

Table des matières

Introduction	9
Partie 1. Traçabilité de l'information et gestion de la connaissance	17
Chapitre 1. Traçabilité intelligente des équipements	19
1.1. Introduction	19
1.2. État de l'art sur les produits intelligents	21
1.2.1. Définition de produits intelligents	21
1.2.2. Travaux sur les produits intelligents	21
1.2.3. Infrastructure de produits intelligents et RFID	22
1.3. Approche de gestion des connaissances	23
1.3.1. Démarche de capitalisation des connaissances	23
1.3.2. Les ontologies en PLM	25
1.3.3. Proposition de IMAMO_RFID	25
1.4. Produit intelligent : flot de données et mémoire distribuée	29
1.4.1. Architecture du produit intelligent	29
1.4.2. Flot de données et d'informations en phase MOL	30
1.4.3. Mémoire distribuée : étiquette RFID et LIFE RECORD	30
1.4.4. Le flot d'informations en phase MOL	31
1.5. Service d'aide au recyclage de composant	34
1.5.1. Réalisation d'un équipement intelligent et service d'aide à la décision	35
1.6. Synthèse	35

Chapitre 2. Plateforme de maintenance orientée connaissance	37
2.1. Introduction	37
2.2. Architectures logicielles des systèmes d'aide à la maintenance	39
2.2.1. Données, informations, connaissances et compétences	39
2.2.2. Relations entre systèmes informatiques	40
2.2.3. Caractérisation des systèmes de maintenance	42
2.3. Les systèmes de e-maintenance	43
2.3.1. Projets et travaux sur la e-maintenance	44
2.3.2. État de l'art sur les systèmes et plateformes de e-maintenance	45
2.3.3. Plateformes de projets	45
2.3.4. Plateformes académiques	46
2.3.5. Synthèse	47
2.4. Maintenance e-maintenance et s-maintenance	48
2.4.1. Généralités	48
2.4.2. La e-maintenance	48
2.4.3. Définitions du concept de e-maintenance	49
2.4.4. La s-maintenance	51
2.4.5. La plateforme de s-maintenance	52
2.5. Synthèse	54
 Chapitre 3. Application de la traçabilité intelligente	 57
3.1. Introduction	57
3.2. Description des équipements à maintenir	58
3.3. Infrastructure des équipements intelligents	59
3.4. La plateforme de s-maintenance	59
3.5. Les services Web	61
3.5.1. La communication entre plateforme et lecteur mobile	61
3.5.2. Antenne fixe RFID-plateforme	63
3.6. Service de suivi des données capteur de diagnostic et pronostic	64
3.7. Service de capitalisation des connaissances	64
3.7.1. Le modèle de données	65
3.7.2. Simulation de la carte vitale	67
3.8. Service d'aide à la décision sur le recyclage des vérins hydrauliques	68
3.9. Synthèse	70
 Partie 2. Décision post-pronostic	 73
 Chapitre 4. Positionnement de la décision dans le contexte PHM	 75
4.1. Introduction	75
4.2. Définition de la décision post-pronostic	76
4.3. Quels objectifs ?	76

4.4. Toutes les décisions	77
4.4.1. Le contrôle automatique amélioré par le pronostic	78
4.4.2. L'optimisation de la maintenance	78
4.4.2.1. Systèmes électroniques	79
4.4.2.2. Domaine aérospatial	79
4.4.2.3. Fermes d'éoliennes	79
4.4.3. L'adaptation des missions à l'état de santé des équipements	80
4.4.3.1. Ordonnancement de la production	81
4.4.3.2. Gestion de véhicules autonomes	81
4.4.3.3. Gestion de batteries	83
4.4.3.4. Gestion de réseaux de capteurs	83
4.5. Sur quoi décider	84
4.6. Typologie des décisions en PHM (temporelle, granularité et objectif)	85
4.7. Méthodes de décision	86
4.8. Synthèse	87

Chapitre 5. Vers une politique de maintenance prédictive 89

5.1. Un problème de décision	92
5.2. Hypothèses et données	92
5.2.1. Les équipements	92
5.2.1.1. Équipements en parallèle	93
5.2.1.2. Équipements en série	93
5.2.1.3. Équipements en série-parallèle	93
5.2.2. Les opérations de maintenance	94
5.2.3. Les ressources de maintenance	95
5.2.4. Les coûts de maintenance et de production	96
5.3. Mise en œuvre : une approche d'ordonnancement de la maintenance à l'aide d'informations de pronostic	97
5.3.1. Modélisation du coût	98
5.3.1.1. Coût des pannes	98
5.3.1.2. Coût de maintenance	99
5.3.1.3. Coût des trajets	100
5.3.1.4. Coût des heures supplémentaires	100
5.3.2. Contraintes à satisfaire	100
5.3.3. Fonction objectif	100
5.3.4. Résolution du problème	101
5.4. Synthèse	101

Chapitre 6. Maintien en condition opérationnelle	103
6.1. Énoncé du problème	103
6.1.1. Objectif	103
6.1.2. Hypothèses	104
6.1.3. Modélisation des profils de fonctionnement	104
6.1.4. Problème d'optimisation MAXK	105
6.1.5. Exemple d'application	106
6.2. Propriétés et étude de complexité	109
6.2.1. Borne supérieure pour $\text{MAXK}(\sigma, \rho_{i,j}, RUL_{i,j})$	109
6.2.2. Complexité du problème $\text{MAXK}(\sigma, \rho, RUL_j)$	110
6.2.2.1. Algorithme glouton optimal pour $\text{MAXK}(\sigma, \rho, RUL_j)$	110
6.2.2.2. Complexité du problème $\text{MAXK}(\sigma, \rho, RUL_j)$	111
6.2.3. NP-complétude du cas général	113
6.3. Approche optimale	113
6.3.1. Programmation linéaire	113
6.3.2. Résolution optimale	115
6.4. Résolution sous-optimale	115
6.4.1. Heuristiques	116
6.4.1.1. H-LRF : heuristique favorisant les RUL les plus longs	116
6.4.1.2. H-HTF : heuristique favorisant les débits les plus forts	117
6.4.1.3. H-DP : heuristique basée sur la programmation dynamique	119
6.4.2. Amélioration des heuristiques	122
6.4.2.1. Illustration du principe de réparation	123
6.4.2.2. Stratégie de réparation	124
6.5. Résultats de simulation	125
6.5.1. Comparaison avec la borne supérieure BS	125
6.5.2. Amélioration obtenue avec la réparation	127
6.6. Synthèse	128
Conclusion	129
Bibliographie	133
Index	145