

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC

**MÉMOIRE PRÉSENTÉ À
L'UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À TROIS-RIVIÈRES**

**COMME EXIGENCE PARTIELLE
DE LA MAÎTRISE EN GÉNIE INDUSTRIEL**

**PAR
DARRAGI MESSAOUDI**

**ÉLABORATION D'UN PROCESSUS DE FIABILITÉ DES
ÉQUIPEMENTS : APPLICATION À L'ESPACEMENT DES
ARRÊTS PLANIFIÉS**

JANVIER 2005

RÉSUMÉ

Le but de cette étude est d'élaborer un processus de fiabilité des systèmes, structures et composants (SSC). Ce processus a comme objectif d'assurer le maintien de la fiabilité intrinsèque des SSC et de mesurer l'effet des scénarios de la maintenance préventive (espacement des arrêts planifiés pour l'entretien général de la centrale) sur leurs caractéristiques de fiabilité. Il s'inspire des méthodes simplifiées de la MBF et de l'intégration de l'optimisation de la maintenance dans un large processus de fiabilité des équipements tel que le processus AP-913 proposé par l'association mondiale des opérateurs nucléaires (WANO). Une approche nommée optimisation de la maintenance préventive (OMP) a été développée. L'OMP a ensuite été intégrée à d'autres activités principales telles que le suivi de la performance / fiabilité et l'adaptation continue.

L'applicabilité du processus a été validée par l'évaluation de l'impact de l'espacement des arrêts planifiés de 12 à 18 ou 24 mois pour l'entretien général de la centrale nucléaire Gentilly 2.

Le cas particulier du système modérateur, un des plus importants systèmes de la centrale, a été étudié. L'objectif de la validation était de démontrer que le processus peut contrôler la fiabilité intrinsèque et la disponibilité des SSC malgré la variation du cycle d'arrêts planifiés tout en respectant la charge de travail.

Ce processus a démontré sa capacité de mesurer et de réduire l'impact de l'espacement des arrêts planifiés sur la fiabilité / disponibilité des SSC. Dans le cas général, l'applicabilité de ce processus peut s'étendre à l'optimisation de tous les scénarios possibles de la maintenance préventive.

REMERCIEMENTS

Je souhaite remercier toutes les personnes ayant contribué à la réalisation de cette étude par leur support et collaboration. Je tiens particulièrement à remercier M. Georges Abdul-Nour, directeur de ce projet de maîtrise, de l'Université du Québec à Trois-Rivières et M. Dragan Komljenovic, co-directeur, de la centrale nucléaire Gentilly 2 pour avoir contribué de manière significative, par leurs précieux commentaires lors des nombreuses discussions, à l'élaboration de ce document. Je tiens spécialement à remercier M. Raynald Vaillancourt, maître ingénieur à la centrale nucléaire Gentilly 2, pour avoir initié un tel projet à la centrale et m'avoir fait partager ses connaissances sur la sûreté des systèmes. Je remercie tous les membres de l'équipe Fiabilité pour leurs conseils précieux et leur aide. Je remercie la direction de la centrale nucléaire Gentilly 2 de m'avoir octroyé le temps et les ressources nécessaires pour mener le travail à bonne fin. Je souligne enfin l'appui moral et le support que les membres de ma famille m'ont assuré tout au long de ce projet.

AVERTISSEMENT

Hydro-Québec se dégage de toute responsabilité quant à l'utilisation ou l'interprétation qui pourrait être faite des informations contenues dans ce rapport par une tierce partie. En aucun cas, Hydro-Québec ne saurait être tenue responsable de tout dommage ou préjudice quelconque lié à une utilisation ou une interprétation fautive de tout ce rapport ou d'une partie de ce rapport.

TABLE DES MATIÈRES

RÉSUMÉ	I
REMERCIEMENTS.....	II
AVERTISSEMENT	III
TABLE DES MATIÈRES.....	IV
LISTE DES TABLEAUX	VII
LISTE DES FIGURES.....	VIII
LISTE DES SYMBOLES ET ABRÉVIATIONS.....	IX
LEXIQUE DES TERMES UTILISÉS	XI
<u>CHAPITRE 1: INTRODUCTION.....</u>	1
1.1 <i>Description de la centrale nucléaire de Gentilly 2.....</i>	1
1.2 <i>Mise en contexte</i>	1
1.3 <i>Problématique</i>	2
2.2 <i>But et objectifs de l'étude</i>	3
2.3 <i>Méthodologie et démarche suivie</i>	4
2.3.1 <i>Maintenir la fiabilité intrinsèque des SSC.....</i>	4
2.2.3 <i>Mesurer l'effet de l'espacement des arrêts planifiés.....</i>	5
2.4 <i>Motivation</i>	5
2.5 <i>Limites de l'étude.....</i>	6
<u>CHAPITRE 2: REVUE DE LA LITTÉRATURE</u>	7
2.1 <i>Généralités sur la maintenance.....</i>	7
2.2 <i>Optimisation de la fiabilité par la MBF.....</i>	8
2.3 <i>Différentes approches de la MBF.....</i>	9
2.4 <i>Variantes simplifiées de la MBF.....</i>	15
2.5 <i>Processus de fiabilité des SSC.....</i>	16
<u>CHAPITRE 3: MÉTHODOLOGIE</u>	17
3.1 <i>Élaboration d'un processus de fiabilité des SSC.....</i>	17
3.2 <i>Projet pilote sur le système modérateur.....</i>	19

CHAPITRE 4: ÉTUDE DU PROCESSUS DE FIABILITÉ DES SSC	21
4.1 <i>Optimisation de la maintenance</i>	21
4.1.1 Synthèse sur la MBF	21
4.1.2 Approche Choisie : Optimisation de la Maintenance Préventive (OMP)	22
4.1.3 Outil d'analyse utilisé par l'OMP	24
4.2 <i>Processus de fiabilité des SSC.....</i>	27
4.2.1 Processus de fiabilité des équipements AP-913.....	28
4.2.2 Approche choisie : Suivi de la fiabilité des SSC à G-2.....	28
4.2.3 Mesure de l'impact de la maintenance préventive sur la fiabilité.....	29
CHAPITRE 5: PROCESSUS DE FIABILITÉ DES SSC À G-2	36
5.1 <i>Optimiser la maintenance préventive des SSC.....</i>	37
5.1.1 Analyser la criticité des systèmes	37
5.1.2 Sélectionner les composants	38
5.1.3 Analyser la criticité du composant.....	38
5.1.4 Analyser les tâches existantes ou à rajouter	39
5.1.5 Modifier le programme de maintenance préventive	41
5.2 <i>Suivre la performance et la fiabilité des SSC.....</i>	43
5.2.1 Sélectionner les SSC importants.....	43
5.2.2 Suivre la performance / fiabilité des SSC.....	43
5.2.3 Élaborer un programme de suivi de la performance / fiabilité des SSC	44
5.3 <i>Mettre en oeuvre et adapter continuellement l'OMP.....</i>	47
5.3.1 Mettre en oeuvre la maintenance préventive.....	47
5.3.2 Mettre en oeuvre les actions correctives	48
CHAPITRE 6: APPLICATION AU SYSTÈME MODÉRATEUR	50
6.1 <i>Choix du système</i>	50
6.2 <i>Généralités sur le système Modérateur.....</i>	50
6.2.1 Description du système.....	51
6.2.2 Étude de fiabilité existante du modérateur	53
6.3 <i>Étapes de la simulation.....</i>	54
6.4 <i>Méthode d'évaluation de l'indisponibilité</i>	55
6.5 <i>Application du processus de fiabilité des SSC</i>	56
6.5.1 Limites physiques du modérateur	56

6.5.2	Liste des composants sélectionnés.....	57
6.5.3	Collecte de données.....	58
6.5.4	Analyse de la criticité des composants.....	60
6.5.5	Application des Fiches Génériques de Maintenance (FGM).....	61
6.5.6	Calcul des taux de pondération des taux de défaillance.....	66
6.6	<i>Simulation</i>	69
6.6.1	Calcul des différents taux de défaillance.....	69
6.6.2	Impact de l'espacement des arrêts planifiés et de l'OMP.....	71
6.6.3	Impact (Espacement/OMP) sur la disponibilité du système.....	71
6.7	<i>Interprétation des résultats et conclusion</i>	73
6.7.1	Résultats liés au taux de défaillance des équipements.....	73
6.7.2	Résultats liés à la disponibilité du système.....	78
CONCLUSION		81
RECOMMANDATIONS		84
REFERENCES		85
ANNEXE A: DESCRIPTION DE LA CENTRALE NUCLEAIRE DE GENTILLY 2		88
ANNEXE B: PROJET D'ESPACEMENT DES ARRETS PLANIFIES		93
ANNEXE C : SYNTHESE SUR LA MBF DANS L'INDUSTRIE NUCLEAIRE		97
ANNEXE D: PROCESSUS DE FIABILITE DES EQUIPEMENTS « AP-913 »		118
ANNEXE E: CARACTERISTIQUES DE FIABILITE GENERIQUES		126
ANNEXE F: SELECTION DES COMPOSANTS (ANALYSE DETAILLEE)		129
ANNEXE G: PMP COMPLET DU MODERATEUR		136
ANNEXE H: CRITICITE DES COMPOSANTS (ANALYSE DETAILLEE)		139
ANNEXE I: CODIFICATION DES EQUIPEMENTS SELECTIONNES		143
ANNEXE J: NOUVELLES PERIODICITES (ESPACEMENT A 18 OU 24 MOIS)		146
ANNEXE K: TAUX DE DEFAILLANCE DU SITE CALCULES		151
ANNEXE L: RESULTATS DES COUPES MINIMALES ET DES FMI		156

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Liste des scénarios à évaluer	20
Tableau 2 : Comparaison entre OMP et MBF	23
Tableau 3: Critères analysés dans le processus OMP	23
Tableau 4: Objectifs de fiabilité du modérateur	54
Tableau 5 : Arbres de défaillance analysés	54
Tableau 6: Règles de sélection des équipements pour l'étude	58
Tableau 7: Liste des composants sélectionnés.....	58
Tableau 8: Critères de catégorisation des composants.....	60
Tableau 9: Étapes de comparaison entre PMP de G-2 et FGM d'EPRI	62
Tableau 10: Système de codification d'EPRI	63
Tableau 11: Codification pour équipements à fort impact sur la sûreté.....	63
Tableau 12 : Récapitulatif des périodicités à étudier	65
Tableau 13: Pondération des taux de défaillance.....	68
Tableau 14: Taux de défaillance pondérés (défaillances/année)	70
Tableau 15: Impact de l'espacement des arrêts planifiés et de l'OMP.....	71
Tableau 16: Indisponibilité du modérateur (avec systèmes de supports communs).....	72
Tableau 17: Indisponibilité du modérateur (sans systèmes de supports communs)	72
Tableau B1: Nombre de tâches d'entretien préventif réalisées lors des arrêts planifiés.....	94
Tableau C1: Comparaison entre les différentes variantes de la MBF.....	104
Tableau C2: Les facteurs d'échec et leurs causes principales.....	109
Tableau D1: Projets EPRI associés à AP-913.....	124
Tableau E1: Caractéristiques de fiabilité Génériques des équipements.....	127
Tableau F1: Règles de sélection et de catégorisation des équipements.....	130
Tableau F2: Sélection des composants (Analyse détaillée).....	131
Tableau G1: PMP complet du modérateur.....	137
Tableau H1: Règles de catégorisation des équipements selon criticité.....	140
Tableau H2: Criticité des composants (Analyse détaillée).....	141
Tableau I1: Codification des équipements sélectionnés.....	144
Tableau J1: Nouvelles périodicités (espacement à 18 ou 24 mois).....	147
Tableau K1: Taux de défaillance du site calculés.....	152

LISTE DES FIGURES

Figure 1: Différence entre PMO et MBF.....	23
Figure 2: Structure de l'analyse dans <i>PM basis</i>	26
Figure 3: Processus et application.....	29
Figure 4: Augmentation du taux de défaillance en fonction de la périodicité.....	34
Figure 5: Processus de fiabilité des SSC (1er Niveau).....	36
Figure 6: Nomenclature du processus.....	36
Figure 7: Processus OMP.....	42
Figure 8: Processus suivi de la performance / fiabilité	46
Figure 9: Processus adaptation continue.....	49
Figure 10: Schéma simplifié de système modérateur.....	52
Figure 11: Liste finale des composants.....	61
Figure 12: Règles de pondération des taux de défaillance.....	67
Figure 13: Enveloppe des taux de défaillance sans OMP.....	74
Figure 14: Évolution des taux de défaillance sans OMP.....	75
Figure 15: Enveloppe des taux de défaillance avec OMP.....	76
Figure 16: Évolution des taux de défaillance avec OMP.....	77
Figure 17: Indisponibilité avec centrale en puissance.....	79
Figure 18: Indisponibilité avec centrale à l'arrêt.....	79
Figure 19: Évolution de l'indisponibilité du système.....	80
Figure A1 : Schéma du fonctionnement de la Centrale nucléaire Gentilly 2.....	90
Figure B1: Planification d'entretien préventif en fonction du cycle des arrêts planifiés	95
Figure C1 : MBF simplifiée classique.....	101
Figure C2 : Optimisation de la maintenance.....	102
Figure C3 : Liste de contrôle de la criticité.....	103
Figure D1 : Processus AP-913 (1 ^{er} niveau).....	123
Figure D2: Activités du processus AP-913 couvertes par <i>PM basis Database</i>	124

LISTE DES SYMBOLES ET ABRÉVIATIONS

AMDEC : Analyse des Modes de Défaillance, de leurs Effets et Criticité
CAFTA : Computer Aided Fault Tree Analysis
CANDU : CANada Deuterium-Uranium
CCSN : Commission Canadienne de la Sûreté Nucléaire
CC-SP : Criticality Check-list Sreamlined Process
DPTN : Direction Production Thermique et Nucléaire
DT : Demande de Travail
EPRI : Electric Power Research Institute
FEP : Fiche d'Entretien Préventif
FGM : Fiche Générique de Maintenance (Maintenance Template)
FMI : Facteurs de Mesure d'Importance (Risk Importance Factors)
FV : Fussell-Vesely
G-2 : Centrale Nucléaire d'Hydro Québec de Gentilly 2
INPO : Institute of Nuclear Power Operations
LCM : Life Cycle Management
LEP: Liste des Équipements Principaux (MEL)
MBF : Maintenance Basée sur la Fiabilité (RCM)
MEL : Master Equipment List
MSG : Maintenance Steering Group
OJB : Oopéré Jusqu'à Bris (RTF)
OMF : Optimisation de la Maintenance par la Fiabilité
OMP : Optimisation de la Maintenance Préventive (PMO)
PEP : Programme d'Entretien Préventif
PERCA : Perte de Caloporteur
PIP : Programme d'Inspections Périodiques
PMEL : Preventive Master Equipment List
PMO : Preventive Maintenance Optimization (OMP)
PMP : Programme de Maintenance Préventive
PSP : Programme de Suivi de la Performance
RAW : Risk Achievement Worth
RCM : Reliability Centered Maintenance (MBF)
RMEL : Reliability Master Equipment List
RT : Rapport Technique
RTF : Run To Failure (OJB)
RTI : Rapport Technique Interne
RTS : Responsable Technique de Système
RUC : Système de Refroidissement d'Urgence du Cœur
SC-RCM : Sreamlined Classical Reliability Centered Maintenance

SDM : Safety Design Matrix

SIE : Système Intégré de l'Entretien

SRS : Système Relié à la Sûreté

SSC : Système, Structures et Composants

USI : Universal System Index. Repère d'identification des systèmes utilisé à G-2

WANO : World Association of Nuclear Operators

LEXIQUE DES TERMES UTILISÉS

Arbre de défaillance :

Diagramme logique utilisant une structure arborescente et montrant les causes de défaillance et/ou de panne conduisant à un événement indésirable.

Composant :

La plus petite partie d'un système qu'il est nécessaire et suffisant de considérer pour l'analyse d'un système.

Défaillance :

Cessation de l'aptitude d'un élément à accomplir une fonction requise.

Dégradation :

Détérioration progressive des caractéristiques fonctionnelles d'un équipement.

Disponibilité :

Aptitude d'une entité à être en état d'accomplir une fonction requise dans des conditions données et à un instant donné.

Fiabilité :

Probabilité qu'un équipement ou un système accomplisse sa fonction requise, dans des conditions données et pendant un intervalle de temps connu.

Fiche générique de maintenance (*maintenance template*) :

Programme de maintenance préventive modélisé et optimisé pour une catégorie d'équipement donnée.

Mécanisme de défaillance :

Processus physique, chimique ou autre qui entraîne une défaillance.

Mécanisme de dégradation (de vieillissement) :

Processus physique, chimique ou autre qui entraîne une perte progressive de la fonctionnalité d'un équipement sans nécessairement causer la défaillance.

Mode de défaillance :

Effet par lequel une défaillance est observée.

Système :

Ensemble déterminé de composants discrets interconnectés ou en interaction.

Chapitre 1

INTRODUCTION

Ce travail de recherche a été demandé par l'équipe fiabilité de la centrale nucléaire Gentilly 2 dans le cadre du projet de l'espacement des arrêts planifiés de 12 à 18 ou 24 mois.

Dans ce qui suit, une brève description de la centrale nucléaire Gentilly 2 sera présentée. L'énoncé du problème sera explicité ainsi que le but et les objectifs de ce travail de recherche. La motivation sera ensuite décrite à travers les différents enjeux internationaux dans le domaine de la fiabilité et maintenance. Finalement, les limites de ce travail seront fixées.

1.1 Description de la centrale nucléaire Gentilly 2

Mise en service en octobre 1983, la centrale de Gentilly 2 est la seule centrale nucléaire exploitée par Hydro-Québec. Elle fournit une puissance de 675 mégawatts, soit environ 3 % de la puissance installée du réseau provincial de production d'électricité. L'énergie électrique produite par G-2 peut répondre aux besoins de 74 000 clients; elle est toutefois intégrée au réseau d'Hydro-Québec, comme celle de toutes les autres centrales de l'entreprise. La centrale nucléaire Gentilly 2 est une centrale de type CANDU (acronyme pour CANada Deutérium Uranium) ce qui signifie que le réacteur utilise de l'eau lourde comme modérateur et de l'uranium naturel comme combustible.

Les fonctions des principaux systèmes, abordées à l'annexe A, démontrent les enjeux de sûreté et les priorités à accorder lors de l'exécution des activités de maintenance préventive, pour maintenir la fiabilité intrinsèque et les objectifs de disponibilité des systèmes et de leurs composants.

1.2 Mise en contexte

Le besoin d'optimiser la maintenance préventive et de suivre la fiabilité des systèmes, structures et composants (SSC) a commencé avec le projet de l'espacement des arrêts planifiés majeurs de 12 à 18 ou 24 mois. Ce besoin est devenu prioritaire lorsque la Direction Production Thermique

et Nucléaire (DPTN) a décidé d'étudier la faisabilité et la viabilité de l'optimisation de l'entretien préventif des équipements d'instrumentation et de contrôle.

D'autres projets à la centrale nucléaire Gentilly 2 ont confirmé cette orientation. Parmi ces projets, on pourra citer :

- L'optimisation de la disponibilité des groupes électrogènes par la rationalisation du programme de maintenance préventive.
- Les études de vieillissement des SSC documentés dans les bilans de suivi des systèmes.
- Le suivi des caractéristiques de fiabilité (taux de défaillance, fiabilité, disponibilité, etc.) des SSC en utilisant une base de données unique.
- La réponse aux exigences réglementaires de la Commission Canadienne de la Sûreté Nucléaire (CCSN) par la détermination des SSC à fort impact sur la sûreté et le suivi des activités de surveillance (activités de maintenance préventive engagées au permis d'exploitation).

D'autre part, les nouvelles orientations dans l'industrie nucléaire (EPRI, WANO) ont confirmé que la réponse aux objectifs conjugués de ces projets devra passer par une approche intégrée basée sur tous les éléments responsables du maintien de la fiabilité intrinsèque des SSC.

1.3 Problématique

Le projet de l'espacement des arrêts planifiés de 12 à 18 ou 24 mois a été l'événement initiateur de cette recherche [1]. En effet, ce projet aura un impact sur le nombre total de tâches d'entretien préventif à réaliser sur une période de plusieurs années. La problématique qui y associée est détaillée à l'annexe B.

La modification aura un impact significatif sur la planification des activités de maintenance préventive (essais, entretiens préventifs et inspections périodiques) et sur la fiabilité et la disponibilité à moyen et à long terme des SSC. La Direction de production thermique et nucléaire (DPTN) doit s'assurer que :

- La durée d'un arrêt ainsi que la charge de travail associée (nombre de personnes-heures) ne devraient pas augmenter de façon significative.

- L'augmentation de la périodicité des arrêts n'engendrera pas une augmentation du nombre et/ou de la durée des arrêts imprévus ainsi que les risques associés pour l'environnement et la population.

Pour les solutions à proposer, il s'avère essentiel de rationaliser et d'optimiser les activités de maintenance préventive exécutées à l'arrêt pour minimiser la durée des arrêts planifiés. D'autre part, il faudra suivre la fiabilité opérationnelle des équipements afin de s'assurer que le changement de périodicité n'affectera pas leur fiabilité et leur disponibilité car ils risquent de subir de nouveaux mécanismes de dégradation.

De façon générale, et pour répondre aux attentes d'optimisation de l'entretien préventif à la Centrale, les solutions proposées ne peuvent se limiter aux conditions particulières de l'espacement des arrêts planifiés. Il s'agit plutôt de trouver les réponses aux questions fondamentales suivantes :

- Quel sera l'effet d'un scénario quelconque de maintenance préventive sur la fiabilité des SSC? Comment le mesurer?
- Quel sera le scénario optimal de maintenance préventive pour maintenir la fiabilité intrinsèque d'un SSC donné? Comment le maintenir?

Ainsi, il faudra un processus capable de mesurer et d'optimiser l'effet de la maintenance préventive sur les caractéristiques de fiabilité (taux de défaillance, fiabilité, disponibilité, etc.) d'un SSC, en particulier, pour le cas de l'espacement des arrêts planifiés.

2.2 But et objectifs de l'étude

Le but de cette étude est d'élaborer un processus de fiabilité des équipements ou plus précisément des systèmes, structures et composants (SSC).

Ainsi, les objectifs à atteindre seront :

- D'assurer le maintien de la fiabilité intrinsèque des équipements.

- De mesurer l'effet de l'espacement des arrêts planifiés de 12 à 18 ou 24 mois sur la fiabilité des SSC (faisabilité et viabilité).

2.3 Méthodologie et démarche suivie

Pour répondre aux objectifs fixés, ce travail de recherche a été divisé en deux volets principaux, soient :

- 1- Maintenir la fiabilité intrinsèque des SSC.
- 2- Mesurer l'effet de l'espacement des arrêts planifiés.

2.3.1 Maintenir la fiabilité intrinsèque des SSC

C'est la première étape du projet. Un processus de fiabilité des SSC pour la rationalisation et l'optimisation de l'entretien préventif a été défini et validé. Ce processus est capable de mesurer et de suivre la fiabilité des SSC.

Ce processus s'intègre à d'autres processus déjà mis en place à G-2 sans modification significative. Cette intégration exploite les outils existants tout en respectant la charge de travail des responsables techniques des systèmes.

Ses principales particularités sont de concilier :

- le processus générique de fiabilité des équipements AP-913 proposé par WANO;
- les différentes variantes de la maintenance basée sur la fiabilité ou Streamlined RCM;
- le programme réglementaire S-98 exigé par la Commission Canadienne de la Sûreté Nucléaire; et
- les processus actuels à G-2.

Ainsi, le processus de fiabilité des SSC est capable de :

- rationaliser et optimiser les activités de maintenance pour optimiser la fiabilité opérationnelle des SSC;
- suivre les dégradations des systèmes, structures et équipements avant l'occurrence de la défaillance;

- s'adapter et s'améliorer continuellement par le retour d'expérience (interne et externe); et
- mesurer l'impact des modifications d'un programme de maintenance préventive sur les caractéristiques de fiabilité des SSC.

2.2.3 Mesurer l'effet de l'espacement des arrêts planifiés

Il s'agit de la validation du processus par un projet pilote en l'appliquant à un cas réel sur un des systèmes (modérateur) dans l'intention de :

- simuler l'effet de l'espacement des arrêts planifiés de 12 à 18 ou 24 mois sur la disponibilité et fiabilité du système et de ses composants;
- mesurer l'impact sur les caractéristiques de fiabilité des SSC d'un tel espacement avec et sans l'application d'une optimisation de la maintenance; et
- évaluer le gain à l'application d'un tel processus.

Le choix du système modérateur a été basé sur sa criticité. Ce système est considéré critique puisqu'il influe directement sur l'exploitation et la sûreté de la centrale. Le concept de criticité sera défini plus tard lors de l'élaboration du processus.

2.4 Motivation

L'optimisation de la maintenance et le suivi de la fiabilité des SSC représentent un sujet d'intérêt de premier ordre pour les centrales nucléaires susceptibles de montrer des signes de vieillissement telle la centrale nucléaire Gentilly 2, ainsi que pour toute l'industrie nucléaire canadienne. Ce besoin essentiel de suivre, mesurer et optimiser la fiabilité des équipements s'est transformé rapidement en une tendance mondiale dans le domaine nucléaire, confirmée par les éléments mentionnés ci-dessous :

- Un processus intégré de fiabilité des SSC désigné par AP-913 et élaboré par WANO est devenu une référence mondiale dont l'industrie nucléaire américaine s'est fortement inspirée.
- Des exigences dictées par le programme de fiabilité pour les centrales nucléaires (S-98, proposé par la CCSN).

2.5 Limites de l'étude

Cette recherche se limite à la proposition d'un nouveau processus de fiabilité des systèmes structures et composants (SSC) en se fixant l'objectif d'un minimum d'ajouts, de modifications et/ou d'annulations majeures sur les processus existants à G-2.

D'autre part, l'étude du processus AP-913 ne tiendra pas compte des activités liées à la gestion du cycle de vie Life Cycle Management.

L'application de cette étude sera simulée sur le système modérateur et se limitera aux tâches d'entretien préventif faites à l'arrêt planifié.

Chapitre 2

REVUE DE LA LITTÉRATURE

La discipline de la maintenance a subi des mutations majeures dans le but de maintenir la fiabilité intrinsèque des équipements. L'évolution de la maintenance a été réalisée selon 2 axes principaux : un axe chronologique (maintenance curative, puis systématique, ensuite prédictive et finalement basée sur la fiabilité) et un autre axe qui dépend de la réalité, de l'expérience et des limites de chaque industrie (aérospatiale, nucléaire, pétrochimique etc.). Les effets conjugués de ces 2 axes mentionnés seront analysés dans ce qui suit.

2.1 Généralités sur la maintenance

La maintenance est composée de l'ensemble des actions permettant de maintenir ou de rétablir un équipement ou un système dans un état spécifié ou en mesure d'assurer un service déterminé. Elle comprend des actions de maintenance corrective qui sont effectuées après défaillance et des actions de maintenance préventive qui sont exécutées selon des critères prédéterminés dans l'intention de réduire la probabilité de défaillance du matériel ou la dégradation du service rendu.

La maintenance préventive a pour objectif de maintenir ou d'augmenter la fiabilité opérationnelle d'un équipement ou d'un système sur une longue période en ralentissant les effets du vieillissement (corrosion, fatigue et autres phénomènes). Elle influence donc leur taux de défaillance à moyen terme et leur durée de vie utile à long terme.

La périodicité d'une tâche de maintenance préventive est déterminée en fonction de la criticité, du cycle de charge et de l'environnement de l'équipement ou du système. Celle-ci est pondérée et ajustée en fonction de l'expérience de fonctionnement observée sur un type d'équipement ou de système.

D'autre part, pour plusieurs systèmes, la maintenance préventive de leurs équipements est réalisée avec des périodicités différentes. La stratégie pour fixer la périodicité des tâches de maintenance préventive dépend, entre autres, de leur faisabilité et des conséquences de leur réalisation sur la disponibilité du système ou sur le fonctionnement de la centrale en puissance.

Ainsi, la stratégie pour fixer le contenu et la périodicité d'une tâche de maintenance préventive dépend directement de son applicabilité, efficacité, rentabilité et surtout des effets liés à la perte d'une fonction critique d'un équipement ou d'un système donné :

- Effets liés à la sûreté : perte de la disponibilité d'un système redondant spécial de sûreté.
- Effets économiques liés au fonctionnement de la centrale en puissance : indisponibilité globale de la centrale nucléaire.

2.2 Optimisation de la fiabilité par la MBF

Résoudre la problématique déjà mentionnée pour l'espacement des arrêts planifiés nécessite une solution à long terme basée sur l'optimisation de la fiabilité des SSC. Par conséquent, la solution idéale repose sur l'élaboration d'un processus adéquat pour l'optimisation de la maintenance et de la fiabilité. À titre d'exemple, pour répondre aux exigences fixées par l'organisme réglementaire local concernant l'espacement des arrêts, une équipe de professionnels d'Énergie Atomique Canada et de la centrale nucléaire « Emblase NPP » a évalué dans une étude les facteurs principaux et les critères influençant la disponibilité d'une centrale nucléaire lors de l'espacement des arrêts planifiés [2]. Ainsi, il a été clairement démontré dans cette étude que les solutions inspirées de la MBF ainsi que les activités liées au suivi de la fiabilité définissent l'unique approche actuelle pour résoudre les problèmes liés à la fréquence et la durée des arrêts planifiés et non planifiés.

Contrairement aux différents processus d'optimisation de la maintenance marginaux, développés aux fils des années dans l'industrie, la MBF est le seul processus capable de s'attaquer efficacement aux sujets complexes de la maintenance tels le choix du contenu et de la périodicité des tâches de maintenance préventive et ceci grâce aux méthodes et outils sophistiqués dont elle dispose. Longtemps considérées comme des privilèges pour les spécialistes de la fiabilité, les AMDEC, la maintenance prévisionnelle et les méthodes statistiques représentent les ingrédients principaux de la MBF et de ses différentes variantes.

Toutefois, cette méthodologie a atteint des limites avec ses objectifs assez ambitieux tels que préserver le niveau de la fiabilité opérationnelle d'un équipement asymptotique à son niveau de

fiabilité intrinsèque. Il manque à la MBF l'intégration de plusieurs activités connexes essentielles au suivi continu de la fiabilité des équipements au sein d'un système de gestion des biens suffisamment large et complexe (Exemple : Le suivi de la performance des composants et des systèmes).

Dans ce qui suit, l'échelle de l'évolution de la MBF sera dressée depuis sa première forme classique jusqu'à l'approche basée sur « le processus de fiabilité des équipements » en passant par les différentes variantes adoptées dans l'industrie.

2.3 Différentes approches de la MBF

Durant ces dernières décennies, la maintenance a été parmi les disciplines les plus touchées par les changements. La maintenance a toujours été considérée comme un poste de dépenses dans l'industrie. Son rôle a longtemps été réduit aux activités de dépannage ou à l'entretien, rarement considéré comme une activité stratégique. Depuis longtemps, la maintenance a manqué de méthodologie d'approche et cette discipline a produit plusieurs perceptions critiques impliquant des résultats médiocres.

Plusieurs contraintes, liées aux exigences de la baisse des coûts de production des biens et des services, ont donc incité les dirigeants et les ingénieurs de la maintenance à changer leurs manières de penser et d'agir ces dernières décennies. Toutefois les limitations du système traditionnel de la maintenance, indépendamment du degré d'informatisation, sont devenues apparentes obligeant ainsi les acteurs industriels et économiques à apporter un nouvel éclairage à cette fonction.

Cette discipline a évolué dans un sens favorable donnant ainsi naissance à plusieurs méthodes scientifiques d'optimisation mettant en cause le rôle, les politiques, les stratégies et les responsabilités de la maintenance.

À la fin de 1950, les approches traditionnelles de maintenance sont devenues inadéquates pour l'industrie aéronautique moderne de l'après-guerre. En effet, l'aviation civile américaine subissait environ 60 accidents par million de vols dont les deux tiers étaient dus aux défaillances des

équipements. De nos jours, grâce à la MBF adoptée par l'aviation civile, on parle de deux accidents par million de vols, dont seulement un sixième est dû aux défaillances des équipements. La MBF est l'une des méthodes approuvées issue de la sûreté de fonctionnement (fiabilité, disponibilité, maintenabilité et sûreté). Elle a démontré son efficacité comme processus d'optimisation de la maintenance dans les domaines aéronautique, spatial et nucléaire.

C'est principalement entre 1960 et 1980 que se sont développées les nouvelles philosophies de la maintenance dans l'aviation. Dans les années 60, les programmes d'entretien étaient fondés sur des périodicités fixes de réhabilitation de composants calculées empiriquement. Sous l'incitatif de la dégradation du niveau de sûreté des équipements, les responsables de la maintenance de l'aviation civile ont été poussés à travailler avec la FFA (*Federal Aviation Administration*) pour investiguer les comportements des défaillances pour les équipements complexes. Afin de rendre les programmes plus intelligents, le *Maintenance Steering Group* a été formé d'experts opérateurs et concepteurs d'aéronefs. Ainsi, l'association *Industry transport air association* a publié une série de rapports destinés à l'aviation civile pour initier les premières approches d'optimisation de la fiabilité : en 1968, il en a résulté la méthodologie MSG-1, puis en 1970 le MSG-2 appliquée au Boeing 747, laquelle est devenue MSG-3 en 1980.

En 1978, le département de la défense américaine, avec une motivation différente de celle de l'aviation civile et plutôt basée sur la réduction des coûts de maintenance, a mandaté un groupe d'ingénieurs : Stanley Nowlan et Howard Heap de *United Airlines*, pour compiler l'expérience de l'aviation dans les différents rapports qu'elle a publiés. Depuis longtemps la théorie de la fiabilité utilise la courbe en forme de baignoire comme le modèle de référence. Les études de Nowlan et Heap [3] démontrent que seulement 4 % des composants suivent cette règle et subissent une usure. D'autres modes de comportement ont alors été développés. Fait le plus remarquable, 68 % des composants ont une courbe montrant des problèmes de jeunesse au début, mais par la suite durant leur vie utile un taux de défaillance stable, par exemple les composants électroniques et les logiciels. Une méthodologie d'établissement de programmes d'entretien appelée MBF (maintenance basée sur la fiabilité) a alors été mise au point.

En 1980, l'augmentation importante des coûts de carburant et l'amélioration de la fiabilité des nouveaux composants ont exercé une pression sur l'aviation civile pour réviser encore ces

anciennes approches en donnant plus d'importance aux réductions de coûts. C'est devenu le MSG-3 [4], laquelle a utilisé l'approche logique de la MBF qui a pour objectif de répondre à la question suivante :

Que peut-on faire pour empêcher un équipement de tomber en panne?

D'autre part, au début des années 90, les services militaires ont édité des normes et standards militaires. Ces derniers ont pour but de guider et d'orienter les contractants et manufacturiers vers l'utilisation de la MBF pour développer les programmes d'entretien préventif pour les nouveaux équipements militaires. On pourrait citer les processus développés par le US Naval Air tels que le Mil-std 2173 [5], le NAVAIR 00-25-403 [6] et le processus décrit par le NES 45 et développé par la British Royal Navy [7].

On trouve dans ces manuels un processus MBF fidèle aux concepts initiés par Nowlan et Heap et assez cristallisé pour optimiser la maintenance et la fiabilité en se basant sur les trois étapes principales suivantes :

- L'analyse fonctionnelle et l'analyse des défaillances fonctionnelles.
- L'analyse des modes de défaillances de leurs effets et de leurs criticités (Conséquences)
- Le choix de la stratégie de maintenance en se basant sur la logique de décision de la MBF.

En juin 1995, le secrétaire de la défense des États-Unis, William Perry, a établi une nouvelle politique pour le département de la défense : il fallait pouvoir compter sur les normes et standards commerciaux pour les différents programmes d'acquisition et non sur les normes et standards militaires. Malheureusement, il n'existait à l'époque aucune norme commerciale définissant la MBF en dehors de l'aviation civile.

Conséquemment, sous la prolifération d'une multitude accrue de variantes de la MBF adaptées et appliquées à différentes réalités dans le secteur industriel, et après la décision d'annuler les standards militaires, un nouveau standard universel concernant la MBF a vu le jour en octobre 1999. En effet, un comité technique de l'International Society of Automotive a accompli un projet de norme pour définir le standard SAE JA1011 [8]. Ce dernier fournit seulement les

critères essentiels déterminant si un processus donné, utilisé pour l'optimisation de la maintenance, doit être considéré comme un processus MBF ou non. Ce standard a mis fin à la vision utopique d'élaborer un processus MBF modèle standardisé et unique (valable pour tout contexte industriel). Ainsi, la compétition pour l'appropriation du label MBF entre les différentes variantes du processus a été réglementée.

Le SAEJ1011 est basé sur les sept questions traditionnelles de la MBF définies ci-dessous :

- Quels sont les fonctions et les standards de performance associés à un bien dans son contexte d'exploitation?
- De quelle manière peut-il échouer à accomplir ses fonctions attendues (défaillance fonctionnelle)?
- Quelles sont les causes pour chaque défaillance fonctionnelle (modes de défaillance)?
- Quels sont les effets de chaque défaillance fonctionnelle?
- De quelle manière chaque défaillance importe-t-elle (conséquences des défaillances fonctionnelles)?
- Qu'est-ce qui devrait être fait pour prévoir ou empêcher chaque défaillance fonctionnelle (tâches de maintenance : contenu et périodicité)?
- Quelles sont les solutions alternatives si aucune tâche de maintenance préventive n'est possible (exemple : modifications de la conception)?

Dans la littérature, cette méthodologie a été reprise d'une manière exhaustive par deux pionniers dans le domaine :

- John Moubray [9], lui a attribué le nom « RCM 2 » après l'avoir ajusté en rajoutant les conséquences environnementales au diagramme décisionnel de la MBF. Dans son ouvrage, il explique en détails, et dans un ordre chronologique, les différentes étapes de la méthodologie; précisément, ce qu'il ne faut pas faire pour réussir.
- Gilles Zwinelstein [10] a analysé la méthodologie « Optimisation de la Maintenance par la Fiabilité (OMF) » en la détaillant en 10 étapes et en se concentrant sur les différentes méthodes associées aux analyses de la MBF.

D'autre part, l'un des premiers secteurs à utiliser la méthodologie de la MBF, après l'aviation civile, est le secteur nucléaire grâce à ses similarités avec ce dernier en matière de risque et de

sûreté. Il sera ainsi intéressant d'étudier l'intégration et l'évolution de la MBF au sein de ce contexte particulier.

Pour l'industrie nucléaire, les enjeux les plus importants sont la compétitivité et la sûreté dans le contexte actuel d'un marché évolutif. Ceci pousse cette dernière à mettre à jour ses politiques de maintenance [11]. Cette mise à jour continue consiste en l'optimisation des programmes de maintenance préventive et la prolongation de la durée de vie des équipements.

En effet, l'industrie nucléaire tâche toujours d'améliorer la fiabilité et la disponibilité à un coût acceptable sans compromettre les standards de sûreté :

- La fiabilité : par le fait de donner un aspect continu au processus avec le minimum d'interruptions.
- La disponibilité : par le fait de diminuer les durées des arrêts non planifiés.

Plusieurs aspects d'amélioration tels que l'amélioration de la conception, des procédures d'opérations, des instructions techniques pour les procédures d'opération et de la maintenance préventive sont à l'origine de l'amélioration de la fiabilité et de la disponibilité.

Pour améliorer la sûreté, la fiabilité et le contrôle, et pour réduire les coûts de maintenance, l'industrie nucléaire américaine a procédé à la mise en œuvre de la méthodologie MBF appliquée au domaine nucléaire [12,13]. En effet, la MBF est elle-même issue des standards appliqués à l'industrie de l'aviation commerciale et aux normes militaires américaines.

Ce nouveau concept a été introduit par l'EPRI à San Diego, entre 1984 et 1987, via trois projets pilotes, après l'étude de plusieurs systèmes individuels. Ces études menées ont confirmé les résultats prometteurs de l'application de la MBF. Toutefois, la faisabilité et l'évaluation de l'efficacité de l'intégration de la méthodologie MBF, particulièrement pour des applications sur des systèmes plus larges ou bien sur la totalité d'une centrale nucléaire, n'ont jamais été démontrées.

C'est en 1990, que l'EPRI et 2 membres du programme Rochester Gas & Electric RG&E et Southern California Edison SCE responsables respectivement des centrales nucléaires de Gina et

San Onofre ont démontré la faisabilité de l'application de la MBF sur un plan plus large dans l'industrie nucléaire après deux années d'études acharnées [14] :

- À la centrale nucléaire de « Ginna » : les champs d'amélioration ont été identifiés pour les 21 systèmes analysés, ce qui a entraîné approximativement 1 300 changements dans le programme existant de maintenance préventive.
- À la centrale nucléaire de « San Onofre » : un gain de plus de 8 000 hommes - heures a été réalisé pour les 4 premiers systèmes ainsi que la même valeur pour les huit systèmes restants.

Parallèlement, en 1991, d'autres établissements ont poursuivi l'évaluation de l'efficacité du programme MBF tels que :

- Arizona Public Service Company.
- Commonwealth Edison.
- Florida Power Corporation.
- Pacific Gas and Electric Company.
- Philadelphia Electric Company.
- Texas Utilities Electric Company.
- Union Electric Company.

L'évaluation a porté sur la combinaison de 72 systèmes étudiés dans ces 7 établissements. Les avantages et les bénéfices étaient mesurables pour ces derniers. Les gains, concernant la charge de la maintenance et les procédures administratives, ont été quantifiés pour 6 des 7 établissements.

Ceci a permis de répandre l'expérience de la MBF dans le domaine nucléaire, qui s'est donc multipliée dans la majorité des centrales nucléaires américaines pour optimiser leur maintenance préventive sans compromettre le niveau de sûreté requis. Ainsi, la documentation ne se fait pas rare grâce à tous les rapports, leçons et guides élaborés par l'EPRI durant les 6 années du projet [14, 15, 16, 17, 18]. De même, les coûts d'implantation de la MBF ont diminué au fil des années pour atteindre des réductions considérables.

2.4 Variantes simplifiées de la MBF

Le processus de la MBF standard, dite « MBF Classique » par un certain nombre de spécialistes, consiste en une succession de plusieurs étapes qui commence par l'identification des frontières et limites du système pour en arriver à des recommandations pour le programme de maintenance préventive.

Des nouvelles études et recherches ont été menées, pour dégager des approches modifiées et simplifiées de la MBF, spécialement au niveau de la détermination de l'importance des fonctions des systèmes. L'évolution vers ces nouvelles variantes a été initiée par le fait que 60 % du temps requis pour compléter les analyses MBF est concentré seulement en 2 étapes essentielles : l'analyse fonctionnelle et les analyses des modes de défaillances et de leurs effets (AMDE). La MBF standard élabore les AMDE pour toutes les fonctions du système indépendamment de leur importance, tandis que pour les méthodes d'analyse appelées *Streamlined RCM*, seulement les fonctions identifiées comme importantes sont analysées. La simplification s'est poursuivie pour atteindre l'étape d'analyses des modes de défaillances et du choix de la stratégie de maintenance. Ainsi, plusieurs fiches génériques de maintenance *Maintenance Template* ont été introduites pour automatiser davantage le processus. Toutefois, pour réussir une telle approche, la détermination de l'importance des fonctions d'un système doit être réalisée avec précision et objectivité afin de ne pas compromettre l'objectif premier de sûreté.

Pour l'adapter davantage au contexte de l'industrie nucléaire, la méthodologie MBF a subi plusieurs changements dans le but de la simplification. Les trois variantes éligibles et approuvées par EPRI sont : la MBF simplifiée classique *Streamlined classical RCM*, le processus simplifié basé sur la liste de contrôle critique *Criticality Check-list Streamlined Process CC-SP* et finalement l'optimisation de la maintenance *Plant Maintenance Optimization* [16].

Contrairement à la MBF classique basée sur les analyses fonctionnelles et la création d'un nouveau programme de maintenance préventive, ce dernier processus connu sous le nom de PMO *Preventive Maintenance Optimization* est plutôt orienté vers les analyses du programme existant de maintenance préventive. Le processus PMO, sujet à une amélioration continue, a atteint sa maturité avec l'initiation du projet *EPRI PM basis Database* [19,20]. Ce projet se

poursuit toujours pour s'étendre sur toutes les activités connexes à la maintenance et liées au suivi et à l'optimisation de la fiabilité. C'est l'approche qui sera introduite dans ce qui suit.

2.5 Processus de fiabilité des SSC

Considéré comme l'un des rares outils viables pour l'optimisation de la fiabilité et la disponibilité des équipements, la MBF ou l'une de ses variantes ne représentent qu'un seul maillon dans le processus global de fiabilité des SSC. En effet, en mars 2000 l'association mondiale des opérateurs nucléaires *World Association of Nuclear Operators* (WANO) et l'institut des opérations nucléaires *Institute of Nuclear Power Operations* (INPO) ont élaboré un processus générique pour le suivi et l'optimisation de la fiabilité des SSC intitulé AP-913 [21]. Ce dernier représente l'intégration de plusieurs activités liées à la fiabilité des équipements telles que la maintenance basée sur la fiabilité et ses composantes (maintenance systématique, maintenance prédictive, les essais, les inspections périodiques), les actions correctives, la gestion du cycle de vie des équipements et le suivi direct et indirect de la performance des équipements. Ce processus a été révisé en décembre 2001 grâce au retour d'expérience dans l'industrie nucléaire. Depuis cette date et dans différentes centrales nucléaires nord-américaines, les expériences se sont multipliées dans le but d'adapter leurs processus aux directives dictées par l'AP-913 [22, 23, 24].

Chapitre 3

MÉTHODOLOGIE

Cette recherche sera divisée en deux étapes principales. Dans la première étape un processus de fiabilité des SSC à G-2 sera élaboré en conciliant MBF, AP-913 et processus à G-2. En deuxième étape, l'effet de l'espacement des arrêts planifiés de 12 à 18 ou 24 mois sera mesuré en appliquant des activités du processus; il s'agit de valider ce dernier par un système relié à la sûreté.

3.1 Élaboration d'un processus de fiabilité des SSC

Ainsi, la méthodologie pour l'élaboration d'un processus de fiabilité des SSC à G-2 sera basée sur les 3 étapes principales suivantes :

- 1) Effectuer une recherche sur la MBF et élaborer une synthèse exhaustive sur les meilleures pratiques dans le domaine nucléaire pour déterminer une méthodologie efficace d'optimisation de la maintenance et de la fiabilité des équipements pour contexte d'exploitation à G-2.
- 2) Étudier l'intégration de l'optimisation de la maintenance dans un processus global de fiabilité des équipements et plus large tel que le processus générique AP-913.
- 3) Proposer un processus de fiabilité des SSC à G-2.

Ad 1 – Description :

L'aspect de l'amélioration de la fiabilité opérationnelle des SSC par l'optimisation de la maintenance sera étudié ainsi que les méthodes et les outils utilisés. L'étude est centrée principalement sur l'approche de la MBF et ses différentes variantes, depuis le concept jusqu'aux méthodes pratiques en se concentrant sur son applicabilité. Cette synthèse devrait également évaluer la faisabilité du projet pour assister les responsables dans les différentes phases de la mise en œuvre d'une approche pour **l'optimisation de la maintenance préventive.**

Cette étape sera d'une importance capitale pour l'élaboration du processus final de fiabilité des SSC. Elle va permettre d'étaler toutes les méthodes existantes et les domaines à maîtriser pour le

suivi et l'optimisation de la fiabilité des SSC. Les résultats de cette étape vont servir ultérieurement à mesurer les affinités et les similitudes existantes avec les activités de l'AP-913.

Ad 2 – Description :

Grâce à l'étude du processus de fiabilité des équipements AP-913, les approches et méthodes pratiques à adopter seront déterminées pour intégrer l'optimisation de la maintenance à des activités essentielles et connexes telles que **le suivi de la performance et de la fiabilité** des SSC et **l'adaptation continue du processus**. Cette intégration est inéluctable pour assurer une continuité et une efficacité de l'optimisation de la maintenance et pour maintenir tout le processus en vie.

Ce processus devrait être capable de mesurer l'impact de la maintenance préventive sur les caractéristiques de fiabilité des équipements.

Ad 3 – Description :

Il s'agit de proposer un processus de fiabilité des SSC en se basant sur :

- la synthèse sur la MBF et ses variantes y compris les dernières recherches dans le domaine nucléaire telles que l'AP-913 appliqué au contexte d'exploitation à G-2;
- la conciliation entre MBF, AP-913 et les processus existants à G-2; et
- les changements nécessaires (ajout, modification et/ou annulation) sans compromettre l'intégrité des processus existants à G-2.

Ce processus doit toujours être capable de mesurer et d'optimiser l'impact des stratégies de maintenance (Arrêts planifiés, programme de maintenance préventive, etc.) sur les caractéristiques de fiabilité des SSC.

3.2 Projet pilote sur le système modérateur

Cette étape sera désignée comme le projet pilote de l'étude. Le processus, plus précisément les activités liées à l'optimisation de la maintenance, sera appliqué à un système à la centrale dans le but de mesurer l'impact de l'espacement de 12 à 18 ou 24 mois avec et sans optimisation de la maintenance. Il s'agit de réaliser une simulation et de dégager les recommandations nécessaires.

Une fois le processus final de fiabilité réalisé, les étapes détaillées pour la réalisation du projet pilote seront les suivantes :

- 1) Justifier le choix du système modérateur.
- 2) Sélectionner les équipements désignés pour l'étude.
- 3) Préciser les méthodes de calcul des caractéristiques de fiabilité dans l'étude existante du système et mettre à jour l'étude de fiabilité existante (arbres de défaillance) avec les données actuelles du site G-2.
- 4) Réaliser le calcul des caractéristiques de fiabilité des composants (fiabilité, disponibilité, etc.).
- 5) Évaluer l'impact de l'espacement des arrêts planifiés de 12 à 18 ou 24 mois sur le taux de défaillance des composants et la disponibilité de leur système en conservant les activités actuelles de maintenance :
 - a. Taux de défaillance actuels des composants du système avec le programme de maintenance préventive (PMP) actuel (arrêt planifié actuel au 12 mois)
 - b. Indisponibilité (en exploitation normale et en arrêt) du système modérateur avec les taux de défaillance actuels (arrêt planifié actuel au 12 mois)
 - c. Taux de défaillance estimés des composants du système avec le PMP actuel (estimés pour un espacement de 12 à 18 ou 24 mois)
 - d. Indisponibilité (en exploitation normale et en arrêt) du système modérateur avec les taux de défaillance estimés (estimés pour un espacement de 12 à 18 ou 24 mois)
- 6) Évaluer l'impact de l'optimisation de la maintenance sur le taux de défaillance des composants et la disponibilité de leur système pour les différents scénarios d'arrêts planifiés :

- a. Taux de défaillance des composants à G-2 corrigés par l'optimisation de la maintenance (pour un arrêt planifié aux 12, 18 ou 24 mois)
- b. Indisponibilité (en exploitation normale ou en arrêt) du système modérateur avec les taux de défaillance corrigés par l'optimisation de la maintenance (pour un arrêt planifié aux 12, 18 ou 24 mois)

Ainsi, la simulation de l'indisponibilité du système modérateur sera réalisée selon différents scénarios mentionnés dans le paragraphe (3.2). Les différents scénarios évalués seront ceux mentionnés dans le tableau 1.

Tableau 1 : Liste des scénarios à évaluer

État de la centrale	PMP	Taux de défaillance	Arrêt planifié
Exploitation normale	Actuel	Actuel	12 mois
		Estimé	18 mois
		Estimé	24 mois
	Optimisé	Estimé	12 mois
		Estimé	18 mois
		Estimé	24 mois
Arrêt planifié	Actuel	Actuel	12 mois
		Estimé	18 mois
		Estimé	24 mois
	Optimisé	Estimé	12 mois
		Estimé	18 mois
		Estimé	24 mois

Chapitre 4

ÉTUDE DU PROCESSUS DE FIABILITÉ DES SSC

Tel que mentionné dans le chapitre Méthodologie, cette étude se concentrera sur les 3 volets principaux suivants :

- L'optimisation de la maintenance.
- L'intégration de l'optimisation de la maintenance dans un processus global de fiabilité des SSC qui lui assurera sa continuité.
- La mesure de l'impact de la maintenance préventive sur les caractéristiques de fiabilité des équipements.

Ces trois volets seront respectivement étudiés dans les paragraphes suivants.

4.1 Optimisation de la maintenance

Dans ce qui suit, les solutions convenables pour ce sujet de recherche seront choisies à travers les méthodologies, méthodes et outils récents et validés, dans l'industrie nucléaire, pour l'optimisation de la maintenance et de la fiabilité des SSC.

4.1.1 Synthèse sur la MBF

Il s'agit d'une synthèse des travaux réalisés sur la MBF dans l'industrie nucléaire. C'est la première étude de ce genre dans ce domaine. En effet, cette recherche se base sur la synthèse de plusieurs rapports émis par des établissements prestigieux dans le champ de compétence spécifique à la maintenance basée sur la fiabilité. L'étude commence par les Manuels (standards) militaires américains, les rapports de la NASA et les écrits des consultants pionniers dans la MBF pour se concentrer à la fin sur les travaux dans le secteur nucléaire dans les rapports émis par EPRI et WANO.

La synthèse consiste à définir sommairement la MBF :

- Sa philosophie et ses principes
- Ses avantages et ses bénéfices

- Sa méthodologie
- Ses variantes

Ensuite, le stade de mise en œuvre du processus MBF sera abordé en déterminant :

- Les différentes étapes et les besoins pour une mise en œuvre réussie
- Les directives à suivre pour réaliser le suivi en temps réel
- L'adaptation continue du programme et sa mise à jour
- La mesure de performance du processus MBF

Cette synthèse a permis de réduire le champ de la recherche d'un processus d'optimisation de la maintenance par la fiabilité à quelques variantes principales proposées par EPRI et des consultants de la MBF. Ces variantes sont adaptées au contexte et aux contraintes d'exploitation dans le domaine nucléaire. Cette étude exhaustive a été résumée dans la revue de la littérature et a été portée dans un rapport séparé intitulé « La MBF dans le domaine nucléaire » [25]. Un résumé de cette synthèse est en annexe C.

Ensuite, une comparaison entre différentes variantes simplifiées de la MBF appliquées dans le secteur nucléaire a été exposée en explicitant les méthodologies et les approches. Dans ce qui suit, l'approche de l'Optimisation de la Maintenance Préventive (OMP) aussi connue sous le nom *Preventive Maintenance Optimization* (PMO) sera étudiée.

4.1.2 Approche Choisie : Optimisation de la Maintenance Préventive (OMP)

L'OMP est un concept dérivé de la MBF. Ce dernier présente toutefois des différences fondamentales au niveau de la méthodologie, sans pour autant s'approprier de nouvelles méthodes. La différence fondamentale est résumée sur la figure 1.

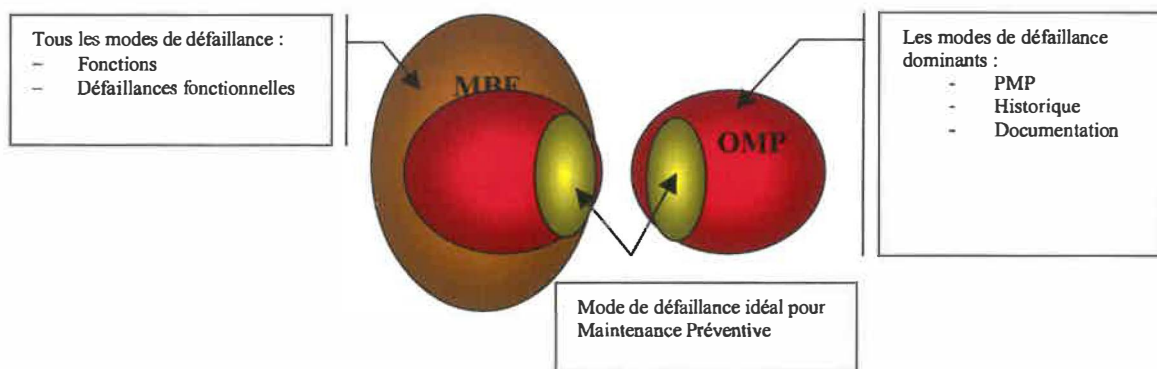


Figure 1 : Différence entre OMP et MBF

Voici quelques différences citées dans le tableau 2 :

Tableau 2 : Comparaison entre OMP et MBF

OMP	MBF
Processus développé pour l'évaluation et l'optimisation d'un programme de maintenance préventive déjà existant.	Processus appliqué aux premières étapes de la conception des produits de l'industrie aéronautique. Les coûts de la MBF font partie des coûts de conception et du cycle de vie des engins aériens. Ils sont à l'origine du développement d'un tout nouveau programme de maintenance.
Une analyse qui se concentre sur les modes de défaillances dominants qui ont comme origine : - L'analyse des défaillances fonctionnelles : pour le processus OMP proposé par EPRI. - Le programme préventif existant pour les processus OMP proposés par les firmes de consultation (<i>Fractal Solutions</i> et OMCS) et l'historique.	Une analyse exhaustive des modes de défaillance des composants pour un système donné.

Ainsi la structure d'un programme de maintenance préventive non-justifié (objectifs des tâches de maintenance préventive non définis) pourrait être évaluée selon plusieurs critères tels que mentionnés dans le tableau 3.

Tableau 3: Critères analysés dans le processus OMP

Critères pour les tâches de maintenance préventive	Critères pour les modes de défaillance
- Applicabilité - Efficacité - Périodicité (diminuer, augmenter) - Superflus - Intrusive	- Observabilité et détectabilité. - Leur criticité : sévérité et probabilité d'occurrence. - Conséquences : locales, globales, sur la sûreté, environnementales, économiques, etc. - Non traités par des tâches de maintenance.

L'OMP utilise plusieurs techniques utilisées par la maintenance basée sur la fiabilité. Toutefois, cette approche est beaucoup plus simplifiée. En effet, au moment où la MBF commence par le haut avec une stratégie descendante : identifier les systèmes, les décomposer en sous-systèmes, identifier les composants critiques, faire leurs analyses de modes de défaillances, proposer les tâches de maintenance préventive, les comparer au programme de maintenance existant, l'OMP repose plus sur une stratégie ascendante: décomposer le programme de maintenance préventive en un ensemble de tâches de maintenance préventive, déterminer leurs modes de défaillance associés, leurs causes, leurs criticités et finalement faire les recommandations nécessaires (Ajout, Suppression, Modification de tâches de maintenance préventive).

Tel que mentionné par John Moubray [9] entre 40 % et 60 % des tâches de maintenance préventive ont une efficacité médiocre. Ainsi, les principaux objectifs de l'utilisation de la méthodologie OMP dans cette étude sont les suivants :

- S'assurer que les équipements sont rationnellement maintenus.
- Optimiser le nombre et l'efficacité des tâches de maintenance préventives pour atteindre les objectifs de sûreté et les objectifs économiques escomptés.
- Établir un équilibre entre maintenance conditionnelle et systématique en favorisant les technologies prédictives.

Le contenu de cette méthodologie sera exposé dans le chapitre suivant et largement détaillé dans le processus de fiabilité des SSC pour G-2.

4.1.3 Outil d'analyse utilisé par l'OMP

L'outil choisi pour réaliser l'étude qualitative et quantitative dans le projet pilote est PM basis Database [19,20]. Dans ce qui suit, la capacité d'un tel outil à répondre aux exigences de l'OMP, sera démontrée.

La base de données PM basis a été développée par EPRI en 1998. Elle se veut une réponse à la demande accrue de l'industrie nucléaire américaine pour un outil d'aide à la décision pour la rationalisation et l'optimisation du programme de maintenance préventive. L'équipe menant le projet était constituée d'un groupe de consultants d'EPRI, d'experts en maintenance et de

manufacturiers. Cette approche assez agressive a permis d'atteindre le but escompté en donnant naissance à une base de données compilant une vingtaine d'années d'expérience nucléaire américaine. Cette équipe a examiné à 75 types de composants de 49 centrales nucléaires américaines sur une période d'environ 20 ans.

En pratique, une même tâche de maintenance préventive pour un équipement donné pourrait se voir exécutée à des intervalles différents dépendamment du programme de maintenance préventive de chaque centrale nucléaire américaine. De plus, le choix et le contenu de chaque tâche manque généralement de rigueur au niveau de l'analyse des défaillances, des causes associées et des moyens efficaces pour y remédier.

Cet outil a pour but d'optimiser les programmes de maintenance préventive généralement dégradés par les recommandations conservatrices des manufacturiers d'équipements et les tâches d'entretien exagérées inscrites dans les manuels et fiches techniques d'entretien.

La base de données PM basis recommande des tâches de maintenance préventive optimales et leurs périodicités selon la criticité, les conditions environnementales et le cycle d'exploitation.

Cette base de données permet :

- d'analyser un programme d'entretien préventif pour trouver ses faiblesses et évaluer quantitativement leur impact sur la fiabilité des équipements; et
- d'approcher de manière pragmatique les conditions de service et d'exploitation sans accommodation à ces dernières pour ne pas compromettre l'intégrité des tâches de maintenance.

Pour une réponse plus détaillée voilà toutes les questions auxquelles PM basis est capable de répondre :

- 1- Quelles sont les tâches efficaces et rationnelles et leurs documents techniques d'analyse de base?
- 2- Quel sera l'intervalle de tâche optimale?

- 3- Quel est l'écart entre le programme de maintenance préventive actuel et les bonnes pratiques de l'industrie? (audit rapide du programme de maintenance actuel comparé au programme proposé par les analyses RCM)
- 4- Comment utiliser les conditions reportées sur les équipements pour ajuster les tâches (contenu et intervalle)?
- 5- Comment différer les dates d'exécution des tâches? De combien?
- 6- Quelles sont les causes potentielles d'une telle défaillance?
- 7- Quel sera le programme de maintenance préventive recommandé par EPRI PM basis? (Audit complet du programme de maintenance actuel comparé au programme proposé par les analyses RCM)
- 8- Comment équilibrer entre indisponibilité programmée par la maintenance et indisponibilité fortuite due aux défaillances?

Elle propose aussi une base générique exhaustive pour l'analyse des mécanismes de dégradation, leurs localisations, les facteurs de stress associés, leur progression dans le temps (date d'apparition), les opportunités de les découvrir et finalement les moyens de les prévenir (Figure 2).

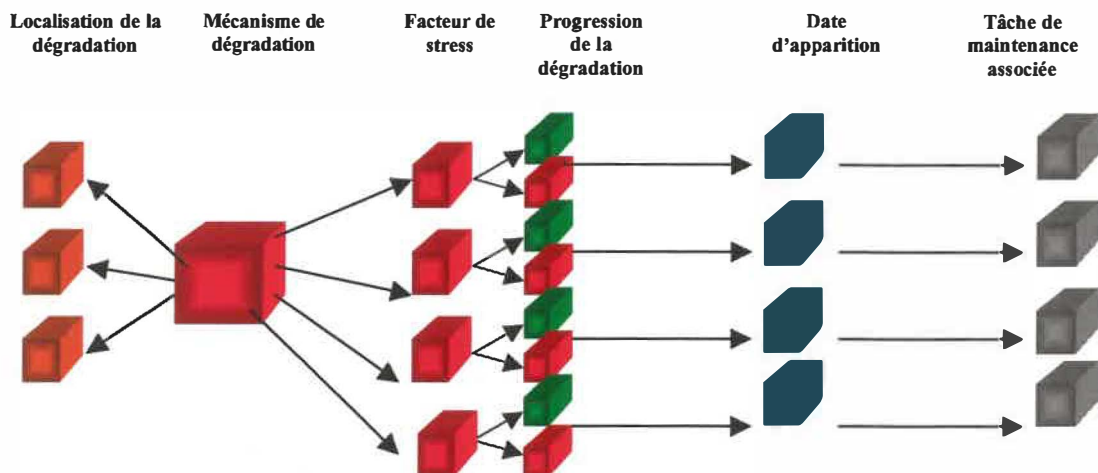


Figure 2 : Structure de l'analyse dans PM basis

Pour chaque mode et mécanisme de dégradation la base de donnée *PM basis Database* propose :

- Les tâches applicables et efficaces à ce mécanisme de dégradation (prédictives, systématiques et essais).
- La périodicité optimale.
- L'efficacité intrinsèque de chaque tâche.
- La combinaison optimale de tâches pour une efficacité maximale contre un mécanisme de dégradation donné.

Ainsi, la détermination des caractéristiques des tâches respecte les critères suivants :

- L'observabilité d'un mécanisme de dégradation et des moyens de le découvrir.
- Les particularités d'un équipement donné (la criticité de sa défaillance, son cycle de charge et ses conditions d'exploitation).

L'OMP, par l'utilisation de l'outil d'analyse *PM basis*, peut se faire selon la méthode traditionnelle sous forme d'un projet, lors duquel une grande partie du programme de maintenance préventive est réévaluée : c'est l'approche adoptée pour le projet pilote.

Toutefois, pour pouvoir atteindre ses objectifs escomptés et assurer le maintien des résultats optimaux, l'approche OMP devrait être intégrée dans un processus continu sur plusieurs années. Ce processus de fiabilité des équipements doit être global, plus large et capable de suivre et d'améliorer continuellement la fiabilité et la performance des SSC en réponse aux conditions des équipements et retour d'expérience interne et externe. Ce processus doit aussi être capable de mesurer l'efficacité de l'approche OMP et l'impact des changements qu'elle engendre. C'est ce qui sera introduit dans le paragraphe suivant.

4.2 Processus de fiabilité des SSC

Dans les paragraphes suivants, le processus intégré de fiabilité des équipements AP-913 sera étudié. Ensuite, le premier niveau du processus de fiabilité des SSC sera élaboré en se basant sur l'étude précédente. Finalement, la méthode quantitative, associée au processus, qui mesure l'effet de la maintenance préventive sur la fiabilité des équipements sera expliquée.

4.2.1 Processus de fiabilité des équipements AP-913

Le processus AP-913 est un processus de haut niveau (*Plant Level Process*) et ne propose pas de méthodes détaillées pour le suivi et l'optimisation de la fiabilité des SSC. Il s'agit plutôt de balises à respecter lors de l'intégration de toutes les activités liées à l'optimisation de la maintenance et au suivi de la performance / fiabilité des SSC.

L'approche doit être choisie en se basant et en s'alignant sur les principes de l'AP-913. Pour ce faire, on a analysé chaque activité du processus et ses affinités avec l'approche OMP et les autres approches de suivi de la fiabilité proposées par EPRI grâce à la synthèse sur la MBF élaborée ultérieurement. L'étude détaillée du processus a été portée à un rapport interne intitulé « Processus de fiabilité des équipements AP-913 » [26]. Un résumé de cette étude est en annexe D.

Ensuite, on a réalisé un audit externe avec une équipe d'experts de l'Association Mondiale des Opérateurs Nucléaire (WANO) pour mesurer les écarts avec les processus existants à la centrale nucléaire Gentilly 2 et son applicabilité et viabilité à la centrale G-2.

4.2.2 Approche choisie : suivi de la fiabilité des SSC à G-2

L'approche adoptée pour le suivi de la performance / fiabilité des équipements sera inspirée du rapport d'audit et de la synthèse sur le MBF. Le processus global sera détaillé dans le chapitre suivant. Le processus de haut niveau est résumé dans la figure 3.

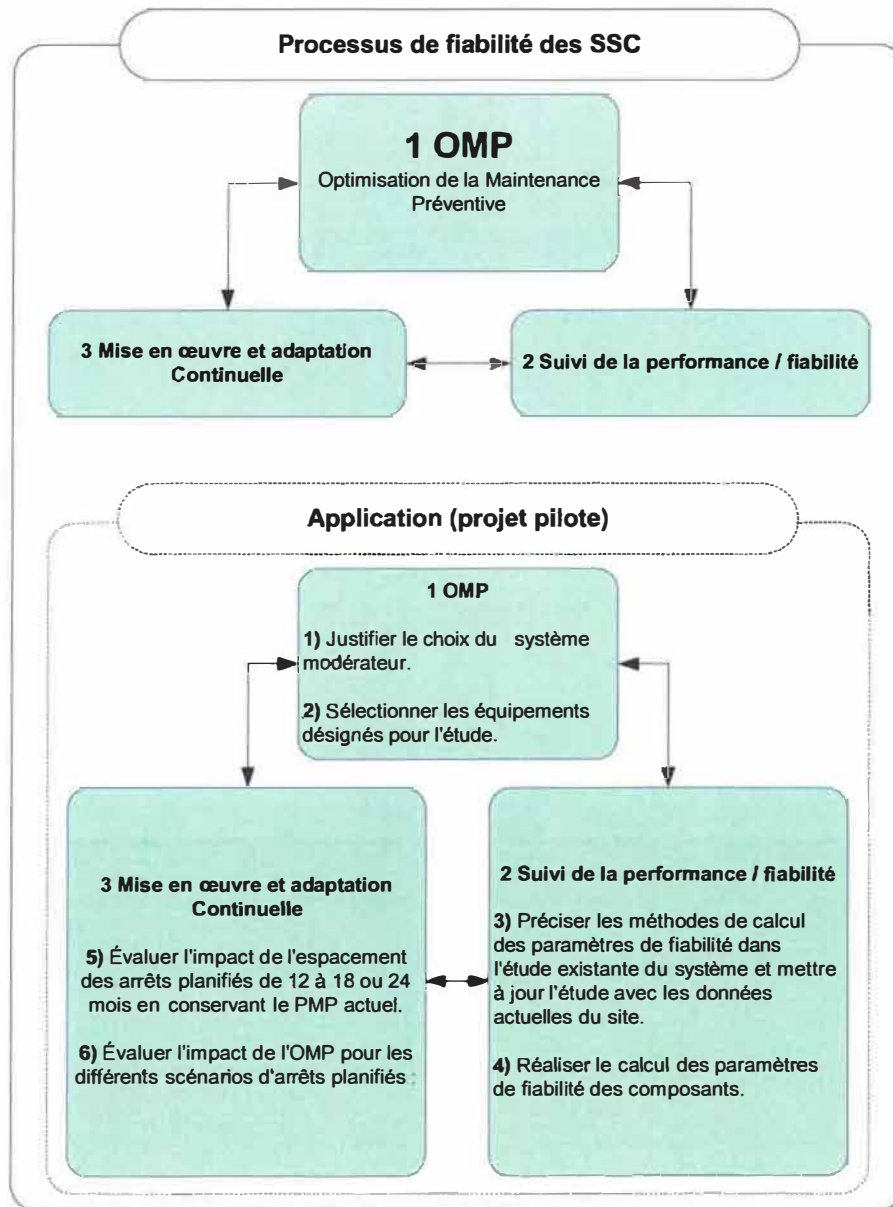


Figure 3: Processus et application

4.2.3 Mesure de l'impact de la maintenance préventive sur la fiabilité

Il s'agit d'une nouvelle théorie de la fiabilité consistant en des méthodes mathématiques utilisées pour déterminer la variation des caractéristiques de fiabilité des équipements en fonction du programme de maintenance préventive proposé par l'OMP. Ce modèle théorique est intégré comme un module de calcul dans la base de données *PM basis*.

Hypothèses sur la fiabilité dans l'industrie nucléaire :

Les systèmes et les équipements complexes peuvent avoir des centaines de mécanismes de dégradation. Ces mécanismes apparaissent à des moments différents de la vie de l'équipement. Ainsi, le taux de défaillance d'un équipement augmente s'il n'existe pas de tâches préventives appliquées pour le protéger contre ces mécanismes de dégradation ou pour réduire leurs effets.

Le taux de défaillance dépend de l'âge du système puisqu'il est fonction explicite du temps. De même, la probabilité de défaillance à la demande dépend de l'âge du système même si le temps n'est pas une fonction explicite de cette dernière.

Durant la vie utile d'un équipement, et grâce à une maintenance efficace, le taux de défaillance global est considéré comme constant en fonction du temps. La valeur de ce dernier varie en fonction de plusieurs paramètres tels que :

- Les conditions de service.
- Le cycle de charge (cycle de fonctionnement).
- Les tâches de maintenance préventive (efficacité intrinsèque, efficacité globale, périodicité, etc.).

Pour un équipement critique, les conditions de service et le cycle de charge sont imposés par les conditions d'exploitation (environnement agressif tel que la radioactivité, le cycle d'exploitation continue et l'interdiction d'arrêt). La maintenance préventive, ou la re-conception dans les cas les plus difficiles, reste la seule solution pour empêcher ou diminuer l'occurrence des défaillances en atténuant l'effet des mécanismes de dégradation ainsi que de ceux non encore maîtrisés.

D'autre part, le taux de défaillance des composants passifs est généralement inférieur à celui des composants actifs ce qui implique moins de maintenance préventive. Toutefois, le taux de défaillance des composants passifs varie considérablement selon la qualité et la quantité de tâches de maintenance préventive appliquées.

Le taux de défaillance global dépendant du temps est difficile à quantifier pour plusieurs raisons. En effet, les équipements actifs plus ou moins complexes peuvent être rénovés partiellement ou totalement, ce qui élimine dans plusieurs cas les défaillances reliées aux phénomènes de vieillissement. Résultat : l'équipement sera empêché de vieillir.

D'autre part, la majorité des équipements utilisés dans l'industrie nucléaire sont extrêmement fiables, ainsi le manque de données sur les défaillances augmente les erreurs sur l'estimation des caractéristiques de fiabilité et empêche de distinguer une évolution des défaillances en fonction du temps.

Finalement, la subdivision des données sur les défaillances en plusieurs sous-groupes correspondants aux différents âges augmente l'incertitude sur l'estimation du taux de défaillance de chaque sous-groupe. Le taux de défaillance global de l'équipement représente la somme des taux de défaillance des différents modes de défaillances de ce dernier et ceci résulte de l'hypothèse de l'indépendance des différents modes de défaillances.

Modèle théorique utilisé :

Le changement dans la périodicité de l'entretien préventif affecte la fiabilité des équipements et des systèmes par le changement du taux de défaillance. Dans ce qui suit, une méthode de calcul des effets du changement de la périodicité des tâches de maintenance préventive sur les caractéristiques de fiabilité des équipements (taux de défaillance) sera présentée. Ce changement a pour origine le changement de l'efficacité des tâches d'entretien préventif faisant face aux mécanismes de dégradation (aléatoires et d'usure - vieillissement).

La méthode dépend de quelques observations issues des recherches d'EPRI associées à la base de données *PM basis Database* [27] :

- Un équipement complexe (par exemple une vanne motorisée) a un certain nombre de mécanismes de défaillance.
- Certains mécanismes de défaillance sont des mécanismes de vieillissement et de dégradation. Ils ont une période sans défaillance observée. Les autres sont des mécanismes aléatoires de défaillance et peuvent apparaître en tout temps.

La période sans défaillances dues aux mécanismes de vieillissement et de dégradation couvre toutes les échelles de temps, de moins d'un an jusqu'à la fin de vie utile de l'équipement. Pour un équipement donné et d'après le modèle proposé par EPRI on a :

$$\lambda = f(E, I, \alpha) \quad \text{Eq. 1}$$

Où

λ : Taux de défaillance global de l'équipement.

E : Efficacité de l'entretien.

I : Période entre 2 tâches d'entretien préventif.

α : Fraction de mécanismes de défaillance atteints par la tâche.

La variabilité du taux de défaillance est plus sensible à une variation de l'efficacité des tâches d'entretien E qu'à la variation de la période I entre ces dernières. La validité d'un tel modèle repose sur les hypothèses suivantes :

Hypothèse 1 : Le taux de défaillance est constant et l'équipement ne présentera pas de signes de vieillissement.

Hypothèse 2 : La distribution des périodes de non-défaillances est uniforme pour les mécanismes de défaillance. Cette hypothèse justifie la constance du taux de défaillance.

Ainsi le nombre moyen de mécanismes de défaillance qui se déclare chaque année devient :

$$\overline{Nmm} = \frac{N_w}{(M - m)} \quad \text{Eq.2}$$

Avec

N_w : Le nombre de mécanismes de défaillance actifs pour un équipement

m : Le nombre d'années minimal pour observer le premier mécanisme de défaillance

M : Le nombre d'années maximal pour découvrir le dernier mécanisme de défaillance

Hypothèse 3 : Pour chaque tâche d'entretien on définit une efficacité E . Cette efficacité E est la probabilité de diagnostiquer une dégradation correctement et de pouvoir la corriger avec succès.

Hypothèse 4 : La probabilité de défaillance annuelle pour un mode de défaillance (ou bien la valeur canonique du taux de défaillance) est supposée constante d'une valeur de $\frac{1}{2n}$.

En effet, n représente la période de non-défaillance en années. La distribution des périodes de non-défaillances est uniforme pour les mécanismes de vieillissement. Un mécanisme ne peut pas générer plus d'une défaillance dans une période de $2n$ soit le taux de défaillance $\frac{1}{2n}$.

Hypothèse 5.: Les mécanismes de défaillance sont aussitôt vaincus par l'effort de l'entretien par la mise à jour de son programme d'entretien préventif au fur et à mesure de l'apparition de nouveaux mécanismes de défaillance. Ainsi le nombre de mécanismes de défaillance, apparaissant chaque année et provoquant la hausse du taux de défaillance, reste constant. Les tâches d'entretien sont non intrusives.

Lorsque l'entretien n'est capable de s'adresser qu'à une fraction α de mécanismes de défaillance, on a la formule suivante qui donne le taux de défaillance pour un mode de défaillance donné :

$$\lambda_T(E, I, \alpha) = F(\alpha, I) + G(\alpha, I) \cdot \lambda_e(E, I) \quad \text{Eq.3}$$

Ou bien on définit le ratio:

$$k_{(E, I, \alpha)} = \frac{\lambda_T}{\lambda_e(1 + B)} \quad \text{Eq.4}$$

Le ratio k mesure l'augmentation en pourcentage du taux de défaillance si l'on échappe certains mécanismes de défaillance lors de l'espacement de deux tâches d'entretien préventif. Ce ratio dépend de l'efficacité de la tâche.

La fraction de mécanismes de défaillance non atteinte par la tâche :

$$\alpha = \frac{m}{I} \quad \text{Eq.5}$$

La valeur de ce ratio moins un (1) donne la fraction de l'augmentation du taux de défaillance lorsque l'entretien préventif ne couvre pas un mode de défaillance. La figure 4 présente l'augmentation du taux de défaillance en fonction d'augmentation de la période entre l'entretien préventif pour l'efficacité de l'entretien de $E = 0,70$.

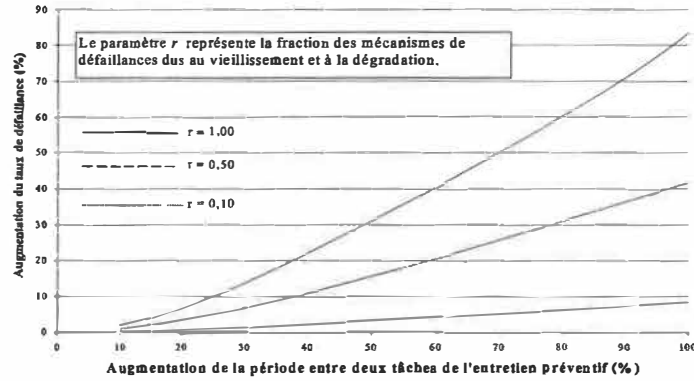


Figure 4: Augmentation du taux de défaillance en fonction de l'augmentation de périodicité

Le taux de défaillance pour un mode de défaillance donné avec un entretien qui est capable de s'adresser à la totalité des mécanismes de défaillances.

$$\lambda_e(E, I) = \frac{0.193(1-E)N_w}{(M-I)} \quad \text{Eq.6}$$

$$F(\alpha, I) = \frac{N_w}{2(M-\alpha I)} \cdot (\alpha - 1 - \ln \alpha) \quad \text{Eq.7}$$

$$G(\alpha, I) = \frac{(M-I)}{(M-\alpha I)} + B \quad \text{Eq.8}$$

α et I sont deux variables dépendantes dans le cas où il s'agit du même mode de défaillance.

Les paramètres figurant dans les équations (Eq.6) à (Eq.8) peuvent être estimés comme suit :

N_w : Déterminé à partir d'une AMDE sur l'équipement le nombre de mécanismes de défaillance pour un mode de défaillance donné.

$$m : \quad m = \left\lceil \frac{\inf(V_m)}{5} \right\rceil \quad \text{Eq.9}$$

Avec

$\inf(V_m)$: La vie moyenne la plus courte d'un composant dû à un mécanisme de défaillance.

$$M: \quad M = \left[\frac{Sup(V_m)}{5} \right] \quad \text{Eq.10}$$

Avec

Sup(V_m) : La vie moyenne la plus longue d'un composant dû à un mécanisme de défaillance.
(M=40 selon les estimations d'EPRI)

E: EPRI propose des valeurs d'efficacité (95 %, 75 %, 45 %) pour des tâches génériques.

B : pour un mode de défaillance donné et en collectant les dates des défaillances ainsi que leurs natures (aléatoires, vieillissements) il est possible de dénombrer les défaillances de chaque type.

N_r : nombre de défaillances aléatoires pour une période T.

N_e : nombre de défaillances dues au vieillissement pour une période T

$$\hat{B} = \frac{N_r}{N_e} \quad \text{Eq.11}$$

Ce modèle est générique et basé sur un certain nombre d'hypothèses et approximations. Il permet d'obtenir des tendances générales du comportement du taux de défaillance en fonction des paramètres analysés ci-haut. Cependant, pour une analyse plus détaillée, il est nécessaire de réexaminer certaines hypothèses et de raffiner le modèle pour arriver aux résultats voulus.

Chapitre 5

PROCESSUS DE FIABILITÉ DES SSC À G-2

Tel que mentionné dans le chapitre précédent, le processus de fiabilité des équipements à G-2 sera focalisé sur 3 activités essentielles pour assurer son efficacité et sa continuité dans le temps. Le processus sera décomposé en plusieurs niveaux comprenant des activités et des sous-activités; il commence par un niveau conceptuel (figure 5) pour ensuite se diviser en un ensemble de procédures de travail dans les niveaux subséquents. La description détaillée des activités du processus sera élaborée dans ce chapitre. La nomenclature du processus est décrite à la figure 6.

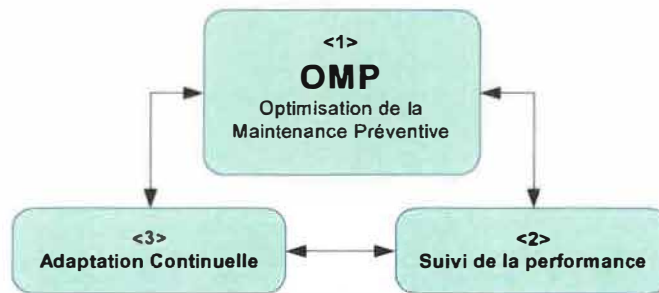


Figure 5 : Processus de fiabilité des SSC (1^{er} Niveau)

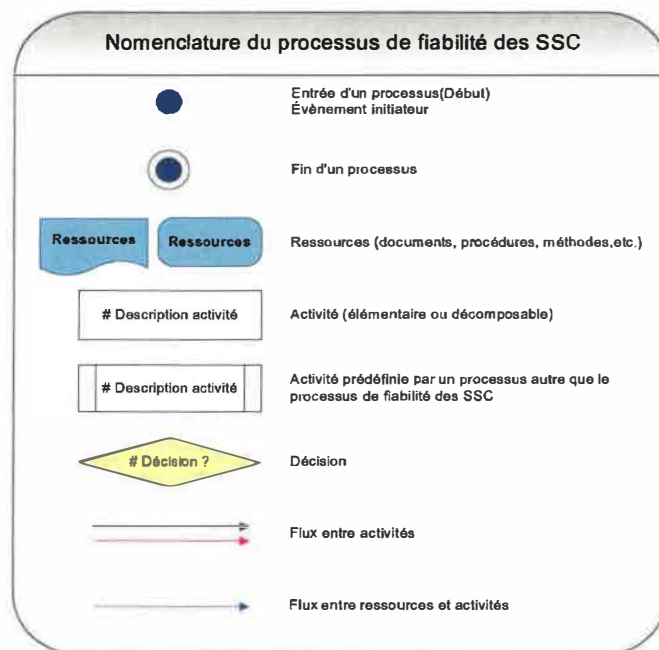


Figure 6 : Nomenclature du processus

5.1 Optimiser la maintenance préventive des SSC

Le processus OMP (activité 1) est représenté par la figure 7. Il est composé de cinq activités principales qui permettront de :

- Analyser la criticité du système (activité 1.1).
- Sélectionner les composants ciblés (activité 1.2).
- Analyser la criticité du composant (activité 1.3).
- Analyser les tâches existantes ou à ajouter (activité 1.4).
- Modifier le programme de maintenance préventive (activité 1.5).

La description des activités sera détaillée dans les paragraphes qui suivent.

5.1.1 Analyser la criticité des systèmes

L'optimisation de la maintenance peut commencer par la détermination des systèmes prioritaires, il s'agit dans ce cas de l'approche système. Les systèmes, leurs fonctions associées et leurs frontières sont revus en utilisant tous les documents pertinents et les rapports techniques liés au fonctionnement et aux spécificités de ces derniers (activités 1.1.1, 1.1.2). Un niveau d'importance (Sûreté, économique, etc.) sera attribué à chaque fonction et système dans l'étude des défaillances fonctionnelles et de leurs impacts sur le système lui-même ainsi que la centrale (activité 1.1.3).

Cet exercice documentaire, à faible profit pour l'OMP, est basé sur une documentation rigoureuse faisant partie des premières exigences de la MBF classique et des approches statistiques.

Bien que les méthodes d'analyse de la criticité des systèmes soient différentes, elles seront toutes balisées par les points suivants :

- Les fonctions importantes du système (exploitation et sûreté).
- Les frontières des systèmes.
- Les défaillances fonctionnelles.

Cette décomposition permettra d'évaluer la criticité des systèmes selon les effets et les conséquences de défaillances fonctionnelles (activité 1.1.4). La méthode peut être quantitative (arbre de défaillance) ou qualitative (AMDEC).

5.1.2 Sélectionner les composants

Une OMP réussie dans le domaine nucléaire, commence généralement par cette étape. Le processus d'optimisation pourrait commencer par plusieurs approches. Les choix de l'approche sont tributaires du contexte du projet.

Les approches à adopter, pour la sélection des composants, sont les suivantes :

- Approche « Programme de maintenance préventive » : Il s'agit de sélectionner les composants associés aux tâches de maintenance préventive en fonction de la priorité dans la planification.
- Approche « Système » : Il s'agit des composants associés au système étudié par l'activité 1.1.
- Approche « Composant » : Les composants seront classés et étudiés par catégorie d'équipements (vannes, compresseurs, pompes, etc.). Cette approche a l'avantage de se concentrer sur un type d'équipements et d'appliquer les résultats sur les équipements similaires.

D'autre part, pour assurer une adaptation continue du programme OMP, ce dernier doit bénéficier des éléments assurant une amélioration continue tels que :

- L'étude des défaillances potentielles qui surviennent sur les équipements (causes, effets et actions correctives).
- Le retour d'expérience interne ou externe sur toutes les possibilités d'amélioration de la maintenance préventive (tâches plus efficaces, amélioration des procédures d'exécution, changements de configuration, nouvelles technologies, etc.)

5.1.3 Analyser la criticité du composant

L'analyse de la criticité d'un composant donné commence par la définition de ses fonctions principales dans le système (activité 1.3.1).

Ensuite, l'analyse des effets des défaillances fonctionnelles sera basée sur une liste d'effets génériques sur la centrale (activité 1.3.3). Ces effets sont classés en 3 catégories principales : sûreté, production et environnement / coûts. Ils ont été associés à 3 catégories de criticité :

- Équipements critiques (critères de sûreté, production et environnement).
- Équipements non critiques (critères économiques).
- Équipements opérés jusqu'à bris.

La criticité des différents composants est fixée par l'effet générique ayant la criticité la plus élevée (activités 1.3.6, 1.3.7 et 1.3.8).

En cas de nécessité d'une analyse plus détaillée (activité 1.3.2), une analyse des modes de défaillance dominants, de leurs effets et de leurs criticité sera élaborée (activités 1.3.4, 1.3.5).

Pour disposer de toutes les informations nécessaires pour l'optimisation du programme de maintenance préventive d'un composant donné, il faudra estimer la vitesse de progression de la dégradation en déterminant le cycle de charge (continue, intermittent, etc.) et les conditions de service (radiations, contamination, température élevée, etc.) (activité 1.3.9).

Cette étape d'analyse doit être faite en concertation avec les responsables d'exploitation et du système ainsi que les analystes de sûreté.

5.1.4 Analyser les tâches existantes ou à rajouter

Une fois que la criticité du composant a été déterminée et si le composant a été jugé pour opérer jusqu'à bris car l'entretien préventif est plus coûteux (activité 1.4.1), ses tâches de maintenance préventive seront éliminées (activité 1.4.2).

Autrement, des fiches génériques de la maintenance *EPRI Templates* seront utilisées (activité 1.4.3). Ainsi, les tâches de maintenance préventive sélectionnées seront comparées à un programme de maintenance préventive générique. Cette comparaison permettra de rajouter des nouvelles tâches MP pour couvrir les mécanismes de dégradation observés (historique de la

maintenance) ou susceptibles d'apparaître (observés dans d'autres centrales nucléaires). Les périodicités des tâches MP existantes seront ajustées en fonction des critères déterminés dans l'étape 1.3 tels que la criticité, le cycle de charge et les conditions de service du composant étudié (activité 1.4.5).

Dans le cas d'absence de fiches génériques de la maintenance, la comparaison sera basée sur une étude détaillée des causes et des mécanismes de dégradation (activité 1.4.4) suivie d'une analyse inspirée de l'analyse décisionnelle classique de la MBF *Logic Tree Analysis* qui favorise dans un ordre de préférence les tâches prédictives, les tâches périodiques systématiques, les essais et les modifications de conception (activité 1.4.5) [7].

Cette étape d'évaluation doit être réalisée en concertation avec les responsables de la maintenance et du système ainsi que les analystes de sûreté. Les informations nécessaires sur l'historique des défaillances et des dégradations seront fournies par la collecte de données.

Les décisions d'optimisation seront documentées ainsi que les justifications sur l'efficacité, le contenu et la périodicité des tâches MP. Il s'agit de la base technique (activité 1.4.6).

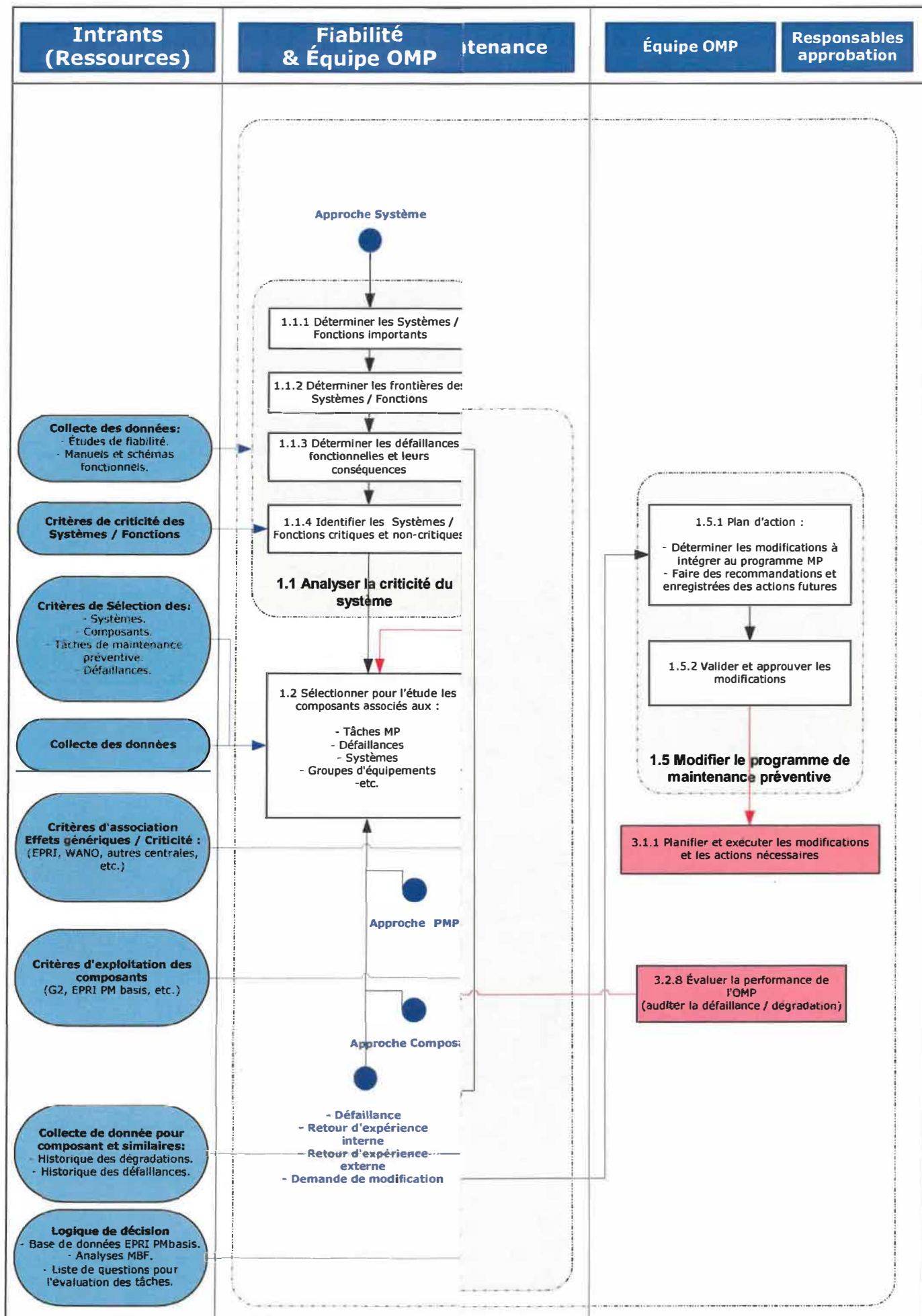
L'ensemble de la documentation finale portera sur tous les aspects étudiés par les activités 1.3 et 1.4 tels que :

- Les fonctions du composant.
- Les défaillances fonctionnelles.
- Les modes de défaillance et leurs effets.
- La criticité, le cycle de charge et les conditions de service.
- Les causes des défaillances et les mécanismes de dégradation (nature de la dégradation, progression de la dégradation dans le temps, possibilités de découverte / diagnostic et les actions préventives et correctives).
- L'historique des défaillances et des dégradations.
- Les tâches MP génériques optimales (efficacité, périodicité).
- La documentation technique d'une tâche MP (justification).

5.1.5 Modifier le programme de maintenance préventive

Les décisions et les modifications entreprises dans l'activité 1.4.5 (ajout de nouvelles tâches, modification de périodicité, etc.) seront suivies en les intégrant à un plan d'action (activité 1.5.1). Ce dernier devra tenir compte des recommandations futures essentiellement dans le cas de manque d'outils de décision tels que les conditions observées des équipements (conditions telles que trouvées).

Cette étape sera encadrée par un processus de validation et d'approbation pour assurer l'unanimité sur les décisions (activité 1.5.2).



5.2 Suivre la performance et la fiabilité des SSC

Le processus de suivi de la performance / fiabilité des SSC (activité 2) est représenté par la figure 8. Il est composé de trois activités principales qui permettront de :

- Sélectionner les SSC importants (activité 2.1).
- Suivre la performance / fiabilité des SSC (activité 2.2).
- Élaborer un programme de suivi de la performance / fiabilité des SSC (activité 2.3).

La description des activités sera détaillée dans les paragraphes qui suivent.

5.2.1 Sélectionner les SSC importants

Cette étape est sensiblement identique à l'étape (1.2). La sélection des SSC importants sera basée sur les résultats de l'OMP et les composants sélectionnés par les différentes approches d'optimisation (programme de maintenance préventive, système et composant) à l'exception des composants opérés jusqu'à bris.

D'autre part, et dans le cadre de l'adaptation continue du processus OMP, la sélection pourrait être initiée par les défaillances et les dégradations prématurées des composants critiques ou non critiques.

5.2.2 Suivre la performance / fiabilité des SSC

Le suivi de la performance, lorsque requis (activité 2.2.1), peut se faire de 2 manières différentes :

- Un suivi direct : Le suivi direct se concentre essentiellement sur les composants et les paramètres physiques observables ou mesurables. Il s'agit de définir les moyens de suivi de la dégradation dans le temps et d'intervenir avant l'occurrence de la défaillance. La maintenance prédictive et les inspections périodiques représentent un exemple concret.
- Un suivi indirect : Le suivi indirect se concentre essentiellement sur les fonctions des systèmes et des composants. Ce genre de suivi est important pour contrecarrer les mécanismes de dégradation non mesurables ou dont la mesure est incertaine. Plusieurs

méthodes ont été développées pour le suivi indirect telles que les études statistiques de la fiabilité (taux de défaillance, disponibilité), les études de vieillissement, les ratios de maintenance, les arbres de défaillance, etc.).

Dans le cas où un programme de suivi de la performance a été élaboré (activité 2.2.2), les paramètres mesurés (suivi direct : activité 2.2.4) ou calculés (suivi indirect : activité 2.2.3) seront comparés de façon quasi-périodique aux standards de performance (activité 2.2.5). La fréquence de suivi sera réajustée en fonction de la vitesse de progression des dégradations dans le temps.

Une analyse des causes de dégradation pourrait s'avérer nécessaire lorsque la performance du SSC sera jugée dégradée de façon anormale (activité 3.2.1), sinon le processus de suivi direct / indirect sera repris à une fréquence étudiée jusqu'à l'action avant défaillance.

5.2.3 Élaborer un programme de suivi de la performance / fiabilité des SSC

Un programme de suivi de la performance / fiabilité d'un SSC commence par l'identification précise des fonctions, défaillances fonctionnelles et modes de défaillances (activité 2.3.1). Cette identification est initiée par un besoin de suivi de la performance / fiabilité ou le réajustement des critères de performance (activité 3.2.6).

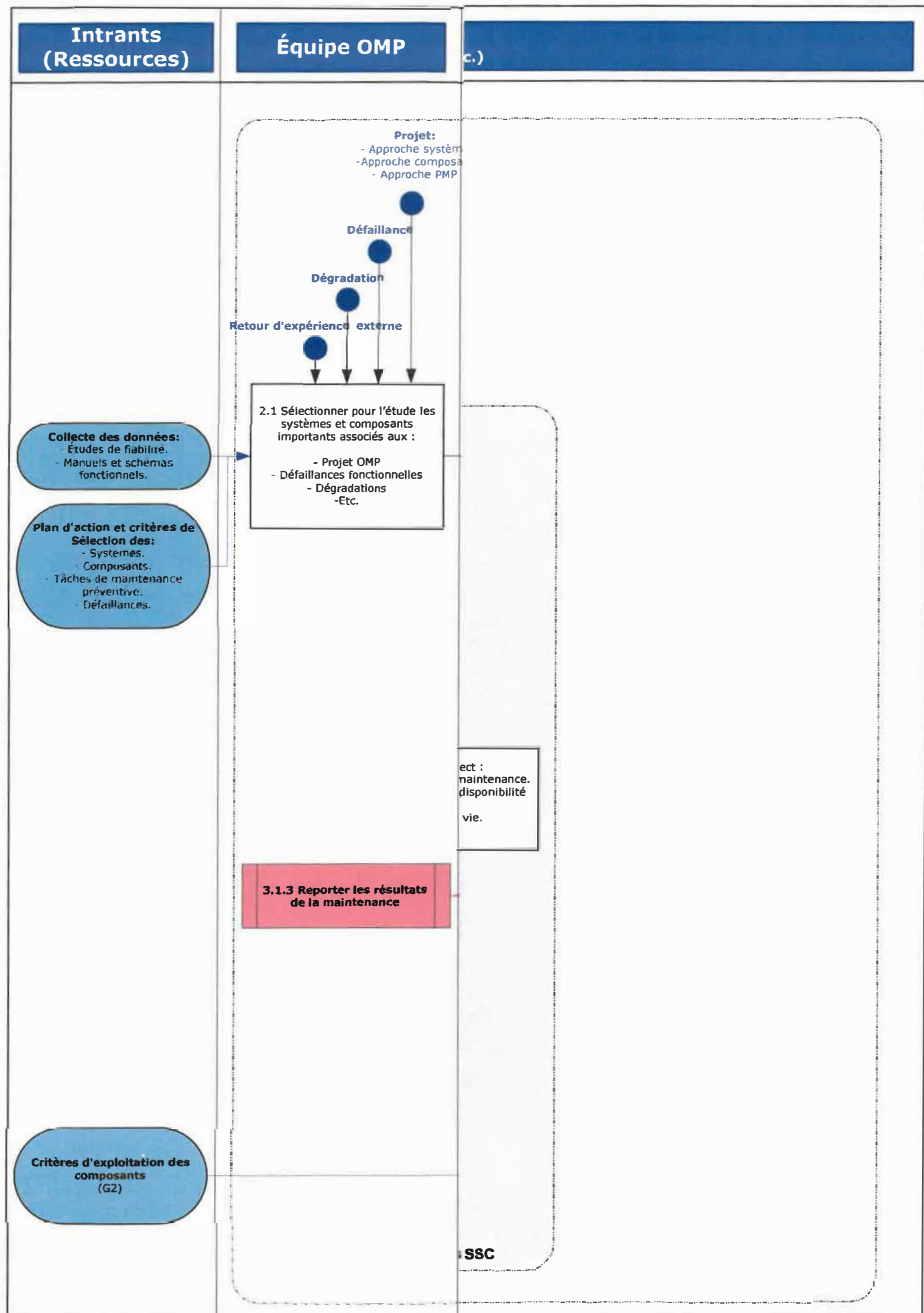
Deux programmes sont envisageables pour assurer le suivi de la performance / fiabilité : un programme pour le suivi direct et un autre pour le suivi indirect (activité 2.3.2).

Le programme de suivi indirect est basé sur le suivi de la fiabilité et la disponibilité des SSC, les tableaux de bord et les ratios de maintenance, les études de vieillissement (activité 2.3.3).

Le programme de suivi direct est basé sur la décomposition suivante :

- Les standards physiques de performance (exemple : puissance, rendement, etc.) (activité 2.3.4).
- Les mécanismes de dégradation (exemple : corrosion, fatigue, usure, etc.) (activité 2.3.5).
- Les indicateurs de dégradation (exemple : mesures des vibrations, mesures de température, analyses d'huile, etc.) (activité 2.3.6).

- Les données et mesures des indicateurs de dégradation et leurs fréquences de collecte et de suivi (activité 2.3.7).
- Les méthodes de suivi et d'analyse (exemple : évolution de l'amplitude des vibrations dans le temps) (activité 2.3.8).
- Les seuils d'acceptation et / ou d'alarme (activité 2.3.9).
- Les plans d'actions en cas de performance dégradée (activité 2.3.10).



5.3 Mettre en oeuvre et adapter continuellement l'OMP

Le processus de mise en œuvre et d'adaptation continue de l'OMP (activité 3) est représenté par la figure 9. Il est composé de deux activités principales qui permettront de :

- Mettre en œuvre la maintenance préventive (activité 3.1).
- Mettre en œuvre les actions correctives (activité 3.1).

La description des activités sera détaillée dans les paragraphes qui suivent.

5.3.1 Mettre en œuvre la maintenance préventive

Les modifications approuvées par le processus OMP (activité 1.5.2) seront mises en œuvre par la mise à jour du programme de maintenance préventive (activité 3.1.1). Les mises à jour porteront sur l'un ou l'ensemble des éléments suivants :

- Formation du personnel.
- Acquisition d'outillages et d'équipements spécialisés.
- Le programme de maintenance prédictive.
- Les pièces de rechange et consommables.
- La documentation (processus, méthodes, procédures, etc.).
- Le logiciel de gestion de la maintenance assistée par ordinateur (GMAO).

L'étape suivante consiste à planifier et à exécuter les tâches de maintenance préventive récemment optimisées (activité 3.1.2).

L'exécution des tâches de maintenance préventive sera clôturée par l'enregistrement et la revue des conditions telles que trouvées des équipements dans les résultats de la maintenance préventive (activités 3.1.3, 2.2.5).

5.3.2 Mettre en oeuvre les actions correctives

Dans le cas d'un équipement critique ou non critique (activité 3.2.2), l'analyse des causes de défaillance et de dégradation (activité 3.2.1) peut être initiée par une défaillance, une performance dégradée (activité 2.2.5) ou une demande d'analyse.

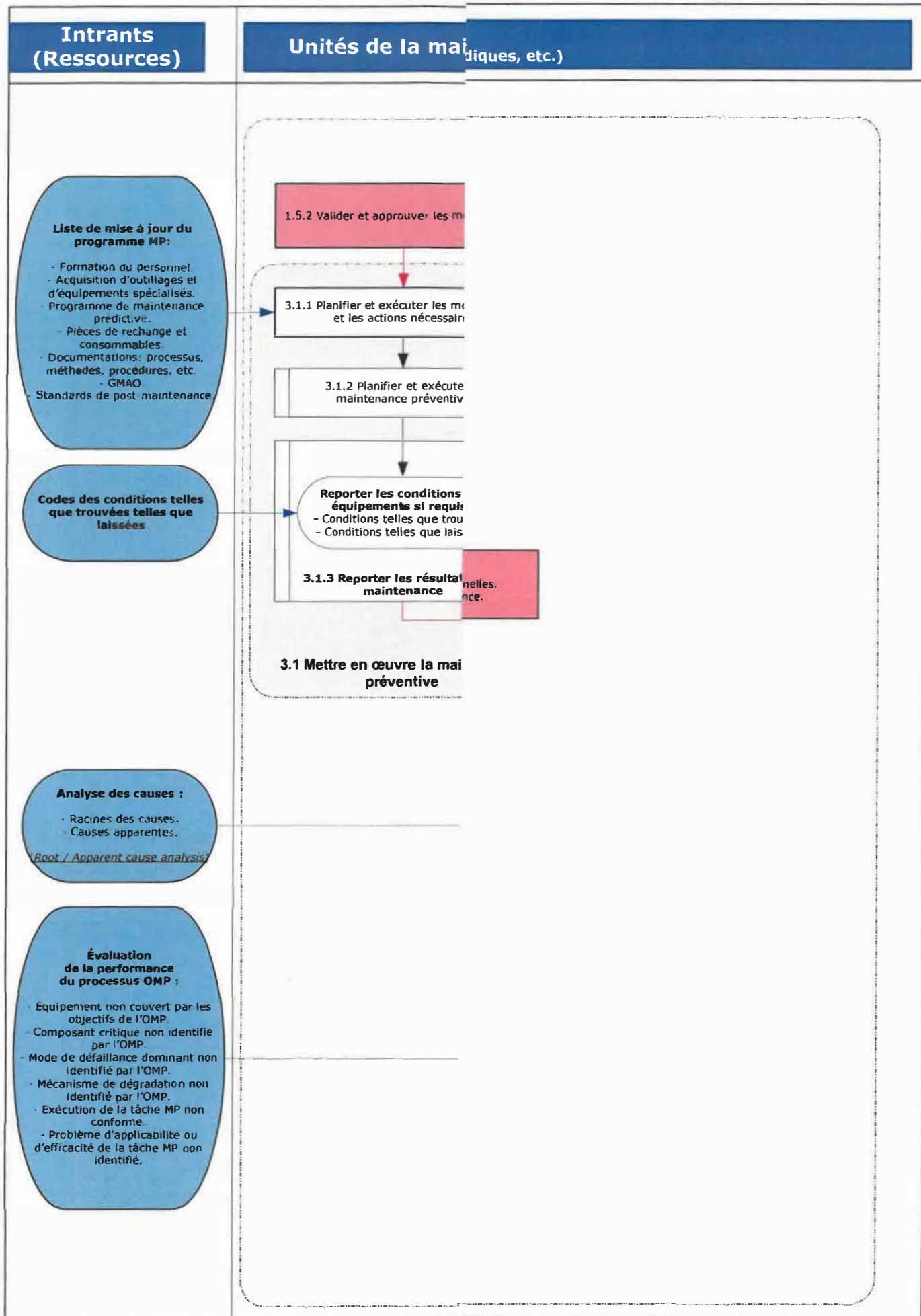
Les actions palliatives, correctives et / ou préventives seront déterminées (activité 3.2.3), si nécessaire (activité 3.2.2), et planifiées pour l'exécution de la maintenance corrective ou préventive (activité 3.2.4 et 3.1.1). Ces actions peuvent être à l'origine de l'optimisation du programme préventif de l'équipement (activité 3.2.5). Dans le cas contraire, un ajustement des critères et standards de performance sera suffisant pour corriger l'écart (activité 3.2.6) en se basant sur le programme de suivi de la performance (activité 2.3.1).

Les tâches MP ciblées par les actions correctives seront optimisées par le biais du processus OMP (activités 3.2.7, 1.1.2). Toutefois, si la tâche MP est à priori déjà optimisée lors d'un exercice précédant, le processus OMP sera audité pour évaluer sa performance (activité 3.2.8).

Pour permettre d'auditer l'efficacité des tâches MP concernées, une liste de contrôle sera utilisée. Cette liste comprend les éléments suivants :

- Équipement non couvert par les objectifs de l'OMP.
- Composants critiques non identifiés par l'OMP.
- Modes de défaillance dominants non identifiés par l'OMP.
- Mécanismes de dégradation non identifiés par l'OMP.
- Exécution de la tâche MP non conforme.
- Problèmes d'applicabilité ou d'efficacité de la tâche MP non identifiés.

À la suite de l'évaluation de la performance du processus OMP, ce dernier recommence de nouveau son cycle. Des composants seront sélectionnés, pour optimiser leur programme préventif (activité 1.4.5). Il s'agit de l'amélioration continue et de l'adaptation continuelle du processus OMP.



Chapitre 6

APPLICATION AU SYSTÈME MODÉRATEUR

Ce chapitre représente une simulation des différentes étapes et activités du processus de fiabilité des équipements ainsi que des méthodes quantitatives associées. Cette simulation a été réalisée sur un système critique à la centrale dans le cadre d'un projet pilote.

6.1 Choix du système

Le choix du système « Modérateur » est basé sur plusieurs critères dont on peut citer les plus importants :

- Le modérateur est l'un des systèmes essentiellement visés par l'espacement des arrêts planifiés car la majorité de ses composants sont inaccessibles en marche (environnement hautement radioactif).
- Le modérateur est un système relié à la sûreté et est considéré comme l'un des systèmes les plus critiques. Par conséquent, une éventuelle variation de l'indisponibilité du système et/ou de ses composants lors de l'espacement des arrêts planifiés pourrait occasionner des écarts aux objectifs de sûreté (paragraphe 6.2.3).
- Le modérateur est un système caractéristique des centrales nucléaires canadiennes. Il s'agit d'une étude originale visant à étudier la sensibilité de l'indisponibilité face aux changements du programme de maintenance préventive.
- La liste des équipements génériques, traités par la base de données *PM basis* d'EPRI, est assez exhaustive pour les composants du système. Il s'agit dans ce cas d'une application variée et significative en nombre et conditions de service des composants.

6.2 Généralités sur le système Modérateur

Pour les besoins du projet, l'étude du système modérateur sera limitée à une description sommaire du fonctionnement de ce système et à l'étude de fiabilité existante, y compris les arbres de défaillance associés.

6.2.1 Description du système

Le système modérateur est un système relié à la sûreté. Il se compose principalement de deux pompes 3211-P1 et P2 qui peuvent être entraînées respectivement soit par les moteurs principaux 3211-PM1 et PM2 (exploitation normale), soit par les moteurs auxiliaires 3211-PM3 et PM4 (arrêt planifié), de deux échangeurs de chaleur (3211-HX1 et HX2), d'un réservoir de dilatation (3211-TK1) et de la tuyauterie et instrumentation associées.

En exploitation, l'eau lourde est soutirée du fond de la calandre par deux conduites de 12 pouces vers un collecteur d'aspiration de 16 pouces. Le débit passe ensuite par l'une ou l'autre des pompes 3211-P1 ou P2 et est acheminé au refoulement de la pompe par des lignes de 14 pouces pour être divisé en deux vers les échangeurs de chaleur par des lignes de 10 pouces. L'eau lourde refroidie est recombinaée grâce à une ligne de 10 pouces à la sortie des échangeurs et retournée à la calandre via deux séries de 4 lignes de 6 pouces un peu au-dessus du centre de la calandre (figure 10).

Pour assurer un fonctionnement adéquat du système modérateur, un nombre de systèmes auxiliaires est requis tels que les systèmes de :

- Gaz de couverture (USI 32310)
- Purification du modérateur (USI 32210)
- Addition de poison soluble (USI 32710)
- Échantillonnage du modérateur (USI 32610)
- Alimentation en D2O (USI 38110)
- Recueil de fuites du modérateur (USI 32510)

Les systèmes d'eau de service recirculée, le système d'alimentation d'air d'instrumentation et les alimentations électriques de catégories I, II, III et IV sont indispensables pour assurer le fonctionnement du modérateur.

Les principales fonctions du système modérateur sont :

- 1- Ralentir les neutrons de haute énergie dans le cœur du réacteur afin de leur donner l'énergie adéquate pour favoriser la réaction nucléaire.
- 2- Évacuer la chaleur produite dans le modérateur par le ralentissement des neutrons et l'absorption des rayons gamma.

- 3- Fournir un milieu dispersant pour les poisons solubles servant au contrôle de la réactivité dans le cœur du réacteur.
- 4- Refroidir le combustible lors d'une perte de caloporteur (PERCA) coïncidant avec une indisponibilité du système de refroidissement d'urgence du cœur (RUC).

Les 2 dernières missions représentent les fonctions de sûreté du modérateur tandis que les 2 premières représentent des fonctions de production.

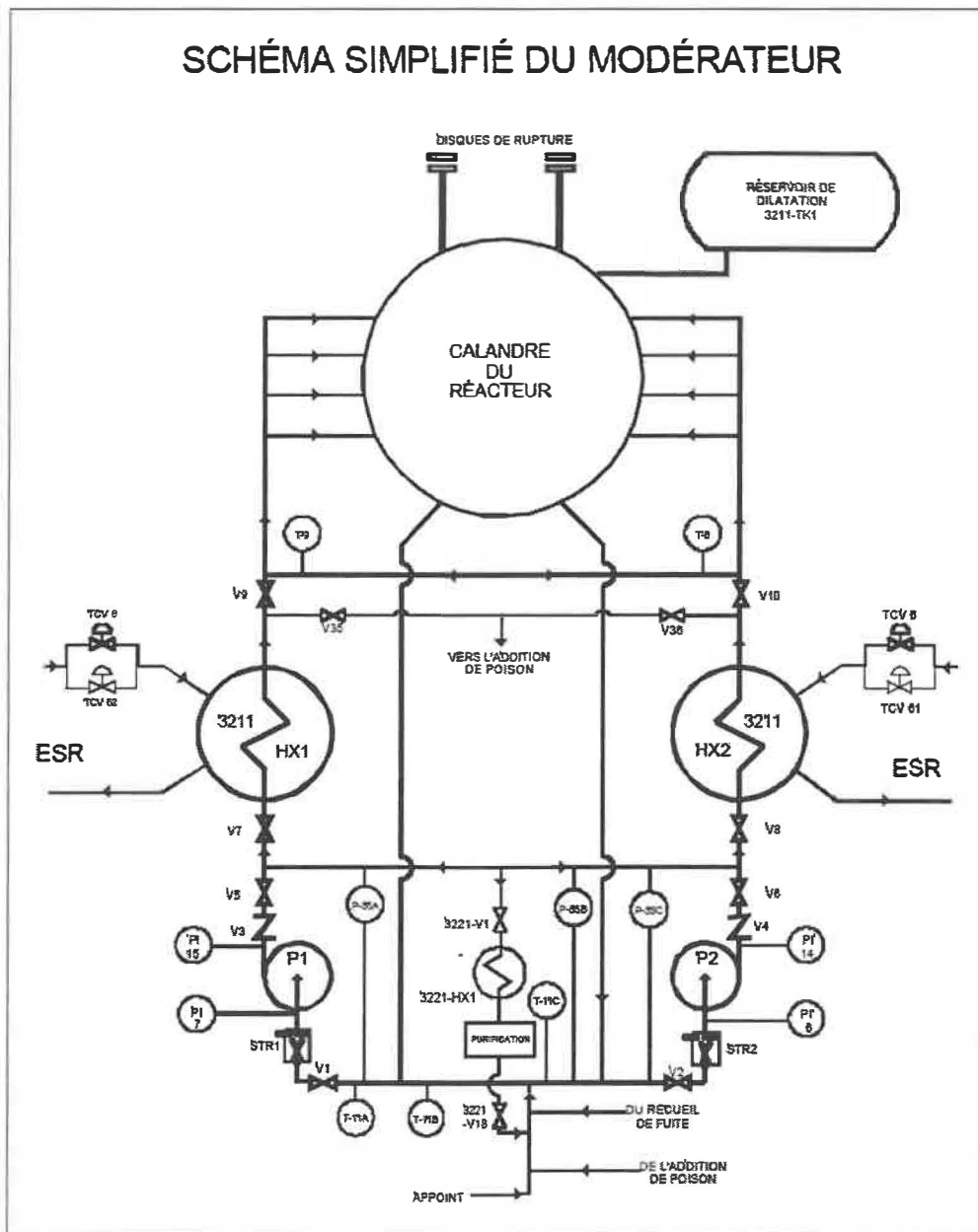


Figure 10 : Schéma simplifié du système modérateur

6.2.2 Étude de fiabilité existante du modérateur

Une étude de fiabilité réalisée en 2000 sur ce système avait pour objet d'analyser la fiabilité du modérateur pour les différentes missions du système définies dans le paragraphe précédent [28].

Cette étude analyse les défaillances fonctionnelles principales du système. Ces défaillances sont :

- Perte de débit du modérateur.
- Perte du contrôle de la température du modérateur.
- Perte des signaux de niveau du modérateur.
- Perte du contrôle de la pression du gaz de couverture.
- Perte de la recombinaison du D2 dans le gaz de couverture.
- Perte d'inventaire du modérateur via le circuit principal.
- Perte d'inventaire du modérateur via les systèmes auxiliaires.

La définition de ces défaillances fonctionnelles a été obtenue à partir des différents manuels d'étude, des schémas fonctionnels et des études matricielles de sûreté :

- Grosse PERCA avec utilisation du système RUC (référence 66-SDM-3)
- Petite PERCA avec utilisation du système RUC (référence 66-SDM-7)
- Modérateur comme source froide (référence 66-SDM-9)
- Défaillance du système modérateur et des boucliers d'extrémité (référence 66-RS-5)

La fiabilité du système modérateur et de ses systèmes auxiliaires sera analysée en fonction des états de la centrale :

- Exploitation normale de la centrale.
- État d'arrêt planifié de la centrale.
- Situation d'urgence de la centrale (perte du caloporteur, perte de l'alimentation électrique de catégorie IV et III, etc.).

En se basant sur les résultats fournis par les quatre études matricielles, l'étude de la fiabilité existante du système modérateur [28] propose des objectifs de disponibilité pour les différentes situations d'exploitation. Ces objectifs sont listés dans le tableau 4.

Tableau 4: Objectifs de fiabilité du modérateur

SITUATIONS	INDISPONIBILITÉ (année/année)
Exploitation normale	$1,0 \times 10^{-2}$
Arrêt planifié	$1,0 \times 10^{-2}$
Source froide (T < 24 heures)	$1,0 \times 10^{-4}$
Source froide (T > 24 heures)	$1,0 \times 10^{-2}$
Mélange du poison	$1,0 \times 10^{-4}$

Les arbres de défaillance utilisés ultérieurement pour évaluer la disponibilité du système sont énumérés dans le tableau 5. Le calcul de la disponibilité du système dans l'étude de fiabilité existante a été basé sur les valeurs génériques des différentes caractéristiques de fiabilité citées en annexe E.

Tableau 5 : Arbres de défaillance analysés

ARBRES DE DÉFAILLANCE SIMPLIFIÉS	DESCRIPTION
SITUATION D'EXPLOITATION NORMALE DE LA CENTRALE	
MODS-AC.CAF	<u>Catégorie IV disponible</u> Défaillance du système modérateur
ÉTAT D'ARRÊT PLANIFIÉ (T > 24 HEURES)	
MODS-C1C.CAF	<u>Catégorie IV disponible</u> Défaillance du système modérateur (T > 24 heures)

6.3 Étapes de la simulation

La simulation sera entamée en 2 phases principales :

La phase préliminaire consiste en l'application du processus de fiabilité des équipements, précisément l'étape principale OMP. Le processus permettra ainsi de collecter les informations nécessaires sur le système et ses composants, de déterminer les contributeurs majeurs à l'indisponibilité du système modérateur, d'identifier les activités optimales de la maintenance préventive pour assurer une indisponibilité minimale. Finalement, le processus permet de mesurer l'impact de l'espacement des arrêts planifiés et de l'optimisation de la maintenance sur les caractéristiques de fiabilité des équipements. Les taux de pondération des taux de défaillance seront les intrants de la phase suivante.

La deuxième phase se concentre sur l'évaluation des caractéristiques de fiabilité du système et de ses composants en se basant sur les résultats de la phase préliminaire. Les étapes de cette seconde phase, dans un ordre chronologique, sont les suivantes :

- Faire la mise à jour des données de l'étude de fiabilité existante. Cette mise à jour sera effectuée grâce aux données du site collectées lors de la phase préliminaire. Il s'agit de calculer les taux de défaillance réels des équipements sélectionnés.
- Refléter l'état réel de l'exploitation du système modérateur en évaluant l'indisponibilité du système grâce aux données d'exploitation à G-2. Ces dernières remplaceront les caractéristiques de fiabilité génériques utilisées dans l'étude de fiabilité existante.
- Évaluer l'impact de l'espacement des arrêts planifiés de 12 à 18 ou 24 mois sur l'indisponibilité et le taux de défaillance des composants et du système en conservant les activités de maintenance actuelles.
- Évaluer l'effet de l'application de l'OMP sur l'indisponibilité et le taux de défaillance des composants et du système pour les différents scénarios d'arrêts planifiés.

6.4 Méthode d'évaluation de l'indisponibilité

L'étude du modèle de défaillance du système modérateur et des systèmes auxiliaires sera basée sur la technique des arbres de défaillance. Cette étude sera analysée en utilisant un logiciel de modélisation des arbres de défaillance nommé CAFTA. La technique des coupes minimales a été utilisée pour évaluer les arbres de défaillance.

Initialement, les données de fiabilité des composants des différents circuits et sous-systèmes du modérateur proviennent principalement des données d'exploitation d'Ontario Hydro 1986 et des études de fiabilité à G-2 [28].

Certaines de ces données seront remplacées par les nouveaux taux de défaillance actualisés par les conditions d'exploitation à G-2 en se basant sur les données du site corrigées par l'approche Bayésienne (paragraphe 6.6.2).

Les données mises à jour dans le modèle seront ensuite modifiées grâce aux taux de pondération calculés à la dernière étape du processus.

Les indisponibilités des événements primaires ont été calculées à l'aide des trois équations suivantes :

Équation 1 : Probabilité entrée manuellement

Équation 2 : $\bar{A} = \lambda (Tr)$, $Tr = Te / 2 + t_r$

Équation 3 : $\bar{A} = 1 - e^{-\lambda Tm}$

Où : $\bar{A}$ = Indisponibilité

λ = Taux de défaillance (événement par année)

Te = Intervalle d'essais

t_r = Temps de restauration

Il inclut le temps de réparation et le temps administratif

Tm = Temps de mission

6.5 Application du processus de fiabilité des SSC

Les différents paragraphes suivants représentent les étapes du processus de fiabilité des SSC, essentielles à la simulation et à l'optimisation de la maintenance, appliquées dans un ordre chronologique.

6.5.1 Limites physiques du modérateur

La liste des équipements principaux (LEP) du système modérateur *Master Equipment List (MEL)* comprend un nombre important d'équipements. La dernière liste mise à jour extraite du système de Gestion de la Maintenance Assisté par Ordinateur (SIE) comprend un total d'environ 1 563 équipements actifs (pompes, moteurs, vannes, etc.) et passifs (raccords, boyaux, structure, etc.).

6.5.2 Liste des composants sélectionnés

La liste des composants éligibles à la simulation doit répondre à plusieurs contraintes et limites liées à l'étude. Les conditions à respecter sont les suivantes :

- Les composants sont à l'intérieur des frontières physiques du système modérateur (LEP).
- Les composants ne peuvent être entretenus qu'à l'arrêt. Ils peuvent être couverts ou non par un programme d'entretien préventif. Il s'agit d'étudier l'effet de l'espace des arrêts planifiés sur les composants inaccessibles en marche seulement.
- Les composants sont traités dans l'étude de fiabilité existante et modélisés dans les arbres de défaillance associés Reliability Master Equipment Liste (RMEL). Il s'agit de quantifier l'impact de la maintenance préventive sur les caractéristiques de fiabilité.
- Les composants possèdent des équipements génériques équivalents dans la base de données PM basis (outil d'analyse).

Le programme de maintenance préventive actuel cible un ensemble restreint d'équipements dans l'ensemble complet des équipements du système modérateur. Selon le jugement d'experts et après 20 années d'expérience à G-2, le choix des équipements concernés par un programme de maintenance préventive est basé sur leur importance relative du point de vue de la sûreté, de l'environnement et économique. Cette liste comprend 105 équipements ciblés par l'entretien préventif, dont 50 entretenus à l'arrêt et 55 en marche. Un ensemble de 95 équipements de la liste continuent à être entretenus.

L'étude de fiabilité existante du système modérateur se concentre essentiellement sur la perte de 7 fonctions importantes représentant les événements de tête des différents arbres de défaillance. Les événements primaires modélisent les modes de défaillances dominants des composants. La liste des composants modélisés dans l'étude de fiabilité (RMEL) a été déterminée grâce à l'association de chaque événement de base de l'arbre de défaillance à son composant correspondant. Les composants sélectionnés pour définir la liste (RMEL) sont dans les frontières physiques du système Modérateur. Cette liste comprend ainsi un nombre total de 60 composants. Ces composants devront être facilement assimilables aux équipements génériques proposés par EPRI.

En conclusion, la liste des composants éligibles à la simulation comprendra 53 composants. Les tableaux 6 et 7 représentent respectivement les règles de sélection explicitées précédemment et la liste des composants sélectionnés. Les tableaux détaillés sur la démarche de sélection seront listés dans l'annexe F.

Tableau 6: Règles de sélection des équipements pour l'étude

Classes d'équipements	PMEL	RMEL	EPRI	Cont. Arrêt	Liste finale	Nombre
Catégorie 1	N.A	Oui	Oui	Oui	Oui	53
Catégorie 2	Non	Oui	Non	Oui	Non	2
Catégorie 3	Oui	Oui	Non	Oui	Non	2
Catégorie 4	Oui	Oui	Oui	Non	Non	3

Tableau 7: Liste des composants sélectionnés

Élément chauffant	3211 HR1 3211 HR2	Vanne de réglage	3231 PRV22 3231 PRV23	Détecteur de température	63210TE11B 63210TE11C
Pompe verticale	3211 P1 3211 P2	Vanne pneumatique à piston	3231 PV1 3231 PV2	Transmetteur de température	63210TT11A 63210TT11B 63210TT11C
Moteur électrique < 15kv	3211 PM1 3211 PM2	Unité de recombinaison	3231 RU1 3231 RU2	Relais électromécanique	63230RL1A 63230RL1B 63230RL1C 63230RL2A 63230RL2B 63230RL2C
Moteur électrique < 600v	3211 PM3 3211 PM4	Interrupteur de pression	63210PS55A 63210PS55B 63210PS55C		
Détecteur et transmetteur de pression	63210LT13A 63210LT13B 63210LT13C	Transmetteur de pression	63210PT55A 63210PT55B 63210PT55C		
Vanne de contrôle à diaphragme	63210TCV6 63210TCV61 63210TCV8	Relais électromécanique	63210RL34 63210RL43 63210RL44 63210RL45 63210RL46 63210RL47 63210RL48 63210RL50 63210RL51 63210RL58 63210RL59 63210RL60	Électrovanne	63230SV1 63230SV2
Convertisseur de température	63210TY11A 63210TY11B				
Compresseur à diaphragme	3231 GP1 3231 GP2				
Vanne	3231 V11				
Échangeur de chaleur	3211 HX1 3211 HX2				
Vanne Clapet	3211 V3 3211 V4				

6.5.3 Collecte de données

Durant cette étape, on a procédé à la collecte de la documentation essentielle à l'étude. La documentation comprend :

- **L'étude de fiabilité existante** : Il s'agit de l'étude mentionnée au paragraphe 6.2.3. Cette étude servira à l'évaluation des caractéristiques de fiabilité du système modérateur par les calculs des arbres de défaillance et à réaliser la catégorisation des composants selon leurs criticités.
- **Les schémas fonctionnels et les manuels de formation** : Cette étape a permis de comprendre le fonctionnement général du système modérateur en mettant l'accent sur les fonctions essentielles du système et de ses composants.

- **Le programme de maintenance préventive** : Ce programme représente le point de départ pour réaliser la comparaison avec le programme de maintenance optimale proposé par EPRI (Voir annexe G). Toutefois, dans le contexte d'exploitation à G-2, les activités de maintenance préventive ne sont pas la propriété d'un seul département ou service. Pour ce faire, des efforts ont été déployés pour regrouper les différentes activités reliées à la maintenance préventive. Les principales activités sont les suivantes :
 - La maintenance préventive systématique : Nommée à G-2 aussi Programme d'entretien préventif (PEP), essentiellement exécutée par le service de la maintenance.
 - La maintenance préventive prédictive : exécutée par le service d'inspections périodiques sous le nom de programme d'inspections périodiques (PIP).
 - Les essais périodiques : gérés par le service fiabilité et exécutés par les opérateurs en exploitation.
 - La maintenance conditionnelle : désignée par le programme de maintenance et d'inspections exceptionnelles. Il s'agit d'une maintenance préventive réalisée essentiellement à l'arrêt.
- **Historique des défaillances et dégradations** : L'étude de l'historique des composants du système modérateur est réalisée en regroupant toutes les demandes de travaux réalisées depuis la mise en service de la centrale nucléaire Gentilly 2.

Le travail, pour les équipements sélectionnés et leurs similaires, s'est effectué en 3 phases principales :

- L'extraction automatique des demandes de travaux ultérieures à la date de mise en service 1991 du logiciel SGE.
- La collecte manuelle des demandes de travaux (DT) ainsi que des rapports de travaux associés dans les archives.
- La collecte de taux de défaillance génériques observés dans d'autres centrales nucléaires.

6.5.4 Analyse de la criticité des composants

L'étude de la criticité des équipements peut être réalisée de plusieurs façons telles que spécifiées dans le processus de fiabilité des équipements. Grâce à l'étude de fiabilité du système modérateur, cette étape sera basée sur une méthode quantitative proposée par EPRI et fondée sur l'analyse des facteurs de mesure d'importance au niveau des arbres de défaillance [27].

Les étapes préliminaires à cette étude sont l'identification des fonctions importantes du système modérateur (Fonctions primaires et de sûreté) et la détermination des défaillances fonctionnelles associées (événements de tête).

Les composants sont répertoriés en 4 catégories de criticité différentes : Hautement Critiques, Critiques, Mineurs (Non-Critiques) et Opérés Jusqu'à Bris (OJB) selon les valeurs des facteurs de mesure d'importance **RAW** (*Risk Achievement Worth*) et **FV** (*Fussell-Vesely*). Cette catégorisation des composants est faite pour chacun des 7 arbres de défaillance du système modérateur. La criticité finale de chaque composant sera déterminée en se basant sur les valeurs maximales des 7 valeurs de RAW et FV.

Pour cette étude, la liste finale des composants dont la maintenance doit être optimisée sera limitée aux composants à fort impact sur la fiabilité ($RAW > 2$), c'est-à-dire à la liste des composants hautement critiques ($RAW > 2$ et $Fv > 5E-3$) et critiques ($RAW > 2$ et $Fv < 5E-3$) du point de vue de la sûreté.

Les critères de catégorisation et la liste finale des composants sont présentés respectivement dans le tableau 8 et la figure 11. Les détails de l'analyse seront rapportés à l'Annexe I.

Tableau 8: Critères de catégorisation des composants

Classes d'équipements	Nombre	Facteurs de risque maximaux	Criticité EPRI	
Catégorie 1		$RAW > 2$ et $FV > 5E-3$	C	Hautement Critique pour la sûreté.
Catégorie 2		$RAW > 2$ et $FV < 5E-3$	C	Critique pour la sûreté.
Catégorie 3		$RAW < 2$ et $FV > 5E-3$	M	Mineur (Critères économiques).
Catégorie 4		$RAW < 2$ et $FV < 5E-3$	OJB	Opéré jusqu'à bris (RTF).

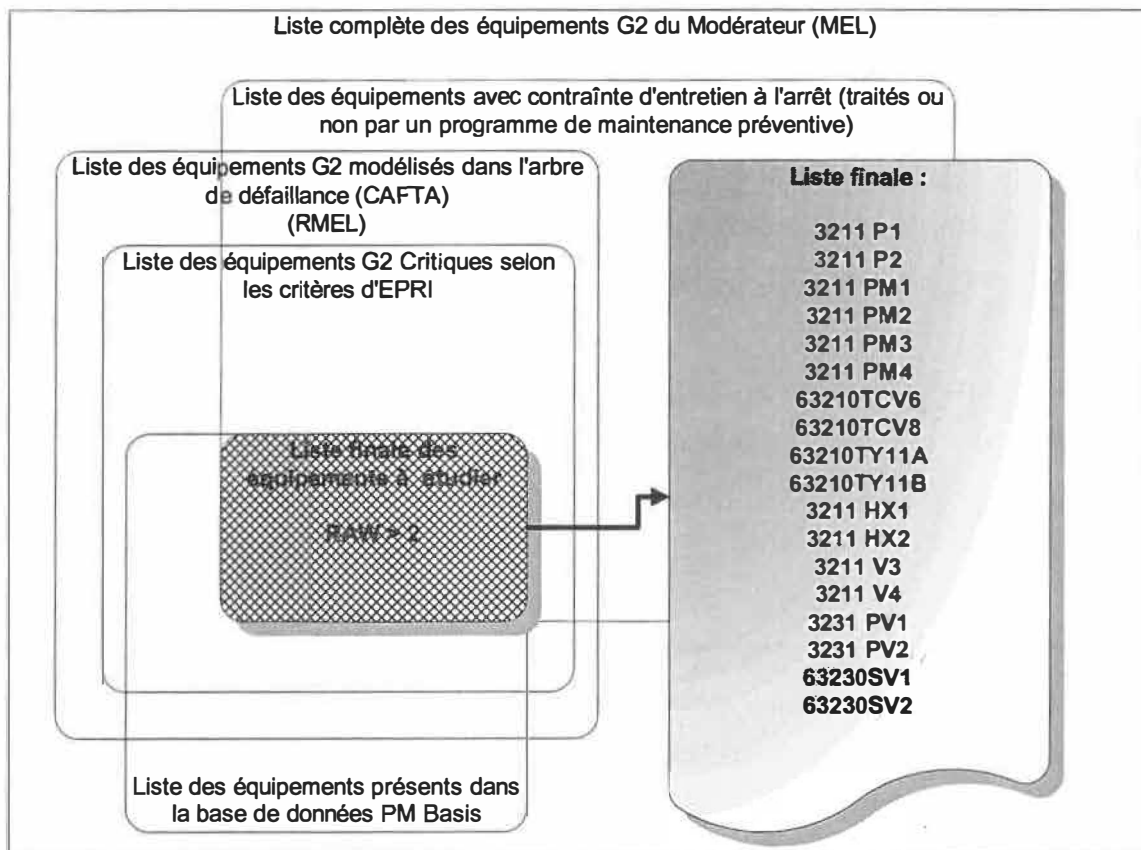


Figure 11: Liste finale des composants

6.5.5 Application des Fiches Génériques de Maintenance (FGM)

Cette étape s'applique essentiellement aux composants à fort impact sur la sûreté (hautement critiques et critiques). Elle permet d'aligner les tâches de maintenance préventive actuelles à G-2 au programme de maintenance optimal proposé par EPRI (*Templates*). Les corrections nécessaires sont effectuées :

- en ajoutant des tâches de maintenance préventive pour les modes de défaillance et les mécanismes de dégradation observés ou dominants; et
- en modifiant la nature, le contenu et/ou la périodicité des tâches de maintenance préventive.

Pour pouvoir assurer cette comparaison il sera nécessaire de déterminer pour un composant donné :

- Les périodicités optimales : Ce sont les périodicités des tâches de maintenance préventive adéquates proposées par les Fiches Génériques de Maintenance (FGM) dans *PM basis*.
- Les périodicités à G-2 : Ce sont les périodicités des tâches de maintenance préventive faisant l'objet de l'étude (actuelles ou projetées pour 18 et 24 mois).
- Les périodicités de référence : Les périodicités optimales seront corrigées pour s'aligner aux contraintes d'exploitation à G-2. En effet, une tâche de maintenance préventive optimale ayant une périodicité quelconque, et ne pouvant être appliquée qu'à l'arrêt planifié sur un équipement inaccessible en marche, sera rationalisée en la groupant avec d'autres tâches à des périodicités multiples de 12, 18 ou 24 mois).

Dans ce qui suit, on explique cette démarche; le tableau 9 résume un modèle simplifié de la comparaison entre le Programme de Maintenance Préventive (PMP) actuel pour les arrêts planifiés de 12, 18 et 24 mois et celui proposé par EPRI.

Tableau 9: Étapes de comparaison entre PMP de G-2 et FGM d'EPRI

Équipement AAA	PMP à G-2		PMP Optimal (Recommandé par EPRI)		PMP de Référence (Rationalisé)	
Arrêt 12 mois	#TâcheO	PériodX	#Tâche1 #Tâche2	PériodA PériodB	#Tâche1 #Tâche2	PériodA' PériodB'
Arrêt 18 mois	#TâcheO	PériodY	#Tâche1 #Tâche2	PériodA PériodB	#Tâche1 #Tâche2	PériodA' PériodB'
Arrêt 24 mois	#TâcheO	PériodZ	#Tâche1 #Tâche2	PériodA PériodB	#Tâche1 #Tâche2	PériodA' PériodB'

Périodicités optimales :

EPRI propose un système de sélection des périodicités optimales des tâches de maintenance préventive en se basant sur une codification de la criticité, du cycle de charge et des conditions de service d'un équipement quelconque. L'applicabilité et la périodicité optimale d'une tâche de maintenance préventive (Périodicité A) seront tributaires de ce code. Les règles de codifications sont explicitées dans le tableau 10.

Une collaboration étroite avec l'ingénieur responsable technique du système a permis de déterminer pour chaque équipement sélectionné : le cycle de charge (facteur d'utilisation : élevé ou bas) et les conditions de service (moyennes ou sévères y compris les facteurs de stress). Ainsi, une codification a été appliquée pour les composants à fort impact sur la sûreté

(hautement critiques et critiques) (tableau 11). La codification de la liste complète des composants sélectionnés est détaillée dans l'annexe H.

Tableau 10: Système de codification d'EPRI

Code	Critéité	Cycle de charge		Conditions de service	
		Élevé	Bas	Sévères	Moyennes
CHS	C	H		S	
CHM	C	H			M
CLS	C		L	S	
CLM	C		L		M
MBS	M	H		S	
MHM	M	H			M
MLS	M		L	S	
MLM	M		L		M

Tableau 11: Codification pour équipements à fort impact sur la sûreté

EPRI	Équip.G-2			Code de criticité EPRI							Code	
	Genre	Sous-genre	USI	C, M: Criticité H, L: Conditions de service S, M: Environnement								
				Crit.	C.C	C.S	CHS	CLS	CHM	CLM		
(Pump -Vertical)	POMPE		3211 P1	C	H	S						CHS
	POMPE		3211 P2	C	H	S						CHS
Motor-Medium voltage<15kv	MOTEUR	ÉLECTRIQUE	3211 PM1	C	H	S						CHS
	MOTEUR	ÉLECTRIQUE	3211 PM2	C	H	S						CHS
Motor-Low voltage<600	MOTEUR	ÉLECTRIQUE	3211 PM3	C	L	S						CLS
	MOTEUR	ÉLECTRIQUE	3211 PM4	C	L	S						CLS
AOV-Diaphragm	VANNE	CONTRÔLE	63210TCV6	C	H	M						CHM
	VANNE	CONTRÔLE	63210TCV8	C	H	M						CHM
Signal Conditionner	CONVERTISSEUR	TEMPÉRATURE	63210TY11A	C	H	M						CHM
	CONVERTISSEUR	TEMPÉRATURE	63210TY11C	C	H	M						CHM
Heat exchanger	ÉCHANGEUR	CHALEUR	3211 HX1	C	H	S						CHS
	ÉCHANGEUR	CHALEUR	3211 HX2	C	H	S						CHS
Valve check-Swing	VANNE		3211 V3	C	H	S						CHS
	VANNE		3211 V4	C	H	S						CHS
AOV Piston	VANNE	PNEUMATIQUE	3231 PV1	C	L	S						CLS
	VANNE	PNEUMATIQUE	3231 PV2	C	L	S						CLS
SOV-Solenoid Operated	ÉLECTROVANNE		63230SV1	C	H	S						CHS
	ÉLECTROVANNE		63230SV2	C	H	S						CHS

Périodicités (actuelles et projetées) à G-2 :

En effet, pour l'équipement AAA de G-2, la périodicité X représente celle de la tâche 0 issue du PMP actuel à G-2. Les périodicités Y et Z représentent les nouvelles périodicités de la tâche 0 en supposant que l'arrêt sera augmenté de 12 à 18 ou 24 mois.

Pour calculer Y et Z, la règle préconisée lors de l'espacement des arrêts est de ne pas augmenter la périodicité, dans la mesure du possible, de plus de 50 %. Ceci se traduit mathématiquement par la formule suivante :

$a = 1,5$ pour un arrêt de 18 mois et considérer la variable Y.

$a = 2$ pour un arrêt de 24 mois et considérer la variable Z .

a, X, Y et Z : en années

1^{er} cas : $X < 1$ dans le cas particulier pour un essai ou une rotation d'équipement seulement puisque les composants sont généralement accessibles en tout temps pour ce genre de tâche MP. Alors $Y, Z = X$

2^e cas : $X = 1$ alors $Y = 1.5$ et $Z = 2$

3^e cas : $X > 1$ alors

$$m < Y, Z < M$$

Si $Y - M < 0,5Y$ alors $Y = M$ sinon $Y = m$

Ou si $Z - M < 0,5Y$ alors $Z = M$ sinon $Z = m$

Avec

$$m = E\left(\frac{X}{a}\right) * a$$

$$M = \left(E\left(\frac{X}{a}\right) + 1\right) * a$$

Les calculs impliquant la règle mentionnée précédemment ainsi qu'un récapitulatif des périodicités utilisées pour la simulation ont été élaborés respectivement pour l'ensemble des équipements sélectionnés et à fort impact sur la sûreté. Le récapitulatif des périodicités calculées pour les équipements à fort impact sur la sûreté, est présenté dans le tableau 12. Les calculs détaillés pour la liste complète des équipements sélectionnés sont explicités à l'Annexe J. Quelques exceptions à la règle ont été appliquées à des équipements spécifiques lorsqu'il a été jugé nécessaire d'être conservateur pour des raisons spécifiques à G-2, c'est à dire $Y = m$ même si $Y - M < 0,5Y$.

Tableau 12 : Récapitulatif des périodicités à étudier

N	Équip. G-2		Maintenance préventive				Périodicité PMP actuel avec OJB				
	EPRI	Genre	Sous Genre	USI	Crit.	# FEP	Contenu	Arrêt 12 mois	Arrêt 18 mois	Arrêt 24mois	P Infinite
								P Arrêt 12 mois	P Arrêt 18 mois	P Arrêt 24 mois	
1	(Pump -Vertical)	POMPE		3211 P1	CHS	EM0036201	Vidange	1	1,5	2	∞
2		POMPE		3211 P2	CHS	EM0012201	Vidange	1	1,5	2	∞
3	Motor-Medium voltage<15kv	MOTEUR	ÉLECTRIQUE	3211 PM1	CHS	EE0274A02	Vérification	1	1,5	2	∞
4		MOTEUR	ÉLECTRIQUE	3211 PM2	CHS	EE0274B02	Vérification	1	1,5	2	∞
5	Motor-Low éoltage<600	MOTEUR	ÉLECTRIQUE	3211 PM3	CLS	EE0274C02	Vérification	2	1,5	2	∞
6		MOTEUR	ÉLECTRIQUE	3211 PM4	CLS	EE0274D02	Vérification	2	1,5	2	∞
10	AOV-Diaphragm	VANNE	CONTRÔLE	63210TCV6	CHM	EM3010501	Remplacement	10	10,5	10	∞
10		VANNE	CONTRÔLE	63210TCV6	CHM	EI0091003	Calibration/Ajustement	1	1,5	2	∞
12		VANNE	CONTRÔLE	63210TCV8	CHM	EI0091103	Calibration/Ajustement	1	1,5	2	∞
12		VANNE	CONTRÔLE	63210TCV8	CHM	EM3010300	Remplacement	10	10,5	10	∞
13	Signal Conditionner	CONVERTISSEUR	TEMPÉRATURE	63210TY11A	CHM	EI3013100	Entretien mineur	5	6	6	∞
14		CONVERTISSEUR	TEMPÉRATURE	63210TY11B	CHM	EI3013200	Entretien mineur	5	6	6	∞
15	Heat exchanger	ÉCHANGEUR	CHALEUR	3211 HX1	CHS	Via PIMES-32000		10	10,5	10	∞
16		ÉCHANGEUR	CHALEUR	3211 HX2	CHS	Via PIMES-32000		10	10,5	10	∞
17	Valve check-Swing	VANNE		3211 V3	CHS	Via PIMES-32000		5	4,5	4	∞
18		VANNE		3211 V4	CHS	Via PIMES-32000		5	4,5	4	∞
21	AOV Piston	VANNE	PNEUMATIQUE	3231 PV1	CLS	Néant		∞	∞	∞	∞
22		VANNE	PNEUMATIQUE	3231 PV2	CLS	Néant		∞	∞	∞	∞
52	SOV-Solenoid Operated	ÉLECTROVANNE		63230SV1	CHS	Néant		∞	∞	∞	∞
53		ÉLECTROVANNE		63230SV2	CHS	Néant		∞	∞	∞	∞

Les périodicités de référence :

Il s'agit dans ce cas d'un compromis entre la périodicité optimale recommandée par la FGM (périodicité A ou B) et la périodicité réalisable sous les contraintes d'exploitation à G-2 (périodicité A' ou B'). Cet ajustement de périodicité n'est applicable qu'aux entretiens d'équipements inaccessibles en marche, à l'exception des essais.

Les corrections des périodicités optimales seront basées sur une règle de calcul semblable à celle définie pour rationaliser les périodicités à G-2 (règle précédente).

En se basant sur les périodicités déterminées précédemment, plusieurs comparaisons (entre PMP à G-2, optimal et de référence) ont été effectuées pour les différents scénarios d'arrêt planifiés (12, 18 et 24 mois) en utilisant l'outil *PM basis*. La synthèse de ces comparaisons a permis de définir un modèle de programme de maintenance préventive rationnel à G-2 pour les équipements à fort impact sur la sûreté et d'entamer les calculs des taux de pondération des taux de défaillance.

6.5.6 Calcul des taux de pondération des taux de défaillance

Il s'agit de l'étape capitale pour déterminer l'influence de l'espacement des arrêts planifiés sur les caractéristiques de fiabilité des équipements (taux de pondération des taux de défaillance) ainsi que l'amélioration de ces caractéristiques en appliquant le programme de maintenance préventive rationnel (PMP de référence).

Les étapes de calcul du taux de défaillance sont détaillées dans la figure 12. Le processus a ainsi permis d'obtenir les différentes valeurs pour les taux de pondération des taux de défaillance pour les équipements à fort impact sur la sûreté. Ils ont été reportés dans le tableau 13.

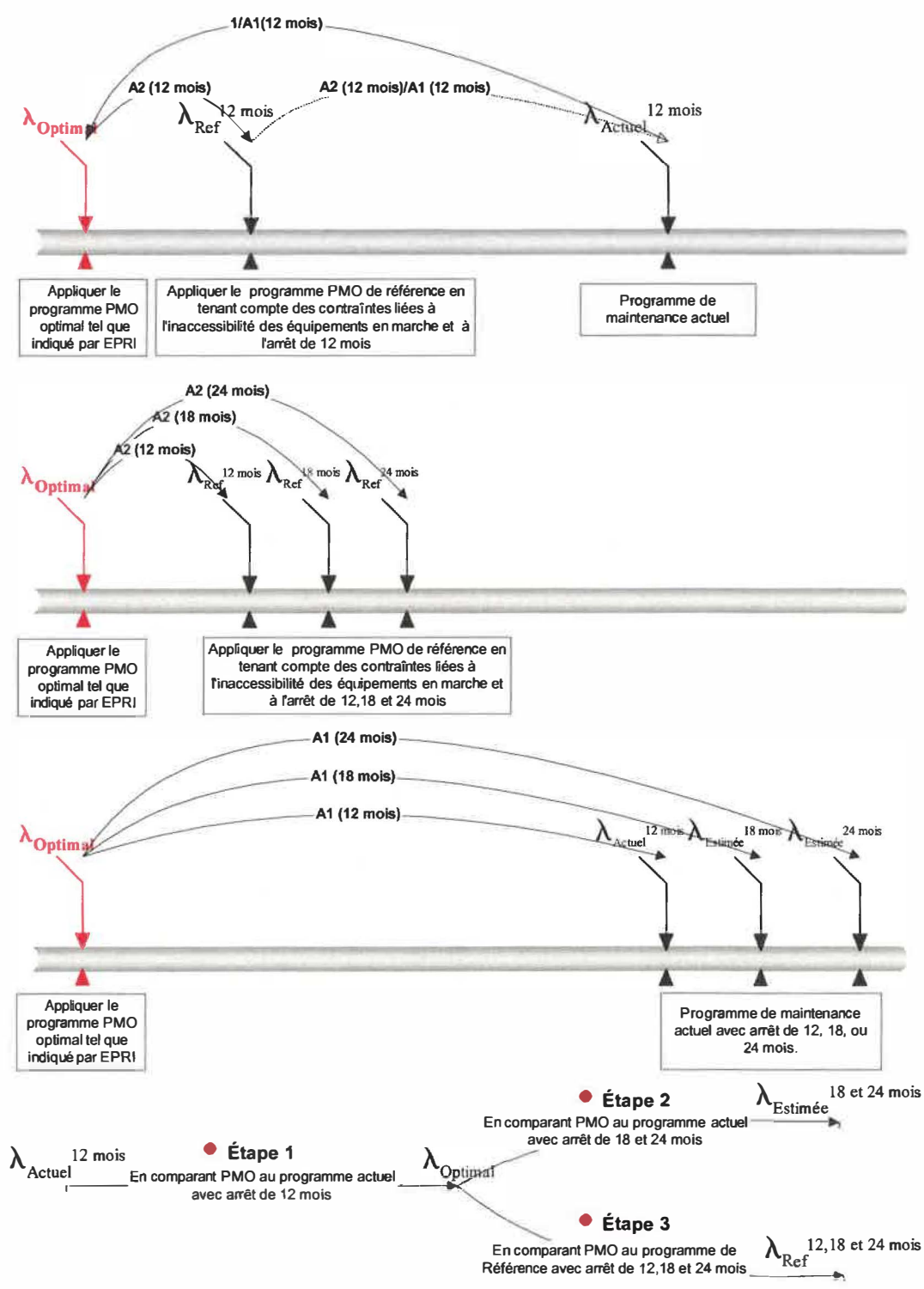


Figure 12: Règles de pondération des taux de défaillance

Tableau 13: Pondération des taux de défaillance

N	Équip. G-2		$\lambda_{\text{Estimé}}^{I \text{ mois}} = A^{I \text{ mois}} \times \lambda_{\text{Optimal}}$				$\lambda_{\text{Référence}}^{I \text{ mois}} = B^{I \text{ mois}} \times \lambda_{\text{Optimal}}$		
	Genre	USI	Arrêt 12 mois	Arrêt 18 mois	Arrêt 24 mois	Sans maint.	Arrêt 12 mois	Arrêt 18 mois	Arrêt 24 mois
			A ^{12 mois}	A ^{18 mois}	A ^{24 mois}	A ^{Indefini}	B ^{12 mois}	B ^{18 mois}	B ^{24 mois}
	1 Pompe Verticale	3211 P1	1.6	1.6	1.6	2.29	1.06	1.06	1.06
	2 Pompe Verticale	3211 P2	1.6	1.6	1.6	2.29	1.06	1.06	1.06
	3 Moteur électrique <15kv	3211 PM1	6.02	6.03	7.26	9.88	3.37	2.25	4.59
	4 Moteur électrique <15kv	3211 PM2	6.02	6.03	7.26	9.88	3.37	2.25	4.59
	5 Moteur électrique <600v	3211 PM3	4.87	4.88	9.49	15.39	3.69	3.7	8.3
	6 Moteur électrique <600v	3211 PM4	4.87	4.88	9.49	15.39	3.69	3.7	8.3
	7 VOA à diaphragme	63210TCV6	2.45	2.45	2.45	5.4	1.02	1.74	1.74
	8 VOA à diaphragme	63210TCV8	2.45	2.45	2.45	5.4	1.02	1.74	1.74
	9 Convertisseur de température	63210TY11A	3.46	6.32	6.32	31.24	1	1	2.33
	10 Convertisseur de température	63210TY11B	3.46	6.32	6.32	31.25	1	1	2.33
	11 Échangeur de chaleur à tubes	3211 HX1	1.82	2.19	2.41	4.34	1	1.22	1.35
	12 Échangeur de chaleur à tubes	3211 HX2	1.82	2.19	2.41	4.34	1	1.22	1.35
	13 Vanne clapet à bascule	3211 V3	1	1	1	4.36	1	1	1
	14 Vanne clapet à bascule	3211 V4	1	1	1	4.36	1	1	1
	15 VOA à piston	3231 PV1	4.08	4.08	4.08	4.08	1.12	1.12	1.17
	16 VOA à piston	3231 PV2	4.08	4.08	4.08	4.08	1.12	1.12	1.17
	17 Electrovanne	63230SV1	11.51	11.51	11.51	11.51	1	1	1.68
	18 Electrovanne	63230SV2	11.51	11.51	11.51	11.51	1	1	1.68

6.6 Simulation

Les paragraphes qui suivent se résument dans le calcul des taux de défaillance des équipements à fort impact sur la sûreté et de l'indisponibilité du système modérateur avant et après l'espace des arrêts et avec ou sans optimisation de la maintenance préventive.

6.6.1 Calcul des différents taux de défaillance

Taux de défaillance actuel à G-2 :

Un groupe d'étudiants de l'Université du Québec à Trois Rivières a reçu le mandat, dans le cadre de la réalisation de 5 projets pour le cours de fiabilité, de réaliser cette étape.

Le travail consistait à réaliser une discrimination des DT non reliées aux défaillances des composants et à déterminer les dates de défaillance pour les groupes de composants.

Les taux de défaillance ont été évalués à partir des données d'exploitation recueillies, estimés grâce à l'approche Bayésienne en se basant sur les données génériques pour consolider les résultats en cas de manque de précision [29].

Les valeurs des différents taux de défaillance actuels à G-2 sont résumées à l'Annexe K.

Taux de défaillance de la simulation :

En utilisant les taux de pondération déterminés, les taux de défaillance sont calculés respectivement selon l'ordre suivant :

$$\lambda_{\text{Actuel}}^{12 \text{ mois}}, \lambda_{\text{Optimal}}^{12 \text{ mois}}, \lambda_{\text{Estimé}}^{18 \text{ mois}}, \lambda_{\text{Estimé}}^{24 \text{ mois}} \text{ et } \lambda_{\text{OJB}}^{\text{Infinie}}.$$
$$\lambda_{\text{Référence}}^{12 \text{ mois}}, \lambda_{\text{Référence}}^{18 \text{ mois}} \text{ et } \lambda_{\text{Référence}}^{24 \text{ mois}}.$$

Les valeurs des différents taux de défaillance de la simulation sont résumées dans le tableau 14.

Tableau 14: Taux de défaillance pondérés (défaillances/année)

N	Équip. G-2	$\lambda_{Optimal} = 1/A^{12\text{mois}} \times \lambda_{Actuel}^{12\text{mois}}$		$\lambda_{Estimé}^{1\text{ mois}} = A^{1\text{ mois}} \times \lambda_{Optimal}$			$\lambda_{Référence}^{1\text{ mois}} = B^{1\text{ mois}} \times \lambda_{Optimal}$		
		$\lambda_{Actuel}^{12\text{ mois}}$	$\lambda_{Optimal}$	$\lambda_{Estimé}^{18\text{ mois}}$	$\lambda_{Estimé}^{24\text{ mois}}$	$\lambda_{RTF}^{Infinie}$	$\lambda_{Référence}^{12\text{ mois}}$	$\lambda_{Référence}^{18\text{ mois}}$	$\lambda_{Référence}^{24\text{ mois}}$
13211	P1	6.27E-02	3.92E-02	6.27E-02	6.27E-02	8.97E-02	4.15E-02	4.15E-02	4.15E-02
23211	P2	6.27E-02	3.92E-02	6.27E-02	6.27E-02	8.97E-02	4.15E-02	4.15E-02	4.15E-02
33211	PM1	6.27E-02	1.04E-02	6.28E-02	7.56E-02	1.03E-01	3.51E-02	2.34E-02	4.78E-02
43211	PM2	6.27E-02	1.04E-02	6.28E-02	7.56E-02	1.03E-01	3.51E-02	2.34E-02	4.78E-02
53211	PM3	6.27E-02	1.29E-02	6.28E-02	1.22E-01	1.98E-01	4.75E-02	4.76E-02	1.07E-01
63211	PM4	6.27E-02	1.29E-02	6.28E-02	1.22E-01	1.98E-01	4.75E-02	4.76E-02	1.07E-01
763210	TCV6	1.10E-02	4.49E-03	1.10E-02	1.10E-02	2.42E-02	4.58E-03	7.81E-03	7.81E-03
863210	TCV8	1.10E-02	4.49E-03	1.10E-02	1.10E-02	2.42E-02	4.58E-03	7.81E-03	7.81E-03
963210	TY11A	4.47E-02	1.29E-02	8.16E-02	8.16E-02	4.04E-01	1.29E-02	1.29E-02	3.01E-02
1063210	TY11B	4.47E-02	1.29E-02	8.16E-02	8.16E-02	4.04E-01	1.29E-02	1.29E-02	3.01E-02
113211	HX1	1.27E-02	6.98E-03	1.53E-02	1.68E-02	3.03E-02	6.98E-03	8.51E-03	9.42E-03
123211	HX2	1.27E-02	6.98E-03	1.53E-02	1.68E-02	3.03E-02	6.98E-03	8.51E-03	9.42E-03
133211	V3	2.70E-02	2.70E-02	2.70E-02	2.70E-02	1.18E-01	2.70E-02	2.70E-02	2.70E-02
143211	V4	2.70E-02	2.70E-02	2.70E-02	2.70E-02	1.18E-01	2.70E-02	2.70E-02	2.70E-02
153231	PV1	1.10E-02	2.70E-03	1.10E-02	1.10E-02	1.10E-02	3.02E-03	3.02E-03	3.15E-03
163231	PV2	1.10E-02	2.70E-03	1.10E-02	1.10E-02	1.10E-02	3.02E-03	3.02E-03	3.15E-03
1763230	SV1	7.52E-04	6.53E-05	7.52E-04	7.52E-04	7.52E-04	6.53E-05	6.53E-05	1.10E-04
1863230	SV2	7.52E-04	6.53E-05	7.52E-04	7.52E-04	7.52E-04	6.53E-05	6.53E-05	1.10E-04

6.6.2 Impact de l'espacement des arrêts planifiés et de l'OMP

L'impact de l'espacement des arrêts de 12 à 18 ou 24 mois sur les caractéristiques de fiabilité ainsi que l'effet du processus OMP pour ces mêmes périodicités d'arrêt planifiés peut être facilement mesuré en se basant sur les valeurs des taux de pondération calculées dans les étapes précédentes. Les résultats sont détaillés dans le tableau 15.

Tableau 15: Impact de l'espacement des arrêts planifiés et de l'OMP

N	Équip. G-2	% d'augmentation du taux de défaillance en espaçant l'arrêt			% de diminution du taux de défaillance en appliquant OMP		
		Arrêt 18 mois	Arrêt 24 mois	Sans maint.	Arrêt 12 mois	Arrêt 18 mois	Arrêt 24 mois.
	13211 P1	0.00	0.00	43.13	-33.75	-33.75	-33.75
	23211 P2	0.00	0.00	43.13	-33.75	-33.75	-33.75
	33211 PM1	0.17	20.60	64.12	-44.02	-62.62	-23.75
	43211 PM2	0.17	20.60	64.12	-44.02	-62.62	-23.75
	53211 PM3	0.21	94.87	216.02	-24.23	-24.02	70.43
	63211 PM4	0.21	94.87	216.02	-24.23	-24.02	70.43
	763210TCV6	0.00	0.00	120.41	-58.37	-28.98	-28.98
	863210TCV8	0.00	0.00	120.41	-58.37	-28.98	-28.98
	963210TY11A	82.66	82.66	802.89	-71.10	-71.10	-32.66
	1063210TY11B	82.66	82.66	803.18	-71.10	-71.10	-32.66
	113211 HX1	20.33	32.42	138.46	-45.05	-32.97	-25.82
	123211 HX2	20.33	32.42	138.46	-45.05	-32.97	-25.82
	133211 V3	0.00	0.00	336.00	0.00	0.00	0.00
	143211 V4	0.00	0.00	336.00	0.00	0.00	0.00
	153231 PV1	0.00	0.00	0.00	-72.55	-72.55	-71.32
	163231 PV2	0.00	0.00	0.00	-72.55	-72.55	-71.32
	1763230SV1	0.00	0.00	0.00	-91.31	-91.31	-85.40
	1863230SV2	0.00	0.00	0.00	-91.31	-91.31	-85.40

6.6.3 Impact (Espace/OMP) sur la disponibilité du système

Cette étape sera limitée à l'évaluation de deux arbres de défaillance correspondant à deux événements majeurs d'indisponibilité du système modérateur :

- Modérateur indisponible en exploitation normale.
- Modérateur indisponible à l'arrêt planifié.

Pour ce faire, des modifications ont été apportées aux arbres de défaillance pour tenir compte de nouveaux événements de base. Il s'agit de remplacer les événements de base d'un mode de

défaillance donné (taux de défaillance détaillés par mode de défaillance) par un unique événement de base global de l'équipement (taux de défaillance total de l'équipement).

L'évaluation de l'indisponibilité du système modérateur a été faite par le calcul des arbres de défaillances des différents scénarios étudiés. Les différentes valeurs d'indisponibilité calculées sont résumées dans le tableau 16. Les détails des coupes minimales *Cut-set* et des facteurs de mesure d'importance (FMI) calculés seront explicités à l'Annexe L.

Tableau 16: Indisponibilité du modérateur (avec systèmes de supports communs)

Défaillance fonctionnelle	Indisponibilité du système x 10E-3 (année/année)					
	PMP actuel inchangé			En appliquant l' OMP		
	Arrêt 12 mois	Arrêt 18 mois	Arrêt 18 mois	Arrêt 12 mois	Arrêt 18 mois	Arrêt 18 mois
Indisponible en exploitation normale	3,95	4,12	4,18	3,63	3,68	3,76
Indisponible à l'arrêt planifié	5,37	5,37	5,54	5,30	5,30	5,46

Toutefois, l'indisponibilité causée par les systèmes de support commun (eau, air, électricité) restera inchangée puisqu'il s'agit de SSC à l'extérieur de la limite de l'étude. Cette indisponibilité aura tendance à atténuer et même à masquer l'impact des scénarios étudiés. Pour mettre d'avantage en évidence les variations, cette indisponibilité sera soustraite de la valeur totale de l'indisponibilité du système :

- Exploitation normale : Indisponibilité fixe de 2.986(E-3) pour tous les scénarios.
- Arrêt planifié : Indisponibilité fixe de 4.979(E-3) pour tous les scénarios.

Les nouvelles valeurs de l'indisponibilité du système à l'exception des systèmes de supports communs sont portées au tableau 17.

Tableau 17: Indisponibilité du modérateur (sans systèmes de supports communs)

Défaillance fonctionnelle	Indisponibilité du système x 10E-3 (année/année)					
	PMP actuel inchangé			En appliquant l' OMP		
	Arrêt 12 mois	Arrêt 18 mois	Arrêt 24 mois	Arrêt 12 mois	Arrêt 18 mois	Arrêt 24 mois
Indisponible en exploitation normale	0,96	1,14	1,19	0,65	0,70	0,77
Indisponible à l'arrêt planifié	0,39	0,39	0,56	0,32	0,32	0,48

6.7 Interprétation des résultats et conclusion

Dans les paragraphes suivants, les résultats seront interprétés en déterminant l'impact des scénarios de la maintenance respectivement sur les caractéristiques de fiabilité des équipements considérés (taux de défaillance) et sur le système modérateur (disponibilité).

6.7.1 Résultats liés au taux de défaillance des équipements

Pour les équipements à fort impact sur la sûreté et selon les scénarios de maintenance adoptés (6 scénarios), les tableaux 13, 14 et 15 représentent respectivement :

- Les taux de pondération du taux de défaillance actuel.
- Les différentes valeurs du taux de défaillance actuel corrigé par les taux de pondération.
- Les variations en pourcentage du taux de défaillance actuel pour différentes pondérations.

Ainsi, les valeurs du tableau 14 ont été calculées en se basant sur la validité des formules de calcul intégrées dans le logiciel PM basis d'EPRI. Les valeurs ont été présentées dans les figures 13, 14, 15 et 16.

Les figures 13 et 15 représentent l'enveloppe de variation des taux de défaillance des équipements à fort impact sur la sûreté en considérant l'impact de l'espacement des arrêts planifiés avec et sans optimisation de la maintenance préventive. Les figures 14 et 16 représentent l'évolution des taux de défaillance pour chaque équipement pour les mêmes scénarios mentionnés.

La figure 13 permet d'avoir une vue d'ensemble du comportement des taux de défaillance de tous les équipements en fonction de l'espacement des arrêts planifiés de 12 à 18 et 24 mois sans optimisation de la maintenance préventive (en conservant le programme MP actuel). Il s'agit d'une vision complète des équipements d'un même système. Les courbes sont imbriquées et délimitées par une barrière inférieure représentant la situation actuelle de la maintenance et par une barrière supérieure représentant le scénario extrême « Opérés jusqu'à bris ».

Les figures 13 et 14 démontrent et confirment la sensibilité du taux de défaillance des moteurs électriques PM3, PM4 (augmentation d'environ 20 % par rapport à la situation actuelle) et des convertisseurs de température TY11A et TY11B (augmentation d'environ 80 % par rapport à la situation actuelle) pour des arrêts planifiés espacés de 24 mois. Les taux de défaillance des autres équipements restent sensiblement constants ou varient légèrement avec l'espacement des arrêts planifiés.

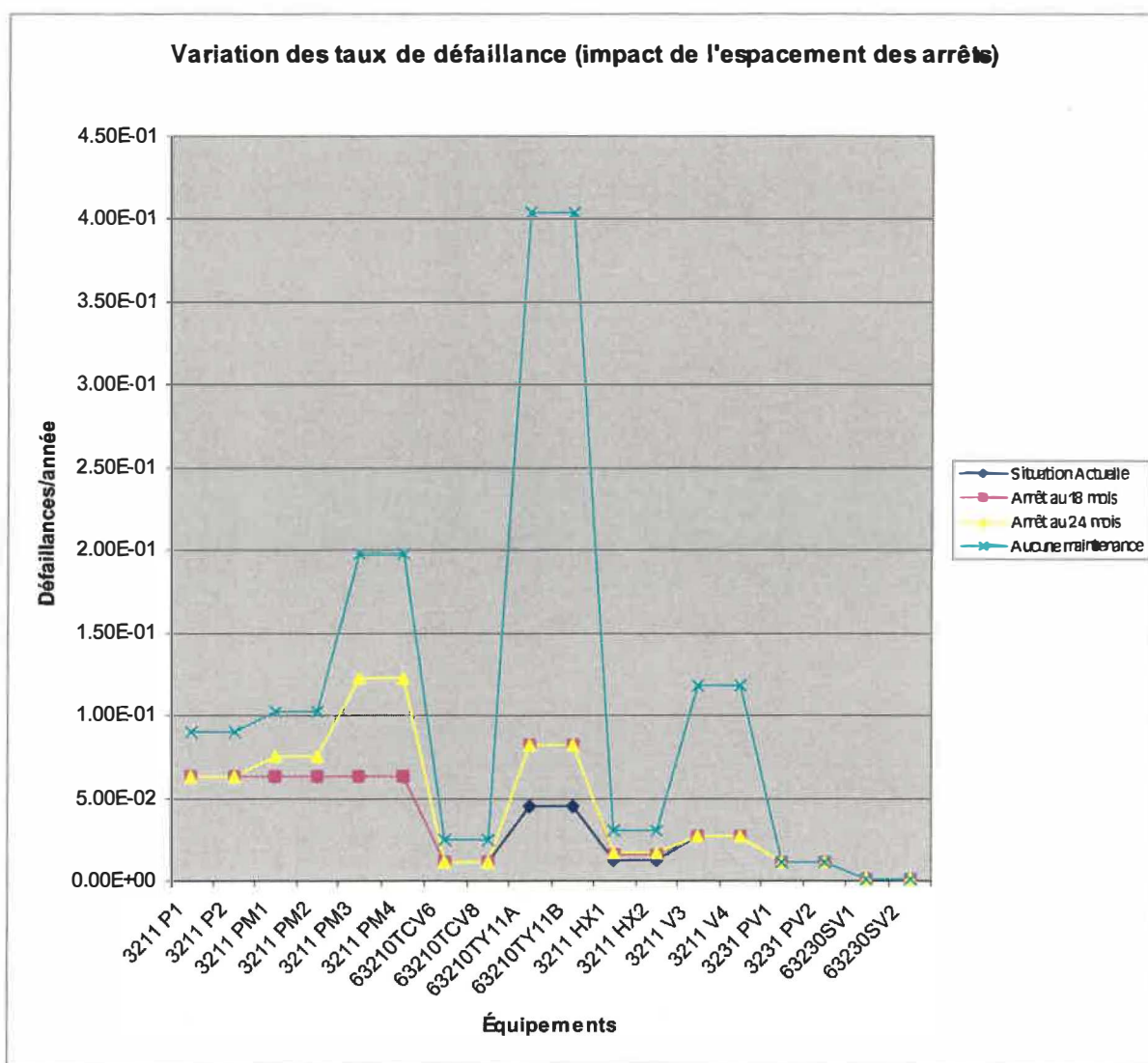


Figure 13: Enveloppe des taux de défaillance sans OMP

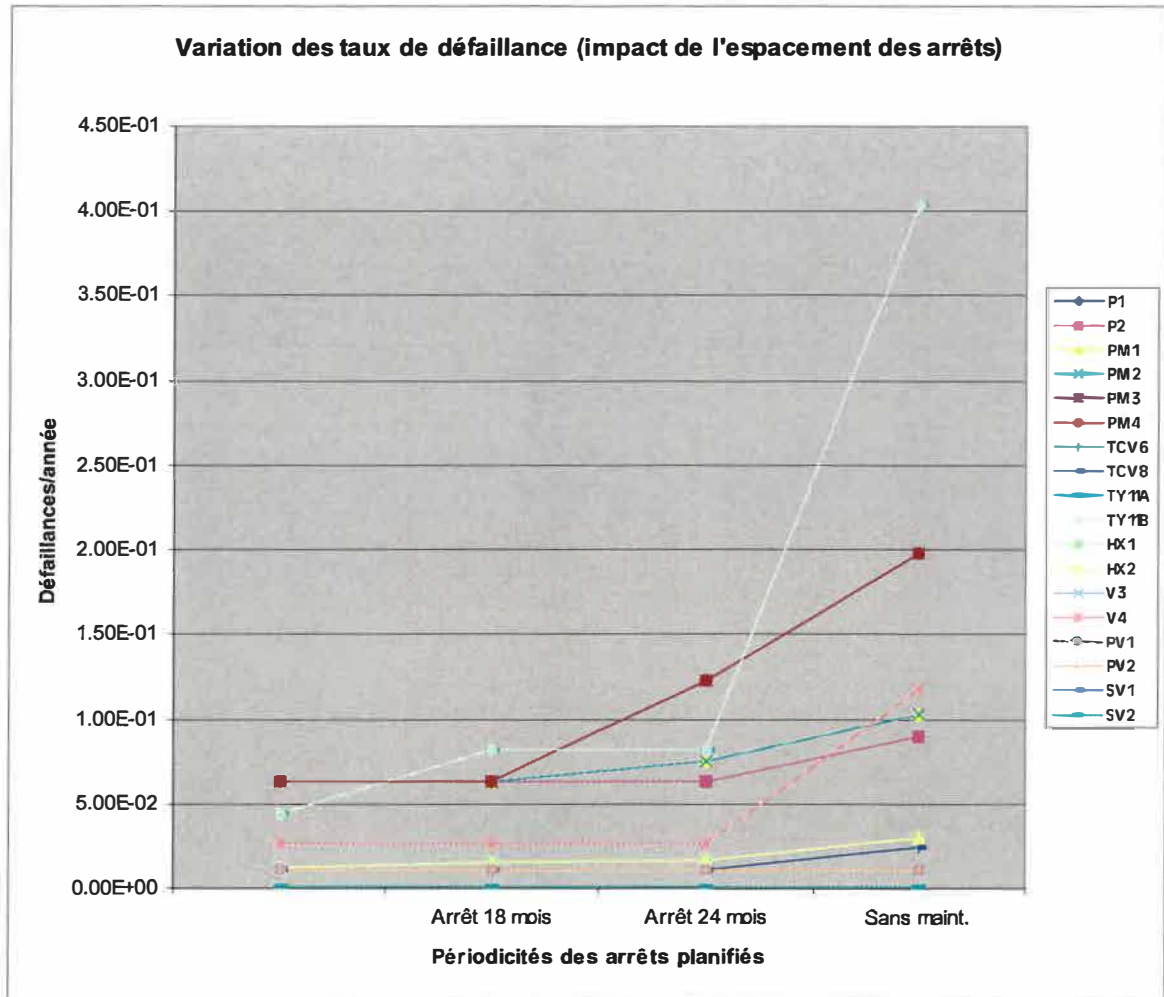


Figure 14: Évolution des taux de défaillance sans OMP

Les variations importantes des taux de défaillance des moteurs électriques et des convertisseurs de température sont nécessairement causées par la vulnérabilité de ces derniers à un certain nombre de mécanismes de dégradation dont la durée d'apparition est inférieure à 24 mois. Les moteurs et les convertisseurs de température représentent le maillon faible pour le scénario de l'espacement des arrêts planifiés à 24 mois sans optimisation de la maintenance. Une étude future plus détaillée des mécanismes de dégradation et des moyens pour les contrecarrer s'impose.

La figure 15 permet d'avoir une vue d'ensemble du comportement des taux de défaillance de tous les équipements en fonction de l'espacement des arrêts planifiés de 12 à 18 et 24 mois, mais en ajoutant l'effet de l'OMP. Les courbes sont imbriquées et délimitées par une barrière inférieure représentant la situation d'un arrêt aux 12 mois avec le programme de maintenance

préventive optimisé et par une barrière supérieure représentant l'espacement des arrêts planifiés au 24 mois avec optimisation de la maintenance préventive.

Les figures 15 et 16 démontrent que l'effet de l'espacement des arrêts planifiés sera complètement atténué par l'OMP. En effet, toutes les courbes associées aux différents scénarios de maintenance se situent en dessous de la courbe associée à la situation actuelle, à l'exception des moteurs électriques PM1 et PM2. Ceci confirme que le taux de défaillance des équipements dépend plus de l'efficacité du programme de maintenance préventive que de la périodicité des tâches MP qui le composent.

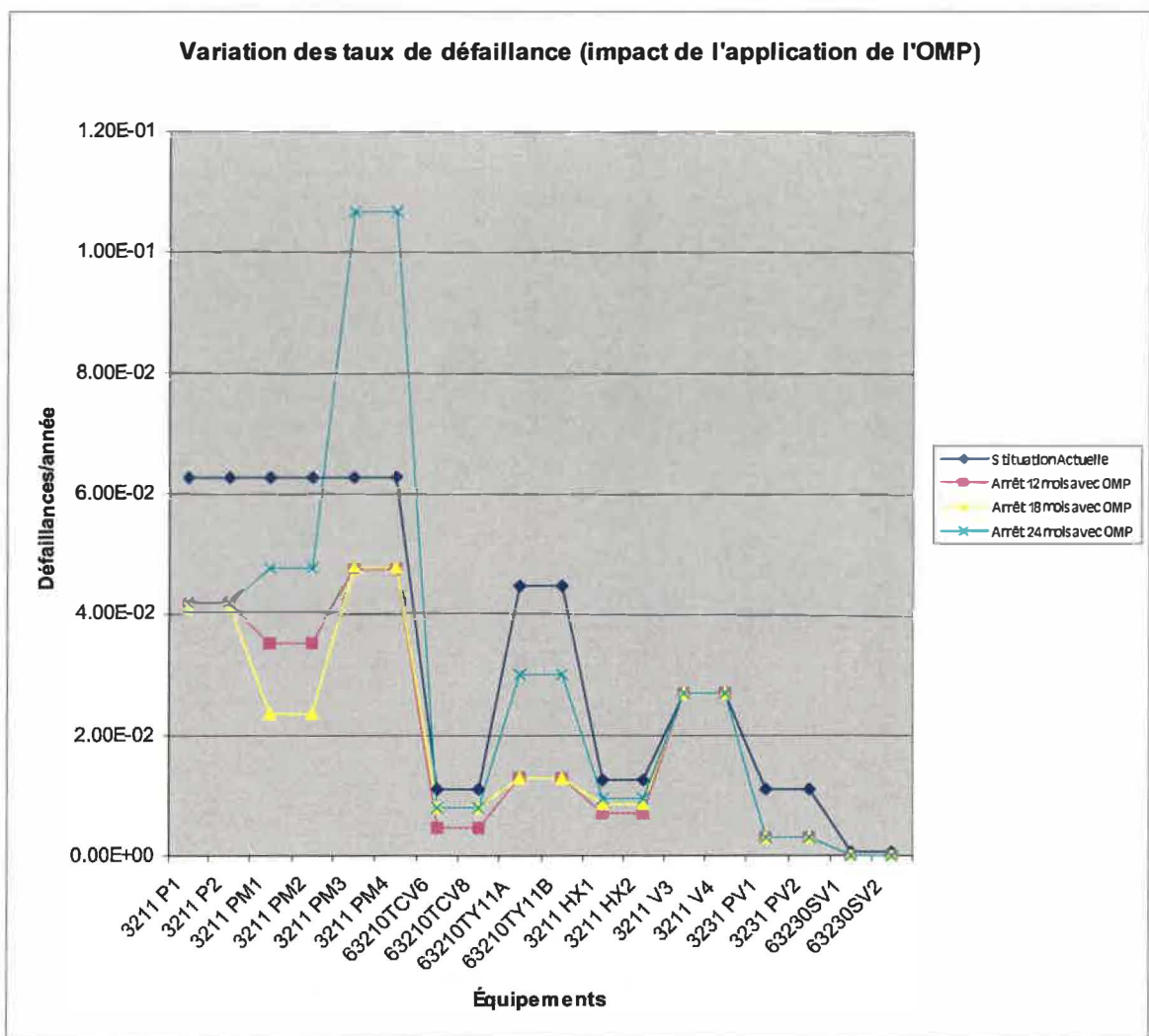


Figure 15: Enveloppe des taux de défaillance avec OMP

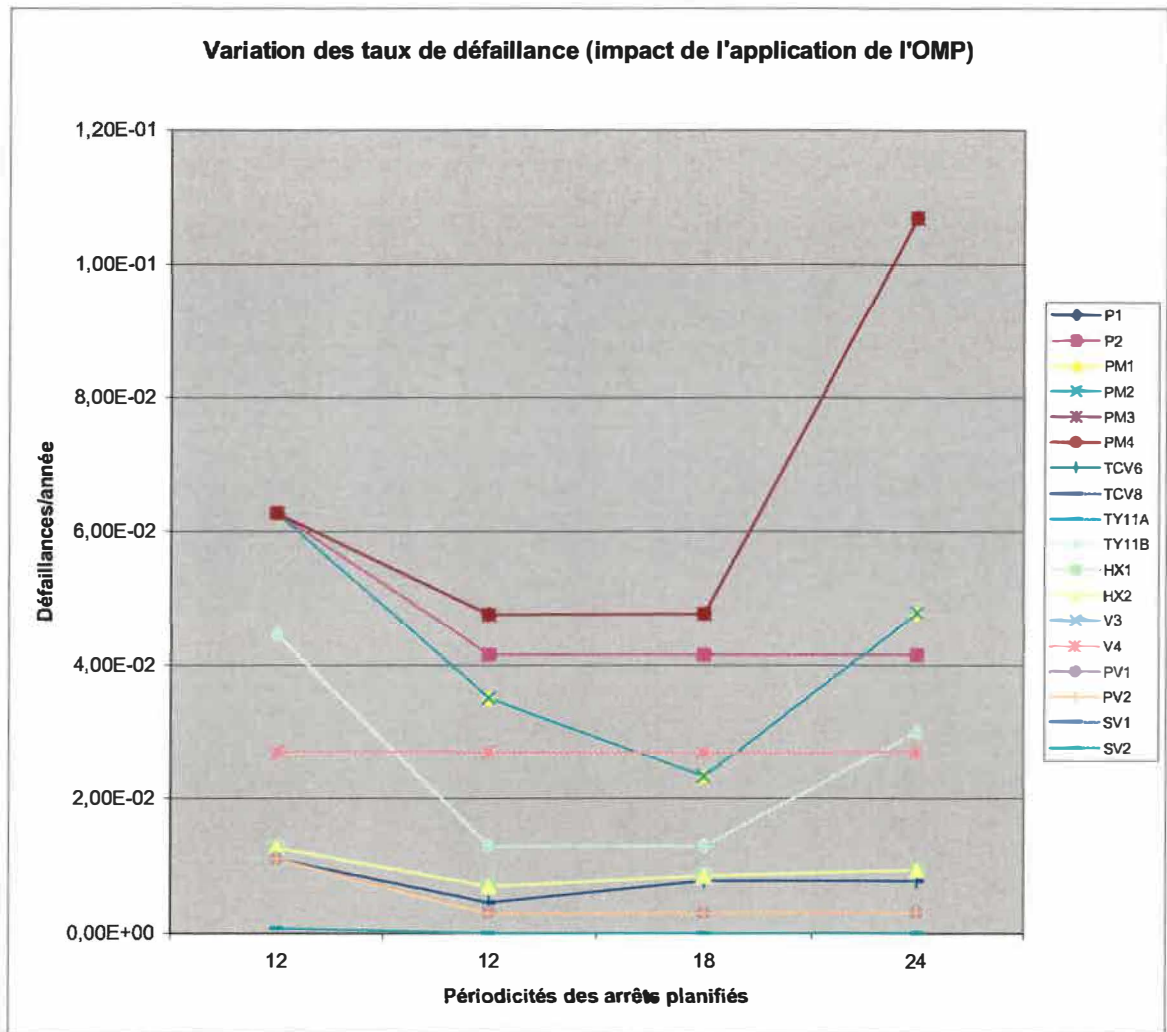


Figure 16: Évolution des taux de défaillance avec OMP

La sensibilité du taux de défaillance des moteurs PM3, PM4 (augmentation d'environ 70 % par rapport à la situation actuelle) est confirmée par la simulation pour les arrêts planifiés espacés de 24 mois. Les taux de défaillance des autres équipements diminuent ou restent constants grâce à l'application de l'OMP.

L'étude de la sensibilité des taux de défaillance des équipements confirme que la configuration des arrêts planifiés au 24 mois est problématique car il s'agit d'une contrainte difficile à éliminer telle que l'entretien des moteurs électriques dans une périodicité inférieure à 24 mois (moteurs inaccessibles avec centrale en marche).

D'autre part, le fait d'espacer les arrêts à 18 mois a été sans incidence significative sur les taux de défaillance des équipements. Toutefois, l'optimisation de la maintenance préventive doit être fortement recommandée pour réduire les incertitudes de calculs.

Le choix du scénario de 18 mois ne peut se confirmer qu'après plusieurs études détaillées dédiées à chaque catégorie d'équipement pour pouvoir déterminer l'impact avec plus de certitude et de précision.

6.7.2 Résultats liés à la disponibilité du système

Selon les scénarios de maintenance adoptés (6 scénarios), les tableaux 16 et 17 représentent pour le système modérateur, respectivement :

- L'indisponibilité en exploitation normale et à l'arrêt planifié avec les systèmes de support commun.
- L'indisponibilité en exploitation normale et à l'arrêt planifié sans système de support commun.

Les valeurs des tableaux 16 et 17 ont été calculées avec le module des coupes minimales dans le logiciel CAFTA en négligeant les événements avec une probabilité inférieure à $10E-7$. La précision des résultats dépend d'une part de la précision de la modélisation (arbres de défaillance) et d'autre part des taux de défaillance calculés pour les équipements considérés. Les valeurs d'indisponibilité du système modérateur pour les différents scénarios de maintenance ont été représentées dans les figures 17, 18 et 19.

Les figures 17 et 18 montrent que la variation de l'indisponibilité de système modérateur dépend faiblement des scénarios de maintenance adoptés. Ainsi, on définit le meilleur scénario par un arrêt planifié aux 12 mois avec optimisation de la maintenance préventive et le pire scénario par l'espacement des arrêts planifiés à 24 mois sans optimisation de la maintenance préventive.

En effet, le gain maximal en disponibilité pour la situation d'exploitation normale entre le pire et le meilleur scénario ne dépasse pas $0.5E-3$ années/année. Ce gain a été corrigé en éliminant

l'effet des contributeurs majeurs tels que les systèmes de supports puisqu'ils sont à l'extérieur des limites de cette étude.

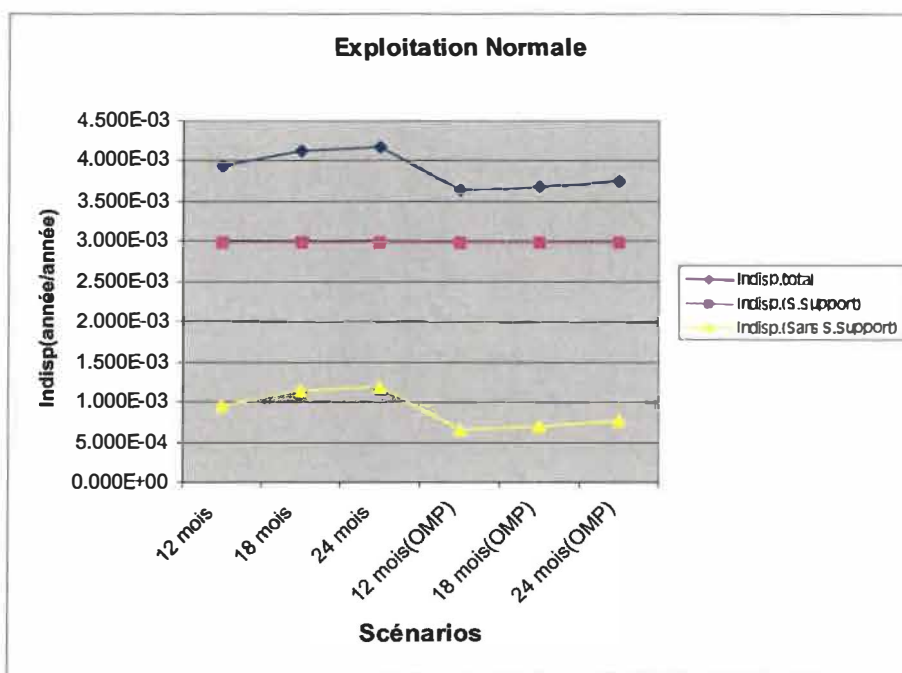


Figure 17: Indisponibilité avec centrale en puissance

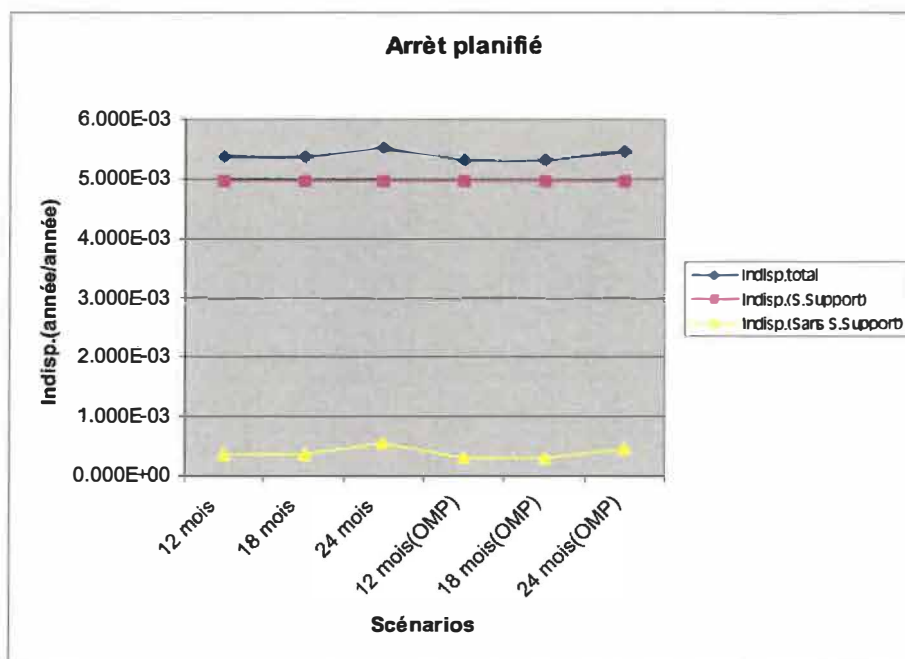


Figure 18: Indisponibilité avec centrale à l'arrêt

La figure 19 montre que l'indisponibilité du système a diminué d'environ 45 % entre le pire et le meilleur scénario (selon la simulation, l'indisponibilité a diminué de 1.19E-3 années/année à 0.65E-3 années/année en exploitation normale).

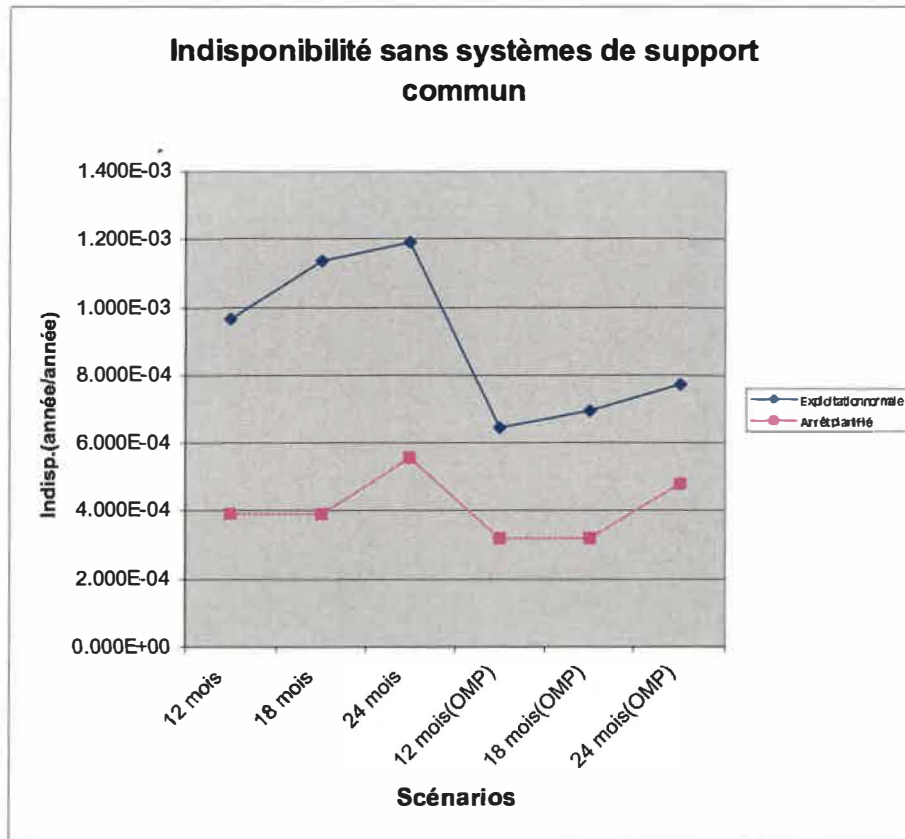


Figure 19: Évolution de l'indisponibilité du système

En conclusion, les objectifs de sûreté seront respectés pour tous les scénarios de maintenance, car en dépit des changements significatifs sur le taux de défaillance des équipements, la robustesse de la conception basée sur la redondance a atténué l'impact des défaillances singulières des équipements. Ceci s'explique par une faible variation de l'indisponibilité du système modérateur. L'espacement des arrêts planifiés à 24 mois se confirme, pour une deuxième fois, comme un scénario critique (augmentation de l'indisponibilité du système de 30 % par rapport à la situation actuelle en exploitation normale). Les gains les plus significatifs en disponibilité dépendent de l'identification des contributeurs majeurs.

Conclusion

La maintenance basée sur la fiabilité ou l'une de ses variantes est considérée comme l'un des rares outils viables pour le maintien de la fiabilité intrinsèque des équipements par l'optimisation de la maintenance préventive. Toutefois, elle ne représente qu'un seul maillon dans le processus global de fiabilité des équipements. De ce fait, la nouvelle tendance dans l'industrie nucléaire a confirmé l'arrivée d'un nouveau-né dans le domaine de la fiabilité par une approche intégrée du processus AP-913. Cette approche a permis, en plus de ce que propose la MBF, de suivre la performance des équipements et de s'adapter continuellement.

Pour répondre aux problématiques de l'espacement des arrêts planifiés et de l'optimisation de la maintenance préventive, la centrale nucléaire Gentilly 2 a proposé de s'inspirer de ces recherches pour développer une nouvelle approche intégrée.

Le but de ce projet de maîtrise était d'élaborer un processus de fiabilité des SSC dont les objectifs étaient d'assurer le maintien de la fiabilité intrinsèque des équipements et de mesurer, dans le cas particulier de l'espacement des arrêts planifiés de 12 à 18 ou 24 mois, l'effet sur les caractéristiques de fiabilité (taux de défaillance, fiabilité, disponibilité, etc.) des SSC. Dans un cas général, l'application de ce processus peut s'étendre pour optimiser d'autres scénarios possibles de la maintenance préventive.

La méthodologie développée est basée sur une synthèse exhaustive des techniques de la MBF. L'approche OMP s'est inspirée des variantes simplifiées de la MBF et a été consolidée par d'autres activités liées à la fiabilité, telles que le suivi de la performance des équipements et l'adaptation continue, arrimée ainsi avec les exigences du processus AP-913.

L'applicabilité du processus de fiabilité des SSC à G-2 a été validée dans le cas de l'espacement des arrêts planifiés grâce à un projet pilote sur le système modérateur. L'hypothèse du taux de défaillance constant a été respectée (généralement le cas dans l'industrie nucléaire). Les formules associées à la pondération du taux de défaillance en fonction du programme de maintenance préventive ont été utilisées pour les équipements ciblés grâce au logiciel *PM basis* d'EPRI. Ensuite, les arbres de défaillance du système modérateur ont été calculés pour les scénarios de

maintenance associés à l'espacement des arrêts avec et sans optimisation de la maintenance préventive.

L'application du processus a couvert plusieurs catégories d'équipements (pompes, moteurs, vannes, etc.). Elle a permis de :

- Déterminer la criticité de ces équipements.
- Mesurer l'impact de l'espacement des arrêts planifiés de 12 à 18 ou 24 mois les taux de défaillance des composants en conservant les activités de maintenance actuelles.
- Évaluer l'effet de l'application de l'OMP pour les différents scénarios d'arrêts planifiés.

Les calculs ont démontré que les taux de défaillance des équipements varient considérablement avec le contenu et l'efficacité du programme de maintenance préventive plutôt qu'avec la variation de la périodicité.

Les moteurs électriques PM1 et PM2 et les convertisseurs de température TY11A et TY11B, sur le système étudié, représentent le maillon faible de l'espacement des arrêts planifiés à 24 mois. L'évaluation de l'indisponibilité du système modérateur, en exploitation normale et sans système de support, a confirmé davantage que cet espacement est critique puisqu'il est capable de détériorer la situation actuelle en augmentant l'indisponibilité du système de 30 %.

L'application de l'optimisation de la maintenance préventive permet de diminuer les taux de défaillance des équipements de façon significative malgré l'espacement des arrêts planifiés de 12 à 18 ou 24 mois.

Les moteurs PM3 et PM4 démontrent la faiblesse du scénario de 24 mois malgré l'optimisation de la maintenance préventive (augmentation du taux de défaillance d'environ 70 % par rapport à la situation actuelle).

De plus, en dépit des changements significatifs sur le taux de défaillance des équipements, la robustesse de la conception basée sur la redondance a atténué l'impact des défaillances singulières des équipements sur la disponibilité du système modérateur.

Le choix du scénario de 18 mois d'espacement pour les arrêts planifiés ne peut se confirmer qu'après plusieurs études détaillées dédiées à chaque catégorie d'équipement et à l'application d'une optimisation de la maintenance préventive (processus de fiabilité des SSC).

Ce travail a été élaboré à G-2 pour répondre aux exigences de l'industrie nucléaire. Il s'est limité au système modérateur ainsi qu'à ses composants. D'autres applications pourront être conduites pour des systèmes différents soumis à de nouveaux scénarios de maintenance.

Des études futures sont fortement recommandées pour démontrer l'universalité de ce processus de fiabilité des SSC et le réajuster selon les besoins et les particularités de chaque industrie. Son exportation et adaptation à d'autres horizons permettront une « démocratisation » de l'optimisation de la maintenance préventive, généralement coincée entre l'inefficacité des GMAO classiques et les exigences ainsi que les coûts élevés de la MBF.

Recommandations

Pour consolider les résultats de cette recherche, plusieurs recommandations sont suggérées :

1. Étudier l'effet de la maintenance préventive sur les caractéristiques de fiabilité des systèmes de support (principaux contributeurs) et leurs composants. Évaluer la disponibilité des ces derniers en utilisant la technique des arbres de défaillance.
2. Optimiser les tâches de maintenance préventive et focaliser les efforts sur les catégories d'équipements jugés sensibles.
3. Appliquer le processus de fiabilité des SSC en intégrant tous les projets liés à la fiabilité dans un seul processus participatif.
4. Développer un processus connexe responsable sur les études de vieillissement et de cycle de vie des SSC et l'arrimer au processus de fiabilité.

Références

- [1] G2-RT-2003-01040-17, *Evaluation de l'impact de l'espacement des arrêts planifiés pour entretien général de la centrale nucléaire Gentilly 2*, Hydro-Québec, 2003.
- [2] Azeez, S. et al., *Capacity Factor Improvements Through Strategic Planning of Outages*, Atomic Energy of Canada Ltd, Mississauga, Ontario, Canada.
- [3] Stanley Nowlan F. and H. Heap, *Reliability-Centered Maintenance*, Washington, DC, Department of Defense, Report Number AD-A066579. *Reliability-Centered Maintenance*, San Francisco: Dolby Access Press, 1978.
- [4] *Operator/Manufacturer Scheduled Maintenance Development (MSG-3)*, Air Transport Association (ATA), Washington, DC, 2001.
- [5] MIL-STD 2173 (AS), *Reliability-Centered Maintenance Requirements for Naval Aircraft, Weapons Systems and Support Equipment*, U.S. Naval Air Systems Command, 1986, p.265.
- [6] NAVAIR 00-25-403, *Guidelines for the Naval Aviation Reliability Centered Maintenance Process*, U.S. Naval Air System Command, 2001.
- [7] RCM Implementation Team, Royal Navy, NES 45 Naval Engineering Standard 45, *Requirements for the Application of Reliability-Centered Maintenance Techniques to HM Ships, Royal Fleet Auxiliaries and other Naval Auxiliary Vessels*, United Kingdom, UK Ministry of Defence Publications, 1999.
- [8] SAE JA1011, *Evaluation Criteria for Reliability-Centered Maintenance (RCM) Processes*, International Society of Automotive Engineers, USA, SAE Publications, 1999.
- [9] Moubray, J. , *Reliability Centered Maintenance II* , Industrial Press, 2nd Edition, 1997.
- [10] Zwinelstein, G. , *La maintenance basée sur la fiabilité*, HERMES, Paris, 1996.
- [11] Adepa Paris (France) & UPM Madrid (Espagne), *Study of existing Reliability Centered Maintenance Approaches used in different industries*, faculté d'informatique université polytechnique de Madrid, TR Number FIM/110.1/DATSI/00, 2000.
- [12] Nuclear Research Committe, *Operating Experience Feedback Report – Solenoid Operated Valve Problems*, NRC, Vol.6, 1991.
- [13] Nuclear Research Committe, *Guidelines for Inservice Testing at Nuclear Power Plants*, Campbell, P., NRC, NUREG-1482, 1995.

- [14] *Demonstration of Reliability Centered Maintenance*, Volume 1,2,3 Final report, EPRI, Palo Alto, CA: 1991. NP 7233.
- [15] *Insights from EPRI maintenance Rule projects*, EPRI, Palo Alto, CA: 1996. TR106280.
- [16] *Comprehensive Low-Cost Reliability Centered Maintenance*, EPRI, Palo Alto, CA: 1995. TR –105365.
- [17] *Reliability Centered Maintenance implementation in the Nuclear Power Industry guidelines for successful RCM implementation*, EPRI, Palo Alto, CA: 1994. TR-103590.
- [18] *Guide for monitoring effectiveness of utility reliability Centered Maintenance programs*, EPRI, Palo Alto, CA: 1991. NP 7134.
- [19] *PM Basis Version 4.0 with Vulnerability Analysis Module*, EPRI, Palo Alto, CA: 2002. 1003282.
- [20] *PM Basis Version 5.0 with Vulnerability Analysis Module*, EPRI, Palo Alto, CA: 2003. 1003282.
- [21] AP-913, *Equipment Reliability Process Description*, Revision 1, INPO, Atlanta, 2001.
- [22] DeMarco, J. , *Equipment Reliability Program*, presentation, Surry Nuclear Power plant, presentation, 2002.
- [23] *Critical Component Identification Process Licensee Examples*, Scoping and Identification of Critical Components in Support to AP-913, EPRI, Palo Alto, CA: 2003. 1007935.
- [24] *Industry AP-913 Capabilities Database*, EPRI, Palo Alto, CA: 2003. 1008252.
- [25] Messaoudi D. et G.Abdulnour, *La maintenance basée sur la fiabilité*, Équipe fiabilité, Hydro-Québec, Centrale nucléaire Gentilly 2, 2003.
- [26] G2-RT-2004-01040-15, *Processus de suivi de la fiabilité des équipements AP-913 (INPO) et outils associés*, Hydro-Québec, 2004.
- [27] *Reliability and Preventive Maintenance: Balancing Risk and Reliability*, EPRI, Palo Alto, CA: 2002. TR 1002936.
- [28] G2-RT99-0140-26, *Étude de fiabilité: Système modérateur*, Hydro-Québec, 1999.
- [29] *Étude des taux de défaillance des équipements du système modérateur*, Équipe Fiabilité, Hydro-Québec & Université du Québec à Trois Rivières, 2003.
- [30] 96G355F2, *Le fonctionnement de la centrale nucléaire Gentilly 2*, Révision-1^{er} trimestre, Hydro-Québec, 2001.
- [31] 96G362F4M, *L'énergie nucléaire*, Huitième édition, Hydro-Québec, 1995.

- [32] Chalifoux, A. and J. Baird , *Reliability Centered Maintenance (RCM) Guide Operating a More Effective Maintenance Program*, US Army Corps of Engineers Construction Engineering Research Laboratories USACERL, Technical Report 99/41, 1999.
- [33] Le Corre, Y. , *Terminologie de la gestion de l'entretien à la STCUM*, 2^{ième} Édition, STCUM, 1988.
- [34] Craddock, R. , *Reliability is a Culture not a Department*, Reliability Group Manager, Santos' Moomba gas plant, Mainstream Maintenance Conference, Sydney, 2001.
- [35] *Guideline for System Monitoring by System Engineers*, EPRI, Palo Alto, CA: 1997. TR-107668.
- [36] *Preventive Maintenance Basis: Volumes 1 –38*, EPRI, Palo Alto, CA: 1997. TR-106857-R1.
- [37] *Strategies for Optimizing the Engineering Effectiveness in Corrective Action Programs*, EPRI, Palo Alto, CA: 2002. TR-109626.
- [38] *Post Maintenance Testing: A Reference Guide*, EPRI, Palo Alto, CA: 1991. NP-7213.
- [39] *Life Cycle Management Planning for SSCs*, EPRI, Palo Alto, CA: 2001. 1000806.

Annexe A : Description de la centrale nucléaire Gentilly 2

Une brève description du fonctionnement général de la centrale et de ses principaux systèmes assurant des fonctions de sûreté sera élaborée dans ce qui suit.

1 Fonctionnement général

Dans toutes les centrales électriques, l'électricité est produite en faisant tourner une turbine couplée à un alternateur. Ce qui différencie les types de centrales est la source d'énergie qu'ils utilisent. À Gentilly 2, on utilise l'uranium comme combustible et la chaleur est produite par la fission de l'atome. La fission est obtenue lorsqu'un neutron lent est absorbé par un noyau d'uranium. Au moment de la fission il y a émission d'environ 2,5 neutrons rapides et libération d'énergie. Ces neutrons rapides font environ 30 collisions avec les neutrons de l'eau lourde avant de devenir des neutrons lents capables de provoquer de nouvelles fissions. C'est le système modérateur étudié ultérieurement qui assure cette fonction de ralentissement des neutrons.

Tel que décrit dans la figure A1, l'uranium, sous forme de pastille, est contenu dans le réacteur (2) en grappes de combustible (3). L'eau lourde du caloporteur (ou circuit primaire de refroidissement) (1) circule dans le réacteur et capte l'énergie dégagée par la fission dans les grappes de combustible. Cette eau circule jusqu'aux générateurs de vapeur (4) et transmet sa chaleur à de l'eau ordinaire du circuit secondaire de refroidissement (5). Cette eau se transforme en vapeur sèche et alimente la turbine (6) qui fait tourner l'alternateur, ce qui produit de l'électricité. L'eau venant du fleuve (8) refroidit ensuite la vapeur, celle-ci est condensée (9), puis retournée aux générateurs de vapeur, et le cycle recommence [30,31].

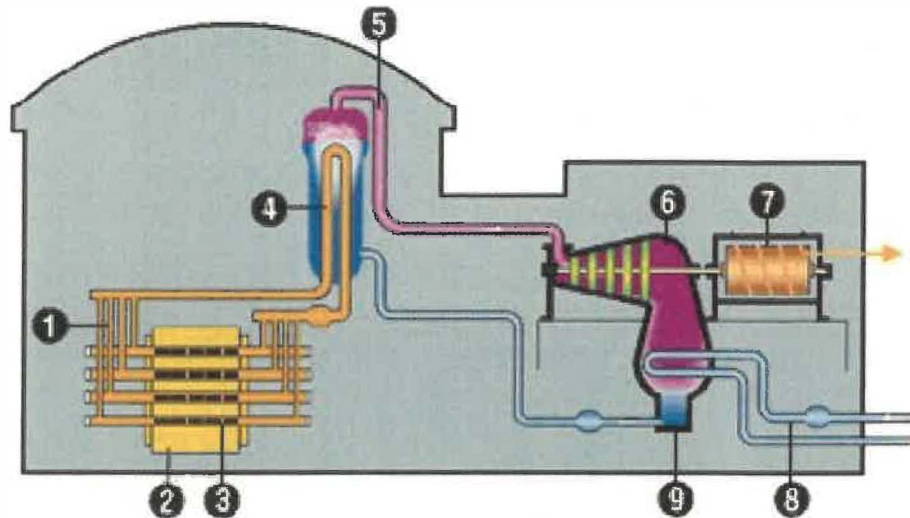


Figure A1 : Schéma du fonctionnement de la Centrale nucléaire Gentilly 2

2 Systèmes principaux

Cette description sera limitée aux systèmes nucléaires reliés à la sûreté, aux systèmes spéciaux de sûreté et aux systèmes d'arrêt d'urgence.

Les systèmes nucléaires sont utilisés pour transformer l'énergie, contenue dans le combustible, en vapeur servant à actionner la turbine. C'est systèmes sont :

Système caloporteur :

En tant que circuit primaire de refroidissement, le circuit caloporteur utilise de l'eau lourde qui circule dans le réacteur afin d'en extraire la chaleur et d'emporter celle-ci aux générateurs de vapeur. Cette opération d'extraction de la chaleur a comme fonction primaire de produire de la vapeur afin d'actionner la turbine et de produire l'électricité. Toutefois, elle assure aussi une fonction de sûreté tout aussi importante : empêcher la surchauffe du combustible. L'une des principales préoccupations des exploitants des centrales nucléaires est de maintenir à un degré acceptable la température du combustible. Si l'extraction ne se fait pas convenablement, la température du combustible risque d'augmenter jusqu'au point de rupture de la gaine du combustible lui-même.

Système modérateur :

Les canaux, ou tubes de forces, qui renferment le combustible traversent la cuve du réacteur, laquelle est remplie d'eau lourde agissant comme modérateur. Cette fonction de modérateur

de l'eau lourde permet de ralentir la vitesse de déplacement des neutrons afin de maintenir une réaction en chaîne efficace. Ce système sera étudié de manière plus détaillée dans le chapitre 6.

Les systèmes spéciaux de sûreté ont été prévus pour arrêter le réacteur et pour protéger les multiples barrières de protection qui empêchent la radioactivité de se libérer. Il s'agit de :

Système d'arrêt d'urgence no. 1 (SAU#1) :

Le but du SAU#1 est d'arrêter rapidement et automatiquement les activités du réacteur lors d'un événement qui pourrait compromettre la sécurité du public et des travailleurs de la centrale. Ce système arrête le réacteur en libérant vingt-huit (28) barres métalliques en cadmium suspendues au-dessus de celui-ci. Lorsqu'elles sont relâchées, ces barres absorbent les neutrons et arrêtent aussitôt la réaction en chaîne.

Système d'arrêt d'urgence no. 2 (SAU#2) :

Le but du SAU#2 est d'arrêter rapidement et automatiquement les activités du réacteur indépendamment du SAU#1. Il est composé de six (6) réservoirs remplis d'une solution concentrée de nitrate de gadolinium qui, injectée dans le circuit d'eau lourde du modérateur, absorbe les neutrons libres et arrête la réaction en chaîne.

Système de refroidissement d'urgence du cœur du réacteur (RUC) :

Le RUC a comme mission principale de combler les pertes d'inventaire du caloporteur et de refroidir rapidement le cœur du réacteur suite à un bris dans le circuit primaire du caloporteur afin de limiter les rejets de substances radioactives.

Système de confinement :

Le système de confinement est composé du bâtiment réacteur, des sas, du système d'arrosage et des vannes de confinement.

- Le bâtiment réacteur (B/R) : Comporte un mur de béton d'un (1) mètre d'épaisseur. Il a été conçu de manière à garder la radioactivité et à résister à la hausse de pression résultant d'un bris de tuyauterie consécutif à un accident. Les équipements permettant d'assurer les fonctions les plus importantes de la centrale du point de vue de la sûreté, tel le bâtiment réacteur, sont conçus pour résister à d'importants séismes. De plus, il est construit pour résister à l'impact d'un avion commercial.

- Les sas : Ils donnent accès au bâtiment réacteur. Chacun est constitué de deux portes, en série, dotées d'un mécanisme de verrouillage qui les empêchent de s'ouvrir simultanément. Ceci évite la dispersion de la contamination à l'extérieur du B/R.
- Le circuit d'arrosage : Il est composé d'un réservoir contenant près de deux (2) millions de litres d'eau ordinaire et d'un circuit de giclage. Ce circuit crée une pluie artificielle qui condense la vapeur contenue dans le B/R, abaissant ainsi la pression. Il se déclenche automatiquement lorsque la pression dans le B/R est trop élevée à la suite d'un accident ayant entraîné un important dégagement de vapeur.
- Les vannes de confinement : Les tuyauteries qui traversent et qui sont susceptibles de laisser échapper des matières radioactives, sont équipées de vannes. Ces vannes se ferment automatiquement lors d'un accident afin d'empêcher toute dispersion de matières radioactives à l'extérieur de la centrale.

Finalement, pour les systèmes d'urgence en attente, deux systèmes sont prévus au cas où les alimentations normales d'électricité et d'eau seraient défaillantes. Ces deux systèmes sont le système d'alimentation en eau d'urgence (SEU) et le système d'alimentation électrique d'urgence (AEU).

Système d'alimentation en eau d'urgence (SEU) :

Le SEU est constitué de deux pompes situées à la station de pompage puisant l'eau du fleuve pour l'injecter au réacteur dans le cas (très improbable) où le RUC serait indisponible.

Système d'alimentation électrique d'urgence (AEU) :

L'AEU est basée sur l'emploi de deux groupes diesels entraînant chacun un alternateur d'une puissance de 1,2 MWe.

Annexe B : Projet d'espacement des arrêts planifiés de 12 à 18 ou 24 mois

Cette annexe présente la problématique liée à l'espacement des arrêts planifiés de 12 à 18 ou 24 mois. Les sujets qui y sont abordés sont la description du programme d'entretien préventif à l'arrêt ainsi que l'impact de l'espacement des arrêts planifiés.

1 Description du programme d'entretien préventif à l'arrêt

La Direction Production Thermique et Nucléaire (DPTN) étudie la possibilité d'espacer, de 12 à 18 ou 24 mois, les arrêts planifiés pour entretien général de la centrale nucléaire Gentilly 2 [1].

À G-2, en juin 2003, il y avait 1 702 tâches d'entretien préventif périodiques qui étaient réalisées lors des arrêts planifiés dont environ un tiers ont une périodicité de 12 mois (voir tableau B1).

Toutefois, le processus de gestion de l'entretien préventif est très dynamique. Par exemple, en octobre 2002, le nombre de tâches périodiques d'entretien préventif exécutées lors des arrêts planifiés était de 1 476. Ce dynamisme se traduit par un effet non mesuré sur la fiabilité intrinsèque des équipements à moyen et long terme.

Ces entretiens ont pour fonction de maintenir la fiabilité intrinsèque des équipements.

Tableau B18: Nombre de tâches d'entretien préventif réalisées lors des arrêts planifiés

Année	Nombre	%	Périodicité (semaines)
1	464	27,3	52
2	170	10	104
3	322	18,9	156
4	92	5,4	208
5	404	23,7	260
6	100	5,9	312
7	0	0	364
8	61	3,6	416
9	0	0	468
10	85	5	520
11	0	0	572
12	4	0,2	624
Total	1 702	100,00	Tous

2 Impact de l'espacement des arrêts planifiés

L'espacement des arrêts aura un impact sur le nombre total des tâches d'entretien préventif à réaliser sur une période de plusieurs années (3 à 12 ans) (voir figure B1). Pour un cycle de 18 mois, il y aura une diminution du nombre de tâches d'entretien qui étaient auparavant effectuées aux 12 mois. Cependant, il y aura augmentation du nombre de celles qui étaient auparavant exécutées aux 24 mois. Un raisonnement similaire peut être fait pour un cycle de 24 mois.

Cette décision permettra de diminuer leurs fréquences. La modification aura un impact significatif sur la planification de l'entretien préventif et sur la fiabilité à moyen et long terme des équipements et des systèmes.

Un tel espacement aura un impact sur l'organisation et la planification des activités de maintenance préventive qui sont les essais, les entretiens préventifs et les inspections périodiques. Il s'agit d'un changement important d'aspect organisationnel.

La planification de l'entretien préventif périodique devra être revue en fonction du cycle des arrêts planifiés. Sans rationalisation ou optimisation des entretiens préventifs, la charge de travail par arrêt va augmenter (nombre de personne-heures). Toutefois, la charge totale sur une longue période va diminuer (période d'environ 12 ans).

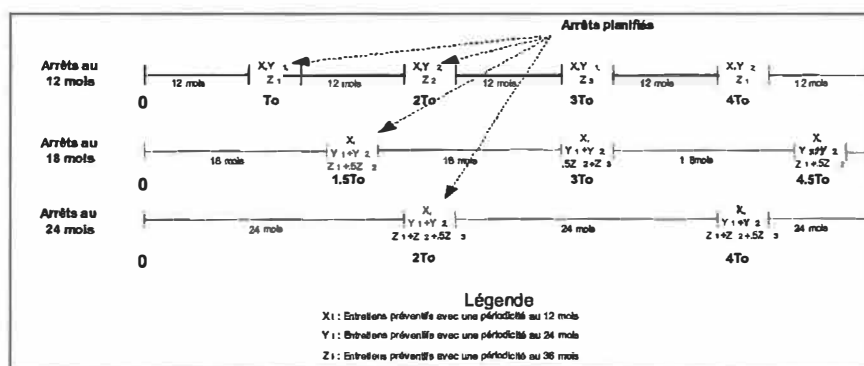


Figure B1: Planification d'entretien préventif en fonction du cycle des arrêts planifiés

Ainsi, la quantité de travail à effectuer lors d'un arrêt diminue ou augmente en fonction du nombre et de la durée des tâches d'entretien préventif réalisées. Celle-ci se calcule selon l'équation suivante :

$$CTR(T) = \sum_{i=1}^{NP} \sum_{j=1}^{NX_i} INT\left(\frac{T}{X_i}\right) DX_{ij} \quad [personne - heures]$$

Où

- T: Période totale d'analyse (années) (minimum T=10 ans)
NP: Nombre de périodicités différentes
Xi: Période entre deux tâches (années)
NXi : Nombres de tâches effectuées à la période Xi
DXij : Durée moyenne de la tâche j pour la période i (personne-heures)
CRT (T) : Charge totale de travail pour effectuer l'entretien préventif pendant la période T (personne-heures)
INT : L'arrondi d'un nombre à l'entier immédiatement inférieur

Annexe C : Synthèse sur la MBF dans l'industrie nucléaire

L'annexe suivante représente le résumé d'une synthèse, assez exhaustive, sur la MBF dans le domaine nucléaire. Cette synthèse a été élaborée dans le but d'extraire les meilleures approches actuelles à adopter pour optimiser la maintenance préventive dans un contexte hautement conservateur et exigeant tel que l'industrie nucléaire.

1 Philosophie et but

Dans une vision globale, c'est par la politique de maintenance qu'on identifie les matériels critiques dont les conséquences des défaillances fonctionnelles sont importantes pour les objectifs de l'entreprise (sûreté, disponibilité, coûts, qualité, etc.).

Bien que les concepts de la MBF puissent varier d'un domaine à l'autre, la MBF tente toujours, pour analyser une situation donnée, de trouver des réponses soignées aux questions suivantes [32] :

- Comment fonctionne l'équipement?
- Quelles seront les défaillances fonctionnelles les plus probables?
- Quelles seront les éventuelles conséquences de ces défaillances fonctionnelles?
- Qu'est ce qu'on pourrait faire pour prévenir et éviter ces défaillances fonctionnelles?

La MBF n'a pas pour effet d'augmenter la fiabilité d'un équipement mais plutôt d'atteindre et de maintenir son niveau de fiabilité intrinsèque tel qu'établi par les paramètres de conception et d'opération. Elle est responsable de l'optimisation du programme de maintenance et non pas du programme de maintenance idéal.

2 Les principes et objectifs de la MBF

La logique MBF est basée sur plusieurs principes et objectifs dont on retient les plus importants, cités ci-dessous :

- Maintenir la sûreté à son niveau le plus élevé en premier lieu. Ainsi, les coûts pour maintenir un travail à son niveau le plus élevé de sûreté ne sont pas considérés comme des coûts de la MBF.
- S'orienter vers le maintien de la fonctionnalité du système plutôt que vers le maintien de la fonctionnalité de ses composants (exemple: tous les composants d'un système critique n'assurent pas nécessairement des fonctions importantes).

- Identifier le lien entre l'âge d'un composant et ses défaillances en fonction du temps grâce à une approche statistique actuarielle.
- Reconnaître la limite de conception des équipements et des systèmes et assurer le retour d'expérience au concepteur.
- Reconnaître les catégories de maintenance suivantes : corrective, systématique, conditionnelle.
- Minimiser le nombre, la durée et les dégâts des défaillances grâce à la stratégie de maintenance suggérée par la MBF ainsi que le retour d'expérience.

3 Les approches de la MBF

La MBF tient à créer un équilibre optimal entre les approches intuitives et les méthodes statistiques rigoureuses pour décider comment maintenir un ou l'ensemble des équipements. Les clés de succès du développement d'un programme MBF efficace reposent sur la capacité de combiner ces 2 dernières approches et en dégager les points forts et les points faibles.

Les approches statistiques, malgré leur rigueur, admettent des limites telles que :

- Le coût : Le développement ou les analyses d'une banque de données, pour aboutir à des résultats statistiques plausibles, est une tâche coûteuse.
- L'applicabilité : Parfois les statistiques ne peuvent pas raconter toute l'histoire, ni proposer des décisions définitives.

Un équipement complexe est sujet à de multiples modes de défaillances. Généralement il a été prouvé que sont taux de défaillance reste constant en fonction du temps. Parfois, un de ces modes peut être dominant et faire ressortir une situation où le taux de défaillance augmente avec l'âge [33].

Du point de vue de la maintenance préventive, le facteur important n'est pas tant de prévoir quand un équipement tombera en panne, mais plutôt de savoir si la réduction du niveau de résistance au bris peut être détectée grâce à une évidence physique afin de prévenir une défaillance imminente. La réfection systématique d'équipements complexes selon une périodicité fixe doit donc se limiter à des composants qui ont démontré un ou plusieurs modes de défaillance qui augmentent avec l'âge. En fait, plusieurs cas de réfection systématique d'équipements complexes ont eu plutôt comme effet d'augmenter le nombre de défaillances en

introduisant des problèmes de jeunesse dans des équipements qui auparavant étaient stabilisés.

4 Les variantes de la MBF

Dans ce qui suit on se concentrera sur les variantes de la MBF. La MBF simplifiée comporte trois techniques d'approche différentes :

- La MBF simplifiée classique Streamlined Classical RCM Process SC-RCM (figure C1).
- L'optimisation de la maintenance Plant Maintenance Optimizer Streamlined Process PMO (figure C2).
- La liste de contrôle de la criticité Criticality Checklist Streamlined Process CC-SP (figure C3).

Ces techniques ainsi que la MBF standard ont été testées sur plusieurs systèmes, dans un projet pilote dans la Limerick Generating Station opérée par PICO Energy [16], dans le but de dégager une comparaison en se basant sur les techniques de comparaison Benchmarking.

Figure C1 : MBF simplifiée classique

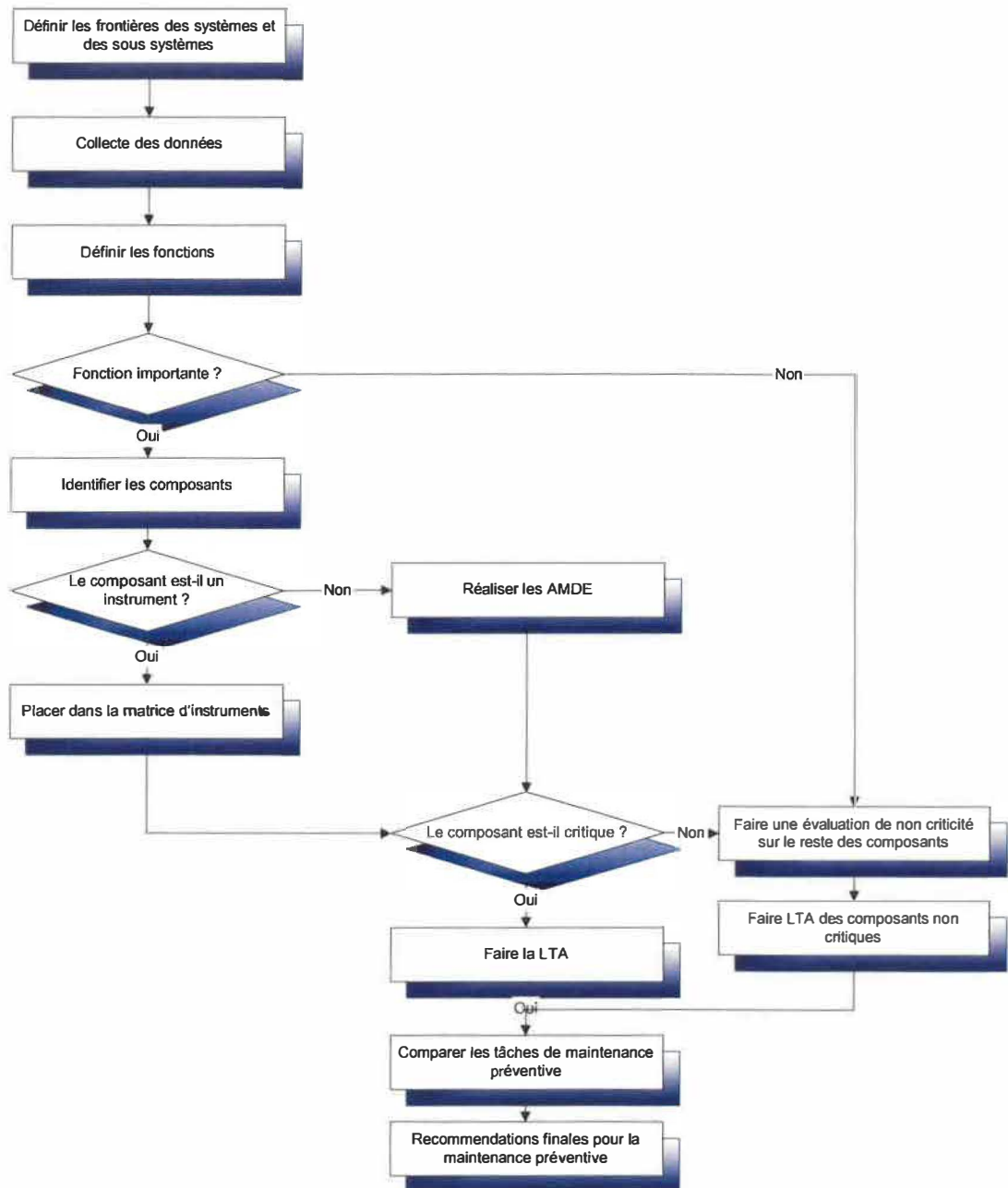


Figure C2 : Optimisation de la maintenance

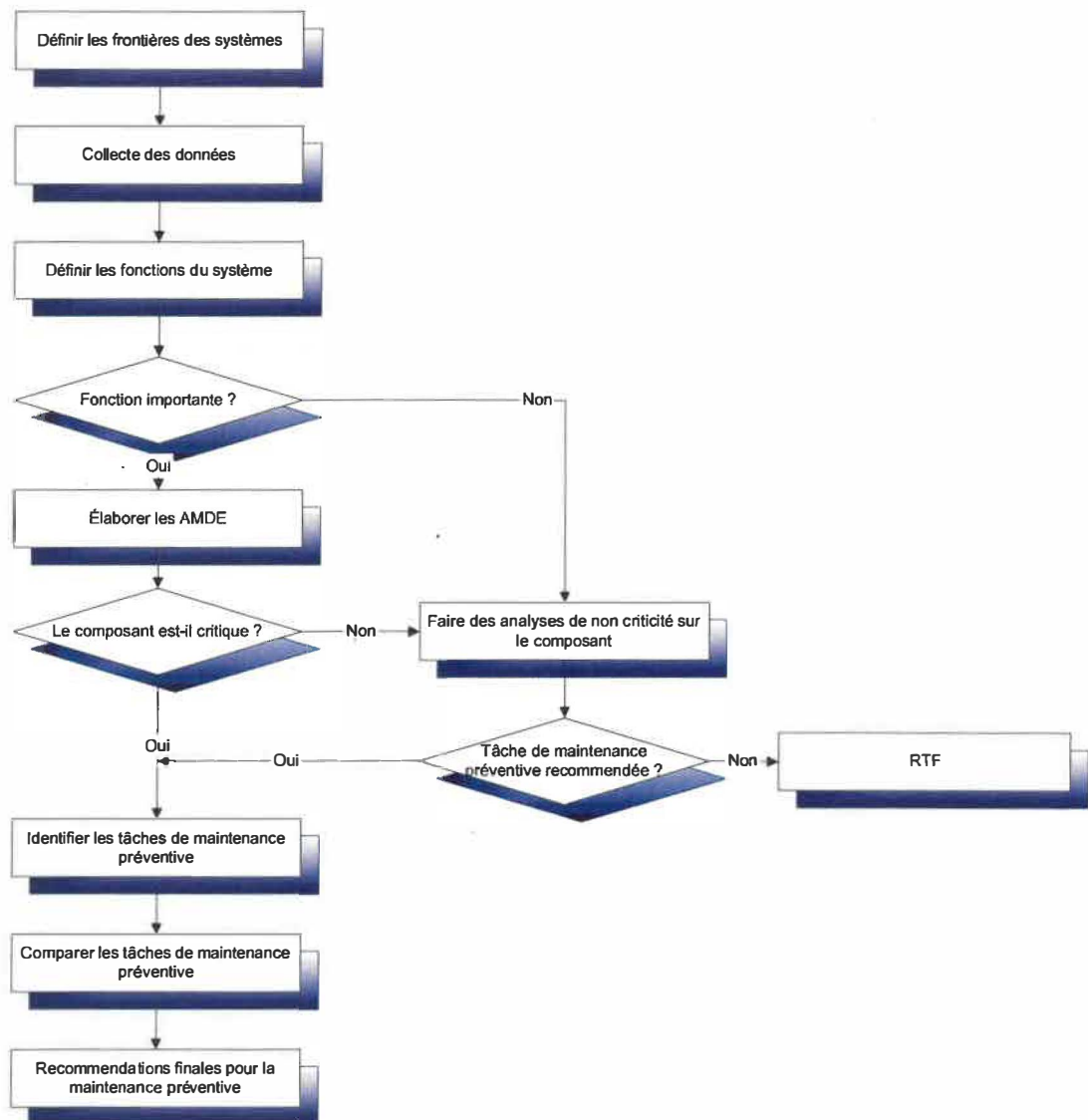
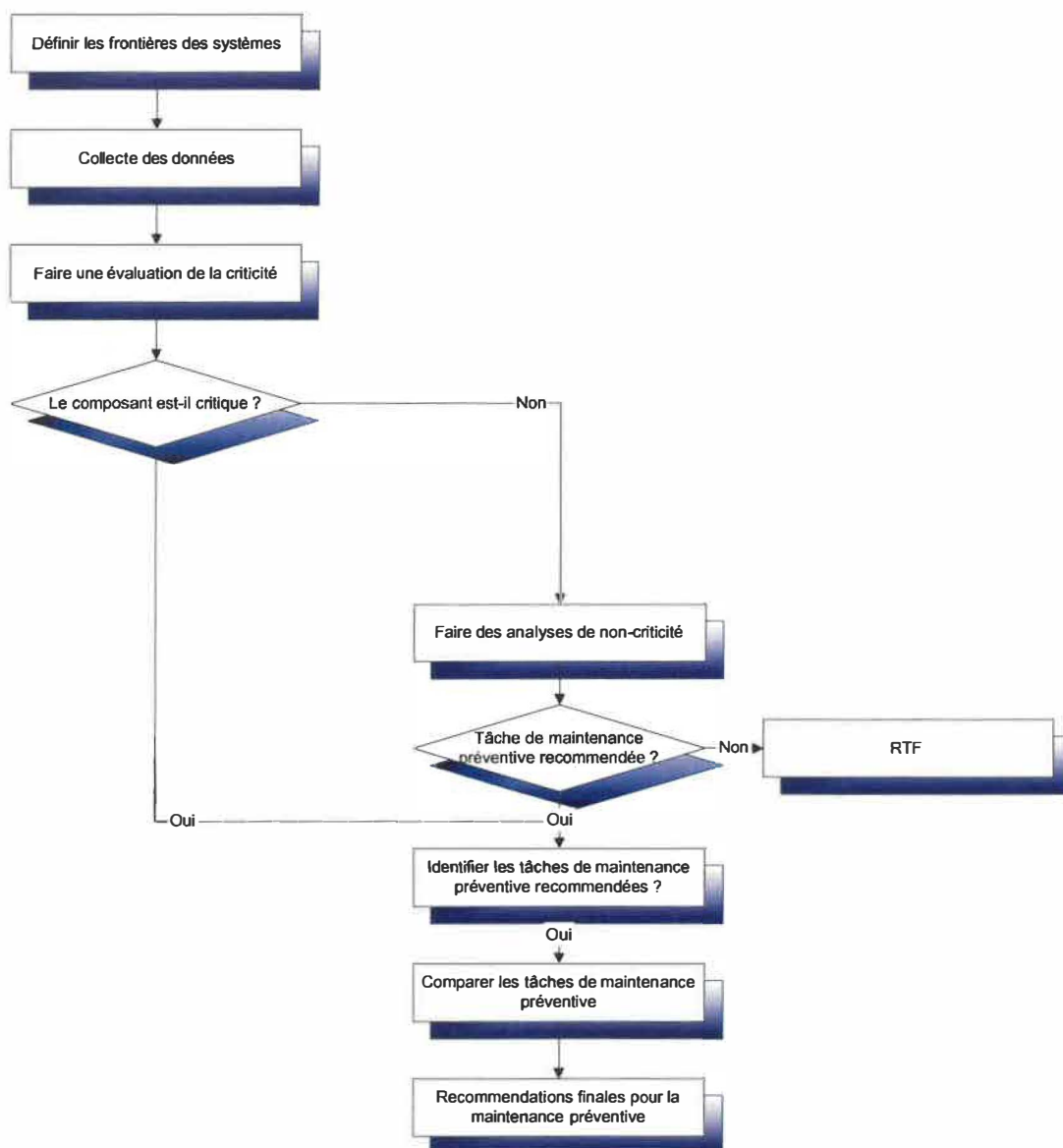


Figure C3 : Liste de contrôle de la criticité



Le tableau C1 décrit brièvement une comparaison entre les différentes variantes de la MBF appliquées à un système d'épuration d'eau du réacteur dans le cadre du projet mené par l'EPRI à la Centrale nucléaire de *PECO Energy Limerick*.

Tableau C1 : Comparaison entre les différentes variantes de la MBF [17]

	SC-RCM	PMO	CC
Définir les limites d'un système	●	●	●
Définir les sous-systèmes	6		
Collecte des données	●	●	●
Identification des fonctions et des défaillances fonctionnelles	1	1	
AMDE	2	3	4
Matrice d'instruments (7)	●		
Évaluation de non criticité	●	●	●
LTA et recommandation de tâches PM pour critiques et non critiques	5	5	5
Comparaison des tâches	●	●	●

(1) : Identifier toutes les fonctions du système et les diviser en 2 groupes : Fonctions importantes et fonctions non importantes.

(2) : Faire les AMDE seulement pour les composants à fonctions importantes.

(3) : Faire les AMDE qui combinent les modes de défaillance dominants et les effets sur la centrale en un seul enregistrement. Ceci n'est fait que pour les composants à fonctions importantes.

(4) : Le composant est critique si sa défaillance cause un effet indésirable sur la centrale.

(5) : Des modèles de maintenance pour 15 composants génériques (tels que pompe, moteur, etc.) ont été élaborés. Ces modèles ont pour but de déterminer les tâches applicables (prédictives, systématiques, essais ou inspections) les plus efficaces pour le composant ainsi que leurs périodicités.

(6) : Seuls les systèmes complexes sont décomposés en sous-systèmes.

(7) : Remplacer les AMDE pour l'instrumentation et contrôle.

Plusieurs résultats ont été dégagés de ce projet pilote dont on résume les plus importants :

- La mise en oeuvre des trois techniques a été assez facile et a dégagé le même ensemble de systèmes critiques que la MBF standard.
- Apparition d'une différence dans la sélection des tâches de maintenance préventive, plutôt attribuée à la différence d'expérience des analystes et non aux méthodes elles-mêmes.

Ces nouvelles techniques ont prouvé leur performance par rapport à la MBF standard. Le nombre de composants critiques et de tâches préventives recommandées est similaire dans les différentes variantes de la MBF simplifiée *Streamlined RCM*. Les résultats dégagés de ces 3 méthodes sont sensiblement pareils. Ainsi, selon les objectifs fixés au départ, le niveau de documentation sera fixé en conséquence.

Grâce aux réductions de coûts considérables comparées à la MBF standard, les variantes de la MBF standard sont considérées comme des méthodes à coûts réduits.

5 Avantages et bénéfices de la MBF

Les bénéfices de la MBF sont nombreux en débutant par l'amélioration de la fiabilité d'un équipement jusqu'à l'augmentation de la performance globale d'une entreprise en passant par l'amélioration de la maintenance.

5.1 Les équipements

- Permet d'établir la liste des défaillances critiques pour un équipement donné.
- Prévoit les performances durant le cycle de vie d'une machine ou d'un système.
- Engendre une diminution significative dans le nombre et les durées des défaillances d'un équipement ou d'un système sélectionné (augmentation de la disponibilité et de la fiabilité de l'équipement).
- Permet d'obtenir les informations nécessaires pour améliorer la conception des équipements dont la fiabilité intrinsèque s'avère inadéquate.

5.2 La maintenance et la planification

- Concentre les efforts de la maintenance uniquement sur les équipements dont les conséquences des défaillances sont importantes pour les objectifs de l'entreprise.
- Est une puissante approche systématique pour apprivoiser l'expérience de la maintenance d'une entreprise en maintenant cette dernière à jour par le retour d'expérience.
- Optimise les différents niveaux de la maintenance.
- C'est un lien direct entre la maintenance et la performance en se basant sur une méthode rigoureuse et bien documentée.
- Facilite la gestion des activités de maintenance par des systèmes de gestion de la maintenance assistée par ordinateur.
- Constitue une infrastructure de base pour la surveillance avancée des équipements.
- Prévoit les besoins en ressources.
- Réduit la charge de la maintenance préventive.
- Réduit la maintenance corrective et permet la planification en minimisant les arrêts non planifiés et les délais de réparation et mise en service.

Le fait d'éliminer progressivement des activités de maintenance non nécessaires (basées sur des intervalles exagérés du calendrier de la maintenance systématique) et inefficaces (méconnaissance de l'état instantané des équipements) procure plus de temps au personnel de la maintenance pour planifier, s'approvisionner en pièces de rechange nécessaires, faire des arrangements logistiques nécessaires avant d'exécuter les tâches de maintenance.

5.3 La performance globale de l'entreprise

- Réduit les accidents liés aux conditions de travail, affectant le personnel de l'entreprise.
- Orientée vers la sûreté, elle permet de réduire ou même d'éliminer les risques, les problèmes et les catastrophes liés au public et à l'environnement.
- Conserve et même rétablit les niveaux intrinsèques de sûreté et de fiabilité pour les équipements et les systèmes.
- Optimise la disponibilité des équipements et des systèmes et des processus.

- Réduit les dépenses de maintenance en réduisant le coût d'impact des défaillances.
- Optimise les coûts de maintenance et améliore la productivité et l'efficacité de la maintenance.

Le premier but de la MBF est d'améliorer la fiabilité des équipements tout en respectant les règles de sûreté. Cette amélioration de la fiabilité provient de l'amélioration de la communication au sein de l'équipe de maintenance et surtout grâce au retour d'expérience qui préserve la maintenance dans une boucle d'amélioration continue impliquant le simple mécanicien jusqu'au fournisseur des biens. La mise en oeuvre d'un nouveau programme de MBF induit une augmentation de faible durée des coûts de maintenance.

6 Les facteurs de succès de la MBF

Il existe plusieurs facteurs influençant la réussite de la mise en oeuvre d'un programme MBF. Quelques facteurs sont étroitement liés à la spécificité de l'entreprise, tandis que la majorité des facteurs sont génériques et applicables à n'importe quel type d'entreprise.

Pour ce faire, ils seront répertoriés en 7 classes différentes [17] :

- Objectifs du programme de la MBF : Traditionnellement, les objectifs n'ont jamais été identifiés à travers des étapes techniques, bien qu'elles soient bien définies. Il s'agit donc de l'identification des objectifs des activités préventives à l'échelle des tâches. Ceci est indispensable pour pouvoir atteindre et respecter les objectifs généraux du programme de maintenance préventive.
- Soutien de la direction : Puisque le programme MBF affecte la totalité de l'organisation et des activités de l'entreprise, il est nécessaire de maintenir un soutien constant de la direction dans les différentes activités et l'intégration du programme de maintenance préventive, pour pouvoir assurer une efficacité du programme. Les décisions efficaces de la direction sont le seul moyen pour pouvoir palier aux problèmes de planification, d'équilibre des charges de travail, de priorité sur les tâches, prévisions...
- Organisation et structures des équipes : élaborer et insérer une organisation technique dans l'organisation existante pour qu'elle puisse opérer efficacement. Il est indispensable d'établir une forte relation entre cette organisation et le département de la maintenance, qui est le responsable direct de l'implantation des résultats de la MBF,

faute de quoi la MBF sera condamnée à l'échec. D'autre part, les analystes de la MBF devront avoir une bonne connaissance du domaine de la maintenance pour pouvoir conduire les analyses vers des résultats concrets faciles à implanter par l'équipe de la maintenance considérée comme le premier client.

- Communication et leadership technique : Une communication efficace permet de tenir la direction informée des avancements techniques et des besoins en ressources. Pour atteindre ses objectifs la MBF doit savoir comment exploiter les meilleures techniques et technologies de maintenance présentes sur le site, ainsi que les habilités du personnel et des ressources. Ceci n'est possible que grâce à une bonne communication (exemple : désigner un responsable de la MBF qui assure la fluidité de la communication entre les différentes organisations).
- Les procédures administratives et techniques : développement des procédures techniques en vue d'implémenter des méthodes d'optimisation du programme préventif. Elle inclut aussi les procédures administratives essentielles à la vie du processus (Exemple : planification, besoin en ressources, etc.). En l'absence des procédures administratives, le programme MBF se transforme, pour le personnel de l'entreprise, en un simple projet d'essai.
- Ressources : en plus du personnel alloué, il faudra aussi tenir compte des ordinateurs, des logiciels, des nouvelles technologies de diagnostic dans le domaine de la maintenance et d'autres ressources de sous-traitance pour pouvoir compléter le travail. Un manque de n'importe laquelle des ressources mentionnées précédemment pourrait retarder les résultats positifs du programme MBF.
- Résultats techniques : Il faut que les résultats soient orientés vers toutes les organisations et les structures sans discrimination

Il existe plusieurs raisons engendrant des difficultés et même l'échec de la mise en oeuvre d'un programme MBF [34]. Quelques exemples seront cités dans le tableau C2 d'après leur ordre d'apparition dans le domaine pratique.

Tableau C2 : Les facteurs d'échec et leurs causes principales

Facteurs d'échec	Causes principales
Règles d'intégration de la MBF	– Difficulté d'insérer un nouveau concept proactif dans une culture d'entreprise hautement réactive ou corrective. – Manifestation de résultats positifs, concernant le programme de maintenance préventive amélioré par la MBF, qu'après 12 à 18 mois. – Le programme de la MBF dépasse les budgets. – Arrêter avant de compléter le processus MBF. – Ne pas mettre à jour les enregistrements, les procédures, les spécifications. Dans le cas contraire l'expérience du programme restera au point de départ et sera limitée à des personnes clés.
Implication de la direction et des responsables	– Manque de support directionnel. – Déception des équipes vis-à-vis des résultats de la MBF : les critiques arrivent surtout après que le programme de la MBF génère des tâches de maintenance déjà existantes dans le programme préventif, ceci donne l'illusion de prouver avec un grand exercice ce qui est déjà fait, – Manque des ressources appropriées pour guider les efforts spécialement dans les environnements de « Lean manufacturing ». – Mauvaise équipe (manque de compréhension et de confiance dans la MBF), qui par son manque d'implication, introduit des erreurs continues dans le processus de la MBF.
Manque de données enregistrées sur les défaillances	– Manque d'informations sur les équipements et les systèmes sélectionnés pour l'analyse : généralement ce point soulevé n'est pas un véritable obstacle significatif puisqu'il pourrait être détourné, mais parfois il est suffisant pour décourager.
Besoin de mesurer ce qu'on fait	– Difficulté de mesurer les performances au début de la mise en oeuvre : c'est généralement dû à l'absence d'un but précis, de mesures de performance au début du programme et de mesures au fur et à mesure de l'avancement du processus MBF. – Collecter les temps d'arrêts et de bon fonctionnement est une tâche beaucoup plus facile que d'évaluer les pertes et les coûts directs et indirects reliés à la défaillance.
Communication	– Ne pas informer les équipes des résultats obtenus et ne pas motiver les équipes. Les responsables ont toujours tendance à demander de l'argent, généralement limité, de la direction pour subvenir au budget du programme, sans se concentrer pour montrer les résultats et les bénéfices obtenus.

7 La mise en œuvre du programme MBF

La mise en œuvre du processus MBF repose sur 4 phases essentielles qui regroupent toutes ces tâches élémentaires [17] :

- La planification pour la MBF : La planification commence par la réaffirmation des objectifs pour le programme de maintenance préventive ainsi que la sélection des approches et des méthodes techniques compatibles pour les atteindre. Il est indispensable de déterminer les ressources adéquates selon le type d'approche technique et d'identifier les besoins des équipes impliquées dans la structure organisationnelle de la MBF. Cette phase se poursuit par le développement de procédures techniques et administratives ainsi que le raffinement et la mise à jour continue du programme de maintenance préventive.
- Le travail technique de la MBF : il s'agit d'appliquer les différentes approches techniques définies dans la première phase de planification; sélectionner et analyser les systèmes, sélectionner les tâches de maintenance, collecter et analyser les données, développer des résultats techniques et des solutions qui seront utilisés pour optimiser le programme de la maintenance préventive et finalement documenter les résultats.
- La revue technique des résultats de la MBF : C'est la mise à jour et la modification, si nécessaire, des résultats du processus d'optimisation de la maintenance préventive. Cette phase doit assurer toujours une interface solide entre la structure organisationnelle de la MBF et le personnel de l'entreprise. L'un des points les plus importants de cette phase est la planification des activités pour assurer une mise en œuvre réussie des résultats : cette planification consiste principalement en des changements des procédures et d'autres activités de mise en œuvre nécessaires avant de les appliquer.
- La mise en œuvre des résultats de la MBF : C'est grâce aux procédures administratives, développées au début du processus, qui exerceront leurs effets pour permettre aux procédures techniques dégagées de s'exécuter efficacement dans le processus d'optimisation de la maintenance préventive. Les tâches planifiées dans la phase précédente seront exécutées dans cette phase finale. Le succès dans la mise en œuvre du programme MBF, plus précisément la précision sur les modifications apportées aux procédures, dépend étroitement du niveau dans lesquels les résultats sont détaillés et explicités.

8 Adaptation continue du programme MBF

C'est un des éléments les plus critiques rencontrés après la mise en oeuvre finale d'un processus MBF. Il s'agit de l'ensemble des méthodes structurées et des besoins pour maintenir le programme préventif et les analyses MBF en vie après la mise en oeuvre des recommandations de la MBF [14]. Les objectifs du suivi en temps réel et de l'adaptation continue du programme MBF sont les suivants :

- S'assurer que les changements de conception ou de procédures sont intégralement et adéquatement reflétés sur le programme préventif.
- Récolter l'expérience de la maintenance corrective pour confirmer que les changements et les recommandations de la MBF sont restés valides et efficaces.
- Maintenir la documentation de la MBF à jour.

Le suivi consiste en une ébauche du programme MBF et des procédures de l'entreprise. À titre d'exemple, voici quelques points essentiels :

- La revue et l'enregistrement de l'efficacité du Programme préventif / MBF, par une surveillance périodique de la performance et un suivi de l'expérience de la maintenance.
- Résoudre et fermer les dossiers ouverts des items en étude.
- Compléter les recommandations sur les changements répétitifs pour les composants des systèmes sujets à l'évaluation de la MBF,
- Maintenir les analyses MBF et les enregistrer (Changements et recommandations) dans un document contrôlé.
- Éditer un rapport annuel sur le statut de la MBF.
- Évaluer les modifications dans la structure de l'usine.

En principe, pour les 4 premiers éléments mentionnés ci-dessus, il est possible de les effectuer d'une façon continue. Toutefois, il est plus efficace d'effectuer le travail sur tous les éléments pour chaque système à des intervalles réguliers, ainsi pour chaque système concerné par la MBF un rapport annuel sera élaboré.

9 Mesure de la performance d'un programme MBF

Dans le but d'encourager une utilisation plus large de la méthodologie MBF dans les différentes centrales nucléaires, l'EPRI a entrepris de mesurer la rentabilité et l'efficacité des programmes MBF installés [18]. Pour ce faire, elle s'est concentrée sur la quantification et la mesure du degré d'amélioration et de performance après la mise en oeuvre de la MBF en se basant sur les deux points essentiels mentionnés ci-dessous :

- Surveiller l'efficacité du programme MBF en se basant sur la mesure des changements de la fiabilité et de la disponibilité des équipements sujets à l'étude.
- Assurer un raffinement périodique des tâches de maintenance préventive en se basant sur le retour d'expérience pour pouvoir préparer des bases quantifiables pour la revue.

Le processus de surveillance de l'efficacité du programme MBF et de raffinement périodique des tâches n'est pas désigné pour mesurer l'efficacité globale du programme de maintenance, ni des tâches préventives. Le programme maintenance est influencé par un ensemble de facteurs comprenant toutes les activités de maintenance, ce qui rend la mesure difficile.

Il s'agit de mesurer l'influence du programme MBF sur le programme général de maintenance en terme de valeurs et coûts - efficacité pour vérifier :

- À un niveau global (programme) : si les objectifs définis aux différents niveaux du programme ont été rencontrés.
- À un niveau spécifique (les tâches) : si les objectifs ont été rencontrés en terme de coûts - efficacité.

9.1 Difficultés liées à la mesure de la performance d'un programme MBF

La mesure de l'influence du programme MBF sur le programme de maintenance rencontre un degré de difficulté variable selon l'objectif recherché. Elle est facile s'il s'agit de mesurer par exemple la réduction des tâches préventives et les coûts directs associés. La tâche est plus compliquée s'il s'agit de mesurer par exemple la fiabilité, puisque les coûts associés à cette dernière peuvent être des bénéfices tangibles (élimination de défaillances, charges préventives...) ou intangibles (amélioration de la documentation)

On en déduit que cette mesure ne pourrait pas s'effectuer dans les unités singulières abrégées; il est recommandé d'analyser tous les éléments contribuant à l'efficacité de l'entité étudiée.

Au niveau de l'efficacité du programme :

Les facteurs tels que la disponibilité et la capacité sont reconnus comme des facteurs de mesure de l'efficacité globale de l'entreprise.

Ainsi, comme discuté précédemment, la mesure des effets positifs de la MBF s'avère difficile pour plusieurs raisons dont on citera les essentielles :

Augmenter la disponibilité globale d'une entreprise concorde directement avec les objectifs généraux : diminuer les coûts et augmenter la sûreté. Toutefois, l'apparition des résultats par l'optimisation des tâches préventives peut s'avérer un long processus avant de sentir des améliorations évidentes, ce qui rend prématurée l'utilisation de ce facteur au début de la mise en oeuvre. Néanmoins, dans les vieilles usines les manifestations de la MBF par le facteur de disponibilité pourront être plus rapides.

Plusieurs facteurs directs ou indirects peuvent avoir un effet sur l'économie ou la sûreté de l'entreprise, implicitement sur la disponibilité. Le processus MBF ne sera donc pas totalement libre d'agir à sa guise dans la détermination des changements et des optimisations puisqu'il sera guidé et encadré par le contexte de l'entreprise. Il est responsable de l'optimisation du programme de maintenance et non pas du programme de maintenance idéal. Les exemples de facteurs influençant le processus MBF sont nombreux, dont voici les plus importants :

- La périodicité des arrêts planifiés majeurs.
- La conception des équipements.
- Les modifications sur les procédures.
- Les erreurs humaines
- Etc.

En résumé, pour les techniques standards de surveillance de la maintenance telles que les facteurs associés au « changement du niveau de la maintenance », l'utilisation de ce ratio ou d'autres ratios, rend la mesure de l'efficacité de la MBF imprécise, voire erronée.

Au niveau de l'efficacité des tâches :

L'un des buts essentiels du programme MBF est le remplacement des tâches systématiques par des tâches conditionnelles considérées avoir un caractère coûts-efficacité supérieur. Dans ce cas, il s'agit de la mesure de l'efficacité des tâches, générées par le programme MBF, envers la détection et l'élimination des défaillances potentielles. Cette mesure est essentielle pour l'optimisation de programme préventif (tableau 3). Cette mesure consiste en deux points essentiels :

- Quelle sera l'applicabilité de la tâche pour mener à bonne fin l'activité préventive?
- Quel sera le rendement et l'efficacité de la tâche?

9.2 Directives à suivre pour la mesure de l'efficacité d'un programme MBF

La démarche pour la mesure de l'efficacité et de la performance d'un programme MBF dépendra du niveau à surveiller, allant de l'efficacité de la simple tâche à la performance globale de l'entreprise. Pour ce faire, le champ d'évaluation sera défini et limité aux niveaux suggérés par l'EPRI : efficacité du programme MBF et efficacité des tâches

Au niveau de l'efficacité du programme MBF :

L'évaluation de l'efficacité d'un programme MBF peut être suivie en 4 étapes essentielles :

- Déterminer les objectifs de l'entreprise.
- Quantifier les bénéfices tangibles à court et à long terme associés aux objectifs.
- Identifier et mesurer les bénéfices intangibles.
- Déterminer les tendances et les seuils d'amélioration pour la disponibilité des systèmes.

L'évaluation de l'efficacité du programme général de la MBF commence par la détermination des objectifs généraux de l'entreprise. Les objectifs sont généralement directement déduits des bénéfices du programme MBF :

- Amélioration de la disponibilité et la capacité globale de l'entreprise.
- Amélioration de la fiabilité et la sûreté des systèmes.
- Élimination des tâches préventives inapplicables ou inefficaces.
- Priorité mise sur les composants critiques dans le système préventif.
- Élimination des essais non nécessaires.

- Amélioration de la conception des systèmes.
- Détermination des pièces de rechange nécessaires pour le programme préventif.
- Amélioration de la planification préventive.
- Plus de vision sur les défaillances potentielles.
- Etc.

Exemple : La substitution d'une tâche systématique par une tâche conditionnelle moins coûteuse doit prendre en considération le changement de fiabilité (probabilité) pour détecter une défaillance. Il faudra quantifier les bénéfices tangibles à long terme avec précaution.

Ceci sera réalisé par l'élimination des défaillances en se basant sur des concepts probabilistes et non exacts tels que :

- La probabilité que la défaillance survienne si le programme MBF n'a jamais décidé de l'addition ou du changement de la tâche.
- La probabilité que la défaillance ait les conséquences estimées sur la disponibilité et la sûreté.
- La probabilité que la défaillance déclare des avertissements de sa présence.
- La probabilité que la tâche prévoit et avertisse de l'apparition de la défaillance.

Il faudra quantifier les bénéfices intangibles à court terme, à titre qualitatif. Pour la mesure de l'indisponibilité due à la maintenance ainsi que le facteur de sûreté élevé des systèmes, des méthodes telles que l'évaluation de la probabilité des risques *Probabilistic Risk Assessment*, une évaluation individuelle de l'usine *Individual Plant Evaluation* pourront être utilisées moyennant quelques changements.

Au niveau de l'efficacité des tâches :

Le but de la surveillance et de l'évaluation du programme MBF en ce qui concerne les tâches est d'identifier les modes des défaillances dominants les plus coûteux et les moins sécuritaires pour les systèmes critiques sélectionnés. L'efficacité des tâches est un facteur dépendant de 2 aspects :

- Les facteurs externes au programme MBF influençant l'efficacité de la tâche.
- L'efficacité intégrale de la tâche.

Les défaillances des composants critiques continueront toujours à se manifester et ceci à cause de plusieurs facteurs externes au programme MBF. On pourra citer à titre d'exemple les causes suivantes :

- La limitation du champ d'étude du programme MBF (système non étudié par le programme).
- L'identification du mode de défaillance : la défaillance n'a pas été considérée comme critique.
- La mise en oeuvre non adéquate du programme préventif.
- L'applicabilité de la tâche.
- Le temps d'exécution de la maintenance corrective ou la périodicité de la maintenance préventive.
- La défaillance aléatoire et le mécanisme de vieillissement non maîtrisé.
- Les erreurs humaines.
- Etc.

EPRI suggère d'établir une analyse des causes de défaillances en ce qui concerne la tâche Root Cause Analysis pour tous ce qui sort du cadre du programme MBF.

Le processus de surveillance et d'évaluation [18] doit se poursuivre en effectuant toutes les modifications et les mises à jour possibles concernant les tâches, puisqu'il fait partie intégrante du suivi en temps réel et l'adaptation continuelle du programme MBF.

Ce processus couvre la maintenance corrective et préventive, peut être manuel ou automatique et doit être élaboré selon une périodicité prédéterminée durant laquelle toutes les demandes de travail seront revues et analysées.

Il a pour premier objectif d'éliminer le travail préventif ou correctif de maintenance et en second lieu de déterminer les limites d'études du programme MBF ainsi que les systèmes sélectionnés qui feront partie du programme.

10 Conclusion

L'expérience dans l'industrie nucléaire a démontré que la MBF pourrait avoir plusieurs avantages sur la gestion et la documentation de la maintenance préventive. La mondialisation de cette expérience s'est confirmée par l'apparition de firmes de consultation spécialisée en MBF, l'utilisation des outils de la MBF par la majorité des établissements nucléaires, l'élaboration de Tableau de bord expert pour surveiller l'efficacité de la maintenance dans les centrales nucléaires, etc.

Malgré tout le progrès dans l'utilisation de ce nouveau concept, plusieurs centrales ont tardé à intégrer la MBF en raison des coûts élevés générés par la mise en oeuvre d'un tel programme.

Annexe D: Processus de fiabilité des équipements « AP-913 »

En mars 2000, INPO a élaboré un processus générique de fiabilité des équipements des centrales nucléaires intitulé AP-913 [21]. Ce processus a été révisé en décembre 2001 grâce au retour d'expérience dans l'industrie nucléaire. Grâce à sa consistance et sa cohérence, plusieurs centrales nucléaires partout dans le monde ont essayé d'adopter cette nouvelle approche conseillée par INPO. Les expériences de ces centrales se sont multipliées dans le but d'adapter leurs processus aux directives de l'AP-913.

Ce processus vise l'amélioration et le maintien de la fiabilité opérationnelle des équipements grâce à l'intégration de toutes les activités liées au suivi de la fiabilité (entretien, essais, inspections périodiques, etc.). Il permet aussi de rationaliser et diminuer les contraintes dans le programme de maintenance préventive en utilisant les méthodologies, méthodes et outils reconnus par l'industrie nucléaire. Le processus AP-913 répond, sans efforts supplémentaires, à la majorité des exigences du programme de fiabilité S-98 exigé par la CCSN.

La mise en œuvre de l'AP-913 s'est vue facilitée grâce au développement de la base de données PM basis Database. Cette base de données recommande les tâches de maintenance préventive optimales et leurs périodicités pour 60 types d'équipements. Les informations collectées dans cette base de données reposent sur l'expérience de 49 centrales américaines sur une période de 20 ans. Ce projet est le fruit de travail d'un ensemble de consultants d'EPRI, de manufacturiers et d'experts en maintenance dans les centrales nucléaires.

Cette annexe introduit le processus AP-913. Il présente les raisons qui ont justifié son élaboration, son but, ses objectifs, son contenu et les méthodes à adopter pour mener à bonne fin la mise en œuvre d'un tel projet. Il constitue une brève synthèse d'une recherche et d'une analyse de ses divers documents et outils.

Le premier et le deuxième paragraphe présentent les objectifs et les avantages d'un tel processus, le troisième paragraphe donne le contenu de l'AP-913. Finalement, le quatrième paragraphe décrit les principaux outils développés par EPRI pour aider à la mise en œuvre de l'AP-913.

1 Objectifs de l'AP-913

Il est intéressant de déterminer les motivations des centrales nucléaires nord-américaines derrière l'intégration d'un programme de fiabilité des SSC. En effet, il existe plusieurs raisons connexes renforçant cette orientation. Les plus importantes sont [1] :

- L'ingénierie, la maintenance et l'exploitation ne s'alignent pas sur les mêmes priorités concernant la correction des défaillances des équipements et l'utilisation des ressources sur des équipements non critiques.
- Les programmes de maintenance préventive, de suivi de la performance des systèmes, d'action corrective sont inconsistants ou non optimaux.
- Les objectifs de fiabilité des équipements ne sont pas rencontrés, ce qui implique de hauts risques de sûreté pour l'exploitation.
- Les activités liées au suivi de la fiabilité manquent d'intégration.
- La gestion du cycle de vie des équipements pour les décisions économiques et la planification à long terme est inexistante.

Le but de l'instauration de l'AP-913 est d'améliorer la fiabilité des équipements, au-delà des niveaux élevés qui ont été historiquement réalisés dans l'industrie nucléaire. Ce processus devrait :

- Être cohérent, efficace et intégrer toutes les activités d'une centrale nucléaire.
- Posséder l'avantage d'être unique pour toutes les centrales nucléaires. L'AP-913 favorisera le retour d'expérience externe pour son amélioration continue.

Le processus AP-913 veut principalement :

- Suivre les dégradations des systèmes, structures et composants (SSC) dans le but d'empêcher les défaillances, si possible, ou d'en réduire les conséquences associées.
- Rationaliser et minimiser les contraintes liées à l'entretien et optimiser la maintenance préventive.
- S'adapter continuellement grâce au retour d'expérience interne et externe.
- Assurer une planification à long terme et les études de cycle de vie des SSC.

2 Avantages liés à l'AP-913

Plusieurs gains viennent confirmer les objectifs de l'élaboration d'un tel processus. Ainsi, les gains recensés au niveau de la fiabilité des équipements sont les suivants :

- Des équipements hautement fiables sous les conditions d'exploitation, avec une performance optimale.
- Les équipements critiques sont identifiés en se basant sur les fonctions liées à la sûreté et à l'exploitation.
- Les critères de performance sont établis et surveillés, les écarts et les dégradations sont enregistrés et les actions correctives enclenchées.
- Les défaillances fonctionnelles et leurs causes sont identifiées et les stratégies de maintenance pour les prévenir sont déterminées et mises en application.
- Les technologies de maintenance prédictives sont introduites pour déterminer à l'avance les points de défaillance potentielles.
- Les phénomènes de vieillissement des équipements sont maîtrisés grâce au PMO et LCC.
- Les études de maintenance (AMDE, vieillissement, etc.) sont documentées.
- Un équilibre est réalisé entre l'indisponibilité liée à la maintenance préventive et l'indisponibilité liée aux défaillances.

3 Contenu du processus

Le processus AP-913 représente l'intégration de plusieurs activités liées à la fiabilité des équipements. Ces activités sont essentiellement composées de :

- L'identification des SSC critiques.
- La maintenance basées sur la fiabilité.
- La maintenance préventive (systématique et prédictive).
- Les essais.
- Les inspections périodiques.
- La gestion du cycle de vie des équipements.
- Les règles de gestion de la maintenance.
- Etc.

La décomposition de processus AP-913 est réalisée en 2 niveaux :

- Un 1^{er} niveau conceptuel intégrant les activités principales du processus.
- Un 2^e niveau plus détaillé explicitant chaque activité principale en un sous-processus spécifique composé à son tour de plusieurs activités.

Pour assurer son intégrité, le processus AP-913 est composé de 6 activités principales telles que mentionnées ci-dessous :

1- Identification des systèmes et composants critiques :

- Identification des objectifs et limites de l'étude.
- Identification des fonctions importantes.
- Identification des composants critiques.
- Identification des composants non critiques.
- Identification des composants sans besoin de maintenance préventive Run to Failure.

2- Suivi de la performance :

- Suivi de la performance du système.
- Suivi de la performance du composant.
- Suivi des données prédictives sur l'état de dégradation des SSC.
- Suivi des rondes des opérateurs.
- Suivi des essais et inspections périodiques.

3- Amélioration continue de la fiabilité des équipements :

- Élaboration et utilisation de fiches génériques de maintenance.
- Ajustement des contenus et des intervalles des tâches de maintenance préventive selon le retour d'expérience interne et externe.
- Documentation des analyses de maintenance préventive.
- Choix des stratégies de maintenance pour assurer une fiabilité optimale des équipements.
- Retour d'expérience interne.

4- Actions correctives :

- Exécution de travaux de maintenance corrective.
- Élaboration des analyses de causes et les actions correctives associées.
- Classement des problèmes liés aux équipements selon une priorité.

5- Mise en œuvre de la maintenance préventive :

- Exécution de travaux de maintenance préventive.
- Enregistrement des conditions d'équipement.
- Exécution des tests de post-maintenance.

6- Gestion du cycle de vie des équipements :

- Élaboration d'une stratégie à long terme pour la santé des SSC.
- Élaboration d'une liste de priorités pour les activités d'amélioration des équipements.
- Élaboration d'une planification à long terme et d'une stratégie économique.

Toutes ces activités sont intégrées selon un schéma bien précis décrivant le processus AP-913 dans son 1^{er} niveau (Figure D1).

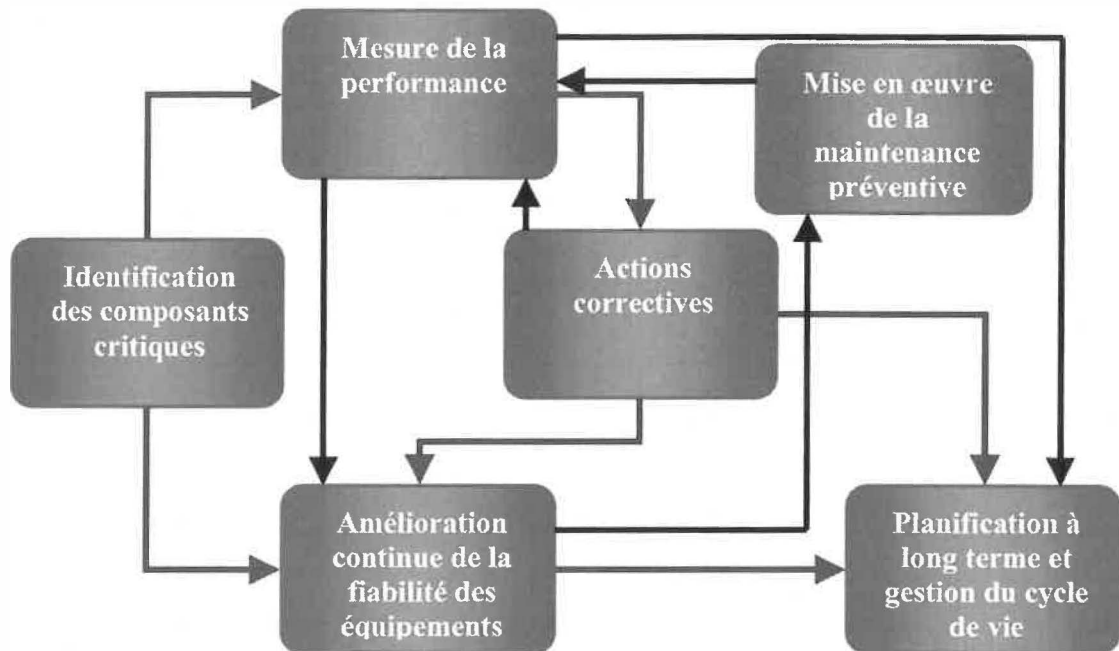


Figure D1 : Processus AP-913 (1^{er} niveau)

Le 2^e niveau de processus AP-913 assure une vision plus détaillée des activités principales. Contrairement au 1^{er} niveau conceptuel décrit précédemment, le 2^e niveau de l'AP-913 est un processus applicable à l'échelle de la centrale *Plant Level Process*.

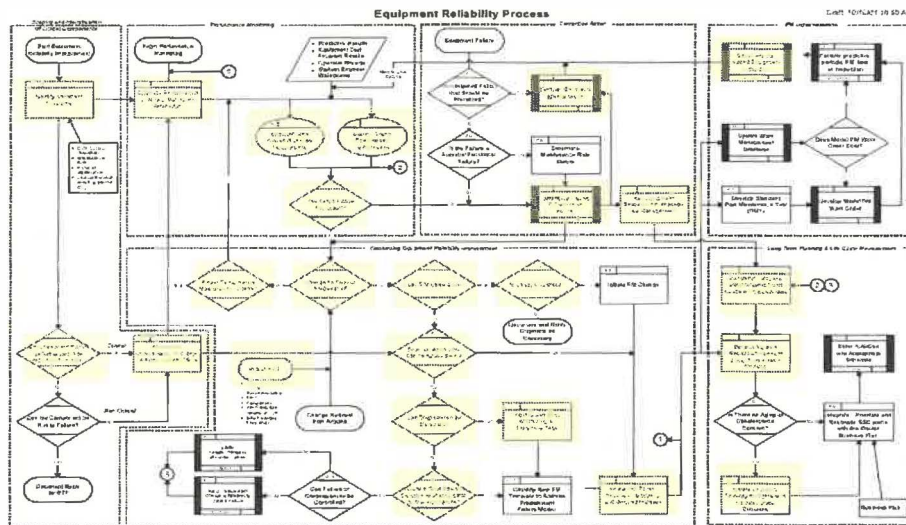
Dans ce 2^e niveau de détails, chaque activité principale est développée en un ensemble de sous-activités. Le schéma final du processus AP-913 comporte un ensemble de 40 sous-activités. Le contenu de chaque sous-activité est explicité dans le document du processus AP-913 [26].

Les directives à suivre, décrites dans les sous-activités, orientent parfois sommairement vers des méthodes à utiliser pour mettre en œuvre ce processus. Ainsi, le choix et le développement des sous-processus, méthodes et procédures à suivre incombe directement à l'équipe responsable sur la mise en œuvre d'un tel processus. Cette équipe devrait modifier ces processus existants et en ajouter de nouveaux pour pouvoir s'arrimer avec les directives de l'AP-913.

4 Mise en œuvre de l'AP-913 dans les recherches d'EPRI

La base de données de *PM basis* réalisée par EPRI couvre la majorité des activités du processus AP-913, telles qu'indiquées (Ombrées) sur la figure D2. Elle représente l'un des outils les plus actualisés qui fournit les informations et l'assistance nécessaires à la mise en œuvre de l'AP-913.

Figure D2: Activités du processus AP-913 couvertes par *PM basis Database*



Plusieurs projets pré et post AP-913, menés par EPRI, ont démontré leur relation étroite avec les activités de l'AP-913. Tout comme la base de données « *PM basis Database* », ces projets proposent des méthodes et outils pour la mise en œuvre de l'AP-913. Une liste non exhaustive de projets est citée dans le tableau D1.

Tableau D1 : Projets EPRI associés à AP-913

Activités principales de AP-913	Projet EPRI associé
Identification des systèmes et composants critiques	Critical Component Identification Process [23].
Suivi de la performance	Guideline for System Monitoring by System Engineers [35]
Amélioration continue de la fiabilité des équipements	Preventive Maintenance Basis: Volumes 1 –38 [36]
Actions correctives	Strategies for Optimizing the Engineering Effectiveness in Corrective Action Programs [37]
Mise en œuvre de la maintenance préventive	Post Maintenance Testing: A Reference Guide [38]
Management du cycle de vie des équipements	Life Cycle Management Planning for SSCs [39]

EPRI a continué d'aider les centrales nucléaires pour la mise en œuvre de l'AP-913 par un recensement assez exhaustif qu'elle a réalisé en juillet 2003. Il s'agit d'un recensement des études et projets pour l'industrie nucléaire (réalisés par EPRI, WANO et les firmes de consultation) liés directement ou indirectement à l'exécution des activités du processus AP-913.

Ces études ont été sélectionnées et répertoriées dans une base de données couvrant un ensemble d'environ 600 références liées au processus de fiabilité AP-913 [24]. Cependant, le degré d'implication des produits sélectionnés varie selon 3 niveaux différents :

- Des produits génériques applicables à des activités principales ou sous-activités du processus AP-913.
- Des produits génériques applicables à des activités principales ou sous-activités dans un cadre bien spécifique.
- Des produits spécialisés applicables à des activités principales ou sous-activités du processus AP-913.

Annexe E : Caractéristiques de fiabilité Génériques des équipements

Tableau E1: Caractéristiques de fiabilité Génériques des équipements [28]

Liste des équipements et/ou fonctions importantes (contributeurs majeurs à l'indisponibilité du système et/ou De la fonction)	Indisponibilité maximale des équipements et/ou fonctions (théorique i.e. calculé avec les valeurs de référence)									Fréquence des essais et/ou des entretiens préventifs requis (nombre/an)		Équipements et/ou fonctions redondants (à essayer ou à rendre «actifs» + fréquence)		Conditions de repli	Références dans l'étude
	Entretien														
	Correctif			Préventif						réacteur ou centrale à l'arrêt (A)		réacteur ou centrale en marche (BC)			
	λ	r	T	f	d	D (fd)	f	d	D (fd)						
P (pompe P1/P2)	118,00x10 ⁻³	144	672	1	120	120	-	-	-	-	12			Arrêt du réacteur (24 heures)	Ch. 7.2
PM (moteur PM1/PM2)	30,70x10 ⁻³	144	672	1	120	120	-	-	-	-	12			Arrêt du réacteur (24 heures)	Ch. 7.2
PM (moteur PM3/PM4)	157,00x10 ⁻³	24	8760	1	120	120	-	-	-	-	1			-	Ch. 7.2
TCV (vanne contrôle temp. TCV6/TCV8)	130,00x10 ⁻³	16	-	1	12	12	-	-	-	-	-			-	Ch. 7.2
TCV (vanne contrôle temp. TCV61/TCV62)	19,50x10 ⁻³	16	672	1	12	12	-	-	-	-	-			-	Ch. 7.2
HX (échangeur de chaleur HX1/HX2)	180,40x10 ⁻³	120	-	-	-	-	-	-	-	-	-			Arrêt du réacteur (24 heures)	Ch. 7.2
V (clapet V3/V4)	24,30x10 ⁻³	40	672	0,5	1	0,5	-	-	-	**	12			-	Ch. 7.2
PV (vanne pneumatique PV1/PV2)	111,30x10 ⁻³	16	16	-	-	-	-	-	-	-	-			-	Ch. 7.2
SV (vanne solénoïde SV1/SV2)	7,90x10 ⁻³	12	12	-	-	-	-	-	-	-	-			-	Ch. 7.2
CP (compresseur CP1/CP2)	138,60x10 ⁻³	16	168	-	-	-	1	16	16	52	-			-	Ch. 7.2
RU (unité de recombinaison RU1/RU2)	39,00x10 ⁻³	16	672	-	-	-	-	-	-	-	-			-	Ch. 7.2
HR (réchauffeur HR1/HR2)	13,50x10 ⁻³	16	672	-	-	-	-	-	-	-	-			-	Ch. 7.2
TE (détecteur thermique)	26,00x10 ⁻³	12	12	-	-	-	-	-	-	-	-			-	Ch. 7.2
TT (transmetteur de température)	26,00x10 ⁻³	12	12	-	-	-	-	-	-	-	-			-	Ch. 7.2
PS (interrupteur de pression)	18,00x10 ⁻³	12	8760	-	-	-	-	-	-	-	-			-	Ch. 7.2

λ = Taux de défaillance (défaillances/an)

r = Durée des réparations plus l'application et le retrait des garanties plus la durée des essais après réparation (h)

T = Intervalle entre les périodes de fonctionnement sinon en fonctionnement continu (heures)

F = Fréquence (nombre/an)

f = Fréquence d'intervention (évén./année)

NA = Non applicable

D = Durée maximale permise (heures)

d = Durée d'intervention (heures)

FC = Fonctionnement continu

A = Réacteur à l'arrêt

B = Réacteur en puissance < 2 %

C = Réacteur en puissance > 2 %

* L'entretien préventif des composants du circuit basse pression est réalisé lorsque le système n'est pas requis. Donc, les activités d'entretien préventif n'engendrent pas une indisponibilité du circuit basse pression.

** Les clapets V3 et V4 sont vérifiés à l'arrêt à toutes les 4 semaines lors des permutations des pompes entraînées par leur moteur Pony.

Liste des équipements et/ou fonctions importantes (contributeurs majeurs à l'indisponibilité du système et/ou de la fonction)	Indisponibilité maximale des équipements et/ou fonctions (théorique i.e. calculé avec les valeurs de référence)									Fréquence des essais et/ou des entretiens préventifs requis (nombre/an)		Équipements et/ou fonctions redondants (à essayer ou à rendre «actifs» + fréquence)		Conditions de repli	Références dans l'étude
	Entretien														
	Correctif			Préventif											
				Arrêt planifié			Centr. en marche								
	λ	R	T	f	d	D (fd)	f	d	D (fd)	réacteur ou centrale à l'arrêt (A)	réacteur ou centrale en marche (BC)	équipement	F		
PT (transmetteur de pression)	38,00x10 ⁻³	12	8760	-	-	-	-	-	-	-	-			-	Ch. 7.2
LT (transmetteur de niveau)	38,00x10 ⁻³	12	672	0,5	6	3	-	-	-	-	-			-	Ch. 7.2
TY (convertisseur de signal TY-11)	24,90x10 ⁻³	12	12	0,2	4	1	-	-	-	-	-			-	Ch. 7.2
RL (relais)	3,50x10 ⁻³	12	8760	-	-	-	-	-	-	-	-			-	Ch. 7.2
RL (relais de temporisation)	12,00x10 ⁻³	12	8760	-	-	-	-	-	-	-	-			-	Ch. 7.2
HS (interrupteur manuel)	3,60x10 ⁻³	12	8760	-	-	-	-	-	-	-	-			-	Ch. 7.2
PRV (régulateur de pression PRV-23)	9,50x10 ⁻³	16	16	-	-	-	-	-	-	-	-			-	Ch. 7.2

λ = Taux de défaillance (défaillances/an)
 r = Durée des réparations plus l'application et le retrait des garanties plus la durée des essais après réparation (h)
 T = Intervalle entre les périodes de fonctionnement sinon en fonctionnement continu (heures)
 F = Fréquence (nombre/an)
 f = Fréquence d'intervention
 NA = Non applicable

D = Durée maximale permise (heures)
 d = Durée d'intervention (heures)
 FC = Fonctionnement continu
 A = Réacteur à l'arrêt
 B = Réacteur en puissance < 2 %
 C = Réacteur en puissance > 2 %

Annexe F: Sélection des composants (Analyse détaillée)

Tableau F1: Règles de sélection et de catégorisation des équipements

Classes d'équipements	PMEL	RMEL	EPRI	Cont. Arrêt	Liste finale	Nombre
Catégorie 1	NA	Oui	Oui	Oui	Oui	53
Catégorie 2	Non	Oui	Non	Oui	Non	2
Catégorie 3	Oui	Oui	Non	Oui	Non	2
Catégorie 4	Oui	Oui	Oui	Non	Non	3

Tableau F2: Sélection des composants (Analyse détaillée)

EPRI	Équip.G2		USI	# FEP	Contenu	Entretien	Modélisé	RMEL	Final
	Genre	Sous Genre							
	ELEMENT	CHAUFFANT	3211 HR1	EE0274E01	Vérification	Arrêt	Oui	1	
	ELEMENT	CHAUFFANT	3211 HR2	EE0274F01	Vérification	Arrêt	Oui	2	
(Pump -Vertical)	POMPE		3211 P1	EM0036201	Vidange	Arrêt	Oui	3	1
	POMPE		3211 P2	EM0012201	Vidange	Arrêt	Oui	4	2
Motor-Medium voltage<15kv	MOTEUR	ELECTRIQUE	3211 PM1	EE0274A02	Vérification	Arrêt	Oui	5	3
	MOTEUR	ELECTRIQUE	3211 PM2	EE0274B02	Vérification	Arrêt	Oui	6	4
Motor-Low voltage<600	MOTEUR	ELECTRIQUE	3211 PM3	EE0274C02	Vérification	Arrêt	Oui	7	5
	MOTEUR	ELECTRIQUE	3211 PM4	EE0274D02	Vérification	Arrêt	Oui	8	6
	VANNE		3211 V1	EM0036300	Lubrification	Arrêt	Non		
	VANNE		3211 V10	EM0363G00	Lubrification	Arrêt	Non		
	VANNE		3211 V11	EM0035900	Lubrification	Arrêt	Non		
	VANNE		3211 V14	EM0359A00	Lubrification	Arrêt	Non		
	VANNE		3211 V15	EM0359B00	Lubrification	Arrêt	Non		
	VANNE		3211 V16	EM0359C00	Lubrification	Arrêt	Non		
	VANNE		3211 V17	EM0359D00	Lubrification	Arrêt	Non		
	VANNE		3211 V18	EM0359E00	Lubrification	Arrêt	Non		
	VANNE		3211 V19	EM0359F00	Lubrification	Arrêt	Non		
	VANNE		3211 V2	EM0363A00	Lubrification	Arrêt	Non		
	VANNE		3211 V20	EM0359G00	Lubrification	Arrêt	Non		
	VANNE		3211 V21	EM0359H00	Lubrification	Arrêt	Non		
	VANNE		3211 V22	EM0359I00	Lubrification	Arrêt	Non		
	VANNE		3211 V23	EM0359J00	Lubrification	Arrêt	Non		
	VANNE		3211 V24	EM0359K00	Lubrification	Arrêt	Non		
	VANNE		3211 V25	EM0359L00	Lubrification	Arrêt	Non		
	VANNE		3211 V26	EM0359M00	Lubrification	Arrêt	Non		
	VANNE		3211 V28	EM0359N00	Lubrification	Arrêt	Non		
	VANNE		3211 V30	EM0359O00	Lubrification	Arrêt	Non		
	VANNE		3211 V31	EM0359P00	Lubrification	Arrêt	Non		
	VANNE		3211 V35	EM0359Q00	Lubrification	Arrêt	Non		
	VANNE		3211 V36	EM0359R00	Lubrification	Arrêt	Non		
	VANNE		3211 V37	EM0359S00	Lubrification	Arrêt	Non		
	VANNE		3211 V38	EM0359T00	Lubrification	Arrêt	Non		
	VANNE		3211 V5	EM0363B00	Lubrification	Arrêt	Non		
	VANNE		3211 V6	EM0363C00	Lubrification	Arrêt	Non		
	VANNE		3211 V7	EM0363D00	Lubrification	Arrêt	Non		
	VANNE		3211 V8	EM0363E00	Lubrification	Arrêt	Non		
	VANNE		3211 V9	EM0363F00	Lubrification	Arrêt	Non		

<i>EPRI</i>	<i>Équip.G2</i>					<i>Entretien</i>	<i>Modélisé</i>	<i>RMEL</i>	<i>Final</i>
	<i>Genre</i>	<i>Sous Genre</i>	<i>USI</i>	<i># FEP</i>	<i>Contenu</i>				
Pressure sensor and transmitter	TRANSMETTEUR	NIVEAU	63210LT13A	EI0091402	Calibration/Ajustement	Arrêt	Oui	9	7
	TRANSMETTEUR	NIVEAU	63210LT13B	EI0091402	Calibration/Ajustement	Arrêt	Oui	10	8
	TRANSMETTEUR	NIVEAU	63210LT13C	EI0091402	Calibration/Ajustement	Arrêt	Oui	11	9
AOV-Diaphragm	VANNE	CONTROLE	63210TCV6	EM3010501	Remplacement	Arrêt	Oui	12	10
	VANNE	CONTROLE	63210TCV6	EI0091003	Calibration/Ajustement	Arrêt	Oui	12	10
	VANNE	CONTROLE	63210TCV61	EI0091202	Calibration/Ajustement	Arrêt	Oui	13	11
	VANNE	CONTROLE	63210TCV62	EI0091202	Calibration/Ajustement	Arrêt	Non		
	VANNE	CONTROLE	63210TCV8	EI0091103	Calibration/Ajustement	Arrêt	Oui	14	12
	VANNE	CONTROLE	63210TCV8	EM3010300	Remplacement	Arrêt	Oui	14	12
Signal Conditioner	CONVERTISSEUR	TEMPERATURE	63210TY11A	EI3013100	Entretien Mineur	Arrêt	Oui	15	13
	CONVERTISSEUR	TEMPERATURE	63210TY11B	EI3013200	Entretien Mineur	Arrêt	Oui	16	14

EPRI	Équip.G2		USI	# FEP	Contenu	Entretien	Modélisé	RMEL	Final
	Genre	Sous Genre							
	VANNE		3211 V34	EM0364B01	Lubrification	Marche		Non	
	FILTRE		3221 FR1	EM0082802	Remplacement	Marche		Non	
	VANNE		3221 V1	EM0036401	Lubrification	Marche		Non	
	VANNE		3221 V12	EM0035701	Lubrification	Marche		Non	
	VANNE		3221 V13	EM0357A01	Lubrification	Marche		Non	
	VANNE		3221 V14	EM0357B01	Lubrification	Marche		Non	
	VANNE		3221 V15	EM0357C01	Lubrification	Marche		Non	
	VANNE		3221 V16	EM0357D01	Lubrification	Marche		Non	
	VANNE		3221 V18	EM0364A01	Lubrification	Marche		Non	
	VANNE		3221 V19	EM0035800	Lubrification	Marche		Non	
	VANNE		3221 V2	EM0357E01	Lubrification	Marche		Non	
	VANNE		3221 V21	EM0035800	Lubrification	Marche		Non	
	VANNE		3221 V22	EM0357H01	Lubrification	Marche		Non	
	VANNE		3221 V23	EM0357I01	Lubrification	Marche		Non	
	VANNE		3221 V24	EM0357J01	Lubrification	Marche		Non	
	VANNE		3221 V25	EM0357K01	Lubrification	Marche		Non	
	VANNE		3221 V26	EM0357L01	Lubrification	Marche		Non	
	VANNE		3221 V3	EM0357F01	Lubrification	Marche		Non	
	VANNE		3221 V4	EM0357G01	Lubrification	Marche		Non	
	VANNE		3221 V5	EM0357M01	Lubrification	Marche		Non	
	VANNE		3221 V6	EM0357N01	Lubrification	Marche		Non	
	BOYAU	FLEXIBLE	3222 Y1	EM3031101	Remplacement	Marche		Non	
	BOYAU	FLEXIBLE	3222 Y10	EM3031101	Remplacement	Marche		Non	
	BOYAU	FLEXIBLE	3222 Y11	EM3031101	Remplacement	Marche		Non	
	BOYAU	FLEXIBLE	3222 Y12	EM3031101	Remplacement	Marche		Non	
	BOYAU	FLEXIBLE	3222 Y13	EM3031101	Remplacement	Marche		Non	
	BOYAU	FLEXIBLE	3222 Y14	EM3031101	Remplacement	Marche		Non	
	BOYAU	FLEXIBLE	3222 Y15	EM3031101	Remplacement	Marche		Non	
	BOYAU	FLEXIBLE	3222 Y16	EM3031101	Remplacement	Marche		Non	
	BOYAU	FLEXIBLE	3222 Y2	EM3031101	Remplacement	Marche		Non	
	BOYAU	FLEXIBLE	3222 Y3	EM3031101	Remplacement	Marche		Non	
	BOYAU	FLEXIBLE	3222 Y4	EM3031101	Remplacement	Marche		Non	
	BOYAU	FLEXIBLE	3222 Y5	EM3031101	Remplacement	Marche		Non	
	BOYAU	FLEXIBLE	3222 Y6	EM3031101	Remplacement	Marche		Non	
	BOYAU	FLEXIBLE	3222 Y7	EM3031101	Remplacement	Marche		Non	
	BOYAU	FLEXIBLE	3222 Y8	EM3031101	Remplacement	Marche		Non	

EPRI	Équip.G2		USI	# FEP	Contenu	Entretien	Modélisé	RMEL	Final
	Genre	Sous Genre							
	COMPRESSEUR		3231 OF1	EM0036700	Lubrification	Marche	Qui	17	
	COMPRESSEUR		3231 OF2	EM0036700	Lubrification	Marche	Qui	18	
	VANNE		3231 V11	EM0036700	Lubrification	Marche	Non		
	VANNE		3231 V12	EM0036700	Lubrification	Marche	Qui	19	
	VANNE		3231 V15	EM0036700	Lubrification	Marche	Non		
	VANNE		3231 V16	EM0036700	Lubrification	Marche	Non		
	VANNE		3231 V27	EM0036700	Lubrification	Marche	Non		
	VANNE		3251 V10	EM0036800	Lubrification	Marche	Non		
	VANNE		3271 V1	EM0036900	Lubrification	Marche	Non		
	VANNE		3271 V8	EM0036900	Lubrification	Marche	Non		
	TRANSMETTEUR	NIVEAU	63210LT12	EI0091302	Calibration/Ajustement	Marche	Non		
	INTERRUPTEUR	PRESSION	63230PS805	EI0127102	Calibration/Ajustement	Marche	Non		
	CELLULE	ECHANTILLONNAGE	63261AE10	EI0125302	Calibration/Ajustement	Marche	Non		
	TRANSMETTEUR	CONDUCTIVIMETRE	63261CT6	EI0055000	Calibration/Ajustement	Marche	Non		
	TRANSMETTEUR	NIVEAU	63271LT9	EI0088000	Essai	Marche	Non		

EPRI	Équip.G2		USI	# FEP	Contenu	Entretien	Modélisé	RMEL	Final
	Genre	Sous Genre							
Heat exchanger	ECHANGEUR	CHALEUR	3211 HX1			Néant	Oui	20	15
	ECHANGEUR	CHALEUR	3211 HX2			Néant	Oui	21	16
Valve check-Swing	VANNE		3211 V3			Néant	Oui	22	17
	VANNE		3211 V4			Néant	Oui	23	18
Valve Pressure Relief	VANNE	REGLAGE	3231 PRV22			Néant	Oui	24	19
	VANNE	REGLAGE	3231 PRV23			Néant	Oui	25	20
AOV Piston	VANNE	PNEUMATIQUE	3231 PV1			Néant	Oui	26	21
	VANNE	PNEUMATIQUE	3231 PV2			Néant	Oui	27	22
	UNITE	RECOMBINAISON	3231 RU1			Néant	Oui	28	
	UNITE	RECOMBINAISON	3231 RU2			Néant	Oui	29	
Pressure switch	INTERRUPTEUR	PRESSION	63210PS55A			Néant	Oui	30	23
	INTERRUPTEUR	PRESSION	63210PS55B			Néant	Oui	31	24
	INTERRUPTEUR	PRESSION	63210PS55C			Néant	Oui	32	25
Pressure sensor and transmitter	TRANSMETTEUR	PRESSION	63210PT55A			Néant	Oui	33	26
	TRANSMETTEUR	PRESSION	63210PT55B			Néant	Oui	34	27
	TRANSMETTEUR	PRESSION	63210PT55C			Néant	Oui	35	28
Relay Control-Electromec.	RELAIS		63210RL34			Néant	Oui	36	29
	RELAIS		63210RL43			Néant	Oui	37	30
	RELAIS		63210RL44			Néant	Oui	38	31
	RELAIS		63210RL45			Néant	Oui	39	32
	RELAIS		63210RL46			Néant	Oui	40	33
	RELAIS		63210RL47			Néant	Oui	41	34
	RELAIS		63210RL48			Néant	Oui	42	35
	RELAIS		63210RL50			Néant	Oui	43	36
	RELAIS		63210RL51			Néant	Oui	44	37
	RELAIS		63210RL58			Néant	Oui	45	38
	RELAIS		63210RL59			Néant	Oui	46	39
	RELAIS		63210RL60			Néant	Oui	47	40
Temperature switch	DETECTEUR	TEMPERATURE	63210TE11B			Néant	Oui	48	41
	DETECTEUR	TEMPERATURE	63210TE11C			Néant	Oui	49	42
	TRANSMETTEUR	TEMPERATURE	63210TT11A			Néant	Oui	50	43
	TRANSMETTEUR	TEMPERATURE	63210TT11B			Néant	Oui	51	44
	TRANSMETTEUR	TEMPERATURE	63210TT11C			Néant	Oui	52	45
Relay Control-Electromec.	RELAIS		63230RL1A			Néant	Oui	53	46
	RELAIS		63230RL1B			Néant	Oui	54	47
	RELAIS		63230RL1C			Néant	Oui	55	48
	RELAIS		63230RL2A			Néant	Oui	56	49
	RELAIS		63230RL2B			Néant	Oui	57	50
	RELAIS		63230RL2C			Néant	Oui	58	51
SOV-Solenoid Operated	ELECTROVANNE		63230SV1			Néant	Oui	59	52
	ELECTROVANNE		63230SV2			Néant	Oui	60	53

Annexe G: PMP complet du modérateur

Tableau G1: PMP complet du modérateur

EPRI	N	Équip. G2			Code Criticité	Maintenance préventive		Périodicité en	
		Genre	Sous Genre	USI		# FEP	Contenu	Semaines	Années
(Pump -Vertical)	1	POMPE		3211 P1	CHS	EM0036201	Vidange	52	1
	2	POMPE		3211 P2	CHS	EM0012201	Vidange	52	1
Motor-Medium voltage<15kv	3	MOTEUR	ELECTRIQUE	3211 PM1	CHS	EE0274A02	Vérification	52	1
	4	MOTEUR	ELECTRIQUE	3211 PM2	CHS	EE0274B02	Vérification	52	1
Motor-Low voltage<600	5	MOTEUR	ELECTRIQUE	3211 PM3	CLS	EE0274C02	Vérification	104	2
	6	MOTEUR	ELECTRIQUE	3211 PM4	CLS	EE0274D02	Vérification	104	2
Pressure sensor and tansmitter	7	TRANSMETTEUR	NIVEAU	63210LT13A	M-M	EI0091402	Calibration/Ajustement	104	2
	8	TRANSMETTEUR	NIVEAU	63210LT13B	M-M	EI0091402	Calibration/Ajustement	104	2
	9	TRANSMETTEUR	NIVEAU	63210LT13C	M-M	EI0091402	Calibration/Ajustement	104	2
AOV-Diaphragm	10	VANNE	CONTROLE	63210TCV6	CHM	EM0010501	Remplacement	520	10
	10	VANNE	CONTROLE	63210TCV6	CHM	EI0091003	Calibration/Ajustement	52	1
	11	VANNE	CONTROLE	63210TCV61	M-M	EI0091202	Calibration/Ajustement	52	1
	12	VANNE	CONTROLE	63210TCV8	CHM	EI0091103	Calibration/Ajustement	52	1
	12	VANNE	CONTROLE	63210TCV8	CHM	EM0010300	Remplacement	520	10
Signal Conditionner	13	CONVERTISSEUR	TEMPERATURE	63210TY11A	CHM	EI3013100	Entretien Mineur	260	5
	14	CONVERTISSEUR	TEMPERATURE	63210TY11B	CHM	EI3013200	Entretien Mineur	260	5
Heat exchanger	15	ECHANGEUR	CHALEUR	3211 HX1	CHS	Via PIMES-32000		780	15
	16	ECHANGEUR	CHALEUR	3211 HX2	CHS	Via PIMES-32000		780	15
Valve check-Swing	17	VANNE		3211 V3	CHS	Via PIMES-32000		260	5
	18	VANNE		3211 V4	CHS	Via PIMES-32000		260	5
Valve Pressure Relief	19	VANNE	REGLAGE	3231 PRV22	M-M	Néant		cc	cc
	20	VANNE	REGLAGE	3231 PRV23	M-M	Néant		cc	cc
AOV Piston	21	VANNE	PNEUMATIQUE	3231 PV1	CLS	Néant		cc	cc
	22	VANNE	PNEUMATIQUE	3231 PV2	CLS	Néant		cc	cc
Pressure switch	23	INTERRUPTEUR	PRESSION	63210PS55A	M-M	Essai via Procédure ME-32110-8.5		52	1
	24	INTERRUPTEUR	PRESSION	63210PS55B	M-M	Essai via Procédure ME-32110-8.5		52	1
	25	INTERRUPTEUR	PRESSION	63210PS55C	M-M	Essai via Procédure ME-32110-8.5		52	1
Pressure sensor and tansmitter	26	TRANSMETTEUR	PRESSION	63210PT55A	M-M	Néant		cc	cc
	27	TRANSMETTEUR	PRESSION	63210PT55B	M-M	Néant		cc	cc
	28	TRANSMETTEUR	PRESSION	63210PT55C	M-M	Néant		cc	cc
Relay Control -Electromec.	29	RELAIS		63210RL34	MLM	Essai via Procédure ME-32110-8.5		52	1
	30	RELAIS		63210RL43	MLM	Essai via FEP EI00914		104	2
	31	RELAIS		63210RL44	MLM	Essai via FEP EI00914		104	2
	32	RELAIS		63210RL45	MLM	Essai via FEP EI00914		104	2
	33	RELAIS		63210RL46	MLM	Essai via FEP EI00914		104	2
	34	RELAIS		63210RL47	MLM	Essai via FEP EI00914		104	2
	35	RELAIS		63210RL48	MLM	Essai via FEP EI00914		104	2
	36	RELAIS		63210RL50	MLM	Essai via Procédure ME-32110-8.5		52	1
	37	RELAIS		63210RL51	MLM	Essai via Procédure ME-32110-8.5		52	1
	38	RELAIS		63210RL58	MLM	Essai via Procédure ME-32110-8.5		52	1
	39	RELAIS		63210RL59	MLM	Essai via Procédure ME-32110-8.5		52	1
	40	RELAIS		63210RL60	MLM	Essai via Procédure ME-32110-8.5		52	1

EPRI	N	Équip.G2			Code	Maintenance préventive		Périodicité en	
		Genre	Sous Genre	USI		# FEP	Contenu	Semaines	Années
Temperature switch	41	DETECTEUR	TEMPERATURE	63210TE11B	M-S	Essai via FEP EI00912		52	1
	42	DETECTEUR	TEMPERATURE	63210TE11C	M-S	Essai via FEP EI00910		52	1
	43	TRANSMETTEUR	TEMPERATURE	63210TT11A	M-M	Essai via FEP EI00911		52	1
	44	TRANSMETTEUR	TEMPERATURE	63210TT11B	M-M	Essai via FEP EI00912		52	1
	45	TRANSMETTEUR	TEMPERATURE	63210TT11C	M-M	Essai via FEP EI00910		52	1
Relay Control -Electromec.	46	RELAIS		63230RL1A	M-M	Néant		∞	∞
	47	RELAIS		63230RL1B	M-M	Néant		∞	∞
	48	RELAIS		63230RL1C	M-M	Néant		∞	∞
	49	RELAIS		63230RL2A	M-M	Néant		∞	∞
	50	RELAIS		63230RL2B	M-M	Néant		∞	∞
	51	RELAIS		63230RL2C	M-M	Néant		∞	∞
SOV-Solenoid Operated	52	ELECTROVANNE		63230SV1	CHS	Néant		∞	∞
	53	ELECTROVANNE		63230SV2	CHS	Néant		∞	∞

Annexe H: Criticité des composants (Analyse détaillée)

Tableau H1: Règles de catégorisation des équipements selon criticité

Classes d'équipements	Nombre	Facteurs de risque maximaux	Criticité EPRI	
Catégorie 1		RAW>2 et FV>5E-3	C	Hautement Critique pour la sûreté.
Catégorie 2		RAW>2 et FV<5E-3	C	Critique pour la sûreté.
Catégorie 3		RAW<2 et FV>5E-3	M	Mineur (Critères économiques).
Catégorie 4		RAW<2 et FV<5E-3	OJB	Opéré jusqu'à bris (RTF).

Tableau H2: Criticité des composants (Analyse détaillée)

EPRI	N	Équip. G2		USI	Valeur Max.		Catégorie				Criticité selon		Code
		Genre	Sous Genre		RAW	FV	C1	C2	C3	C4	EPRI	G2	
(Pump -Vertical)	1 POMPE			3211 P1	7,63E+02	8,06E-01					Critique	Critique	C
	2 POMPE			3211 P2	5,95E+01	4,25E-01					Critique	Critique	C
Motor-Medium voltage<15kv	3 MOTEUR	ELECTRIQUE		3211 PM1	1,54E+01	1,71E-02					Critique	Critique	C
	4 MOTEUR	ELECTRIQUE		3211 PM2	4,74E+00	4,22E-03					Critique	Critique	C
Motor-Low voltage<600	5 MOTEUR	ELECTRIQUE		3211 PM3	8,10E+00	4,22E-02					Critique	Critique	C
	6 MOTEUR	ELECTRIQUE		3211 PM4	1,85E+01	1,04E-01					Critique	Critique	C
Pressure sensor and tansmitter	7 TRANSMETTEUR NIVEAU			63210LT13A	1,74E+00	4,65E-03					OJB	Mineur	
	8 TRANSMETTEUR NIVEAU			63210LT13B	1,74E+00	4,65E-03					OJB	Mineur	
	9 TRANSMETTEUR NIVEAU			63210LT13C	1,74E+00	4,65E-03					OJB	Mineur	
AOV-Diaphragm	10 VANNE	CONTROLE		63210TCV6	1,68E+02	3,82E-02					Critique	Critique	C
	11 VANNE	CONTROLE		63210TCV61	1,00E+00	3,53E-07					OJB	Mineur	
	12 VANNE	CONTROLE		63210TCV8	1,68E+02	3,82E-02					Critique	Critique	C
Signal Conditionner	13 R	CONVERTISSEUR											
	13 R	TEMPERATURE		63210TY11A	1,68E+02	1,04E-02					Critique	Critique	C
	14 R	TEMPERATURE		63210TY11C	1,68E+02	1,04E-02					Critique	Critique	C
Heat exchanger	15 ECHANGEUR	CHALEUR		3211 HX1	1,68E+02	1,18E-01					Critique	Critique	C
	16 ECHANGEUR	CHALEUR		3211 HX2	1,68E+02	1,18E-01					Critique	Critique	C
Valve check-Swing	17 VANNE			3211 V3	5,95E+01	7,10E-02					Critique	Critique	C
	18 VANNE			3211 V4	5,95E+01	3,54E-02					Critique	Critique	C
Valve Pressure Relief	19 VANNE	REGLAGE		3231 PRV22	1,06E+00	1,69E-06					OJB	Mineur	
	20 VANNE	REGLAGE		3231 PRV23	1,06E+00	1,69E-06					OJB	Mineur	
AOV Piston	21 VANNE	PNEUMATIQUE		3231 PV1	1,83E+02	2,12E-02					Critique	Critique	C
	22 VANNE	PNEUMATIQUE		3231 PV2	1,83E+02	2,12E-02					Critique	Critique	C
Pressure switch	23 INTERRUPTEUR PRESSION			63210PS55A	1,02E+00	1,13E-06					OJB	Mineur	
	24 INTERRUPTEUR PRESSION			63210PS55B	1,02E+00	1,13E-06					OJB	Mineur	
	25 INTERRUPTEUR PRESSION			63210PS55C	1,02E+00	1,13E-06					OJB	Mineur	
Pressure sensor and tansmitter	26 TRANSMETTEUR PRESSION			63210PT55A	1,33E+00	1,47E-04					OJB	Mineur	
	27 TRANSMETTEUR PRESSION			63210PT55B	1,33E+00	1,47E-04					OJB	Mineur	
	28 TRANSMETTEUR PRESSION			63210PT55C	1,33E+00	1,47E-04					OJB	Mineur	

EPRI	N	Équip.G2		Valeur Max.		Catégorie				Criticité selon		Code	
		Genre	Sous Genre	USI	RAW	FV	C1	C2	C3	C4	EPRI		G2
Relay Control -Electromec.	29	RELAIS		63210RL34	1,00E+00	6,70E-07					OJB	Mineur	
	30	RELAIS		63210RL43	1,74E+00	2,65E-05					OJB	Mineur	
	31	RELAIS		63210RL44	1,14E+00	5,04E-06					OJB	Mineur	
	32	RELAIS		63210RL45	1,74E+00	2,65E-05					OJB	Mineur	
	33	RELAIS		63210RL46	1,14E+00	5,04E-06					OJB	Mineur	
	34	RELAIS		63210RL47	1,74E+00	2,65E-05					OJB	Mineur	
	35	RELAIS		63210RL48	1,14E+00	5,04E-06					OJB	Mineur	
	36	RELAIS		63210RL50	1,00E+00	6,70E-07					OJB	Mineur	
	37	RELAIS		63210RL51	1,00E+00	6,70E-07					OJB	Mineur	
	38	RELAIS		63210RL58	1,00E+00	6,70E-07					OJB	Mineur	
	39	RELAIS		63210RL59	1,00E+00	6,70E-07					OJB	Mineur	
	40	RELAIS		63210RL60	1,00E+00	6,70E-07					OJB	Mineur	
Temperature switch	41	DETECTEUR	TEMPERATURE	63210TE11B	1,56E+00	2,80E-03					OJB	Mineur	
	42	DETECTEUR	TEMPERATURE	63210TE11C	1,56E+00	2,80E-03					OJB	Mineur	
	43	TRANSMETTEUR	TEMPERATURE	63210TT11A	1,56E+00	2,01E-05					OJB	Mineur	
	44	TRANSMETTEUR	TEMPERATURE	63210TT11B	1,56E+00	2,01E-05					OJB	Mineur	
	45	TRANSMETTEUR	TEMPERATURE	63210TT11C	1,56E+00	2,01E-05					OJB	Mineur	
Relay Control -Electromec.	46	RELAIS		63230RL1A	1,02E+00	7,19E-08					OJB	Mineur	
	47	RELAIS		63230RL1B	1,02E+00	7,19E-08					OJB	Mineur	
	48	RELAIS		63230RL1C	1,02E+00	7,19E-08					OJB	Mineur	
	49	RELAIS		63230RL2A	1,02E+00	7,19E-08					OJB	Mineur	
	50	RELAIS		63230RL2B	1,02E+00	7,19E-08					OJB	Mineur	
	51	RELAIS		63230RL2C	1,02E+00	7,19E-08					OJB	Mineur	
SOV-Solenoid Operated	52	ELECTROVANNE		63230SV1	1,83E+02	3,70E-03					Critique	Critique	C
	53	ELECTROVANNE		63230SV2	1,83E+02	3,70E-03					Critique	Critique	C

Annexe I: Codification des équipements sélectionnés

Tableau 11: Codification des équipements sélectionnés

EPRI	N	Équip.G-2		Code de criticité EPRI												Code	
		Genre	Sous Genre	USI	C, M: Criticité H, L: Condition de service S, M: Environnement												
					Crit.	C.C	C.S	CHS	CLS	CHM	CLM	MHS	MLS	MHM	MLM		
(Pump -Vertical)	1 POMPE		3211 P1	C	H	S										CHS	
	2 POMPE		3211 P2	C	H	S										CHS	
Motor-Medium voltage<15kv	3 MOTEUR	ÉLECTRIQUE	3211 PM1	C	H	S										CHS	
	4 MOTEUR	ÉLEC TRIQUE	3211 PM2	C	H	S										CHS	
Motor-Low é voltage<600	5 MOTEUR	ÉLECTRIQUE	3211 PM3	C	L	S										CLS	
	6 MOTEUR	ÉLECTRIQUE	3211 PM4	C	L	S										CLS	
Pressure sensor and tansmitter	7 TRANSMETTEUR	NIVEAU	63210LT13A	M	H	M										MHM	
	8 TRANSMETTEUR	NIVEAU	63210LT13B	M	H	M										MHM	
	9 TRANSMETTEUR	NIVEAU	63210LT13C	M	H	M										MHM	
AOV-Diaphragm	10 VANNE	CONTRÔLE	63210TCV6	C	H	M										CHM	
	11 VANNE	CONTRÔLE	63210TCV61	M	H	M										MHM	
	12 VANNE	CONTRÔLE	63210TCV8	C	H	M										CHM	
Signal Conditionner	13 CONVERTISSEUR	TEMPÉRATURE	63210TY11A	C	H	M										CHM	
	14 CONVERTISSEUR	TEMPÉRATURE	63210TY11C	C	H	M										CHM	
Heat exchanger	15 ÉCHANGEUR	CHALEUR	3211 HX1	C	H	S										CHS	
	16 ÉCHANGEUR	CHALEUR	3211 HX2	C	H	S										CHS	
Valve check-Swing	17 VANNE		3211 V3	C	H	S										CHS	
	18 VANNE		3211 V4	C	H	S										CHS	
Valve Pressure Relief	19 VANNE	REGLAGE	3231 PRV22	M	H	M										MHM	
	20 VANNE	REGLAGE	3231 PRV23	M	H	M										MHM	
AOV Piston	21 VANNE	PNEUMATIQUE	3231 PV1	C	L	S										CLS	
	22 VANNE	PNEUMATIQUE	3231 PV2	C	L	S										CLS	
Pressure switch	23 INTERRUPTEUR	PRESSION	63210PS55A	M	H	M										MHM	
	24 INTERRUPTEUR	PRESSION	63210PS55B	M	H	M										MHM	
	25 INTERRUPTEUR	PRESSION	63210PS55C	M	H	M										MHM	
Pressure sensor and tansmitter	26 TRANSMETTEUR	PRESSION	63210PT55A	M	H	M										MHM	
	27 TRANSMETTEUR	PRESSION	63210PT55B	M	H	M										MHM	
	28 TRANSMETTEUR	PRESSION	63210PT55C	M	H	M										MHM	

EPRI	N	Équip.G-2		Code de criticité EPRI											Code	
		Genre	Sous Genre	USI	Crit.	C.C	C, M: Criticité H, L: Condition de service S, M: Environnement									
							C.S	CHS	CLS	CHM	CLM	MHS	MLS	MHM		MLM
Relay Control -Electromec.	29 RELAIS			63210RL34	M	L	M									MLM
	30 RELAIS			63210RL43	M	L	M									MLM
	31 RELAIS			63210RL44	M	L	M									MLM
	32 RELAIS			63210RL45	M	L	M									MLM
	33 RELAIS			63210RL46	M	L	M									MLM
	34 RELAIS			63210RL47	M	L	M									MLM
	35 RELAIS			63210RL48	M	L	M									MLM
	36 RELAIS			63210RL50	M	L	M									MLM
	37 RELAIS			63210RL51	M	L	M									MLM
	38 RELAIS			63210RL58	M	L	M									MLM
	39 RELAIS			63210RL59	M	L	M									MLM
	40 RELAIS			63210RL60	M	L	M									MLM
Temperature switch	41 DETECTEUR	TEMPÉRATURE		63210TE11B	M	H	S									MHS
	42 DETECTEUR	TEMPÉRATURE		63210TE11C	M	H	S									MHS
	43 TRANSMETTEUR	TEMPÉRATURE		63210TT11A	M	H	M									MHM
	44 TRANSMETTEUR	TEMPÉRATURE		63210TT11B	M	H	M									MHM
	45 TRANSMETTEUR	TEMPÉRATURE		63210TT11C	M	H	M									MHM
Relay Control -Electromec.	46 RELAIS			63230RL1A	M	H	M									MHM
	47 RELAIS			63230RL1B	M	H	M									MHM
	48 RELAIS			63230RL1C	M	H	M									MHM
	49 RELAIS			63230RL2A	M	H	M									MHM
	50 RELAIS			63230RL2B	M	H	M									MHM
	51 RELAIS			63230RL2C	M	H	M									MHM
SOV-Solenoid Operated	52 ÉLECTROVANNE			63230SV1	C	H	S									CHS
	53 ÉLECTROVANNE			63230SV2	C	H	S									CHS

Annexe J: Nouvelles périodicités (espacement à 18 ou 24 mois)

Tableau J1: Nouvelles périodicités (espacement à 18 ou 24 mois)

N	EPRI	Équip. G-2			Crit.	Maintenance préventive		Périodicité			
		Genre	Sous Genre	USI		# FEP	Contenu	Actuelle	Future (Arrêt 18 mois)		
									Min	Maj	Final
1	(Pump -Vertical)	POMPE		3211 P1	CHS	EM0038201	Vidange	1	1,5	1,5	1,5
2		POMPE		3211 P2	CHS	EM0012201	Vidange	1	1,5	1,5	1,5
3	Motor-Medium voltage<15kv	MOTEUR	ÉLECTRIQUE	3211 PM1	CHS	EE0274A02	Vérification	1	1,5	1,5	1,5
4		MOTEUR	ÉLECTRIQUE	3211 PM2	CHS	EE0274B02	Vérification	1	1,5	1,5	1,5
5	Motor-Low voltage<600	MOTEUR	ÉLECTRIQUE	3211 PM3	CLS	EE0274C02	Vérification	2	1,5	3	1,5
6		MOTEUR	ÉLECTRIQUE	3211 PM4	CLS	EE0274D02	Vérification	2	1,5	3	1,5
7	Pressure sensor and tansmitter	TRANSMETTEUR	NIVEAU	63210LT13A	MHM	E10091402	Calibration/Ajustement	2	1,5	3	1,5
8		TRANSMETTEUR	NIVEAU	63210LT13B	MHM	E10091402	Calibration/Ajustement	2	1,5	3	1,5
9		TRANSMETTEUR	NIVEAU	63210LT13C	MHM	E10091402	Calibration/Ajustement	2	1,5	3	1,5
10	AOV-Diaphragm	VANNE	CONTRÔLE	63210TCV6	CHM	EM3010501	Remplacement	10	9	10,5	10,5
10		VANNE	CONTRÔLE	63210TCV6	CHM	E10091003	Calibration/Ajustement	1	1,5	1,5	1,5
11		VANNE	CONTRÔLE	63210TCV61	MHM	E10091202	Calibration/Ajustement	1	1,5	1,5	1,5
12		VANNE	CONTRÔLE	63210TCV8	CHM	E10091103	Calibration/Ajustement	1	1,5	1,5	1,5
12		VANNE	CONTRÔLE	63210TCV8	CHM	EM3010300	Remplacement	10	9	10,5	10,5
13	Signal Conditionner	CONVERTISSEUR	TEMPÉRATURE	63210TY11A	CHM	E13013100	Entretien Mineur	5	4,5	6	6
14		CONVERTISSEUR	TEMPÉRATURE	63210TY11B	CHM	E13013200	Entretien Mineur	5	4,5	6	6
15	Heat exchanger	ÉCHANGEUR	CHALEUR	3211 HX1	CHS	Via PIMES-32000		10	9	10,5	10,5
16		ÉCHANGEUR	CHALEUR	3211 HX2	CHS	Via PIMES-32000		10	9	10,5	10,5
17	Valve check-Swing	VANNE		3211 V3	CHS	Via PIMES-32000		5	4,5	6	4,5
18		VANNE		3211 V4	CHS	Via PIMES-32000		5	4,5	6	4,5
19	Valve Pressure Relief	VANNE	REGLAGE	3231 PRV22	MHM	Néant		cc	cc	cc	cc
20		VANNE	REGLAGE	3231 PRV23	MHM	Néant		cc	cc	cc	cc
21	AOV Piston	VANNE	PNEUMATIQUE	3231 PV1	CLS	Néant		cc	cc	cc	cc
22		VANNE	PNEUMATIQUE	3231 PV2	CLS	Néant		cc	cc	cc	cc
23	Pressure switch	INTERRUPTEUR	PRESSION	63210PS55A	MHM	Essai via Procédure ME-32110-8.5		1	1,5	1,5	1,5
24		INTERRUPTEUR	PRESSION	63210PS55B	MHM	Essai via Procédure ME-32110-8.5		1	1,5	1,5	1,5
25		INTERRUPTEUR	PRESSION	63210PS55C	MHM	Essai via Procédure ME-32110-8.5		1	1,5	1,5	1,5
26	Pressure sensor and tansmitter	TRANSMETTEUR	PRESSION	63210PT55A	MHM	Néant		cc	cc	cc	cc
27		TRANSMETTEUR	PRESSION	63210PT55B	MHM	Néant		cc	cc	cc	cc
28		TRANSMETTEUR	PRESSION	63210PT55C	MHM	Néant		cc	cc	cc	cc

N	EPRI	Équip. G-2			Crit.	Maintenance préventive		Périodicité			
		Genre	Sous Genre	USI		# FEP	Contenu	Actuelle	Future (Arrêt 18 mois)		
									Min	Maj	Final
29	Relay Control -Electromec.	RELAIS		63210RL34	MLM	Essai via Procédure ME-32110-8.5	1	1,5	1,5	1,5	
30		RELAIS		63210RL43	MLM	Essai via FEP EI00914	2	1,5	3	1,5	
31		RELAIS		63210RL44	MLM	Essai via FEP EI00914	2	1,5	3	1,5	
32		RELAIS		63210RL45	MLM	Essai via FEP EI00914	2	1,5	3	1,5	
33		RELAIS		63210RL46	MLM	Essai via FEP EI00914	2	1,5	3	1,5	
34		RELAIS		63210RL47	MLM	Essai via FEP EI00914	2	1,5	3	1,5	
35		RELAIS		63210RL48	MLM	Essai via FEP EI00914	2	1,5	3	1,5	
36		RELAIS		63210RL50	MLM	Essai via Procédure ME-32110-8.5	1	1,5	1,5	1,5	
37		RELAIS		63210RL51	MLM	Essai via Procédure ME-32110-8.5	1	1,5	1,5	1,5	
38		RELAIS		63210RL58	MLM	Essai via Procédure ME-32110-8.5	1	1,5	1,5	1,5	
39		RELAIS		63210RL59	MLM	Essai via Procédure ME-32110-8.5	1	1,5	1,5	1,5	
40		RELAIS		63210RL60	MLM	Essai via Procédure ME-32110-8.5	1	1,5	1,5	1,5	
41	Temperature switch	DETECTEUR	TEMPÉRATURE	63210TE11B	MHS	Essai via FEP EI00912	1	1,5	1,5	1,5	
42		DETECTEUR	TEMPÉRATURE	63210TE11C	MHS	Essai via FEP EI00910	1	1,5	1,5	1,5	
43		TRANSMETTEUR	TEMPÉRATURE	63210TT11A	MHM	Essai via FEP EI00911	1	1,5	1,5	1,5	
44		TRANSMETTEUR	TEMPÉRATURE	63210TT11B	MHM	Essai via FEP EI00912	1	1,5	1,5	1,5	
45		TRANSMETTEUR	TEMPÉRATURE	63210TT11C	MHM	Essai via FEP EI00910	1	1,5	1,5	1,5	
46	Relay Control -Electromec.	RELAIS		63230RL1A	MHM	Néant	cc	cc	cc	cc	
47		RELAIS		63230RL1B	MHM	Néant	cc	cc	cc	cc	
48		RELAIS		63230RL1C	MHM	Néant	cc	cc	cc	cc	
49		RELAIS		63230RL2A	MHM	Néant	cc	cc	cc	cc	
50		RELAIS		63230RL2B	MHM	Néant	cc	cc	cc	cc	
51		RELAIS		63230RL2C	MHM	Néant	cc	cc	cc	cc	
52	SOV-Solenoid Operated	ÉLECTROVANNE		63230SV1	CHS	Néant	cc	cc	cc	cc	
53		ÉLECTROVANNE		63230SV2	CHS	Néant	cc	cc	cc	cc	

N	EPRI	Équip. G-2			Maintenance préventive			Périodicité			
		Genre	Sous Genre	USI	Crit.	# FEP	Contenu	Actuelle	Future (Arrêt 18 mois)		
									Min	Ma	Final
1	(Pump -Vertical)	POMPE		3211 P1	CHS	EM0036201	Vidange	1	2	2	2
2		POMPE		3211 P2	CHS	EM0012201	Vidange	1	2	2	2
3	Motor-Medium voltage<15kv	MOTEUR	ÉLECTRIQUE	3211 PM1	CHS	EE0274A02	Vérification	1	2	2	2
4		MOTEUR	ÉLECTRIQUE	3211 PM2	CHS	EE0274B02	Vérification	1	2	2	2
5	Motor-Low é voltage<600	MOTEUR	ÉLECTRIQUE	3211 PM3	CLS	EE0274C02	Vérification	2	2	2	2
6		MOTEUR	ÉLECTRIQUE	3211 PM4	CLS	EE0274D02	Vérification	2	2	2	2
7	Pressure sensor and tansmitter	TRANSMETTEUR	NIVEAU	63210LT13A	MHM	E10091402	Calibration/Ajustement	2	2	2	2
8		TRANSMETTEUR	NIVEAU	63210LT13B	MHM	E10091402	Calibration/Ajustement	2	2	2	2
9		TRANSMETTEUR	NIVEAU	63210LT13C	MHM	E10091402	Calibration/Ajustement	2	2	2	2
10	AOV- Diaphragm	VANNE	CONTRÔLE	63210TCV6	CHM	EM3010501	Remplacement	10	10	10	10
10		VANNE	CONTRÔLE	63210TCV6	CHM	E10091003	Calibration/Ajustement	1	2	2	2
11		VANNE	CONTRÔLE	63210TCV61	MHM	E10091202	Calibration/Ajustement	1	2	2	2
12		VANNE	CONTRÔLE	63210TCV8	CHM	E10091103	Calibration/Ajustement	1	2	2	2
12	Signal Conditionner	VANNE	CONTRÔLE	63210TCV8	CHM	EM3010300	Remplacement	10	10	10	10
13		CONVERTISSEUR	TEMPÉRATURE	63210TY11A	CHM	E13013100	Entretien Mineur	5	4	6	6
14		CONVERTISSEUR	TEMPÉRATURE	63210TY11B	CHM	E13013200	Entretien Mineur	5	4	6	6
15	Heat exchanger	ÉCHANGEUR	CHALEUR	3211 HK1	CHS	Via PIMES-32000		10	10	10	10
16		ÉCHANGEUR	CHALEUR	3211 HX2	CHS	Via PIMES-32000		10	10	10	10
17	Valve check-Swing	VANNE		3211 V3	CHS	Via PIMES-32000		5	4	6	4
18		VANNE		3211 V4	CHS	Via PIMES-32000		5	4	6	4
19	Valve Pressure Relief	VANNE	REGLAGE	3231 PRV22	MHM	Néant		oc	oc	oc	oc
20		VANNE	REGLAGE	3231 PRV23	MHM	Néant		oc	oc	oc	oc
21	AOV Piston	VANNE	PNEUMATIQUE	3231 PV1	CLS	Néant		oc	oc	oc	oc
22		VANNE	PNEUMATIQUE	3231 PV2	CLS	Néant		oc	oc	oc	oc
23	Pressure switch	INTERRUPTEUR	PRESSION	63210PS55A	MHM	Essai via Procédure ME-32110-8.5		1	2	2	2
24		INTERRUPTEUR	PRESSION	63210PS55B	MHM	Essai via Procédure ME-32110-8.5		1	2	2	2
25		INTERRUPTEUR	PRESSION	63210PS55C	MHM	Essai via Procédure ME-32110-8.5		1	2	2	2
26	Pressure sensor and tansmitter	TRANSMETTEUR	PRESSION	63210PT55A	MHM	Néant		oc	oc	oc	oc
27		TRANSMETTEUR	PRESSION	63210PT55B	MHM	Néant		oc	oc	oc	oc
28		TRANSMETTEUR	PRESSION	63210PT55C	MHM	Néant		oc	oc	oc	oc

N	EPRI	Équip. G-2			Maintenance préventive		Périodicité				
		Genre	Sous Genre	USI	Crit.	# FEP	Contenu	Actuelle	Future (Arrêt 18 mois)		
									Min	Maj	Final
29	Relay Control -Electromec.	RELAIS		63210RL34	MLM	Essai via Procédure ME-32110-8.5		1	2	2	2
30		RELAIS		63210RL43	MLM	Essai via FEP EI00914		2	2	2	2
31		RELAIS		63210RL44	MLM	Essai via FEP EI00914		2	2	2	2
32		RELAIS		63210RL45	MLM	Essai via FEP EI00914		2	2	2	2
33		RELAIS		63210RL46	MLM	Essai via FEP EI00914		2	2	2	2
34		RELAIS		63210RL47	MLM	Essai via FEP EI00914		2	2	2	2
35		RELAIS		63210RL48	MLM	Essai via FEP EI00914		2	2	2	2
36		RELAIS		63210RL50	MLM	Essai via Procédure ME-32110-8.5		1	2	2	2
37		RELAIS		63210RL51	MLM	Essai via Procédure ME-32110-8.5		1	2	2	2
38		RELAIS		63210RL58	MLM	Essai via Procédure ME-32110-8.5		1	2	2	2
39		RELAIS		63210RL59	MLM	Essai via Procédure ME-32110-8.5		1	2	2	2
40		RELAIS		63210RL60	MLM	Essai via Procédure ME-32110-8.5		1	2	2	2
41	Temperature switch	DETECTEUR	TEMPÉRATURE	63210TE11B	MHS	Essai via FEP EI00912		1	2	2	2
42		DETECTEUR	TEMPÉRATURE	63210TE11C	MHS	Essai via FEP EI00910		1	2	2	2
43		TRANSMETTEUR	TEMPÉRATURE	63210TT11A	MHM	Essai via FEP EI00911		1	2	2	2
44		TRANSMETTEUR	TEMPÉRATURE	63210TT11B	MHM	Essai via FEP EI00912		1	2	2	2
45		TRANSMETTEUR	TEMPÉRATURE	63210TT11C	MHM	Essai via FEP EI00910		1	2	2	2
46	Relay Control -Electromec.	RELAIS		63230RL1A	MHM	Néant		oc	oc	oc	oc
47		RELAIS		63230RL1B	MHM	Néant		oc	oc	oc	oc
48		RELAIS		63230RL1C	MHM	Néant		oc	oc	oc	oc
49		RELAIS		63230RL2A	MHM	Néant		oc	oc	oc	oc
50		RELAIS		63230RL2B	MHM	Néant		oc	oc	oc	oc
51		RELAIS		63230RL2C	MHM	Néant		oc	oc	oc	oc
52	SOV Solenoid Operated	ÉLECTROVANNE		63230SV1	CHS	Néant		oc	oc	oc	oc
53		ÉLECTROVANNE		63230SV2	CHS	Néant		oc	oc	oc	oc

Annexe K: Taux de défaillance du site calculés

Tableau K1: Taux de défaillance du site calculés

Équipements		Mode et taux de défaillance															
N	USI	MD	Actuel à G2 avec Arrêt 12 mois					Générique de Référence					Bayes				
			λ	λ _{5%} ¹²	λ _{50%} ¹²	λ _{95%} ¹²	K ¹²	λ	λ _{5%}	λ _{50%}	λ _{95%}	K ^{Ref}	λ	λ _{5%}	λ _{50%}	λ _{95%}	K ^{Bay}
Pompe																	
1	3211 P1	Tous	2,54E-01	1,40E-01	*	4,29E-01	3,06	5,78E-02	4,91E-02	*	6,83E-02	1,4	6,27E-02	5,34E-02	*	7,27E-02	1,36
2	3211 P2	Tous	2,54E-01	1,40E-01	*	4,29E-01	3,06	5,78E-02	4,91E-02	*	6,83E-02	1,4	6,27E-02	5,34E-02	*	7,27E-02	1,36
Tous : Il s'agit des mode de défaillance du Groupe Motopompe : Fuite externe, fuite interne, refus de démarrer et refus d'opérer.																	
Moteur électrique																	
3	3211 PM1	Tous	2,54E-01	1,40E-01	*	4,29E-01	3,06	5,78E-02	4,91E-02	*	6,83E-02	1,4	6,27E-02	5,34E-02	*	7,27E-02	1,36
4	3211 PM2	Tous	2,54E-01	1,40E-01	*	4,29E-01	3,06	5,78E-02	4,91E-02	*	6,83E-02	1,4	6,27E-02	5,34E-02	*	7,27E-02	1,36
5	3211 PM3	Tous	2,54E-01	1,40E-01	*	4,29E-01	3,06	5,78E-02	4,91E-02	*	6,83E-02	1,4	6,27E-02	5,34E-02	*	7,27E-02	1,36
6	3211 PM4	Tous	2,54E-01	1,40E-01	*	4,29E-01	3,06	5,78E-02	4,91E-02	*	6,83E-02	1,4	6,27E-02	5,34E-02	*	7,27E-02	1,36
Tous : Il s'agit des mode de défaillance du Groupe Motopompe : Fuite externe, fuite interne, refus de démarrer et refus d'opérer.																	
Transmetteur à niveau																	
7	63210LT13A	Tous	3,03E-02	1,42E-02	3,31E-02	5,69E-02	4,01	3,80E-02	3,30E-02	3,80E-02	4,30E-02	1,14	3,73E-02	3,29E-02	*	4,18E-02	1,26
8	63210LT13B	Tous	3,03E-02	1,42E-02	3,31E-02	5,69E-02	4,01	3,80E-02	3,30E-02	3,80E-02	4,30E-02	1,14	3,73E-02	3,29E-02	*	4,18E-02	1,26
9	63210LT13C	Tous	3,03E-02	1,42E-02	3,31E-02	5,69E-02	4,01	3,80E-02	3,30E-02	3,80E-02	4,30E-02	1,14	3,73E-02	3,29E-02	*	4,18E-02	1,26
7	63210LT13A	Mode 1	1,30E-02	3,54E-03	1,59E-02	3,36E-02	9,48	2,30E-02	1,76E-02	2,31E-02	2,97E-02	1,2	*	*	*	*	*
8	63210LT13B	Mode 1	1,30E-02	3,54E-03	1,59E-02	3,36E-02	9,48	2,30E-02	1,76E-02	2,31E-02	2,97E-02	1,2	*	*	*	*	*
9	63210LT13C	Mode 1	1,30E-02	3,54E-03	1,59E-02	3,36E-02	9,48	2,30E-02	1,76E-02	2,31E-02	2,97E-02	1,2	*	*	*	*	*
Mode 1 : Pas de signal de sortie + Faible signal à la sortie+ Haut signal à la sortie																	
7	63210LT13A	Mode 2	1,73E-02	5,91E-03	2,02E-02	3,96E-02	6,7	7,80E-03	5,90E-03	7,89E-03	1,01E-02	1,3	*	*	*	*	*
8	63210LT13B	Mode 2	1,73E-02	5,91E-03	2,02E-02	3,96E-02	6,7	7,80E-03	5,90E-03	7,89E-03	1,01E-02	1,3	*	*	*	*	*
9	63210LT13C	Mode 2	1,73E-02	5,91E-03	2,02E-02	3,96E-02	6,7	7,80E-03	5,90E-03	7,89E-03	1,01E-02	1,3	*	*	*	*	*
Mode 2 : Pas de changement de signal à la sortie s'il y en a un à l'entrée																	
Vanne de contrôle																	
10	63210TCV6	Tous	1,30E-02	3,55E-03		3,40E-02	9,58	1,01E-02	6,40E-03	1,08E-02	1,68E-02	2,63	1,10E-02	6,40E-03	*	1,60E-02	2,5
11	63210TCV61	Tous	1,30E-02	3,55E-03		3,40E-02	9,58	1,01E-02	6,40E-03	1,08E-02	1,68E-02	2,63	1,10E-02	6,40E-03	*	1,60E-02	2,5
12	63210TCV8	Tous	1,30E-02	3,55E-03		3,40E-02	9,58	1,01E-02	6,40E-03	1,08E-02	1,68E-02	2,63	1,10E-02	6,40E-03	*	1,60E-02	2,5
Tous de défaillance semblable aux PV																	

Équipements		Mode et taux de défaillance															
N	USI	MD	Actuel à G2 avec Arrêt 12 mois					Générique de Référence					Bayes				
			λ	λ _{5%} ¹²	λ _{50%} ¹²	λ _{95%} ¹²	K ¹²	λ	λ _{5%}	λ _{50%}	λ _{95%}	K ^{Ref}	λ	λ _{5%}	λ _{50%}	λ _{95%}	K ^{Bay}
Convertisseur de température																	
13	63210TY11A	Tous	0,00E+00	4,89E-04	6,60E-03	2,86E-02	4,33	6,79E+02	5,59E+02	6,87E+02	8,27E+02	1,2	4,47E-02	3,91E-02	3,92E-02	5,10E-02	1,3
14	63210TY11B	Tous	0,00E+00	4,89E-04	6,60E-03	2,86E-02	4,33	6,79E+02	5,59E+02	6,87E+02	8,27E+02	1,2	4,47E-02	3,91E-02	3,92E-02	5,10E-02	1,3
Echangeur de chaleur																	
15	3211 HX1	Tous	0,00E+00	0,00E+00	1,66E-02	7,10E-02	0	1,31E-02	8,76E-03	*	1,93E-02	2,2	1,27E-02	8,09E-03	*	1,81E-02	2,24
16	3211 HX2	Tous	0,00E+00	0,00E+00	1,66E-02	7,10E-02	0	1,31E-02	8,76E-03	*	1,93E-02	2,2	1,27E-02	8,09E-03	*	1,81E-02	2,24
Tous : Fuite interne et / ou externe																	
Clapet de retenue à bascule																	
17	3211 V3	Tous	3,40E-02	1,30E-02		7,10E-02	5,46	1,82E-02	3,10E-03	2,43E-02	8,43E-02	27,19	2,70E-02	1,50E-02		4,10E-02	2,73
18	3211 V4	Tous	3,40E-02	1,30E-02		7,10E-02	5,46	1,82E-02	3,10E-03	2,43E-02	8,43E-02	27,19	2,70E-02	1,50E-02		4,10E-02	2,73
Il s'agit d'un intervalle de 10% au lieu de 5% et 90% au lieu de 95%																	
Vanne de réglage																	
19	3231 PRV22	Tous	1,19E-01	4,70E-02		2,50E-01	5,32	9,50E-03	6,90E-03	9,80E-03	1,35E-02	1,96	1,10E-02	8,10E-03		1,50E-02	1,85
20	3231 PRV23	Tous	1,19E-01	4,70E-02		2,50E-01	5,32	9,50E-03	6,90E-03	9,80E-03	1,35E-02	1,96	1,10E-02	8,10E-03		1,50E-02	1,85
Vanne pneumatique																	
21	3231 PV1	Tous	1,30E-02	3,55E-03		3,40E-02	9,58	1,01E-02	6,40E-03	1,08E-02	1,68E-02	2,63	1,10E-02	6,40E-03	*	1,60E-02	2,5
22	3231 PV2	Tous	1,30E-02	3,55E-03		3,40E-02	9,58	1,01E-02	6,40E-03	1,08E-02	1,68E-02	2,63	1,10E-02	6,40E-03	*	1,60E-02	2,5
Interrupteur de pression																	
23	63210PS55A	Tous	2,38E-02	4,23E-03	3,18E-02	7,50E-02	17,71	7,01E-03	3,29E-03	8,30E-03	1,68E-02	2	1,87E-02	2,89E-02	*	1,05E-02	2,75
24	63210PS55B	Tous	2,38E-02	4,23E-03	3,18E-02	7,50E-02	17,71	7,01E-03	3,29E-03	8,30E-03	1,68E-02	2	1,87E-02	2,89E-02	*	1,05E-02	2,75
25	63210PS55C	Tous	2,38E-02	4,23E-03	3,18E-02	7,50E-02	17,71	7,01E-03	3,29E-03	8,30E-03	1,68E-02	2	1,87E-02	2,89E-02	*	1,05E-02	2,75
Il s'agit essentiellement du mode de défaillance : Opération intempestive.																	

Équipements		Mode et taux de défaillance															
N	USI	MD	Actuel à G2 avec Arrêt 12 mois					Générique de Référence					Bayes				
			λ	λ _{5%} ¹²	λ _{50%} ¹²	λ _{95%} ¹²	K ¹²	λ	λ _{5%}	λ _{50%}	λ _{95%}	K ^{Ref}	λ	λ _{5%}	λ _{50%}	λ _{95%}	K ^{Bay}
Transmetteur de pression																	
26	63210PT55A	Tous	3,03E-02	1,42E-02	3,31E-02	5,69E-02	4,01	3,80E-02	3,30E-02	3,80E-02	4,30E-02	1,14	3,73E-02	3,29E-02	*	4,18E-02	1,26
27	63210PT55B	Tous	3,03E-02	1,42E-02	3,31E-02	5,69E-02	4,01	3,80E-02	3,30E-02	3,80E-02	4,30E-02	1,14	3,73E-02	3,29E-02	*	4,18E-02	1,26
28	63210PT55C	Tous	3,03E-02	1,42E-02	3,31E-02	5,69E-02	4,01	3,80E-02	3,30E-02	3,80E-02	4,30E-02	1,14	3,73E-02	3,29E-02	*	4,18E-02	1,26
26	63210PT55A	Mode 1	1,30E-02	3,54E-03	1,59E-02	3,36E-02	9,48	2,30E-02	1,76E-02	2,31E-02	2,97E-02	1,2	*	*	*	*	*
27	63210PT55B	Mode 1	1,30E-02	3,54E-03	1,59E-02	3,36E-02	9,48	2,30E-02	1,76E-02	2,31E-02	2,97E-02	1,2	*	*	*	*	*
28	63210PT55C	Mode 1	1,30E-02	3,54E-03	1,59E-02	3,36E-02	9,48	2,30E-02	1,76E-02	2,31E-02	2,97E-02	1,2	*	*	*	*	*
Mode 1 : Pas de signal de sortie + Faible signal à la sortie+ Haut signal à la sortie																	
26	63210PT55A	Mode 2	1,73E-02	5,91E-03	2,02E-02	3,96E-02	6,7	7,80E-03	5,90E-03	7,89E-03	1,01E-02	1,3	*	*	*	*	*
27	63210PT55B	Mode 2	1,73E-02	5,91E-03	2,02E-02	3,96E-02	6,7	7,80E-03	5,90E-03	7,89E-03	1,01E-02	1,3	*	*	*	*	*
28	63210PT55C	Mode 2	1,73E-02	5,91E-03	2,02E-02	3,96E-02	6,7	7,80E-03	5,90E-03	7,89E-03	1,01E-02	1,3	*	*	*	*	*
Mode 2 : Pas de changement de signal à la sortie s'il y en a un à l'entrée																	
Relais																	
29	63210RL34	Tous	0,00E+00	1,93E-05	2,60E-04	1,12E-03	4,31	3,07E+01	2,63E+01	3,07E+01	3,59E+01	1,2	3,23E-03	2,72E-03	3,23E-03	3,78E-03	1,2
30	63210RL43	Tous	0,00E+00	1,93E-05	2,60E-04	1,12E-03	4,31	3,07E+01	2,63E+01	3,07E+01	3,59E+01	1,2	3,23E-03	2,72E-03	3,23E-03	3,78E-03	1,2
31	63210RL44	Tous	0,00E+00	1,93E-05	2,60E-04	1,12E-03	4,31	3,07E+01	2,63E+01	3,07E+01	3,59E+01	1,2	3,23E-03	2,72E-03	3,23E-03	3,78E-03	1,2
32	63210RL45	Tous	0,00E+00	1,93E-05	2,60E-04	1,12E-03	4,31	3,07E+01	2,63E+01	3,07E+01	3,59E+01	1,2	3,23E-03	2,72E-03	3,23E-03	3,78E-03	1,2
33	63210RL46	Tous	0,00E+00	1,93E-05	2,60E-04	1,12E-03	4,31	3,07E+01	2,63E+01	3,07E+01	3,59E+01	1,2	3,23E-03	2,72E-03	3,23E-03	3,78E-03	1,2
34	63210RL47	Tous	0,00E+00	1,93E-05	2,60E-04	1,12E-03	4,31	3,07E+01	2,63E+01	3,07E+01	3,59E+01	1,2	3,23E-03	2,72E-03	3,23E-03	3,78E-03	1,2
35	63210RL48	Tous	0,00E+00	1,93E-05	2,60E-04	1,12E-03	4,31	3,07E+01	2,63E+01	3,07E+01	3,59E+01	1,2	3,23E-03	2,72E-03	3,23E-03	3,78E-03	1,2
36	63210RL50	Tous	0,00E+00	1,93E-05	2,60E-04	1,12E-03	4,31	3,07E+01	2,63E+01	3,07E+01	3,59E+01	1,2	3,23E-03	2,72E-03	3,23E-03	3,78E-03	1,2
37	63210RL51	Tous	0,00E+00	1,93E-05	2,60E-04	1,12E-03	4,31	3,07E+01	2,63E+01	3,07E+01	3,59E+01	1,2	3,23E-03	2,72E-03	3,23E-03	3,78E-03	1,2
38	63210RL58	Tous	0,00E+00	1,93E-05	2,60E-04	1,12E-03	4,31	3,07E+01	2,63E+01	3,07E+01	3,59E+01	1,2	3,23E-03	2,72E-03	3,23E-03	3,78E-03	1,2
39	63210RL59	Tous	0,00E+00	1,93E-05	2,60E-04	1,12E-03	4,31	3,07E+01	2,63E+01	3,07E+01	3,59E+01	1,2	3,23E-03	2,72E-03	3,23E-03	3,78E-03	1,2
40	63210RL60	Tous	0,00E+00	1,93E-05	2,60E-04	1,12E-03	4,31	3,07E+01	2,63E+01	3,07E+01	3,59E+01	1,2	3,23E-03	2,72E-03	3,23E-03	3,78E-03	1,2
Detecteur de température																	
41	63210TE11B	Tous	4,80E-02	1,30E-02		1,23E-01	9,46	2,60E-02	1,70E-02	2,80E-02	4,40E-02	2,59	2,90E-02	1,80E-02	*	4,30E-02	2,39
42	63210TE11C	Tous	4,80E-02	1,30E-02		1,23E-01	9,46	2,60E-02	1,70E-02	2,80E-02	4,40E-02	2,59	2,90E-02	1,80E-02	*	4,30E-02	2,39

Équipements		Mode et taux de défaillance															
N	USI	MD	Actuel à G2 avec Arrêt 12 mois					Générique de Référence					Bayes				
			λ	λ _{5%} ¹²	λ _{50%} ¹²	λ _{95%} ¹²	K ¹²	λ	λ _{5%}	λ _{50%}	λ _{95%}	K ^{Ref}	λ	λ _{5%}	λ _{50%}	λ _{95%}	K ^{Bay}
Transmetteur de température																	
43	63210TT11A	Tous	3,03E-02	1,42E-02	3,31E-02	5,69E-02	4,01	3,80E-02	3,30E-02	3,80E-02	4,30E-02	1,14	3,73E-02	3,29E-02	*	4,18E-02	1,26
44	63210TT11B	Tous	3,03E-02	1,42E-02	3,31E-02	5,69E-02	4,01	3,80E-02	3,30E-02	3,80E-02	4,30E-02	1,14	3,73E-02	3,29E-02	*	4,18E-02	1,26
45	63210TT11C	Tous	3,03E-02	1,42E-02	3,31E-02	5,69E-02	4,01	3,80E-02	3,30E-02	3,80E-02	4,30E-02	1,14	3,73E-02	3,29E-02	*	4,18E-02	1,26
43	63210TT11A	Mode 1	1,30E-02	3,54E-03	1,59E-02	3,36E-02	9,48	2,30E-02	1,76E-02	2,31E-02	2,97E-02	1,2	*	*	*	*	*
44	63210TT11B	Mode 1	1,30E-02	3,54E-03	1,59E-02	3,36E-02	9,48	2,30E-02	1,76E-02	2,31E-02	2,97E-02	1,2	*	*	*	*	*
45	63210TT11C	Mode 1	1,30E-02	3,54E-03	1,59E-02	3,36E-02	9,48	2,30E-02	1,76E-02	2,31E-02	2,97E-02	1,2	*	*	*	*	*
Mode 1 : Pas de signal de sortie + Faible signal à la sortie+ Haut signal à la sortie																	
43	63210TT11A	Mode 2	1,73E-02	5,91E-03	2,02E-02	3,96E-02	6,7	7,80E-03	5,90E-03	7,89E-03	1,01E-02	1,3	*	*	*	*	*
44	63210TT11B	Mode 2	1,73E-02	5,91E-03	2,02E-02	3,96E-02	6,7	7,80E-03	5,90E-03	7,89E-03	1,01E-02	1,3	*	*	*	*	*
45	63210TT11C	Mode 2	1,73E-02	5,91E-03	2,02E-02	3,96E-02	6,7	7,80E-03	5,90E-03	7,89E-03	1,01E-02	1,3	*	*	*	*	*
Mode 2 : Pas de changement de signal à la sortie s'il y en a un à l'entrée																	
Relais																	
46	63230RL1A	Tous	0,00E+00	1,93E-05	2,60E-04	1,12E-03	4,31	3,07E+01	2,63E+01	3,07E+01	3,59E+01	1,2	3,23E-03	2,72E-03	3,23E-03	3,78E-03	1,2
47	63230RL1B	Tous	0,00E+00	1,93E-05	2,60E-04	1,12E-03	4,31	3,07E+01	2,63E+01	3,07E+01	3,59E+01	1,2	3,23E-03	2,72E-03	3,23E-03	3,78E-03	1,2
48	63230RL1C	Tous	0,00E+00	1,93E-05	2,60E-04	1,12E-03	4,31	3,07E+01	2,63E+01	3,07E+01	3,59E+01	1,2	3,23E-03	2,72E-03	3,23E-03	3,78E-03	1,2
49	63230RL2A	Tous	0,00E+00	1,93E-05	2,60E-04	1,12E-03	4,31	3,07E+01	2,63E+01	3,07E+01	3,59E+01	1,2	3,23E-03	2,72E-03	3,23E-03	3,78E-03	1,2
50	63230RL2B	Tous	0,00E+00	1,93E-05	2,60E-04	1,12E-03	4,31	3,07E+01	2,63E+01	3,07E+01	3,59E+01	1,2	3,23E-03	2,72E-03	3,23E-03	3,78E-03	1,2
51	63230RL2C	Tous	0,00E+00	1,93E-05	2,60E-04	1,12E-03	4,31	3,07E+01	2,63E+01	3,07E+01	3,59E+01	1,2	3,23E-03	2,72E-03	3,23E-03	3,78E-03	1,2
Electrovanne																	
52	63230SV1	Tous	5,01E-03	8,85E-04	*	1,58E-02	17,75	3,00E-04	9,99E-05	*	1,30E-03	13	7,52E-04	3,84E-04	*	1,07E-03	2,79
53	63230SV2	Tous	5,01E-03	8,85E-04	*	1,58E-02	17,75	3,00E-04	9,99E-05	*	1,30E-03	13	7,52E-04	3,84E-04	*	1,07E-03	2,79

Annexe L: Résultats des coupes minimales et des FMI

Centrale en puissance
Programme de maintenance préventive actuel
Arrêt au 12 mois
Coupes Minimales

Cutset Report
3210MOD-AS100001 = 3.95E-03 (Probability)

Probability	%	Class	Inputs
1.05E-03	26.5%	7131ESRDIST--AFF	
1.00E-03	51.8%	MO--MODRTM-A0-ND	
2.74E-04	58.8%	MO--DM3PUR-A1-XL	MO--FUITES-A0-C1
2.44E-04	64.9%	7512AIRAX-1S-001	
1.80E-04	69.5%	MO--DM2CRT-A1-XL	MO--FUITES-A0-C1
1.74E-04	73.8%	MO--HVUHX1-A1-IH	
1.74E-04	78.2%	MO--HVUHX2-A1-IH	
1.16E-04	81.2%	5130SXACATIV-CC4	
1.03E-04	83.8%	5320BUABUE---CC3	
1.03E-04	86.4%	5320BUABUF---CC3	
6.12E-05	87.9%	MO--YTD11A-A1-FF	
6.12E-05	89.5%	MO--YTD11C-A1-FF	
4.15E-05	90.5%	MO--PVC1---A0FFS	MO--PVC2---A0FFS
3.09E-05	91.3%	MO--PVC1---A3FFR	MO--PVC2---A0FFS
2.70E-05	92.0%	5510S-AYA----JC1	
2.70E-05	92.6%	5510S-AYC----JC1	
2.01E-05	93.1%	MO--VBCTCV6A13OP	
2.01E-05	93.7%	MO--VBCTCV8A13OP	
2.01E-05	94.2%	MO--VGCPV1-A12FO	
2.01E-05	94.7%	MO--VGCPV2-A12FO	
1.96E-05	95.2%	5330BUABUL---BC3	7131ESR-ETE---C1
1.96E-05	95.7%	5330BUABUM---BC3	7131ESR-ETE---C1
1.96E-05	96.2%	5330BUABUN---BC3	7131ESR-ETE---C1
1.96E-05	96.6%	5330BUABUP---BC3	7131ESR-ETE---C1
1.11E-05	96.9%	MO--DM4ECH-A1-XL	MO--FUITES-A0-C1
7.23E-06	97.1%	MO--LM2PM1-A1-FF	MO--PVC2---A0FFS
7.23E-06	97.3%	MO--LM2PM2-A1-FF	MO--PVC1---A0FFS
6.63E-06	97.5%	MO--PVC1--TA3FFR	MO--PVC2---A0FFS
6.68E-06	97.6%	5320CB-F3----CC3	MO--PVC1---A0FFS
6.58E-06	97.8%	MO--DM5POI-A1-XL	MO--FUITES-A0-C1
5.97E-06	97.9%	MO--LM3PM12A1-FF	
5.84E-06	98.1%	5510PL-555---JC1	
5.84E-06	98.2%	5510PL-556---JC1	
5.39E-06	98.4%	MO--LM2PM2-A1-FF	MO--PVC1---A3FFR
4.94E-06	98.5%	MO--PVC1---A3FFR	MO--PVC2---A3FFR
5.36E-06	98.6%	MO--DM1PM1-A3CFF	MO--PVC2---A0FFS
4.98E-06	98.8%	5320CB-F3----CC3	MO--PVC1---A3FFR
4.52E-06	98.9%	MO--S1-SV1-A1JFF	
4.52E-06	99.0%	MO--S1-SV2-A1JFF	
3.33E-06	99.1%	MO--PVC1---A0FFS	MO--VCXV3--A1DFO
3.33E-06	99.2%	MO--PVC1---A0FFS	MO--VCXV4--A1DFC
3.11E-06	99.2%	MO--DM6D2O-A1-XL	MO--FUITES-A0-C1
2.68E-06	99.3%	MO--DM1PM2-A1CFF	MO--PVC1---A0FFS
2.48E-06	99.4%	MO--PVC1---A3FFR	MO--VCXV3--A1DFC
2.48E-06	99.4%	MO--PVC1---A3FFR	MO--VCXV4--A1DFO
2.00E-06	99.5%	MO--DM1PM2-A1CFF	MO--PVC1---A3FFR
1.37E-06	99.5%	MO--LM7SV1-A1-FF	

1.37E-06	99.5%	MO--LM7SV2-A1-FF	
1.30E-06	99.6%	MO--LM1PM1-A3-FF	MO--PVC2---A0FFS
1.26E-06	99.6%	MO--LM2PM1-A1-FF	MO--LM2PM2-A1-FF
1.16E-06	99.6%	MO--LM2PM2-A1-FF	MO--PVC1--TA3FFR
1.16E-06	99.7%	5320CB-F3----CC3	MO--LM2PM1-A1-FF
1.07E-06	99.7%	5320CB-F3----CC3	MO--PVC1--TA3FFR
9.45E-07	99.7%	MO--PI2GAS-A1DRU	
9.35E-07	99.7%	MO--DM1PM1-A3CFF	MO--LM2PM2-A1-FF
8.58E-07	99.8%	MO--DM1PM1-A3CFF	MO--PVC2---A3FFR
8.63E-07	99.8%	5320CB-F3----CC3	MO--DM1PM1-A3CFF
5.81E-07	99.8%	MO--LM2PM1-A1-FF	MO--VCXV3--A1DFO
5.81E-07	99.8%	MO--LM2PM1-A1-FF	MO--VCXV4--A1DFC
5.33E-07	99.8%	MO--PVC1--TA3FFR	MO--VCXV3--A1DFO
5.33E-07	99.8%	MO--PVC1--TA3FFR	MO--VCXV4--A1DFC
4.79E-07	99.9%	MO--DM1PM1-A1CFF	MO--PVC2---A0FFS
4.68E-07	99.9%	MO--DM1PM2-A1CFF	MO--LM2PM1-A1-FF
4.29E-07	99.9%	MO--DM1PM2-A1CFF	MO--PVC1--TA3FFR
4.31E-07	99.9%	MO--DM1PM1-A3CFF	MO--VCXV3--A1DFC
4.31E-07	99.9%	MO--DM1PM1-A3CFF	MO--VCXV4--A1DFO
4.01E-07	99.9%	MO--CCSCP1-A1-FF	MO--CCSCP2-A1-FF
3.83E-07	99.9%	MO--DM1PM1TA3CFF	MO--PVC2---A0FFS
3.47E-07	99.9%	MO--DM1PM1-A3CFF	MO--DM1PM2-A1CFF
3.20E-07	99.9%	5130S4ICATIV--C4	
2.86E-07	99.9%	MO--DM1PM2-A3CFF	MO--PVC1---A3FFR
2.30E-07	99.9%	5320CB-E3----CC3	MO--PVC2---A0FFS
2.26E-07	100.0%	MO--LM1PM1-A3-FF	MO--LM2PM2-A1-FF
2.08E-07	100.0%	MO--LM1PM1-A3-FF	MO--PVC2---A3FFR
2.09E-07	100.0%	5320CB-F3----CC3	MO--LM1PM1-A3-FF
1.62E-07	100.0%	5520S-AXA----LC1	MO--PVC2---A0FFS
1.62E-07	100.0%	5520S-AXC----LC1	MO--PVC1---A0FFS
1.21E-07	100.0%	5520S-AXC----LC1	MO--PVC1---A3FFR
1.24E-07	100.0%	5330BUABUL---BC3	MO--CCSCP2-A1-FF
1.19E-07	100.0%	5520PL-1573--LC1	MO--PVC2---A0FFS
1.19E-07	100.0%	5520PL-1574--LC1	MO--PVC1---A0FFS
1.16E-07	100.0%	MO--LM1PM1-A1-FF	MO--PVC2---A0FFS
1.12E-07	100.0%	MO--CTYRU1-A1-FF	MO--CTYRU2-A1-FF
1.04E-07	100.0%	MO--LM1PM1-A3-FF	MO--VCXV3--A1DFC
1.04E-07	100.0%	MO--LM1PM1-A3-FF	MO--VCXV4--A1DFO
1.00E-07	100.0%	MO--DIVESR-A0-ND	

Centrale en puissance
Programme de maintenance préventive actuel
Arrêt au 18 mois
Coupes Minimales

Cutset Report
3210MOD-AS100001 = 4.12E-03 (Probability)

Probability	%	Class	Inputs
1.05E-03	25.4%		7131ESRDIST--AFF
1.00E-03	49.7%		MO--MODRTM-A0-ND
2.74E-04	56.3%		MO--DM3PUR-A1-XL MO--FUITES-A0-C1
2.44E-04	62.2%		7512AIRAX-1S-001
1.80E-04	66.6%		MO--DM2CRT-A1-XL MO--FUITES-A0-C1
2.10E-04	71.6%		MO--HVUHX1-A1-IH
2.10E-04	76.7%		MO--HVUHX2-A1-IH
1.16E-04	79.5%		5130SXACATIV-CC4
1.03E-04	82.0%		5320BUABUE---CC3
1.03E-04	84.5%		5320BUABUF---CC3
1.12E-04	87.2%		MO--YTD11A-A1-FF
1.12E-04	89.9%		MO--YTD11C-A1-FF
4.15E-05	90.9%		MO--PVC1---A0FFS MO--PVC2---A0FFS
3.10E-05	91.6%		MO--PVC1---A3FFR MO--PVC2---A0FFS
2.70E-05	92.3%		5510S-AYA----JC1
2.70E-05	92.9%		5510S-AYC----JC1
2.01E-05	93.4%		MO--VBCTCV6A13OP
2.01E-05	93.9%		MO--VBCTCV8A13OP
2.01E-05	94.4%		MO--VGCPV1-A12FO
2.01E-05	94.9%		MO--VGCPV2-A12FO
1.96E-05	95.4%		5330BUABUL---BC3 7131ESR-ETE---C1
1.96E-05	95.8%		5330BUABUM---BC3 7131ESR-ETE---C1
1.96E-05	96.3%		5330BUABUN---BC3 7131ESR-ETE---C1
1.96E-05	96.8%		5330BUABUP---BC3 7131ESR-ETE---C1
1.11E-05	97.1%		MO--DM4ECH-A1-XL MO--FUITES-A0-C1
7.23E-06	97.2%		MO--LM2PM1-A1-FF MO--PVC2---A0FFS
7.23E-06	97.4%		MO--LM2PM2-A1-FF MO--PVC1---A0FFS
6.64E-06	97.6%		MO--PVC1--TA3FFR MO--PVC2---A0FFS
6.68E-06	97.7%		5320CB-F3---CC3 MO--PVC1---A0FFS
6.58E-06	97.9%		MO--DM5POI-A1-XL MO--FUITES-A0-C1
5.97E-06	98.0%		MO--LM3PM12A1-FF
5.84E-06	98.2%		5510PL-555---JC1
5.84E-06	98.3%		5510PL-556---JC1
5.40E-06	98.4%		MO--LM2PM2-A1-FF MO--PVC1---A3FFR
4.96E-06	98.6%		MO--PVC1---A3FFR MO--PVC2---A3FFR
5.36E-06	98.7%		MO--DM1PM1-A3CFF MO--PVC2---A0FFS
4.98E-06	98.8%		5320CB-F3---CC3 MO--PVC1---A3FFR
4.52E-06	98.9%		MO--S1-SV1-A1JFF
4.52E-06	99.0%		MO--S1-SV2-A1JFF
3.33E-06	99.1%		MO--PVC1---A0FFS MO--VCXV3--A1DFO
3.33E-06	99.2%		MO--PVC1---A0FFS MO--VCXV4--A1DFC
3.11E-06	99.3%		MO--DM6D2O-A1-XL MO--FUITES-A0-C1
2.68E-06	99.3%		MO--DM1PM2-A1CFF MO--PVC1---A0FFS
2.49E-06	99.4%		MO--PVC1---A3FFR MO--VCXV3--A1DFC
2.49E-06	99.5%		MO--PVC1---A3FFR MO--VCXV4--A1DFO
2.00E-06	99.5%		MO--DM1PM2-A1CFF MO--PVC1---A3FFR
1.37E-06	99.5%		MO--LM7SV1-A1-FF

1.37E-06	99.6%	MO--LM7SV2-A1-FF	
1.30E-06	99.6%	MO--LM1PM1-A3-FF	MO--PVC2---A0FFS
1.26E-06	99.6%	MO--LM2PM1-A1-FF	MO--LM2PM2-A1-FF
1.16E-06	99.7%	MO--LM2PM2-A1-FF	MO--PVC1--TA3FFR
1.16E-06	99.7%	5320CB-F3----CC3	MO--LM2PM1-A1-FF
1.07E-06	99.7%	5320CB-F3----CC3	MO--PVC1--TA3FFR
9.45E-07	99.7%	MO--PI2GAS-A1DRU	
9.35E-07	99.8%	MO--DM1PM1-A3CFF	MO--LM2PM2-A1-FF
8.59E-07	99.8%	MO--DM1PM1-A3CFF	MO--PVC2---A3FFR
8.63E-07	99.8%	5320CB-F3----CC3	MO--DM1PM1-A3CFF
5.81E-07	99.8%	MO--LM2PM1-A1-FF	MO--VCXV3--A1DFO
5.81E-07	99.8%	MO--LM2PM1-A1-FF	MO--VCXV4--A1DFC
5.34E-07	99.8%	MO--PVC1--TA3FFR	MO--VCXV3--A1DFO
5.34E-07	99.9%	MO--PVC1--TA3FFR	MO--VCXV4--A1DFC
4.79E-07	99.9%	MO--DM1PM1-A1CFF	MO--PVC2---A0FFS
4.68E-07	99.9%	MO--DM1PM2-A1CFF	MO--LM2PM1-A1-FF
4.30E-07	99.9%	MO--DM1PM2-A1CFF	MO--PVC1--TA3FFR
4.31E-07	99.9%	MO--DM1PM1-A3CFF	MO--VCXV3--A1DFC
4.31E-07	99.9%	MO--DM1PM1-A3CFF	MO--VCXV4--A1DFO
4.01E-07	99.9%	MO--CCSCP1-A1-FF	MO--CCSCP2-A1-FF
3.83E-07	99.9%	MO--DM1PM1TA3CFF	MO--PVC2---A0FFS
3.47E-07	99.9%	MO--DM1PM1-A3CFF	MO--DM1PM2-A1CFF
3.20E-07	99.9%	5130S4ICATIV--C4	
2.86E-07	99.9%	MO--DM1PM2-A3CFF	MO--PVC1---A3FFR
2.30E-07	100.0%	5320CB-E3----CC3	MO--PVC2---A0FFS
2.26E-07	100.0%	MO--LM1PM1-A3-FF	MO--LM2PM2-A1-FF
2.08E-07	100.0%	MO--LM1PM1-A3-FF	MO--PVC2---A3FFR
2.09E-07	100.0%	5320CB-F3----CC3	MO--LM1PM1-A3-FF
1.62E-07	100.0%	5520S-AXA----LC1	MO--PVC2---A0FFS
1.62E-07	100.0%	5520S-AXC----LC1	MO--PVC1---A0FFS
1.21E-07	100.0%	5520S-AXC----LC1	MO--PVC1---A3FFR
1.24E-07	100.0%	5330BUABUL---BC3	MO--CCSCP2-A1-FF
1.19E-07	100.0%	5520PL-1573--LC1	MO--PVC2---A0FFS
1.19E-07	100.0%	5520PL-1574--LC1	MO--PVC1---A0FFS
1.16E-07	100.0%	MO--LM1PM1-A1-FF	MO--PVC2---A0FFS
1.12E-07	100.0%	MO--CTYRU1-A1-FF	MO--CTYRU2-A1-FF
1.04E-07	100.0%	MO--LM1PM1-A3-FF	MO--VCXV3--A1DFC
1.04E-07	100.0%	MO--LM1PM1-A3-FF	MO--VCXV4--A1DFO
1.00E-07	100.0%	MO--DIVESR-A0-ND	

Centrale en puissance
Programme de maintenance préventive actuel
Arrêt au 24 mois
Coupes Minimales

Cutset Report
3210MOD-AS100001 = 4.18E-03 (Probability)

Probability	%	Class	Inputs
1.05E-03	25.1%	7131ESRDIST--AFF	
1.00E-03	49.0%	MO--MODRTM-A0-ND	
2.74E-04	55.6%	MO--DM3PUR-A1-XL	MO--FUITES-A0-C1
2.44E-04	61.4%	7512AIRAX-1S-001	
1.80E-04	65.7%	MO--DM2CRT-A1-XL	MO--FUITES-A0-C1
2.30E-04	71.2%	MO--HVUHX1-A1-IH	
2.30E-04	76.7%	MO--HVUHX2-A1-IH	
1.16E-04	79.4%	5130SXACATIV-CC4	
1.03E-04	81.9%	5320BUABUE---CC3	
1.03E-04	84.3%	5320BUABUF---CC3	
1.12E-04	87.0%	MO--YTD11A-A1-FF	
1.12E-04	89.7%	MO--YTD11C-A1-FF	
4.15E-05	90.7%	MO--PVC1---A0FFS	MO--PVC2---A0FFS
3.72E-05	91.6%	MO--PVC1---A3FFR	MO--PVC2---A0FFS
2.70E-05	92.2%	5510S-AYA----JC1	
2.70E-05	92.8%	5510S-AYC----JC1	
2.01E-05	93.3%	MO--VBCTCV6A13OP	
2.01E-05	93.8%	MO--VBCTCV8A13OP	
2.01E-05	94.3%	MO--VGCPV1-A12FO	
2.01E-05	94.8%	MO--VGCPV2-A12FO	
1.96E-05	95.2%	5330BUABUL---BC3	7131ESR-ETE---C1
1.96E-05	95.7%	5330BUABUM---BC3	7131ESR-ETE---C1
1.96E-05	96.2%	5330BUABUN---BC3	7131ESR-ETE---C1
1.96E-05	96.6%	5330BUABUP---BC3	7131ESR-ETE---C1
1.11E-05	96.9%	MO--DM4ECH-A1-XL	MO--FUITES-A0-C1
7.23E-06	97.1%	MO--LM2PM1-A1-FF	MO--PVC2---A0FFS
7.23E-06	97.2%	MO--LM2PM2-A1-FF	MO--PVC1---A0FFS
8.00E-06	97.4%	MO--PVC1--TA3FFR	MO--PVC2---A0FFS
6.68E-06	97.6%	5320CB-F3----CC3	MO--PVC1---A0FFS
6.58E-06	97.7%	MO--DM5POI-A1-XL	MO--FUITES-A0-C1
5.97E-06	97.9%	MO--LM3PM12A1-FF	
5.84E-06	98.0%	5510PL-555---JC1	
5.84E-06	98.2%	5510PL-556---JC1	
6.49E-06	98.3%	MO--LM2PM2-A1-FF	MO--PVC1---A3FFR
7.18E-06	98.5%	MO--PVC1---A3FFR	MO--PVC2---A3FFR
5.36E-06	98.6%	MO--DM1PM1-A3CFF	MO--PVC2---A0FFS
6.00E-06	98.8%	5320CB-F3----CC3	MO--PVC1---A3FFR
4.52E-06	98.9%	MO--S1-SV1-A1JFF	
4.52E-06	99.0%	MO--S1-SV2-A1JFF	
3.33E-06	99.1%	MO--PVC1---A0FFS	MO--VCXV3--A1DFO
3.33E-06	99.1%	MO--PVC1---A0FFS	MO--VCXV4--A1DFC
3.11E-06	99.2%	MO--DM6D2O-A1-XL	MO--FUITES-A0-C1
2.68E-06	99.3%	MO--DM1PM2-A1CFF	MO--PVC1---A0FFS
2.99E-06	99.4%	MO--PVC1---A3FFR	MO--VCXV3--A1DFC
2.99E-06	99.4%	MO--PVC1---A3FFR	MO--VCXV4--A1DFO
2.41E-06	99.5%	MO--DM1PM2-A1CFF	MO--PVC1---A3FFR
1.37E-06	99.5%	MO--LM7SV1-A1-FF	

1.37E-06	99.5%	MO--LM7SV2-A1-FF	
1.30E-06	99.6%	MO--LM1PM1-A3-FF	MO--PVC2---A0FFS
1.26E-06	99.6%	MO--LM2PM1-A1-FF	MO--LM2PM2-A1-FF
1.39E-06	99.6%	MO--LM2PM2-A1-FF	MO--PVC1--TA3FFR
1.16E-06	99.7%	5320CB-F3----CC3	MO--LM2PM1-A1-FF
1.29E-06	99.7%	5320CB-F3----CC3	MO--PVC1--TA3FFR
9.45E-07	99.7%	MO--PI2GAS-A1DRU	
9.35E-07	99.7%	MO--DM1PM1-A3CFF	MO--LM2PM2-A1-FF
1.03E-06	99.8%	MO--DM1PM1-A3CFF	MO--PVC2---A3FFR
8.63E-07	99.8%	5320CB-F3----CC3	MO--DM1PM1-A3CFF
5.81E-07	99.8%	MO--LM2PM1-A1-FF	MO--VCXV3--A1DFO
5.81E-07	99.8%	MO--LM2PM1-A1-FF	MO--VCXV4--A1DFC
6.43E-07	99.8%	MO--PVC1--TA3FFR	MO--VCXV3--A1DFO
6.43E-07	99.8%	MO--PVC1--TA3FFR	MO--VCXV4--A1DFC
4.79E-07	99.9%	MO--DM1PM1-A1CFF	MO--PVC2---A0FFS
4.68E-07	99.9%	MO--DM1PM2-A1CFF	MO--LM2PM1-A1-FF
5.17E-07	99.9%	MO--DM1PM2-A1CFF	MO--PVC1--TA3FFR
4.31E-07	99.9%	MO--DM1PM1-A3CFF	MO--VCXV3--A1DFC
4.31E-07	99.9%	MO--DM1PM1-A3CFF	MO--VCXV4--A1DFO
4.01E-07	99.9%	MO--CCSCP1-A1-FF	MO--CCSCP2-A1-FF
3.83E-07	99.9%	MO--DM1PM1TA3CFF	MO--PVC2---A0FFS
3.47E-07	99.9%	MO--DM1PM1-A3CFF	MO--DM1PM2-A1CFF
3.20E-07	99.9%	5130S4ICATIV--C4	
3.44E-07	99.9%	MO--DM1PM2-A3CFF	MO--PVC1---A3FFR
2.30E-07	100.0%	5320CB-E3----CC3	MO--PVC2---A0FFS
2.26E-07	100.0%	MO--LM1PM1-A3-FF	MO--LM2PM2-A1-FF
2.51E-07	100.0%	MO--LM1PM1-A3-FF	MO--PVC2---A3FFR
2.09E-07	100.0%	5320CB-F3----CC3	MO--LM1PM1-A3-FF
1.62E-07	100.0%	5520S-AXA----LC1	MO--PVC2---A0FFS
1.62E-07	100.0%	5520S-AXC----LC1	MO--PVC1---A0FFS
1.46E-07	100.0%	5520S-AXC----LC1	MO--PVC1---A3FFR
1.24E-07	100.0%	5330BUABUL---BC3	MO--CCSCP2-A1-FF
1.19E-07	100.0%	5520PL-1573--LC1	MO--PVC2---A0FFS
1.19E-07	100.0%	5520PL-1574--LC1	MO--PVC1---A0FFS
1.16E-07	100.0%	MO--LM1PM1-A1-FF	MO--PVC2---A0FFS
1.12E-07	100.0%	MO--CTYRU1-A1-FF	MO--CTYRU2-A1-FF
1.04E-07	100.0%	MO--LM1PM1-A3-FF	MO--VCXV3--A1DFC
1.04E-07	100.0%	MO--LM1PM1-A3-FF	MO--VCXV4--A1DFO
1.00E-07	100.0%	MO--DIVESR-A0-ND	

Centrale à l'arrêt
Programme de maintenance préventive actuel
Arrêt au 12 mois
Coupes Minimales

Cutset Report
3210MOD-CS100001 = 5.34E-03 (Probability)

Probability	%	Class	Inputs
2.23E-03	41.8%	7512AIRCX-1S-001	
1.00E-03	60.4%	MO--MODRTM-C0-ND	
7.18E-04	73.8%	7131ESRDIST--CFF	
5.56E-04	84.2%	5130SXCCATIV-CC4	
2.74E-04	89.3%	MO--DM3PUR-C1-XL	MO--FUITES-C0-C1
1.80E-04	92.7%	MO--DM2CRT-C1-XL	MO--FUITES-C0-C1
1.32E-04	95.1%	MO--PVC1---C3FFR	MO--PVC2---C0-%1
1.03E-04	97.0%	5320BUABUE---CC3	
3.25E-05	97.6%	5510S-CYA----JC1	
3.25E-05	98.3%	5510S-CYC----JC1	
3.09E-05	98.8%	MO--PVC1---C3FFR	MO--PVC2---C0FFS
1.11E-05	99.0%	MO--DM4ECH-C1-XL	MO--FUITES-C0-C1
6.58E-06	99.2%	BO--DM5POI-C1-XL	MO--FUITES-C0-C1
5.84E-06	99.3%	5510PL-555---JC1	
5.84E-06	99.4%	5510PL-556---JC1	
5.75E-06	99.5%	MO--VGCPV1-C12FO	
5.75E-06	99.6%	MO--VGCPV2-C12FO	
4.52E-06	99.7%	MO--S1-SV1-C1JFF	
4.52E-06	99.8%	MO--S1-SV2-C1JFF	
3.30E-06	99.8%	MO--PVC1---C3FFR	MO--PVC2---C3FFR
3.11E-06	99.9%	BO--DM6D2O-C1-XL	MO--FUITES-C0-C1
2.49E-06	99.9%	MO--PVC1---C3FFR	MO--VCXV3--C1DFO
2.49E-06	100.0%	MO--PVC1---C3FFR	MO--VCXV4--C1DFC
4.00E-07	100.0%	MO--CCSCP1-C1-FF	MO--CCSCP2-C1-FF
3.20E-07	100.0%	5130S4ICATIV--C4	
3.15E-07	100.0%	MO--PI2GAS-C1DRU	
1.84E-07	100.0%	MO--LM7SV1-C1-FF	
1.84E-07	100.0%	MO--LM7SV2-C1-FF	
1.24E-07	100.0%	5330BUABUL---BC3	MO--CCSCP2-C1-FF
1.12E-07	100.0%	MO--CTYRU1-C1-FF	MO--CTYRU2-C1-FF
1.00E-07	100.0%	MO--DIVESR-C0-ND	

Centrale à l'arrêt
Programme de maintenance préventive actuel
Arrêt au 18 mois
Coupes Minimales

Cutset Report
3210MOD-CS100001 = 5.37E-03 (Probability)

Probability	%	Class	Inputs
2.23E-03	41.5%	7512AIRCX-1S-001	
1.00E-03	60.1%	MO--MODRTM-C0-ND	
7.18E-04	73.4%	7131ESRDIST--CFF	
5.56E-04	83.7%	5130SXCCATIV-CC4	
2.74E-04	88.8%	MO--DM3PUR-C1-XL	MO--FUITES-C0-C1
1.80E-04	92.1%	MO--DM2CRT-C1-XL	MO--FUITES-C0-C1
1.32E-04	94.6%	MO--PVC1---C3FFR	MO--PVC2---C0-%1
1.03E-04	96.5%	5320BUABUE---CC3	
3.25E-05	97.1%	5510S-CYA----JC1	
3.25E-05	97.7%	5510S-CYC----JC1	
3.10E-05	98.3%	MO--PVC1---C3FFR	MO--PVC2---C0FFS
2.01E-05	98.6%	MO--VGCPV1-C12FO	
2.01E-05	99.0%	MO--VGCPV2-C12FO	
1.11E-05	99.2%	MO--DM4ECH-C1-XL	MO--FUITES-C0-C1
6.58E-06	99.3%	BO--DM5POI-C1-XL	MO--FUITES-C0-C1
5.84E-06	99.4%	5510PL-555---JC1	
5.84E-06	99.5%	5510PL-556---JC1	
4.52E-06	99.6%	MO--S1-SV1-C1JFF	
4.52E-06	99.7%	MO--S1-SV2-C1JFF	
3.31E-06	99.8%	MO--PVC1---C3FFR	MO--PVC2---C3FFR
3.11E-06	99.8%	BO--DM6D2O-C1-XL	MO--FUITES-C0-C1
2.49E-06	99.9%	MO--PVC1---C3FFR	MO--VCXV3--C1DFO
2.49E-06	99.9%	MO--PVC1---C3FFR	MO--VCXV4--C1DFC
1.37E-06	99.9%	MO--LM7SV1-C1-FF	
1.37E-06	100.0%	MO--LM7SV2-C1-FF	
4.01E-07	100.0%	MO--CCSCP1-C1-FF	MO--CCSCP2-C1-FF
3.20E-07	100.0%	5130S4ICATIV--C4	
3.15E-07	100.0%	MO--PI2GAS-C1DRU	
1.24E-07	100.0%	5330BUABUL---BC3	MO--CCSCP2-C1-FF
1.12E-07	100.0%	MO--CTYRU1-C1-FF	MO--CTYRU2-C1-FF
1.00E-07	100.0%	MO--DIVESR-C0-ND	

Centrale à l'arrêt
Programme de maintenance préventive actuel
Arrêt au 24 mois
Coupes Minimales

Cutset Report
3210MOD-CS100001 = 5.54E-03 (Probability)

Probability	%	Class	Inputs
2.23E-03	40.3%	7512AIRCX-1S-001	
1.00E-03	58.3%	MO--MODRTM-C0-ND	
7.18E-04	71.2%	7131ESRDIST--CFF	
5.56E-04	81.2%	5130SXCCATIV-CC4	
2.74E-04	86.2%	MO--DM3PUR-C1-XL	MO--FUITES-C0-C1
1.80E-04	89.4%	MO--DM2CRT-C1-XL	MO--FUITES-C0-C1
2.55E-04	94.0%	MO--PVC1---C3FFR	MO--PVC2---C0-%1
1.03E-04	95.8%	5320BUABUE---CC3	
3.25E-05	96.4%	5510S-CYA----JC1	
3.25E-05	97.0%	5510S-CYC----JC1	
6.00E-05	98.1%	MO--PVC1---C3FFR	MO--PVC2---C0FFS
2.01E-05	98.4%	MO--VGCPV1-C12FO	
2.01E-05	98.8%	MO--VGCPV2-C12FO	
1.11E-05	99.0%	MO--DM4ECH-C1-XL	MO--FUITES-C0-C1
6.58E-06	99.1%	BO--DM5POI-C1-XL	MO--FUITES-C0-C1
5.84E-06	99.2%	5510PL-555---JC1	
5.84E-06	99.3%	5510PL-556---JC1	
4.52E-06	99.4%	MO--S1-SV1-C1JFF	
4.52E-06	99.5%	MO--S1-SV2-C1JFF	
1.24E-05	99.7%	MO--PVC1---C3FFR	MO--PVC2---C3FFR
3.11E-06	99.8%	BO--DM6D2O-C1-XL	MO--FUITES-C0-C1
4.82E-06	99.8%	MO--PVC1---C3FFR	MO--VCXV3--C1DFO
4.82E-06	99.9%	MO--PVC1---C3FFR	MO--VCXV4--C1DFC
1.37E-06	100.0%	MO--LM7SV1-C1-FF	
1.37E-06	100.0%	MO--LM7SV2-C1-FF	
4.01E-07	100.0%	MO--CCSCP1-C1-FF	MO--CCSCP2-C1-FF
3.20E-07	100.0%	5130S4ICATIV--C4	
3.15E-07	100.0%	MO--PI2GAS-C1DRU	
1.24E-07	100.0%	5330BUABUL---BC3	MO--CCSCP2-C1-FF
1.12E-07	100.0%	MO--CTYRU1-C1-FF	MO--CTYRU2-C1-FF
1.00E-07	100.0%	MO--DIVESR-C0-ND	

Centrale en puissance
Programme de maintenance préventive optimisé
Arrêt au 12 mois
Coupes Minimales

Cutset Report
3210MOD-AS100001 = 3.63E-03 (Probability)

Probability	%	Class	Inputs
1.05E-03	28.9%	7131ESRDIST--AFF	
1.00E-03	56.4%	MO--MODRTM-A0-ND	
2.74E-04	63.9%	MO--DM3PUR-A1-XL	MO--FUITES-A0-C1
2.44E-04	70.7%	7512AIRAX-1S-001	
1.80E-04	75.6%	MO--DM2CRT-A1-XL	MO--FUITES-A0-C1
9.56E-05	78.2%	MO--HVUHX1-A1-IH	
9.56E-05	80.9%	MO--HVUHX2-A1-IH	
1.16E-04	84.0%	5130SXACATIV-CC4	
1.03E-04	86.9%	5320BUABUE---CC3	
1.03E-04	89.7%	5320BUABUF---CC3	
1.77E-05	90.2%	MO--YTD11A-A1-FF	
1.77E-05	90.7%	MO--YTD11C-A1-FF	
4.15E-05	91.8%	MO--PVC1---A0FFS	MO--PVC2---A0FFS
2.05E-05	92.4%	MO--PVC1---A3FFR	MO--PVC2---A0FFS
2.70E-05	93.1%	5510S-AYA----JC1	
2.70E-05	93.9%	5510S-AYC----JC1	
8.37E-06	94.1%	MO--VBCTCV6A13OP	
8.37E-06	94.3%	MO--VBCTCV8A13OP	
5.52E-06	94.5%	MO--VGCPV1-A12FO	
5.52E-06	94.6%	MO--VGCPV2-A12FO	
1.96E-05	95.2%	5330BUABUL---BC3	7131ESR-ETE---C1
1.96E-05	95.7%	5330BUABUM---BC3	7131ESR-ETE---C1
1.96E-05	96.2%	5330BUABUN---BC3	7131ESR-ETE---C1
1.96E-05	96.8%	5330BUABUP---BC3	7131ESR-ETE---C1
1.11E-05	97.1%	MO--DM4ECH-A1-XL	MO--FUITES-A0-C1
7.23E-06	97.3%	MO--LM2PM1-A1-FF	MO--PVC2---A0FFS
7.23E-06	97.5%	MO--LM2PM2-A1-FF	MO--PVC1---A0FFS
4.39E-06	97.6%	MO--PVC1--TA3FFR	MO--PVC2---A0FFS
6.68E-06	97.8%	5320CB-F3----CC3	MO--PVC1---A0FFS
6.58E-06	98.0%	MO--DM5POI-A1-XL	MO--FUITES-A0-C1
5.97E-06	98.1%	MO--LM3PM12A1-FF	
5.84E-06	98.3%	5510PL-555---JC1	
5.84E-06	98.4%	5510PL-556---JC1	
3.57E-06	98.5%	MO--LM2PM2-A1-FF	MO--PVC1---A3FFR
2.17E-06	98.6%	MO--PVC1---A3FFR	MO--PVC2---A3FFR
5.36E-06	98.7%	MO--DM1PM1-A3CFF	MO--PVC2---A0FFS
3.30E-06	98.8%	5320CB-F3----CC3	MO--PVC1---A3FFR
4.52E-06	99.0%	MO--S1-SV1-A1JFF	
4.52E-06	99.1%	MO--S1-SV2-A1JFF	
3.33E-06	99.2%	MO--PVC1---A0FFS	MO--VCXV3--A1DFO
3.33E-06	99.3%	MO--PVC1---A0FFS	MO--VCXV4--A1DFC
3.11E-06	99.4%	MO--DM6D2O-A1-XL	MO--FUITES-A0-C1
2.68E-06	99.4%	MO--DM1PM2-A1CFF	MO--PVC1---A0FFS
1.65E-06	99.5%	MO--PVC1---A3FFR	MO--VCXV3--A1DFC
1.65E-06	99.5%	MO--PVC1---A3FFR	MO--VCXV4--A1DFO
1.32E-06	99.6%	MO--DM1PM2-A1CFF	MO--PVC1---A3FFR
1.19E-07	99.6%	MO--LM7SV1-A1-FF	

1.19E-07	99.6%	MO--LM7SV2-A1-FF	
1.30E-06	99.6%	MO--LM1PM1-A3-FF	MO--PVC2---A0FFS
1.26E-06	99.6%	MO--LM2PM1-A1-FF	MO--LM2PM2-A1-FF
7.66E-07	99.6%	MO--LM2PM2-A1-FF	MO--PVC1--TA3FFR
1.16E-06	99.7%	5320CB-F3----CC3	MO--LM2PM1-A1-FF
7.07E-07	99.7%	5320CB-F3----CC3	MO--PVC1--TA3FFR
9.45E-07	99.7%	MO--PI2GAS-A1DRU	
9.35E-07	99.8%	MO--DM1PM1-A3CFF	MO--LM2PM2-A1-FF
5.68E-07	99.8%	MO--DM1PM1-A3CFF	MO--PVC2---A3FFR
8.63E-07	99.8%	5320CB-F3----CC3	MO--DM1PM1-A3CFF
5.81E-07	99.8%	MO--LM2PM1-A1-FF	MO--VCXV3--A1DFO
5.81E-07	99.8%	MO--LM2PM1-A1-FF	MO--VCXV4--A1DFC
3.53E-07	99.8%	MO--PVC1--TA3FFR	MO--VCXV3--A1DFO
3.53E-07	99.8%	MO--PVC1--TA3FFR	MO--VCXV4--A1DFC
4.79E-07	99.9%	MO--DM1PM1-A1CFF	MO--PVC2---A0FFS
4.68E-07	99.9%	MO--DM1PM2-A1CFF	MO--LM2PM1-A1-FF
2.84E-07	99.9%	MO--DM1PM2-A1CFF	MO--PVC1--TA3FFR
4.31E-07	99.9%	MO--DM1PM1-A3CFF	MO--VCXV3--A1DFC
4.31E-07	99.9%	MO--DM1PM1-A3CFF	MO--VCXV4--A1DFO
4.01E-07	99.9%	MO--CCSCP1-A1-FF	MO--CCSCP2-A1-FF
3.83E-07	99.9%	MO--DM1PM1TA3CFF	MO--PVC2---A0FFS
3.47E-07	99.9%	MO--DM1PM1-A3CFF	MO--DM1PM2-A1CFF
3.20E-07	99.9%	5130S4ICATIV--C4	
1.89E-07	99.9%	MO--DM1PM2-A3CFF	MO--PVC1---A3FFR
2.30E-07	100.0%	5320CB-E3----CC3	MO--PVC2---A0FFS
2.26E-07	100.0%	MO--LM1PM1-A3-FF	MO--LM2PM2-A1-FF
1.38E-07	100.0%	MO--LM1PM1-A3-FF	MO--PVC2---A3FFR
2.09E-07	100.0%	5320CB-F3----CC3	MO--LM1PM1-A3-FF
1.62E-07	100.0%	5520S-AXA----LC1	MO--PVC2---A0FFS
1.62E-07	100.0%	5520S-AXC----LC1	MO--PVC1---A0FFS
1.24E-07	100.0%	5330BUABUL---BC3	MO--CCSCP2-A1-FF
1.19E-07	100.0%	5520PL-1573--LC1	MO--PVC2---A0FFS
1.19E-07	100.0%	5520PL-1574--LC1	MO--PVC1---A0FFS
1.16E-07	100.0%	MO--LM1PM1-A1-FF	MO--PVC2---A0FFS
1.12E-07	100.0%	MO--CTYRU1-A1-FF	MO--CTYRU2-A1-FF
1.04E-07	100.0%	MO--LM1PM1-A3-FF	MO--VCXV3--A1DFC
1.04E-07	100.0%	MO--LM1PM1-A3-FF	MO--VCXV4--A1DFO
1.00E-07	100.0%	MO--DIVESR-A0-ND	

Centrale en puissance
Programme de maintenance préventive optimisé
Arrêt au 18 mois
Coupes Minimales

Cutset Report
3210MOD-AS100001 = 3.68E-03 (Probability)

Probability	%	Class	Inputs
1.05E-03	28.5%	7131	ESRDIST--AFF
1.00E-03	55.6%	MO--	MODRTM-A0-ND
2.74E-04	63.0%	MO--	DM3PUR-A1-XL MO--FUITES-A0-C1
2.44E-04	69.6%	7512	AIRAX-1S-001
1.80E-04	74.5%	MO--	DM2CRT-A1-XL MO--FUITES-A0-C1
1.17E-04	77.7%	MO--	HVUHX1-A1-IH
1.17E-04	80.8%	MO--	HVUHX2-A1-IH
1.16E-04	84.0%	5130	SXACATIV-CC4
1.03E-04	86.7%	5320	BUABUE---CC3
1.03E-04	89.5%	5320	BUABUF---CC3
1.77E-05	90.0%	MO--	YTD11A-A1-FF
1.77E-05	90.5%	MO--	YTD11C-A1-FF
4.15E-05	91.6%	MO--	PVC1---A0FFS MO--PVC2---A0FFS
2.05E-05	92.2%	MO--	PVC1---A3FFR MO--PVC2---A0FFS
2.70E-05	92.9%	5510	S-AYA----JC1
2.70E-05	93.6%	5510	S-AYC----JC1
1.43E-05	94.0%	MO--	VBCTCV6A13OP
1.43E-05	94.4%	MO--	VBCTCV8A13OP
5.52E-06	94.5%	MO--	VGCPV1-A12FO
5.52E-06	94.7%	MO--	VGCPV2-A12FO
1.96E-05	95.2%	5330	BUABUL---BC3 7131ESR-ETE---C1
1.96E-05	95.8%	5330	BUABUM---BC3 7131ESR-ETE---C1
1.96E-05	96.3%	5330	BUABUN---BC3 7131ESR-ETE---C1
1.96E-05	96.8%	5330	BUABUP---BC3 7131ESR-ETE---C1
1.11E-05	97.1%	MO--	DM4ECH-A1-XL MO--FUITES-A0-C1
7.23E-06	97.3%	MO--	LM2PM1-A1-FF MO--PVC2---A0FFS
7.23E-06	97.5%	MO--	LM2PM2-A1-FF MO--PVC1---A0FFS
4.39E-06	97.6%	MO--	PVC1--TA3FFR MO--PVC2---A0FFS
6.68E-06	97.8%	5320	CB-F3----CC3 MO--PVC1---A0FFS
6.58E-06	98.0%	MO--	DM5POI-A1-XL MO--FUITES-A0-C1
5.97E-06	98.1%	MO--	LM3PM12A1-FF
5.84E-06	98.3%	5510	PL-555---JC1
5.84E-06	98.5%	5510	PL-556---JC1
3.57E-06	98.6%	MO--	LM2PM2-A1-FF MO--PVC1---A3FFR
2.17E-06	98.6%	MO--	PVC1---A3FFR MO--PVC2---A3FFR
5.36E-06	98.8%	MO--	DM1PM1-A3CFF MO--PVC2---A0FFS
3.30E-06	98.9%	5320	CB-F3----CC3 MO--PVC1---A3FFR
4.52E-06	99.0%	MO--	S1-SV1-A1JFF
4.52E-06	99.1%	MO--	S1-SV2-A1JFF
3.33E-06	99.2%	MO--	PVC1---A0FFS MO--VCXV3--A1DFO
3.33E-06	99.3%	MO--	PVC1---A0FFS MO--VCXV4--A1DFC
3.11E-06	99.4%	MO--	DM6D2O-A1-XL MO--FUITES-A0-C1
2.68E-06	99.4%	MO--	DM1PM2-A1CFF MO--PVC1---A0FFS
1.65E-06	99.5%	MO--	PVC1---A3FFR MO--VCXV3--A1DFC
1.65E-06	99.5%	MO--	PVC1---A3FFR MO--VCXV4--A1DFO
1.32E-06	99.6%	MO--	DM1PM2-A1CFF MO--PVC1---A3FFR
1.19E-07	99.6%	MO--	LM7SV1-A1-FF

1.19E-07	99.6%	MO--LM7SV2-A1-FF	
1.30E-06	99.6%	MO--LM1PM1-A3-FF	MO--PVC2---A0FFS
1.26E-06	99.6%	MO--LM2PM1-A1-FF	MO--LM2PM2-A1-FF
7.66E-07	99.7%	MO--LM2PM2-A1-FF	MO--PVC1--TA3FFR
1.16E-06	99.7%	5320CB-F3----CC3	MO--LM2PM1-A1-FF
7.07E-07	99.7%	5320CB-F3----CC3	MO--PVC1--TA3FFR
9.45E-07	99.7%	MO--PI2GAS-A1DRU	
9.35E-07	99.8%	MO--DM1PM1-A3CFF	MO--LM2PM2-A1-FF
5.68E-07	99.8%	MO--DM1PM1-A3CFF	MO--PVC2---A3FFR
8.63E-07	99.8%	5320CB-F3----CC3	MO--DM1PM1-A3CFF
5.81E-07	99.8%	MO--LM2PM1-A1-FF	MO--VCXV3--A1DFO
5.81E-07	99.8%	MO--LM2PM1-A1-FF	MO--VCXV4--A1DFC
3.53E-07	99.8%	MO--PVC1--TA3FFR	MO--VCXV3--A1DFO
3.53E-07	99.8%	MO--PVC1--TA3FFR	MO--VCXV4--A1DFC
4.79E-07	99.9%	MO--DM1PM1-A1CFF	MO--PVC2---A0FFS
4.68E-07	99.9%	MO--DM1PM2-A1CFF	MO--LM2PM1-A1-FF
2.84E-07	99.9%	MO--DM1PM2-A1CFF	MO--PVC1--TA3FFR
4.31E-07	99.9%	MO--DM1PM1-A3CFF	MO--VCXV3--A1DFC
4.31E-07	99.9%	MO--DM1PM1-A3CFF	MO--VCXV4--A1DFO
4.01E-07	99.9%	MO--CCSCP1-A1-FF	MO--CCSCP2-A1-FF
3.83E-07	99.9%	MO--DM1PM1TA3CFF	MO--PVC2---A0FFS
3.47E-07	99.9%	MO--DM1PM1-A3CFF	MO--DM1PM2-A1CFF
3.20E-07	99.9%	5130S4ICATIV--C4	
1.89E-07	99.9%	MO--DM1PM2-A3CFF	MO--PVC1---A3FFR
2.30E-07	100.0%	5320CB-E3----CC3	MO--PVC2---A0FFS
2.26E-07	100.0%	MO--LM1PM1-A3-FF	MO--LM2PM2-A1-FF
1.38E-07	100.0%	MO--LM1PM1-A3-FF	MO--PVC2---A3FFR
2.09E-07	100.0%	5320CB-F3----CC3	MO--LM1PM1-A3-FF
1.62E-07	100.0%	5520S-AXA----LC1	MO--PVC2---A0FFS
1.62E-07	100.0%	5520S-AXC----LC1	MO--PVC1---A0FFS
1.24E-07	100.0%	5330BUABUL---BC3	MO--CCSCP2-A1-FF
1.19E-07	100.0%	5520PL-1573--LC1	MO--PVC2---A0FFS
1.19E-07	100.0%	5520PL-1574--LC1	MO--PVC1---A0FFS
1.16E-07	100.0%	MO--LM1PM1-A1-FF	MO--PVC2---A0FFS
1.12E-07	100.0%	MO--CTYRU1-A1-FF	MO--CTYRU2-A1-FF
1.04E-07	100.0%	MO--LM1PM1-A3-FF	MO--VCXV3--A1DFC
1.04E-07	100.0%	MO--LM1PM1-A3-FF	MO--VCXV4--A1DFO
1.00E-07	100.0%	MO--DIVESR-A0-ND	

Centrale en puissance
Programme de maintenance préventive optimisé
Arrêt au 24 mois
Coupes Minimales

Cutset Report
3210MOD-AS100001 = 3.76E-03 (Probability)

Probability	%	Class	Inputs
1.05E-03	27.9%	7131ESRDIST--AFF	
1.00E-03	54.5%	MO--MODRTM-A0-ND	
2.74E-04	61.8%	MO--DM3PUR-A1-XL	MO--FUITES-A0-C1
2.44E-04	68.3%	7512AIRAX-1S-001	
1.80E-04	73.1%	MO--DM2CRT-A1-XL	MO--FUITES-A0-C1
1.29E-04	76.5%	MO--HVUHX1-A1-IH	
1.29E-04	79.9%	MO--HVUHX2-A1-IH	
1.16E-04	83.0%	5130SXACATIV-CC4	
1.03E-04	85.7%	5320BUABUE---CC3	
1.03E-04	88.5%	5320BUABUF---CC3	
4.12E-05	89.6%	MO--YTD11A-A1-FF	
4.12E-05	90.6%	MO--YTD11C-A1-FF	
4.15E-05	91.8%	MO--PVC1---A0FFS	MO--PVC2---A0FFS
2.05E-05	92.3%	MO--PVC1---A3FFR	MO--PVC2---A0FFS
2.70E-05	93.0%	5510S-AYA---JC1	
2.70E-05	93.7%	5510S-AYC---JC1	
1.43E-05	94.1%	MO--VBCTCV6A13OP	
1.43E-05	94.5%	MO--VBCTCV8A13OP	
5.75E-06	94.6%	MO--VGCPV1-A12FO	
5.75E-06	94.8%	MO--VGCPV2-A12FO	
1.96E-05	95.3%	5330BUABUL---BC3	7131ESR-ETE---C1
1.96E-05	95.8%	5330BUABUM---BC3	7131ESR-ETE---C1
1.96E-05	96.4%	5330BUABUN---BC3	7131ESR-ETE---C1
1.96E-05	96.9%	5330BUABUP---BC3	7131ESR-ETE---C1
1.11E-05	97.2%	MO--DM4ECH-A1-XL	MO--FUITES-A0-C1
7.23E-06	97.4%	MO--LM2PM1-A1-FF	MO--PVC2---A0FFS
7.23E-06	97.6%	MO--LM2PM2-A1-FF	MO--PVC1---A0FFS
4.39E-06	97.7%	MO--PVC1--TA3FFR	MO--PVC2---A0FFS
6.68E-06	97.8%	5320CB-F3---CC3	MO--PVC1---A0FFS
6.58E-06	98.0%	MO--DM5POI-A1-XL	MO--FUITES-A0-C1
5.97E-06	98.2%	MO--LM3PM12A1-FF	
5.84E-06	98.3%	5510PL-555---JC1	
5.84E-06	98.5%	5510PL-556---JC1	
3.57E-06	98.6%	MO--LM2PM2-A1-FF	MO--PVC1---A3FFR
2.17E-06	98.6%	MO--PVC1---A3FFR	MO--PVC2---A3FFR
5.36E-06	98.8%	MO--DM1PM1-A3CFF	MO--PVC2---A0FFS
3.30E-06	98.9%	5320CB-F3---CC3	MO--PVC1---A3FFR
4.52E-06	99.0%	MO--S1-SV1-A1JFF	
4.52E-06	99.1%	MO--S1-SV2-A1JFF	
3.33E-06	99.2%	MO--PVC1---A0FFS	MO--VCXV3--A1DFO
3.33E-06	99.3%	MO--PVC1---A0FFS	MO--VCXV4--A1DFC
3.11E-06	99.4%	MO--DM6D2O-A1-XL	MO--FUITES-A0-C1
2.68E-06	99.4%	MO--DM1PM2-A1CFF	MO--PVC1---A0FFS
1.65E-06	99.5%	MO--PVC1---A3FFR	MO--VCXV3--A1DFC
1.65E-06	99.5%	MO--PVC1---A3FFR	MO--VCXV4--A1DFO
1.32E-06	99.6%	MO--DM1PM2-A1CFF	MO--PVC1---A3FFR
1.84E-07	99.6%	MO--LM7SV1-A1-FF	

1.84E-07	99.6%	MO--LM7SV2-A1-FF	
1.30E-06	99.6%	MO--LM1PM1-A3-FF	MO--PVC2---A0FFS
1.26E-06	99.6%	MO--LM2PM1-A1-FF	MO--LM2PM2-A1-FF
7.66E-07	99.7%	MO--LM2PM2-A1-FF	MO--PVC1--TA3FFR
1.16E-06	99.7%	5320CB-F3----CC3	MO--LM2PM1-A1-FF
7.07E-07	99.7%	5320CB-F3----CC3	MO--PVC1--TA3FFR
9.45E-07	99.7%	MO--PI2GAS-A1DRU	
9.35E-07	99.8%	MO--DM1PM1-A3CFF	MO--LM2PM2-A1-FF
5.68E-07	99.8%	MO--DM1PM1-A3CFF	MO--PVC2---A3FFR
8.63E-07	99.8%	5320CB-F3----CC3	MO--DM1PM1-A3CFF
5.81E-07	99.8%	MO--LM2PM1-A1-FF	MO--VCXV3--A1DFO
5.81E-07	99.8%	MO--LM2PM1-A1-FF	MO--VCXV4--A1DFC
3.53E-07	99.8%	MO--PVC1--TA3FFR	MO--VCXV3--A1DFO
3.53E-07	99.8%	MO--PVC1--TA3FFR	MO--VCXV4--A1DFC
4.79E-07	99.9%	MO--DM1PM1-A1CFF	MO--PVC2---A0FFS
4.68E-07	99.9%	MO--DM1PM2-A1CFF	MO--LM2PM1-A1-FF
2.84E-07	99.9%	MO--DM1PM2-A1CFF	MO--PVC1--TA3FFR
4.31E-07	99.9%	MO--DM1PM1-A3CFF	MO--VCXV3--A1DFC
4.31E-07	99.9%	MO--DM1PM1-A3CFF	MO--VCXV4--A1DFO
4.01E-07	99.9%	MO--CCSCP1-A1-FF	MO--CCSCP2-A1-FF
3.83E-07	99.9%	MO--DM1PM1TA3CFF	MO--PVC2---A0FFS
3.47E-07	99.9%	MO--DM1PM1-A3CFF	MO--DM1PM2-A1CFF
3.20E-07	99.9%	5130S4ICATIV--C4	
1.89E-07	99.9%	MO--DM1PM2-A3CFF	MO--PVC1---A3FFR
2.30E-07	100.0%	5320CB-E3----CC3	MO--PVC2---A0FFS
2.26E-07	100.0%	MO--LM1PM1-A3-FF	MO--LM2PM2-A1-FF
1.38E-07	100.0%	MO--LM1PM1-A3-FF	MO--PVC2---A3FFR
2.09E-07	100.0%	5320CB-F3----CC3	MO--LM1PM1-A3-FF
1.62E-07	100.0%	5520S-AXA----LC1	MO--PVC2---A0FFS
1.62E-07	100.0%	5520S-AXC----LC1	MO--PVC1---A0FFS
1.24E-07	100.0%	5330BUABUL---BC3	MO--CCSCP2-A1-FF
1.19E-07	100.0%	5520PL-1573--LC1	MO--PVC2---A0FFS
1.19E-07	100.0%	5520PL-1574--LC1	MO--PVC1---A0FFS
1.16E-07	100.0%	MO--LM1PM1-A1-FF	MO--PVC2---A0FFS
1.12E-07	100.0%	MO--CTYRU1-A1-FF	MO--CTYRU2-A1-FF
1.04E-07	100.0%	MO--LM1PM1-A3-FF	MO--VCXV3--A1DFC
1.04E-07	100.0%	MO--LM1PM1-A3-FF	MO--VCXV4--A1DFO
1.00E-07	100.0%	MO--DIVESR-A0-ND	

Centrale à l'arrêt
Programme de maintenance préventive optimisé
Arrêt au 12 mois
Coupes Minimales

Cutset Report
3210MOD-CS100001 = 5.30E-03 (Probability)

Probability	%	Class	Inputs
2.23E-03	42.1%	7512AIRCX-1S-001	
1.00E-03	60.9%	MO--MODRTM-C0-ND	
7.18E-04	74.4%	7131ESRDIST--CFF	
5.56E-04	84.9%	5130SXCCATIV-CC4	
2.74E-04	90.0%	MO--DM3PUR-C1-XL	MO--FUITES-C0-C1
1.80E-04	93.4%	MO--DM2CRT-C1-XL	MO--FUITES-C0-C1
9.97E-05	95.3%	MO--PVC1---C3FFR	MO--PVC2---C0-%1
1.03E-04	97.2%	5320BUABUE---CC3	
3.25E-05	97.8%	5510S-CYA----JC1	
3.25E-05	98.4%	5510S-CYC----JC1	
2.34E-05	98.9%	MO--PVC1---C3FFR	MO--PVC2---C0FFS
5.52E-06	99.0%	MO--VGCPV1-C12FO	
5.52E-06	99.1%	MO--VGCPV2-C12FO	
1.11E-05	99.3%	MO--DM4ECH-C1-XL	MO--FUITES-C0-C1
6.58E-06	99.4%	BO--DM5POI-C1-XL	MO--FUITES-C0-C1
5.84E-06	99.5%	5510PL-555---JC1	
5.84E-06	99.6%	5510PL-556---JC1	
4.52E-06	99.7%	MO--S1-SV1-C1JFF	
4.52E-06	99.8%	MO--S1-SV2-C1JFF	
1.89E-06	99.8%	MO--PVC1---C3FFR	MO--PVC2---C3FFR
3.11E-06	99.9%	BO--DM6D2O-C1-XL	MO--FUITES-C0-C1
1.88E-06	99.9%	MO--PVC1---C3FFR	MO--VCXV3--C1DFO
1.88E-06	100.0%	MO--PVC1---C3FFR	MO--VCXV4--C1DFC
1.19E-07	100.0%	MO--LM7SV1-C1-FF	
1.19E-07	100.0%	MO--LM7SV2-C1-FF	
4.01E-07	100.0%	MO--CCSCP1-C1-FF	MO--CCSCP2-C1-FF
3.20E-07	100.0%	5130S4ICATIV--C4	
3.15E-07	100.0%	MO--PI2GAS-C1DRU	
1.24E-07	100.0%	5330BUABUL---BC3	MO--CCSCP2-C1-FF
1.12E-07	100.0%	MO--CTYRU1-C1-FF	MO--CTYRU2-C1-FF
1.00E-07	100.0%	MO--DIVESR-C0-ND	

Centrale à l'arrêt
Programme de maintenance préventive optimisé
Arrêt au 18 mois
Coupes Minimales

Cutset Report
3210MOD-CS100001 = 5.30E-03 (Probability)

Probability	%	Class	Inputs
2.23E-03	42.1%	7512AIRCX-1S-001	
1.00E-03	60.9%	MO--MODRTM-C0-ND	
7.18E-04	74.4%	7131ESRDIST--CFF	
5.56E-04	84.9%	5130SXCCATIV-CC4	
2.74E-04	90.0%	MO--DM3PUR-C1-XL	MO--FUITES-C0-C1
1.80E-04	93.4%	MO--DM2CRT-C1-XL	MO--FUITES-C0-C1
9.99E-05	95.3%	MO--PVC1---C3FFR	MO--PVC2---C0-%1
1.03E-04	97.2%	5320BUABUE---CC3	
3.25E-05	97.8%	5510S-CYA----JC1	
3.25E-05	98.4%	5510S-CYC----JC1	
2.35E-05	98.9%	MO--PVC1---C3FFR	MO--PVC2---C0FFS
5.52E-06	99.0%	MO--VGCPV1-C12FO	
5.52E-06	99.1%	MO--VGCPV2-C12FO	
1.11E-05	99.3%	MO--DM4ECH-C1-XL	MO--FUITES-C0-C1
6.58E-06	99.4%	BO--DM5POI-C1-XL	MO--FUITES-C0-C1
5.84E-06	99.5%	5510PL-555---JC1	
5.84E-06	99.6%	5510PL-556---JC1	
4.52E-06	99.7%	MO--S1-SV1-C1JFF	
4.52E-06	99.8%	MO--S1-SV2-C1JFF	
1.90E-06	99.8%	MO--PVC1---C3FFR	MO--PVC2---C3FFR
3.11E-06	99.9%	BO--DM6D2O-C1-XL	MO--FUITES-C0-C1
1.89E-06	99.9%	MO--PVC1---C3FFR	MO--VCXV3--C1DFO
1.89E-06	100.0%	MO--PVC1---C3FFR	MO--VCXV4--C1DFC
1.19E-07	100.0%	MO--LM7SV1-C1-FF	
1.19E-07	100.0%	MO--LM7SV2-C1-FF	
4.01E-07	100.0%	MO--CCSCP1-C1-FF	MO--CCSCP2-C1-FF
3.20E-07	100.0%	5130S4ICATIV--C4	
3.15E-07	100.0%	MO--PI2GAS-C1DRU	
1.24E-07	100.0%	5330BUABUL---BC3	MO--CCSCP2-C1-FF
1.12E-07	100.0%	MO--CTYRU1-C1-FF	MO--CTYRU2-C1-FF
1.00E-07	100.0%	MO--DIVESR-C0-ND	

Centrale à l'arrêt
Programme de maintenance préventive optimisé
Arrêt au 24 mois
Coupes Minimales

Cutset Report
3210MOD-CS100001 = 5.46E-03 (Probability)

Probability	%	Class	Inputs
2.23E-03	40.8%	7512AIRCX-1S-001	
1.00E-03	59.1%	MO--MODRTM-C0-ND	
7.18E-04	72.2%	7131ESRDIST--CFF	
5.56E-04	82.3%	5130SXCCATIV--CC4	
2.74E-04	87.3%	MO--DM3PUR-C1-XL	MO--FUITES-C0-C1
1.80E-04	90.6%	MO--DM2CRT-C1-XL	MO--FUITES-C0-C1
2.24E-04	94.7%	MO--PVC1---C3FFR	MO--PVC2---C0-%1
1.03E-04	96.5%	5320BUABUE---CC3	
3.25E-05	97.1%	5510S-CYA----JC1	
3.25E-05	97.7%	5510S-CYC----JC1	
5.26E-05	98.7%	MO--PVC1---C3FFR	MO--PVC2---C0FFS
5.75E-06	98.8%	MO--VGCPV1-C12FO	
5.75E-06	98.9%	MO--VGCPV2-C12FO	
1.11E-05	99.1%	MO--DM4ECH-C1-XL	MO--FUITES-C0-C1
6.58E-06	99.2%	BO--DM5POI-C1-XL	MO--FUITES-C0-C1
5.84E-06	99.3%	5510PL-555---JC1	
5.84E-06	99.4%	5510PL-556---JC1	
4.52E-06	99.5%	MO--S1-SV1-C1JFF	
4.52E-06	99.6%	MO--S1-SV2-C1JFF	
9.58E-06	99.8%	MO--PVC1---C3FFR	MO--PVC2---C3FFR
3.11E-06	99.8%	BO--DM6D2O-C1-XL	MO--FUITES-C0-C1
4.23E-06	99.9%	MO--PVC1---C3FFR	MO--VCXV3--C1DFO
4.23E-06	100.0%	MO--PVC1---C3FFR	MO--VCXV4--C1DFC
2.01E-07	100.0%	MO--LM7SV1-C1-FF	
2.01E-07	100.0%	MO--LM7SV2-C1-FF	
4.01E-07	100.0%	MO--CCSCP1-C1-FF	MO--CCSCP2-C1-FF
3.20E-07	100.0%	5130S4ICATIV--C4	
3.15E-07	100.0%	MO--PI2GAS-C1DRU	
1.24E-07	100.0%	5330BUABUL---BC3	MO--CCSCP2-C1-FF
1.12E-07	100.0%	MO--CTYRU1-C1-FF	MO--CTYRU2-C1-FF
1.00E-07	100.0%	MO--DIVESR-C0-ND	

Centrale en puissance
Programme de maintenance préventive actuel
Arrêt au 12 mois
Facteurs de mesure d'importance

Importance Measure Report
3210MOD-AS100001 = 3.95E-03

Event Name	Probability	Fus	Ves	BlrnBm	Red W	Ach W	Description
7131ESRDIST--AFF	1.05E-03	2.65E-01	9.97E-01	1.360	253.17		DEFAILLANCE DISTRIBUTION DE L'ESR (3-30 min.)
MO--MODRTM-A0-ND	1.00E-03	2.52E-01	9.97E-01	1.338	253.17		DEFAILLANCE DU PROGRAMME DE REGULATION TEMPÉRATURE MODERATEUR (RTM)
MO--FUITE-A0-C1	1.00E-01	1.20E-01	4.73E-03	1.136	2.08		FACTEUR DE PONDERATION POUR LES PERTES D'INVENTAIRE DU MODERATEUR
MO--DM3PUR-A1-XL	2.74E-03	6.92E-02	9.96E-02	1.074	26.15		FUITE DE L'EAU A TRAVERS LE SYSTEME DE PURIFICATION
7512AIRAX-1S-001	2.44E-04	6.15E-02	9.96E-01	1.066	253.17		PERTE TOTALE D'AIR D'INSTRUMENTATION
MO--DM2CRT-A1-XL	1.80E-03	4.53E-02	9.96E-02	1.047	26.18		PERTE D'INVENTAIRE DU MODERATEUR VIA LE CIRCUIT PRINCIPAL
MO--HVUHX1-A1-IH	1.74E-04	4.39E-02	9.96E-01	1.046	253.17		HX1: ÉCHANGEUR DE CHALEUR ECHANGE THERMIQUE INADEQUAT
MO--HVUHX2-A1-IH	1.74E-04	4.39E-02	9.96E-01	1.046	253.17		HX1: ÉCHANGEUR DE CHALEUR ECHANGE THERMIQUE INADEQUAT
5130SXACATIV-CC4	1.16E-04	2.94E-02	9.96E-01	1.030	253.17		PERTE CATEGORIE IV (3 min. - 30 min.) (EXPL. NORMALE)
5320BUABUE--CC3	1.03E-04	2.59E-02	9.96E-01	1.027	253.17		BUE: DEFAUTS DE LA BARRE ET DEFAUTS DES COMPOSANTS RACCORDES A LA BARRE
5320BUABUF--CC3	1.03E-04	2.59E-02	9.96E-01	1.027	253.17		BUF: DEFAUTS DE LA BARRE ET DEFAUTS DES COMPOSANTS RACCORDES A LA BARRE
MO--PVC2--A0FFS	6.44E-03	2.38E-02	1.45E-02	1.024	4.65		P2: POMPE DEFAUTS AU DEMARRAGE
7131ESR-ETE--C1	2.50E-01	1.98E-02	3.12E-04	1.020	1.06		FACTEUR PONDERATION POUR LA SAISON ETE DE L'ESR
MO--PVC1--A0FFS	6.44E-03	1.64E-02	1.00E-02	1.017	3.52		P1: POMPE DEFAUTS AU DEMARRAGE
MO--YTD11A-A1-FF	6.12E-05	1.54E-02	9.96E-01	1.016	253.17		TY-11A: CONVERTISSEUR DE SIGNAL DEFAILLANCE TOTALE
MO--YTD11C-A1-FF	6.12E-05	1.54E-02	9.96E-01	1.016	253.17		TY-11C: CONVERTISSEUR DE SIGNAL DEFAILLANCE TOTALE
MO--PVC1--A3FFR	4.80E-03	1.35E-02	1.11E-02	1.014	3.79		P1: POMPE DEFAILLANCE EN FONCTIONNEMENT
5510S-AYA--JC1	2.70E-05	6.82E-03	9.96E-01	1.007	253.17		BUYA: ALIMENTATION ÉLECTRIQUE 48 Vcc INDISPONIBLE
5510S-AYC--JC1	2.70E-05	6.82E-03	9.96E-01	1.007	253.17		BUYC: ALIMENTATION ÉLECTRIQUE 48 Vcc INDISPONIBLE
MO--VBCTCV6A13OP	2.01E-05	5.07E-03	9.96E-01	1.005	253.17		TCV6: VANNE PNEUMATIQUE PAPILLON DEFAUT D'OPERATION
MO--VBCTCV8A13OP	2.01E-05	5.07E-03	9.96E-01	1.005	253.17		TCV8: VANNE PNEUMATIQUE PAPILLON DEFAUT D'OPERATION
MO--VGCPV1-A12FO	2.01E-05	5.07E-03	9.96E-01	1.005	253.17		PV1: VANNE PNEUMATIQUE REFUSE DE FERMER
MO--VGCPV2-A12FO	2.01E-05	5.07E-03	9.96E-01	1.005	253.17		PV2: VANNE PNEUMATIQUE REFUSE DE FERMER

5330BUABUL—BC3	7.84E-05	4.97E-03	2.50E-01	1.005	64.34	BUL: DEFAUTS DE LA BARRE ET TRAVEE ENTRE BUE - BUL	
5330BUABUM—BC3	7.84E-05	4.94E-03	2.49E-01	1.005	64.04	BUM: DEFAUTS DE LA BARRE ET TRAVEE ENTRE BUF - BUM	
5330BUABUN—BC3	7.84E-05	4.94E-03	2.49E-01	1.005	64.04	BUN: DEFAUTS DE LA BARRE ET TRAVEE ENTRE BUE - BUN	
5330BUABUP—BC3	7.84E-05	4.94E-03	2.49E-01	1.005	64.04	BUP: DEFAUTS DE LA BARRE ET TRAVEE ENTRE BUF - BUP	
MO—LM2PM2-A1-FF	1.12E-03	4.08E-03	1.43E-02	1.004	4.62	PM2: DEFAILLANCE DE LA LOGIQUE D'ENCLenchement	
5320CB-F3—CC3	1.04E-03	3.77E-03	1.43E-02	1.004	4.62	F3: DISJONCTEUR CELLULE SOUS ENTRETIEN CORRECTIF	
MO—LM2PM1-A1-FF	1.12E-03	2.85E-03	9.98E-03	1.003	3.52	PM1: DEFAILLANCE DE LA LOGIQUE D'ENCLenchement	
MO—DM4ECH-A1-XL	1.11E-04	2.81E-03	9.96E-02	1.003	26.21	FUITE DE L'EAU A TRAVERS LE SYSTEME D'ECHANTILLONNAGE	
MO—PVC1—TA3FFR	1.03E-03	2.61E-03	9.98E-03	1.003	3.52	P1: POMPE DEFAILLANCE EN FONCTIONNEMENT	
MO—DM1PM1-A3CFF	8.33E-04	2.33E-03	1.10E-02	1.002	3.78	PM1: DEFAILLANCE DE LA DISTRIBUTION ÉLECTRIQUE LOCALE	(ind.: mission)
MO—DM5POI-A1-XL	6.58E-05	1.66E-03	9.96E-02	1.002	26.22	FUITE DE L'EAU A TRAVERS LE SYSTEME D'ADDITION DE POISON	
MO—PVC2—A3FFR	1.03E-03	1.52E-03	5.80E-03	1.002	2.47	P2: POMPE DEFAILLANCE EN FONCTIONNEMENT	
MO—LM3PM12A1-FF	5.97E-06	1.51E-03	9.96E-01	1.002	253.17	PM1/PM2: DECLenchement INTempestif DES DISJONCTEURS (LOGIQUE)	
MO—DM1PM2-A1CFF	4.17E-04	1.49E-03	1.41E-02	1.001	4.57	PM2: DEFAILLANCE DE LA DISTRIBUTION ÉLECTRIQUE LOCALE	(en attente)
5510PL-555—JC1	5.84E-06	1.47E-03	9.96E-01	1.001	253.17	PL555: ALIMENTATION ÉLECTRIQUE LOCALE 48 Vcc INDISPONIBLE	
5510PL-556—JC1	5.84E-06	1.47E-03	9.96E-01	1.001	253.17	PL556: ALIMENTATION ÉLECTRIQUE LOCALE 48 Vcc INDISPONIBLE	
MO—S1-SV1-A1JFF	4.52E-06	1.14E-03	9.96E-01	1.001	253.17	SV1: PERTE DE CATEGORIE I LOCALE (48 Vcc)	
MO—S1-SV2-A1JFF	4.52E-06	1.14E-03	9.96E-01	1.001	253.17	SV2: PERTE DE CATEGORIE I LOCALE (48 Vcc)	
MO—VCXV3—A1DFO	5.18E-04	1.12E-03	8.54E-03	1.001	3.16	V3: CLAPET REFUSE DE FERMER	
MO—VCXV4—A1DFC	5.18E-04	1.12E-03	8.54E-03	1.001	3.16	V4: CLAPET REFUSE D'OUVRIR	
MO—DM6D2O-A1-XL	3.11E-05	7.83E-04	9.96E-02	1.001	26.22	FUITE DE L'EAU A TRAVERS LE SYSTEME D'ALIMENTATION EN D2O	
MO—VCXV3—A1DFC	5.18E-04	7.62E-04	5.80E-03	1.001	2.47	V3: CLAPET REFUSE D'OUVRIR	
MO—VCXV4—A1DFO	5.18E-04	7.62E-04	5.80E-03	1.001	2.47	V4: CLAPET REFUSE DE FERMER	
MO—LM1PM1-A3-FF	2.02E-04	5.43E-04	1.06E-02	1.001	3.68	PM1: DECLenchement INTempestif DU DISJONCTEUR (LOGIQUE)	(ind.:mission)
MO—LM7SV1-A1-FF	1.37E-06	3.46E-04	9.96E-01	1.000	253.17	SV-1: DEFAILLANCE DE LA VANNE SOLENOIDE	
MO—LM7SV2-A1-FF	1.37E-06	3.46E-04	9.96E-01	1.000	253.17	SV-2: DEFAILLANCE DE LA VANNE SOLENOIDE	
MO—PI2GAS-A1DRU	9.45E-07	2.38E-04	9.96E-01	1.000	253.17	GAS DE COUVERTURE: TUYAUTERIE (750 pi) RUPTURE	
MO—CCSCP2-A1-FF	1.58E-03	1.32E-04	3.30E-04	1.000	1.08	CP2: COMPRESSEUR DEFAILLANCE TOTALE	
MO—DM1PM1-A1CFF	7.44E-05	1.21E-04	6.41E-03	1.000	2.62	PM1: DEFAILLANCE DE LA DISTRIBUTION ÉLECTRIQUE LOCALE	(ind.: correctif)
MO—CCSCP1-A1-FF	2.53E-04	1.01E-04	1.58E-03	1.000	1.40	CP1: COMPRESSEUR DEFAILLANCE TOTALE	
MO—DM1PM1TA3CFF	5.95E-05	9.66E-05	6.41E-03	1.000	2.62	PM1: DEFAILLANCE DE LA DISTRIBUTION ÉLECTRIQUE LOCALE	
5130S4ICATIV—C4	3.20E-07	8.06E-05	9.96E-01	1.000	253.17	PERTE DE LA CATEGORIE IV A LA BARRE PAR DEFAUTS INDUITS	
MO—DM1PM2-A3CFF	5.95E-05	7.20E-05	4.78E-03	1.000	2.21	PM2: DEFAILLANCE DE LA DISTRIBUTION ÉLECTRIQUE LOCALE	(en fonctionnement)
5520S-AXC—LC1	2.52E-05	7.14E-05	1.12E-02	1.000	3.83	BUXC: ALIMENTATION ÉLECTRIQUE 250 Vcc INDISPONIBLE	(expl. normale)
5320CB-E3—CC3	3.58E-05	5.81E-05	6.41E-03	1.000	2.62	E3: DISJONCTEUR CELLULE SOUS ENTRETIEN CORRECTIF	

5520S-AXA---LC1	2.52E-05	4.09E-05	6.41E-03	1.000	2.62	BUXA: ALIMENTATION ÉLECTRIQUE 250 Vcc INDISPONIBLE (expl. normale)
5520PL-1573-LC1	1.85E-05	3.01E-05	6.41E-03	1.000	2.62	PL1573: ALIMENTATION ÉLECTRIQUE LOCALE 250 Vcc INDISPONIBLE
5520PL-1574-LC1	1.85E-05	3.01E-05	6.41E-03	1.000	2.62	PL1574: ALIMENTATION ÉLECTRIQUE LOCALE 250 Vcc INDISPONIBLE
MO-LM1PM1-A1-FF	1.80E-05	2.93E-05	6.41E-03	1.000	2.62	PM1: DECLENCHEMENT INTÉMPÉSTIF DU DISJONCTEUR (LOGIQUE) (ind.: correctif)
MO-CTYRU1-A1-FF	7.12E-05	2.81E-05	1.56E-03	1.000	1.40	RU1: UNITÉ DE RECOMBINAISON DÉFAILLANCE TOTALE
MO-CTYRU2-A1-FF	1.57E-03	2.81E-05	7.10E-05	1.000	1.02	RU2: UNITÉ DE RECOMBINAISON DÉFAILLANCE TOTALE
MO-DIVESR-A0-ND	1.00E-07	2.52E-05	9.96E-01	1.000	253.17	CONTRACTION DU MODÉRATEUR DUE À UN SUR-REFROIDISSEMENT

Centrale en puissance
Programme de maintenance préventive actuel
Arrêt au 18 mois
Facteurs de mesure d'importance

Importance Measure Report
3210MOD-AS100001 = 4.12E-03

Event Name	Probability	Fus	Ves	BirnBm	Red W	Ach W	Description
7131ESRDIST--AFF	1.05E-03	2.53E-01	9.97E-01	1.340	242.62		DEFAILLANCE DISTRIBUTION DE L'ESR (3-30 min.)
MO--MODRTM-A0-ND	1.00E-03	2.42E-01	9.97E-01	1.319	242.62		DEFAILLANCE DU PROGRAMME DE REGULATION TEMPÉRATURE MODERATEUR (RTM)
MO--FUITE-A0-C1	1.00E-01	1.15E-01	4.73E-03	1.130	2.03		FACTEUR DE PONDERATION POUR LES PERTES D'INVENTAIRE DU MODERATEUR
MO--DM3PUR-A1-XL	2.74E-03	6.63E-02	9.96E-02	1.071	25.10		FUITE DE L'EAU A TRAVERS LE SYSTEME DE PURIFICATION
7512AIRAX-1S-001	2.44E-04	5.90E-02	9.96E-01	1.063	242.62		PERTE TOTALE D'AIR D'INSTRUMENTATION
MO--HVUHX1-A1-IH	2.10E-04	5.07E-02	9.96E-01	1.053	242.62		HX1: ÉCHANGEUR DE CHALEUR ECHANGE THERMIQUE INADEQUAT
MO--HVUHX2-A1-IH	2.10E-04	5.07E-02	9.96E-01	1.053	242.62		HX1: ÉCHANGEUR DE CHALEUR ECHANGE THERMIQUE INADEQUAT
MO--DM2CRT-A1-XL	1.80E-03	4.34E-02	9.96E-02	1.045	25.12		PERTE D'INVENTAIRE DU MODERATEUR VIA LE CIRCUIT PRINCIPAL
5130SXACATIV-CC4	1.16E-04	2.81E-02	9.96E-01	1.029	242.62		PERTE CATEGORIE IV (3 min. - 30 min.) (EXPL. NORMALE)
MO--YTD11A-A1-FF	1.12E-04	2.70E-02	9.96E-01	1.028	242.62		TY-11A: CONVERTISSEUR DE SIGNAL DEFAILLANCE TOTALE
MO--YTD11C-A1-FF	1.12E-04	2.70E-02	9.96E-01	1.028	242.62		TY-11C: CONVERTISSEUR DE SIGNAL DEFAILLANCE TOTALE
5320BUABUE--CC3	1.03E-04	2.48E-02	9.96E-01	1.025	242.62		BUE: DEFAUTS DE LA BARRE ET DEFAUTS DES COMPOSANTS RACCORDES A LA BARRE
5320BUABUF--CC3	1.03E-04	2.48E-02	9.96E-01	1.025	242.62		BUF: DEFAUTS DE LA BARRE ET DEFAUTS DES COMPOSANTS RACCORDES A LA BARRE
MO--PVC2--A0FFS	6.44E-03	2.28E-02	1.45E-02	1.023	4.50		P2: POMPE DEFAUTS AU DEMARRAGE
7131ESR-ETE--C1	2.50E-01	1.89E-02	3.12E-04	1.019	1.06		FACTEUR PONDERATION POUR LA SAISON ETE DE L'ESR
MO--PVC1--A0FFS	6.44E-03	1.57E-02	1.00E-02	1.016	3.42		P1: POMPE DEFAUTS AU DEMARRAGE
MO--PVC1--A3FFR	4.81E-03	1.30E-02	1.11E-02	1.013	3.68		P1: POMPE DEFAILLANCE EN FONCTIONNEMENT
5510S-AYA--JC1	2.70E-05	6.53E-03	9.96E-01	1.007	242.62		BUYA: ALIMENTATION ÉLECTRIQUE 48 Vcc INDISPONIBLE
5510S-AYC--JC1	2.70E-05	6.53E-03	9.96E-01	1.007	242.62		BUYC: ALIMENTATION ÉLECTRIQUE 48 Vcc INDISPONIBLE
MO--VBCTCV6A13OP	2.01E-05	4.85E-03	9.96E-01	1.005	242.62		TCV6: VANNE PNEUMATIQUE PAPILLON DEFAUT D'OPERATION
MO--VBCTCV8A13OP	2.01E-05	4.85E-03	9.96E-01	1.005	242.62		TCV8: VANNE PNEUMATIQUE PAPILLON DEFAUT D'OPERATION
MO--VGCPV1-A12FO	2.01E-05	4.85E-03	9.96E-01	1.005	242.62		PV1: VANNE PNEUMATIQUE REFUSE DE FERMER
MO--VGCPV2-A12FO	2.01E-05	4.85E-03	9.96E-01	1.005	242.62		PV2: VANNE PNEUMATIQUE REFUSE DE FERMER

5330BUABUL—BC3	7.84E-05	4.77E-03	2.50E-01	1.005	61.69	BUL: DEFAUTS DE LA BARRE ET TRAVEE ENTRE BUE - BUL	
5330BUABUM—BC3	7.84E-05	4.74E-03	2.49E-01	1.005	61.40	BUM: DEFAUTS DE LA BARRE ET TRAVEE ENTRE BUF - BUM	
5330BUABUN—BC3	7.84E-05	4.74E-03	2.49E-01	1.005	61.40	BUN: DEFAUTS DE LA BARRE ET TRAVEE ENTRE BUE - BUN	
5330BUABUP—BC3	7.84E-05	4.74E-03	2.49E-01	1.005	61.40	BUP: DEFAUTS DE LA BARRE ET TRAVEE ENTRE BUF - BUP	
MO—LM2PM2-A1-FF	1.12E-03	3.92E-03	1.43E-02	1.004	4.47	PM2: DEFAILLANCE DE LA LOGIQUE D'ENCLenchement	
5320CB-F3—CC3	1.04E-03	3.62E-03	1.43E-02	1.004	4.47	F3: DISJONCTEUR CELLULE SOUS ENTRETIEN CORRECTIF	
MO—LM2PM1-A1-FF	1.12E-03	2.73E-03	9.98E-03	1.003	3.42	PM1: DEFAILLANCE DE LA LOGIQUE D'ENCLenchement	
MO—DM4ECH-A1-XL	1.11E-04	2.69E-03	9.96E-02	1.003	25.16	FUITE DE L'EAU A TRAVERS LE SYSTEME D'ECHANTILLONNAGE	
MO—PVC1—TA3FFR	1.03E-03	2.51E-03	9.98E-03	1.003	3.42	P1: POMPE DEFAILLANCE EN FONCTIONNEMENT	
MO—DM1PM1-A3CFF	8.33E-04	2.23E-03	1.10E-02	1.002	3.67	PM1: DEFAILLANCE DE LA DISTRIBUTION ÉLECTRIQUE LOCALE	(ind.: mission)
MO—DM5POI-A1-XL	6.58E-05	1.59E-03	9.96E-02	1.002	25.16	FUITE DE L'EAU A TRAVERS LE SYSTEME D'ADDITION DE POISON	
MO—PVC2—A3FFR	1.03E-03	1.46E-03	5.81E-03	1.001	2.41	P2: POMPE DEFAILLANCE EN FONCTIONNEMENT	
MO—LM3PM12A1-FF	5.97E-06	1.44E-03	9.96E-01	1.001	242.62	PM1/PM2: DECLenchement INTEMPESTIF DES DISJONCTEURS (LOGIQUE)	
MO—DM1PM2-A1CFF	4.17E-04	1.43E-03	1.41E-02	1.001	4.42	PM2: DEFAILLANCE DE LA DISTRIBUTION ÉLECTRIQUE LOCALE	(en attente)
5510PL-555—JC1	5.84E-06	1.41E-03	9.96E-01	1.001	242.62	PL555: ALIMENTATION ÉLECTRIQUE LOCALE 48 Vcc INDISPONIBLE	
5510PL-556—JC1	5.84E-06	1.41E-03	9.96E-01	1.001	242.62	PL556: ALIMENTATION ÉLECTRIQUE LOCALE 48 Vcc INDISPONIBLE	
MO—S1-SV1-A1JFF	4.52E-06	1.09E-03	9.96E-01	1.001	242.62	SV1: PERTE DE CATEGORIE I LOCALE (48 Vcc)	
MO—S1-SV2-A1JFF	4.52E-06	1.09E-03	9.96E-01	1.001	242.62	SV2: PERTE DE CATEGORIE I LOCALE (48 Vcc)	
MO—VCXV3—A1DFO	5.18E-04	1.08E-03	8.54E-03	1.001	3.07	V3: CLAPET REFUSE DE FERMER	
MO—VCXV4—A1DFC	5.18E-04	1.08E-03	8.54E-03	1.001	3.07	V4: CLAPET REFUSE D'OUVRIR	
MO—DM6D2O-A1-XL	3.11E-05	7.50E-04	9.96E-02	1.001	25.16	FUITE DE L'EAU A TRAVERS LE SYSTEME D'ALIMENTATION EN D2O	
MO—VCXV3—A1DFC	5.18E-04	7.31E-04	5.81E-03	1.001	2.41	V3: CLAPET REFUSE D'OUVRIR	
MO—VCXV4—A1DFO	5.18E-04	7.31E-04	5.81E-03	1.001	2.41	V4: CLAPET REFUSE DE FERMER	
MO—LM1PM1-A3-FF	2.02E-04	5.20E-04	1.06E-02	1.001	3.57	PM1: DECLenchement INTEMPESTIF DU DISJONCTEUR (LOGIQUE)	(ind.:mission)
MO—LM7SV1-A1-FF	1.37E-06	3.32E-04	9.96E-01	1.000	242.62	SV-1: DEFAILLANCE DE LA VANNE SOLENOIDE	
MO—LM7SV2-A1-FF	1.37E-06	3.32E-04	9.96E-01	1.000	242.62	SV-2: DEFAILLANCE DE LA VANNE SOLENOIDE	
MO—PI2GAS-A1DRU	9.45E-07	2.28E-04	9.96E-01	1.000	242.62	GAS DE COUVERTURE: TUYAUTERIE (750 pi) RUPTURE	
MO—CCSCP2-A1-FF	1.58E-03	1.27E-04	3.30E-04	1.000	1.08	CP2: COMPRESSEUR DEFAILLANCE TOTALE	
MO—DM1PM1-A1CFF	7.44E-05	1.16E-04	6.41E-03	1.000	2.56	PM1: DEFAILLANCE DE LA DISTRIBUTION ÉLECTRIQUE LOCALE	(ind.: correctif)
MO—CCSCP1-A1-FF	2.53E-04	9.68E-05	1.58E-03	1.000	1.38	CP1: COMPRESSEUR DEFAILLANCE TOTALE	
MO—DM1PM1TA3CFF	5.95E-05	9.26E-05	6.41E-03	1.000	2.56	PM1: DEFAILLANCE DE LA DISTRIBUTION ÉLECTRIQUE LOCALE	
5130S4ICATIV—C4	3.20E-07	7.72E-05	9.96E-01	1.000	242.62	PERTE DE LA CATEGORIE IV A LA BARRE PAR DEFAUTS INDUITS	
MO—DM1PM2-A3CFF	5.95E-05	6.91E-05	4.79E-03	1.000	2.16	PM2: DEFAILLANCE DE LA DISTRIBUTION ÉLECTRIQUE LOCALE	(en fonctionnement)
5520S-AXC—LC1	2.52E-05	6.85E-05	1.12E-02	1.000	3.71	BUXC: ALIMENTATION ÉLECTRIQUE 250 Vcc INDISPONIBLE	(expl. normale)
5320CB-E3—CC3	3.58E-05	5.56E-05	6.41E-03	1.000	2.56	E3: DISJONCTEUR CELLULE SOUS ENTRETIEN CORRECTIF	

5520S-AXA---LC1	2.52E-05	3.92E-05	6.41E-03	1.000	2.56	BUXA: ALIMENTATION ÉLECTRIQUE 250 V _{cc} INDISPONIBLE (expl. normale)
5520PL-1573-LC1	1.85E-05	2.88E-05	6.41E-03	1.000	2.56	PL1573: ALIMENTATION ÉLECTRIQUE LOCALE 250 V _{cc} INDISPONIBLE
5520PL-1574-LC1	1.85E-05	2.88E-05	6.41E-03	1.000	2.56	PL1574: ALIMENTATION ÉLECTRIQUE LOCALE 250 V _{cc} INDISPONIBLE
MO-LM1PM1-A1-FF	1.80E-05	2.80E-05	6.41E-03	1.000	2.56	PM1: DECLENCHEMENT INTÉMPÉSTIF DU DISJONCTEUR (LOGIQUE) (ind.: correctif)
MO-CTYRU1-A1-FF	7.12E-05	2.70E-05	1.56E-03	1.000	1.38	RU1: UNITÉ DE RECOMBINAISON DÉFAILLANCE TOTALE
MO-CTYRU2-A1-FF	1.57E-03	2.70E-05	7.09E-05	1.000	1.02	RU2: UNITÉ DE RECOMBINAISON DÉFAILLANCE TOTALE
MO-DIVESR-A0-ND	1.00E-07	2.42E-05	9.96E-01	1.000	242.62	CONTRACTION DU MODÉRATEUR DUE À UN SUR-REFROIDISSEMENT

Centrale en puissance
Programme de maintenance préventive actuel
Arrêt au 24 mois
Facteurs de mesure d'importance

Importance Measure Report
3210MOD-AS100001 = 4.18E-03

Event Name	Probability	Fus	Ves	BirmBm	Red W	Ach W	Description
7131ESRDIST--AFF	1.05E-03	2.50E-01	9.97E-01	1.334	239.40		DEFAILLANCE DISTRIBUTION DE L'ESR (3-30 min.)
MO--MODRTM-A0-ND	1.00E-03	2.39E-01	9.97E-01	1.313	239.40		DEFAILLANCE DU PROGRAMME DE REGULATION TEMPÉRATURE MODERATEUR (RTM)
MO--FUITE-A0-C1	1.00E-01	1.13E-01	4.73E-03	1.128	2.02		FACTEUR DE PONDERATION POUR LES PERTES D'INVENTAIRE DU MODERATEUR
MO--DM3PUR-A1-XL	2.74E-03	6.55E-02	9.96E-02	1.070	24.78		FUITE DE L'EAU A TRAVERS LE SYSTEME DE PURIFICATION
7512AIRAX-1S-001	2.44E-04	5.82E-02	9.96E-01	1.062	239.40		PERTE TOTALE D'AIR D'INSTRUMENTATION
MO--HVUHX1-A1-IH	2.30E-04	5.49E-02	9.96E-01	1.058	239.40		HX1: ÉCHANGEUR DE CHALEUR ECHANGE THERMIQUE INADEQUAT
MO--HVUHX2-A1-IH	2.30E-04	5.49E-02	9.96E-01	1.058	239.40		HX1: ÉCHANGEUR DE CHALEUR ECHANGE THERMIQUE INADEQUAT
MO--DM2CRT-A1-XL	1.80E-03	4.28E-02	9.96E-02	1.045	24.80		PERTE D'INVENTAIRE DU MODERATEUR VIA LE CIRCUIT PRINCIPAL
5130SXACATIV-CC4	1.16E-04	2.78E-02	9.96E-01	1.029	239.40		PERTE CATEGORIE IV (3 min. - 30 min.) (EXPL. NORMALE)
MO--YTD11A-A1-FF	1.12E-04	2.67E-02	9.96E-01	1.027	239.40		TY-11A: CONVERTISSEUR DE SIGNAL DEFAILLANCE TOTALE
MO--YTD11C-A1-FF	1.12E-04	2.67E-02	9.96E-01	1.027	239.40		TY-11C: CONVERTISSEUR DE SIGNAL DEFAILLANCE TOTALE
5320BUABUE--CC3	1.03E-04	2.45E-02	9.96E-01	1.025	239.40		BUE: DEFAUTS DE LA BARRE ET DEFAUTS DES COMPOSANTS RACCORDES A LA BARRE
5320BUABUF--CC3	1.03E-04	2.45E-02	9.96E-01	1.025	239.40		BUF: DEFAUTS DE LA BARRE ET DEFAUTS DES COMPOSANTS RACCORDES A LA BARRE
MO--PVC2--A0FFS	6.44E-03	2.43E-02	1.57E-02	1.025	4.73		P2: POMPE DEFAUTS AU DEMARRAGE
7131ESR-ETE--C1	2.50E-01	1.87E-02	3.12E-04	1.019	1.06		FACTEUR PONDERATION POUR LA SAISON ETE DE L'ESR
MO--PVC1--A3FFR	5.78E-03	1.57E-02	1.13E-02	1.016	3.69		P1: POMPE DEFAILLANCE EN FONCTIONNEMENT
MO--PVC1--A0FFS	6.44E-03	1.55E-02	1.00E-02	1.016	3.38		P1: POMPE DEFAUTS AU DEMARRAGE
5510S-AYA--JC1	2.70E-05	6.44E-03	9.96E-01	1.006	239.40		BUYA: ALIMENTATION ÉLECTRIQUE 48 Vcc INDISPONIBLE
5510S-AYC--JC1	2.70E-05	6.44E-03	9.96E-01	1.006	239.40		BUYC: ALIMENTATION ÉLECTRIQUE 48 Vcc INDISPONIBLE
MO--VBCTCV6A13OP	2.01E-05	4.79E-03	9.96E-01	1.005	239.40		TCV6: VANNE PNEUMATIQUE PAPILLON DEFAUT D'OPERATION
MO--VBCTCV8A13OP	2.01E-05	4.79E-03	9.96E-01	1.005	239.40		TCV8: VANNE PNEUMATIQUE PAPILLON DEFAUT D'OPERATION
MO--VGCPV1-A12FO	2.01E-05	4.79E-03	9.96E-01	1.005	239.40		PV1: VANNE PNEUMATIQUE REFUSE DE FERMER
MO--VGCPV2-A12FO	2.01E-05	4.79E-03	9.96E-01	1.005	239.40		PV2: VANNE PNEUMATIQUE REFUSE DE FERMER

5330BUABUL---BC3	7.84E-05	4.70E-03	2.50E-01	1.005	60.88	BUL: DEFAUTS DE LA BARRE ET TRAVEE ENTRE BUE - BUL	
5330BUABUM---BC3	7.84E-05	4.67E-03	2.49E-01	1.005	60.60	BUM: DEFAUTS DE LA BARRE ET TRAVEE ENTRE BUF - BUM	
5330BUABUN---BC3	7.84E-05	4.67E-03	2.49E-01	1.005	60.60	BUN: DEFAUTS DE LA BARRE ET TRAVEE ENTRE BUE - BUN	
5330BUABUP---BC3	7.84E-05	4.67E-03	2.49E-01	1.005	60.60	BUP: DEFAUTS DE LA BARRE ET TRAVEE ENTRE BUF - BUP	
MO-LM2PM2-A1-FF	1.12E-03	4.18E-03	1.55E-02	1.004	4.70	PM2: DEFAILLANCE DE LA LOGIQUE D'ENCLenchement	
5320CB-F3---CC3	1.04E-03	3.86E-03	1.55E-02	1.004	4.70	F3: DISJONCTEUR CELLULE SOUS ENTRETIEN CORRECTIF	
MO-PVC1-TA3FFR	1.24E-03	2.98E-03	9.98E-03	1.003	3.39	P1: POMPE DEFAILLANCE EN FONCTIONNEMENT	
MO-LM2PM1-A1-FF	1.12E-03	2.69E-03	9.98E-03	1.003	3.39	PM1: DEFAILLANCE DE LA LOGIQUE D'ENCLenchement	
MO-DM4ECH-A1-XL	1.11E-04	2.66E-03	9.96E-02	1.003	24.84	FUITE DE L'EAU A TRAVERS LE SYSTEME D'ECHANTILLONNAGE	
MO-DM1PM1-A3CFF	8.33E-04	2.24E-03	1.12E-02	1.002	3.68	PM1: DEFAILLANCE DE LA DISTRIBUTION ÉLECTRIQUE LOCALE	(ind.: mission)
MO-PVC2-A3FFR	1.24E-03	2.02E-03	6.78E-03	1.002	2.62	P2: POMPE DEFAILLANCE EN FONCTIONNEMENT	
MO-DM5POI-A1-XL	6.58E-05	1.57E-03	9.96E-02	1.002	24.84	FUITE DE L'EAU A TRAVERS LE SYSTEME D'ADDITION DE POISON	
MO-DM1PM2-A1CFF	4.17E-04	1.53E-03	1.53E-02	1.002	4.66	PM2: DEFAILLANCE DE LA DISTRIBUTION ÉLECTRIQUE LOCALE	(en attente)
MO-LM3PM12A1-FF	5.97E-06	1.42E-03	9.96E-01	1.001	239.40	PM1/PM2: DECLenchement INTempestif DES DISJONCTEURS (LOGIQUE)	
5510PL-555---JC1	5.84E-06	1.39E-03	9.96E-01	1.001	239.40	PL555: ALIMENTATION ÉLECTRIQUE LOCALE 48 Vcc INDISPONIBLE	
5510PL-556---JC1	5.84E-06	1.39E-03	9.96E-01	1.001	239.40	PL556: ALIMENTATION ÉLECTRIQUE LOCALE 48 Vcc INDISPONIBLE	
MO-VCXV3-A1DFO	5.18E-04	1.09E-03	8.75E-03	1.001	3.09	V3: CLAPET REFUSE DE FERMER	
MO-VCXV4-A1DFC	5.18E-04	1.09E-03	8.75E-03	1.001	3.09	V4: CLAPET REFUSE D'OUVRIR	
MO-S1-SV1-A1JFF	4.52E-06	1.08E-03	9.96E-01	1.001	239.40	SV1: PERTE DE CATEGORIE I LOCALE (48 Vcc)	
MO-S1-SV2-A1JFF	4.52E-06	1.08E-03	9.96E-01	1.001	239.40	SV2: PERTE DE CATEGORIE I LOCALE (48 Vcc)	
MO-VCXV3-A1DFC	5.18E-04	8.42E-04	6.78E-03	1.001	2.62	V3: CLAPET REFUSE D'OUVRIR	
MO-VCXV4-A1DFO	5.18E-04	8.42E-04	6.78E-03	1.001	2.62	V4: CLAPET REFUSE DE FERMER	
MO-DM6D2O-A1-XL	3.11E-05	7.40E-04	9.96E-02	1.001	24.84	FUITE DE L'EAU A TRAVERS LE SYSTEME D'ALIMENTATION EN D2O	
MO-LM1PM1-A3-FF	2.02E-04	5.23E-04	1.08E-02	1.001	3.58	PM1: DECLenchement INTempestif DU DISJONCTEUR (LOGIQUE)	(ind.:mission)
MO-LM7SV1-A1-FF	1.37E-06	3.27E-04	9.96E-01	1.000	239.40	SV-1: DEFAILLANCE DE LA VANNE SOLENOIDE	
MO-LM7SV2-A1-FF	1.37E-06	3.27E-04	9.96E-01	1.000	239.40	SV-2: DEFAILLANCE DE LA VANNE SOLENOIDE	
MO-PI2GAS-A1DRU	9.45E-07	2.25E-04	9.96E-01	1.000	239.40	GAS DE COUVERTURE: TUYAUTERIE (750 pi) RUPTURE .	
MO-CCSCP2-A1-FF	1.58E-03	1.25E-04	3.30E-04	1.000	1.08	CP2: COMPRESSEUR DEFAILLANCE TOTALE	
MO-DM1PM1-A1CFF	7.44E-05	1.14E-04	6.41E-03	1.000	2.54	PM1: DEFAILLANCE DE LA DISTRIBUTION ÉLECTRIQUE LOCALE	(ind.: correctif)
MO-CCSCP1-A1-FF	2.53E-04	9.55E-05	1.58E-03	1.000	1.38	CP1: COMPRESSEUR DEFAILLANCE TOTALE	
MO-DM1PM1TA3CFF	5.95E-05	9.14E-05	6.41E-03	1.000	2.54	PM1: DEFAILLANCE DE LA DISTRIBUTION ÉLECTRIQUE LOCALE	
MO-DM1PM2-A3CFF	5.95E-05	8.20E-05	5.76E-03	1.000	2.38	PM2: DEFAILLANCE DE LA DISTRIBUTION ÉLECTRIQUE LOCALE	(en fonctionnement)
5130S4ICATIV-C4	3.20E-07	7.62E-05	9.96E-01	1.000	239.40	PERTE DE LA CATEGORIE IV A LA BARRE PAR DEFAUTS INDUITS	
5520S-AXC---LC1	2.52E-05	7.34E-05	1.21E-02	1.000	3.90	BUXC: ALIMENTATION ÉLECTRIQUE 250 Vcc INDISPONIBLE	(expl. normale)
5320CB-E3---CC3	3.58E-05	5.49E-05	6.41E-03	1.000	2.54	E3: DISJONCTEUR CELLULE SOUS ENTRETIEN CORRECTIF	

5520S-AXA---LC1	2.52E-05	3.87E-05	6.41E-03	1.000	2.54	BUXA: ALIMENTATION ÉLECTRIQUE 250 Vcc INDISPONIBLE (expl. normale)
5520PL-1573-LC1	1.85E-05	2.85E-05	6.41E-03	1.000	2.54	PL1573: ALIMENTATION ÉLECTRIQUE LOCALE 250 Vcc INDISPONIBLE
5520PL-1574-LC1	1.85E-05	2.85E-05	6.41E-03	1.000	2.54	PL1574: ALIMENTATION ÉLECTRIQUE LOCALE 250 Vcc INDISPONIBLE
MO--LM1PM1-A1-FF	1.80E-05	2.77E-05	6.41E-03	1.000	2.54	PM1: DECLENCHEMENT INTÉPESTIF DU DISJONCTEUR (LOGIQUE) (ind.: correctif)
MO--CTYRU1-A1-FF	7.12E-05	2.66E-05	1.56E-03	1.000	1.37	RU1: UNITE DE RECOMBINAISON DEFAILLANCE TOTALE
MO--CTYRU2-A1-FF	1.57E-03	2.66E-05	7.09E-05	1.000	1.02	RU2: UNITE DE RECOMBINAISON DEFAILLANCE TOTALE
MO--DIVESR-A0-ND	1.00E-07	2.38E-05	9.96E-01	1.000	239.40	CONTRACTION DU MODÉRATEUR DUE A UN SUR-REFROIDISSEMENT

Centrale à l'arrêt
Programme de maintenance préventive actuel
Arrêt au 12 mois
Facteurs de mesure d'importance

Importance Measure Report
3210MOD-CS100001 = 5.37E-03

Event Name	Probability	Fus	Ves	BirnBm	Red W	Ach W	Description
5130S4ICATIV-C4	3.20E-07	5.93E-05	9.95E-01	1.000	186.17		PERTE DE LA CATEGORIE IV A LA BARRE PAR DEFAUTS INDUITS
5130SXCCATIV-CC4	5.56E-04	1.03E-01	9.95E-01	1.115	186.17		PERTE CATEGORIE IV (3 min. - 30 min.) (arret planifie)
5320BUABUE---CC3	1.03E-04	1.91E-02	9.95E-01	1.019	186.17		BUE: DEFAUTS DE LA BARRE ET DEFAUTS DES COMPOSANTS RACCORDES A LA BARRE
5330BUABUL---BC3	7.84E-05	2.29E-05	1.57E-03	1.000	1.29		BUL: DEFAUTS DE LA BARRE ET TRAVEE ENTRE BUE - BUL
5510PL-555---JC1	5.84E-06	1.08E-03	9.95E-01	1.001	186.17		PL555: ALIMENTATION ÉLECTRIQUE LOCALE 48 Vcc INDISPONIBLE
5510PL-556---JC1	5.84E-06	1.08E-03	9.95E-01	1.001	186.17		PL556: ALIMENTATION ÉLECTRIQUE LOCALE 48 Vcc INDISPONIBLE
5510S-CYA---JC1	3.25E-05	6.02E-03	9.95E-01	1.006	186.17		BUYA: ALIMENTATION ÉLECTRIQUE 48 Vcc INDISPONIBLE (arret planifie)
5510S-CYC---JC1	3.25E-05	6.02E-03	9.95E-01	1.006	186.17		BUYC: ALIMENTATION ÉLECTRIQUE 48 Vcc INDISPONIBLE (arret planifie)
7131ESRDIST--CFF	7.18E-04	1.33E-01	9.95E-01	1.153	186.17		DEFAILLANCE DISTRIBUTION ESR (2 POMPES REQUISES)
7512AIRCX-1S-001	2.23E-03	4.14E-01	9.97E-01	1.706	186.17		PERTE TOTALE D'AIR D'INSTRUMENTATION
BO--DM5POI-C1-XL	6.58E-05	1.22E-03	9.95E-02	1.001	19.52		FUITE DE L'EAU A TRAVERS LE SYSTEME D'ADDITION DE POISON
BO--DM6D2O-C1-XL	3.11E-05	5.76E-04	9.95E-02	1.001	19.52		FUITE DE L'EAU A TRAVERS LE SYSTEME D'ALIMENTATION EN D2O
MO--CCSCP1-C1-FF	2.53E-04	7.40E-05	1.57E-03	1.000	1.29		CP1: COMPRESSEUR DEFAILLANCE TOTALE
MO--CCSCP2-C1-FF	1.58E-03	9.70E-05	3.30E-04	1.000	1.06		CP2: COMPRESSEUR DEFAILLANCE TOTALE
MO--CTYRU1-C1-FF	7.12E-05	2.07E-05	1.56E-03	1.000	1.29		RU1: UNITE DE RECOMBINAISON DEFAILLANCE TOTALE
MO--CTYRU2-C1-FF	1.57E-03	2.07E-05	7.08E-05	1.000	1.01		RU2: UNITE DE RECOMBINAISON DEFAILLANCE TOTALE
MO--DIVESR-C0-ND	1.00E-07	1.85E-05	9.95E-01	1.000	186.17		CONTRACTION DU MODERATEUR DUE A UN SUR-REFROIDISSEMENT
MO--DM2CRT-C1-XL	1.80E-03	3.33E-02	9.95E-02	1.034	19.49		PERTE D'INVENTAIRE DU MODERATEUR VIA LE CIRCUIT PRINCIPAL
MO--DM3PUR-C1-XL	2.74E-03	5.07E-02	9.95E-02	1.053	19.47		FUITE DE L'EAU A TRAVERS LE SYSTEME DE PURIFICATION
MO--DM4ECH-C1-XL	1.11E-04	2.06E-03	9.95E-02	1.002	19.51		FUITE DE L'EAU A TRAVERS LE SYSTEME D'ECHANTILLONNAGE
MO--FUITES-C0-C1	1.00E-01	8.79E-02	4.72E-03	1.096	1.79		FACTEUR DE PONDERATION POUR LES PERTES D'INVENTAIRE DU MODERATEUR
MO--LM7SV1-C1-FF	1.37E-06	2.54E-04	9.95E-01	1.000	186.17		SV-1: DEFAILLANCE DE LA VANNE SOLENOIDE
MO--LM7SV2-C1-FF	1.37E-06	2.54E-04	9.95E-01	1.000	186.17		SV-2: DEFAILLANCE DE LA VANNE SOLENOIDE

MO--MODRTM-C0-ND	1.00E-03	1.85E-01	9.96E-01	1.228	186.17	DEFAILLANCE DU PROGRAMME DE REGULATION TEMPÉRATURE MODERATEUR (RTM)
MO--PI2GAS-C1DRU	3.15E-07	5.83E-05	9.95E-01	1.000	186.17	GAS DE COUVERTURE: TUYAUTERIE (750 pi) RUPTURE
MO--PVC1--C3FFR	4.80E-03	3.16E-02	3.51E-02	1.033	7.51	P1: POMPE DEFAILLANCE EN FONCTIONNEMENT
MO--PVC2--C0-%1	2.74E-02	2.44E-02	4.77E-03	1.025	1.86	P2: GROUPE POMPE-MOTEUR P2 SOUS ENTRETIEN PREVENTIF
MO--PVC2--C0FFS	6.44E-03	5.72E-03	4.77E-03	1.006	1.88	P2: POMPE DEFAUTS AU DEMARRAGE
MO--PVC2--C3FFR	6.87E-04	6.11E-04	4.77E-03	1.001	1.89	P2: POMPE DEFAILLANCE EN FONCTIONNEMENT
MO--S1-SV1-C1JFF	4.52E-06	8.37E-04	9.95E-01	1.001	186.17	SV1: PERTE DE CATEGORIE I LOCALE (48 Vcc)
MO--S1-SV2-C1JFF	4.52E-06	8.37E-04	9.95E-01	1.001	186.17	SV2: PERTE DE CATEGORIE I LOCALE (48 Vcc)
MO--VCXV3--C1DFO	5.18E-04	4.60E-04	4.77E-03	1.000	1.89	V3: CLAPET REFUSE DE FERMER
MO--VCXV4--C1DFC	5.18E-04	4.60E-04	4.77E-03	1.000	1.89	V4: CLAPET REFUSE D'OUVRIR
MO--VGCPV1-C12FO	2.01E-05	3.72E-03	9.95E-01	1.004	186.17	PV1: VANNE PNEUMATIQUE REFUSE DE FERMER
MO--VGCPV2-C12FO	2.01E-05	3.72E-03	9.95E-01	1.004	186.17	PV2: VANNE PNEUMATIQUE REFUSE DE FERMER

Centrale à l'arrêt
Programme de maintenance préventive actuel
Arrêt au 18 mois
Facteurs de mesure d'importance

Importance Measure Report
3210MOD-CS100001 = 5.37E-03

Event Name	Probability	Fus	Ves	BirnBm	Red W	Ach W	Description
5130S4ICATIV-C4	3.20E-07	5.92E-05	9.95E-01	1.000	186.17		PERTE DE LA CATEGORIE IV A LA BARRE PAR DEFAULTS INDUITS
5130SXCCATIV-CC4	5.56E-04	1.03E-01	9.95E-01	1.115	186.17		PERTE CATEGORIE IV (3 min. - 30 min.) (arret planifie)
5320BUABUE-CC3	1.03E-04	1.90E-02	9.95E-01	1.019	186.17		BUE: DEFAULTS DE LA BARRE ET DEFAULTS DES COMPOSANTS RACCORDES A LA BARRE
5330BUABUL-BC3	7.84E-05	2.30E-05	1.57E-03	1.000	1.29		BUL: DEFAULTS DE LA BARRE ET TRAVEE ENTRE BUE - BUL
5510PL-555-JC1	5.84E-06	1.08E-03	9.95E-01	1.001	186.17		PL555: ALIMENTATION ÉLECTRIQUE LOCALE 48 Vcc INDISPONIBLE
5510PL-556-JC1	5.84E-06	1.08E-03	9.95E-01	1.001	186.17		PL556: ALIMENTATION ÉLECTRIQUE LOCALE 48 Vcc INDISPONIBLE
5510S-CYA-JC1	3.25E-05	6.02E-03	9.95E-01	1.006	186.17		BUYA: ALIMENTATION ÉLECTRIQUE 48 Vcc INDISPONIBLE (arret planifie)
5510S-CYC-JC1	3.25E-05	6.02E-03	9.95E-01	1.006	186.17		BUYC: ALIMENTATION ÉLECTRIQUE 48 Vcc INDISPONIBLE (arret planifie)
7131ESRDIST-CFF	7.18E-04	1.33E-01	9.95E-01	1.153	186.17		DEFAILLANCE DISTRIBUTION ESR (2 POMPES REQUISES)
7512AIRCX-1S-001	2.23E-03	4.14E-01	9.97E-01	1.706	186.17		PERTE TOTALE D'AIR D'INSTRUMENTATION
BO-DM5POI-C1-XL	6.58E-05	1.22E-03	9.95E-02	1.001	19.52		FUITE DE L'EAU A TRAVERS LE SYSTEME D'ADDITION DE POISON
BO-DM6D2O-C1-XL	3.11E-05	5.75E-04	9.95E-02	1.001	19.52		FUITE DE L'EAU A TRAVERS LE SYSTEME D'ALIMENTATION EN D2O
MO-CCSCP1-C1-FF	2.53E-04	7.42E-05	1.57E-03	1.000	1.29		CP1: COMPRESSEUR DEFAILLANCE TOTALE
MO-CCSCP2-C1-FF	1.58E-03	9.71E-05	3.30E-04	1.000	1.06		CP2: COMPRESSEUR DEFAILLANCE TOTALE
MO-CTYRU1-C1-FF	7.12E-05	2.07E-05	1.56E-03	1.000	1.29		RU1: UNITE DE RECOMBINAISON DEFAILLANCE TOTALE
MO-CTYRU2-C1-FF	1.57E-03	2.07E-05	7.09E-05	1.000	1.01		RU2: UNITE DE RECOMBINAISON DEFAILLANCE TOTALE
MO-DIVESR-C0-ND	1.00E-07	1.85E-05	9.95E-01	1.000	186.17		CONTRACTION DU MODERATEUR DUE A UN SUR-REFROIDISSEMENT
MO-DM2CRT-C1-XL	1.80E-03	3.33E-02	9.95E-02	1.034	19.49		PERTE D'INVENTAIRE DU MODERATEUR VIA LE CIRCUIT PRINCIPAL
MO-DM3PUR-C1-XL	2.74E-03	5.08E-02	9.95E-02	1.054	19.47		FUITE DE L'EAU A TRAVERS LE SYSTEME DE PURIFICATION
MO-DM4ECH-C1-XL	1.11E-04	2.06E-03	9.95E-02	1.002	19.51		FUITE DE L'EAU A TRAVERS LE SYSTEME D'ECHANTILLONNAGE
MO-FUITES-C0-C1	1.00E-01	8.80E-02	4.72E-03	1.096	1.79		FACTEUR DE PONDERATION POUR LES PERTES D'INVENTAIRE DU MODERATEUR
MO-LM7SV1-C1-FF	1.37E-06	2.54E-04	9.95E-01	1.000	186.17		SV-1: DEFAILLANCE DE LA VANNE SOLENOIDE
MO-LM7SV2-C1-FF	1.37E-06	2.54E-04	9.95E-01	1.000	186.17		SV-2: DEFAILLANCE DE LA VANNE SOLENOIDE

MO--MODRTM-C0-ND	1.00E-03	1.85E-01	9.96E-01	1.228	186.17	DEFAILLANCE DU PROGRAMME DE REGULATION TEMPÉRATURE MODERATEUR (RTM)
MO--PI2GAS-C1DRU	3.15E-07	5.83E-05	9.95E-01	1.000	186.17	GAS DE COUVERTURE: TUYAUTERIE (750 pi) RUPTURE
MO--PVC1--C3FFR	4.81E-03	3.17E-02	3.51E-02	1.033	7.51	P1: POMPE DEFAILLANCE EN FONCTIONNEMENT
MO--PVC2--C0-%1	2.74E-02	2.44E-02	4.78E-03	1.025	1.87	P2: GROUPE POMPE-MOTEUR P2 SOUS ENTRETIEN PREVENTIF
MO--PVC2--C0FFS	6.44E-03	5.73E-03	4.78E-03	1.006	1.88	P2: POMPE DEFANTS AU DEMARRAGE
MO--PVC2--C3FFR	6.88E-04	6.12E-04	4.78E-03	1.001	1.89	P2: POMPE DEFAILLANCE EN FONCTIONNEMENT
MO--S1-SV1-C1JFF	4.52E-06	8.37E-04	9.95E-01	1.001	186.17	SV1: PERTE DE CATEGORIE I LOCALE (48 Vcc)
MO--S1-SV2-C1JFF	4.52E-06	8.37E-04	9.95E-01	1.001	186.17	SV2: PERTE DE CATEGORIE I LOCALE (48 Vcc)
MO--VCXV3--C1DFO	5.18E-04	4.61E-04	4.78E-03	1.000	1.89	V3: CLAPET REFUSE DE FERMER
MO--VCXV4--C1DFC	5.18E-04	4.61E-04	4.78E-03	1.000	1.89	V4: CLAPET REFUSE D'OUVRIR
MO--VGCPV1-C12FO	2.01E-05	3.72E-03	9.95E-01	1.004	186.17	PV1: VANNE PNEUMATIQUE REFUSE DE FERMER
MO--VGCPV2-C12FO	2.01E-05	3.72E-03	9.95E-01	1.004	186.17	PV2: VANNE PNEUMATIQUE REFUSE DE FERMER

Centrale à l'arrêt
Programme de maintenance préventive actuel
Arrêt au 24 mois
Facteurs de mesure d'importance

Importance Measure Report
3210MOD-CS100001 = 5.54E-03

Event Name	Probability	Fus	Ves	BirnBm	Red W	Ach W	Description
5130S4ICATIV—C4	3.20E-07	5.74E-05	9.94E-01	1.000	180.60		PERTE DE LA CATEGORIE IV A LA BARRE PAR DEFAULTS INDUITS
5130SXCCATIV-CC4	5.56E-04	9.99E-02	9.95E-01	1.111	180.60		PERTE CATEGORIE IV (3 min. - 30 min.) (arret planifie)
5320BUABUE—CC3	1.03E-04	1.85E-02	9.95E-01	1.019	180.60		BUE: DEFAULTS DE LA BARRE ET DEFAULTS DES COMPOSANTS RACCORDES A LA BARRE
5330BUABUL—BC3	7.84E-05	2.23E-05	1.57E-03	1.000	1.28		BUL: DEFAULTS DE LA BARRE ET TRAVEE ENTRE BUE - BUL
5510PL-555—JC1	5.84E-06	1.05E-03	9.94E-01	1.001	180.60		PL555: ALIMENTATION ÉLECTRIQUE LOCALE 48 Vcc INDISPONIBLE
5510PL-556—JC1	5.84E-06	1.05E-03	9.94E-01	1.001	180.60		PL556: ALIMENTATION ÉLECTRIQUE LOCALE 48 Vcc INDISPONIBLE
5510S-CYA—JC1	3.25E-05	5.84E-03	9.94E-01	1.006	180.60		BUYA: ALIMENTATION ÉLECTRIQUE 48 Vcc INDISPONIBLE (arret planifie)
5510S-CYC—JC1	3.25E-05	5.84E-03	9.94E-01	1.006	180.60		BUYC: ALIMENTATION ÉLECTRIQUE 48 Vcc INDISPONIBLE (arret planifie)
7131ESRDIST--CFF	7.18E-04	1.29E-01	9.95E-01	1.148	180.60		DEFAILLANCE DISTRIBUTION ESR (2 POMPES REQUISES)
7512AIRCX-1S-001	2.23E-03	4.01E-01	9.97E-01	1.671	180.60		PERTE TOTALE D'AIR D'INSTRUMENTATION
BO—DM5POI-C1-XL	6.58E-05	1.18E-03	9.94E-02	1.001	18.96		FUITE DE L'EAU A TRAVERS LE SYSTEME D'ADDITION DE POISON
BO—DM6D2O-C1-XL	3.11E-05	5.58E-04	9.94E-02	1.001	18.96		FUITE DE L'EAU A TRAVERS LE SYSTEME D'ALIMENTATION EN D2O
MO—CCSCP1-C1-FF	2.53E-04	7.19E-05	1.57E-03	1.000	1.28		CP1: COMPRESSEUR DEFAILLANCE TOTALE
MO—CCSCP2-C1-FF	1.58E-03	9.42E-05	3.30E-04	1.000	1.06		CP2: COMPRESSEUR DEFAILLANCE TOTALE
MO—CTYRU1-C1-FF	7.12E-05	2.00E-05	1.56E-03	1.000	1.28		RU1: UNITE DE RECOMBINAISON DEFAILLANCE TOTALE
MO—CTYRU2-C1-FF	1.57E-03	2.00E-05	7.08E-05	1.000	1.01		RU2: UNITE DE RECOMBINAISON DEFAILLANCE TOTALE
MO—DIVESR-C0-ND	1.00E-07	1.80E-05	9.94E-01	1.000	180.60		CONTRACTION DU MODERATEUR DUE A UN SUR-REFROIDISSEMENT
MO—DM2CRT-C1-XL	1.80E-03	3.23E-02	9.95E-02	1.033	18.93		PERTE D'INVENTAIRE DU MODERATEUR VIA LE CIRCUIT PRINCIPAL
MO—DM3PUR-C1-XL	2.74E-03	4.93E-02	9.95E-02	1.052	18.92		FUITE DE L'EAU A TRAVERS LE SYSTEME DE PURIFICATION
MO—DM4ECH-C1-XL	1.11E-04	2.00E-03	9.94E-02	1.002	18.96		FUITE DE L'EAU A TRAVERS LE SYSTEME D'ECHANTILLONNAGE
MO—FUITES-C0-C1	1.00E-01	8.53E-02	4.72E-03	1.093	1.77		FACTEUR DE PONDERATION POUR LES PERTES D'INVENTAIRE DU MODERATEUR
MO—LM7SV1-C1-FF	1.37E-06	2.47E-04	9.94E-01	1.000	180.60		SV-1: DEFAILLANCE DE LA VANNE SOLENOIDE
MO—LM7SV2-C1-FF	1.37E-06	2.47E-04	9.94E-01	1.000	180.60		SV-2: DEFAILLANCE DE LA VANNE SOLENOIDE

MO-MODRTM-C0-ND	1.00E-03	1.80E-01	9.95E-01	1.219	180.60	DEFAILLANCE DU PROGRAMME DE REGULATION TEMPÉRATURE MODERATEUR (RTM)
MO-PI2GAS-C1DRU	3.15E-07	5.66E-05	9.94E-01	1.000	180.60	GAS DE COUVERTURE: TUYAUTERIE (750 pi) RUPTURE
MO-PVC1-C3FFR	9.32E-03	6.06E-02	3.58E-02	1.065	7.40	P1: POMPE DEFAILLANCE EN FONCTIONNEMENT
MO-PVC2-C0-%1	2.74E-02	4.59E-02	9.27E-03	1.048	2.63	P2: GROUPE POMPE-MOTEUR P2 SOUS ENTRETIEN PREVENTIF
MO-PVC2-C0FFS	6.44E-03	1.08E-02	9.26E-03	1.011	2.66	P2: POMPE DEFAUTS AU DEMARRAGE
MO-PVC2-C3FFR	1.34E-03	2.24E-03	9.26E-03	1.002	2.67	P2: POMPE DEFAILLANCE EN FONCTIONNEMENT
MO-S1-SV1-C1JFF	4.52E-06	8.12E-04	9.94E-01	1.001	180.60	SV1: PERTE DE CATEGORIE I LOCALE (48 Vcc)
MO-S1-SV2-C1JFF	4.52E-06	8.12E-04	9.94E-01	1.001	180.60	SV2: PERTE DE CATEGORIE I LOCALE (48 Vcc)
MO-VCXV3-C1DFO	5.18E-04	8.66E-04	9.26E-03	1.001	2.67	V3: CLAPET REFUSE DE FERMER
MO-VCXV4-C1DFC	5.18E-04	8.66E-04	9.26E-03	1.001	2.67	V4: CLAPET REFUSE D'OUVRIR
MO-VGCPV1-C12FO	2.01E-05	3.61E-03	9.94E-01	1.004	180.60	PV1: VANNE PNEUMATIQUE REFUSE DE FERMER
MO-VGCPV2-C12FO	2.01E-05	3.61E-03	9.94E-01	1.004	180.60	PV2: VANNE PNEUMATIQUE REFUSE DE FERMER

Centrale en puissance
Programme de maintenance préventive optimisé
Arrêt au 12 mois
Facteurs de mesure d'importance

Importance Measure Report
3210MOD-AS100001 = 3.63E-03

Event Name	Probability	Fus	Ves	BlrnBm	Red W	Ach W	Description
7131ESRDIST--AFF	1.05E-03	2.88E-01	9.97E-01	1.405	275.55		DEFAILLANCE DISTRIBUTION DE L'ESR (3-30 min.)
MO--MODRTM-A0-ND	1.00E-03	2.75E-01	9.97E-01	1.379	275.55		DEFAILLANCE DU PROGRAMME DE REGULATION TEMPÉRATURE MODERATEUR (RTM)
MO--FUITE-A0-C1	1.00E-01	1.30E-01	4.73E-03	1.150	2.17		FACTEUR DE PONDERATION POUR LES PERTES D'INVENTAIRE DU MODERATEUR
MO--DM3PUR-A1-XL	2.74E-03	7.54E-02	9.97E-02	1.082	28.39		FUITE DE L'EAU A TRAVERS LE SYSTEME DE PURIFICATION
7512AIRAX-1S-001	2.44E-04	6.70E-02	9.97E-01	1.072	275.55		PERTE TOTALE D'AIR D'INSTRUMENTATION
MO--DM2CRT-A1-XL	1.80E-03	4.93E-02	9.97E-02	1.052	28.41		PERTE D'INVENTAIRE DU MODERATEUR VIA LE CIRCUIT PRINCIPAL
5130SXACATIV-CC4	1.16E-04	3.20E-02	9.96E-01	1.033	275.55		PERTE CATEGORIE IV (3 min. - 30 min.) (EXPL. NORMALE)
5320BUABUE--CC3	1.03E-04	2.82E-02	9.96E-01	1.029	275.55		BUE: DEFAUTS DE LA BARRE ET DEFAUTS DES COMPOSANTS RACCORDES A LA BARRE
5320BUABUF--CC3	1.03E-04	2.82E-02	9.96E-01	1.029	275.55		BUF: DEFAUTS DE LA BARRE ET DEFAUTS DES COMPOSANTS RACCORDES A LA BARRE
MO--HVUHX1-A1-IH	9.56E-05	2.63E-02	9.96E-01	1.027	275.55		HX1: ÉCHANGEUR DE CHALEUR ECHANGE THERMIQUE INADEQUAT
MO--HVUHX2-A1-IH	9.56E-05	2.63E-02	9.96E-01	1.027	275.55		HX1: ÉCHANGEUR DE CHALEUR ECHANGE THERMIQUE INADEQUAT
MO--PVC2--A0FFS	6.44E-03	2.24E-02	1.26E-02	1.023	4.45		P2: POMPE DEFAUTS AU DEMARRAGE
7131ESR-ETE--C1	2.50E-01	2.15E-02	3.12E-04	1.022	1.06		FACTEUR PONDERATION POUR LA SAISON ETE DE L'ESR
MO--PVC1--A0FFS	6.44E-03	1.79E-02	1.00E-02	1.018	3.75		P1: POMPE DEFAUTS AU DEMARRAGE
MO--PVC1--A3FFR	3.18E-03	9.42E-03	1.07E-02	1.010	3.94		P1: POMPE DEFAILLANCE EN FONCTIONNEMENT
5510S-AYA---JC1	2.70E-05	7.42E-03	9.96E-01	1.007	275.55		BUYA: ALIMENTATION ÉLECTRIQUE 48 Vcc INDISPONIBLE
5510S-AYC---JC1	2.70E-05	7.42E-03	9.96E-01	1.007	275.55		BUYC: ALIMENTATION ÉLECTRIQUE 48 Vcc INDISPONIBLE
5330BUABUL--BC3	7.84E-05	5.42E-03	2.50E-01	1.005	69.96		BUL: DEFAUTS DE LA BARRE ET TRAVEE ENTRE BUE - BUL
5330BUABUM--BC3	7.84E-05	5.38E-03	2.49E-01	1.005	69.63		BUM: DEFAUTS DE LA BARRE ET TRAVEE ENTRE BUF - BUM
5330BUABUN--BC3	7.84E-05	5.38E-03	2.49E-01	1.005	69.63		BUN: DEFAUTS DE LA BARRE ET TRAVEE ENTRE BUE - BUN
5330BUABUP--BC3	7.84E-05	5.38E-03	2.49E-01	1.005	69.63		BUP: DEFAUTS DE LA BARRE ET TRAVEE ENTRE BUF - BUP
MO--YTD11A-A1-FF	1.77E-05	4.85E-03	9.96E-01	1.005	275.55		TY-11A: CONVERTISSEUR DE SIGNAL DEFAILLANCE TOTALE
MO--YTD11C-A1-FF	1.77E-05	4.85E-03	9.96E-01	1.005	275.55		TY-11C: CONVERTISSEUR DE SIGNAL DEFAILLANCE TOTALE

MO-LM2PM2-A1-FF	1.12E-03	3.84E-03	1.24E-02	1.004	4.40	PM2: DEFAILLANCE DE LA LOGIQUE D'ENCLenchement	
5320CB-F3---CC3	1.04E-03	3.55E-03	1.24E-02	1.004	4.40	F3: DISJONCTEUR CELLULE SOUS ENTRETIEN CORRECTIF	
MO-LM2PM1-A1-FF	1.12E-03	3.10E-03	9.99E-03	1.003	3.75	PM1: DEFAILLANCE DE LA LOGIQUE D'ENCLenchement	
MO-DM4ECH-A1-XL	1.11E-04	3.06E-03	9.96E-02	1.003	28.45	FUITE DE L'EAU A TRAVERS LE SYSTEME D'ECHANTILLONNAGE	
MO-DM1PM1-A3CFF	8.33E-04	2.45E-03	1.07E-02	1.002	3.93	PM1: DEFAILLANCE DE LA DISTRIBUTION ÉLECTRIQUE LOCALE	(ind.: mission)
MO-VBCTCV6A13OP	8.37E-06	2.30E-03	9.96E-01	1.002	275.55	TCV6: VANNE PNEUMATIQUE PAPILLON DEFAUT D'OPERATION	
MO-VBCTCV8A13OP	8.37E-06	2.30E-03	9.96E-01	1.002	275.55	TCV8: VANNE PNEUMATIQUE PAPILLON DEFAUT D'OPERATION	
MO-PVC1-TA3FFR	6.82E-04	1.88E-03	9.99E-03	1.002	3.75	P1: POMPE DEFAILLANCE EN FONCTIONNEMENT	
MO-DM5POI-A1-XL	6.58E-05	1.81E-03	9.96E-02	1.002	28.45	FUITE DE L'EAU A TRAVERS LE SYSTEME D'ADDITION DE POISON	
MO-LM3PM12A1-FF	5.97E-06	1.64E-03	9.96E-01	1.002	275.55	PM1/PM2: DECLenchement INTempestif DES DISJONCTEURS (LOGIQUE)	
5510PL-555---JC1	5.84E-06	1.60E-03	9.96E-01	1.002	275.55	PL555: ALIMENTATION ÉLECTRIQUE LOCALE 48 Vcc INDISPONIBLE	
5510PL-556---JC1	5.84E-06	1.60E-03	9.96E-01	1.002	275.55	PL556: ALIMENTATION ÉLECTRIQUE LOCALE 48 Vcc INDISPONIBLE	
MO-VGCPV1-A12FO	5.52E-06	1.51E-03	9.96E-01	1.002	275.55	PV1: VANNE PNEUMATIQUE REFUSE DE FERMER	
MO-VGCPV2-A12FO	5.52E-06	1.51E-03	9.96E-01	1.002	275.55	PV2: VANNE PNEUMATIQUE REFUSE DE FERMER	
MO-DM1PM2-A1CFF	4.17E-04	1.40E-03	1.22E-02	1.001	4.35	PM2: DEFAILLANCE DE LA DISTRIBUTION ÉLECTRIQUE LOCALE	(en attente)
MO-S1-SV1-A1JFF	4.52E-06	1.24E-03	9.96E-01	1.001	275.55	SV1: PERTE DE CATEGORIE I LOCALE (48 Vcc)	
MO-S1-SV2-A1JFF	4.52E-06	1.24E-03	9.96E-01	1.001	275.55	SV2: PERTE DE CATEGORIE I LOCALE (48 Vcc)	
MO-VCXV3-A1DFO	5.18E-04	1.17E-03	8.20E-03	1.001	3.26	V3: CLAPET REFUSE DE FERMER	
MO-VCXV4-A1DFC	5.18E-04	1.17E-03	8.20E-03	1.001	3.26	V4: CLAPET REFUSE D'OUVRIR	
MO-DM6D2O-A1-XL	3.11E-05	8.52E-04	9.96E-02	1.001	28.45	FUITE DE L'EAU A TRAVERS LE SYSTEME D'ALIMENTATION EN D2O	
MO-PVC2---A3FFR	6.82E-04	7.89E-04	4.19E-03	1.001	2.15	P2: POMPE DEFAILLANCE EN FONCTIONNEMENT	
MO-VCXV3-A1DFC	5.18E-04	5.99E-04	4.19E-03	1.001	2.16	V3: CLAPET REFUSE D'OUVRIR	
MO-VCXV4-A1DFO	5.18E-04	5.99E-04	4.19E-03	1.001	2.16	V4: CLAPET REFUSE DE FERMER	
MO-LM1PM1-A3-FF	2.02E-04	5.71E-04	1.02E-02	1.001	3.82	PM1: DECLenchement INTempestif DU DISJONCTEUR (LOGIQUE)	(ind.:mission)
MO-PI2GAS-A1DRU	9.45E-07	2.60E-04	9.96E-01	1.000	275.55	GAS DE COUVERTURE: TUYAUTERIE (750 pi) RUPTURE	
MO-CCSCP2-A1-FF	1.58E-03	1.44E-04	3.30E-04	1.000	1.09	CP2: COMPRESSEUR DEFAILLANCE TOTALE	
MO-DM1PM1-A1CFF	7.44E-05	1.32E-04	6.42E-03	1.000	2.77	PM1: DEFAILLANCE DE LA DISTRIBUTION ÉLECTRIQUE LOCALE	(ind.: correctif)
MO-CCSCP1-A1-FF	2.53E-04	1.10E-04	1.58E-03	1.000	1.43	CP1: COMPRESSEUR DEFAILLANCE TOTALE	
MO-DM1PM1TA3CFF	5.95E-05	1.05E-04	6.42E-03	1.000	2.77	PM1: DEFAILLANCE DE LA DISTRIBUTION ÉLECTRIQUE LOCALE	
5130S4ICATIV--C4	3.20E-07	8.78E-05	9.96E-01	1.000	275.55	PERTE DE LA CATEGORIE IV A LA BARRE PAR DEFAUTS INDUITS	
5320CB-E3---CC3	3.58E-05	6.32E-05	6.42E-03	1.000	2.77	E3: DISJONCTEUR CELLULE SOUS ENTRETIEN CORRECTIF	
MO-DM1PM2-A3CFF	5.95E-05	5.19E-05	3.17E-03	1.000	1.87	PM2: DEFAILLANCE DE LA DISTRIBUTION ÉLECTRIQUE LOCALE	(en fonctionnement)
5520S-AXA---LC1	2.52E-05	4.46E-05	6.42E-03	1.000	2.77	BUXA: ALIMENTATION ÉLECTRIQUE 250 Vcc INDISPONIBLE	(expl. normale)
5520S-AXC---LC1	2.52E-05	4.46E-05	6.42E-03	1.000	2.77	BUXC: ALIMENTATION ÉLECTRIQUE 250 Vcc INDISPONIBLE	(expl. normale)
5520PL-1573-LC1	1.85E-05	3.28E-05	6.42E-03	1.000	2.77	PL1573: ALIMENTATION ÉLECTRIQUE LOCALE 250 Vcc INDISPONIBLE	

5520PL-1574-LC1	1.85E-05	3.28E-05	6.42E-03	1.000	2.77	PL1574: ALIMENTATION ÉLECTRIQUE LOCALE 250 V _{cc} INDISPONIBLE
MO-LM7SV1-A1-FF	1.19E-07	3.27E-05	9.96E-01	1.000	275.55	SV-1: DEFAILLANCE DE LA VANNE SOLENOIDE
MO-LM7SV2-A1-FF	1.19E-07	3.27E-05	9.96E-01	1.000	275.55	SV-2: DEFAILLANCE DE LA VANNE SOLENOIDE
MO-LM1PM1-A1-FF	1.80E-05	3.19E-05	6.42E-03	1.000	2.77	PM1: DECLENCHEMENT INTÉMPÉSTIF DU DISJONCTEUR (LOGIQUE) (ind.: correctif)
MO-CTYRU1-A1-FF	7.12E-05	3.06E-05	1.56E-03	1.000	1.43	RU1: UNITÉ DE RECOMBINAISON DEFAILLANCE TOTALE
MO-CTYRU2-A1-FF	1.57E-03	3.06E-05	7.10E-05	1.000	1.02	RU2: UNITÉ DE RECOMBINAISON DEFAILLANCE TOTALE
MO-DIVSR-A0-ND	1.00E-07	2.75E-05	9.96E-01	1.000	275.55	CONTRACTION DU MODÉRATEUR DUE À UN SUR-REFROIDISSEMENT

Centrale en puissance
Programme de maintenance préventive optimisé
Arrêt au 18 mois
Facteurs de mesure d'importance

Importance Measure Report
3210MOD-AS100001 = 3.68E-03

Event Name	Probability	Fus	Ves	BirnBm	Red W	Ach W	Description
7131ESRDIST--AFF	1.05E-03	2.84E-01	9.97E-01	1.396	271.55		DEFAILLANCE DISTRIBUTION DE L'ESR (3-30 min.)
MO--MODRTM-A0-ND	1.00E-03	2.71E-01	9.97E-01	1.371	271.55		DEFAILLANCE DU PROGRAMME DE REGULATION TEMPÉRATURE MODERATEUR (RTM)
MO--FUITES-A0-C1	1.00E-01	1.29E-01	4.73E-03	1.148	2.16		FACTEUR DE PONDERATION POUR LES PERTES D'INVENTAIRE DU MODERATEUR
MO--DM3PUR-A1-XL	2.74E-03	7.43E-02	9.97E-02	1.080	27.99		FUITE DE L'EAU A TRAVERS LE SYSTEME DE PURIFICATION
7512AIRAX-1S-001	2.44E-04	6.60E-02	9.97E-01	1.071	271.55		PERTE TOTALE D'AIR D'INSTRUMENTATION
MO--DM2CRT-A1-XL	1.80E-03	4.86E-02	9.96E-02	1.051	28.01		PERTE D'INVENTAIRE DU MODERATEUR VIA LE CIRCUIT PRINCIPAL
MO--HVUHX1-A1-IH	1.17E-04	3.15E-02	9.96E-01	1.033	271.55		HX1: ÉCHANGEUR DE CHALEUR ECHANGE THERMIQUE INADEQUAT
MO--HVUHX2-A1-IH	1.17E-04	3.15E-02	9.96E-01	1.033	271.55		HX1: ÉCHANGEUR DE CHALEUR ECHANGE THERMIQUE INADEQUAT
5130SXACATIV-CC4	1.16E-04	3.15E-02	9.96E-01	1.033	271.55		PERTE CATEGORIE IV (3 min. - 30 min.) (EXPL. NORMALE)
5320BUABUE---CC3	1.03E-04	2.78E-02	9.96E-01	1.029	271.55		BUE: DEFAUTS DE LA BARRE ET DEFAUTS DES COMPOSANTS RACCORDES A LA BARRE
5320BUABUF---CC3	1.03E-04	2.78E-02	9.96E-01	1.029	271.55		BUF: DEFAUTS DE LA BARRE ET DEFAUTS DES COMPOSANTS RACCORDES A LA BARRE
MO--PVC2--A0FFS	6.44E-03	2.21E-02	1.26E-02	1.023	4.40		P2: POMPE DEFAUTS AU DEMARRAGE
7131ESR-ETE---C1	2.50E-01	2.12E-02	3.12E-04	1.022	1.06		FACTEUR PONDERATION POUR LA SAISON ETE DE L'ESR
MO--PVC1--A0FFS	6.44E-03	1.76E-02	1.00E-02	1.018	3.71		P1: POMPE DEFAUTS AU DEMARRAGE
MO--PVC1--A3FFR	3.18E-03	9.28E-03	1.07E-02	1.009	3.90		P1: POMPE DEFAILLANCE EN FONCTIONNEMENT
5510S-AYA---JC1	2.70E-05	7.31E-03	9.96E-01	1.007	271.55		BUYA: ALIMENTATION ÉLECTRIQUE 48 Vcc INDISPONIBLE
5510S-AYC---JC1	2.70E-05	7.31E-03	9.96E-01	1.007	271.55		BUYC: ALIMENTATION ÉLECTRIQUE 48 Vcc INDISPONIBLE
5330BUABUL---BC3	7.84E-05	5.34E-03	2.50E-01	1.005	68.95		BUL: DEFAUTS DE LA BARRE ET TRAVEE ENTRE BUE - BUL
5330BUABUM---BC3	7.84E-05	5.30E-03	2.49E-01	1.005	68.63		BUM: DEFAUTS DE LA BARRE ET TRAVEE ENTRE BUF - BUM
5330BUABUN---BC3	7.84E-05	5.30E-03	2.49E-01	1.005	68.63		BUN: DEFAUTS DE LA BARRE ET TRAVEE ENTRE BUE - BUN
5330BUABUP---BC3	7.84E-05	5.30E-03	2.49E-01	1.005	68.63		BUP: DEFAUTS DE LA BARRE ET TRAVEE ENTRE BUF - BUP
MO--YTD11A-A1-FF	1.77E-05	4.78E-03	9.96E-01	1.005	271.55		TY-11A: CONVERTISSEUR DE SIGNAL DEFAILLANCE TOTALE
MO--YTD11C-A1-FF	1.77E-05	4.78E-03	9.96E-01	1.005	271.55		TY-11C: CONVERTISSEUR DE SIGNAL DEFAILLANCE TOTALE

MO-VBCTCV6A13OP	1.43E-05	3.86E-03	9.96E-01	1.004	271.55	TCV6: VANNE PNEUMATIQUE PAPILLON DEFAULT D'OPERATION	
MO-VBCTCV8A13OP	1.43E-05	3.86E-03	9.96E-01	1.004	271.55	TCV8: VANNE PNEUMATIQUE PAPILLON DEFAULT D'OPERATION	
MO-LM2PM2-A1-FF	1.12E-03	3.78E-03	1.24E-02	1.004	4.35	PM2: DEFAILLANCE DE LA LOGIQUE D'ENCLenchement	
5320CB-F3---CC3	1.04E-03	3.49E-03	1.24E-02	1.004	4.35	F3: DISJONCTEUR CELLULE SOUS ENTRETIEN CORRECTIF	
MO-LM2PM1-A1-FF	1.12E-03	3.05E-03	9.99E-03	1.003	3.71	PM1: DEFAILLANCE DE LA LOGIQUE D'ENCLenchement	
MO-DM4ECH-A1-XL	1.11E-04	3.01E-03	9.96E-02	1.003	28.05	FUITE DE L'EAU A TRAVERS LE SYSTEME D'ECHANTILLONNAGE	
MO-DM1PM1-A3CFF	8.33E-04	2.42E-03	1.07E-02	1.002	3.89	PM1: DEFAILLANCE DE LA DISTRIBUTION ÉLECTRIQUE LOCALE	(ind.: mission)
MO-PVC1-TA3FFR	6.82E-04	1.85E-03	9.99E-03	1.002	3.71	P1: POMPE DEFAILLANCE EN FONCTIONNEMENT	
MO-DM5POI-A1-XL	6.58E-05	1.78E-03	9.96E-02	1.002	28.05	FUITE DE L'EAU A TRAVERS LE SYSTEME D'ADDITION DE POISON	
MO-LM3PM12A1-FF	5.97E-06	1.62E-03	9.96E-01	1.002	271.55	PM1/PM2: DECLenchement INTempestif DES DISJONCTEURS (LOGIQUE)	
5510PL-555---JC1	5.84E-06	1.58E-03	9.96E-01	1.002	271.55	PL555: ALIMENTATION ÉLECTRIQUE LOCALE 48 Vcc INDISPONIBLE	
5510PL-556---JC1	5.84E-06	1.58E-03	9.96E-01	1.002	271.55	PL556: ALIMENTATION ÉLECTRIQUE LOCALE 48 Vcc INDISPONIBLE	
MO-VGCPV1-A12FO	5.52E-06	1.49E-03	9.96E-01	1.001	271.55	PV1: VANNE PNEUMATIQUE REFUSE DE FERMER	
MO-VGCPV2-A12FO	5.52E-06	1.49E-03	9.96E-01	1.001	271.55	PV2: VANNE PNEUMATIQUE REFUSE DE FERMER	
MO-DM1PM2-A1CFF	4.17E-04	1.38E-03	1.22E-02	1.001	4.30	PM2: DEFAILLANCE DE LA DISTRIBUTION ÉLECTRIQUE LOCALE	(en attente)
MO-S1-SV1-A1JFF	4.52E-06	1.22E-03	9.96E-01	1.001	271.55	SV1: PERTE DE CATEGORIE I LOCALE (48 Vcc)	
MO-S1-SV2-A1JFF	4.52E-06	1.22E-03	9.96E-01	1.001	271.55	SV2: PERTE DE CATEGORIE I LOCALE (48 Vcc)	
MO-VCXV3-A1DFO	5.18E-04	1.16E-03	8.20E-03	1.001	3.23	V3: CLAPET REFUSE DE FERMER	
MO-VCXV4-A1DFC	5.18E-04	1.16E-03	8.20E-03	1.001	3.23	V4: CLAPET REFUSE D'Ouvrir	
MO-DM6D2O-A1-XL	3.11E-05	8.40E-04	9.96E-02	1.001	28.05	FUITE DE L'EAU A TRAVERS LE SYSTEME D'ALIMENTATION EN D2O	
MO-PVC2---A3FFR	6.82E-04	7.77E-04	4.19E-03	1.001	2.14	P2: POMPE DEFAILLANCE EN FONCTIONNEMENT	
MO-VCXV3-A1DFC	5.18E-04	5.90E-04	4.19E-03	1.001	2.14	V3: CLAPET REFUSE D'Ouvrir	
MO-VCXV4-A1DFO	5.18E-04	5.90E-04	4.19E-03	1.001	2.14	V4: CLAPET REFUSE DE FERMER	
MO-LM1PM1-A3-FF	2.02E-04	5.63E-04	1.02E-02	1.001	3.78	PM1: DECLenchement INTempestif DU DISJONCTEUR (LOGIQUE)	(ind.:mission)
MO-PI2GAS-A1DRU	9.45E-07	2.56E-04	9.96E-01	1.000	271.55	GAS DE COUVERTURE: TUYAUTERIE (750 pi) RUPTURE	
MO-CCSCP2-A1-FF	1.58E-03	1.42E-04	3.30E-04	1.000	1.09	CP2: COMPRESSEUR DEFAILLANCE TOTALE	
MO-DM1PM1-A1CFF	7.44E-05	1.30E-04	6.42E-03	1.000	2.74	PM1: DEFAILLANCE DE LA DISTRIBUTION ÉLECTRIQUE LOCALE	(ind.: correctif)
MO-CCSCP1-A1-FF	2.53E-04	1.08E-04	1.58E-03	1.000	1.43	CP1: COMPRESSEUR DEFAILLANCE TOTALE	
MO-DM1PM1TA3CFF	5.95E-05	1.04E-04	6.42E-03	1.000	2.74	PM1: DEFAILLANCE DE LA DISTRIBUTION ÉLECTRIQUE LOCALE	
5130S4ICATIV--C4	3.20E-07	8.65E-05	9.96E-01	1.000	271.55	PERTE DE LA CATEGORIE IV A LA BARRE PAR DEFAULTS INDUITS	
5320CB-E3---CC3	3.58E-05	6.23E-05	6.42E-03	1.000	2.74	E3: DISJONCTEUR CELLULE SOUS ENTRETIEN CORRECTIF	
MO-DM1PM2-A3CFF	5.95E-05	5.12E-05	3.17E-03	1.000	1.86	PM2: DEFAILLANCE DE LA DISTRIBUTION ÉLECTRIQUE LOCALE	(en fonctionnement)
5520S-AXA---LC1	2.52E-05	4.39E-05	6.42E-03	1.000	2.74	BUXA: ALIMENTATION ÉLECTRIQUE 250 Vcc INDISPONIBLE	(expl. normale)
5520S-AXC---LC1	2.52E-05	4.39E-05	6.42E-03	1.000	2.74	BUXC: ALIMENTATION ÉLECTRIQUE 250 Vcc INDISPONIBLE	(expl. normale)
5520PL-1573-LC1	1.85E-05	3.23E-05	6.42E-03	1.000	2.74	PL1573: ALIMENTATION ÉLECTRIQUE LOCALE 250 Vcc INDISPONIBLE	

5520PL-1574-LC1	1.85E-05	3.23E-05	6.42E-03	1.000	2.74	PL1574: ALIMENTATION ÉLECTRIQUE LOCALE 250 V _{cc} INDISPONIBLE
MO-LM7SV1-A1-FF	1.19E-07	3.23E-05	9.96E-01	1.000	271.55	SV-1: DEFAILLANCE DE LA VANNE SOLENOIDE
MO-LM7SV2-A1-FF	1.19E-07	3.23E-05	9.96E-01	1.000	271.55	SV-2: DEFAILLANCE DE LA VANNE SOLENOIDE
MO-LM1PM1-A1-FF	1.80E-05	3.14E-05	6.42E-03	1.000	2.74	PM1: DECLENCHEMENT INTÉMPÉSTIF DU DISJONCTEUR (LOGIQUE) (ind.: correctif)
MO-CTYRU1-A1-FF	7.12E-05	3.02E-05	1.56E-03	1.000	1.42	RU1: UNITÉ DE RECOMBINAISON DEFAILLANCE TOTALE
MO-CTYRU2-A1-FF	1.57E-03	3.02E-05	7.10E-05	1.000	1.02	RU2: UNITÉ DE RECOMBINAISON DEFAILLANCE TOTALE
MO-DIVESR-A0-ND	1.00E-07	2.71E-05	9.96E-01	1.000	271.55	CONTRACTION DU MODÉRATEUR DUE À UN SUR-REFROIDISSEMENT

Centrale en puissance
Programme de maintenance préventive optimisé
Arrêt au 24 mois
Facteurs de mesure d'importance

Importance Measure Report
3210MOD-AS100001 = 3.76E-03

Event Name	Probability	Fus	Ves	BlrnBm	Red W	Ach W	Description
7131ESRDIST--AFF	1.05E-03	2.78E-01	9.97E-01	1.386	266.31		DEFAILLANCE DISTRIBUTION DE L'ESR (3-30 min.)
MO--MODRTM-A0-ND	1.00E-03	2.66E-01	9.97E-01	1.362	266.31		DEFAILLANCE DU PROGRAMME DE REGULATION TEMPÉRATURE MODERATEUR (RTM)
MO--FUITE-A0-C1	1.00E-01	1.26E-01	4.73E-03	1.144	2.13		FACTEUR DE PONDERATION POUR LES PERTES D'INVENTAIRE DU MODERATEUR
MO--DM3PUR-A1-XL	2.74E-03	7.28E-02	9.97E-02	1.079	27.47		FUITE DE L'EAU A TRAVERS LE SYSTEME DE PURIFICATION
7512AIRAX-1S-001	2.44E-04	6.48E-02	9.96E-01	1.069	266.31		PERTE TOTALE D'AIR D'INSTRUMENTATION
MO--DM2CRT-A1-XL	1.80E-03	4.77E-02	9.96E-02	1.050	27.49		PERTE D'INVENTAIRE DU MODERATEUR VIA LE CIRCUIT PRINCIPAL
MO--HVUHX1-A1-IH	1.29E-04	3.42E-02	9.96E-01	1.035	266.31		HX1: ÉCHANGEUR DE CHALEUR ECHANGE THERMIQUE INADEQUAT
MO--HVUHX2-A1-IH	1.29E-04	3.42E-02	9.96E-01	1.035	266.31		HX1: ÉCHANGEUR DE CHALEUR ECHANGE THERMIQUE INADEQUAT
5130SXACATIV-CC4	1.16E-04	3.09E-02	9.96E-01	1.032	266.31		PERTE CATEGORIE IV (3 min. - 30 min.) (EXPL. NORMALE)
5320BUABUE--CC3	1.03E-04	2.73E-02	9.96E-01	1.028	266.31		BUE: DEFAUTS DE LA BARRE ET DEFAUTS DES COMPOSANTS RACCORDES A LA BARRE
5320BUABUF--CC3	1.03E-04	2.73E-02	9.96E-01	1.028	266.31		BUF: DEFAUTS DE LA BARRE ET DEFAUTS DES COMPOSANTS RACCORDES A LA BARRE
MO--PVC2--A0FFS	6.44E-03	2.17E-02	1.26E-02	1.022	4.33		P2: POMPE DEFAUTS AU DEMARRAGE
7131ESR-ETE--C1	2.50E-01	2.08E-02	3.12E-04	1.021	1.06		FACTEUR PONDERATION POUR LA SAISON ETE DE L'ESR
MO--PVC1--A0FFS	6.44E-03	1.72E-02	1.00E-02	1.018	3.65		P1: POMPE DEFAUTS AU DEMARRAGE
MO--YTD11A-A1-FF	4.12E-05	1.09E-02	9.96E-01	1.011	266.31		TY-11A: CONVERTISSEUR DE SIGNAL DEFAILLANCE TOTALE
MO--YTD11C-A1-FF	4.12E-05	1.09E-02	9.96E-01	1.011	266.31		TY-11C: CONVERTISSEUR DE SIGNAL DEFAILLANCE TOTALE
MO--PVC1--A3FFR	3.18E-03	9.10E-03	1.07E-02	1.009	3.85		P1: POMPE DEFAILLANCE EN FONCTIONNEMENT
5510S-AYA--JC1	2.70E-05	7.17E-03	9.96E-01	1.007	266.31		BUYA: ALIMENTATION ÉLECTRIQUE 48 Vcc INDISPONIBLE
5510S-AYC--JC1	2.70E-05	7.17E-03	9.96E-01	1.007	266.31		BUYC: ALIMENTATION ÉLECTRIQUE 48 Vcc INDISPONIBLE
5330BUABUL--BC3	7.84E-05	5.23E-03	2.50E-01	1.005	67.64		BUL: DEFAUTS DE LA BARRE ET TRAVEE ENTRE BUE - BUL
5330BUABUM--BC3	7.84E-05	5.20E-03	2.49E-01	1.005	67.32		BUM: DEFAUTS DE LA BARRE ET TRAVEE ENTRE BUF - BUM
5330BUABUN--BC3	7.84E-05	5.20E-03	2.49E-01	1.005	67.32		BUN: DEFAUTS DE LA BARRE ET TRAVEE ENTRE BUE - BUN
5330BUABUP--BC3	7.84E-05	5.20E-03	2.49E-01	1.005	67.32		BUP: DEFAUTS DE LA BARRE ET TRAVEE ENTRE BUF - BUP

MO--VBCTCV6A13OP	1.43E-05	3.78E-03	9.96E-01	1.004	266.31	TCV6: VANNE PNEUMATIQUE PAPILLON DEFAULT D'OPERATION	
MO--VBCTCV8A13OP	1.43E-05	3.78E-03	9.96E-01	1.004	266.31	TCV8: VANNE PNEUMATIQUE PAPILLON DEFAULT D'OPERATION	
MO--LM2PM2-A1-FF	1.12E-03	3.71E-03	1.24E-02	1.004	4.29	PM2: DEFAILLANCE DE LA LOGIQUE D'ENCLenchement	
5320CB-F3---CC3	1.04E-03	3.43E-03	1.24E-02	1.003	4.29	F3: DISJONCTEUR CELLULE SOUS ENTRETIEN CORRECTIF	
MO--LM2PM1-A1-FF	1.12E-03	2.99E-03	9.99E-03	1.003	3.66	PM1: DEFAILLANCE DE LA LOGIQUE D'ENCLenchement	
MO--DM4ECH-A1-XL	1.11E-04	2.96E-03	9.96E-02	1.003	27.53	FUITE DE L'EAU A TRAVERS LE SYSTEME D'ECHANTILLONNAGE	
MO--DM1PM1-A3CFF	8.33E-04	2.37E-03	1.07E-02	1.002	3.84	PM1: DEFAILLANCE DE LA DISTRIBUTION ÉLECTRIQUE LOCALE	(ind.: mission)
MO--PVC1--TA3FFR	6.82E-04	1.82E-03	9.99E-03	1.002	3.66	P1: POMPE DEFAILLANCE EN FONCTIONNEMENT	
MO--DM5POI-A1-XL	6.58E-05	1.74E-03	9.96E-02	1.002	27.53	FUITE DE L'EAU A TRAVERS LE SYSTEME D'ADDITION DE POISON	
MO--LM3PM12A1-FF	5.97E-06	1.58E-03	9.96E-01	1.002	266.31	PM1/PM2: DECLenchement INTempestif DES DISJONCTEURS (LOGIQUE)	
5510PL-555---JC1	5.84E-06	1.55E-03	9.96E-01	1.002	266.31	PL555: ALIMENTATION ÉLECTRIQUE LOCALE 48 Vcc INDISPONIBLE	
5510PL-556---JC1	5.84E-06	1.55E-03	9.96E-01	1.002	266.31	PL556: ALIMENTATION ÉLECTRIQUE LOCALE 48 Vcc INDISPONIBLE	
MO--VGCPV1-A12FO	5.75E-06	1.53E-03	9.96E-01	1.002	266.31	PV1: VANNE PNEUMATIQUE REFUSE DE FERMER	
MO--VGCPV2-A12FO	5.75E-06	1.53E-03	9.96E-01	1.002	266.31	PV2: VANNE PNEUMATIQUE REFUSE DE FERMER	
MO--DM1PM2-A1CFF	4.17E-04	1.35E-03	1.22E-02	1.001	4.24	PM2: DEFAILLANCE DE LA DISTRIBUTION ÉLECTRIQUE LOCALE	(en attente)
MO--S1-SV1-A1JFF	4.52E-06	1.20E-03	9.96E-01	1.001	266.31	SV1: PERTE DE CATEGORIE I LOCALE (48 Vcc)	
MO--S1-SV2-A1JFF	4.52E-06	1.20E-03	9.96E-01	1.001	266.31	SV2: PERTE DE CATEGORIE I LOCALE (48 Vcc)	
MO--VCXV3--A1DFO	5.18E-04	1.13E-03	8.20E-03	1.001	3.18	V3: CLAPET REFUSE DE FERMER	
MO--VCXV4--A1DFC	5.18E-04	1.13E-03	8.20E-03	1.001	3.18	V4: CLAPET REFUSE D'OUVRIR	
MO--DM6D2O-A1-XL	3.11E-05	8.24E-04	9.96E-02	1.001	27.53	FUITE DE L'EAU A TRAVERS LE SYSTEME D'ALIMENTATION EN D2O	
MO--PVC2---A3FFR	6.82E-04	7.62E-04	4.19E-03	1.001	2.12	P2: POMPE DEFAILLANCE EN FONCTIONNEMENT	
MO--VCXV3--A1DFC	5.18E-04	5.79E-04	4.19E-03	1.001	2.12	V3: CLAPET REFUSE D'OUVRIR	
MO--VCXV4--A1DFO	5.18E-04	5.79E-04	4.19E-03	1.001	2.12	V4: CLAPET REFUSE DE FERMER	
MO--LM1PM1-A3-FF	2.02E-04	5.52E-04	1.02E-02	1.001	3.73	PM1: DECLenchement INTempestif DU DISJONCTEUR (LOGIQUE)	(ind.:mission)
MO--PI2GAS-A1DRU	9.45E-07	2.51E-04	9.96E-01	1.000	266.31	GAS DE COUVERTURE: TUYAUTERIE (750 pi) RUPTURE	
MO--CCSCP2-A1-FF	1.58E-03	1.39E-04	3.30E-04	1.000	1.09	CP2: COMPRESSEUR DEFAILLANCE TOTALE	
MO--DM1PM1-A1CFF	7.44E-05	1.27E-04	6.42E-03	1.000	2.71	PM1: DEFAILLANCE DE LA DISTRIBUTION ÉLECTRIQUE LOCALE	(ind.: correctif)
MO--CCSCP1-A1-FF	2.53E-04	1.06E-04	1.58E-03	1.000	1.42	CP1: COMPRESSEUR DEFAILLANCE TOTALE	
MO--DM1PM1TA3CFF	5.95E-05	1.02E-04	6.42E-03	1.000	2.71	PM1: DEFAILLANCE DE LA DISTRIBUTION ÉLECTRIQUE LOCALE	
5130S4ICATIV--C4	3.20E-07	8.48E-05	9.96E-01	1.000	266.31	PERTE DE LA CATEGORIE IV A LA BARRE PAR DEFAULTS INDUITS	
5320CB-E3---CC3	3.58E-05	6.11E-05	6.42E-03	1.000	2.71	E3: DISJONCTEUR CELLULE SOUS ENTRETIEN CORRECTIF	
MO--DM1PM2-A3CFF	5.95E-05	5.02E-05	3.17E-03	1.000	1.84	PM2: DEFAILLANCE DE LA DISTRIBUTION ÉLECTRIQUE LOCALE	(en fonctionnement)
MO--LM7SV1-A1-FF	1.84E-07	4.89E-05	9.96E-01	1.000	266.31	SV-1: DEFAILLANCE DE LA VANNE SOLENOIDE	
MO--LM7SV2-A1-FF	1.84E-07	4.89E-05	9.96E-01	1.000	266.31	SV-2: DEFAILLANCE DE LA VANNE SOLENOIDE	
5520S-AXA---LC1	2.52E-05	4.31E-05	6.42E-03	1.000	2.71	BUXA: ALIMENTATION ÉLECTRIQUE 250 Vcc INDISPONIBLE	(expl. normale)

5520S-AXC---LC1	2.52E-05	4.31E-05	6.42E-03	1.000	2.71	BUXC: ALIMENTATION ÉLECTRIQUE 250 Vcc INDISPONIBLE (expl. normale)
5520PL-1573-LC1	1.85E-05	3.17E-05	6.42E-03	1.000	2.71	PL1573: ALIMENTATION ÉLECTRIQUE LOCALE 250 Vcc INDISPONIBLE
5520PL-1574-LC1	1.85E-05	3.17E-05	6.42E-03	1.000	2.71	PL1574: ALIMENTATION ÉLECTRIQUE LOCALE 250 Vcc INDISPONIBLE
MO-LM1PM1-A1-FF	1.80E-05	3.08E-05	6.42E-03	1.000	2.71	PM1: DECLENCHEMENT INTEMPESTIF DU DISJONCTEUR (LOGIQUE) (ind.: correctif)
MO-CTYRU1-A1-FF	7.12E-05	2.96E-05	1.56E-03	1.000	1.42	RU1: UNITE DE RECOMBINAISON DEFAILLANCE TOTALE
MO-CTYRU2-A1-FF	1.57E-03	2.96E-05	7.10E-05	1.000	1.02	RU2: UNITE DE RECOMBINAISON DEFAILLANCE TOTALE
MO-DIVESR-A0-ND	1.00E-07	2.65E-05	9.96E-01	1.000	266.31	CONTRACTION DU MODERATEUR DUE A UN SUR-REFROIDISSEMENT

Centrale à l'arrêt
Programme de maintenance préventive optimisé
Arrêt au 12 mois
Facteurs de mesure d'importance

Importance Measure Report
3210MOD-CS100001 = 5.30E-03

Event Name	Probability	Fus	Ves	BirnBm	Red W	Ach W	Description
5130S4ICATIV—C4	3.20E-07	6.00E-05	9.95E-01	1.000	188.75		PERTE DE LA CATEGORIE IV A LA BARRE PAR DEFAUTS INDUITS
5130SXCCATIV-CC4	5.56E-04	1.04E-01	9.95E-01	1.117	188.75		PERTE CATEGORIE IV (3 min. - 30 min.) (arret planifie)
5320BUABUE---CC3	1.03E-04	1.93E-02	9.95E-01	1.020	188.75		BUE: DEFAUTS DE LA BARRE ET DEFAUTS DES COMPOSANTS RACCORDES A LA BARRE
5330BUABUL—BC3	7.84E-05	2.33E-05	1.57E-03	1.000	1.30		BUL: DEFAUTS DE LA BARRE ET TRAVEE ENTRE BUE - BUL
5510PL-555—JC1	5.84E-06	1.10E-03	9.95E-01	1.001	188.75		PL555: ALIMENTATION ÉLECTRIQUE LOCALE 48 Vcc INDISPONIBLE
5510PL-556—JC1	5.84E-06	1.10E-03	9.95E-01	1.001	188.75		PL556: ALIMENTATION ÉLECTRIQUE LOCALE 48 Vcc INDISPONIBLE
5510S-CYA—JC1	3.25E-05	6.10E-03	9.95E-01	1.006	188.75		BUYA: ALIMENTATION ÉLECTRIQUE 48 Vcc INDISPONIBLE (arret planifie)
5510S-CYC—JC1	3.25E-05	6.10E-03	9.95E-01	1.006	188.75		BUYC: ALIMENTATION ÉLECTRIQUE 48 Vcc INDISPONIBLE (arret planifie)
7131ESRDIST--CFF	7.18E-04	1.35E-01	9.95E-01	1.156	188.75		DEFAILLANCE DISTRIBUTION ESR (2 POMPES REQUISES)
7512AIRCX-1S-001	2.23E-03	4.20E-01	9.97E-01	1.723	188.75		PERTE TOTALE D'AIR D'INSTRUMENTATION
BO—DM5POI-C1-XL	6.58E-05	1.23E-03	9.95E-02	1.001	19.77		FUITE DE L'EAU A TRAVERS LE SYSTEME D'ADDITION DE POISON
BO—DM6D2O-C1-XL	3.11E-05	5.83E-04	9.95E-02	1.001	19.77		FUITE DE L'EAU A TRAVERS LE SYSTEME D'ALIMENTATION EN D2O
MO--CCSCP1-C1-FF	2.53E-04	7.52E-05	1.57E-03	1.000	1.30		CP1: COMPRESSEUR DEFAILLANCE TOTALE
MO--CCSCP2-C1-FF	1.58E-03	9.85E-05	3.30E-04	1.000	1.06		CP2: COMPRESSEUR DEFAILLANCE TOTALE
MO--CTYRU1-C1-FF	7.12E-05	2.10E-05	1.56E-03	1.000	1.29		RU1: UNITE DE RECOMBINAISON DEFAILLANCE TOTALE
MO--CTYRU2-C1-FF	1.57E-03	2.10E-05	7.09E-05	1.000	1.01		RU2: UNITE DE RECOMBINAISON DEFAILLANCE TOTALE
MO—DIVESR-C0-ND	1.00E-07	1.88E-05	9.95E-01	1.000	188.75		CONTRACTION DU MODERATEUR DUE A UN SUR-REFROIDISSEMENT
MO—DM2CRT-C1-XL	1.80E-03	3.37E-02	9.95E-02	1.035	19.74		PERTE D'INVENTAIRE DU MODERATEUR VIA LE CIRCUIT PRINCIPAL
MO—DM3PUR-C1-XL	2.74E-03	5.15E-02	9.95E-02	1.054	19.73		FUITE DE L'EAU A TRAVERS LE SYSTEME DE PURIFICATION
MO—DM4ECH-C1-XL	1.11E-04	2.09E-03	9.95E-02	1.002	19.77		FUITE DE L'EAU A TRAVERS LE SYSTEME D'ECHANTILLONNAGE
MO—FUITES-C0-C1	1.00E-01	8.92E-02	4.72E-03	1.098	1.80		FACTEUR DE PONDERATION POUR LES PERTES D'INVENTAIRE DU MODERATEUR
MO—LM7SV1-C1-FF	1.19E-07	2.24E-05	9.95E-01	1.000	188.75		SV-1: DEFAILLANCE DE LA VANNE SOLENOIDE
MO—LM7SV2-C1-FF	1.19E-07	2.24E-05	9.95E-01	1.000	188.75		SV-2: DEFAILLANCE DE LA VANNE SOLENOIDE

MO-MODRTM-C0-ND	1.00E-03	1.88E-01	9.96E-01	1.231	188.75	DEFAILLANCE DU PROGRAMME DE REGULATION TEMPÉRATURE MODERATEUR (RTM)
MO-PI2GAS-C1DRU	3.15E-07	5.92E-05	9.95E-01	1.000	188.75	GAS DE COUVERTURE: TUYAUTERIE (750 pi) RUPTURE
MO-PVC1-C3FFR	3.64E-03	2.42E-02	3.50E-02	1.025	7.58	P1: POMPE DEFAILLANCE EN FONCTIONNEMENT
MO-PVC2-C0-%1	2.74E-02	1.87E-02	3.62E-03	1.019	1.66	P2: GROUPE POMPE-MOTEUR P2 SOUS ENTRETIEN PREVENTIF
MO-PVC2-C0FFS	6.44E-03	4.40E-03	3.62E-03	1.004	1.68	P2: POMPE DEFAUTS AU DEMARRAGE
MO-PVC2-C3FFR	5.20E-04	3.55E-04	3.62E-03	1.000	1.68	P2: POMPE DEFAILLANCE EN FONCTIONNEMENT
MO-S1-SV1-C1JFF	4.52E-06	8.49E-04	9.95E-01	1.001	188.75	SV1: PERTE DE CATEGORIE I LOCALE (48 Vcc)
MO-S1-SV2-C1JFF	4.52E-06	8.49E-04	9.95E-01	1.001	188.75	SV2: PERTE DE CATEGORIE I LOCALE (48 Vcc)
MO-VCXV3-C1DFO	5.18E-04	3.54E-04	3.62E-03	1.000	1.68	V3: CLAPET REFUSE DE FERMER
MO-VCXV4-C1DFC	5.18E-04	3.54E-04	3.62E-03	1.000	1.68	V4: CLAPET REFUSE D'OUVRIR
MO-VGCPV1-C12FO	5.52E-06	1.04E-03	9.95E-01	1.001	188.75	PV1: VANNE PNEUMATIQUE REFUSE DE FERMER
MO-VGCPV2-C12FO	5.52E-06	1.04E-03	9.95E-01	1.001	188.75	PV2: VANNE PNEUMATIQUE REFUSE DE FERMER

Centrale à l'arrêt
Programme de maintenance préventive optimisé
Arrêt au 18 mois
Facteurs de mesure d'importance

Importance Measure Report
3210MOD-CS100001 = 5.30E-03

Event Name	Probability	Fus	Ves	BirnBm	Red W	Ach W	Description
5130S4ICATIV--C4	3.20E-07	6.00E-05	9.95E-01	1.000	188.74		PERTE DE LA CATEGORIE IV A LA BARRE PAR DEFAUTS INDUITS
5130SXCCATIV-CC4	5.56E-04	1.04E-01	9.95E-01	1.117	188.74		PERTE CATEGORIE IV (3 min. - 30 min.) (arret planifie)
5320BUABUE---CC3	1.03E-04	1.93E-02	9.95E-01	1.020	188.74		BUE: DEFAUTS DE LA BARRE ET DEFAUTS DES COMPOSANTS RACCORDES A LA BARRE
5330BUABUL---BC3	7.84E-05	2.33E-05	1.57E-03	1.000	1.30		BUL: DEFAUTS DE LA BARRE ET TRAVEE ENTRE BUE - BUL
5510PL-555---JC1	5.84E-06	1.10E-03	9.95E-01	1.001	188.74		PL555: ALIMENTATION ÉLECTRIQUE LOCALE 48 Vcc INDISPONIBLE
5510PL-556---JC1	5.84E-06	1.10E-03	9.95E-01	1.001	188.74		PL556: ALIMENTATION ÉLECTRIQUE LOCALE 48 Vcc INDISPONIBLE
5510S-CYA---JC1	3.25E-05	6.10E-03	9.95E-01	1.006	188.74		BUYA: ALIMENTATION ÉLECTRIQUE 48 Vcc INDISPONIBLE (arret planifie)
5510S-CYC---JC1	3.25E-05	6.10E-03	9.95E-01	1.006	188.74		BUYC: ALIMENTATION ÉLECTRIQUE 48 Vcc INDISPONIBLE (arret planifie)
7131ESRDIST--CFF	7.18E-04	1.35E-01	9.95E-01	1.156	188.74		DEFAILLANCE DISTRIBUTION ESR (2 POMPES REQUISES)
7512AIRCX-1S-001	2.23E-03	4.20E-01	9.97E-01	1.723	188.74		PERTE TOTALE D'AIR D'INSTRUMENTATION
BO--DM5POI-C1-XL	6.58E-05	1.23E-03	9.95E-02	1.001	19.77		FUITE DE L'EAU A TRAVERS LE SYSTEME D'ADDITION DE POISON
BO--DM6D2O-C1-XL	3.11E-05	5.83E-04	9.95E-02	1.001	19.77		FUITE DE L'EAU A TRAVERS LE SYSTEME D'ALIMENTATION EN D2O
MO--CCSCP1-C1-FF	2.53E-04	7.52E-05	1.57E-03	1.000	1.30		CP1: COMPRESSEUR DEFAILLANCE TOTALE
MO--CCSCP2-C1-FF	1.58E-03	9.85E-05	3.30E-04	1.000	1.06		CP2: COMPRESSEUR DEFAILLANCE TOTALE
MO--CTYRU1-C1-FF	7.12E-05	2.10E-05	1.56E-03	1.000	1.29		RU1: UNITE DE RECOMBINAISON DEFAILLANCE TOTALE
MO--CTYRU2-C1-FF	1.57E-03	2.10E-05	7.09E-05	1.000	1.01		RU2: UNITE DE RECOMBINAISON DEFAILLANCE TOTALE
MO--DIVESR-C0-ND	1.00E-07	1.88E-05	9.95E-01	1.000	188.74		CONTRACTION DU MODERATEUR DUE A UN SUR-REFROIDISSEMENT
MO--DM2CRT-C1-XL	1.80E-03	3.37E-02	9.95E-02	1.035	19.74		PERTE D'INVENTAIRE DU MODERATEUR VIA LE CIRCUIT PRINCIPAL
MO--DM3PUR-C1-XL	2.74E-03	5.15E-02	9.95E-02	1.054	19.73		FUITE DE L'EAU A TRAVERS LE SYSTEME DE PURIFICATION
MO--DM4ECH-C1-XL	1.11E-04	2.09E-03	9.95E-02	1.002	19.77		FUITE DE L'EAU A TRAVERS LE SYSTEME D'ECHANTILLONNAGE
MO--FUITES-C0-C1	1.00E-01	8.92E-02	4.72E-03	1.098	1.80		FACTEUR DE PONDERATION POUR LES PERTES D'INVENTAIRE DU MODERATEUR
MO--LM7SV1-C1-FF	1.19E-07	2.24E-05	9.95E-01	1.000	188.74		SV-1: DEFAILLANCE DE LA VANNE SOLENOIDE
MO--LM7SV2-C1-FF	1.19E-07	2.24E-05	9.95E-01	1.000	188.74		SV-2: DEFAILLANCE DE LA VANNE SOLENOIDE

MO-MODRTM-C0-ND	1.00E-03	1.88E-01	9.96E-01	1.231	188.74	DEFAILLANCE DU PROGRAMME DE REGULATION TEMPÉRATURE MODERATEUR (RTM)
MO-PI2GAS-C1DRU	3.15E-07	5.92E-05	9.95E-01	1.000	188.74	GAS DE COUVERTURE: TUYAUTERIE (750 pi) RUPTURE
MO-PVC1-C3FFR	3.64E-03	2.42E-02	3.50E-02	1.025	7.58	P1: POMPE DEFAILLANCE EN FONCTIONNEMENT
MO-PVC2-C0-%1	2.74E-02	1.88E-02	3.63E-03	1.019	1.67	P2: GROUPE POMPE-MOTEUR P2 SOUS ENTRETIEN PREVENTIF
MO-PVC2-C0FFS	6.44E-03	4.41E-03	3.63E-03	1.004	1.68	P2: POMPE DEFAUTS AU DEMARRAGE
MO-PVC2-C3FFR	5.22E-04	3.57E-04	3.63E-03	1.000	1.68	P2: POMPE DEFAILLANCE EN FONCTIONNEMENT
MO-S1-SV1-C1JFF	4.52E-06	8.49E-04	9.95E-01	1.001	188.74	SV1: PERTE DE CATEGORIE I LOCALE (48 Vcc)
MO-S1-SV2-C1JFF	4.52E-06	8.49E-04	9.95E-01	1.001	188.74	SV2: PERTE DE CATEGORIE I LOCALE (48 Vcc)
MO-VCXV3-C1DFO	5.18E-04	3.54E-04	3.63E-03	1.000	1.68	V3: CLAPET REFUSE DE FERMER
MO-VCXV4-C1DFC	5.18E-04	3.54E-04	3.63E-03	1.000	1.68	V4: CLAPET REFUSE D'OUVRIR
MO-VGCPV1-C12FO	5.52E-06	1.04E-03	9.95E-01	1.001	188.74	PV1: VANNE PNEUMATIQUE REFUSE DE FERMER
MO-VGCPV2-C12FO	5.52E-06	1.04E-03	9.95E-01	1.001	188.74	PV2: VANNE PNEUMATIQUE REFUSE DE FERMER

Centrale à l'arrêt
Programme de maintenance préventive optimisé
Arrêt au 24 mois
Facteurs de mesure d'importance

Importance Measure Report
3210MOD-CS100001 = 5.46E-03

Event Name	Probability	Fus	Ves	BirnBm	Red W	Ach W	Description
5130S4ICATIV-C4	3.20E-07	5.82E-05	9.95E-01	1.000	183.03		PERTE DE LA CATEGORIE IV A LA BARRE PAR DEFAUTS INDUITS
5130SXCCATIV-CC4	5.56E-04	1.01E-01	9.95E-01	1.113	183.03		PERTE CATEGORIE IV (3 min. - 30 min.) (arret planifie)
5320BUABUE---CC3	1.03E-04	1.87E-02	9.95E-01	1.019	183.03		BUE: DEFAUTS DE LA BARRE ET DEFAUTS DES COMPOSANTS RACCORDES A LA BARRE
5330BUABUL---BC3	7.84E-05	2.26E-05	1.57E-03	1.000	1.29		BUL: DEFAUTS DE LA BARRE ET TRAVEE ENTRE BUE - BUL
5510PL-555---JC1	5.84E-06	1.06E-03	9.95E-01	1.001	183.03		PL555: ALIMENTATION ÉLECTRIQUE LOCALE 48 Vcc INDISPONIBLE
5510PL-556---JC1	5.84E-06	1.06E-03	9.95E-01	1.001	183.03		PL556: ALIMENTATION ÉLECTRIQUE LOCALE 48 Vcc INDISPONIBLE
5510S-CYA---JC1	3.25E-05	5.92E-03	9.95E-01	1.006	183.03		BUYA: ALIMENTATION ÉLECTRIQUE 48 Vcc INDISPONIBLE (arret planifie)
5510S-CYC---JC1	3.25E-05	5.92E-03	9.95E-01	1.006	183.03		BUYC: ALIMENTATION ÉLECTRIQUE 48 Vcc INDISPONIBLE (arret planifie)
7131ESRDIST-CFF	7.18E-04	1.31E-01	9.95E-01	1.150	183.03		DEFAILLANCE DISTRIBUTION ESR (2 POMPES REQUISES)
7512AIRCX-1S-001	2.23E-03	4.07E-01	9.97E-01	1.686	183.03		PERTE TOTALE D'AIR D'INSTRUMENTATION
BO-DM5POI-C1-XL	6.58E-05	1.20E-03	9.95E-02	1.001	19.20		FUITE DE L'EAU A TRAVERS LE SYSTEME D'ADDITION DE POISON
BO-DM6D2O-C1-XL	3.11E-05	5.65E-04	9.95E-02	1.001	19.20		FUITE DE L'EAU A TRAVERS LE SYSTEME D'ALIMENTATION EN D2O
MO-CCSCP1-C1-FF	2.53E-04	7.29E-05	1.57E-03	1.000	1.29		CP1: COMPRESSEUR DEFAILLANCE TOTALE
MO-CCSCP2-C1-FF	1.58E-03	9.55E-05	3.30E-04	1.000	1.06		CP2: COMPRESSEUR DEFAILLANCE TOTALE
MO-CTYRU1-C1-FF	7.12E-05	2.03E-05	1.56E-03	1.000	1.29		RU1: UNITE DE RECOMBINAISON DEFAILLANCE TOTALE
MO-CTYRU2-C1-FF	1.57E-03	2.03E-05	7.08E-05	1.000	1.01		RU2: UNITE DE RECOMBINAISON DEFAILLANCE TOTALE
MO-DIVESR-C0-ND	1.00E-07	1.82E-05	9.95E-01	1.000	183.03		CONTRACTION DU MODERATEUR DUE A UN SUR-REFROIDISSEMENT
MO-DM2CRT-C1-XL	1.80E-03	3.27E-02	9.95E-02	1.034	19.17		PERTE D'INVENTAIRE DU MODERATEUR VIA LE CIRCUIT PRINCIPAL
MO-DM3PUR-C1-XL	2.74E-03	5.00E-02	9.95E-02	1.053	19.16		FUITE DE L'EAU A TRAVERS LE SYSTEME DE PURIFICATION
MO-DM4ECH-C1-XL	1.11E-04	2.03E-03	9.95E-02	1.002	19.20		FUITE DE L'EAU A TRAVERS LE SYSTEME D'ECHANTILLONNAGE
MO-FUITES-C0-C1	1.00E-01	8.65E-02	4.72E-03	1.095	1.78		FACTEUR DE PONDERATION POUR LES PERTES D'INVENTAIRE DU MODERATEUR
MO-LM7SV1-C1-FF	2.01E-07	3.66E-05	9.95E-01	1.000	183.03		SV-1: DEFAILLANCE DE LA VANNE SOLENOIDE
MO-LM7SV2-C1-FF	2.01E-07	3.66E-05	9.95E-01	1.000	183.03		SV-2: DEFAILLANCE DE LA VANNE SOLENOIDE

MO-MODRTM-C0-ND	1.00E-03	1.82E-01	9.96E-01	1.223	183.03	DEFAILLANCE DU PROGRAMME DE REGULATION TEMPÉRATURE MODERATEUR (RTM)
MO-PI2GAS-C1DRU	3.15E-07	5.74E-05	9.95E-01	1.000	183.03	GAS DE COUVERTURE: TUYAUTERIE (750 pi) RUPTURE
MO-PVC1-C3FFR	8.17E-03	5.37E-02	3.56E-02	1.057	7.46	P1: POMPE DEFAILLANCE EN FONCTIONNEMENT
MO-PVC2-C0-%1	2.74E-02	4.08E-02	8.13E-03	1.043	2.45	P2: GROUPE POMPE-MOTEUR P2 SOUS ENTRETIEN PREVENTIF
MO-PVC2-C0FFS	6.44E-03	9.58E-03	8.13E-03	1.010	2.48	P2: POMPE DEFAUTS AU DEMARRAGE
MO-PVC2-C3FFR	1.17E-03	1.74E-03	8.13E-03	1.002	2.49	P2: POMPE DEFAILLANCE EN FONCTIONNEMENT
MO-S1-SV1-C1JFF	4.52E-06	8.23E-04	9.95E-01	1.001	183.03	SV1: PERTE DE CATEGORIE I LOCALE (48 Vcc)
MO-S1-SV2-C1JFF	4.52E-06	8.23E-04	9.95E-01	1.001	183.03	SV2: PERTE DE CATEGORIE I LOCALE (48 Vcc)
MO-VCXV3-C1DFO	5.18E-04	7.70E-04	8.13E-03	1.001	2.49	V3: CLAPET REFUSE DE FERMER
MO-VCXV4-C1DFC	5.18E-04	7.70E-04	8.13E-03	1.001	2.49	V4: CLAPET REFUSE D'OUVRIR
MO-VGCPV1-C12FO	5.75E-06	1.05E-03	9.95E-01	1.001	183.03	PV1: VANNE PNEUMATIQUE REFUSE DE FERMER
MO-VGCPV2-C12FO	5.75E-06	1.05E-03	9.95E-01	1.001	183.03	PV2: VANNE PNEUMATIQUE REFUSE DE FERMER



Centrale nucléaire de Gentilly-2

Rapport de Condition Anormale

Visualisation / Ajout de notes

Action immédiate requise par S/C ? Non

RCA-2004-01033

1-Description

***Date et heure de l'événement ou de la détection :** 2004-11-04 15:45

***Description :**

Titre: Fiabilité des DG de catégorie 0

De nouveaux actuateurs ont été installés sur les TCV qui jouent un rôle important dans le refroidissement des DG de catégorie 0 (67340-TCV-231#3-1,2,3,4,5,6; 231#2-1,2; 231#1-1,2; 234#3-6; 234#2-1,1; 234#1-1 (référence RCA-2002-303. La qualification sismique de ces nouveaux actuateurs n'a pas été démontrée.

Or, si ces actuateurs ne fonctionnent pas sur ou après un tremblement de terre, ceci pourrait entraîner une perte de fonctionnement à moyen ou long terme des DG de catégorie 0, ce qui constitue une indisponibilité de ces équipements, donc une indisponibilité de type 1 de l'AEU.

Il s'avère donc important de démontrer que le fonctionnement des DG de catégorie 0 lors d'un tremblement de terre est assuré pour tout leur temps de mission avec ces nouveaux actuateurs.

S'il est démontré que ces actuateurs ne sont pas qualifiés sismiques, l'indisponibilité des DG de catégorie 0 datera de l'installation de ces actuateurs.

Cette situation doit être considérée comme un mode commun de défaillance potentielle de l'AEU.

	puissance réacteur	puissance turbine	état du réacteur
Conditions initiales:	%PP	MW	
USI Système :	09540	No. Équipement :	
	54900		
Localisation :			
Autres références :	RCA-2002-303, RCA-2002-108		
Pièce(s) jointe(s) :			

2-Action réalisée

Numéro DT : Numéro AT ou RCC:

3-Cause probable

4-Conséquences réelles ou potentielles

Conséquence potentielle: Niveau 1 d'indisponibilité de l'AEU

5-Correctif(s) proposé(s) (pour régulariser la situation ou éviter la récurrence)

Jugement d'ingénierie sur la qualification sismique

6-Identification de l'émetteur

Émetteur : Vaillancourt, Raynald

Note(s)

Type de note : Correctif(s) Proposé(s)

Existe-t-il d'autres équipements sur l'AEU ou le SEU qui ont été modifiés par altération temporaire dont la qualification sismique n'a pas été démontrée ? Si oui, il faudrait déterminer s'ils peuvent entraîner une perte du SEU ou de l'AEU.

Émetteur : Vaillancourt, Raynald

Émise le : 2004-11-04

Informations générales

Non-conformité ? Oui **Priorité :** 3

Volet : • volet sûreté - **Priorité 3 :** la faiblesse que la recommandation vise à corriger : - p3 : cause une perte de robustesse ou de redondance d'un système de support ou de procédés;

Sujet : • SUJETS - Qualification sismique

- CAUSES - Causes (INPO) - Méthode de gestion - Responsabilité
- PROCESSUS - Processus en cause - **DRP-10** Fournir les consignes d'exploitat. le support et réaliser le suivi des systèmes

Rapport Verbal

Date du rapport verbal :

Fait par : Communiqué à :

Analyse subséquente

Traitement

Unité responsable: Ingénierie de modification

Ch. équipe: Morissette, Bernard

Responsable:

Accepté par un tiers: Laporte, Denis

Impl. vérifiée par:

Commentaire:

Le groupe Fiabilité considère que la démonstration de "Confiance raisonnable" n'a pas été documentée adéquatement. Ingénierie devra utiliser le présent RCA pour combler ce manque.

Le besoin de mesures correctives sera adressé par le recommandation de l'évaluation de culture de sûreté ("technical operability evaluation").

Responsable de la fermeture : Comité de veille

Statut du RCA:

Traitement - Chef d'équipe

Ajout de note

Imprimer

Quitter

Si problèmes contacter le comité de veille

© 2002 Hydro-Québec. Tous droits réservés.


**Hydro
Québec**

Centrale nucléaire de Gentilly-2

Rapport de Condition Anormale Visualisation / Ajout de notes

Action immédiate requise par S/C ? Non

**RCA-2001-
00071**

1-Description

***Date et heure de l'événement ou de la détection :** 2001-11-21 00:00

***Description :**

L'actuateur des TCV est remplacé par un nouveau modèle. L'ancien modèle n'est plus disponible.

	puissance réacteur	puissance turbine	état du réacteur
Conditions initiales:	%PP	MW	
USI Système :	73420	No. Équipement :	
Localisation :			
Autres références :			MR R01-58
Pièce(s) jointe(s) :			

p:rca:2001-00071:fiche technique

2-Action réalisée

Les actuateurs défectueux ont été remplacés et une altération temporaire a été émise. Les équipements concernés sont: 73420 -TCV234#3-1, #3-2, #3-4. #3-5, #1-2.

Numéro DT : Numéro AT ou RCC: 01275

3-Cause probable

Le modèle d'actuateur n'est plus disponible et nous devons le remplacer.

4-Conséquences réelles ou potentielles

Aucune.

5-Correctif(s) proposé(s) (pour régulariser la situation ou éviter la récurrence)

Un nouveau modèle a été installé.

6-Identification de l'émetteur

Émetteur : Barbeau, Frederic

Informations générales

Non-conformité ? Oui Priorité : 3

Volet : • volet production, processus, et gestion de la configuration - priorité 3 : la faiblesse que la recommandation vise à corriger : - p3 : indique un problème dans un processus de gestion de la configuration;

Sujet : • SUJETS - Systèmes et équipements - Vannes

Rapport Verbal

Date du rapport verbal :

Fait par : Communiqué à :

Analyse subséquente

Traitement

Unité responsable: Ingénierie de modification

Responsable: Jean, Michel

Accepté par un tiers:

Impl. vérifiée par:

Commentaire:

Mesure corrective ou préventive

Unité responsable:

Responsable:

Accepté par un tiers:

**Impl. vérifiée
par:**

Commentaire:

Analyse d'événement significatif: **Rapport détaillé d'événement:**
Non Non

Responsable de la fermeture : Comité de veille RCA fermé le : 2002-05-15

Traitement

Chef d'équipe: **Responsable :**
Jean, Michel

Analyse:

Équipements associés aux "DG" catégorie 0, donc avec exigences de qualif. sismique. Nouveaux modèles installés sans documentation supportant la qualif. Cinq actuateurs sur 8 ne sont plus d'origine sur DG-2. Une AT devrait être en vigueur. Modif. R01.58 à faire. Cette modif. devrait couvrir RCA-2001-071, 108 et 303. Équipement fonctionnellement équivalent.

Mesure corrective ou préventive**Chef d'équipe: Responsable :****Analyse:**

Statut du RCA:

Fermé manuellement

Imprimer

Quitter

Si problèmes contacter le comité de veille
© 2002 Hydro-Québec. Tous droits réservés.



Centrale nucléaire de Gentilly-2

Rapport de Condition Anormale

Visualisation / Ajout de notes

Action immédiate requise par S/C ? Non

RCA-2004-00839

1-Description

***Date et heure de l'événement ou de la détection :** 2004-06-30 15:42

***Description :**

Titre:CCSN # 041023 (paragr.: 4.4), Inspection de conformité du système de confinement.

ACTION RÉPARATRICE: HQ doit confirmer et justifier la date du remplacement des électrovannes 67314-SV33N et 67314-SV34Q.

La CCSN demande une réponse avant le 15 octobre 2004

Conditions initiales:	puissance réacteur %PP	puissance turbine MW	état du réacteur
USI Système :	01592 67314	No. Équipement :	67314SV33N 67314SV34Q

Localisation :

Autres références :

Pièce(s) jointe(s) :

P:\RCA\2004\RCA-2004-00839\LETTRE_CCSN20040831_INSP_CONFINEMENT.PDF

2-Action réalisée

Numéro DT : Numéro AT ou RCC:

3-Cause probable

4-Conséquences réelles ou potentielles

5-Correctif(s) proposé(s) (pour régulariser la situation ou éviter la récurrence)

6-Identification de l'émetteur

Émetteur : Boucher, Yvan

Note(s)**Type de note :** Action Réalisée

Transférer à planif pour confirmer et justifier la priorisation de R01.17

Émetteur : Jean, Michel

Émise le : 2004-11-02

Type de note : Fermeture

La réalisation du lot d'ingénierie R01.17 fermera ce RCA.

Émetteur : Demers, Yvette

Émise le : 2004-11-19

Type de note : Fermeture

Action AC-1013

La réalisation du lot R01.17 est planifié dans le premier quadrimestre 2005 (entre janvier et avril 2005). Cette info. permet de fermer le RCA.

Émetteur : Boucher, Yvan

Émise le : 2004-12-22

Informations générales

Non-conformité ? Oui **Priorité :** 3

Volet : • volet réglementaire - priorité 3 : la faiblesse quela recommandation vise à corriger : - p3 : a été identifiée lors d'une inspection de conformité de la CCSN et a généré une demande d'action réparatrice/corrective:

Sujet : • SUJETS - Réglementation - Demande CCSN - Inspections de type II
 • SUJETS - Systèmes et équipements - Vannes
 • CAUSES - Causes (INPO) - Exploitation de la centrale ou d'un système
 • PROCESSUS - Processus en cause - DRP-10 Fournir les consignes d'exploitat. le support et réaliser le suivi des systèmes

Rapport Verbal

Date du rapport verbal :

Fait par : Communiqué à :

Analyse subséquente

Traitement

Unité responsable: Turbine et systèmes de support

Ch. équipe:	Chretien, Guy	Impl. vérifiée	Boucher, Yvan (2004-12-22 09:09)
Responsable:	Chretien, Guy	par:	
Accepté par un tiers:	Boucher, Yvan		
Commentaire:			

Responsable de la fermeture : Comité de veille **RCA fermé le :** 2004-12-22

Traitement

Chef d'équipe: Chretien, Guy
Responsable : Chretien, Guy

Analyse:

La Proposition de Modif. R01.17 a été émise pour corriger le problèmes des SV-33N et SV-34Q.

Action(s) définie(s)

Numéro	Type d'action	Unité resp.	Description par le resp. d'analyse	Prio.	Date visée	Date réal.
 0001013	Traitement	Ingénierie de modification	Fournir la date de réalisation	3	2004-10-15	2004-11-30

Statut du RCA:
Fermé

[Imprimer](#)
[Quitter](#)

Si problèmes contacter le comité de veille
 © 2002 Hydro-Québec. Tous droits réservés.

**Centrale nucléaire de Gentilly-2****Rapport de Condition Anormale
Visualisation / Ajout de notes**

Action immédiate requise par S/C ? Non

**RCA-2002-
00108****1-Description*****Date et heure de l'événement ou de la détection :** 2002-02-13 00:00***Description :**

Le modèle du contrôleur 67340-TC231 est discontinué. Le modèle original d'honeywell R7420A a été remplacé par le honeywell R7420B. Les spécifications sont identiques. Cependant, le signal à l'entrée a été ajusté à 500 ohms (au lieu de 1000) comme sur le modèle original.

	puissance réacteur	puissance turbine	état du réacteur
Conditions initiales:	%PP	MW	
USI Système :	67340	No. Équipement :	67340TC231
Localisation :			S2-170
Autres références :			
Pièce(s) jointe(s) :			

2-Action réalisée

Le contrôleur a été changé en chantier.

Numéro DT : Numéro AT ou RCC:

3-Cause probable

Le modèle original est discontinué.

4-Conséquences réelles ou potentielles

En cas de bris, le contrôleur ne pourrait plus exercer sa fonction qui est de contrôler les volets d'évacuations de la chaleur lors du fonctionnement du 54900-DG1.

5-Correctif(s) proposé(s) (pour régulariser la situation ou éviter la récurrence)

Remplacement déjà effectué en chantier.

6-Identification de l'émetteur

Émetteur : Barbeau, Frederic

Note(s)

Type de note : Fermeture

La réalisation de la modification R01.58 permettra de fermer ce RCA.

Émetteur : Laporte, Denis

Émise le : 2002-05-15

Informations générales

Non-conformité ? Oui **Priorité :** 4

Volet : • volet production, processus, et gestion de la configuration - priorité 4 : la recommandation proposée vise : - p4 : à documenter ou effectuer une analyse plus poussée;

Sujet : • SUJETS - Systèmes et équipements - Vannes

Rapport Verbal

Date du rapport verbal :

Fait par : Communiqué à :

Analyse subséquente

Traitement

Unité responsable: Ingénierie de modification

Responsable:

Accepté par un tiers:

Impl. vérifiée par:

Commentaire:

Associé @ RCA-2001-071

Responsable de la fermeture : Comité de veille

Traitement

Chef d'équipe: **Responsable :**

Analyse:

Équipement avec exigence de qualification sismique, associée à DG-1 de cat. 0. Aucune documentation pour soutenir la qualification du nouveau modèle. Équivalences fonctionnelles. Réf. RCA-2001-071, 2002-303 et modif R01.58.

Mesure corrective ou préventive

Chef d'équipe: **Responsable :**

Analyse:

Statut du RCA:
Saisie manuelle

Ajout de note

Imprimer

Quitter

Si problèmes contacter le comité de veille
© 2002 Hydro-Québec. Tous droits réservés.