....	86
Figure 45 : Table « interventions ».....	86
<b>Figure 46</b> : Table « logbook ».....	87

## **Annexe « C »**

Figure 47 : Table «piece_de_rechange».....	87
Figure 48 : Interface pour la table « interventions ».....	89
Figure 49 : Interface pour la table « action ».....	89
Figure 50 : Interface pour la table « consommables ».....	90
<b>Figure 51</b> : Interface pour la table « dic ».....	90
Figure 52 : Interface pour la table « dip ».....	91
Figure 53 : Interface pour la table « documentation_eq ».....	91
<b>Figure 54</b> : Interface pour la table « interventions ».....	92
Figure 55 : Interface pour la table « logbook ».....	92
Figure 56 : Interface pour la table « piece_de_rechange ».....	93

## Liste des tableaux

Tableau 1 : Lignes de conditionnement.....	14
Tableau 2 : Activités du département de maintenance.....	17
Tableau 3: Grille d'évaluation des activités de maintenance.....	23
Tableau 4 : Evaluation des activités de maintenance.....	24

## Liste des abréviations

**BDD:** Base De Données

**BT:** Bon de Travail

**CRUD:** Create, Read, Update, Delete

**DAX:** Data Analysis Expressions

**DI:** Demande d'Intervention

**DIC :** Demande d'Intervention Corrective

**DIP :** Demande d'Intervention Préventive

**EHS :** Environnement, Hygiène et Sécurité

**HVAC:** Heating, Ventilation, Air-Conditioning

**KPI:** Key Performance Indicators

**LMTO:** Local Manufacturing Tizi Ouzou

**PHP:** Hypertext Preprocessor

**PR:** Pièce de Rechange

**SOP:** Standard Operating Procedure

**UML:** Unified Modeling Language

**XAMPP:** cross-platform, Apache, MySQL, PHP, Perl

## Introduction générale

Selon les dernières estimations de l'International Diabetes Federation (IDF) en 2021, l'Algérie compte environ 3,2 millions de personnes atteintes de diabète, soit une prévalence de 12,3% de la population adulte, et qui a connu une forte augmentation depuis 2010 avec 7,2% et 10,2% en 2019.

Associé à des complications graves telles que des maladies cardiovasculaires, le diabète est une préoccupation majeure pour le pays. Pour le combattre, l'Algérie a de nombreux partenaires et entreprises pharmaceutiques activant sur le territoire national pour l'importation et la production des médicaments génériques et de l'insuline, dont Novo Nordisk qui représente le partenaire le plus important.

Avec une part de marché de 50% dans la production de l'insuline dans le monde, et étant un des principaux fabricants de dispositifs de distribution d'insuline, tels que les stylos à insuline, les pompes à insuline et les capteurs de glucose en continu ; Novo Nordisk est un des leaders du marché du diabète. L'entreprise dispose de deux sites de production en Algérie, le premier (le plus ancien) à Oued Aissi (Tizi Ouzou) (LMTO) et le second, qui a vu le jour récemment, à Boufarik (Blida).

Afin de répondre à la demande des patients et faire face à cette maladie, le site de production repose sur un département essentiel, à l'image d'un médecin, à savoir le département de maintenance. Pour être convenablement au service de la production, la bonne gestion de ce département est primordiale.

La criticité du secteur pharmaceutique qui se rajoute à celle de la fonction maintenance crée une difficulté et des exigences supérieures. Face à ces contraintes, le département de maintenance se doit d'assurer la traçabilité et le contrôle de ses activités afin de garantir leur conformité quant aux normes pharmaceutiques et de l'entreprise, en plus de devoir assurer la disponibilité des équipements pour permettre à la production de répondre au besoin des malades.

Dans le but de réaliser ces objectifs, le département de maintenance, notamment suite à la suggestion de la maison mère, décide d'adopter un système d'information pour la gestion de la maintenance.

Afin de passer à une gestion automatisée, le département doit d'abord avoir des processus qui fonctionnent correctement et selon les normes de la maison mère. Pour ce faire, un diagnostic de l'état des lieux a été piloté au sein de l'entreprise pour détecter des manquements dans l'exécution des tâches relatives aux activités de maintenance, et définir le besoin logiciel du département.

Le diagnostic effectué par la suite a permis d'identifier un nombre de problèmes comme le manque et décentralisation des données, la faible documentation, et le contrôle non rigoureux des interventions.

Pour remédier à ces problèmes, il est proposé dans le présent document une amélioration des processus de maintenance préventive (systématique et conditionnelle) et corrective, une nouvelle

documentation pour ces deux activités clés, une base de données commune, ainsi qu'une définition du système d'information répondant au besoin de l'entreprise, et ce dans l'optique d'aller vers une maintenance pilotée par les données.

Le travail et le raisonnement adoptés sont articulés sur quatre grands volets à savoir :

- I. Présentation du cadre de stage : ce chapitre a pour but de présenter l'entreprise et son activité, la structure d'accueil, ainsi que les outils utilisés dans la réalisation de ce travail.
- II. Diagnostic de l'état des lieux : dans cette partie, l'état des lieux est analysé et un diagnostic est piloté autour des activités de la structure d'accueil à savoir le département de maintenance, pour enfin formuler la problématique. Elle est constituée des points suivants :
  - Evaluation de la performance des activités du département de maintenance.
  - Etude de la structure hiérarchique du département de maintenance.
  - Etude des processus de maintenance.
  - Gestion de la pièce de rechange.
- III. Contribution : ce chapitre présente les solutions proposées pour chacun des problèmes relevés suite au diagnostic de l'état des lieux. Ces dernières sont discutées sur quatre parties :
  - Structure hiérarchique du département de maintenance.
  - Processus de maintenance.
  - Documentation.
  - Gestion de la pièce de rechange.
- IV. Définition du système d'information : cette dernière partie a pour objectif de définir le système d'information répondant au besoin du département de maintenance, conformément aux solutions proposées. Elle est composée de cinq parties :
  - Cahier des charges
  - Diagramme de classe de la GMAO.
  - Base de données et interfaces.

Le présent document est clôturé par une conclusion générale qui synthétise les objectifs de ce projet et le travail réalisé dans le but de les atteindre. Quelques perspectives visant à accomplir et enrichir la contribution sont également proposées.



## *Chapitre I*

### *Présentation du cadre du stage*

## **I. Chapitre I : Présentation du cadre du stage**

### **I.1 Présentation de l'entreprise**

#### **I.1.1 Novo Nordisk Global**

Novo Nordisk est une entreprise pharmaceutique danoise créée suite à la fusion de deux sociétés pharmaceutiques : Novo Industri et Nordisk Gentofte. Elle est spécialisée dans les traitements contre le diabète mais aussi dans l'hémostase, l'hormone de croissance, les traitements hormonaux et l'obésité.

Afin de remplir la mission qu'elle s'est fixée, à savoir vaincre le diabète et les maladies chroniques graves qui touchent des centaines de millions de personnes et qui figurent parmi les problèmes sanitaires mondiaux les plus urgents, l'entreprise dispose d'un ensemble de principes directeurs appelé Novo Nordisk Way, qui sous-tend chaque décision de celle-ci, et décrit l'identité ainsi que la façon d'être et de faire de l'entreprise

Aujourd'hui, Novo Nordisk compte 100 ans d'existence, mène des essais cliniques dans plus de 50 pays, produit 50% de l'insuline dans le monde et 600 millions de stylos injectant de l'insuline et traite 34 millions de patients diabétiques [13].

#### **I.1.2 Missions :**

- Fournir des produits et services pharmaceutiques, en particulier pour les soins du diabète, l'hémostase, la thérapie de l'hormone de croissance et la thérapie de remplacement hormonal.
- Offrir un accès abordable aux soins du diabète pour les patients vulnérables dans tous les pays, en particulier les enfants atteints de diabète de type 1.
- Créer de la valeur pour les patients en changeant la façon dont le diabète est traité, perçu dans le monde entier et en façonnant l'avenir de la maladie.
- Soutenir des causes scientifiques, humanitaires et sociales par le biais de la Novo Nordisk Foundation.
- Inspirer, éduquer et autonomiser les personnes touchées par le diabète grâce à l'équipe de cyclisme Team Novo Nordisk.
- Offrir des opportunités de carrière pour améliorer la vie de millions de personnes atteintes de maladies chroniques grâce à l'innovation et à l'excellence commerciale.

#### **I.1.3 Novo Nordisk en Algérie**

Le groupe Novo Nordisk est présent en tant que filiale de Novo Nordisk International depuis plus de 20 ans, et fournit des produits tels que des insulines, des dispositifs médicaux et des

médicaments pour le traitement du diabète. Novo Nordisk compte en Algérie une société de droit algérien d'importation, de production et de distribution : Aldaph SPA [14].

Il existe actuellement deux sites de production, le premier et le plus ancien au niveau de Tizi Ouzou pour la production de comprimés (forme sèche) contre le diabète Novoformine et Novaforme, et le second inauguré récemment pour la production de l'insuline à Boufarik.

Le site de Tizi Ouzou (LMTO: local manufacturing Tizi Ouzou) est divisé en deux zones : zone de production et zone des utilités.

La zone des utilités représente les poumons de la production, elle alimente celle-ci en eau purifiée, électricité, et air. La zone de production ou zone blanche est celle où l'on produit la forme sèche (comprimés).

L'entreprise dispose de deux lignes de conditionnement, la répartition des charges selon les dosages produits sont données selon le tableau 1 :

*Tableau 1 : Lignes de conditionnement.*

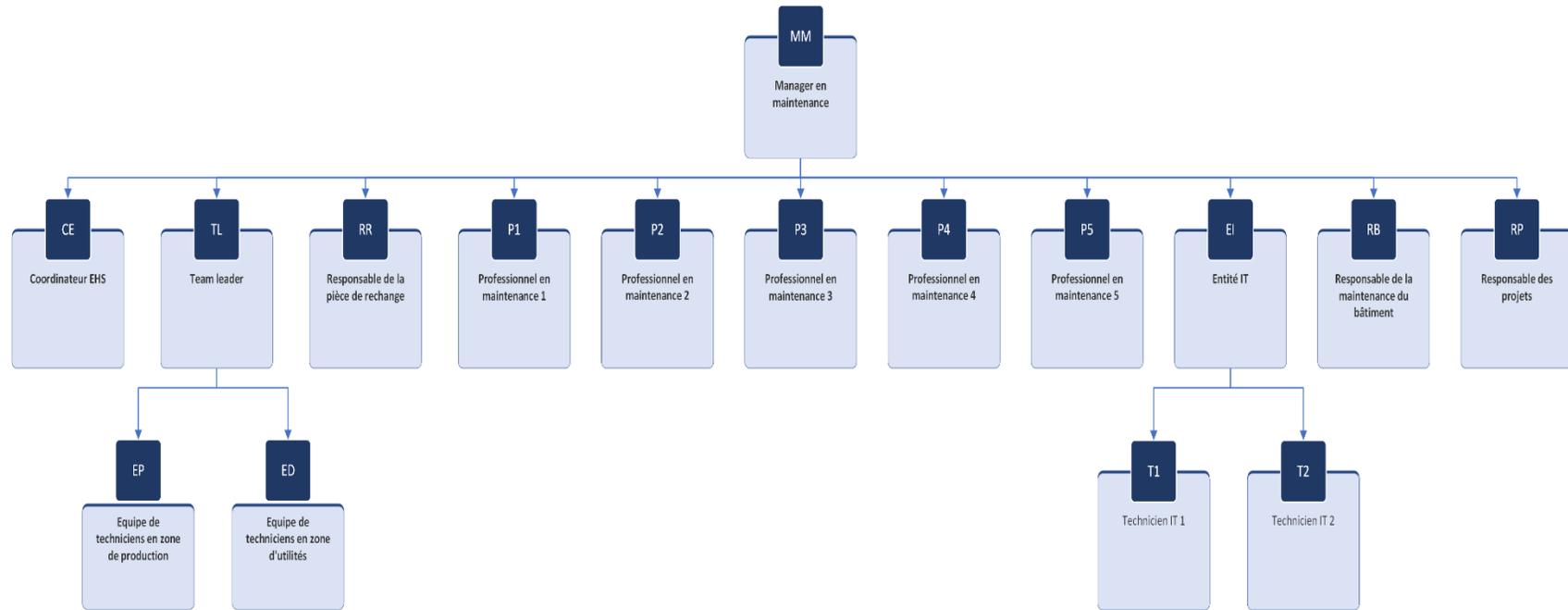
	<b>Dosages produits (mg)</b>	<b>Charge maximale (boîtes/min)</b>	<b>Charge Sollicitée (boîtes/min)</b>
<b>Ligne 1 : (nouvelle)</b>	500, 850	100	96
<b>Ligne 2 : (ancienne)</b>	500, 850	70	60
	1000		50

Afin de guider le personnel dans l'ensemble des opérations, l'entreprise dispose d'une documentation rigoureuse et extrêmement détaillée contournant le moindre des activités. Ces dernières sont regroupées sur une plateforme qui lui est dédiée (Quality Docs).

Novo Nordisk LMTO se doit ainsi d'agir selon des procédures et exigences définies par la maison mère (Danemark). Celles-ci sont strictement confidentielles.

**a) Présentation de la structure d'accueil : Maintenance & Support Department LMTO**

Le département de maintenance du site de Tizi Ouzou (LMTO) assure un nombre d'activités au service de la production et présente actuellement la hiérarchie représentée dans la Figure 1.



*Figure 1 : Organigramme actuel du département de maintenance.*

**b) *Présentation de la structure d'accueil : Maintenance & Support Department LMTO***

Le département de maintenance du site de Tizi Ouzou (LMTO) assure un nombre d'activités au service de la production et présente actuellement la hiérarchie représentée dans la Figure 6.

- MM : le manager en maintenance assure la coordination entre l'ensemble des acteurs du département, ainsi que l'approbation de demandes ou décisions.
- CE : le coordinateur EHS assure la conformité des activités du département par rapport aux normes et procédures Novo Nordisk.
- TL : le team leader gère l'équipe de techniciens qui interviennent sur terrain pour les interventions correctives et préventives et s'occupe de la planification et ordonnancement de celles-ci.
- RR : le responsable de la pièce de rechange se charge des approvisionnements ainsi que de la réception des pièces, consommables, et besoins annexes formulés par l'équipe du département.
- P1, 2, 3, 4, 5 : les professionnels en maintenance représentent en quelque sorte l'équivalent du bureau de méthodes dans les structures courantes des départements de maintenance.
- EI : l'entité IT se compose de deux techniciens de profil IT et qui interviennent en cas de problème IT au niveau du site dans son intégralité.
- RB : le responsable de la maintenance du bâtiment s'occupe de l'état du bâtiment et assure les achats et activités nécessaires afin de le maintenir en bon état conformément aux normes et procédures Novo Nordisk.
- RP : la responsable des projets s'occupe de la documentation de l'ensemble des projets du département et assure leur conformité et mise à jour selon les normes et procédures Novo Nordisk.

**Activités du département de maintenance :**

Les activités et sous-activités du département de maintenance de Novo Nordisk LMTO sont définies comme suit : (Tableau 2)

**Tableau 2 : Activités du département de maintenance.**

<b>Activités principales</b>	<b>Sous activités</b>
Gestion de PR	Prévision
	Collecte et archivage de données
	Listes : PR critiques / consommables
	Suivi des commandes
	Réception des PR
	Inventaire
Maintenance préventive	Planification et ordonnancement
	Contrôle
	Evaluation (temps)
Maintenance corrective	<b>Palliative:</b> Suivi et documentation
	<b>Curative:</b> Suivi et documentation
Maintenance améliorative	Suivi et documentation
	Amélioration de type SOP et architecture système.
Conduite d'opérations	Changement de format
	Montage/ démontage/nettoyage

## **I.2 Présentation des outils utilisés :**

### **SAP SIGNAVIO**

SAP Signavio est une plateforme de gestion des processus métiers qui permet de modéliser, analyser, et optimiser les processus de l'entreprise. Cette plateforme est basée sur le standard

BPMN<sup>1</sup> 2.0, ce qui permet une représentation visuelle claire et précise des processus métier grâce aux diagrammes de ce dernier [1].

### **UML: Unified Modeling Language**

UML est un langage graphique de modélisation standardisé constitué de plusieurs diagrammes qui facilitent la représentation visuelle des objets, des états et des processus dans un logiciel ou un système.

Ces diagrammes permettent de représenter le logiciel à développer, son fonctionnement, sa mise en œuvre, les actions susceptibles d'être effectuées par le logiciel, ainsi que les acteurs qui l'utilisent [2].

Il existe plusieurs diagrammes au sein du formalisme UML, don le diagramme de classe, qui est utilisé dans ce travail.

Le diagramme de classes est un modèle qui offre une représentation globale d'un système en mettant en évidence ses différentes classes, leurs relations, ainsi que leurs attributs et méthodes [2]. Il est important de souligner que les diagrammes de classes sont statiques, ce qui signifie qu'ils mettent en évidence les connexions et les interactions entre les classes, mais ils ne fournissent pas d'informations sur ce qui se déroule réellement pendant ces interactions. Ils sont davantage axés sur la structure et la composition du système plutôt que sur le comportement dynamique. Le diagramme de classes est constitué de classes, attributs, et opérations [3].

### **MySQL**

MySQL est un système de gestion de base de données relationnelle (SGBDR) open source, souvent utilisé dans le développement web. Il permet de stocker, gérer et récupérer efficacement des données structurées. MySQL est un moteur de base de données très largement utilisé grâce à sa capacité de gérer de grandes quantités de données et de traiter rapidement les requêtes. Il est très simple à utiliser, et s'acclimate parfaitement avec les langages orientés web, particulièrement le PHP [9].

---

<sup>1</sup> *BPMN (Business Process Model and Notation) : norme de notation pour la modélisation de processus.*

## **PHP :**

PHP désigne un langage de programmation web côté serveur, souvent intégré dans des pages HTML<sup>2</sup> pour créer des applications web dynamiques. Il s'agit d'un langage de programmation open source qui peut se connecter à des bases de données, générer des pages web dynamiquement, manipuler des fichiers sur le serveur et effectuer d'autres tâches côté serveur pour fournir une fonctionnalité interactive aux utilisateurs. Il est souvent associé au serveur de base de données MySQL [10].

## **phpMyAdmin :**

phpMyAdmin est un logiciel libre écrit en langage PHP qui a pour mission de s'occuper de l'administration d'un serveur de base de données MySQL ou MariaDB [8].

Il propose un bon nombre de fonctionnalités parmi lesquelles l'exécution des requêtes comme les créations de table de données, insertions, mises à jour, suppressions et modifications de structure de la base de données, la sauvegarde d'une base de données sous forme de fichier .sql, ou encore l'administration de plusieurs serveurs, et ce, de manière simple [7].

phpMyAdmin est accessible sans installation grâce à plusieurs hébergeurs comme XAMPP.

## **XAMPP :**

XAMPP (X (cross) Apache<sup>3</sup>, MariaDB<sup>4</sup>, Perl<sup>5</sup>, PHP) est une distribution de logiciels libres créée dans le but de faciliter l'installation d'un serveur web Apache qui est à l'origine difficile à installer, ainsi que l'ajout de MySQL, PHP et Perl [5].

Cette distribution très pratique existe pour Windows, Linux et OS X dans le but d'offrir une bonne souplesse d'utilisation, est livrée avec toutes les fonctionnalités activées.

Il est distribué avec différentes bibliothèques logicielles qui élargissent la palette des services de façon notable : OpenSSL, Expat (analyseur syntaxique de fichiers XML), PNG, SQLite, zlib... ainsi que différents modules Perl et Tomcat.

---

<sup>2</sup> HTML (HyperText Markup Language) : langage informatique utilisé sur l'internet pour créer des pages web [6].

<sup>3</sup> Apache: serveur web open-source.

<sup>4</sup> MariaDB : système de gestion de base de données.

<sup>5</sup> Perl : langage de programmation qui permet de traiter facilement de l'information de type textuel.

**Power BI :**

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. (Goillkar, 2020) [11].

**DAX :**

Data Analysis Expressions (DAX) est un langage de programmation utilisé au sein de Power BI, Microsoft SQL Server et Excel Power Pivot. Il est constitué d'un ensemble de fonctions, d'opérateurs et de constantes qui peuvent être utilisés dans une formule, ou expression, pour calculer et renvoyer une ou plusieurs valeurs. Plus simplement, DAX aide à créer de nouvelles informations à partir des données déjà présentes dans un modèle (Microsoft, 2022) [11].



## *Chapitre II*

### *Diagnostic de l'état des lieux*

## II. Chapitre II : Diagnostic de l'état des lieux

### II.1 Introduction

Afin de proposer des améliorations, il est nécessaire de procéder à un diagnostic pour comprendre le déroulement des différentes activités et d'identifier les points sujets à des améliorations.

Le diagnostic proposé dans le présent chapitre a été piloté en interaction avec les membres du département et en consultant les différents documents mis à leur disposition en suivant une méthodologie de diagnostic qualitative proposée par le centre international de la pédagogie d'entreprise, un cabinet conseil en ingénierie pédagogique [20]. Cette méthodologie a été adaptée au cas de Novo Nordisk et consiste à énumérer les activités (tâches) de maintenance, les évaluer selon une grille qualitative, détecter les manquements, améliorer les processus et documents de maintenance en remédiant à ces manquements.

L'entreprise ayant des exigences de confidentialité pointues, le diagnostic effectué tient compte de ces dernières.

Le diagnostic de l'état des lieux s'est fait sous quatre volets à savoir :

- L'évaluation de la performance des activités du département de maintenance.
- L'étude de la structure hiérarchique du département de maintenance.
- Etude des processus de maintenance.
- La gestion de la pièce de rechange.

**Remarque :** le terme « activité » est utilisé selon la méthodologie suivie et n'est pas à confondre avec le terme tel qu'utilisé dans le langage BPMN.

### II.2 Evaluation de la performance des activités du département de maintenance

Afin d'évaluer la performance et le degré de développement des activités réalisées par le département de maintenance, Une grille a été mise en œuvre et adoptée afin de procéder à une évaluation et cela par faute d'indisponibilité de données numériques.

*Tableau 3: Grille d'évaluation des activités de maintenance.*

<b>1</b>	Presque aucune action efficace.
<b>2</b>	Il existe quelques initiatives locales.
<b>3</b>	2+ Il y a volonté d'agir mais pas de plan/ procédures.
<b>3.1</b>	Des actions efficaces se font mais sans planification, suivi, ou documentation sérieuse.
<b>4</b>	2+ Il y a volonté d'agir et un plan/ procédure mais qui n'a pas été exécuté(e).
<b>5</b>	2+ Il y a volonté d'agir et un plan/ procédure qu'on a commencé à exécuter.
<b>6</b>	Plan/projet déployé dans l'ensemble de l'organisation.

- 2+ suites : il existe quelques initiatives locales + suite.
- 3.1 : signifie que la différence n'est pas assez importante pour passer au niveau 4.

Pour évaluer les activités du département de maintenance selon la grille du Tableau 3, des réunions et discussions avec l'ensemble des acteurs du département ont été effectuées et ce afin d'assurer au mieux l'objectivité de l'évaluation.

Les résultats sont exposés dans le Tableau 4 :

**Tableau 4** : Evaluation des activités de maintenance.

Activités principales	Sous activités	Evaluation
Gestion de PR	Prévision	1
	Collecte et archivage de données	3
	Listes : PR critiques / consommables	1
	Suivi des commandes	1
	Réception des PR	5
	Inventaire	4
Maintenance préventive	Planification et ordonnancement	3
	Contrôle	1
	Evaluation (temps)	2
Maintenance corrective	<b>Palliative:</b> Suivi et documentation	2
	<b>Curative:</b> Suivi et documentation	3.1
Maintenance améliorative	Suivi et documentation	2
	Amélioration de type SOP et architecture système.	3.1
Conduite d'opérations	Changement de format	3.1
	Montage/ démontage/nettoyage	3.1

Le Tableau 4 met en évidence le maigre développement des activités du département dû à un manque d'organisation et de planification, ainsi qu'un problème de documentation et de suivi. Néanmoins, les résultats montrent une volonté d'améliorer l'état actuel.

### **II.3 Etude de la structure hiérarchique du département de maintenance**

L'organigramme actuel illustré dans la Figure 7 est horizontal et entraîne dans le cas de Novo Nordisk LMTO une confusion des rôles et responsabilités des employés, ce qui affecte leur productivité performance. qu'une surcharge pour le team leader, constatée durant le séjour en entreprise.

En effet, les tâches et rôles n'étant pas clairement définis, il a été observé une redondance quant à l'exécution d'une tâche par exemple ou encore la non-exécution d'une tâche.

Ce problème peut apparaître particulièrement avec les professionnels en maintenance, qui travaillent actuellement ensemble mais sans stratégie correctement définie permettant d'orienter les tâches de chacun d'entre eux. La surcharge du team leader est d'ailleurs une conséquence directe de l'absence d'hierarchie et de stratégie mettant au clair les responsabilités des professionnels en maintenance.

De plus, la hiérarchie actuelle engendre un manque de communication constaté à plusieurs reprises pendant les interactions avec les membres du département ce qui diminue en leur efficacité dans différentes activités.

Par ailleurs, l'organigramme actuel (Figure 7) ne répond pas à la nouvelle procédure de la maison mère, mise à jour en mai 2023.

### **II.4 Etude des processus de maintenance**

Dans cette partie, il est question de décrire les processus existant actuellement, les modéliser fidèlement avec la norme BPMN (Business Process Modeling and Notation), les critiquer, pour en fin proposer des processus améliorés obéissant aux normes et exigences confidentielles de l'entreprise.

Les processus discutés sont:

- Processus de maintenance préventive.
  - Maintenance préventive systématique.
  - Maintenance préventive conditionnelle.
- Processus de maintenance corrective.
- Processus de maintenance améliorative.

### II.4.1 Processus de maintenance préventive

#### a) Maintenance préventive systématique

Afin d'exécuter les actions préventives systématiques, le team leader établit préalablement un plan de maintenance préventif sur un fichier Excel, étalée sur une durée donnée (elle varie, par exemple une année), un plan est établi sur la durée donnée (plan annuel), puis celui-ci est divisé en sous périodes sur lesquelles de potentielles modifications auront lieu d'être apportées, comme l'explique le paragraphe suivant.

La maintenance préventive et la conduite d'opérations (changement de format, nettoyage, ...) s'effectuent lors du shift de nuit. Ainsi, le planning de maintenance préventive doit s'accorder avec celui de la production qui, lui, est dynamique.

En conséquence, le team leader ajuste le plan selon les contraintes de la production et transmet chaque jour via mail le programme des actions préventives à effectuer. Ainsi, l'évènement de début est illustré sur le processus comme « programme reçu par mail ».

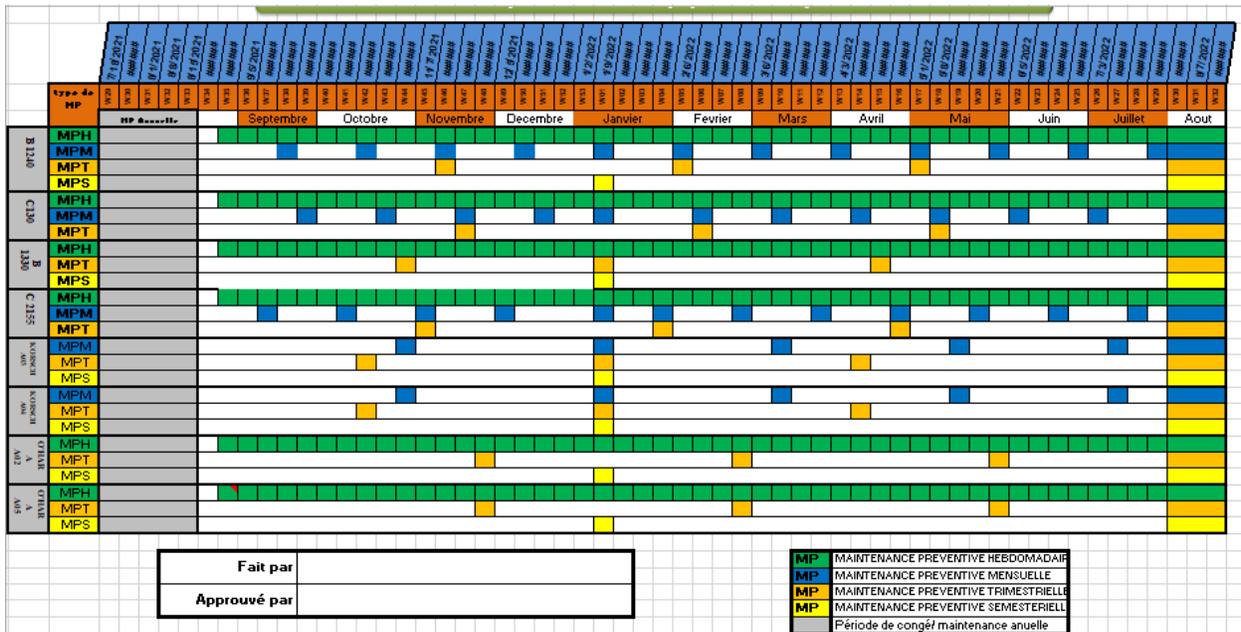


Figure 2 : exemple d'un plan de maintenance préventive

Les documents utilisés pour réaliser une maintenance préventive sont :

**Les procédures** : sont fournies avec l'équipement, sont disponibles sur tablettes mises à disposition en production.

**La checklist** : élaborée par les professionnels en maintenance, elle résume la procédure en étapes afin de faciliter l'exécution et la vérification de la tâche.

**Le logbook** : document mis au niveau de chaque équipement et magasin. Le logbook équipement sert à documenter toute action effectuée sur l'équipement durant la production d'un lot donné. Le logbook est par la suite mis dans un dossier appelé « dossier de lot », comportant un ensemble de documents retraçant toutes les opérations effectuées durant la production d'un lot. Ce dossier sert à des fins de validation afin de commercialiser le produit mais aussi en cas d'investigation d'une éventuelle déviation.

Un logbook magasin sert à documenter l'utilisation de pièces de rechanges (PR) / consommables afin d'établir l'inventaire chaque 3 mois.

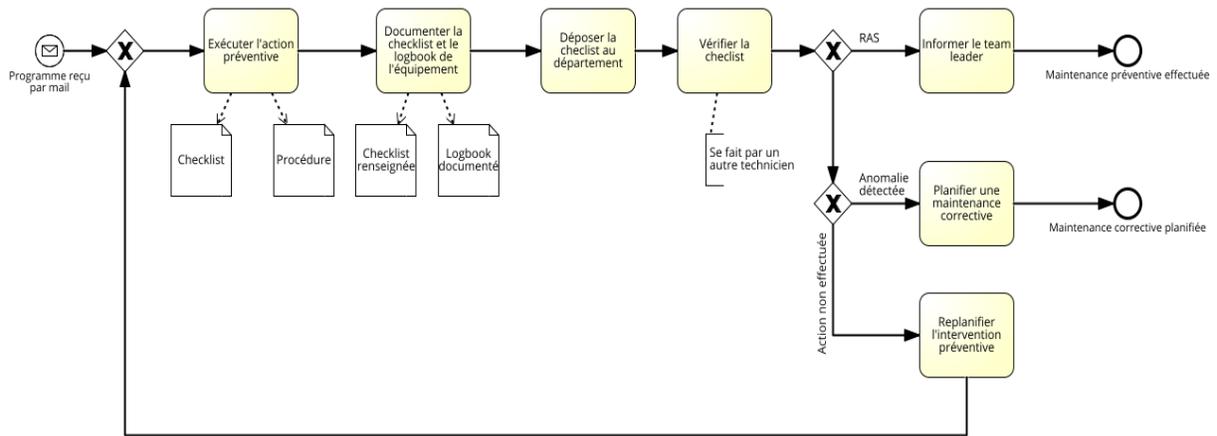


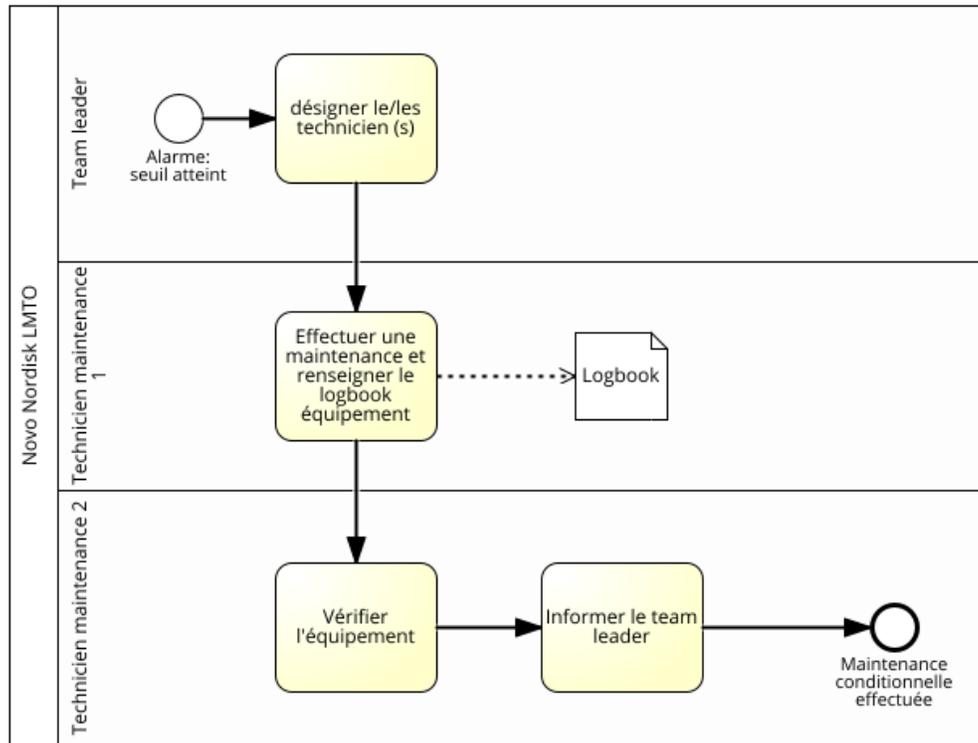
Figure 3 : processus actuel de maintenance préventive systématique.

➤ **Remarques et manquements relevés :**

- Le plan préventif systématique n'est pas détaillé en termes de procédures, PR à utiliser, etc. (Pas d'ordonnancement).
- Les temps d'exécution ne sont pas estimés et ne sont pas mesurés, il n'y a donc pas possibilité de comparaison entre les temps estimés et réels.
- Aucun contrôle ou approbation des supérieurs, l'action est exécutée et vérifiée par des techniciens.
- Pas de processus de gestion assurant la traçabilité et conformité des interventions préventives. Le seul document permettant de vérifier l'intervention est la checklist, et celle-ci ne mentionne pas les détails relatifs à l'intervention.
- Pas de Demande d'intervention pour les actions préventives.

**b) Maintenance préventive conditionnelle**

La maintenance préventive conditionnelle chez Novo Nordisk LMTO se fait pour quelques équipements critiques seulement comme le système HVAC (heating, ventilation and air-conditioning), et ce selon le processus de la Figure 4:



**Figure 4 :** Processus actuel de maintenance préventive conditionnelle.

➤ **Remarques et manquements relevés :**

- Le processus met évidence l'absence de documentation ce qui est un problème crucial. Les actions n'étant pas documentées, elles ne sont pas contrôlées, bien qu'il s'agisse d'équipements critiques.
- Manque de procédures spécifiant les actions à effectuer.
- Faible implication des supérieurs (professionnels en maintenance).
- Aucune préparation ou planification.

### II.4.2 Processus de maintenance corrective

Une maintenance corrective est initiée suite à la génération d'une *Demande d'Intervention* (DI) par un technicien de production après observation d'une anomalie.

La demande d'intervention (DI) est le seul document utilisé lors d'une maintenance corrective, en plus des logbooks, conformément à la politique de la maison mère.

Une DI est en quelque sorte l'équivalent du bon de travail (BT) dans la documentation classique en maintenance. Toutefois, elle obéit également aux exigences de la procédure de la maison mère dédiée à l'ensemble des documents, afin d'assurer leur conformité quant aux normes Novo Nordisk.

DEMANDE D'INTERVENTION		Date	03 Avr 2021
N° de DI		003 / A03 / L050	Heure
Service demandeur		Production	08:35
Equipment		KRSCAL 200	Visa
Service demandeur (Description de l'anomalie)			
Arrêt machine			
Message d'erreur (Alarme)			
Dépanement val. vid. poussoir identique position 13			
Service maintenance			
Réception DI (date/heure/visa) :	03-Avr-2021 08:35 mduz	Début intervention (date/heure/visa) :	03-Avr-2021 08:40 mduz
Actions réalisées			
Désinfection des outils avant intervention (pour les équipements de production)			Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/>
- Désinfection d'un nouveau poinçon inférieur et montage de ce dernier au niveau de la station n° 13.			
Pièces utilisées			
Désignation	Reference	Quantité	Identique
Poinçon inférieur	6746310	01	Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/>
-	-	-	Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/>
-	-	-	Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/>
Diagnostic (cause directe / cause racine)			
Usure du poinçon inférieur n° 13			
Type de maintenance corrective		Maintenance décalée nécessaire	
Palliative <input type="checkbox"/> Curative <input checked="" type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/>		Oui <input type="checkbox"/> Non <input checked="" type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/>	
Fin d'intervention			
Maintenance (Date/heure /visa) :	03-Avr-2021 09:15 mduz	Utilisateur (date/heure/visa) :	03-Avr-2021/10:05

Figure 5 : Exemple d'une demande d'intervention.

Les interventions correctives se déroulent selon le processus illustré dans la Figure 6:

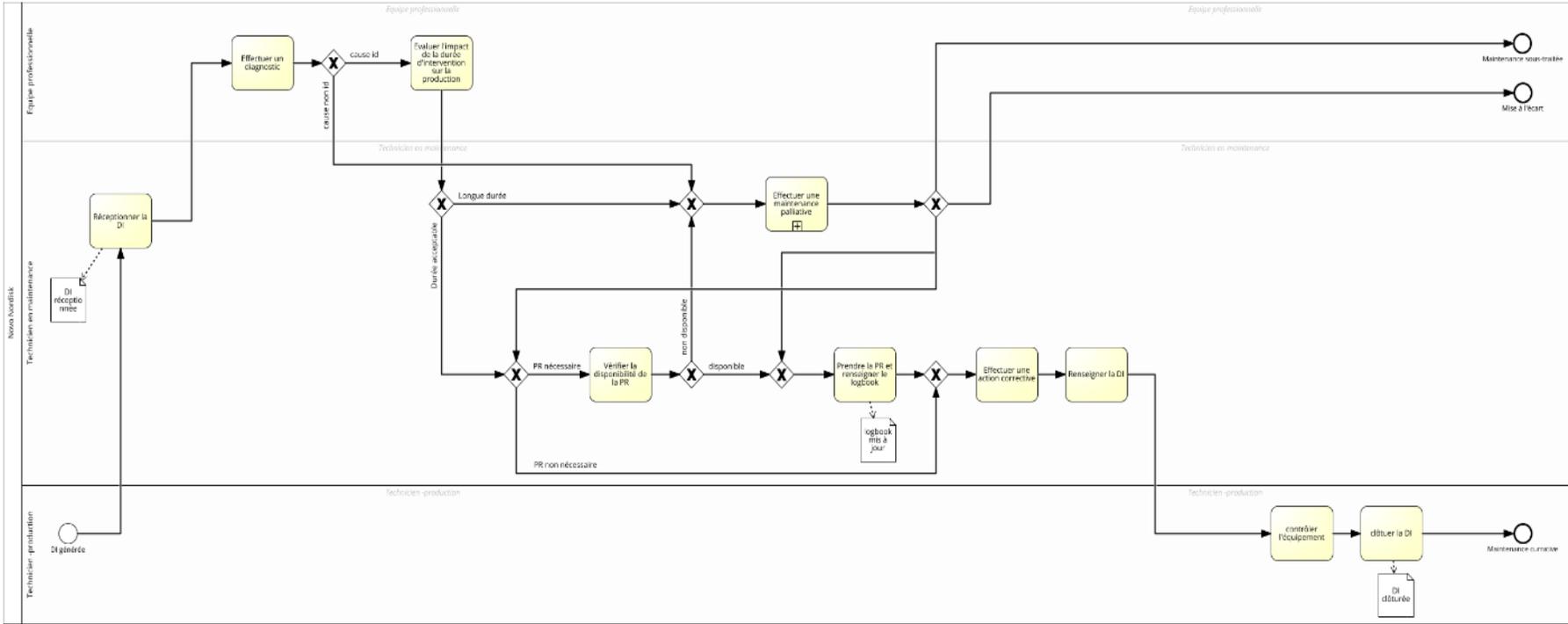


Figure 6 : Processus actuel de maintenance corrective

Sous-processus : maintenance palliative :

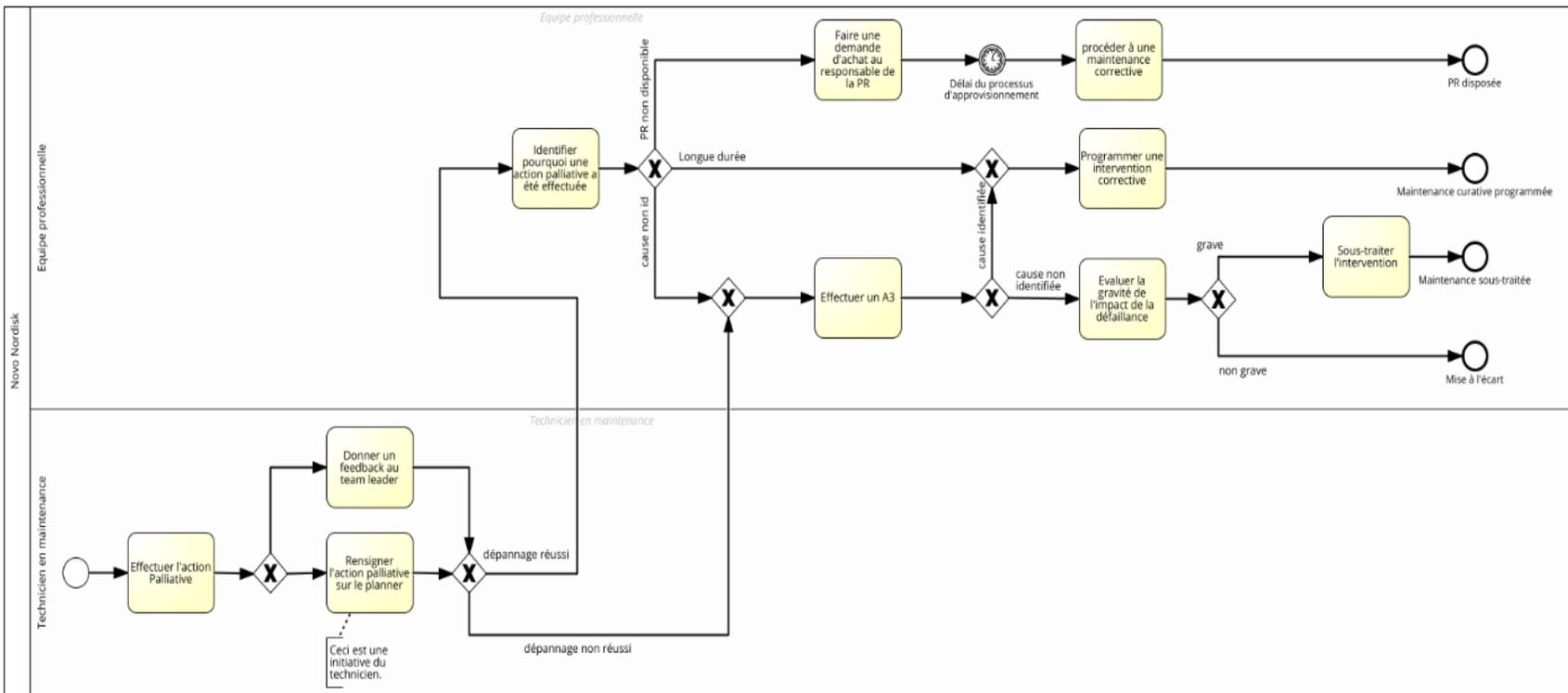


Figure 7 : Processus actuel de maintenance palliative

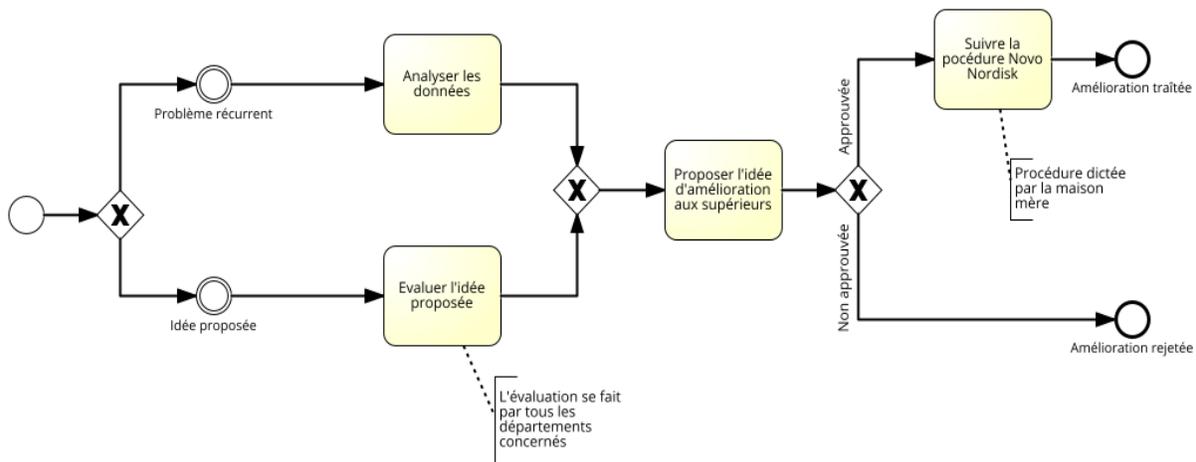
➤ **Remarques et manquements relevés :**

- Le processus actuel met en évidence un manque de rigueur quant à l'évaluation et la vérification des interventions.
- L'intervention n'est pas contrôlée et pas assez documentée.
- Il n'existe pas de procédures pour les pannes connues et récurrentes.
- Pauvre suivi et pas d'historique.
- La maintenance palliative n'est pas documentée et mal suivie. Le tableau de bord reste une initiative du technicien et il n'est pas réservé à la maintenance uniquement, toutes sortes de commentaires y sont mentionnés.
- L'entreprise utilise le « Black Bird » pour suivre l'état des équipements et le processus de production, mais les données sont par jour, et il n'est pas possible d'avoir de rapport ou données sur une longue période. Les données sont éparpillées et non exploitables.
- La demande d'intervention ne documente pas assez l'intervention.

**II.4.3 Processus de maintenance améliorative**

La maintenance améliorative telle que définie dans la politique Novo Nordisk, consiste en une amélioration du système (équipement) ou du processus (SOP).

La maintenance améliorative est gérée selon une procédure confidentielle de la maison mère comme illustré dans le processus de la Figure 8:



*Figure 8 : Processus de maintenance améliorative.*

La documentation associée à la maintenance améliorative ainsi que sa gestion sont confidentielles, et ne peuvent être modifiées. Toutefois, cette maintenance ne se fait que dans de rares cas et a pour but d'améliorer les processus ou la conception de l'équipement pour une meilleure performance.

**Remarque :** Cette procédure est utilisée dans plusieurs cas et concerne plusieurs acteurs, et non pas le département de maintenance seulement.

### II.5 Gestion de la pièce de rechange (PR)

Afin de gérer les stocks de pièce de rechange et répondre au besoin du département et de la production, un fichier Excel est utilisé par le responsable de la pièce de rechange, il regroupe les champs montrés dans la Figure 9 :

Parts reference	Adress	Designation	Stock	stock MIN	stock MAX	Stock ALERT
76750034	Tiroir -1-	Axe de galet de compression avec JC	1	0	1	
80890023	Tiroir -1-	Galet de compression principale complet (ressort,vis,joint Réf:71380053)	1	0	1	

Figure 9 : Aperçu des données de la pièce de rechange.

- Parts reference : la référence des pièces.
- Address : tiroir dans lequel la pièce est disposée.
- Désignation : nom de la pièce.
- Stock : nombre pièces disponibles.
- Stock min : le stock minimum souhaité. Ce dernier est désigné selon l'expérience du responsable PR.
- Stock max: le stock maximum souhaité. Egalement désigné selon l'expérience du responsable PR.
- Stock alerte : une simple équation permet d'afficher la case en rouge quand le seuil est atteint. Egalement fixé selon l'expérience du responsable de la pièce de rechange.

Le processus d'approvisionnement de la pièce de rechange est dicté par une procédure de l'entreprise et est comme suit, Figure 10:

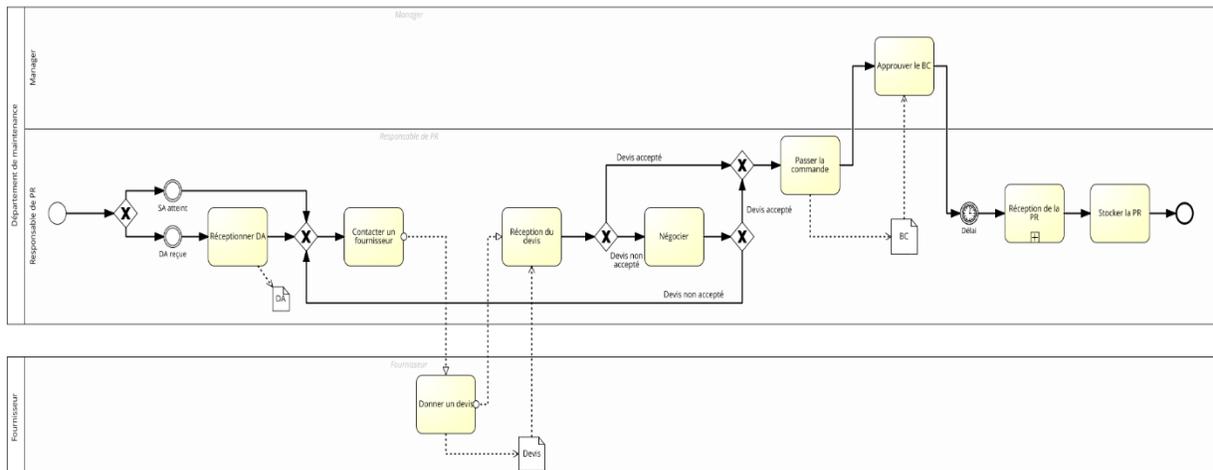


Figure 10 : Processus d'approvisionnement de la pièce de rechange.

Documentation utilisée :

- *Demande d'achat* : décrit en annexe dans la procédure de l'entreprise.
- *Devis* : fournit par le fournisseur.
- *Bon de commande* : décrit en annexe dans la procédure de l'entreprise.

➤ **Remarques et manquements relevés :**

Selon la norme AFNOR NF EN 13306 de 2017, la maintenance est définie comme "l'ensemble des actions techniques, administratives et de management durant le cycle de vie d'un bien, destinées à le maintenir ou à le rétablir dans un état dans lequel il peut accomplir la fonction requise". Ainsi, la gestion de la pièce de rechange figure parmi les activités clé de la fonction maintenance. Hors cette activité clé présente des manquements importants à son bon déroulement, que sont les suivants :

- La base de données est pauvre, beaucoup de données manquantes comme: les prix, fournisseurs, délais de livraison, l'état de la pièce; et des produits non référencés, tels que les lubrifiants.
- Aucune BDD n'existe pour les commandes, et leur suivi (pas de Dashboard). (Les commandes sont enregistrées dans un fichier sous forme de PDF (chaque commande est un fichier PDF).
- Par conséquent, l'activité de la gestion de pièce de rechange reste très limitée, les prévisions et stratégies sont à envisager après l'acquisition et conception du cadre.

## **II.6 Conclusion**

Le diagnostic de l'état des lieux piloté a permis d'identifier un nombre de problèmes notamment le manque de rigueur quant à la documentation et planification des activités de maintenance, ou encore l'absence d'une base de données engendrant la faible exploitation des données.

L'objectif final étant d'adopter un système d'information pour la gestion de la maintenance, il est nécessaire de proposer des solutions et améliorations dans cette optique. Cela nous amène à la problématique suivante :

*« Comment améliorer les processus et la documentation de maintenance de Novo Nordisk LMTO de sorte à favoriser l'exploitation des données dans l'optique d'acquérir un système d'information ? »*

*« Comment définir le système d'information répondant au besoin du département de maintenance chez Novo Nordisk LMTO ? »*



## ***Chapitre III***

# ***Démarche d'amélioration de la gestion de maintenance***

## III. Chapitre III : Démarche d'amélioration de la gestion de maintenance

### III.1 Introduction

Afin de bénéficier des avantages d'un système d'information pour la gestion de la maintenance et l'exploiter convenablement pour des fins d'optimisation, il est nécessaire d'avoir au préalable des processus et documentations qui satisfont le besoin de l'entreprise et assurent la conformité des activités de maintenance quant aux différentes procédures et normes de l'entreprise.

Ainsi, il est question dans ce chapitre de proposer des améliorations pour la gestion de la maintenance et ce, sous les volets suivants :

- Structure hiérarchique du département de maintenance
- Processus de maintenance.
- Documentation.
- Gestion de la pièce de rechange.

### III.2 Structure hiérarchique du département de maintenance

Selon la nouvelle politique et les nouvelles procédures de la maison mère Novo Nordisk (reçue en mai 2023), les professionnels en maintenance devraient être responsables d'un équipement ou groupe d'équipements. Aussi, un des professionnels en maintenance devrait être chargé du planning et suivi préventif qui doit être séparé selon la zone : un planning pour les équipements de la zone de production et un second pour ceux de la zone des utilités.

Un responsable d'équipement est tenu d'élaborer le plan détaillé de maintenance préventive de l'équipement (ou ensemble d'équipements) dont il est responsable en considérant les tolérances des intervalles de maintenance, ainsi que la documentation et les ressources nécessaires à son exécution conformément aux normes, procédures et politique de Novo Nordisk. Ce rôle a pour but d'atteindre une bonne maîtrise de l'équipement pour des fins d'optimisation et amélioration de la fiabilité.

Par ailleurs, le team leader étant la personne qui gère l'équipe de techniciens sur terrain et assure la communication avec la production, il doit également approuver le planning.

Afin d'améliorer la répartition des tâches et responsabilités, et d'assurer une coordination entre les membres de l'équipe du département, un nouvel organigramme (Figure 11) ainsi que les rôles clés (selon la procédure et politique de la maison mère) associés sont proposés.

#### Rôles :

- Les *professionnels en maintenance* 2, 3, 4, et 5 ont le rôle de *responsables d'équipement*, et se chargeront par conséquent de l'élaboration des plans de maintenance préventive, les procédures préventives ainsi que les checklists associées, les fiches correctives, la liste des

éléments/ pièces critiques, l'évaluation de la criticité conformément aux normes et procédures dictées par la maison mère Novo Nordisk. Ils devront également approuver le planning préventif annuel final.

- Le *team leader* assure l'affectation des techniciens selon leur profil et qualifications, et doit également approuver le planning préventif annuel. Etant responsable des équipes de techniciens sur terrain, le bon déroulement des interventions correctives relève de sa responsabilité. Il en découle que la formation des techniciens aux nouveaux processus et bonnes pratiques relèvent de sa responsabilité.
- Le *professionnel en maintenance 1* a pour rôle l'élaboration et le suivi du planning annuel de maintenance préventif qui regroupe les plans élaborés par les responsables d'équipement. L'identification d'un dépassement des intervalles de tolérances ainsi que la mise à jour du planning selon les contraintes de l'industrie, et la communication de ce dernier relèvent de sa responsabilité.
- L'*entité IT* composée de deux techniciens n'est pas considérée dans cet organigramme car les deux techniciens IT ont le même rôle que les techniciens en maintenance, la seule différence est le profil. Ils interviennent au même titre et sont donc considérés dans cet organigramme proposé comme des techniciens sous la responsabilité du team leader.
- Les rôles et responsabilités du *coordinateur EHS*, *responsable de la pièce de rechange (PR)*, *responsable de la maintenance bâtiment*, et la *responsable des projets* demeurent les mêmes, conformément à la politique de l'entreprise.

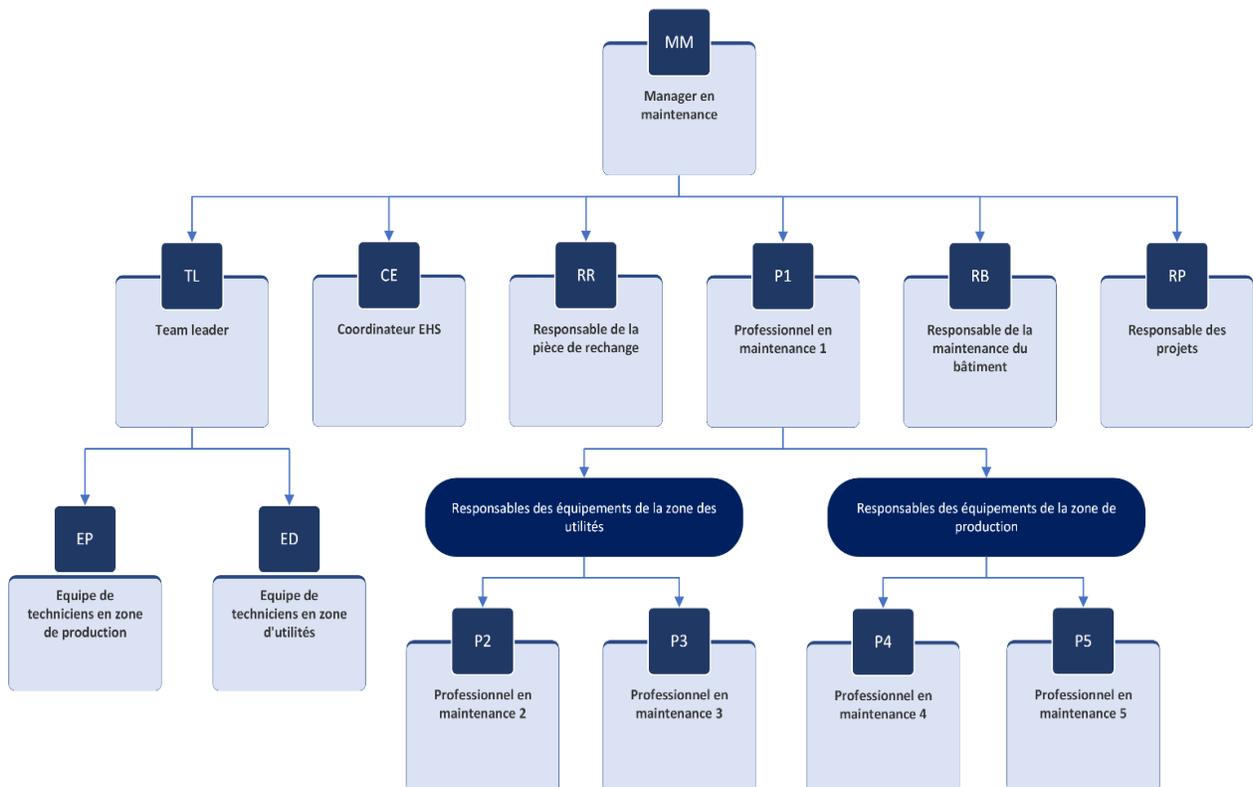


Figure 11 : Organigramme proposé pour le département de maintenance.

### III.3 Processus de maintenance

L'élaboration des processus proposés dans cette partie a nécessité la consultation de nombreuses procédures dictées par la maison mère (Novo Nordisk Danemark). Celles-ci sont strictement confidentielles mais les points cruciaux intervenant dans les processus sont expliqués tout au long des contributions.

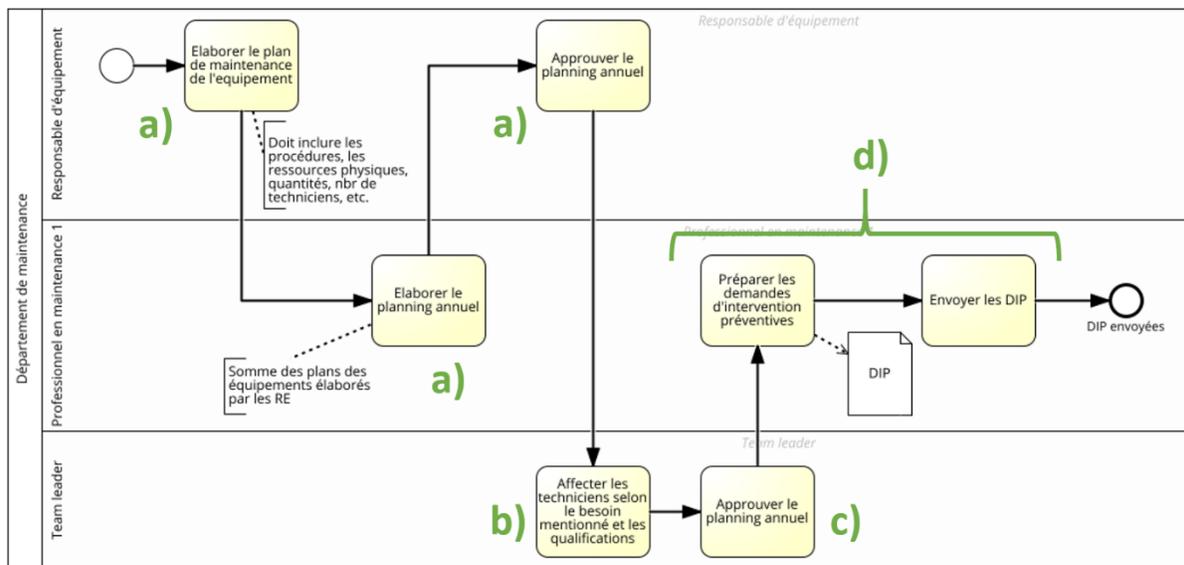
#### III.3.1 Maintenance préventive

En considérant le problème de la faible documentation et implication des supérieurs dans les activités opérationnelles de maintenance préventive, les processus proposés veillent à basculer la façon de faire de sorte à y remédier.

##### a) Maintenance préventive systématique

Un des problèmes relevés lors du diagnostic de la maintenance préventive systématique est le manque de planification rigoureuse notamment en termes d'ordonnancement des différentes ressources.

Afin de préparer convenablement ce type d'actions préventives, un processus est proposé pour les préalables à la maintenance préventive systématique, Figure 12.



**Figure 12 :** Processus des préalables à la maintenance préventive systématique.

- Le processus proposé s'accorde avec la nouvelle procédure de la maison mère (reçue en mai 2023) qui indique qu'il va de la responsabilité des responsables des équipements d'élaborer le plan de maintenance des équipements dont ils sont responsables, et ces derniers devront être regroupés dans un seul planning annuel qui devra être approuvé par les responsables d'équipements.
- De plus, la procédure met l'accent sur l'affectation des tâches selon le profil. Le team leader étant la personne à la tête des techniciens et qui connaît le mieux leurs compétences, il est chargé de le faire dans le processus proposé.

- c) La procédure de la maison mère spécifie également que le planning annuel doit être approuvé par le team leader, ce qui est respecté dans le processus.
- d) Une fois le planning élaboré et approuvé, le processus propose la préparation des demandes d'interventions préventives (DIP) et leur envoi. La DIP est un document qui est proposé dans ce travail et n'existait pas auparavant. Le but de ce document est d'assurer une traçabilité des activités préventives et de simplifier leur exécution. La DIP contient tous les détails dont le technicien a besoin comme la date d'exécution de l'action, la procédure à suivre, la checklist associée, etc. Ce document sera discuté en détail sous le volet des documents dans la partie 4.

**Remarque :** Selon la procédure de Novo Nordisk, le plan concerne un équipement et le planning concerne l'ensemble des équipements.

Le processus principal de maintenance préventive systématique a naturellement été amélioré en suivant le raisonnement exposé jusque-là, et est illustré dans la Figure 13.

- a) Ce dernier obéit également à la procédure de la maison mère qui précise la nécessité du « Handover » (un des points de la procédure intervenant dans les processus) à savoir libération et réception de l'équipement par l'opérateur de production ou encore le « Status making » qui consiste à afficher le statut de l'équipement pour que les employés voient que l'équipement est en cours de maintenance qu'il ne faut pas s'en approcher afin d'éviter toute éventuelle déviation.
- b) La procédure spécifie également la nécessité de l'approbation d'une personne de LoB quant à l'état des lieux (nettoyage).
- c) Le processus proposé améliore la traçabilité et la documentation tout au long du processus notamment grâce à la DIP (document proposé) mais aussi les documents de l'entreprise spécifiés dans les différentes procédures et politiques (logbooks). Le processus permet de visualiser les flux de données à travers les objets de données reliés aux activités.
- d) Aussi, le processus assure le contrôle de l'intervention effectuée par un deuxième technicien, ainsi que la documentation de ce contrôle et les cas de figures selon les pratiques de l'entreprise.
- e) De plus, l'équipe de maintenance dispose grâce au processus proposé des informations nécessaires dont il faut tenir compte afin de planifier les prochaines actions.

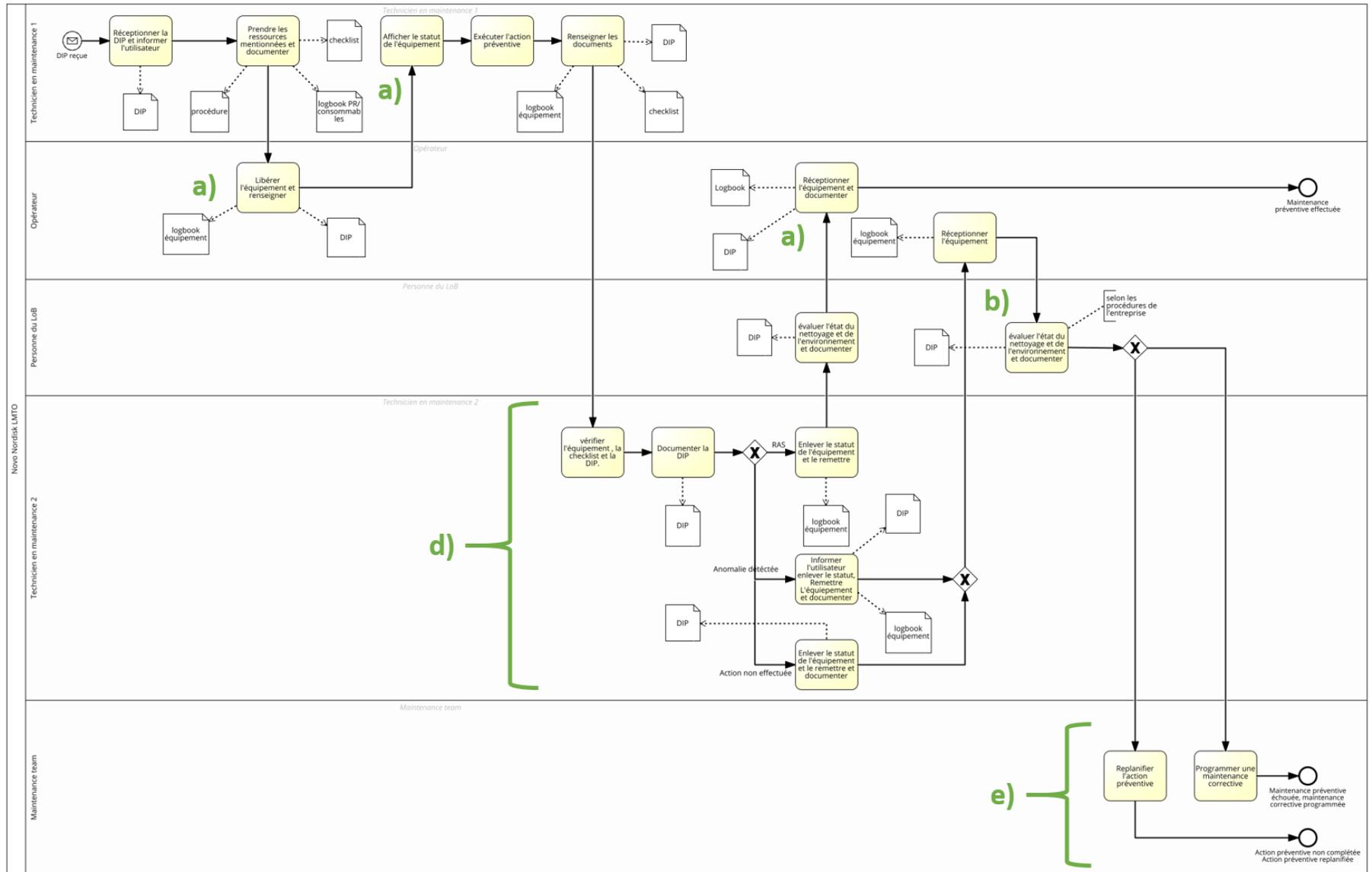


Figure 13 : Processus de maintenance préventive systématique proposé.

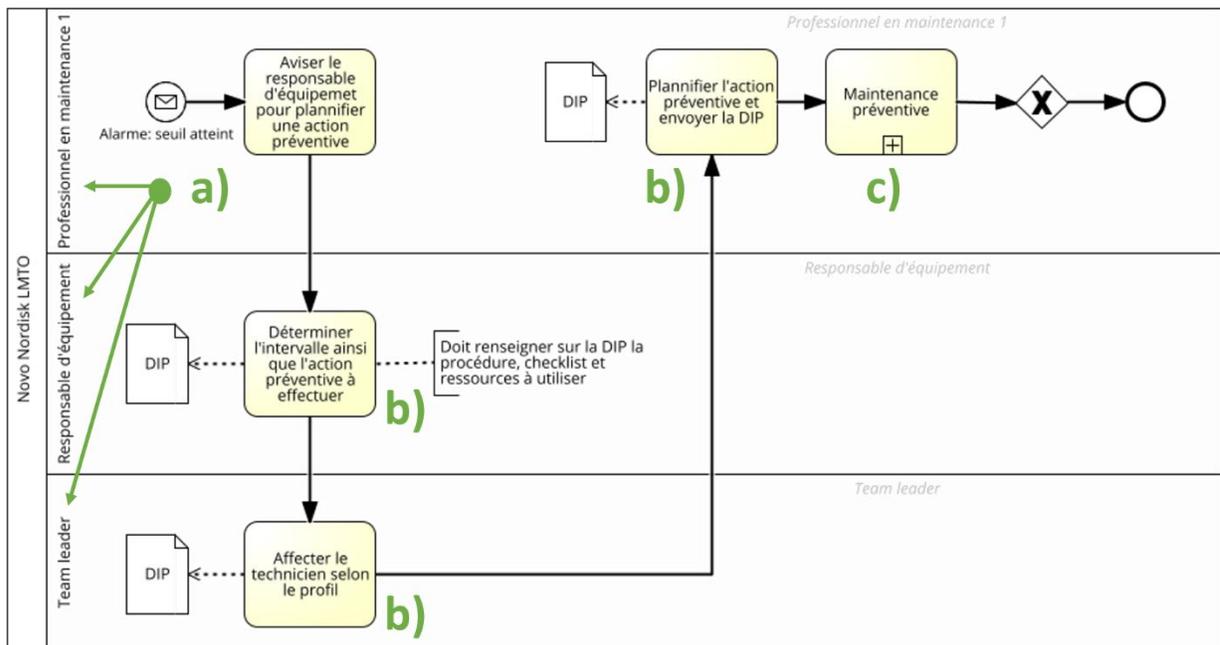
- Il est à noter que dans le cas de dépassement des intervalles de tolérances, l'intervention non effectuée est gérée en tant que déviation selon la procédure Novo Nordisk.
- Personne du LoB : (person from line of business) un responsable de production ou personne déléguée (imposée par la procédure de la maison mère).
- Maintenance team : équipe de maintenance regroupant les professionnels, le team leader, et le responsable de la pièce de rechange.

**b) Maintenance préventive conditionnelle**

La maintenance conditionnelle, comme expliqué dans le chapitre II, est effectuée pour certains équipements critiques seulement, comme le système HVAC.

Malgré cette criticité, le processus actuel illustré dans la Figure 4 présente un nombre de problèmes énumérés suite au diagnostic détaillé dans le chapitre II.

Pour remédier à ces problèmes, un nouveau processus est proposé pour la maintenance préventive conditionnelle, comme l'illustre la Figure 14.



**Figure 14 : Processus de maintenance préventive conditionnelle proposé.**

- a) Le processus proposé implique davantage les supérieurs notamment les professionnels en maintenance, ce qui se constate à travers les différents couloirs.
- b) Le processus propose une préparation et une planification de l'intervention accompagnée d'un document facilitant l'exécution à savoir la DIP (Document proposé et discuté dans la partie 4 dédiée aux documents de maintenance).
- c) Le processus fait appel à un sous-processus qui est celui de la maintenance préventive systématique, et ce en suivant un enchaînement et raisonnement logiques. De ce fait, le processus de maintenance conditionnelle jouit des améliorations discutées sur le processus de maintenance préventive systématique à savoir l'amélioration du contrôle des activités et de la traçabilité, la facilitation de l'exécution des tâches grâce aux différents documents, et le respect de la nouvelle procédure de la maison mère.

**Remarque :** pour le bon fonctionnement du processus proposé pour la maintenance conditionnelle, il est nécessaire d'établir les procédures et les checklists associées, selon les procédures dictées par la maison mère.

### III.3.2 Maintenance corrective

La nouvelle politique de la maison mère met l'accent sur la nécessité d'un le contrôle plus rigoureux, d'une l'évaluation des temps, mais aussi la nécessité d'avoir des procédures correctives, ce qui concorde parfaitement avec les remarques et manquements relevés émises suite au diagnostic élaboré dans le deuxième chapitre du présent document.

Afin de proposer un processus amélioré, répondant aux exigences de l'entreprise, un nombre important de procédures (dictées par la maison mère) a été consulté afin d'assurer la conformité de ce dernier.

Ces procédures étant confidentielles, le processus est accompagné par des explications et commentaires afin d'éclaircir son déroulement.

- a) Tout comme les précédents processus proposés pour la maintenance préventive, le processus de maintenance corrective proposé obéit également aux exigences de la procédure mère quant au « Handover », « Status making » et l'approbation du LoB.
- b) La nouvelle procédure spécifie qu'il est nécessaire d'évaluer les interventions non décrites, afin d'éviter tout potentiel impact sur le produit. Dans le cas d'un impact potentiel, il est demandé de gérer l'intervention comme déviation selon la procédure des déviations, également décrite par Novo Nordisk Danemark.
- c) Il est conseillé d'utiliser la méthode A3 équivalente à la méthode D8 [21] pour le diagnostic poussé. Ce qui est spécifié dans le processus proposé.
- d) La proposition veille à impliquer les supérieurs dans la mesure du possible afin d'assurer le contrôle des actions de maintenance corrective et leur conformité, surtout par rapport aux exigences de sécurité relatives à l'industrie pharmaceutique.

Le site de production fonctionne 24h/24 et 7j/7 ; par conséquent, les supérieurs sont absents les week-ends. Face aux exigences de la production, la maintenance doit intervenir en cas

de problème afin de maintenir les systèmes en marche. De ce fait, le processus ne peut être déclenché par un des supérieurs.

Néanmoins, la solution proposée assure une bonne traçabilité permettant le contrôle des actions et leur évaluation afin d'orienter les décisions de l'équipe professionnelle de maintenance suite à une intervention donnée.

- e) Les exigences de la production imposent également au département de maintenance une évaluation du temps d'intervention et son impact sur la production.

Le processus proposé tient compte de cette exigence ainsi que les cas de figures exprimés par le département. Par exemple, si l'action corrective en question nécessite un temps important que la production ne peut se permettre de perdre, le service maintenance doit opter pour une maintenance palliative si possible, dans le cas échéant, un diagnostic poussé s'impose.

- f) Le processus proposé améliore la traçabilité et favorise la collecte de données dans le but de les exploiter pour améliorer la performance des équipements mais aussi évaluer les actions de maintenance afin de mes optimiser et cela à travers la documentation de l'entreprise mais surtout grâce à la nouvelle demande d'intervention proposée « DIC » (Demande d'Intervention Corrective), qui sera discuté en détail sous le volet des documents de maintenance.

L'amélioration de la traçabilité peut être remarquée sur le processus proposé grâce aux objets de données reliés aux activités tout au long du processus.

- g) Le processus proposé offre aussi une certaine flexibilité, ce que l'on peut remarquer par l'utilisation des sous-processus de type ad-hoc dans la modélisation.

**Remarque :** Les sous processus ad-hoc sont un type de sous processus en BPMN qui permettent d'effectuer les activités dont on a besoin et pas nécessairement toutes les activités, autant de fois que désiré et dans l'ordre souhaité.



**Figure 15 :** Sous processus « effectuer un diagnostic » du processus de maintenance corrective proposé (Figure 16).

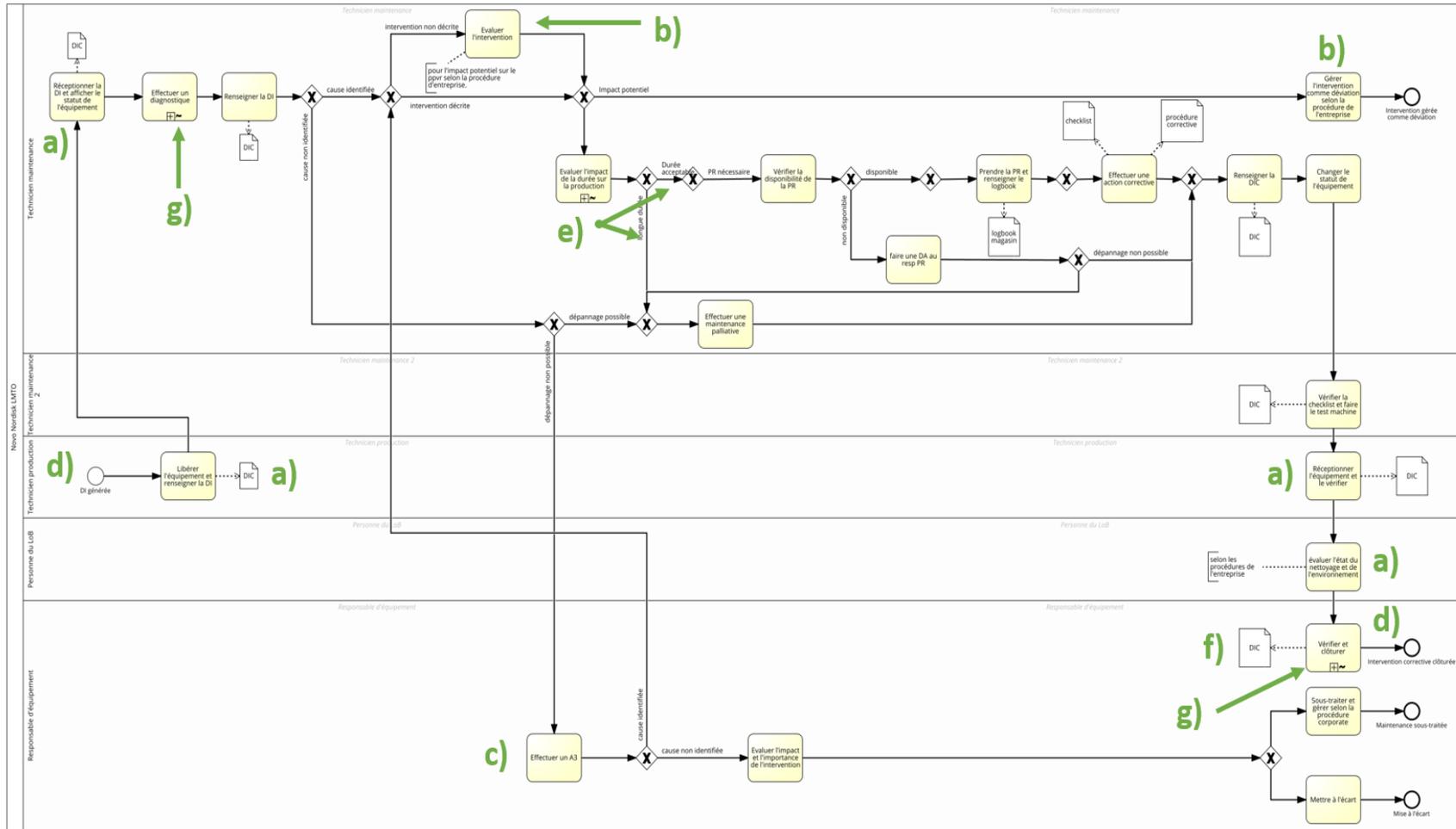
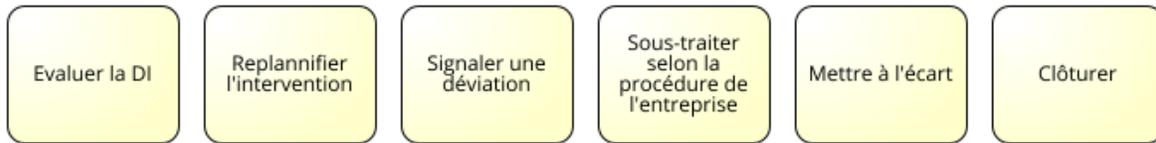


Figure 16 : Processus de maintenance corrective proposé.



*Figure 17 : Sous processus « vérifier et clôturer » du processus de maintenance corrective proposé (Figure 16).*

### III.4 Documents proposés

Afin d'améliorer la traçabilité des interventions de maintenance, de nouveaux documents sont proposées dans cette partie.

Afin de faciliter l'adoption de ces dernières, et en considérant l'impact du changement conséquent de l'ajout ou modification d'un document, les documents proposés se rapprochent de la demande d'intervention (DI) initialement utilisée par l'entreprise, notamment en termes de format.

De plus, les documents proposés dans cette partie ont été élaborés de sorte à simplifier la saisie pour les techniciens particulièrement, mais aussi l'implémentation sur système d'information.

Par ailleurs, les documents proposés obéissent aux exigences de la maison mère spécifiées dans les procédures relatives à la documentation et aux interventions.

Les activités clés et pour lesquelles les procédures de l'entreprise offrent une certaine flexibilité et possibilité de modification, sont la maintenance préventive et corrective.

De ce fait, les documents proposés sont destinés à ces deux activités et sont les suivantes :

- Demande d'Intervention Corrective « DIC »
- Demande d'Intervention Préventive « DIP »

#### III.4.1 Demande d'intervention corrective « DIC »

Le département de maintenance utilise un seul document, conformément aux pratiques de Novo Nordisk Danemark, à savoir la demande d'intervention « DI », illustrée dans la Figure 5 du deuxième chapitre.

Suite à la dernière mise à jour de la procédure transmise par la maison mère en mai 2023, cette dernière n'est plus en accord avec les exigences de l'entreprise.

De plus, un audit récent a souligné deux points que le département se doit de documenter sur la demande d'intervention.

La demande d'intervention corrective proposée, considère par conséquent l'ensemble de ces éléments (procédures et audit).

Afin d'expliquer la proposition, celle-ci est exposée par parties avec des commentaires, le document en entier est illustré dans la Figure 35 de l'annexe A.

	<b>Demande d'intervention corrective</b>		Génération		
			Date	} (1)	
	N° de la DIC ← (2)	Heure			
	Visa				
Technicien(s) désigné(s) (3)	Equipement	Zone: Production <input type="checkbox"/> Utilités <input type="checkbox"/>			
Description de l'anomalie					
Message d'erreur (alarme)					

*Figure 18 : « DIC » partie 1.*

- 1) Cette section est obligatoire selon la procédure de l'entreprise concernant la documentation. Chaque champ est également rempli selon les spécifications de la procédure de l'entreprise.
- 2) Le numéro de la DIC représente sa référence et lui est attribué selon la codification adoptée par l'entreprise (également spécifiée dans les procédures).
- 3) Cette section n'existait pas dans l'ancienne demande d'intervention. L'intérêt de celle-ci est de spécifier les techniciens qui doivent exécuter l'intervention, l'équipement sur lequel l'intervention se fera (il faut renseigner la référence de l'équipement), ainsi que la zone dans laquelle il se situe, car comme expliqué dans le premier chapitre, le site LMTO dispose de deux zones (zone de production et zone des utilités).
- 4) Le message d'erreur est obligatoire selon la procédure, et la description de l'anomalie est naturellement nécessaire.

Le produit est couvert et scellé				Oui	<input type="checkbox"/>	Non	<input type="checkbox"/>	
Cause identifiée	Oui	<input type="checkbox"/>	Non	<input type="checkbox"/>	Cause (si oui)			
					Référence (si oui)			
Procédure connue	Oui	<input type="checkbox"/>	Non	<input type="checkbox"/>	Checklist associée			
<b>Type de maintenance corrective</b>					<b>Maintenance décalée nécessaire</b>			
Palliative	<input type="checkbox"/>	Curative	<input type="checkbox"/>	N/A	<input type="checkbox"/>	Oui	<input type="checkbox"/>	
						Non	<input type="checkbox"/>	
<b>Pièces de rechange / consommables</b>								
Désignation	Référence		Quantité		Identique			
					Oui	<input type="checkbox"/>	Non	<input type="checkbox"/>
					Oui	<input type="checkbox"/>	Non	<input type="checkbox"/>
					Oui	<input type="checkbox"/>	Non	<input type="checkbox"/>
					Oui	<input type="checkbox"/>	Non	<input type="checkbox"/>
Désinfection des outils avant intervention (pour les équipements de production)					Oui	<input type="checkbox"/>	Non	<input type="checkbox"/>

Figure 19 : « DIC » partie 2.

- 5) La cinquième section ne figure pas sur l'ancienne demande d'intervention. Celle-ci est issue d'une exigence de la maison mère exprimée dans la dernière procédure, et ce pour assurer la sécurité des interventions quant au risque de contamination.
- 6) Cette section a été proposée dans le but de faciliter l'exécution de l'intervention mais aussi assurer la collecte des données et la traçabilité des interventions. Elle permet également d'identifier les interventions dont les procédures ne sont pas connues.
- 7) Une maintenance décalée est une maintenance corrective programmée selon la politique Novo Nordisk. Ainsi, cette section permet de spécifier le type de maintenance corrective effectuée et savoir s'il est nécessaire de programmer une maintenance afin de suivre la maintenance palliative.

Le système d'information, à travers le Dashboard, exprimera encore mieux l'utilité de cette section. En effet, les interventions palliatives sont actuellement renseignées sur un «planner» utilisé pour différentes raisons, y compris de simples messages d'encouragement. Par conséquent, une maintenance palliative peut facilement être effectuée sans être suivie car le message a été perdu parmi les autres.

La section dédiée à la pièce de rechange permet de renseigner l'utilisation de pièces de rechange afin de mettre à jour la base de données et effectuer l'inventaire.

Avec l'adoption du système d'information, les données générées à partir de cette section permettront également de faire des prévisions.

- 8) La désinfection des outils est une exigence de l'entité EHS, en vue de l'activité de l'entreprise (secteur pharmaceutique).

Handover (service production)			
Libération		Réception	
Date		Date	
Heure		Heure	
Visa		Visa	
Intervention (technicien maintenance 1)			
Début		Fin	
Date		Date	
Heure		Heure	
Visa		Visa	
Actions effectuées (en cas de procédure non définie)			

Figure 20 : « DIC » partie 3.

- 9) Cette section est présente dans la demande d'intervention corrective proposée afin de renseigner une exigence de la nouvelle procédure à savoir le « Handover » qui consiste à libérer l'équipement et le recevoir.
- 10) Cette section a pour but de renseigner les temps de début et fin de l'intervention, et d'assurer que c'est bien le même intervenant qui renseigne les deux parties à travers les champs de visa.
- De plus, pour une intervention n'ayant pas de procédure, il est nécessaire de documenter les actions effectuées afin de servir d'input pour l'établissement d'une procédure pour l'intervention en question.

Vérification (technicien maintenance 2)					
Test machine effectué avec succès	Oui	<input type="checkbox"/>	Non	<input type="checkbox"/>	
Objets manquants après l'intervention	Oui	<input type="checkbox"/>	Non	<input type="checkbox"/>	
Date	RAS	<input type="checkbox"/>	Planifier une maintenance corrective	<input type="checkbox"/>	Intervention gérée comme déviation
Heure					
Visa					
Autre					
Approbation LoB	Oui	<input type="checkbox"/>	Non	<input type="checkbox"/>	Commentaire
Clôture (service maintenance)					
Date	<input type="checkbox"/>	Maintenance sous-traitée	<input type="checkbox"/>	Mise à l'écart	<input type="checkbox"/>
Heure					
Visa					

Figure 21 : « DIC » partie 4.

- 11) Cette section permet de renseigner les deux points identifiés suite à l'audit effectué récemment (avril 2023). Le test machine doit être effectué afin d'assurer que l'équipement a bien été remis en marche. Quant aux objets manquants, lors d'une intervention sur un des équipements fonctionnant tels des mélangeurs par exemple, le technicien peut oublier un outil à l'intérieur de l'équipement, et la surface étant relativement importante et peu éclairée à l'intérieur, le technicien peut ne pas s'en rendre compte. Ainsi, il est nécessaire de vérifier qu'aucun des objets utilisés n'est manquant et renseigner sur la demande d'intervention corrective.
- 12) Cette section permet de confirmer que la vérification a bien été faite par un autre technicien mais aussi de renseigner une déviation, ou le besoin de planifier une maintenance suite à la non-exécution d'une tâche de la checklist, ou tout autre observation jugée nécessaire à documenter.
- 13) L'approbation du LoB est une exigence de la nouvelle procédure de la maison mère qui permet de contrôler l'environnement et le nettoyage après une intervention.
- 14) Cette dernière section est réservée au service de maintenance afin de permettre aux membres de ce dernier de consulter l'ensemble des informations renseignées sur la demande d'intervention pour identifier les actions à effectuer par la suite.  
De plus, cette section permet de renseigner le cas de sous-traitance et mise à l'écart, car la décision est prise par les professionnels et non par les techniciens.

**Remarque:** le visa est une signature sous forme d'initiales attribuées par le système de l'entreprise. Chaque employé a des initiales, et celle-ci sont utilisées au lieu des noms, conformément à la politique de la maison mère.

#### **III.4.2 Demande d'intervention préventive**

Les interventions préventives ne sont actuellement pas documentées chez Novo Nordisk LMTO, ce qui représente un des problèmes majeurs relevés du diagnostic étalé dans le deuxième chapitre.

Afin de continuer dans le raisonnement suivi dans les processus proposés pour la maintenance préventive, favorisant la préparation des interventions et leur documentation, un nouveau document est proposé dans cette partie pour améliorer la traçabilité de la maintenance préventive.

Pareillement à la demande d'intervention corrective « DIC » proposée, ce nouveau document, nommé demande d'intervention préventive « DIP », a été élaboré de sorte à favoriser la collecte des données tout en suivant le déroulement des processus proposés.

Pour expliquer la proposition, celle-ci est exposée par parties avec des commentaires, le document en entier est illustré dans la Figure 34 de l'annexe A.

	<b>Demande d'intervention préventive</b>				Génération						
					Date						
	N° de la DIP				Heure						
					Visa						
Technicien(s) désigné(s)								1			
Equipement		Zone: Production		<input type="checkbox"/> Utilités		<input type="checkbox"/>					
<b>Type de maintenance préventive</b>											
H <input type="checkbox"/>		M <input type="checkbox"/>		T <input type="checkbox"/>		S <input type="checkbox"/>		A <input type="checkbox"/>		C <input type="checkbox"/>	
Procédure à suivre				Checklist associée				2			
<b>Pièces de rechange / consommables</b>											
Désignation		Référence		Quantité		Identique					
						Oui <input type="checkbox"/>		Non <input type="checkbox"/>			
						Oui <input type="checkbox"/>		Non <input type="checkbox"/>			
						Oui <input type="checkbox"/>		Non <input type="checkbox"/>			
						Oui <input type="checkbox"/>		Non <input type="checkbox"/>			
Désinfection des outils avant intervention (pour les équipements de production)						Oui <input type="checkbox"/>		Non <input type="checkbox"/>			

Figure 22 : « DIP » partie 1.

- 1) Cette section spécifie les techniciens désignés pour effectuer l'intervention ainsi que l'équipement sur lequel l'intervention sera effectuée et la zone où se trouve ce dernier.
- 2) Selon les processus proposés, il est nécessaire de préparer les DIP avant les interventions. Suivant cette logique, cette section permet de spécifier le type de maintenance à effectuer ainsi que la procédure qu'il faudra suivre afin de l'exécuter (mettre la référence de la procédure) et la checklist associée à cette procédure (mettre la référence de la checklist).

**Remarque:** H : hebdomadaire, M : mensuelle, T : trimestrielle, S : semestrielle, A : annuelle, C : conditionnelle.

- 3) Toujours en partant du principe de préparation des DIP, les ressources à utiliser sont renseignés sur la DIP et ce dans cette troisième section.
- 4) Tout comme les interventions correctives, les interventions préventives sont elles aussi tenues d'être conformes aux exigences de l'entité EHS. Le champ obligatoire de désinfection des outils est donc présent dans le document proposé.

Handover (service production)			
Libération		Réception	
Date		Date	
Heure		Heure	
Visa		Visa	
5			
Intervention (technicien maintenance 1)			
Début		Fin	
Date		Date	
Heure		Heure	
Visa		Visa	
6			
Commentaire			

Figure 23 : « DIP » partie 2.

- 5) Le « Handover » concerne également les interventions préventives, par conséquent, le document proposé en tient compte dans cette cinquième section.
- 6) Cette section renseigne le début et la fin de l'intervention et permet de mentionner toute observation ou information jugée utile ou importante. Elle permet également de confirmer qu'il s'agit bien du technicien désigné qui a effectué l'intervention, grâce au visa.

Les données collectées permettent d'évaluer les temps d'intervention et l'efficacité de l'équipe de maintenance et soulever d'éventuels problèmes rencontrés.

Vérification (technicien maintenance 2)			
Date		RAS <input type="checkbox"/>	
Heure		Planifier une maintenance corrective <input type="checkbox"/>	Replanifier la maintenance préventive <input type="checkbox"/>
Visa			
Autre			
Approbation LoB	Oui <input type="checkbox"/>	Non <input type="checkbox"/>	Commentaire
8			
Clôture (service maintenance)			
Date			
Heure			
Visa			
9			

Figure 24 : « DIP » partie 3.

- 7) La section de vérification permet au second technicien qui est chargé de vérifier la checklist et l'équipement de renseigner ses observations et cela en accord avec le processus proposé tenant compte des cas de figures exprimés par les membres du département de maintenance. Par exemple, si une action de la checklist n'est pas cochée (et donc pas

effectuée), la maintenance préventive est replanifiée ; si une anomalie est observée, le technicien renseigne le besoin d'une maintenance corrective programmée.

Le document offre également une flexibilité en proposant un champ permettant de renseigner toute autre possibilité afin de la prendre en considération et améliorer le déroulement de l'activité.

- 8) La huitième section permet de renseigner l'exigence de la procédure de l'entreprise mère quant à l'approbation du LoB afin d'assurer la conformité de l'intervention effectuée avec les normes de l'entreprise.
- 9) La dernière section concerne le service de maintenance et a pour but de clôturer l'intervention. Elle permet aux supérieurs de lire le document dans son intégralité et considérer les données renseignées afin de déterminer les prochaines actions à effectuer.

### **III.5 Gestion de la pièce de rechange**

Les problèmes relevés dans le diagnostic de la gestion de la pièce de rechange peuvent être résolus avec la conception d'une base de données complète et unique, ainsi que l'utilisation d'un tableau de bord pour le suivi.

En effet, une base de données complète et commune permet non seulement une mise à jour automatique mais aussi d'effectuer des prévisions grâce à l'historique de données.

De plus, l'utilisation d'un Dashboard permet le suivi des commandes.

Ainsi, les solutions pouvant améliorer la gestion de la pièce de rechange s'intègrent dans l'adoption du système d'information dédié à la gestion de la maintenance. De ce fait, ces propositions sont abordées dans le quatrième chapitre consistant à définir le système d'information ainsi que la base de données conçue.

### **III.6 Conclusion**

Ce chapitre avait pour but de contribuer à l'amélioration de la gestion de la maintenance à travers la proposition d'une nouvelle hiérarchie et les rôles associés, de nouveaux processus remédiant aux problèmes des processus actuels, ainsi que de nouveaux documents répondant aux nouvelles exigences de l'entreprise et cohérente avec les processus proposés, et ce pour permettre le passage à l'étape suivante à savoir la définition du système d'information afin de tirer profit à juste valeur de son acquisition.



## *Chapitre IV*

### *Définition de la GMAO*

## **IV. Chapitre IV : Définition de la GMAO**

### **IV.1 Introduction**

Du fait de l'amélioration de la gestion de la maintenance sous les volets du troisième chapitre, il est désormais possible et surtout approprié d'envisager le passage vers l'automatisation et adopter un système d'information.

La maintenance étant au service de la production, elle doit s'adapter aux particularités de celle-ci. De la même manière, la production se faisant dans un cadre organisationnel et secteur industriel défini, elle doit s'adapter aux exigences que ces derniers imposent.

Ainsi, toute organisation exprime un besoin différent, et cela se reflète également sur le système d'information pour la gestion de la maintenance.

Dans ce contexte, le présent chapitre représente la continuité du précédent et consiste à définir le système d'information répondant au besoin du département de maintenance chez Novo Nordisk LMTO à travers plusieurs outils, conformément aux solutions proposées et aux différentes normes, politiques, et procédures de l'entreprise. Ce dernier s'articule sur les points suivants :

- Cahier des charges
- Diagramme de classe du système d'information.
- Base de données et interfaces.

### **IV.2 Cahier des charges**

Dans le but d'exprimer formellement le besoin logiciel du département de maintenance, un premier jet du cahier des charges a été élaboré. Après consultation de plusieurs cahiers des charges notamment des exemples de l'entreprise COSYS Inforantique, Synaptec Healthcare, et IB Solutions ; le cahier des charges proposé a été réalisé en se référant à un modèle réalisé par un professionnel dans la gestion des projets, M.Mohammed Amellah, ayant plus de 15 ans d'expérience en gestion de projet, certifié PMP, IPMA et Scrum Master [4].

Le modèle adopté [4] a été choisi car ce dernier est complet, suit une structure claire et logique, s'adapter aux besoins spécifiques de chaque projet.

Le cahier des charges fonctionnel proposé a pour but d'exprimer le besoin du département de maintenance et de définir l'aspect fonctionnel et technique du système, dans le respect de la politique de confidentialité de l'entreprise.

De ce fait, les clauses comme le délais et budget reviennent à l'entreprise et ne sont pas abordées.

Par ailleurs, le cahier des charges proposé a été élaboré en respectant le raisonnement adopté et les solutions qui ont en résultat.

Le document comporte les points suivants :

- Objectifs d'acquisition d'un système d'information pour la gestion de la maintenance
- Contexte du projet
- Objectifs du projet
- Périmètre du projet
- Aspects fonctionnels
- Aspects techniques

Afin d'initier la réponse au besoin exprimé dans le cahier des charges, un diagramme de classe ainsi qu'une base de données accompagnée d'interfaces et d'un exemple de Dashboard ont été élaborés en guise de réponse partielle au cahier de charge permettant d'avoir une image plus concrète du besoin logiciel décrit.

#### **IV.2.1 Contexte du projet**

L'utilisation de plusieurs outils décentralisés au niveau du département de maintenance a rendu l'accès aux données et donc à l'information difficile et par conséquent leur exploitation également. De ce fait, les activités de maintenance connaissent une faible traçabilité et aucune optimisation.

Dans ce contexte, le département identifie le besoin de centraliser les données et de les exploiter sur un même système d'information afin d'améliorer la gestion des activités clés de maintenance à savoir la maintenance préventive, corrective, et la gestion de la pièce de rechange.

Il est espéré de l'adoption de la solution logicielle définie un nombre d'avantages le premier étant une amélioration de la traçabilité, mais aussi l'utilisation de KPI (Key Performance Indicators) significatifs et tableaux de bord suite à la collecte de plusieurs données, l'amélioration de la fiabilité des équipements à travers l'étude de l'historique de données, ainsi qu'une meilleure gestion de la pièce de rechange (suivi et données), et cela dans le respect des normes, politiques, et procédures imposées par la maison mère de l'entreprise Novo Nordisk LMTO située au Danemark.

#### **IV.2.2 Objectifs d'acquisition d'un système d'information pour la gestion de la maintenance**

L'acquisition d'un système d'information pour la gestion de la maintenance chez Novo Nordisk LMTO a cinq principaux objectifs à partir desquels découlent des sous-objectifs en conséquence.

Afin de quantifier et mesurer le degré d'atteinte de ces objectifs, le département peut adopter des indicateurs de performance adaptés au besoin et exigences des différentes activités assurées per ce dernier.

Il est proposé dans ce qui suit une explication de ces objectifs ainsi que des propositions d'indicateurs pour les mesurer [15].

1. **Meilleure communication:** l'acquisition d'un système d'information pour la gestion de la maintenance permettrait la génération, modification, et archivage des différents documents dont les demandes d'intervention, en un seul endroit, ce qui facilite la communication. Par exemple les techniciens n'ont pas à consulter plusieurs sources (leur boîte mail, et les différentes applications de l'entreprise) pour effectuer une intervention ou la renseigner. Chaque acteur a son profil sur le système et peut donc accéder aux fonctions qui relèvent de ses tâches. Ainsi, un technicien de production, par exemple, peut générer une demande d'intervention corrective en accédant à son profil sur le système et les techniciens de maintenance la recevront automatiquement et pourront exécuter leur tâche et la documenter aussitôt, sans perdre de temps.  
On peut mesurer l'efficacité de la communication suite à l'adoption d'un système d'information par l'indicateur "temps de réponse" par exemple, qui serait égal à la différence entre le temps de début d'intervention et le temps de génération de la demande d'intervention.
  
2. **Amélioration de la traçabilité:** les documents actuels (en papier) sont archivés sans être classés par équipement par exemple. Il n'existe donc pas d'historique et la recherche d'un document peut prendre un temps important. L'acquisition d'un système d'information pour la gestion de la maintenance permettrait de faciliter l'accès à l'information. L'utilisation d'un filtre selon la référence d'un équipement génère par exemple l'historique de ce dernier.  
De plus, l'amélioration de la traçabilité permet un meilleur contrôle des activités, et assure ainsi une meilleure sécurité, ce qui représente un objectif important pour l'entreprise.  
→ Amélioration de l'hygiène et de la sécurité des interventions: l'industrie pharmaceutique étant critique, l'utilisation de la solution logicielle permettrait d'identifier et signaler automatiquement un problème relevant de la sécurité du patient. Les données relatives à la désinfection avant l'intervention ainsi que l'approbation LoB (Line of Business) étant générées par les demandes d'intervention, toute intervention n'obéissant pas à ces règles imposées par les normes HSE de l'entreprise est rapidement identifiée ce qui permet d'agir vite afin d'éviter toute déviation mettant le client, qui est un patient, en danger.  
On peut ainsi évaluer la sécurité des interventions à partir des données générées par les demandes d'intervention en utilisant des indicateurs comme "le taux d'approbation LoB" qui serait égal au nombre d'interventions approuvées par le LoB sur le nombre total d'interventions.
  
3. **Centralisation des données:** la centralisation des données permettrait une exploitation large et complète de celles-ci pour relier les activités de maintenance. L'utilisation d'une pièce de rechange mentionnée sur une demande d'intervention impliquerait une mise à jour de la base de données de la pièce de rechange aussitôt, du fait de la centralisation. De plus, cela permettrait de sélectionner les données souhaitées, les manipuler et les vérifier sur un même système.

Il découle ainsi de cet objectif les sous-objectifs suivants:

- Optimisation de la gestion de la PR (Pièce de Rechange): les données relatives à la pièce de rechange permettraient de générer un historique et analyser le comportement afin d'effectuer des prévisions pour éviter un achat inutile et des pièces obsolètes. De plus, le suivi des commandes deviendrait plus simple en vue de l'automatisation et plus parlant à travers un tableau de bord.  
Pour évaluer l'utilité de l'utilisation du système d'information, le responsable de la pièce de rechange peut adopter plusieurs indicateurs de performance comme " Taux de réponse du stock aux interventions de remplacement", qui serait égal au nombre de maintenances non effectuées (donnée collectée à partir du type de maintenance spécifié sur la demande d'intervention corrective) pour cause de non disponibilité de la pièce de rechange sur le nombre total de maintenances correctives effectuées suivant une procédure de remplacement d'une pièce.
  - Meilleur pronostic: au lieu de pronostics basés sur l'expérience, l'intégration de bibliothèques de prévisions dans la solution logicielle permettrait d'avoir de meilleurs pronostics qui se basent sur des données réelles et précises.  
Il est possible d'avoir un indicateur afin d'évaluer le nombre d'interventions avec la cause identifiée par exemple, et ce avec un taux égal au nombre de demandes d'interventions correctives ayant une cause identifiée sur le nombre total de demande d'interventions correctives.
4. **Utilisation d'indicateurs de performance**: la collecte des données temporelles à travers les documents intégrée permettrait l'adoption de KPI (Key Performance Indicators) significatifs afin de piloter les décisions de maintenance en se référant aux données. Par exemple, le taux correctif/ préventif peut être évalué afin d'orienter les stratégies des responsables d'équipements.
- Evaluation et amélioration de la performance des techniciens: les données temporelles générées par les demandes d'intervention permettraient d'évaluer la performance des techniciens sur terrain et d'effectuer un diagnostic afin de remettre en question les éléments affectants leur performance et ainsi y remédier. La différence entre les durées d'intervention par exemple orienterait vers un diagnostic pouvant déboucher sur une cause comme "manque de clarté de la procédure" ou encore "problème de discipline".
5. **Amélioration de la fiabilité**: l'évaluation des temps et l'adoption d'indicateurs comme le MTBF (Mean Time Between Failure) ou le MDT (Mean Down Time) permettrait de quantifier la fiabilité des équipements et d'effectuer une étude de celle-ci afin de l'améliorer.
- Optimisation de la fréquence de maintenance: la collecte et analyse des données machine permettraient de suivre l'état de l'équipement et ainsi intervenir lorsqu'il y a nécessité, optimisant ainsi la planification des actions préventives.  
Aussi, une maintenance corrective peut réduire la fréquence d'intervention. A titre d'exemple, au lieu d'effectuer une action préventive conditionnelle à chaque fois pour un même problème, prendre le temps d'effectuer un diagnostic poussé peut régler le problème et ainsi diminuer la fréquence d'intervention. Ce genre de

situation est plus facile à détecter grâce au système d'information et des données qui y sont regroupées.

- Réduction de l'impact de la maintenance sur la production: la maintenance étant au service de la production, son optimisation se répercute automatiquement positivement sur la production. L'amélioration de la fiabilité grâce à l'analyse des données permet de réduire les pannes non prévues et ainsi réduire l'impact sur la production.

Afin de quantifier ces objectifs, des indicateurs de performance pourraient être adoptés comme la durée totale des interventions sur le temps de production.

### IV.2.3 Périmètre du projet

Ce projet consiste en l'acquisition d'un système d'information pour la gestion de la maintenance (GMAO), ce dernier peut être développé spécialement pour l'entreprise comme il peut déjà exister et être adapté (sélection de modules et fonctionnalités) selon les exigences et besoins définis de l'entreprise.

Il commence de l'étude du terrain et s'arrête après le déploiement, sa validation et la formation du personnel à l'utilisation du système.

Le projet demandant un expertise informatique en développement logiciel que l'entreprise ne dispose pas, un prestataire externe sera sollicité selon le choix de l'entreprise.

Ce dernier devra se conformer aux normes et exigences de l'entreprise dictées dans les documents confidentiels.

Le bénéficiaire de ce projet est le département de maintenance et les acteurs impliqués dans ses activités clés. Mais aussi, la production, car la maintenance est au service de celle-ci en fin de compte.

Le présent projet se limite à répondre au besoin logiciel défini pour la gestion de la maintenance et de l'installation nécessaire pour son déploiement.

Il se présente avec la contrainte d'un terrain vierge en données pour le test, qu'il faudra prévoir et considérer afin d'assurer le bon fonctionnement de l'ensemble des fonctionnalités requises.

### IV.2.4 Aspects fonctionnels

- Un acteur (utilisateur) doit pouvoir se connecter au système à l'aide de ses initiales (comme définies par le système de l'entreprise et conformément à sa politique) et de son mot de passe.
- Le système doit permettre la génération, saisie, modification, suppression, et l'ajout des documents de l'entreprise tels qu'ils sont conçus.
- Le système doit avoir les modules suivants:
  1. Maintenance préventive: le système doit y avoir deux volets:
    - a. maintenance conditionnelle:

- ★ Le système doit afficher les données machines collectées en temps réel pour surveiller les équipements critiques sujets à ce type de maintenance. Il doit également être capable de déclencher une alarme dans le cas de dépassement de seuil.
  - ★ Ce volet doit avoir accès à la liste d'équipements et doit offrir la possibilité d'en sélectionner ceux concernés et fixer les paramètres surveillés et leurs seuils respectifs.
  - ★ Il doit également donner accès à la DIP "Demande d'Intervention Préventive" (sa création, modification, suppression, et archivage) et aux différentes documentations de maintenance préventives (procédures, checklists, documentation technique,...).
- b. maintenance systématique:
- ★ ce volet doit comporter l'accès au planning détaillé avec la possibilité de cliquer sur chaque intervention et accéder aux informations et documents référés.
  - ★ Il doit donner accès à la DIP "Demande d'Intervention Préventive" (sa création, modification, suppression, et archivage) et aux différentes documentations de maintenance préventives (procédures, checklists, documentation technique,...).
  - ★ Il doit également permettre l'ajout d'un formulaire pour l'ajournement d'une action préventive systématique, tel que défini dans la procédure de la maison mère.
2. Maintenance corrective: le système doit donner accès à la liste d'équipements, à la DIC "Demande d'Intervention Corrective" (sa création, modification, suppression, et archivage) ainsi qu'au tableau de données qu'elle génère. Il doit également permettre d'accéder à la documentation de la maintenance corrective (procédures, checklists, documentation technique,...).
3. Gestion de la PR (Pièce de Rechange):
- ★ Le système doit donner accès aux données relatives à cette activité (commandes, PR, ...) et permettre l'ajout, modification, saisie, archivage, classification, suppression, et recherche sur celles-ci ainsi que la documentation de l'entreprise (définie dans le diagramme de classe) tel que conçue.
  - ★ Le système doit permettre la génération et exportation d'un inventaire tel que requis par la procédure de l'entreprise.
  - ★ Il doit également permettre le suivi des commandes (en cours, terminée, ...) sous forme d'un kanban en utilisant les documents associés aux commandes (DA "demande d'achat", BC "bon de commande", facture) et les données qu'elles génèrent.
4. Gestion des équipements:
- ★ Ce module doit contenir la liste des équipements et leur composants (ceux concernés par la maintenance préventive), pour chaque équipement le système doit pouvoir afficher le statut (marche, arrêt, maintenance,...), une description de la fonction du système et de son fonctionnement avec schéma(s); la documentation technique, les procédures correctives et préventives et leurs checklists associées.
  - ★ Pour chaque équipement, le système doit permettre génération, saisie, modification, suppression, l'ajout et archivage de logbooks.

5. Gestion du personnel: doit avoir la liste du personnel ainsi que les informations relatives à chaque acteur comme défini dans le diagramme de classe. Le système doit aussi permettre d'ajouter une évaluation pour chaque acteur, ainsi qu'un accès aux données.
6. Evaluation de la performance: le système doit permettre la manipulation de l'ensemble des données de la base reliée au système. Il doit aussi permettre l'ajout de rapports personnalisés, leur modification, classification, et archivage.
7. Sous-traitance: le système doit répondre aux exigences de la procédure de la maison mère (confidentielle).
8. Dashboard:
  - ★ Le système doit comprendre un Dashboard, permettre la modification des vues de ce dernier.
  - ★ Le système doit permettre l'exportation des rapports du dashboard.
  - Le système doit être capable d'importer et être lié à différents types de base de données (MySQL, SQLite,...).
  - Chaque acteur a un accès différent avec des limites différentes (niveaux d'accès différents) comme le spécifie le diagramme de classe et les points suivants:
    - Professionnel en maintenance et team leader: accès à toutes les données et fonctions à l'exception des fonctions de la classe acteur, où il peut rechercher seulement.
    - Technicien en maintenance: accès limité à la génération, modification, saisie et recherche des demandes d'intervention, logbooks, et checklists; la recherche et consultation des procédures.
    - Manager: accès complet.
    - Responsable PR (Pièce de Rechange): accès aux données, documents relatives à la PR avec un accès complet sur celles-ci seulement.
    - Technicien en production: accès limité à la génération, modification, saisie et recherche des documents suivants: logbook et DIC "Demande d'Intervention Corrective".
  - Le système doit collecter toutes les données générées par les demandes d'intervention dans les tables de la base de données Dans le but de concevoir un entrepôt de données (Data Warehouse) dédié à l'archive, l'analyse et la prédiction des données de la maintenance.
  - Le système doit pouvoir déclencher une alarme dans le cas de la maintenance conditionnelle ainsi que les données critiques comme la non désinfection des objets et la non approbation du LoB
  - Le système permet d'avoir l'historique des mises à jour, comme pour la pièce de rechange. Si une pièce est utilisée, cela est mentionné sur la demande d'intervention, le système doit mettre à jour le stock de la pièce référencée automatiquement selon la quantité utilisée, et doit pouvoir générer un historique sur la consommation de la pièce.
  - Il doit être possible d'intégrer des bibliothèques de machine learning comme la bibliothèque "lazypredict" pour la prédiction, selon les données du Data Warehouse ou les rapports du dashboard.
  - Le système doit permettre au manager et professionnels en maintenance la création d'un module personnalisé à partir des fonctions existantes.
  - Le système doit être flexible apte à la mise à jour et l'ajout de fonctionnalités.
  - Le système doit être très ergonomique offrant une utilisation simple et respecter les couleurs de l'entreprise.

**Diagramme de classe:** Figure 25.

#### IV.2.5 Aspects techniques

- Le projet peut présenter quelques contraintes techniques notamment celles relatives au réseau existant de l'entreprise, qu'il faudra considérer avant la conception afin d'assurer que le terrain est techniquement favorable à l'implémentation.
- Par ailleurs, il doit être possible d'installer et implémenter la solution sur les machines (pc portables et de bureau) disponibles (Il faut donc considérer les capacités de celles-ci ) et la connecter à un réseau sans fil également.
- Les normes et politique de l'entreprise étant très strictes, la solution doit répondre aux exigences de confidentialité et à un niveau élevé de cybersécurité.
- Pour ce qui est des aspects techniques non informatiques telle que l'étude de l'installation électrique, le département dispose de compétences internes largement suffisantes pour les maîtriser.

### IV.3 Diagramme de classe de la GMAO

Le diagramme de classes est un des diagrammes UML et est utilisé pour modéliser la structure statique d'un système. Il permet de décrire les éléments du système et les relations entre eux qui ne changent pas au fil du temps.

Le diagramme de classes est sans doute le diagramme le plus utilisé. Il est appliqué à différentes phases du processus de développement logiciel.

Ainsi, afin de faciliter le développement du système et sa compréhension, il est proposé dans cette partie un diagramme de classe correspondant au besoin logiciel du département de maintenance. Le diagramme proposé est illustré dans la Figure 25.

## IV.4 Base de données

Un des principaux problèmes du département de maintenance chez Novo Nordisk LMTO relevé suite au diagnostic est l'absence d'une base de données. En effet, le département a des données éparpillées et non structurées, ce qui les rend inexploitable.

Afin de favoriser l'exploitation des données et bénéficier pleinement des avantages de leur analyse par le moyen d'un système d'information, une base de données a été créée pour le département.

La base de données est proposée de manière cohérente avec le raisonnement suivi, le diagramme de classe proposé, les objectifs du département et de l'entreprise, et est illustrée dans la Figure 26. Le système de gestion de bases de données utilisé pour sa création est MySQL [16].

De plus, afin de faciliter l'interaction avec la base de données créée, des interfaces CRUD ont été développées en utilisant le langage de développement web « PHP ». Un exemple est illustré dans la Figure 28.

Le CRUD fait référence à quatre opérations de base pour gérer tout type de donnée [12] :

- Create ou créer (ajouter et insérer).
- Read ou lire (consulter).
- Update ou mettre à jour (modifier et éditer).
- Delete ou effacer (supprimer).

La création d'une interface CRUD nécessite la création de cinq fichiers. Par exemple, la création d'une interface CRUD pour la table « équipement » de la base de données, les fichiers suivants ont été créés :

- Connecteq.php : assure la connexion avec la base de données.
- Deleteeq.php : permet de supprimer une donnée.
- Displayeq.php : permet d'afficher l'interface.
- Five.php : représente le fichier principal (le corps), qui fait appel au fichier displayeq.php.
- Update.php : permet de modifier une donnée.

En plus de faciliter l'interaction avec la base de données proposée, ces interfaces donnent une meilleure idée quant au système d'information pour la gestion de la maintenance.

En effet, le passage d'une gestion par papier ne favorisant pas l'exploitation de données vers une gestion fortement automatisée peut être quelque peu difficile à imaginer pour les techniciens par exemple. Les interfaces CRUD permettent d'exécuter les opérations de bases et de visualiser les changements apportées sur la base de données de manière simple. Il est par la suite plus évident d'imaginer le système décrit par le cahier des charges et diagramme de classe associé.

Un exemple est illustré dans les Figures 29, 30, 31, 32 et 33. Le reste des interfaces est disponible en annexe.

Pour appuyer davantage l'utilité de la base de données et montrer ce qu'on peut en extraire comme informations, un exemple de Dashboard a été élaboré moyennant le logiciel Power BI et le langage de programmation DAX. Ce dernier permet de visualiser les informations suivantes :

- Demandes d'achat non traitées (nombre et liste).
- Demandes d'achat en cours de traitement.
- DIP en attente de traitement.
- DIC en attente de traitement.
- Taux préventif/correctif.
- Les interventions correctives et préventives : référence, intervenant, durée d'intervention, zone.
- DIP et DIC non approuvées par le LoB.
- Nombre d'interventions préventives et correctives par équipement.
- Le coût de la pièce de rechange.

Aussi, le Dashboard comporte les filtres suivants :

- Maintenance décalée.
- Objets manquants.
- Cause identifiée.

L'utilisation des filtres permet par exemple de savoir si des interventions correctives requièrent une maintenance décalée et de les identifier grâce au tableau d'interventions correctives.

De même, le filtre « objets manquants » permet d'identifier/ quantifier les interventions avec des objets manquants et le filtre « cause identifiée » permet d'identifier/ quantifier les interventions pour lesquelles la cause n'a pas été identifiée.

L'exemple élaboré montre également la possibilité de suivre les demandes d'achat (approvisionnement en PR) ainsi que les interventions.

Aussi, la schématisation du nombre d'interventions préventives et correctives par équipement avec des histogrammes permet de visualiser rapidement si on fait plus de préventif ou de correctif pour un équipement donné, ce qui favorise rapidement la réflexion.

En partant de cet exemple et en considérant les données récoltées grâce aux documents proposés, les membres du département peuvent opter pour différents indicateurs et modeler les vues comme souhaité.

L'exemple de tableau de bord est illustré dans la Figure 27.

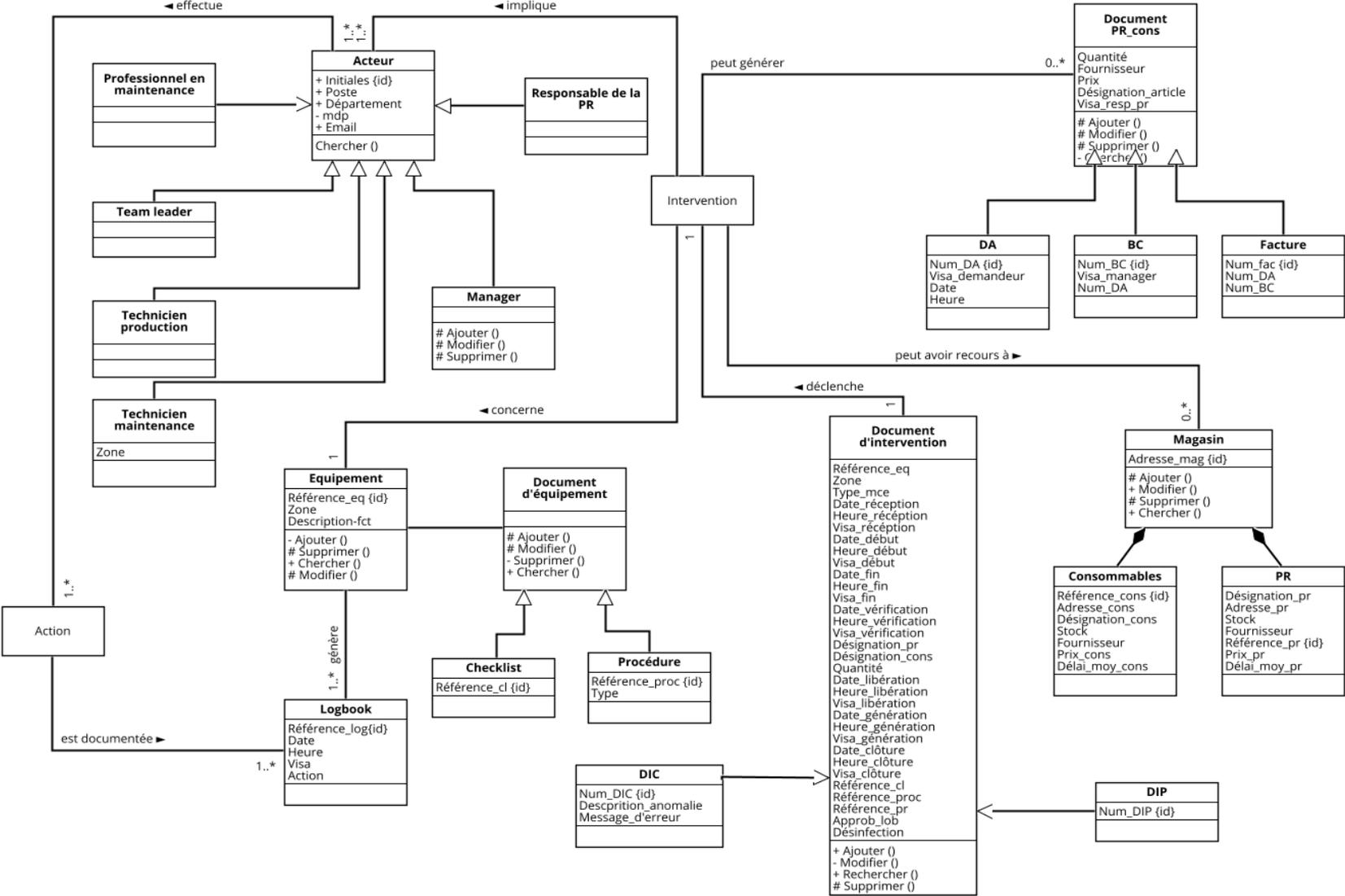


Figure 25 : Diagramme de classe proposée.

The screenshot shows the phpMyAdmin interface for a database named 'db\_maintenance'. The table 'piece\_de\_rechange' is selected, and the SQL query 'SELECT \* FROM `piece\_de\_rechange`' is executed. The table contains 6 rows of data. The columns are: Reference\_pr, Adresse\_pr, Designation\_pr, Stock\_pr, Etat\_pr, Prix\_pr, Delai\_moy\_pr, Fournisseurs, and Adresse\_mag.

	Reference_pr	Adresse_pr	Designation_pr	Stock_pr	Etat_pr	Prix_pr	Delai_moy_pr	Fournisseurs	Adresse_mag
<input type="checkbox"/>	16574	Tiroir3	Pompe	1	mauvais	13600.00	4	Somegam	B0101
<input type="checkbox"/>	45679	Tiroir5	Moteur	1	neuf	80000.00	40	Bosh	B0210
<input type="checkbox"/>	75123	Tiroir4	Poinçon	5	bon	4100.00	25	Migarev	B0210
<input type="checkbox"/>	94758	Tiroir1	Filtre	3	moyen	5600.00	6	Migarev	B0101
<input type="checkbox"/>	231575	Tiroir1	Roulement à rotule sur rouleaux	12	neuf	2400.00	5	Paliba	B0210
<input type="checkbox"/>	361549	Tiroir2	Roulement rigide à billes	5	neuf	1200.00	5	Paliba	B0210

Figure 26 : Base de données créée.

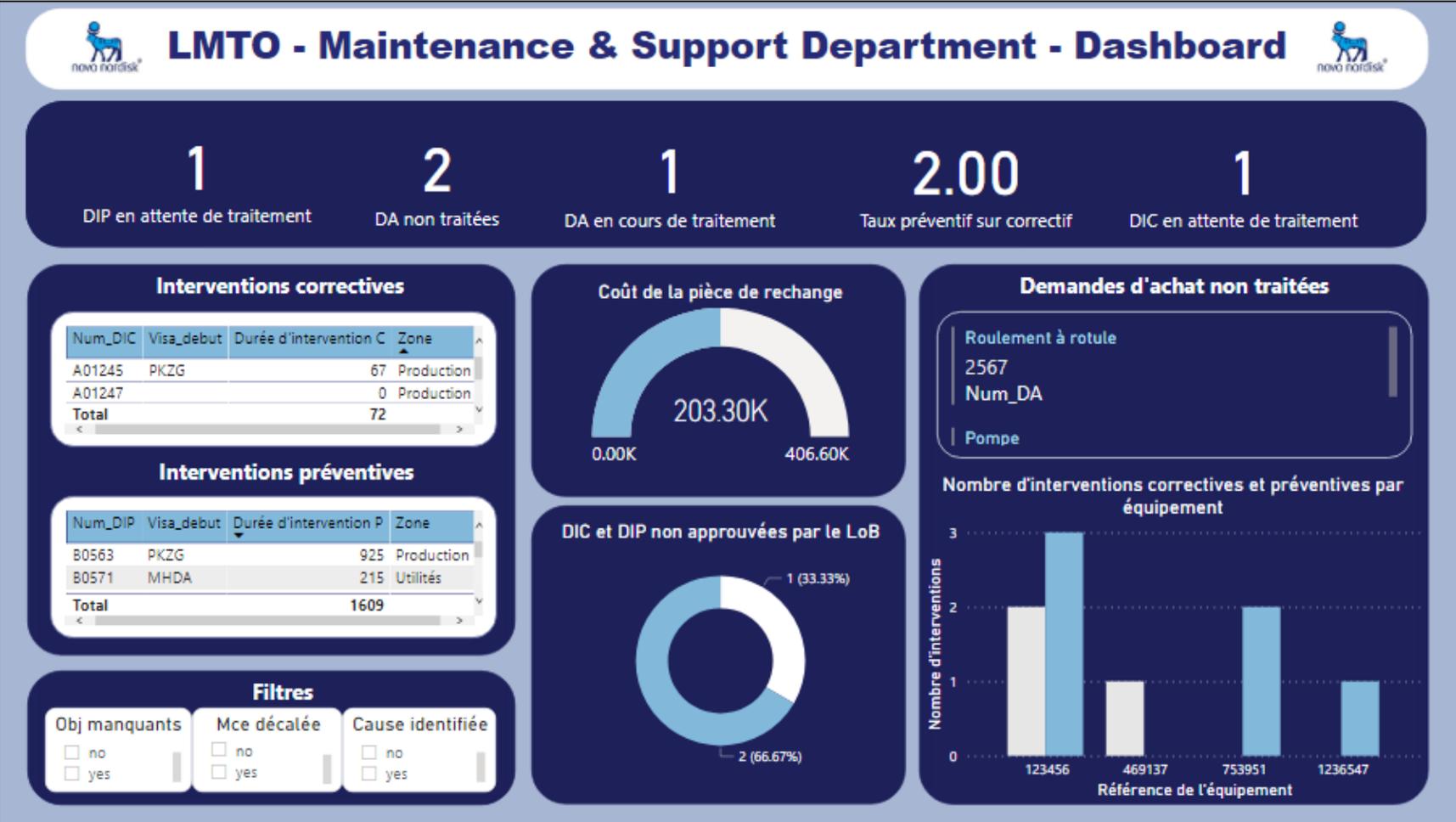


Figure 27 : Exemple d'un Dashboard.

Ajouter une documentation

Référence de procédure	Référence de checklist	Type	Référence de l'équipement	Opérations
HYI468	IYH468	Correctif	1236547	Modifier Supprimer
MPK126	KPM126	Préventif	123456	Modifier Supprimer
RFD457	DFR457	Correctif	469137	Modifier Supprimer
RFZ169	ZFR169	Préventif	753951	Modifier Supprimer
TGP536	PGT536	Préventif	469137	Modifier Supprimer

Figure 28 : Une des interfaces CRUD réalisées.

Ajouter un acteur

Initiales	Nom	Prénom	Poste	Département	Mot_de_passe	Email	Opérations
BOUT	Bouzelha	Tarik	Maintenance manager	Maintenance	2105	bout@gmail.com	Modifier Supprimer
HBLK	Belkadi	Hasna Zineb	Maintenance professional	Maintenance	0402	hblk@gmail.com	Modifier Supprimer
MASE	Mokhtari	Rahim	Technicien production	Production	2311	mase@gmail.com	Modifier Supprimer
MHDA	Haddad	Malek	Technicien maintenance	Maintenance	0110	mhda@gmail.com	Modifier Supprimer

Figure 29 : Ajout d'un acteur « étape 1 ».

Initiales  
Entrez les initiales

Nom  
Entrez le nom

Prénom  
Entrez le prénom

Poste  
Entrez le nom du poste

Département  
Entrez le nom du département

Mot de passe  
Entrez le mot de passe

Email  
Entrez l'email

Submit

*Figure 30 : Formulaire à remplir « étape 2 ».*

Initiales  
DRDJ

Nom  
Dridi

Prénom  
Djamel

Poste  
Maintenance professionnel

Département  
Maintenance

Mot de passe  
3663

Email  
drdj@gmail.com

Submit



*Figure 31 : Soumission des données saisies « étape 3 ».*

Ajouter un acteur

Initiales	Nom	Prénom	Poste	Département	Mot_de_passe	Email	Opérations
BOUT	Bouzelha	Tarik	Maintenance manager	Maintenance	2105	bout@gmail.com	<input type="button" value="Modifier"/> <input type="button" value="Supprimer"/>
DRDJ	Dridi	Djamel	Maintenance professional	Maintenance	3663	drdj@gmail.com	<input type="button" value="Modifier"/> <input type="button" value="Supprimer"/>
HBLK	Belkadi	Hasna Zineb	Maintenance professional	Maintenance	0402	hblk@gmail.com	<input type="button" value="Modifier"/> <input type="button" value="Supprimer"/>
MASE	Mokhtari	Rahim	Technicien production	Production	2311	mase@gmail.com	<input type="button" value="Modifier"/> <input type="button" value="Supprimer"/>

Figure 32 : Affichage des données saisies sur l'interface « étape 4 ».

← T →		▼ Initiales	Nom	Prenom	Poste	Department	Mdp	Email		
<input type="checkbox"/>				BOUT	Bouzelha	Tarik	Maintenance manager	Maintenance	2105	bout@gmail.com
<input type="checkbox"/>				DRDJ	Dridi	Djamel	Maintenance professional	Maintenance	3663	drdj@gmail.com
<input type="checkbox"/>				HBLK	Belkadi	Hasna Zineb	Maintenance professional	Maintenance	0402	hblk@gmail.com
<input type="checkbox"/>				MASE	Mokhtari	Rahim	Technicien production	Production	2311	mase@gmail.com
<input type="checkbox"/>				MHDA	Haddad	Malek	Technicien maintenance	Maintenance	0110	mhda@gmail.com
<input type="checkbox"/>				MLIZ	lazzourene	Mohamed Lamine	Responsable PR	Maintenance	1278	mliz@gmail.com
<input type="checkbox"/>				PKZG	Boukari	Samir	Technicien maintenance	Maintenance	2407	pkzg@gmail.com
<input type="checkbox"/>				PMLO	Kamel	Okba	Technicien maintenance	Maintenance	36145	pmlo@gmail.com
<input type="checkbox"/>				THDJ	Djaout	Taher	Team leader	Maintenance	1704	thdj@gmail.com

Figure 33 : Ajout des données saisies dans la base de données « étape 5 ».

## **IV.5 Conclusion**

Ce chapitre a permis de définir le système d'information pour la gestion de la maintenance selon le besoin et objectifs exprimés par les membres du département « Maintenance & Support » chez Novo Nordisk LMTO, et en tenant compte des contraintes régies par les procédures de l'entreprise.

La définition du système a été effectuée à travers l'élaboration d'un cahier des charges fonctionnel et diagramme de classe, la création d'une base de données et des interfaces CRUD pour interagir avec celle-ci, ainsi qu'un exemple de tableau de bord pour visualiser les données.



## Conclusion générale

Le présent travail s'inscrit dans le cadre de la gestion des activités du département de maintenance au sein de Novo Nordisk (LMTO), le plus important partenaire en Algérie et leader mondial dans le secteur du diabète.

Le travail est initié dans une ambition d'amélioration des activités principales de maintenance assurées par le département en vue de l'automatisation de la gestion par l'acquisition d'un système d'information pour la gestion de la maintenance.

Etant au service de la production qui répond à la demande des patients, le département de maintenance hérite d'une grande responsabilité et doit assurer une gestion efficace de ses activités afin de satisfaire le besoin des malades.

De plus, le secteur pharmaceutique ainsi que la politique de l'entreprise mère « Novo Nordisk Danemark » imposent des exigences de taille que le département doit considérer, respecter, et évaluer dans l'ensemble de ses pratiques.

En vue de ce contexte, il est proposé dans le présent document une amélioration de la gestion du département de maintenance à travers une restructuration de la hiérarchie de ce dernier et réattribution des rôles, une amélioration des processus clés de maintenance, de nouveaux documents, le tout conçu dans une philosophie incitant l'exploitation de données, pour en fin définir le besoin logiciel formellement avec un premier jet du cahier des charges et l'appuyer avec une base de données ainsi que des interfaces et un exemple de Dashboard.

Pour ce faire, le travail a été élaboré en quatre étapes successives. Dans un premier lieu, il était question de connaître l'activité de l'entreprise et se familiariser avec ses pratiques et politique intervenant dans les responsabilités de la structure d'accueil, à savoir le département de maintenance. Cette première étape a permis de comprendre l'environnement dans lequel évoluent les acteurs du département et a servi d'une base pour orienter l'établissement d'un diagnostic.

Par la suite, un diagnostic de l'état des lieux a été piloté, de nombreux documents ont été consultés et un nombre de réunions effectuées. Cette phase a permis d'identifier les problèmes du département de manière précise, et est aboutie par la définition d'une problématique qui a été abordée dans les étapes suivantes dans le but de la résoudre.

En troisième lieu, l'aspect managérial est amélioré et des solutions sont proposées pour remédier aux dysfonctionnements et manquements relevés. Les solutions sont articulées sous quatre volets à savoir la structure hiérarchique, les processus de maintenance, les documents et la gestion de la pièce de rechange. Cette étape a permis de répondre à la première partie de la problématique formulée qui est l'amélioration de la gestion des activités clés du département afin d'être apte à l'automatisation et de bénéficier de ses avantages.

En fin, la quatrième et dernière étape consistait à définir le système d'information répondant au besoin du département moyennant divers outils dont le cahier des charges, la création d'une base

de données, la modélisation (UML : diagramme de classe), ainsi que le développement d'interfaces. Cette partie a permis de définir clairement le besoin logiciel afin de permettre aux acteurs du département d'optimiser leurs activités, satisfaire leur besoin et d'assurer au mieux un bon retour d'investissement.

Les solutions proposées dans ce projet ont apporté une amélioration à la gestion du département « Maintenance & Support » qui a permis de définir le système d'information de gestion de la maintenance capable de soutenir cette dernière.

Les contributions apportées offrent au département:

- Une amélioration de la hiérarchie notamment en termes de rôles et responsabilités.
- Une amélioration des processus clés de maintenance, impliquant les membres du département davantage et assurant le contrôle des interventions selon les normes et procédures imposées.
- Une documentation plus rigoureuse permettant une meilleure collecte de données pour l'optimisation, le contrôle et suivi des activités de maintenance, mais aussi pour un contrôle d'aspect HSE conformément aux procédures de l'entreprise.
- Une définition formelle du système d'information souhaité avec un premier jet du cahier des charges abordant l'aspect fonctionnel et technique, élaboré selon le besoin exprimé et appuyé par une base de données et des interfaces graphiques pour l'interaction avec celle-ci.

En partant des solutions proposées, des perspectives d'amélioration complétant ces dernières peuvent être explorées :

- Adoption des indicateurs de performance suggérés ou d'autres indicateurs jugés pertinents.
- Conception des procédures correctives et leurs checklists associées.
- Initiation et formation du personnel aux outils d'analyse de données.
- Formation et sensibilisation du personnel à la nouvelle procédure de la maison mère, particulièrement l'aspect HSE des interventions, avant l'explication et exposition des nouveaux processus et nouveaux documents proposés avant adoption (en cas d'adoption).
- Amélioration de la collaboration et communication avec le service de production.

Pour conclure, ce projet m'a permis d'apprendre énormément sur un plan professionnel, académique et humain, couronnant ainsi les connaissances acquises tout au long de la formation d'études supérieures.

## Références bibliographiques

- [1]: About the Business Process Model and Notation Specification Version 2.0 <<https://www.omg.org/spec/BPMN/2.0/About-BPMN>>, accédé le 10/05/2023.
- [2]: Définition des diagrammes de classes UML 1.5, <[https://docwiki.embarcadero.com/RADStudio/Sydney/fr/D%C3%A9finition\\_des\\_diagrammes\\_de\\_classes\\_UML\\_1.5](https://docwiki.embarcadero.com/RADStudio/Sydney/fr/D%C3%A9finition_des_diagrammes_de_classes_UML_1.5)>, accédé le 06/06/2023.
- [3]: SEIDL, Martina, SCHOLZ, Marion, HUEMER, Christian, et al. UML@ classroom. Springer, 2015.
- [4]: Cahier des charges : comment le rédiger en 6 étapes + Modèle < <https://blog-gestion-de-projet.com/cahier-des-charges-projet/>>, accédé le 16/05/2023.
- [5]: Apache friends : XAMPP < <https://www.apachefriends.org/fr/about.html> >, accédé le 11/06/2023
- [6]: Glossaire InfoWebMaster : HTML <<http://glossaire.infowebmaster.fr/html/>>, accédé le 16/06/2023.
- [7]: phpMyAdmin : Introduction : <<https://docs.phpmyadmin.net/fr/latest/intro.html#f1>>, accédé le 11/06/2023.
- [8]: EDUCBA: What is PhpMyAdmin ? < <https://www.educba.com/what-is-phpmyadmin/> >, accédé le 11/06/2023.
- [9]: BELL, Charles. Introducing the MySQL 8 document store. Berkeley, CA : Apress, 2018.
- [10]: PHP data types < <https://www.tutorialrepublic.com/php-tutorial/php-data-types.php> >, accédé le 07/06/2023.
- [11]: Data Scientist : qu'est-ce que power BI DAX < <https://datascientest.com/dax-power-bi#:~:text=Qu'est%20ce%20que%20Power%20BI%20DAX%20%3F,Server%20et%20Excel%20Power%20Pivot.> >, accédé le 14/06/2023.
- [12]: Data Scientist : CRUD : définition, fonctionnement < <https://datascientest.com/crud-definition#:~:text=%C3%89troitement%20li%C3%A9%20%C3%A0%20la%20gestion,%2C%20Read%2C%20Update%20et%20Delete.> >, accédé le 11/06/2023.
- [13]: Novo Nordisk Algérie < <https://www.novonordisk.dz/> >, accédé le 24/05/2023.
- [14]: Novo Nordisk < <https://www.novonordisk.com/> >, accédé le 24/05/2023.
- [15]: SVANTESSON, Tom. EFNMS-SMRP: Maintenance and reliability indicator harmonization project. Proceedings of (MPMM 2011): Maintenance Performance Measurement & Management, Luleå tekniska universitet, 2011, p. 191-200.
- [16] : Roy, Gilles. Conception de bases de données avec UML. PUQ, 2007.

[17] : Vernier, François Monchy Jean-Pierre. "MAINTENANCE Méthodes et organisations, 3ème édition, l'USINE NOUVELLE DUNOD."

[18] : Frédéric, Marc. Mettre en œuvre une GMAO: maintenance industrielle, service après-vente, maintenance immobilière. Dunod, 2011.

[19] : Cuignet, Renaud. Management de la maintenance-3e éd. Dunod, 2018.

[20] : Centre International de la Pédagogie d'Entreprise < <https://www.cipe.fr/jeux/maintenance-strategie/> >, accédé le 05/05/2023.

[21] : LENORT, Radim, STAŠ, David, HOLMAN, David, et al. A3 method as a powerful tool for searching and implementing green innovations in an industrial company transport. Procedia engineering, 2017, vol. 192, p. 533-538.

**Annexe « A »**  
**Documents proposés**

# Annexe « A »

## 1. Demande d'intervention préventive « DIP »

	<b>Demande d'intervention préventive</b>				Génération						
					Date						
	N° de la DIP				Heure						
Technicien(s) désigné(s)					Visa						
Equipement	Zone: Production			<input type="checkbox"/>	Utilités	<input type="checkbox"/>					
<b>Type de maintenance préventive</b>											
H	<input type="checkbox"/>	M	<input type="checkbox"/>	T	<input type="checkbox"/>	S	<input type="checkbox"/>	A	<input type="checkbox"/>	C	<input type="checkbox"/>
Procédure à suivre					Checklist associée						
<b>Pièces de rechange / consommables</b>											
Designation	Référence		Quantité		Identique						
					Oui	<input type="checkbox"/>	Non	<input type="checkbox"/>			
					Oui	<input type="checkbox"/>	Non	<input type="checkbox"/>			
					Oui	<input type="checkbox"/>	Non	<input type="checkbox"/>			
					Oui	<input type="checkbox"/>	Non	<input type="checkbox"/>			
Désinfection des outils avant intervention (pour les équipements de production)					Oui	<input type="checkbox"/>	Non	<input type="checkbox"/>			
<b>Handover (service production)</b>											
Libération					Réception						
Date					Date						
Heure					Heure						
Visa					Visa						
<b>Intervention (technicien maintenance 1)</b>											
Début					Fin						
Date					Date						
Heure					Heure						
Visa					Visa						
Commentaire											
<b>Vérification (technicien maintenance 2)</b>											
Date			RAS	<input type="checkbox"/>	Planifier une maintenance corrective	<input type="checkbox"/>	Replanifier la maintenance préventive	<input type="checkbox"/>			
Heure											
Visa											
Autre											
Approbation LoB	Oui	<input type="checkbox"/>	Non	<input type="checkbox"/>	Commentaire						
<b>Clôture (service maintenance)</b>											
Date											
Heure											
Visa											

Figure 34 : Demande d'intervention préventive « DIP ».

## 2. Demande d'intervention corrective « DIC »

	<b>Demande d'intervention corrective</b>				Génération			
					Date			
	N° de la DIC				Heure			
Technicien(s) désigné(s)					Visa			
Equipement	Zone: Production <input type="checkbox"/>				Utilités		<input type="checkbox"/>	
<b>Description de l'anomalie</b>								
<b>Message d'erreur (alarme)</b>								
Le produit est couvert et scellé				Oui	<input type="checkbox"/>	Non	<input type="checkbox"/>	
Cause identifiée	Oui	<input type="checkbox"/>	Non	<input type="checkbox"/>	Cause (si oui)			
Procédure connue	Oui	<input type="checkbox"/>	Non	<input type="checkbox"/>	Référence (si oui)			
					Checklist associée			
<b>Type de maintenance corrective</b>					<b>Maintenance décalée nécessaire</b>			
Palliative	<input type="checkbox"/>	Curative	<input type="checkbox"/>	N/A	<input type="checkbox"/>	Oui	<input type="checkbox"/>	Non <input type="checkbox"/>
<b>Pièces de rechange / consommables</b>								
Désignation	Référence			Quantité	Identique			
					Oui	<input type="checkbox"/>	Non	<input type="checkbox"/>
					Oui	<input type="checkbox"/>	Non	<input type="checkbox"/>
					Oui	<input type="checkbox"/>	Non	<input type="checkbox"/>
					Oui	<input type="checkbox"/>	Non	<input type="checkbox"/>
Désinfection des outils avant intervention (pour les équipements de production)					Oui	<input type="checkbox"/>	Non	<input type="checkbox"/>
<b>Handover (service production)</b>								
Libération				Réception				
Date				Date				
Heure				Heure				
Visa				Visa				
<b>Intervention (technicien maintenance 1)</b>								
Début				Fin				
Date				Date				
Heure				Heure				
Visa				Visa				
<b>Actions effectuées (en cas de procédure non définie)</b>								
<b>Vérification (technicien maintenance 2)</b>								
Test machine effectué avec succès				Oui	<input type="checkbox"/>	Non	<input type="checkbox"/>	
Objets manquants après l'intervention				Oui	<input type="checkbox"/>	Non	<input type="checkbox"/>	
Date								
Heure		RAS	<input type="checkbox"/>	Planifier une maintenance corrective	<input type="checkbox"/>	Intervention gérée comme déviation	<input type="checkbox"/>	
Visa								
Autre								
Approbation LoB	Oui	<input type="checkbox"/>	Non	<input type="checkbox"/>	Commentaire			
<b>Clôture (service maintenance)</b>								
Date				Maintenance soustraitée	<input type="checkbox"/>	Mise à l'écart	<input type="checkbox"/>	
Heure								
Visa								

Figure 35 : Demande d'intervention corrective « DIC »

**Annexe « B »**  
**Base de données**

# Annexe « B »

## 1. Table « acteurs »

`SELECT * FROM `acteurs``

Profiling [ Edit inline ] [ Edit ] [ Explain SQL ] [ Create PHP code ] [ Refresh ]

Show all | Number of rows: 25 | Filter rows: Search this table | Sort by key: None

Extra options

	Initiales	Nom	Prenom	Poste	Department	Mdp	Email
<input type="checkbox"/>	BOUT	Bouzelha	Tanik	Maintenance manager	Maintenance	2105	bout@gmail.com
<input type="checkbox"/>	DRDJ	Dridi	Djamel	Maintenance professional	Maintenance	3663	drdj@gmail.com
<input type="checkbox"/>	HBLK	Belkadi	Hasna Zineb	Maintenance professional	Maintenance	0402	hblk@gmail.com
<input type="checkbox"/>	MASE	Mokhtari	Rahim	Technicien production	Production	2311	mase@gmail.com
<input type="checkbox"/>	MHDA	Haddad	Malek	Technicien maintenance	Maintenance	0110	mhda@gmail.com
<input type="checkbox"/>	MLIZ	lazzourene	Mohamed Lamine	Responsable PR	Maintenance	1278	mliz@gmail.com
<input type="checkbox"/>	PKZG	Boukari	Samir	Technicien maintenance	Maintenance	2407	pkzg@gmail.com
<input type="checkbox"/>	PMLO	Kamel	Okba	Technicien maintenance	Maintenance	36145	pml@gmail.com
<input type="checkbox"/>	THDJ	Djaout	Taher	Team leader	Maintenance	1704	thdj@gmail.com

Check all | With selected: Edit Copy Delete Export

Figure 36 : Table « acteurs ».

## 2. Table « acteurs\_interv » :

`SELECT * FROM `acteurs_interv``

Profiling [ Edit inline ] [ Edit ] [ Explain SQL ] [ Create PHP code ] [ Refresh ]

Show all | Number of rows: 25 | Filter rows: Search this table | Sort by key:

Extra options

	Num_interv	Initiales
<input type="checkbox"/>	2476	MHDA
<input type="checkbox"/>	16495	PMLO
<input type="checkbox"/>	147853	MASE
<input type="checkbox"/>	147856	MHDA

Check all | With selected: Edit Copy Delete Export

Figure 37 : Table « acteurs\_interv ».

### 3. Table « action » :

SELECT \* FROM `action`

Profiling [ Edit inline ] [ Edit ] [ Explain SQL ] [ Create PHP code ] [ Refresh ]

Show all | Number of rows: 25 | Filter rows: Search this table | Sort by key:

Extra options

	Num_action	Date	Heure	Initiales	Reference_log
<input type="checkbox"/> Edit Copy Delete	123	2022-04-12	14:00:00	PMLO	PCM075
<input type="checkbox"/> Edit Copy Delete	198	2022-04-15	18:20:00	PKZG	PCM079
<input type="checkbox"/> Edit Copy Delete	456	2022-04-12	17:10:00	MHDA	PCM075
<input type="checkbox"/> Edit Copy Delete	789	2022-04-12	18:00:00	MHDA	PCM076

Check all | With selected: Edit Copy Delete Export

Figure 38 : Table « action ».

### 4. Table « consommables » :

SELECT \* FROM `consommables`

Profiling [ Edit inline ] [ Edit ] [ Explain SQL ] [ Create PHP code ] [ Refresh ]

Show all | Number of rows: 25 | Filter rows: Search this table | Sort by key: None

Extra options

	Reference_cons	Adresse_cons	Designation_cons	Prix_cons	Stock_cons	Etat_cons	Delai_moy_cons	Fournisseurs	Adresse_mag
<input type="checkbox"/> Edit Copy Delete	23657	Tiroir1	Lubrifianta23	6000.00	1	bon	6	Migarev	B0301
<input type="checkbox"/> Edit Copy Delete	163942	Tiroir2	Lubrifianta21	1200.00	1	bon	3	Filab	B0301
<input type="checkbox"/> Edit Copy Delete	549632	Tiroir1	Lubrifianta30	3000.00	2	bon	5	Filab	B0301
<input type="checkbox"/> Edit Copy Delete	754286	Tiroir2	Lubrifianta40	5000.00	4	neuf	20	Migarev	B0301
<input type="checkbox"/> Edit Copy Delete	784126	Tiroir1	Lubrifianta24	2100.00	2	neuf	20	Filab	B0301

Check all | With selected: Edit Copy Delete Export

Figure 39 : Table « consommables ».

## 5. Table « dic » :

Num_DIC	Date_generation	Heure_generation	Visa_generation	Reference_eq	Zone	Description_anomalie	Msg_erreur	Cause_id	Type_mce
A01245	2022-04-08	15:00:00	HBLK	123456	Production	Arrêt machine	Seuil 1 dépassé	yes	corrective
A01247	2022-06-13	15:00:00	MASE	123456	Production	Arrêt machine			
A01248	2022-05-10	10:00:00	MASE	469137	Production	Arrêt		no	corrective

Desinfection	Date_debut	Heure_debut	Visa_debut	Date_fin	Heure_fin	Visa_fin	Actions	Designation_pr	Designation_cons	Reference_pr
yes	2022-04-12	13:48:00	PKZG	2022-04-12	14:55:00	PKZG	Remplacement de la pompe	Pompe		16574
	0000-00-00	00:00:00		0000-00-00	00:00:00					0
yes	2022-05-24	11:10:00	MHDA	2022-05-24	11:15:00	MHDA	Remplacement	Roulement		231575

Mce_decallee	Reference_cl	Reference_proc	Date_liberation	Heure_liberation	Visa_liberation	Date_reception	Heure_reception	Visa_reception
no	DFR457	RFD457	2022-04-12	13:45:00	MASE	2022-04-12	15:00:00	MASE
			0000-00-00	00:00:00		0000-00-00	00:00:00	
yes	DFR457	RFD457	2022-05-24	11:02:00	MASE	2022-05-24	00:30:00	MASE

cons	Reference_pr	Reference_cons	Quantité	Date_verification	Heure_verification	Visa_verification	Test_machine	Obj_manq	LoB	Date_cloture	Heure_cloture	Visa_cloture
	16574	0	1	2022-04-12	00:00:00	PMLO	yes	yes	yes	2022-04-12	03:20:00	BOU
	0	0	0	0000-00-00	00:00:00					0000-00-00	00:00:00	
	231575	0	1	2022-05-24	00:00:00	PMLO	yes	no	no	2022-05-24	13:30:00	HBLK

Figure 40 : Table « dic ».

## 6. Table « dip » :

Num_DIP	Date_generation	Heure_generation	Visa_generation	Reference_eq	Zone	Type_mce	Reference_cl	Reference_proc	Date_liberation	Heure_liberation
B0563	2022-04-12	13:38:00	MASE	123456	Production	M	KPM126	MPK126	2022-04-12	14:00:00
B0564	2022-04-15	17:00:00	HBLK	1236547	Production	H	IYH468	HYH468	2022-04-15	18:00:00
B0569	2022-04-15	09:30:00	HBLK	753951	Utilités	T	ZFR169	RFZ169	2022-04-17	17:30:00
B0570	2022-02-17	09:00:00	DRDJ	123456	Production	A	KPM126	MPK126	2022-02-22	01:00:00
B0571	2022-05-14	08:15:00	DRDJ	753951	Utilités	C	ZFR169	RFZ169	2023-05-24	02:05:00
B0573	2022-06-13	10:20:00	DRDJ	123456	Production	H	KPM126	MPK126	0000-00-00	00:00:00

Visa_liberation	Date_reception	Heure_reception	Visa_reception	Desinfection	Date_debut	Heure_debut	Visa_debut	Date_fin	Heure_fin	Visa_fin	Designation_pr
MASE	2022-04-12	14:05:00	MASE	yes	2022-04-12	00:00:00	PKZG	2022-04-12	15:25:00	PKZG	Pompe
MASE	2022-04-15	21:00:00	MASE	yes	2022-04-15	18:12:00	PKZG	2022-04-15	20:56:00	PKZG	
MASE	2022-04-17	19:53:00	MASE	yes	2022-04-17	17:32:00	MHDA	2022-04-17	19:32:00	MHDA	Filtre
MASE	2022-02-22	04:25:00	MASE	yes	2022-02-22	01:10:00	PMLO	2022-02-22	04:15:00	PMLO	
MASE	2023-05-24	06:01:00	MASE	yes	2023-05-24	02:10:00	MHDA	2023-05-24	05:45:00	MHDA	
	0000-00-00	00:00:00			0000-00-00	00:00:00		0000-00-00	00:00:00		

Designation_pr	Designation_cons	Reference_pr	Reference_cons	Quantité	Date_verification	Heure_verification	Visa_verification	LoB	Date_cloture	Heure_cloture	Visa_cloture
Pompe		16574	0	1	2022-04-12	00:00:00	PMLO	yes	2022-04-12	15:50:00	BOU
	Lubrifiante21	0	163942	0	2022-04-16	00:00:00	PMLO	yes	2022-04-16	08:35:00	HBLK
		94758	0	1	2022-04-17	19:35:00	PMLO	yes	2022-04-18	08:23:00	BOU
	Lubrifiante40	0	754286	1	2022-02-22	04:16:00	PKZG	no	2022-02-22	09:00:00	BOU
		0	0	0	2023-05-24	05:47:00	PMLO	no	2023-05-24	08:10:00	HBLK
	Lubrifiante23	0	23657	1	0000-00-00	00:00:00			0000-00-00	00:00:00	

Figure 41 : Table « dip »

## 7. Table « documentation\_eq » :

The screenshot shows a database management interface with a tree view on the left and a table view on the right. The tree view shows a hierarchy starting with 'db\_maintenance', followed by 'documentation\_eq'. The table view displays the following data:

	Reference_proc	Reference_cl	Type	Reference_eq
<input type="checkbox"/>	HYI468	IYH468	Correctif	1236547
<input type="checkbox"/>	MPK126	KPM126	Préventif	123456
<input type="checkbox"/>	RFD457	DFR457	Correctif	469137
<input type="checkbox"/>	RFZ169	ZFR169	Préventif	753951
<input type="checkbox"/>	TGP536	PGT536	Préventif	469137

Figure 42 : Table « documentation\_eq »

## 8. Table « documents\_pr\_cons » :

The screenshot shows a database management interface with a tree view on the left and a table view on the right. The tree view shows a hierarchy starting with 'db\_maintenance', followed by 'documents\_pr\_cons'. The table view displays the following data:

	Num_DA	Num_BC	Num_Facture	Designation_article	Quantité	Fournisseur	Prix	Visa_demandeur	Visa_resp_pr	Visa_manager	Date	Heure
<input type="checkbox"/>	123	456	789	Roulement à rotule	2	Migarev	5000.00	PMLO	MLIZ	BOUT	2022-05-06	13:30:00
<input type="checkbox"/>	321	654	0	Filtre	1	Filab	4800.00	MHDA	MLIZ	BOUT	2022-02-13	09:20:00
<input type="checkbox"/>	1174	1185	1196	Filtre	2	Migarev	5600.00	PKZG	MLIZ	BOUT	2023-01-15	11:00:00
<input type="checkbox"/>	1459	247	1114	Poignon	2	Migarev	8200.00	DRDJ	MLIZ	BOUT	2023-06-05	15:00:00
<input type="checkbox"/>	2567	0	0	Roulement à rotule	3	Paliba	0.00				2023-03-12	14:25:00
<input type="checkbox"/>	36145	0	0	Pompe	1	Somegam	13600.00	MHDA	MLIZ		2023-06-12	08:00:00

Figure 43 : Table « documents\_pr\_cons »

## 9. Table « équipements » :

SELECT \* FROM `equipements`

Profiling [ Edit inline ] [ Edit ] [ Explain SQL ] [ Create PHP code ] [ Refresh ]

Show all | Number of rows: 25 | Filter rows: Search this table | Sort by key:

Extra options

	Reference_eq	Zone	Description_fct
<input type="checkbox"/> Edit Copy Delete	45179	Production	Compression
<input type="checkbox"/> Edit Copy Delete	123456	Production	Compression
<input type="checkbox"/> Edit Copy Delete	369452	Utilités	Purification
<input type="checkbox"/> Edit Copy Delete	469137	Production	Pelliculage
<input type="checkbox"/> Edit Copy Delete	485924	Production	Pelliculage des comprimés
<input type="checkbox"/> Edit Copy Delete	741369	Utilités	Purification
<input type="checkbox"/> Edit Copy Delete	753951	Utilités	Purification
<input type="checkbox"/> Edit Copy Delete	984532	Production	Compression
<input type="checkbox"/> Edit Copy Delete	1236547	Production	Pelliculage

Check all | With selected: Edit Copy Delete Export

Figure 44 : Table « équipements ».

## 10. Table « interventions » :

SELECT \* FROM `interventions`

Profiling [ Edit inline ] [ Edit ] [ Explain SQL ] [ Create PHP code ] [ Refresh ]

Show all | Number of rows: 25 | Filter rows: Search this table | Sort by key: None

Extra options

	Num_interv	Num_DA	Num_DIP	Num_DIC	Reference_eq	Reference_cons	Reference_pr
<input type="checkbox"/> Edit Copy Delete	1456	0	B0564		1236547	163942	0
<input type="checkbox"/> Edit Copy Delete	2476	0	B0569		753951	0	94758
<input type="checkbox"/> Edit Copy Delete	16495	0		A01245	123456	0	16574
<input type="checkbox"/> Edit Copy Delete	147853	0			45179	0	0
<input type="checkbox"/> Edit Copy Delete	147856	0	B0568		123456	163942	0

Check all | With selected: Edit Copy Delete Export

Figure 45 : Table « interventions ».

## 11. Table « logbook » :

SELECT \* FROM `logbook`

Profiling [ Edit inline ][ Edit ][ Explain SQL ][ Create PHP code ][ Refresh ]

Show all | Number of rows: 25 | Filter rows: Search this table | Sort by key: None

Extra options

		Reference_log	Date	Heure	Zone	Reference_eq
<input type="checkbox"/>	Edit Copy Delete	PCM075	2022-04-12	13:30:00	Production	123456
<input type="checkbox"/>	Edit Copy Delete	PCM076	2022-04-13	08:00:00	Utilités	369452
<input type="checkbox"/>	Edit Copy Delete	PCM078	2023-03-25	08:00:00	Production	45179
<input type="checkbox"/>	Edit Copy Delete	PCM079	2023-03-26	17:20:00	Production	1236547
<input type="checkbox"/>	Edit Copy Delete	PCM080	2022-04-15	16:35:00	Production	1236547
<input type="checkbox"/>	Edit Copy Delete	PCM081	2022-04-17	17:30:00	Utilités	753951

Check all | With selected: Edit Copy Delete Export

Figure 46 : Table « logbook ».

## 12. Table « piece\_de\_rechange » :

SELECT \* FROM `piece\_de\_rechange`

Profiling [ Edit inline ][ Edit ][ Explain SQL ][ Create PHP code ][ Refresh ]

Show all | Number of rows: 25 | Filter rows: Search this table | Sort by key: None

Extra options

		Reference_pr	Adresse_pr	Designation_pr	Stock_pr	Etat_pr	Prix_pr	Delai_moy_pr	Fournisseurs	Adresse_mag
<input type="checkbox"/>	Edit Copy Delete	16574	Tiroir3	Pompe	1	mauvais	13600.00	4	Somegam	B0101
<input type="checkbox"/>	Edit Copy Delete	45679	Tiroir5	Moteur	1	neuf	80000.00	40	Bosh	B0210
<input type="checkbox"/>	Edit Copy Delete	75123	Tiroir4	Poinçon	5	bon	4100.00	25	Migarev	B0210
<input type="checkbox"/>	Edit Copy Delete	94758	Tiroir1	Filtre	3	moyen	5600.00	6	Migarev	B0101
<input type="checkbox"/>	Edit Copy Delete	231575	Tiroir1	Roulement à rotule sur rouleaux	12	neuf	2400.00	5	Paliba	B0210
<input type="checkbox"/>	Edit Copy Delete	361549	Tiroir2	Roulement rigide à billes	5	neuf	1200.00	5	Paliba	B0210

Check all | With selected: Edit Copy Delete Export

Figure 47 : Table « piece\_de\_rechange ».

**Annexe « C »**  
**Interfaces CRUD**

## Annexe « C »

Ajouter une intervention

Intervention	Acteur	Opérations
2476	MHDA	<a href="#">Modifier</a> <a href="#">Supprimer</a>
16495	PMLO	<a href="#">Modifier</a> <a href="#">Supprimer</a>
147853	MASE	<a href="#">Modifier</a> <a href="#">Supprimer</a>
147856	MHDA	<a href="#">Modifier</a> <a href="#">Supprimer</a>

Figure 48 : Interface pour la table « interventions ».

Ajouter une action

Numéro de l'action	Date	Heure	Initiales	Référence du logbook	Opérations
123	2022-04-12	14:00:00	PMLO	PCM075	<a href="#">Modifier</a> <a href="#">Supprimer</a>
198	2022-04-15	18:20:00	PKZG	PCM079	<a href="#">Modifier</a> <a href="#">Supprimer</a>
456	2022-04-12	17:10:00	MHDA	PCM075	<a href="#">Modifier</a> <a href="#">Supprimer</a>
789	2022-04-12	18:00:00	MHDA	PCM076	<a href="#">Modifier</a> <a href="#">Supprimer</a>

Figure 49 : Interface pour la table « action »

Ajouter un consommable

Référence	Adresse	Désignation	Prix	Stock disponible	Etat	Délai	Fournisseurs	Adresse du magasin	Opérations
23657	Tiroir1	Lubrifiante23	6000.00	1	bon	6	Migarev	B0301	<a href="#">Modifier</a> <a href="#">Supprimer</a>
163942	Tiroir2	Lubrifiante21	1200.00	1	bon	3	Filab	B0301	<a href="#">Modifier</a> <a href="#">Supprimer</a>
549632	Tiroir1	Lubrifiante30	3000.00	2	bon	5	Filab	B0301	<a href="#">Modifier</a> <a href="#">Supprimer</a>
754286	Tiroir2	Lubrifiante40	5000.00	4	neuf	20	Migarev	B0301	<a href="#">Modifier</a> <a href="#">Supprimer</a>
784126	Tiroir1	Lubrifiante24	2100.00	2	neuf	20	Filab	B0301	<a href="#">Modifier</a> <a href="#">Supprimer</a>

Figure 50 : Interface pour la table « consommables »

Ajouter une DIC

N° DIC	Date de génération	Heure de génération	Visa du générateur	Référence de l'équipement	Zone	Anomalie	Message d'erreur	Cause id	Type de MCE	MCE décalée	Checklist	Procédure	Date de libération	Heure de libération	Visa d libération
A01245	2022-04-08	15:00:00	HBLK	123456	Production	Arrêt machine	Seuil 1 dépassé	yes	corrective	no	DFR457	RFD457	2022-04-12	13:45:00	MASE
A01247	2022-06-13	15:00:00	MASE	123456	Production	Arrêt machine							0000-00-00	00:00:00	
A01248	2022-05-10	10:00:00	MASE	469137	Production	Arrêt		no	corrective	yes	DFR457	RFD457	2022-05-24	11:02:00	MASE

de	Consommable	Référence PR	Référence cons	Quantité	Date de vérification	Heure de vérification	Visa de vérification	Test machine	Obj manquant	LoB	Date de clôture	Heure de clôture	Visa de clôture	Opérations	
i		16574	0	123456	1	2022-04-12	00:00:00	PMLO	yes	yes	yes	2022-04-12	03:20:00	BOUT	<a href="#">Modifier</a> <a href="#">Supprimer</a>
		0	0	123456	0	0000-00-00	00:00:00					0000-00-00	00:00:00		<a href="#">Modifier</a> <a href="#">Supprimer</a>
nent		231575	0	469137	1	2022-05-24	00:00:00	PMLO	yes	no	no	2022-05-24	13:30:00	HBLK	<a href="#">Modifier</a> <a href="#">Supprimer</a>

Figure 51 : Interface pour la table « dic ».

Ajouter une DIP

N° DIP	Date de génération	Heure de génération	Visa du générateur	Référence de l'équipement	Zone	Type de MCE	Checklist	Procédure	Date de libération	Heure de libération	Visa de libération	Date de réception	Heure de réception	Visa de réception
B0563	2022-04-12	13:38:00	MASE	123456	Production	M	KPM126	MPK126	2022-04-12	14:00:00	MASE	2022-04-12	14:05:00	MASE
B0564	2022-04-15	17:00:00	HBLK	1236547	Production	H	IYH468	HYI468	2022-04-15	18:00:00	MASE	2022-04-15	21:00:00	MASE
B0569	2022-04-15	09:30:00	HBLK	753951	Utilités	T	ZFR169	RFZ169	2022-04-17	17:30:00	MASE	2022-04-17	19:53:00	MASE
B0570	2022-02-17	09:00:00	DRDJ	123456	Production	A	KPM126	MPK126	2022-02-22	01:00:00	MASE	2022-02-22	04:25:00	MASE
B0571	2022-05-14	08:15:00	DRDJ	753951	Utilités	C	ZFR169	RFZ169	2023-05-24	02:05:00	MASE	2023-05-24	06:01:00	MASE

de fin	Heure de fin	Visa de fin	Pièce de rechange	Consommable	Référence PR	Référence cons	Quantité	Date de vérification	Heure de vérification	Visa de vérification	LoB	Date de clôture	Heure de clôture	Visa de clôture	Opérations
-04-12	15:25:00	PKZG	Pompe		16574	0	1	2022-04-12	00:00:00	PMLO	yes	2022-04-12	15:50:00	BOUT	Modifier Supprimer
-04-15	20:56:00	PKZG		Lubrifianta21	0	163942	0	2022-04-16	00:00:00	PMLO	yes	2022-04-16	08:35:00	HBLK	Modifier Supprimer
-04-17	19:32:00	MHDA	Filtre		94758	0	1	2022-04-17	19:35:00	PMLO	yes	2022-04-18	08:23:00	BOUT	Modifier Supprimer
-02-22	04:15:00	PMLO		Lubrifianta40	0	754286	1	2022-02-22	04:16:00	PKZG	no	2022-02-22	09:00:00	BOUT	Modifier Supprimer

Figure 52 : Interface pour la table « dip ».

Ajouter une documentation

Référence de procédure	Référence de checklist	Type	Référence de l'équipement	Opérations
HYI468	IYH468	Correctif	1236547	Modifier Supprimer
MPK126	KPM126	Préventif	123456	Modifier Supprimer
RFD457	DFR457	Correctif	469137	Modifier Supprimer
RFZ169	ZFR169	Préventif	753951	Modifier Supprimer
TGP536	PGT536	Préventif	469137	Modifier Supprimer

Figure 53 : Interface pour la table « documentation\_eq ».

Ajouter une intervention

N° intervention	N° DA	N° DIP	N° DIC	Référence de l'équipement	Référence du consommable	Référence de la PR	Opérations
1456	0	B0564		1236547	163942	0	<a href="#">Modifier</a> <a href="#">Supprimer</a>
2476	0	B0569		753951	0	94758	<a href="#">Modifier</a> <a href="#">Supprimer</a>
16495	0		A01245	123456	0	16574	<a href="#">Modifier</a> <a href="#">Supprimer</a>
147853	0			45179	0	0	<a href="#">Modifier</a> <a href="#">Supprimer</a>
147856	0	B0568		123456	163942	0	<a href="#">Modifier</a> <a href="#">Supprimer</a>

Figure 54 : Interface pour la table « interventions ».

Ajouter un logbook

Référence du logbook	Date	Heure	Zone	Référence de l'équipement	Opérations
PCM075	2022-04-12	13:30:00	Production	123456	<a href="#">Modifier</a> <a href="#">Supprimer</a>
PCM076	2022-04-13	08:00:00	Utilités	369452	<a href="#">Modifier</a> <a href="#">Supprimer</a>
PCM078	2023-03-25	08:00:00	Production	45179	<a href="#">Modifier</a> <a href="#">Supprimer</a>
PCM079	2023-03-26	17:20:00	Production	1236547	<a href="#">Modifier</a> <a href="#">Supprimer</a>
PCM080	2022-04-15	16:35:00	Production	1236547	<a href="#">Modifier</a> <a href="#">Supprimer</a>
PCM081	2022-04-17	17:30:00	Utilités	753951	<a href="#">Modifier</a> <a href="#">Supprimer</a>

Figure 55 : Interface pour la table « logbook ».

Ajouter une pièce

Référence	Adresse	Désignation	Prix	Stock disponible	Etat	Délai	Fournisseurs	Adresse du magasin	Opérations
16574	Tiroir3	Pompe	13600.00	1	mauvais	4	Somegam	B0101	<a href="#">Modifier</a> <a href="#">Supprimer</a>
45679	Tiroir5	Moteur	80000.00	1	neuf	40	Bosh	B0210	<a href="#">Modifier</a> <a href="#">Supprimer</a>
75123	Tiroir4	Poinçon	4100.00	5	bon	25	Migarev	B0210	<a href="#">Modifier</a> <a href="#">Supprimer</a>
94758	Tiroir1	Filtre	5600.00	3	moyen	6	Migarev	B0101	<a href="#">Modifier</a> <a href="#">Supprimer</a>
231575	Tiroir1	Roulement à rotule sur rouleax	2400.00	12	neuf	5	Paliba	B0210	<a href="#">Modifier</a> <a href="#">Supprimer</a>

*Figure 56 : Interface pour la table « piece\_de\_rechange ».*

## Résumé

Novo Nordisk, l'entreprise leader dans le secteur du diabète, est présente en Algérie à travers deux sites de production dont Novo Nordisk LMTO, spécialisé dans la production de la forme sèche (comprimés).

Le présent travail s'inscrit dans le cadre de la gestion du département de maintenance au sein de Novo Nordisk LMTO. Il a pour objectif d'améliorer la gestion du département de maintenance dans le but de définir le système d'information pour la gestion de la maintenance répondant au besoin et attentes des acteurs de ce dernier.

Le secteur industriel pharmaceutique vient avec des exigences auxquelles s'ajoutent les exigences imposées par la maison mère située au Danemark, ces dernières s'appliquent sur le département de maintenance, étant au service de la production. Le présent travail est donc élaboré conformément à ces exigences, dont la plupart sont confidentielles.

Les solutions proposées consistent à améliorer la gestion du département en termes d'hierarchie, processus, documentation, et gestion de données, pour aboutir à la définition du système d'information à travers un premier jet du cahier des charges, ainsi que d'autres moyens le complétant et l'appuyant.

**Mots clés :** gestion de maintenance, système d'information, processus, documentation.

## Summary

Novo Nordisk, the leading company in the diabetes sector, is present in Algeria through two production sites, including Novo Nordisk LMTO, which specializes in the production of dry form (tablets).

The present work is part of the maintenance department management within Novo Nordisk LMTO. Its objective is to improve the maintenance department management in order to define the maintenance information system that meets the needs and expectations of the stakeholders.

The pharmaceutical industry sector comes with requirements in addition to those imposed by the parent company located in Denmark, the latter applying to the maintenance department, which serves the production. This work is therefore developed in accordance with these requirements, most of which are confidential. The proposed solutions aim to improve the management of the department in terms of hierarchy, processes, documentation, and data management, in order to define the information system through a first draft of the specifications, as well as other means to complete and support it.

**Key words:** maintenance management, information system, process, documentation.

## ملخص

تعد Nordisk الشركة الرائدة في مجال داء السكري، لها موقعي إنتاج بالجزائر، أحدهما موقع Novo Nordisk LMTO المتخصص في إنتاج الشكل الجاف (الأقراص).

تأتي هذه الدراسة في إطار إدارة قسم الصيانة في Novo Nordisk LMTO بغية تحسين إدارة هذا القسم وتعريف نظام المعلومات لإدارة الصيانة استجابة لاحتياجات وتطلعات عمال القطاع. يتطلب قطاع صناعة الأدوية متطلبات أخرى إضافة إلى المتطلبات المفروضة من طرف الشركة الأم بالدنمارك، هذه الأخيرة تطبق على قسم الصيانة الذي يخدم الإنتاج. تم إعداد هذا العمل إذن وفقا لهذه المتطلبات والتي يعد أغلبها سرية.

تشمل الحلول المقترحة تحسين إدارة القسم من حيث التسلسل الهرمي، العمليات، الوثائق وإدارة البيانات، للوصول إلى تعريف نظام المعلومات من خلال مسودة أولية لمواصفات العقد، بالإضافة إلى وسائل أخرى تكملها وتدعمها.

**الكلمات المفتاحية:** إدارة الصيانة، نظام المعلومات، العمليات، الوثائق.