

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

UNIVERSITE BADJI MOKHTAR - ANNABA
BADJI MOKHTAR – ANNABA UNIVERSITY



جامعة باجي مختار – عنابة

Faculté : TECHNOLOGIE
Département : GENIE MECANIQUE
Domaine : SCIENCES ET
TECHNOLOGIES
Filière : GENIE MECANIQUE
Spécialité : ingénierie de la maintenance

Mémoire

Présenté en vue de l'obtention du Diplôme de Master

Thème:

La gestion de la maintenance assistée par ordinateur
entre plusieurs entreprises

Présenté par : *ABBACI AHLAM*

Encadrant : *BOUNAMOUS BOUBAKER*

MMA

UBMA

Jury de Soutenance :

DJEDI LAMINE	MCA	UBMA	Président
BOUNAMOUS BOUBAKER	MMA	UBMA	Encadrant
KHELIF RABIA	PROF	UBMA	Examineur

Année Universitaire : 2022/2023

Remerciement

À l'aide de dieu j'ai pu réaliser ce travail que Je dédie A ma mère, à mon père Pour leur bienveillance et leur abnégation pour m'encourager à terminer dans de bonnes conditions mon travail.

Je tiens à remercier mon Pr **BOUNAMOUS BOUBAKER** d'avoir accepté de diriger

Ce travail et de nous avoir aider avec tous ses précieux conseils et ses orientations.

N'oublie jamais de remercier Pr **KHELIF RABIA** pour leur aide.

Je remercie aussi tous les membres du jury pour leurs évaluation de cette mémoire.

Et merci à tous l'équipes de l'entreprise **INPHA-MÉDIS**.

A mon frère, A ma sœur Pour leur grande disponibilité, leur conseil et les encouragements qu'ils m'ont apportés tout le long de la réalisation de ce mémoire, qu'ils retrouvent dans ce travail le témoignage de mon profond respect et de toute ma reconnaissance

A tous les membres de ma famille A tous mes amis chacun a son nom en particulier les compagnons du long chemin avec tous mes vœux de succès A tous ceux que j'aime A tous ceux qui m'aiment.

Sommaire

Chapitre 1 : présentation de l'entreprise

Introduction générale	1
I .1. Présentation de laboratoires INPHA-médicaments	2
I .1.1 Historique de l'entreprise.....	2
I .1.2 INPHA-MEDIS comporte trois lignes de production	4
I .1.3 Les activités d'INPHA-Médicaments	4
I .1.4 Les objectifs d'INPHA-Médicaments	4
I .1.5 Locaux.....	4
I.1.6 système management de la qualité du fabricant	5
I .1.7 La mission principale d'INPHA-Médicaments	6
I .1.8 L'emplacement d'INPHA-médicaments.....	7
I .1.9 La cartographie des processus de l'entreprise	8
I .1. 10 Les directions de l'entreprise.....	9
I .1.11 Le processus d'une intervention dans l'entreprise.....	10
I .2 Organigramme de ligne de production de la forme sèche.....	11
I .2.1 Contexte théorique de chaque machines	12
I .2.1.1 Boîte de pesée	12
I .2.1.2 Mélangeur.....	12
I .2.1.3 Tamiseur.....	12
I .2.1.4 Compacteur	12
I .2.1.6 Enrobeuse	12
I .2.1.7 Blistreuse	13
I .2.1.8 Encartonneuse.....	13
I .3 Organigramme de ligne de production de la forme liquide.....	14
I .3.1 Contexte théorique de chaque machines	15
I .3.1.1 Boîte de pesée	15
I .3.1 .2 Machine fabrication sirop	15

I .3.1.3 Remplisseuse	15
I .3.1.4 Une étuiyeuse	15
I .3.1.5 Etiqueteuse	15
I .4 SWOT	16

Chapitre 2 : Généralités sur la maintenance

II. Introduction.....	18
II.1 Définition.....	18
II.1.1 Les actions de la maintenance.....	18
II.1.2 Management de la maintenance	19
II.1.3 La stratégie de maintenance	20
II.2 Politique de maintenance	21
II.2.1 La maintenance corrective	21
II.2.1.1 Maintenance palliative	22
II.2.1.2 Maintenance curative	22
II.2.2 La maintenance préventive	22
II.2.2.1 La maintenance systématique.....	23
II.2.2.2 La maintenance conditionnelle.....	23
II.2.2.3 La maintenance prévisionnelle	23
II.3 Les objectifs de la maintenance	24
II.4 Niveaux de maintenance.....	25
II.5 Organisation des opérations de maintenance	25
II.5 Conclusion.....	28

Chapitre 3 : La gestion de la maintenance assistée par ordinateur

III Introduction	29
III.1 Gestion de la maintenance	29
III.1.1 Maintenance et informatique	30
III.1.2 Les débuts de la GMAO	31
III.2 Présentation de la GMAO	31
III.2.1 Introduction de la GMAO.....	31

III.2.2 Qu'est-ce qu'un progiciel de GMAO	32
III.2.3 Pourquoi une GMAO	32
III.2.4 L'apport de la GMAO	33
III.2.5 Analyse des différents modules fonctionnels.....	33
III.3 Systèmes de gestion des bases de données (SGDB)	34
III.3.1 Structure de la base de données maintenance	35
III.4 Présentation de la base de données Ms Access	36
III.4.1 Base de données	36
III.4.2 La structure de base de données	36
III.4.2.1 Les Tables	37
III.4.2.2 Création d'une table	38
III.4.2.3 Les requêtes	39
III.4.2.4 Les formulaires	40
III.4.2.5 États	40
III.5 L'interface	41
III.5.1 Menu général	41
III.5.1.1 Interface de ligne 1	43
III.5.1.1.a Interface d'interventions	43
III.5.1.2 Interface FMD L 1.....	44
III.5.1.2.a Interface fiabilité.....	45
III.5.1.2.b La fonction de probabilité R(t).....	45
III.5.1.2.c La fonction de répartition.....	46
III.5.1.2.d La fonction de la densité	46
III.5.1.2.e La fonction de Taux de défaillances	47
III.5.1.3 Interface maintenabilité	48
III.5.1.3.a La fonction de maintenabilité	48
III.5.1.4 Interface disponibilité	49
III.5.1.4.a La fonction de disponibilité	49
III.5.1.1 Interface de ligne 2	50

III.5.1.1.a Interface d'interventions	50
III.5.1.2 Interface FMD L 2.....	51
III.5.1.2.a Interface fiabilité.....	52
III.5.1.2.b La fonction de probabilité R(t).....	52
III.5.1.2.c La fonction de répartition.....	53
III.5.1.2.d La fonction de la densité	53
III.5.1.2.e La fonction de Taux de défaillances	54
III.5.1.3 Interface maintenabilité	55
III.5.1.3.a La fonction de maintenabilité	55
III.5.1.4 Interface disponibilité	56
III.5.1.4.a La fonction de disponibilité	56
III.6 Conclusion.....	57
Gestion des stocks	58
III.6 Introduction	58
III.6.1 La fonction approvisionnements.....	58
III.6.2 Gestion des stocks.....	58
III.6.2.1 Définition	58
III.6.2.2 Catégories de stocks	59
III.6.2.3 Les activités de la gestion des stocks	59
III.6.2.4 Les différents niveaux de stocks	61
III.6.2.5 Les objectifs de gestion des stocks	61
III.6.3 La gestion de stock (pièces de rechanges)	62
III.6.3.1 Pièces de rechanges	62
III.6.3.2 La classification des pièces de rechange.....	63
III.6.3.4 Processus de gestion des stocks de la PDR.....	64
III.6.3.5 L'optimisation de la gestion des stocks de pièces de rechange	64
III.6.4 Conclusion	66

Chapitre 4 : La télémaintenance

IV Introduction	68
IV.1 Relation entre les systèmes de la maintenance	68
IV.2 Définitions des différentes architectures	70
IV.3 Télémaintenance	73
IV.3.1 Principe	73
IV.3.2 Systèmes de télémaintenance	73
Les avantages de télémaintenance	73
IV.4 E-maintenance	74
IV.4.1 Principe	74
IV.5 Télédiagnostic	76
IV.5.1 Définition Diagnostic	76
IV.5.2 Définition télédiagnostic	76
IV.5.3 Plate-forme de télédiagnostic	76
IV.5.4 Les avantages de télédiagnostic	77
IV.5.5 Organigramme de télédiagnostic	78
IV.6 Conclusion	79
Conclusion générale	81

Liste des figures

Figure I.1 : Laboratoires INPHA-médis	2
Figure I. 2 : L'emplacement d'INPHA-médis.....	7
Figure I.3 : La cartographie des processus de l'entreprise	8
Figure I.4 Les directions de l'entreprise	9
Figure I.5 : Le processus d'une intervention à INPHA-Médis.....	10
Figure I.6: Organigramme de la ligne de production de la forme sèche	11
Figure I.7 : Organigramme de la ligne de production de la forme liquide	14
Figure II.1 : Politique et stratégies de maintenance	21
Figure III .1 Structure de SGBD	35
Figure III.2 : structure de la base de données ACCESS	36
Figure III.3 : les tables de la base de données	37
Figure III.4 : création de la table d'équipement	38
Figure III.5 : présentation de la table d'équipement	39
Figure III.6 : Requêtes des Tables	39
Figure III.7 Exemple de formulaire de saisie.....	40
Figure. III.8 états d'équipement.....	40
Figure. III.9 Menu général	42
Figure. III.10 Interface ligne 1.....	43
Figure. III.11 Interface d'interventions	43
Figure. III.12 Interface FMD	44
Figure. III.13 Interface fiabilité	45
Figure. III.14 courbe fiabilité	45
Figure. III.15 courbe de répartition	46
Figure III.16 Courbe de la densité	46
Figure III.17 Courbe de taux de défaillances	47
Figure III.18 Interface maintenabilité	48

Figure III.19 Courbe de maintenabilité.....	48
Figure III.20 Interface disponibilité	49
Figure III.21 Courbe de disponibilité	49
Figure III.22 Interface L2	50
Figure III.23 Interface équipements	50
Figure III.24 Interface FMD L2.....	51
Figure III.25 Interface Fiabilité	52
Figure III.26 Courbe de probabilité	52
Figure III.27 Courbe de répartition	53
Figure III.28 Courbe de la densité	53
Figure III.29 Courbe de taux de défaillance	54
Figure III.30 Interface de maintenabilité	55
Figure III.31 Courbe de maintenabilité	55
Figure III.32 Interface de disponibilité	56
Figure. III.33 Courbe de disponibilité	56
Figure (A) Formulaire de saisie et codage des pannes	57
Figure (B) Formule pour ajouter ou supprimer des informations.....	57
Figure III.34 Les sous-fonctions de approvisionnements ⁽⁴⁾	58
Figure III.35 Formulaire de gestion des stocks	59
Figure III.36 processus de gestion des stock de la PDR	64
Figure IV.37 Intensité de la relation entre les systèmes ⁽¹²⁾	69
Figure IV.38 Classification de différentes architectures en maintenance.....	70
Figure IV.39 Architecture d'un système de maintenance	71
Figure IV.40 Architecture de télémaintenance	71
Figure IV.41 Architecture de e-maintenance	72

Introduction générale

Toute société industrielle ou entreprise de production est obligatoirement amenée à réaliser des opérations de maintenance du fait de la survenue de défaillances inévitables lors du cycle de vie d'un matériel.

La maintenance est un ensemble d'actions dont le but est la remise et/ou la préservation d'un bien dans un état de bon fonctionnement. On comprend donc assez rapidement la nécessité d'une attitude de compréhension, de planification et d'archivage de toute information relative aux interventions passées dans le but de constituer une base de données solide qui représente l'expérience de la société. A partir de là, la gestion de la société s'en trouve enrichie et permet de prévoir et d'estimer la nature et la complexité de chaque opération. C'est l'approche pour l'établissement d'une stratégie de gestion de la maintenance. Cependant, la taille des entreprises, ainsi que la taille de leur parc d'équipements rendent la gestion fastidieuse du fait du besoin d'archiver un grand nombre d'informations, de répertorier des milliers de pièces et de composants, Sachant qu'il est inenvisageable de se passer d'une gestion de la maintenance. Il a fallu faire appel à l'outil informatique, et à la création de plateformes logicielle, et de base de données informatisées pour traiter tout ce flux de données et assister les sociétés dans leur gestion, ces logiciels sont les supports de la GMAO (Gestion de la Maintenance Assistées par Ordinateur). Plusieurs logiciels de GMAO sont disponibles sur le marché, à l'exemple de : Coswin, Flixe, Twimm, ManWinWin... l'architecture de chacun étant dirigé de sorte à répondre à des besoins spécifiques.

D'autre part la maintenance est aujourd'hui une activité où la collaboration est fondamentale. En effet, de nombreux acteurs collaborent pour atteindre un but commun : réduire la probabilité de défaillance ou de dégradation d'un objet. Chacun, ayant ses connaissances personnelles, son savoir-faire, et ses pratiques propres. Ainsi, Plusieurs personnes de pays et de professions différents, travaillant pour des entreprises distinctes, peuvent être amenées à travailler ensemble pour la maintenance d'un produit. Ceci n'est pas sans causer de nombreux problèmes. Il faut alors réinventer l'organisation du processus de maintenance et redéfinir les relations que doivent entretenir entre les hommes de métier dans le cadre d'un travail coopératif, au sein duquel les rôles et les positions de chaque acteur doivent être redéfinis. C'est pourquoi nous proposons la spécification d'un modèle workflow pour l'aide à la maintenance coopérative, dont l'objectif principal sera de coordonner les interactions entre les différents acteurs intervenant au sein du processus de maintenance.

CHAPITRE 1

PRESENTATION DE L'ENTREPRISE

I.1 Présentation de laboratoires INPHA-médis :

(Site Master File Des laboratoires INPHA-Médis)



Figure I.1 : Laboratoires INPHA-médis

I .1.1 Historique de l'entreprise :

- INPHA-MEDIS est un établissement industriel pharmaceutique qui a été fondé en 2002 en partenariat avec les laboratoires tunisiens MEDIS. En 2005 Les 2 laboratoires ont commencé à produire et à commercialiser leurs médicaments pour forme sèche (comprimé, gélules) et sous forme liquide et stérile injectable (sirops, ampoules, flacons, seringues).
- Ils ont réussi à fabriquer 20 types de produits. Aujourd'hui, les laboratoires INPHA-MEDIS fabriquent 124DE pour 135 produits pharmaceutiques, dont 86 produits de forme sèche, 24 produits forme liquide, 25 produits forme stérile
- Ce pas gigantesque dans le domaine de la production, leur permis de se classer parmi les 10 meilleures entreprises à l'échelle nationale En 2018 Les laboratoire INPHA-MEDIS sont une société par actions, dont le capital est de 1.320.000.000 dinars algériens. Elle s'étend sur une superficie de 10 000 m² et dispose d'un effectif de 580 employés. Elles se situent à Sidi Kaci, Ben M'Hidi, El Taref.

- L'entreprise possède les certifications suivantes :
 - ISO 9001: 2008 Management de la qualité en 2013
 - ISO.9001:2015 Management de la qualité en 2016
 - ISO 14001: 2015 Management environnemental
 - ISO.45001:2018 Management de la santé et sécurité au travail en 2018

- Activités de fabrication pharmaceutique autorisées du site :

INPHA-MédiS a obtenu sa première Autorisation de Fabrication en février 2005 pour les activités de fabrication de produits pharmaceutiques présentés sous forme de liquide non stérile à usage oral (sirops et suspensions buvables).

- En 2006 : autorisation de conditionnement primaire des formes sèches non antibiotiques (comprimés)
- En 2008 : autorisation de fabrication de produits pharmaceutiques présentés sous formes liquides non stériles à usage oral et secs non antibiotiques
- En 2009 : autorisation de conditionnement secondaire des produits pharmaceutiques présentés sous les formes liquides stériles injectables non antibiotiques
- En 2010 : autorisation de fabrication de produits pharmaceutiques présentés sous la forme sèche antibiotique non bêta-lactamine
- En 2016 : autorisation de fabrication de produits pharmaceutiques présentés sous la forme sèche classe des immunosuppresseurs.
- En 2018 : autorisation de :
 - Fabrication des produits pharmaceutiques présentés sous la forme liquide stérile : collyres, nasals, ampoules et flacons pour solutions injectables, flacons bottle-pack
 - Fabrication de produits pharmaceutiques présentés sous la forme sèche : poudre pour inhalation DPI

La licence d'exploitation accordée par les autorités nationales n'a pas de durée de validité, mais le ministère de la santé fait des inspections régulières pour suivre le respect des exigences BPF et réglementaires.

I .1.2 INPHA-MEDIS comporte trois lignes de production:

- Une ligne de production de forme liquide sirops, ampoules et flacons.
- Une ligne de production de forme sèche comprimées et gélules.
- Une ligne de production de forme stérile et injectable.

Chaque ligne composée de deux parties, une pour la fabrication des produits et l'autre pour leur conditionnement.

I .1.3 Les activités d'INPHA-Médis :

- Le développement.
- Les contrôles des produits fabriqués sur le plan physico-chimiques et microbiologiques.
- Les études de stabilité.
- Le stockage et la distribution des produits.
- La gestion des risques.
- Innovation et L'amélioration des processus de fabrication.

I .1.4 Les objectifs d'INPHA-Médis sont :

- Augmenter sa part dans le marché national
- Intégration du laboratoire dans le marché international
- l'amélioration de la gamme de production et la qualité des produits en gardant des prix compétitifs.

I .1.5 Locaux :

INPHA-Médis s'étend sur une superficie de 10 000 m², se composant de 3 bâtiments :

1/ Un bâtiment administratif

2/ Un bâtiment technique hébergeant : la direction technique, département assurance qualité, unité de fabrication de la forme solide orale (comprimés, gélules, opérations de granulation) unité de fabrication de la forme liquide orale (sirops, suspensions et solutions buvables, sachets) magasin quarantaine et magasin matière première et articles de conditionnement et emballage et laboratoire de développement.

3/ Un bâtiment hébergeant l'unité de fabrication des produits stériles (ampoules de solutions injectables, flacons de solutions injectables, collyres, nasals et BFS), unité de conditionnement

de la forme sèche, unité de fabrication forme sèche (poudres pour inhalation et poudre en sachets), le laboratoire de contrôle de la qualité, et le magasin de stockage des produits fini.

I.1.6 système management de la qualité du fabricant :

Description du système qualité pharmaceutique du fabricant :

La politique qualité de l'entreprise est :

« Les laboratoires INPHA-MédiS s'engagent à veiller à ce que tous les produits sont développés, fabriqués, contrôlés et commercialisés conformément aux normes de la qualité en vigueur, de sécurité et d'efficacité.

La qualité est une responsabilité collective, l'excellence de nos produits processus et systèmes est réalisée par les efforts et la collaboration du personnel de l'entrepris

La mise en œuvre de la politique de la qualité est faite par le biais du système qualité pharmaceutique qui est basé sur les bonnes pratiques de fabrication et la conformité aux normes internationales et nationales et les exigences réglementaires »

La mission du système qualité pharmaceutique est de :

- Participer à maintenir le niveau de la conformité avec la réglementation et les normes pharmaceutiques
- Suivre la production et l'évaluer par des enquêtes, audits, inspections et la gestion des déviations générés au cours de la production ou lors des qualifications, étalonnages et validations
- Assurer la mise en place et actions correctives et préventives, les suivre et les clôturer dans les délais prédéfinis
- Assurer la libération des lots commercialisés en toute conformité avec les BPF et les exigences réglementaires qui est effectués par le pharmacien directeur technique.
- Coordonner entre les différentes directions de l'entreprise par la validation, le suivi et la vérification des intrants, équipements, systèmes et des procédures qui peuvent influencer la qualité des produits de l'entreprise tout au long de leur cycle de vie.

Périodiquement des audits internes et des vérifications sont effectués afin de surveiller la mise en œuvre effective du système qualité. Cette autoévaluation est effectuée par un personnel désigné de l'entreprise.

INPHA-Médis fait aussi appel à des organismes d'audit externes pour une évaluation externe de la conformité de son système management de la qualité pharmaceutique par rapport aux référentiels internationaux.

Ces audits sont enregistrés, des mesures correctives recommandées seront approuvées et mises en application.

Afin d'assurer la conformité du système qualité pharmaceutique, il existe un système documentaire approuvé pour toutes les activités ayant un impact sur la qualité du produit, y compris la production, le contrôle qualité, la maintenance, le stockage et la distribution, l'achat, l'industrialisation et les affaires réglementaires. Le rôle du système qualité est de veiller à ce que ces documents soient appliqués et mise à jour selon les référentiel pré-requis

Les laboratoires INPHA-Médis, appliquent les BPF, la norme ISO 9001, ISO 14001 et ISO 45001 et d'autres exigences réglementaires (ministère de la santé, LNCPP et l'ANPP).

I.1.7 La mission principale d'INPHA-Médis :

La mission principale est de produire et commercialiser des produits pharmaceutiques à usage humain ; tout en respectant les normes internationales (BPF). En veillant à améliorer en permanence la compétitivité de ses produits, à réaliser ses objectifs de croissance et à développer ses ressources humaines.

Le rôle primordial du laboratoire INPHA-Médis est la fabrication d'une gamme de médicaments génériques répondant aux exigences normatives et réglementaires pour la prévention et le traitement de certaines maladies.

INPHA-Médis veulent à travers ses efforts conjugués répondre autant que possible aux problèmes de santé et améliorer la qualité de vie de la population. Les différentes installations d'usine répondent aux exigences des bonnes pratiques de fabrication (BPF).

Les lignes de fabrication sont approvisionnées en fluides, air traité et eau de processus, par le biais d'une galerie technique indépendante, complètement équipée et contrôlée par un système d'automates programmables pour garantir la traçabilité nécessaire.

I.1.8 L'emplacement d'INPHA-médis :

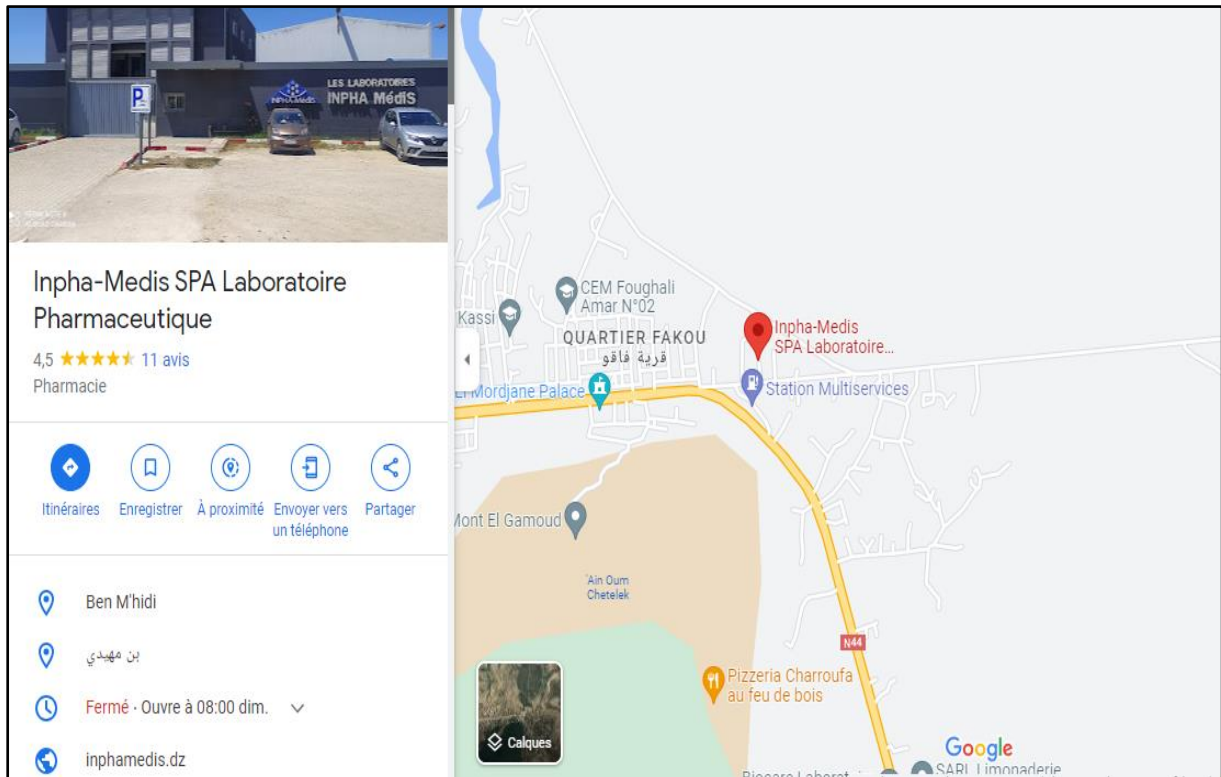


Figure I. 2 : L'emplacement d'INPHA-médis

I.1.9 La cartographie des processus de l'entreprise

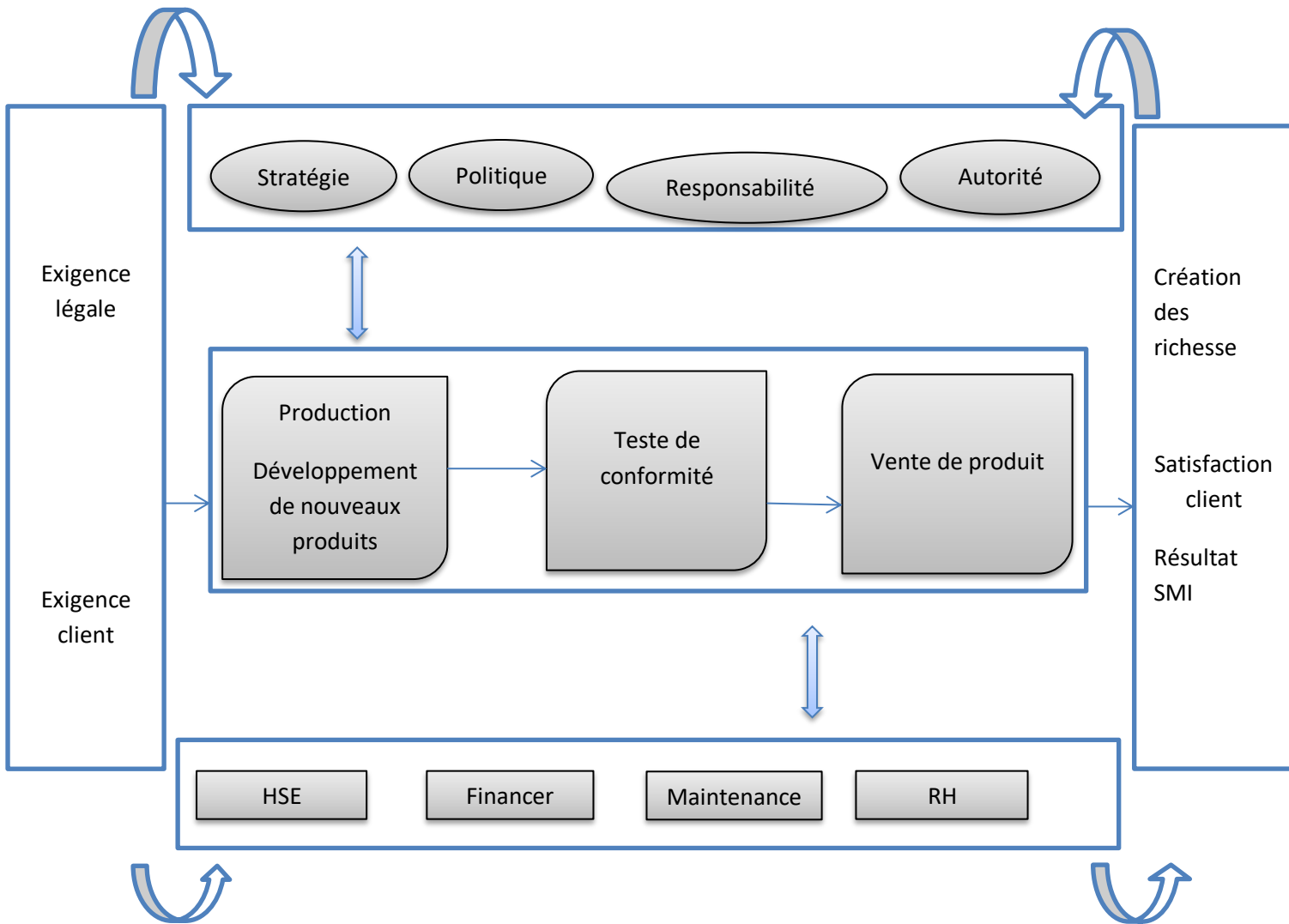


Figure I.3 : La cartographie des processus de l'entreprise

I.1. 10 Les directions de l'entreprise :

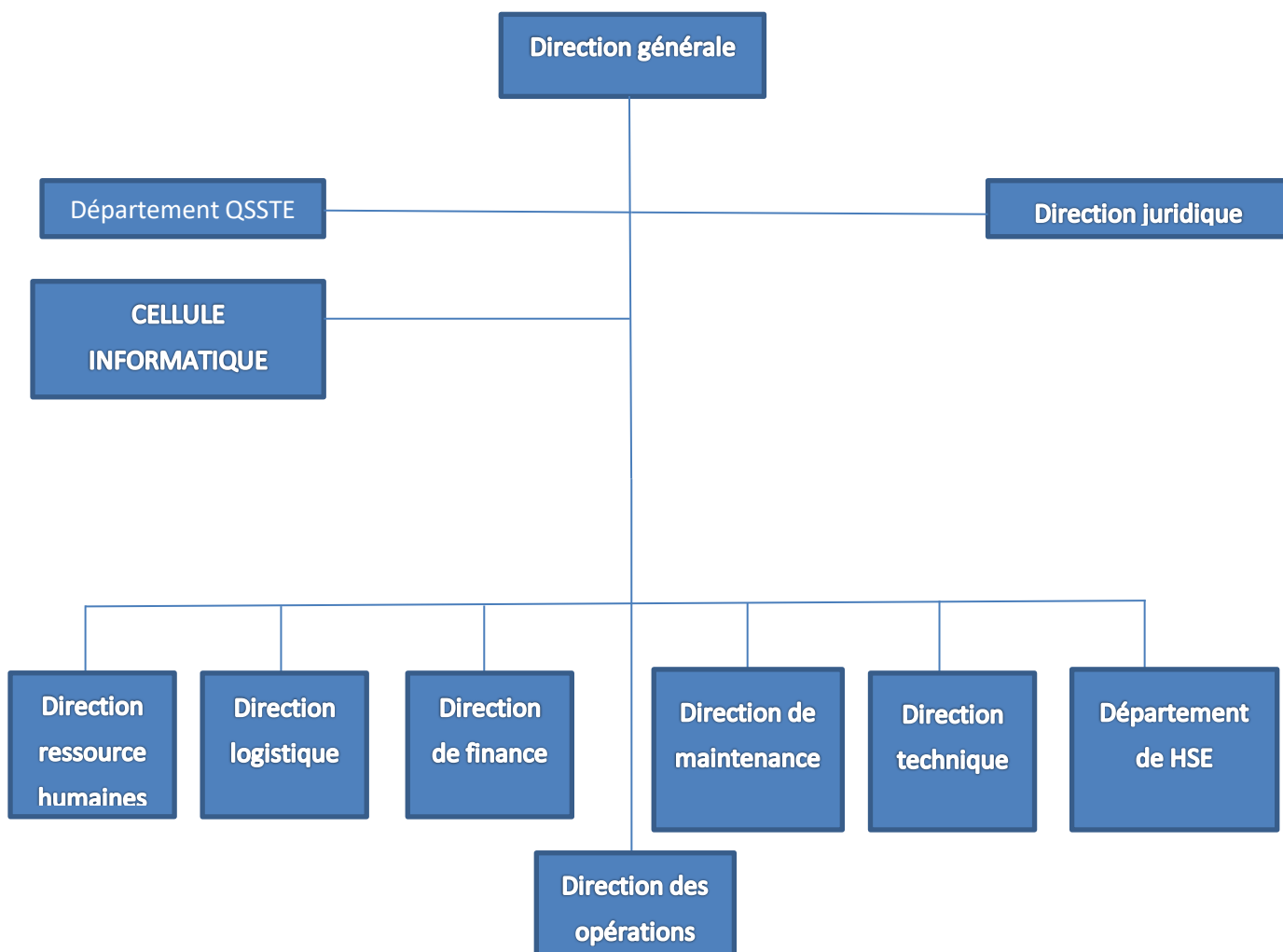


Figure I.4: Les directions de l'entreprise

I.1.11 Le processus d'une intervention dans l'entreprise :

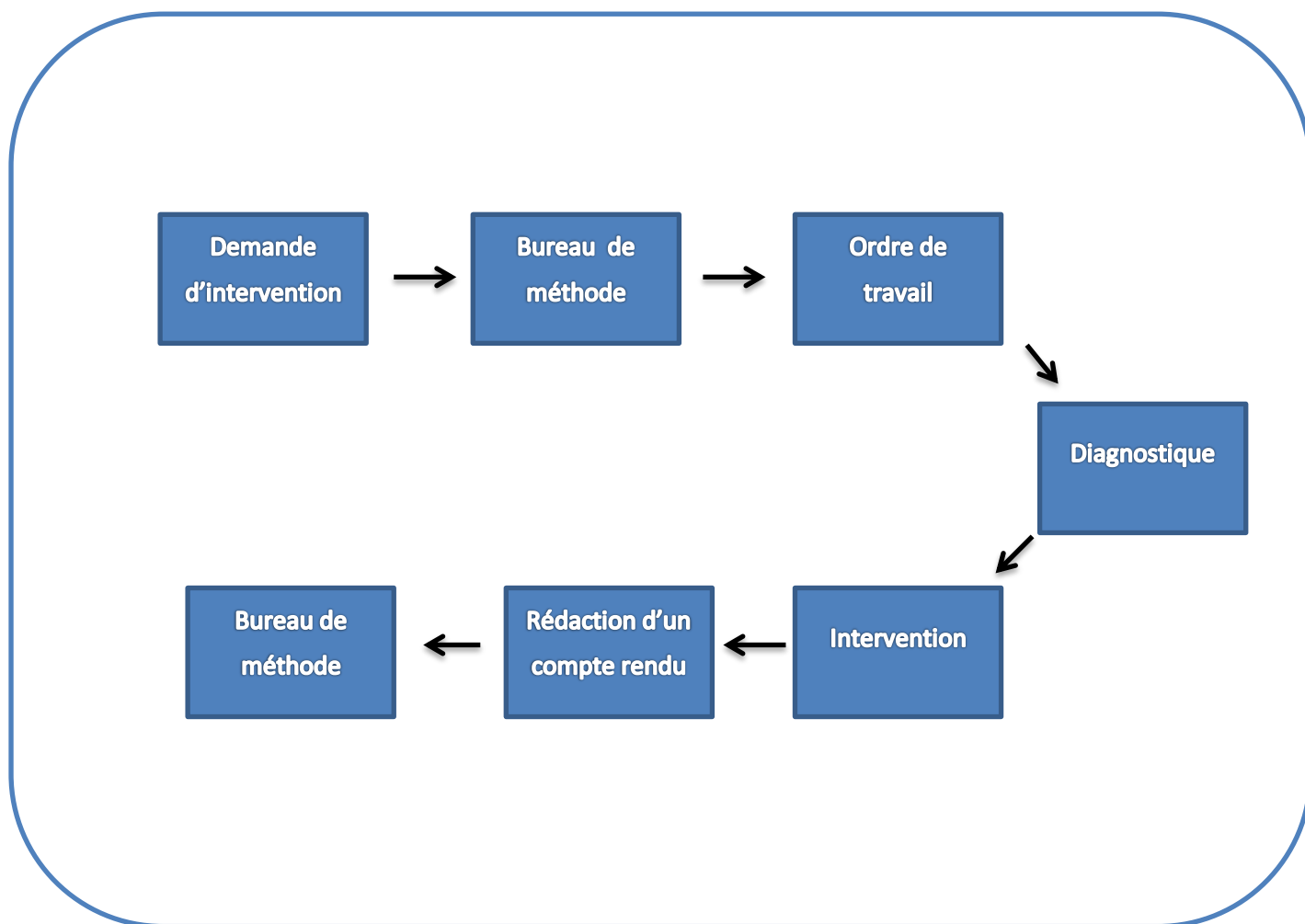


Figure I.5 : Le processus d'une intervention à INPHA-Médis

I.2 Organigramme de la ligne de production de la forme sèche :

Représente le processus nécessaire et structurée pour la fabrication d'un produit manufacturé (comprimés, gélules), c'est un service allant des actions de transformation des matières première jusqu'à la distribution sur le marché pharmaceutique.

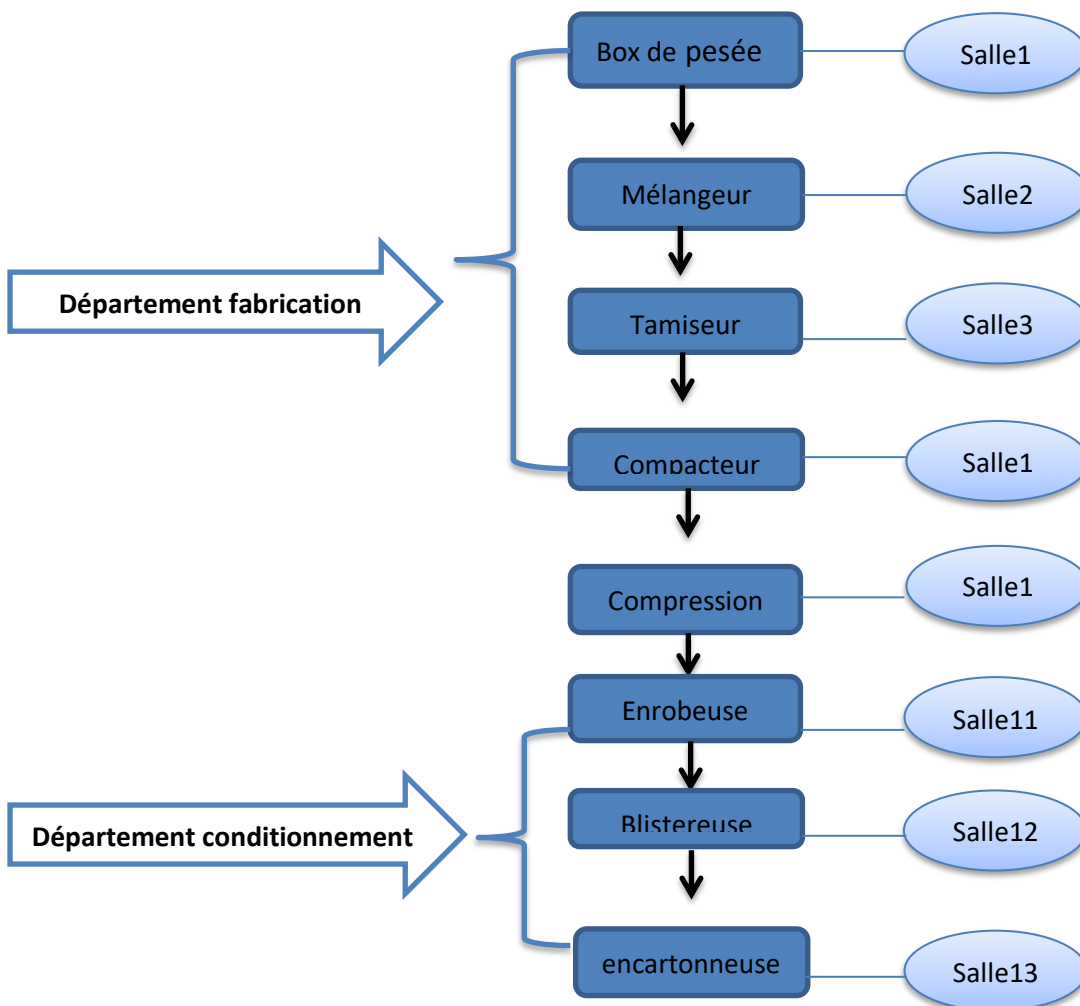


Figure I.6 : Organigramme de la ligne de production de la forme sèche

I .2.1 Contexte théorique de chaque machines :

I .2.1.1 Boxe de pesée

C'est une balance qui sert à peser la matière première utilisée pour produire le médicament Elle est formée à l'origine d'une tige mobile (le fléau) et de plateaux dont l'un porte la matière à peser et l'autre les poids marqués.

I .2.1.2 Mélangeur :

Il sert à mélanger la matière première utilisée. Il est composé d'un bin et un motoréducteur, d'une poulie-courroie, d'un arbre de transmission et d'un support. Les joints et les huiles hydrauliques sont remplacés périodiquement.

I .2.1.3 Tamiseur :

Le produit extrait du mélangeur est tamisé afin d'éliminer les particules de grosse taille. Il a une capacité de 130kg

I .2.1.4 Compacteur :

Il sert à compacter et à broyer. Il doit rendre toutes les particules de même taille.

Il est composé d'un laminoir et une broyeuse. Il a une capacité de 60 kg/h. Les joints et les huiles hydrauliques sont remplacés périodiquement.

I .2.1.5 Compression :

Une machine de compression Conçu pour fabriquer tout type de comprimé quel que soit le type de poinçon et peut produire des comprimés oblongs de 11 mm à 25 mm

Composé : d'une matrice et plusieurs poinçons

I .2.1.6 Enrobeuse :

Machine servant à enrober les substances pharmaceutiques à l'étui solide soit sur la surface externe des comprimés soit sur les plaquettes ou emballage fournis avec les capsules en gélatine.

I.2.1.7 Blistereuse

Est une machine très compacte offre une flexibilité maximum pour emballage des médicaments

Composé :

- Support bobine de film pvc.
- Poste de thermoformage du film pvc par outillage à plat.
- Poste de distribution des produits par un bol.
- Vibrant rampes de distribution.

I.2.1.8 Encartonneuse :

Une machine qui permet de former des étuis à partir de découpe pré-collées et introduire automatiquement les produits par poussée ou par tiroir et fermer l'étui.

Composé :

- Poste d'alimentation automatiquement des blisters.
- Chaines à godets réglables.
- Plieuse de notices "GUK".
- Codeur par Embossage.
- Poste d'introduction des blisters avec notices dans les étuis.
- Transfert des étuis par peigne vers postes de fermetures.
- Poste de fermeture.
- Poste d'éjection si défaut.
- Entraînement General par moto-Variateur.
- Carter de protection avec sécurité.

I.3 Organigramme de la ligne de production de la forme liquide :

Représente le processus nécessaire et structurée pour la fabrication d'un produit liquide (sirop, flacons...), c'est un service allant des actions de transformation des matières première jusqu'à la distribution sur le marché pharmaceutique.

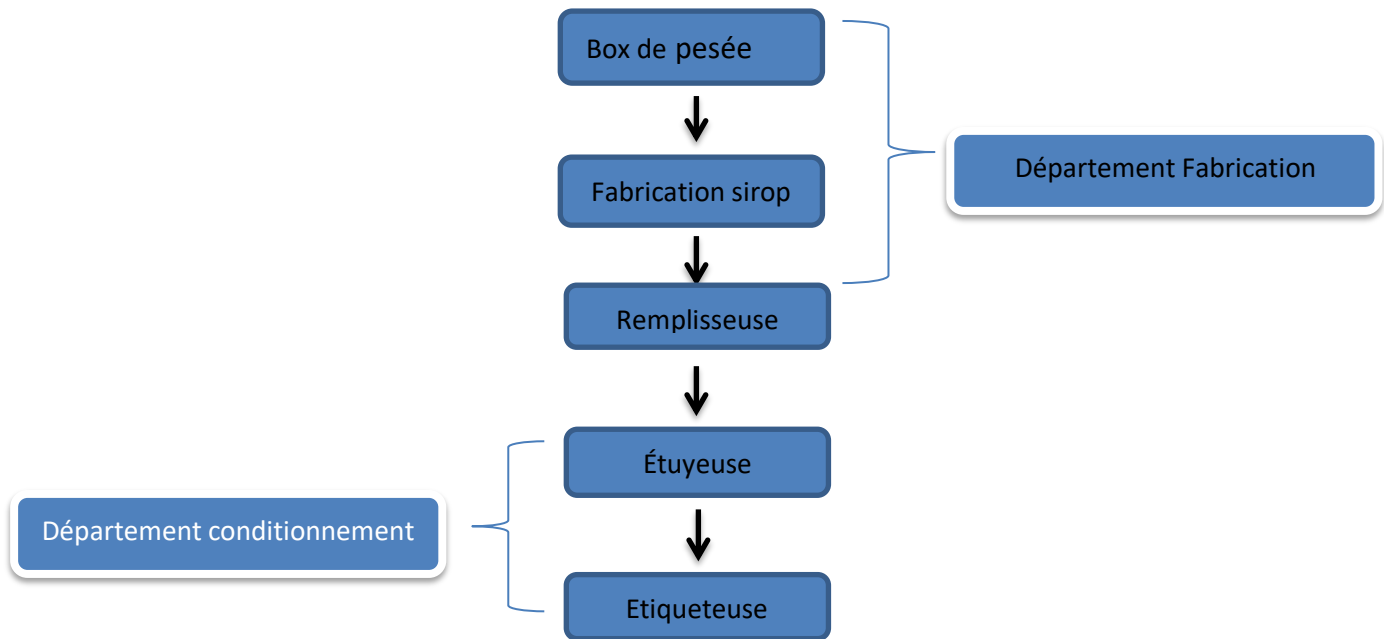


Figure I.7: Organigramme de la ligne de production de la forme liquide

I.3.1 Contexte théorique de chaque machines :

I.3.1.1 Boxe de pesée :

C'est une balance qui sert à peser la matière première utilisée pour produire le médicament Elle est formée à l'origine d'une tige mobile (le fléau) et de plateaux dont l'un porte la matière à peser et l'autre les poids marqués.

I.3.1 .2 Machine fabrication sirop :

Machine fabrication sirop Il sert à mélanger la matière première utilisée.

I.3.1.3 Remplisseuse :

La remplisseuse et boucheuse est une machine d'emballage largement utilisée qui offre un certain nombre d'avantages à l'industrie de l'emballage. Une telle machine élimine les travaux manuels de remplissage des bouteilles et de capsulage. Lorsque la production atteint un certain niveau, il devient nécessaire d'utiliser une machine de remplissage et de bouchage.

I.3.1.4 Une étuiyeuse :

Est une machine utilisée pour former des cartons ou des caisses à des fins d'emballage. Sélectionnez simplement les dimensions et réglez la machine sur la structure souhaitée. Charger ensuite le produit à emballer, le matériel d'emballage et le système de scellage. Couper, plier et assembler sont des tâches que Cartonner peut accomplir seul. Du développement de la boîte au lancement du produit, en passant par le couvercle de la boîte ou du boîtier.

I.3.1.5 Etiqueteuse

Dispositif ou machine pour appliquer ou poser des étiquettes autocollantes sur des produits destinés à la vente.

I.4 SWOT :

Cet outil d'analyse stratégique ou méthode repose sur quatre volets qui sont : Forces (Strengths), Faiblesses ou (Weaknesses), Opportunités ou (Opportunities), Menaces ou (Threats). Ces quatre volets sont répartis deux par deux sur les deux facettes de l'Entreprise, interne et externe, et sur les deux aspects, positif et négatif.

Points forts

- L'entreprise dispose d'une aisance financière.
- Utilisation d'équipements performants et dotés des dernières technologies (HMI, système automatisés, ect...). L'entreprise œuvre toujours à optimiser ses processus.
- Une réelle capacité à s'adapter et à satisfaire les besoins du client (délais, qualités) .

Points faibles

- Gestion des stocks moyennement maitrisé (Rupture répétitive du stock PDR).
- Historique des actions de maintenance non fiable parce qu'insuffisamment renseigné.
- Exploitation partielle du système de GMAO, COSWIN (il manque par exemple l'insertion des coûts des pièces de rechanges, l'absence de messagerie entre les différents départements) .
- Statistiques sur le rendement des équipements, insuffisamment exploitées.
- Rendement sous optimal de certains équipements.

Opportunités

- L'entreprise dispose d'un vrai potentiel pour élargir sa part de marché.
- L'entreprise dispose de réelles capacités pour investir le marché international.

Menaces

- Le marché du médicament en Algérie est dominé par un nombre considérable d'entreprises. La farouche concurrence entre ces divers fabricants est une menace continue de perte de part de marché pour chacun d'eux.
- L'inefficience des plans de maintenance peut affecter la rentabilité de l'entreprise.

CHAPITRE 2

Généralités sur la maintenance

II. Introduction

La maintenance est une phase essentielle du cycle de vie de tout système complexe, assurant un niveau nominal de fonctionnement dans des conditions garantissant la sécurité des utilisateurs et de l'environnement d'une part et sa disponibilité d'autre part. Pour rester compétitives, les entreprises doivent constamment produire de meilleurs produits au coût le plus bas possible. Le service maintenance doit mettre en œuvre la politique de maintenance établie par la direction de l'entreprise. Cette politique doit permettre d'atteindre les performances maximales du système de production.

II.1 Définition :

(Selon norme FDX 60-000 et NF EN 13306-2018)

- Ensemble de toutes les actions technique, 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.

Cette définition appelle les remarques suivantes.

La maintenance et l'ensemble des actions techniques (réparations, serrage, nettoyage, etc.) mais aussi administratives et management. La maintenance, ce n'est pas uniquement réparer ou faire de la maintenance technique, c'est aussi la gestion et de l'organisation. Sans les deux dernières, les résultats pourraient être très mauvais.

* Maintenir: Notion de «prévention» d'un système en fonctionnement.

* Rétablir : Notion de «correction» consécutive à une perte de fonction.

* État : le niveau de compétence et les objectifs attendus de la maintenance. ⁽¹⁾

II.1.1 Les actions de la maintenance :

Les deux grands ensembles d'action de maintenance, techniques, d'un côté, et administratives et de management, de l'autre, sont les suivants : ⁽¹⁾

Action administrative de management

- Méthode et étude
- Ordonancement, préparation, lancement
- Gestion des couts
- Gestion de documentation
- Gestion de stock
- Gestion des équipements et des outillages
- Gestion de ressources humaine

Action technique

- Contrôle d'état
- Localisation de défaillances et diagnostic
- Réparation
- Echange
- Graissage et lubrification
- Réglages

II.1.2 Management de la maintenance :

(Selon norme FDX 60-000 et NF EN 13306-2018)

Toutes les activités des instances de direction qui déterminent les objectifs, la stratégie et les responsabilités concernant la maintenance et qui les mettent en application par des moyens tels que la planification, la maîtrise et le contrôle de la maintenance, l'amélioration des méthodes dans l'entreprise, y compris dans les aspects économiques.

*Le management de la maintenance consiste à piloter toutes les actions visant à atteindre les objectifs fixés. Il nécessite la mise en œuvre d'une communication, basée sur des échanges d'informations avec toutes les autres fonctions de l'entreprise comme des tableaux de bord et suivi d'indicateurs, des comptes rendus et rapports, des recommandations sur les conséquences des choix industriels. ⁽¹⁾

II.1.3 La stratégie de maintenance :

La stratégie de maintenance, qui résulte de la politique de maintenance, impose des choix pour atteindre, voire dépassé, les objectifs fixés.

Ces choix sont à faire pour :

- développer, adapter ou mettre en place des méthodes de maintenance.
- élaborer et optimiser les gammes de maintenance.
- établir les standards de travail.
- définir les méthodes et moyens de sécurité.
- établir des flux d'informations (Flow Charts).
- organiser les équipes de maintenance.
- gérer les stocks et les optimiser.
- gérer les ressources humaines de la maintenance : sélection, recrutement, formation, communication, motivation, etc.

On peut donc considérer les formes de maintenance (corrective, systématique, conditionnelle, prévisionnelle, de routine et améliorative) comme des stratégies de maintenance. ⁽¹⁾

II.2 Politique de maintenance

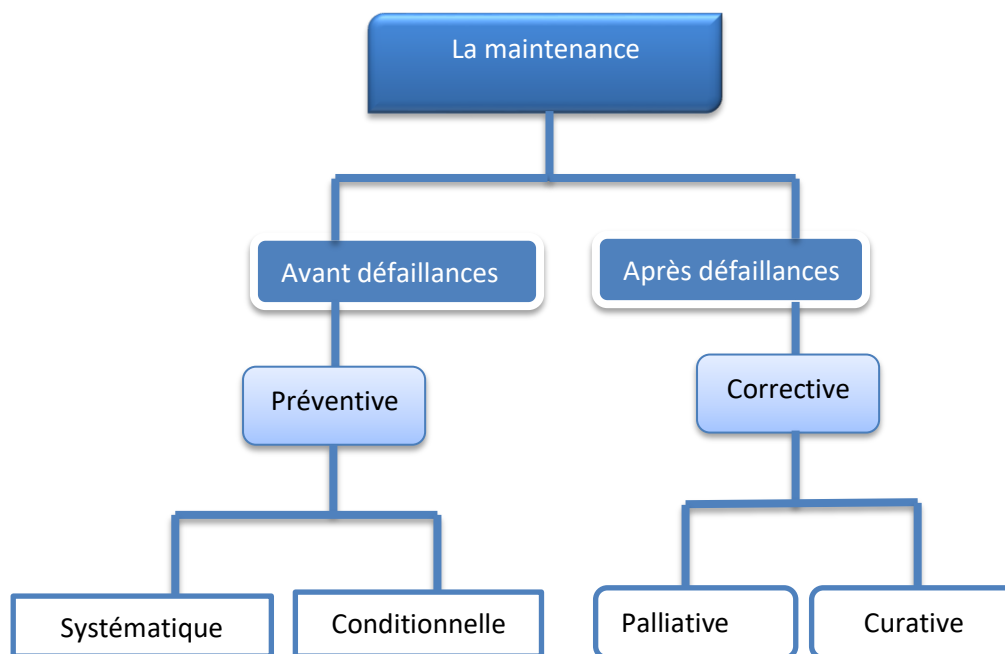


Figure II.1 : Politique et stratégies de maintenance

II.2.1 La maintenance corrective :

La maintenance corrective consiste à effectuer des actions de réparation ou de remplacement sur un bien après la détection d'une panne, afin de le remettre dans un état où il peut accomplir sa fonction requise. Cette maintenance peut être réalisée immédiatement après la détection de la panne ou de manière différée, en respectant les règles de maintenance établies.

Lorsque la maintenance corrective est effectuée sans délai après la détection d'une panne, elle peut revêtir un caractère urgent. L'objectif est d'éviter les conséquences directes ou indirectes qui pourraient être inacceptables. Dans de telles situations, il est crucial d'intervenir rapidement pour rétablir le bon fonctionnement du bien et prévenir tout impact négatif sur la sécurité, la production ou d'autres aspects importants. ⁽²⁾

II.2.1.1 Maintenance palliative :

La maintenance palliative est une forme de maintenance qui vise à rétablir temporairement le fonctionnement d'un équipement en cas de panne ou de défaillance. Bien qu'elle fournisse une solution provisoire, il est important de compléter cette action par des mesures supplémentaires afin de résoudre définitivement les problèmes sous-jacents et de prévenir de futures pannes.

Elle est effectuée dans des conditions extrêmes et imposée par l'une des situations suivantes :

- un manque de pièces rechange pour effectuer les travaux de réparation nécessaires.
- des contraintes de production à satisfaire ne permettant pas d'avoir suffisamment de temps pour intervenir.
- un manque de compétences capables d'exécuter les travaux. C'est une maintenance dans laquelle on tente seulement d'agir sur les effets sans se préoccuper des causes qui les produisent. Par conséquent elle ne permet pas d'éviter une répétition de certains types de pannes. ⁽²⁾

II.2.1.2 Maintenance curative :

La maintenance curative est effectuée en réponse à un dysfonctionnement de l'équipement. Elle vise à remettre l'équipement en état de fonctionnement en effectuant des réparations complètes.

Lorsqu'un équipement rencontre un dysfonctionnement, la maintenance curative consiste à diagnostiquer la panne ou la défaillance afin d'identifier les causes sous-jacentes. À partir de ce diagnostic, des opérations de maintenance appropriées sont déterminées pour remettre l'équipement en état de fonctionnement. Ces opérations peuvent inclure des réparations, des rénovations ou des révisions, selon la nature et l'ampleur du dysfonctionnement. ⁽²⁾

II.2.2 La maintenance préventive :

La maintenance préventive consiste à réaliser des actions planifiées à des intervalles prédéterminés ou selon des critères préétablis dans le but de réduire la probabilité de défaillance ou de dégradation du fonctionnement de l'équipement. ⁽²⁾

Elle vise les principaux objectifs suivants :

- Augmenter la fiabilité d'un équipement, donc réduire les défaillances en service :
- Réduction des coûts de défaillance, amélioration de la disponibilité.
- Augmenter la durée de vie d'un équipement.
- Améliorer l'ordonnancement des travaux, donc les relations avec la production.
- Réduire et régulariser la charge de travail.
- Faciliter la gestion des stocks (consommations prévues à l'avance)
- Assurer la sécurité (moins d'improvisations dangereuses)
- Plus globalement, réduire la part du « fortuit », améliorer le climat des relations humaines (une panne imprévue est toujours génératrice de tensions).

Il existe les différentes formes de maintenance préventive suivantes:

II.2.2.1 La maintenance systématique:

C'est une maintenance planifiée selon une fréquence de temps fixe (échancier établi : jour, semaine, mois, année) ou de temps de fonctionnement ou de nombre d'unités d'usage (valeur compteur : heures de marche, pièces fabriquées, distance parcourue,...), l'objectif étant de remplacer les pièces d'usure avant l'apparition d'un dysfonctionnement.

II.2.2.2 La maintenance conditionnelle :

La maintenance conditionnelle consiste à surveiller en permanence le fonctionnement d'un bien et à prendre des actions de maintenance préventive basées sur les résultats de cette surveillance. Elle permet de prévenir les défaillances en détectant les signes de dégradation et en effectuant les actions nécessaires pour maintenir l'équipement en bon état de fonctionnement. C'est une méthode moderne qui permet un suivi continu du matériel en service dans le but de prévenir les défaillances et d'optimiser la disponibilité et la fiabilité de l'équipement.

II.2.2.3 La maintenance prévisionnelle :

Elle est basée sur l'analyse des mesures de certains paramètres de l'équipement: température, vibration, qualité des huiles, ..., pour tenter d'éviter un dysfonctionnement.

Elle est aussi définie comme « maintenance préventive exécutée en suivant les prévisions extrapolées de l'analyse et de l'évaluation de paramètres significatifs de la dégradation du bien. ».

- Ces deux types de maintenances préventives sont souvent confondus.

Elles sont déclenchées par les résultats du contrôle de l'état de l'équipement ou de la mesure de ses paramètres de fonctionnement.

- La mise en place d'un tel type de maintenance nécessite des choix préalables qui sont, généralement faits de deux manières différentes :
- Les organes importants et vitaux pour le fonctionnement des installations.
- Les organes ayant présenté des défaillances dont la connaissance par retour d'expérience aura permis d'évaluer les risques et leur gravité. Pour cela il est utilisé certaines techniques comme l'A.M.D.E.C. (Analyse des Méthodes de Défaillance, de leur Effets et de leur Criticité), qui est une méthode d'analyse de la fiabilité qui permet de recenser les défaillances dont les conséquences affectent le fonctionnement d'un système donné, pour déterminer les organes à suivre. .

II.3 Les objectifs de la maintenance :

Les objectifs de la maintenance sont

- Assurer la continuité de la production conformément aux prévisions établies.
- Respecter les délais fixés pour les différentes activités et processus.
- Maintenir la qualité du produit fabriqué ou du service fourni.
- Rechercher l'optimisation des coûts liés à la maintenance, en trouvant un équilibre entre les dépenses nécessaires et les résultats attendus.
- Préserver l'environnement en adoptant des pratiques durables et respectueuses de l'écosystème. Cela peut inclure la réduction des déchets, l'utilisation de technologies plus propres et la prise en compte des aspects environnementaux lors des interventions de maintenance.

Ces objectifs visent à garantir le bon fonctionnement des équipements, à minimiser les interruptions de production, à assurer la satisfaction des clients et à contribuer à la performance

globale de l'entreprise. En atteignant ces objectifs, la maintenance contribue à la rentabilité, à la compétitivité et à la durabilité de l'organisation. ⁽³⁾

II.4 Niveaux de maintenance :

La maintenance et l'exploitation d'un bien impliquent la réalisation de nombreuses opérations, certaines étant répétitives et d'autres étant occasionnelles. Ces opérations sont généralement regroupées en 5 niveaux de maintenance pour en faciliter la classification. ⁽⁴⁾

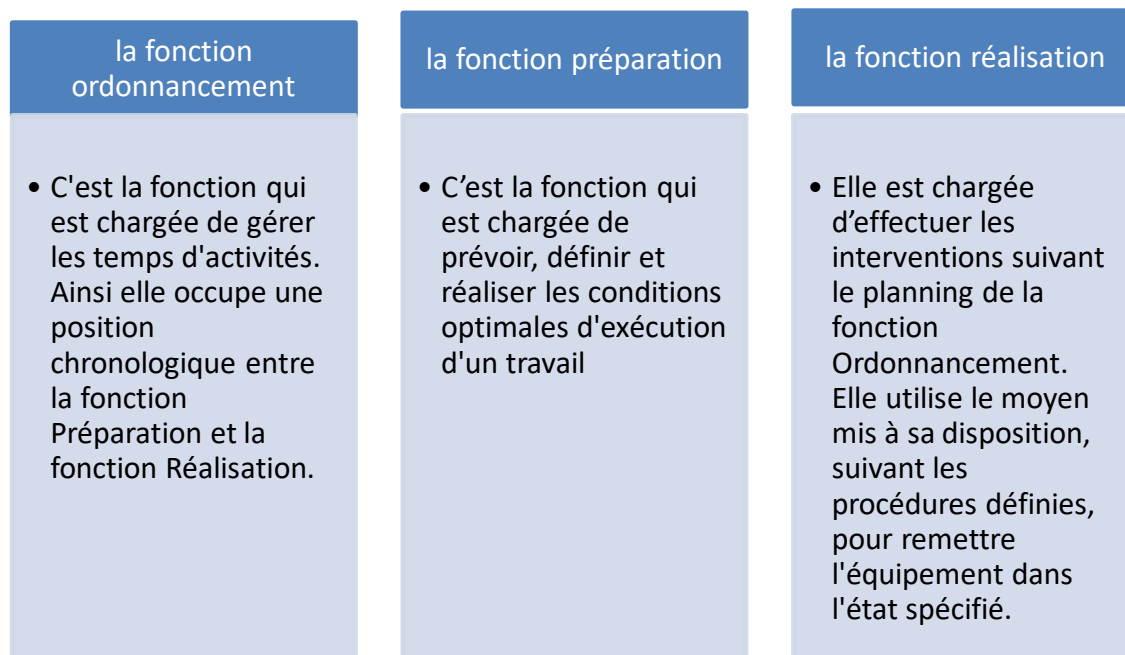
<i>Niveau 1</i>	Réglages simples prévus par le constructeur au moyen d'organes accessibles sans aucun démontage d'équipement ou échange d'éléments accessibles en toute sécurité. Par l'exploitant sur place/Personnel de production Avec de l'outillage léger défini dans des procédures.
Niveau 2	Dépannage par échange standard d'éléments prévus à cet effet ou d'opérations mineures de maintenance préventives (rondes) Par un technicien habilité, sur place Avec de l'outillage léger défini dans des procédures, ainsi que des pièces de rechange trouvées à proximité, sans délai.
Niveau 3	Identification et diagnostic de panne, réparation par échange de composants fonctionnels, réparations mécaniques mineures. Par un technicien spécialisé, sur place ou en local de maintenance. Avec l'outillage prévu plus appareil de mesure, banc d'essai, contrôle...
Niveau 4	Travaux importants de maintenance corrective ou préventive. Par une équipe encadrée par un technicien spécialisé, en atelier central. Avec de l'outillage général plus spécialisé, matériel d'essai, de contrôle... .
<u>Niveau 5</u>	Travaux de rénovation, de reconstruction ou réparations importantes confiées à un atelier central. par une équipe complète, polyvalente, en atelier central. Avec des moyens proches de la fabrication par le constructeur.

II.5 Organisation des opérations de maintenance :

Les opérations de maintenance sont organisées en fonction de la planification des travaux et de la gestion des pièces de rechange et de tableau de bord de la maintenance. ⁽⁵⁾

❖ Planification des travaux de maintenance :

Une bonne planification des travaux de maintenance repose sur une bonne organisation des fonctions préparation, ordonnancement, et réalisation et des informations recueillies des tableaux de bord.



En résumé nous pouvons retenir:

La fonction préparation affecte une durée pour l'intervention.

- La fonction ordonnancement planifie l'intervention en la date et heure de début.
- La fonction réalisation, au moment choisi par l'ordonnancement suivant les prescriptions de la préparation, la met en œuvre.

❖ Gestion des pièces de rechange

En matière de gestion des stocks, il est nécessaire de prévoir les quantités à commander ainsi que les dates de réapprovisionnement. L'approvisionnement joue un rôle crucial en mettant à disposition, de manière opportune, les pièces de rechange nécessaires aux activités de maintenance. L'objectif principal est de minimiser le coût total de ces opérations.

La gestion des stocks pour l'approvisionnement de pièces de rechange consiste à trouver le juste équilibre entre deux objectifs contradictoires : éviter les ruptures de stock tout en minimisant les coûts liés aux stocks excédentaires.

Pour ce faire, il est essentiel d'analyser les données historiques de consommation des pièces de rechange, d'évaluer les délais de livraison et de prendre en compte les niveaux de demande. En se basant sur ces informations, il est possible de déterminer les quantités optimales à commander et les délais de réapprovisionnement afin de garantir un approvisionnement en temps opportun.

Dans le cadre de cette gestion des stocks, des outils tels que les modèles de réapprovisionnement, les techniques d'optimisation des stocks, et les systèmes de gestion informatisés peuvent être utilisés pour faciliter la prise de décision et optimiser les niveaux de stocks.

L'objectif ultime de cette approche est d'assurer un approvisionnement efficace et rentable des pièces de rechange nécessaires à la maintenance, en évitant les coûts liés aux pénuries de stock tout en minimisant les coûts de stockage excessif.

❖ **Tableau de bord de la maintenance :**

Le tableau de bord est un outil de gestion qui permet de piloter et de suivre les activités de maintenance. Il est utilisé par les techniciens pour prendre des décisions éclairées et prioriser les interventions. Les informations affichées sur le tableau de bord sont mises à jour en temps réel grâce aux actions et aux transactions quotidiennes enregistrées dans le système de GMAO (Gestion de la Maintenance Assistée par Ordinateur). Il est à la fois:

- **un outil de mesure** des situations et des comportements humains, économiques et matériels qui doit donner des mesures précises et irréfutables.
- **un moyen de diagnostic**: une augmentation des micro-arrêts sur une ligne de fabrication, un accroissement d'absentéisme, de l'énergie consommée, des pannes ont forcément des causes directes ou indirectes qu'il faut rechercher en augmentant les moyens d'analyse.

- **un moyen de dialogue** et de délégation qui permet le travail en groupe sur des éléments d'évaluation délimitant et canalisant le domaine d'application et les efforts à fournir.
- **un outil de décision** qui permet de réagir très vite dès les premiers symptômes et les premiers écarts annonciateurs de dérives plus importantes. ⁽⁶⁾

II.6 Conclusion :

En conclusion, la maintenance industrielle est un pilier essentiel de la performance et de la pérennité des entreprises industrielles. Elle permet d'assurer la disponibilité et la fiabilité des équipements, de prévenir les pannes, d'optimiser les coûts et de garantir la qualité et la sécurité des opérations. En investissant dans une gestion efficace de la maintenance, les entreprises peuvent bénéficier d'une meilleure rentabilité, d'une plus grande compétitivité et d'une plus grande satisfaction de leurs clients.

CHAPITRE 3

**LA GESTION DE LA MAINTENANCE
ASSISTEE PAR ORDINATEUR**

III Introduction :

Aujourd'hui, dans un environnement industriel en constante évolution, la gestion de la maintenance doit s'adapter pour gérer, consulter, traiter et modifier un grand nombre d'informations. Le développement industriel et technologique offre de nouveaux outils de gestion. Parmi ces nouveaux outils de gestion en trouve la gestion de la maintenance assistée par ordinateur.

La GMAO est une approche qui vise à optimiser la gestion de la maintenance en utilisant des outils informatiques puissants et des technologies avancées. Elle permet de centraliser les informations liées aux équipements, aux actifs et aux activités de maintenance, facilitant ainsi la consultation et le traitement des données.

Grâce à la GMAO, les entreprises peuvent bénéficier d'une visibilité accrue sur les opérations de maintenance. Les données relatives à la maintenance préventive, aux interventions curatives, aux pièces détachées, aux coûts et aux performances peuvent être enregistrées, consultées et analysées de manière plus efficace. Cela permet de prendre des décisions éclairées et d'optimiser la gestion des ressources.

III.1 Gestion de la maintenance :

La gestion de la maintenance consiste à assurer le suivi des actifs de l'entreprise et à superviser les activités de maintenance. L'organisation des activités de maintenance permettra d'optimiser les performances de chaque actif. La maintenance ne se limite pas à la réparation d'actifs tels que les équipements et les machines, mais comprend également d'autres procédures telles que l'inspection et le nettoyage pour maintenir ces actifs en état de fonctionnement.

L'entretien des équipements demande beaucoup de temps et d'efforts. Pour les organisations qui fonctionnent avec de multiples équipements et machines, la gestion de la maintenance est

Un processus important à intégrer, car cette approche méthodologique permet de maintenir les processus en ordre.

L'efficacité est la clé d'une gestion efficace de la maintenance. Certains outils numériques ont des fonctionnalités qui permettent de suivre les activités de maintenance, de créer des listes de contrôle et d'automatiser des processus tels que la programmation et l'attribution de tâches à certains personnels, on parle de gestion de maintenance assisté par ordinateur (GMAO).

III.1.1 Maintenance et informatique :

Il était tout à fait naturel que l'informatique s'intègre dans le processus de maintenance afin de soutenir les activités administratives et de gestion de cette fonction.

Le système d'information de gestion de la maintenance englobe toutes les activités liées à la création, au suivi et au contrôle des informations nécessaires à la fonction de maintenance. Ce système est utilisé pour piloter la fonction de maintenance, servir de base de données documentaire et recueillir les informations en temps réel liées aux actifs. L'ensemble de ces fonctionnalités permet de prendre des décisions quotidiennes d'intervention ainsi que des décisions plus stratégiques de remplacement ou de renouvellement.

Grâce à un système d'information de gestion de la maintenance, les organisations peuvent centraliser et organiser toutes les informations relatives à leurs actifs, telles que les historiques de maintenance, les données techniques, les calendriers d'entretien, les rapports d'inspection, etc. Cela facilite la gestion et la planification des activités de maintenance, tout en offrant une base solide pour prendre des décisions éclairées concernant les interventions quotidiennes ainsi que les choix stratégiques liés au remplacement ou au renouvellement des actifs. ⁽⁷⁾

III.1.2 Les débuts de la GMAO :

L'informatisation de la maintenance est très souvent venue tard dans l'entreprise : un des derniers pavés à informatiser après la comptabilité, la production, les achats.

On a tout d'abord développé et implanté les fonctionnalités dont on avait un besoin immédiat le plan de graissage, les achats et la gestion des stocks de pièces de rechange.

On a encore conservé la description des machines que l'on avait à maintenir sous la forme de fichier type Kardex. On a géré les travaux en appliquant une procédure pour la gestion des bons de travaux, procédure que l'on respectait plus ou moins bien.

En même temps que la maintenance a été reconnue comme fonction fondamentale dans l'entreprise, on a développé cette procédure et on l'a informatisé, ce qui entraînait que l'on informatise aussi le fichier des équipements.

On a voulu par la suite intégrer tous ces îlots d'automatisation. Sont apparus sur le marché bon nombre de progiciels, proposant de couvrir les fonctionnalités dont la maintenance souhaitait disposer. Il s'agit de la naissance de la GMAO (Gestion de Maintenance Assistée par Ordinateur) ; CMMS, Computer Maintenance Management System ; CAMM, Computer Aided Maintenance Management. Ces progiciels permirent de traiter les événements auxquels la maintenance avait à faire face quotidiennement : que ce soit la panne et son traitement, que ce soit l'exécution du préventif, que ce soit la gestion de stock. ⁽⁶⁾

III.2 Présentation de la GMAO :

III.2.1 Introduction a la GMAO :

GMAO (Gestion Maintenance Assistée par Ordinateur) a considérablement changé. Initialement Conçu comme une simple « base de données » permettant de répertorier les équipements sur site et les interventions de maintenance à y effectuer, son périmètre s'est progressivement étendu à la gestion de l'ensemble des activités de maintenance. Les logiciels disponibles sur le marché aujourd'hui vous permettent de comptabiliser les équipements à entretenir, d'identifier et de planifier les interventions nécessaires, de générer des rapports de travail et de gérer les achats et l'inventaire des pièces de rechange. Certains vont même jusqu'à proposer un module "workflow" pour gérer le flux des tâches à effectuer. Les bénéfices obtenus sont indéniables. Une installation correcte de CMMS active certaines fonctionnalités.

Réduisez les temps d'arrêt des machines et optimisez les interventions de maintenance. Maintenance simplifiée et inventaire des pièces de rechange. Elle contribue ainsi à une meilleure maîtrise des coûts et à une gestion plus rationnelle des activités de maintenance.

Pour y arriver, vous devez encore choisir "le bon logiciel"... la décision devient plus difficile. Que l'offre est très large. Selon une étude récente de l'AFIM (Association) : (ingénieurs et responsables de maintenance français) plus de 800 personnes Logiciel GMAO (et diverses aides à la maintenance) pour applications industrielles. S'ils ont tous plus ou moins les mêmes fonctionnalités (on retrouve toujours la gestion des bons de travail, des stocks, des interventions, etc.), vous trouverez une grosse différence entre les logiciels d'entrée de gamme proposant des prix attractifs mais ne convenant généralement qu'aux suivants besoins: Les outils les plus sophistiqués utilisés par les petites entreprises et les applications à grande échelle telles que les entreprises de transport, de télécommunications et de distribution d'eau et de gaz.

III.2.2 Qu'est-ce qu'un progiciel de GMAO:

« Un système informatique de management de la maintenance est un progiciel organisé autour d'une base de données permettant de programmer et de suivre sous les trois aspects techniques, budgétaire et organisationnel, toutes les activités d'un service de maintenance et les objets de cette activité (services, lignes d'atelier, machines, équipements, sous-ensembles, pièces, etc.) à partir de terminaux se trouvant dans les bureaux techniques, les ateliers, les magasins et bureaux d'approvisionnement. » ⁽⁷⁾

III.2.3 Pourquoi une GMAO:

Gestion de la Maintenance Assistée par Ordinateur

- Une GMAO permet une meilleure maîtrise de la gestion des ressources humaines, matérielles et budgétaires.
- Une GMAO permet la réduction des coûts du service maintenance et l'augmentation de la fiabilité des équipements avec une disponibilité maximale.
- Une GMAO maîtrisée doit aboutir à des gains de productivité et d'efficacité et donc une meilleure compétitivité.
- Moins de dépenses en optimisant le budget maintenance.
- Moins de pannes on réduisant au maximum les interventions urgentes.

- Haute disponibilité pour avoir le rendement maximum.
- Meilleure qualité de service pour répondre aux besoins.

- Diminuer la fréquence et la gravité des pannes, augmenter la disponibilité des installations, diminuer le manque de produire. ⁽⁶⁾

III.2.4 L'apport de la GMAO :

La GMAO devra rapporter de l'argent en productivité de la fonction, en efficacité du personnel en disponibilité de l'outil de production, en prolongement de la durée de vie des machines.

Le but est de faire participer la fonction maintenance aux objectifs de performance de l'entreprise : réduction des coûts et amélioration du taux de service contribuant directement à l'amélioration de la productivité et augmentent la compétitivité de l'entreprise. ⁽⁸⁾

La GMAO devra apporter un plus à la gestion du département maintenance :

- Des budgets suivis.
- Des coûts d'entretien détaillés connus.
- Des indicateurs et des outils de pilotage.
- Une connaissance immédiate et un pilotage plus efficace de l'activité.
- La suppression des tâches administratives.
- Une meilleure affectation des équipes de maintenance.

III.2.5 Analyse des différents modules fonctionnels :

Tous les progiciels de GMAO ont en commun la même structure modulaire proposant les mêmes fonctions. Mais, selon les logiciels, les fonctions remplies sont diversement dénommées, réparties et organisées. Prenons comme exemple Sirlog, la première GMAO destinée aux PME développée en France. C'est dans les bureaux techniques (méthodes, ordonnancement, logistique et travaux neufs) que s'effectuera majoritairement la gestion par exploitation des 10 modules analysés. Le « cahier des charges » proposé pour chaque module n'a pas l'ambition d'être exhaustif (chaque service maintenance a ses propres critères), mais d'attirer l'attention sur certains points souvent négligés. ⁽⁶⁾

Les modules analysés sont les suivants :

1. gestion des équipements.
2. gestion du suivi opérationnel des équipements.
3. gestion des interventions en interne et en externe.
4. gestion du préventif.
5. gestion des stocks.
6. gestion des approvisionnements et des achats.
7. analyses des défaillances.
8. gestion du budget et suivi des dépenses.
9. gestion des ressources humaines.
10. tableaux de bord et statistiques.
11. autres modules et interfaçages possibles.

III.3 Systèmes de gestion des bases de données (SGDB) :

Les données étant alors réparties sur plusieurs fichiers. Aujourd'hui, les bases de données sont des systèmes complexes ayant pour fonction de conserver, de gérer et de protéger les données entrées dans un ordinateur, grand système ou micro-ordinateur. Pour les grands systèmes, la base de données la plus diffusée (en 1999) est Oracle. Citons aussi IBM, Ingres, Informix. Pour les micro-ordinateurs, citons Access, SQL Server, Foxpro. Pour l'exploitant, au niveau de l'entreprise, le choix du SGDB est difficilement réversible car les logiciels applicatifs en comptabilité, finances, GPAO et GMAO ne communiquent que s'ils partagent la même base de données. D'où l'importance des critères de « capacité d'évolution » et de « pérennité » de l'éditeur lors du choix d'un SGDB. ⁽⁵⁾

Notre choix est porté sur le système de gestion des bases de données ACCESS en raison de son aisance d'utilisation.

III.3.1 Structure de la base de données maintenance :

L'architecture typique d'un progiciel de GMAO repose sur l'utilisation d'un SGBD (Système de Gestion de Base de Données) qui facilite les échanges et les traitements de données entre les différents modules de la GMAO.

Le SGBD joue un rôle central dans l'architecture de la GMAO en tant que système de stockage et de gestion des données. Il permet de créer, de stocker et de gérer les informations relatives aux équipements, aux tâches de maintenance, aux interventions, aux historiques. ⁽⁹⁾

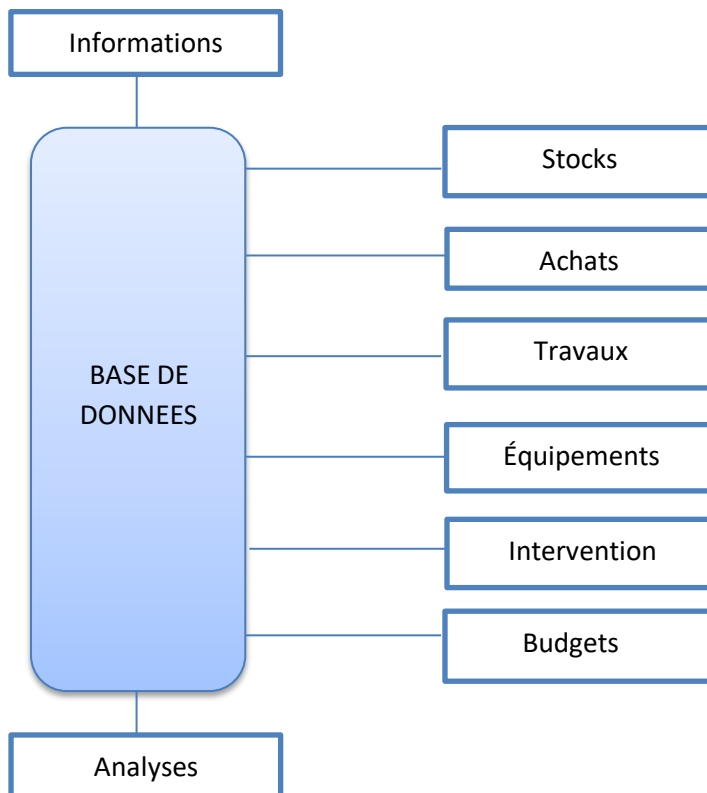


Figure III .1 Structure de SGBD ⁽⁹⁾

III.4 Présentation de la base de données Ms Access

III.4.1 Base de données

Une base de données (BDD ou database en anglais) est un ensemble d'informations organisées de manière à ce que les utilisateurs puissent facilement y accéder, les gérer et les mettre à jour. Les données sont organisées en lignes, colonnes et tableaux et indexées pour faciliter la recherche. Les entreprises utilisent des bases de données pour stocker, gérer et récupérer des informations.

Les bases de données sont couramment utilisées pour récupérer les données enregistrées. L'utilisateur saisit alors une requête. La base de données réside sur le serveur et peut être déplacée à tout moment.

Les possibilités de Microsoft Access sont largement supérieures. Dans ces domaines, surtout si on utilise de grandes quantités de données. Nous expliquons les étapes à travers la structure principale données dans la figure suivante :

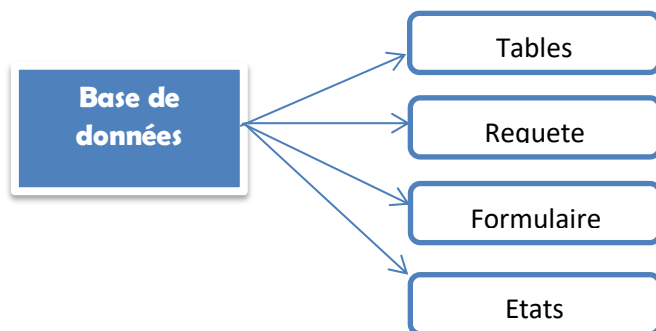


Figure III.2 : structure de la base de données ACCESS

III.4.2 La structure de base de données :

- Lorsque vous utilisez une base de données, vous stockez vos données dans des tables (listes basées sur des objets)

III.4.2.1 Les Tables :

Une table est un objet de base de données que vous utilisez pour stocker des données concernant un sujet spécifique, tel que des employés ou des produits. Une table se compose d'enregistrements et de champs.

Chaque enregistrement contient des données sur une instance du sujet de la table Chaque champ contient des données concernant un aspect du sujet de la table Un enregistrement est constitué de valeurs de champs. ⁽¹⁰⁾

Note

Une base de données peut contenir plusieurs tables, chacune stockant des informations sur un sujet différent. Chaque table peut contenir de nombreux champs de types de données différents, tels que du texte, des nombres, des dates et des liens hypertexte. ⁽¹⁰⁾

Tables	
Blisteruse L1	
Compacteur L1	
Compresseur L1	
Encartonneuse L1	
Enrobeuse L1	
Equipements L1	
Equipements L2	
Etiqueteuse L2	
Etuyeuse L2	
Fabrication sirops L2	
Fournisseurs	
Intervention L1	
Intervention L2	
Mélangeur L1	
Personnelle	
Remplisseuse L2	

Figure III.3 : les tables de la base de données

III.4.2.2 Création d'une table

Pour créer une table, il faut structurer les informations de la table sous forme de champ à remplir.

Chaque champ doit ainsi un nom e doit respecter ses propriétés.

Access donne à ces tables et met à disponibilité les différentes champs leurs propriétés.

La figure, montre un exemple de création de la table « Equipement » il est composée de deux parties : la 1ère partie décrit les noms de champs, les type de données et la description

La 2ème attribue les propriétés pour chaque champ. ⁽¹⁰⁾

La figure III.4, montre le résultat d'une création de tables de champ « Equipement ».

Nom du champ	Type de données	Description
N° D'Equipement	NuméroAuto	
Equipement	Texte	
N° de série	Texte	
Statut équipement	Texte	
Lieu d'instalation	Texte	
Service	Texte	
Fréquence de qualification	Texte	
Constructeur	Texte	

Propriétés du champ	
Général	
Taille du champ	Entier long
Nouvelles valeurs	Incrément
Format	
Légende	
Indexé	Oui - Sans doublons
Balises actives	
Aligner le texte	Général

Figure III.4 : création de la table d'équipement

Equipements L1									
ID	N° D'Equipe	Equipement	N° de série	Statut équipement	Lieu d'installation	Service	Fréquence de qualification	Constructeur	
1									

Figure III.5 : présentation de la table d'équipement

III.4.2.3 Les requêtes :

Une requête vise à obtenir des résultats de données, à effectuer une action sur des données, ou les deux à la fois. Vous pouvez utiliser une requête dans le but d'obtenir une réponse à une question simple, d'effectuer des calculs, de combiner les données de différentes tables, ou encore d'ajouter, modifier ou supprimer des données de table. Les requêtes que vous utilisez pour extraire les données d'une table ou pour effectuer des calculs sont appelées requêtes Sélection. Les requêtes qui ajoutent, modifient ou suppriment des données sont appelées requêtes Action. ⁽¹⁰⁾

Notre base de données est composée de plusieurs requêtes.
















Requêtes	
	Blisteeuse L1 Requête
	Compacteur L1 Requête
	Compresseur L1 Requête
	Encartoneuse L1 Requête
	Enrobeuse L1 Requête
	Etiqueteuse L2 Requête
	Etuyeuse L2 Requête
	Fabrication sirops L2 Requête
	Mélangeur L1 Requête
	Remplisseuse L2 Requête
	Requête (Equipements 1)
	Requête2 (Equipements 2)
	Requête3 (Fournisseurs)
	Requête4 (Intervention 1)
	Requête5 (Intervention 2)

Figure III.6 : Requêtes des Tables

III.4.2.4 Les formulaires :

Un formulaire est un objet de base de données que vous pouvez utiliser pour créer l'interface utilisateur d'une application de base de données. Un formulaire « lié » est un formulaire connecté directement à une source de données telle qu'une table ou une requête. Il peut servir à entrer, modifier ou afficher des données à partir de cette source de données. Vous pouvez également créer un formulaire « indépendant » qui ne se connecte pas directement à une source de données, mais qui contient néanmoins des boutons de commande, des étiquettes et autres contrôles dont vous avez besoin pour faire fonctionner votre application. ⁽¹⁰⁾

La figure III .7, montre un exemple de formulaire de saisie

Requête (Equipements 1)	
Inpha-medis (Equipements ligne 1)	
ID	<input type="text" value="1"/>
N° D'Equipement	<input type="text"/>
Equipement	<input type="text"/>
N° de série	<input type="text"/>
Statut équipement	<input type="text"/>
Lieu d'installation	<input type="text"/>
Service	<input type="text"/>
Fréquence de qualificatior	<input type="text"/>
Constructeur	<input type="text"/>

Figure III.7 exemples de formulaire de saisie.

III.4.2.5 États :

Servent à éditer et à imprimer des documents relatifs à la table, au formulaire et aux différentes requêtes.

Requête (Equipements 1)			
Inpha-medis (Equipements ligne 1)			
ID	N° D'Equipement	Equipement	N° de série
1			

Figure. III.8 états d'équipement

III.5 L'interface

L'interface de notre entreprise est conçue pour répondre aux besoins . Elle offre une plateforme intuitive et conviviale qui permet à employés de travailler de manière efficace et productive, en favorisant la communication et la coordination.

Grâce à interface, les employés peuvent accéder à un tableau de bord personnalisé où ils peuvent visualiser les informations clés, suivre l'avancement de leurs projets et gérer leurs priorités. Ils peuvent également collaborer avec leurs collègues en temps réel, échanger des idées, partager des documents et travailler ensemble de manière transparente.

III.5.1 Menu général

Pour garantir une gestion ordonnée et logique, il est préférable de mettre en place un menu général qui permet aux utilisateurs de naviguer facilement entre les différentes interfaces du système.

LA GESTION DE MAINTENANCE ASSISTEE PAR ORDINATEUR

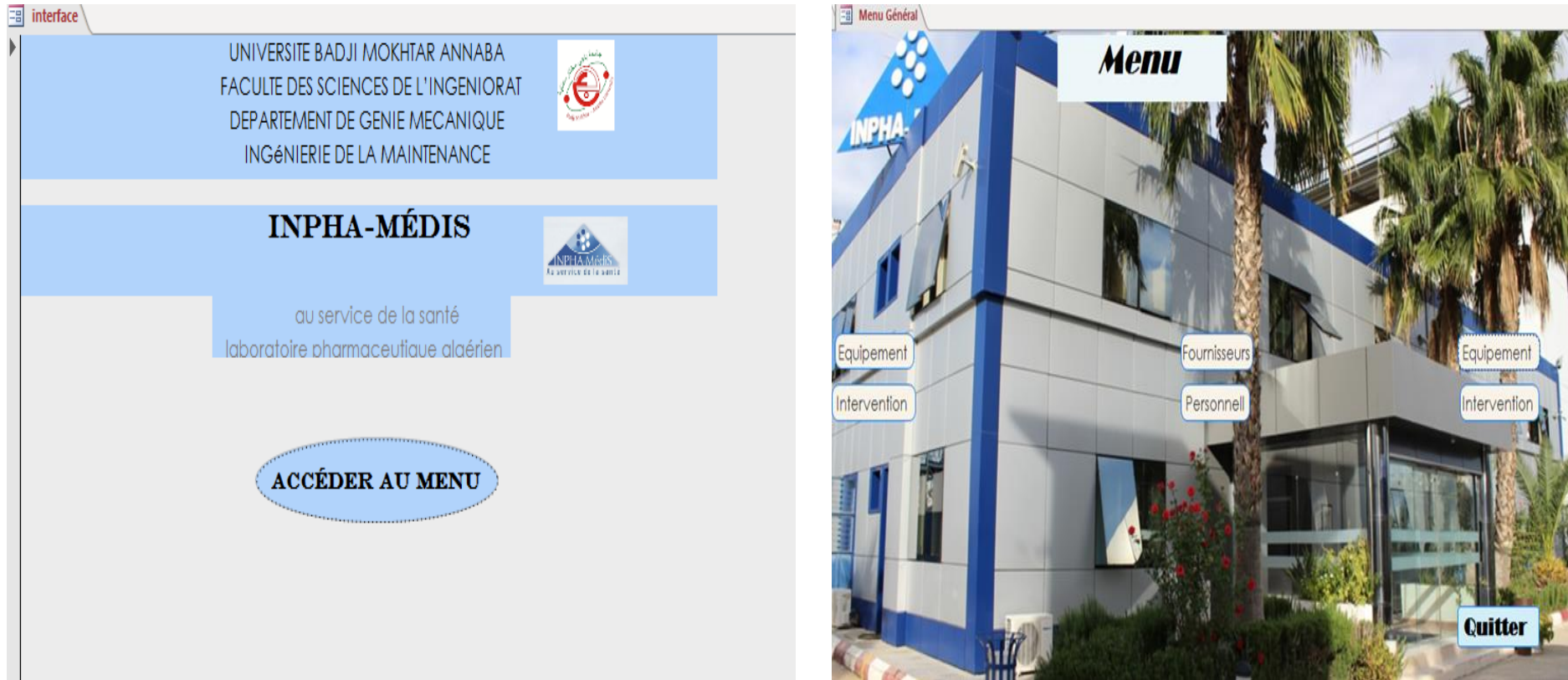


Figure. III.9 Interface de Menu général

III.5.1.1 Interface de ligne 1 :

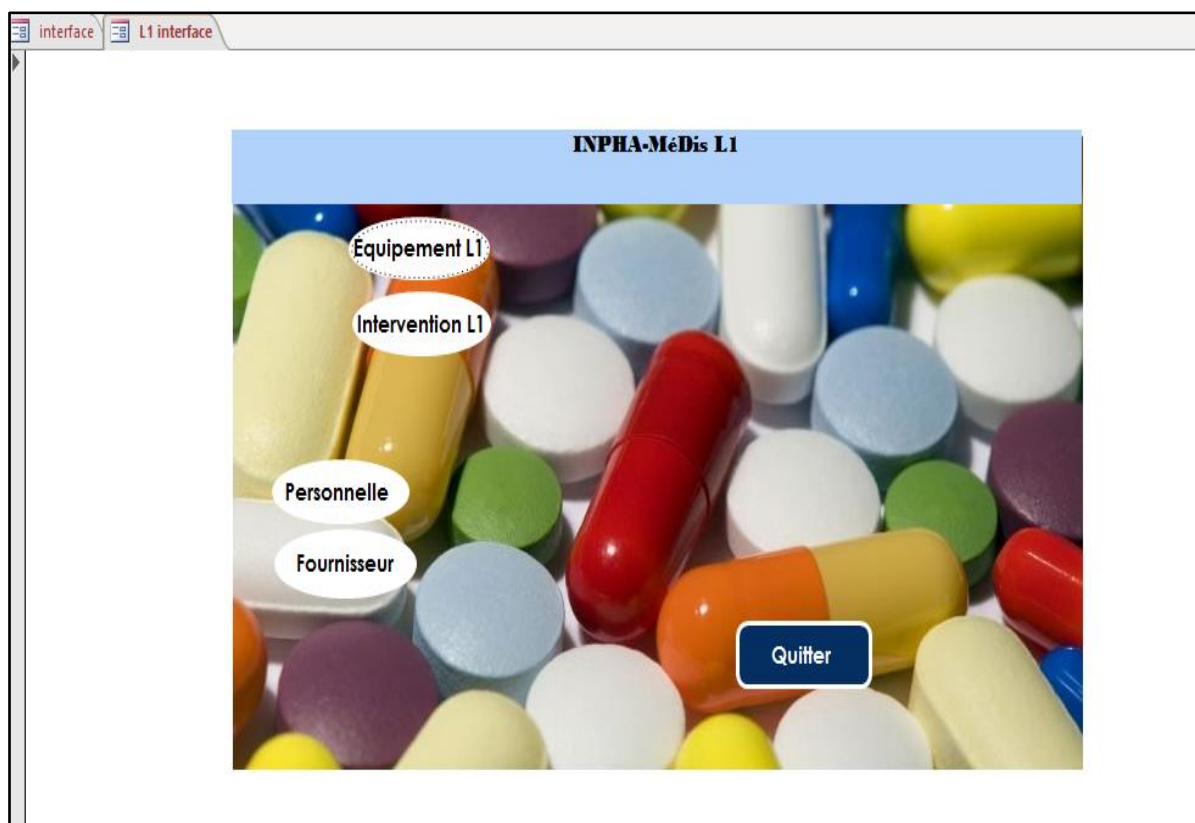


Figure. III.10 Interface L1

III.5.1.1.a Interface d'interventions :

(Intervention L1)
INPHA-MÉDIS

ID	<input type="text"/>
N° Intervention	<input type="text" value="147258"/>
N° D'équipement	<input type="text" value="0026986"/>
Equipement	<input type="text" value="Mélangeur"/>
la panne	<input type="text" value="Arrête en position incliné"/>
Intervention	<input type="text" value="Repositionnement du Mélangeur"/>
Statut Intervention	<input type="text" value="Terminé"/>
Lieu	<input type="text" value="L.Sèche"/>
Service	<input type="text" value="salle 2"/>
Date	<input type="text" value="14/01/2021 08:00:00"/>
DATE FIN INTERVENTION	<input type="text" value="14/01/2021 09:00:00"/>

14 | 1 sur 99 | Aucun filtre | Rechercher

Figure. III.11 Interface d'intervention L1

III.5.1.2 Interface FMD L 1 :

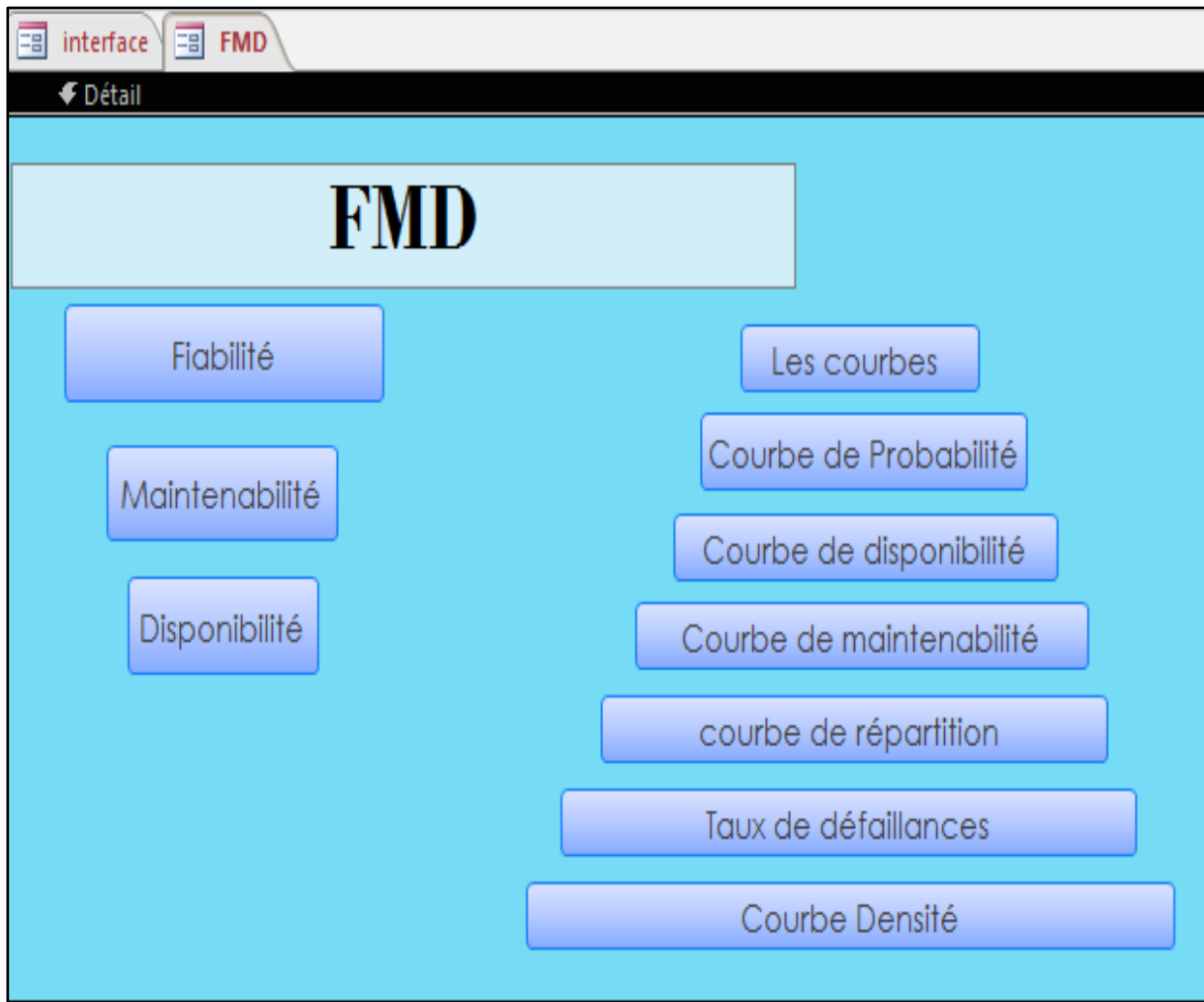


Figure. III.12 Interface FMD

III.5.1.2.a Interface fiabilité :

Fiabilité enrobeuse
INPHA-MÉDIS

N°	4
TBF	456
Béta	0,9771
Etta	204,76
Gamma	1
A	1
B	1
R(t)	0,1140
F(t)	0,1813

4 sur 20 | Aucun filtre | Rechercher

Figure. III.13 Interface fiabilité

III.5.1.2.b La fonction de probabilité R(t) :

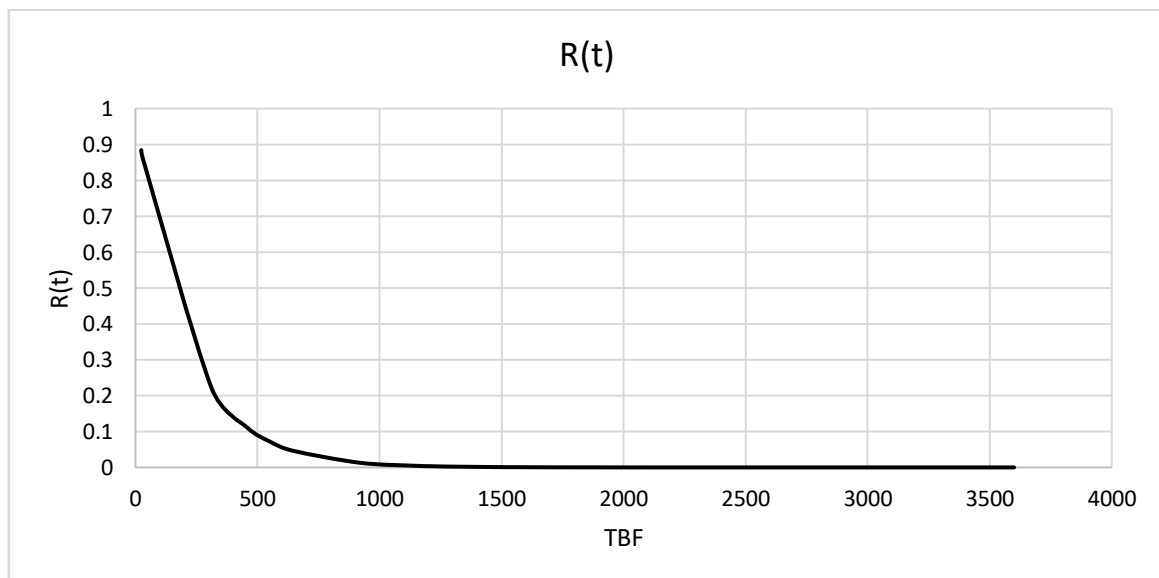


Figure III.14 Courbe de fiabilité

III.5.1.2.c La fonction de répartition :

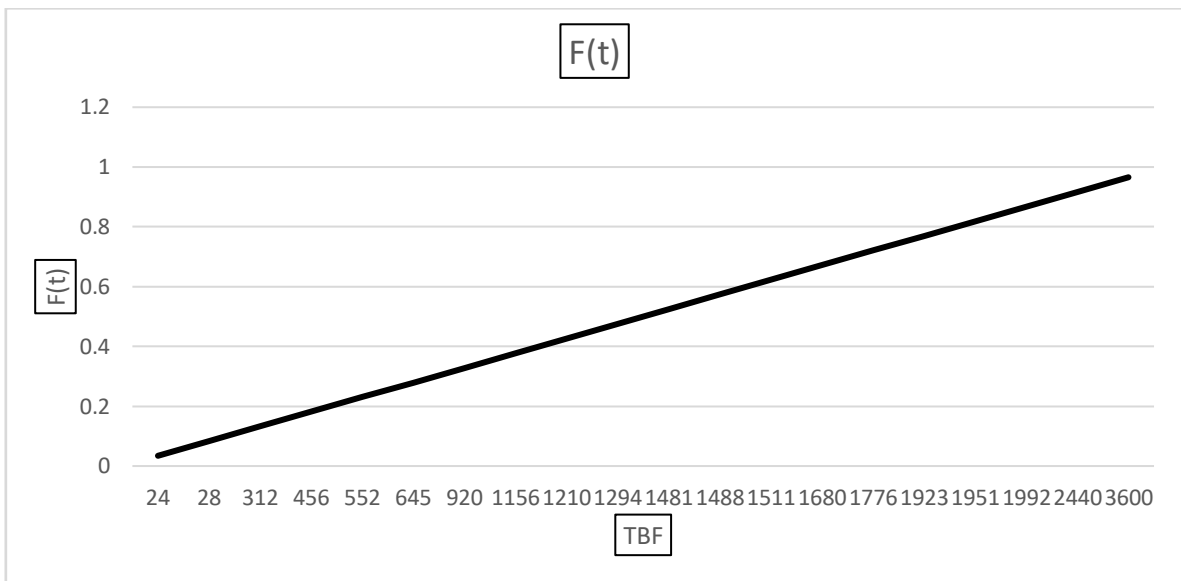


Figure. III.15 Courbe de répartition

III.5.1.2.d La fonction de la densité :

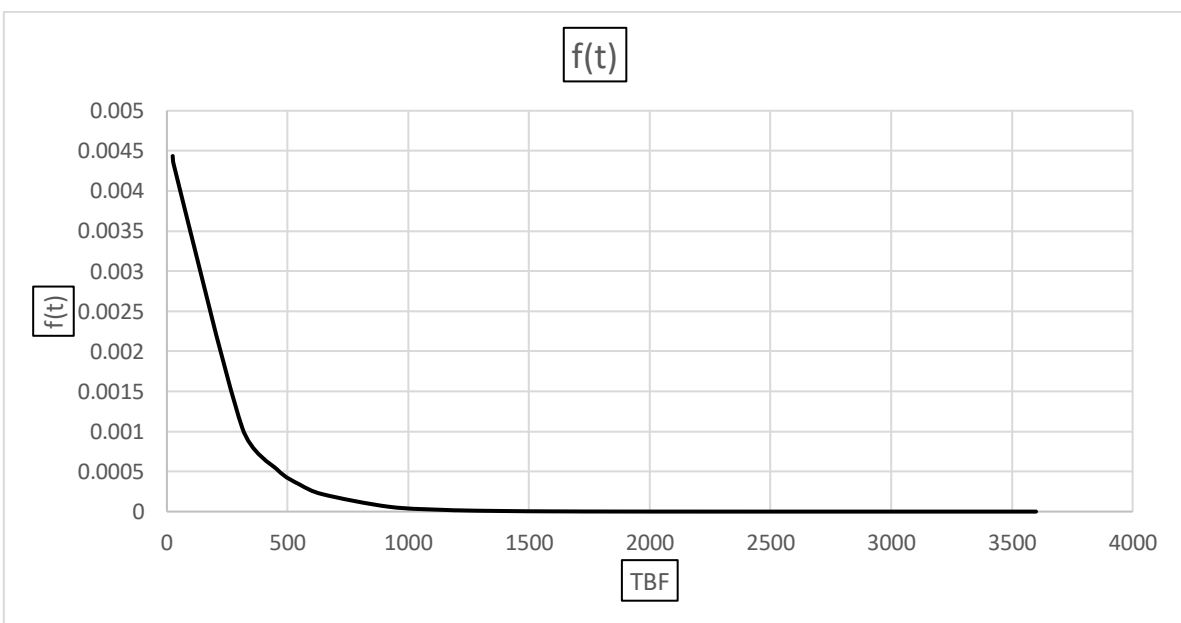


Figure. III.16 Courbe de la densité

III.5.1.2.e La fonction de Taux de défaillances :

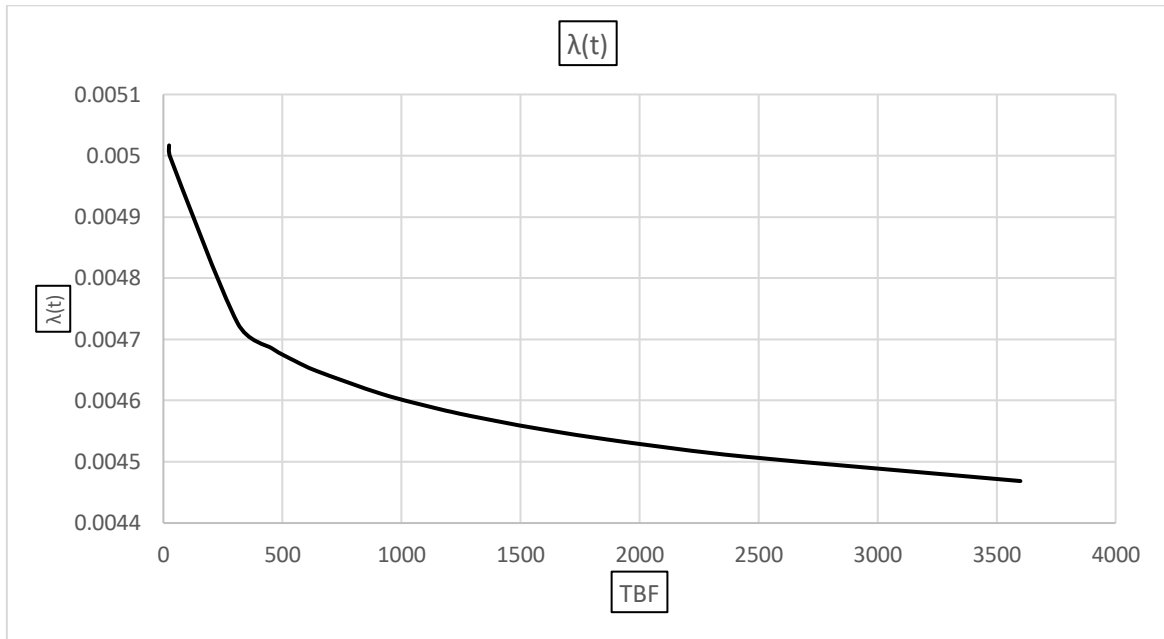


Figure. III.17 Courbe de taux de défaillances

III.5.1.3 Interface maintenabilité :

Figure. III.18 Interface maintenabilité

III.5.1.3.a La fonction de maintenabilité :

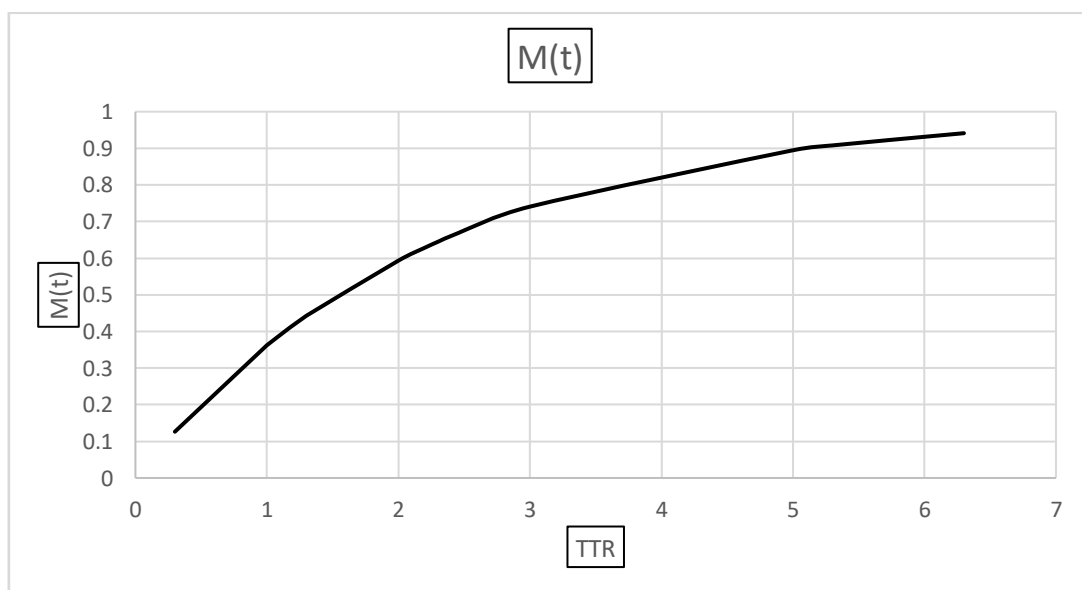


Figure III.19 Courbe de maintenabilité

III.5.1.4 Interface disponibilité :

Interface screenshot showing the following data:

Paramètre	Valeur
N°	6
TTR	1
MTTR	2.13
U	0.46
Taux de défaillances	0.0045
D(t)	0.6919

Figure. III.20 Interface disponibilité

III.5.1.4.a La fonction de disponibilité :

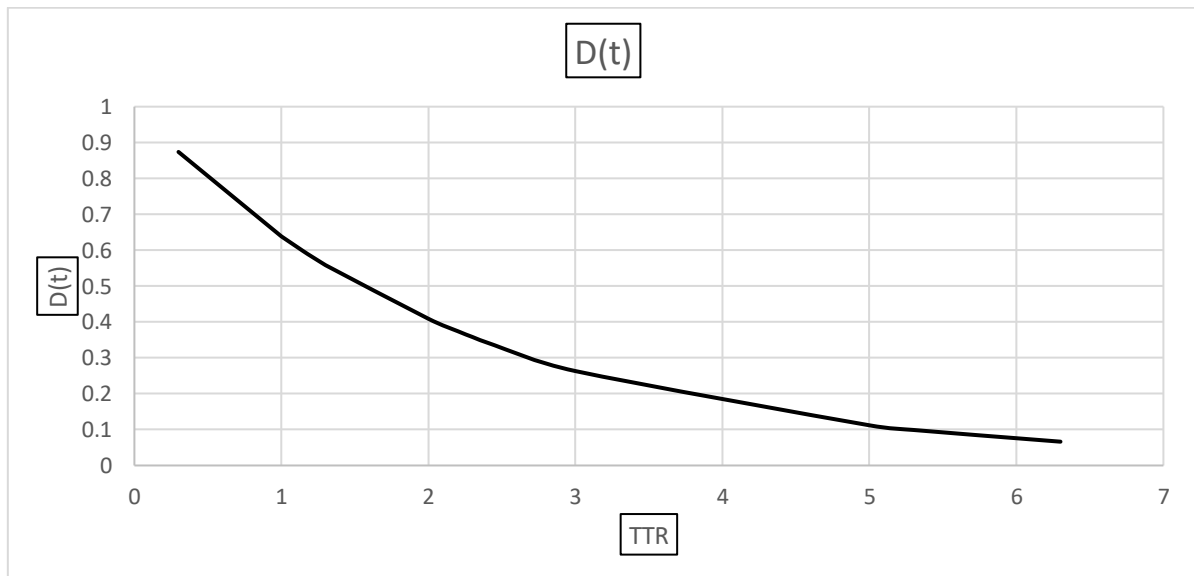


Figure III.21 Courbe de disponibilité

III.5.1.5 Interface ligne 2 :

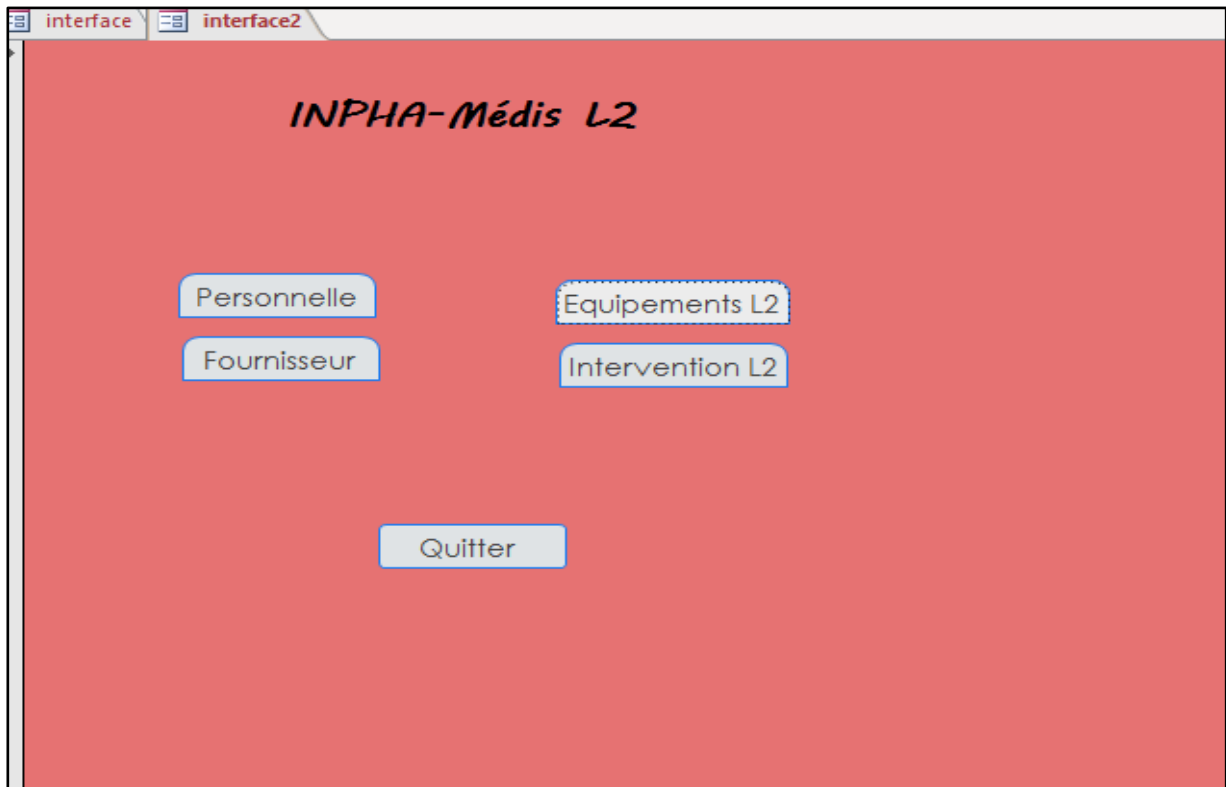


Figure. III.22 Interface L2

III.5.1.5.a Interface de équipements :

ID	1
N° D'Equipement	'00026986
Equipement	Fabrication
N° de série	T 8763
Statut équipement	En Service
Lieu d'installation	L.Léquide
Service	Département Fabrication
Fréquence de qualific:	Annuelle
Constructeur	TELNA

Figure. III.23 Interface équipements

III.5.1.6 Interface FMD L2 :



Figure. III.24 Interface FMD L2

III.5.1.7 Interface fiabilité :

fiabilité fabrication sirop
INPHA-Médis

N°	<input type="text" value="1"/>
TBF	<input type="text" value="50"/>
Béta	<input type="text" value="0,9771"/>
Etta	<input type="text" value="204,76"/>
Gamma	<input type="text" value="1"/>
A	<input type="text" value="1"/>
B	<input type="text" value="1"/>
R(t)	<input type="text" value="0,7915"/>
F(t)	<input type="text" value="0,0426"/>

1 sur 16 | Aucun filtre | Rechercher

Figure. III.25 Interface Fiabilité

III.5.1.7.a La fonction de probabilité R(t) :

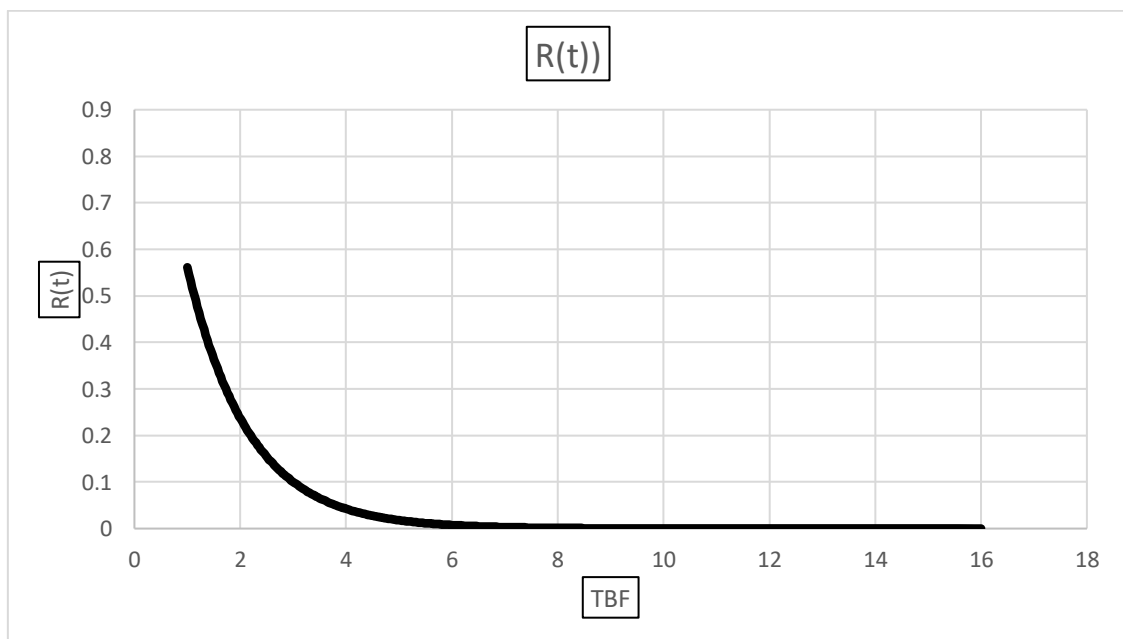


Figure. III.26 Courbe de probabilité

III.5.1.7.b La fonction de répartition :

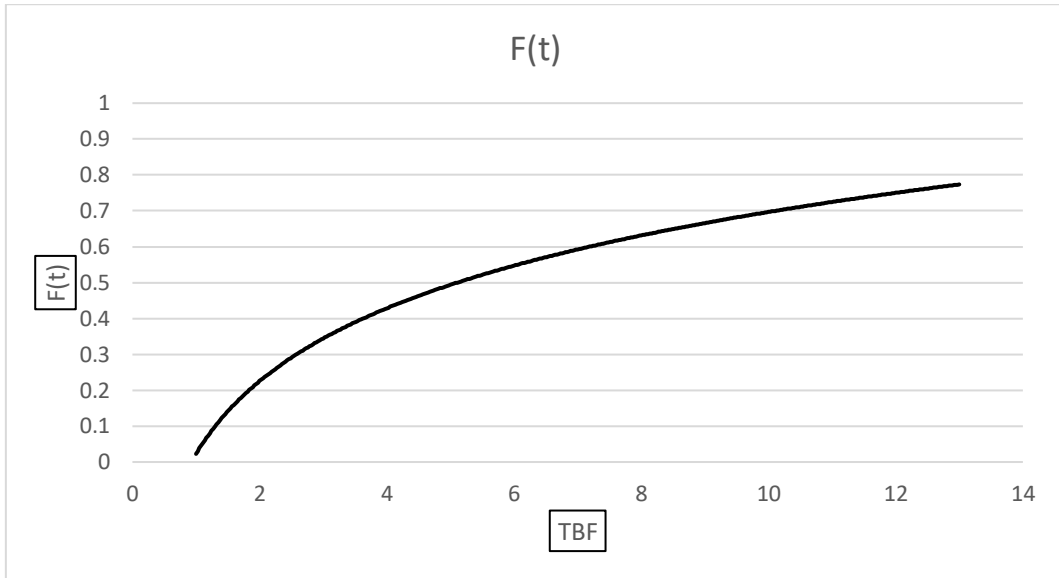


Figure. III.27 Courbe de répartition

III.5.1.7.c La fonction de la densité :

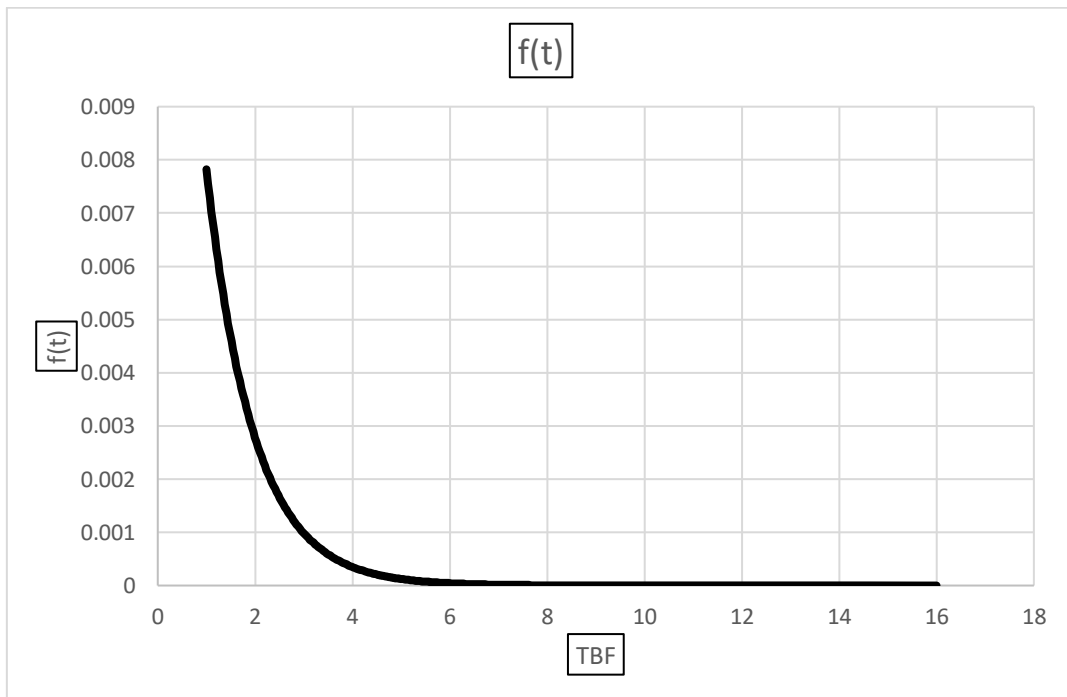


Figure. III.28 Courbe de la densité

III.5.1.7.d La fonction de Taux de défaillances :

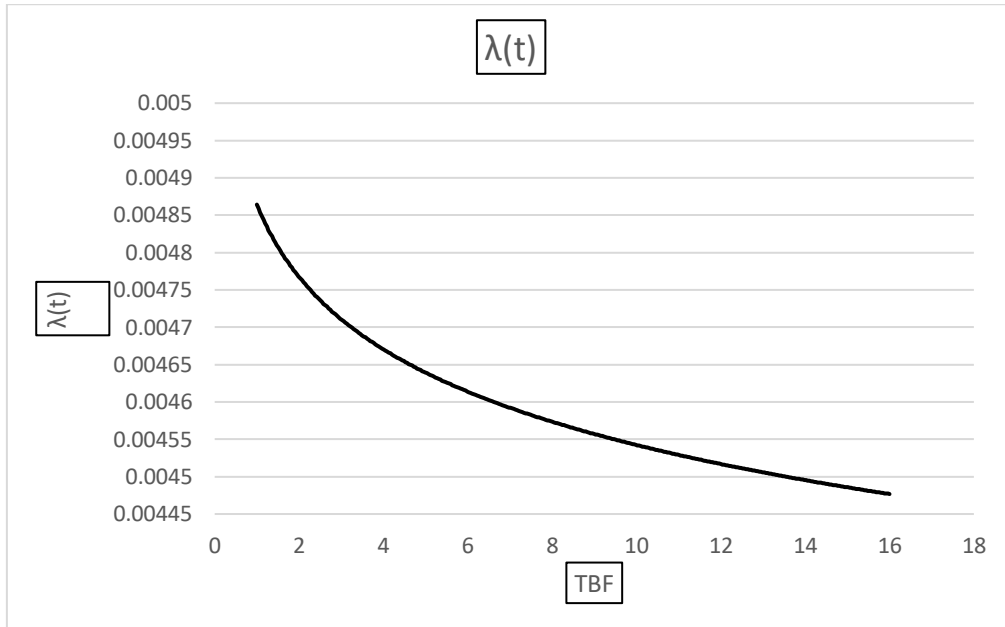


Figure. III.29 Courbe de taux de défaillance

III.5.1.8 Interface de maintenabilité :

Maintenabilité fabrication sirop
INPHA-MéDIS L2

N°	14
TTR	11,3
MTTR	2,13
U	0,33
M(t)	0,9759

Figure. III.30 Interface de maintenabilité

III.5.1.8.a La fonction de maintenabilité :

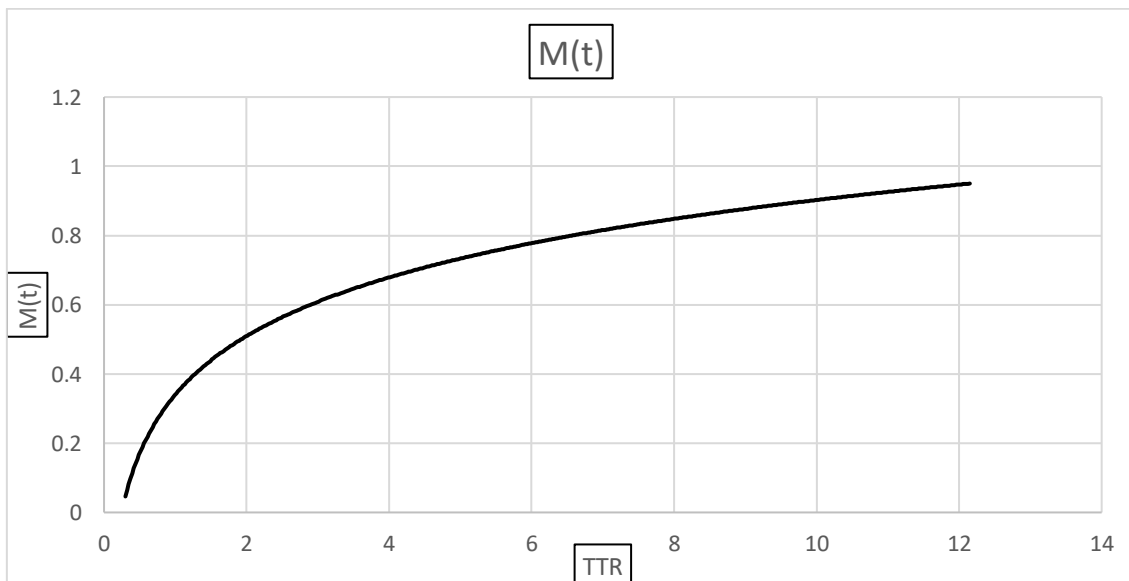


Figure. III.31 Courbe de maintenabilité

III.5.1.9 Interface de disponibilité :

Disponibilité Fabrication sirop
INPHA-MéDIS L2

N°	4
TTR	0,3
MTTR	2,13
U	0,33
Taux de défaillance	0,002325
D(t)	0,9058

Figure. III.32 Interface de disponibilité

III.5.1.9.a La fonction de la disponibilité :

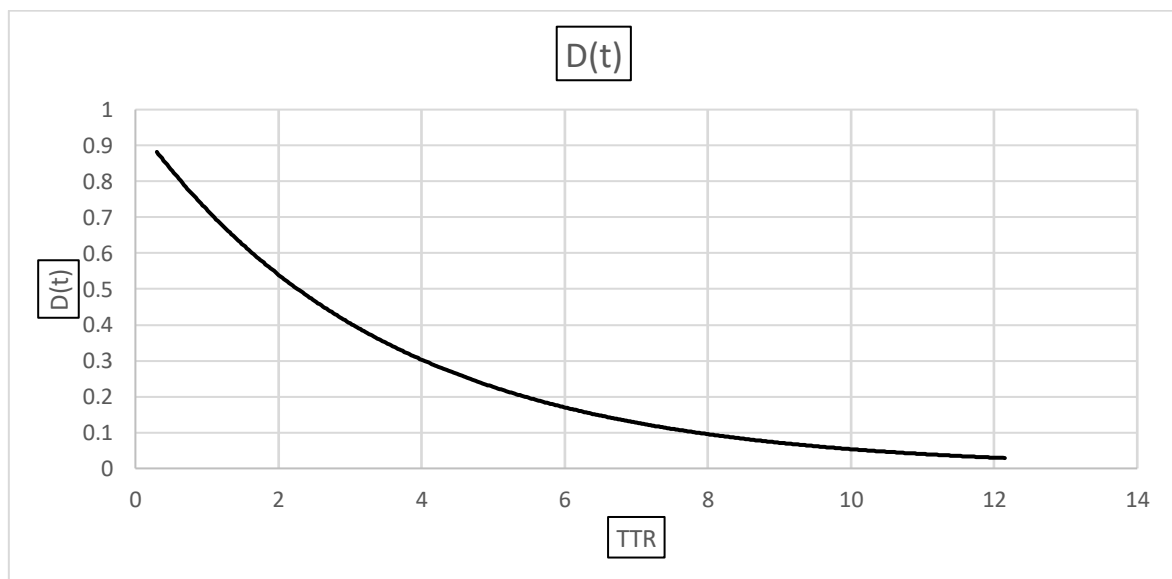


Figure. III.33 Courbe de disponibilité

- Codage des pannes

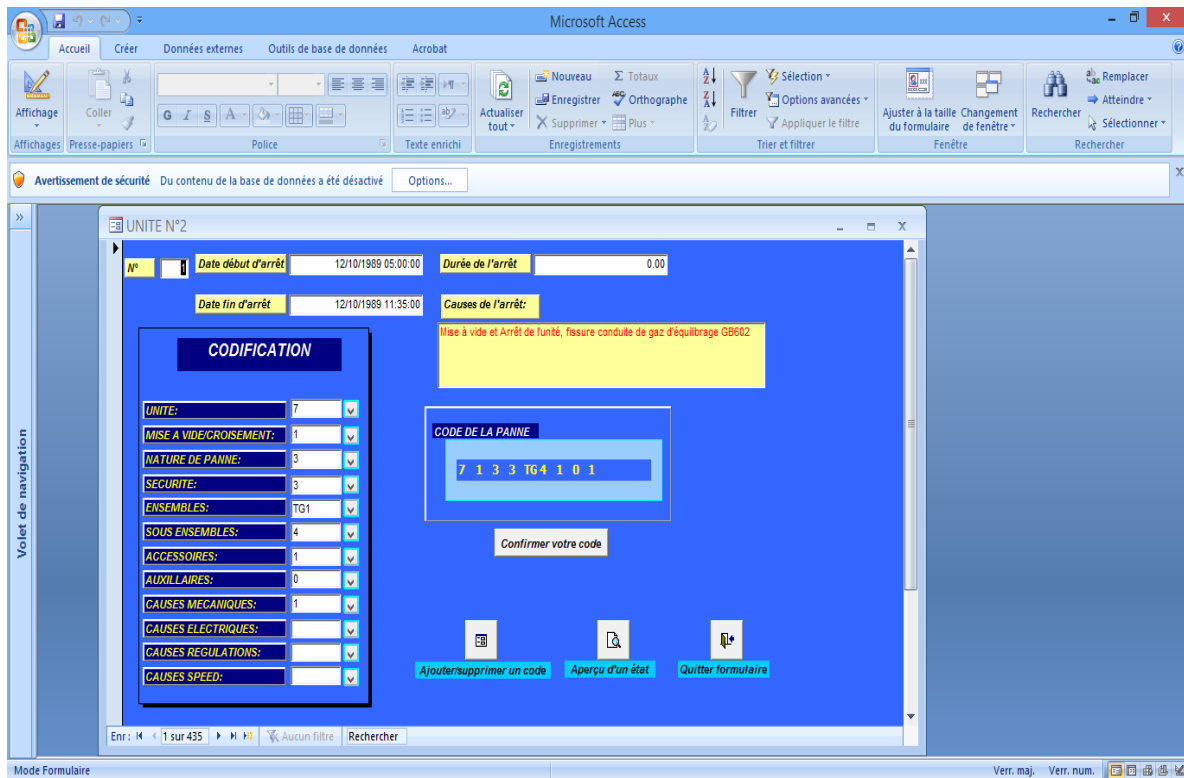


Figure (A) Formulaire de saisie et codage des pannes

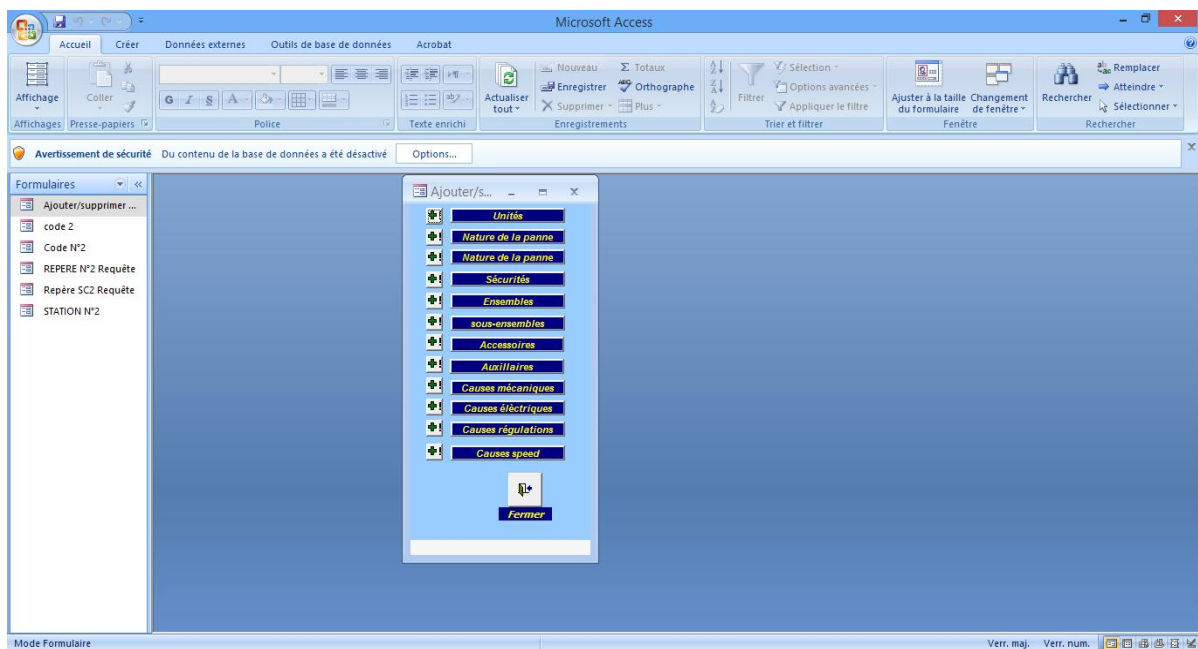


Figure (B) Formule pour ajouter ou supprimer des informations

III.6 Introduction

La gestion des stocks est une fonction importante pour les entreprises commerciales et industrielles. La gestion des stocks implique la planification, l'organisation, la gestion et le contrôle des activités liées à tous les stocks stockés dans une entreprise. La gestion des stocks, cependant, est l'ensemble du processus d'achat de biens, de leur mise en inventaire, de leur retrait de l'inventaire et de la comptabilité. Nous nous concentrons ici sur les définitions et les types des stocks. ⁽²⁰⁾

III.6.1 La fonction approvisionnements

La fonction approvisionnements est responsable de la satisfaction des besoins exprimés en matières premières, composants et fournitures nécessaires pour la réalisation des opérations de fabrication et de maintenance de l'entreprise. Un approvisionnement se déroule généralement suivant le schéma ci-contre. L'ensemble des activités relatives à un approvisionnement doit être réalisé en temps opportun et avec un coût global minimum.

La structure générale de la fonction approvisionnements met en évidence 2 sous fonctions : les achats et la gestion des stocks. ⁽⁴⁾

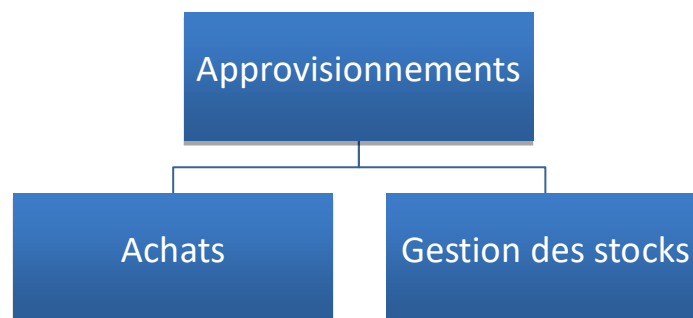


Figure III.34 Les sous-fonctions de approvisionnements ⁽⁴⁾

III.6.2 Gestion des stocks

III.6.2.1 Définition :

La gestion des stocks est la surveillance et le contrôle des produits physiques d'une entreprise, de la livraison à la distribution. Cela inclut l'inventaire des produits, le suivi des quantités disponibles et la gestion des commandes. L'objectif est d'avoir suffisamment d'inventaire pour

répondre à la demande des clients tout en évitant les excédents qui peuvent entraîner des coûts supplémentaires.

Une gestion efficace des stocks permet d'optimiser les niveaux de stocks, de minimiser les ruptures de stock et d'améliorer la rentabilité globale de l'entreprise. (20)

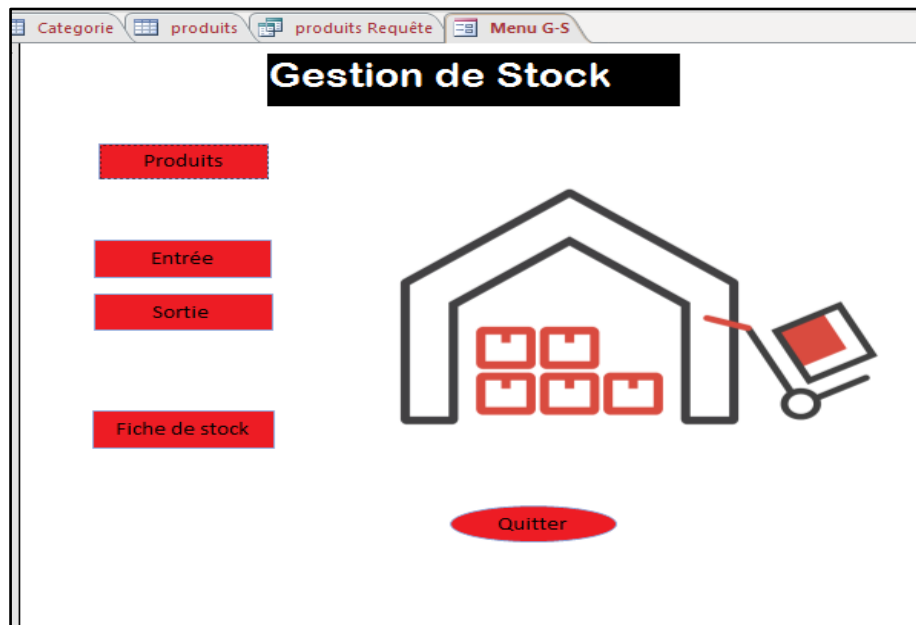


Figure III.35 Formulaire de gestion des stocks

III.6.2.2 Catégories de stocks :

On distingue deux grandes catégories de stocks à savoir :

- Le stock des produits fabriqués

Ils sont constitués des matières premières, des matières et fournitures consommables, des emballages commerciaux.

- Le stock de produits finis et encours

Ils comprennent les produits finis, les produits intermédiaires ou semi-finis, les produits en-cours, les sous-produits, les produits résiduels et les emballages commerciaux fabriqués. ⁽²⁰⁾

III.6.2.3 Les activités de la gestion des stocks :

Dans la gestion des stocks on trouve trois grandes questions : quoi commander, quand commander et combien commander. En théorie, ces questions peuvent identifier les activités

quotidiennes des managers affectés à ce rôle. Curieusement, très peu de littérature a été trouvée qui identifiait clairement les principales activités de gestion des stocks.

- La première question (quoi commander ?) nous ramène au contrôle du niveau des stocks pour chacun des articles. Les activités du gestionnaire s'orientent autour de la recherche, de l'organisation et du traitement d'information touchant le niveau des stocks et la nature de ceux-ci. Cet aspect de la gestion des stocks est donc intimement lié au système d'information de l'entreprise. Cette information doit, en principe, être d'une grande précision afin d'éviter les situations de rupture de stocks (pénurie) ou de sur-stockage (entreposage excessif). En somme, deux types d'inventaires permettent l'obtention de l'information désirée : l'inventaire périodique (effectué à des intervalles de temps réguliers) ou permanent (information en temps réel). Le contrôle du niveau des stocks implique également l'élément d'entreposage, c'est-à-dire la disposition physique et spatiale des stocks dans l'entreprise.
- La seconde question (quand commander ?) illustre la problématique décisionnelle entourant la détermination des dates de réapprovisionnement. À cet effet, certaines méthodes reposent sur l'utilisation du point de réapprovisionnement (intervalles de réapprovisionnement variables) pour déterminer le moment opportun de lancement d'une commande alors que d'autres se rattachent plutôt à des intervalles de réapprovisionnement fixes. Le calcul du point de réapprovisionnement tient généralement compte de quatre facteurs : la durée du délai de livraison, le taux moyen de la demande, la variabilité de la demande et du délai de livraison et le niveau de service désir.
- Finalement, les activités liées à la dernière question entourant la gestion des stocks (combien commander ?) s'articulent autour de la détermination des quantités à commander et des stocks de sécurité. Pour ce faire, le gestionnaire détermine, grâce à des méthodes quantitatives ou qualitatives, les quantités qui feront l'objet de la prochaine commande. Elles sont donc fixées sur la base de plusieurs considérations, notamment la demande moyenne durant le délai de livraison, la quantité optimale devant être maintenue à l'entrepôt, les coûts de maintien en stocks et les coûts de commande. Les stocks de sécurité sont, pour leur part, directement associés au niveau de service que l'entreprise désire maintenir et à la variabilité de la demande et du délai de livraison. La présence des stocks de sécurité est, de plus, nécessaire si l'on tient

compte des différents problèmes d'approvisionnement qui risquent de survenir suite à la passation d'une commande (qualité irrégulière des matières premières reçues, bris du camion de livraison, erreur de quantité, etc.). ⁽²¹⁾

III.6.2.4 Les différents niveaux de stocks

On distingue des différents niveaux de stock dans le processus de gestion de stock :

- Le stock moyen : c'est celui qui pour un article donné et une période donnée se trouve en magasin.

Il est calculé à partir de la relation :

- $SM = (STOCK\ INITIAL + STOCK\ FINAL) / 2$

Si l'entreprise dispose d'un stock initial et d'un stock final ; dans le cas contraire on aura :

- $SM = CONSOMMATION / 2 * NOMBRE\ DE\ COMMANDE.$
- Le stock de sécurité : c'est le niveau de stock à doter par toute entreprise pour faire face à des évènements imprévus.
- Le stock d'alerte ou de sécurité : c'est le niveau de stock qui déclenche la commande, autrement dit, c'est le niveau de stock qui permet de satisfaire la demande pendant les délais de livraison et de maintenir le stock de sécurité s'il existe.
- Le stock minimal ou critique : c'est le stock à partir du quel l'entreprise souhaite ne jamais se retrouver, il permet d'éviter toute rupture, même si un évènement exceptionnel survient (retard de livraison, accélération brutale de commande ...etc.).
- Le stock maximum : c'est le niveau de stock que l'entreprise évite d'aller au Delas pour des raisons d'aire de stockage insuffisant qui pourra occasionner les risques de mévente ou de des coûts globaux de stockage trop élevé. ⁽²⁰⁾

III.6.2.5 Les objectifs de gestion des stocks :

Les objectifs de gestion des stocks varient en fonction des besoins et des spécificités de chaque entreprise, mais les objectifs couramment poursuivis sont :

Optimisation des stocks : L'objectif principal de la gestion des stocks est d'atteindre l'équilibre optimal entre la disponibilité des produits et les coûts associés à l'entreposage. Cela

inclut le maintien de niveaux de stocks suffisants pour répondre à la demande des clients tout en évitant les stocks excédentaires qui entraînent des coûts de stockage élevés.

Coûts de stockage réduits : Une gestion efficace des stocks vise à réduire les coûts associés aux stocks. B. Frais d'entreposage, frais de commande, frais de stockage, frais de rupture de stock. Cela peut être réalisé en optimisant les niveaux de stocks, en mettant en œuvre des politiques de réapprovisionnement appropriées et en adoptant des méthodes de gestion efficaces.

Evitez les ruptures de stock : L'objectif est d'éviter les situations où les produits ne sont pas disponibles pour répondre à la demande des clients. Un inventaire insuffisant peut entraîner des ventes perdues, l'insatisfaction des clients et des ventes perdues. Une gestion efficace des stocks comprend la mise en œuvre de mesures telles que des niveaux de stock de sécurité et des méthodes précises de prévision de la demande pour éviter les ruptures de stock.

Amélioration des taux de service client : L'objectif de la gestion des stocks est de s'assurer que les produits nécessaires sont disponibles pour répondre aux besoins des clients. En maintenant des niveaux de stocks appropriés, en gérant efficacement les commandes et en minimisant les délais de livraison, vous pouvez améliorer le service client et accroître la satisfaction et la fidélité des clients.

Optimisation de la trésorerie : Une gestion efficace des stocks évite les liens de capital liés aux stocks excédentaires et aide à optimiser les flux de trésorerie. L'optimisation des niveaux de stocks libère des fonds pour d'autres investissements et besoins opérationnels.

Il est important de noter que les objectifs de gestion des stocks peuvent varier d'une entreprise à l'autre en fonction des priorités et de l'industrie. ⁽²¹⁾

III.6.3 La gestion de stock (pièces de rechanges)

Dans tous les types d'activités commerciales, la capacité de recevoir, de s'approvisionner et de livrer des marchandises est essentielle pour gérer avec succès une entreprise. L'achat de produits est une partie importante de ce processus.

III.6.3.1 Pièces de rechanges

Le terme « pièce de rechange », est souvent utilisé pour désigner : un composant élémentaire, un sous-ensemble ou tout un équipement préservé pour servir ultérieurement à remplacer une pièce défectueuse ou dégradée dans un système donné.

Selon la norme française NF X 60-0122, une pièce de rechange est définie comme étant : « un article destiné à remplacer une pièce défaillante ou dégradée sur un bien donné ».

Cette définition implique clairement qu'il s'agit d'un élément clé de la gestion de maintenance, dont la disponibilité affecte directement les performances de l'entreprise

Une pièce de rechange est soit :

- une pièce provenant d'un lot du constructeur
- une pièce fabriquée conformément à une définition du concepteur
- une pièce fabriquée suivant l'original ou présentant des caractéristiques ou fonctionnalités équivalentes, sous la responsabilité du propriétaire. ⁽²²⁾

III.6.3.2 La classification des pièces de rechange

La classification peut se faire selon quatre critères

❖ Par destination :

- Pièces à remplacement programmé Pièce utilisée dans un remplacement dont le moment d'occurrence est estimé selon la fiabilité souhaitée de la pièce installée.
- Pièces à remplacement non programmé Pièces utilisées pour des remplacements dont le moment d'occurrence est aléatoire.
- Pièces à remplacement exceptionnel Pièces dont la probabilité d'utilisation est très faible, étant donné que leur durée de vie est au moins égale à celle de l'équipement.

❖ Par origine :

- Pièces d'origine Répondent au cahier des charges constructeur et sont fournies par lui.
- Pièces équivalentes Répondent au même cahier des charges que la pièce d'origine, mais non fournies par le constructeur.
- Pièces interchangeables Différentes de la pièce d'origine mais elles peuvent accomplir leur fonction essentielle.
- Pièces adaptables Peuvent se substituer à une pièce d'origine mais après un coût d'adaptation.

❖ **Par nature :**

- Pièces de fonctionnement Subissent des détériorations prévisibles et nécessitent un remplacement périodique.
- Pièces d'usure Conçues pour recevoir seules ou en priorité les détériorations prévues.
- Pièces de structure Pièces dont la dégradation en usage normal est peu probable.

❖ **Par mode de dégradation :**

- Pièces subissant une dégradation par l'usure Leur durée de vie suit une loi normale.
- Pièces subissant une dégradation par surcharge aléatoire Leur durée de vie suit une loi de poisson. ⁽²²⁾

III.6.3.4 Processus de gestion des stocks de la PDR

Le processus de gestion des stocks de la PDR est un processus de support indispensable pour la maintenance des équipements en entreprise. Du coup, il devient impératif au gestionnaire de la pièce de rechange, de bien cerner le fonctionnement de ce processus. Pour ce faire, il convient d'explicitier les activités clés dont il est composé ainsi que les interactions qui les régissent. ⁽²²⁾

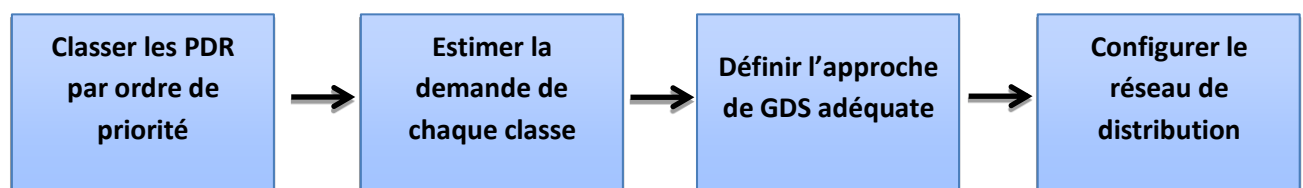


Figure III.36 processus de gestion des stocks de la PDR

III.6.3.5 L'optimisation de la gestion des stocks de pièces de rechange

L'optimisation de la gestion des stocks de pièces de rechange dans la maintenance vise à maximiser la disponibilité des pièces requises tout en minimisant les coûts associés à l'entreprise.

Quelques stratégies pour optimiser cette gestion :

Analyse de criticité des pièces :

Identifier les pièces de rechange les plus importantes pour la maintenance des équipements. Catégoriser en fonction de l'impact sur la production, la sécurité et le coût. Concentrez-vous sur la gestion et l'approvisionnement de ces pièces critiques.

Prévision de la demande :

Estimer les besoins en pièces de rechange à l'aide de techniques de prévision de la demande. Analysez les données historiques, les cycles de vie des équipements, les tendances de maintenance et les informations de maintenance préventive pour prévoir les besoins futurs. Cela signifie que vous pouvez planifier votre inventaire avec plus de précision.

Gestion des fournisseurs :

Établir des relations solides avec les fournisseurs de pièces de rechange. Veuillez nous contacter régulièrement pour connaître les délais, la disponibilité et les mises à jour des produits. Négociez des contrats d'approvisionnement fiables et explorez des options telles que des contrats de maintenance et des programmes de réapprovisionnement automatique pour garantir la disponibilité des pièces essentielles.

Maintenance préventive et planifiée :

Mettre en œuvre des programmes de maintenance préventive et planifiée pour réduire le besoin de pièces de rechange urgentes. En identifiant et en résolvant les problèmes potentiels avant qu'ils ne deviennent critiques, vous pouvez réduire les temps d'arrêt imprévus et minimiser le besoin de pièces de rechange urgentes.

Gérer le stock de sécurité :

Déterminer les niveaux de stock de sécurité appropriés pour chaque pièce de rechange en fonction des fluctuations de la demande et des délais. Des méthodes statistiques et des modèles de gestion des stocks sont utilisés pour calculer ces stocks, minimisant le risque de rupture de stock tout en évitant les surstocks excessifs.

Suivi et gestion des stocks :

Déployez un système de suivi et de contrôle des stocks pour obtenir des données précises et à jour sur les mouvements de pièces de rechange. Utilisez des outils informatiques ou un logiciel de gestion des stocks pour suivre les entrées, les sorties, les niveaux de stock, les dates d'expiration, etc. De ce fait, les besoins de réapprovisionnement sont rapidement identifiés, réduisant le risque d'obsolescence.

Note sur le stock de réserve

Le stock de réserve, également appelé stock de sécurité, est un stock supplémentaire détenu au-delà du stock prévu pour répondre à l'incertitude de la demande et des délais de livraison. Une gestion efficace de ce stock de réserve est essentielle pour éviter des coûts inutiles et assurer la disponibilité continue des pièces de rechange.

III.6.4 Conclusion :

- La GMAO est un outil puissant qui améliore la gestion de la maintenance en offrant une visibilité accrue, une meilleure planification, une maintenance proactive et des économies de coûts significatives. Elle favorise l'efficacité opérationnelle, la durabilité des équipements et la conformité réglementaire, ce qui en fait un investissement judicieux pour de nombreuses organisations.
- La gestion des stocks joue un rôle important dans le bon fonctionnement de votre entreprise. Une gestion efficace des stocks permet d'optimiser les niveaux de stocks, de minimiser les coûts liés aux stocks et de mieux répondre à la demande des clients. Cela augmente la rentabilité de l'entreprise, améliore la satisfaction des clients et garantit des opérations fluides. Une bonne exécution de la gestion des stocks aide les entreprises à minimiser les ruptures de stock, à réduire les coûts, à améliorer la satisfaction de la clientèle et à rester compétitives sur le marché. C'est un facteur clé du succès opérationnel et financier de l'entreprise.

CHAPITRE 4

TéLéMAINTENANCE

IV Introduction :

La maintenance des équipements industriels est une fonction cruciale pour les entreprises qui doivent faire face à des exigences de plus en plus sévères de qualité des produits et des services fournis. La fonction de maintenance présente cependant une telle complexité que de nombreux systèmes informatiques d'assistance et de gestion ont tenté d'y apporter des solutions. Ces systèmes sont cependant souvent redondants, incohérents et toujours hétérogènes. L'intégration de ces divers systèmes dans une plate-forme commune est plus qu'indispensable. Un volet important de la maintenance concerne la maintenance corrective. Une des tâches les plus délicates de la maintenance corrective est le diagnostic des pannes. En effet, les entreprises doivent assurer une disponibilité maximale des machines afin de pouvoir répondre aux différents critères de rentabilité économiques. Un diagnostic rapide et pertinent se trouve ainsi nécessaire afin de minimiser les conséquences de l'indisponibilité des matériels. Aujourd'hui et grâce aux nouvelles technologies de l'information et de la communication, de nouvelles solutions logicielles permettent une intégration des concepts de maintenance dans le processus de production, Parmi ces solutions, nous trouvons la e-maintenance et le télédiagnostic. ⁽¹¹⁾

IV.1 Relation entre les systèmes de la maintenance :

Avec l'évolution technologique et informatique, les systèmes informatiques, au début indépendants et autonomes, commencent à communiquer, voir coopérer en échangeant et partageant les informations. Plus récemment, les nouvelles technologies de l'information et de la communication (NTIC) ont permis la migration de ces différents systèmes autonomes vers un système intégré où la coopération et la collaboration sont vitales pour tout fonctionnement. Il y a différents types de relations entre les systèmes que nous passons en revue, et qui seront à la base de la classification des différentes architectures en maintenance. ⁽¹²⁾

La figure (IV.37) représente les différentes architectures en maintenance.

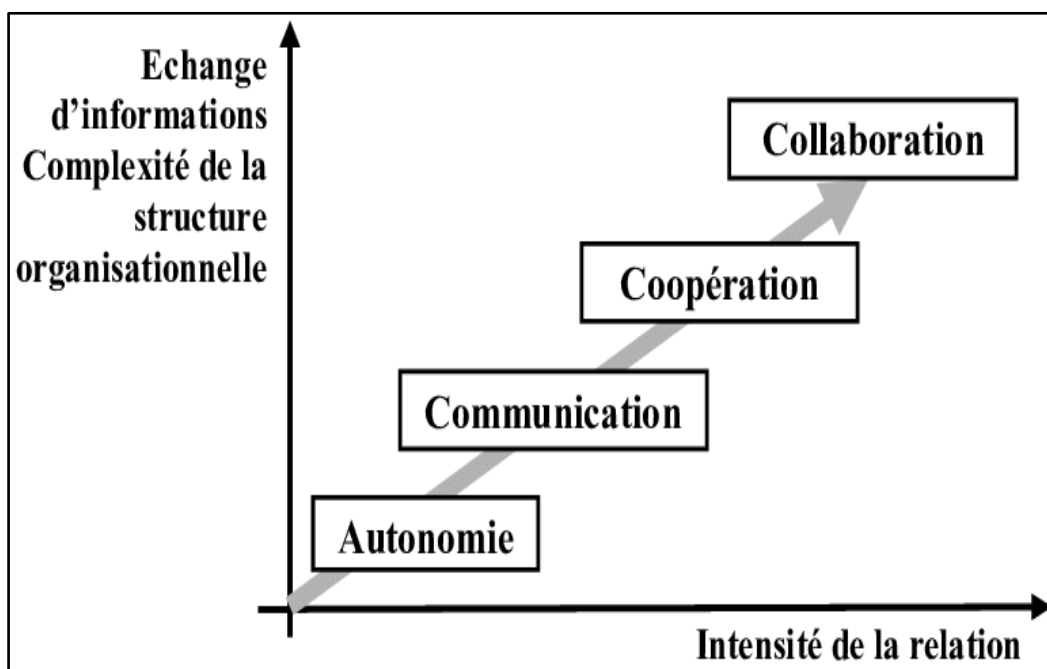


Figure IV.37 Intensité de la relation entre les systèmes ⁽¹²⁾

- **La relation d'autonomie** : représente un régime sous lequel un système dispose du pouvoir maximal de gestion et est indépendant de tous les autres systèmes et éléments. Il n'y a ni échange ni communication entre ce système et les autres et il doit être auto-suffisant au niveau des informations nécessaires.

- **La relation de communication** : est une liaison entre deux ou plusieurs systèmes qui permet des transferts ou des échanges. Les informations transmises lors de la communication ne se limitent plus aux caractères alphanumériques et comprennent également des images, du son et les séquences vidéo. En contexte, le terme communication est souvent employé comme synonyme de télécommunication

- **La relation de coopération** : représente un travail coopératif qui est accompli par une division du travail dans laquelle chaque acteur est responsable d'une partie de la résolution du problème. Dans notre contexte, il s'agit surtout de la coopération technologique et industrielle donc un accord de coopération conclu entre des systèmes indépendants qui s'engagent à réaliser des projets communs de production des services de maintenance.

-La relation de collaboration : représente un partenariat stratégique en vue d'atteindre à l'excellence en combinant des compétences, des fournisseurs ou des produits divers. La collaboration implique un engagement mutuel des acteurs dans un effort coordonné pour résoudre ensemble le problème mettant en commun des ressources, des informations et des compétences en vue de mieux adapter les organisations à leur environnement.

IV.2 Définitions des différentes architectures :

Une terminologie caractérisant les différents systèmes informatiques en maintenance et nous les classons sous deux axes : le type d'information utilisée dans le système et l'intensité d'une éventuelle relation avec d'autres systèmes informatiques. Plus la relation est intense plus les systèmes sont reliés et intégrés et nous parlons d'architectures communes qui seront implémentées à travers des plateformes. Elles sont classées sur une exponentielle car la collaboration entre ces systèmes est atteinte plus tôt que le niveau de la compétence partagée. Le volume d'informations gérées automatiquement est concrétisé par la surface du carré de chaque système et augmente avec l'intensité de collaboration et aussi avec la complexité de l'information partagée. Nous tenons à signaler qu'il y a une parallèle entre notre classification des systèmes et la classification des entreprises telle qu'elle est présentée dans plusieurs travaux. ⁽¹²⁾

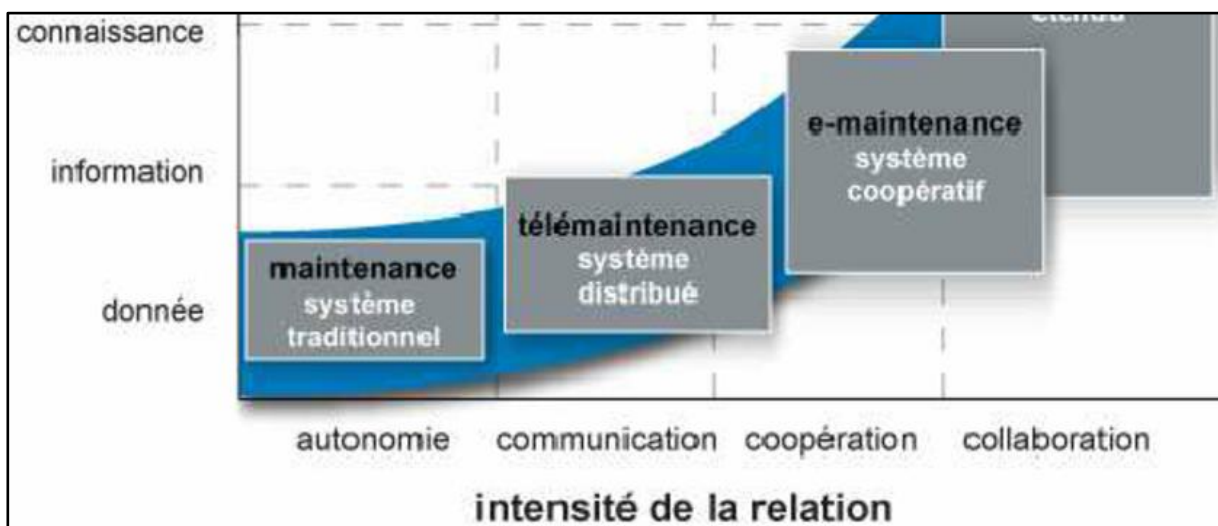


Figure IV.38 Classification de différentes architectures en maintenance.

IV.2.1 Le système de maintenance : comprend un seul système informatique présent sur le site de production et utilisé sur le site de maintenance. Ce système est autonome sans échange de données avec d'autres systèmes. En parallèle avec la classification des entreprises, cela correspond à l'entreprise traditionnelle, donc nous parlons d'une architecture traditionnelle d'un système d'information.

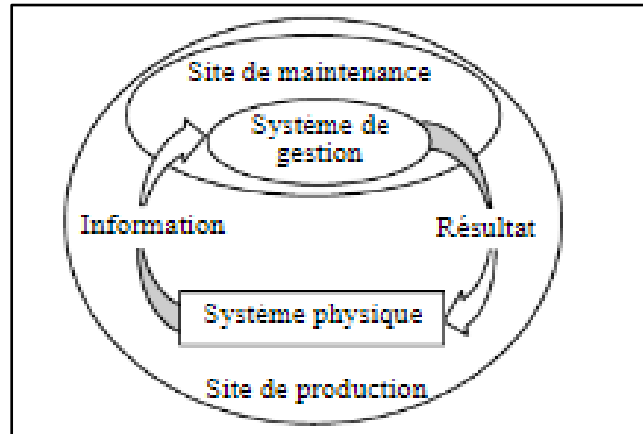


Figure IV.39 Architecture d'un système de maintenance

IV.2.2 Télémaintenance : L'architecture de la télémaintenance est constituée de deux ou plusieurs systèmes ou sous-systèmes éloignés l'un de l'autre qui communiquent et échangent des données entre eux. Le mot télémaintenance est d'origine latino-grecque et est composé du mot grec « télé » signifiant loin et du mot latin « manuterer » qui contient le « manu » comme la main et « tenerer » comme tenir. L'un des systèmes peut fonctionner comme un système d'acquisition de données ; il représente l'émetteur de données structurées. Le deuxième système est le récepteur, fonctionnant comme un système de traitement de données. Le système émetteur peut envoyer les données automatiquement ou comme réponse à une requête de la part du système récepteur des donnée.

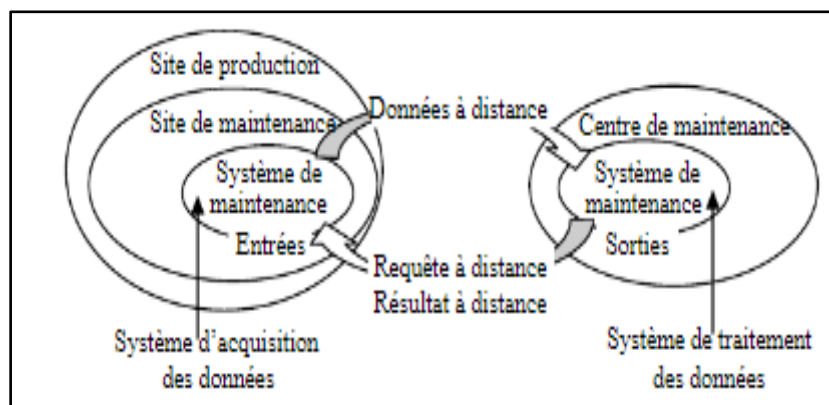


Figure IV.40 Architecture de télémaintenance

IV.2.3 E-maintenance : L'architecture d'e-maintenance se fait via un réseau web qui permet de coopérer, d'échanger, partager et de distribuer ces informations aux différents systèmes partenaires de ce réseau.

Le principe consiste à intégrer l'ensemble des différents systèmes de maintenance dans un seul système d'information. Les systèmes proposent différents formats d'information qui ne sont pas toujours compatibles pour le partage ce qui nécessite la coordination et la coopération entre les systèmes pour les rendre interopérables. L'interopérabilité et « la capacité qu'ont deux systèmes de communication à communiquer de façon non ambiguë, que ces systèmes soient similaires ou différents.

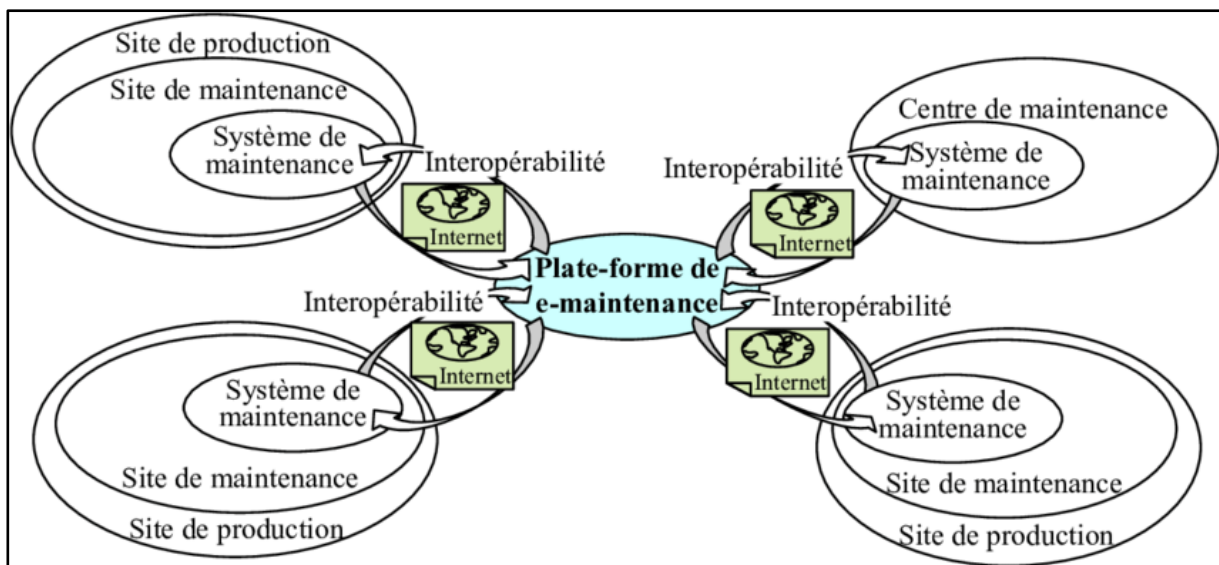


Figure IV.41 Architecture de e-maintenance

IV.3 Télémaintenance

Le terme de Télémaintenance est d'origine latino-grecque, il est composé du mot grec « Télé » signifiant loin et du mot latin « manutenerer » qui est composé de « Manu » comme la main et « Tenerer » comme tenir . ⁽¹³⁾

IV.3.1 Principe

Par définition la télémaintenance représente « la maintenance d'un bien exécutée sans accès physique du personnel au bien ». Elle permet, en effet, d'adjoindre à distance des activités de maintenance. Cela envisage la mise en place des moyens assurant des télécommunications directes entre les unités fonctionnelles (biens) et un centre spécialisé en vue d'exécuter des tâches de maintenance. Ce concept de télémaintenance repose donc sur la perception de données ainsi que la prise de contrôle à distance. ⁽¹⁴⁾

IV.3.2 Systèmes de télémaintenance

La mise œuvre du concept de télémaintenance s'appuie sur le développement de systèmes de support appropriés. Le système de télémaintenance repose souvent sur deux composants fondamentaux distincts : un Centre expert de maintenance, appelé aussi Centre de compétences ou de télémaintenance et l'ensemble de sites à maintenir. Le nombre de composants ne se limite pas forcément à ceux qu'on vient de citer et dépend particulièrement de l'organisation interne de l'entreprise. Ils peuvent ainsi être disposés au sein d'une même entreprise ou dans des entreprises différentes. ⁽¹⁴⁾

IV.3.3 Les avantages de télémaintenance :

La télémaintenance offre de nombreux avantages en termes de réduction des coûts, de gain de temps, de réactivité accrue et d'accessibilité à distance. En évitant les déplacements physiques sur site, elle permet de réaliser des économies financières en réduisant les frais de déplacement. De plus, elle permet de diagnostiquer et de résoudre les problèmes plus rapidement en éliminant le temps nécessaire pour se rendre sur place. Les techniciens peuvent intervenir à distance dès l'apparition des problèmes, ce qui améliore la réactivité et réduit les temps d'arrêt. De plus, la télémaintenance permet d'accéder à distance aux équipements ou systèmes situés dans des endroits éloignés ou difficiles d'accès, facilitant ainsi la gestion et la maintenance des infrastructures dispersées. En combinant tous ces avantages, la télémaintenance contribue à une gestion plus efficace, économique et réactive des activités de maintenance industrielle. ⁽¹⁵⁾

IV.4 E-maintenance :

- E-maintenance = Maintenance efficace (faire plus avec moins de personnel et moins d'argent) + Maintenance efficace (améliorer les indicateurs RAMS : fiabilité, disponibilité, maintenabilité et sécurité) + Maintenance d'entreprise (contribuer directement à la performance de l'entreprise). ⁽¹⁶⁾
- E-maintenance en tant que stratégie de maintenance : L'e-maintenance peut être simplement définie comme une stratégie de maintenance dans laquelle les tâches sont gérées électroniquement en utilisant des données d'équipement en temps réel obtenues grâce aux technologies numériques (par exemple, les appareils mobiles, les capteurs à distance, la surveillance de l'état, l'ingénierie des connaissances, les technologies de télécommunication et Internet). L'e-maintenance est interprétée comme un processus de gestion de la maintenance qui traite de l'expansion du volume de données disponibles. « L'e-maintenance est un réseau de gestion des informations d'actifs qui intègre et synchronise les différentes applications de maintenance et de fiabilité pour collecter et fournir les informations d'actifs là où elles sont nécessaires, quand elles sont nécessaires ». ⁽¹⁷⁾
- E-maintenance en tant que plan de maintenance : L'e-maintenance peut également être considérée comme un plan de maintenance qui répond aux besoins du futur monde de la fabrication en e-automation, en explorant les approches de la maintenance conditionnelle, de la maintenance proactive, de la maintenance collaborative, de la maintenance à distance et du support de service, de l'accès aux informations en temps réel et de l'intégration de la production avec la maintenance. ⁽¹⁷⁾

IV.4.1 Le principe :

L'e-maintenance est un concept qui vise à permettre l'accès à distance à des outils intelligents. Il s'agit de combiner différents éléments pour assurer son fonctionnement. L'e-maintenance conserve l'idée fondamentale de la télémaintenance, c'est-à-dire la possibilité de maintenir et réparer à distance, mais en lui donnant une dimension importante grâce à la collaboration et l'échange d'informations entre différentes entreprises, services et individus.

L'e-maintenance repose sur l'intégration de différents systèmes de maintenance au sein d'un seul système d'information. Ces systèmes peuvent avoir des formats de données différents, ce qui rend difficile leur partage et leur compatibilité. Afin de résoudre ce problème, il est

nécessaire de mettre en place des moyens de coordination et de collaboration entre ces systèmes pour qu'ils puissent interagir et fonctionner ensemble de manière harmonieuse.

Pour mettre en place un système d'e-maintenance, on utilise des plateformes en ligne qui regroupent différents logiciels de maintenance. Ces plateformes utilisent Internet pour permettre l'échange, le partage et la distribution d'informations, ainsi que la création collaborative de connaissances. Grâce à ces plateformes, on peut mettre en œuvre des stratégies de maintenance intelligentes, ainsi que des politiques de maintenance proactives et coopératives. ⁽¹⁴⁾

IV.5 Télédagnostic

IV.5.1 Définition Diagnostic

Le diagnostic consiste à identifier de la cause probable de la défaillance du système à l'aide d'un raisonnement logique basé sur un ensemble d'informations. ⁽¹⁸⁾

IV.5.2 Définition télédagnostic

Le télédagnostic est une méthode de diagnostic à distance qui permet aux techniciens de diagnostiquer et de résoudre les problèmes d'équipement à distance sans avoir à être physiquement présents. Ils peuvent également inspecter, tester et réparer l'équipement. Les techniciens peuvent également recevoir des données en temps réel sur les équipements, ce qui leur permet de surveiller l'état des équipements et d'identifier les problèmes avant qu'ils ne deviennent critiques.

Cette méthode permet de réduire les temps d'arrêt, d'améliorer la productivité et de minimiser les coûts de maintenance. ⁽¹⁹⁾

IV.5.3 Plate-forme de télédagnostic

La plate-forme de diagnostic à distance est un système basé sur le Web qui permet la collecte, la transmission et l'analyse de données industrielles à distance. Cette plate-forme fournit un environnement centralisé pour la gestion des diagnostics à distance et facilite la collaboration entre les experts à distance et le personnel sur site. ⁽¹⁹⁾

Voici quelques fonctionnalités clés de la plateforme de télédagnostic :

- Collecte de données : la plate-forme permet la collecte automatique de données à partir d'équipements industriels, qu'il s'agisse de capteurs intégrés à la machine ou d'autres sources de données connexes.
- Transmission des données : Les données collectées sont transmises à la plateforme de diagnostic via des connexions réseau sécurisées. Cela peut être fait en utilisant des protocoles de communication standard ou des technologies adaptées aux besoins de l'industrie.
- Stockage et gestion des données : les données sont stockées en toute sécurité dans une base de données centralisée accessible aux experts distants et au personnel sur site. La

plate-forme peut fournir des fonctions de gestion de l'information telles que la visualisation, la recherche et la gestion des droits d'accès.

- **Analyse des données** : La plateforme intègre des outils d'analyse et d'interprétation des données pour détecter les anomalies, identifier les problèmes potentiels et générer des recommandations de maintenance. Cela peut inclure des algorithmes d'apprentissage automatique ou d'autres techniques d'analyse avancées.
- **Collaboration à distance** : La communication entre les experts en diagnostic à distance et le personnel sur site est essentielle pour un diagnostic efficace. Des outils de communication en temps réel, tels que la visioconférence, les appels téléphoniques ou les messageries instantanées, permettent d'échanger des informations supplémentaires, de partager des écrans, de poser des questions et de clarifier les aspects techniques pour parvenir à un diagnostic précis et complet.
- **Planification des interventions** : La plateforme permet de planifier les interventions sur site en fonction des résultats du diagnostic à distance. Les experts peuvent évaluer les problèmes détectés, prioriser les interventions et déterminer les ressources nécessaires.
- **Gestion des pièces de rechange** : La plateforme peut également inclure un système de gestion des pièces de rechange. Les techniciens peuvent vérifier la disponibilité des pièces nécessaires, commander des pièces supplémentaires si nécessaire et mettre à jour les stocks en temps réel. Cela permet d'optimiser la gestion des pièces et de réduire les délais d'attente pour les interventions.

IV.5.4 Les avantages de télédiagnostic

Le télédiagnostic industriel présente de nombreux avantages pour les entreprises. ⁽¹⁵⁾

Voici quelques-uns des principaux avantages :

Réduction des coûts : Le télédiagnostic permet de réduire les coûts liés aux déplacements des techniciens sur site. Les experts peuvent diagnostiquer et résoudre les problèmes à distance, évitant ainsi les frais de déplacement, d'hébergement et de logistique associés.

Gain de temps : Le télédiagnostic permet des diagnostics plus rapides et une résolution plus rapide des problèmes. Les experts peuvent analyser les données en temps réel, effectuer des diagnostics précis et fournir des recommandations rapidement, ce qui réduit les temps d'arrêt des équipements.

Amélioration de l'efficacité : Le télédiagnostic permet une utilisation plus efficace des ressources. Les experts peuvent gérer plusieurs diagnostics à distance simultanément,

optimisant ainsi leur temps et leur expertise. Cela permet également de réduire les retards dans les diagnostics et les interventions.

Expertise à distance : Le télédiagnostic permet d'accéder à une expertise spécialisée, même si les experts ne se trouvent pas physiquement sur site. Les entreprises peuvent collaborer avec des experts internes ou externes, bénéficiant ainsi de connaissances spécialisées pour résoudre les problèmes complexes.

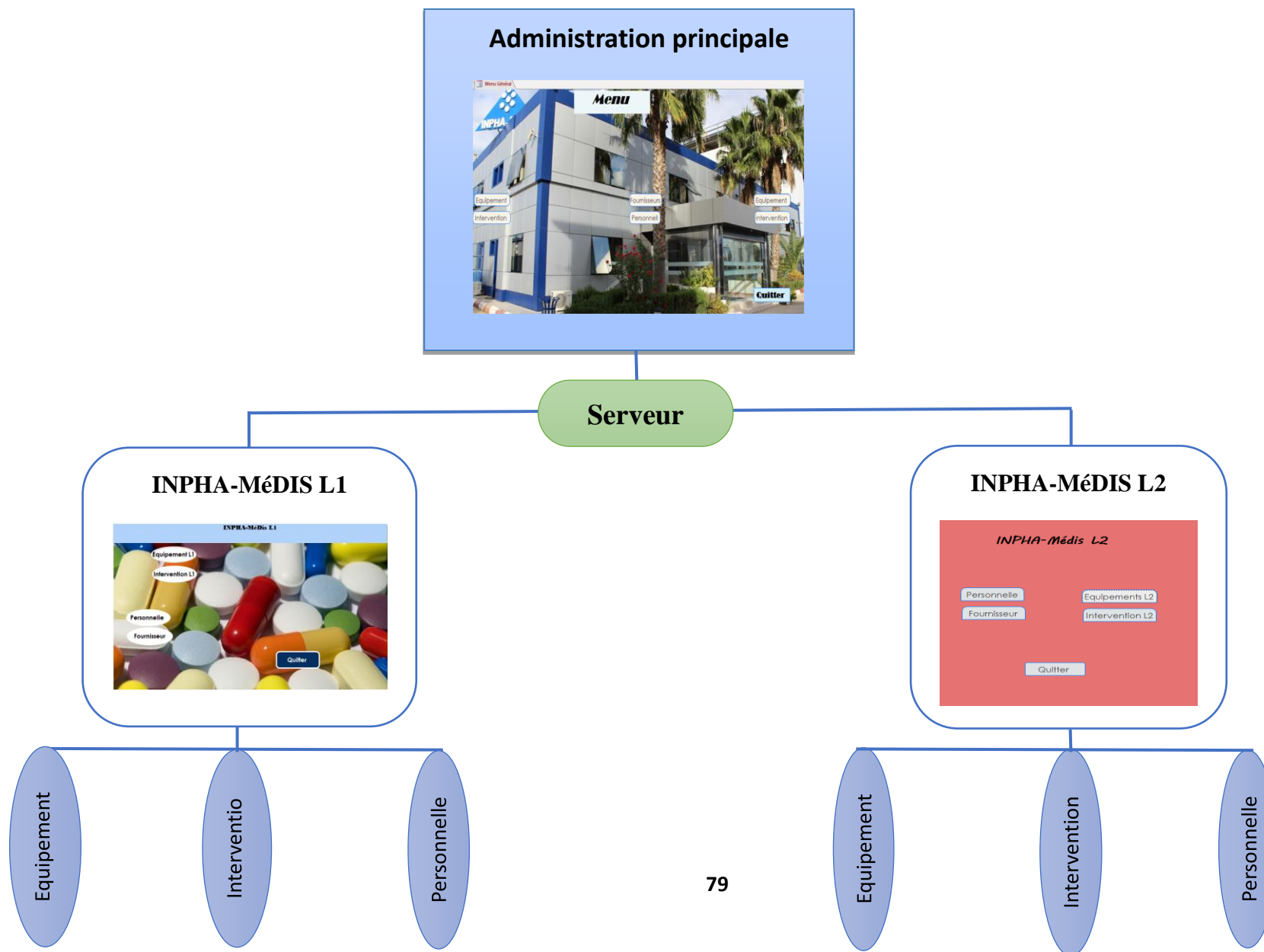
Prévention des pannes : Le télédiagnostic permet une surveillance continue des équipements, détectant les signes avant-coureurs de pannes et permettant une maintenance préventive. Cela permet d'éviter les pannes majeures et d'anticiper les besoins de maintenance, réduisant ainsi les coûts et les temps d'arrêt imprévus.

Accès à distance aux données : Le télédiagnostic permet d'accéder aux données en temps réel à partir de n'importe quel emplacement. Les experts peuvent analyser les données, visualiser les paramètres de performance et prendre des décisions éclairées, même s'ils ne sont pas physiquement présents sur le site.

Collaboration facilitée : Le télédiagnostic favorise la collaboration entre les experts à distance et le personnel sur site. Les outils de communication en temps réel permettent des échanges d'informations rapides, des partages d'écrans, des discussions et des prises de décision conjointes, ce qui conduit à des solutions plus efficaces.

Amélioration de la satisfaction client : Le télédiagnostic permet une résolution plus rapide des problèmes, réduisant ainsi les temps d'arrêt des équipements. Cela se traduit par une satisfaction client accrue, une productivité améliorée et une meilleure continuité des o

IV.5.5 Organigramme de télédiagnostic



Conclusion :

La e-maintenance et le télédiagnostic sont des approches modernes qui révolutionnent la maintenance industrielle. Grâce à l'utilisation de technologies de communication avancées, ces méthodes permettent le contrôle à distance d'outils intelligents et le diagnostic à distance d'équipements industriels. La e-maintenance combine divers composants tels que la maintenance à distance, la collaboration d'informations entre entreprises et la collaboration entre différents opérateurs. Il facilite la gestion et l'optimisation des processus de maintenance en utilisant des systèmes d'information et des plateformes de collaboration. Le télédiagnostic industriel, quant à lui, repose sur la collecte, la transmission et l'analyse à distance des données pour diagnostiquer les problèmes et identifier les défauts des équipements industriels. Il donne accès à une expertise spécialisée et à des mesures préventives pour éviter les temps d'arrêt imprévus. En combinant la e-maintenance et diagnostic à distance, les entreprises peuvent bénéficier de nombreux avantages tels que la réduction des coûts, du temps, l'optimisation des ressources, la prévention des pannes et l'amélioration de la satisfaction client. Ces approches fournissent des solutions efficaces pour améliorer l'efficacité des équipements, la maintenance prédictive et la continuité des activités dans l'industrie. Il est important de souligner que le succès de la maintenance électronique et du diagnostic à distance repose sur des facteurs clés tels que la fiabilité des systèmes de communication, la sécurité de l'information, la coopération entre les experts à distance et le personnel sur site, et la disponibilité d'outils techniques appropriés.

Conclusion générale

La relation entre GMAO, télémaintenance et maintenance est étroite. La GMAO peut intégrer des capacités de maintenance à distance afin que les techniciens puissent accéder à distance aux informations dont ils ont besoin pour effectuer des interventions. De plus, la GMAO peut enregistrer les données de maintenance à distance telles que les diagnostics à distance, les actions entreprises et les résultats obtenus. Ces informations peuvent être utilisées pour améliorer la planification des travaux de maintenance, optimiser les procédures d'intervention et analyser les performances globales du système de maintenance.

En résumé, une GMAO facilite la gestion et l'organisation des activités de maintenance, la télémaintenance permet d'intervenir à distance sur les appareils, et la maintenance regroupe toutes les opérations visant à assurer le bon fonctionnement du système. La combinaison de ces concepts peut améliorer l'efficacité et la fiabilité des opérations de maintenance au sein d'une organisation.

Bibliographiques

1. Boumai, Driss. Le grand livre de la maintenance Concepts, démarches, méthodes, outils et techniques. AFNOR ,2019
2. François monchy , Maintenance méthode et organisations 2eme édition 2003
3. BATTERSBY : Méthodes modernes d'ordonnancement, Dunod, Paris, 1977.
4. FAIGNER H. organisation de maintenance. Promotion 2020/2022
5. JEAN HENG : pratique de la maintenance préventive, Dunod, paris, 2011
6. JEAN-PIERRE VERNIER : Aide-mémoire Maintenance et GMAO, Tableaux de bord ; Organisation ; Procédures. Dunod, 2010
7. 6.MARC FREDERIC : Mettre en œuvre une GMAO, Maintenance industrielle ; Service après-vente ; Maintenance immobilière, Dunod, 2011
8. OPTIMAINT : Pourquoi une GMAO, Guide d'utilisation du logiciel Optimaint, Apisoft international.
9. Groupe de réflexion et d'orientation en Maintenance « Réussir sa maintenance », MARE NOSTRUM, 1996.
10. Logiciel Access
11. Daniel Racoceanu, « Contribution à la surveillance des Systèmes de Production en utilisant les Techniques de l'Intelligence Artificielle », l'Université de FRANCHE-COMTÉ de Besançon, 2006
12. 7e Congrès international de génie industriel – 5-8 juin 2007 – Trois-Rivières, Québec (CANADA)
13. .Rasovska, I., Chebel-Morello, B., Zerhouni, N., Classification des différentes architectures en maintenance, 7e Congrès international de génie industriel, Québec, Canada, juin 2007
14. these de doctorat djalal hidjazi Conception d'un modèle coopératif de support de la télémaintenance industrielle, batna 2021
15. Nelson Baxter , Heather de jesuss , 'Remote machine monitoring : a developping industry ' june 2006
16. Baldwin RC. How do you spell e-maintenance? 2004 /www.mt-online. comS.

17. A. Muller et al. / Reliability Engineering and System Safety 93 (2008) 1165–1187 "On the concept of e-maintenance: Review and current research Alexandre Mullera Adolfo Crespo Marquez,, Beni[^]t lunga"
18. benmoussa samir « Cours de le diagnostic et le pronostic », Université Badji Mokhtar-Annaba, Master 1
19. .Maîtrise à distance de la sûreté des installations industrielles par télémaintenance et télédiagnostic, RR, CDTA, 2006
20. <https://www.memoireonline.com/11/13/7905/Gestion-de-stocks-dans-une-entreprise-commerciale.html>
21. Mémoire présenté a l'université du québec (Luc pellerin) La formalisation des activités de gestion des stocks dans les pme manufacturières québécoises, janvier 1997
22. Mémoire de master en Génie Industriel , AFFAF CHERGUI (Classification des modèles de gestion des stocks de la pièce de rechange intégrant un nouveau modèle d'optimisation) 2017