

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة أبي بكر بلقايد - تلمسان

Université Aboubekr Belkaïd - Tlemcen -

Faculté de Technologie



MEMOIRE

Présenté pour l'obtention du diplôme de MASTER

en Génie Mécanique

Spécialité : Maintenance industrielle

par M.BERRAHMA CHEKROUN Hichem

Thème :

Contribution à l'implantation de la TPM dans une entreprise Algérienne de production

Soutenu publiquement, le 08/09/2016, devant le jury composé de :

M. MENGOUCHI Ahmed	Président	Univ. Tlemcen
Mme. BELHADJ KACEM Fadia	Examinatrice	Univ. Tlemcen
M. HADJOUI Fethi	Examineur	Univ. Tlemcen
M. GHERNAOUT Mohamed.El Amine	Encadreur	Univ. Tlemcen
M. MAMI Elias Fouad	Co-Encadreur	Univ. Tlemcen

Année universitaire 2015 - 2016

Remerciements

Je remercie l'ensemble des Enseignants du Département de Génie Mécanique de la Faculté de Technologie pour leur enseignement de qualité et leur dévouement. Je remercie Monsieur GHERNAOUT Mohammed EL Amine et Monsieur MAMI Elias Fouad auxquels je me permets d'exprimer toute ma gratitude et ma reconnaissance pour leurs précieux conseils qu'ils m'ont prodigués durant toute la durée de la préparation de ce mémoire.

Je remercie tout particulièrement, Monsieur MAMI Elias Fouad d'avoir initialisé l'intégration de la TPM au sein de l'entreprise Alzinc et d'avoir mis à ma disposition une documentation très riche et précieuse dans ce domaine.

Je remercie également toute personne ayant participé de près ou de loin à la concrétisation de mon projet.

Mes remerciements vont également à Messieurs les membres du jury d'avoir accepté d'examiner ce travail.

Dédicaces

Je dédie ce mémoire à :

mes parents qui m'ont beaucoup encouragé durant ce travail,

à toute ma famille,

à tous mes amis.

Résumé

L'objectif de ce mémoire est d'explorer les possibilités d'implantation de la méthode TPM dans une entreprise Algérienne en tenant compte de ses spécificités et du contexte local afin d'améliorer ses performances.

Il s'agit de développer une approche et une méthodologie qui consistent à éviter les conditions de rejet de ce projet.

Mots-clés

TPM – TRS – Qualité – Performance – Optimisation - Culture d'entreprise.

Abstract

The aim of this memory is to explore the possibilities of implantation of the TPM method in an Algerian company taking account of its specific characteristics and the local context in order to improve its performance.

It is to develop an approach and a methodology which are to avoid the discharge conditions of this project.

Key words

TPM - TRS - Quality - Performance - Optimization - Corporate culture.

ملخص

الهدف من هذه المذكرة هو استكشاف إمكانيات تطبيق الأسلوب TPM في مؤسسة جزائرية ، مع الأخذ بعين الاعتبار السياق المحلي والثقافة المحلية بغية تحسين أدائها . يتعلق الأمر بوضع نهج و منهجية بهدف اجتناب ما يدعو إلى رفض و عرقلة هذا المشروع.

الكلمات المفتاحية

TRS-TPM - جودة - أداء - ذروة - ثقافة المؤسسة .

Sommaire

Introduction générale	1
-----------------------------	---

Première partie

Présentation et apport de la TPM à l'entreprise de production

Chapitre 1 : Stratégies et méthodologie de la TPM

Introduction	2
1.1 Concepts et définitions	2
1.1.1 Définitions de la maintenance	2
1.1.2 Niveaux de maintenance	2
1.1.3 Méthodes stratégiques de la maintenance	4
1.1.3.1 Stratégie de type Life Cycle Cost (LCC)	4
1.1.3.2 Stratégie de type Total Productive Maintenance (TPM).....	4
1.1.3.3 Stratégie de type Maintenance Basée sur la Fiabilité (MBF).....	5
1.1.4 Origines de la TPM	5
1.1.5 Définitions de la TPM.....	6
1.2 Objectifs et enjeux de la TPM.....	7
1.2.1 Objectifs de la TPM	7
1.2.2 Enjeux de la TPM.....	9
1.2.3 TPM dans le monde.....	11
1.3 Principes de développement de la TPM	11
1.4 Piliers stratégiques de la TPM.....	14
1.5 Etapes d'un programme TPM	20
1.6 Organisation de la TPM	24
Conclusion.....	27

Chapitre 2 : Méthodes d'optimisation de la maintenance et modélisation

Introduction	28
2.1 Utilisation des réseaux de Pétri	28
2.2 Utilisation du modèle de Monté Carlo	28
2.3 Utilisation des réseaux de Bayes	29
2.4 Utilisation de l'approche Markovienne.....	29
2.5 Optimisation par l'utilisation de la loi de Weibull	30
2.6 Optimisation de la maintenance par les coûts (LCC).....	31
2.7 Optimisation de la maintenance par l'AMDEC	32
2.8 Optimisation de la maintenance par la MBF.....	33
2.9 Optimisation de la maintenance par la TPM	34
2.10 Optimisation de la maintenance par une approche Lean	34
2.11 Optimisation de la maintenance par le management de la qualité	35
2.12 Optimisation de la maintenance par la GMAO	35
2.13 Avantages et inconvénients des méthodes d'optimisation de la maintenance	36
Conclusion.....	38

Chapitre 3 : Optimisation de la maintenance par la TPM

Introduction	39
3.1 Intégration de la méthode TPM dans l'ensemble du management de l'entreprise	39
3.2 Conditions d'intégration de la maintenance en production.....	41
3.2.1 Abolition de la frontière production/maintenance.....	41
3.2.2 Évolution de l'état d'esprit	41
3.2.3 Organisation de la relation production/maintenance.....	41
3.3 Amélioration systématique des équipements par la TPM	45
3.4 Taux de Rendement Synthétique (TRS).....	48
3.4.1 Composantes du TRS	48
3.4.2 Exemple d'application du TRS	49
3.5 Automaintenance et 5S	51
3.5.1 Automaintenance.....	51
3.5.1.1 Tâches de l'automaintenance	51
3.5.1.2 Responsabilisation de l'opérateur	51
3.5.1.3 Enjeux liés à l'automaintenance	53
3.5.1.4 Démarche d'automaintenance	54
3.5.2 Méthode 5S	55
Conclusion.....	56

Deuxième partie

Approche pour l'implantation de la TPM au sein d'une entreprise Algérienne de production et étude du contexte

Chapitre 4 : Présentation de l'entreprise Alzinc, lieu d'étude et d'investigation

Introduction	57
4.1 Présentation de l'entreprise Alzinc.....	57
4.2 Politique qualité et environnementale de l'entreprise	58
4.3 Organigramme de l'entreprise Alzinc	60
4.4 Processus de l'entreprise Alzinc et gamme de production.....	61
4.4.1 Grillage	62
4.4.2 Lixiviation	62
4.4.3 Purification	63
4.4.4 Electrolyse	64
4.4.5 Refonte et alliages	66
4.4.5.1 Description du procédé	66
4.4.6 Gamme des produits	67
Conclusion.....	67

Chapitre 5 : TPM et conduite de changement

Introduction	68
5.1 TPM et culture d'entreprise	68
5.1.1 Définitions de la culture	68
5.1.2 Prise en compte de la culture d'entreprise dans le projet TPM	70
5.1.2.1 Eléments favorables	70
5.1.2.2 Projet d'entreprise TPM	70
5.1.3 Culture organisationnelle et contrôle	71
5.2 Facteurs de changement	72
5.2.1 Communication	72
5.2.2 Formation	72
5.2.3 Motivation	73
5.2.4 Amélioration de la communication, la formation et la motivation	73
5.3 Stratégie de conduite du changement	74
5.3.1 Moteurs du changement	74
5.4 Impératif du management participatif dans l'esprit maintenance	75
5.5 Conduite du changement dans le contexte socioculturel Algérien.....	78
5.5.1 Adaptation de la TPM à l'entreprise Algérienne	78
5.5.2 Formalisation des résultats, le profil culturel	80
5.5.3 Culture Algérienne et principes de base	81
5.5.4 Leviers et résistances de la culture Algérienne	83
5.5.5 Actions relatives au contexte socioculturel Algérien	83
Conclusion.....	85

Chapitre 6 : Identification des conditions idéales pour l'implantation des piliers stratégiques d'amélioration de la performance industrielle de l'entreprise

Introduction	86
6.1 Maitrise de la conception de produits et d'équipements de l'entreprise Alzinc (Pilier 5 de la TPM).....	86
6.2 Maintenance de la qualité et des procédures dans les processus de l'entreprise (Pilier 6 de la TPM).....	86
6.2.1 Maitrise de la qualité des produits et des services.....	86
6.2.2 Maitrise des processus opérationnels et de soutien.....	87
6.2.3 Maitrise de la qualité des prestations des fournisseurs et sous-traitants	88
6.2.4 Maitrise de la qualité dans le processus grillage	89
6.2.5 Maitrise de la qualité dans le processus pulpage.....	92
6.2.6 Maitrise de la qualité dans le processus lixiviation neutre.....	94
6.2.7 Maitrise de la qualité dans le processus lixiviation acide	96
6.2.8 Maitrise de la qualité dans le processus préparation acide de tête	98
6.2.9 Maitrise de la qualité dans le processus purification à chaud	100
6.2.10 Maitrise de la qualité dans le processus purification à froid	101
6.2.11 Maitrise de la qualité dans le processus repulpage neutre.....	104
6.2.12 Maitrise de la qualité dans le processus repulpage acide	104
6.2.13 Maitrise de la qualité dans le processus électrolyse de zinc.....	105

6.2.14	Maitrise de la qualité dans le processus refonte de zinc.....	106
6.3	Maintenance dans les services fonctionnels de l'entreprise (Pilier 7 de la TPM).....	108
6.3.1	Maîtrise des documents	108
6.3.2	Maîtrise des enregistrements	113
6.3.3	Organisation de la maintenance et responsabilités.....	114
6.4	Maitrise de la sécurité, des conditions de travail et respect de l'environnement dans les processus de l'entreprise (Pilier 8 de la TPM).....	117
6.4.1	Maitrise dans le processus grillage.....	118
6.4.2	Maitrise dans le processus pulpage	122
6.4.3	Maitrise dans le processus lixiviation	125
6.4.3.1	Maitrise dans le processus lixiviation acide	126
6.4.3.2	Maitrise dans le processus lixiviation neutre	128
6.4.4	Maitrise dans le processus préparation d'acide de tête	130
6.4.5	Maitrise dans le processus purification	133
6.4.5.1	Maitrise dans le processus purification à chaud	134
6.4.6.2	Maitrise dans le processus purification à froid	136
6.4.6	Maitrise dans le processus repulpage	138
6.4.6.1	Maitrise dans le processus repulpage neutre	138
6.4.6.2	Maitrise dans le processus repulpage acide.....	140
6.4.7	Maitrise dans le processus électrolyse de zinc	142
6.4.8	Maitrise dans la refonte de zinc	146
6.5	Rejets liquides durant les années 2012, 2013, 2014.....	149
6.6	Taux d'absentéisme et taux d'accidents de l'entreprise durant les années 2012, 2013, 2014.....	153
6.7	Evolution des maladies professionnelles dans l'entreprise durant les années 2012, 2013 et 2014	157
6.8	Indicateur de performance.....	159
	Conclusion.....	164
	Conclusion générale	165
	Bibliographie	
	Webographie	
	Annexes	

Glossaire

Boues noires (Boues cuivriques) : boues issues de la cémentation du cuivre.

Concentré de Zinc (Blende) : chimiquement appelé sulfure de Zinc et commercialisé sous le nom de blende qui est un concentré de Zinc se présentant sous forme d'une poudre.

Calcine : minerai grillé appelé calcine ou oxyde de Zinc (ZnO).

Contrôle incertitude : dimension qui mesure le degré de structuration pour faire face aux aléas exprimant un refus plus ou moins grand de l'incertitude et de la prise de risque. Le degré de contrôle de l'incertitude d'un pays mesure donc le degré d'inquiétude de ses habitants face aux situations inconnues ou incertaines.

Culture nationale : manière dont les hommes s'organisent pour vivre ensemble, au sein d'une société nationale comme d'organisations particulières ; c'est-à-dire, en prenant le terme dans le sens le plus large, les cultures politiques.

Les différences culturelles au sein d'une culture nationale sont liées à la région, au sexe, à la génération et à la classe sociale.

Culture monochrome : s'inscrit dans un temps linéaire et dans la succession des cultures.

Culture polychrone : s'inscrit dans le temps parallèles conduisant à sauter, de façon discontinue et d'une activité à l'autre.

Décanteurs : appareil qui opère une décantation.

Dimension spatiale (proxémie) : se rapporte à l'usage culturel que l'homme fait de l'espace, comme par exemple la position du corps dans la conversation, l'agencement et l'utilisation des espaces intérieurs, l'urbanisme.

Dimension temporelle : En ce qui concerne cette dimension ; en distingue le temps monochrome et le temps polychrone.

Temps monochrome : perçu et utilisé de manière linéaire, il est une route (ruban) du passé vers le futur. (fait de ne faire qu'une chose à la fois, ce qui implique une forme de programmation implicite ou explicite. Le temps monochrome met l'accent sur les horaires, les séquences et le rendement des activités. Le temps apparaît plus concret et peut être représenté par un ruban ou par une route. Le temps monochrome est linéaire et segmenté).

Temps polychrone (polychronique): fluide, peut s'étirer et faire preuve d'une certaine souplesse. On tolère plus aisément le non-respect des échéances, qui sont généralement approximatives. (temps se caractérisant par la multiplicité des faits se déroulant simultanément. Moins concret que le temps monochrome).

Distance hiérarchique : dimension qui mesure la plus ou moins grande inégalité de pouvoir et de richesse entre citoyens d'un même pays et le degré d'acceptation de cette inégalité. Elle peut être définie comme la mesure du degré d'acceptation par ceux qui ont le moins de pouvoir dans les institutions ou les organisations d'un pays d'une répartition inégale du pouvoir.

Electrolyse de Zinc : solution de sulfate de zinc (SP) parcourue par un courant électrique, entraînant le dépôt de Zinc sur les deux faces des cathodes.

Ethnocentrisme : A chaque occasion qu'un individu a des contacts cultures, le choc qu'il va sentir face aux mœurs ou coutumes des autres choses que sa tendance à les traduire, à les expliquer en fonction de sa propre culture. Etant donné que tous les individus sont imbus de leur propres normes et valeurs culturelles ils sont ainsi incapables de comprendre la culture des autres sociétés. Non seulement les individus ont une tendance à ne pas comprendre les autres mais, en plus, ils vont affirmer que leur propre culture est meilleure que toutes les autres. Ces attitudes constituent un comportement que l'anthropologie nomme ethnocentrisme.

Filtrat : liquide obtenu par filtration, dans lequel ne subsiste aucune particule en suspension.

Floculant : matière organique facilitant l'agglomération des particules solides dans le but d'une décantation.

Goulotte : conduite inclinée guidant la descente d'une solution entraînée par gravité et/ou pompe.

GPEC : Gestion Prévisionnelle de l'Emploi et des Compétences, gestion anticipative et préventive des ressources humaines, en fonction des contraintes de l'environnement et des choix stratégiques de l'entreprise.

Grillage de la Blende : Oxydation du sulfure de Zinc contenu dans la blende en oxyde de Zinc (ZnO).

Hoshin : méthode d'observation, analyse et réorganisation des flux, sur un poste de travail ou dans un atelier. Se pratique en général dans un délai très court, suivi d'une phase de consolidation.

Individualisme / collectivisme : dimension qui exprime le degré d'autonomie par rapport au groupe et aux normes sociales, la plus ou moins grande solidarité du groupe et le degré d'attachement aux valeurs communautaires. L'individualisme caractérise les sociétés dans lesquelles chacun doit se prendre en charge. A l'opposé, le collectivisme caractérise les sociétés dans lesquelles les personnes sont intégrées, dès leur naissance, dans des groupes forts et soudés qui continuent de les protéger tout au long de leur vie, en échange d'une loyauté indéfectible.

ingénierie simultanée : méthode d'ingénierie consistant à engager simultanément tous les acteurs d'un projet, dès le début de celui-ci, dans la compréhension des objectifs recherchés et de l'ensemble des activités qui devront être réalisées.

Kanban : terme désignant la méthode de gestion de production déployée à la fin des années 1950 dans les usines Toyota. Cette approche en flux tendu consiste à limiter la production d'un poste en amont d'une chaîne de travail aux besoins exacts du poste aval.

Kaizen : processus d'amélioration continue basé sur des actions concrètes, simples et peu onéreuses, nécessite l'implication de tous les acteurs.

Leçon ponctuelle : leçon donnant une connaissance de base. Le contenu de la leçon ponctuelle est segmenté en réponses à 4 questions. Qu'est ce que c'est ? Pourquoi ? Quelles actions associées ? Qui est concerné ?

Lingot : masse de métal ou d'alliage de forme parallélépipédique obtenue par moulage dans une lingotière.

Limité ou le diffus : dans cette dimension, on considère que la relation peut être limitée au travail ou peut dépasser ce cadre pour avoir un contact réel et personnel. Lorsque la personne toute entière est impliquée dans une relation d'affaires, un contrat réel et personnel s'établit, en plus de la relation limitée qu'entraîne un contrat.

Lixiviation : opération de mise en solution en milieu acide de la calcine, appelée lixiviation.

Masculinité / Féminité : dimension qui appréhende la différenciation des sexes, la plus ou moins grande suprématie masculine, la plus ou moins grande prédominance des valeurs dites viriles que sont la force, l'agressivité, etc. Sont dites masculines les sociétés où les rôles sont nettement différenciés (l'homme est fort, s'impose et s'intéresse à la réussite matérielle, tandis que la femme est plus modeste, tendre et concernée par la qualité de la vie.

Matrice QA : outil permettant de faire le lien entre le défaut et la cause du problème pour pouvoir agir plus rapidement au moment de l'apparition de celui-ci.

Niveaux de culture : Il s'agit de culture nationale, culture d'entreprise et culture de groupes et de catégories professionnels.

Nature du contexte : Il existe deux (02) types de contexte : le contexte riche et le contexte faible. La nature du contexte est perçue dans l'histoire récente ou ancienne, l'architecture, l'artisanat, le folklore, l'art culinaire, les traditions, les coutumes, etc.

Niveau de confiance dans l'environnement : Il s'agit du niveau de confiance dans l'environnement : interne, immédiat et externe. C'est aussi le niveau de confiance dans les partenaires au sens large : clients et fournisseurs, personnel, actionnaires, collectivité, institutions administratives et sociales. Pour on posse les sociétés à forte ou faible confiance.

Niveau d'éducation et de formation : Cette dimension rejoint le système technologique qui comprend entre autre, le niveau des connaissances techniques, la capacité de la société à

développer la connaissance technologique. On y inclut aussi la mobilité, la formation et l'expertise de la main d'œuvre. Le niveau général de formation ainsi que le niveau de connaissance technique de la population peuvent se retrouver dans cette catégorie.

Objectivité / subjectivité : degré des sentiments exprimés.

Over flow : partie supérieure débordant d'une solution en cours d'une décantation.

Pareto : phénomène empirique constaté dans certains domaines, environ 80 % des effets sont le produit de 20 % des causes.

Principe de méta niveau : le passage d'un niveau au niveau supérieur comporte une mutation, un saut une discontinuité, une transformation (changement) un changement effective à un niveau donné aura de l'influence sur tous les niveaux inférieurs.

Principe de méta système :

- système qui englobe un autre et lui donne du sens.
- Représentation d'un phénomène complexe à plusieurs niveaux.
- Chaque niveau supérieur donne une cohérence et une convergence aux niveaux inférieures.

Principe constructiviste : la réalité est une construction de l'esprit. Le monde réel nous échappe inexorablement car nous n'avons jamais affaire à la réalité mais à des images de la réalité, à des représentations. L'homme construit littéralement sa réalité pour ensuite y réagir, et finalement arriver à la surprenante idée que ses réactions sont à la fois la cause et l'effet de sa construction de la réalité.

Principe d'apprentissage : La mise en œuvre d'un changement implique nécessairement un processus d'apprentissage, lequel portera sur un changement dans le système. Cet apprentissage peut être conscient ou inconscient, de nature cognitive, technique ou comportemental.

Principe de l'écologie : Un des principes de base de la conduite du changement (systémique) est de ne pas porter atteinte à l'écologie des systèmes humains et de prendre en compte leur finalité.

Principe de dialogique : unit deux principes ou notions antagonistes, qui apparemment devraient se repousser l'une de l'autre, mais qui sont indissociables et indispensables pour comprendre une même réalité.

Principe de finalité : niveau est abstrait, mais fortement mobilisateur. Les buts correspondent à l'obtention de plusieurs objectifs. Les objectifs, eux, sont précis, concertés, réalistes et à plus ou moins courts terme.

Principe hologrammatique : inspiré de l'hologramme dont chaque point contient la quasi-totalité de l'information de l'objet qu'il représente.

Principe de l'homéostasie : lorsqu'un système subit une légère transformation d'origine interne ou externe, il a tendance à revenir à son état antérieur.

Principe de la boucle récursive : boucle génératrice dans laquelle les produits et les effets sont eux-mêmes producteurs et acteurs de ce qui les produit.

Poka Yoké : détrompeur, dispositif, généralement mécanique, permettant d'éviter les erreurs d'assemblage, de montage ou de branchement.

Production d'acide sulfurique : dioxyde de soufre qui, converti en SO_3 , est absorbé par contact, sous forme d'acide sulfurique.

Pulpage : mise en solution de la calcine en milieu acide.

Purification : opération de purification consistant à éliminer les impuretés contenues dans la solution de sulfate de Zinc provenant de la lixiviation. La solution ainsi obtenue est appelée solution purifiée.

Relativisme culturel : attitude d'esprit scientifique que l'anthropologie désigne sous le nom de relativisme culturel. Lorsqu'une culture prend contact avec une ou plusieurs autres cultures, il n'y a pas de raisons valables pour faire des comparaisons fastidieuses et pour émettre des jugements de valeurs.

Réalisation / Position sociale : dans le cas des réalisations, la personne est jugée sur ce qu'elle a effectué, sur son parcours et sur les résultats obtenus. Dans le cas de la position sociale, un certain statut est attribué à la personne de par sa naissance, ses liens familiaux, son sexe, son âge, mais aussi grâce à ses relations et à ses études.

Récurtivité : caractéristique des systèmes complexes. Dans le processus récursif, les effets produits sont nécessaires au processus qui les génère. Le produit est le producteur de ce qui le produit.

R155 (Floculant ou Magnafloc) : solution de floculant est déversée dans la décharge la lixiviation neutre .

R351 (Floculant ou Magnafloc) : solution de floculant déversée dans la décharge la lixiviation acide.

Solution purifiée (SP) : solution de sulfate de Zinc obtenue après purification et filtration de l'over flow.

Under flow : partie inférieure issue d'une décantation se présentant sous forme de boues.

Universel / particulier : Cette dimension considère que l'approche universelle veut, de façon générale, que : ceux qui est bon et correct peut se définir et s'appliquent toujours. En revanche, dans les cultures qui privilégient les cas particuliers, on accorde bien plus d'attention aux obligations relationnelles et aux circonstances conjoncturelles. L'approche qui s'adapte aux cas particuliers on admettra, qu'un facteur comme l'amitié par exemple, implique des obligations spéciales et peut être déterminant dans la solution ou l'attitude choisie.

X_{AO} : sigle désignant l'ensemble des tâches assistées par ordinateur (d'où le sigle AO), en particulier dans les processus de conception et de fabrication industriels.

5 pourquoi : méthode qui permet de rechercher les causes d'un problème, d'un dysfonctionnement.

6 Sigma : marque déposée de Motorola désignant une méthode structurée de management visant à une amélioration de la qualité et de l'efficacité des processus.

Liste des tableaux

Tableau 1.1	Différents niveaux de maintenance	2
Tableau 1.2	Niveaux de maintenance dans une logique TPM	3
Tableau 1.3	Moyens d'outillage et personnes d'intervention pour chaque niveau	4
Tableau 1.4	Différent prix productive maintenance	5
Tableau 1.5	Effets positifs de la TPM	9
Tableau 1.6	Piliers de la TPM.....	14
Tableau 1.7	Impact de la gestion autonome sur la gestion	20
Tableau 1.8	Etapes d'un programme TPM au Japan	22
Tableau 1.9	Contenu des séminaires initiaux sur la TPM	23
Tableau 1.10	Planning de formation des chefs d'équipe et les opérateurs.....	24
Tableau 2.1	Avantages et inconvénients des méthodes d'optimisation de la maintenance	37
Tableau 3.1	Traduction des 5S	55
Tableau 4.1	Niveau d'élimination des impuretés	65
Tableau 4.2	Gamme de production de l'entreprise	67
Tableau 5.1	Relation des différentes dimensions culturelles avec les niveaux logiques	78
Tableau 5.2	Echelle de valeurs des dimensions culturelles.....	80
Tableau 5.3	Spécificités de la culture Algérienne.....	81
Tableau 5.4	Principes de base et actions méthodologiques pour la prise en compte de la dimension socioculturelle.....	82
Tableau 5.5	Propositions d'actions	84
Tableau 6.1	Maitrise des paramètres de fabrication dans le processus de grillage.....	92
Tableau 6.2	Maitrise des paramètres de fabrication dans le processus de pulpage.....	94
Tableau 6.3	Maitrise des paramètres de fabrication dans le processus de lixiviation neutre.....	95
Tableau 6.4	Maitrise des paramètres de fabrication dans le processus de lixiviation acide	97
Tableau 6.5	Maitrise des paramètres de fabrication dans le processus préparation acide de tête	99

Tableau 6.6	Maitrise des paramètres de fabrication dans le processus purification à chaud	100
Tableau 6.7	Maitrise des paramètres de fabrication dans le processus purification à froid	103
Tableau 6.8	Maitrise des paramètres de fabrication dans le processus repulpage neutre	104
Tableau 6.9	Maitrise des paramètres de fabrication dans le processus repulpage acide	104
Tableau 6.10	Maitrise des paramètres de fabrication dans le processus d'électrolyse de zinc ...	106
Tableau 6.11	Documents types	109
Tableau 6.12	Fonctions et affectation de documents	110
Tableau 6.13	Diffusion des documents	111
Tableau 6.14	Organisation de la maintenance et responsables des moyens de production.	114
Tableau 6.15	Organisation de la maintenance Responsables des moyens de mesure et de contrôle	115
Tableau 6.16	Organisation de la maintenance et responsables des bâtiments, bureaux services sociaux et utilités	115
Tableau 6.17	Organisation de la maintenance et responsables des moyens de levage	116
Tableau 6.18	Organisation de la maintenance et responsables des véhicules	116
Tableau 6.19	Organisation de la maintenance et responsables matériel informatique bureautique	117
Tableau 6.20	Organisation de la maintenance et responsables des moyens de communication	117
Tableau 6.21	Identification et caractéristiques des aspects dans le processus grillage	118
Tableau 6.22	Evaluation des aspects ou facteurs d'impacts dans le processus de grillage	118
Tableau 6.23	Marche en situation normale dans le processus de grillage	119
Tableau 6.24	Marche dégradée dans le processus de grillage	119
Tableau 6.25	Situation d'urgences dans le processus de grillage	120
Tableau 6.26	Maitrise de la sécurité du personnel dans le processus du grillage	120
Tableau 6.27	Identification et caractéristiques des aspects dans le processus de pulpage	122
Tableau 6.28	Evaluation des aspects ou facteurs d'impacts dans le processus de pulpage	122
Tableau 6.29	Marche en situation normale dans le processus de pulpage	122
Tableau 6.30	Marche dégradée dans le processus de pulpage	123
Tableau 6.31	Situations d'urgences dans le processus de pulpage	123

Tableau 6.32	Maitrise de la sécurité du personnel dans le processus de pulpage	123
Tableau 6.33	Identification et caractéristique des aspects dans le processus de lixiviation acide	126
Tableau 6.34	Evaluation des aspects ou facteurs d'impacts dans le processus de lixiviation acide	126
Tableau 6.35	Marche en situation normale dans le processus de lixiviation acide.....	126
Tableau 6.36	Marche dégradée dans le processus de lixiviation acide	126
Tableau 6.37	Situations d'urgences dans le processus de lixiviation acide	127
Tableau 6.38	Maitrise de la sécurité du personnel dans le processus de lixiviation acide.....	127
Tableau 6.39	Identification et caractéristiques des aspects dans le processus de lixiviation neutre	128
Tableau 6.40	Evaluation des aspects ou facteurs d'impacts dans le processus de lixiviation neutre	128
Tableau 6.41	Marche en situation normale dans le processus de lixiviation neutre	128
Tableau 6.42	Marche dégradée dans le processus de lixiviation neutre	129
Tableau 6.43	Situation d'urgences dans le processus de lixiviation neutre	129
Tableau 6.44	Maitrise de la sécurité du personnel dans le processus de lixiviation neutre	129
Tableau 6.45	Identification et caractéristiques des aspects dans le processus de préparation d'acide de tête.....	130
Tableau 6.46	Evaluation des aspects ou facteurs d'impacts dans le processus de préparation d'acide de tête.....	130
Tableau 6.47	Marche dégradée dans le processus de préparation d'acide de tête	131
Tableau 6.48	Situations d'urgences dans le processus d'acide de tête	131
Tableau 6.49	Maitrise de la sécurité du personnel dans le processus de préparation d'acide de de tête	131
Tableau 6.50	Identification et caractéristique des aspects dans le processus purification à chaud.....	134
Tableau 6.51	Evaluation des aspects ou facteurs d'impacts dans le processus purification à chaud.....	134
Tableau 6.52	Marche en situation normale dans le processus purification à chaud	134
Tableau 6.53	Marche dégradée dans le processus de purification à chaud.....	135
Tableau 6.54	Situation d'urgences dans le processus de purification à chaud.....	135

Tableau 6.55	Maitrise de la sécurité du personnel dans le processus de purification à chaud....	136
Tableau 6.56	Identification et caractéristiques des aspects dans le processus de purification à froid	136
Tableau 6.57	Evaluation des aspects ou facteurs d'impacts dans le processus de purification à froid	136
Tableau 6.58	Marche dégradée dans le processus de purification à froid.....	137
Tableau 6.59	Situations d'urgences dans le processus de purification à froid.....	137
Tableau 6.60	Maitrise de la sécurité du personnel dans le processus purification à froid	137
Tableau 6.61	Identification et caractéristiques des aspects dans le processus de repulpage neutre	138
Tableau 6.62	Evaluation des aspects ou facteurs d'impacts dans le processus de repulpage neutre	138
Tableau 6.63	Marche en situation normale dans le processus de repulpage neutre.....	138
Tableau 6.64	Situation d'urgences dans le processus de repulpage neutre.....	138
Tableau 6.65	Maitrise de la sécurité personnelle dans le processus de repulpage neutre	139
Tableau 6.66	Identification et caractéristiques des aspects dans le processus de repulpage acide	140
Tableau 6.67	Evaluation des aspects ou facteurs d'impacts dans le processus de repulpage acide	140
Tableau 6.68	Marche en situation normale dans le processus de repulpage acide	140
Tableau 6.69	Marche dégradée dans le processus de repulpage acide.....	141
Tableau 6.70	Situations d'urgences dans le processus de repulpage acide.....	141
Tableau 6.71	Maitrise de la sécurité du personnel dans le processus de repulpage acide	141
Tableau 6.72	Identification et caractéristiques des aspects dans le processus d'électrolyse de zinc	142
Tableau 6.73	Evaluation des aspects ou facteurs d'impacts dans le processus d'électrolyse de zinc	142
Tableau 6.74	Marche en situation normale dans le processus d'électrolyse de zinc	143
Tableau 6.75	Marche dégradée dans le processus d'électrolyse de zinc.....	143
Tableau 6.76	Situation d'urgence dans le processus d'électrolyse de zinc.....	143
Tableau 6.77	Maitrise de la sécurité du personnel dans le processus d'électrolyse de zinc	144

Tableau 6.78 Paramètres process dans le processus de refonte de zinc	146
Tableau 6.79 Caractéristiques des rejets dans le processus de refonte de zinc	146
Tableau 6.80 Stabilité du Pb dans les rejets liquides, années 2012,2013, 2014.....	149
Tableau 6.81 Stabilité du Cr dans les rejets liquides, années 2012, 2013,2014.....	150
Tableau 6.82 Stabilité du Ni dans les rejets liquide, années 2012, 2013,2014	151
Tableau 6.83 Stabilité du SO ₂ durant les années 2012, 2013,2014.....	152
Tableau 6.84 Accidents de travail et taux d’absentéisme dans l’atelier grillage	153
Tableau 6.85 Accidents de travail et taux d’absentéisme dans l’atelier lixiviation- purification	153
Tableau 6.86 Accidents de travail et taux d’absentéisme dans l’atelier électrolyse	154
Tableau 6.87 Accidents de travail et taux d’absentéisme dans l’atelier refonte alliage.....	154
Tableau 6.88 Nombre d’accidents dans les ateliers grillage, lixiviation –purification, électrolyse, refonte-alliage durant les années 2012, 2013,2014.....	154
Tableau 6.89 Taux d’absentéisme dans les ateliers grillage, lixiviation –purification, électrolyse, refonte-alliage durant les années 2012, 2013,2014.....	155
Tableau 6.90 Taux d’absentéisme durant les années 2012,2013 2014	156
Tableau 6.91 Maladies professionnelles durant l’année 2012	157
Tableau 6.92 Maladies professionnelles durant l’année 2013	158
Tableau 6.93 Maladies professionnelles durant l’année 2014	158
Tableau 6.94 Evolution de la MTBF et MTTR.....	159
Tableau 6.95 Evolution de la production de ZnO de l’atelier « grillage », années 2012,2013, 2013, 2014.....	161
Tableau 6.96 Heures d’arrêts pour la maintenance préventive et curative, année 2012, 2013,2014.....	161
Tableau 6.97 Évolution du Taux de Disponibilité des équipements.....	162
Tableau 6.98 Évolution du Taux de Performance des équipements	162
Tableau 6.99 Évolution du Taux de Qualité des équipements.....	163
Tableau 6.100 Évolution du Taux de Rendement Synthétique (TRS) l’atelier « Grillage »	163
Tableau 6.101 Consommation d’énergie durant les années 2012, 2013,2014.....	164

Listes des figures

Figure 1.1 TPM et démarches de progrès	7
Figure 1.2 TPM dans une démarche de qualité totale	10
Figure 1.3 Programme de développement de la TPM	13
Figure 1.4 Schéma des huit (08) piliers de la TPM.....	14
Figure 1.5 Méthodologie du pilier 1.....	15
Figure 1.6 Inspection / nettoyage initial	16
Figure 1.7 Conception des équipements	17
Figure 1.8 Maintenance de la qualité	18
Figure 1.9 Structure de promotion de la TPM	21
Figure 1.10 Exemple d'organisation TPM.....	26
Figure 1.11 Rôle des groupes.....	27
Figure 2.1 Modèle Markovien	30
Figure 2.2 Exemple de graphe de Markov	30
Figure 2.3 Exemple d'un programme de maintenance basée sur le LCC	32
Figure 2.4 Optimisation des coûts de maintenance par l'AMDEC	32
Figure 2.5 Etapes principales de la méthode MBF	33
Figure 2.6 Acteurs de la démarche MBF	34
Figure 3.1 Intégration de la TPM dans le management de la maintenance.....	40
Figure 3.2 Schéma d'intégration du TPS	40
Figure 3.3 Relation production/maintenance	42
Figure 3.4 Rôle des services production et maintenance	43
Figure 3.5 Processus de négociation entre les agents production et maintenance	44
Figure 3.6 Architecture du système de planification globale.....	45
Figure 3.7 Stratégie de la décomposition des 16 pertes par la TPM	46
Figure 3.8 Cinq (05) principaux facteurs de succès de la démarche TPM.....	46

Figure 3.9 Causes de perte de performance sans la TPM	47
Figure 3.10 Contribution à l'amélioration du rendement avec la TPM.....	47
Figure 3.11 Composantes du TRS.....	48
Figure 3.12 Exemple de calcul du TRS.....	49
Figure 3.13 Éléments clé du TRS.....	50
Figure 3.14 Analyse de la prise en charge par l'opérateur.....	52
Figure 3.15 Mise en évidence du gisement de gain de productivité	53
Figure 3.16 Démarche de mise en œuvre de l'automaintenance.....	54
Figure 4.1 Vue générale de l'entreprise Alzinc de Ghazaouet.....	58
Figure 4.2 Organigramme de l'entreprise Alzinc.....	60
Figure 4.3 Schéma de production du zinc	61
Figure 4.4 Vue de l'atelier grillage	62
Figure 4.5 Vue de l'atelier de lixiviation	63
Figure 4.6 Atelier de purification.....	63
Figure 4.7 Atelier électrolyse	64
Figure 4.8 Vue de l'atelier refonte	66
Figure 5.1 Composantes de la culture entreprise	69
Figure 5.2 Ensemble de référence de la culture d'entreprise	69
Figure 5.3 Objectifs et moyens sur la mise en application d'un projet TPM	71
Figure 5.4 Evolution d'une organisation.....	75
Figure 5.5 Autocratie à la participation.....	76
Figure 5.6 Différents modes de management.....	77
Figure 5.7 Conduite de changement par la TPM dans un contexte socioculturel.....	79
Figure 6.1 Schéma de la documentation du système de management de l'entreprise Alzinc.....	108
Figure 6.2 Synoptique du processus du grillage	121
Figure 6.3 Schéma de pulpage	124
Figure 6.4 Schéma de processus de mise en solution	125

Figure 6.5 Schéma de lixiviation acide	128
Figure 6.6 Schéma de la lixiviation neutre	130
Figure 6.7 Schéma de la préparation d'acide de tête.....	132
Figure 6.8 Synoptique du repulpage acide	133
Figure 6.9 Schéma de la purification à chaud	135
Figure 6.10 Schéma du repulpage neutre	139
Figure 6.11 Synoptique d'électrolyse de zinc	145
Figure 6.12 Synoptique de la refonte du Zinc cathodique	148
Figure 6.13 Stabilité du Pb dans les rejets liquides, années 2012,2013, 2014.....	149
Figure 6.14 Stabilité du Cr dans les rejets liquides, années 2012, 2013,2014	150
Figure 6.15 Stabilité du Ni dans les rejets liquide, années 2012, 2013,2014.....	151
Figure 6.16 Stabilité du SO ₂ durant les années 2012, 2013,2014	152
Figure 6.17 Evolution des accidents durant les années2012, 2013 ,2014dans l'entreprise	155
Figure 6.18 Taux d'absentéisme durant les années 2012, 2013,2014dans les principaux ateliers	156
Figure 6.19 Taux d'absentéisme durant les années 2012, 2013,2014 de l'entreprise	156
Figure 6.20 Evolution des maladies professionnelles durant les années 2012, 2013,2014.....	159
Figure 6.21 Evolution de la MTBF durant les années 2012,2013,2014.....	160
Figure 6.22 Evolution de la MTTR durant les années 2012, 2013,2014	160
Figure 6.23 Evolution du TRS	163
Figure 6.24 Evolution de consommation d'énergie durant la période de 2008 à 2014.....	164

Liste des formules

Formule 2.1	Taux De Défaillance	31
Formule 2.2	Densité De Probabilité De Défaillance.....	31
Formule 2.3	Fiabilité	31
Formule 2.4	LCC.....	31
Formule 6.1	Taux d'absentéisme	153
Formule 6.2	Pourcentage des maladies professionnelles	157
Formule 6.3	MTBF	159
Formule 6.4	MTTR	159
Formule 6.5	Taux de Rendement Synthétique	161
Formule 6.6	Taux de disponibilité	161
Formule 6.7	Taux de performance	161
Formule 6.8	Taux de qualité	161
Formule 6.9	Temps de cycle théorique	162

Sigles et abréviations

ACO :	Action Corrective
AFNOR :	Association Française de Normalisation
Ag :	Argent
Al :	Aluminium
AMDEC :	Analyse des modes de défaillance, de leurs effets et de leur criticité
APR:	Action Préventive
AS :	Arsenic
AUD :	Auditeur Qualité-Environnement Interne
Ba :	Baryum
Ca :	Calcium
C.A.O:	Conception Assistée par Ordinateur
CAI :	Chef d'Atelier Intervention Electrique
Cd :	Cadmium
CEI :	Chef d'Equipe Intervention Electrique
CIM:	Contrat Interne de Maintenance
Cl :	Chlore
CNS :	Chimiste
Co :	Cobalt
COB :	Centre d'Organisation Budgétaire
CPL :	Chef de Poste Lixiviation
CPE :	Chef de Poste Electrolyse
CuSO ₄ :	Sulfate de cuivre
CU :	consignes d'urgence
Cu :	Cuivre
DG:	Documents Généraux
DF:	Définitions de Fonctions
DI :	Demandes d'Intervention
D.I.B:	Déchets Industriels Banaux
ELE :	Electrique
EN :	Européenne norme
F :	Fluor
C.F.A.O:	Conception et Fabrication et Assistée par Ordinateur
Fe :	Fer
FeSO ₄ :	Sulfate de fer
FI:	Fiche d'Instruction
FMDS :	Fiabilité Maintenabilité Disponibilité Sécurité
FO:	Formulaire
Ge :	Germanium
GMAO :	Gestion de Maintenance Assisté par Ordinateur
GPEC :	Gestion Prévisionnelle de l'Emploi et des Compétences
H :	hydrogène

Hg :	mercure
H ₂ O :	Eau
H ₂ SO ₄ :	Acide Sulfurique
I :	Intensité
IP :	Instruction de Pilotage
IR :	Instruction de réglage
IT :	Instruction de travail
ISO 9000 :	Systèmes de management de la qualité
ISO 14001 :	Système de management environnemental
ISEC:	Institut agréé Supérieur d'Enseignement Commercial
JMA :	Japan Management Association (association de gestion japon)
JIPM :	Japan Institute of Plan Maintenance (Institut japonais du plan d'entretien)
JAT :	Juste à Temps
KMnO ₄ :	Permanganate de potassium
KPI :	Key Performance Indicators (Indicateurs clés de performance)
K 102 :	Ventilateur principal
LCC :	Life Cycle Cost (Coût du cycle de vie)
Matrice QA :	Matrice Quality Assurance (Assurance Qualité Matrice)
MBF :	Maintenance basé sur la fiabilité
Mg :	Magnésium
Mn :	Manganèse
MnO ₂ :	Dioxyde de manganèse
MnO ₄ :	Permanganate de potassium
MO:	Mode Opérateur
MP :	Matière Première
MSP :	Maîtrise Statistique des Procédés
MTBF :	Moyenne des Temps de Bon Fonctionnement
MTTR :	Moyenne des Temps Techniques de Réparation
M 21 :	Chargement four
M 26 :	Ventilateur de démarrage
M 30 :	Ventilateur intermédiaire
NC:	Non-Conformité
NF :	Norme française
NH ₄ cl :	Chlorure d'ammonium
Ni :	Nickel
BT :	Bon de Travaux
ODM :	Ordre De Maintenance
OEE :	Overall Equipment Efficiency
OMF:	Optimisation de la maintenance par la fiabilité
OHSAS 18001 :	Système de management de la santé et de la sécurité au travail
OT :	Ordre de Travaux
Pb:	plomb
PCDA:	Plan, Do, Check, Act

PDG :	Président Directeur Général
PR :	Pièce De Rechange
PE:	Procédure Environnementale
PM :	Productive Maintenance
PME :	Petites et Moyennes Entreprises
PMT :	Plan à Moyenne Terme
PQ:	Procédure Qualité
PQE:	Procédure Qualité Environnement
QOOQCCP :	Qui ? Quoi ? Où ? Quand ? Comment ? Combien ? Pourquoi ?
R 351 & R 155 :	Floculant (Magnafloc)
RBI :	Risk Based Insepection (Risque Based Inspection)
RC :	Retour cellules
RCM :	Reliability Centered Maintenance (Fiabilité Maintenance Centré)
REX :	Retour d'Expérience
RO :	Rendement Opérationnelle
RQE:	Responsable Qualité Environnement
Sb :	Antimoine
Se :	Sélénium
SiO ₂ :	Dioxyde de silicium
SHG :	Special High Grad
SMED:	Single Minute Exchange of Die (Simple Minute Echange de mort)
SMQ:	Système de Management de la Qualité
SMI:	Système de Management Intégré
Sn :	Etain
SOU :	Soudeur
SO ₂ :	Dioxyde de Soufre
SO ₃ :	Trioxyde de Soufre
SP :	Solution Purifiée
SPC :	Statistical Process Control, (Contrôle Statistique des Processus)
TBF :	Temps de Bon Fonctionnement
Ti :	Titane
TPM :	Total Productive Maintenance
TQM :	Totale Quality Management
TRS :	Taux de Rendement Synthétique
TRG :	Taux de Rendement Global
TPS:	Total Production System
UET :	Unité Elémentaire de Travail
Zn :	Zinc
ZnO :	Oxyde de Zinc
ZnS :	Sulfure de Zinc

ZnSO ₄ :	Sulfate de Zinc
5M :	Main-d'œuvre, Milieu, Méthodologies, Matériel, Moyen
5S:	Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke
γ :	Paramètre de décalage
α :	Paramètre d'échelle
β :	Paramètre de forme
$\gamma(t)$:	Taux de défaillance
R(t) :	Fiabilité
X :	Variable aléatoire continue
Y :	Variable aléatoire continue
F _x (x) :	Fonction de répartition
λ :	Taux de défaillance
μ :	Taux de réparation
n :	Nombre de composantes

Introduction générale

L'environnement économique étant de plus en plus sévère, la survie de l'entreprise dépend de l'élimination des gaspillages par tous les moyens et jusqu'à la limite du possible. Cela a favorisé l'application des méthodes stratégiques telle que la «Total Productive Maintenance » (TPM) dont le but est l'assainissement des installations, voire de toute l'entreprise elle-même.

Dans les pays en voie développement et là où les capitaux deviennent de plus en plus rares, la préservation des investissements et des équipements est d'une importance capitale, l'Algérie n'échappe pas à cette règle.

Dans notre étude, nous nous sommes intéressé à l'amélioration de l'efficacité du système de production, en s'appuyant sur les quatre (04) piliers de la TPM pour l'obtention des conditions idéales, en vue d'une meilleure performance et amélioration continue au sein d'une entreprise algérienne de production.

Ces derniers piliers concernent la conception des produits et équipements, la maîtrise de la qualité, la TPM dans les services fonctionnels, la sécurité et l'environnement. Ces piliers possèdent des points communs avec les activités des différentes certifications, déjà obtenues par l'entreprise.

La conduite du changement par la TPM dans un contexte socioculturel est un processus complexe. En effet, le contexte socioculturel qui présente des leviers et des résistances, figure parmi les environnements les plus complexes, dont il faut tenir compte pour maîtriser le processus de mise en œuvre d'un projet TPM.

Le contexte socioculturel représente les forces sociales et culturelles qui exercent une influence sur l'organisation de l'entreprise. Sachant que la culture est une partie de la stratégie globale de l'entreprise, pour mieux connaître cette dernière et savoir ce qu'elle peut ou non devenir, il faudrait comprendre le système culturel entier du pays. Pour cela, nous avons prévu dans notre travail un chapitre « TPM et conduite de changement » dans lequel nous avons étudié le contexte socioculturel.

Ainsi, notre mémoire a été divisé en deux (02) grandes parties :

- la première partie est consacrée à la présentation et l'apport de la TPM à l'entreprise de production. La méthodologie de la TPM, les méthodes d'optimisation de la maintenance et l'optimisation de la maintenance par la TPM y sont développées.
- la deuxième partie est réservée à l'étude de l'implantation de la TPM au sein d'une entreprise Algérienne de production, en tenant compte du levier socioculturel, pour entamer la conduite le changement dans de meilleures conditions.

Première partie
Présentation et apport de la TPM
à l'entreprise de production

Chapitre 1

Stratégies et méthodologie de la TPM

Introduction

Le maintien des équipements de production est un enjeu clé pour la productivité des entreprises aussi bien que pour la qualité des produits. C'est un défi industriel impliquant la remise en cause des structures figées actuelles et la promotion de méthodes adaptées à la nature nouvelle des matériels.

La méthode TPM se présente comme une philosophie nouvelle de la maintenance, intégrée au management de la production dans une approche globale, ayant pour finalité une réduction maximale des coûts de production. La TPM est aussi un projet d'entreprise qui doit être intégré dans une politique à long terme. Les premiers bénéfices d'un atelier de production sous TPM se voient en trois (03) à quatre (04) ans. C'est une démarche de progrès permanent, à petits pas mais de manière continue. Plus qu'une démarche visant la performance économique de l'entreprise, la TPM implique un changement culturel et comportemental.

1.1 Concepts et définitions

1.1.1 Définitions de la maintenance

-D'après le dictionnaire Larousse, la maintenance peut être définie comme étant un « ensemble de tout ce qui permet de maintenir ou de rétablir un système en état de fonctionnement » [19].

-L'AFNOR (NF X 60-010) l'a défini comme un « ensemble des actions permettant de maintenir ou de rétablir un bien dans un état spécifié ou en mesure d'assurer un service déterminé » [19].

-La norme NF EN 13306 (juin 2001) quant à elle, la définit comme suit :

« Ensemble de toutes les actions techniques, administratives et de management durant le cycle de vie d'un bien, destinées à le maintenir ou à le rétablir dans un état dans lequel il peut accomplir la fonction requise » [13].

1.1.2 Niveaux de maintenance

Pour mettre en œuvre une organisation efficace de la maintenance et prendre des décisions comme gestionnaire dans des domaines tels que la sous-traitance, le recrutement de personnel approprié, les niveaux de maintenance sont définis en fonction de la complexité des travaux[19]. L'AFNOR X 60011 identifie cinq (05) niveaux de maintenance :

NIVEAU 1	Réglages simples prévus par le constructeur, au moyen d'organes accessibles sans aucun démontage pour ouverture de l'équipement, ou échange d'éléments accessibles en toute sécurité.
NIVEAU 2	Dépannage par échange standard des éléments prévus à cet effet ou d'opérations mineures de maintenance préventive.
NIVEAU 3	Identification et diagnostic de pannes, réparation par échange de composants fonctionnels, réparations mécaniques mineures.
NIVEAU 4	Travaux importants de maintenance corrective ou préventive à l'exception de la rénovation et de la reconstruction.
NIVEAU 5	Travaux de rénovation, de reconstruction ou de réparation importante confiée à un atelier central de maintenance ou une entreprise extérieure prestataire de service.

Tableau 1.1 Différents niveaux de maintenance [19]

Niveau (TPM)	Niveau (AFNOR)	Types de travaux	Personnel concerné	Moyens
Niveau 1	1	Réglage simple d'équipements accessibles sans démontage. Echange d'éléments.	Opérateur système sur place.	Outillage léger défini dans la notice d'utilisation.
	2	Réparation ou dépannage par échange standard. Opérations simples de prévention.	Technicien habilité sur place.	Outillage standard et pièces de rechange situées à proximité.
Niveau 2	3	Identification des origines de pannes. Echange de composants fonctionnels.	Technicien spécialisé, sur place ou en atelier de maintenance.	Outillage et appareils de mesure.
	4	Travaux importants de maintenance préventive et corrective. Révision.	Equipe encadrée par un technicien spécialisé, en atelier central.	Outillage général, spécial.
Niveau 3	5	Travaux de rénovation, de reconstruction et de réparations importantes, confiés aux sous- traitants.	Equipe polyvalente complète, en atelier central.	Moyens importants proches de ceux du constructeur.

Tableau 1.2 Niveaux de maintenance dans une logique TPM [1]

Niveau 1 : correspond à une maintenance de première ligne qui est transférée progressivement aux opérateurs de production, assistés si nécessaire par les techniciens de maintenance.

Niveau 2 : représente le domaine d'action des équipes polyvalentes de techniciens de maintenance. Les tâches englobent aussi bien les opérations correctives que préventives (diagnostic, dépannage, réparation, remplacement, test, révision, mise en œuvre d'améliorations, etc.) .

Niveau 3 : dédié aux travaux spécialisés (rénovation, reconstruction,...) souvent externalisés pour que la maintenance puisse recentrer ses moyens sur son savoir-faire défini au niveau 2 [1].

Niveau	Personnel d'intervention	Moyens
1 ^{er}	Exploitation sur place.	Outillage léger défini dans les instructions d'utilisation
2 ^{ème}	Technicien habilité, sur place.	Plus de pièces de rechange trouvées à proximité, sans délai.
3 ^{ème}	Technicien spécialisé, sur place ou en local de maintenance.	Outillage prévu plus appareils de mesure, banc d'essai, contrôle
4 ^{ème}	Equipe encadrée par un technicien spécialisé, en atelier central.	Outillage général plus spécialisé matériel d'essais, de contrôle
5 ^{ème}	Equipe complète, polyvalente, en atelier central.	Moyens proches de la fabrication par le constructeur.

Tableau 1.3 Moyens d'outillage et personnes d'intervention pour chaque niveau [19]

1.1.3 Méthodes stratégiques de maintenance

1.1.3.1 Stratégie de type Life Cycle Cost (LCC)

La stratégie du Life Cycle Cost est basée sur la détermination du coût de maintenance d'un équipement sur la durée de son cycle de vie. La grandeur Life Cycle Cost désigne la somme des coûts d'investissement de l'équipement, des coûts cumulés d'utilisation et des coûts de maintenance, sur la durée de vie de l'équipement. Cette démarche permet l'optimisation du coût global d'un système sur l'ensemble de son cycle de vie. Ce concept est principalement utilisé dans une démarche décisionnelle pour choisir une politique de maintenance à appliquer et l'âge adéquat de remplacement de l'équipement. Cependant, la difficulté majeure de cette approche est l'estimation des différents coûts intervenant durant le cycle de vie d'un équipement [1].

1.1.3.2 Stratégie de type Total Productive Maintenance (TPM)

La stratégie Total Productive Maintenance a été initiée au Japon dans les années 1970 et s'inscrit dans une stratégie du zéro défaut, zéro délai, zéro stock et zéro panne. Elle met l'accent sur l'organisation des ressources productives pour améliorer la disponibilité des équipements qui, par définition est l'aptitude d'un bien à être en état d'accomplir une fonction requise dans des conditions données, à un instant donné ou durant un intervalle de temps donné, en supposant que la fourniture des moyens extérieurs est assurée [1]. Sommairement, la TPM a pour objectifs :

- d'améliorer l'efficacité du service maintenance (maintenance préventive, systématique ou conditionnelle) ;
- de mettre en place l'automaintenance ;
- de suivre quantitativement la productivité des équipements en améliorant le Taux de Rendement Synthétique (TRS),
- d'améliorer la productivité globale des équipements sur tout le cycle de vie.

Ces concepts mettent ainsi l'accent non seulement sur le produit mais aussi sur l'outil de production et notamment sur sa disponibilité opérationnelle.

1.1.3.3 Stratégie de type maintenance Basée sur la Fiabilité (MBF)

La MBF, est connue sous l'appellation militaire RCM (Reliability Centred Maintenance), ou en France sous le nom d'OMF (Optimisation de la Maintenance par la fiabilité). Elle constitue principalement une méthode est largement exploitée par plusieurs constructeurs automobiles tels que Peugeot et Renault. La MBF est fondée sur la compréhension des fonctions de chaque pièce d'un équipement et de l'impact d'une défaillance sur ces fonctions. [30]

Cette stratégie s'établit sur l'amélioration de la fiabilité qui se définit comme étant l'aptitude d'un bien à accomplir une fonction requise, dans des conditions données, durant un intervalle de temps donné [2].

1.1.4 Origines de la TPM

La TPM a été mise en place dans les années 1970 par la société Nippon Denso, avec l'aide du cabinet JMA (Japan Management Association) au Japon. Cette démarche était centrée sur l'amélioration du fonctionnement des équipements par l'amélioration de la fiabilité et de la disponibilité des machines. Au fur et à mesure de l'extension de cette démarche au Japon et dans le reste du monde industrialisé, le succès aidant, le concept s'est élargi pour finalement, de nos jours, considérer la TPM comme une démarche de management performante. [15]

La TPM d'origine a été médiatisée par Seichi Nakajima (Directeur de JIPM, Japan Institute of Plan Maintenance). De ce concept découle de grosses évolutions dans l'entreprise, où la maintenance est l'affaire de tous, ce qui se traduit par le fait que l'exploitant assure une partie des tâches dites de « maintenance de conduite ou de niveau 1 », comme le graissage, la surveillance, le nettoyage, le contrôle.

Ce succès est dû à plusieurs facteurs : d'abord, les résultats probants obtenus par les entreprises pilotes, à savoir, des améliorations de productivité de plus de 30 % ensuite, l'instrumentation de cette démarche, par la mise en place de prix P.M. (Productive Maintenance), décernés par le JIPM, qui reconnaissent la dynamique de progrès créée par la TPM.

Prix PM	Création	Description
Prix d'excellence	1971	Niveau de base que l'on peut demander après 3 ans minimum de pratique de la TPM.
Prix de pérennisation	1992	Décerné aux entreprises dont la TPM continue à progresser au bout de 2 ans après l'obtention du prix d'excellence.
Prix spécial	1976	Décerné aux entreprises ayant obtenu un niveau supérieur à celui reconnu par le prix de pérennisation. Il peut être obtenu 3 ans après l'obtention du prix d'excellence ou 1 an après le prix de pérennisation.
Prix spécial avancé	2000	Décerné aux entreprises dont la TPM continue à progresser au bout de 2 ans après l'obtention du prix spécial.
Prix world class	1999	D'un niveau élevé, il est décerné à une société ou à un groupe international au moins 3 ans après le prix spécial.

Tableaux 1.4 Différents prix productive maintenance [15]

1.1.5 Définitions de la TPM

La méthode japonaise TPM est une méthode spécifique de maintenance qui vise à réduire les coûts de fabrication. Il s'agit essentiellement de la maintenance productive à la totalité du personnel de l'entreprise, en suivant une démarche analogue à celle du management par la qualité totale ou Totale Quality Management (TQM) où la recherche de la qualité devient l'affaire de la totalité du personnel et pas seulement du service qualité.

Cette méthode découle de l'évolution générale de l'industrie japonaise caractérisée par :

- la diversification et les cycles de vie de plus en plus courts des produits,
- le développement des machines automatiques et des robots,
- la désaffectation du personnel pour le travail à la production vraisemblablement en raison du niveau des études au Japon,
- l'évolution des mentalités, consistant à considérer qu'avec des équipements automatisés, où l'homme a surtout un rôle de surveillance, l'objectif consiste désormais à améliorer le fonctionnement de la machine afin de la rendre plus efficace. [9]

Les trois (03) leviers qu'utilise la TPM sont la disponibilité, la performance et la qualité. [11]

La signification de « Maintenance Productive Totale » est la suivante :

- Maintenance : maintenir en bon état, c'est-à-dire réparer, nettoyer, graisser et accepter d'y consacrer le temps nécessaire ;
- Productive : assurer la maintenance tout en produisant, ou en pénalisant le moins possible la production ;
- Totale : considérer tous les aspects et y associer tout le monde.

Au-delà du simple maintien en bon état des machines, l'esprit TPM pousse à les modifier et les améliorer.

-D'après Nakajima [20], il est normal de faire d'abord référence au promoteur de la méthode, qui définit la TPM en cinq (05) points :

- la TPM a pour objectifs de réaliser le rendement maximal des équipements ;
- la TPM est un système global de maintenance productive, pour la durée de vie totale des équipements ;
- la TPM implique la participation de toutes les divisions, notamment l'ingénierie, l'exploitation et la maintenance ;
- la TPM utilise les activités des cercles comme outil de motivation.

Il existe d'autres définitions parmi les nombreuses qui ont fleuri ces dernières années :

-Pour Renault, la TPM est la recherche permanente de l'amélioration des performances des équipements de production par une implication concrète au quotidien de tous les acteurs ».

-Pour Sollac (topomaintenance) : « c'est un ensemble de principes et de méthodes s'inscrivant dans la démarche qualité totale. Elle doit mobiliser toute l'entreprise pour obtenir le rendement maximal possible des équipements sur toute leur durée de vie. C'est aussi la prise en charge au quotidien par des acteurs pour maintenir ces outils en conformité ».

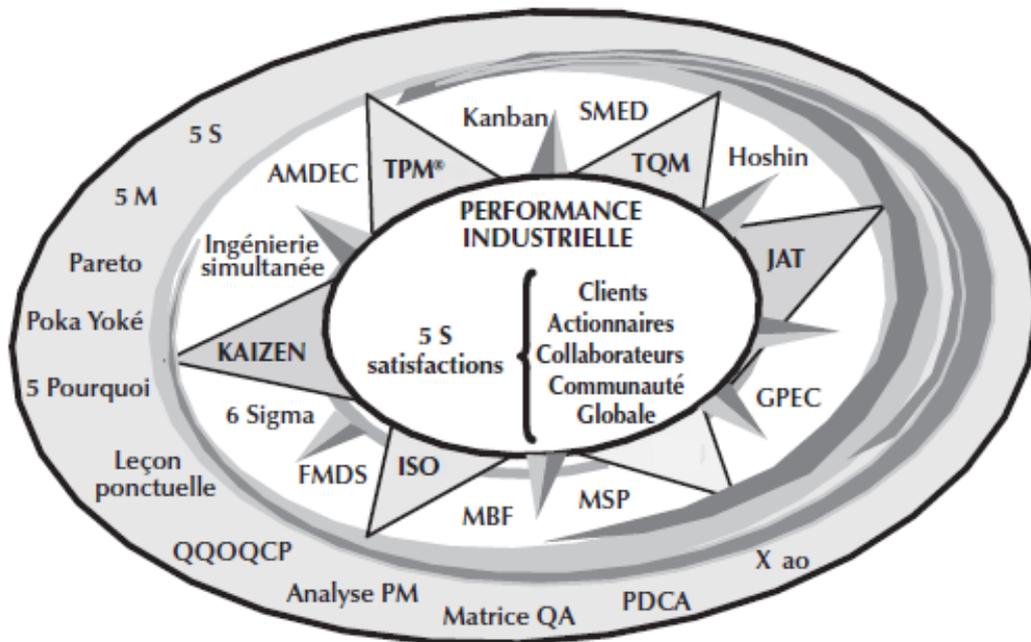


Figure 1.1 TPM et démarches de progrès [5]

1.2 Objectifs et enjeux de la TPM

1.2.1 Objectifs de la TPM

La TPM a pour objectif entre autres, de régénérer la culture de l'entreprise par l'amélioration des ressources humaines et du système de production. [5]

Cette culture d'entreprise s'appuie sur de nouvelles exigences :

- ne plus accepter de pannes et de conflits structurels entre production et maintenance.
- supprimer l'idée de fatalité,
- ne plus accepter « l'à-peu-près » dans la propreté et l'état des équipements,
- rechercher la cause première des problèmes,
- avoir en permanence le souci d'amélioration.

Ce changement de culture consiste à rendre le manager des ressources de production responsable de la qualité des équipements, du savoir-faire du personnel et de l'efficacité de son organisation. C'est aussi rendre les opérateurs responsables de la qualité de leur équipement c'est-à-dire :

- les utiliser conformément aux conditions de base, les nettoyer, surtout aux endroits stratégiques,
- détecter et signaler les prémices des dégradations, les réparer eux-mêmes lorsque c'est possible.

Cela nécessite bien entendu de les former, de leur attribuer le temps nécessaire et d'avoir un management capable de réagir rapidement lorsqu'un dysfonctionnement lui est signalé ou lorsqu'une proposition d'amélioration est faite.

a. Valorisation et amélioration des ressources humaines

Aujourd'hui encore, l'obtention des objectifs de productivité et de qualité dépend de manière cruciale de l'expérience, du savoir-faire et des salariés. La TPM a pour objectif également d'utiliser et de mettre en valeur l'expérience et le savoir-faire de chacun. Ce qui nécessite :

- de savoir écouter, de faire participer les opérateurs et les techniciens de maintenance,
- d'admettre que les bonnes idées peuvent venir d'eux, de reconnaître leur apport et de les appliquer,
- d'améliorer leur expérience,
- d'améliorer leur savoir-faire et leurs connaissances relatifs au process et à la technologie des équipements.

La TPM, c'est aussi redonner conscience à l'ensemble du personnel de l'importance des équipements dans la performance industrielle. Ce qui exige :

- le respect par la production des conditions normales d'exploitation, le respect des conditions normales de maintenance (graissage, qualité des réparations, refus de l'approximatif, absence de laxisme, analyse des pannes, maintenance préventive appropriée et optimisée, etc.),
- les moyens nécessaires (temps et argent) dégagés par la Direction pour réaliser les opérations de nettoyage et de maintenance, la remise à niveau des équipements et les améliorations (simplification des conditions d'exploitation, amélioration des conditions de travail, de la performance des équipements, des méthodes de travail).

b. Amélioration du système de production

Si on veut être sûr de détecter et d'étudier les vrais problèmes dûs à la fiabilité des équipements, à leur adéquation aux produits fabriqués, à l'organisation et aux méthodes et procédés, il est indispensable de retrouver la fiabilité intrinsèque des équipements, c'est-à-dire leur état normal et les conditions pour lesquelles ils ont été conçus.

Sans cela, les problèmes sont masqués, les solutions souvent palliatives résultent d'un renvoi de responsabilités et de luttes d'influence surtout entre les services Production et Maintenance. La TPM permet d'améliorer les équipements, les méthodes, les procédés et l'organisation du système de production. Ce sont ces actions qui seront les plus bénéfiques mais il faut, avant tout, être sûr que les conditions de base sont respectées sur le terrain. Il faut donc mener simultanément deux (02) actions :

- retrouver l'état normal des équipements,
- étudier et supprimer les causes réelles d'inefficacité des ressources de production.

c. Création de l'exigence de rigueur

Dans la TPM, il y a un enjeu essentiel qui n'apparaît qu'au fur et à mesure que l'on progresse dans la démarche. C'est apprendre à tous à détecter les vrais problèmes, à aller au fond de ceux-ci, en faisant preuve de :

- rigueur (examiner toutes les causes, les vérifier),
- modestie (ne pas vouloir tout faire du premier coup),
- ténacité (s'assurer des résultats obtenus et continuer à progresser).

1.2.2 Enjeux de la TPM

Il est désormais avéré que la démarche TPM est longue à mettre en œuvre (3 à 5 ans) de par la forte implication humaine qu'elle implique. Il est également avéré, qu'elle a un fort impact sur la réduction des coûts et sur l'amélioration de la qualité. Mettre en place une démarche TPM ne se justifie que par les effets positifs à en attendre : ils concernent six (06) domaines analysés dans la matrice du tableau 1.5. [20]

Effets « output »	Ressources « input »		Gains	Méthodes complémentaires
	Personnel	Equipement		
P Production	XXX	XXX	+++	SMED (changement d'outillage)
Q Qualité	XXX	XXX	+++	Maîtrise statistique des procédés
C Coûts	XXX	XXX	+++	
D Délais	XXX	XXX	+++	JAT Juste-à-temps
S Sécurité/ Environnement	XXX	XXX	+++	
M Motivation	XXX		+++	Management participatif
	Automaintenance	TRS		

Tableau 1.5 Effets positifs de la TPM [20]

Ce tableau met en évidence l'impact d'un projet TPM sur chacun des six (06) domaines envisagés, le rapport effets/ressources mesurant la productivité.

- **Production+Qualité+Délai**

Le principe de base de l'amélioration du Taux de Rendement Synthétique (TRS) d'un équipement repose sur l'identification, la mesure, puis la prise de mesures réduisant les « six (06) grosses pertes ».

Ces pertes se rapportent aux arrêts, à la non-qualité et aux cadences (temps de cycles).

L'optimisation des plans d'action (automaintenance et maintenance systématique programmée) permet d'obtenir la maîtrise des équipements, donc des gains en rendement (P), en qualité (Q) et en réduction des délais (D).

- **Sécurité+Motivation**

L'outil privilégié est ici l'implication de toute la hiérarchie et de tous les acteurs (réunis en équipes autonomes) dans le développement du projet TPM, puis dans son application quotidienne en décroissant les fonctions.

La hiérarchie doit s'impliquer dans le positionnement du projet TPM dans le plan qualité totale de l'entreprise, puis dans le diagnostic initial, l'animation du dispositif de pilotage, la capitalisation des résultats et la valorisation des acteurs.

La pérennisation assurée, la hiérarchie doit se fixer de nouveaux objectifs de performances et répercuter sur d'autres la réussite mesurée et capitalisée (nouveaux équipements, nouveaux profils d'embauches,...). Les acteurs sont impliqués « en équipes » :

-dans l'organisation et la prise de responsabilité de leur « chantier », (« UET-Unité Élémentaire de Travail » chez Renault) ;

-dans l'identification des causes de non performance ;

-dans l'automaintenance qui contient une phase 5S de « mise au clair » du chantier.

L'ensemble de cette responsabilisation permet un gain environnemental direct autour des acteurs et un moindre risque d'accident. L'enrichissement des tâches proposées (autoqualité sous MSP+ automaintenance en TPM+ conduite en JAT) est un facteur de valorisation professionnelle qu'il est indispensable de reconnaître et de valider.

- **Coûts globaux**

Réduire durablement les coûts sur la durée de vie des équipements :

- c'est réduire les pertes, donc les coûts indirects et les prix de revient ;

- c'est maîtriser la durée de chaque étape pour gagner au plus tôt ;

- c'est assurer la maîtrise des dépenses dans le respect des délais ;

- c'est mettre en place des indicateurs de performance économiques et opérationnels pour estimer les gains attendus et réalisés à travers les plans d'action.

En synthèse, preuve est faite que, là où la démarche TPM a été bien conduite, le gain de productivité justifie la démarche TPM.

$$\text{Gain en productivité TPM} = \frac{\text{gains en effets TPM}}{\text{gains en ressources}}$$

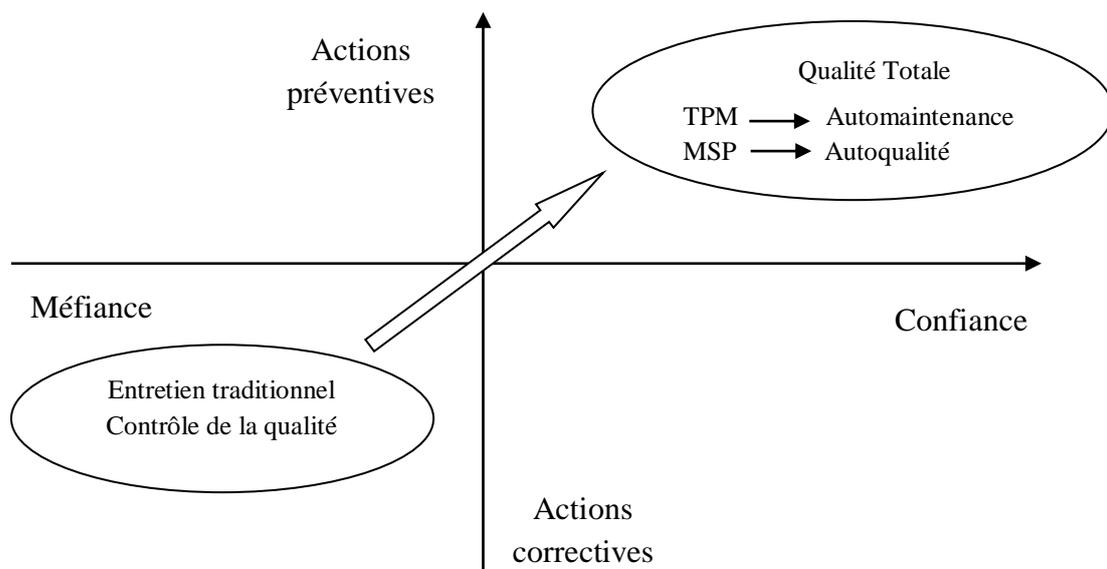


Figure 1.2 TPM dans une démarche de qualité totale [20]

La TPM et la MSP (Maîtrise Statistique des Procédés ou SPC américaine) ont en commun de reposer à la fois sur la prévention des pannes ou des défauts, et sur l'initiative d'opérateurs intégrés et mobilisés. Associé à la MSP dans une démarche « qualité totale », l'effet TPM est

encore amplifié pour une meilleure compétitivité sur le marché et une meilleure satisfaction des clients.

1.2.3 TPM dans le monde

Partant du Japon, la TPM s'est logiquement imposée dans les pays avoisinants principalement dans les nouveaux pays industrialisés, Corée, Singapour, Taiwan, Hong Kong... où la recherche d'une meilleure performance de l'équipement est un souci permanent. [9]

Confrontés à cette concurrence, les pays occidentaux ont dû rapidement trouver de nouvelles méthodes de gestion et d'organisation pour rester compétitifs sur le marché mondial.

Les entreprises se sont peu à peu intéressées à la TPM à la suite de missions d'observations au Japon. Les entreprises qui ont tout d'abord été touchées par la démarche TPM, sont essentiellement les grandes entreprises utilisant un mode de fabrication en processus continu.

Les secteurs les plus intéressés au départ par la TPM furent la sidérurgie et la construction automobile où la gestion de la production se fait en continu. Les résultats de l'application de la TPM dans des entreprises de renom comme Sollac ou Citroën avec le plan Mercure contribuèrent à diffuser le concept au-delà de ces secteurs industriels.

Des entreprises comme Kodak, Matra ou Renault se mirent à la TPM. Cet intérêt pour la TPM est grandissant de par les nombreux exemples de réussite qui existent aujourd'hui même dans quelques pays en voie de développement.

1.3 Principes de développement de la TPM

La connaissance de cinq (05) principes est essentielle à la compréhension de la démarche TPM ; ils débouchent sur l'élaboration de huit (08) piliers qui vont permettre de construire la démarche, d'en retirer les bénéfices et de les pérenniser. [6]

Chaque pilier a sa propre stratégie et s'appuie sur des méthodes et outils spécifiques.

Principe n°1 : atteindre l'efficacité maximale du système de production

Pour cela, il est indispensable :

- de supprimer les causes de pertes de rendement: c'est réduire à zéro les pertes qui empêchent d'obtenir l'efficacité maximale des hommes, des équipements, des matières et de l'énergie. C'est bien entendu cette action qui apportera les gains financiers à condition de détecter et de traiter les vrais problèmes et de mobiliser toute l'entreprise.

La suppression des pertes fait l'objet du :

pilier n°1 : amélioration au cas par cas.

- de supprimer toutes les causes spéciales ou chroniques de diminution de la fiabilité intrinsèque des équipements : la TPM ne veut pas transférer des opérations de maintenance vers la production. Son objectif est de rendre les opérateurs responsables de la qualité de leur équipement en évitant les dégradations forcées dues au non-respect des conditions d'utilisation, aux négligences de production et de maintenance. Cette action permet de retrouver la fiabilité intrinsèque des équipements est réalisée à partir du :

pilier n°2 : maintenance autonome.

- de prévenir les défaillances naturelles: tant qu'il existe des causes de dégradations forcées et que les points faibles des équipements n'ont pas été supprimés, la maintenance préventive est peu efficace et coûteuse. Lorsque les responsables maintenance acceptent

de remettre en cause leur organisation à partir du contenu de ce pilier, ils constatent qu'ils ont brûlé des étapes et oublié beaucoup de points essentiels. Cette action concerne le **pilier n°3** : maintenance planifiée.

- d'améliorer les connaissances et le savoir-faire des opérateurs et des techniciens de maintenance: pour les opérateurs, il s'agit d'améliorer leurs compétences et leur savoir-faire de production et de maintenance. C'est leur faire comprendre la relation entre qualité de l'équipement et qualité du produit. C'est aussi leur faire comprendre pourquoi il faut faire telle chose et leur donner envie de respecter les standards.

D'où le **pilier n°4** : amélioration du savoir-faire et des connaissances.

Principe n°2: démarrer rapidement les nouveaux produits et les nouveaux équipements

La maîtrise des ressources de production, le savoir-faire du personnel de production et de maintenance, la logique d'amélioration permanente sont utilisés dans la conception de produits faciles à fabriquer et d'équipements faciles à utiliser et à entretenir. Cette aptitude permet de réagir au raccourcissement des cycles de vie des produits. Ce principe est défini par le **pilier n°5** : maîtrise de la conception.

Principe n°3: assurer zéro défaut, zéro panne et le TRS maximum (ou TRG)

Le développement des quatre (04) premiers piliers permet d'améliorer la performance, mais les phénomènes chroniques persistent et les résultats sont en dents de scie. Il est nécessaire d'améliorer les 4M. Le pilier correspondant est :

le **pilier n°6** : maîtrise de la qualité.

Principe n° 4: obtenir l'efficacité maximale des services fonctionnels

Ce pilier rejoint le TQM (Total Quality Management), la qualité totale qui constatent que l'entreprise est composée de couples clients/fournisseurs et que la performance d'un service n'entraîne pas toujours la performance de l'entreprise. C'est la production qui fabrique la valeur ajoutée, il est donc nécessaire que tous les services fonctionnels l'aide à obtenir la performance maximale. Ce principe est mis en œuvre dans le :

pilier n°7 : application de la TPM dans les services fonctionnels.

Principe n°5: maîtriser la sécurité, les conditions de travail et respecter l'environnement

La performance des ressources de production passe aussi par ces exigences qui se traduisent aujourd'hui par la certification environnement ISO 14001, sécurité et conditions de travail OHSAS 18001.

C'est aussi rendre le travail moins pénible, moins salissant, moins dangereux. En matière d'accidents, une entreprise ne peut se fixer un objectif autre que "le zéro accident".

C'est l'objet du :

pilier n°8 : sécurité, conditions de travail et environnement.

Bien entendu la démarche TPM débutera par les deux (02) premiers piliers :

- l'élimination des causes de pertes qui fait gagner de l'argent à l'entreprise et qui permet de mobiliser l'ensemble de l'entreprise ;
- la gestion autonome des équipements qui permet de voir les vrais problèmes et d'intéresser le personnel production et maintenance.

L'avancement de ces deux (02) piliers exigera naturellement le développement des piliers 3 et 4.

La TPM exige de la rigueur et de la persévérance, au minimum trois (03) ans de travail sont nécessaires pour pouvoir postuler au premier prix décerné par le JIPM.

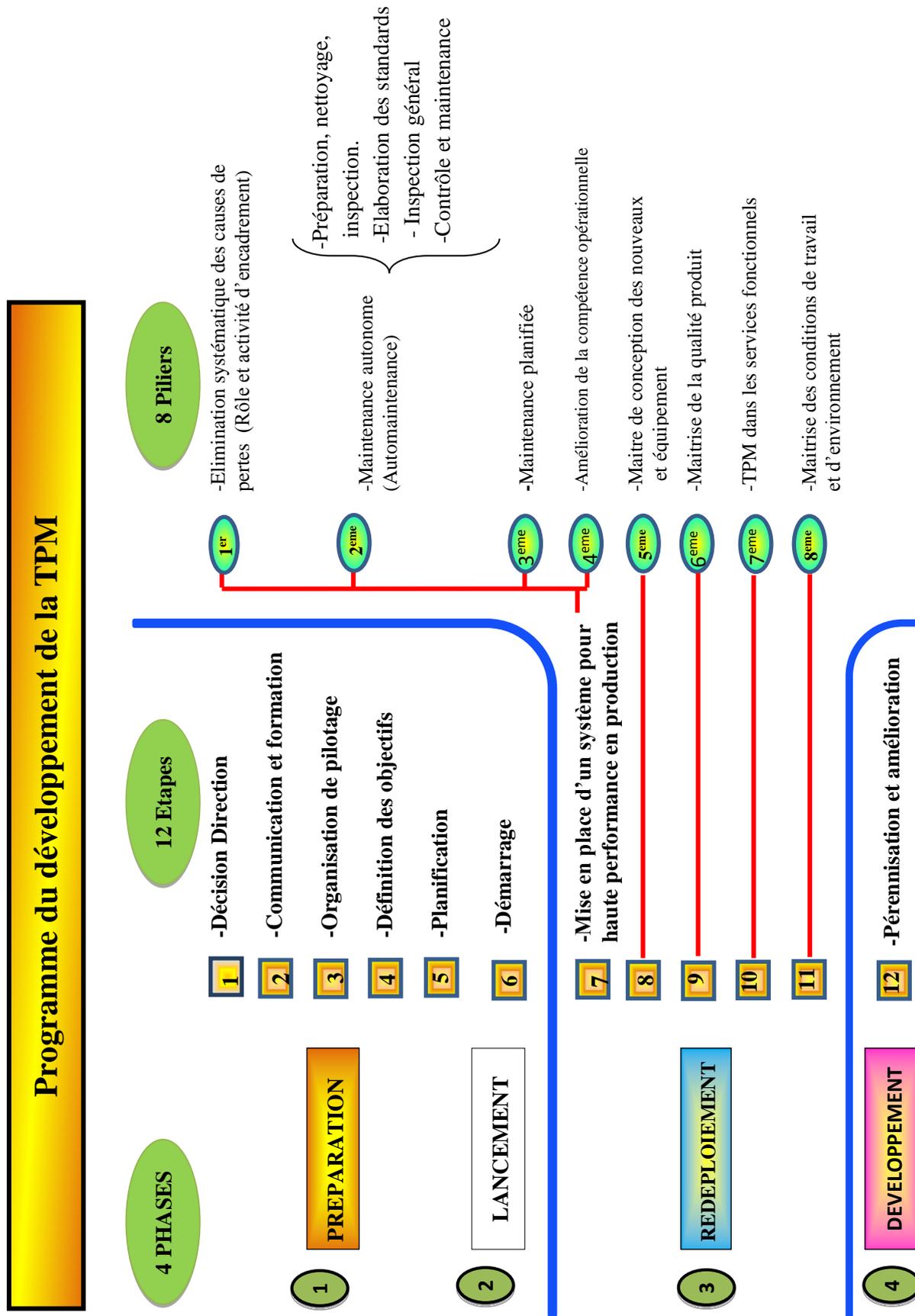


Figure 1.3 Programme du développement de la TPM [33]

1.4 Piliers stratégiques de la TPM

Le JIPM scinde dans le temps sa stratégie suivant deux (02) axes : atteindre l’efficacité du système de production; obtenir les conditions idéales de la performance industrielle et les améliorer en continu [4].

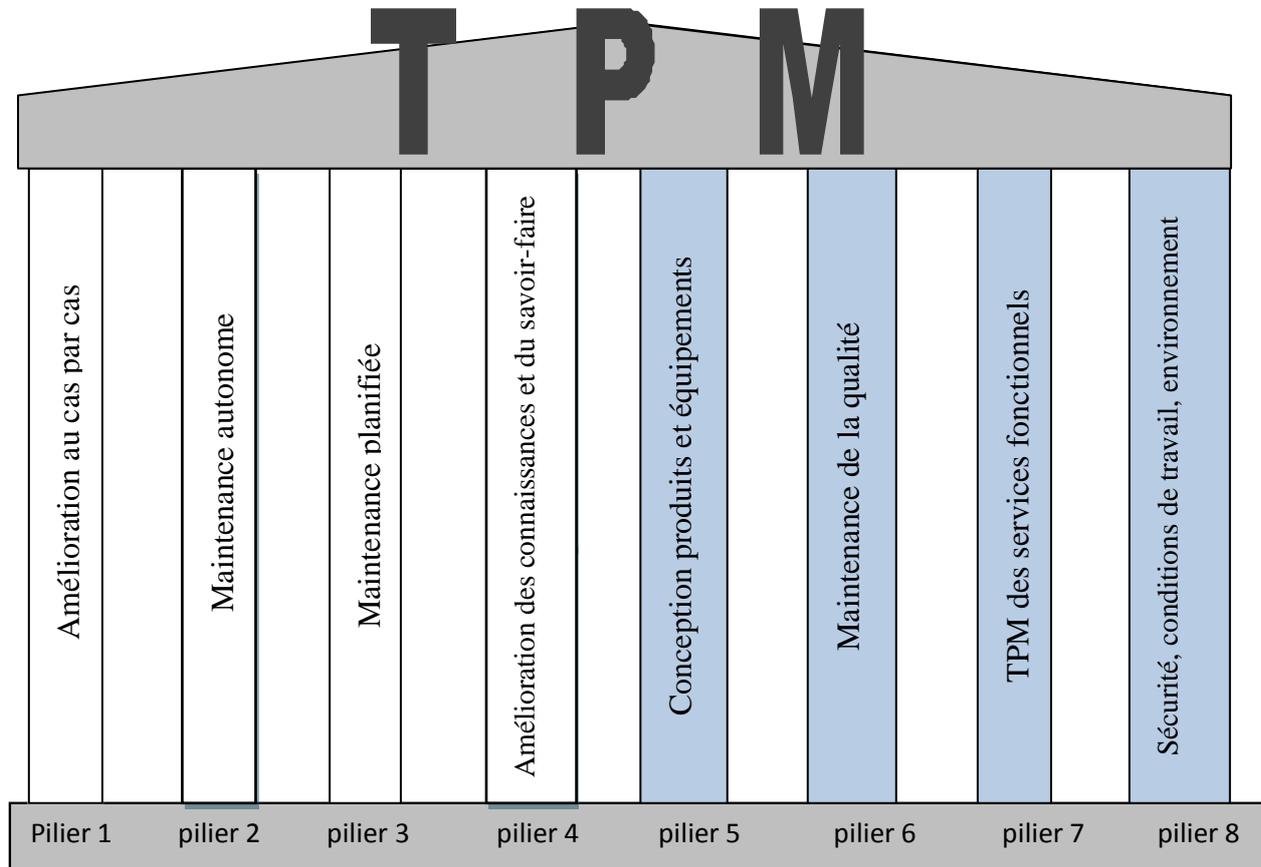


Figure 1.4 Schéma des huit (08) piliers de la TPM [26]

Axe n° 1 : Atteindre l’efficacité maximale du système de production	Axe n° 2 : Améliorer le système pour obtenir les conditions idéales de la performance industrielle et les améliorer en permanence
<ul style="list-style-type: none"> – Pilier 1 – Chasse aux pertes ou amélioration au cas par cas. – Pilier 2 – Maintenance autonome ou gestion autonome des équipements. – Pilier 3 – Maintenance planifiée. – Pilier 4 – Amélioration des connaissances et du savoir-faire. 	<ul style="list-style-type: none"> – Pilier 5 – Conception nouveaux produits ou nouveaux équipements – Pilier 6 – Maintenance de la qualité. – Pilier 7 – Application de la TPM dans les services fonctionnels – Pilier 8 – Sécurité, conditions de travail et environnement.

Tableau 1.6 Piliers de la TPM

En rappelant les principes de la TPM, nous décrivons en détail les huit (08) piliers de la TPM qui sont :

- **Atteindre l'efficacité du système de production**

Pilier 1 Amélioration au cas par cas

Ce pilier a pour objectif de supprimer toutes les causes de perte d'efficacité du système de production. [4] C'est-à-dire réduire à zéro les pertes, la TPM dénombre 16 causes de pertes principales qui empêchent d'obtenir l'efficacité maximale des équipements, des hommes, des matières et de l'énergie. La suppression de ces pertes nécessite la participation de tous les services opérationnels et fonctionnels qui en sont à l'origine.

Le JIPM associe à ce pilier un indicateur appelé OEE (Overall Equipment Efficiency) que l'on peut traduire par « Taux de Rendement Global » TRG (ou TRS).

La chasse aux pertes ne se limite pas seulement à l'amélioration du TRS, qui mesure seulement la performance des équipements. La chasse aux pertes englobe toutes les pertes qui ont pour dénominateur commun leur valeur financière.

Ce pilier utilise deux (02) outils principaux, le TRS et la matrice des pertes. Cette dernière fait l'inventaire de toutes les pertes et permet à la Direction de fixer les objectifs de gains sur les trois (03) ou cinq (05) années à venir et de nommer les responsables de projets. Chaque perte sera suffisamment fractionnée en ses différents facteurs pour rendre son étude efficace.

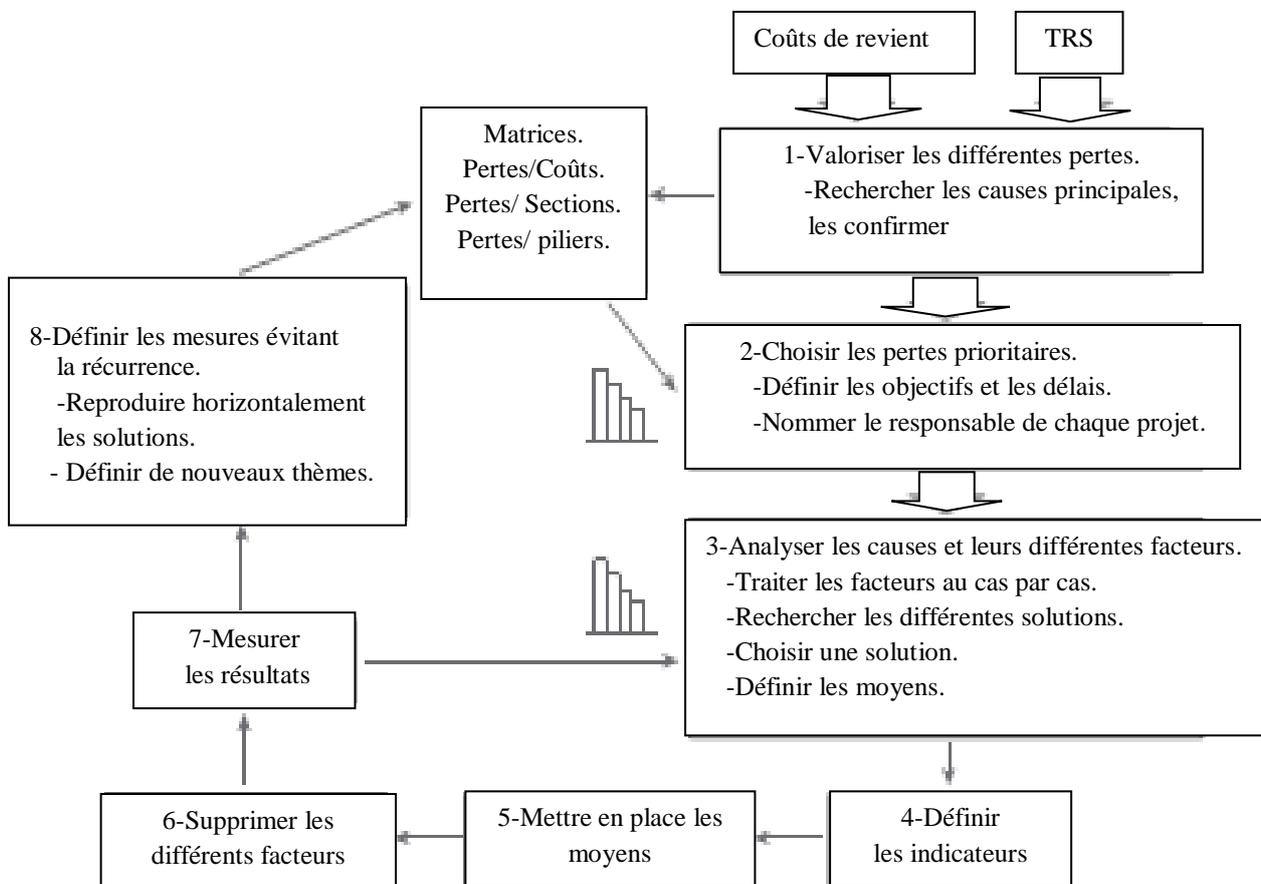


Figure 1.5 Méthodologie du pilier 1 [5]

Pilier 2 Maintenance autonome ou gestion autonome des équipements

Ce pilier a pour objectif essentiel d'utiliser les équipements dans leurs conditions de fiabilité intrinsèque. Cela exige le respect, par la production et la maintenance, de leurs conditions normales d'exploitation. En particulier, les opérateurs doivent être compétents et se sentir responsables de la bonne utilisation de leurs équipements (réglage, nettoyage) et de leur qualité (détection des anomalies et des signes avant-coureurs de problèmes et éventuellement capacité à les traiter). Cette responsabilité les touche directement, car il s'agit de la qualité de leur outil de travail. Pour chaque équipement, groupe ou ligne, ce pilier débute par une première étape, appelée inspection/ nettoyage, durant laquelle chaque anomalie est repérée par une étiquette qui sera maintenue sur l'équipement jusqu'à son traitement.

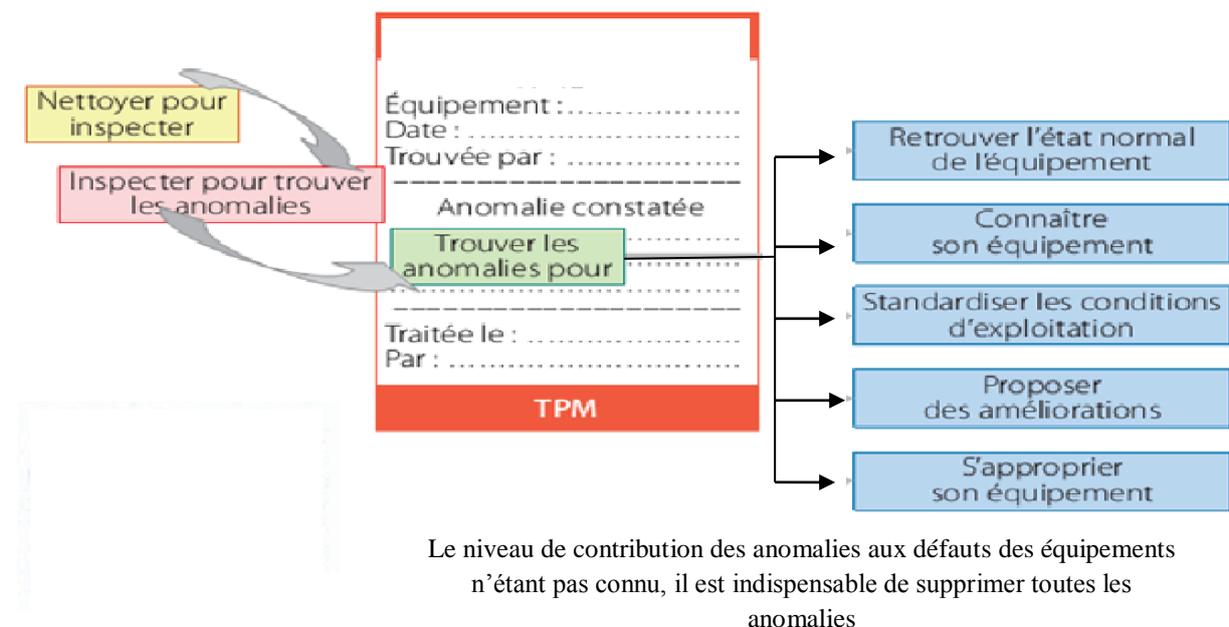


Figure 1.6 Inspection / nettoyage initial [4]

La figure 1.6 explique pourquoi cette « chasse aux anomalies » est primordiale. L'action des opérateurs et des techniciens de maintenance pour retrouver l'état normal des équipements est essentielle pour « voir les vraies causes de pertes » et mobiliser les hommes. Pour montrer que la participation des opérateurs dans la chasse aux anomalies et dans l'amélioration des conditions d'utilisation des équipements a une grande importance, la Direction doit réaliser rapidement les réparations ainsi que les bonnes propositions d'amélioration. Elle doit aussi accepter comme un investissement le temps consacré par les opérateurs à leur formation sur le terrain, à la résolution des problèmes en petit groupe ainsi que l'arrêt des équipements pour retrouver ou maintenir leur état normal.

Pilier 3 Maintenance planifiée

Pour limiter les imprévus occasionnés par les pannes et pouvoir planifier son activité, il est nécessaire que la maintenance développe une maintenance préventive.

Un plan de maintenance préventive efficace s'appuie sur des prévisions de fiabilité basées sur des statistiques et des probabilités ne s'appliquant qu'à des équipements ou procédés sous contrôle statistique, c'est-à-dire pour lesquels on a éliminé les causes spéciales de dégradation. La TPM montre bien que, tant qu'il existe des causes de dégradations forcées, la maintenance préventive est onéreuse et peu efficace, d'où l'importance du pilier 2.

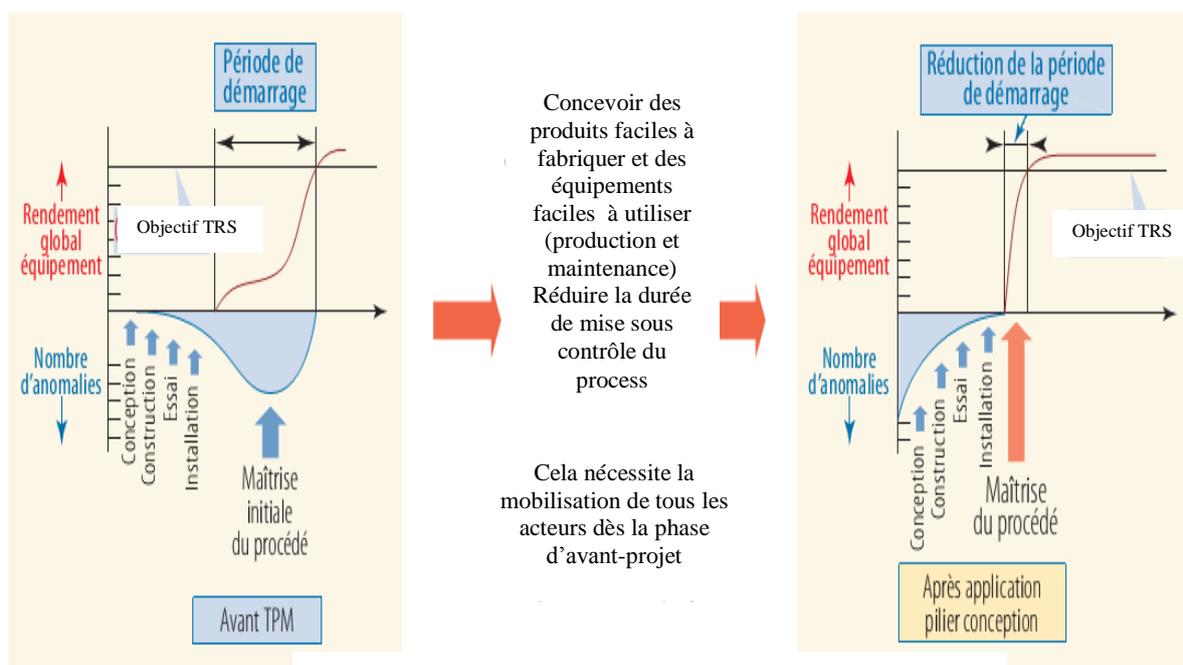
Pilier 4 Amélioration des compétences et du savoir-faire du personnel

Pour effectuer correctement un contrôle, un réglage, une inspection, les opérateurs ont besoin de comprendre le pourquoi de ce travail. Il faut donc leur fournir les connaissances expliquant ce pourquoi. Ensuite ils pourront participer à l'élaboration des standards qui définiront les normalités et le comment.

En TPM, les standards de nettoyage, d'inspection et de maintenance de premier niveau sont toujours provisoires, car l'objectif des opérateurs et des groupes de travail est de les simplifier, de les adapter et mieux de les supprimer en traitant la cause première du problème. L'amélioration des standards est la base du progrès continu, de l'innovation et du développement personnel des employés.

- **Obtenir les conditions idéales de la performance industrielle et les améliorer en continu**

Pilier 5 Maîtrise de la conception des produits et équipements



On ne doit plus réaliser de modifications des produits ou des équipements après leur phase de préindustrialisation

Figure1.7 Conception des équipements [4]

Ce pilier a pour objectif de concevoir rapidement des produits et des équipements en adéquation. Une inadéquation entre exigence produit et capacité machine est la cause de rebuts importants, de réglages fréquents, de changements de fabrication longs, de mauvais rendements matière et énergie, d'une sous-utilisation de la main-d'œuvre et des équipements. Le raccourcissement des cycles de vie des produits oblige, ceux-ci doivent être lancés rapidement et sans aléas sur le marché, ce qui nécessite de réduire les temps de mise au point des produits et des équipements.

La conception de produits faciles à fabriquer et d'équipements faciles à utiliser (production et maintenance) nécessite dès l'émergence de la première idée une communication ciblée et une conduite rigoureuse du projet, basée sur la maîtrise des ressources de production, le savoir-faire du personnel de production et de maintenance, la logique d'amélioration permanente.

Pilier 6 Maintenance de la qualité

Le développement des quatre (04) premiers piliers améliore la performance de production en supprimant les causes spéciales de dysfonctionnements. L'objectif du pilier 6 est de maîtriser la dispersion du processus, de rechercher, aux niveaux qualité, fiabilité, procédés, organisation, les conditions optimales garantissant une dispersion minimale et d'obtenir ainsi le zéro-défaut, le zéro-panne, le zéro-défaillance chronique, le zéro-« grain de sable».

« Une activité est sous contrôle statistique lorsqu'il n'existe plus de cause spéciale... Lorsque celui-ci est une chose acquise, les ingénieurs peuvent s'engager dans l'amélioration continue du processus et diminuer sa dispersion » (W. E. Deming).

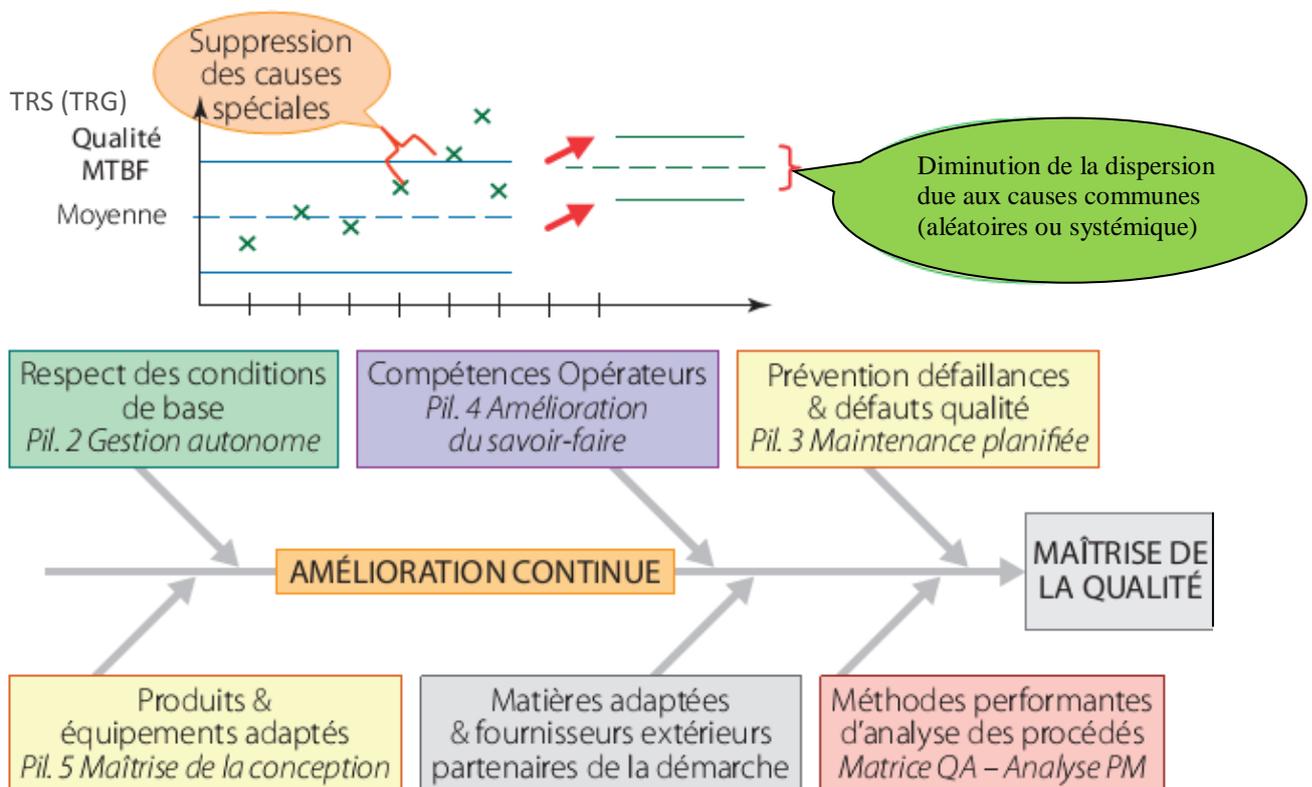


Figure 1.8 Maintenance de la qualité [4]

Cette recherche des conditions idéales rejoint la démarche 6 Sigma. Dans ce domaine, la TPM propose des outils innovants tels que l'analyse PM, la matrice QA, l'analyse 4M.

Pilier 7 TPM dans les services fonctionnels ou TPM dans les bureaux

Le développement de la TPM dans les services fonctionnels et la logistique est obtenu en développant trois (03) piliers:

- La chasse aux pertes (externes et internes à ces services)
- La maintenance autonome réalisée en utilisant les compétences des employés pour mettre en évidence les anomalies relatives aux conditions de travail, à la redondance de certaines actions, à la qualité des informations traitées.
- L'amélioration des compétences et du savoir-faire nécessaire au développement des deux (02) premiers piliers.

L'application de la TPM dans les services fonctionnels nécessite la volonté de la Direction et une certaine créativité. Son développement prouve au personnel de production et de maintenance que l'ensemble de l'entreprise est dans une démarche de progrès et a un effet boule de neige.

Pilier 8 Maîtrise de la sécurité, des conditions de travail et respect de l'environnement

L'accident se produit quand un état d'insécurité se combine à un comportement à risque.

En supprimant l'imprévu et le hasard dans les activités de production et en standardisant les méthodes de travail, la TPM permet d'obtenir le "zéro accident". [5]

En effet les différents piliers créent les éléments de la sécurité tels que :

- la standardisation du travail,
- la responsabilisation, implication,
- la rigueur,
- la communication,
- le savoir-faire – réflexe d'amélioration permanente,
- la suppression des « ennuis permanents »,
- le respect des équipements, de son travail et de soi-même.

Le tableau suivant visualise l'impact du Pilier 2 (gestion autonome) sur la sécurité.

Etapes du pilier 2	Objectifs	Contribution à la sécurité
1-Nettoyage/Inspection 2-Suppression des sources de salissures- amélioration de l'accessibilité 3- Définition des standards d'inspection 4- Inspection générale	Suppression des anomalies : fuites, projections matières, vibrations, bruits, état des équipements Rangement : matières, outillages Accessibilité : pour travail, nettoyage, contrôle Diminution des imprévus : pannes, incidents récurrents, microdéfaillances Standardisation des modes opératoires	Supprimer l'état d'insécurité
5- Maintenance autonome 6- Gestion autonome 7- Amélioration permanente	Comprendre le fonctionnement des équipements Améliorer les méthodes de travail et l'ergonomie Protéger soi-même, son environnement de travail	Supprimer les comportements d'insécurité

Tableaux 1.7 Impact de la gestion autonome sur la gestion [5]

D'autres paramètres ont un impact sur la sécurité tels que :

- la préparation des interventions de maintenance,
- la prise en compte de la sécurité, des conditions de travail, de l'accessibilité, des nettoyages et des contrôles au stade de la conception,
- l'amélioration du savoir faire par les leçons ponctuelles,
- la mise en place de patrouilles sécurité (chacun, du Directeur à l'opérateur consacre du temps pour observer l'espace de travail).

1.5 Etapes d'un programme TPM

Le lancement d'un programme de mise en œuvre de la TPM constitue au Japon une opération importante. En effet, la TPM couvre plus que la simple fonction maintenance ; il s'agit d'une entreprise qui est mise à contribution. La TPM commence d'abord par l'information de l'ensemble du personnel. Dans certaines grandes entreprises japonaises, un tel programme peut s'échelonner 2 à 4 ans. L'information et la motivation du personnel fait d'abord l'objet de divers séminaires auxquels participent les cadres et les techniciens [9].

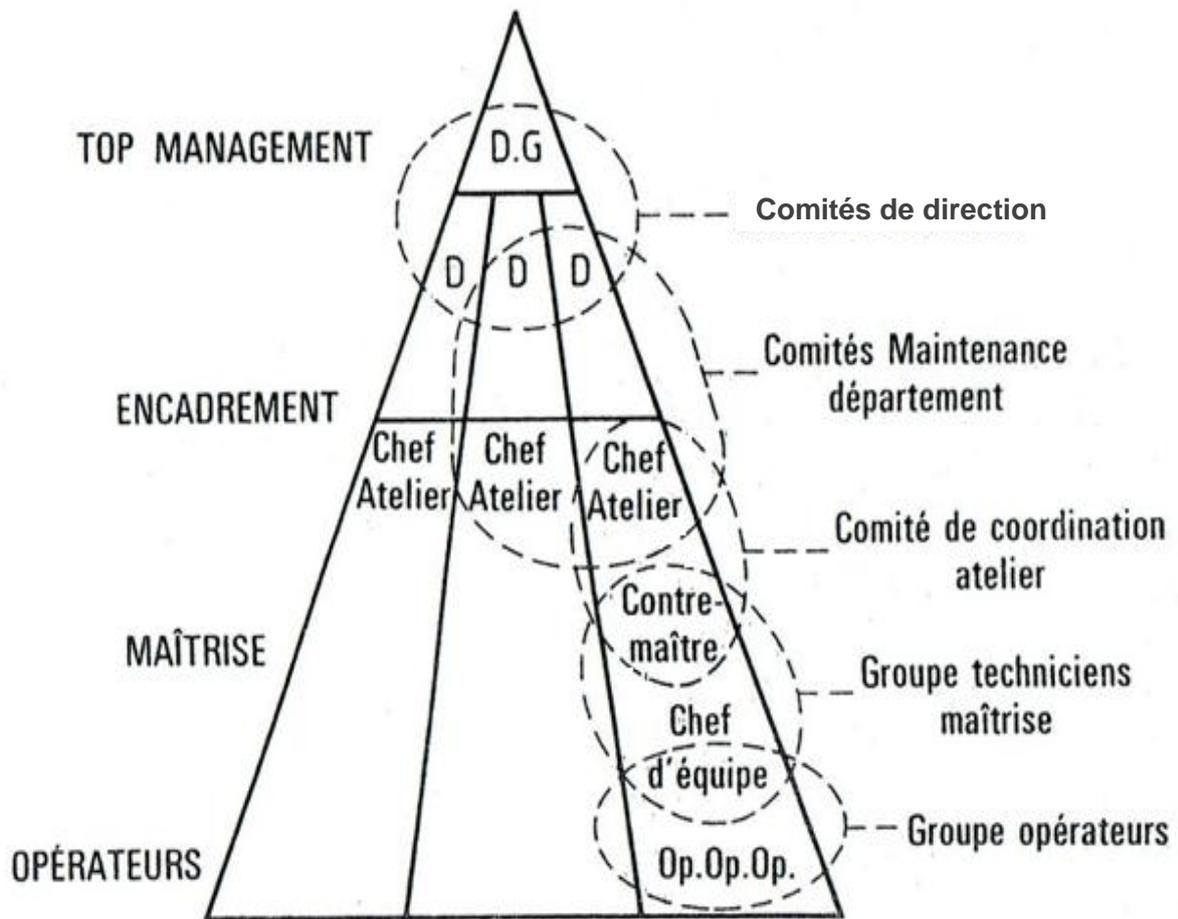


Figure 1.9 Structure de promotion de la TPM [9]

PHASES	ETAPES	POINTS-CLES
Travaux préparatoires	1 la Direction annonce sa décision d'introduire la TPM	Au cours d'un comité de Direction
	2 Campagne d'information sur la TPM	Séminaires pour les divers niveaux, groupes de travail
	3 Création d'une structure de promotion de la TPM	Groupes de travail spécialisés
	4 Définition des lignes d'action et des objectifs chiffrés	Objectifs techniques et économiques
	5 Etablissement d'un plan directeur	Plan détaillé
Début d'introduction	6 Lancement de la TPM	Inviter les clients, les filiales, compagnies associées...
Mise en œuvre de la TPM	7 Amélioration de l'efficacité de chaque machine	Sélection formation de groupes de projet
	8 Développement de la maintenance autonome	Méthode de base évaluation et certificat
	9 Optimisation de la gestion du service maintenance	Maintenance systématique prédictive, optimisation des règles, de la gestion des échanges
	10 Formation complémentaire des opérateurs à la maintenance	Stage pour les chefs d'équipes, qui retransmettent aux opérateurs
	11 Création d'un système de gestion de la conception des équipements	Prévention de la maintenance au stade de la conception « Life-Cycle-Cost »
Consolidation	12 Définition d'un nouveau programme TPM	Présentation au concours de maintenance. Définition d'objectifs plus ambitieux.

Tableau 1.8 Etapes d'un programme TPM au Japan [9]

Niveau	Participation	Durée	Buts poursuivis	Résumé du contenu	Animateurs
Direction	Top Management Directeur	2 jours	Comprendre la nature de la TPM et voir l'importance du rôle de la Direction à chaque étape du programme	-Caractéristiques de la TPM -Les 12 étapes d'un programme TPM. -Les piliers du développement de la TPM. -Rôle de la Direction dans le développement de la TPM.	JIPM
Cadres	Cadres	2fois 3 jours	Comprendre la nature de la TPM et maîtriser les méthodes spécifiques de la TPM	-Caractéristiques des 12 étapes du programme -Comment améliorer l'efficacité de l'entreprise -Le concept « zéro panne » -Le concept et la mise en œuvre de la « maintenance autonome » -Les méthodes évoluées de maintenance -Le management au stade de la conception -La « maintenance de qualité »	JIPM
Instructeur	Cadres ayant suivi le stage précédent	3 jours	Qualification comme instructeur au stage d'animateur de groupe	-Grandes lignes du stage animateur de groupe -Formation pratique -Présentation du guide d'instruction personnel	JIPM
Animation de groupe	Techniciens, animateurs de « petits groupe »	2 jours	Maîtriser les méthodes spécifiques de mise en œuvre de la TPM	-Qu'est-ce que la TPM. -Détermination de l'efficacité des équipements. -L'objectif « zéro panne » -Comment mettre en œuvre la maintenance autonome. -Les méthodes de maintenance. -La recherche de l'utilisation optimale des équipements.	JIPM

Tableau 1.9 Contenu des séminaires initiaux sur la TPM [9]

L'étape 10 du programme TPM concerne la formation complémentaire des opérateurs à la maintenance.

Il s'agit d'une formation échelonnée dans le temps, que reçoivent les chefs d'équipes, et que ces derniers retransmettent ensuite aux opérateurs.

Le programme de formation des opérateurs établi par la Japan Management Association comprend les sept (07) unités de formation suivantes :

- a) pneumatique 1 : tuyauteries, huileurs, filtres.
- b) pneumatique 2 : vannes, vérins.
- c) lubrifiants : types, usages.
- d) éléments constitutifs : boulons, écrou.
- e) électricités : détectrices de fin de course.
- f) énergie motrice : moteurs, réducteurs, transmissions.
- g) hydraulique : vannes, vérins.

Chaque unité de formation porte sur cinq (05) semaines et comprend les quatre (04) phases suivantes :

- A analyse des structures et fonctions.
- B mesures.
- C vérification avec formateur.
- D vérification sans formateur.

Comme indiqué précédemment, la formation porte d'abord sur les chefs d'équipes, qui la retransmettent ensuite aux opérateurs suivant le planning ci-après :

Semaines		1	2	3	4	5
Formation des chefs d'équipes	Phase durée (heures)	A 2	B 2	C 2	D 2	
Retransmission aux opérateurs	Phase durée (heures)		A >1.5	B >1	C >1.5	D >1.5

Tableau 1.10 Planning de formation des chefs d'équipe et les opérateurs [9]

La formation complémentaire des opérateurs dure ainsi trente cinq (35) semaines, à raison d'une (01) à deux (02) heures par semaine.

Avec la méthode TPM, le service maintenance libéré des opérations simples prises en charge par les opérateurs peut affiner sa gestion, en particulier en y appliquant les méthodes et les techniques de pointe.

1.6 Organisation de la TPM

La rigueur de l'organisation à mettre en place (figures 1.10 et 1.11) sera garante de la réussite de la TPM. [10]

La TPM s'organise autour des groupes suivants :

- le groupe TPM ;
- le groupe de pilotage ;
- le groupe de travail ou de résolution de problème ;
- le groupe de coordination.

Le groupe TPM est composé d'environ deux (02) à trois (03) opérateurs du secteur concerné ; un (01) correspondant maintenance, un (01) correspondant qualité, un (01) animateur et suivant les besoins, le groupe invite d'autres interlocuteurs. Il n'est pas souhaitable que, au démarrage, l'animateur soit le responsable hiérarchique du secteur.

Les fréquences des réunions sont, soit hebdomadaires, soit bimensuelles ; au-delà de cette fréquence, la pertinence et l'efficacité des réunions baissent fortement.

Le rôle de chacun des groupes TPM est d'analyser l'évolution du Taux de Rendement Synthétique (TRS) et des autres indicateurs puis, suivant les dysfonctionnements constatés, de les quantifier, de proposer des plans d'actions. Après décision du groupe pilotage, le groupe TPM suit la réalisation de la mise en œuvre de ces plans d'actions et vérifie si l'on a bien atteint les objectifs prévus.

Ces groupes TPM doivent aussi veiller à ce que leur communication visuelle soit pertinente, qu'elle soit à jour, qu'elle réponde aux besoins de l'ensemble de l'équipe. Fer de lance de la démarche, ils doivent aussi veiller à ce que les comportements individuels évoluent grâce à une participation active, dans la prise de parole en public, dans la rédaction des comptes rendus, puis l'animation des groupes. Les participants à ces groupes ont également un rôle de promotion vis-à-vis des personnes ne travaillant pas encore sous TPM.

Le groupe de pilotage est composé :

- du Directeur de l'entreprise ;
- des principaux responsables budgétaires et hiérarchiques ;
- des représentants de chaque groupe TPM (entre deux (02) à trois (03) représentants par groupe) ;
- éventuellement, d'un (01) intervenant extérieur pour animer les premières réunions.

Les réunions se tiennent mensuellement.

Le groupe de pilotage a deux (02) rôles complémentaires ; l'un vis-à-vis des groupes TPM, l'autre vis-à-vis de l'ensemble de l'entreprise.

- Vis-à-vis des groupes TPM, il doit les orienter en fonction des objectifs stratégiques de l'entreprise. Le groupe de pilotage doit apporter les moyens en valorisant les actions proposées et les résultats obtenus. L'écoute active des groupes TPM est aussi une marque de reconnaissance. La Direction apprend beaucoup de ces discussions car elle ne connaît malheureusement que rarement le détail des dysfonctionnements. C'est un véritable échange d'informations qui se produit lors de ces réunions et la Direction a une vision plus juste de la réalité du terrain.
- Vis-à-vis de l'ensemble de l'entreprise, le groupe de pilotage doit vendre cette démarche, faire voir qu'elle accepte les évolutions, l'autonomie, la prise de responsabilité dans des règles du jeu clairement définies. Le groupe de pilotage doit également assurer le développement à long terme de cette démarche afin de montrer à l'entreprise que la TPM est une démarche sérieuse et non une mode dont on ne parlera plus ultérieurement.

Le groupe de travail ou de résolution de problème est composé de :

- un (01) ou deux (02) représentants du groupe TPM ;
- un (01) ou deux (02) experts internes ou externes à l'entreprise ;
- un (01) animateur.

Ce groupe se réunit à la demande du groupe TPM.

Le rôle de ce groupe est de résoudre un problème ou un dysfonctionnement révélé et quantifié par le groupe TPM. Celui-ci ne peut pas avoir en son sein toutes les compétences ; il fait donc faire appel à des experts pour l'aider temporairement. Ce groupe est temporaire et fonctionne suivant son propre rythme, mais il rend compte au groupe TPM.

Le groupe de coordination est composé de un (01) ou deux (02) techniciens, suivant l'importance du développement de la démarche.

Ce groupe est utile en phase de démultiplication et d'extension de la TPM. En effet, dans certaines entreprises, on peut trouver plus d'une dizaine de groupes TPM qui fonctionnent simultanément. Il faut un guide, un référentiel pour capitaliser et faire en sorte que les groupes adoptent la même philosophie, les mêmes définitions, les mêmes supports.

Le groupe de coordination doit être le garant de cette démarche dans l'entreprise et assurer sa pérennité.

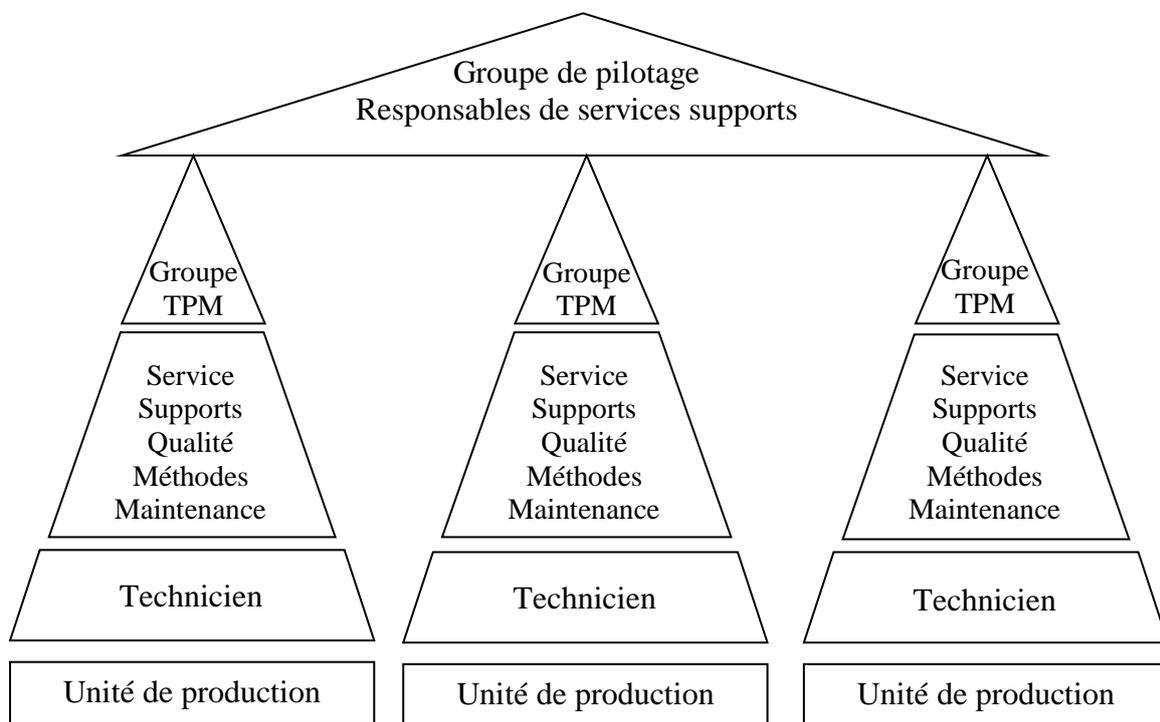


Figure 1.10 Exemple d'organisation TPM [10]

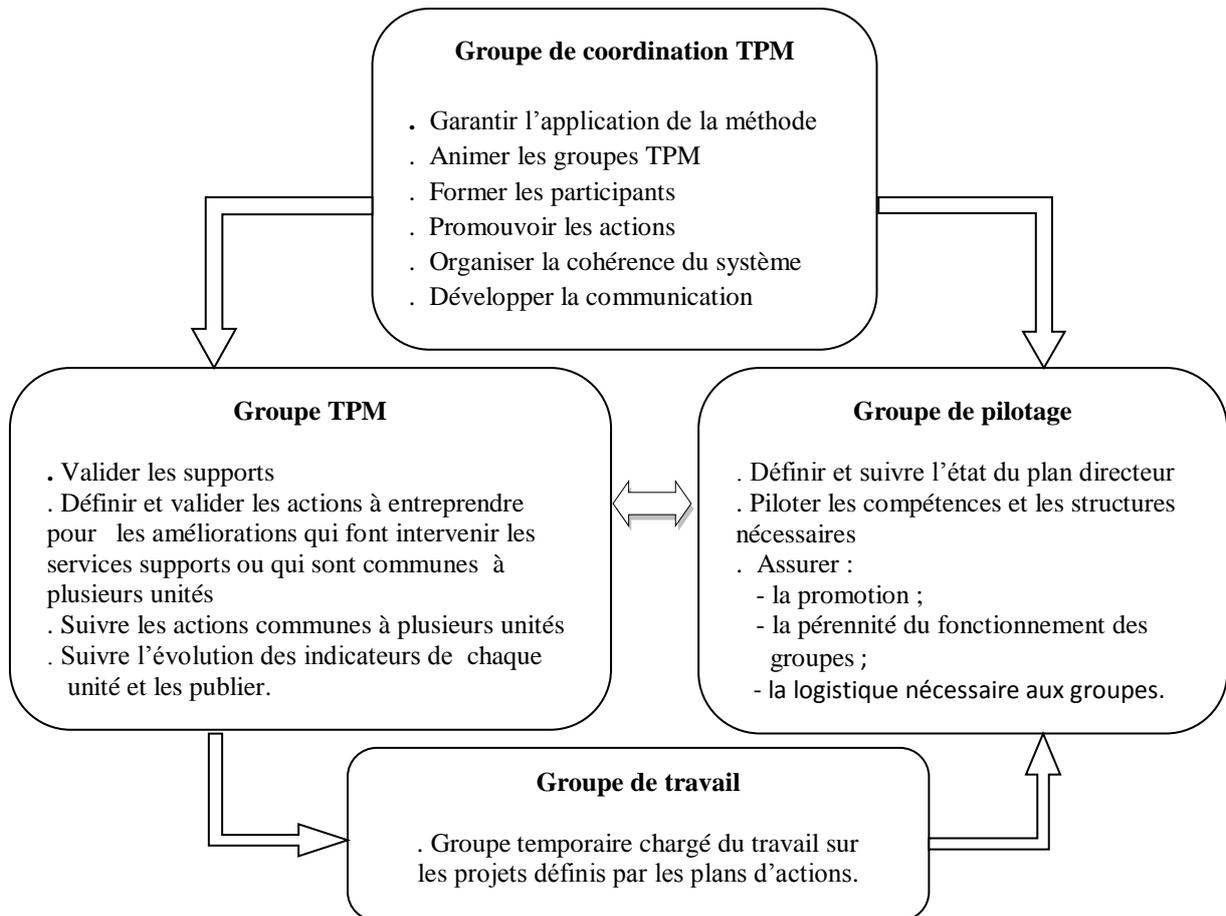


Figure 1.11 Rôle des groupes [10]

Conclusion

La TPM est un projet d'entreprise qui doit être intégré dans une politique à long terme.

C'est une démarche de progrès permanent, à petites pas mais de manière continue.

Plus qu'une démarche visant la performance économique de l'entreprise, la TPM implique un changement culturel et comportemental.

Toutes les entreprises quelques soient leur secteur d'étude et leur taille sont concernées par la TPM.

Chapitre 2

Méthodes d'optimisation de la maintenance et modélisation

Introduction

La complexité des marchés, des produits, des process, associée à la récession économique que vit le monde ces dernières années, a poussé les industriels à optimiser leurs moyens de production, à augmenter les performances des produits et leur qualité, avec le souci d'optimiser les coûts de maintenance.

Au vu de l'importance du processus maintenance et de son impact sur les performances de l'entreprise, plusieurs méthodes d'optimisation ont été développées. Elles permettent d'aider les responsables de maintenance à construire ou à modifier les stratégies de maintenance. L'optimisation de la maintenance apporte les éléments nécessaires pour anticiper les défaillances pour tous dysfonctionnements pouvant altérer les produits fabriqués ou le processus industriel.

2.1 Utilisation des réseaux de Pétri

Les réseaux de Pétri sont fréquemment utilisés pour la modélisation des performances des systèmes. Leur pouvoir d'expression est en effet bien adapté à un usage industriel.

Assez rares dans le domaine de la maintenance jusqu'à peu, on trouve désormais de plus en plus de travaux d'évaluation des performances de politiques de maintenance basés sur le formalisme des réseaux de Pétri stochastiques, bien souvent associé à la simulation de Monte Carlo. Cette combinaison offre l'avantage de décrire à la fois :

- des phénomènes aléatoires, comme par exemple l'occurrence des défaillances,
- des phénomènes déterministes, comme la réalisation des tâches de maintenance,
- des phénomènes discrets, comme l'apparition d'un événement,
- des phénomènes continus comme l'évolution de certains mécanismes de dégradation.

Ces caractéristiques en font une approche hybride, prisée par les travaux d'application à des cas industriels pour la représentation de système multi-composants dans différents domaines aux enjeux forts en sûreté de fonctionnement et en maintenance. [31].

2.2 Utilisation du modèle de Monte Carlo

Le modèle de Monte Carlo permet de représenter, à l'aide des informations disponibles, le comportement d'un système, le comportement de ses matériels, ainsi que les effets de la maintenance [31]. Cependant, comme tout modèle, il ne permet pas de représenter complètement la réalité. Aussi, pour prévoir l'évolution future du système en se rapprochant au mieux de la réalité, nous utilisons le principe de simulation de Monte Carlo. Cette méthode permet d'estimer les solutions d'un problème mathématique à partir des nombres aléatoires. L'appellation Monte Carlo vient du fait que le tirage de ces nombres se fait selon un principe similaire à celui de la roulette utilisée dans les casinos. Bon nombre de travaux de sûreté de fonctionnement se réfèrent à la simulation de Monte Carlo pour évaluer la disponibilité et la fiabilité de systèmes complexes. En effet, la méthode consiste à simuler un nombre important d'histoires indépendantes décrivant chacune le comportement dans le temps du système, de l'instant initial et pour un temps de mission fixe. Pour chaque histoire, on identifie les dates d'occurrence des différents événements possibles (évolution d'une dégradation, apparition d'un mode de défaillance, ...etc.), en effectuant un tirage aléatoire.

Connaissant les lois de distribution de chaque événement pouvant survenir, on peut simuler la date à laquelle chaque événement aura lieu. Chaque histoire reproduit ainsi une des évolutions

possibles du système, c'est à dire la séquence d'événements décrivant le comportement du système et les actions de maintenance effectuées.

Au cours de la simulation d'une histoire, on peut comptabiliser le nombre d'occurrences des différents événements et le temps passe dans les différents états possibles dans des compteurs associés. A la fin de la simulation de toutes les histoires, ces compteurs fournissent l'estimation statistique des quantités d'intérêt, en établissant, la moyenne sur le nombre total de simulations effectuées. Alors, en appliquant la simulation de Monté Carlo à un réseau de Pétri et en répétant un grand nombre de fois le tirage d'une valeur aléatoire, on peut évaluer le délai moyen associe au tir de la transition considérée.

2.3 Utilisation des réseaux de Bayes

Les réseaux Bayésiens sont des modèles graphiques interprétés à partir de systèmes experts probabilistes pour représenter des relations qualitatives et quantitatives entre plusieurs variables au travers de dépendances et de probabilités conditionnelles. Ils sont encore peu connus et utilisés en fiabilité mais tendent à émerger pour répondre à des problématiques d'optimisation des politiques de maintenance.

Plusieurs travaux sont menés pour l'identification à partir de jugements d'experts, des variables agissant sur la dégradation ou la défaillance d'un matériel, On peut donner aux réseaux Bayésiens une dimension dynamique. Cette caractéristique permet la modélisation de la fiabilité de systèmes complexes pour l'optimisation de stratégies de maintenance et la simulation de l'évolution du comportement d'un système dans une approche de pronostic.

Cette représentation semble se prêter à la description globale des différents phénomènes mis en jeu pour l'optimisation de la maintenance, tout en proposant une certaine originalité pour le recueil des données par interrogation d'experts. [31]

2.4 Utilisation de l'approche Markovienne

L'approche markovienne est la doyenne des méthodes mises en œuvre pour le traitement probabiliste des systèmes ou processus se comportant dynamiquement. On considère le système comme un ensemble de composants pouvant se trouver dans un nombre fini d'états de fonctionnement ou de panne. Généralement pour la méthode d'espace des états, le système est modélisé sous forme d'états : l'état i dans lequel se trouve le système à un instant t ne dépend que des états $(i-1)$ ou $(i+1)$. Le passage d'un état à un autre se réalise suivant une loi exponentielle, les taux de défaillance λ et de réparation μ sont souvent supposés constants. Les différents états de fonctionnement et de panne peuvent être représentés par un graphe où l'on fait apparaître la possibilité de passage d'un état à l'autre. C'est ce que l'on appelle un graphe de transition. [30]

Les probabilités de passage d'un état à l'autre caractérisent la disponibilité du système.

La probabilité de fonctionnement d'un système se stabilise vers une valeur constante au cours du temps si le système possède un régime permanent.

L'optimisation est basée sur le concept de maximisation du revenu global d'exploitation.

On dispose donc d'un ensemble d'états de composants qui, combinés, permettent de définir l'ensemble des états du système. Cet ensemble est divisé en deux (02) sous-ensembles :

- état de fonctionnement,

- état de panne.

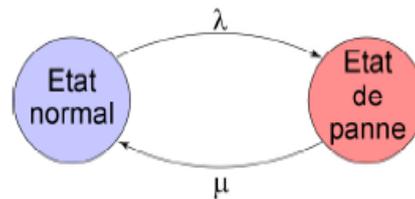


Figure 2.1 Modèle Markovien [30]

Ces états doivent être définis préalablement. Dans le cas de n composants « binaires », on obtient un nombre maximal de $2n$ états. Ensuite, il faut recenser toutes les « transitions » possibles entre les différents états du système en identifiant leurs causes.

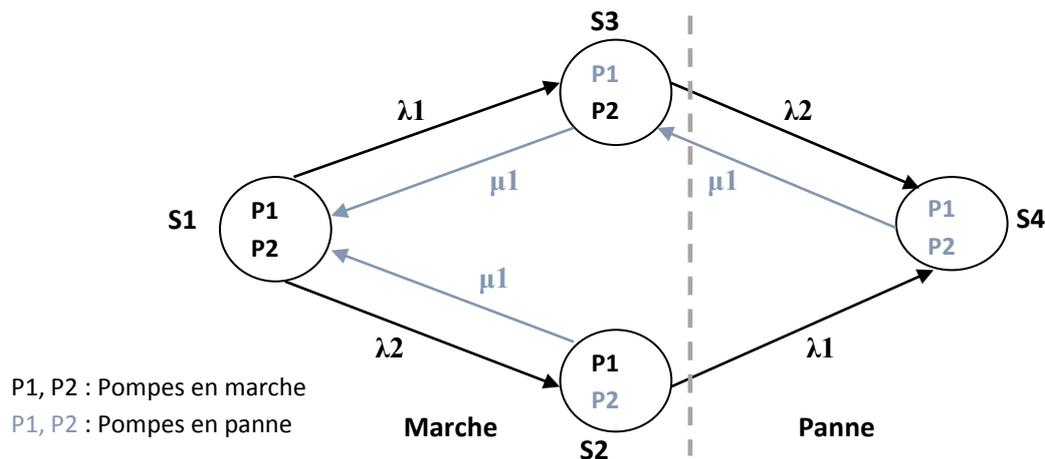


Figure 2.2 Exemple de graphe de Markov [30]

2.5 Optimisation par l'utilisation de la loi de Weibull

On peut optimiser la maintenance en caractérisant le comportement d'un système dans les trois (03) phases de vie : période de jeunesse, période de vie utile et période d'usure ou vieillissement. Dans sa forme la plus générale, la loi de Weibull décrit en général le comportement de la fiabilité d'une entité mécanique. Elle est caractérisée de façon générale par trois (03) paramètres qui sont :

- 1) le paramètre de décalage : noté γ , ce paramètre représente une origine temporelle pour cette loi. Il prend ses valeurs dans tout entier. Lorsque γ est négatif, l'entité peut être défaillante à l'instant initial $t = 0$.
- 2) le paramètre d'échelle : Il est noté α et prend ses valeurs dans (\mathbb{R}^{+*}) . Lorsque la loi de Weibull se ramène à une loi d'exponentielle, α est le temps moyen entre défaillances (MTBF) de l'entité.
- 3) le paramètre de forme : ce paramètre est noté β et prend ses valeurs dans (\mathbb{R}^{+*}) . Il impose la forme de la loi et, influe fortement sur la cinétique de dégradation de l'entité. Plus ce paramètre est grand, plus la dégradation est rapide. Les cas où $0 < \beta < 1$ correspondent à la période de jeunesse de l'entité.

Les cas où $\beta = 1$ correspondent à la période de maturité de l'entité. Cette période peut être

plus ou moins longue suivant le type d'entité ; elle détermine la forme aplatie ou recourbée de la courbe en baignoire représentant les variations du taux de défaillance.

Les cas où $\beta > 1$ correspondent à la période de vieillesse de l'entité.

En théorie de fiabilité, la loi de Weibull paramétrée par γ , α et β conduit à modéliser :

1. le taux de défaillance par :

$$\lambda(t) = \beta \frac{(t - \gamma)^{(\beta-1)}}{\alpha^\beta} \text{ pour } t \geq \max(0, \gamma) \quad (2.1)$$

2. la densité de probabilité de défaillance par :

$$-\frac{dR(t)}{dt} = \beta \frac{(t - \gamma)^{(\beta-1)}}{\alpha^\beta} \exp\left(-\left(\frac{t - \gamma}{\alpha}\right)^\beta\right) \text{ pour } t \geq \max(0, \gamma) \quad (2.2)$$

3. la fiabilité par :

$$R(t) = \exp\left(-\left(\frac{t - \gamma}{\alpha}\right)^\beta\right) \text{ pour } t \geq \max(0, \gamma) \quad (2.3)$$

La fonction disponibilité d'un composant dont la loi de fiabilité n'est pas exponentielle.

Ce cas de la loi exponentielle est très largement utilisé dans la littérature pour des raisons qui sont spécifiquement liées à sa structure. C'est une loi assez simple dans son utilisation et les manipulations mathématiques sont assez simples. Lorsque la loi de fiabilité n'est pas exponentielle mais que les taux de défaillance et de réparation du composant peuvent être exprimés analytiquement en fonction du temps, il est possible de déterminer sa fonction disponibilité.

2.6 Optimisation de la maintenance par les coûts (LCC)

Le Life Cycle Cost (LCC) correspond au coût global de possession ou bien le coût cumulé d'un produit tout au long de son cycle de vie, depuis sa conception jusqu'à son démantèlement [35]. Pour le déterminer, il faut tenir compte des coûts suivants :

- l'acquisition
- l'exploitation
- à la maintenance (y compris coûts indirects)
- à l'élimination du bien

$$LCC = V + D + C + E \quad (2.4)$$

tel que :

- V = Investissement initial (Frais d'études, coût de passation commande, frais de logistique, coût de l'équipement)
- D = Dépenses d'exploitation (énergie, consommables, main d'oeuvre)
- C = Coûts de maintenance y compris coûts indirects
- E = Coût d'élimination, prix de revente

Les coûts indirects de maintenance sont constitués de :

- Perte de production (main d'ouvre à l'arrêt, non-qualité, arrêts induits, micro-arrêts ou micro-pannes, mode dégradé, perte matière, perte de confiance, perte de productivité, conséquence sur les ventes, coût de non sécurité, etc.)
- Pénalités / Automaintenance

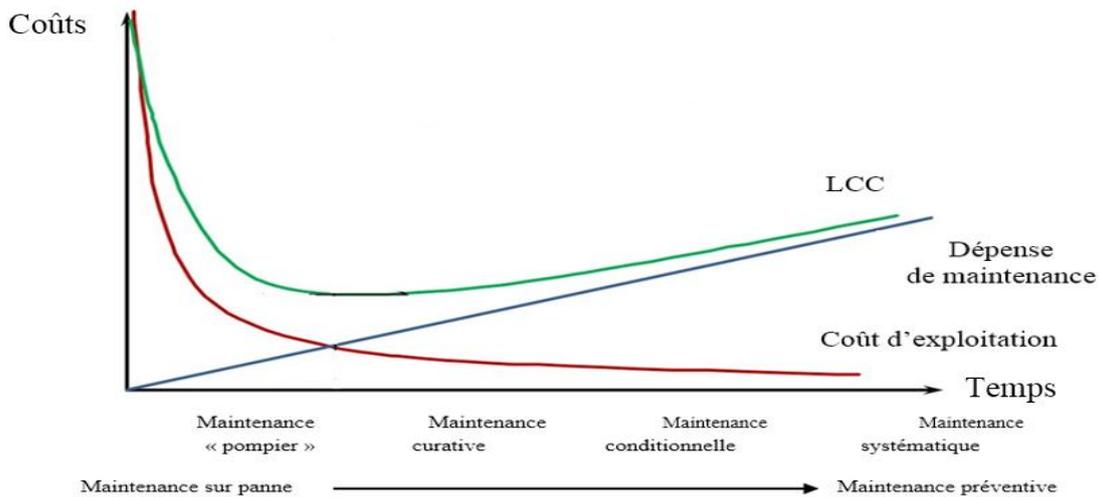


Figure 2.3 Exemple d'un programme de maintenance basée sur le LCC [35]

2.7 Optimisation de la maintenance par l'AMDEC

Les coûts de la maintenance se composent essentiellement en deux (02) composantes : les coûts directs et les coûts indirects.

L'étude AMDEC permet principalement d'optimiser les coûts indirects. En effet elle constitue une méthode de diagnostic intelligente dans la mesure où elle permet de prévoir un certain nombre de faiblesses, de défauts, d'anomalies et de pannes au niveau de l'ensemble des éléments qui concourent à la fabrication d'un produit. [17]

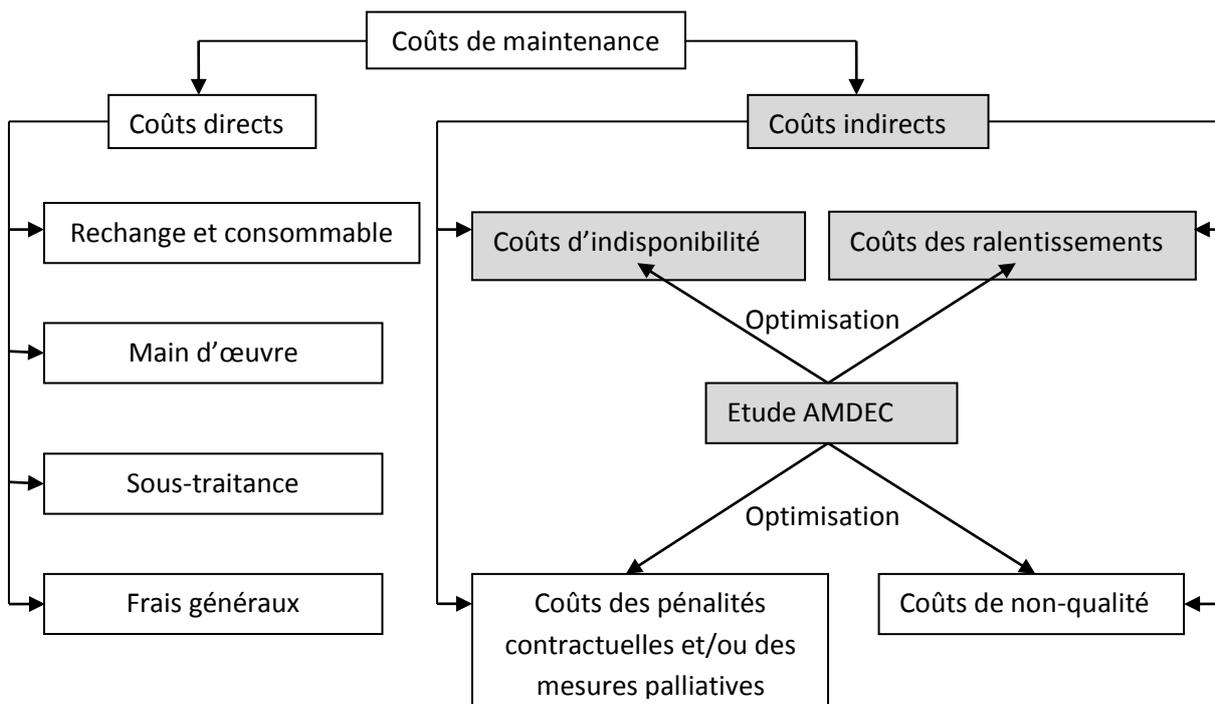


Figure 2.4 Optimisation des coûts de maintenance par l'AMDEC [17]

2.8 Optimisation de la maintenance par la MBF

La MBF est une méthode destinée à établir un programme de maintenance préventive permettant d'améliorer progressivement le niveau de disponibilité des équipements critique. L'objectif de la MBF est de proposer aux entreprises une méthode structurée permettant d'établir un plan de maintenance sélectif à partir de la criticité des équipements, puis de leurs défaillances identifiées, cela à partir d'une démarche participative afin d'améliorer la disponibilité des équipements. L'objectif principal est clair : améliorer la disponibilité des équipements sélectionnés comme critiques par leur influence sur la sécurité, sur la qualité et par leur impact sur les flux de production. Améliorer la disponibilité implique la réduction des défaillances techniques par la mise en place d'un plan préventif "allant à l'essentiel", mais aussi la réduction des durées de pertes de production par une nouvelle répartition des tâches entre production et maintenance [25].

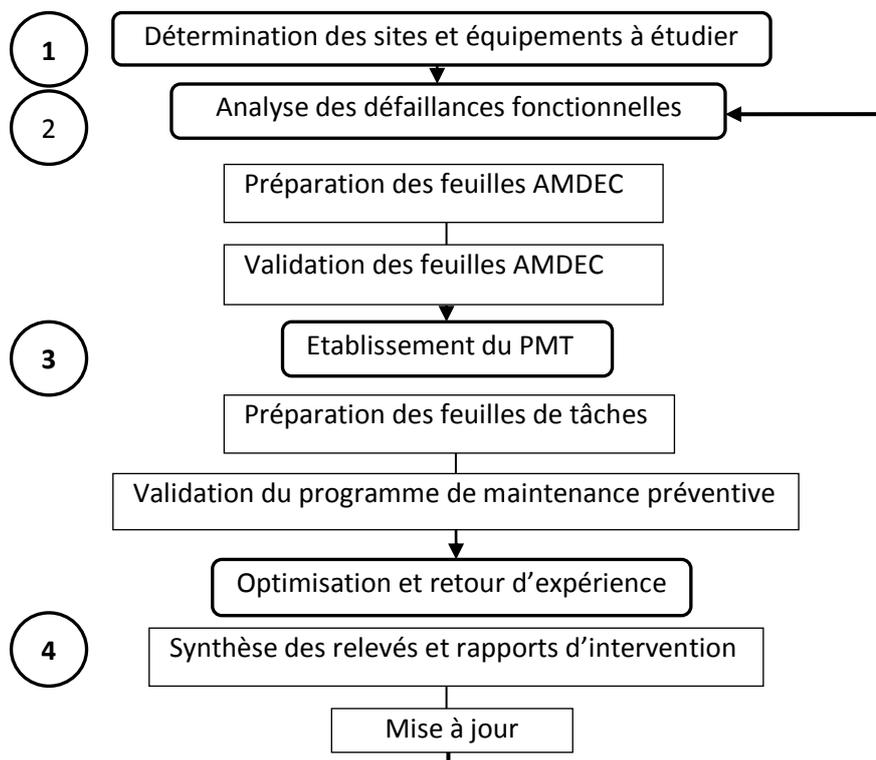


Figure 2.5 Etapes principales de la méthode MBF [25]

Le "MBF groupe équipement" est chargé du recueil des données sur le terrain. Il comprend des personnes venant des services production et maintenance qui connaissent le mieux l'équipement étudié. Après l'analyse de l'équipement par un groupe pilote, il valide et définit les actions de maintenance à entreprendre et élabore les actions préventives à mettre en place ainsi que leur répartition entre la production et la maintenance.

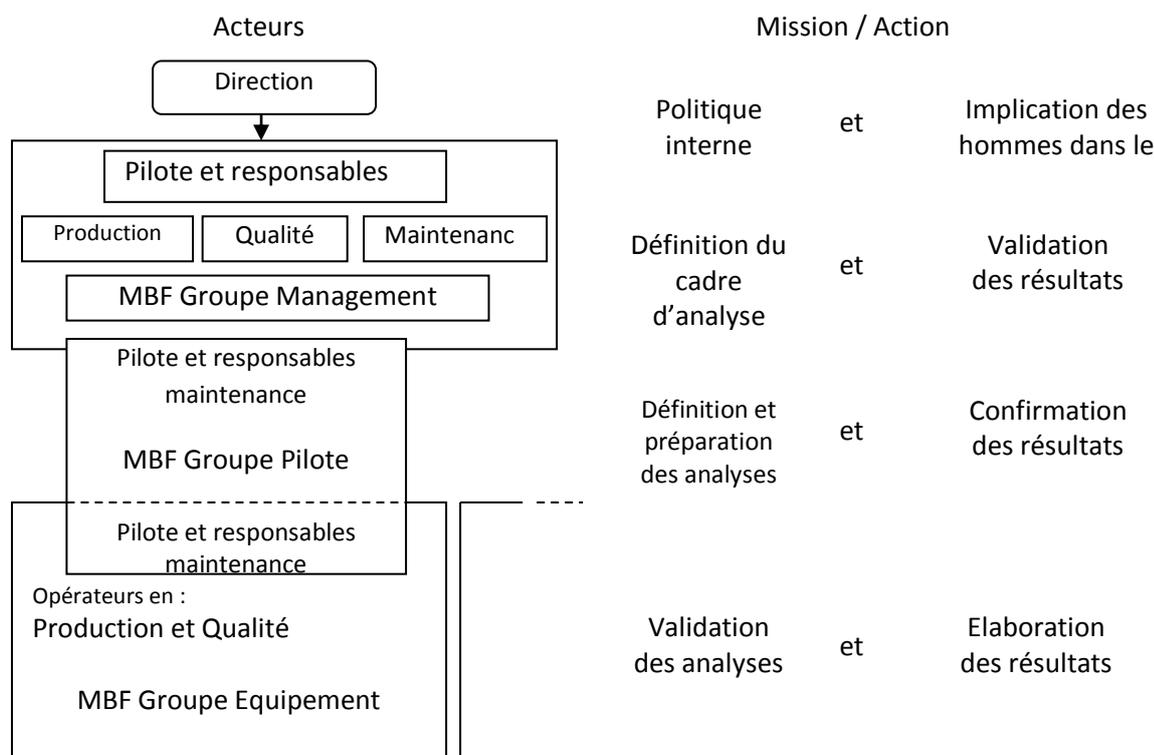


Figure 2.6 Acteurs de la démarche MBF [25]

2.9 Optimisation de la maintenance par la TPM

La stratégie Total Productive Maintenance (TPM) a été initiée au Japon dans les années 1970 et s'inscrit dans une stratégie du zéro défaut, zéro délai, zéro stock et zéro panne.

Elle met l'accent sur l'organisation des ressources productives pour améliorer la disponibilité des équipements qui, par définition est « l'aptitude d'un bien à être en état d'accomplir une fonction requise dans des conditions données, à un instant donné ou durant un intervalle de temps donné, en supposant que la fourniture des moyens extérieurs est assurée » [20].

Sommairement, la TPM a pour objectifs :

- d'améliorer l'efficacité du service maintenance (maintenance préventive, systématique ou conditionnelle, la Gestion de la Maintenance Assistée par Ordinateur - GMAO),
- de mettre en place l'automaintenance,
- de suivre quantitativement la productivité des équipements en améliorant le Taux de Rendement Synthétique (TRS),
- d'améliorer la productivité globale des équipements sur tout le cycle de vie.

2.10 Optimisation de la maintenance par une approche Lean

L'entreprise doit définir la stratégie de maintenance la plus adéquate lui permettant d'atteindre la performance requise de son système de production. Dans ce contexte, les objectifs de Lean ont été intégrés aux objectifs de la maintenance afin de formaliser un nouveau concept : le Lean maintenance.

Le concept « Lean maintenance » est relativement nouveau introduit dans la dernière décennie du 20^{ème} siècle, mais les principes sont établis dans la TPM. La théorie de Lean maintenance est un concept de maintenance avancée et la méthode vise à minimiser le phénomène de gaspillage [36].

2.11 Optimisation de la maintenance par le management de la qualité

Les méthodes analytiques ont permis de hiérarchiser les équipements et leurs composantes en fonction de leur criticité et de détecter, à chaque niveau de l'arborescence du système, les défaillances potentielles qui risquent d'affecter sa sûreté de fonctionnement, durant tout le cycle de vie. Il s'agit maintenant de faire des choix stratégiques sur la part de prévention à organiser ; le but est de minimiser les conséquences des événements dangereux ou simplement pénalisant, voire les éradiquer, ou d'accepter certains risques et de les maîtriser. Il existe actuellement de nombreuses méthodes parfaitement éprouvées, certains cas simples pouvant se limiter au moins à leurs principes et à la logique de raisonnement qui les conduit. Les méthodes les plus utilisées et les plus efficaces pour les processus de maintenance sont : les 5S, les 5M, la MBF, la TPM, le RBI.

2.12 Optimisation de la maintenance par la GMAO

La Gestion de la Maintenance Assistée par Ordinateur (souvent abrégée en GMAO) est un outil destiné aux équipes de maintenance, son but étant d'être un outil de suivi, de planification et d'optimisation du service maintenance [37].

Une GMAO vise en premier lieu à assister les services maintenance des entreprises dans leurs missions. Un service de maintenance, selon la définition de l'AFNOR, cherche à maintenir ou à rétablir un bien (équipement) dans un état spécifié afin que celui-ci soit en mesure d'assurer un service déterminé. Une GMAO peut également être utile dans d'autres services de l'entreprise, comme la production ou l'exploitation (afin de fournir des informations sur l'état des équipements), ainsi que la direction financière ou générale de l'entreprise, en fournissant des indicateurs facilitant les prises de décisions en matière de renouvellement de parc, par exemple.

Ainsi, les fonctions les plus courantes de ces progiciels sont :

- Gestion des équipements : inventaire des équipements, localisation, gestion d'informations dédiée par type d'équipement (production, bâtiments, véhicules, réseaux, ordinateurs, etc.)
- Gestion de la maintenance : corrective (avec OT : Ordre de Travaux, ou BT : Bon de Travaux, ou ODM : Ordre De Maintenance), préventive (systématique, conditionnelle, prévisionnelle), etc. Ce module comporte souvent des fonctionnalités ouvertes à des utilisateurs au-delà du service de maintenance, comme une gestion des Demandes d'Intervention (DI), permettant à toute personne autorisée de l'entreprise de signaler une anomalie devant être prise en considération par la maintenance.
- Gestion de la mise en sécurité des installations pour les travaux de maintenance : consignation, centralisation, autorisation de sécurité, déconsignation, etc., pour permettre le verrouillage optimal d'une installation pendant des opérations de maintenance.
- Gestion des stocks : magasins, quantités minimum ou maximum de réapprovisionnement, analyse ABC, listes de sélection, référencement et recherche, articles de rechange, catalogue fournisseurs, etc.
- Gestion des achats : de pièces détachées ou de services (sous-traitance, forfait ou régie), cycle devis / demande d'achat / commande / réception & retour fournisseur, facturation, etc.
- Gestion du personnel et planning : activités, métiers, planning de charge, prévisionnel, pointage des heures, etc.

- Gestion des coûts et budget : de main d'œuvre, de stocks, d'achat, de location de matériel, etc., préparation des budgets, suivi périodique, rapports d'écart, etc.
- Indicateurs clés de performance (Key Performance Indicators, KPI) : cockpit de pilotage ou tableau de bord pour le manager (requêtes de base de données concernant des statistiques, des alertes, etc.).

2.13 Avantages et inconvénients des méthodes d'optimisation de la maintenance

Méthodes	Avantages	Inconvénients
Utilisation des réseaux de Pétri	<ul style="list-style-type: none"> - Fort pouvoir descriptif - Possibilité d'analyser le comportement d'un système en présence d'une défaillance - Permettent de calculer les probabilités et les statistiques ainsi que la prise en compte des événements aléatoires comme l'occurrence de défaillances - Outils performant de modélisation, d'analyse et d'évaluation des systèmes - Support graphique, - Possède des propriétés analytiques. 	<ul style="list-style-type: none"> - Lecture difficile parfois, - Provoque parfois des erreurs lors la représentation graphique - Nécessite des outils de simulation performants, donc coûteux.
Utilisation du modèle de Monte Carlo	<ul style="list-style-type: none"> - Calcule des quantités déterministes - Calculs des prix des options en finances, - Méthode très puissante en termes de modélisation des systèmes complexes. 	<ul style="list-style-type: none"> - Temps de calcul assez important - Risque d'erreur n'est pas négligeable - Simulation assez compliquée.
Utilisation des Réseaux de Bayes	<ul style="list-style-type: none"> - Incorporation de connaissance sur le domaine - Permet de modéliser les relations non-déterministes - Associe les probabilités aux prédictions, ce qui est utile dans les nombreux domaines où les connaissances sont incertaines 	<ul style="list-style-type: none"> - Nécessite des probabilités dont la détermination requière typiquement de grandes quantités de données ou plusieurs connaissances a priori, - Nécessite un coût de calcul relativement élevé - La compréhension des réseaux peut devenir difficile
Utilisation de l'approche Markovienne	<ul style="list-style-type: none"> - Plusieurs méthodes probabilistes utilisent le modèle de Markov - Fondée sur des processus de temps continus - Interprétation directe des résultats 	<ul style="list-style-type: none"> - Difficile, s'il y a une explosion combinatoire du nombre d'états susceptible d'être occupés par le système dont on souhaite modéliser le comportement - Impossibilité de traiter des opérations de synchronisation ou de parallélisme entre processus
Optimisation par l'utilisation de la loi de Weibull	<ul style="list-style-type: none"> - Son paramètre d'échelle α permet de contracter ou de dilater à volonté l'échelle des temps - Facilite l'utilisation grâce à la transformation d'Allain Plait - Outils à la fois simple, puissant et d'un maniement aisé - Existence du logiciel-Résultats précis par calcul. 	<ul style="list-style-type: none"> - Résultats peu précis par graphique - Calculs longs et lourds parfois

Optimisation de la maintenance par les coûts (LCC)	<ul style="list-style-type: none"> - Permet l'optimisation du coût global d'un système sur l'ensemble de son cycle de vie - Existence des logiciels - Vision globale de l'impact environnemental 	<ul style="list-style-type: none"> - Difficulté majeur d'estimation des différents coûts intervenant durant le cycle de vie d'un équipement - Manque de précision - Valeurs obtenues pouvant difficilement être utilisées
Optimisation de la maintenance par l'AMDEC	<ul style="list-style-type: none"> - Maintenance préventive poussée - Optimisation des tâches de maintenance préventive - Intéressante pour la sûreté de fonctionnement 	<ul style="list-style-type: none"> - Ne permet pas d'avoir une vision croisée des pannes possibles et de leurs conséquences - Ne permet pas de tenir compte des phénomènes dynamiques - La qualité d'une AMDEC est liée à l'exhaustivité des modes de défaillances identifiés
Optimisation de la maintenance par la MBF	<ul style="list-style-type: none"> - Démarche rationnelle et structurée - Gain économique - Amélioration de la disponibilité - Hiérarchisation des défaillances des tâches de maintenance préventive qui simplifie la prise de décision et le pilotage de maintenance - Fiabilité maximale obtenue - Maintenance sélective à partir de la criticité des équipements 	<ul style="list-style-type: none"> - Exige une vision globale (systémique) de l'entreprise pour inclure tous les facteurs contribuant de façon significative à des frais de productivité par réduction des coûts de maintenance - Risque de manque d'informations
Optimisation de la maintenance par la TPM	<ul style="list-style-type: none"> - Amélioration de la productivité - Amélioration de la qualité - Amélioration du taux de livraison grâce au respect du planning plus facile - Amélioration de la satisfaction des employés 	<ul style="list-style-type: none"> - Représente un grand effort - Mobilise l'entreprise pendant longtemps - REX difficile
Optimisation de la maintenance par une approche Lean	<ul style="list-style-type: none"> - Réduction des sources de gaspillages - Amélioration des lignes de production 	<ul style="list-style-type: none"> - Possibilité dégradation des conditions de travail associées au mode d'organisation en Lean Maintenance
Optimisation de la maintenance par le management de la qualité	<ul style="list-style-type: none"> - Diminution des coûts de maintenance - Augmente MTBF - Diminue MTTR - Diminution des accidents et de l'absentéisme 	<ul style="list-style-type: none"> - N'est pas évident toute seule - Ne tient pas compte des contextes sociaux culturels
Optimisation de la maintenance par la GMAO	<ul style="list-style-type: none"> - Connaissance complète des équipements - Partage des connaissances - Amélioration du retour d'expérience (REX) - Amélioration de la planification des interventions - Traçabilité, complète des interventions - Meilleure maîtrise des coûts 	<ul style="list-style-type: none"> - Délais de mise en place trop importants - Logiciel trop consommateur de temps - Coûts trop élevés

Tableau 2.1 Tableau récapitulatif des avantages et des inconvénients des méthodes d'optimisation de la maintenance

Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présenté les principales méthodes d'optimisation de la maintenance utilisées dans le comportement et la modélisation des performances de systèmes. L'utilisation des réseaux de Pétri, assez rare dans le domaine de maintenance, est bien adaptée à l'usage industriel. Le modèle de Monte Carlo permet de représenter le comportement des matériels mais ne permet pas de représenter complètement la réalité. Les réseaux de Bayes sont encore peu connus et utilisés en fiabilité mais tendent à émerger pour répondre à des problématiques d'optimisation des politiques de maintenance. Quant à l'utilisation de l'approche Markovienne, elle est la doyenne des méthodes mise en œuvre pour le traitement probabiliste des systèmes ou processus se comportant dynamiquement. D'autre part, la maintenance peut être optimisée par les coûts (LCC) et l'AMDEC ainsi que par le management de la qualité (complémentarité MBF/TPM), l'approche Lean et la GMAO. Enfin, nous pouvons souligner que l'intégration de la maintenance en production est assurée grâce à l'abolition de la frontière production/maintenance, à l'état d'esprit, à une meilleure organisation de la relation production/maintenance ainsi qu'à la pratique de l'automaintenance et des 5S.

Chapitre 3
Optimisation de la maintenance
par la TPM

Introduction

La recherche de performance dans les systèmes industriels actuels conduit à intégrer de plus en plus les différents services dans une même gestion globale. C'est particulièrement le cas des fonctions production et maintenance.

La maintenance productive totale (TPM) est un concept nouvellement défini de la maintenance qui s'intègre à part entière au processus de production. Ce concept consiste, également à maximiser la performance des équipements, la disponibilité et la qualité de l'équipement avec la participation de tout le personnel de l'unité productive en question.

3.1 Intégration de la méthode TPM dans l'ensemble du management de l'entreprise

La méthode japonaise TPM qui vise essentiellement à réduire au maximum les coûts de production en améliorant les équipements en service, vise également à réduire les délais de mise en place des équipements nouveaux afin d'en optimiser le coût global d'acquisition et d'utilisation, voire à concevoir des équipements de production, simples et fonctionnels, spécialement adaptés aux tâches prévues [9].

En fait, la méthode TPM s'intègre dans l'ensemble des méthodes de management des entreprises japonaises de pointe, avec :

- Le TPS, ou Total Production System, visant à l'intégration des machines du processus de production, depuis l'implantation des machines jusqu'au produit, reposant sur la rationalisation des processus, des produits, de l'ordonnancement, en particulier par la méthode Kanban, en vue aussi de réduire systématiquement les coûts de fabrication, suivant de la figure 3.1.
- Le TQM, (Total Quality Management), où l'objectif qualité est étendue à la totalité des membres du personnel, ainsi qu'aux délais et aux coûts (figure 3.2).

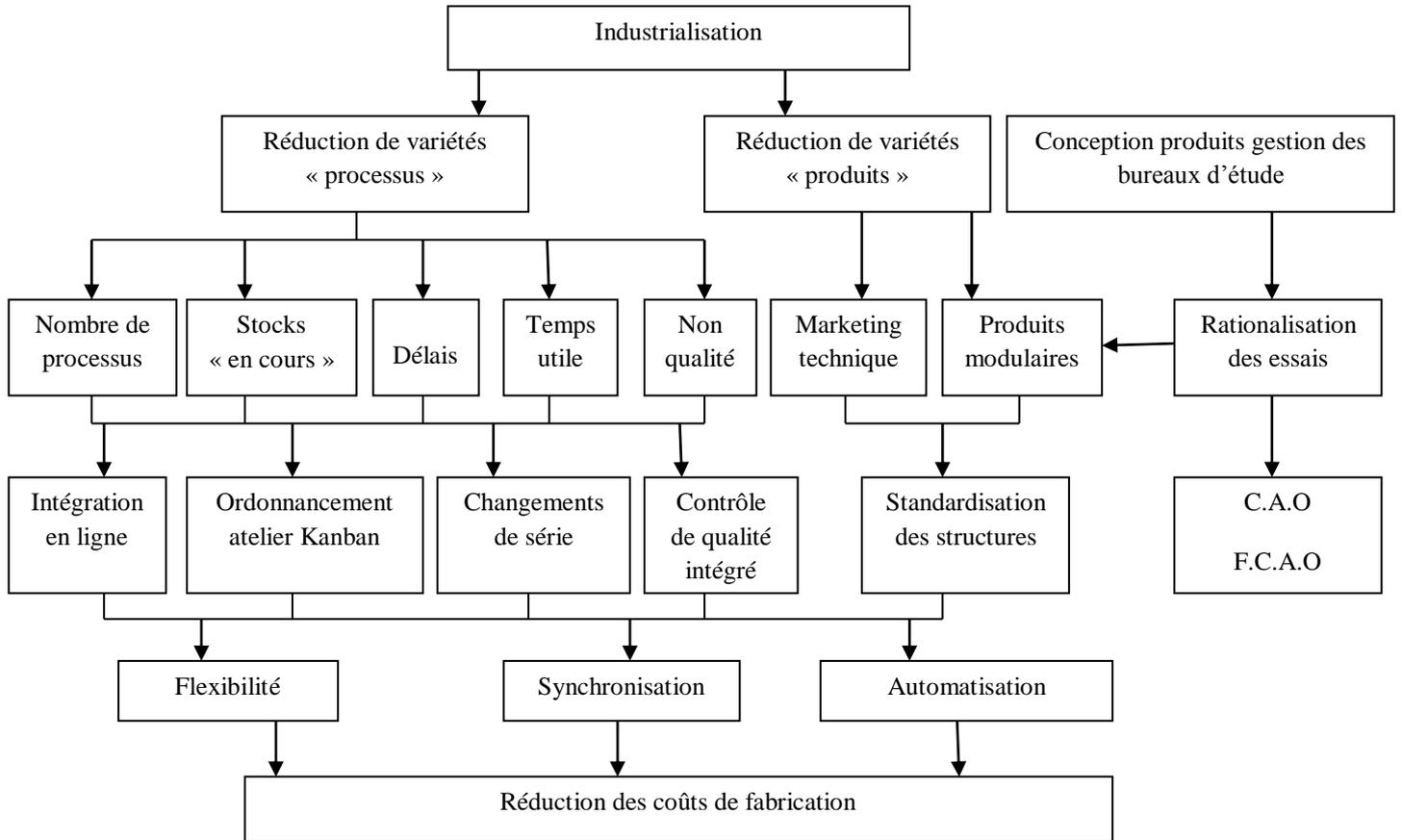


Figure 3.1 Intégration de la TPM dans le management de la maintenance [9]

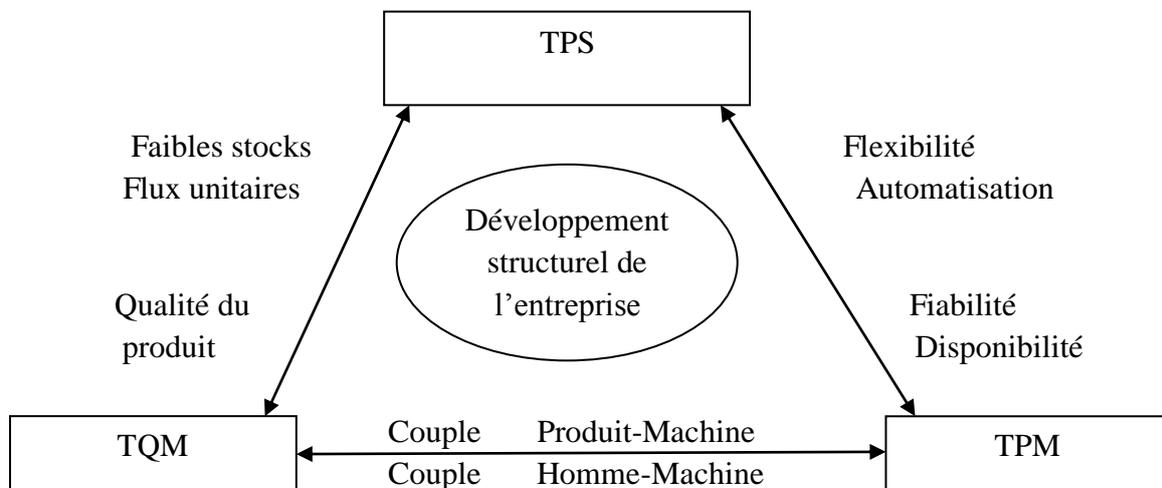


Figure 3.2 Schéma d'intégration du TPS [9]

3.2 Conditions d'intégration de la maintenance en production

3.2.1 Abolition de la frontière production/maintenance

L'homme de maintenance est fréquemment l'homme d'une seule technique, alors que la défaillance d'une machine ignore les frontières entre la mécanique, l'électricité et l'électronique. Face à son collègue d'une autre spécialité, le professionnel de maintenance est presque aussi gauche que l'homme de production l'est avec lui. La collaboration est donc difficile non seulement entre fabrication et maintenance mais entre spécialistes de la maintenance [14]. Pourtant, la production et la maintenance doivent aller dans le même sens et associer leurs efforts dans la recherche du meilleur rendement de l'outil de production.

Il s'agit de s'entraider dans le cadre de projets communs ayant pour thèmes l'élimination des défauts de conception, une utilisation sans erreurs des équipements, une réparation parfaite de toutes les anomalies de fonctionnement et surtout une volonté de vivre ensemble la maintenance.

3.2.2 Évolution de l'état d'esprit

Le premier message à faire passer est celui qui se trouve dans la philosophie de la maintenance productive totale : « Tout homme de cette entreprise est un homme de maintenance ». La contribution de chacun au bon fonctionnement de l'outil de production est l'axiome de base. Ce n'est pas seulement l'affaire de spécialistes : la prévention des pannes se fait à tous les niveaux. La deuxième idée force est celle d'une communauté d'intérêts dans la résolution des problèmes de dysfonctionnements : tant l'utilisateur que le mainteneur détiennent des éléments, des informations pour progresser vers le Zéro panne, vers le Zéro indisponibilité ; le travail en équipe est enrichissant pour les deux (02) parties. La résolution des problèmes est de plus en plus l'affaire d'équipes multidisciplinaires dans lesquelles avec des méthodologies appropriées, chacun apporte ses connaissances, ses expériences et ses idées.

3.2.3 Organisation de la relation production/maintenance

Il convient en un premier temps de codifier les échanges par l'intermédiaire, non d'une procédure d'organisation, mais par des contrats internes de maintenance qui définissent les résultats à atteindre et les modalités prévues pour y arriver.

La liaison avec le client producteur doit s'appuyer sur des rencontres ni trop fréquentes ni trop espacées qui permettent de faire le point sur les travaux particuliers à lancer et sur les problèmes rencontrés. Hebdomadaire, cette réunion a un caractère planning alors que la réunion quotidienne est tournée vers le règlement des problèmes de dernière minute.

Ces réunions ont aussi un rôle capital dans la définition des dates et heures de mise à disposition des machines pour exécution des travaux programmés. Là surgit un problème de l'organisation maintenance où périodiquement il est important de faire un check-up complet de l'équipement pour devancer d'éventuelles dégradations internes. Dans tous les cas, les règles de mise à disposition des installations pour maintenance, autres que celles forcées par la panne, doivent être très claires. Tout intervenant est tenu de faire systématiquement un rapport, écrit ou verbal, à la fin de l'intervention en fournissant les quelques conseils de redémarrage ou d'utilisation des installations lorsqu'un équipement est arrêté pour réparation,

maintenance préventive ou modification, les utilisateurs du matériel sont généralement occupés à d'autres tâches et ne participent pas aux travaux de maintenance.

La répartition entre production et maintenance des tâches à exécuter lors d'un arrêt de machine contribue au développement de l'esprit et des compétences maintenance. Il est vrai qu'au nom de l'efficacité immédiate, on refuse ce dispositif qui comporte pourtant de nombreux avantages : donner le temps aux personnes de production d'observer les modes de travail, de découvrir les installations, conférer aux agents d'entretien une mission de formation, apprendre à travailler ensemble...

La sensibilisation au coût des interventions est aussi importante. Il est évident qu'une méconnaissance des coûts par le fabricant conduit à des excès. Deux (02) moyens, pour les éviter : ne pas hésiter à valoriser toute demande de la fabrication, établir un devis en quelque sorte. Tout atelier de fabrication doit posséder un budget de dépenses maintenance qu'il contrôle (directement ou indirectement via les rapports du service maintenance) et dont il est responsable. Enfin, la maintenance doit être fortement impliquée dans les processus.

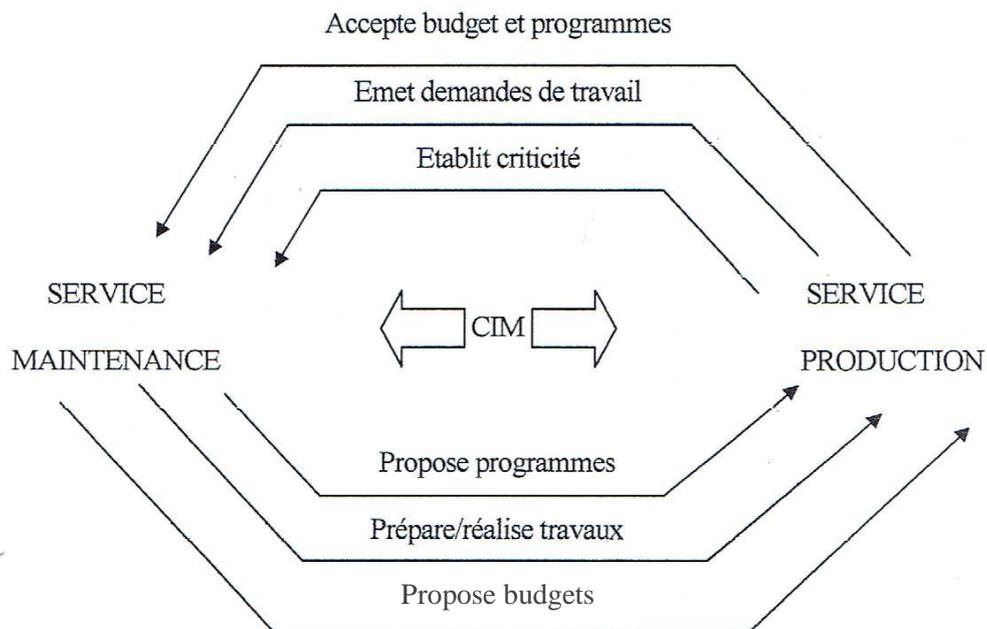


Figure 3.3 Relation production/maintenance [14]

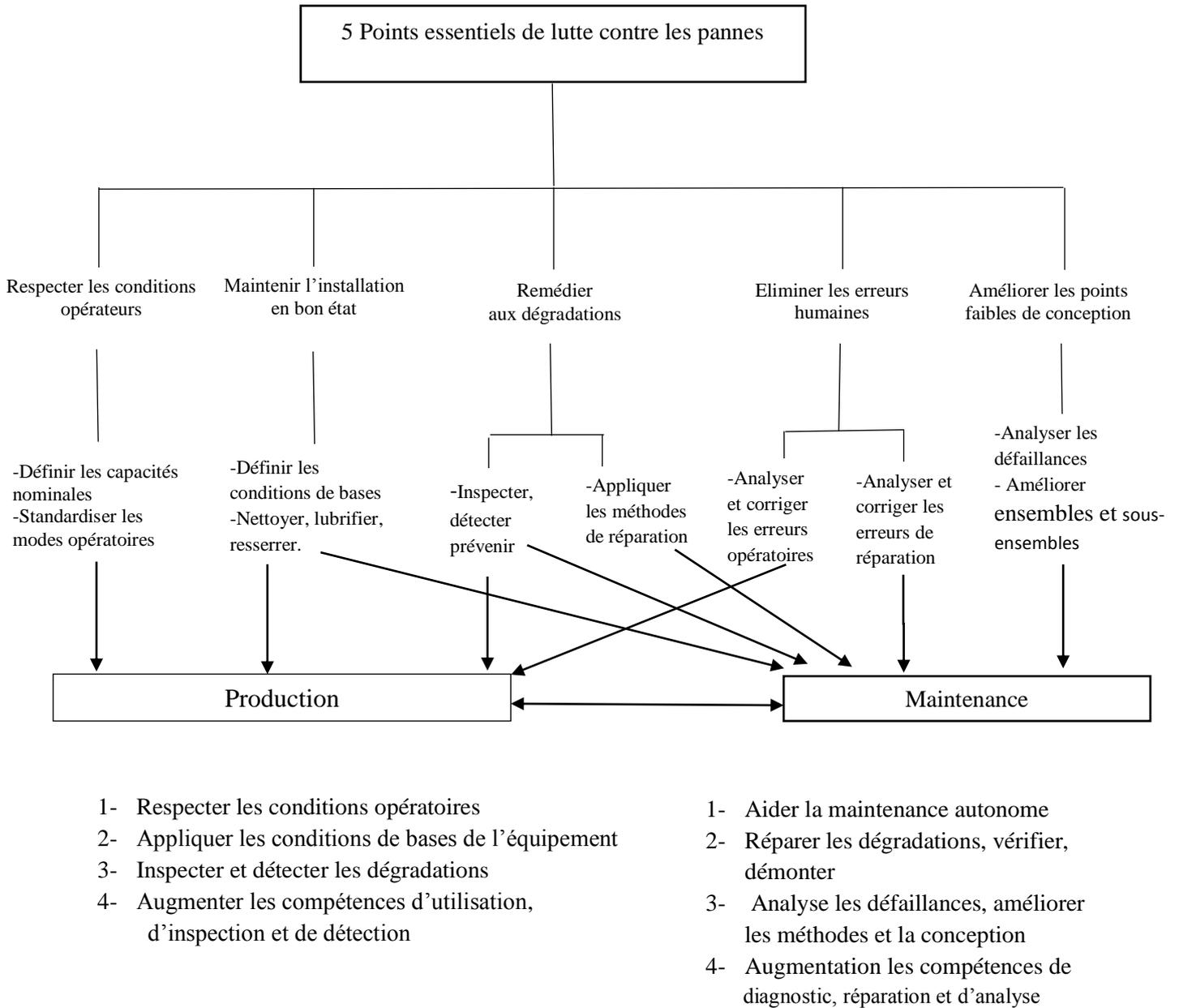


Figure 3.4 Rôle des services production et maintenance [14]

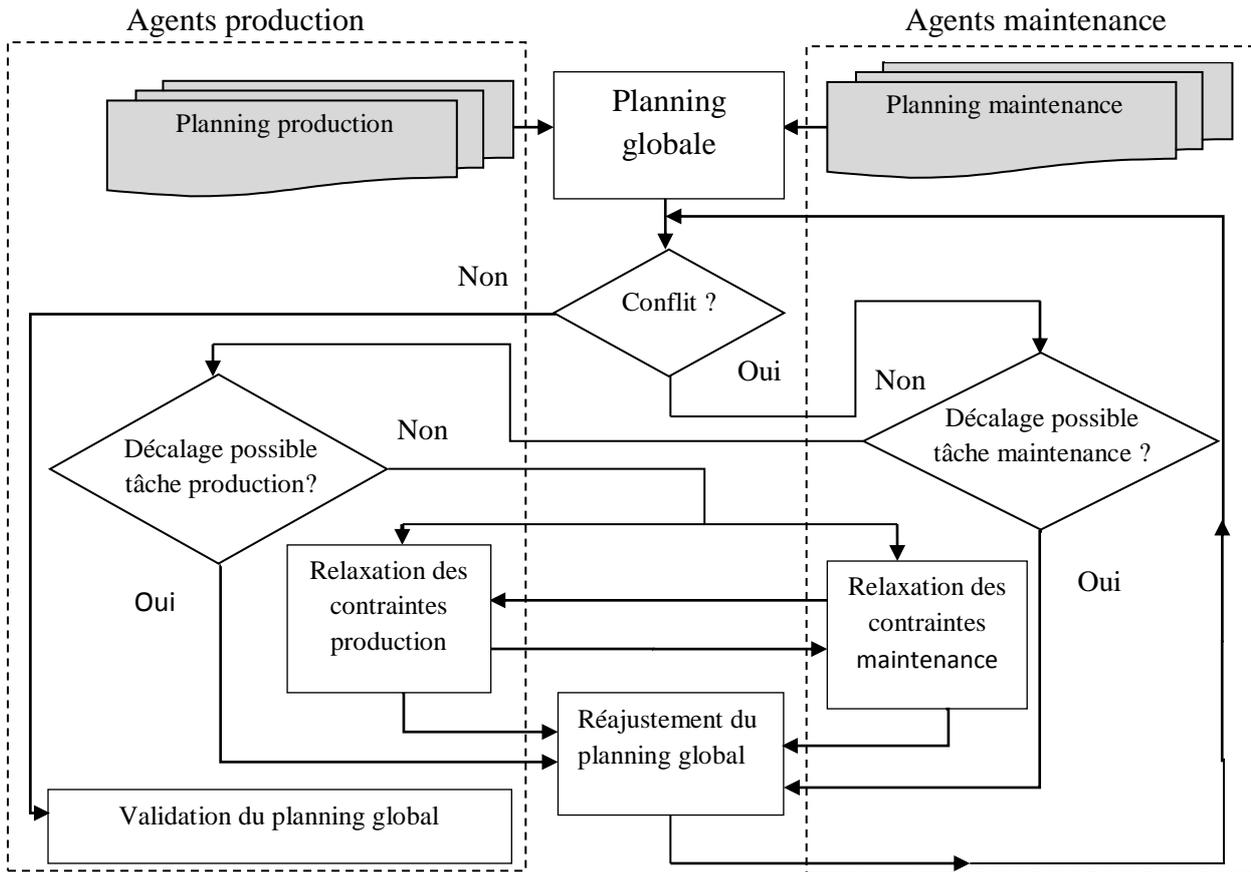


Figure 3.5 Processus de négociation entre les agents production et maintenance [29]

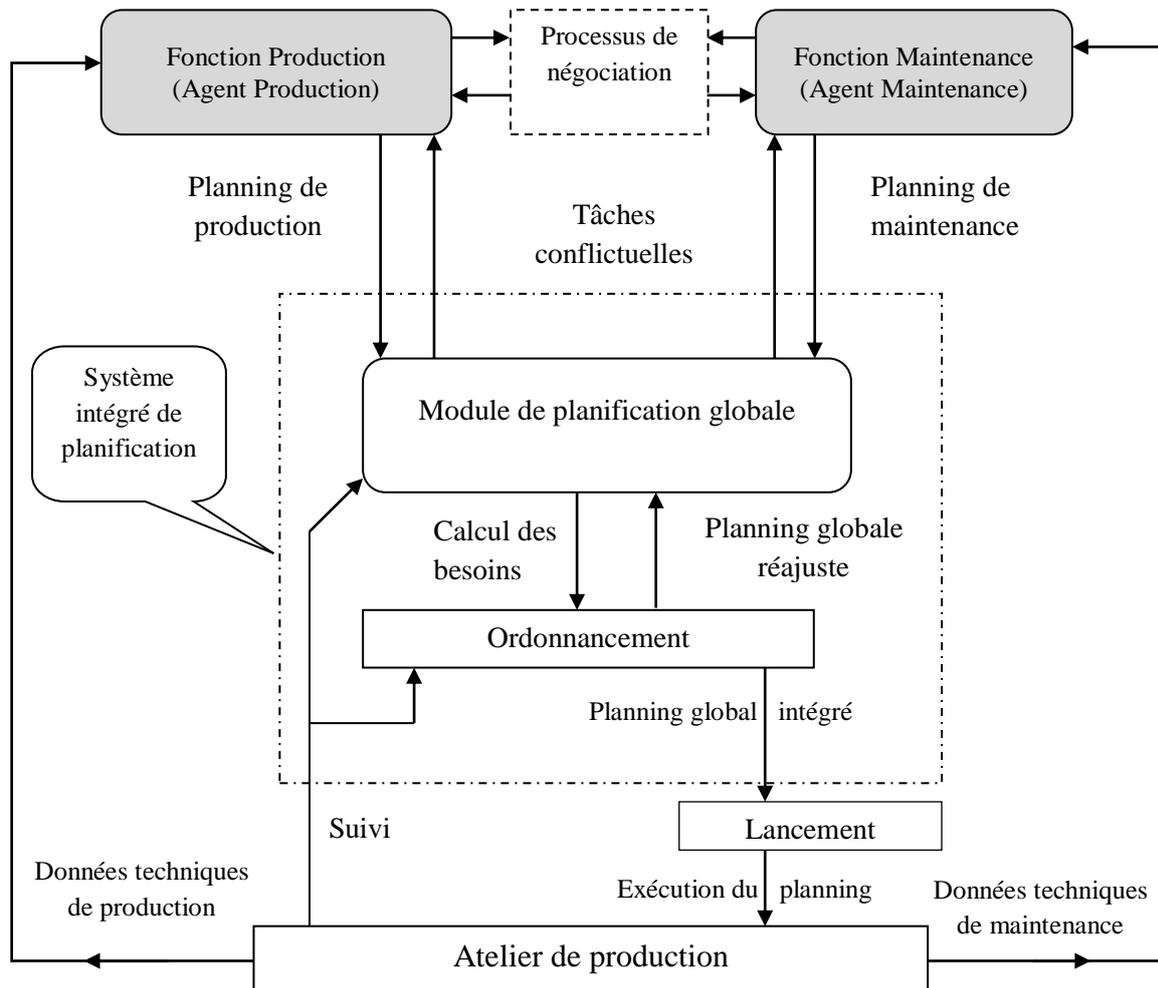


Figure 3.6 Architecture du système de planification globale [29]

3.3 Amélioration systématique des équipements par la TPM

La TPM a pour but d'éliminer les pertes. Nous donnons quelques idées clés de la TPM [20] :

- minimiser les pertes en temps réel, par action rapide des équipes autonomes d'opérateurs polyvalents chargés de la conduite, de l'autoqualité et de l'automaintenance sur leur chantier ;
- supprimer les causes de pertes par la réflexion en temps différé d'un groupe polyvalent et pluridisciplinaire, pouvant prendre la forme d'un cercle de qualité ou d'un groupe d'analyse de panne. Ce groupe de réflexion-action a la charge du diagnostic de la perte ciblée, puis de la proposition d'axe d'amélioration (fiabilisation technique et organisation principalement).

Les mesures de TRS mettront en évidence les progrès obtenus, affichés sur le chantier ;

-mettre en œuvre les cinq (05) mesures antipanne:

- ✓ satisfaire les conditions de base (nettoyage, lubrification, resserrage,...) ;
- ✓ respecter les conditions d'utilisation ;
- ✓ remettre en état toutes les dégradations ;
- ✓ améliorer les déficiences de conception ;
- ✓ prévenir les déficiences humaines ;

-les actions amélioratives précédentes, suivant leur nature, peuvent concerner aussi bien la production-exploitation que la maintenance et la qualité, ce partage de responsabilité étant fédéré par l'objectif commun : produire mieux pour satisfaire le client.

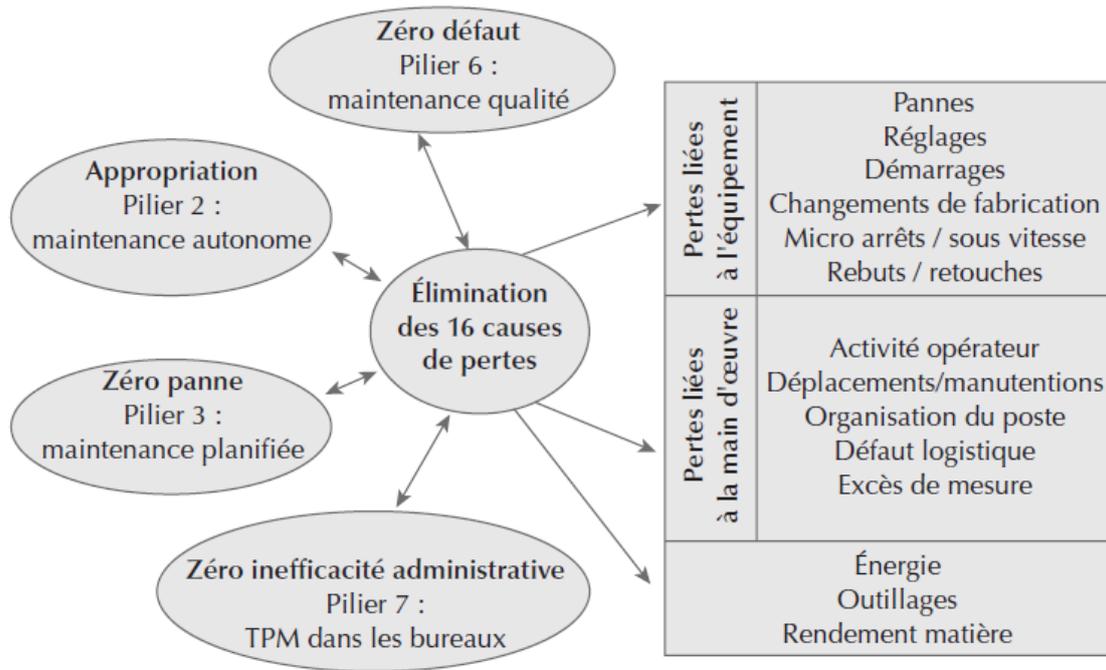


Figure 3.7 Stratégie de la décomposition des 16 pertes par la TPM [5]

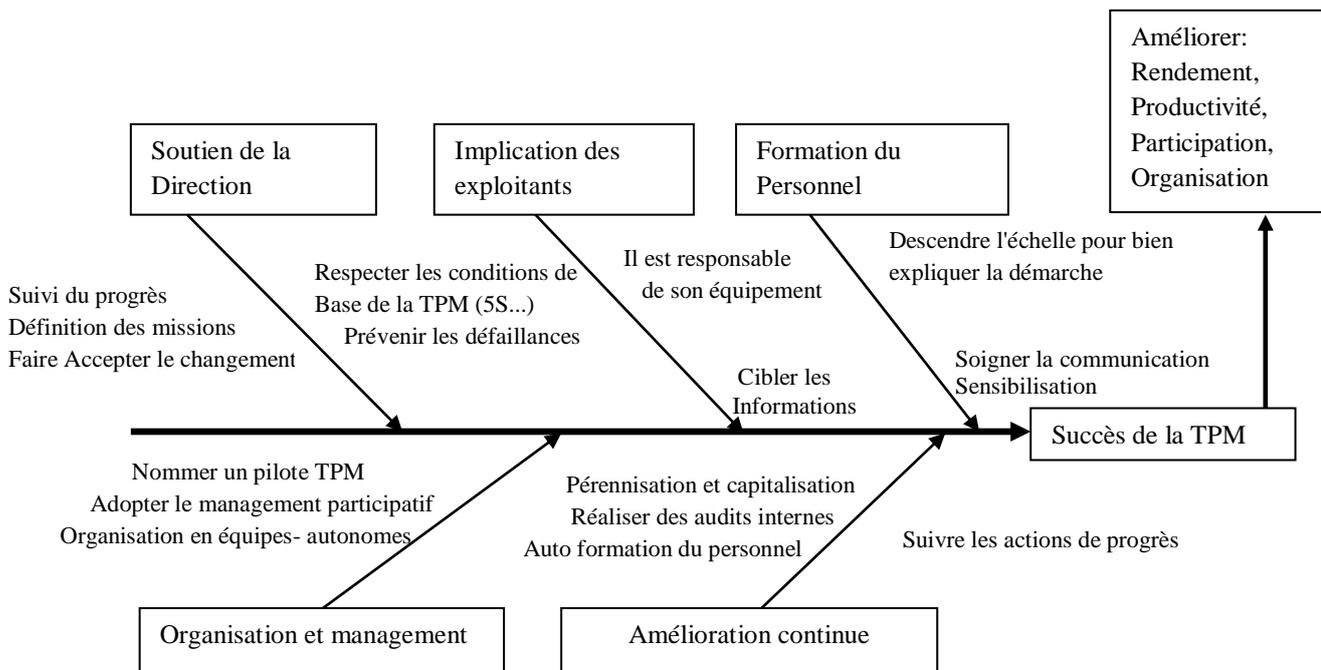


Figure 3.8 Cinq (05) principaux facteurs de succès de la démarche TPM [26]

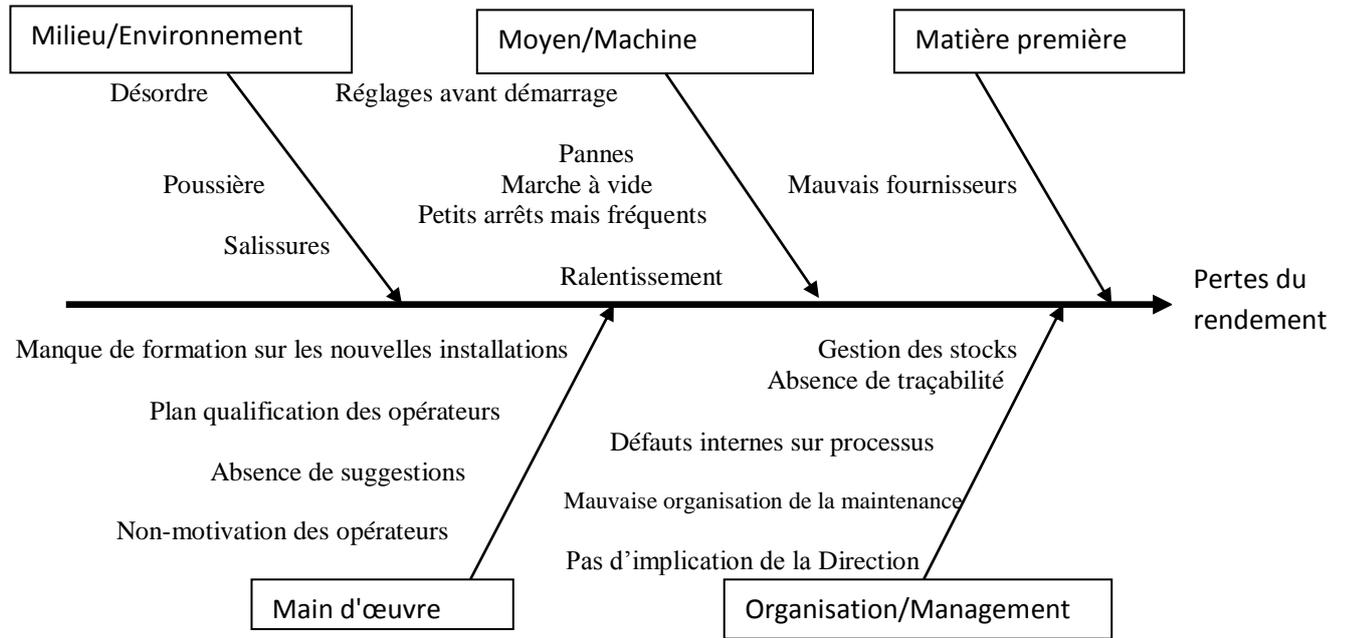


Figure 3.9 Causes de perte de performance sans la TPM [26]

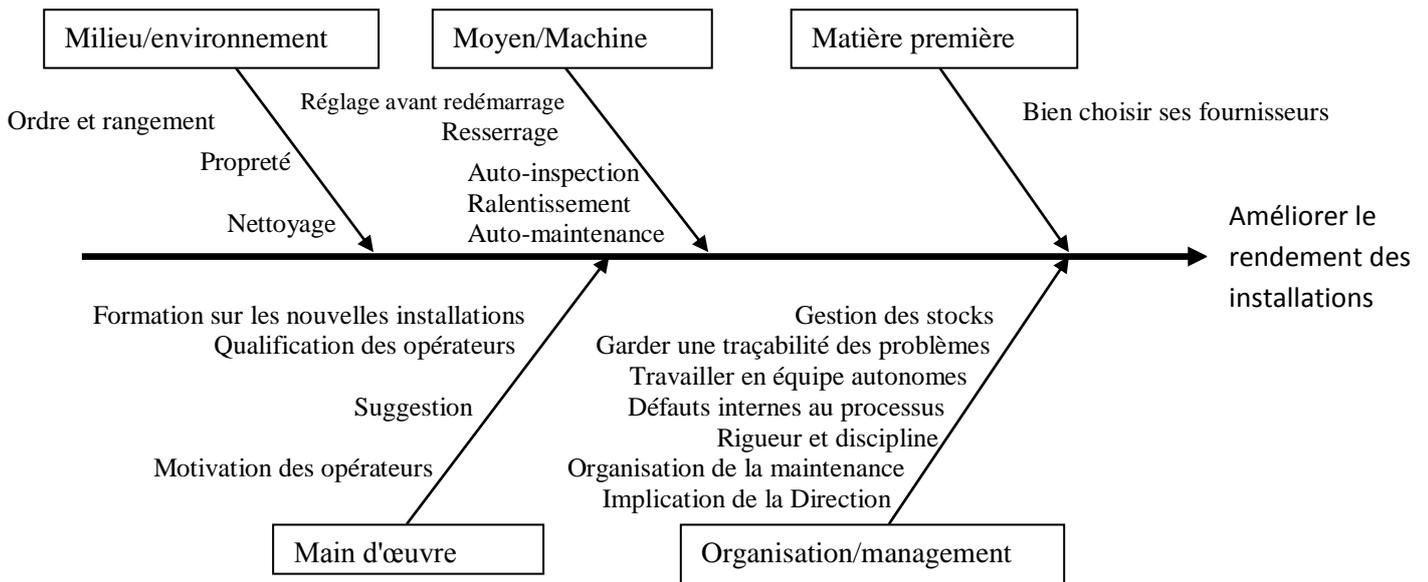


Figure 3.10 Contribution à l'amélioration du rendement avec la TPM [26]

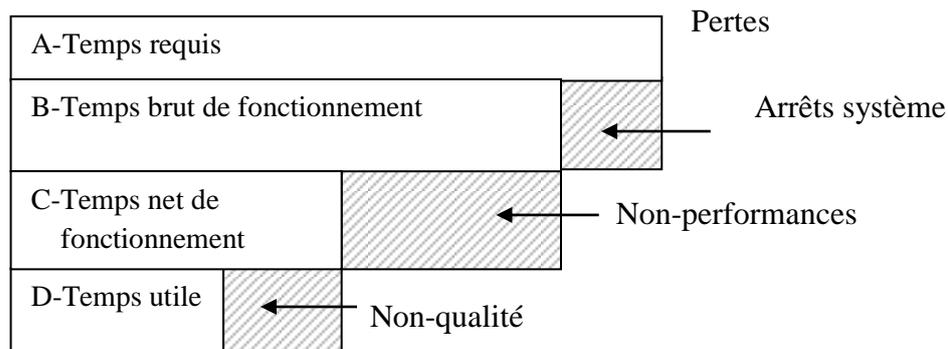
3.4 Taux de Rendement Synthétique (TRS)

Le TRS est un indicateur de performance d'un équipement, également nommé Taux de Rendement Global ou rendement global ou Rendement Opérationnel (RO). Si sa structure est toujours de la forme $TRS = \pi_1 \cdot \pi_2 \cdot \pi_3$, ses composantes sont variables en nature de saisies, en mises en familles et en désignation. Elles représentent toujours les « six grosses pertes » que la TPM a pour vocation de mesurer pour les réduire [20].

3.4.1 Composantes du TRS

L'indication TRS met en évidence l'efficacité de la TPM comme outil d'amélioration de compétitivité de l'entreprise.

- Forme générale de l'indicateur TRS



La formule du Taux de Rendement Synthétique est :

$$TRS = \frac{D}{A} = \frac{B}{A} \times \frac{C}{B} \times \frac{D}{C} \quad (1.3)$$

Taux brut de fonctionnement
Taux de performance
Taux de non-qualité

Figure 3.11 Composantes du TRS [10]

Du temps requis, enlevons les pertes par arrêt (pannes, réglages...) ; il reste le temps brut de fonctionnement, duquel nous soustrayons la non-performance (marche à vide, diminution d'allure..) ; il reste le temps net de fonctionnement ; en retirant la non-qualité (défauts, pertes au démarrage), il reste le temps utile.

Le TRS est égal au temps utile divisé par le temps d'ouverture (D/A).

3.4.2 Exemple d'application numérique du TRS

Cette entreprise de process fonctionne 225 jours par an en 3 x 8 soit 24 h sur 24 (5400 h) ; nous avons constaté 1344 h de pertes par arrêt, 400 h de pertes par ralentissement et 200 h de pertes par non-qualité, soit un temps utile de 3565 h, ce qui nous donne un TRS de 0.64 (64%) soit (3456/5400) [10].

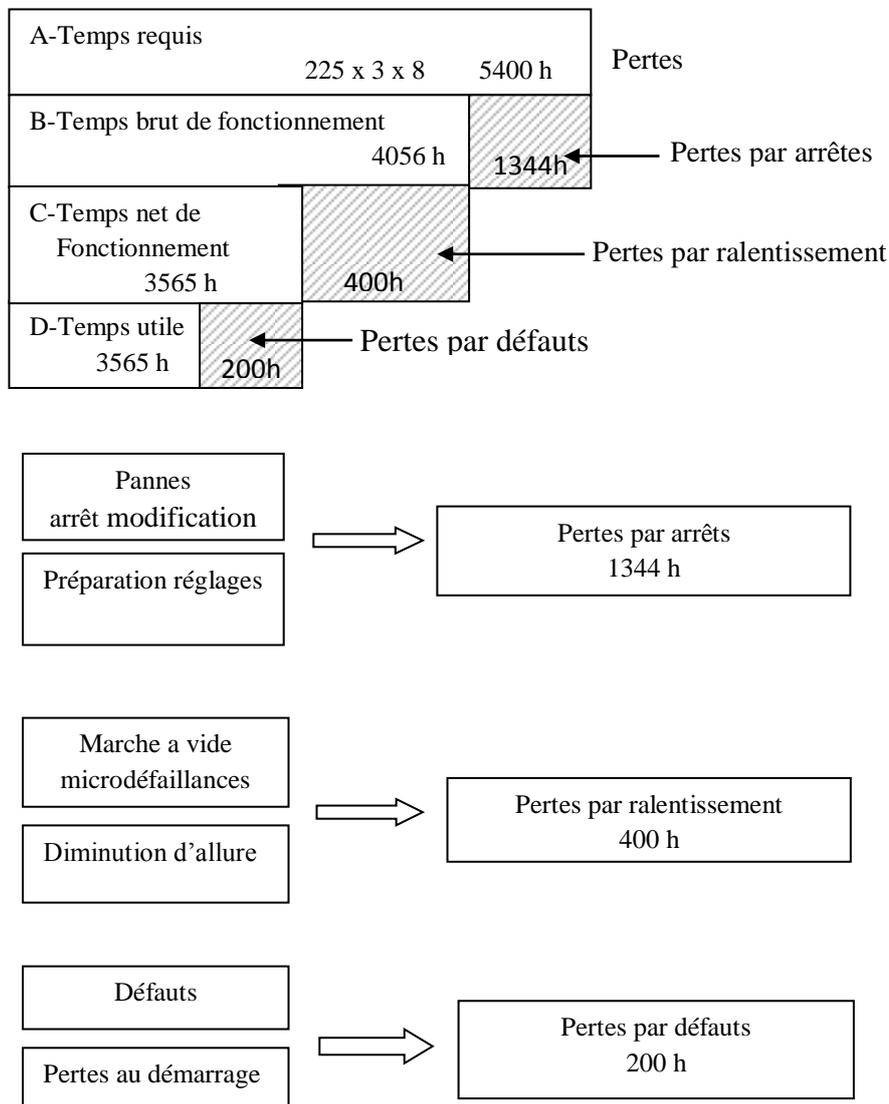


Figure 3.12 Exemple de calcul du TRS [10]

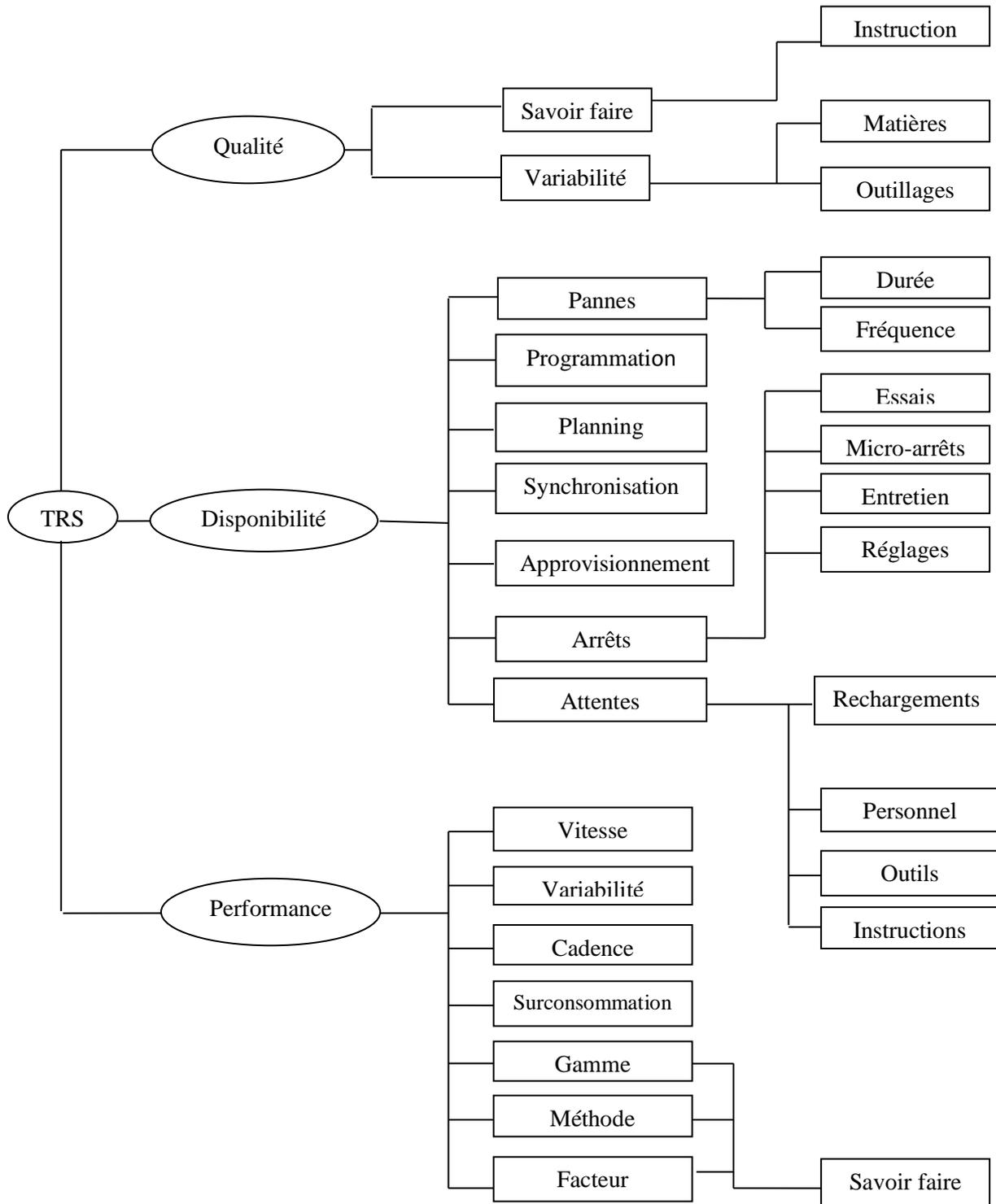


Figure 3.13 Éléments clé du TRS [26]

3.5 Automaintenance et 5S

3.5.1 Automaintenance

3.5.1.1 Tâches de l'automaintenance

Il est évident que le niveau d'automaintenance visé sera conditionné par la technicité initiale moyenne de l'équipe affectée au chantier, sachant que le métier de départ des opérateurs était généralement limité à la seule conduite des installations et qu'il était exercé dans un cadre de management hiérarchique [20].

L'automaintenance implique que les opérateurs de conduite d'un équipement, constitués en équipes polyvalentes et autonomes, prennent progressivement à leur compte :

- les 5S à l'environnement de l'équipement (nettoyage, rangement,...) ;
- la détection des anomalies et l'observation des symptômes ;
- l'alerte (appel maintenance avec participation au diagnostic) ou la prise d'initiative de la correction des anomalies (pertes de production par microarrêts) ;
- la maintenance de premier niveau (microdéfaillances et petits dépannages, réglages simples, surveillance active, inspections, lubrification, resserrages,...) ;
- les tâches simples de maintenance systématique (remplacement de filtres, de courroie,...) ;
- la saisie des informations inhérentes à ces tâches.

Des fiches de « consignes permanentes » de poste, précisent les opérations à effectuer et leur traçabilité. La réalisation de ces tâches « enrichies » est rendue progressivement (2 à 3 ans) possible par l'apprentissage de la solidarité d'équipe, par la formation reçue, par l'assistance de la maintenance et par les moyens fournis. A la méfiance succède la confiance, à l'obéissance succède l'initiative, à la seule correction des anomalies succède la recherche de leur prévention.

3.5.1.2 Responsabilisation de l'opérateur

- Analyse des conditions de l'automaintenance : rôle de l'opérateur
Nous pouvons schématiser la problématique de la prise de responsabilité d'une opération par un opérateur [20].
Les types de travaux effectifs sont du 1^{er} niveau, voire aussi du 2^{ème} niveau.

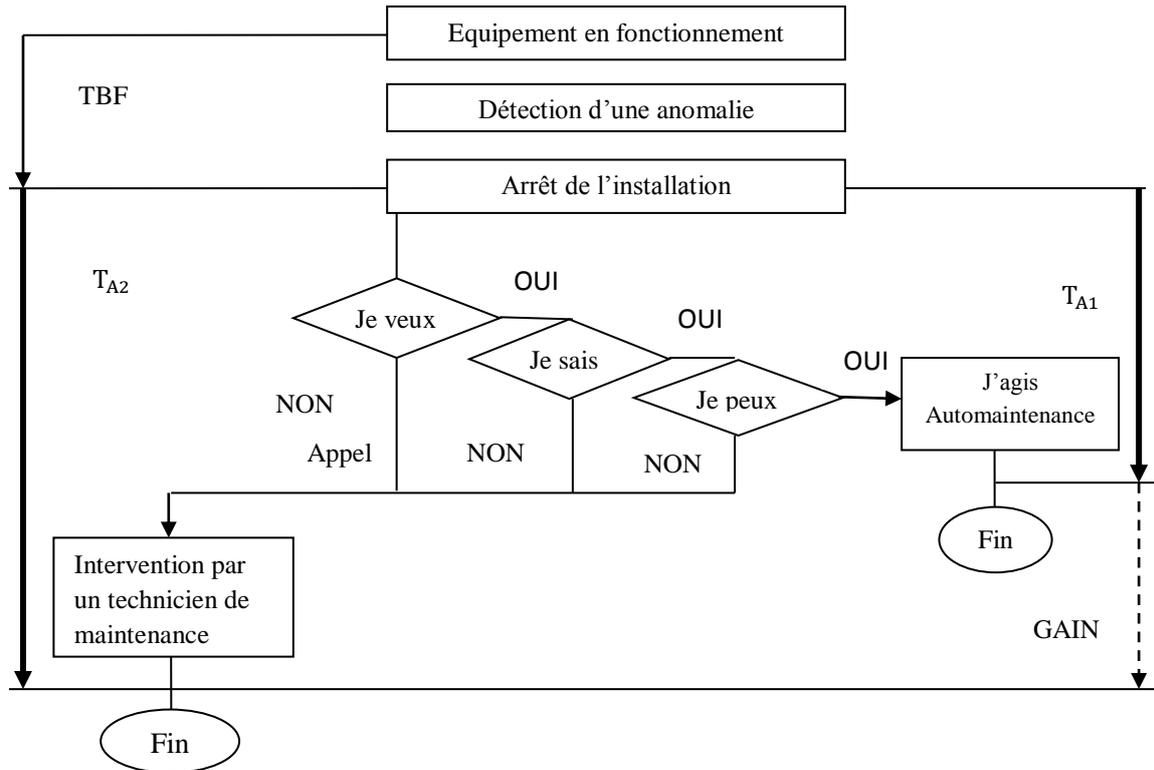


Figure 3.14 Analyse de la prise en charge par l'opérateur [20]

La figure 3.14 met en évidence le gain de temps, donc de productivité, associé à l'automaintenance. Ce gain élémentaire est, par nature des microarrêts, multiplié un grand nombre de fois chaque journée de travail : c'est un gisement de productivité important.

La figure analyse également les étapes de la prise en charge d'une opération, constitutive de l'automaintenance. Les questions successives « je veux, je sais, je peux » ne consomment pas de temps, mais elles caractérisent le comportement de l'opérateur.

« Je veux » pose le problème incontournable de la motivation.

C'est ainsi que certains salariés peuvent se « marginaliser » à priori, au début d'un plan TPM, jusqu'à ce qu'ils manifestent le désir d'intégrer une équipe ou de réintégrer leur équipe.

Seule une responsabilisation acceptée, car encouragée, aidée et reconnue, peut entraîner le « je veux ». Lorsque le climat social n'est pas favorable, il ne faut pas se lancer dans la TPM.

« Je sais » pose le problème de la compétence et de ses limites.

La compétence n'est jamais acquise, mais apprise. L'automaintenance suppose un minimum de technicité comme prérequis, à partir de laquelle un plan de formation adapté, accompagné de l'action-formation de l'expérience du terrain (étapes 7 et 8) et accompagné de l'assistance permanent par les techniciens de maintenance, doit progressivement amener chaque opérateur au niveau requis pour atteindre l'autonomie.

« Je peux » pose le problème de l'organisation et des moyens

L'organisation interne de l'équipe doit être à même de solliciter un opérateur disponible.

Il est bien évident que des cas de surcharge peuvent se produire, où aucun agent compétent n'est disponible : c'est alors le recours à la maintenance.

Cette question pose également le problème de la logistique du chantier : si les moyens nécessaires sont absents, c'est alors l'occasion d'une mise à niveau logistique, avec la participation des opérateurs pour déterminer quels sont leur besoins.

- Pour une nouvelle responsabilité

Si la taylorisation s'est révélée efficace sur le plan économique il y a quelques décades, elle a minimisé les capacités et les aspirations des travailleurs. Toutes les expériences contemporaines montrent que les opérateurs sont capables de réfléchir, de proposer des solutions et de contrôler leur propre travail dès lors :

- qu'ils sont impliqués dans la réalisation de leur tâche dans une solidarité d'équipe ;

- que la maîtrise s'oriente vers une attitude de soutien et de conseil ;

- qu'ils ne sont plus soumis à un contrôle systématique.

« Personne ne sait mieux que moi si j'ai réussi mon opération (ou pas fait, ou mal fait, ou de façon douteuse). » L'idée maîtrise de la responsabilisation repose sur cette faculté donnée à tous d'autocontrôle à encourager par une « déculpabilisation » propre au système de management participatif.

3.5.1.3 Enjeux liés à l'automaintenance

Sur la figure 3.14, les vecteurs T_{A1} et T_{A2} représentent respectivement les durées d'indisponibilité dans le cas de l'automaintenance et dans le cas de l'« appel maintenance ». [9]

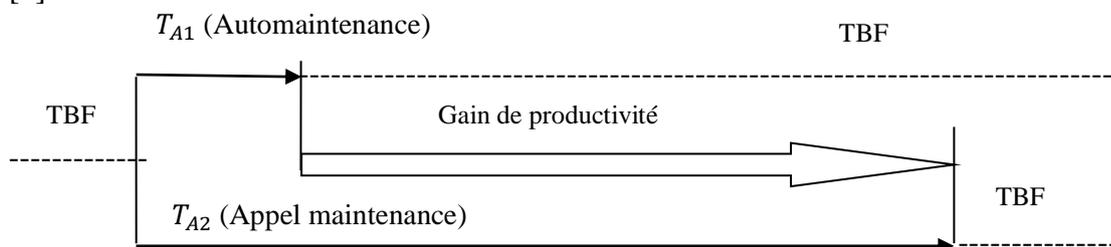


Figure 3.15 Mise en évidence du gisement de gain de productivité [20]

Le gain réel $T_{A2}-T_{A1}$ dû à l'automaintenance est supérieur à celui dessiné sur la figure 3.15, car :

- le recours à la maintenance obéit parfois à une procédure administrative qui consomme du temps. De plus, le dépanneur n'est pas toujours à côté, ni disponible. Il est courant qu'une action d'automaintenance de cinq (05) minutes demande une demi-heure en cas d'intervention extérieure ;

- le dépanneur ne connaît pas les symptômes ayant permis la détection d'un problème.

Son investigation est alors compliquée, même s'il bénéficie des informations d'un opérateur ;

- les actions d'automaintenance sont généralement très répétitives : on les nomme « microdéfaillances » par opposition aux pannes durables, beaucoup plus rares. Le gain sur une action est alors multiplié par N, nombre de microdéfaillances : il devient alors un gain très appréciable sur une longue durée.

Au gain en temps correspond un gain en coûts. Sachant que chaque durée de non-disponibilité T_A est proportionnelle aux coûts d'indisponibilité, elle va donc générer des pertes financières fonction de la criticité économique de l'équipement.

L'automaintenance génère bien d'autres gains, les moindres n'étant pas ceux issus du 5S machine. Le TRS intègre et mesure tous ces gains. Cet indicateur synthétique met ainsi en évidence l'efficacité de la TPM comme outil d'amélioration de compétitivité de l'entreprise. A cet enjeu économique majeur correspond bien sûr l'enjeu social qui fait l'originalité et la force de la TPM.

3.5.1.4 Démarche d'automaintenance

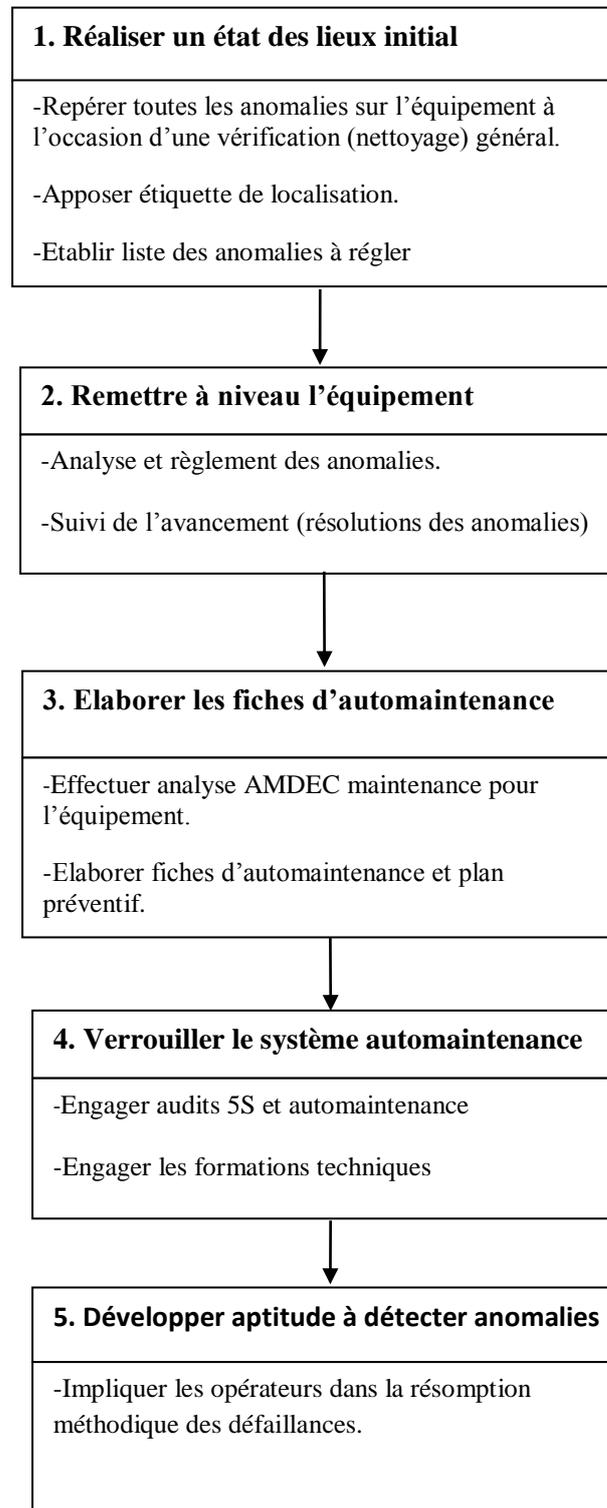


Figure 3.16 Démarche de mise en œuvre de l'automaintenance [26]

3.5.2 Méthode 5S

Les 5S, règles de base de l'ordre, sont les préliminaires incontournables des projets d'amélioration. Ils présentent les initiales des mots japonais :

Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke [21].

La méthode permet d'organiser et d'entretenir les postes de travail et leur environnement, elle complète utilement la méthode TPM et SMED. Son objectif est de faire du lieu de travail un endroit propre, pratique et sécurisant.

5S	Traduction
Seiri	Rangement
Seiton	Ordre
Seiso	Nettoyage
Seiketsu	Standardisation
Shitsuke	Education

Tableaux 3.1 Traduction des 5S [21]

- Seiri

Ranger et supprimer l'inutile. Il s'agit de trier et éliminer tout ce qui est inutile sur le poste de travail et dans son environnement. Un raisonnement ABC peut être un système de classification pour trier en fonction de la fréquence d'utilisation :

A : fréquence d'utilisation quotidienne,

B : fréquence d'utilisation hebdomadaire ou mensuelle,

C : fréquence d'utilisation faible.

A et B méritent d'être au poste de travail, C correspond à ce que l'on peut éloigner ou éliminer.

- Seiton

Situer et organiser le poste de travail pour réduire les recherches inutiles de documents ou d'outils. Il s'agit par exemple de disposer les objets utiles de manière fonctionnelle, s'obliger à remettre en place ces objets, donner un nom et une place bien définie aux outils, réaliser des accessoires et supports permettant de trouver les outils rapidement. Par exemple, délimiter les aires de travail par des marquages au sol, mettre en place des tableaux avec repérages pour ranger les outils, affecter des chariots spécifiques aux différents outils de nettoyage ...

Ces améliorations permettent d'améliorer le temps de changement de série (SMED) ou de réduire les temps d'indisponibilité machine (TPM) :

L'outillage nécessaire est à portée de main.

- Seiso

Nettoyer régulièrement. Dans un environnement propre une anomalie se détectera plus facilement et plus rapidement dans un environnement propre. Certaines phases de nettoyage ou d'inspection pourront correspondre à des tâches de maintenance préventive.

Cette dimension des 5S peut se traduire par plusieurs actions :

- désignation de ce qui doit être nettoyé, les moyens pour y parvenir et la fréquence de nettoyage.

- division du lieu de travail en zones sous les responsabilités d'un opérateur bien identifié.
- nettoyage du poste de travail et de son environnement (machines, sols, allées, outils.....).
- Identification et élimination des causes de salissures.

- **Seikestu**

Standardiser et respecter les 3S précédents qui sont le plus souvent exécutés sous la contrainte hiérarchique. Pour pérenniser la propreté et l'élimination des causes de désordre, cette quatrième dimension vise la formation de règles et la définition de standards avec la participation du personnel. L'idée étant de stimuler le changement, garantir et faciliter l'appropriation de la méthode par les opérateurs.

- **Shitsuke**

Suivre et corriger les dérives, en instituant un système de suivi avec affichage d'indicateurs.

- visibilité des aires de travail.
- disponibilité des documents utiles au poste de travail.
- respect d'emplacements définis pour les outils.
- l'existence d'un planning préventif de nettoyage.
- mise à jour des tableaux d'affichage.

Ce suivi permet de réaliser des évaluations, de mettre en place un dispositif de communication et de valoriser les résultats obtenus.

La méthode 5S s'adresse à tous les niveaux de l'entreprise. Sa mise en place requiert plusieurs étapes :

- a) formation de l'encadrement (agent de maîtrise et ingénieurs) pour participer à la mise en place des 5S.
- b) mise en route effective des 5S en commençant par un secteur test (poste de travail, un ilot de production, un atelier) et constitution d'un groupe de progrès pour la mise en place.
- c) Suivi des 5S et définition des indicateurs. Les résultats obtenus doivent être partagés et pérennisés. Le groupe de progrès peut prendre à sa charge un audit de l'atteinte des objectifs.

Conclusion

L'optimisation de la maintenance par la TPM apporte les éléments nécessaires pour anticiper les défaillances, pour tous dysfonctionnements pouvant altérer les produits fabriqués ou le processus industriel. L'intégration de la maintenance en production est assurée grâce à l'abolition de la frontière production/maintenance, à l'évolution de l'état d'esprit, à une meilleure organisation de la relation production/maintenance ainsi qu'à la pratique de l'automaintenance et les 5S.

Un indicateur appelé TRS (ou TRG) met en évidence l'efficacité de la TPM comme outil d'amélioration de compétitivité de l'entreprise.

Deuxième partie

**Approche pour l'implantation de la TPM
au sein d'une entreprise Algérienne de production
et étude du contexte**

Chapitre 4

Présentation de l'entreprise Alzinc, lieu d'étude et d'investigation

Introduction

Les entreprises Algériennes de production sont toujours à la recherche de meilleures performances industrielles. Nombreuses d'entre elles ont déjà obtenu plusieurs certifications. Grâce à leur propre système de management et leur politique qualité, elles essaient d'impliquer, de motiver et de valoriser les ressources humaines pour atteindre leurs différents objectifs.

4.1 Présentation de l'entreprise Alzinc

Alzinc fut fondée en 1969 avec la coopération de la société « vieille montagne » (Belgique). Elle est en production depuis 1974. [32] Située juste au bord de la mer Méditerranée à Ghazaouet, elle est actuellement le centre d'activité industrielle le plus important de la région. Ce site fut choisi en fonction de plusieurs facteurs telles que :

- la rapidité de l'acheminement de la matière première importée par bateau et l'exportation des produits par voie maritime.
- son implantation à proximité de la mer, d'où l'eau est aspirée et déminéralisée pour satisfaire les besoins de l'unité.

L'entreprise raffine la blende (association zinc / soufre) par le procédé hydro- métallurgique et produit ainsi le zinc avec une capacité de 35.000 tonnes par an.

Elle emploie 450 personnes environ qui contribuent à la production du zinc et ses alliages tels que le Zamak 5 et le Zamak 3 ainsi que ses dérivés tels que le cuivre et l'acide sulfurique.



Figure 4.1 Vue générale de l'entrepris Alzinc de Ghazaouet [32]

- | | |
|-------------------------------|----------------------------|
| 1. Atelier du grillage Acide. | 6. Direction. |
| 2. Atelier de lixiviation. | 7. Station de dessalement. |
| 3. Atelier de purification. | 8. Atelier de maintenance. |
| 4. Atelier de l'électrolyse. | 9. Eau de mer. |
| 5. Atelier de refonte. | |

4.1 Politique qualité et environnementale de l'entreprise

a) Politique qualité :

L'amélioration continue de la qualité des produits dans le domaine de production du zinc et ses dérivés est un des principaux piliers de la stratégie de l'entreprise Alzinc. Le système du management de la qualité développé conformément à la norme ISO 9001 version 2008 est un élément de cette stratégie. [32] Cette politique qualité se traduit par une mobilisation de toutes les compétences et de toutes les énergies à l'entière satisfaction des clients ; elle est déclinée en cinq (05) axes :

- accroître la satisfaction des clients ;
- assurer la conformité des produits ;
- maîtriser les processus de réalisation ;
- valoriser les Ressources Humaines ;
- s'améliorer en continu.

La Direction passe en revue sa propre politique qualité quant à son adéquation permanente, au moins une (01) fois par an, en revue de Direction, ceci pour s'assurer qu'elle est adaptée à la finalité de l'entreprise.

b) Politique environnementale :

Avec une activité proche de la nature, l'entreprise Alzinc a développé une démarche environnementale qui est mise en pratique au travers de ses huit (08) principes suivants :

- garantir la conformité aux exigences réglementaires en vigueur,
- améliorer en continue les performances environnementales,
- identifier, prévenir et maîtriser les éventuels impacts des activités de l'entreprise sur l'environnement,
- prendre en compte les performances environnementales dans le développement des activités de l'entreprise,
- solliciter et impliquer les fournisseurs dans la prise en compte des exigences environnementales,
- utiliser efficacement les ressources naturelles et énergétiques,
- développer les réflexes environnementaux par l'information et la formation,
- assurer une communication transparente et ouverte avec l'ensemble des parties intéressées.

4.2 Organigramme de l'entreprise Alzinc

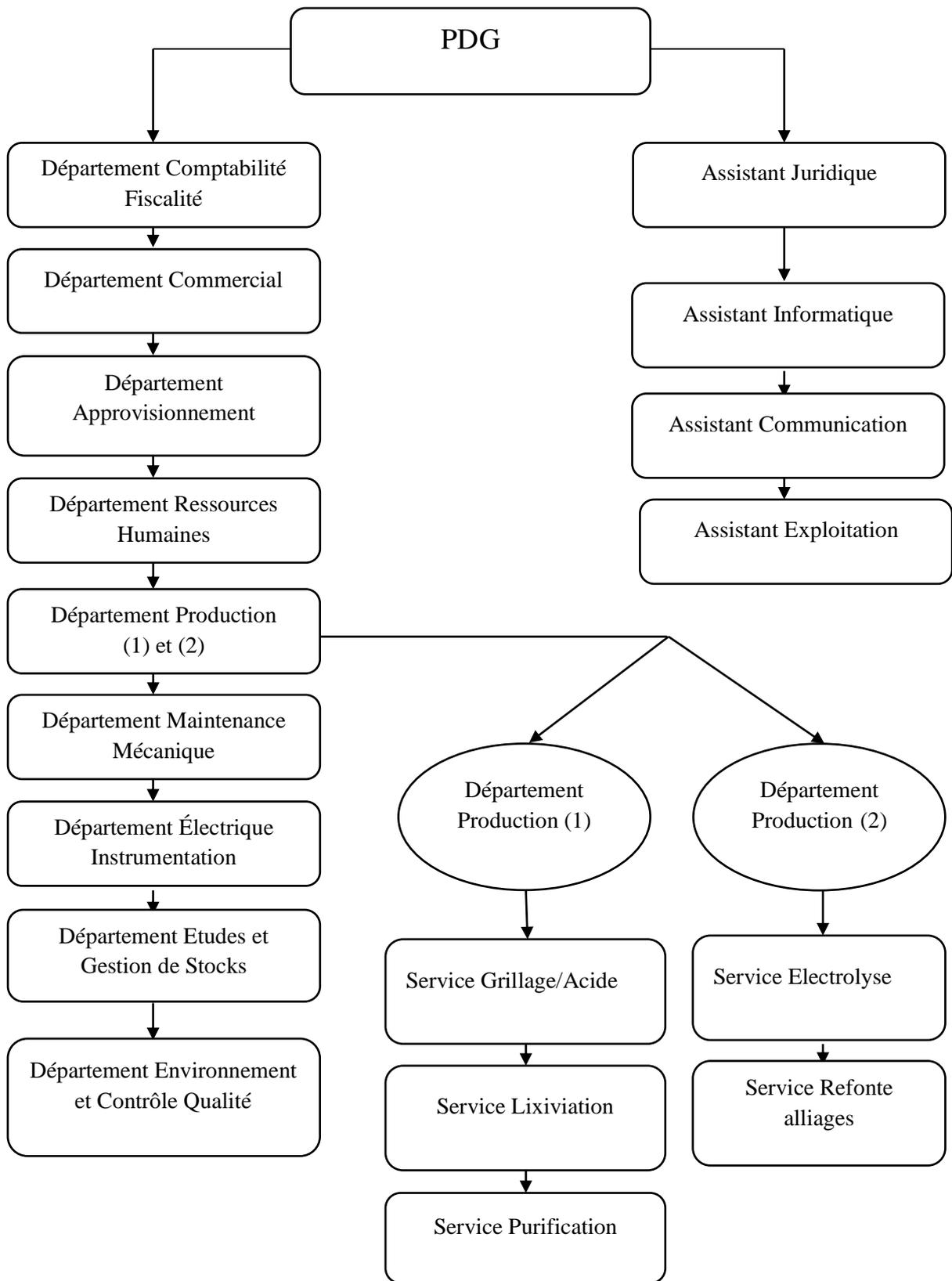


Figure 4.2 Organigramme de l'entreprise Alzinc [32]

4.3 Processus de l'entreprise Alzinc et gamme de production

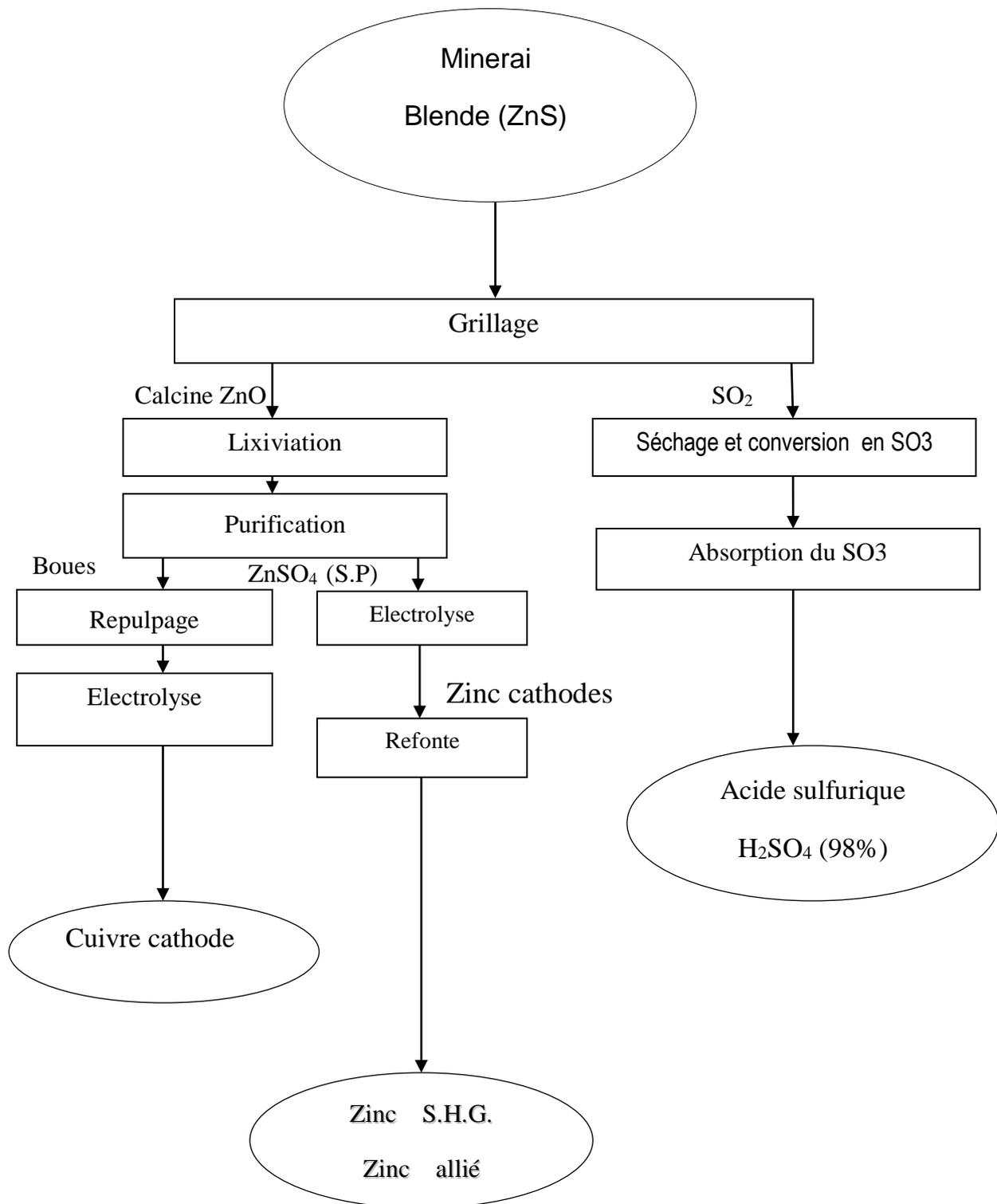


Figure 4.3 Schéma de production du zinc [32]

Le procédé par voie humide ou hydrométallurgie est élaboré en quatre (04) étapes qui sont :

- a) le grillage.
- b) la lixiviation.
- c) la purification.
- d) l'électrolyse.

En parallèle, d'autres procédés fonctionnent en annexe, pour la production de l'acide sulfurique et du cuivre, par électrolyse.

4.3.1 Grillage

Le grillage du minerai s'effectue dans un four à lit fluidisé et à une température de 950°C. L'opération est exothermique. Le grillage transforme le zinc contenu dans le minerai en oxyde de zinc qui est soluble dans l'acide sulfurique.

Du grillage sont également issus 02 produits dérivés :

- la vapeur, qui fait tourner un turboalternateur de 5 MW
- le dioxyde de soufre qui, converti en SO_3 , sera absorbé par contact, sous forme d'acide sulfurique H_2SO_4 .



Figure 4.4 Vues de l'atelier grillage

4.3.2 Lixiviation

Mettre le maximum de ZnO en solution tout en essayant d'éviter la mise en solution des impuretés ($\text{PH} = 5,2$), et afin de permettre sa récupération par voie électrolytique, l'élimination d'une grande partie des impuretés par oxydation de fer ferreux en fer ferrique qui sert d'entraîneur des particules et la séparation des solides par décantation.

La lixiviation s'opère en deux (02) étapes:

- **la lixiviation neutre** qui consiste à produire une solution de sulfate de zinc tirant 160g de zinc par litre. Le cadmium, le cuivre et le cobalt sont récupérés lors de la purification.
- **la lixiviation acide** qui traite les boues de la lixiviation neutre et récupère le zinc. Les boues renfermant près de 20% de zinc sont filtrées puis stockées dans des décharges industrielles contrôlées.



Figure 4.5 Vues de l'atelier de lixiviation

4.3.3 Purification

Les opérations de purification consistent à traiter la solution « overflow » provenant des décanteurs de la lixiviation neutre. Cette solution contient des impuretés qui peuvent éventuellement perturber l'opération d'électrolyse, et sont susceptibles de se déposer avant le Zinc et d'influencer la qualité du dépôt électrolytique.

Il faudra donc éliminer toutes les impuretés par les opérations de purification.

Cette solution subira une double étape de cémentation puis une filtration pour séparer la solution purifiée des boues.



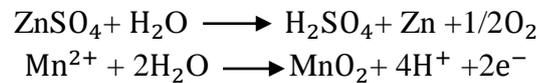
Figure 4.6 Vues de l'atelier de purification

4.3.4 Electrolyse

Le but principale de l'électrolyse est la transformation de zinc de la forme sulfate à la forme métallique par déposition, en appliquant une différence de potentiel entre anodes et cathodes immergés dans des cellules contenant une solution acidulée de $ZnSO_4$.

Les ions Zn^{2+} se déposent à la cathode en aluminium, tandis que les ions OH^- réagissent à l'anode en Pb argentifère.

- En corps dissociés, les réactions globales sont :



Il y a dépôt du zinc à la cathode et du MnO_2 à l'anode.

- Les conditions opératoires de la solution purifiée sont :

Température : 35-40°C.

PH : [5 : 5.5].

La densité de courant est supposé : $375A/m^2$, le temps de l'électrolyse est de 48 heures.



Figure 4.7 Vues de l'atelier d'électrolyse

Impuretés	Caractéristiques	Niveau d'élimination
Hg , Se, F, Cl	Éliminés, après grillage, dans les tours de lavage	Épuration humide avant atelier H ₂ SO ₄
Ge, Fe ³⁺ , As, Sb, Sn, Al	Éléments hydrolysables à PH 3 à 5 et entraînés par l'hydroxyde de fer dans les résidus.	Lixiviation neutre
Pb, Ca, Ba, Ag, SiO ₂	Éléments non hydrolysables à pH élevé, ceux dont les sulfates sont insolubles ou partiellement solubles en milieu sulfurique	Lixiviation acide
Cu, Co, Cd, Ni, TI	Éléments non hydrolysables à PH élevé, ceux dont les sulfates sont insolubles et dont le potentiel est supérieur à celui du zinc (plus électropositif) sont précipités par la poudre de zinc	Purification
Mn	Éléments moins électropositif (ou plus électro-négatif) que le zinc précipité sous forme de MnO ₂ qui est recyclé.	Electrolyse
Mg	N'est pas hydrolysable- sulfate soluble (plus électro- positif que le zinc) Pas d'élimination possible simple (sur épulvement de la solution d'électrolyse ou précipitation à PH élevé (~12))	

Tableau 4.1 Niveau d'élimination des impuretés [32]

4.3.5 Refonte et alliages

L'atelier de refonte a pour but de transformer le zinc cathodique à une forme commerciale. Outre le zinc pur sous forme de lingots, l'usine produit deux (02) types d'alliages (Zamak) ainsi que la poudre de zinc.

4.3.5.1 Description du procédé

- Refonte

Les feuilles de zinc provenant de l'effeuillage des cathodes sont fondues dans deux (02) fours en parallèle portés à une température de 500°C.

Le zinc liquide alimente une bande roulante équipée de 160 moules (gabarits). Cet appareil comporte un système de refroidissement par aspiration d'eau, le zinc est alors coulé en lingots de 25 Kg, assemblés en palettes d'une (01) tonne.

On ajoute du NH_4Cl dans les fours pour qu'il agglomère les impuretés.

- Alliage de Zn

L'atelier d'alliage est destiné à produire deux (02) types d'alliage de Zn :

le Zamak3 et le Zamak5, ces deux (02) types d'alliages ne se différencient que par leur teneur en Cu et en Zn. Le zinc liquide nécessaire à la production du zamak est amené au niveau d'un four où on maintient sa température de fusion.

En parallèle, l'aluminium nécessaire à la combinaison est porté à son point de fusion.

Ces deux (02) métaux à l'état liquide, sont déversés par l'intermédiaire de goulot dans un four d'élaboration, les métaux de constitution (Ca, Mg) sont ajoutés manuellement suivant le teneur demandée.

Le liquide métallique est pompé, pour être ensuite dirigé vers une chaîne lingotière qui comporte un système de refroidissement par aspiration d'eau.



Figure 4.8 Vues de l'atelier refonte

4.3.6 Gamme des produits

Au sein de l'entreprise, nous pouvons distinguer les produits suivants :

1	Zinc lingots de 25 kg
2	Zinc jumbo de 02 Tonnes
3	Alliages de Zinc (Zamak 3 et Zamak 5)
4	Anodes pour protection cathodique
5	Acide sulfurique concentré à 90% 98%
6	Cadmium en baguettes de haute pureté
7	Cuivre électrolytique en cathodes de 100 à 160 kg, teneur 99.98% minimum
8	Poudre de Zinc

Tableau 4.2 Gamme de production de l'entreprise [32]

Conclusion

A travers ce chapitre, nous avons pu dresser un panorama de l'entreprise Alzinc dans lequel nous avons présenté son historique, son organisation, sa politique qualité et environnementale, ses processus complexes ainsi que sa gamme de produits. L'entreprise ciblée Alzinc semble être prédisposée pour notre investigation et travaux de recherche, conformément à notre sujet de mémoire. Elle s'appuie sur un personnel dont les compétences et la conscience professionnelle sont reconnues de tous.

Chapitre 5

TPM et conduite de changement

Introduction

La démarche TPM a pour enjeu le changement de culture de l'entreprise. On définit principalement ce changement comme l'exigence vis-à-vis de la qualité des équipements et des produits.

L'analyse de cette culture d'entreprise explique certaines difficultés rencontrées dans la mise en œuvre de la TPM. Ceci devrait permettre d'améliorer les actions et d'obtenir plus facilement la performance des ressources de production (Équipements, ressources humaines, organisation, mise en place), en luttant contre les résistances au changement. Là prise en compte de la dimension socioculturelle devient primordiale.

5.1 TPM et culture d'entreprise

5.1.1 Définitions de la culture d'entreprise

Chaque entreprise a une personnalité représentée par son identité et sa culture.

L'ensemble des éléments constitutifs de la spécificité d'une entreprise et qui sont le fondement de son développement constitue l'identité de l'entreprise. Cette identité va conduire les membres composant l'entreprise (Dirigeants, personnel) à partager un certain nombre de valeurs, à agir de façon semblable, vis-à-vis des tiers, à réagir de manière analogue face à des opportunités ou des menaces de l'environnement, à avoir des comportements similaires dans la vie quotidienne de l'entreprise. Ces différents éléments de pensée et d'action qui unissent le personnel d'une entreprise constituent la culture de celle-ci.

De nombreux auteurs proposent plusieurs définitions de la culture d'entreprise.

Il en existe 164 environ, citons quelques unes [8] :

- « ensemble cohérent des attitudes communes à tous les salariés dans leur contexte de travail ».
- « ensemble de symboles, de cérémonies et de mythes permettant de transmettre aux employés les valeurs et convictions intrinsèques de l'entreprise ».
- « mode de pensée et d'action habituel et traditionnel plus ou moins partagé par tous ses membres, qui doit être appris et accepté par les nouveaux membres pour être acceptés dans l'entreprise ».

Dans tous les cas, on trouve toujours au moins trois (03) composantes de la culture d'entreprise qui débouchent toujours sur l'action :

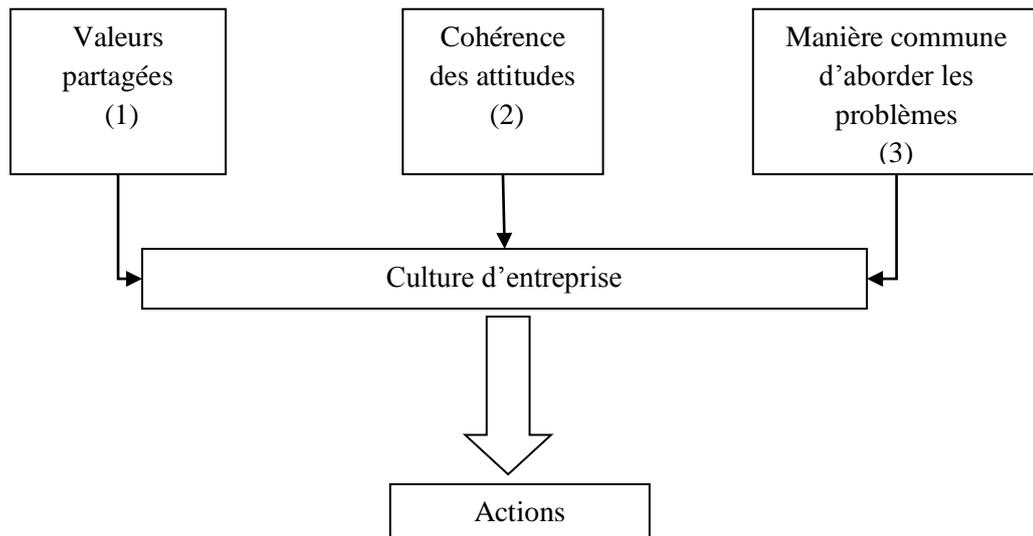


Figure 5.1 Composantes de la culture entreprise [8]

Bien évidemment, cette culture d'entreprise dépend de plusieurs facteurs : l'histoire de l'entreprise, la personnalité de ses dirigeants, la structure et la taille de l'entreprise. Elle dépend également de la culture du pays dans lequel est implantée l'entreprise et de la culture des sous-groupes qui la composent.

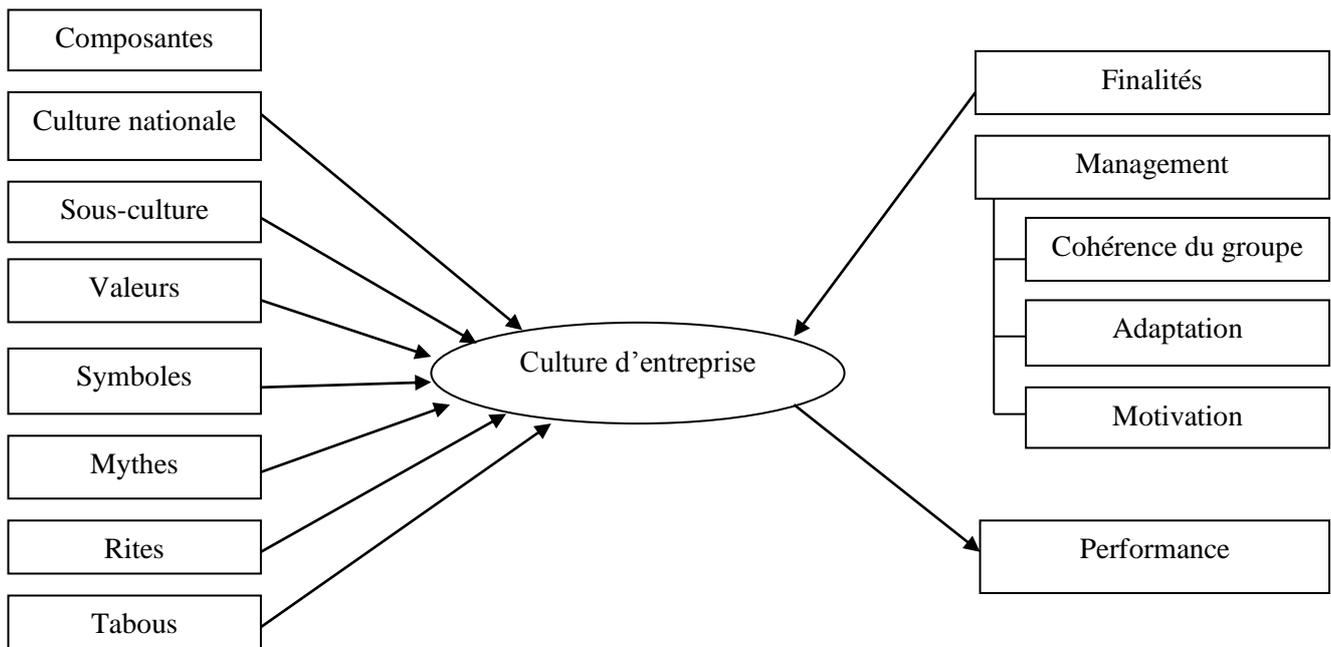


Figure 5.2 Ensemble de références de la culture d'entreprise [34]

5.1.2 Prise en compte de la culture d'entreprise dans le projet TPM

Si de nombreux théoriciens mettent en avant le concept de culture d'entreprise, c'est en raison de ses aspects positifs pour la gestion d'entreprise.[8]

5.1.2.1 Eléments favorables

La prise en compte de la culture d'entreprise, la mise en évidence de valeurs essentielles sur lesquelles tous les salariés sont d'accord entraînent une meilleure cohésion du personnel, améliorant ainsi son efficacité. Un autre facteur de performance généré par la culture d'entreprise provient de la simplification des structures, des consignes, des notes de service... En effet, le credo de l'entreprise contient des principes intériorisés par les salariés qui leur permettent d'adopter une attitude commune face à une situation donnée [8].

5.1.2.2 Projet d'entreprise TPM

Conscientes de l'importance de la culture pour une bonne gestion, certaines entreprises ont décidé de matérialiser de façon formelle, dans un document, les valeurs de l'entreprise. Plus généralement, le projet d'entreprise est concrétisé par une charte qui répond à la triple question [8] :

- Qui sommes-nous et que faisons-nous ?
- Pourquoi combattons-nous ?
- Où voulons-nous aller ?

Pour mettre au point le projet, il est indispensable de connaître les forces de l'entreprise, ses faiblesses et de caractériser son métier. « La motivation générale impliquée par le projet d'entreprise s'appuie sur une mise en valeur des caractéristiques dominantes et positives, ainsi que sur la reconnaissance des difficultés et des points faibles ».

La différence essentielle entre cette approche et celle du diagnostic d'entreprise tel qu'il peut être réalisé dans le cadre de la mise en œuvre de la stratégie d'entreprise, c'est qu'elle doit associer le plus possible les salariés de l'entreprise. Pour que le personnel soit réellement mobilisé par le projet, il est fondamental que tous les éléments de celui-ci résultent la volonté commune des membres de l'entreprise.

Pour que le projet soit aussi mobilisateur, il faut que les valeurs personnelles des différents membres du personnel soient en harmonie avec celles que dégage l'entreprise. Il faut donc que le projet d'entreprise définisse les raisons de l'action de l'entreprise. L'ensemble du personnel se fixe donc des ambitions communes pour le futur. Ces ambitions sont consignées dans la charte de l'entreprise par exemple.

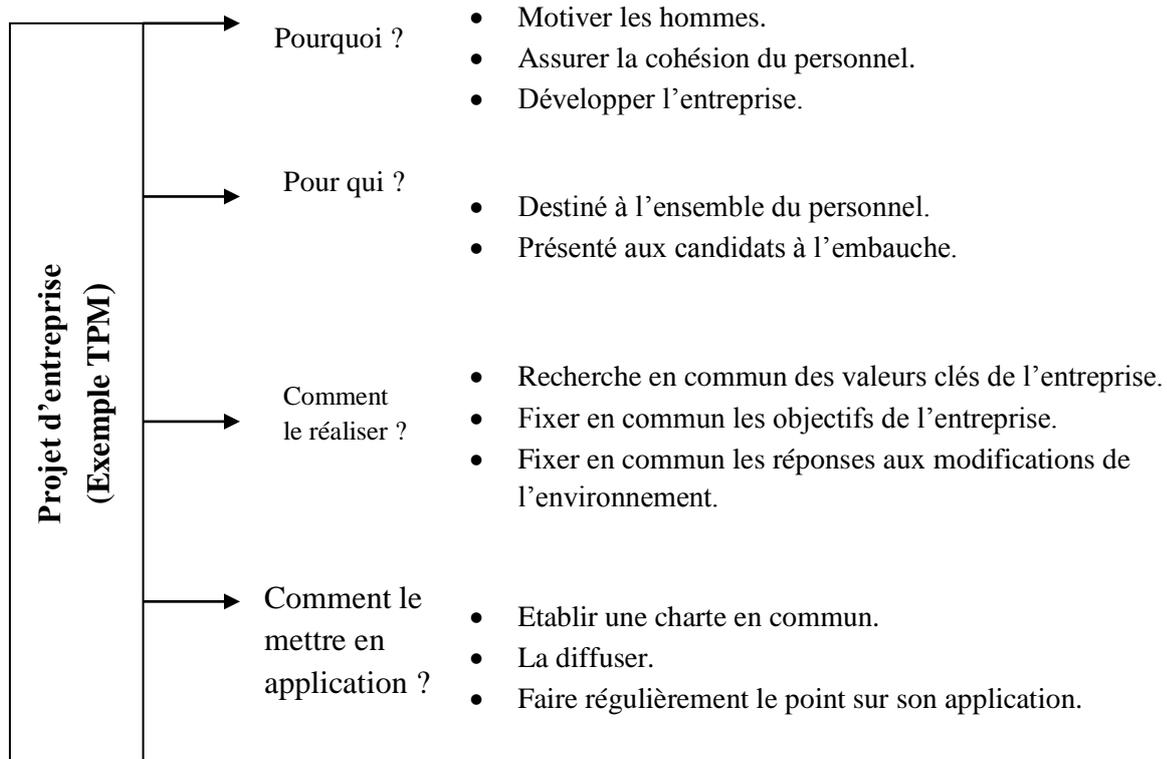


Figure 5.3 Objectifs et moyens sur la mise en application d'un projet TPM [8]

5.1.3 Culture organisationnelle et contrôle

Dans l'environnement concurrentiel et mondialisé actuel, la remise en cause des méthodes de travail et la recherche d'amélioration permanente sont vitales pour les entreprises.

Ces changements étant orientés sur une cible bien identifiée :

la satisfaction des besoins du client qui est de plus en plus exigeant, concurrence oblige.

La réponse au « pourquoi » est donc simple, puisque sans alternative :

les méthodes anciennes sont inadaptées à la mouvance économique, technologique et concurrentielle. Il faut donc en expérimenter d'autres. La maintenance appartient à ce champ expérimental, à travers deux (02) étapes successives de réorganisation :

- le passage de l'entretien traditionnel à une maintenance structurée moderne autour d'une fonction « méthodes » forte, avec pour enjeu de quitter le cercle de l'entretien ;
- le développement de la maintenance productive dont la ligne directrice est le découplage des fonctions techniques appelées à collaborer de façon « transverse » dans la cohérence d'une recherche d'efficacité de l'ensemble. La TPM est caractéristique de cette approche globalisée [20].

Le contrôle d'une organisation peut être défini comme l'ensemble des moyens dont elle dispose pour s'assurer que les individus se comportent dans le sens de ses objectifs.

Il existe deux (02) approches pour assurer ce contrôle d'organisation :

-l'approche bureaucratique :

Elle s'appuie sur des règles, est toujours externe à l'individu qui se soumet à l'organisation dans la mesure où elle ne l'empêche pas de réaliser ses objectifs personnels, cette approche peut s'intéresser aux comportements ou aux résultats.

-l'approche culturelle :

Elle repose sur une base de valeurs partagées, s'appuie sur des traditions, est fondée sur l'intériorisation des normes, des valeurs, des objectifs et des façon de faire, l'engagement des individus relève non pas de la soumission mais de leur implication et de leur identification,

Il y a cohérence entre le système de valeur des individus et l'organisation.

L'écart entre ces deux (02) approches constitue la base des difficultés que l'on rencontre pour utiliser certaines démarches Japonaises comme la TPM.

5.2 Facteurs du changement

Le point de départ du changement se situe au niveau de la stratégie de l'entreprise.

La stratégie d'une entreprise est souvent méconnue de la plupart de ses propres acteurs.

Pour obtenir la participation active de chacun, il faut créer dans l'entreprise un climat social qui incite à cela [7].

5.2.1 Communication

On constate souvent que la circulation de l'information est défaillante dans l'entreprise. Certains sont assaillis d'informations qu'ils ne comprennent pas toujours, d'autres au contraire en manquent.

Il faut chercher à développer les conditions d'un système de communication écrit, visuel, oral et efficace. La communication doit être de qualité et productrice de valeur ajoutée.

5.2.2 Formation

Dans l'entreprise, on recherche des personnes polyvalentes, flexibles et autonomes. Pour y parvenir, la formation est un atout essentiel, une formation de qualité pertinente qui engendre une modification des comportements.

L'entreprise est tenue de consacrer une partie de sa masse salariale à la formation. Il faut la dépenser utilement et sans doute aller au-delà. Les entreprises sont amenées à engager un vaste plan de formation du personnel qui dépasse largement le simple apprentissage des techniques de maintenance ou de qualité, mais qui vise à augmenter le niveau moyen de culture générale de l'entreprise. C'est au prix d'un investissement dans l'intelligence que l'on pourra demander aux opérateurs une plus grande polyvalence et un enrichissement de leurs tâches.

5.2.3 Motivation

C'est le véritable catalyseur de l'action ; c'est donc une composante déterminante du changement de culture dans l'entreprise. La motivation se crée, se travaille et s'entretient.

Nombre d'entreprises, soulignent une phase de mise en place du management motivationnel. Cette idée, développée par de nombreux cabinets-conseils, a aujourd'hui tendance à s'élargir. On considère qu'il ne suffit plus d'être motivé, il faut être impliqué et s'engager dans le projet de l'entreprise.

- Esprit d'équipe

Pour être réactif, il faut créer un véritable esprit d'équipe. Dans une entreprise, chacun a son rôle mais on n'enferme pas les gens par une définition de fonction trop stricte. On doit créer un esprit d'équipe.

Cet état d'esprit se traduit également dans la notion de progression qui est souvent comprise au sens occidental comme une progression hiérarchique.

La progression s'entend par différentes évolutions sur le poste de travail ;

- ✓ moyen de production : prise en charge d'un ensemble plus important de tâches de réglage, de maintenance.
- ✓ qualité : passer d'un simple respect de consignes à un pilotage de la qualité et à l'amélioration du système de production.
- ✓ environnement : participation active à la recherche d'un cadre de travail plus attractif.
- ✓ résolution de problème : passer d'une position passive face aux problèmes, à une véritable participation dans le groupe, à des démarches de résolution de problèmes et d'amélioration de la performance industrielle.

5.2.4 Amélioration de la communication, de la formation et de la motivation

Le changement de culture passe par la recherche constante de méthodes pour améliorer la communication, la formation et la motivation. Cela se traduit souvent par :

- la création de groupes de travail à tous les niveaux hiérarchiques pour faire avancer des problèmes précis, avec des responsables d'action qui seront menées à des instants précis.
- l'amélioration des conditions de travail à tous points de vue.
- le soutien permanent et la reconnaissance des efforts de chacun.
- la formation de personnes de l'encadrement au rôle d'animateurs pour maintenir un esprit Kaizen (processus continu d'améliorations) permanent.
- le fait de se donner les moyens de faire vivre et survivre les projets qui voient le jour dans l'entreprise.
- le fait d'introduire une discipline de travail dans l'entreprise. La campagne des 5S est sans doute un bon exemple à ce sujet.
- le fait de prendre en considération les éléments économiques pour savoir jusqu'où on peut et on doit aller.

5.3 Stratégie de conduite du changement

Tout commence par un audit chargé de caractériser la situation initiale. Afin de réaliser cet état des lieux, notons l'intérêt des techniques spécifiques d'audit de la maintenance [20].

Entre la situation initiale et la situation souhaitée, il faut considérer la situation transitoire comme un processus qu'il va falloir piloter. En sachant que bien des changements se transforment en échec par manque de préparation, par sous-estimation des résistances et par minimisation des conséquences sociales.

La situation transitoire va modifier la répartition et la nature des responsabilités, va proposer de nouveaux modèles de communication et de relations et va simplifier ou supprimer certains contrôles. Elle va donc générer :

- une déstabilisation créant une forte tension émotionnelle (doute, inquiétudes) ;
- une surdépense d'énergie mal canalisée pendant la phase de transition ;
- une surévaluation de la situation antérieure, apparaissant plus confortable ;
- une augmentation de la résistance et du risque de conflit.

La conduite du changement doit être menée par un groupe de pilotage interne aidé par un consultant. Ce groupe doit intégrer les difficultés précédentes pour les dépasser.

Il lui importe de montrer au plus vite les aspects positifs du changement, en termes de performances et d'objectifs, de façon à créer vite une dynamique irréversible.

5.3.1 Moteurs du changement

Les moteurs principaux sont extérieurs à l'entreprise [20] :

- la satisfaction des clients, en termes de rapport qualité prix sur un marché donné ;
- l'environnement concurrentiel, sur ce même marché.

Des forces internes existent aussi, dès lors que l'on peut obtenir l'adhésion des salariés en faisant en sorte que les nouvelles technologies constituent pour eux une opportunité de développement et d'amélioration de leurs conditions de travail, et non une dépossession de leur savoir-faire. La très grande majorité des salariés peut évoluer grâce à la formation continue et à une organisation adaptée à leurs compétences.

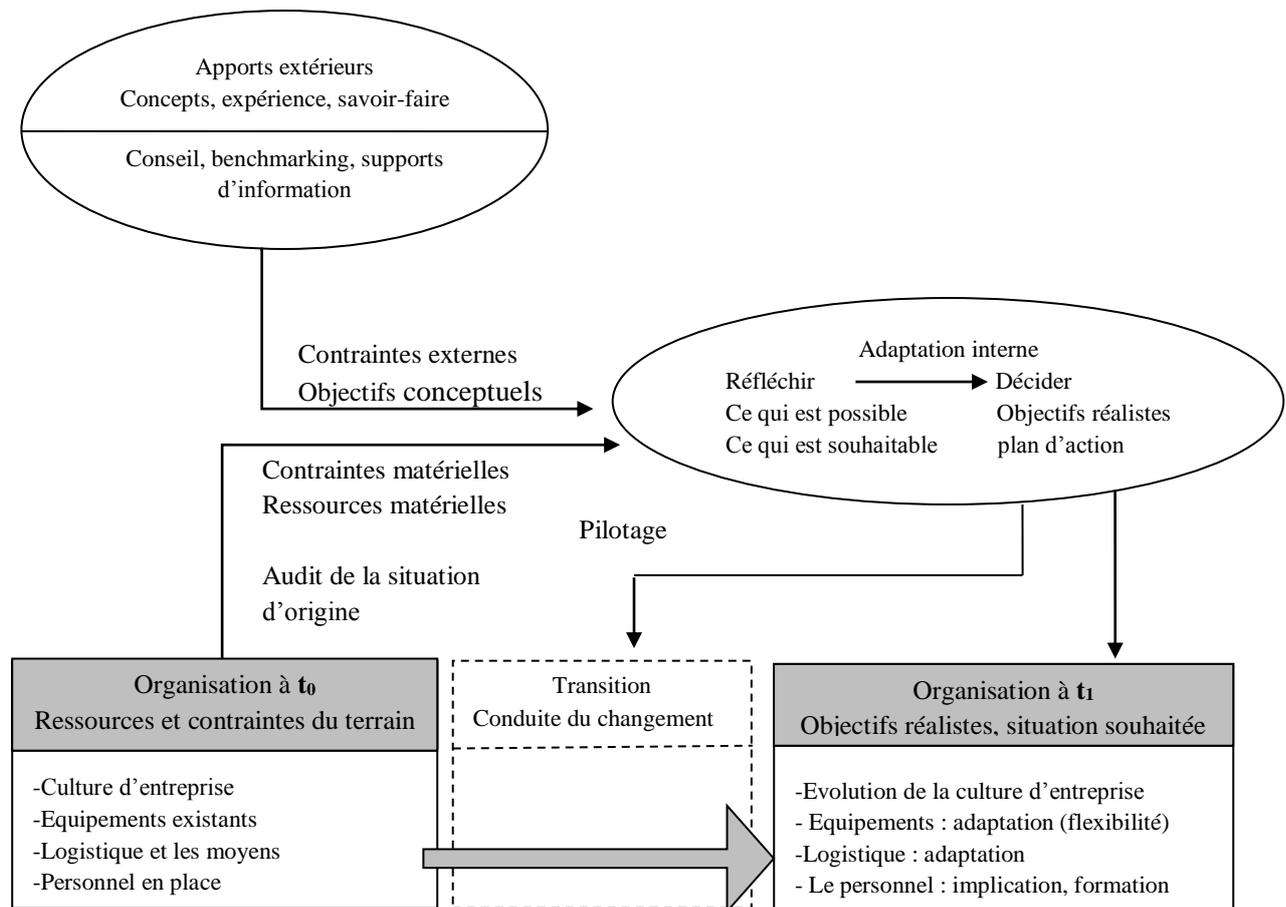


Figure 5.4 Evolution d'une organisation [20]

Un autre aspect « moteur » fréquent est lié à la prise de conscience collective que la survie de l'entreprise dans son champ concurrentiel est garante du maintien de l'emploi.

Il permet de vivre le changement sous la forme d'un perfectionnement.

Sur le plan collectif, la crise est l'occasion de dépasser les résistances habituelles au changement dans une synergie orientée vers l'objectif consensuel faire vivre l'entreprise, donc maintenir les emplois.

5.4 Impératif du management participatif dans l'esprit maintenance

L'état d'esprit maintenance est incompatible avec le taylorisme, mais le frein majeur au changement ne situe dans la résistance à l'instauration d'un mode de management participatif à tous les niveaux de la pyramide de l'entreprise : il est souvent aussi difficile pour un cadre de déléguer et de faire confiance que pour un technicien de prendre une responsabilité et de s'exprimer. [20]

Le « 0 mépris » indispensable à l'instauration d'un modèle basé sur la délégation et la confiance ne se « décrète » pas : il nécessite un apprentissage de la part de la maîtrise, et cela prend du temps.

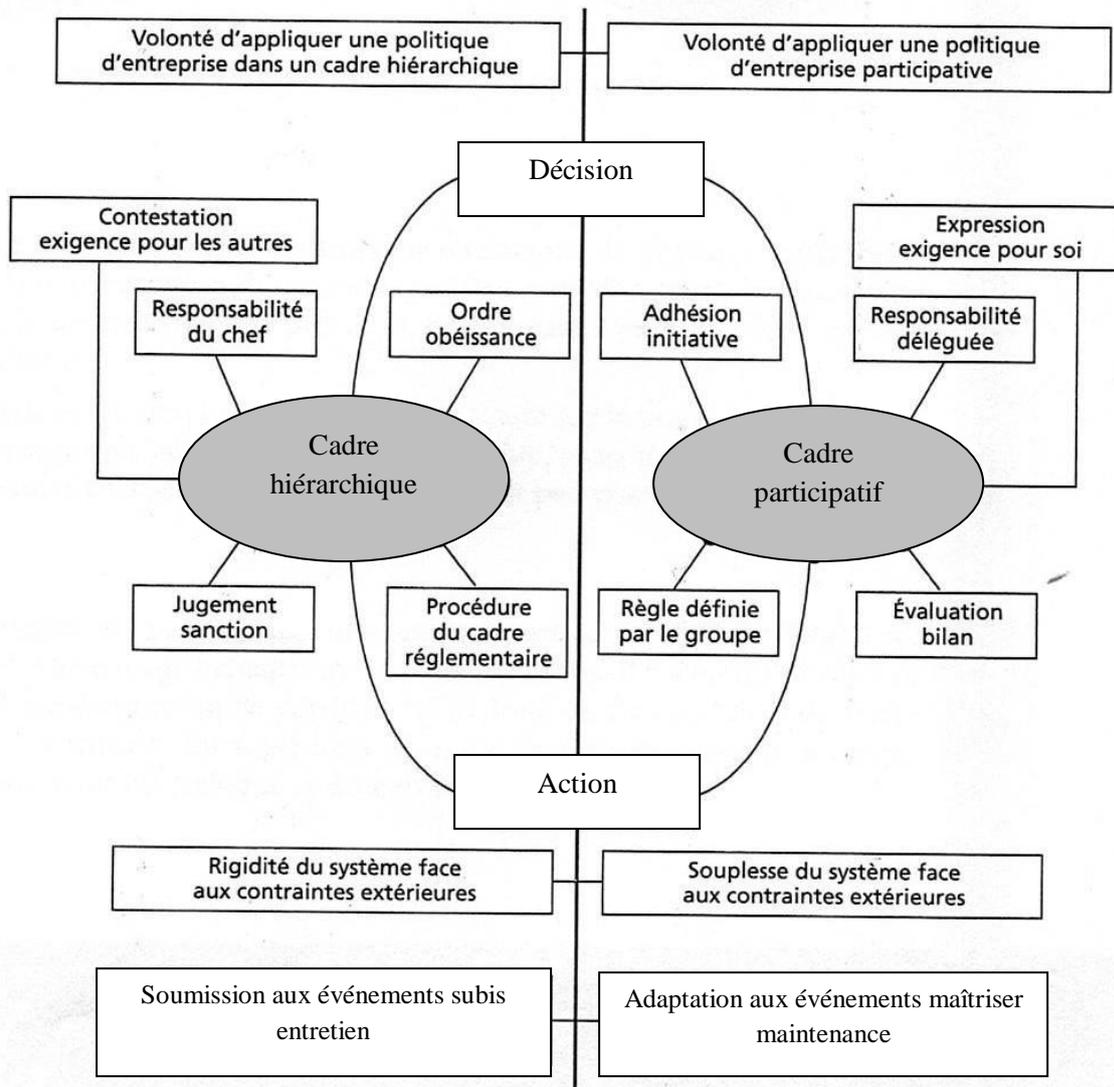


Figure 5.5 Autocratie à la participation [20]

La simplification de ce graphe met en évidence un problème incontournable à résoudre : comment passer d'un mode de management à l'autre.

Ce modèle est construit à partir de deux (02) axes délimitant quatre (04) zones caractérisant chacune un mode de management, suivant la figure 5.6.

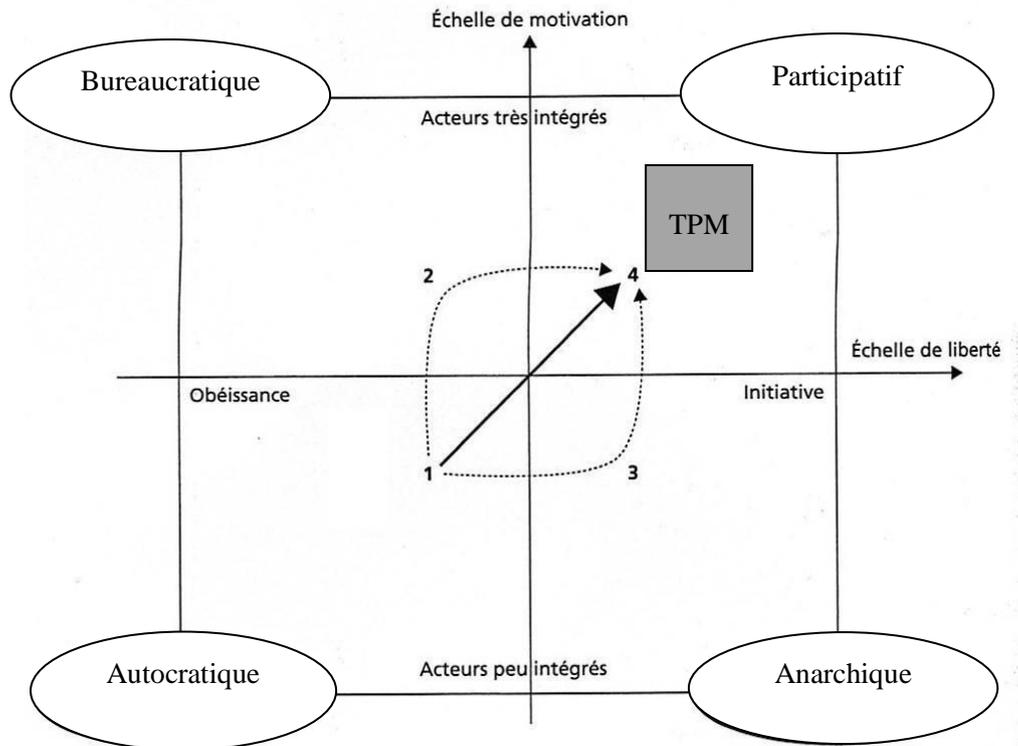


Figure 5.6 Différents modes de management [20]

- **Zone 1**

Il s'agit du type de management « historique » résultant de l'époque taylorienne, caractérisé par la concentration du pouvoir pas des chefs décideurs, les opérateurs étant réduits à la soumission aux ordres et ne pouvant s'exprimer que par une contestation collective. Ce type de management fondé sur le poids de la hiérarchie a pour caractéristique de générer une grande stabilité, mais il est peu compatible avec l'environnement actuel des entreprises, car il est peu réactif.

- **Zone 4**

Ce type de management participatif, ou organique, est caractérisé par l'influence forte des groupes participant à chaque niveau aux décisions. Il y a prédominance de l'intérêt général, un fort niveau de permissivité et donc un fort potentiel de réactivité. Les cercles de qualité illustraient bien ce mode de fonctionnement qui privilégiait le consensus, fruit du dialogue et du compromis.

En maintenance, la démarche d'automaintenance s'appuie obligatoirement sur cette délégation de responsabilité.

- **Zone 2 et 3**

Ces zones caractérisent les dérives possibles de l'évolution nécessaire allant de 1 à 4, suivant la « grande diagonale ».

Zone 2 : si le changement est généré par la multiplication des procédures et des règlements de toutes natures, le mode managérial devient bureaucratique, marqué par la prépondérance des statuts. Il est important de remarque que la recherche de certification ISO 9000, lorsqu'elle est « forcée », peut s'inscrire dans ce cadre, en opposition

fondamentale avec la recherche de la « qualité totale » qui, par nature, n'a de sens qu'en management organique.

Zone 3 : si l'on donne de la liberté d'action, d'initiative et d'expression à des gens peu motivés, mal intégrés dans l'entreprise et non préparés au changement, le jeu devient aventureux et le résultat dépendra de quelques personnalités émergentes.

5.5 Conduite du changement dans le contexte socioculturel Algérien

Les phases récentes de l'évolution du management de la qualité concernent les valeurs, la culture et l'environnement social. L'intérêt de notre analyse est de prendre en considération le contexte socioculturel Algérien et de mettre en évidence l'adéquation avec les valeurs et la culture algérienne d'une part, et avec l'environnement de l'entreprise d'autre part.

Les différentes études et la comparaison des différentes approches pour connaître les cultures ont permis de dégager quinze (15) dimensions socioculturelles et cinq (05) niveaux logiques qui sont indiqués dans le tableau suivant [23] :

Niveaux logiques	Dimensions culturelles
Identité N5	15- Réalisations ou positions sociales.
Croyances et valeurs N4	14- Niveau de motivation (satisfaction des besoins) 13- Niveau de confiance dans les institutions 12- Distance hiérarchique 11- Universel / particulier 10- Masculinité/ féminité
Capacités N3	9- Niveau d'instruction et de formation
Comportement N2	8- Le limité ou le diffus 7- Individualisme/ collectivisme 6- Objectivité / subjectivité 5- Contrôle de l'incertitude 4- Attitude vis-à-vis de l'environnement
Contexte- Environnement N1	3- Nature du contexte 2- Dimension spatiale 1- Dimension temporelle

Tableau 5.1 Relation des différentes dimensions culturelles avec les niveaux logiques [23]

5.5.1 Adaptation de la TPM à l'entreprise Algérienne

La TPM ne peut ignorer la diversité des cultures. Ainsi dans le cadre d'adaptation du projet au contexte industriel Algérien, la prise en compte de la dimension socioculturelle est primordiale.

En effet, le contexte socioculturel qui présente des leviers et des résistances, figure parmi les environnements les plus complexes dont il faut tenir compte pour maîtriser le processus de mise en œuvre de ce projet. L'environnement général est constitué par la culture, le système politique, le système économique, la technologie et l'organisation sociale.

La résistance au changement doit être gérée par la connaissance et la prise en compte de la culture. La conduite du changement par la TPM dans un contexte socioculturel est également un processus complexe. Une approche systémique de la culture permet par un ensemble de dimensions culturelles de caractériser la culture nationale, la culture d'entreprise et la culture qualité. La comparaison entre la culture existante et la culture TPM dégage des leviers qu'il faut utiliser et des résistances dont il faut en tenir compte pour conduire le changement par la TPM.

Le contexte socioculturel représente les forces sociales et culturelles qui exercent une influence sur l'organisation.

La façon de résoudre un problème sont différentes et dépendent fortement des dimensions culturelles. La TPM entraîne inévitablement des changements. Ces changements peuvent être organisationnels, techniques mais le changement le plus important, celui qui rencontre le plus d'obstacles est le changement de mentalité.

Pour mieux connaître l'entreprise et saisir ce qu'elle peut ou non devenir, il faut comprendre le système culturel entier du pays.

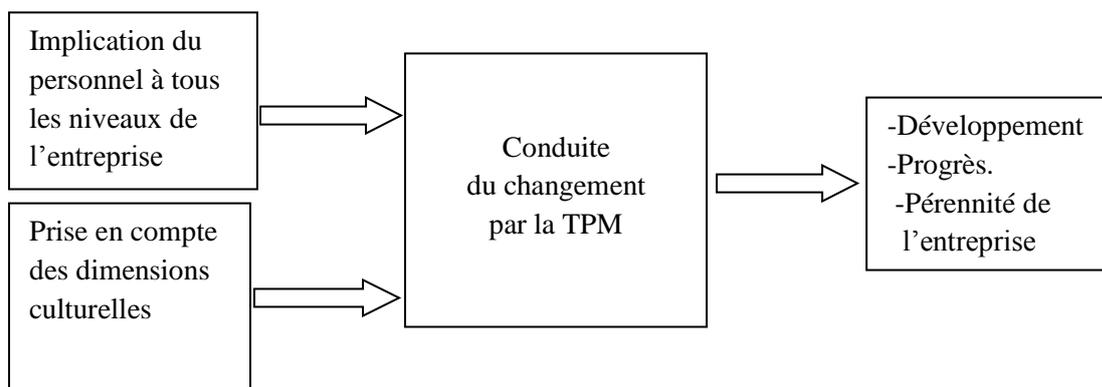


Figure 5.7 Conduite de changement par la TPM dans un contexte socioculturel

La démarche proposée pour la conduite du changement comporte cinq (05) phases :

- La première phase est dédiée à la définition des finalités et à l'initialisation de la démarche
- La deuxième phase concerne la prise en compte la dimension socioculturelle.
- Le troisième phase permet la définition de la structure.

-La quatrième phase concerne les formations à assurer pour tendre vers la finalité.

Ces deux (02) dernières phases sous-tendent l'implication du personnel à tous les niveaux.

- La cinquième phase a pour objectif de faire évoluer et pérenniser le système.

5.5.2 Formalisation des résultats et profil culturel :

Pour formaliser les résultats des profils culturels, les valeurs des dimensions culturelles seront représentées sur une échelle de valeurs 1 à 5 selon le tableau ci-après :

Echelle des valeurs	1	2	3	4	5
Dimensions culturelles					
1. Dimension temporelle	Très monochrone	monochrone	Monochrone polychrone	Polychrone	Très polychrone
2. Dimension spatiale (proxémie)	Très éloignée	éloignée	Eloignée / Rapprochée	Rapprochée	Très rapprochée
3. Nature du Contexte	Très pauvre	Pauvre	Pauvre / Riche	Riche	Très riche
4. Attitude environnement	Très passive	Passive	Passive / Active	Active	Très active
5. Contrôle incertitude	Très faible	Faible	Faible / Fort	Fort	Très fort
6. Objectivité / Subjectivité	Forte subjectivité	Subjectivité	Subjectivité / Objectivité	Objectivité	Forte objectivité
7. Individualisme / Collectivisme	Individualisme fort	Individualisme	Individualisme / Collectivisme	Collectivisme	Collectivisme fort
8. Le limité ou le diffus	Très diffus	Diffus	Diffus / Limité	Limité	Très limité
9. Niveau d'éducation et de formation	Aucun	Primaire	Secondaire	Supérieur 1 ^{er} cycle	Supérieur 2 ^{ème} et 3 ^{ème} cycle
10. Interchangeabilité des rôles	M. Très forte	M. Forte	Masculinité / Féminité	F. Forte	F. très forte
11. Universel / Particulier	Très particulier	Particulier	Particulier/ Universel	Universel	Très universel
12. Distance hiérarchique	Très élevé	Elevé	Elevé / Faible	Faible	Très faible
13. Niveau de confiance	Très faible	Faible	Faible / élevé	Elevé	Très élevé
14. Niveau de motivation	Très faible	Faible	Faible / Elevé	Elevé	Très élevé
15. Réalisation / position sociale	Forte position sociale	Position sociale	Position sociale/ Réalisation	Réalisation	Forte réalisation

Tableau 5.2 Echelle de valeurs des dimensions culturelles [23]

5.5.3 Culture Algérienne et principes de base

En se basant sur les travaux de Nouiga [23] et les spécificités de la culture Maghrébine, nous pouvons dresser le tableau suivant, ajusté aux spécificités de la culture Algérienne :

Dimensions culturelles	Caractéristiques	Spécificités
1-Dimension temporelle	Très polychrone (5)	Horaire flexible dans la vie quotidienne, horaire des réunions, focalisation sur le passé
2- Dimension spatiale (proxémie)	Très rapprochée (5)	Proximité de contact, relations rapprochées, distances très proches entre les individus, sens des relations humaines, de l'hospitalité, l'agencement des espaces intérieurs.
3- Nature du contexte	Très riche (1)	Grandes variétés et contrastes importants, richesses de l'architecture, artisanat, calligraphie, art culinaire, musiques et arts populaires.
4- Attitude vis-à-vis de l'environnement	Passive à très passive (2à1)	Ce sont les autres qui sont responsables.
5- Contrôle incertitude	Faible (2)	Faible prise de risques. Tendance à éviter les risques.
6- Objectivité/ subjectivité	Forte subjectivité (1)	Présence des sentiments et de l'affectif.
7- Individualisme/ collectivisme	Collectivisme fort (5)	Relations entre les individus, rapport au groupe et aux normes sociales, grande solidarité du groupe, grand rattachement aux valeurs communautaires, solidarité familiale (tribale).
8- Le limité ou le diffus	Très diffus (1)	Degré d'engagement élevé.
9- Niveau éducation/ formation	Analphabétisme	Assez pour les opérateurs.
10- Interchangeabilité des rôles	Forte/faible (3)	Les hommes assument les rôles les plus affirmés et les plus dominants, les femmes les rôles tournés vers le service et les soins. Tendance à minimiser la division du rôle des sexes, accès à l'enseignement.
11-Universel / particulier	Particulier (2)	Importance des relations personnelles
12- Distance hiérarchique	Très élevée (1)	Grande inégalité de pouvoir et de richesses entre citoyens. Respect pour l'autorité.
13- Niveau de confiance	Faible (2)	Faible
14- Niveau motivation	Très faible (1)	Bas pour les opérateurs.
15- Réalisation/ position sociale	Forte position sociale (1)	L'être est plus important.

Tableau 5.3 Spécificités de la culture Algérienne [23]

L'approche systémique de la culture nous permet de proposer 10 principes d'actions :

Principes d'actions	Actions méthodologiques pour la prise en compte de la dimension socioculturelle dans la conduite du changement par la TPM
Principe d'information et d'ouverture	Développer l'information et la communication en interne et en externe. Ouvrir la culture d'entreprise.
Principe de finalité	Mobiliser autour du projet en clarifiant la finalité et respectant le système de valeurs. Intégrer les dimensions culturelles et mettre en évidence les valeurs de l'entreprise.
Principe constructiviste	Reconstruire la réalité par le recadrage, changer les représentations mentales.
Principe d'écologie	Respecter l'écologie des systèmes humains et leur identité culturelle.
Principe de méta système et de méta niveau	Repérer et prendre en compte les sous-cultures de l'organisation. Intervenir à un niveau adéquat, souvent différent de celui où le problème se pose
Principe d'auto organisation, principe de totalité	Respecter le système de valeurs et prendre appui sur les ressources que tout système humain possède
Principe d'apprentissage	Réaliser un changement de type par l'apprentissage avec le niveau adéquat. Donner plus de choix par l'apprentissage et dans l'apprentissage.
Principe de récursivité	Créer une dynamique de la culture par des phénomènes récursifs.
Principe d'homéostasie	Identifier et prendre en compte les leviers et les résistances : construire sur les leviers et mobiliser les forces cachées que représentent les résistances.
Principe de dialogique	Manager les antagonismes.

Tableau 5.4 Principes de base et actions méthodologiques pour la prise en compte de la dimension socioculturelle [23]

5.5.4 Leviers et résistances de la culture Algérienne

L'utilisation des leviers et la prise en compte des résistances vont faire ressortir des propositions d'actions relatives au contexte socioculturel.

Le succès de la réforme mentale peut se produire dans l'entreprise et peut être interprété comme le fruit d'une rencontre de trois (03) éléments :

- le changement de comportement prêché en nom de la TPM qui peut prendre un sens pour le personnel en étant associé au poids des valeurs et du message moral (rectitude morale) de la culture Algérienne.
- la manière d'être et d'agir du Directeur Général qui permet à chacun de croire au caractère tangible de ce changement.
- il s'agit de la force de l'exemple donnée par le Directeur Général et son engagement.
- cette évolution est facilitée par l'existence, au sein de la culture Algérienne de l'image d'une institution, l'école ou une existence inspirée par cet idéal est mis en pratique.

Nous retrouvons le rôle et l'exemplarité du leadership, porteur de valeurs.

L'Algérie donne une place centrale au guide et au leader (Président Directeur Général), en qui, le pouvoir temporel se combine à l'enthousiasme mystique et à la rectitude morale.

Nous retrouvons ici la combinaison de plusieurs dimensions culturelles :
distance hiérarchique, dimension spatiale, niveau de confiance.

Dans les pays du Maghreb, un grand respect pour l'autorité va couramment de paire avec une vive affirmation de l'égalité des humains. Une distinction d'ordre général sépare les gens du commun des gens d'un ordre supérieur, de par la naissance, le savoir, l'héritage des privilèges d'un charisme, la fortune (distance hiérarchique).

5.5.5 Actions relatives au contexte socioculturel Algérien

L'analyse et l'utilisation des leviers et la prise en compte des résistances ont fait ressortir des propositions d'actions relatives au contexte socioculturel Algérien. Les propositions d'actions par groupes professionnels sont déployées au niveau des Dirigeants, de l'encadrement et des opérateurs suivant le tableau ci après :

Dimensions culturelles	Propositions d'actions	Dirigeants	Cadres	Opérateurs
1- Dimension temporelle	Mettre responsable par pilier de la TPM.		X	X
	Construire la démarche de changement sur l'approche systémique.	X	X	
2- Dimension spatiale	Initier la démarche par l'amélioration continue et l'approche processus.	X	X	
3- Nature du contexte	Construire sur les leviers, prendre en compte les résistances.	X	X	X
	Respecter les valeurs et l'identité culturelle du pays.	X	X	X
	Elaborer un plan de formation action intégrant la prise en compte de la dimension socioculturelle.	X	X	X
	Construire la démarche en appropriation de la formation action.	X	X	X
4- Attitude face à l'environnement	Initier le fonctionnement des équipes d'opérateurs par les modes opératoires (procédures).			X
5- Contrôle de l'incertitude	Initier la formalisation par l'approche processus.		X	
7- Individualisme/collectivisme	Construire la démarche sur le management participatif.	X	X	X
9- Niveau d'éducation et de formation	Adapter un processus de formation au contexte.	X	X	X
	Initier la mise en place des équipes de travail à tous les niveaux dans la formation.	X	X	X
	Relever le niveau d'instruction de l'opérateur.			X
	Utiliser la langue nationale ou dialecte dans les travaux des équipes opérateurs.			X
11- Universel / particulier	Mettre en place un code de conduite (charte) élaboré par une équipe en interne (Discipline et règles librement consenties).	X	X	X
12- Distance hiérarchique	Regrouper dans les équipes de travail différents niveaux de l'entreprise.	X	X	X
	Regrouper dans les sessions de formation les différents niveaux de l'entreprise.	X	X	X
13- Niveau de confiance	Démontrer l'engagement et l'exemplarité du Directeur Général, porteur de valeurs.	X		
14- Niveau de motivation	Mettre en place un système de reconnaissance cohérente avec le système d'évaluation.	X	X	X
15- Réalisation-position sociale	Evaluer les processus et les activités avant d'évaluer les personnes.	X	X	X
	Mettre en place un système d'évaluation du personnel cohérent avec le système de management.	X	X	X

Tableau 5.5 Propositions d'actions [23]

NB : les dimensions 6 (Objectivité/ Subjectivité), 8 (Le limité ou le diffus) et 10 (Interchangeabilité des rôles) ne figurent pas sur le tableau pour une raison logique et évidente.

Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons abordé l'interaction de l'ensemble de références de la culture d'entreprise avec la TPM où nous avons insisté sur l'amélioration de la communication, de la formation et de la motivation.

La TPM ne peut ignorer la diversité des cultures, la réussite de son implantation est imputée à son adaptation au contexte socioculturel. Cette adaptation nécessite une stratégie pour la conduite du changement au sein de l'entreprise Algérienne.

A cet effet, quinze (15) dimensions socioculturelles et cinq (05) niveaux logiques ont été dégagées. Nous avons montré également les spécificités de la culture Algérienne avec les principes de base et les actions méthodologiques pour la prise en compte de la dimension socioculturelle. Enfin, nous avons proposé des actions pour la mise en place du projet TPM dans l'entreprise Algérienne.

Chapitre 6

**Identification des conditions idéales pour
l'implantation des piliers stratégiques d'amélioration
de la performance industrielle de l'entreprise**

Introduction

Dans le programme et la stratégie du développement de la TPM et en tenant compte de ce qui a précédé, huit (08) piliers sont nécessaires et forment deux (02) axes distincts :

- le premier axe concerne l'atteinte de l'efficacité maximale du système de production,
- le second axe est consacré à l'amélioration du système pour obtenir les conditions idéales de la performance industrielle.

Dans notre travail nous nous sommes intéressé au deuxième axe, limitant notre investigation aux quatre (04) derniers piliers de la TPM. L'exploitation de la documentation des processus de l'entreprise, nous permettra de confirmer la prédisposition de cette dernière à se lancer, pourquoi pas dans « l'aventure totale » de la TPM.

6.1 Maîtrise de la conception des produits et équipements de l'entreprise Alzinc (Pilier 5 de la TPM)

L'entreprise Alzinc est spécialisée dans l'électrolyse de zinc de type SHG (Special High Grad), la production des alliages de zinc et l'électrolyse du cuivre. La récupération des rejets gazeux permet la production d'acide sulfurique et compte tenu de l'ensemble des besoins des clients ou usagers dans la conception des produits ou services, l'entreprise Alzinc n'est pas concernée par le volet de conception de nouveaux produits. Cependant, elle veille à défendre sa part de marché dans un secteur d'activité. Pour cela, elle veille scrupuleusement à garder voire à réduire les prix face au marché et à la concurrence internationale.

Dans le domaine du zinc les concurrents nationaux sont peu nombreux (importateurs) Alzinc reste la deuxième entreprise de production de zinc en Afrique.

6.2 Maîtrise de la qualité et procédures (Pilier 6 de la TPM)

6.2.1 Maîtrise de la qualité des produits et des services

Les règles de gestion écrites permettent de s'assurer que l'ensemble des processus est mis en œuvre dans des conditions maîtrisées pour obtenir la réalisation des produits de la gamme d'Alzinc et de la satisfaction des clients [32].

-Programmation :

Une méthode existe, pour spécifier les modalités suivies pour établir le budget en termes de :

- prévisions de vente par famille de produits,
- besoins en MP et consommables,
- besoins en ressources humaines et d'équipements de production,

Du fait de la nature répétitive des productions de l'entreprise Alzinc, les aspects suivants sont déjà planifiés par la documentation du système de l'entreprise ou établis lors de sa mise à jour :

- propriétés et caractéristiques relatives aux produits,
- les besoins en termes d'équipements,
- l'établissement des documents de production (fiches, gammes, modes opératoires, etc.)
- les modalités de vérification, de validation, de surveillance, de contrôles des produits ou services,

- les critères d'acceptation du produit ou service,
- les formulaires permettant d'établir les enregistrements nécessaires pour apporter la preuve que les processus de réalisation, d'une part, et que le produit résultant, d'autre part, satisfont aux exigences.

-Procédure documentée : elle porte la référence PQ 8.242 de l'entreprise. Elle fait office de plans généraux des contrôles, faisant renvoi à la documentation applicable pour :

- surveiller et mesurer les caractéristiques du produit afin de vérifier que les exigences relatives au produit sont satisfaites,
- signaler comment ceci doit être effectué à des étapes appropriées du processus de réalisation du produit et conformément à des dispositions planifiées,
- enregistrer la preuve de la conformité du produit aux critères d'acceptation,
- indiquer, sur les enregistrements, les personnes ayant autorisé la libération du produit,
- s'assurer que la libération du produit (ou la fourniture du service) ne puisse pas être effectuée avant l'exécution satisfaisante de toutes les dispositions planifiées de contrôle, sauf approbation par une autorité compétente et, le cas échéant, par le client.

6.2.2 Maîtrise des processus opérationnels et de soutien

Les divers processus opérationnels sont identifiés dans le paragraphe du manuel Qualité. [32]

Leur séquençement général et leurs schémas respectent la modélisation suivante :

les processus de réalisation sont considérés comme le cœur des activités de l'entreprise, il est en interaction avec l'ensemble des autres processus.

Les processus de réalisation des produits et services nous permettent de définir l'ensemble des étapes nécessaires à la bonne exécution des tâches conformément aux exigences internes normatives ou contractuelles.

-Des procédures documentées existent, afin de spécifier les moyens et mécanismes de maîtrise des différents processus de réalisation opérationnels relatifs au métier de l'entreprise.

-Mobilisation :

la mobilisation est déclenchée par la mise en œuvre du plan d'exécution. Elle permet de mettre à la disposition du programme tous les moyens nécessaires pour sa réalisation et de gérer son suivi.

-Equipement de production:

tous les moyens de réalisation, de contrôle, essais, outillages, matériels à utiliser lors des différentes phases de production sont définis et vérifiés.

Les modalités d'utilisation et d'entretien des appareils peuvent faire l'objet de notices techniques et/ou de fiches d'intervention.

Une procédure définit les dispositions de maintenance des équipements afin de garantir leur conformité, disponibilité et fiabilité.

-Personnel:

de manière à garantir le niveau de qualité souhaitée, les qualifications du personnel intervenant dans la réalisation des produits sont définies. Ces qualifications peuvent être demandées par le client ou imposées par les différentes normes applicables.

-Ressources financières :

Les ressources financières nécessaires à la couverture des besoins sont mobilisées et les personnes habilitées sont désignées.

6.2.3 Maîtrise de la qualité des prestations des fournisseurs et sous-traitants

Les fournisseurs sont sélectionnés et évalués en fonction de leur aptitude à fournir des produits conformes aux exigences de l'entreprise (PQ-7.410 et 11). [32]

La procédure documentée PQ-7.420 spécifie les modalités applicables dans l'entreprise pour que les différents services fassent connaître leurs besoins en termes de quantités et délais à ceux ayant pouvoir pour passer commande. Elle fixe les responsabilités et les circuits administratifs permettant de suivre les réceptions, les valider, débloquer les paiements et fournir les données et justificatifs comptables.

Elle signale également les modalités à appliquer pour décrire le produit à acheter, y compris pour certains cas :

- a) des exigences pour l'approbation du produit, des procédures, des processus et des équipements du fournisseur,
- b) des exigences pour la qualification du personnel du fournisseur,
- c) des exigences relatives à son système de management de la qualité.

De même, la procédure signale les aspects documentaires de la description de besoins, pour les divers services de l'organisation et types de fournitures à acheter :

- d) exigences reprises à chaque fois sur les documents internes d'expression des besoins, puis transcrites sur les documents d'achat,
- e) documents d'achat faisant référence à des spécifications techniques déjà diffusées.

Ceci permet à l'entreprise de s'assurer de l'adéquation des exigences d'achat spécifiées avant de les communiquer au fournisseur et d'éviter ainsi la réception de produits non-conformes du fait que les propres informations de l'entreprise relatives aux achats ne seraient pas claires, précises, sans critères d'acceptation vérifiables, voire ambigus.

Les responsabilités de coordination entre les structures traitant des problèmes d'achat, des problèmes techniques d'exploitation et des problèmes de qualité, afin de s'assurer que les produits achetés satisfont aux exigences d'achat spécifiées sont décrites dans la PQ -8241.

Les modalités de ce contrôle pouvant consister, selon les cas à :

- f) des contrôles à la réception avec nos propres moyens de contrôle,
- g) la sous-traitance de contrôles par un organisme tiers,
- h) les preuves de contrôles apportées par les fournisseurs, ou, à titre exceptionnel,
- i) des contrôles des fournitures reçues via des contrôles ultérieurs de produits finis incluant ces fournitures.

6.2.4 Maitrise de la qualité dans le processus grillage

Les mécanismes permettant de maîtriser ces processus pour obtenir du premier coup les caractéristiques souhaitées pour les produits sortant pour cette étape, sont listées dans les tableaux ci-après, et ce, par nature de non-conformités à éviter.

Caractéristiques à obtenir en sortie de cette phase	Non conformités à éviter			Code SP	Documentation sur le produit
-Soufre sulfure $2.5 \pm 0.2\%$ -Soufre sulfure $\leq 0.3 + 0.1\%$	Taux de soufre sulfate ou de soufre sulfure élevé :			01	Documentation complémentaire
Paramètre sur lequel agir	Pilotage	Réglage	Consigne	Activités	Documentation complémentaire
Taux d'humidité blende			X	Vérifier le taux d'humidité : -Taux est élevé ; augmenter graduellement la cadence de production jusqu'à stabilisation de la température du bain (900-950°C). -Taux est faible : augmenter le taux d'humidité en arrosant la blende au niveau du M21 (goutte à goutte) ou au niveau des longes avec un camion-citerne jusqu'à obtention du pourcentage d'humidité voulue. Une analyse du laboratoire est nécessaire.	Néant
Tonnage de la blende			X	Vérifier le tonnage de blende injecté à l'intérieur du four et ce, en fonction du débit d'air. Ce tonnage doit être en parfaite concordance avec le débit d'air.	Néant
Composition de la charge			X	Procéder à la modification de la charge constituée des différentes blendes et ce, en fonction des résultats des soufres obtenus	MO-7511.01

Chapitre 6 Identification des conditions idéales pour l'implantation des piliers stratégiques d'amélioration de la performance industrielle de l'entreprise

Caractéristique à obtenir en sortie de cette phase	Non conformités à éviter			Code SP	Documentation sur le produit
90% du ZnO < 74 μ	Granulométrie non conforme			02	
Paramètre sur lequel agir	Pilotage	Réglage	Consigne	Activités	Documentation complémentaire
Rapport 90/10			X	Vérifier le by pass pour s'assurer que la qualité voulue est envoyée vers le broyeur dans le rapport 90/10.	Néant
Nombre de boulets	X			Ajouter une quantité de boulets en fonction de résultats d'analyses du laboratoire. Cette opération doit être renouvelée jusqu'à obtention de la finesse voulue	Néant
Ampérage	X			Surveiller l'ampérage du broyeur qui doit varier de 28 à 32 A. -Si la valeur affichée est inférieure à 28A; rajouts de boulets de Ø80 jusqu'à obtention de l'ampérage nominal. -Si valeur affichée est supérieure à 32A ; le moteur doit déclencher (broyeur obturé).	Voir spécification technique
Débit de la blende			X	Vérifier le débit de la blende s'il ne dépasse de loin les capacités du broyeur (10t/h du grillé).	Néant

Chapitre 6 Identification des conditions idéales pour l'implantation des piliers stratégiques d'amélioration de la performance industrielle de l'entreprise

Caractéristique à obtenir en sortie de cette phase	Non conformités à éviter			Code SP	Documentation sur le produit
ZnO : 87%	Mauvais grillage de la blende (ZnO<87%)			03	
Paramètre sur lequel agir	Pilotage	Réglage	Consigne	Activités	Documentation complémentaire
Taux d'humidité blende			X	Vérifier le taux d'humidité : -Taux élevé ; Augmenter graduellement la cadence de production jusqu'à stabilisation de la température du bain (900-950°C). -Taux faible : Augmenter le taux de l'humidité en arrosant la blende au niveau du M21 (goutte à goutte) ou à niveau des loges avec un camion citerne jusqu'à obtention du pourcentage d'humidité voulue. Une analyse du laboratoire est nécessaire.	Néant
Composition de la charge			X	Procéder à la modification de la charge constituée des différentes blendes et ce, en fonction des résultats des souffres obtenus.	MO-7511.01
% de soufre dans la blende			X	Vérifier le taux de soufre dans la blende. Si le taux est inférieur à 32%, il y a au lieu d'augmenter la cadence de production afin d'obtenir le combustible nécessaire permettant d'avoir les températures du grillé variant de 900 à 950°C.	Néant
Débit d'air			X	Vérifier le débit d'air s'il est en adéquation avec la pression du bain four.	Néant

Caractéristiques à obtenir en sortie de cette phase	Non conformités à éviter			Code SP	Documentation sur le produit
Température du four : 900 à 950 °C	Présence de ferrite			04	
Paramètre sur lequel agir	Pilotage	Réglage	Consigne	Activités	Documentation complémentaire
Température			X	Vérifier la température de fours .Si elle est très élevée (sup .à 950°C), elle favorise la création de ferrite qui est nuisible à la lixiviation. Réduire la température du four pour être dans les limites fixées.	Néant

Tableau 6.1 Maitrise des paramètres de fabrication dans le processus de grillage [32]

6.2.5 Maitrise de la qualité dans le processus pulpage

Caractéristiques à obtenir en sortie de cette phase	Non conformités à éviter			Code SP	Documentation sur le produit
PH : 4,8 à 5,3 Taux solides : 200-250g/l	-PH non conforme - Taux solide NC			01	
Paramètre sur lequel agir	Pilotage	Réglage	Consigne	Activités	Documentation Complémentaire
Débit de grillé ou Débit acide de tête	X			PH<4,8 : Ajouter du grillé selon les consignes du laboratoire continu ou Réduire l'acide de tête en quantité nécessaire jusqu'à obtention du PH.	Tableau d'équivalence PH/taux de grillé.
	X			PH>5,3 : Réduire le débit de grillé selon les consignes du laboratoire continu ou ajouter l'acide de tête en quantité nécessaire jusqu'à obtention du PH conforme (éviter le débordement de la cuve). Non-respect du PH peut faire augmenter les boues dans les décanteurs et difficultés d'évacuation vers la décharge	Tableau d'équivalence PH/taux de grillé.

Chapitre 6 Identification des conditions idéales pour l'implantation des piliers stratégiques
d'amélioration de la performance industrielle de l'entreprise

Caractéristiques à obtenir en sortie de cette phase	Non conformités à éviter			Code SP	Documentation sur le produit
Fe ++ < 5mg/l	Taux de fer supérieur à 5mg/l			02	
Paramètre sur lequel agir	Pilotage	Réglage	Consigne	Activités	Documentation Complémentaire
Additif (oxydant MnO ₂ et KMnO ₄)	X			Taux de fer supérieur à 5mg/l. Ajouter du MnO ₄ au niveau de l'acide tête jusqu'à obtention d'une teneur en fer inférieur à 5mg/l. Analyse faite par le laboratoire continu. Si la teneur n'est pas obtenue, il y a lieu d'ajouter du KMnO ₄ jusqu'à atteinte du résultat.	Documentation fournisseur (MECHIM)
PH	X			Vérifier l'acidité de la pulpe. Si l'acidité est faible (inf. à 4.8), il y a lieu d'ajouter le grillé jusqu'à obtention de la teneur en fer conforme ou réguler l'acide de tête jusqu'à obtention de taux souhaité.	Documentation fournisseur (MECHIM)

Caractéristiques à obtenir en sortie de cette phase	Non conformités à éviter			Code SP	Documentation sur le produit
Cu : 0,15 -0,2 g/l	Taux de cuivre supérieur à 0,2 g/l			03	
Paramètre sur lequel agir	Pilotage	Réglage	Consigne	Activités	Documentation Complémentaire
PH (inf. à 4,8)	X			Vérifier l'acidité de la pulpe. Si l'acidité est faible (inf. à 4,8), il y a lieu d'ajouter le grillé jusqu'à obtention de la teneur en cuivre conforme ou réguler l'acide de tête jusqu'à obtention du taux souhaité. Non-respect de PH peut faire augmenter les boues dans les décanteurs et difficultés d'évacuation vers la décharge	Documentation fournisseur (MECHIM)
Teneur en cuivre/ Over flow acide	X			Vérifier le taux de cuivre au niveau de l'over flow acide. Celui-ci ne doit pas dépasser de 3 fois le taux du cuivre dans l'over flow neutre. Si le taux est NC, il y a lieu d'élever le PH au niveau de la lixiviation acide et neutre	Documentation Fournisseur (MECHIM)

Caractéristiques à obtenir en sortie de cette phase	Non conformités à éviter			Code SP	Documentation sur le produit
-Particules fines < 74 μ : 90%	Granulométrie du grillé élevé (sortie broyeur)			04	
Paramètre sur lequel agir	Pilotage	Réglage	Consigne	Activités	Documentation Complémentaire
Broyage (granulométrie)	X			Vérifier l'ampérage du broyeur qui doit être de 135 A. Si celui-ci est élevé, ajouter des boulets jusqu'à obtention de 135 A.	Documentation Fournisseur (MECHIM)

Tableau 6.2 Maitrise des paramètres de fabrication dans le processus de pulpage [32]

6.2.6 Maitrise de la qualité dans le processus lixiviation neutre

Caractéristiques à obtenir en sortie de cette phase	Non conformités à éviter			Code SP	Documentation sur le produit
PH (sortie 6 ^{ème} cuve) : 5,1-5,3 Aspect de l'Overflow : clair	Mauvaise décantation			01	
Paramètre sur lequel agir	Pilotage	Réglage	Consigne	Activités	Documentation Complémentaire
PH	X			- Si le PH est inférieur à la consigne 5,1 (sortie 6 ^{ème} cuve) : -Réduire le débit du retour cellule, ou -augmenter le solide (200-250g/l) dans la pulpe, jusqu'à stabilisation du PH. Si le PH n'est pas stabilisé, envoyer la solution vers la cuve.	Documentation fournisseur

Chapitre 6 Identification des conditions idéales pour l'implantation des piliers stratégiques d'amélioration de la performance industrielle de l'entreprise

Caractéristiques à obtenir en sortie de cette phase	Non conformités à éviter			Code SP	Documentation sur le produit
PH (sortie 6 ^{ème} cuve) : 5,1-5,3 Aspect de l'Over flow : clair	-Mauvaise décantation			02	
Paramètre sur lequel agir	Pilotage	Réglage	Consigne	Activités	Documentation Complémentaire
PH	X			Si le PH est supérieur à la consigne 5,3 (sortie 6 ^{ème} cuve) : -Augmenter le débit du retour cellule, ou -Réduire, le solide (200-250g/l) dans la pulpe, jusqu'à stabilisation du PH.	Documentation fournisseur
Excès de boues	X			Arrêter la production jusqu'au rétablissement des paramètres : - Vérifier la pression du décanteur qui doit être inférieure à 0,2 bar, - Vérifier l'excès de boues dans les décanteurs en effectuant les analyses du filtrat dans l'Under flow. Si l'excès de boues est avéré accentuer le soutirage des boues vers la lixiviation acide.	Documentation Fournisseur
Déficit floculant	X			- Augmenter le débit du floculant jusqu'à rétablissement de la situation (aspect clair)	Documentation Fournisseur

Caractéristiques à obtenir en sortie de cette phase	Non conformités à éviter			Code SP	Documentation sur le produit
Fe ⁺⁺ <5mg/l	Teneur en fer ferreux supérieure à 5mg/l			03	
Paramètre sur lequel agir	Pilotage	Réglage	Consigne	Activités	Documentation Complémentaire
Oxydant (KMnO ₄ et Air)	X			- Vérifier le barbotage par air. - Ajouter le KMnO ₄ selon la teneur en fer ferreux	Nota : Cet oxydant n'est pas utilisé que pour précipiter le fer. Il ne fait pas partie des données d'entrée.

Tableau 6.3 Maitrise des paramètres de fabrication dans le processus de lixiviation neutre [32]

6.2.7 Maitrise de la qualité dans le processus lixiviation acide

Caractéristiques à obtenir en sortie de cette phase.	Non conformités à éviter.			Code SP	Documentation sur le produit.
-PH : 2-3 -Aspect : Jaune terne	Mauvaise décantation			01	
Paramètre sur lequel agir	Pilotage	Réglage	Consigne	Activités	Documentation complémentaire.
PH	X			Si le PH est inférieur à la consigne 2 : réduire le débit du retour cellule, jusqu'à stabilisation du PH Si le PH est supérieur à la consigne 3 : augmenter le débit de retour cellule, jusqu'à stabilisation du PH.	Documentation fournisseur
Débit du magnafloc R351	X			Augmenter le débit du magnafloc R351 jusqu'à décantation de l'excès de boues de lixiviation. L'opération s'achève quand le laboratoire continu fournit les résultats de contrôle (filtrat <500ml/l) conformes.	Documentation fournisseur
Volume des boues à évacuer			X	Réduire le volume des boues en accentuant le nombre de rotation	-

Chapitre 6 Identification des conditions idéales pour l'implantation des piliers stratégiques d'amélioration de la performance industrielle de l'entreprise

Caractéristiques à obtenir en sortie de cette phase	Non conformités à éviter			Code SP	Documentation Sur le produit
Cuivre : 1500-2500 mg/l	Teneur en cuivre élevée			02	
Paramètre sur lequel agir	Pilotage	Réglage	Consigne	Activités	Documentations complémentaires
PH	X			Cuivre > 2500 mg/l (référence du grillé 0.45%). Dans ce cas précis. Le PH est inférieur à 2. Vérifier le ph et le cas échéant réduire le débit de RC au niveau de la première cuve. Jusqu'à obtenir un PH compris entre 2-3 Les résultats du laboratoire continu confirment l'achèvement de l'opération.	Documentation Fournisseur
	X			Cuivre < 1500 mg/l (référence du grillé 0.45%). Dans ce cas précis, le PH est supérieur à 3. Vérifier le PH et le cas échéant augmenter le débit de RC au niveau de la première cuve, jusqu'à obtenir un PH compris entre 2-3. Les résultats du laboratoire continu confirment l'achèvement de l'opération.	Documentation fournisseur

Tableau 6.4 Maitrise des paramètres de fabrication dans le processus de lixiviation acide [32]

6.2.8 Maitrise dans le processus préparation acide de tête

Caractéristiques à obtenir en sortie de cette phase.	Non conformités à éviter.			Code SP	Documentation sur le produit.
-Acidité (H+) : 20-30g/l	Acidité non conforme			01	
Paramètre sur lequel agir	Pilotage	Réglage	Consigne	Activités	Documentation complémentaire
Débit solution de dragage	X			Si l'acidité est supérieure à 30g/l : Réduire le débit de la solution de dragage. Réduire d'un tour la vanne d'alimentation. Si le résultat n'est pas atteint après analyse, il y a lieu d'augmenter le retour purification.	Documentation technique du fournisseur
Débit retour purification	X			Pour augmenter le débit de la solution purifiée. Il y a lieu de tourner d'un tour la vanne d'alimentation. Poursuivre l'opération jusqu'à atteinte du résultat. Les résultats d'analyses doivent être confirmés par le laboratoire continu.	Documentation technique du fournisseur

Chapitre 6 Identification des conditions idéales pour l'implantation des piliers stratégiques d'amélioration de la performance industrielle de l'entreprise

Caractéristiques à obtenir en sortie de cette phase	Non conformités à éviter			Code SP	Documentation Sur le produit
Fe ⁺⁺ : 20-30 mg/l	Teneur en ferreux élevée			02	
Paramètre sur lequel agir	Pilotage	Réglage	Consigne	Activités	Documentations complémentaires
Débit d'air	X			Accentuer les moyens d'oxydation. En premier lieu augmenter le débit d'air des cuves de préparation et de mélange. Si les résultats ne s'améliorent pas, il y a lieu d'ajouter des oxydants chimiques.	Néant
Oxydants (solution de dragage)	X			Augmenter, le débit de la solution de dragage selon les consignes du laboratoire continu et ce, jusqu'à obtention du résultat souhaité.	Néant
Oxydants (bioxyde de manganèse ou crasses de manganèse)	X			Le cas échéant, ajouter le MnO ₂ selon les consignes du laboratoire continu.	Néant

Caractéristique à obtenir en sortie de cette phase	Non conformités à éviter			Code SP	Documentation Sur le produit
Acidité : 150-165 mg/l	Acidité Retour Cellule Non Conforme			03	
Paramètre sur lequel agir	Pilotage	Réglage	Consigne	Activités	Documentations complémentaires
Acidité	X			Si acidité inf. à 150, ajouter H ₂ SO ₄ tout en barbotant avec de l'air.	Ex. 10g pour 1 litre de solution et x pour 400 000 m ³ . Règle de trois x densité. Par calcul.
	X			Si acidité sup. à 165, ajouter de l'eau de procédé en barbotant avec l'air	

Tableau 6.5 Maitrise des paramètres de fabrication dans le processus préparation acide en tête [32]

6.2.9 Maitrise dans le processus purification à chaud

Caractéristiques à obtenir en sortie de cette phase.	Non conformités à éviter				Code SP	Documentation sur le produit.
Taux de cobalt <0,25mg/l	Mauvaise précipitation du Cobalt > 0,25mg/l				01	
Paramètre sur lequel agir	Pilotage	Réglage	Consigne	Activités	Documentation complémentaire	
Ajout de réactif	X			Arrêter la filtration : Traiter les cuves une à une (pendant 02h maxi) en ajoutant la poudre de zinc en quantité nécessaire selon les analyses du laboratoire continu. Si la teneur en cobalt est conforme, la solution est envoyée à la filtration sinon vidanger les cuves dans la cuve.	-Voir abaque d'ajout de poudre de zinc/cobalt. -Voir instruction de traitement (IT-7513.05)	

Caractéristiques à obtenir en sortie de cette phase.	Non conformités à éviter.				Code SP	Documentation sur le produit.
-Aspect : Solution clair (sans particules)	-Purification NC (taux d'impuretés supérieur aux valeurs fixées).				02	
Paramètre sur lequel agir	Pilotage	Réglage	Consigne	Activités	Documentation complémentaire	
Filtration			X	Arrêter la filtration et permuter le filtre pour poursuivre la production. Procéder à la vérification des toiles du filtre arrêté. Selon l'état des toiles procéder à l'éventuel remplacement	IT-7513.03	

Tableau 6.6 Maitrise des paramètres de fabrication dans le processus purification à chaud [32]

6.2.10 Maitrise dans le processus purification à froid

Caractéristiques à obtenir en sortie de cette phase.	Non conformités à éviter.			Code SP	Documentation sur le produit.
Taux de cobalt <0,25mg/l	Mauvaise précipitation du Cobalt > 0,25mg/l			01	
Paramètre sur lequel agir	Pilotage	Réglage	Consigne	Activités	Documentation complémentaire
Re-dissolution du cobalt	X			-Vérifier à la sortie de la filtration à chaud s'il n'ya pas re-dissolution du cobalt. -Vérifier l'état des toiles (présence de toiles déchirées). Dans les deux cas de figures : -arrêter la filtration à froid et procéder aux vidanges de la solution dans les cuves. -procéder au nettoyage des filtres presses tout en veillant à remplacer les toiles déchirées	IT-7513.03

Chapitre 6 Identification des conditions idéales pour l'implantation des piliers stratégiques
d'amélioration de la performance industrielle de l'entreprise

Caractéristiques à obtenir en sortie de cette phase.	Non conformités à éviter			Code SP	Documentation sur le produit
Cadmium $\leq 0,6\text{mg/l}$	Mauvaise précipitation du Cadmium $> 0,6\text{mg/l}$			02	
Paramètre sur lequel agir	Pilotage	Réglage	Consigne	Activités	Documentation complémentaire.
Ajout de la poudre de Zinc	X			L'ajout de la poudre de zinc doit être continu, stable et selon les proportions données par le laboratoire central. Procéder à la sensibilisation du personnel s'il s'agit d'une erreur ou négligence humaine quant à l'ajout de la poudre de zinc.	Néant.
Granulométrie de la poudre de Zinc			X	Vérifier la granulométrie de la poudre de zinc. Si elle n'est pas conforme réutiliser une autre poudre de zinc extra fine.	-MO-7519.01 Poudre de zinc
Teneur en Plomb dans la poudre de zinc			X	Si la granulométrie est conforme ; il y a lieu de vérifier la teneur en plomb dans la poudre de zinc en provenance de l'atelier refonte. Celle-ci doit être comprise entre 0,5 et 1%. Si elle n'est pas conforme, réutiliser une autre poudre de zinc à teneur en plomb conforme.	-MO-7515.01 Refonte de zinc.
Température	X			Procéder à vérification de la température de la solution de la cuve N°01. Si la température est élevée ; informer l'agent responsable de la purification à chaud pour réduire la température	PQ-7513.01
Temps de réaction			X	Si le temps de séjour est supérieur à une demi-heure le cadmium peut se remettre en solution.	Néant
Entrée d'air			X	Vérifier la fermeture des couvercles de cuves. Ces dernières doivent être hermétiques sinon le cadmium risque de se remettre en solution. Si le risque est avéré, dans les deux cas de figure signalés ci-après ; il y a lieu de filtrer rapidement.	Néant

Chapitre 6 Identification des conditions idéales pour l'implantation des piliers stratégiques d'amélioration de la performance industrielle de l'entreprise

Caractéristiques à obtenir en sortie de cette phase.	Non conformités à éviter.			Code SP	Documentation sur le produit.
-Fer total <10mg/l -Cu <0,2mg/l -Sb <15 γ/l -Ge <15 γ/l	-Purification NC (taux d'impuretés supérieur aux valeurs fixées)			03	
Paramètre sur lequel agir	Pilotage	Réglage	Consigne	Activités	Documentation complémentaire
Teneur en Fer			X	Si la teneur en fer est inférieure à 10 mg/l (conforme), pendant que les autres impuretés sont non Conformés, le recyclage s'effectue dans la cuve de stock over flow neutre.	Manuel de processus de purification
			X	Si la teneur en fer est supérieure à 10 mg/l, même si les autres impuretés sont conformes le recyclage s'effectue en tête de lixiviation.	

Tableau 6.7 Maitrise des paramètres de fabrication dans le processus purification à froid [32]

6.2.11 Maitrise dans le processus repulpage neutre

Caractéristiques à obtenir en sortie de cette phase.	Non conformités à éviter.			Code SP	Documentation sur le produit.
-PH : 4,5-5	PH non conforme			01	
Paramètre sur lequel agir	Pilotage	Réglage	Consigne	Activités	Documentation complémentaire
Débit de retour cellules	X			Si le PH est supérieur à 5: augmenter l'alimentation d'acide jusqu'à obtention des résultats souhaités et ce, pour permettre la mise en solution de la poudre de zinc.	Voir spécification technique
	X			Si le PH est inférieur à 4,5 : Couper l'alimentation d'acide jusqu'à obtention des résultats souhaités et ce, pour éviter la mise en solution des impuretés. Eventuellement ; ajouter des boues de filtration (gâteau) tout en arrêtant les pompes d'alimentation du décanteur jusqu'à stabilisation de la situation	

Tableau 6.8 Maitrise des paramètres de fabrication dans le processus repulpage neutre [32]

6.2.12 Maitrise de la qualité dans le processus repulpage acide

Caractéristiques à obtenir en sortie de cette phase	Non conformités à éviter			Code SP	Documentation sur le produit
PH=2.75-3	-PH de repulpage acide 3ème cuve élevé (>3)			01	
Paramètre sur lequel agir	Pilotage	Réglage	Consigne	Activités	Documentation complémentaire
-Débit de retour cellules	X			Arrêter la filtration et procéder au traitement de la 3ème cuve par l'apport d'acide RC jusqu'à obtention du PH souhaité	Voir spécification technique

Tableau 6.9 Maitrise des paramètres de fabrication dans le processus repulpage acide [32]

6.2.13 Maitrise de la qualité dans le processus d'électrolyse de zinc

Caractéristiques à obtenir en sortie de cette phase	Non conformités à éviter			Code SP	Documentation sur le produit
Impureté : 0.25 mg/l	Impureté > 0.25 mg/l			01	
Paramètre sur lequel agir	Pilotage	Réglage	Consigne	Activité	Documentation complémentaire
Dilution	X			De 0.25 à 0.30 mg/l : Présence d'une solution électrolytique propre. Dans ce cas, diluer l'impureté dans le circuit et poursuivre l'électrolyse. Si la situation persiste, le circuit d'électrolyse risque d'être contaminé et procéder à la réduction de l'ampérage.	
Ampérage				Présence d'un circuit contaminée réduction de l'ampérage en vue de diminuer le soutirage de la solution.	

De 0.25 à 0.30 mg/l : deux (02) cas de figures peuvent se présenter :

-1^{er} cas : Présence d'un circuit électrolytique propre.

Dans ce cas, diluer l'impureté dans le circuit et réduire l'ampérage (15 à 20%) jusqu'à rétablissement de la situation au niveau de la purification.

Veiller à maintenir l'acidité du circuit inférieure à 155 g/l (sortie circuit épuisement) :

1. en réduisant progressivement l'ampérage, si nécessaire
2. ou bien on ajoute de l'eau si la teneur en zinc est supérieure à 65 g/l.

Si la situation persiste, le circuit d'électrolyse risque d'être contaminé et on passe au deuxième cas.

-2^{ème} cas : Circuit électrolytique contaminé

Réduire l'ampérage au strict minimum (8000 A) afin d'éviter la détérioration des cathodes. Poursuivre le processus de fabrication jusqu'à rétablissement de la situation au niveau de la purification. Si la situation persiste, arrêter la production en veillant à retirer toutes les cathodes.

Caractéristiques à obtenir en sortie de cette phase	Non conformités à éviter			Code SP	Documentation sur le produit
Paramètre sur lequel agir	Température du circuit > 38°C			02	
Paramètre sur lequel agir	Pilotage	Réglage	Consigne	Activités	Documentation complémentaire
Débit d'entrée			X	Vérifier le débit d'électrolyte à l'entrée du circuit. Si le débit est faible : vérifier le refoulement des pompes ou un éventuel bouchage des conduites.	
Aéro-réfrigérant			X	Vérifier l'état des pulvérisateurs (bouchage éventuel) Vérifier le bon fonctionnement des ventilateurs (état des courroies et pales)	
Ampérage	X			Réduire l'ampérage du circuit afin de limiter l'effet joule. Eliminer les points de courts circuits.	
Impuretés	X			-Procéder aux analyses de l'électrolyte pour déterminer d'éventuelles impuretés. S'il y a présence d'impureté réduire graduellement le soutirage de la solution purifiée polluée.	

Tableau 6.10 Maitrise des paramètres de fabrication dans le processus d'électrolyse de zinc [32]

6.2.14 Maitrise de la qualité dans le processus refonte du zinc

Les mécanismes permettant de maîtriser ce sous processus pour obtenir du premier coup les caractéristiques souhaitées pour les lingots de zinc, sont listées ci-après, par nature de non-conformité à éviter :

- Contamination du four
- ✓ Présence de fer dans le zinc
Cette contamination est due généralement à la chute accidentelle d'objets métalliques dans le bain lors des opérations de recyclage de zinc ou de raclage des crasses se trouvant à la surface par les râtaux métalliques
- Opérations de prévention
 - aucun recyclage n'est admis dans les fours lors de la fabrication du zinc SHG ;
 - avant tout recyclage (four alliage), vérifier la qualité du zinc à recycler (contrôle visuel par le chef de poste) ;
 - éviter d'utiliser des outils souillés ou en mauvais état dans les opérations de manipulation ou de décrassage du zinc ;
 - sensibiliser le personnel à leurs rôles dans l'atteinte de la qualité de zinc requise.

✓ Présence d'aluminium dans le zinc

Cette contamination est due généralement au mélange par les opérateurs de l'aluminium ayant débordé du four à fusion des plaques d'aluminium (cathodes) avec le zinc à recycler.

- Sensibiliser les opérateurs aux conséquences engendrées par ce mélange de matériaux même à de très faible quantité. Les exigences qualitatives du zinc nécessitent un soin et une vigilance sans faille de la part des opérateurs.

• Débordement de zinc liquide

- Veiller à surveiller continuellement le niveau du zinc dans le four et de calculer la qualité de cathodes à introduire en fonction de l'espace disponible,
- Assurer une vigilance continue dans le contrôle et la surveillance des paramètres de fabrication (température et niveau) ;
- Avertir l'opérateur four en cas d'arrêt inopiné de la chaîne lingotière.

• Solidification du bain

Le début de solidification du bain est engendré par une baisse de température ayant pour origine :

- coupure de courant prolongée à l'échelle de l'entreprise, dont l'opérateur mettra plusieurs minutes pour réagir ;
- absence ou manque de surveillance des paramètres de production (défaillance dans les alarmes).

• Coupure de courant

✓ Coupure prolongée de courant

- Aviser, en urgence, l'électricien posté à la salle de contrôle pour procéder à la mise en service du système de secours.
- En cas de grands problèmes (bobine grillée ou inducteurs non fonctionnelles..), aviser le chef de poste et le chef de service ;
- Allumer les brûleurs et les introduire dans les canaux d'inducteur ;
- Préparer le matériel et les vérins pour vider au maximum les fours. Agir doucement mais sûrement ;
- Lors du rétablissement du courant, l'électricien procèdera à la remise en service du circuit normal.

✓ Refroidissement des bobines (inducteurs)

- Quand un ventilateur de refroidissement tombe en panne, mettre le ventilateur de réserve (M07) en marche
- Pour cela, ouvrir le registre du ventilateur de réserve vers la conduite du ventilateur défectueux.

6.3 Maintenance dans les services fonctionnels de l'entreprise (Pilier 7 de la TPM)

6.3.1 Maîtrise des documents

La documentation du système de management de l'entreprise Alzinc peut être schématisée comme suit :

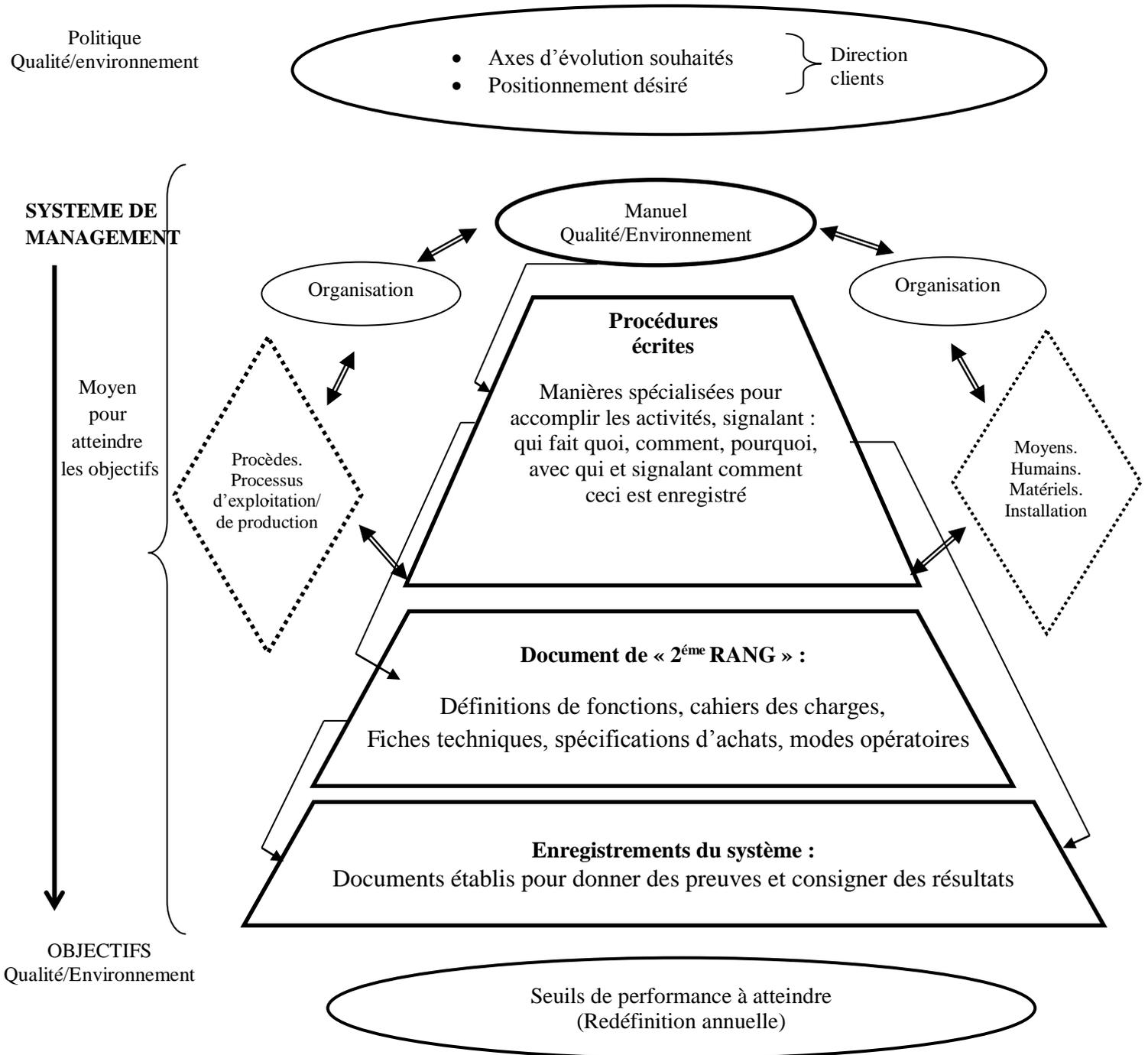


Figure 6.1 Schéma de la documentation du système de management de l'entreprise Alzinc [32]

- Procédures, modes opératoires et formulaires vierges : [32]

Ces documents portent une référence de type :

<u>AA-XXXX</u> , avec AA=PZ	pour les procédures
PZ =E	pour les procédures environnementales
=Q	pour les procédures qualités
=QE	pour les procédures qualités et environnementales
AA=MoEn,	pour les modes opératoires environnement
=Mo	pour les modes opératoires qualité
=FO	pour les formules vierges
=IcEn	pour les instructions de contrôle environnemental
=IT	pour les instructions de travail
=PcEn	pour les plans de contrôle

XXXX= numéro signalé pour le thème traité, dans le manuel qualité environnement.

Les procédures du chapitre maîtrisent opérationnelle 4.460 (environnement), sont suivies par des indices signalant le N° d'ordre selon la classification des processus de l'entreprise.

Les modes opératoires et les instructions de contrôle des cités dans ces procédures portent la référence de la procédure, suivie par un indice alphanumérique signant l'ordre de parution dans la procédure.

Certains modes opératoires et instructions de contrôle ne font pas référence à des procédures et les instructions de contrôle ou les instructions de travail, portent la référence du mode opératoire suivie par un indice alphabétique signant la parution dans le mode opératoire.

Exemple :

PE-4.460.08 : Huitième procédure de la maîtrise opérationnelle

MoEn-4.460.12.b : Deuxième mode opératoire (b) cité dans la douzième procédure de la maîtrise environnementale.

Réf. Mo-5 520-7= septième mode opératoire cité dans la procédure PQ-5 520.

FO-4 460-02= deuxième formulaire vierge cité dans la procédure PE-4 460.

- Documents généraux et autres documents d'organisation :

Ces documents portent une référence du type AA-X.YYY:

Document type	AA	X.YYY
Documents généraux	DG	DG-1 = politique qualité et environnement DG-2 = objectifs qualité 4.330 = objectifs environnementaux 4.331 = programme environnemental DG-3 = organigrammes (non nominatifs) DG-4 = tableaux de polyvalence DG-5 = tableau d'affectation des documents
Définitions de fonctions	DF	Références Y-XXX, données dans l'organigramme DG-3
Fiches de qualification	FQ	Références Y-XXX, données dans l'organigramme DG-3

Tableau 6.11 Documents types [32]

- Editions en vigueur

Une même procédure (de même que tout autre document général) peut être modifiée.

Afin de distinguer les différentes éditions successives, celles-ci ne porte pas un indice. Néanmoins, leur date d'approbation et de vérifications et d'indice de révision. Cette date est répétée en entête de toutes les pages des procédures, modes opératoires, documents généraux et d'organisation.

Sur tous les points de diffusion des procédures et documents, une liste des documents en vigueur, signalant la date de l'édition en vigueur, est accessible aux lecteurs (annexe A)

Le responsable qualité et environnement est tenu de mettre à jour l'ensemble des listes à chaque modification de documents.

- Approbation et vérification

Toutes les procédures, documents généraux et documents de 2ème rang, sont approuvés (en ce qui concerne leur contenu) et vérifiées en ce qui concerne le respect des règles de maitrise documentaire définies dans la présence procédure, selon ce qui suit :

Procédures/documents	Vérificateur	Approbateur
PE-4 310 à PE-4 331 PQ-5 200 à PQ-5 600	Responsable qualité et environnement	Président Directeur Général
PE-4 410 à PE-4 420 PQ-6 201 à PQ-6 221	Responsable des ressources humaines	
PE-4 430 à PE-4 450 PQ-4 230 à PQ-4 240 PQ-7 100 à PQ-7 600	Responsable qualité et environnement	
PE-4 460 à PE-4 470 PQ-7 510 à PQ-7 550	Assistants d'exploitation	
PE-4 510 à PE-4 520 PQ-4 530 à PQ-4 540 PQ-8 210 à PQ-8 530	Responsable qualité et environnement	
Pol. Env. & qual. DG-1 Objectifs Qualité. DG-2 Objectifs Environ. DG-4.330		Responsable des ressources humaines
Définitions de fonctions DF-Y.XXX Fiches de Qualification FQ-		
Tableau de polyvalence DG-4	Responsable des ressources humaines	Président Directeur Général
Organigramme DG-3		
Programme Environnemental DG-4.331	Responsable qualité et environnement	
Tableau d'affectation des documents DG-5		

Tableau 6.12 Fonctions et affectation de documents [32]

Toutes les procédures et documents, avant d'être diffusés, sont visés à la première page par les approbateurs et vérificateurs. Ceci est aussi valable pour les éditions modifiées, sauf que les responsables des services concernés doivent faire des propositions rédactionnelles pour les modifications.

L'approbation des documents de 2^{ème} rang porte le visa du responsable de la structure concernée. Les diverses procédures signalent les personnes qualifiées à leur approbation.

L'approbation et vérification des formulaires vierges sont faites par le biais de l'approbation et vérification des procédures qui les mentionnent (spécimens réduits des formulaires en annexes des procédures)

- Procédure de communication

La Direction, dans le cadre du Système Management Qualité (SMQ), communique avec le personnel à travers:

- la diffusion des notes de services
- la diffusion de la politique, des objectifs et de la documentation du système
- la diffusion des résultats : Indicateurs
- les réunions du comité de pilotage devenu comité de direction
- les réunions de l'encadrement avec leurs collaborateurs pour commenter les revues de Direction.

- Diffusion

Les procédures et autres documents sont diffusés dans l'un ou dans plusieurs des points suivants (signalés en 1^{ère} page des procédures) :

DIR	Bureau du président Directeur Général
RQE	Bureau du responsable qualité et environnement
Pt 1	Point de diffusion en accès libre au niveau des baraques (Administration, Achats et ventes)
Pt 2	Point de diffusion en accès libre au niveau du laboratoire central
Pt 3	Point de diffusion en accès libre au niveau des ateliers grillage – Acide et utilités
Pt 4	Point de diffusion en accès libre au niveau de l'atelier lixiviation purification et cuivre.
Pt 5	Point de diffusion en accès libre au niveau de l'atelier électrolyse
Pt 6	Point de diffusion en accès libre au niveau de l'atelier refonte et alliages
Pt 7	Point de diffusion en accès libre au niveau du bureau d'études (Maintenance mécanique, électrique, instrumentation, entretien général et magasin.)
P de T	Exemplaire diffusé personnellement aux personnes devant appliquer le document, selon le tableau DG5

Tableau 6.13 Diffusion des documents [32]

Le responsable qualité et environnement conserve les originaux de l'ensemble des documents. Les critères généraux de diffusion des copies des documents dans les points signalés ci-avant sont :

-classers complets, contenant l'ensemble des procédures et documents généraux aux points :

Direction, RQE et

-classers complets, contenant l'ensemble des procédures relatives aux fonctions concernées et documents généraux, aux points :

Pts (Pt 1 à Pt 7).

-classers incomplets, ne contenant pas les procédures ni documents généraux, mais contenant tous les documents de 2^{ème} rang nécessaires (Modes opératoires, plans de contrôle, etc.) aux collaborateurs concernés.

Au-delà de ces critères généraux de diffusion, la décision du mode de diffusion est prise au moment d'approuver chaque procédure, et consignée dans la première page de chaque procédure ou document de 2^{ème} rang.

Seules les procédures et documents du jeu de classeurs du RQE sont des originaux signés, dans les autres points de diffusion il s'agit de photocopies des originaux signés.

- Procédures et documents périmés : modifications

Toute procédure (ou autre document) périmée ou « édition périmée » est :

-retirée des points de diffusion.

-déduite et puis stockée dans un endroit approprié pour cession ou vente à des entreprises spécialisées, sauf si l'exemplaire périmé est conservé et identifié en tant que tel par un tampon « PERIMEE ».

-seul le responsable qualité et environnement est autorisé à conserver des éditions périmées.

- Formats papier et sauvegardes informatiques

Afin de standardiser les procédures, celle-ci, sont écrites avec le même entête :

-toutes les 1^{ères} pages sont faites comme signalé en annexe B

-toutes les 2^{ème} pages et suivantes sont faites comme signalé en annexe C

Pour les procédures et documents sont établis sur l'informatique du responsable qualité et environnement, protégé à l'écriture. Chaque procédure (ainsi que tout autre document) se trouve sur un seul « document informatique ». Tous ces documents informatiques possèdent un intitulé informatique identique à leur référence. Par exemple le document informatique possèdent un intitulé informatique identique à leur référence. Par exemple le document informatique relatif à la présente procédure s'intitule PE-450. L'ensemble de ces documents informatiques se retrouve dans une arborescence.

- Nettoyage dans les bureaux

Le nettoyage des bureaux ou bien des laboratoires nécessite des actions de nettoyage particulières où les règles d'hygiène et de sécurité sont plus strictes.

Les interventions portent la fois sur les revêtements de sols et murs, mais également sur les équipements eux-mêmes.

Dans ce domaine, les 5S sont le maillon fondamental et contribuent à la sécurité.

6.3.2 Maitrise des enregistrements

- Tableau de synthèse

Le contenu de la procédure est présenté sous forme d'un tableau (Annexe H).

- Identification et rattachement

Les différents enregistrements concernés sont identifiés dans la première et deuxième colonne du tableau, par la référence et intitulé du formulaire utilisé. La référence du formulaire nous signale la référence de la procédure ou l'utilisation du formulaire a été présentée.

Quant aux courriers arrivés, ils sont enregistrés dans le registre approprié et tenu à jour par les secrétaires. En outre, ces courriers sont classés puis archivés dans des classeurs/boîtes archives selon les règles de l'art.

- Collecte et modalités de classement

Les colonnes « CLASSEMENT » signalent qui doit collecter puis classer l'enregistrement, ainsi que les lieux et durée de classement.

- Modalités d'archivage et destruction

Les colonnes « ARCHIVAGE » signale qui doit archiver et détruire l'enregistrement en fin de durée d'archivage, ainsi que les lieux et durée d'archivage.

Les copies des enregistrements périmés sont stockées dans un endroit approprié, sous la responsabilité de RQE, pour une éventuelle vente ou cession à des entreprises spécialisées pour le recyclage du papier.

Cette opération aura lieu au plus tard deux (02) mois après la date limite de l'archivage et ce, pour permettre au RQE de rassembler les documents périmés des structures pour n'effectuer qu'une seule opération.

- Indexation

Enfin, la dernière colonne signale l'indexation ou élément utilisé pour classer les enregistrements à l'intérieur du classeur ou boîte d'archive ; exemples, par date, N° de commande, Nom de client etc.

6.3.3 Organisation de la maintenance et responsabilités

Selon la nature des moyens et leur affectation, les diverses activités de maintenance sont menées sous les responsabilités suivantes : [32]

a) Moyens de production (machine, installation, outillage)

Atelier	Responsabilité générale	Maintenance préventive	Maintenance curative	Stocks Pièces de rechange
Grillage/Acide	Assistant Technique	Méthodiste Mécanique Zone 1	Chef d'Equipe Intervention Grillage Acide	Gestion des Stocks Magasins PR
		Chef Méthode Electrique	Chef de Poste Intervention Electrique	Gestion des Stocks Magasins PR
		Chef de service instrumentations	Chef de Zone intervention Grillage Acide instrumentations	
Lixiviation/Purification et Cuivre	Assistant Technique	Méthodiste Mécanique Zone 2	Chefs d'Equipe Intervention Lixi/Purif.	Gestion des Stocks Magasins PR
		Chef Méthodes Electricité	Chef de poste Intervention Electrique	Gestion des Stocks Magasins PR
		Chef de service Instrumentation	Chef de Zone Intervention Lixi/Purif.	
Electrolyse de Zinc +Refonte + Alliages	Assistant Technique	Méthodiste Mécanique Zone 2	Chefs d'Equipe Intervention Electrolyse	Gestion des Stocks Magasins PR
			Chefs d'Equipe Intervention Refonte	
		Chef Méthodes Electrique	Chef de poste Intervention Electrique	Gestion des Stocks Magasins PR
		Chef de service Instrumentations	Chef de poste Intervention Electronique Refonte et Alliages	

Tableau 6. 14 Organisation de la maintenance et responsables des moyens de production [32]

b) Moyens de mesure et contrôles

Ces moyens de mesure et contrôle sont organisé suivant ce tableau :

Atelier	Responsabilité générale	Maintenance Préventive	Maintenance Curative	Stocks Pièces de rechange
Laboratoire	Assistant Technique	Néant	Chef de laboratoire électrique	Gestion des Stocks Magasins PR
Ensemble des équipements de production		Chef de service Instrumentation	Chef de Zone Intervention concerné	Gestion des Stocks Magasins PR

Tableau 6.15 Organisation de la maintenance et responsables des moyens de mesure et de contrôle [32]

c) Bâtiments, bureaux, services sociaux et utilités (eau, gaz électricité)

Les bâtiments, les bureaux, les services sociaux et utilité sont représentés dans le tableau suivant :

Atelier	Responsabilité générale	Maintenance Préventive	Maintenance Curative	Stocks Pièces de rechange
Bâtiments de production et administratifs.	Activité sous-traitée sous la responsabilité de l'assistant production zone 1			
Bureaux administratifs	Assistant Technique	Chef de Section Moyens Généraux	Chef de section Moyens Généraux	Gestion des Stocks Magasins PR
Bâtiments de production et magasins		Chef de Section Moyens Généraux	Chef de Section Moyens Généraux	Gestion des Stocks Magasins PR
Utilités	Assistant Technique	Méthodiste Mécanique Zone 1	Chefs d'Equipe Intervention Utilités	Gestion des Stocks Magasins PR
		Chef Méthodes Electricité	Chef de poste Intervention Electrique	
		Chef de service Instrumentations	Chef de Zone Intervention utilités	

Tableau 6.16 Organisation de la maintenance et responsables des bâtiments, bureaux services sociaux et utilités [32]

d) Moyens de levage et matériel roulant (hors véhicules)

Les moyens de levage et le matériel roulant sont organisés de la manière suivante :

Atelier	Responsabilité générale	Maintenance préventive	Maintenance Curative	Stocks Pièces de rechange
Grue	Assistant Technique	Bureau Méthode	Chef d'équipe de l'intervention concernée.	Gestion des Stocks Magasins PR
Palans électrique				
Chariots élévateurs				
Chariots élévateurs	Assistant Technique	Chef d'Atelier Production	Chef d'atelier mécanique autos	Gestion des Stocks Magasins PR
Pelles mécaniques				
Transpalettes				

Tableau 6.17 Organisation de la maintenance et responsables des moyens de levage [32]

e) Véhicules

L'organisation de la maintenance des véhicules est assurée par des responsables suivant le tableau suivant :

Lieu/Atelier	Responsabilité générale	Maintenance préventive	Maintenance curative	Stocks Pièces de rechange
Camion multi bennes	Assistant de production zone 1	Chef Service Lixiviation	Chef d'Atelier mécanique autos	Gestion des Stocks Magasins PR
Camions semi-remorques	Assistant Technique	Chef d'atelier mécanique autos	Chef d'Atelier mécanique autos	
Camion 6t				
Voitures de tourisme	Service administration Générale	Chef d'atelier mécanique autos	Chef d'atelier mécanique autos	
Ambulance	Responsable Sécurité	Chef de poste Sécurité	Chef d'atelier mécanique autos	
Camions citernes				

Tableau 6.18 Organisation de la maintenance et responsables des véhicules [32]

f) Matériel informatique et bureautique

L'informatique et le bureautique sont organisées de la manière suivante :

Lieu/Atelier	Responsabilité générale	Maintenance Préventive	Maintenance Curative	Stocks Pièces de rechange
Micro-ordinateurs fixes et portables	Chef dépt Informatique	Chef dépt Informatique	Activité sous-traitée sous la responsabilité du Chef dépt Informatique	
Rétroprojecteur				
Imprimantes				
Photocopieurs				
Scanner				
Appareil photo numérique				

Tableau 6.19 Organisation de la maintenance et responsables matériel informatique bureautique [32]

h) Téléphone, Fax et moyens de communication

Les moyens de communication sont reflètes dans le tableau suivant :

Lieu/Atelier	Responsabilité générale	Maintenance préventive	Maintenance curative	Stocks Pièces de rechange
Téléphones fixes	Assistant Technique	Chef de service Instrumentations	Activité sous-traitée sous la responsabilité du service Instrumentation	
Télécopieurs (fax)				

Tableau 6.20 Organisation de la maintenance et responsables des moyens de communication [32]

6.4 Maitrise de la sécurité, des conditions de travail et respect de l'environnement dans les processus de l'entreprise (Pilier 8 de la TPM)

Dans le cadre de sa politique environnementale et l'amélioration de ses performances, l'entreprise Alzinc, respecte scrupuleusement les différentes lois et décrets relatifs à la protection de l'environnement. Elle gère l'environnement de travail nécessaire pour obtenir la conformité du produit conformément à des procédures (série PQE-7510). Elle s'est dotée également, de procédures et d'exigences légales donnant des consignes et des seuils pour

maitriser les processus et lutter contre les éléments pollueurs telles que la pollution de l'air, la pollution de l'eau, la pollution par radiation. Elle œuvre également pour traiter et éliminer les déchets comprenant les résidus de lixiviation, les résidus cuivriques, les résidus du cadmium, le gypse, les boues cuivriques noires et de manganèse ainsi que les différentes crasses.

Dans le cadre du développement durable, l'entreprise s'est fixée comme objectifs de rationaliser la consommation d'énergie électrique (partenariat avec l'APRUE) ainsi que celles de la consommation de l'eau, du gazole, du gaz naturel, de l'huile et du papier.

Elle contribue ainsi à la limitation de l'effet de serre.

6.4.1 Maitrise dans le processus grillage

- Aspect et impact environnementaux générés par le sous processus

Les caractéristiques des rejets liés à cette opération, ayant un impact environnemental sont :

Rejet	Critère d'acceptation	Unité	Instructions de contrôle environnement-Ic.En.	Réglementatin
Eau de mer de refroidissement	6.5 à 8.5	pH	Ic-En.4 460.01-c	DE 06-141 du 19.04.2006
	T°<30	°C		
Poussières de blende et de calcine	150	mg/Nm ³		DE 06-138 du 15.04.2006
SO ₂	1200	mg/Nm ³		
Vapeur	Néant			Loi N°05-12 du 04.08.2005

Tableau 6.21 Identification et caractéristiques des aspects dans le processus grillage [32]

Résumé des aspects ou facteurs d'impact liés à cette opération				
Facteur d'impact	Intensité du facteur	Maîtrise	Sensibilité du milieu	Criticité
Poussières de blende et de calcine	Faible 03	Bonne 03	Moyenne 05	45
SO ₂	Importante 10	Assez bonne 04	Très importante 10	400
Eau de mer de refroidissement de la calcine	Faible 03	Très bonne 02	Très faible 01	06

Tableau 6.22 Evaluation des aspects ou facteurs d'impacts dans le processus de grillage [32]

- Maitrise des aspects et impacts environnementaux

Ce sous processus ne génère pas d'aspects significatifs.

Les activités en marche normales, les modes de marche dégradée et la capacité à réagir sont représentés dans les tableaux suivant :

Activités en marche normale
<p>Les différents agrégats de l'atelier (broyeur, trommel, transporteurs de calcine et de blende..) doivent être étanches pour éviter toute émanation de gaz et rejet de poussières.</p> <p>Désormais, est considéré comme une non-conformité toute exploitation ne respectant pas les paramètres et les consignes suscitées, pouvant entraîner des situations de non-respect pour l'environnement par l'émanation des gaz de SO₂, et de rejets de poussières ou des métaux lourds dans les eaux de la tour de lavage.</p>

Tableau 6.23 Marche en situation normale dans le processus de grillage [32]

Modes de marche dégradée et capacité à réagir
<p>A – Marche dégradée prévisible :</p> <p>A-1 Description de la situation en marche dégradée :</p> <p>Le dioxyde de soufre possède une odeur acre qui peut être détectée dans l'air à partir d'une très faible concentration.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Dépression insuffisante dans le circuit dûe : <ol style="list-style-type: none"> a Au mauvais réglage des paramètres de dépression b Prise d'air au niveau du grillage (entre sortie four et souffleur intermédiaire (M30) c Bouchage à l'aval de l'atelier grillage (Atelier acide : Séchante, échangeurs, catalyse...) entraînant des fuites de SO₂ par la chaudière ou par la cheminée du grillage « Lurgui » en concentration élevée. 2. Gaz chargé de poussières par mauvais fonctionnement de l'épuration sèche (électrofiltres secs, chaudière cyclones ou granulométrie fine de la blende) donnant lieu, à des effluents acides chargés en métaux lourds au niveau de la tour de lavage de l'atelier acide. 3. Panne du dépoussiéreur et mauvaise étanchéité des équipements entraînant un envol de poussières important par temps venteux, altérant ainsi la qualité de l'air et risque de contamination des rejets liquides par temps pluvieux. <p>A-2 Consignes de marche dégradée :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Cas d'une dépression insuffisante : <ol style="list-style-type: none"> 1.1 Corriger les paramètres de la dépression en agissant sur : le débit air et par conséquent agir sur le tonnage de la blende, la vanne Jalousie, la qualité d'eau d'arrosage au niveau de la tour de lavage, la vitesse du K102 1.2 et 1.3 Dans le cas d'une prise d'air ou d'un bouchage en aval du grillage, augmenter la vitesse du souffleur principal (k102) et ouvrir la vanne jalousie jusqu'à avoir la dépression requise, sans porter atteinte à la réaction chimique au niveau de la catalyse. Si on n'atteint pas la dépression requise, arrêter immédiatement l'installation. 2. Cas de mauvais fonctionnement de l'épuration sèche Agir sur le débit du souffleur du grillage, la consommation blende au niveau du four et sur la vanne jalousie jusqu'à obtenir une bonne épuration. Le cas échéant agir (réparation ou réglage) sur l'agrégat défaillant (électrofiltres secs, chaudière, cyclones). 3. Cas de fortes poussières Eliminer les causes et procéder à la réparation des fuites, Récupérer et ramasser les pertes de blende et de calcine, puis les réintroduire dans le circuit.

Tableau 6.24 Marche dégradée dans le processus de grillage [32]

Situation d'urgence et capacité à réagir
<p>B- Situations d'urgence/ accidents prévisibles</p> <p>B-1 Description des situations d'urgence/ accidents prévisibles</p> <ol style="list-style-type: none"> Coupure d'électricité, Défaillance technique (Arrêt du souffleur principal K102 ou M30, ou d'une pompe de circulation d'acide) Grande fuite ou rupture d'une conduite de vapeur <p>Ces scénarios risquent d'amener à l'atmosphère un taux élevé en SO₂, et de poussières à l'ambiance. Il représente un seuil critique majeur.</p> <p>B-2 Consignes en cas de situations d'urgences / accidents prévisibles</p> <ol style="list-style-type: none"> Dans le cas d'une coupure d'électricité Dans le cas d'une défaillance technique (Arrêt du souffleur principal K102, ou M30 ou d'une pompe de circulation d'acide) Dans le cas d'une grande fuite ou rupture d'une conduite de vapeur.

Tableau 6.25 Situation d'urgences dans le processus de grillage [32]

- Maitrise de la sécurité du personnel

Afin d'éviter des accidents et incidents mettant en péril la santé et la sécurité des collaborateurs, ce qui suit est applicable :

Tâches et situations à risques	Besoin de qualifications particulières	Modes éventuels opératoires de travail en sécurité (ou référence de documentation spécifique)	Equipements de protection individuelle
Allumage des brûleurs	Néant	-Avant allumage, procéder à la vérification de toutes les vannes de la conduite de gazole (éventuelles fuites). -Ouvrir la vanne d'air au maximum afin d'éviter un retour de flamme dès allumage des brûleurs.	Visière, bleu de travail, gants anti chaleur, casque, chaussure de sécurité et casque anti bruit.
Ouverture des portières (four ou chaudière)		-Avant ouverture des portes, il est indispensable de créer une dépression afin d'éviter le retour de flamme.	Visière, bleu de travail, gants anti-chaleur, casque, chaussure de sécurité et masque anti-poussières.
Purges du four		-La purge doit être effectuée qu'avec la présence de deux (02) agents pour agir rapidement en cas de problème, -Les rallonges doivent avoir une longueur de 12 m, -Eviter de se mettre au-dessous du tuyau de purge afin de ne pas recevoir le grillé chaud. -S'assurer de la présence de la benne.	Visière, bleu de travail, gants anti chaleur, casque, chaussure de sécurité et masque anti poussières.

Tableau 6.26 Maitrise de la sécurité du personnel dans le processus du grillage [32]

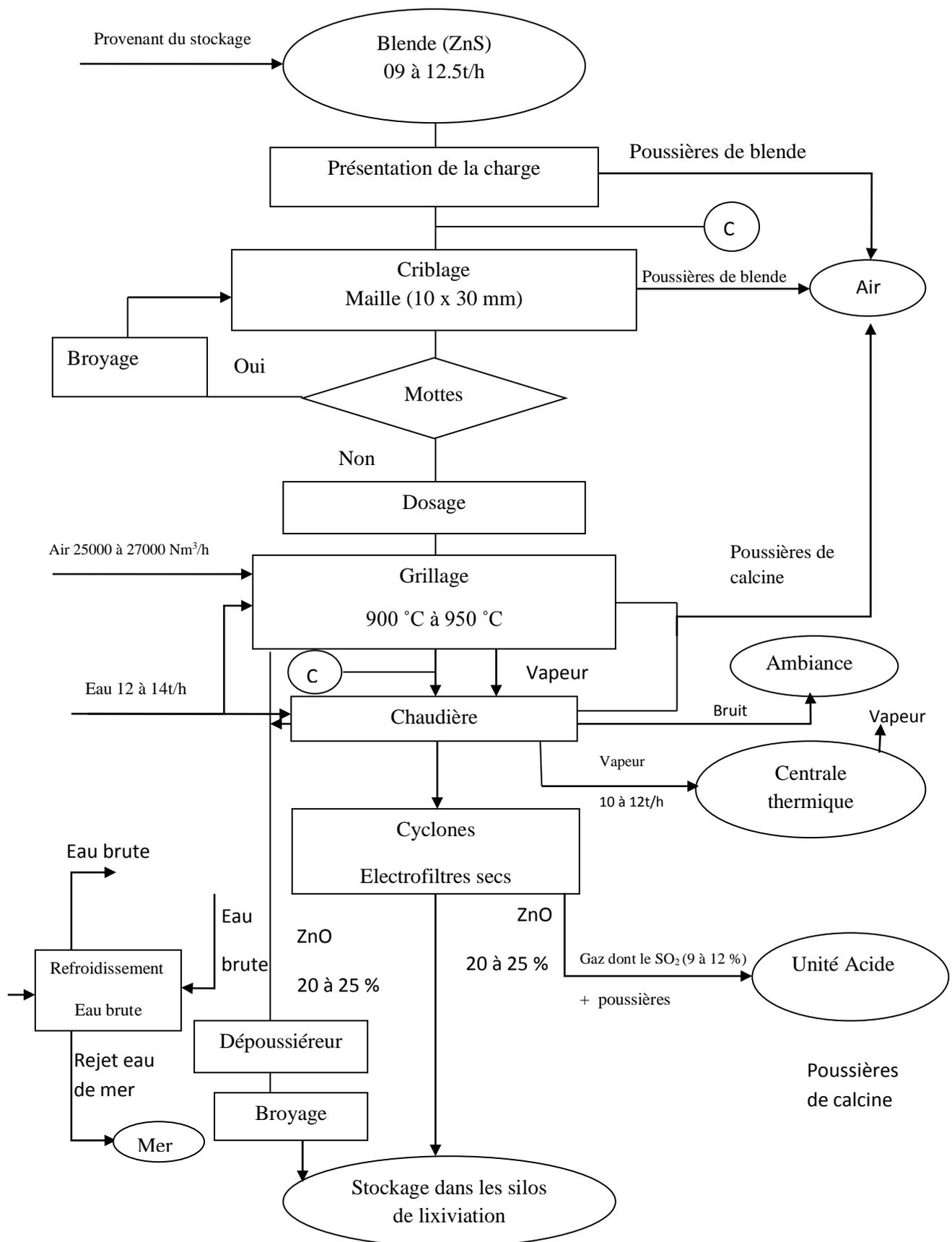


Figure 6.2 Synoptique du processus du grillage [32]

6.4.2 Maitrise dans le processus pulpage

- Aspects et impacts environnementaux générés par le sous processus

Les caractéristiques des rejets liés à cette opération, ayant un impact environnemental sont :

Rejet	Critère d'acceptation	Unité	Instruction de contrôle environnement-Ic.En.	Réglementation
Poussière de ZnO	150	mg/Nm ³	Ic.En-4.460.03-d	DE 06-138 du 15.04.2006
Solution de pulpage	6.5 à 8.5	PH	Ic.En-4.460.03.e	DE 06-141 du 19.04.2006
D.I.B	inconnu	/	/	Loi 01-19 du 12.12.01

Tableau 6.27 Identification et caractéristiques des aspects dans le processus de pulpage [32]

Nous résumons les aspects ou les facteurs d'impact dans l'activité pulpage :

Résumé des aspects ou facteurs d'impacts liés à cette opération				
Facteur d'impact	Intensité du facteur	Maîtrise	Sensibilité du milieu	Criticité
Poussière de ZnO	Moyenne 05	Bonne 03	Moyenne 5	75
Solution de pulpage	Faible 03	Très bonne 02	Importante 08	48
D.I.B	Très faible 1	Bonne 03	Faible 03	09

Tableau 6.28 Evaluation des aspects ou facteurs d'impacts dans le processus de pulpage [32]

- Maitrise des aspects et impacts environnementaux
Ce sous processus ne génère pas d'aspects significatifs.

Nous donnons les mesures préventives et les non conformités selon le tableau qui suit :

Marche en situation normale
<p>1. Mesures préventives :</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ un contrôle visuel de l'étanchéité de la cuve de pulpage, des conduites et vannes doit être fait. ✓ la cuve doit faire l'objet d'un contrôle annuel réalisé par le service de maintenance. ✓ veiller à assurer l'étanchéité des pompes de pulpage. <p>1. Non conformités :</p> <p>Est considérée une non-conformité tout non-respect des paramètres suivants :</p> <p>1. Non-respect des PH peut faire augmenter les boues dans les décanteurs et difficultés d'évacuation vers la décharge.</p>

Tableau 6.29 Marche en situation normale dans le processus de pulpage [32]

Mode de marche dégradée et capacité à réagir
<p>A- Marche dégradée prévisible :</p> <p>A-1 Description de la situation en marche dégradée</p> <p>1. Cuve saturée en boues et en solutions et risque de débordement vers les avaloirs.</p> <p>Cette situation peut être engendrée par :</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ blocage des racleurs des décanteurs par soutirage insuffisant (solides importants dans les underflow), ✓ rotation lente ou pannes des camions, ✓ pannes des filtres rotatifs et des pompes ODS, coupure d'air comprimé. ✓ intempéries : pluviométrie importante. <p>2. Infiltration de la solution par mauvaise étanchéité de la cuve de rétention.</p> <p>A-2 Consignes de marche dégradée</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ En cas de saturation de la cuve, soit par vidange des décanteurs, soit par intempéries, reprise et recyclage des boues et de la solution vers la tête de lixiviation. ✓ En cas de mauvaise étanchéité, procéder à la réparation du sol.

Tableau 6.30 Marche dégradée dans le processus de pulpage [32]

Situations d'urgence éventuelles et capacité à réagir
<p>B- Situations d'urgence/accidents prévisibles :</p> <p>B-1 Description des situations d'urgence/accidents prévisibles :</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Coupure d'électricité qui risque d'engendrer un débordement de la pulpe. <p>B-2 Consignes en cas de situation d'urgences/ accidents prévisibles :</p> <p>1. Ouvrir la vanne de la cuve de mélange pour éviter le débordement de la cuve de pulpage (couper l'alimentation).</p> <p>2. La solution de la cuve de mélange sera dirigée et récupérée dans la cuve.</p>

Tableau 6.31 Situations d'urgences dans le processus de pulpage [32]

- Maîtrise de la sécurité du personnel

Afin d'éviter des accidents et incidents mettant en péril la santé et la sécurité des collaborateurs, ce qui suit est applicable :

Tâches et situations à risque	Besoin de qualifications particulières	Modes éventuels opératoires de travail en sécurité (ou référence de documentation spécifique)	Equipements de protection individuelle
Milieu acide	Néant	Le milieu étant acide, il y a lieu de prendre toutes les précautions pour éviter des brûlures acides.	Bleu de travail anti acide, gants anti acide, casque, chaussure de sécurité, lunettes.

Tableau 6.32 Maîtrise de la sécurité du personnel dans le processus de pulpage [32]

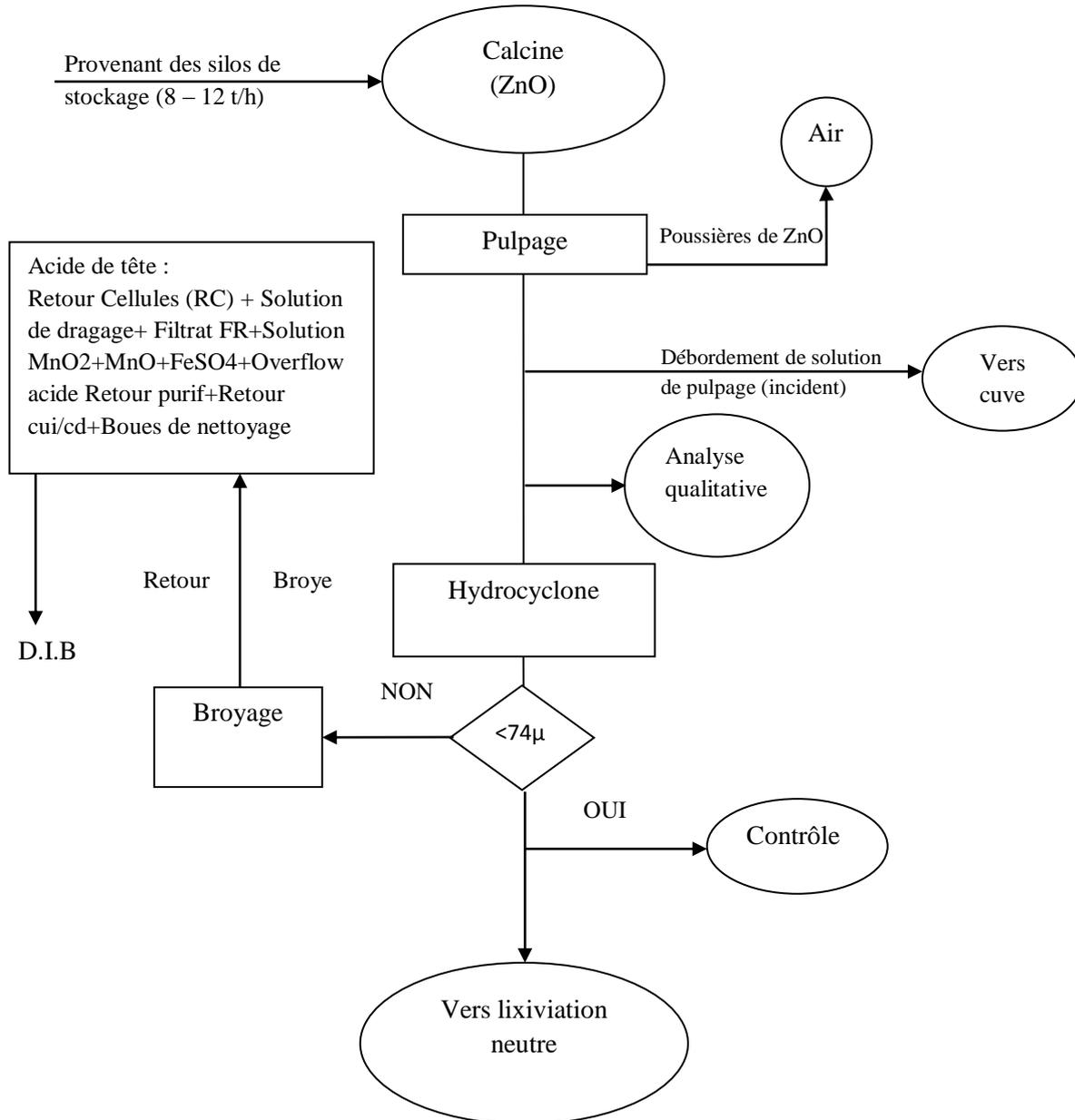


Figure 6.3 Schéma de pulpage [32]

6.4.3.1 Maitrise dans le processus lixiviation acide

- Aspect et impact environnementaux générés par le sous processus

Rejet	Critère d'acceptation	Unité	Instructions de travail(IT)/ Instruction de contrôle Environnement-Ic.En.	Règlement
Résidus de lixiviation : -poids -humidité	80 à 120 35 à 40	t/jour %	Ic.En-4.460.03-d	

Tableau 6.33 Identification et caractéristique des aspects dans le processus de lixiviation acide [32]

Résumé des aspects ou facteurs d'impact liés à cette opération				
Facteur d'impact	Intensité du facteur	Maîtrise	Sensibilité du milieu	Criticité
Résidus de lixiviation	Importante 10	Très Bonne 02	Très importante 10	200

Tableau 6.34 Evaluation des aspects ou facteurs d'impacts dans le processus de lixiviation acide [32]

- Maitrise des aspects et impacts environnementaux

Ce processus ne génère pas d'aspects significatifs en marche normale.

Activités en marche normale
<p>1. Mesures de sécurité : un contrôle visuel de l'étanchéité des cuves, des conditions et vannes doit être fait.</p> <p>2. Non conformités : est considérée une non-conformité tout non respect des paramètres suivants :</p> <p>1. Dans les conditions normales d'exploitation de l'atelier, un nombre de 15 rotations/ jour (camion multibenne), entraîne une évacuation suffisante de boues évitant ainsi un blocage et vidange des décanteurs vers la cave avec risque de débordement vers rejets.</p> <p>2. Non respect des PH peut faire augmenter les boues dans les décanteurs et difficultés d'évacuation vers la décharge.</p>

Tableau 6.35 Marche en situation normale dans le processus de lixiviation acide [32]

Situations d'urgence éventuelles, modes de marche dégradée et capacité à réagir
<p>A- Marche dégradée prévisible :</p> <p>A-1 Description de la situation en marche dégradée</p> <p>1. Cuve saturée en boues et en solution et risque de débordement vers les avaloirs. Cette situation peut être engendrée par :</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Blocage des racleurs des décanteurs par soutirage insuffisant (solides importants dans les underflow), ✓ Rotation lente ou pannes des camions, ✓ Pannes des filtres rotatifs et des pompes ODS, coupure d'air comprimé ✓ Intempéries : pluviométrie importante. <p>2. Infiltration de la solution par mauvaise étanchéité de la cuve de rétention.</p> <p>A-2 Consignes de marche dégradée</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ En cas de saturation de la cuve, soit par vidange des décanteurs, soit par intempéries, reprise et recyclage des boues et de la solution vers la tête de lixiviation. ✓ En cas de mauvaise étanchéité, procéder à la réparation du sol.

Tableau 6.36 Marche dégradée dans le processus de lixiviation acide [32]

Situations d'urgence éventuelles et capacité à réagir
<p>B- Situations d'urgence/ accidents prévisibles :</p> <p>B-1 Description des situations d'urgence/ accidents prévisibles :</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Coupure d'électricité qui risque d'engendrer un colmatage des cuves et décanteurs de la lixiviation. <p>B-2 Consignes en cas de situations d'urgence/accidents prévisibles :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Si la coupure d'électricité s'avère longue (environ 3 heures), il y a lieu de vidanger les cuves afin d'éviter le blocage des hélices. Ceci nécessite un recyclage de la solution.

Tableau 6.37 Situations d'urgences dans le processus de lixiviation acide [32]

- Maitrise de la sécurité du personnel

Afin d'éviter des accidents et incidents mettant en péril la santé et la sécurité des collaborateurs, ce qui suit et applicable :

Tâches et situations à risques	Besoin de qualifications particulières	Modes éventuels opératoires de travail en sécurité (ou référence de documentation spécifique)	Equipements de protection individuelle
Montée et descente des escaliers (cuve de préparation du magnafloc)	Néant	Eviter les fuites et pertes du magnafloc qui rend les marches glissantes.	Bleu de travail anti-acide, gants anti acide, casque, bottes
Débouchage des cheminées de cuves		Lors de l'opération, il y a lieu de ne pas se mettre au-dessous de la cheminée lors du débouchage pour éviter les projections de solutions acides et chaudes.	Bleu de travail anti-acide, gants anti acide, casque, bottes et lunettes.

Tableau 6.38 Maitrise de la sécurité du personnel dans le processus de lixiviation acide [32]

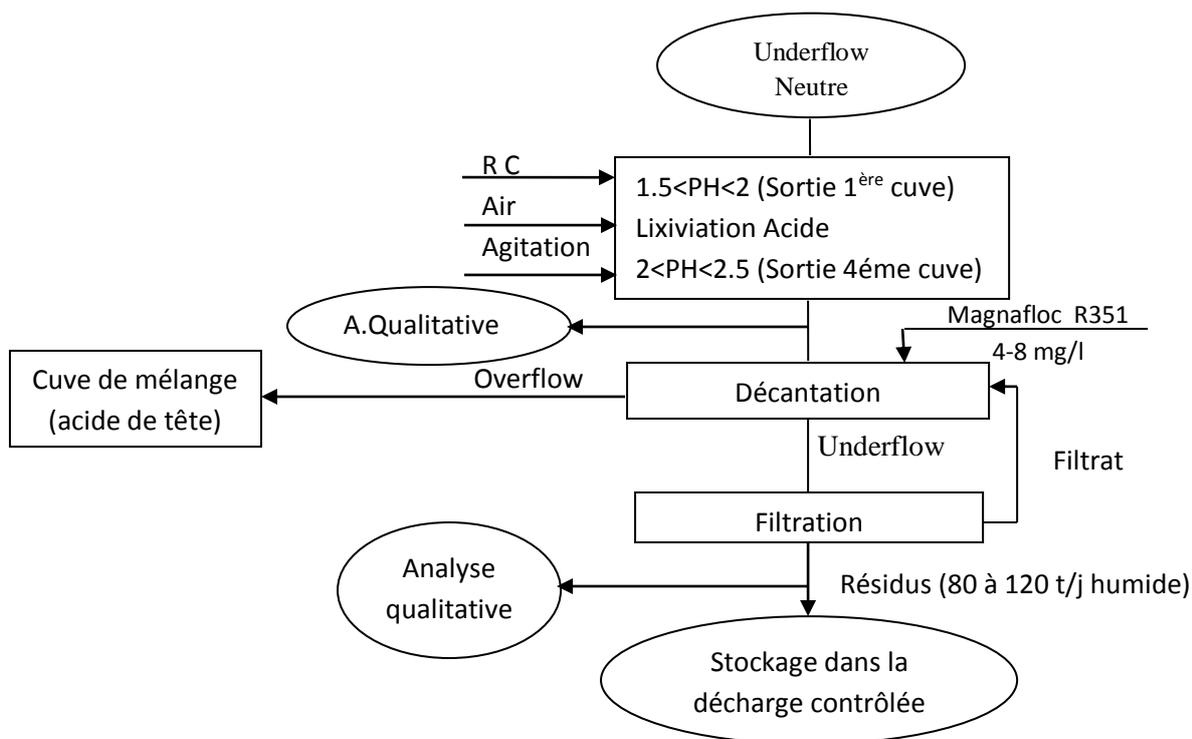


Figure 6.5 Schéma de lixiviation acide [32]

6.4.3.2 Maitrise dans le processus lixiviation neutre

- Aspect et impact environnementaux générés par le sous processus

Rejet	Critère d'acceptation	Unité	Instruction de contrôle environnement – Ic.En.	Réglementation
Evaporation de la solution	Inconnu	/	/	/

Tableau 6.39 Identification et caractéristiques des aspects dans le processus de lixiviation neutre [32]

Résumé des aspects ou facteurs d'impacts liés a cette opération				
Facteur d'impact	Intensité du facteur	Maîtrise	Sensibilité du milieu	Criticité
Vapeur nocive	Très faible 01	Aucune 10	Moyenne 05	50

Tableau 6.40 Evaluation des aspects ou facteurs d'impacts dans le processus de lixiviation neutre [32]

- Maitrise des aspects et impacts environnementaux

Ce processus ne génère pas d'aspects significatifs en marche normale.

Les activités en marche normales, les modes de marche dégradée et la capacité à réagir sont représentés dans les tableaux suivant :

Activités en marche normale
Néant

Tableau 6.41 Marche en situation normale dans le processus de lixiviation neutre [32]

Modes de marche dégradée et capacité à réagir
<p>A- Marche dégradée prévisible :</p> <p>A-1 Description de la situation en marche dégradée</p> <p>1- Cuve saturée en boues et en solutions et risque de débordement vers les avaloires.</p> <p>Cette situation peut être engendrée par :</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Blocage des racleurs des décanteurs par soutirage insuffisant (solides importants dans les underflow). ✓ Rotation lente ou pannes des camions. ✓ Pannes des filtres rotatifs et des pompes ODS, coupure d'air comprimé. ✓ Intempéries : pluviométrie importante. <p>2- Infiltration de la solution par mauvaise étanchéité de la cave de rétention.</p> <p>A-2 Consignes de marche dégradée</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ En cas de saturation de la cuve, soit par vidange des décanteurs, soit par intempéries, reprise et recyclage des boues et de la solution vers tête de lixiviation. ✓ En cas de mauvaise étanchéité, procéder à la réfection du sol.

Tableau 6.42 Marche dégradée dans le processus de lixiviation neutre [32]

Situations d'urgence éventuelles et capacité à réagir
<p>B- Situations d'urgence / accidents prévisibles :</p> <p>B-1 Description des situations d'urgence / accidents prévisibles :</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Coupure d'électricité qui risque d'engendrer un colmatage des cuves et décanteurs de la lixiviation. <p>B-2 Consignes en cas de situations d'urgence / accidents prévisibles :</p> <p>1. Si la coupure d'électricité s'avère longue (environ 2 heures), il y a lieu de vidanger les cuves afin d'éviter le blocage des hélices.</p>

Tableau 6.43 Situation d'urgences dans le processus de lixiviation neutre [32]

- Maitrise de la sécurité du personnel

Afin d'éviter des accidents et incidents mettant en péril la santé et la sécurité des collaborateurs, ce qui suit est applicable :

Tâches et situations à risque	Besoin de qualifications particulières	Modes éventuels opératoires de Travail en sécurité (ou référence de documentation spécifique)	Equipements de protection Individuelle
Montée et descente des escaliers (cuve de préparation du magnafloc)	Néant	Eviter les fuites et pertes du magnafloc qui rend les marches glissantes.	Bleu de travail anti acide, gants anti acide, casque, bottes.
Débouchage des cheminées de cuves.	Néant	Lors de l'opération, il y a lieu de ne pas se mettre au-dessous de la cheminée lors du débouchage pour éviter les projections de solutions acides et chaudes.	Bleu de travail anti acide, gants anti acide, casque, bottes et lunettes.
Passerelles (caillebotis)	Néant	Assurer un entretien régulier des caillebotis de passerelles et d'escaliers.	

Tableau 6.44 Maitrise de la sécurité du personnel dans le processus de lixiviation neutre [32]

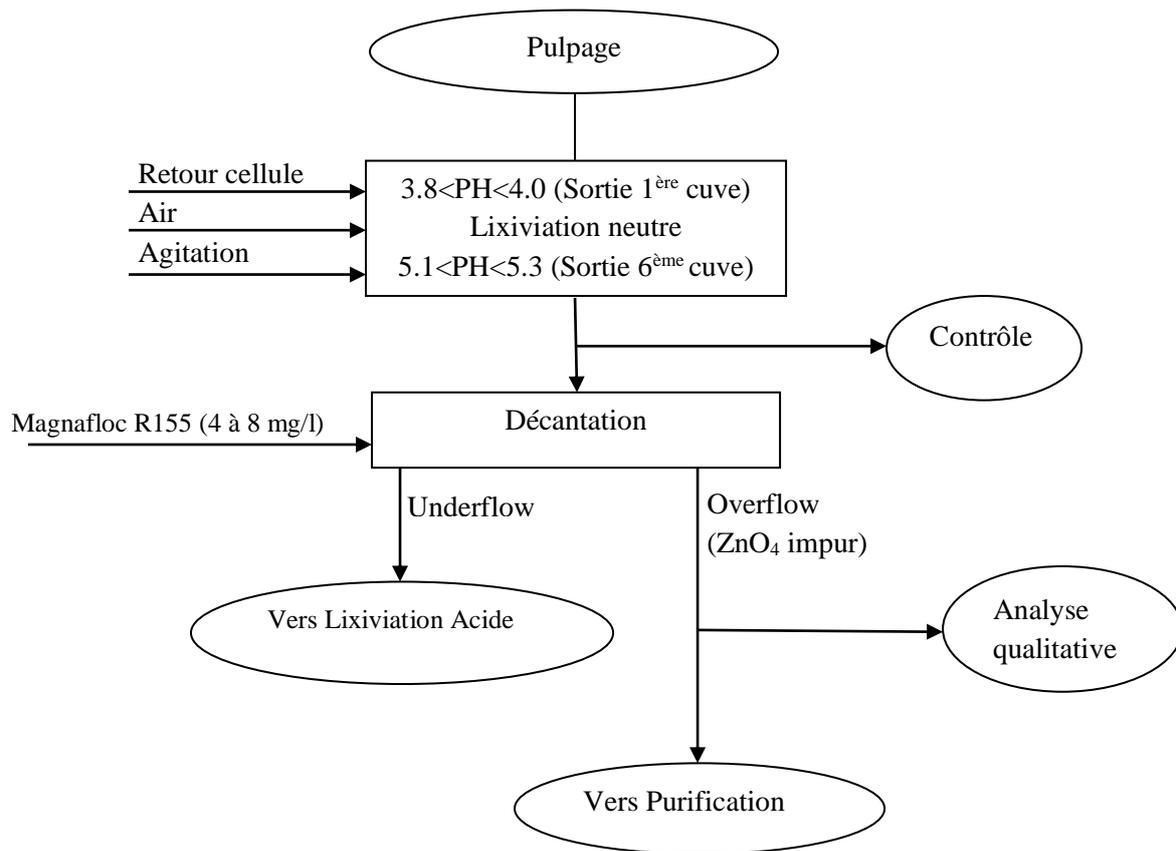


Figure 6.6 Schéma de lixiviation neutre [32]

6.5.4.4 Maitrise dans le processus préparation d'acide de tête

- Aspects et impacts environnementaux générés par le sous processus

Rejet	Critère d'acceptation	Unité	Instruction de Travail (IT)/Instruction de contrôle environnement-Ic.En.	Réglementation
D.I.B. Sacs de MnO et MnO ₂	Inconnu	Unité	/	/

Tableau 6.45 Identification et caractéristiques des aspects dans le processus de préparation d'acide de tête [32]

Résumé des aspects ou facteurs d'impact liés à cette opération				
Facteur d'impact	Intensité du facteur	Maîtrise	Sensibilité du milieu	Criticité
D.I.B : Sacs de MnO et MnO ₂	Très faible 01	Bonne 03	Moyenne 05	15

Tableau 6.46 Evaluation des aspects ou facteurs d'impacts dans le processus de préparation d'acide de tête [32]

- Maitrise des aspects et impact environnementaux
 - Marche en situation normale dans le processus de préparation d'acide de tête
 Ce sous processus ne génère pas d'aspects significatifs en marche normale.

Situations d'urgence éventuelles, modes de marche dégradée et capacité à réagir
A-1 Description de la situation en marche dégradée <ol style="list-style-type: none"> 1. Cuve saturée en boues et en solutions et risque de débordement vers les avaloirs. Cette situation peut être engendrée par : <ul style="list-style-type: none"> ✓ Intempéries : pluviométrie importante 2. Infiltration de la solution par mauvaise étanchéité de la cuve de rétention. A-2 Consignes de marche dégradée <ul style="list-style-type: none"> ✓ En cas de saturation de la cuve par intempéries, reprise et recyclage des boues et de la solution vers la tête de lixiviation ✓ En cas de mauvaise étanchéité, procéder à la réfection du sol.

Tableau 6.47 Marche dégradée dans le processus de préparation d'acide de tête [32]

Situations d'urgence éventuelles et capacité à réagir
B-Situation d'urgence/ accidents prévisibles : B-1 Description des situations d'urgence /accidents prévisibles : <ul style="list-style-type: none"> ✓ coupure d'électricité qui risque d'engendrer un colmatage (arrêt de l'agitation) des orifices d'évacuation de la solution. B-2 Consignes en cas de situations d'urgence/accidents prévisibles : <ol style="list-style-type: none"> 1. ouvrir la vanne de la cuve de mélange pour éviter le débordement des cuves de pulpage (couper l'alimentation). 2. la solution de la cuve de mélange sera dirigée et récupérée dans la cuve. 3. démarrage progressif des agitateurs. En cas de colmatage, procéder au débouchage des orifices.

Tableau 6.48 Situations d'urgences dans le processus d'acide de tête [32]

- Maitrise de la sécurité personnelle

Afin d'éviter des accidents et incidents mettant en péril la santé et la sécurité des collaborateurs, ce qui suit est applicable :

Tâches et situations à risque	Besoin de qualifications particulières	Modes éventuels opératoires de travail en sécurité (ou référence de documentation spécifique)	Equipements de protection individuelle
Milieu acide	Néant	Le milieu étant acide, il y a lieu de prendre toutes les précautions pour éviter des brûlures acides.	Bleu de travail anti-acide, gants anti-acide, casque, lunettes, bottes chaussure de sécurité.

Tableau 6.49 Maitrise de la sécurité du personnel dans le processus de préparation d'acide de tête [32]

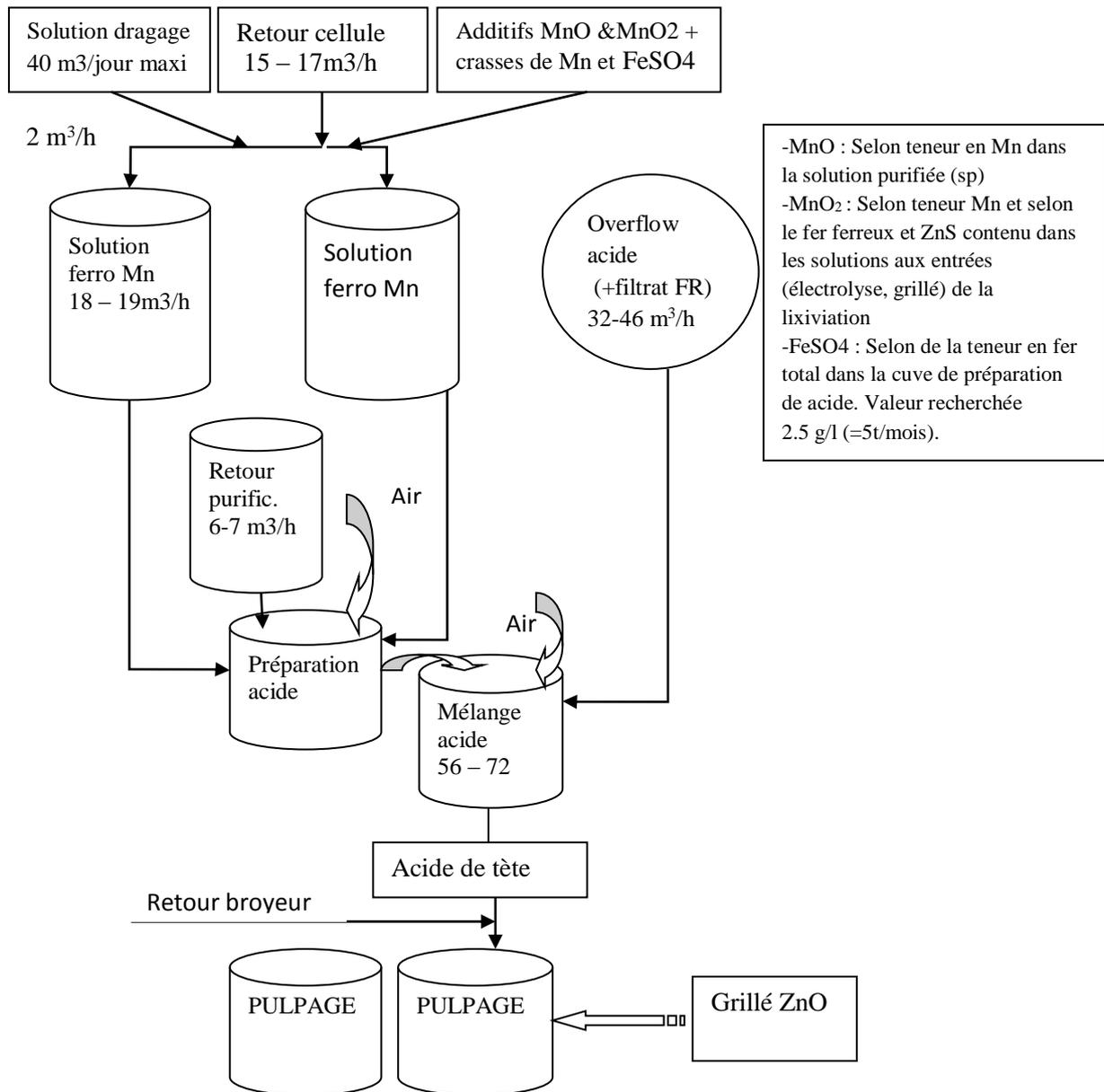


Figure 6.7 Schéma de préparation d'acide de tête [32]

6.4.5 Maitrise dans le processus purification

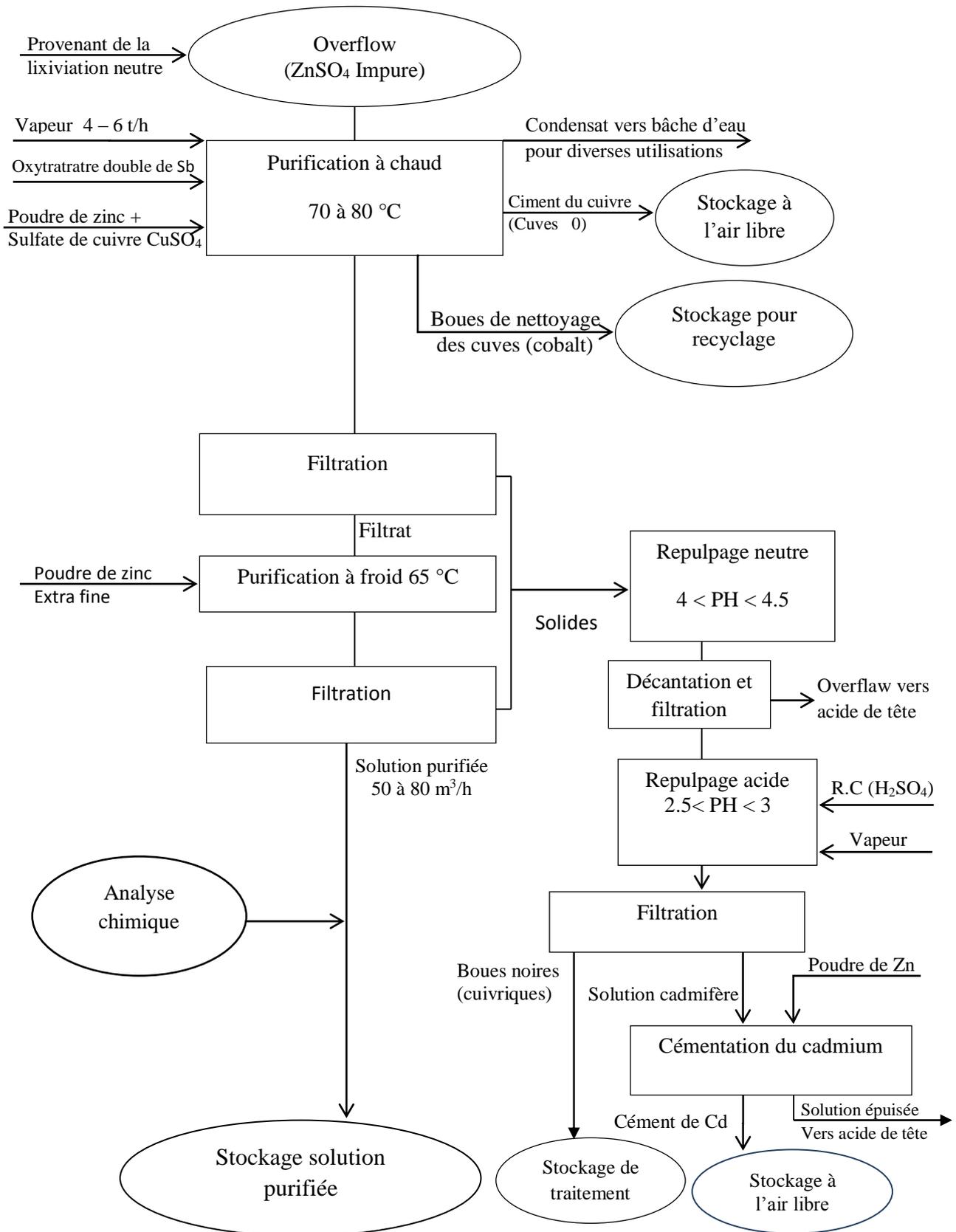


Figure 6.8 Synoptique du repulpage acide [32]

6.4.5.1 Maitrise dans le processus purification à chaud

- Aspect et impact environnementaux générés par le sous processus

Les caractéristiques des rejets liés à cette opération, ayant un impact environnemental sont :

Rejet/ Déchet	Critère d'acceptation	Instruction de contrôle/IcEn Instruction de travail	Réglementation
Cément du cuivre (cuve 0)	- Cu>50%	/	Loi 01-19 du 12.12.01
	- 02 t/mois		
Vapeur des cuves de purification	- Inconnu	/	Loi 06-138 du 15.04.2006
Solution de la cuve de purification	- Inconnu	/	Loi 06-141 du 19.04.2006

Tableau 6.50 Identification et caractéristique des aspects dans le processus purification à chaud [32]

Facteur d'impact	Intensité du facteur	Maîtrise	Sensibilité du milieu	Criticité
Cément du cuivre (cuve 0)	Moyenne 05	Bonne 03	Moyenne 05	75
Vapeur des cuves de purification	Faible 03	Aucune 10	Très faible 01	30
Solution de la cuve de purification	Faible 03	Bonne 03	Importante 8	72

Tableau 6.51 Evaluation des aspects ou facteurs d'impacts dans le processus purification à chaud [32]

- Maitrise des aspects et impacts environnementaux
Ce sous processus ne génère pas d'aspects significatifs.

Activités en marche normale
<p>1. Description</p> <p>Mesures de sécurité : un contrôle visuel hebdomadaire de l'étanchéité de la cuve, conduites et vannes doit être fait.</p> <p>Non conformités : est considérée une non-conformité tout débordement de la solution de la cuve vers les avaloirs, qui aboutissent dans le rejet vers la mer.</p>

Tableau 6.52 Marche en situation normale dans le processus purification à chaud [32]

Situations d'urgence éventuelles, modes de marche dégradée et capacité à réagir
<p>A- Marche dégradée prévisible :</p> <p>A-1 Description de la situation en marche dégradée Cuve saturée en boues et en solutions et risque de débordement vers les avaloires. Cette situation peut être engendrée par :</p> <p>1-Mauvaise purification et passage d'impuretés qui oblige à vidanger les cuves pour un éventuel recyclage. 2-Intempéries : pluviométrie importante</p> <p>A-2 Consigne de marche dégradée</p> <p>1- En cas de passage d'impuretés arrêts la purification. 2- En cas d'intempéries, reprise de la cuve vers la tête de la lixiviation.</p>

Tableau 6.53 Marche dégradée dans le processus de purification à chaud [32]

Situations d'urgence éventuelles et capacité à réagir
<p>B-Situation d'urgence/ accidents prévisibles :</p> <p>B-1 Description des situations d'urgence/ accidents prévisibles :</p> <p>✓ coupure de vapeur</p> <p>B-2 Consignes en cas de situations d'urgence/accidents prévisibles :</p> <ol style="list-style-type: none"> arrêter la purification traiter les cuves jusqu'à obtention des paramètres requis évacuer la solution des cuves vers les tanks SP « Solution Purifiée ».

Tableau 6.54 Situation d'urgences dans le processus de purification à chaud [32]

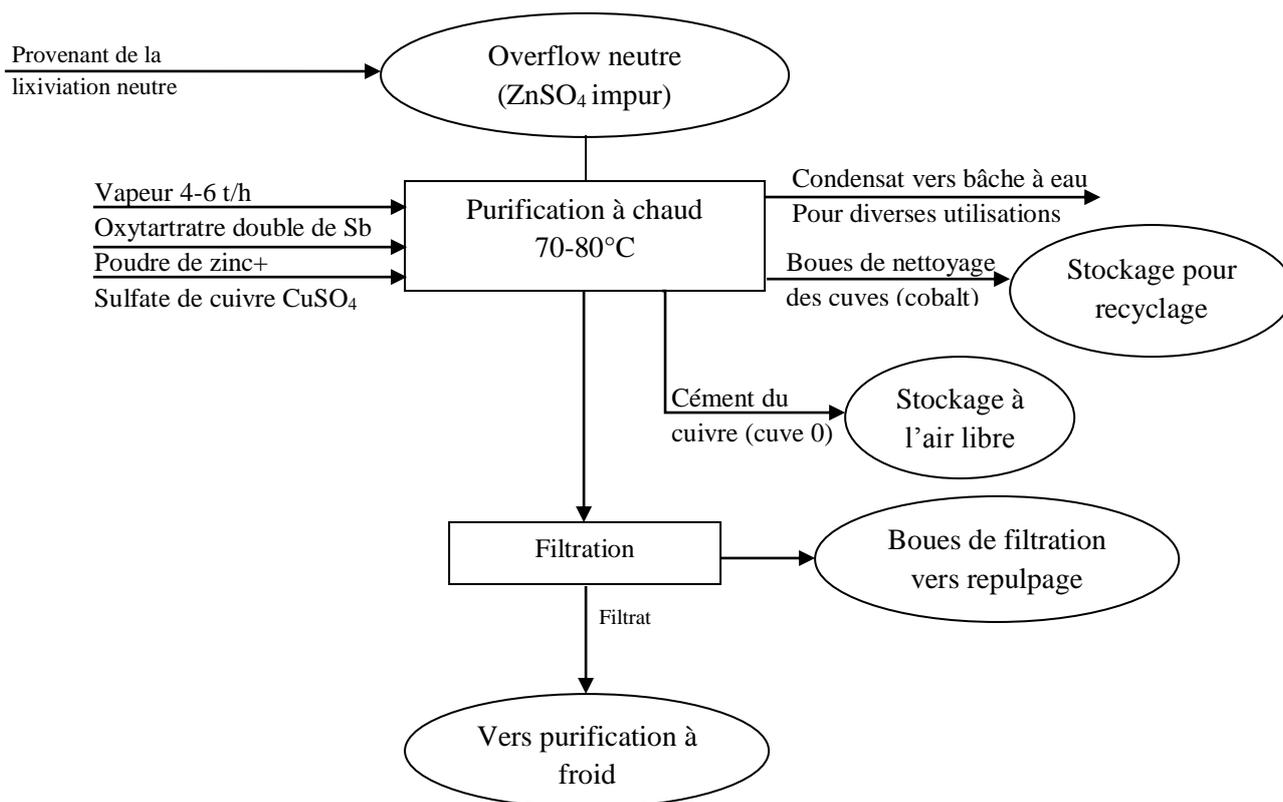


Figure 6.9 Schéma de la Purification à chaud [32]

- Maitrise de la sécurité du personnel

Afin d'éviter des accidents et incidents mettant en péril la santé et la sécurité des collaborateurs, ce qui suit est applicable :

Tâches et situations à risque	Besoin de qualifications particulières	Modes éventuels opératoires de travail en sécurité (ou référence de documentation spécifique)	Equipements de protection individuelle
Manipulation des vannes de vapeur	Néant	Procéder à la décharge de la vapeur avant manipulation des vannes (ouverture ou fermeture)	Bleu de travail anti acide, gants anti acide, casque, bottes, lunettes.
Fuites de vapeur		Eviter et signaler les fuites de vapeurs.	
Réglage manuel des cadres du filtre presse		Les opérateurs doivent veiller aux fausses manœuvres susceptibles d'engendrer des accidents.	
Nettoyage des toiles			

Tableau 6.55 Maitrise de la sécurité du personnel dans le processus de purification a chaud [32]

6.4.6.2 Maitrise dans le processus purification à froid

- Aspect et impact environnementaux générés par le sous processus

Les caractéristiques des rejets liés à cette opération, ayant un impact environnemental sont :

Rejet/ Déchet	Critère d'acceptation	Instruction de contrôle	Instruction de travail
Néant	/	/	/

Tableau 6.56 Identification et caractéristiques des aspects dans le processus de purification à froid [32]

Résumé des aspects ou facteurs d'impacts liés à cette opération				
Facteur d'impact	Intensité du facteur	Maîtrise	Sensibilité du milieu	Criticité
Vapeur des cuves de purification	Faible 03	Aucune 10	Très faible 01	30
Débordement de la solution de la cuve de purification	Faible 03	Bonne 03	Importante 8	72

Tableau 6.57 Evaluation des aspects ou facteurs d'impacts dans le processus de purification à froid [32]

- Maitrise des aspects et impacts environnementaux
 - Marche en situation normale dans le processus de purification à froid
 Ce sous processus ne génère pas d'aspects significatifs.

Situations d'urgence éventuelles, modes de marche dégradée et capacité à réagir
A- Marche dégradée prévisible : Cuve saturée en boues et en solutions et risque de débordement vers les avaloirs. Cette situation peut être engendrée par : <ul style="list-style-type: none"> ✓ Panne d'équipement (racleur décanteur pompe..) qui oblige à vidanger les cuves pour un éventuel recyclage. ✓ Intempéries : pluviométrie importante A-2 Consignes de marche dégradée <ul style="list-style-type: none"> ✓ En cas de panne d'équipement arrêter la purification et procéder à la réparation de l'équipement. ✓ En cas d'intempéries, reprise de la cave vers la tête de la lixiviation B- Situations d'urgence/ accidents prévisibles : Néant

Tableau 6.58 Marche dégradée dans le processus de purification à froid [32]

Situations d'urgence éventuelles et capacité à réagir
B-Situation d'urgence/ accidents prévisibles : B-1 Description des situations d'urgence/accidents prévisibles : <ul style="list-style-type: none"> ✓ coupure de vapeur B-2 Consignes en cas de situations d'urgence/ accidents prévisibles : <ol style="list-style-type: none"> 1. arrêter la purification 2. traiter les cuves jusqu'à obtention des paramètres requis 3. évacuer la solution des cuves vers les tanks SP « Solution Purifiée ».

Tableau 6.59 Situations d'urgences dans le processus de purification à froid [32]

- Maitrise de la sécurité du personnel
- Afin d'éviter des accidents et incidents mettant en péril la santé et la sécurité des collaborateurs, ce qui suit est applicable :

Tâches et situations à risques	Besoin de qualifications particulières	Modes éventuels opératoires de travail en sécurité (ou référence de documentation spécifique)	Equipements de protection individuelle
Montée et descente des escaliers	Néant	Eviter les glissades au niveau des escaliers.	Bleu de travail anti acide, gants anti acide, casque, bottes et lunettes.
Débouchage des robinets et cadres des filtres presses		Lors de l'opération, il y a lieu de se protéger avec des lunettes lors du débouchage pour éviter les projections de solutions acides et chaudes.	

Tableau 6.60 Maitrise de la sécurité du personnel dans le processus purification à froid [32]

6.4.6 Maitrise dans le processus repulpage

6.4.6.1 Maitrise dans le processus repulpage neutre

- Aspects et impacts environnementaux générés par le sous processus

Les caractéristiques des rejets liés à cette opération, ayant un impact environnemental sont :

Rejet	Critère d'acceptation	Unité	Instruction de contrôle Environnement.Ic.En./ Instruction de travail IT.En
Bouchage/solution de la cuve de purification	Inconnu	/	DE 06-141 du 19.04.2006

Tableau 6.61 Identification et caractéristiques des aspects dans le processus de repulpage neutre [32]

Résumé des aspects ou facteurs d'impacts liés à cette opération				
Facteur d'impact	Intensité du facteur	Maîtrise	Sensibilité du milieu	Criticité
Solution de la cuve de purification	Faible 03	Bonne 03	Importante 8	72

Tableau 6.62 Evaluation des aspects ou facteurs d'impacts dans le processus de repulpage neutre [32]

- Maitrise des aspects et impacts environnementaux

Ce sous processus ne génère pas d'aspects significatifs

Situations d'urgence éventuelles, modes de marche dégradée et capacité à réagir
<p>A-Marche dégradée prévisible :</p> <p>A-1 Description de la situation en marche dégradée ✓ Néant</p> <p>A-2 Consignes de marche dégradée</p> <p>B-Situation d'urgence/accidents prévisibles : Néant</p>

Tableau 6.63 Marche en situation normale dans le processus de repulpage neutre [32]

Situations d'urgence éventuelles et capacité à réagir
<p>B-Situations d'urgence/accidents prévisibles : Néant</p> <p>B-2 Consignes en cas de situations d'urgence/accidents prévisibles : Néant</p>

Tableau 6.64 Situation d'urgences dans le processus de repulpage neutre [32]

Afin d'éviter des accidents et incidents mettant en péril la santé et la sécurité des collaborateurs, ce qui suit est applicable :

Tâches et situations à risque	Besoin de qualifications particulières	Modes éventuels opératoires de travail en sécurité (ou Référence de documentation)	Equipements de protection individuelle
Montée et descente des escaliers	Néant	Eviter les glissades au niveau des escaliers	Bleu de travail anti-acide, gants anti-acide, casque, bottes et lunettes.

Tableau 6.65 Maitrise de la sécurité personnelle dans le processus de repulpage neutre [32]

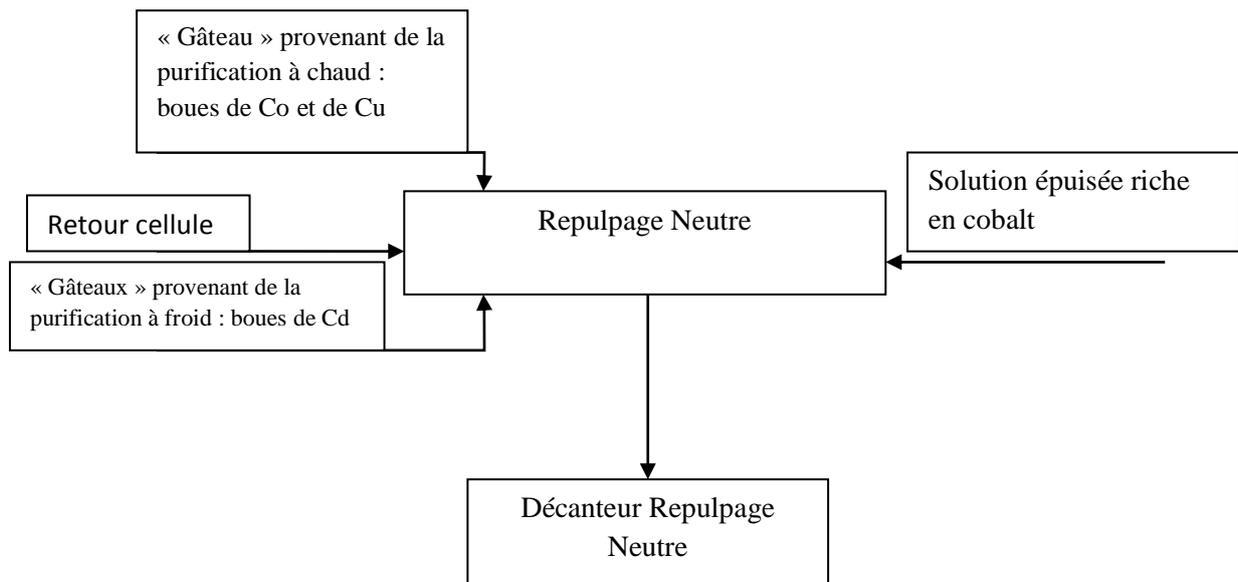


Figure 6.10 Schéma du Repulpage neutre [32]

6.4.6.2 Maitrise dans le processus repulpage acide

- Aspects et impacts environnementaux générés par le sous processus

Les caractéristiques des rejets liés à cette opération, ayant un impact environnemental sont représentées suivant les deux (02) tableaux qui suivent :

Rejet	Critère d'acceptation	Unité	Instructions de contrôle environnement.Ic.En./ Instruction de travail IT.En
Boues cuivriques (noires)	30-40	t/mois	Ic.En-05.03
Cément du cadmium	Selon analyse	/	Ic.En-05.04 IT.En-05.02

Tableau 6.66 Identification et caractéristiques des aspects dans le processus de repulpage acide [32]

Résumé des aspects ou facteurs d'impacts liés à cette opération				
Facteur d'impact	Intensité du facteur	Maîtrise	Sensibilité du milieu	Criticité
Boues cuivriques (noires)	Moyenne 05	Moyenne 05	Importante 8	200
Cément du cadmium	Moyenne 05	Moyenne 05	Importante 08	200

Tableau 6.67 Evaluation des aspects ou facteurs d'impacts dans le processus de repulpage acide [32]

- Maitrise des aspects et impacts environnementaux

Ce sous processus ne génère pas d'aspects significatifs.

Nous présentons les activités en marche normale suivant ce tableau :

Activités en marche normale
<p>1. Description</p> <p>Mesures de sécurité :</p> <p>un contrôle visuel hebdomadaire de l'étanchéité de la cuve, conduites et vannes doit être fait.</p> <p>Non conformités :</p> <p>est considérée une non-conformité tout débordement de la solution de la cuve vers les avaloirs, qui aboutissent dans le rejet vers la mer.</p>

Tableau 6.68 Marche en situation normale dans le processus de repulpage acide [32]

Les tableaux qui suivent indiquent les situations d'urgence dans le processus :

Situations d'urgence éventuelles, modes de marche dégradée et capacité à réagir
<p>A- Marche dégradée prévisible :</p> <p>A-1 Description de la situation en marche dégradée Cuve saturée en boues et en solutions et risque de débordement vers les avaloirs. Cette situation peut être engendrée par :</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Panne d'équipement (racleur, pompe, bouchage conduite..) qui oblige à vidanger les cuves pour un éventuel recyclage. ✓ Intempéries : pluviométrie importante <p>A-2 Consignes de marche dégradée</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ en cas de panne d'équipement arrêter la purification et procéder à la réparation de l'équipement. ✓ en cas d'intempéries, reprise de la cuve vers la tête de la lixiviation. <p>B- Situation d'urgence /accidents prévisibles :</p> <p>Néant</p>

Tableau 6.69 Marche dégradée dans le processus de repulpage acide [32]

Situations d'urgence éventuelles et capacité à réagir
<p>B-Situations d'urgence /accidents prévisibles :</p> <p>B-1 Description des situations d'urgence/accidents prévisibles</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Coupure de vapeur <p>B-2 Consignes en cas de situation d'urgence/accidents prévisibles</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Arrêter la purification 2. Traiter les problèmes rencontrés pour éviter l'arrêt de l'installation et débordement de cuves

Tableau 6.70 Situations d'urgences dans le processus de repulpage acide [32]

- Maitrise de la sécurité du personnel

Afin d'éviter des accidents et incidents mettant en péril la santé et la sécurité des collaborateurs, ce qui suit est applicable :

Tâches et situations à risque	Besoin de qualifications particulières	Modes éventuels opératoires de travail en sécurité (ou référence de documentation spécifique)	Equipements de protection individuelle
Montée et descente des escaliers	Néant	Eviter les glissades au niveau des escaliers	Bleu de travail anti-acide, gants anti-acide, casque, bottes et lunettes.
Fuites de vapeur		Eviter et signaler les fuites de vapeurs.	

Tableau 6.71 Maitrise de la sécurité du personnel dans le processus de repulpage acide [32]

6.4.7 Maitrise dans le processus électrolyse de zinc

- Aspect et impact environnementaux générés par le sous processus

Les caractéristique des rejets liés à cette opération, ayant un impact environnemental sont:

Rejet	Critère d'acceptation	Unité	Instructions de contrôle environnement Ic.En. Instruction de travail IT.En
Boues de Bloxyde Manganèse (grattage des anodes)	1-1.5	t/jour	Ic.En-07.04
	Analyses en annexe E-1		IT.En-07.01
Gâteaux (Dépôts) de sulfate de Ca, Mg et de Mn	10-12	t/mois	Ic.En-07.05
	Analyses en annexe E-2		IT.En-07.02
Poussière d'aluminium (Brossage des cathodes)	Néant		IT.En-07.03
Rejet d'eau de mer	T°<30 5.5 à 8.5	°C PH	Ic.En-07.06
Hydrogène et vapeurs acides	Critère étant inconnu, il est estimé selon la qualité de l'air dans les halls d'électrolyse		

Tableau 6.72 Identification et caractéristiques des aspects dans le processus d'électrolyse de zinc [32]

Résumé des aspects ou facteurs d'impacts				
Facteur d'impact	Intensité du facteur	Maîtrise	Sensibilité du milieu	Criticité
Bioxyde de Mn	Moyenne 5	Assez bonne 4	Importante 8	160
Boues de nettoyage (sulfate de Ca et de Mn)	Faible 3	Moyenne 5	Moyenne 5	75
Rejet eau de mer (refroidissement des redresseurs)	Moyenne 05	Moyenne 05	Très faible 1	25
Poussières d'Al et de Zn (brossage des cathodes)	Faible 03	Assez bonne 4	Importante 8	96
Hydrogène et vapeurs acides	Moyenne 5	Assez bonne 4	Faible 3	60

Tableau 6.73 Evaluation des aspects ou facteurs d'impacts dans le processus d'électrolyse de zinc [32]

- Maitrise des aspects et impacts environnementaux

Activités en marche normale
<p>1. Description</p> <p>Mesures de sécurité :</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ les tanks SP doivent faire l'objet d'un contrôle régulier. ✓ un contrôle visuel hebdomadaire de l'étanchéité de la cave de l'électrolyse, des tanks SP conduites et vannes doit être fait. ✓ le fond des tanks doit faire l'objet d'un contrôle annuel. <p>Non conformités :</p> <p>Désormais, tout non-respect de ces paramètres : acidité, température et teneurs est considéré comme une non-conformité.</p> <p>Ces non conformités entraînent un dégagement important des vapeurs acides et une mauvaise qualité du zinc cathodique, d'où un taux de crasses élevé à la refonte.</p>

Tableau 6.74 Marche en situation normale dans le processus d'électrolyse de zinc [32]

Situations d'urgence éventuelles, modes de marche dégradée et capacité à réagir
<p>A- Marche dégradée prévisible :</p> <p>A-1 Description de la situation en marche dégradée</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Elévation de l'acidité de l'électrolyse (à l'entrée : 155 à 200 g/l) et diminution de la teneur en zinc (à l'entrée : <30 g/l) : par manque de solution purifiée. ✓ Elévation importante de la température (>40°C) par passage d'impuretés dans la solution purifiée ou défaillance du système de refroidissement. ✓ Cette situation génère un dégagement important d'hydrogène et de vapeurs d'acides se caractérisant par une altération de la qualité de l'air dans les halls d'électrolyse et une irritation des voies respiratoires. <p>A-2 Consignes de marche dégradée</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Diminuer l'intensité de l'électrolyse ✓ En cas de haute température, agir sur les réfrigérants et sur le circuit de roulement ✓ En cas de forte acidité, diluer à l'eau de processus. ✓ Ajout de réglisse pour atténuer le dégagement d'hydrogène.

Tableau 6.75 Marche dégradée dans le processus d'électrolyse de zinc [32]

Situations d'urgence éventuelles, modes de marche dégradée et capacité à réagir
<p>B- Situation d'urgence /accidents prévisibles :</p> <p>B-1 Description de la situation</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Lors du brossage des cathodes, des poussières d'aluminium se forment et en présence d'étincelles, il y'a risque d'incendie. ✓ Cette situation peut entraîner une propagation du feu très rapide sur le bardage et la toiture de l'atelier et ateliers avoisinant avec dégagement de fumées nocives. <p>B-2 Consignes de situation d'urgence/ accidents prévisibles</p> <p>Voir Consignes d'Urgence C.U n°4</p>

Tableau 6.76 Situation d'urgence dans le processus d'électrolyse de zinc [32]

- Maitrise de la sécurité du personnel

Afin d'éviter des accidents et incidents mettant en péril la santé et la sécurité des collaborateurs, ce qui suit est applicable :

Tâches et situation à risque	Besoin de qualifications particulières	Modes éventuels opératoires de travail en sécurité (ou référence de documentation spécifique)	Equipements de protection individuelle
Entretien des contacts	Néant	-Accrocher les anodes par leurs âmes et soulever doucement à l'acide d'un palan.	Bottes isolantes, gants antiacide, masque et lunettes.
Brossage des cathodes	Néant		

Tableau 6.77 Maitrise de la sécurité du personnel dans le processus d'électrolyse de zinc [32]

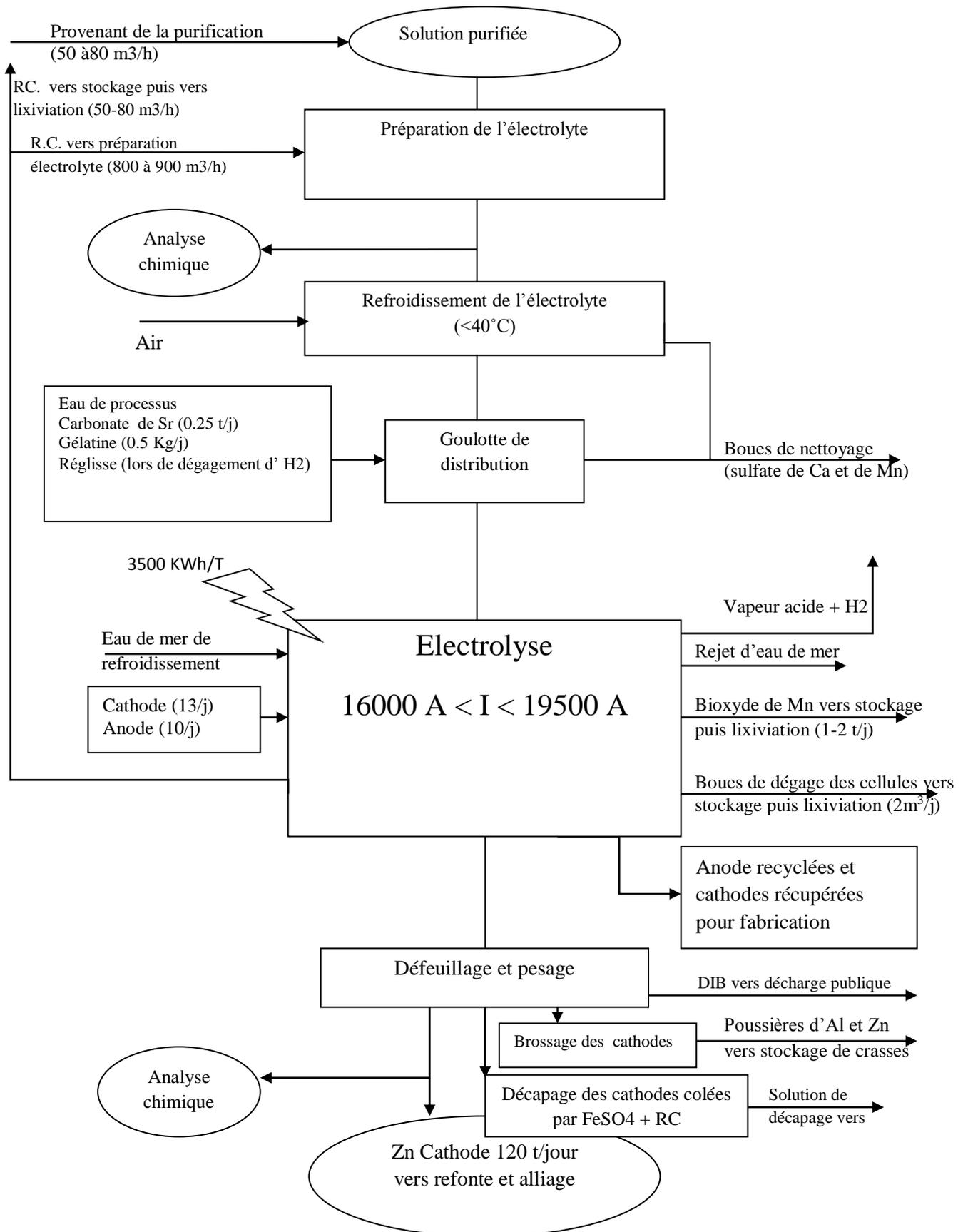


Figure 6.11 Synoptique d'électrolyse de zinc [32]

6.4.8 Maitrise dans la refonte de zinc

Les paramètres liés à cette opération, ayant un impact environnemental sont données suivant ce tableau :

Paramètre	Critère d'acceptation	Unité	Mode opératoire .Env.Mo.En./ Instruction de contrôle Env.Ic.En	Mode opérations de Pilotage :IP Réglage :IR Travail :IT
Qualité du Zn Cathodique : ✓ Pb ✓ Cd ✓ Fe ✓ Cu ✓ Sn, Al, Ni et Tl	30max 30max 20max 10max Traces	g/t	Ic.En.Q 8242-11	
Température de fusion	450 à 470	°C	MO-7515.01	
Ajout NH ₄ Cl	200	g/t de cathode	Ic.Q.7.515.02	IT-7515.03
Etanchéité des agrégats (Broyeur et annexes)	Parfaite			IT-7515.04

Tableau 6.78 Paramètres process dans le processus de refonte de zinc [32]

Les caractéristiques des rejets liés à cette opération, ayant un impact environnemental sont :

Rejet	Critère d'acceptation	Unité	Instruction de contrôle environnement. Ic.En/ Instruction de travail IT.En
Crasses des fours (après broyeur)	5	%	IT-7515.03
			IT-7515.04
Fumées des fours de fusion	Critère étant inconnu		
Fumées de combustion poche d'Al			
Rejet d'eau vers la mer	6.5 à 8.5	PH	IcEn-4.460.5.c

Tableau 6.79 Caractéristique des rejets dans le processus de refonte de zinc [32]

- Mesures de vérification/ Sécurité

Avant le début de ces opérations, le chef de poste/ homme de four doit s'assurer que les activités suivantes sont réalisées :

- présence de tension électrique alimentant les fours,
- vérification du niveau du four à fusion,
- vérification du bon fonctionnement du système de refroidissement (moules et chaîne),
- contrôle de la température,
- les portes de déchargement doivent être obligatoirement fermées au moment des chargements,
- porter obligatoirement les équipements de sécurité individuels (vestes et pantalon, chaussures de sécurité, casques avec visière, lunettes et gants anti chaleur),
- ne jamais introduire dans le bain en fusion des outils de travail sans être préchauffés (râteaux, raclettes, louches...), il y a risque d'explosion entraînant des projections de métal en fusion,
- contrôler quotidiennement l'installation de gaz naturel (éventuelles fuites),
- les brûleurs doivent être allumés à l'extérieur des fours.

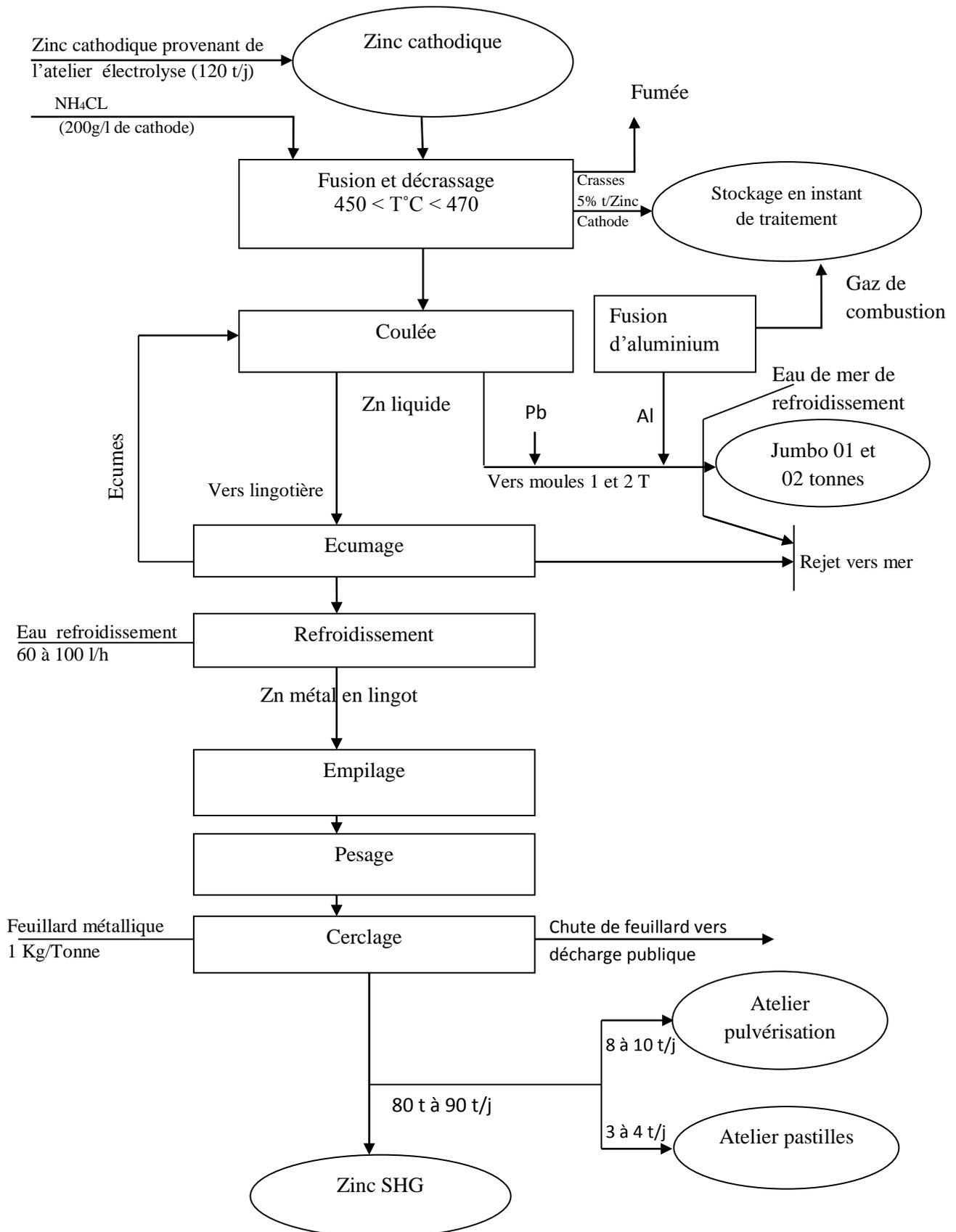


Figure 6.12 Synoptique de la refonte du Zinc cathodique [32]

Comme exemple de performance en matière de sécurité, condition de travail et respect de l'environnement (Objet du pilier 8), nous montrons à travers les figures et tableaux suivants la stabilité des rejets du Pb, Cr, du Ni, la diminution du taux d'absentéisme et d'accidents, d'économie d'énergie et l'évolution des maladies professionnelles ainsi que les évolutions des MTBF, MTTR et les TRS de l'entreprise durant les années 2012, 2013 et 2014.

6.5 Rejets liquides durant les années 2012, 2013, 2014

Les rejets et stabilité du Pb, Cr et Ni sont données dans les tableaux suivants :

- Rejet Pb, années 2012, 2013, 2014

Elément à contrôler Mois	Pb ≤ 0.75 mg/l 2012	Pb ≤ 0.75mg/l 2013	Pb ≤ 0.75 mg/l 2014
Janvier	0.58	0.53	0.49
Février	0.59	0.51	0.47
Mars	0.55	0.54	0.51
Avril	0.56	0.52	0.52
Mai	0.57	0.53	0.51
Juin	0.56	0.52	0.50
Juillet	0.58	0.55	0.52
Août	Arrêt de service Grillage	Arrêt de service Grillage	Arrêt de service Grillage
Septembre	0.59	0.51	0.51
Octobre	0.57	0.52	0.47
Novembre	0.51	0.49	0.49
Décembre	0.50	0.50	0.49

Tableau 6.80 Stabilité du Pb dans les rejets liquides, années 2012,2013, 2014 [32]

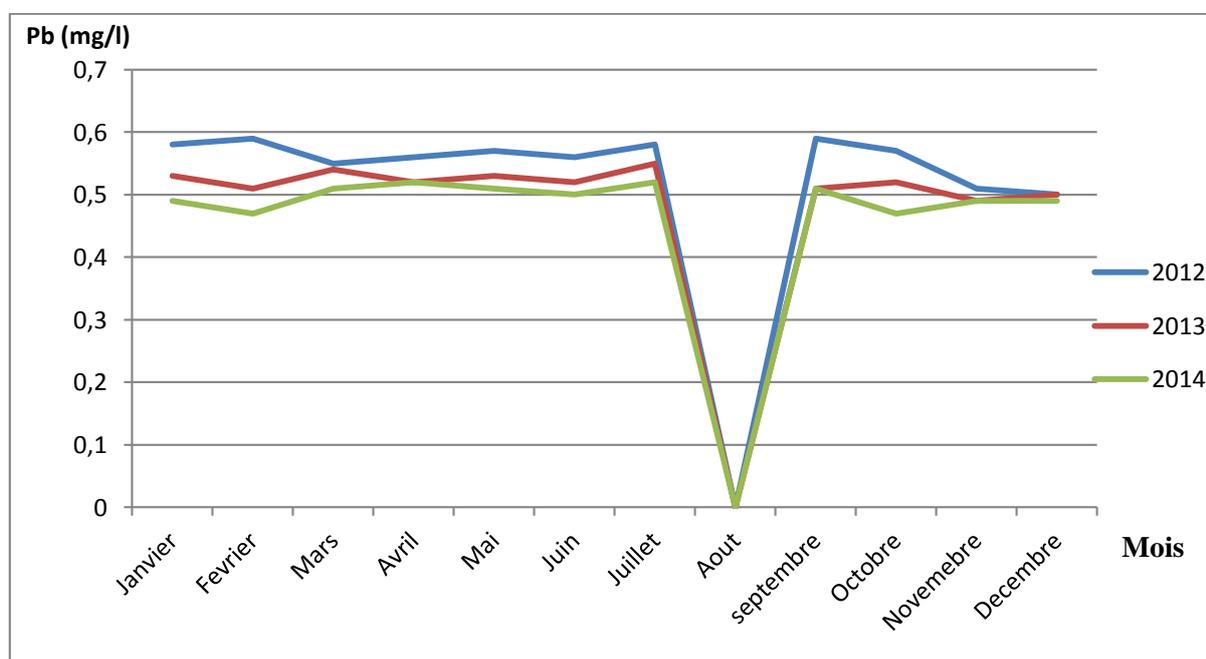


Figure 6.13 Stabilité du Pb dans les rejets liquides, années 2012,2013, 2014 [32]

- Rejet Cr, années 2012,2013, 2014

Elément à contrôler Mois	Cr ≤ 0.55 mg/l 2012	Cr ≤ 0.55 mg/l 2013	Cr ≤ 0.55mg/l 2014
Janvier	0.66	0.64	0.63
Février	0.57	0.56	0.53
Mars	0.54	0.52	0.51
Avril	0.50	0.49	0.47
Mai	0.51	0.50	0.49
Juin	0.53	0.51	0.50
Juillet	0.52	0.50	0.48
Août	Arrêt de service Grillage	Arrêt de service Grillage	Arrêt de service Grillage
Septembre	0.54	0.53	0.52
Octobre	0.53	0.52	0.50
Novembre	0.55	0.54	0.51
Décembre	0.54	0.53	0.52

Tableau 6.81 Stabilité du Cr dans les rejets liquides, années 2012, 2013,2014 [32]

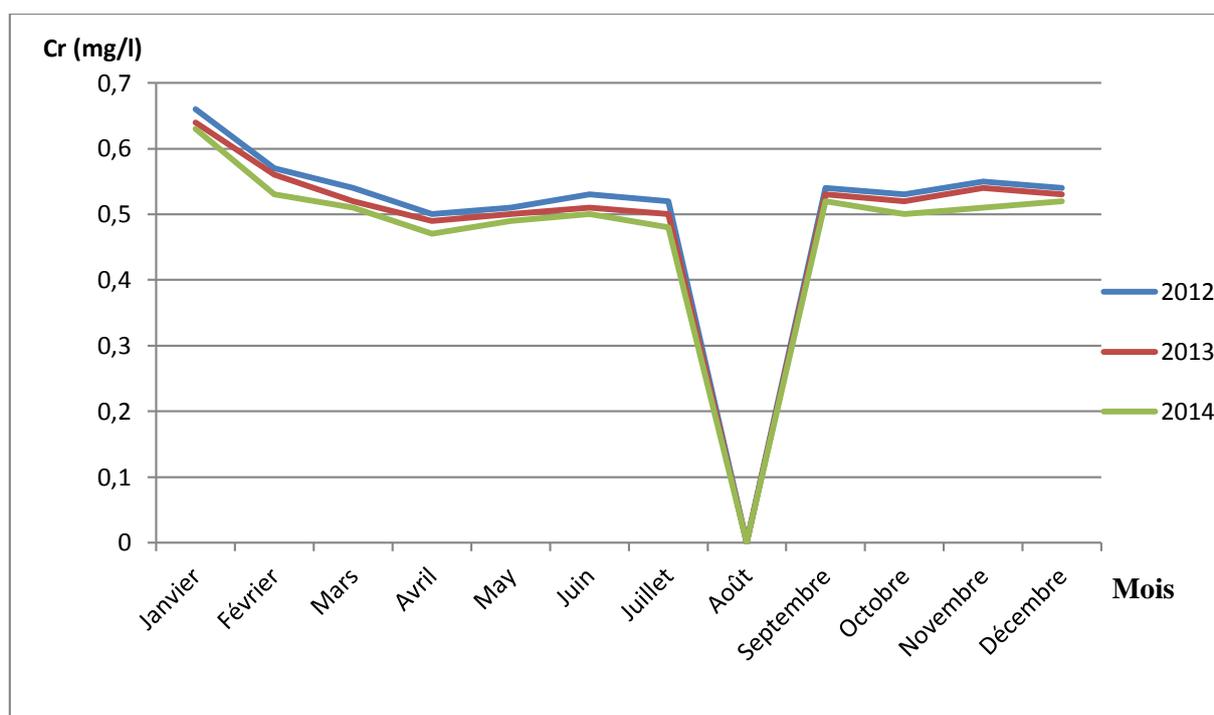


Figure 6.14 Stabilité du Cr dans les rejets liquides, années 2012, 2013,2014 [32]

- Rejets Ni, années 2012, 2013, 2014

Elément à contrôler Mois	Ni ≤ 0.65 mg/l 2012	Ni ≤ 0.65 mg/l 2013	Ni ≤ 0.65 mg/l 2014
Janvier	0.035	0.033	0.031
Février	0.037	0.028	0.026
Mars	0.031	0.029	0.028
Avril	0.038	0.034	0.033
Mai	0.039	0.033	0.032
Juin	0.036	0.032	0.031
Juillet	0.035	0.031	0.030
Août	Arrêt de service Grillage	Arrêt de service Grillage	Arrêt de service Grillage
Septembre	0.068	0.067	0.065
Octobre	0.034	0.032	0.031
Novembre	0.031	0.029	0.028
Décembre	0.033	0.03	0.027

Tableau 6.82 Stabilité du Ni dans les rejets liquide, années 2012, 2013,2014 [32]

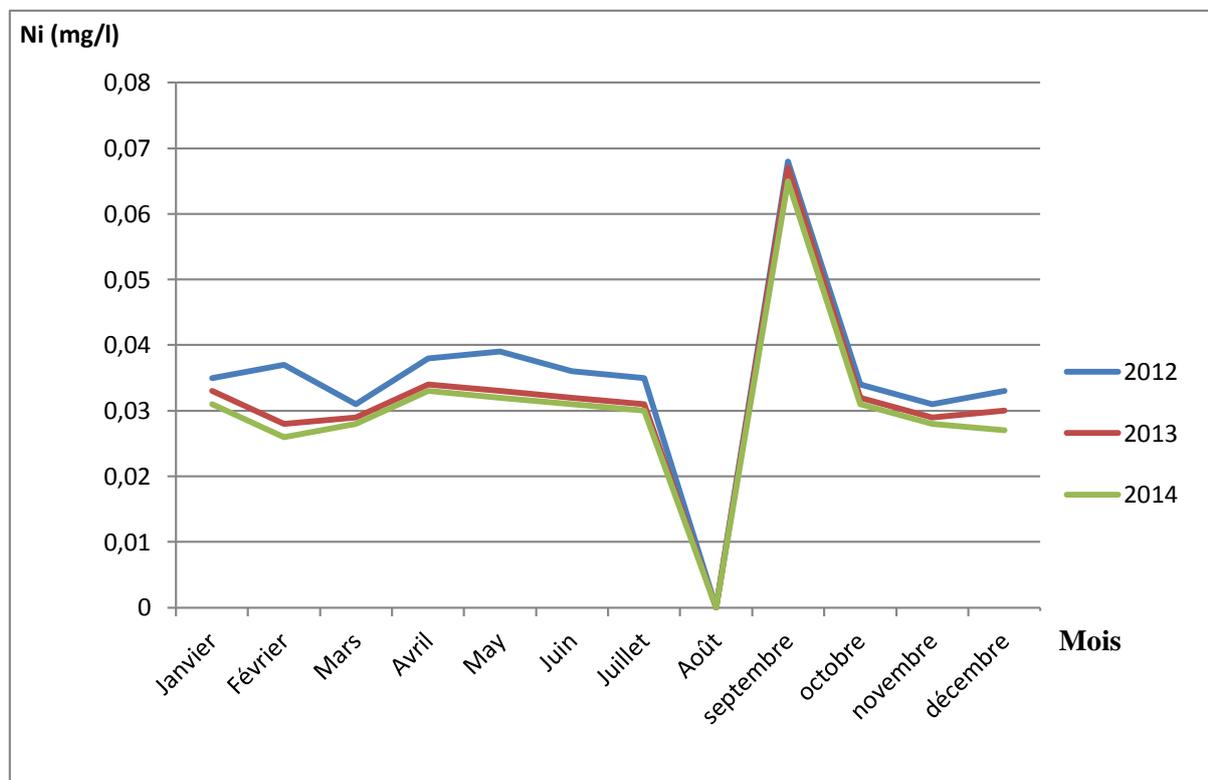


Figure 6.15 Stabilité du Ni dans les rejets liquide, années 2012, 2013,2014 [32]

- Rejets du gaz SO₂, années 2012, 2013,2014

Mois \ Années	2012 ≤ 0.25%	2013 ≤ 0.25%	2014 ≤ 0.25%
Janvier	0.24	0.24	0.23
Février	0.23	0.22	0.22
Mars	0.24	0.22	0.21
Avril	0.23	0.21	0.20
Mai	0.27	0.26	0.25
Juin	0.28	0.27	0.24
Juillet	0.21	0.21	0.20
Août	Arrêt de service Grillage	Arrêt de service Grillage	Arrêt de service Grillage
Septembre	0.23	0.22	0.21
Octobre	0.29	0.28	0.25
Novembre	0.25	0.24	0.23
Décembre	0.24	0.23	0.20

Tableau 6.83 Stabilité du SO₂ durant les années 2012, 2013,2014 [32]

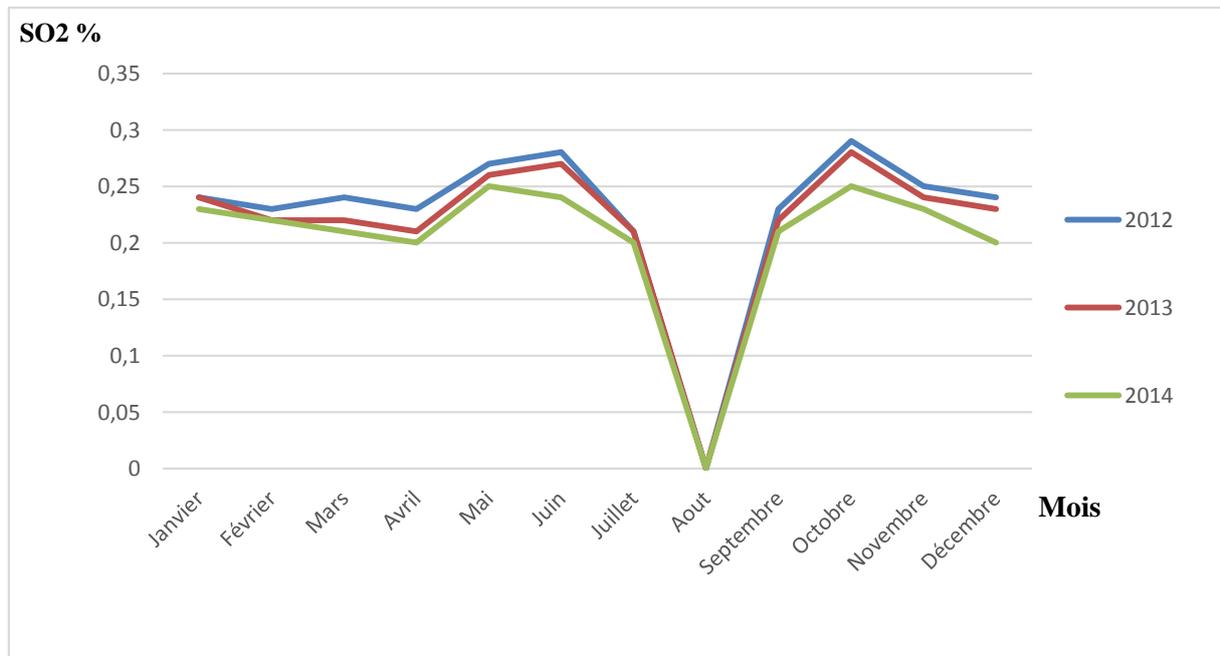


Figure 6.16 Stabilité du SO₂ durant les années 2012, 2013,2014 [32]

6.6 Taux d'absentéisme et taux d'accidents de l'entreprise durant les années 2012, 2013, 2014

Nous présentons le nombre d'accidents de travail et le taux d'absentéisme de chaque atelier durant les années 2012, 2013 et 2014 :

Taux d'absentéisme = Nombre d'heures des absences/ Total des heures de travail disponibles (6.1)

Total des heures de travail disponibles= Moyenne x nombre des travailleurs x 12 (mois)

Moyenne= (Posté +Normale) / 2

Posté = 182.5 h/mois

Normale = (40 x 52) /12 = 173 H/mois

- Atelier grillage

Années	Nombre d'accidents			Taux d'absentéisme (%)	Total accidents
	Accidents avec arrêt de travail	Accidents sans arrêt de travail	Accidents de trajet		
	Grillage	Grillage	Grillage	Grillage	Grillage
2012	0	0	0	0,158	0
2013	3 (mineurs)	0	0	0,152	3 (mineurs)
2014	0	0	0	0,148	0

Tableau 6.84 Accidents de travail et taux d'absentéisme dans l'atelier grillage [32]

- Atelier lixiviation-purification

Années	Nombre d'accidents			Taux d'absentéisme (%)	Total accidents
	Accidents avec arrêt de travail	Accidents sans arrêt de travail	Accidents de trajet		
	Lixiviation-purification	Lixiviation-purification	Lixiviation-purification	Lixiviation-purification	Lixiviation-purification
2012	8	0	0	0,562	8
2013	4	0	0	0,543	4
2014	3	0	0	0,526	3

Tableau 6.85 Accidents de travail et taux d'absentéisme dans l'atelier lixiviation-purification [32]

- Atelier électrolyse

Années	Nombre d'accidents			Taux d'absentéisme (%)	Total accidents
	Accidents avec arrêt de travail	Accidents sans arrêt de travail	Accidents de trajet		
	électrolyse	électrolyse	électrolyse	électrolyse	Electrolyse
2012	11	0	0	0,548	11
2013	2	0	0	0,543	2
2014	1	0	0	0,518	1

Tableau 6.86 Accidents de travail et taux d'absentéisme dans l'atelier électrolyse [32]

- Atelier refonte alliage

Années	Nombre d'accidents			Taux d'absentéisme (%)	Total accidents
	Accidents avec arrêt de travail	Accidents sans arrêt de travail	Accidents de trajet		
	Refonte-alliage	Refonte-alliage	Refonte-alliage	Refonte-alliage	Refonte-alliage
2012	9	0	0	0,511	9
2013	5	0	0	0,487	5
2014	4	0	0	0,485	4

Tableau 6.87 Accidents de travail et taux d'absentéisme dans l'atelier refonte alliage [32]

- Accidents de travail dans les ateliers durant les années 2012, 2013,2014

Atelier \ Années	2012	2013	2014
Grillage	0	3 (mineurs)	0
Lixiviation- Purification	8	4	3
Electrolyse	11	2	1
Refonte	9	5	4

Tableau 6.88 Nombre d'accidents dans les ateliers grillage, lixiviation –purification, électrolyse, refonte-alliage durant les années 2012, 2013,2014 [32]

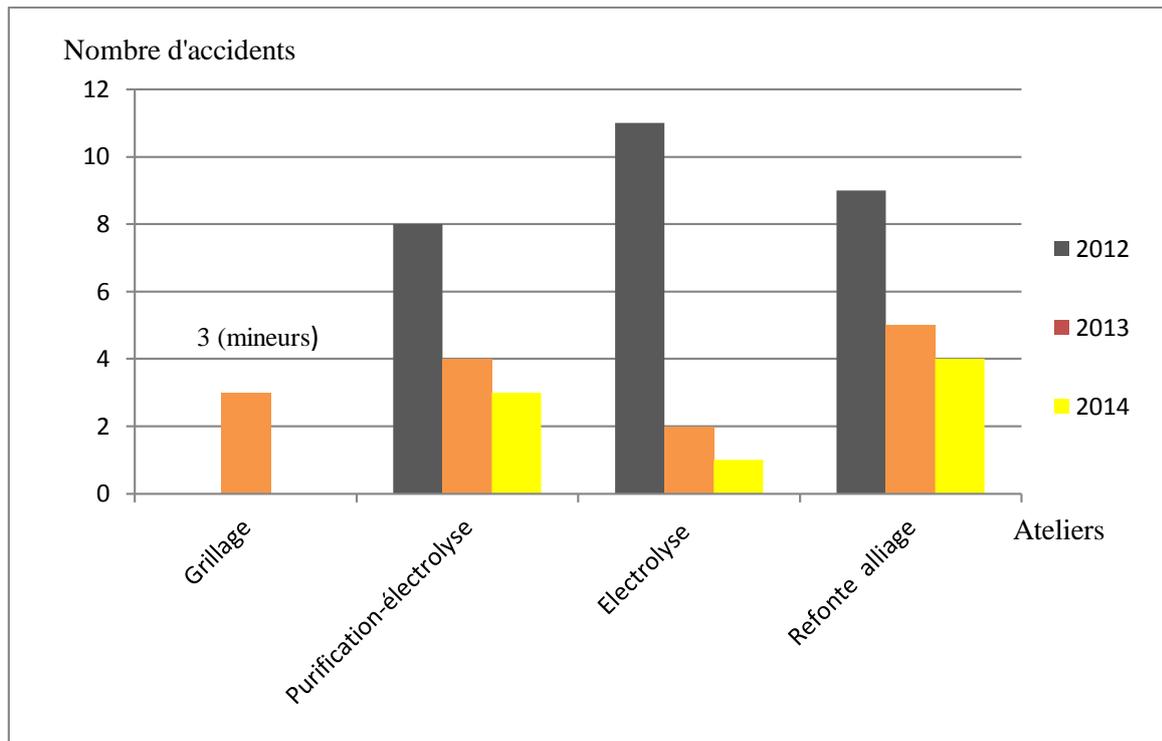


Figure 6.17 Evolution des accidents durant les années 2012, 2013 ,2014 dans l'entreprise [32]

- Taux d'absentéisme (%) dans les ateliers durant les années 2012, 2013,2014

Atelier \ Années	2012	2013	2014
Grillage	0.158	0.152	0.148
Purification-électrolyse	0.562	0.543	0.526
Electrolyse	0.548	0.543	0.518
Refonte alliage	0.511	0.487	0.485

Tableau 6.89 Taux d'absentéisme dans les ateliers grillage, lixiviation –purification, électrolyse et refonte-alliage durant les années 2012, 2013,2014 [32]

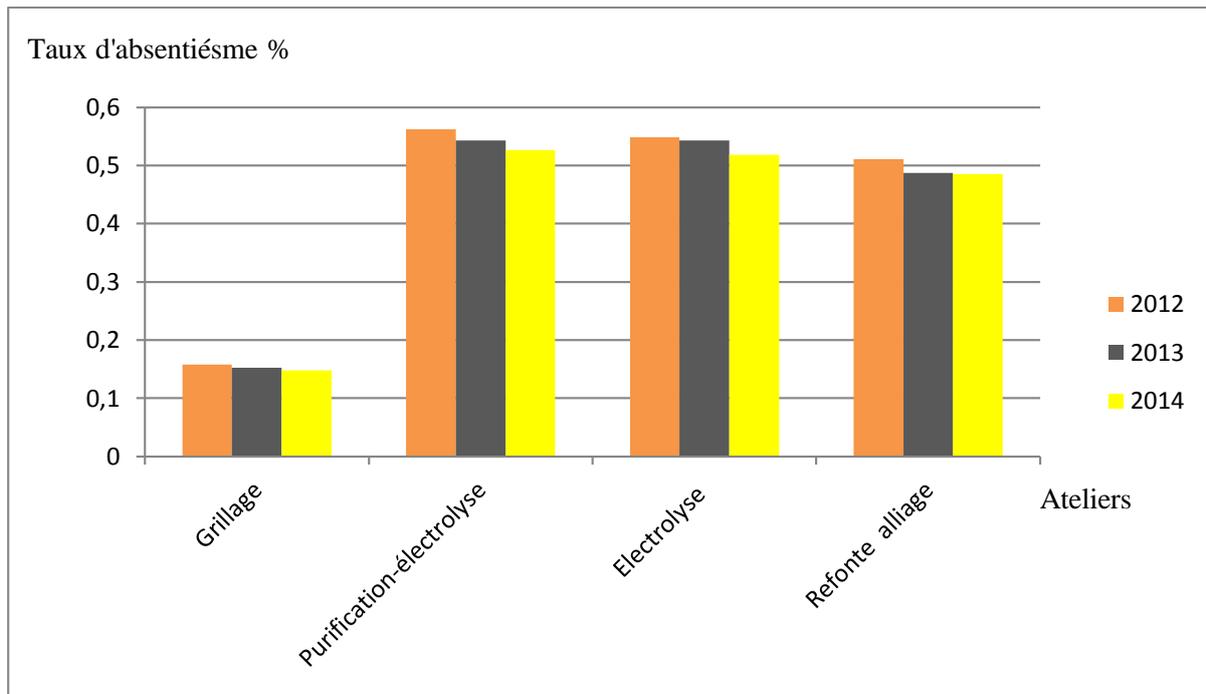


Figure 6.18 Taux d'absentéisme durant les années 2012, 2013,2014 dans les principaux ateliers [32]

- Taux d'absentéisme (%) durant les années 2012, 2013,2014 de l'entreprise

Années	2012	2013	2014
Taux d'absentéisme (%)	4	3,6	3,3

Tableau 6.90 Taux d'absentéisme durant les années 2012,2013 2014 [32]

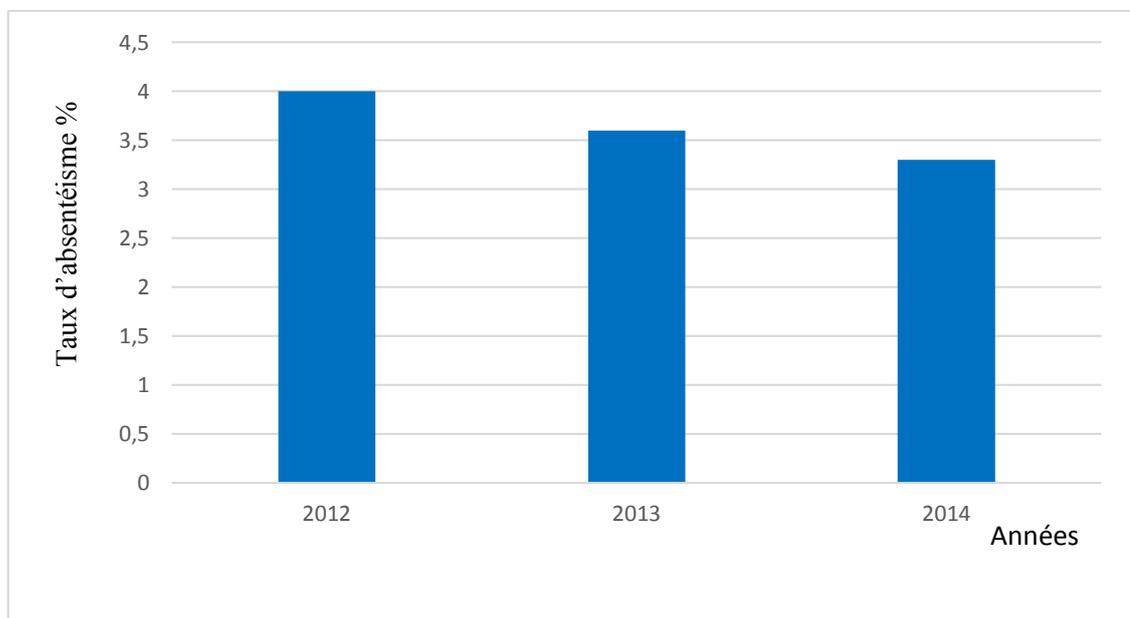


Figure 6.19 Taux d'absentéisme durant les années 2012, 2013,2014 de l'entreprise [32]

6.7 Evolution des maladies professionnelles dans l'entreprise durant les années 2012, 2013, 2014

Nous présentons ici le nombre des travailleurs orientés et pris en charge ainsi que les pourcentages des maladies professionnelles durant les années 2012, 2013 et 2014 :

Pourcentage = Nombre total de travailleurs orientés x 100 / Nombre totale de travailleurs de l'entreprise (6.2)

- Année 2012

Spécialité	Nombre de travailleurs orientés	Nombre de travailleurs pris en charge
Cardiologie	07	07
Dermatologie	03	03
Endocrinologie	04	04
Ophtalmologie	04	00
ORL	06	00
Nephro urologie	03	01
Pneumologie	05	02
Gastrologie	02	01
Hématologie	01	01
Neurologie	02	00
Rhumatologie	01	00
Orthopédie	03	02
Psychiatrie	03	03
Stomatologie	02	00
TOTAL	46	21
	Pourcentage : 9.82%	

Tableau 6.91 Maladies professionnelles durant l'année 2012 [32]

- Année 2013

Spécialité	Nombre de travailleurs orientés	Nombre de travailleurs pris en charge
Cardiologie	05	03
Dermatologie	04	04
Endocrinologie	06	04
Ophtalmologie	05	00
Pneumologie	09	07
Gastrologie	07	07
Rhumatologie	01	01
Orthopédie	03	02
Psychiatrie	03	00
Neurologie	01	01
TOTAL	44	29
Pourcentage : 9.14%		

Tableau 6.92 Maladies professionnelles durant l'année 2013 [32]

- Année 2014

Spécialité	Nombre de travailleurs orientés	Nombre de travailleurs pris en charge
Cardiologie	07	07
Dermatologie	03	01
Endocrinologie	04	03
Ophtalmologie	04	00
ORL	06	00
Nephro urologie	03	02
Pneumologie	05	02
Gastrologie	02	01
Hématologie	01	01
Neurologie	02	02
Rhumatologie	02	00
Orthopédie	02	02
Psychiatrie	00	00
Stomatologie	00	00
Chirurgie	03	03
TOTAL	42	24
Pourcentage : 8.58%		

Tableau 6.93 Maladies professionnelles durant l'année 2014 [32]

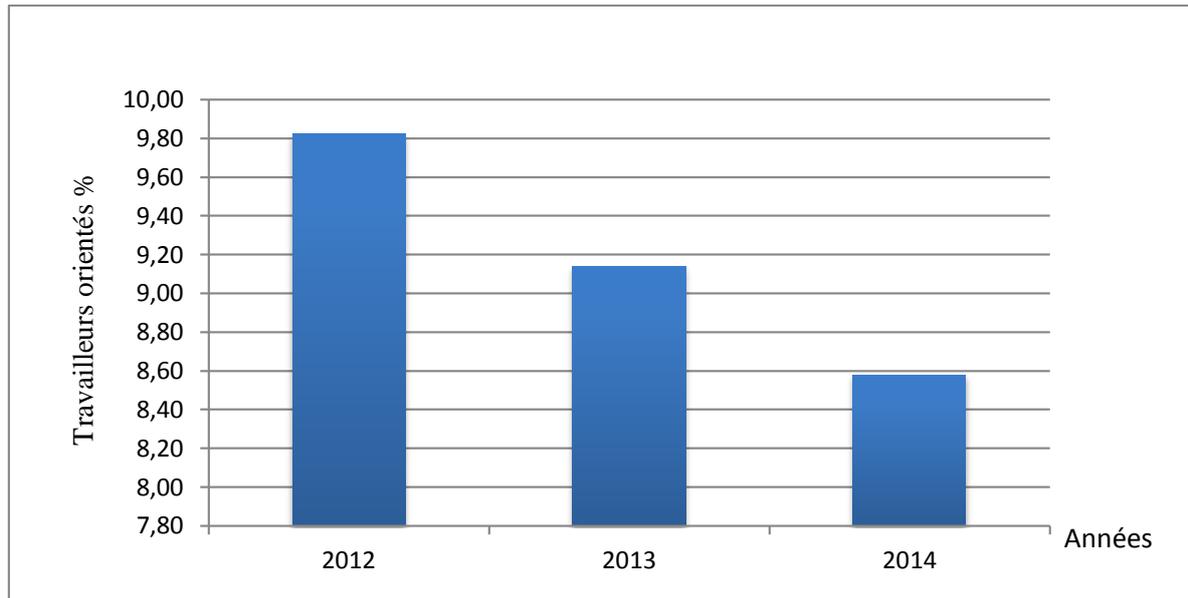


Figure 6.20 Evolution des maladies professionnelles durant les années 2012, 2013,2014 [32]

6.8 Indicateur de performance

Nous donnons ici la MTBF, MTTR et l'évolution de la production de ZnO et les heures d'arrêts de la maintenance curative et préventive ainsi que le TRS et l'économie d'énergie durant les années 2012, 2013 et 2014.

- Evolution de la MTBF et la MTTR

MTBF : Temps moyen de bon fonctionnement

$$MTBF = \frac{\sum (\text{temps de fonctionnement} - \text{temps d'intervention pour panne})}{\text{nombre de pannes}} \quad (6.3)$$

$$MTTR = \frac{\sum \text{temps d'intervention pour panne}}{\text{nombre de pannes}} \quad (6.4)$$

Années	2012	2013	2014
Temps de fonctionnement (H)	8016	8016	8016
Temps de pannes (H)	1123	1075	1023
Nombre de pannes	183	179	175
MTBF %	37,66	38,77	39,96
MTTR %	6,13	6	5,84
Taux de défaillance $\lambda = 1/MTBF$	0,027	0,026	0,025

Tableau 6.94 Évolution de la MTBF et MTTR [32]

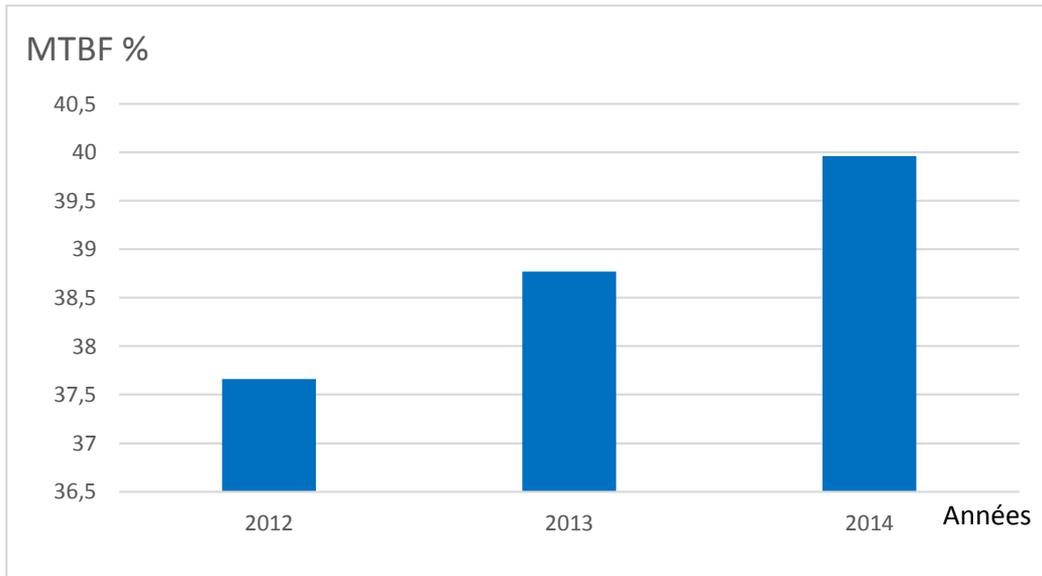


Figure 6.21 Evolution de la MTBF durant les années 2012,2013,2014 [32]

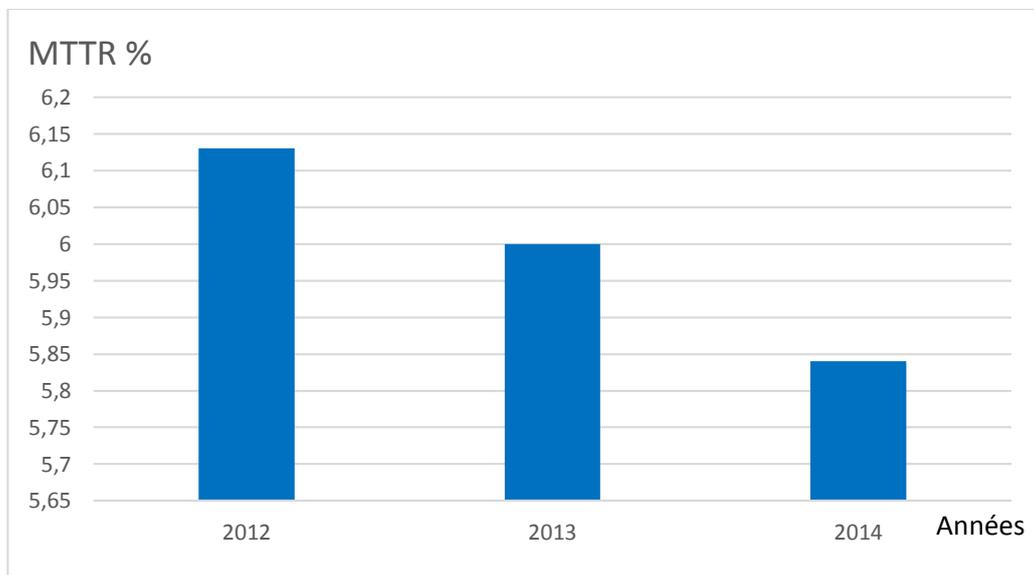


Figure 6.22 Evolution de la MTTR durant les années 2012, 2013,2014 [32]

- Evolution de la production de ZnO

L'évolution de la production de ZnO durant les années 2012, 2013 et 2014 est donnée dans le tableau suivant :

Années	Consommation de ZnS	Production de ZnO (Tonnes)	Production théorique de ZnO	Pertes en ZnO
2012	70226	61260	63203,4	1943,4
2013	74020	64340	66618	2278
2014	78450	67886	70605	2719

Tableau 6.95 Evolution de la production de ZnO de l'atelier « grillage », années 2012,2013, 2014 [32]

- Heures d'arrêts de la maintenance préventive et curative

Les heures d'arrêts de la maintenance préventive et curative durant les années 2012,2013 et 2014 sont données dans le tableau suivant :

Années	Arrêts de maintenance curative (Heures)	Arrêts de maintenance préventive (Heures)
2012	623	444
2013	589	405
2014	390.8	307

Tableau 6.96 Heures d'arrêts pour la maintenance préventive et curative, année 2012, 2013,2014 [32]

- Évaluation du TRS (Taux de Rendement Synthétique)

$$TRS = TD \times TP \times TQ \quad (6.5)$$

Avec :

TD : Taux de Disponibilité ou Taux brut de fonctionnement

$$TD = (\text{Temps requis} - \text{Temps d'arrêt curative}) / \text{Temps requis} \quad (6.6)$$

Temps requis : Temps d'ouverture- temps d'arrêt préventive (planifier)

TP : Taux de Performance ou Taux net de fonctionnement (6.7)

$$TP = (\text{Temps de cycle théorique} \times \text{Production réelle}) / \text{Temps de production réelle}$$

TQ : Taux de Qualité

$$TQ = (\text{Production réelle} - \text{Production rejetée}) / \text{Production réelle} \quad (6.8)$$

-Taux de disponibilité

TD= Temps requis-Arrêt maintenance curative/Temps requis

Années	Taux de Disponibilité TD	TD en %
2012	$TD = \frac{7596-623}{7596} = 0,9179$	91,79%
2013	$TD = \frac{7611-589}{7611} = 0,9226$	92,26%
2014	$TD = \frac{7709-390,8}{7709} = 0,9493$	94,93%

Tableau 6.97 Évolution du Taux de Disponibilité des équipements [32]

- Taux de performance

TP = (temps de cycle théorique × Production réelle) / temps de production réel.

Temps de cycle= 1 / capacité de production maximum [Quantité / heure] (6.9)

Capacité de production maximum = 260tonnes/24 heures = 10,83tonnes /heure

Temps de cycle= $\frac{1}{10,83} = 0,092$

Années	Taux de Performance TP	TP en %
2012	$TP = \frac{0,092 \times 61260}{7596-623} = 0,8082$	80,82 %
2013	$TP = \frac{0,092 \times 64340}{7611-589} = 0,8429$	84,29%
2014	$TP = \frac{0,092 \times 67886}{7709-390,8} = 0,8534$	85,34%

Tableau 6.98 Évolution du Taux de Performance des équipements [32]

-Taux de qualité

$$TQ = (\text{production réelle} - \text{production rejetée}) / \text{production réelle}$$

Années	Taux de Qualité TQ	TQ en %
2012	$TQ = \frac{61260 - 1943,4}{61260} = 0,9682$	96,82 %
2013	$TQ = \frac{64340 - 2278}{64340} = 0,9645$	96,45%
2014	$TQ = \frac{67226 - 1135}{67886} = 0,9599$	95,99%

Tableau 6.100 Évolution du Taux de Qualité des équipements [32]

- Taux de rendement synthétique

$$TRS = TD \times TP \times TQ$$

Années	2012	2013	2014
TRS %	71,82	75	77,76

Tableau 6.101 Évolution du Taux de Rendement Synthétique (TRS) l'atelier « Grillage » [32]

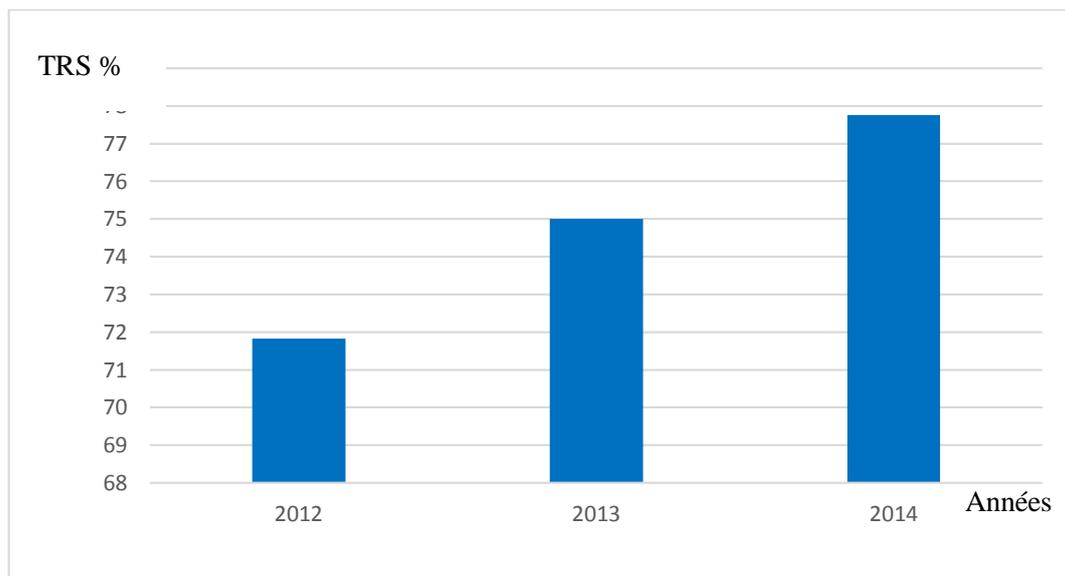


Figure 6.23 Evolution du TRS [32]

- Consommation d'énergie (KWh)

Années	2012	2013	2014
Consommation d'énergie (KWh)	122376500	96816200	72681600

Tableau 6.102 Consommation d'énergie durant les années 2012, 2013,2014 [32]

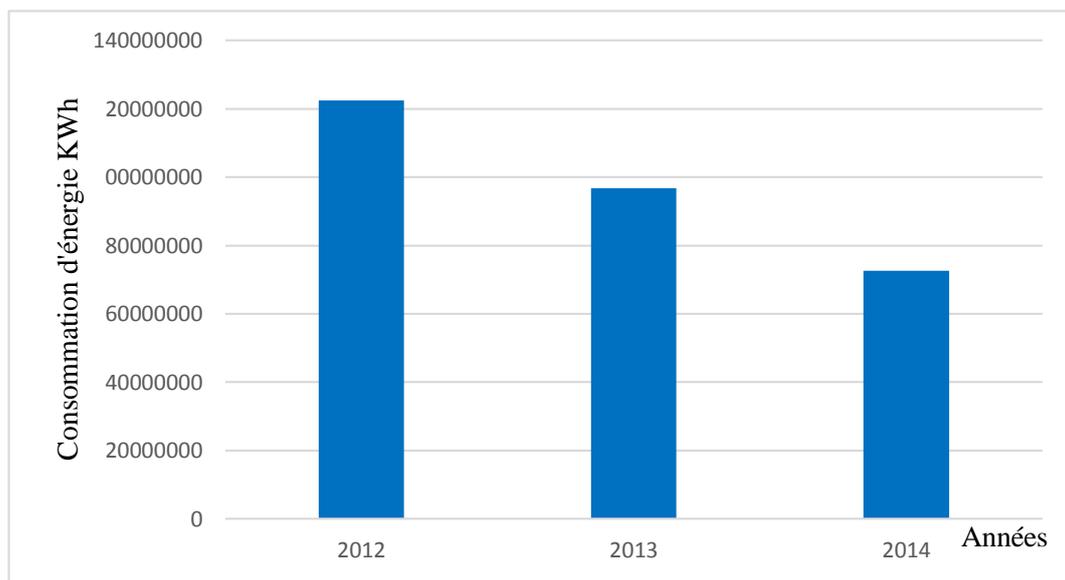


Figure 6.24 Evolution de consommation d'énergie durant la période de 2012 à 2014 [32]

Conclusion

Dans ce chapitre et grâce à l'exploitation des documents de l'entreprise, nous avons pu mettre en évidence la maîtrise de la qualité dans les processus ainsi que la maîtrise de la sécurité des conditions du travail avec le respect de l'environnement (objet du pilier 8 de la TPM).

Nous avons confirmé cela, en prélevant le nombre d'accident, le taux d'absentéisme, l'évolution des maladies professionnelles ainsi que les rejets Pb, Cr, Ni durant les années 2012, 2013, 2014 durant lesquelles les chiffres sont en pleine régression.

Conclusion générale

Facteur de qualité et de productivité déterminant et ayant sa place réelle dans les choix techniques et économiques, la maintenance ne doit plus faire figure de parent pauvre de l'industrie Algérienne. En cette période de crise économique et devant la baisse des revenus pétroliers, les responsables des entreprises Algériennes doivent réfléchir comment intégrer les méthodes stratégiques de maintenance telle que la Maintenance Productive Totale (TPM) dont les avantages, comme nous l'avons vu, sont nombreux pourvu que l'on sache l'adapter aux spécificités locales. La TPM ne change rien à la maintenance classique sur le fond, mais redéfinit la forme que celle-ci devrait prendre. Son enjeu reste toujours le changement de culture de l'entreprise.

Pour son implantation dans une entreprise Algérienne de production, il est préférable de commencer son introduction dans un atelier stratégique ou dans un process pilote comme par exemple le grillage, puis de l'étendre par la suite à l'ensemble des structures de l'entreprise. Un des points clés de l'efficacité de la méthode TPM est la mobilisation de l'ensemble de l'entreprise, en s'attaquant à toutes les pertes de capacité, indépendamment de leur nature (technique, organisationnelle ou qualitative).

Comme un projet TPM signifie de nouvelles méthodes de travail, une nouvelle organisation et répartition des responsabilités entre les services doivent être mise en place. La réussite de cette réorganisation est conditionnée par un soutien continu de la Direction pendant plusieurs années. De plus, il est nécessaire de conduire la démarche TPM de façon stricte et rigoureuse, au moyen d'étapes structurées. Seules les entreprises qui en auront la capacité, la volonté et qui feront preuve de persévérance et de patience, pourront créer cette valeur opérationnelle, celle qui les différenciera de leur concurrents, comme le fait actuellement l'entreprise Alzinc, où l'implantation de l'ensemble des piliers de la TPM semble être favorable, à condition de tenir compte des spécificités culturelles locales.

D'autre part, le déploiement de la TPM ne doit pas être entravé par une éventuelle opposition des partenaires sociaux (syndicats) sous prétexte de surcharges de travail. La Direction de l'entreprise doit insister sur le fait que ces nouvelles tâches font partie de la charge de travail normale et que l'on recherche à améliorer les conditions de travail et de sécurité.

A travers notre étude et notre investigation de terrain ainsi que l'exploitation des documents disponibles dans l'entreprise Alzinc, nous avons pu constater et montrer que désormais la formalisation et la prédisposition de l'entreprise à quatre (04) piliers (au moins) de la TPM, à savoir l'amélioration du système pour obtenir les conditions idéales de la performance industrielle sont évidentes (Axe n°2).

Au delà de notre contribution à l'implantation de la TPM, il est souhaitable que la continuité de ce travail soit menée par d'autres Etudiants, en choisissant des sujets de fin d'étude dans ce même domaine, où ils auront l'occasion de mettre en évidence la prédisposition d'autres entreprises Algériennes performantes, certifiées ISO 9000, aptes à se lancer, pourquoi pas, dans le démarche TPM car la pratique du management de la qualité intégré en entreprise avec ses différentes certifications pouvait être utilisée comme une opportunité et un système d'apprentissage pour la conduite du changement vers la TPM.

Un autre atout majeur qui aide à concrétiser ce projet TPM, est la décentralisation de la maintenance au sein de l'entreprise Alzinc.

Enfin, nous pouvons recommander aux décideurs de l'entreprise Alzinc de mettre en place une GMAO qui elle-même pourrait à son tour, être intégrée dans la TPM afin d'optimiser davantage la maintenance.

Bibliographie

- [1] ABBOU Rosa « Contribution à la mise en œuvre d'une maintenance centralisée : conception et optimisation d'un atelier de maintenance » Thèse Université Joseph Fourier Grenoble France 21 octobre 2003.
- [2] ALALI ALHOUIJ Ahmad « Contribution à l'optimisation de la maintenance dans un contexte distribué » Thèse Université de Grenoble Institut polytechnique de Grenoble » France 16 septembre 2010.
- [3] BROUWERS I, CORNET A., GUTTIERREZ L., PICHAULT F., ROUSSEAU A., WARNOTTE G. « Management humain et contexte de changement » De Boeck Université Belgique 1997.
- [4] BUFFERNE Jean « La TPM : système de production » Magazine Technologie 155 Avril 2008.
- [5] BUFFERNE Jean « Le guide de la TPM total productive maintenance » Éditions d'Organisation Groupe Eyrolles Paris 2006.
- [6] BUFFERNE Jean « Le management des ressources de production par la TPM » Magazine production maintenance juin 2005.
- [7] COURTOIS Alan, PILLET Mourice, MARTIN-BONNEFOUS Chantal « Gestion de production » Édition d'Organisation Eyrolles 4^{ème} édition Paris 2006.
- [8] DARBELET Michel, LZARD Laurent, SCARAMUZZA Michel « Notions fondamentales de management » 5^{ème} édition Foucher vanves 2006.
- [9] FRANÇOIS Boucly « Management de la maintenance évolution et mutation » 2^{ème} Edition AFNOR-1998.
- [10] GATTI Tito « Total Productive Management » Edition techniques de l'ingénieur Nancy 2006.
- [11] HOHMANN Christian « Total Productive Maintenance (TPM) » Magazine production maintenance novembre 2003.
- [12] LAINE Sylvie « Management de la différence » AFNOR Paris 2004.
- [13] LALOUX Guillaume « Management de la maintenance selon l'ISO 9001 :2008 » Edition AFNOR - 2009.
- [14] LAVINA Yves « Audit de la maintenance » Les éditions d'organisations Paris 2005.
- [15] LAURENS Jérémy Thèse « Mise d'un plan de maintenance préventive sur un site de production pharmaceutique » Université Joseph Fourier faculté de pharmacie de Grenoble. France 16 février 2011.

-
- [16] LYONNET Patrick – La maintenance – mathématiques et méthodes – 3^{ème} édition – technique et documentation – Lavoisier – Paris 1992
- [17] KELADA Joseph, La méthode AMDEC, école des hautes études commerciales 1998.
- [18] MEZOUAR- SEMERIVA « Managers et changement au Maroc » Edition CRD- centre d'études et de recherche Casablanca 1998.
- [19] MONCHY François « La fonction maintenance, Formation à la gestion de la maintenance industrielle » 2^{ème} Edition MASSON Paris Milan Barcelone.
- [20] MONCHY François «Maintenance, Méthodes et organisation » 2^{ème} Edition DUNOD Paris 2003.
- [21] NAKAJIMA Seiichi « La maintenance productive totale » Nouvelle vague de la production industrielle- Eyrolles 1986.
- [22] NAKHLA Michel « L'essentiel du management industriel, Maitriser les systèmes : Production, Logistique, Qualité, Supply chain » DUNOD Paris 2006.
- [23] NOUIGA M. Thèse de Doctorat « La conduite du changement par la qualité dans un contexte socioculturel » Essai de modélisation systématique et application à l'entreprise Marocaine 1996.
- [24] PESQUEUX Yvon « L'entreprise multidimensionnelle » L'Harmattan 2004.
- [25] RICHET Daniel – GABRIEL Marc – MALON Denis – BLAISON. G – Maintenance basée sur la fiabilité – Un outil pour la certification – Masson – Paris 1996.
- [26] SENHADJI Mohamed Adel Mémoire de fin d'étude « Intégration de la Total Productive Maintenance (TPM) dans le contexte industriel algérien: cas de la Société ALZINC » Université de Tlemcen Faculté de technologie. Tlemcen 2013.
- [27] SOURIS Jean Paul – Le Guide du parfait responsable Maintenance – Assurer l'efficacité, la qualité et la rentabilité de sa Maintenance industrielle – Editions LEXITIS – Paris 2010.
- [28] SUIROSE Kunio « Le guide TPM de l'unité de travail » DUNOD Paris 1994.
- [29] TALBI A., HAMMOUCHE A., TAHON C., « Approche d'intégration des tâches production et maintenance » PENTOM 2003 Casablanca Maroc.
- [30] VRIGNAT Pascal – Génération d'indicateurs de maintenance par une approche semi-paramétrique et par une approche markovienne – Thèse pour l'obtention du doctorat – École Doctorale Sciences et Technologies – Institut Prisme - Université d'Orléans France –Soutenue le 14 octobre 2010.

[31] ZILLE Valérie – Modélisation et évaluation des stratégies de maintenance complexes sur des systèmes multi-composants – Thèse de Doctorat préparée dans le cadre d'un partenariat entre L'université de Technologie de Troyes et l'institut Charles Delaunay – Janvier 2009.

[32] Documents entreprise Alzinc

Webographie

[33] http://www.utc.fr/~mastermq/public/publications/qualite_et_management/MQ_M2/2005-2006/projets/tpm/tpm.htm, consulté le : 5/23/2016

[34] <https://www.google.com/search?q=La+culture+d%27entreprise+1%27implication+du+personnel+chapitre+8&ie=utf-8&oe=utf-8&client=firefox-b-ab>, consulté le : 6/03/2016

[35] http://www.ingexpert.com/maintexpert/php_theorie_maintenance__lcc_coût_global.php (les couts lcc) ,consulté le : 31.05.2016.

[36] <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01260732> - Consulté le 16 juillet 2016.

[37] <https://fr.wikipedia.org/wiki/GMAO>.

	PROCEDURE DE MANAGEMENT	Edition du 26.06.2011
	Maîtrise des Documents	Réf. : PQE-4 230 Page : 10/12

ANNEXE A : EXEMPLE DE LISTE DE DOCUMENTS EN VIGUEUR

	ENREGISTREMENT SYSTEME DE MANAGEMENT	Edition : xx.xx.aa
	LISTE DES DOCUMENTS EN VIGUEUR	Page : .../...

REFERENCES DU DOCUMENT	EDITION EN VIGUEUR	INTITULE DU DOCUMENT	POINTS DE DIFFUSION									
			DIR	RQE	Pt. 1	Pt. 2	Pt. 3	Pt. 4	Pt. 5	Pt. 6	Pt. 7	P. de T
MANUEL - QE ET DOCUMENTS GENERAUX – DG												
DEFINITIONS DE FONCTIONS - DF												
PROCEDURES QUALITE & ENVIRONNEMENT – PE, PQ, PG.												
MODES OPERATOIRES – MoEn, Mo												
INSTRUCTIONS DE TRAVAIL - IT												
ETC (idem pour d'autres documents)												
FORMULAIRES (vierges) - FO												

FO-4.230-1 / 25.10.2010

La présente Procédure est amenée à évoluer. Veuillez vous assurer que cet exemplaire est bien l'édition en vigueur, par comparaison de sa date d'édition avec celle figurant dans la liste des documents en vigueur. Ce document est un document à usage interne, ne devant pas être ni photocopié ni amené en dehors des locaux de l'Entreprise. Merci pour le respect des directives qu'il contient.



PROCEDURE DE MANAGEMENT	Edition du 26.06.2011
Maîtrise des Documents	Réf. : PQE-4 230
	Page : 11/12

ANNEXE B : FORMAT PREMIERES PAGES DES PROCEDURES



PROCEDURE DE MANAGEMENT	Edition du : jj.mm.aa
INTITULE	Réf. : PE-X-XXX
	Page : 1/X

OBJET

Cette procédure spécifie les règles applicables pour

Présent document devant se retrouver sur les points de diffusion des cases grisées :									
DIR	RQE	Point 1	Point 2	Point 3	Point 4	Point 5	Point 6	Point 7	P. de T

Historique des 5 dernières éditions		
N° d'ordre	Dates d'édition	Création, Modifications, Refontes, Nature des Modifications
N-0	jj.mm.aa	Création
N-1		
N-2		
N-3		
N-4		

Principaux collaborateurs ayant participé à la rédaction de la présente procédure	Visa de vérification / consignes de maîtrise documentaire par le RQE. , M. XXXXXX yyyyyy	Visa d'Approbation du contenu (fond) de cette section par le PDG, M. XXXXXX yyyyyy

La présente Procédure est amenée à évoluer. Veuillez vous assurer que cet exemplaire est bien l'édition en vigueur, par comparaison de sa date d'édition avec celle figurant dans la liste des documents en vigueur. Ce document est un document à usage interne, ne devant pas être ni photocopié ni amené en dehors des locaux de l'Entreprise. Merci pour le respect des directives qu'il contient.

La présente Procédure est amenée à évoluer. Veuillez vous assurer que cet exemplaire est bien l'édition en vigueur, par comparaison de sa date d'édition avec celle figurant dans la liste des documents en vigueur. Ce document est un document à usage interne, ne devant pas être ni photocopié ni amené en dehors des locaux de l'Entreprise. Merci pour le respect des directives qu'il contient.

	PROCEDURE DE MANAGEMENT	Edition du 26.06.2011
	Maîtrise des Documents	Réf. : PQE-4 230
		Page : 12/12

ANNEXE C : FORMAT PAGES SUIVANTES DES PROCEDURES

	PROCEDURE DE MANAGEMENT	Edition du : jj.mm.aa
	INTITULE	Réf. : PE-X-XXX
		Page : .../X

La présente Procédure est amenée à évoluer. Veuillez vous assurer que cet exemplaire est bien l'édition en vigueur, par comparaison de sa date d'édition avec celle figurant dans la liste des documents en vigueur. Ce document est un document à usage interne, ne devant pas être ni photocopié ni amené en dehors des locaux de l'Entreprise. Merci pour le respect des directives qu'il contient.

La présente Procédure est amenée à évoluer. Veuillez vous assurer que cet exemplaire est bien l'édition en vigueur, par comparaison de sa date d'édition avec celle figurant dans la liste des documents en vigueur. Ce document est un document à usage interne, ne devant pas être ni photocopié ni amené en dehors des locaux de l'Entreprise. Merci pour le respect des directives qu'il contient.

ANNEXE D

Tableau des critères pour l'évaluation des impacts environnementaux

-Tableau AMDEC-

Intensité du facteur	Maîtrise du facteur	Sensibilité du milieu récepteur
1 Très faible	1 Maîtrise totale	1 Très faible
3 Faible	2 Très bonne	3 Faible
5 Moyenne	3 Bonne	5 Moyenne
8 Fréquente	4 Assez bonne	8 Importante
10 Importante	5 Moyenne	10 Très importante
	10 Aucune	

ANNEXE E

E-1 Boues de bioxyde de manganèse

N°	Elément	Concentration %
01	Mn	40-50
02	Pb	5-10
03	Zn	2-5
04	Fe	0.05-0.5
05	Ag	300-800 g/t
06	Mg	6-10
07	Ca	3-5
08	S(SO ₄)	5-7

E-2 Gâteaux (Dépôts) de sulfate de Ca, Mg et de Mn

N°	Elément	Concentration %
01	SO ₄	20-25
02	Ca	8-10
03	Zn	1-2
04	Mn	0.3-0.7
05	SiO ₂	1-3
06	Fe	<0.005
07	Cd	<0.001
08	Pb	<0.1

ANNEXE F

Consigne d'Urgence N°04

Conduite à Tenir en Cas de débordement d'un tank ou rupture d'une conduite d'Acide :

QUI ?	FAIT QUOI ?
Toute personne apercevant un début d'incendie	Alerter le chef de poste sécurité au N° 141 ou 111 et mettre en œuvre les moyens du premier secours (1er groupe) (Extincteur, eau, sables ...) sans attendre l'arrivée du personnel spécialement désigné.
	Prévenir le chef hiérarchique où a défaut le responsable de la sécurité
Personnel Sécurité	Mettre en application le plan d'évacuation ci-joint ; <ul style="list-style-type: none">➤ Evacuation des personnes sinistrées,➤ Intervention des agents de sécurité (2ème groupe)➤ Si nécessaire faire appel aux moyens externes : sapeurs-pompiers (3ème groupe).
Chef de poste ou le responsable sécurité	Aviser le PDG au 102 et le délégué de l'environnement au 174.
Personnel Sécurité	Intervention jusqu'à extinction totale du feu
	Surveillance du lieu et du voisinage pendant au moins deux heures et plus si nécessaire.

Annexe G

	PROCEDURE SYSTEME ENVIRONNEMENTAL	Edition du 02.05.2011
	Identification des Exigences Légales	Réf. : PE-4 320
		Page 2 sur 15

SOMMAIRE

- 1.- IDENTIFICATION DES ELEMENTS POLLUEURS
- 2.- SEUILS DE TOLERANCE
- 3.- IDENTIFICATION DES TEXTES
- 4.- **VEILLE REGLEMENTAIRE**
- 5.- MISES A JOUR DU TABLEAU DE SYNTHESE
- 6.- ACCES AUX EXIGENCES LEGALES
- 7.- ANNEXES

1.- IDENTIFICATION DES ELEMENTS POLLUEURS

Les éléments pollueurs sont signalés dans les colonnes 1 des tableaux de synthèse de l'annexe A ; A-1 pour ce qui est des exigences légales, et, A-2 pour ce qui est des autres exigences normatives (non obligatoires) auxquelles la société a souscrit ou pas.

2.- SEUILS DE TOLERANCE

Ils sont signalés dans les colonnes 2 et 3 du tableau de synthèse de l'annexe A.

3.- IDENTIFICATION DES TEXTES LEGAUX, NORMATIFS et AUTRES

3.1 Relatifs à des seuils admissibles de pollution :

Les textes fixant des exigences en ces termes, sont ceux signalés dans la colonne 4 du tableau de synthèse de l'annexe A. En ce qui concerne les textes normatifs, les colonnes 5 et 6 du tableau A-2 signalent s'ils sont considérés comme étant souscrits par l'entreprise ou signalés seulement à titre indicatif. Ces textes sont pris en compte lors de l'établissement des objectifs en termes de performances.

3.2 Relatifs à des exigences en termes de Moyens, Méthodes, Activités de Vérifications, Tenue d'Enregistrements :

Les textes fixant des exigences en ces termes, sont ceux signalés en Annexe B, B-1 pour les exigences Réglementaires et B-2 pour les « autres exigences ». Le résumé des exigences y est rappelé. Ces textes sont pris en compte lors de l'établissement des objectifs en termes de moyens.

la présente Procédure est amenée à évoluer. Veuillez vous assurer que cet exemplaire est bien l'édition en vigueur, par comparaison de sa date d'édition avec celle figurant dans la liste des documents en vigueur. Ce document est un document à usage interne, ne devant pas être ni photocopié ni amené en dehors des locaux de l'Entreprise. Merci pour le respect des directives qu'il contient.



4. VEILLE REGLEMENTAIRE

La veille réglementaire s'opère par la consultation du journal officiel auquel l'entreprise est abonnée, et par une consultation périodique du site web du journal officiel de la république algérienne démocratique et populaire : www.joradp.dz.

5.- MISES A JOUR DU TABLEAU DE SYNTHESE

La responsabilité de l'établissement des premiers tableaux de synthèse des Annexes A-1, A-2, B-1 et B-2 (première édition de cette procédure), ainsi que des mises à jour successives, incombe aux signataires de la présente, se faisant assister par les divers responsables signalés ci-après. L'opportunité de mises à jour doit être envisagée lors des évènements suivants :

Evénement	Responsabilité	Observations
Modification de procédé ou équipement	Assistant d'Exploitation	/
Promulgation de la réglementation	Assistant Juridique	Nouveaux textes
Modification de la réglementation		
Modification externe de l'environnement	Responsable Management Environnemental	/

6- ACCES AUX EXIGENCES LEGALES

- Cette procédure doit faire l'objet de diffusion dans les sept points de diffusion.
- Les exigences légales et autres exigences auxquelles l'entreprise a souscrit et qui s'applique aux aspects environnementaux significatifs des activités et produits d'Alzinc ; seront réunis dans un CD puis diffusé aux chefs de structures concernés. La mise à jour de ce CD se fait tout les six mois.



Identification des Exigences Légales

7.- ANNEXE A - TABLEAUX DE SYNTHÈSE / Performances

A-1 Exigences Légales (obligatoires) :

Élément Pollueur	Seuil de tolérance	Unité	Référence de la réglementation et Observations
POLLUTION DE L'AIR			
SO ₂ , fumées et Poussières diverses des différents ateliers	Non défini		Loi n° 03-10 du 19 juillet 2003 relative à la protection de l'environnement dans le cadre du développement durable
SO ₂	1000 mg/Nm³		Décret exécutif N°06-138 du 15.04.06 réglementant les émissions dans l'atmosphère des gaz, fumées, vapeurs, particules liquides ou solides ainsi que les conditions dans lesquelles s'exerce leur contrôle.
Poussières totales	100 mg/Nm³		
POLLUTION DE L'EAU			
Rejets liquides vers mer	Non défini		Loi n° 03-10 du 19 juillet 2003 relative à la protection de l'environnement dans le cadre du développement durable
	T° < 30	°C	Décret exécutif N°06-141 du 19.04.2006 définissant les valeurs limites des rejets d'effluents liquides industriels.
	pH : de 6,5 à 8,5	-	
	Zn < 3	mg/l	
	Cd < 0,20		
	Fe < 3		
	Pb < 0,50		
Cu < 0.5			
Infiltrations des eaux de lixiviats des différentes boues.	Non défini		Loi N°05-12 du 04.08.2005 relative à l'eau.
POLLUTION PAR BRUIT			
Bruit	45 (06 heures à 22heures)	dB	Loi n° 03-10 du 19 juillet 2003 relative à la protection de l'environnement dans le cadre du développement durable
	40 (22h-6h)		Décret exécutif N°93-184 du 27.07.1993, réglementant les émissions de bruit

La présente Procédure est amenée à évoluer. Veuillez vous assurer que cet exemplaire est bien l'édition en vigueur, par comparaison de sa date d'édition avec celle figurant dans la liste des documents en vigueur. Ce document est un document à usage interne, ne devant pas être ni photocopié ni amené en dehors des locaux de l'Entreprise. Merci pour le respect des directives qu'il contient.

**Identification des Exigences Légales**

Elément Pollueur	Référence de la réglementation et Observations
DECHETS	
1. Résidus de lixiviation 2. Résidus cuivriques 3. Résidus du Cd 4. Gypse 5. Boues cuivriques (noires) 6. Crasses, boues de Mn et de nettoyage	Loi n° 03-10 du 19 juillet 2003 relative à la protection de l'environnement dans le cadre du développement durable Loi n°01-19 du 12.12.2001 ayant pour objet la fixation des modalités de gestion, de contrôle et de traitement des déchets
Huiles PCB (Polychlorobiphényle)	Décret exécutif 87-182 du 18.08.87 relatif aux huiles à base des PCB, aux équipements électriques qui en contiennent et aux matériaux contaminés par ce produit.
Huiles Usagées	Décret exécutif 93-161 du 10.07.93 réglementant le déversement des huiles et lubrifiants dans le milieu naturel
	Décret exécutif 93-162 du 10.07.93 Décret fixant les conditions et les modalités de récupération et de traitement des huiles usagées
POLLUTION PAR RADIATION	
Néant	Néant

Autres Exigences Légales

Décret exécutif n°94-279 du 17.09.94, portant organisation de la lutte contre les pollutions marines et institution de plans d'urgence

Loi n° 99-09 du 28.07.1999 relative à la maîtrise de l'énergie

Loi n°02-02 du 05.02.2002 relative à la protection et à la valorisation du littoral.

Loi n°04-20 du 25.12.2004 relative à la prévention des risques majeurs et à la gestion des catastrophes dans le cadre du développement durable.

Décret exécutif n° 04-410 du 14 décembre 2004 fixant les règles générales d'aménagement et d'exploitation des installations de traitement des déchets et les conditions d'admission de ces déchets au niveau de ces installations.

Instruction Ministérielle R1 du 22 septembre 2003 relative à la maîtrise et à la gestion des risques industriels impliquant des substances dangereuses

Décret exécutif n°06-02 du 7 janvier 2006 définissant les valeurs limites, les seuils d'alerte et les objectifs de qualité de l'air en cas de pollution atmosphérique

Décret exécutif n°06-104 du 28.02.2006 fixant la nomenclature des déchets, y compris les déchets spéciaux dangereux

Décret exécutif n°05-495 du 24.12.2005 relative à l'audit énergétique des établissements grands consommateurs d'énergie.

Décret exécutif n°06-198 du 31.05.2006 définissant la réglementation applicables aux établissements classés pour la protection de l'environnement.

DE n°07-144 du 19.05.2007 fixant la nomenclature des installations classées pour la protection de l'environnement.

Décret exécutif n°07-145 du 19.05.2007 déterminant le champ d'application, le contenu et les modalités d'approbation des études et des notices d'impacts sur l'environnement.

Décret exécutif n°07-299 du 27.09.2007 fixant les modalités d'application de la taxe complémentaire sur la pollution atmosphérique d'origine industrielle.

Décret exécutif n°07-300 du 27.09.2007 fixant les modalités d'application de la taxe complémentaire sur les eaux usées industrielles.

Décret exécutif n° 09-336 du 20 octobre 2009 relatif à la taxe sur les activités polluantes ou dangereuses pour l'environnement.

la présente Procédure est amenée à évoluer. Veuillez vous assurer que cet exemplaire est bien l'édition en vigueur, par comparaison de sa date d'édition avec celle figurant dans la liste des documents en vigueur. Ce document est un document à usage interne, ne devant pas être ni photocopié ni amené en dehors des locaux de l'Entreprise. Merci pour le respect des directives qu'il contient.

A-2 Autres Exigences et Références (non obligatoires) :

Élément Pollueur	Seuil de tolérance	Unité	Référence de la Norme, Accord, Convention, et Observations	Obligatoire	Indicative
POLLUTION DE L'AIR					
SO ₂	1560	p.p.m.	Norme du constructeur		*
POLLUTION DE L'EAU					
Néant					
DECHETS					
Néant					
POLLUTION PAR RADIATION / BRUIT					
Néant					
ECONOMIE D'ENERGIE					
Néant					



7.- ANNEXE B - TABLEAUX DE SYNTHÈSE / Moyens

B-1 Exigences Légales (obligatoires) :

Résumé des exigences en termes de Moyens, Méthodes, Activités de Vérifications ou Tenue d'Enregistrements	Référence de la Réglementation, et, Observations
POLLUTION DE L'AIR	
<p>1. Constitue une pollution atmosphérique au sens de la présente loi, l'introduction, directement ou indirectement, dans l'atmosphère et les espaces clos, de substances de nature à :</p> <ul style="list-style-type: none">- mettre en danger la santé humaine ;- nuire aux ressources biologiques et aux écosystèmes ;- compromettre la sécurité publique ;- incommoder la population ;- provoquer des nuisances olfactives ; <p>2. Les immeubles, les établissements industriels, sont construits, exploités ou utilisés selon les exigences de protéger l'environnement, d'éviter et de réduire les pollutions atmosphériques.</p> <p>3. Lorsque les émissions polluantes de l'atmosphère constituent une menace pour les personnes, l'environnement ou les biens, leurs auteurs doivent mettre en œuvre toutes dispositions nécessaires pour les supprimer ou les réduire.</p>	<p>Loi n° 03-10 du 19 juillet 2003 relative à la protection de l'environnement dans le cadre du développement durable</p>
<p>1. Les installations générant des rejets atmosphériques doivent être conçues, construites et exploitées de manière à éviter, prévenir ou réduire, à la source, leurs rejets atmosphériques qui ne doivent pas dépasser les limites d'émissions fixées en annexe du présent décret.</p> <p>2. Les rejets atmosphériques doivent être identifiés et captés aussi près que possible de leur source d'émission</p> <p>3. Les installations de traitement doivent être conçues, exploitées et entretenues de manière à réduire à leur minimum les durées d'indisponibilité pendant lesquelles elles ne peuvent assurer pleinement leur fonction.</p> <p>4. Au titre de l'autocontrôle et de l'auto surveillance, les exploitants d'installations générant des rejets atmosphériques doivent tenir un registre où sont consignés la date et les résultats des analyses qu'ils effectuent selon des modalités fixées par arrêté du ministre chargé de l'environnement et, le cas échéant, par arrêté conjoint avec le ministre chargé du secteur concerné.</p> <p>Les mesures sont effectuées sous la responsabilité de l'exploitant et à ses frais dans les conditions fixées par la réglementation en vigueur.</p> <p>5. Les résultats des analyses doivent être mis à la disposition des services de contrôle habilités.</p> <p>6. Les services habilités en la matière effectuent des contrôles périodiques et ou inopinés des rejets atmosphériques visant à s'assurer de leur conformité aux valeurs limites fixées en annexe du présent décret.</p> <p>7. Le contrôle des rejets atmosphériques comporte un examen des lieux, des mesures et analyses opérées sur place et des prélèvements d'échantillons aux fins d'analyses.</p> <p>8. L'exploitant de l'installation concernée est tenu d'expliquer, commenter ou fonder tout dépassement éventuellement constaté et fournir les actions correctives mises en œuvre ou envisagées.</p> <p>9. Les méthodes d'échantillonnage, de conservation et de manipulation des échantillons ainsi que les modalités d'analyses sont effectuées selon les normes algériennes en vigueur.</p>	<p>Décret exécutif N°06-138 du 15.04.06 réglementant les émissions dans l'atmosphère des gaz, fumées, vapeurs, particules liquides ou solides ainsi que les conditions dans lesquelles s'exerce leur contrôle.</p>

**Identification des Exigences Légales**

1 - En application des dispositions de l'article 205 de la loi n° 2001-21 du 7 Chaoual 1422 correspondant au 22 décembre 2001, susvisée, le présent décret a pour objet de fixer les modalités d'application de la taxe complémentaire sur la pollution atmosphérique d'origine industrielle.

2 - La taxe complémentaire sur la pollution atmosphérique d'origine industrielle concerne les quantités émises dépassant les valeurs limites fixées par les dispositions du décret exécutif n° 2006-138 du 16 Rabie El Aouel 1427 correspondant au 15 avril 2006, susvisé.

3. - La répartition du coefficient multiplicateur est fixée comme suit :

- quantités émises dépassant de 10 % à 20 % les valeurs limites : coefficient 1
- quantités émises dépassant de 21 % à 40 % les valeurs limites : coefficient 2
- quantités émises dépassant de 41 % à 60 % les valeurs limites : coefficient 3
- quantités émises dépassant de 61 % à 80 % les valeurs limites : coefficient 4
- quantités émises dépassant de 81 % à 100 % les valeurs limites : coefficient 5.

4. - La détermination des quantités de pollution rejetées afin de fixer le coefficient multiplicateur applicable est opérée sur la base des analyses des émissions atmosphériques d'origine industrielle effectuées par l'observatoire national de l'environnement et du développement durable "ONEDD".

Le coefficient multiplicateur applicable à chaque établissement classé est transmis au receveur des contributions diverses de la wilaya par les services de l'environnement de la wilaya concernée.

Décret exécutif n°07-299 du 27.09.2007 fixant les modalités d'application de la taxe complémentaire sur la pollution atmosphérique d'origine industrielle.

**Identification des Exigences Légales**

1 - En application des dispositions de l'article 205 de la loi n° 2001-21 du 7 Chaoual 1422 correspondant au 22 décembre 2001, susvisée, le présent décret a pour objet de fixer les modalités d'application de la taxe complémentaire sur la pollution atmosphérique d'origine industrielle.

2 - La taxe complémentaire sur la pollution atmosphérique d'origine industrielle concerne les quantités émises dépassant les valeurs limites fixées par les dispositions du décret exécutif n° 2006-138 du 16 Rabie El Aouel 1427 correspondant au 15 avril 2006, susvisé.

3. - La répartition du coefficient multiplicateur est fixée comme suit :

- quantités émises dépassant de 10 % à 20 % les valeurs limites : coefficient 1
- quantités émises dépassant de 21 % à 40 % les valeurs limites : coefficient 2
- quantités émises dépassant de 41 % à 60 % les valeurs limites : coefficient 3
- quantités émises dépassant de 61 % à 80 % les valeurs limites : coefficient 4
- quantités émises dépassant de 81 % à 100 % les valeurs limites : coefficient 5.

4. - La détermination des quantités de pollution rejetées afin de fixer le coefficient multiplicateur applicable est opérée sur la base des analyses des émissions atmosphériques d'origine industrielle effectuées par l'observatoire national de l'environnement et du développement durable "ONEDD".

Le coefficient multiplicateur applicable à chaque établissement classé est transmis au receveur des contributions diverses de la wilaya par les services de l'environnement de la wilaya concernée.

Décret exécutif n°07-299 du 27.09.2007 fixant les modalités d'application de la taxe complémentaire sur la pollution atmosphérique d'origine industrielle.

**POLLUTION DE L'EAU**

<ol style="list-style-type: none">1. Les valeurs limites de rejets d'effluents liquides industriels sont celles fixées en annexe du présent décret.2. Toutes les installations générant des rejets d'effluents liquides industriels doivent être conçues, construites et exploitées de manière à ce que leurs rejets d'effluents liquides industriels ne dépassent pas à la sortie de l'installation les valeurs limites des rejets définies en annexe du présent décret et doivent être dotées d'un dispositif de traitement approprié de manière à limiter la charge de pollution rejetée3. Au titre de l'autocontrôle et de l'auto surveillance les exploitants d'installations générant des rejets d'effluents liquides industriels doivent tenir un registre où sont consignés la date et les résultats des analyses qu'ils effectuent4. Les résultats des analyses doivent être mises à la disposition des services de contrôle habilités.5. Les services habilités en la matière effectuent des contrôles périodiques et ou inopinés des caractéristiques physiques, chimiques et biologiques des rejets d'effluents liquides industriels visant à s'assurer de leur conformité aux valeurs limites fixés en annexe du présent décret.6. Les méthodes d'échantillonnage, de conservation et de manipulation des échantillons ainsi que les modalités d'analyses sont effectuées selon les normes algériennes en vigueur.7. Si une indisponibilité est susceptible de conduire à un dépassement des valeurs limites imposées, l'exploitant doit prendre les dispositions nécessaires pour réduire la pollution émise en réduisant ou en arrêtant, si besoin, les activités concernées.	<p>Décret exécutif N°06-141 du 19.04.2006 définissant les valeurs limites des rejets d'effluents liquides industriels.</p>
<ol style="list-style-type: none">1. La présente loi a pour objet de fixer les principes et les règles applicables pour l'utilisation, la gestion et le développement durable des ressources en eau en tant que bien de la collectivité nationale.2. Les objectifs assignés à l'utilisation, à la gestion et au développement durable des ressources en eau visent à assurer :<ul style="list-style-type: none">• la préservation de la salubrité publique et la protection des ressources en eau et des milieux aquatiques contre les risques de pollution à travers la collecte et l'épuration des eaux usées domestiques et industrielles ;3. les milieux hydriques et les écosystèmes aquatiques doivent être protégés contre toute forme de pollution susceptible d'altérer la qualité des eaux et de nuire à leurs différents usages (art. 43).4. Sont interdits : tout déversement ou rejet d'eaux usées de toute nature dans les puits, forages, galeries de captage, fontaines et abreuvoirs publics, oueds à sec et canaux (art. 46);5. Tout établissement classé doit impérativement (art. 47) :<ul style="list-style-type: none">• prévoir des installations d'épuration appropriées ;• mettre en conformité leurs procédés de traitement de leurs eaux résiduaires par rapport aux normes de rejet telles que fixées par voie réglementaire.	<p>Loi N°05-12 du 04.08.2005 relative à l'eau.</p>
<p>sont interdits le déversement, l'immersion et l'incinération dans les eaux maritimes sous juridiction algérienne, de substances et matières susceptibles :</p> <ul style="list-style-type: none">- de porter atteinte à la santé publique et aux écosystèmes marins ;- de nuire aux activités maritimes, y compris la navigation, l'aquaculture et la pêche ;- d'altérer la qualité des eaux maritimes du point de vue de leur utilisation- de dégrader les valeurs d'agrément de la mer et des zones côtières et de porter atteinte à leur potentiel touristique.	<p>Loi n° 03-10 du 19 juillet 2003 relative à la protection de l'environnement dans le cadre du développement durable</p>

POLLUTION DE L'EAU

Le présent décret a pour objet de fixer les modalités d'application de la taxe complémentaire sur **les eaux usées industrielles**.

Cette concerne la charge de pollution rejetée dépassant les valeurs limites fixées par les dispositions du décret exécutif n° 2006-141 du 19 avril 2006, susvisé.

La répartition du coefficient multiplicateur est fixée comme suit :

1. charge de pollution dépassant de 10 % à 20 % les valeurs limites : coefficient 1
2. charge de pollution dépassant de 21 % à 40 % les valeurs limites : coefficient 2
3. charge de pollution dépassant de 41 % à 60 % les valeurs limites : coefficient 3
4. charge de pollution dépassant de 61 % à 80 % les valeurs limites : coefficient 4
5. charge de pollution dépassant de 81 % à 100 % les valeurs limites : coefficient 5.

La détermination des quantités de pollution rejetées afin de fixer le coefficient multiplicateur applicable est opérée sur la base des analyses des rejets des eaux usées industrielles effectuées par l'observatoire national de l'environnement et du développement durable "ONEDD".

Décret exécutif n°07-300 du 27.09.2007 fixant les modalités d'application de la taxe complémentaire sur les eaux usées industrielles.

DECHETS

1. établir un inventaire des déchets spéciaux
2. le mélange de déchets spéciaux dangereux avec d'autres déchets est interdit
3. les générateurs de déchets spéciaux sont tenus d'assurer la gestion de leurs déchets
4. les générateurs des déchets spéciaux sont tenus de déclarer au ministère de l'environnement et à la direction de l'industrie et des mines les informations relatives à la nature, la quantité et aux caractéristiques des déchets.
5. pour la surveillance l'autorité peut faire appel à une expertise pour effectuer les analyses nécessaires à l'évaluation des nuisances et de leur impact sur la santé publique et/ou l'environnement.

Loi n°01-19 du 12.12.2001 ayant pour objet la fixation des modalités de gestion, de contrôle et de traitement des déchets

1. les équipements électriques utilisant les huiles à base des PCB et qui sont actuellement en service peuvent continuer à fonctionner, cependant, leur détenteur doit assurer une inspection périodique et un entretien périodique (voir annexe 1)
2. un procès verbal de ces opérations doit être établi au moins une fois par semestre et présenter à toute réquisition des corps d'inspection compétent.
3. les locaux abritant les équipements contenant les huiles à base de PCB, doivent satisfaire aux prescriptions figurant à l'annexe 3.
4. les détenteurs des huiles à base de PCB, doivent se déclarer selon le modèle de l'annexe 2 du présent décret aux services de la protection civile, de l'environnement et de la santé de la Wilaya
5. les seules réparations autorisées sont celles qui ne nécessitent pas la vidange totale ou partielle de l'équipement
6. toute opération de soudure, aux fins de réparation est interdite.
7. le remplacement de l'huile contenue dans les équipements électriques est subordonné à une autorisation délivrée par le ministère chargé de l'environnement.

Décret exécutif n°87-182 du 18-08-1987 relatif aux huiles à base des PCB, aux équipements électriques qui en contiennent et aux matériaux contaminés par ce produit

Est interdit le déversement dans le milieu naturel par rejet direct ou indirect sur le sol ou infiltration des huiles et lubrifiants neufs ou usagers

Décret exécutif n°93-161 du 10.07.1993 réglementant le déversement des huiles et lubrifiants dans le milieu naturel

DECHETS

1. les détenteurs des huiles usagers sont tenus de disposer d'équipements étanches permettant leur conservation jusqu'à leur enlèvement
2. les détenteurs des huiles usagers sont tenus d'assurer eux même le transport de leurs huiles en vue de les mettre directement à la disposition des organismes chargés de leur réemploi ou de leur traitement

Décret exécutif n°93-162 du 10.07.1993 Décret fixant les conditions et les modalités de récupération et de traitement des huiles usagées

Le présent décret a pour objet de définir les activités soumises à la taxe sur les activités polluantes ou dangereuses pour l'environnement et de fixer le coefficient multiplicateur.

Le coefficient multiplicateur applicable à la nature et à l'importance de l'activité est réparti de 1 à 4 points selon le régime d'autorisation suivant :

- autorisation du ministre : 4 points.

Le coefficient multiplicateur applicable au type de déchets générés par l'activité est réparti de 1 à 3 points selon les critères de dangerosité ci-après, fixés par la réglementation en vigueur :

- dangereux pour l'environnement, irritant, corrosif : 1 point ;
- explosible, comburant, inflammable : 2 points ;
- nocif, toxique, cancérigène, infectieux, toxique vis-à-vis de la reproduction, mutagène : 3 points.

Le coefficient multiplicateur applicable à la quantité de déchets est réparti de 2 à 3 points selon la quantité de déchets spéciaux dangereux générée par l'activité :

- supérieur à 100 et inférieur ou égal à 1000 t/an : 2 points ;
- supérieur à 1000 et inférieur ou égal à 5000 t/an : 2.5 points ;
- supérieur à 5000 t/an : 3 points.

En concertation avec le directeur de l'exécutif concerné, le directeur de l'environnement établit et adresse au receveur des contributions diverses de la wilaya, le recensement des établissements classés soumis à la taxe sur les activités polluantes ou dangereuses pour l'environnement avec le coefficient multiplicateur applicable selon les modalités fixées par les lois et règlements en vigueur.

Toutes dispositions contraires au présent décret, notamment les dispositions du décret exécutif n° 93-68 du 1er mars 1993 relatif aux modalités d'application de la taxe sur les activités polluantes ou dangereuses pour l'environnement, sont abrogées.

Décret exécutif n° 09-336 du 20 octobre 2009 relatif à la taxe sur les activités polluantes ou dangereuses pour l'environnement.

1. Sont qualifiées d'installations de traitement des déchets toutes installations destinées à la valorisation, au stockage et à l'élimination des déchets, notamment :

- les centres d'enfouissement techniques de déchets spéciaux ;

2. L'exploitant de l'installation de traitement des déchets est tenu de placer, à proximité de l'entrée principale, un panneau de signalisation, sur lequel sont inscrites les informations suivantes :

- la désignation de l'installation ;
- les déchets admis ;
- la date et le numéro de l'autorisation d'exploitation ;
- le nom ou la raison sociale et l'adresse de l'exploitant ;
- les jours et les heures d'ouverture et de fermeture.

3. Toute installation de traitement des déchets doit être clôturée par un grillage solide et résistant.

Décret exécutif n° 04-410 du 14 décembre 2004 fixant les règles générales d'aménagement et d'exploitation des installations de traitement des déchets et les conditions d'admission de ces déchets au niveau de ces installations.

POLLUTION PAR RADIATION

Néant

POLLUTION PAR BRUIT

Les prescriptions de protection contre les nuisances acoustiques ont pour objet, de prévenir, supprimer ou limiter l'émission ou la propagation des bruits ou des vibrations de nature à présenter des dangers à la santé des personnes, à porter atteinte à l'environnement

Loi n° 03-10 du 19 juillet 2003 relative à la protection de l'environnement dans le cadre du développement durable

1. les niveaux sonores maximums admis au voisinage immédiat des établissements d'enseignement sont de 45 dB (6h-22h) et de 40 dB (22h-6h)
2. les méthodes de caractérisation et de mesurage des bruits sont effectuées conformément aux normes algériennes en vigueur

Décret exécutif n°93-184 du 27.07.93 réglementant les émissions de bruit

ECONOMIE D'ENERGIE

1. il est institué un système d'audit énergétique obligatoire et périodique pour établir le suivi et le contrôle de la consommation d'énergie.
2. l'audit énergétique comprend un ensemble d'investigations techniques et économiques des contrôles des performances énergétiques des équipements et procédés techniques, l'identification des causes de la surconsommation de l'énergie et la proposition d'un plan d'actions correctives.
3. les seuils de consommation énergétiques déterminant les critères d'assujettissement des établissements à l'audit sont fixés par voie réglementaire.
4. des actions de formation, de perfectionnement technique en direction du personnel doivent être mises en œuvre pour promouvoir l'efficacité énergétique et les économies d'énergie.

Loi n°99-09 du 28.07.1999 relative à la maîtrise de l'énergie

1. On entend par audit énergétique l'examen et le contrôle des performances énergétiques des installations et des équipements des établissements industriels, de transport et du tertiaire, en vue de l'optimisation énergétique de leur fonctionnement.
2. Sont soumis à l'obligation d'audit énergétique tous les établissements industriels, de transport et du tertiaire, quelles que soient leur nature juridique ou leur activité dès lors que leur consommation annuelle d'énergie atteint les seuils fixés aux articles 11, 12 et 13 ci-dessous.
3. Les établissements industriels dont la consommation annuelle totale d'énergie est égale ou supérieure à 2000 tonnes équivalent pétrole (tep) sont assujettis à l'obligation d'audit énergétique.
4. Les établissements sont assujettis à leur premier audit énergétique sur la base des seuils de consommations fixés, constatés sur l'une des cinq dernières années calendaires ou déclarés pour les établissements neufs.
5. Tout établissement assujetti au sens des articles 11, 12, 13, 15 et 18 du présent décret est tenu de se déclarer à l'agence pour la promotion et la rationalisation de l'utilisation de l'énergie.
6. Le rapport d'audit de l'établissement assujetti et sa synthèse sont adressés à l'agence pour la promotion et la rationalisation de l'utilisation de l'énergie (APRUE) par le chef d'établissement après sa réception.
7. L'agence pour la promotion et la rationalisation de l'utilisation de l'énergie (APRUE) assure, le suivi et l'évaluation des audits énergétiques.
8. Les programmes d'actions correctives préconisées à la suite des audits énergétiques peuvent bénéficier d'un financement par le fonds national pour la maîtrise de l'énergie, conformément à la législation et à la réglementation en vigueur.

Décret exécutif n°05-495 du 24.12.2005 relative à l'audit énergétique des établissements grands consommateurs d'énergie.

**Identification des Exigences Légales****AUTRES**

il est interdit de porter atteinte à l'état naturel du littoral qui doit être protégé, utilisé et mis en valeur en fonction de sa vocation.

Loi n°02-02 du 05.02.2002 relative à la protection et à la valorisation du littoral

1. toute personne morale ou physique, en possession d'informations relatives à des éléments environnementaux susceptibles d'affecter directement ou indirectement la santé publique, est tenue de communiquer ces informations aux autorités locales et/ou autorités chargées de l'environnement

2. sont soumis aux dispositions de la présente loi les installations exploitées qui peuvent présenter des dangers pour la santé, l'hygiène les écosystèmes, les ressources naturelles ou qui peuvent porter atteinte à la commodité du voisinage.

3. les installations classées sont soumises à autorisation.

4. la délivrance de l'autorisation est précédée d'une étude d'impact, d'une enquête publique et d'une étude relative aux dangers et incidents

Loi n°03-10 du 19.07.2003 relative à la protection de l'environnement dans le cadre du développement durable

1).le plan général de prévention des risques industriels et énergétiques fixe l'ensemble des dispositifs règles et/ou procédures de prévention et de limitation des risques d'explosion, d'émanation de gaz et d'incendie, ainsi que ceux liés à la manipulation des matières classées dangereuses.

2) Le plan général de prévention des risques industriels et énergétique détermine :
- Les établissements et installations industriels classés.
- Les procédures applicables aux établissements et aux installations industrielles
- Les dispositifs de contrôle et de mise en œuvre des prescriptions du plan général de prévention des risques industriels et énergétiques.

3) Il est institué une planification des secours pour la prise en charge des catastrophes, dénommé « plans ORSEC »

4) il est institué des plans particuliers d'intervention fixant les mesures spécifiques d'intervention en cas de catastrophes « PPI »

5) les PPI, ont pour objet pour chaque risque majeur particulier t notamment en matière de pollution **atmosphérique** : tellurique ou hydrique :

- D'analyser les risques
- De prévoir les dispositifs d'alerte complémentaires
- De mettre en oeuvre les mesures particulières pour maîtriser les accidents
- D'informer les citoyens sur les mesures prises aux abords des installations concernées.

Loi n°04-20 du 25.12.2004 relative à la prévention des risques majeurs et à la gestion des catastrophes dans le cadre du développement durable



Identification des Exigences Légales

AUTRES

1. Toute demande d'autorisation d'exploitation d'un établissement classé est précédée, selon le cas et conformément à la nomenclature des installations classées :
 - d'une étude ou d'une notice d'impact sur l'environnement établie et approuvée selon les conditions fixées par la réglementation en vigueur,
 - d'une étude de danger établie et approuvée selon les conditions fixées par le présent décret,
 - d'une enquête publique effectuée conformément aux modalités fixées par la réglementation en vigueur.
2. Les modalités d'élaboration et d'approbation des études d'impact sur l'environnement ainsi que les conditions applicables aux notices d'impact sont régies conformément à la réglementation en vigueur en la matière.
3. L'étude de danger a pour objet de préciser les risques directs ou indirects par lesquels l'activité de l'établissement classé met en danger les personnes, les biens et l'environnement, que la cause soit interne ou externe.
4. Il est institué, au niveau de chaque wilaya, une commission de contrôle des établissements classés de wilaya, dénommée dans le présent décret «la commission».
5. La commission peut faire appel à toute personne qui, en raison de sa compétence, peut donner des avis techniques sur des questions déterminées.
6. Sans préjudice des autres contrôles prévus par la législation en vigueur, la commission est chargée de tous les contrôles de conformité des établissements classés à la réglementation qui leur est applicable. Elle élabore, à ce titre, un programme de contrôle des établissements classés implantés dans la wilaya concernée.

Décret exécutif n°06-198 du 31.05.2006 définissant la réglementation applicables aux établissements classés pour la protection de l'environnement.

L'autorisation d'exploitation (AE)

L'autorisation d'exploitation est subordonnée à l'étude d'impact et à l'étude de dangers.

Plan d'organisation Interne (POI)

Le POI limité à l'intérieur de l'établissement, organise le premier niveau de secours. Il est élaboré et rédigé par un bureau d'études spécialisé.

L'industriel est tenu de mettre en œuvre son POI et de fournir aux autorités locales les éléments permettant l'élaboration du Plan particulier d'Intervention.

Plan particulier d'Intervention (PPI)

Font l'objet à l'avenir d'un PPI, les installations les plus dangereuses dites :

« Installations à risques majeurs (IRM)»

Les PPI sont établis par arrêté du Wali pour faire face aux risques particuliers d'installations classées.

Instruction Ministérielle R1 du 22.09.2003, relative à la maîtrise et la gestion des risques industriels impliquant des substances dangereuses

