



N° d'ordre : 27 /2014

## THESE

Présentée à La Faculté des Sciences et Techniques de Fès  
En vue de l'obtention du titre de :

**Docteur de l'Université Sidi Mohamed Ben Abdellah**

Discipline : Génie Industriel

Par :

**Abdelhafid RACHIDI**

---

### **Utilisation des NTIC pour la maintenance des équipements de production : Télémaintenance, e- maintenance et Téléassistance**

---

Soutenue le 25 novembre 2014 devant le jury composé de :

- EL HAMMOUMI Mohamed	PES	FST-Fès	Président
- HADDOUT Abdellah	PES	ENSEM-Casablanca	Rapporteur
- ETTAHIR Aziz	PES	EST-Salé	Rapporteur
- KARIM Mohamed	PES	FSDM-Fès	Rapporteur
- AMEGOUZ Driss	PES	EST-Fès	Examineur
- BEGDOURI Ahlame	PH	FST-Fès	Examineur
- KHATORY Abdellah	PH	EST-Fès	Directeur de thèse
- TALBI Abdennebi	PES	EST-Fès	Directeur de thèse

*Centre Etudes Doctorales, Faculté des Sciences et Techniques de Fès*

**Unité de recherche :** *Laboratoire de Productique, Energie et Développement Durable (LPE2D)*

# Sommaire

<b>RESUME</b> .....	1
<b>ABSTRACT</b> .....	2
<b>Liste des figures</b> .....	3
<b>Liste des tableaux</b> .....	6
<b>Liste des abréviations</b> .....	7
<b>INTRODUCTION GENERALE</b> .....	9
<b>I. LA PROBLEMATIQUE</b> .....	9
<b>II. LE CONTEXTE GENERAL DE LA THESE</b> .....	10
<b>III. L'ORGANISATION DE LA THESE</b> .....	11
<b>CHAPITRE I :</b> .....	13
<b>LA MAINTENANCE INDUSTRIELLE ET LES NOUVELLES TECHNOLOGIES D'INFORMATION ET DE COMMUNICATION (NTIC)</b> .....	13
1 Introduction : .....	14
2 La fonction Maintenance dans un cadre de production classique .....	14
2.1 Concepts et définitions : .....	14
2.1.1 Définition de la fonction maintenance : .....	14
2.1.2 La notion de maintenabilité et ses critères : .....	15
2.1.3 Les niveaux de maintenance : .....	15
2.1.4 L'interaction de la maintenance et de la production : .....	17
2.2 Les stratégies et les formes classiques de maintenance : .....	17
2.2.1 La stratégie classique de maintenance : .....	17
2.2.2 Les formes classiques de maintenance : .....	17
2.2.3 Les activités de maintenance (Intervention de maintenance) : .....	20
2.2.4 Les modes de gestion de la maintenance .....	20
2.2.5 Les méthodes d'optimisation de la maintenance : .....	20
2.3 L'évolution de la maintenance classique : .....	21
3 La fonction Maintenance dans un cadre de production moderne : .....	23
3.1 Introduction : .....	23
3.2 La Gestion de la Maintenance Assistée par Ordinateur : .....	23
3.3 La Télémaintenance : .....	25
3.3.1 Le principe de télémaintenance : .....	25

3.3.2	Système de Télémaintenance :	26
3.4	La E-maintenance :	27
3.4.1	Les facteurs d'émergence :	28
3.4.2	Le principe de E-maintenance :	29
3.5	L'instrumentation de la maintenance moderne : quelques applications:	31
4	Les Nouvelles Technologies d'Information et de Communication NTIC	32
4.1	Définition des NTIC et du e-service :	32
4.2	La cartographie des outils issus des NTIC :	33
4.3	Les effets des NTIC	34
4.4	L'utilisation et l'intégration des NTIC en maintenance :	35
5	La gestion de changement : Concept et définition	36
5.1	Concept & définition	36
5.2	Les Expériences internationales de changement	37
5.2.1	L'Expérience américaine :	37
5.2.2	L'expérience européenne	38
5.2.3	L'expérience asiatique	38
5.3	Les outils de changement :	39
5.4	La gestion du changement:	41
5.5	Les étapes de changement	42
5.5.1	Amorcer le changement	42
5.5.2	Piloter le changement	43
5.5.3	Finaliser le changement	45
5.6	L'obstacle de la réussite du changement : La résistance	46
5.6.1	La définition du concept de la résistance	46
5.6.2	Les raisons de la résistance	47
5.7	Les méthodes exploitant la gestion du changement	47
5.7.1	Méthode de KOTTER :	47
2.1.1.	Méthode d'OLIVER :	48
5.7.2	Méthode de SPARGGON :	49
6	Conclusion	50
	<b>CHAPITRE II :</b>	52
	<b>CONTRIBUTION A L'ELABORATION D'UN SCENARIO DE TRAVAIL COOPERATIF APPLIQUE A LA FONCTION MAINTENANCE ET LA PROPOSITION D'UNE PLATEFORME DE TELEMANTENANCE INDUS-RCMW</b>	52

1. Introduction.....	53
2. L'entreprise virtuelle : Une vision pour le développement des entreprises.....	54
2.1. Concept et définition : .....	54
2.1.1. Définition : .....	54
2.1.2. La forme d'organisation en réseau : .....	54
2.1.3. Les clés de réussite d'une entreprise virtuelle :.....	55
2.1.4. Le fonctionnement d'une entreprise virtuelle : .....	56
2.1.5. Les caractéristiques d'une entreprise virtuelle : .....	56
2.1.6. Les catégories d'entreprises virtuelles : .....	58
2.2. Les outils contribuant à l'entreprise virtuelle .....	58
2.2.1. Les Nouvelles Technologies d'Information et de Communication NTIC : .....	58
2.2.2. Le système d'aide au travail coopératif :.....	61
2.3. Les systèmes de gestion informatisée dans le processus industriel .....	63
2.3.1. Le Computer Integrated Manufacturing CIM: .....	64
2.3.2. Le système de Manufacturing Execution System MES: .....	65
3. La modélisation de la coopération dans une situation de télémaintenance : .....	67
3.1. Origine et réflexion.....	67
3.2. Les paramètres contribuant au scénario proposé de télémaintenance industrielle ....	68
3.2.1. Les ressources immatérielles.....	68
3.2.2. Les ressources matérielles.....	70
3.2.3. La conception du scénario basé sur les NTIC pour une tâche de télémaintenance industrielle.....	71
4. Indus-RCMW : Une solution pour l'exploitation des NTIC dans les travaux de Maintenance industrielle .....	73
4.1. Présentation de la plateforme Indus-RCMW.....	73
4.2. La conception de l'architecture de la plateforme .....	74
4.2.1. Espace utilisateur.....	74
4.2.2. Espace de travail pour le technicien de site.....	74
4.2.3. Espace de travail pour l'expert de maintenance locale .....	77
4.2.4. Espace de travail pour l'expert extérieur.....	80
4.2.5. Espace de messagerie de discussion : .....	80
4.3. Architecture de noyau de la plateforme.....	81
4.3.1. La phase conceptuelle : .....	81
4.3.2. La modélisation sous UML (Unified Modeling Language ).....	81

4.3.3.	L'architecture de base de données .....	82
4.3.4.	L'architecture de l' IHM (Interface Homme- Machine) .....	83
4.4.	Champs d'application .....	84
5.	Conclusion .....	84
<b>CHAPITRE III :</b> .....		86
<b>L'UTILISATION DES NTIC DANS L'INDUSTRIE : DIAGNOSTIC ET IMPACT SUR L'AMELIORATION DE LA PERFORMANCE INDUSTRIELLE</b> .....		86
1	Introduction .....	87
2	Présentation de la situation actuelle des NTIC dans le secteur industriel : .....	88
2.1	Origine de réflexion : .....	88
2.2	Contexte général : .....	88
2.3	Méthodologie d'étude .....	89
2.3.1	Conception du questionnaire d'étude : .....	89
2.3.2	Modélisation sous sphinx plus2V5 : .....	90
2.4	Exploitation des résultats : .....	92
2.4.1	L'utilisation des NTIC dans la TFZ : .....	92
2.4.2	L'impact des NTIC dans la TFZ : .....	94
2.4.3	Limite d'exploitation et d'installation NTIC dans la TFZ : .....	98
3	Evaluation de la fonction Maintenance et son interaction avec les NTIC .....	98
3.1	Définition du champ d'étude : .....	98
3.1.1	L'origine de réflexion : .....	98
3.1.2	L'approche d'audit de maintenance comme réponse à notre problématique : ...	99
3.2	Diagnostic : .....	100
3.2.1	La conception du questionnaire : .....	100
3.2.2	La modélisation sous Sphinx plus2 V5 : .....	101
3.3	Exploitation des résultats : .....	102
3.3.1	Le positionnement de la fonction Maintenance dans la TFZ : .....	102
3.3.2	L'Interaction des NTIC avec la fonction Maintenance : .....	103
4	Les nouvelles compétences liées à l'exploitation des NTIC dans le cadre de la maintenance moderne: .....	105
4.1	L'historique : .....	105
4.2	L'évolution : .....	105
4.3	La contribution à l'enrichissement du référentiel des métiers et des compétences liées au service maintenance : .....	107

4.3.1	Le référentiel des métiers et des compétences lié à la fonction de l'opérateur de maintenance .....	107
4.3.2	L'analyse des compétences relatives à l'exploitation des NTIC.....	109
4.4	L'évolution de l'agent de maintenance .....	111
5	La conception d'un modèle de changement pour l'intégration de la plateforme Indus-RCMW .....	111
5.1	La vision de changement .....	112
5.1.1.	Vision de changement technologique : .....	112
5.1.2.	Vision de changement structurel .....	113
5.1.3.	Vision de changement comportemental .....	113
5.1.4.	Vision de Changement de processus.....	113
5.2	Les phases de changement pour l'exploitation des NTIC dans la maintenance des équipements industriels : .....	113
5.3	Proposition d'un modèle de changement basé sur la méthode de Kotter.....	114
5.3.1.	Etude et réflexion .....	114
5.3.2.	L'application de la méthode de changement.....	116
6.	Conclusion .....	118
	<b>CONCLUSION GENERALE ET PERSPECTIVES :</b> .....	120
<b>I.</b>	<b>LES TRAVAUX REALISES</b> .....	120
<b>II.</b>	<b>LES PERSPECTIVES D'APPROFONDISSEMENT</b> .....	121
	<b>BIBLIOGRAPHIE</b> .....	123
	<b>ANNEXES</b> .....	I
<b>I.</b>	<b>ANNEXE 1 : TRAVAUX SCIENTIFIQUES REALISES</b> .....	II
<b>II.</b>	<b>ANNEXE 2 : LES QUESTIONNAIRES ET LES TRAITEMENTS DES DONNEES</b> .....	IV
<b>III.</b>	<b>ANNEXE 3 : SCRIPT DE LA BASE DE DONNEES</b> .....	XXX
<b>IV.</b>	<b>ANNEXE 4 : LES CARTES DE CHAQUE ETAPE DE CHANGEMENT</b> .....	XXXII