

RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITÉ IBN-KHALDOUN DE TIARET

FACULTÉ DES SCIENCES APPLIQUEES

DÉPARTEMENT DE GENIE MECANIQUE

FILIERE DE GENIE MECANIQUE

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

Pour l'obtention du diplôme de Master

Domaine : Sciences & Technologie

Filière : Génie Mécanique

Parcours : Master

Spécialité : Maintenance Industrielle

THÈME

Maintenance corrective des équipements biomédicaux (l'autoclave et le générateur de dialyse)

Préparé par: KHADAR Samiha et BOUCHERIH Kaouthar

Devant le Jury :

Nom et prénoms	Grade	Lieu d'exercice	Qualité
MAKROUSSI Saïd	MCB	UIK Tiaret	Président
MOULGAADA Madjid	MCB		Examineur
SLIMANI Halima	MCB		Encadreur

PROMOTION 2016 / 2017

REMERCIEMENTS

Tout d'abord nous tenons à remercier le bon Dieu, qui nous a donné le courage et la volonté de mener à terme ce présent travail.

Premièrement et avant tout, nous adressons le grand remerciement à notre encadreur Mme: Slimani Halima pour son grand soutien et ses conseils considérables.

Nous tenons à remercier tous les enseignants de département de génie mécanique d'université du Tiaret et plus particulièrement les enseignants de la maintenance industrielle.

Nous remercions vivement et sincèrement le chef de département monsieur GUEMMOUR Mohamed pour son aide, ses conseils et ses observations.

Tout ceci ne serait rien sans notre famille et nos amis. Un énorme merci à nos très chers parents et pour leur encouragement et leur soutien.

Nous voulons également remercier tous les étudiants de notre promotion et nous souhaitons le bon courage à tous les étudiants pour finir ces études.

Dédicace



Je dédie ce mémoire :

*A Ceux qui ont fait de moi la
femme que je suis aujourd'hui : mes très chers
parents, que dieu les récompense et les garde, et
surtout ma mère qui m'a éclairée mon chemin et qui
m'a encouragé et soutenue toute au long de mes
études.*

*A mes frères : Haïthem, Mohamed et ma sœur Noor.
A toute ma famille : mes grands-parents, mes tantes
et mes oncles*

A mes cousines : Amira et Ikram et Rihana.

A mes chères amies Souad, Hayat, Soumia.

*Et a tous mes frères de département de Génie
mécanique*

*Et à mon binôme KHADAR Samah qui travaille
avec moi et qui donne-moi tous les aides et l'espoir.*

*A Toute ces personnes et à celles que nous avons
peut-être oubliées j'adresse nos sentiments les plus
chaleureux.*



Kaouthar

Dédicace



*Je dédie le fruit de mes années
d'études à mes très chers
parents qui me ont tout donné, de leurs amour et
leurs sacrifices éternels pour que je puisse suivre mes
études dans des bonnes conditions et qui ne cessent
pas de me encourager et de veiller pour notre bien,
sans leurs soutient ce travail n'aurait jamais vue le
jour.*

*Mes très chers frères **SIDE AHMED** et **ABD EL
MAWLA***

*Mon petit ange **JOUD***

*Aussi ma famille mes oncles et mes tantes ma chère
tante*

À mon grand-père et mes deux grandes mères

Mes chères amies

SOUAD, HAYET, SOUMIA, KAWTER

Je n'oublier pas Mon proche amis

ISLAM

*Et tous mes frères de département de Génie
mécanique*

*Et mon binôme **BOUCHRIH Kaouthar** qui travaillé
avec moi et qui donne-moi tous
les aides et l'espoir*

*Tous ceux qui me aidés pour
l'obtention de ce diplôme et à
tous ceux que j'aimais bien*



Samah

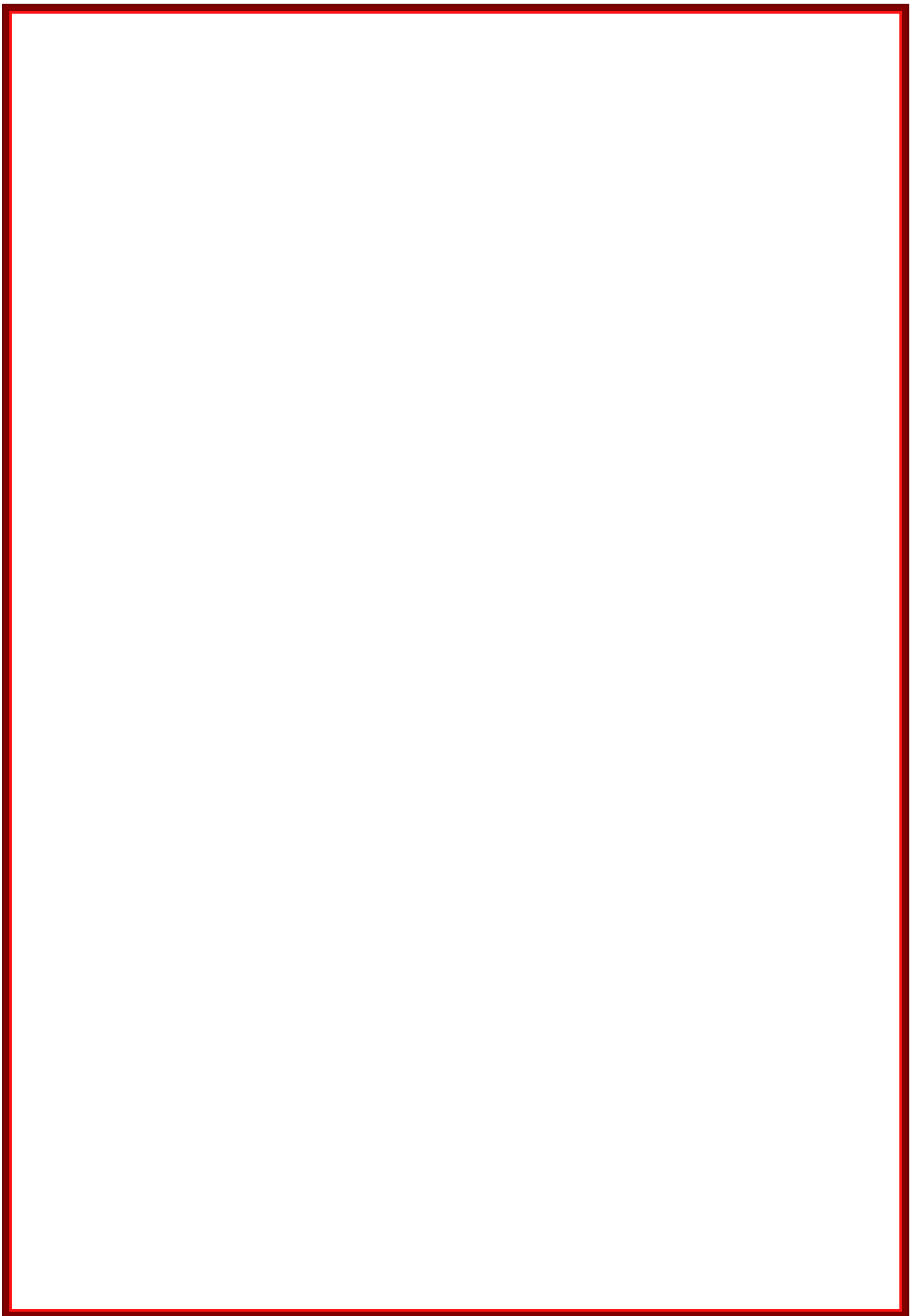


Figure I.1 : Un type de maintenance.....	4
Figure I.2 : Un schéma désigne la typologie de maintenance.....	6
Figure I.3 : durée de vie économiquement optimale d'un produit	10
Figure I.4 : Le casque est obligatoire pour la sécurité.....	12
Figure II.1 : circuit de vapeur d'un autoclave.....	22
Figure II.2 : Alimentation en air comprimé.....	27
Figure II.3 : Espace nécessaire autour l'autoclave	27
Figure II.4 : Alimentation en vapeur	27
Figure II.5 : Schéma d'une chaîne de traitement d'eau pour hémodialyse.....	28
Figure II.6 : Filtre auto lavable.....	29
Figure II.7 : Filtre à sable.....	29
Figure II.8 : Double filtres à particules parallèles 2 x 10 microns + 2 x 50 microns.....	30
Figure II.9 : Schéma d'un adoucisseur.....	30
Figure II.9: Mode d'action des adoucisseurs.....	31
Figure II.10 : Principe de régénération des adoucisseurs.....	31
Figure II.11: Schéma d'un charbon actif.....	32
Figure II.12: Modélisation d'une osmose inverse simple.....	33
Figure II.13 : Mode de fonctionnement de la double osmose.....	33
Figure II.14 : Appareil d'hémodialyse - Vue avant.....	35
Figure II.15 : Appareil d'hémodialyse-Vue arrière.....	36
Figure II.16: Représentations schématisées des constituants d'un générateur d'hémodialyse.....	37
Figure III.1 : écran typique d'une alarme.....	38
Figure III.2 : Organigramme de l'alarme charge longue.....	39
Figure III.3 : Organigramme de l'alarme temps de stérilisation long.....	40

Figure III.4 : organigramme de l'alarme ouverture longue de porte.....	41
Figure III.5: organigramme défaut commutateur des portes.....	42
Figure III.6 : Barre d'état et boîte de dialogue en situation d'alarme.....	49

Liste des tableaux

Tableau II.1 : Le Fonctionnement D'autoclave.....20

Tableau II.2: les cycles de stérilisations.....25

Tableau III.1: Grille de cotation de la fréquence d'apparition.....43

Tableau III.2 : Grille de cotation de la gravité.....43

Tableau III.3 : Grille de cotation de la probabilité de non détection.....44

Tableau III.4 : AMDEC machine des organes essentiels45

Tableau III.5 : AMDEC machine de système hydraulique46

Tableau III.6 : AMDEC machine de système électrique.....47

Tableau III.7 : Guide de diagnostic d'un appareil d'hémodialyse55

Tableau III.8: AMDEC machine d'un générateur de dialyse56

Liste des abréviations

EPH : Etablissement Publique Hospitalière

AMDEC : Analyse des Modes de Défaillance de leurs Effets et de leur Criticité

D : Direction

DAG : directeur général adjoint

U : Exécution Unité

C : Maintenance Curative

P : Maintenance Préventive

M : Modification

E : Exécution Extérieur

GMAO : Gestion de la Maintenance Assisté par Ordinateur

Sommaire

Remerciements

Dédicace

Résumé

Sommaire

Nomenclature

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction Générale 1

CHAPITRE 01 : GENERALITES SUR LA MAINTENANCE INDUSTRIELLE

I.1.Introduction.....02

I.2.Origines.....02

I.2.1.Le mot.....02

I.2.2.La chose.....02

I.3.Définitions normatives03

I.4.Typologie de la maintenance des machines.....04

La maintenance corrective.....04

La maintenance préventive.....05

I.5. Typologie de la maintenance des logiciels.....06

I.6 .Niveau de maintenance.....07

I.7. Les sigles de maintenance.....08

I.8. Maintenance et humour.....09

I.9 .La fonction maintenance.....10

Sommaire

I.10. Les activités connexes de la maintenance.....	11
I.11. Les travaux neufs.....	11
I.12. Méthode et technique de maintenance	11
I.12.1. La sécurité.....	11
I.13 .Autres formes et méthodes de maintenance	12
I.13.1. La maintenance d'amélioration.....	12
I.14.1 .Organisation d'une action de maintenance corrective.....	13
I.14 .2. Organisation d'une intervention pour le dépannage.....	14
I.14.3. Organisation d'une intervention pour la réparation.....	15
I.14.4. Organisation d'une action de maintenance préventive.....	15
I.14.4.1. Organisation relative à la maintenance préventive systématique	16
I.15. CONCLUSION.....	17

<p style="text-align: center;"><i>CHAPITRE 02 : LA MAINTENANCE CORRECTIVE DES EQUIPEMENTS</i></p> <p style="text-align: center;"><i>BIOMEDICAUX</i></p>

II.1.Introduction.....	18
II.2.Définition d'un autoclave.....	18
II.3.Les type d'autoclave.....	18
II.4.Principes de fonctionnement.....	18
II.5.Coupe transversale d'un autoclave à vapeur	20

Sommaire

II.5.1. Description des éléments figurant sur le schéma.....	20
II.6. Utilisation de l'autoclave.....	23
II.7. Cycles de stérilisation.....	24
II.8. Conditions requises pour l'installation.....	26
II.9. Hémodialyse.....	28
II.10. Chaîne de production d'eau pour hémodialyse.....	28
II.10.1. Prétraitement.....	28
b. Utilisation d'adoucisseurs.....	30
c. Filtration sur charbon actif.....	32
II.10.2. Traitement.....	33
a. Unité d'osmose inverse.....	33
b. Ultrafiltration.....	34
II.11. Générateur de dialyse	34
II.11.1. Définition.....	34
II.11.2. Organisation de l'appareil d'hémodialyse.....	34
II.11.3. Fonctionnement de l'appareil d'hémodialyse.....	37

<i>CHAPITRE 03 : Maintenance des équipements biomédicaux</i>

III.1. Introduction.....	38
III.2. Maintenance de l'autoclave AMSCO STERIS.....	38
III.2.1. Maintenance corrective.....	38
II.2.1.1. Pendant le cycle.....	39
III.2.1.2. Après le cycle.....	40

Sommaire

III.2.1.3.Alarme capteur.....	41
III.3. Analyse AMDEC de la machine.....	42
a) Les ingrédients de l'AMDEC	42
Mode de défaillance	42
Les causes de défaillance	42
Effet de la défaillance.....	43
Les grilles de cotation.....	43
b) Les tableaux d'analyse.....	44
III.4.Maintenance corrective d'un générateur d'hémodialyse.....	49
III.4.1.Alarmes et guide de diagnostic.....	49
III.4.1.1.Etat opérationnel.....	49
III.4.1.2.Etat normal.....	50
III.4.1.3.Etat d'avertissement.....	50
III.4.1.4.Etat d'alarme.....	50
III.4.1.4.1.Alarmes relatives au sang.....	51
III.4.1.4.2.Alarmes relatives à l'eau/au dialysat.....	51
III.4.1.4.3.Autres alarmes.....	51
III.5.Diagnostic d'un générateur d'hémodialyse.....	51
III.6.Analyse AMDEC de la machine	55
III.6.1.LTableau d'analyse.....	55
CONCLUSION GENERALE.....	58

BEBLIOGRAPHIE

Sommaire

Introduction générale

Introduction générale

Face à des obligations règlementaires et à des recommandations normatives de plus en plus croissantes et exigeantes, la maintenance des équipements biomédicaux est un sujet d'actualité qui préoccupe continuellement les structures de santé. La bonne gestion de la maintenance des dispositifs médicaux est un élément essentiel à la vie d'un établissement de santé, notamment dans le cadre de la continuité de fonctionnement des services.

Elle révèle aussi des enjeux professionnels, financiers et de qualité qui concourent tous à la sécurité sanitaire et à la qualité du service rendu aux services de soins et indirectement aux patients.

Le contexte de notre travail s'intéresse par ce domaine et il est présenté en trois chapitres dans le 1er chapitre on va voir des généralités sur la maintenance industrielle.

Par -mis les équipements médicaux essentiels dans les hôpitaux l'autoclave et le générateur de dialyse ce qui fera l'objet du second chapitre.

Et le 3ème chapitre sera consacré sur le diagnostic et la maintenance d'un générateur de dialyse et de l'autoclave .On termine notre travail par une conclusion générale.

Chapitre I : généralités sur la maintenance industrielle

I.1.Introduction :

Selon la définition de l'AFNOR, la **maintenance** vise à maintenir ou à rétablir un bien dans un état spécifié afin que celui-ci soit en mesure d'assurer un service déterminé. La maintenance regroupe ainsi les actions de dépannage et de réparation, de réglage, de révision, de contrôle et de vérification des équipements matériels (machines, véhicules, objets manufacturés, etc.) ou des logiciels.

Un service de maintenance peut également être amené à participer à des études d'amélioration du processus industriel, et doit, comme d'autres services de l'entreprise, prendre en considération de nombreuses contraintes comme la qualité, la sécurité, l'environnement et le coût.

I.2.Origines :

I.2.1.Le mot :

Dans son acception actuelle, le terme de « maintenance » est un anglicisme partiel. Il est donné comme « réemprunte intégré » par Jean Tournier dans *Les Mots anglais du français* (Belin, 1998), dans la section « Armement, armée » :

Maintenance : a) 1953. Maintien numérique des effectifs et du matériel d'une troupe au combat ; b) 1962, plus généralement, ensemble des opérations d'entretien du matériel .Du moyen français *maintenance* « protection ». Réemprunte intégré. Admis au J. O. au sens b) dans différents domaines.

I.2.2.La chose :

Les activités de maintenance, au sens de dépannage d'un équipement, ont toujours existé. Mais ces activités étaient au départ peu ou non formalisées : elles n'étaient pas nécessairement assurées par du personnel spécialisé, ni encadrées par des méthodes spécifiques. De plus, elles consistaient essentiellement à réparer un équipement une fois que celui-ci était défaillant, mais n'intégraient que peu la notion de « préventif », c'est-à-dire des interventions visant à prévenir une panne.

La notion formalisée de « maintenance » (à l'origine, on parlait d'« entretien ») est née dans l'industrie de production de biens vers la fin des années 1970. Puis, dans les années 1990, elle commença à gagner le secteur de production de services. Aujourd'hui elle est susceptible de concerner tous les secteurs d'activité : services généraux, immobilier, transport, logiciel, etc.

Les termes de « maintenance » et d'« entretien » recouvriraient aujourd'hui deux notions différentes mais complémentaires. La maintenance concernerait tout ce qui fait appel aux énergies (électricité, pneumatique, mécanique, hydraulique, automatique, électronique, informatique, etc.) tandis que l'entretien concernerait tout ce qui n'est pas technologique (nettoyage, peinture, plomberie, serrurerie, menuiserie, vitrerie, etc.).

I.3.Définitions normatives :

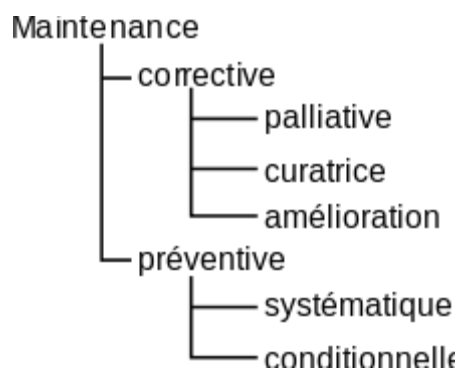
Une première définition normative de la maintenance fut donnée par l'AFNOR en 1994 , à savoir « l'ensemble des actions permettant de maintenir ou de rétablir un bien dans un état spécifié ou en mesure d'assurer un service déterminé ». Depuis 2001, elle a été remplacée par une nouvelle définition, désormais européenne : « 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. »

La Federation européenne des nationaux de maintenance (European Federation of National Maintenance Societies Ou EFNMS) propose une définition similaire en Anglais: « All actions which have the objective of retaining or restoring an item in or to a state in which it can perform its required function. The actions include the combination of all technical and corresponding administrative, managerial, and supervision actions » (littéralement : « Toutes les actions qui ont pour objectif de garder ou de remettre une chose en état de remplir la fonction qu'on exige d'elle. Ces actions regroupent toutes les actions techniques et toutes les actions d'administration de direction et de supervision, correspondantes »)



Figure I.1 : Un type de maintenance

I.4. Typologie de la maintenance des machines :



Classification des méthodes de maintenance

Il existe deux façons complémentaires d'organiser les actions de maintenance :

1. **La maintenance corrective**, qui consiste à intervenir sur un équipement une fois que celui-ci est défaillant. Elle se subdivise en :

Maintenance palliative : dépannage (donc provisoire) de l'équipement, permettant à celui-ci d'assurer tout ou partie d'une fonction requise ; elle doit toutefois être suivie d'une action curative dans les plus brefs délais.

Maintenance curative : réparation (donc durable) consistant en une remise en l'état initial.

2. **La maintenance préventive**, qui consiste à intervenir sur un équipement avant que celui-ci ne soit défaillant, afin de tenter de prévenir la panne. On interviendra de manière préventive soit pour des raisons de sûreté de fonctionnement (les conséquences d'une défaillance sont inacceptables), soit pour des raisons économiques (cela revient moins cher) ou parfois pratiques (l'équipement n'est disponible pour la maintenance qu'à certains moments précis). La maintenance préventive se subdivise à son tour en :

Maintenance systématique : désigne des opérations effectuées systématiquement, soit selon un calendrier (à périodicité temporelle fixe), soit selon une périodicité d'usage (heures de fonctionnement, nombre d'unités produites, nombre de mouvements effectués, etc.) ;

Maintenance conditionnelle : réalisée à la suite de relevés, de mesures, de contrôles révélateurs de l'état de dégradation de l'équipement ;

Maintenance prévisionnelle : réalisée à la suite d'une analyse de l'évolution de l'état de dégradation de l'équipement.

Diverses méthodes permettent d'améliorer la planification et l'ordonnancement des actions de maintenance :

- Réseau PERT
- Diagramme de Gantt
- Méthode MERIDE
- Analyse AMDEC

Par ailleurs, il existe des logiciels de gestion de maintenance assistée par ordinateur (GMAO), spécialement conçus pour assister les services de maintenance dans leurs activités.

I.5. Typologie de la maintenance des logiciels :

En informatique logicielle, on divise la maintenance en plusieurs types :

la maintenance corrective : elle consiste à corriger les défauts de fonctionnement ou les non-d'un logiciel ,la maintenance adaptative : sans changer la fonctionnalité du logiciel, elle consiste à adapter l'application afin que celle-ci continue de fonctionner sur des versions plus récentes des logiciels de base, voire à faire migrer l'application sur de nouveaux logiciels de base (un logiciel de base étant un logiciel requis pour l'exécution d'une application; exemples : système d'exploitation, système de gestion de base de données).

On parle également de maintenance évolutive : cela consiste à faire évoluer l'application en l'enrichissant de fonctions ou de modules supplémentaires, ou en remplaçant une fonction existante par une autre, voire en proposant une approche différente. Mais au sens de l'AFNOR, ce n'est même plus de la maintenance, puisque la maintenance consiste précisément à assurer qu'un bien continu de remplir sa fonction correctement.

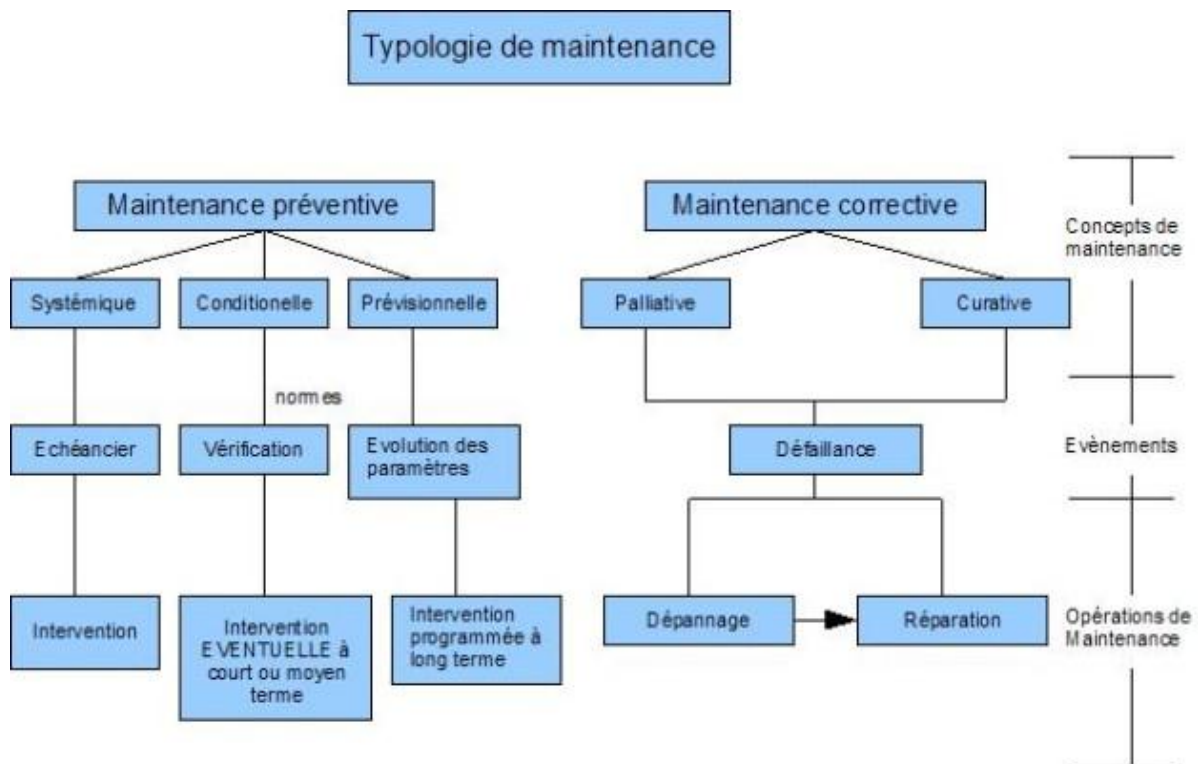


Figure I.2 : La typologie de maintenance

I.6 .Niveau de maintenance :

La norme NF X 60-010 définit, à titre indicatif, cinq « niveaux de maintenance » (comprendre « interventions ») :

- niveau 1 :
 - travaux : réglages simples - pas de démontage ni ouverture du bien
 - lieu : sur place
 - personnel : exploitant du bien
 - exemple : remise à zéro d'un automate après arrêt d'urgence, changement de consommable

- niveau 2 :
 - travaux : dépannage par échange standard - opérations mineures de maintenance préventive
 - lieu : sur place
 - personnel : technicien habilité
 - exemple : changement d'un relais - contrôle de fusibles - réenclenchement de disjoncteur

- niveau 3 :
 - travaux : identification et diagnostic de pannes - réparation par échange standard - réparations mécaniques mineures - maintenance préventive (par ex. réglage ou réaligement des appareils de mesure)
 - lieu : sur place ou dans atelier de maintenance
 - personnel : technicien spécialisé
 - exemple : identification de l'élément défaillant, recherche de la cause, élimination de la cause, remplacement

- niveau 4 :
 - travaux : travaux importants de maintenance corrective ou préventive sauf rénovation et reconstruction - réglage des appareils de mesure - contrôle des étalons
 - lieu : atelier spécialisé avec outillage général, bancs de mesure, documentation
 - personnel : équipe avec encadrement technique spécialisé

- exemple : intervention sur matériel dont la remise en service est soumise à qualification
- niveau 5 :
 - travaux : rénovation - reconstruction - réparations importantes
 - lieu : constructeur ou reconstruteur
 - personnel : moyens proches de la fabrication
 - exemple : mise en conformité selon réglementation d'équipements lourds

Il convient d'associer, dans la détermination des niveaux, la documentation et le matériel nécessaires.

I.7. Les sigles de maintenance :

De même que le mot et le concept, les nombreux sigles de la maintenance sont d'origine anglo-saxonne. Toute une néologie a vu le jour, dont l'élément le plus spectaculaire est la kyrielle des sigles commençant par « MT » (initiales de « mean time », littéralement « temps moyen » (anglicisme), c'est-à-dire durée moyenne, intervalle de temps moyen, et par voie de conséquence, moyenne des temps). Quelques sigles à titre d'exemples, assortis de leur traduction plus ou moins littérale :

- Sigles de 4 lettres :
 - MTBD : mean time between defects, temps moyen entre défauts
 - MTBE : mean time between errors, temps moyen entre erreurs
 - MTBF : mean time before failure, temps moyen avant défaillance (à ne pas confondre avec mean time **between** failures, infra)
 - MTBF: mean between failures, temps moyen entre (deux débuts de) pannes (à ne pas confondre avec mean time **before failure** supra)
 - MTBM : mean time between maintenances, durée moyenne entre maintenances
 - MTBO : mean time between overhauls, temps moyen entre révisions
 - MTBR : mean time between removals, temps moyen entre déposes
 - MTTF : 1/ mean time to failure, temps moyen jusqu'à la panne, temps moyen (de bon fonctionnement) sans panne (entre la fin d'une panne et le début d'une

autre); 2/ mean time to fix, temps moyen entre l'apparition d'un problème et sa solution ;

- MTTM : mean time to maintenance, temps moyen jusqu'à la maintenance
 - MTTN : mean time to notification, temps moyen de signalement (du problème)
 - MTTR : 1/ mean time to recovery, temps moyen jusqu'à la remise en route; 2/ mean time to repair, temps moyen jusqu'à la réparation; 3/ mean time to restoration, temps moyen jusqu'à la remise en service
 - MTUR : mean time to unscheduled removal, temps moyen (s'écoulant) jusqu'à la dépose non programmée
- Sigles de 5 lettres :
 - MTBCF : mean time between critical failures, temps moyen entre (deux débuts de) pannes graves ou « critiques » (anglicisme) (sur matériel redondé à dégradation progressive)
 - MTBUR : 1/ mean time between unscheduled removals, temps moyen entre déposes non planifiées; 2/ mean time between unscheduled replacements, temps moyen entre remplacements non planifiés
 - MTTFF: mean time to first failure, temps moyen jusqu'à la première défaillance
 - MTTUR : mean time to unscheduled removal, temps moyen jusqu'à la dépose non programmée

I.8. Maintenance et humour :

Devant l'inflation néologique décrivant les différents types de maintenance possibles (expressions sur le modèle adjectif + *maintenance* en anglais et maintenance + adjectif en français), quelques esprits malicieux ont inventé des expressions désignant des types de maintenance peu orthodoxes :

- *percussive maintenance* (« maintenance percussive » ou « maintenance par percussion »), autrement dit la remise en marche par coup de pied ou par bourrade ;
- *provocative maintenance* (« maintenance provocative » ou « maintenance par provocation »), en d'autres termes la mise hors d'état de l'équipement.
- *passive maintenance* (" maintenance passive " ou " maintenance par absence d'action "), en définition, l'attente de la remise en état d'un système Pour la maintenance en

situation de crise ou d'urgence, il est question d'« *hysterical maintenance* » (« maintenance hystérique »).

I.9 .La fonction maintenance :

La fonction maintenance a fortement évolué depuis une décennie sous l'effet des contraintes de productivité, d'optimisation des coûts et sous l'influence des modèles industriels japonais. Si le terme fonction est employé à la place de service, c'est parce que la maintenance n'est plus réservée à l'activité groupe d'hommes sur lesquels on se déchargerait de tout ce qui n'est pas production, finance ou commercial. À l'inverse maintenir n'est plus de la seule responsabilité d'un service de maintenance. La maintenance suit une évolution qui l'amène à modifier ses modes de fonctionnement et sa composition, voire même à s'intégrer à la fonction production. , certaines entreprises n'ont plus de magasiniers de maintenance, d'autre ont réduit les acteurs de cette fonction maintenance leurs effectifs de techniciens remplacés par des sous-traitants. Le responsable de maintenance pilotera et coordonnera une fonction qui sera répartie sur plusieurs services situés à l'intérieur comme à l'extérieur de l'entreprise. Ce premier article présente le périmètre des activités et les acteurs de cette fonction maintenance, explique comment définir une politique de maintenance et les tableaux de bord nécessaires à son pilotage. D'autres articles suivront, sur les concepts et outils pour mener à bien ces missions, atteindre ces objectifs dans le contexte socio-économique actuel et alimenter en temps réel ces tableaux de bord, sur la GMAO (Gestion de Maintenance Assistée par Ordinateur). Le responsable de maintenance pilotera et coordonnera une fonction qui sera répartie sur plusieurs services situés à l'intérieur comme à l'extérieur de l'entreprise.

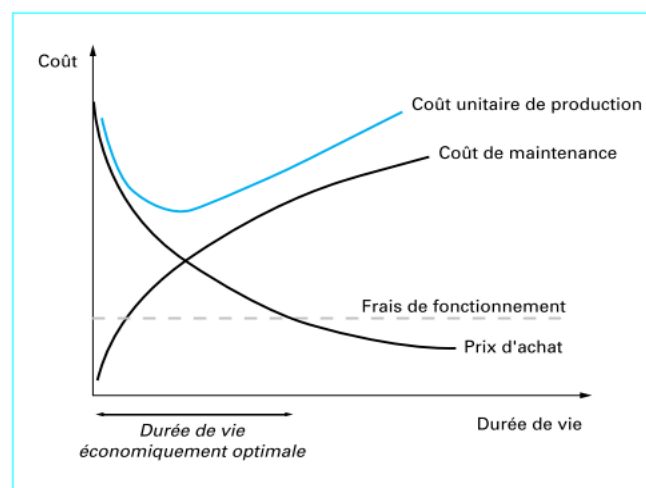


Figure I.3 : durée de vie économiquement optimale d'un produit

I.10. Les activités de la maintenance:

Ces activités complètent les actions de la maintenance citées ci-dessus et participent pour une part non négligeable à l'optimisation des coûts d'exploitation.

I.11. Les travaux neufs :

L'adjonction à la fonction maintenance de la responsabilité des travaux neufs, est très répandue, en particulier dans les entreprises de taille moyenne. Elle part du principe que, lors de tout investissement additionnel de remplacement ou d'extension, il est logique de consulter les spécialistes de la maintenance qui, d'une part, connaissent bien le matériel anciennement en place, et d'autre part auront à maintenir en état de marche le matériel nouveau. A partir de là, on prend souvent la décision de leur confier l'ensemble des responsabilités de mise en place des nouvelles installations. On crée alors un service appelé « maintenance-travaux neufs ». L'étendue des responsabilités en matière de travaux neufs est très variable d'une entreprise à l'autre. Il peut s'agir de la construction d'un quai ou d'un bâtiment, de la mise en place d'une machine achetée à l'extérieur (raccordement à la source d'énergie, etc.), ou même de la réalisation intégrale de la machine elle-même. Dans certains cas les « travaux neufs » auront recours à la fabrication de l'entreprise qui réalisera les commandes passées par eux-mêmes. Notons que même si la fonction maintenance ne se voit pas adjoindre la fonction « travaux neufs », le service s'occupera des installations succinctes du type modifications

I.12. Méthode et technique de maintenance :**I.12.1. La sécurité :**

La sécurité est l'ensemble des méthodes ayant pour objet, sinon de supprimer, du moins de minimiser les conséquences des défaillances ou des incidents dont un dispositif ou une installation peuvent être l'objet, conséquences qui ont un effet destructif sur le personnel, le matériel ou l'environnement de l'un et de l'autre. Sachant qu'un incident mécanique, une panne, peuvent provoquer un accident, sachant aussi que la maintenance doit maintenir en état le matériel de protection ou même que certaines opérations de maintenance sont-elles-mêmes dangereuses, il apparaît que la relation entre la maintenance et la sécurité est particulièrement étroite. Pour toutes ces raisons ainsi que pour sa connaissance du

matériel, le responsable de la maintenance devra participer aux réunions du Comité d'hygiène et de Sécurité en qualité de membre ou à titre d'invité, et développer sa collaboration avec l'ingénieur de sécurité .

Dans l'entreprise on trouve normal de faire appel au service maintenance pour les interventions concernant la sécurité. Celles-ci sont de deux ordres : - d'une part celles que l'on peut classer dans la sécurité « officielle ». C'est la tenue des registres concernant les chaudières, les visites d'appareils à pression, le contrôle des installations électriques, etc., la tenue des dossiers des rapports de visite de l'inspecteur du travail, du contrôleur de la sécurité sociale, etc. , d'autre part celles qui, tout en s'inspirant des premières, s'appliquent dans un contexte précis. . [1]



Figure I.4 : Le casque est obligatoire pour la sécurité.

I.13 .Autres formes et méthodes de maintenance :

I.13.1. La maintenance d'amélioration :

L'amélioration des biens d'équipements qui consiste à procéder à des modifications, des changements, des transformations sur un matériel correspond à la maintenance d'amélioration.

a) Conditions d'applications :

Dans ce domaine beaucoup de choses restent à faire. C'est un état d'esprit qui nécessite une attitude créative. Cette créativité impose la critique. Cependant, pour toute maintenance d'amélioration une étude économique sérieuse s'impose pour s'assurer de la rentabilité du projet. Les améliorations à apporter peuvent avoir comme objectif l'augmentation des performances de production du matériel ; l'augmentation de la fiabilité, c'est-à-dire diminuer les fréquences d'interventions ; l'amélioration de la maintenabilité (amélioration de l'accessibilité des sous-systèmes et des éléments à haut risque de défaillance) ; la

standardisation de certains éléments pour avoir une politique plus cohérente et améliorer les actions de maintenance, l'augmentation de la sécurité du personnel.

b) Cas d'application :

Tous les matériels sont concernés à condition que la rentabilité soit vérifiée. Cependant une petite restriction pour les matériels à renouveler dont l'état est proche de la réforme, pour usure généralisée ou par obsolescence technique.

I.14.1 .Organisation d'une action de maintenance corrective :

Dans les processus industriels, que le fonctionnement soit discontinu ou continu pour le maintien ou la remise en état de l'outil de production, nous chercherons à améliorer la qualité de l'intervention qui doit se traduire par une meilleure qualité du produit fabriqué ou du service rendu et à diminuer le « temps propre d'indisponibilité» par une organisation appropriée et une mise en œuvre de moyens adaptés.

I.14 .2. Organisation d'une intervention pour le dépannage :

L'organisation s'effectue à 3 niveaux afin de réduire les immobilisations des matériels :

- avant la panne,
- au déclenchement de la panne,
- après la panne.

a) Organisation avant la panne :

Il faut pouvoir rassembler tous les moyens nécessaires à une intervention rapide.

Connaissant l'organisation et la structure du service nous pouvons récupérer rapidement :

La documentation : c'est à dire les dossiers techniques et historiques ; l'organigramme de dépannage ; le tableau de diagnostic ; les informations recueillies auprès de l'utilisateur.

Le matériel de première urgence : matériel pour respect des règlements de sécurité ; matériel de contrôle ; matériel de mesure ; matériel de diagnostic ; etc.

b) Organisation au moment du déclenchement de la panne :

A ce niveau nous avons dégagé 3 phases importantes.

1 ère phase : enregistrement de l'appel Il peut provenir d'une alarme, d'un coup de téléphone, d'un télex, d'une communication orale ou par écrit (demande de travaux de maintenance).

2ème phase : l'analyse du travail Dans un premier temps, il faut appliquer ou faire appliquer les consignes pour une intervention immédiate. Elles peuvent être liées à la sécurité, aux arrêts de production, au nettoyage préalable des abords. Il faut ensuite organiser le poste de travail, rassembler les moyens matériels, constater les anomalies pouvant se présenter et voir le meilleur moyen d'y remédier.

3ème phase : la discussion au niveau de l'analyse Nous pensons qu'à ce stade il faut se poser les questions de la méthode interrogative :

« Quoi ? Qui ? Quand ? Où ? Comment et combien ? » afin de ne pas faire trop pousser et choisir entre le dépannage (intervention provisoire) et la réparation (intervention définitive).

c) Organisation après la panne :

Après l'intervention en dépannage le technicien a plusieurs tâches à effectuer :

- faire le compte rendu de l'intervention,
- déclencher éventuellement une remise en service du matériel pour le personnel utilisateur,
- mettre à jour le stock de pièces détachées,
- exploiter les résultats des dépannages. . [1]

I.14.3. Organisation d'une intervention pour la réparation :

Comme pour le dépannage l'organisation s'effectue à 3 niveaux :

- avant l'intervention,

- au déclenchement de l'intervention,
- après l'intervention.

a) Organisation avant l'intervention :

b) Organisation au moment du déclenchement de l'intervention :

Cela concerne toute l'activité liée à la préparation de la réparation. Contrairement au dépannage, à chaque fois que cela est possible, la réparation se fait dans l'atelier central plutôt que sur le site. Le travail est ainsi réalisé dans de meilleures conditions. Une réparation méthodique passe nécessairement par les étapes suivantes : diagnostiquer les causes de panne ; expertiser le matériel ; décider si l'intervention doit se faire sur le site ou dans l'atelier de maintenance préparer le poste de travail ; respecter les consignes de sécurité ; rassembler les moyens matériels et humains.

c) Organisation après l'intervention :

Nous avons les mêmes étapes que pour le dépannage, c'est-à-dire : compte rendu de l'intervention, remise en main du matériel, mise à jour du stock, correction de la préparation et exploitation des résultats.

I.14.4. Organisation d'une action de maintenance préventive :

I.14.4.1. Organisation relative à la maintenance préventive systématique :

Ces opérations étant parfaitement stabilisées dans le temps, permettent une organisation rationnelle. Cependant elles doivent être utilisées à bon escient, le critère « coût » étant un élément déterminant dans le choix de cette méthode. Les interventions se faisant à partir d'un échéancier préétabli, la mise en oeuvre des moyens en personnels et en matériels, des procédures de sécurité, des procédures d'intervention (chronologie des opérations, réglages) se fait avec un minimum d'aléas. Les types de travaux entrant dans le cadre de cette maintenance autorisent une préparation rigoureuse, précise et conséquente. La répétitivité de ces tâches permet de rentabiliser facilement l'aspect méthode. Le compte rendu d'intervention est très important notamment pour les opérations de surveillance (inspection et visite) et permettra une exploitation ultérieure. . [1]

I.14.4.2. Organisation relative à la maintenance préventive conditionnelle :

Le choix du matériel où sera appliquée cette méthode étant fait (matériel stratégique d'un processus de production), nous pouvons mettre en évidence les différentes étapes du suivi du matériel en exploitation. Cette méthode de maintenance implique la mise en œuvre de techniques de contrôle en cours de fonctionnement. A ce titre se posent deux questions fondamentales :

- quelle(s) technique(s) utilisée(s) ?

- quelles modalités de mise en œuvre adopter ?

a- Parmi les techniques de contrôle en cours de fonctionnement nous avons : l'analyse des huiles de lubrification, l'analyse des vibrations, l'évaluation et le suivi des performances, la thermographie, etc. La technique vibratoire est celle qui donnera le plus grand nombre de renseignements notamment dans le domaine des machines tournantes.

b- Modalités de mise en œuvre pour une analyse de vibrations :

1. Prendre connaissance des principales causes de vibrations, exemples : balourds, défauts d'alignements, lubrification insuffisante ou/et les caractéristiques mal adaptées, défauts de fixation au sol, perturbations dues à la circulation des fluides, phénomènes de résonance, mauvaise mise à la terre des rotors et des stators pour les moteurs, etc.

2. Identifier la ou les causes les plus probables.

3. Avoir une idée sur la nature des vibrations. Sachant qu'une vibration correspond à un mouvement oscillatoire, ce mouvement peut être périodique, aléatoire ou transitoire.

4. Choisir le facteur le mieux adapté permettant d'interpréter les vibrations. Trois paramètres peuvent décrire une vibration :

- le déplacement qui est la distance parcourue par le point de mesure depuis sa position neutre. Il est proportionnel à la contrainte dans le matériau et se mesure en millimètres (mm) ;

- la vitesse qui est la rapidité à laquelle se déplace le point de mesure. Elle se mesure en millimètres par seconde (mm/s) ;

_ L'accélération qui est la variation de la vitesse avec le temps. Elle est proportionnelle à la force appliquée sur l'objet, et se mesure en mètres par seconde au carré (m/s^2).

Les valeurs de ces trois paramètres sont reliées entre elles par une fonction de la fréquence f et du temps, ce qui permet, en détectant l'accélération, de pouvoir convertir ce signal en terme de vitesse à l'aide d'intégrateurs électroniques.

Les mesures des déplacements sont effectuées pour le contrôle de phénomènes vibratoires à basse fréquence. Les mesures d'accélération sont utilisées pour les détections de phénomènes vibratoires à haute fréquence. Cependant la vitesse de vibration est souvent considérée comme le meilleur paramètre utilisable sur une large gamme de fréquence.

5. Choisir l'accéléromètre sachant que l'accéléromètre idéal devrait avoir une très grande sensibilité, une large gamme de fréquence, un très faible poids.

I.15. CONCLUSION :

La position de la maintenance dans la structure générale de l'entreprise influence considérablement l'efficacité de cette fonction. La maintenance pourra, en fonction de sa position dans la structure générale, obtenir une meilleure coopération des autres fonctions, une meilleure assistance technique ou créer davantage d'intérêt de la part de la direction. La place de la maintenance dans la structure générale de l'entreprise (ou dans l'organigramme de l'entreprise), ainsi que son organisation interne, dépendent principalement des paramètres suivants : la taille de l'entreprise ; la nature de son activité ; la technologie et la complexité des équipements, installations et matériels exploités la qualité et la technologie du produit fabriqué ou du service rendu ; la politique choisie.

Chapitre II : généralités sur l'autoclave et générateur d'hémodialyse

II.1.Introduction :

Le domaine du biomédical ne cesse de progresser et de gagner du terrain à travers les dispositifs médicaux (DM) qui sont indispensables pour les médecins afin d'établir un diagnostic. C'est dans ce cadre que les besoins en techniciens supérieurs et ingénieurs on maintenance sont de plus en plus importants.

II.2.Définition d'un autoclave :

L' autoclave est un appareil destiné à éliminer les micro-organismes présents sur des objets utilisés à des fins de diagnostic, de traitement ou de surveillance dans les établissements de santé (hôpitaux, laboratoires). Il est de même largement utilisé dans l'industrie alimentaire et dans l'industrie pharmaceutique. Au laboratoire, les matériels et autres objets sont stérilisés pour :

1. Préparer le matériel nécessaire aux cultures bactériologiques (tubes à essais, pipettes, boîtes de Pétri, etc.) afin d'éviter qu'il ne soit contaminé.
2. Préparer les instruments utilisés pour prélever les échantillons. (Tous doivent être stériles : aiguilles, tubes, récipients).
3. Stériliser le matériel contaminé.

II.3.Les type d'autoclave :

Il existe des autoclaves de différentes tailles. Les plus petits sont de type pour paillasse et les plus grands sont des appareils complexes qui nécessitent une réinstallation soignée. Le volume de la cuve de stérilisation est pris comme référence est mesuré en décimètres cubes (dm³) ou en litres (l). C'est ce volume qui détermine la taille de l'autoclave. Selon le mode de contrôle du fonctionnement des autoclaves, ceux-ci peuvent se classer en modèles manuels, semi-automatiques ou entièrement automatiques. [2]

II.4.Principes de fonctionnement :

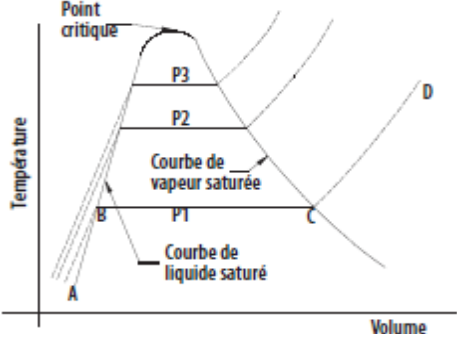
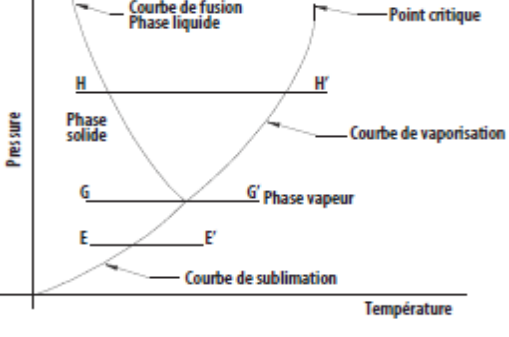
Les autoclaves utilisent les propriétés thermodynamiques de l'eau, qui peut être considérée comme une substance pure.

Dans les conditions normales (au niveau de la mer et sous une pression de 1 atmosphère), l'eau (en phase liquide) bout et se transforme en vapeur (phase gazeuse) à 100 °C. Si la

pression diminue, l'eau bout à une température plus basse. Si la pression augmente, elle bout à une température plus élevée.

En contrôlant la pression de la vapeur d'eau, l'autoclave peut, dans sa cuve hermétique, atteindre des températures dépassant 100 °C ; inversement, en contrôlant la température, il peut atteindre des pressions supérieures à la pression atmosphérique.

Les graphiques ci-dessous montrent le comportement de l'eau dans diverses conditions de température et de pression. Les autoclaves utilisent la vapeur saturée sous pression (avec un titre en vapeur supérieur à 98 %) pour transmettre de l'énergie thermique aux éléments à stériliser. Cette méthode est généralement appelée stérilisation par la vapeur ou stérilisation par la chaleur humide. Cette méthode est principalement utilisée pour son efficacité, sa rapidité et son faible coût. Cependant, tout ne peut pas être stérilisé par la chaleur humide. Pour les éléments craignant la chaleur et l'humidité, d'autres méthodes de stérilisation ont été élaborées. Au laboratoire, on utilise les autoclaves à vapeur et les étuves fonctionnant à la chaleur sèche (en l'absence d'humidité).

Courbe température/volume	Courbe pression/température
	
<p>1. Ce graphique montre deux courbes définies : la courbe de liquide saturé (courbe de gauche) et la courbe de vapeur saturée (courbe de droite).</p>	<p>1. Ce graphique montre le comportement de l'eau et les relations entre les phases solide, liquide et gazeuse selon les conditions de température et de pression.</p>
<p>2. Lorsque la pression augmente, la température augmente aussi. (Voir les lignes P1, P2, P3, avec $P3 > P2 > P1$).</p>	<p>2. La courbe de sublimation montre que dans des conditions déterminées, si de la chaleur est transférée à la phase solide, celle-ci peut se transformer directement en phase vapeur (segment E-E') sans passer par la phase liquide.</p>

3. A gauche de la courbe de liquide saturé, l'eau se trouve à l'état liquide (segment A-B). Lorsqu'il y a transfert de chaleur, la température du liquide augmente, passant de la température A à la température B.	3. La courbe de fusion montre que dans des conditions déterminées, lorsqu'il y a transfert de chaleur vers l'eau, la phase solide se transforme en phase liquide et si le transfert de chaleur se poursuit, en phase vapeur (segment H-H').
4. Entre la courbe de liquide saturé et la courbe de vapeur saturée (segment B-C), il y a un mélange de phase liquide et de phase vapeur, et la température reste constante. Plus on se rapproche du point C, plus le titre en vapeur est élevé.	4. La courbe de vaporisation montre dans quelles conditions de température l'eau passe de la phase liquide à la phase vapeur.
5. A droite de la courbe de vapeur saturée, toute l'eau se trouve en phase vapeur (segment C-D).	5. Le point d'intersection des trois courbes est appelé point triple. Dans ces conditions, les trois phases coexistent en équilibre.

Tableau II.1: Le Fonctionnement d'autoclave. [2]

II.5. Coupe transversale d'un autoclave à vapeur :

La figure 01 montre les principaux éléments du système de vapeur d'un autoclave. Pour une meilleure lisibilité, les parties normalement situées autour de l'autoclave (leur emplacement exact dépend du fabricant) ont été représentées au-dessus et au-dessous du corps de l'autoclave.

II.5.1. Description des éléments figurant sur le schéma :

On trouvera ci-dessous une description succincte des éléments les plus courants du circuit de vapeur d'un autoclave. Les numéros de la liste ci-dessous correspondent à ceux de la Figure 01. Il est à noter que la configuration de ces éléments varie selon le modèle et le fabricant. [3]

1. **Soupape de sécurité :** Dispositif qui empêche la pression de vapeur de dépasser une valeur déterminée. Les fabricants installent une soupape de sécurité dans la cuve de stérilisation et dans la double enveloppe.
2. **Manomètre de la cuve. :** Dispositif mécanique qui indique la pression de vapeur à l'intérieur de la cuve de stérilisation.
3. **Manomètre de la double enveloppe (jauge de pression) :** Dispositif mécanique qui indique la pression de vapeur à l'intérieur de la double enveloppe de l'autoclave.

- 4. Porte de l'autoclave :** Dispositif qui permet à la cuve de stérilisation d'être isolée de l'environnement extérieur.

Elle possède normalement des dispositifs de sécurité qui empêchent de l'ouvrir lorsque la cuve est sous pression. Elle est également munie de joints qui empêchent la vapeur de sortir de l'appareil pendant le fonctionnement. Les portes de l'autoclave peuvent être actionnées manuellement ou par un système électro mécanique.

- 5. Poignée de la porte :** Dispositif qui, sur certains appareils, permet à l'opérateur d'ouvrir et de fermer la porte. En général, les autoclaves de grand volume ont une porte actionnée par un dispositif motorisé.

- 6. Cuve de stérilisation :** Aussi appelée chambre de stérilisation. Espace où les objets ou matériels à stériliser sont déposés. Lorsque la porte est fermée, la cuve est isolée de l'extérieur. Lorsque le processus de stérilisation est en cours, l'espace est occupé par de la vapeur sous pression.

- 7. Tuyau d'évacuation du liquide de condensation de la cuve :** Conduite qui permet de recueillir le liquide de condensation qui se forme dans la cuve de stérilisation par suite du transfert de chaleur entre la vapeur et les objets à stériliser.

- 8. Thermomètre :** Instrument qui indique la température à laquelle le processus de stérilisation s'effectue à l'intérieur de la cuve de l'autoclave.

- 9. Tuyau d'évacuation du liquide de condensation de la double enveloppe :** Conduite permettant d'évacuer le liquide de condensation qui se forme à l'intérieur de la double enveloppe par suite du transfert de chaleur entre la vapeur et les parois de la double enveloppe.

- 10. Soupape d'évacuation de la vapeur en fin de cycle :** Lorsqu'un cycle de stérilisation est achevé, la vapeur est évacuée de l'autoclave selon des procédures contrôlées.

- 11. Réducteur du tuyau d'évacuation de la vapeur pour les cycles de stérilisation de liquides :** Dispositif mécanique qui limite le passage de la vapeur pendant un cycle de stérilisation de produits liquides pour permettre à la température de baisser de façon contrôlée et d'empêcher les liquides stérilisés de bouillir.

12. Tuyau d'évacuation de la vapeur pour les cycles de stérilisation de liquides : Trajet suivi par la vapeur lors d'un cycle de stérilisation de produits liquides, en passant par le réducteur décrit ci-dessus.

13. Tuyau d'évacuation de la vapeur pour les cycles de stérilisation rapide : Trajet suivi par la vapeur lors d'un cycle de stérilisation rapide.

14. Conduite d'alimentation de la cuve en vapeur : Conduite qui alimente l'autoclave en vapeur. Cette conduite possède des commandes et des accessoires qui permettent à la vapeur d'atteindre l'autoclave dans les conditions stipulées pour le cycle de stérilisation.

15. Robinet d'admission d'air avec filtre : Dispositif permettant l'entrée d'air filtre à la fin du cycle de stérilisation. Il sert à équilibrer la pression de la cuve de stérilisation avec celle de l'atmosphère.

16. Double enveloppe : Espace entourant la cuve de stérilisation et dans lequel circulent de la vapeur. Ce système sert à transférer la chaleur à la cuve et à réduire la condensation. La double enveloppe est reliée à la cuve et au tuyau de vidange par des conduites contrôlées par des électrovannes. Tous les autoclaves ne possèdent pas une double enveloppe. Certains fabricants la remplacent par des résistances disposées autour de la cuve de stérilisation.

17. Vanne de régulation de l'admission de vapeur : Dispositif mécanique qui contrôle la pression à laquelle la vapeur pénètre dans l'autoclave. Selon le cycle choisi, la pression et la température seront différentes. Plus la pression sera forte, plus la température sera élevée. Moins la pression sera forte, moins la température sera élevée.

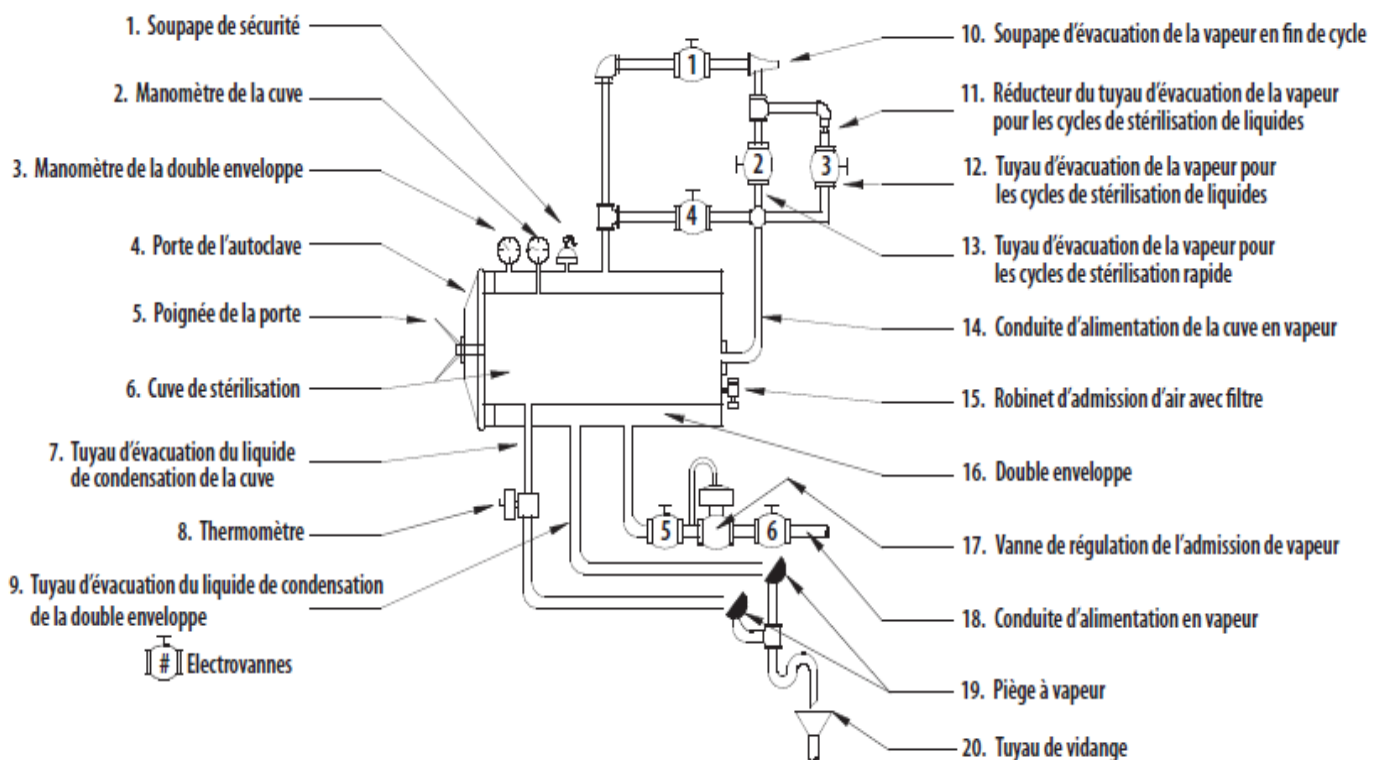


Figure II.1 : circuit de vapeur d'un autoclave

18. Conduite d'alimentation en vapeur : Conduite qui transporte la vapeur de la chaudière ou du générateur de vapeur à l'autoclave.

19. Piège à vapeur. Dispositif destiné à exploiter au maximum l'énergie thermique de la vapeur. Il a pour fonction d'empêcher la vapeur de s'échapper du système. Le piège permet uniquement la sortie du liquide de condensation formé dans la cuve, la double enveloppe et les tuyaux de l'autoclave.

20. Tuyau de vidange. Tuyau de collecte et d'évacuation du liquide de condensation produit dans l'autoclave.

II.6. Utilisation de l'autoclave :

On trouvera ci-dessous le mode d'emploi général des autoclaves. Certaines procédures pourront varier selon le degré d'automatisation de l'appareil.

1. Vérifier que le système d'enregistrement est muni des formulaires et/ou du papier nécessaires pour documenter le déroulement du cycle de stérilisation. Renouveler tout élément manquant (encre, formulaires, etc.).

2. Mettre l'autoclave sur ON.

3. Ouvrir la porte de l'autoclave. Dans les autoclaves de grand volume, cette opération se fait par un processus électromécanique. Elle est souvent manuelle dans les autoclaves de moyen et faible volume.

4. Mettre dans la cuve les paniers ou les récipients de stérilisation contenant le matériel préparé au préalable

(Nettoyé, lavé, séché, classé et emballé), selon les recommandations du fabricant concernant la répartition des objets à stériliser.

5. Fermer la porte de l'autoclave.

6. Sélectionner le cycle de stérilisation requis en fonction du type d'objets ou de matériels à stériliser. En général, on appuie sur un bouton correspondant au cycle voulu et celui-ci démarre automatiquement. A partir de ce moment, le processus se déroule comme suit :

a) La phase de prétraitement commence. Au cours de cette phase, des cycles courts d'évacuation et d'injection de vapeur dans la cuve de stérilisation se succèdent de façon à extraire l'air et à stériliser l'emballage protecteur des objets.

b) Lorsque l'air a été éliminé, le remplissage et la pressurisation de la cuve commencent. A ce moment, la vapeur entre en contact avec les objets à stériliser et un processus de transfert de la chaleur se met en place entre la vapeur à haute température et les articles à stériliser. Lors du transfert d'énergie thermique, une partie de la vapeur se condense et se transforme en

eau liquide dans les couches extérieures du matériau d'emballage, en perdant une partie importante de son volume. On peut alors faire entrer davantage de vapeur dans la cuve de stérilisation, ou elle pénétrera encore plus dans les emballages des articles. A la fin, la vapeur environne complètement les articles à stériliser, et la pression et la température de fonctionnement s'établissent.

c) Une fois ces conditions obtenues, le temps effectif de stérilisation (en fonction du type d'objets ou de matériel à stériliser) commence. Plus la température et la pression sont élevées, plus le temps nécessaire à la stérilisation est court.

d) Une fois que la durée de stérilisation programmée est atteinte, un processus de post-traitement se met en route. Il comporte d'abord une dépressurisation de la cuve, normalement réalisée avec l'aide du système d'évacuation et de séchage qui utilise la chaleur transférée de la double enveloppe à la cuve de stérilisation. En faisant baisser la pression, on atteint la température à laquelle s'évaporera tout résidu du liquide qui aurait pu se former sur les objets pendant la dépressurisation. On descend jusqu'à un vide égal à 10 % de la pression atmosphérique, que l'on maintient pendant un certain temps. Lorsqu'on stérilise des liquides, on ne fait pas le vide, mais on évacue la vapeur de façon contrôlée au moyen d'un réducteur pour éviter qu'une ébullition se produise dans les récipients autoclaves.

e) Enfin, on laisse entrer l'air par des robinets munis de filtres à haute efficacité jusqu'à ce que la pression dans la cuve de stérilisation s'égalise avec la pression atmosphérique. Le cycle de stérilisation est alors achevé.

7. Ouvrir la porte de l'autoclave.

8. Sortir le matériel stérilisé.

9. Refermer la porte de l'autoclave une fois le matériel enlevé, pour conserver la chaleur à l'intérieur de la cuve et faciliter le cycle de stérilisation suivant.

10. Ranger de façon appropriée le matériel stérilisé.

II.7.Cycles de stérilisation :

Le processus de stérilisation se déroule selon des cycles prédéfinis correspondant au type d'articles à stériliser. Il existe des cycles différents pour les matériaux poreux, les instruments chirurgicaux, les liquides, et les matériels sensibles à la chaleur. Les principaux, qui sont des cycles de stérilisation à des fins cliniques, s'effectuent dans les conditions suivantes : 121 °C/1,1 kg/cm² ou 134 °C/2,2 kg/cm². Le tableau suivant indique leurs principales Caractéristiques.

Cycle N°	Matériel a Stériliser	Température (°C)	Pression (kg/cm ²)	Courbe type
1	<ul style="list-style-type: none"> • Charges poreuses • Textiles • Instrument s'emballés • Tubes 	135	2,2	
2	<ul style="list-style-type: none"> · Instruments non emballés · Ustensiles · Verrerie · Récipients ouverts 	135	2,2	
3	<ul style="list-style-type: none"> · Produits thermosensibles · Caoutchouc · Plastique 	121	1,1	
4	<ul style="list-style-type: none"> · Liquides dans des récipients ouverts ou semi-fermes. (*) 	121	1,1	
Convention	A : Prétraitement. Alternance de cycles de vide et d' injection de vapeur. (Processus 1, 2, 3).			
	Process 4 : Stérilisation.			
	C : Post-traitement (Processus 5 : vide et séchage).			
	D : Pressions interne et externe totalement équilibrées.			
	Note : Le processus pour les produits liquides ne comporte pas de phase de vide après la stérilisation. Le refroidissement est naturel			

Tableau II.2: les cycles de stérilisations

II.8. Conditions requises pour l'installation :

Pour que l'autoclave fonctionne correctement, les conditions suivantes doivent être remplies :

1. Un espace bien ventilé permettant d'évacuer la chaleur et l'humidité générées pendant le fonctionnement de l'appareil. Il faut également un espace libre à l'arrière et sur les côtés de l'appareil pour la maintenance technique. Cet espace doit être d'au minimum 0,80 m. Selon le modèle d'autoclave, il faudra prévoir un aménagement complémentaire pour assurer son bon fonctionnement. Le schéma de la figure 3 montre l'espace nécessaire autour de l'autoclave. A proximité immédiate de l'appareil en fonctionnement, la température peut dépasser 70 °C. Le plancher doit être bien horizontal et réalisé en matériaux résistants à la chaleur et à l'humidité.
2. Une prise de courant capable de supporter la consommation électrique de l'appareil. Si l'autoclave est autonome, c'est-à-dire s'il possède son propre générateur de vapeur, le branchement électrique doit être étudié en détail car la puissance nécessaire pourrait être nettement augmentée. La puissance nécessaire pour que le générateur de vapeur fonctionne est en général de 21, 38 ou 48 kW et même plus. La prise doit être équipée des éléments de sécurité et de protection requis. Les autoclaves nécessitent en général une alimentation en 220 V/60 Hz ou en courant triphasé 380 V/60 Hz VB.
3. Une prise d'eau capable de supporter la consommation de l'appareil en volume et en pression : plus la capacité de l'autoclave est grande, plus la consommation d'eau sera importante. L'eau alimentant l'autoclave devra être traitée pour éliminer les solides en suspension, qui pourraient nuire au fonctionnement des électrovannes et des dispositifs électro hydrauliques
4. Certains stérilisateurs nécessitent une alimentation en air comprimé car leurs commandes sont régies par la pression. En général, la pression nécessaire varie entre 5×10^5 et $9,9 \times 10^5$ Pa. Le schéma ci-dessous montre l'installation minimum (vanne d'arrêt, filtre et manomètre).

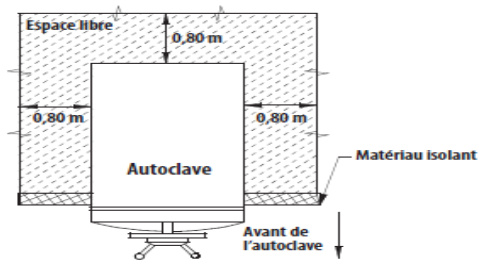


Figure II.2 : Alimentation en air comprimé

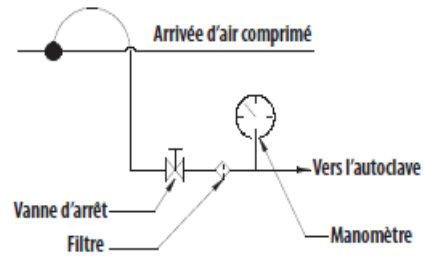


Figure II.3 : Espace nécessaire autour l'autoclave

5. Un système de vidange conçu pour recueillir l'eau chaude. air comprimé.
6. Une alimentation en vapeur. Si l'autoclave ne possède pas son propre générateur de vapeur, il doit être alimenté par le système central de production de vapeur de l'établissement (salle des machines, chaudière). L'installation doit répondre aux spécifications requises : vanne d'arrêt, filtre et manomètre ainsi qu'une installation appropriée pour recueillir le condensat avec un filtre et un piège à vapeur, comme indiqué sur la figure II.4. [3]

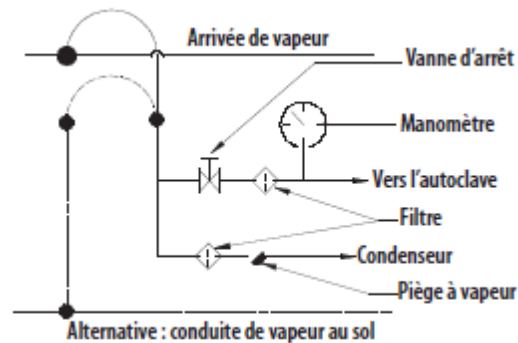


Figure II.4 : Alimentation en vapeur

7. L'autoclave doit être utilisé exclusivement par un personnel qualifié spécialement formé à ces types de procédures.

II.9. Hémodialyse :

L'hémodialyse consiste à utiliser un autre support que le rein pour épurer l'organisme de l'eau et des substances toxiques accumulées en raison de l'incapacité des reins détruits à assurer cette fonction comme le générateur.



Figure. II.5. Un patients hémodialysé

II.10. Chaîne de production d'eau pour hémodialyse :

La bonne qualité de l'eau qui arrive aux machines de dialyse est essentielle pour la sécurité des patients.

L'eau qui arrive dans les services de dialyse est la même que celle qui arrive dans toutes les habitations de la ville. Cette eau doit donc subir un traitement spécial et compliqué avant d'arriver aux générateurs d'hémodialyse.

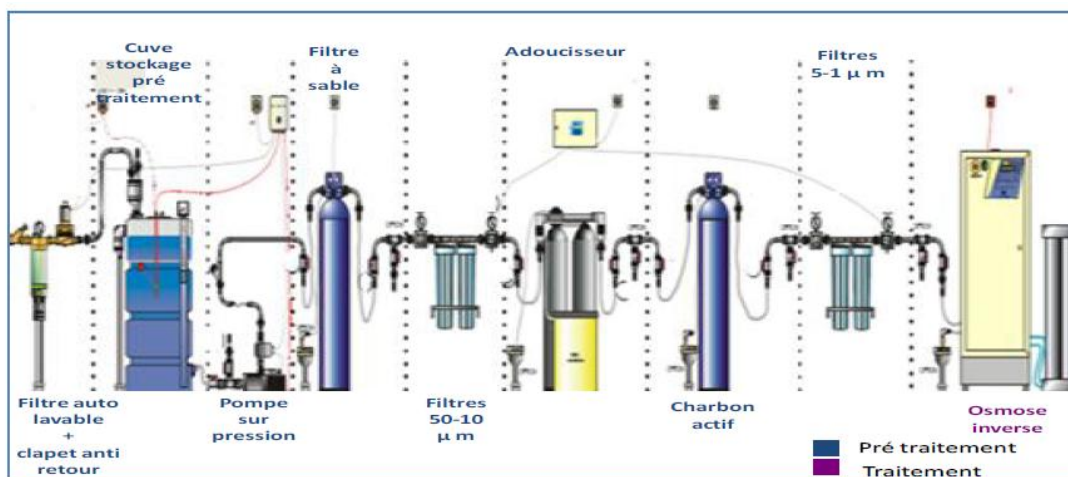


Figure II.6: Schéma d'une chaîne de traitement d'eau pour hémodialyse

II.10.1.Prétraitement

Les techniques classiquement utilisées sont :

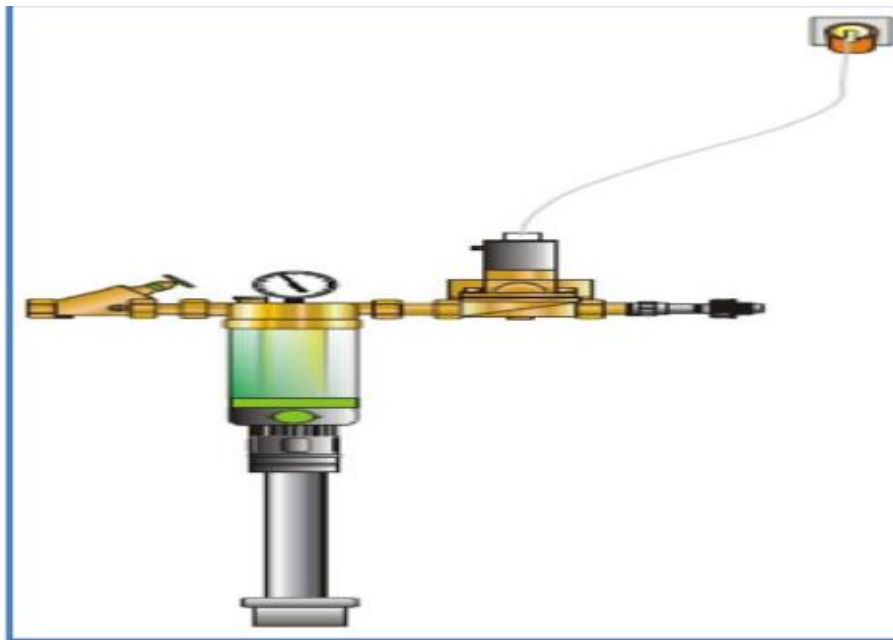
a. Filtration

Elle est utilisée pour réaliser une séparation liquide-solide afin de protéger les installations d'osmose inverse, d'ultrafiltration et les générateurs de dialyse qui sont très sensibles au pouvoir colmatant de l'eau qui les alimente.

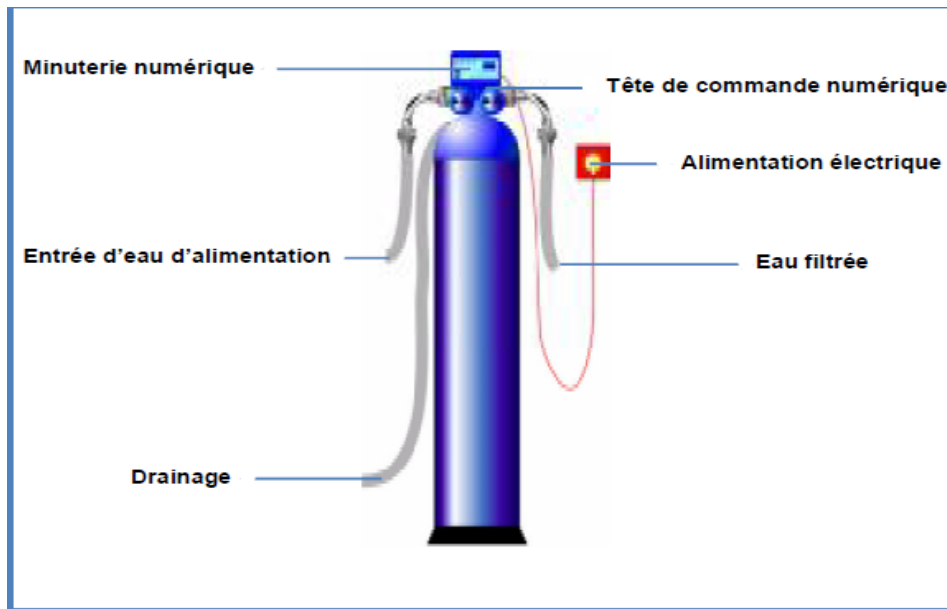
Des filtres destinés à retenir des particules insolubles sont disposés à différents niveaux de la chaîne de prétraitement (filtre auto lavable, filtre à sable, les filtres 50-10 μm et 5-1 μm) (fig7-8). Ils sont placés en amont de chaque constituant de la chaîne de prétraitement. (Exemple : des filtres de 5 et 1 μm sont utilisés pour retenir les fines particules de charbon actif qui pourraient colmater les membranes de l'osmoseur).

Les cartouches de filtration sont caractérisées par leur seuil de rétention ainsi que par le taux de perte de charge qu'elles génèrent. Une fois cette valeur dépassée, la cartouche doit être remplacée, le fabricant mentionnant alors une perte de charge incompatible avec un bon fonctionnement.

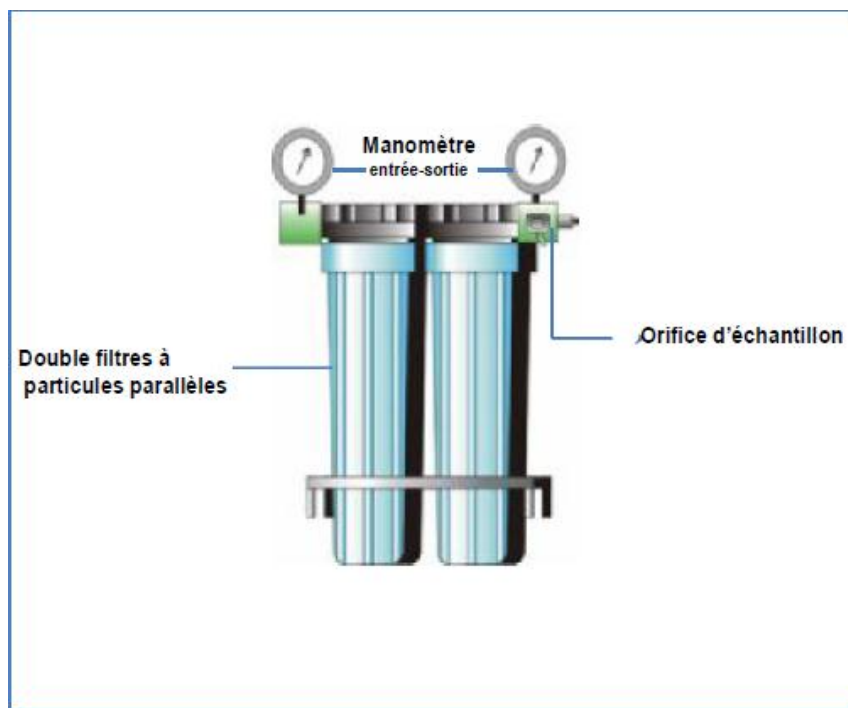
Le principal problème de cette technique, certes simple, est la contamination bactérienne des filtres. La désinfection périodique des cartouches est donc nécessaire.



FigureII.7 : Filtre auto lavable



FigureII.8 : Filtre à sable



FigureII.9 : Double filtres à particules parallèles 2 x 10 microns + 2 x 50 microns

b. Utilisation d'adoucisseurs :

Les adoucisseurs réduisent la dureté de l'eau, non seulement afin d'empêcher le « syndrome de l'eau dure » chez les patients dialysés, mais aussi pour protéger les membranes d'osmose inverse très fragiles (fig.10).

La quantité de sels de Ca et Mg est mesurée par le degré TH (total hardness).

L'objectif des adoucisseurs est de ramener le degré TH de l'eau pré traitée à 0.

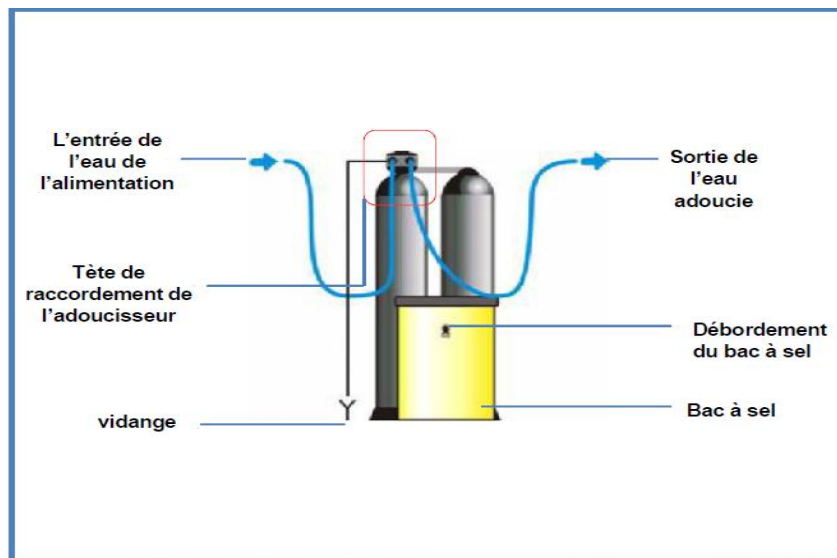


Figure II.10 : Schéma d'un adoucisseur

En pratique, il existe deux adoucisseurs fonctionnant en alternance constitués d'une résine cationique cédant ses ions sodium pour retenir les ions calcium, magnésium et autres cations polyvalents. Quand tout le sodium a été échangé, la résine est dite saturée et doit être régénérée au moyen d'une solution concentrée de chlorure de sodium (fig11-12).

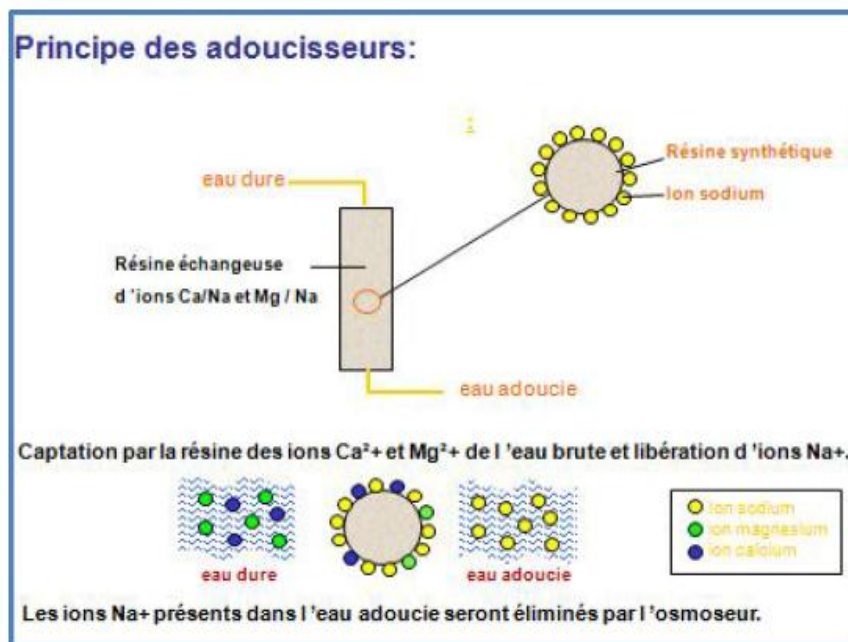


Figure II.11: Mode d'action des adoucisseurs

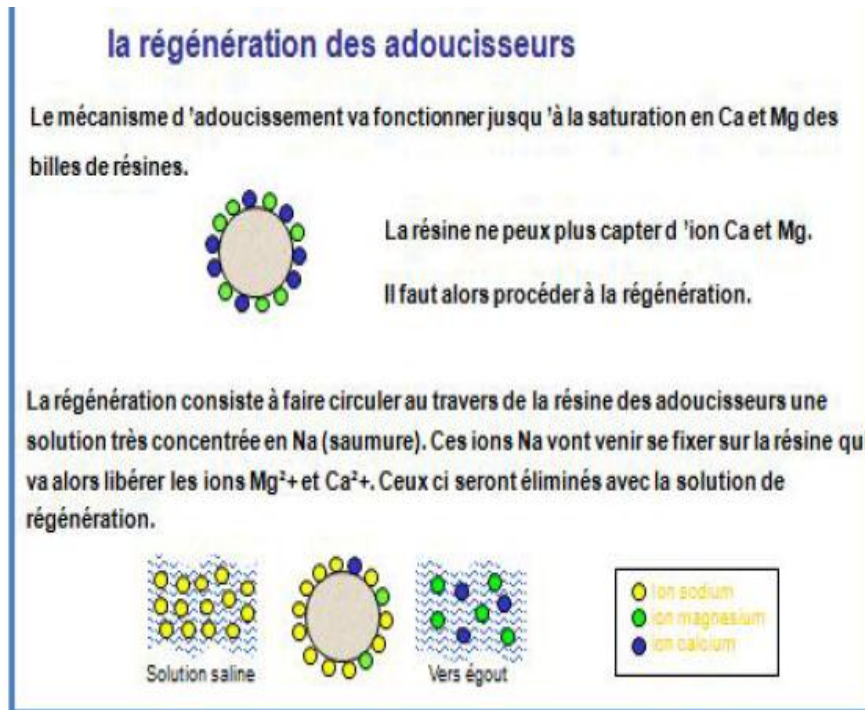


Figure II.12 : Principe de régénération des adoucisseurs

c. Filtration sur charbon actif :

Les filtres de charbon actif retiennent, par adsorption, les substances organiques dissoutes tels les composés aromatiques et les hydrocarbures substitués (Fig13).

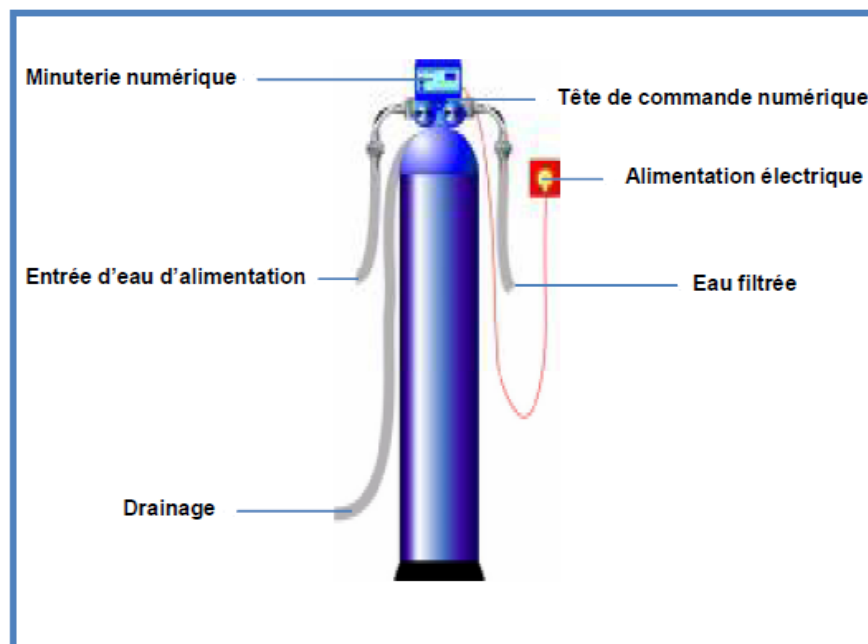


Figure II.13: Schéma d'un charbon actif

Ces filtres permettent :

- L'élimination des micropolluants organiques ainsi que les traces de métaux lourds.
- La déchloration de l'eau par catalyse de la réaction d'oxydation de l'eau par le chlore libre :

$$\text{CL}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{HCL} + \frac{1}{2} \text{O}_2$$
- La catalyse de la décomposition des chlora mines en azote et acide chlorhydrique.

Les cartouches de charbon activé ne peuvent pas être régénérées et doivent être changées une fois saturées.

La présence de chlore à la sortie de la cartouche est une preuve de saturation.

Les filtres de charbon actif peuvent être sujets à la colonisation et à la prolifération bactérienne. L'efficacité d'une désinfection chlorée sur un filtre de charbon actif au pouvoir catalytique est douteuse. La désinfection et l'entretien du circuit en amont du filtre, et le changement régulier du filtre sont des armes qui ont fait leur preuve contre la prolifération bactérienne.

II.10.2. Traitement :

a. Unité d'osmose inverse :

L'osmose inverse consiste à appliquer sur la solution à purifier une pression supérieure à la pression osmotique, obligeant le solvant à aller de la solution la plus concentrée vers la solution la moins concentrée. Un montage en double osmose est souvent utilisé en traitement d'eau pour hémodialyse, d'une part pour limiter les risques liés à une défaillance du premier module, et d'autre part pour augmenter le degré d'épuration des contaminants et produire une eau ultra pure (Fig14-15).

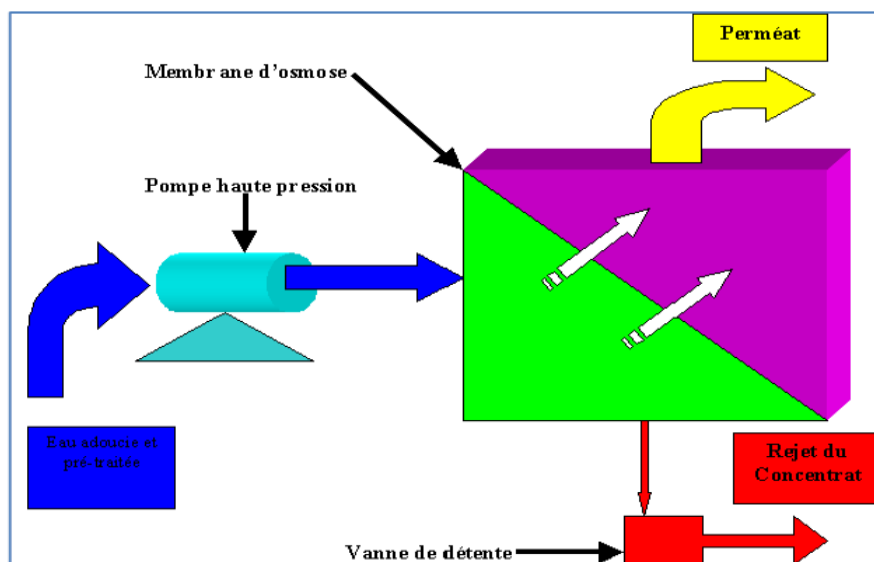


Figure II.14: Modélisation d'une osmose inverse simple

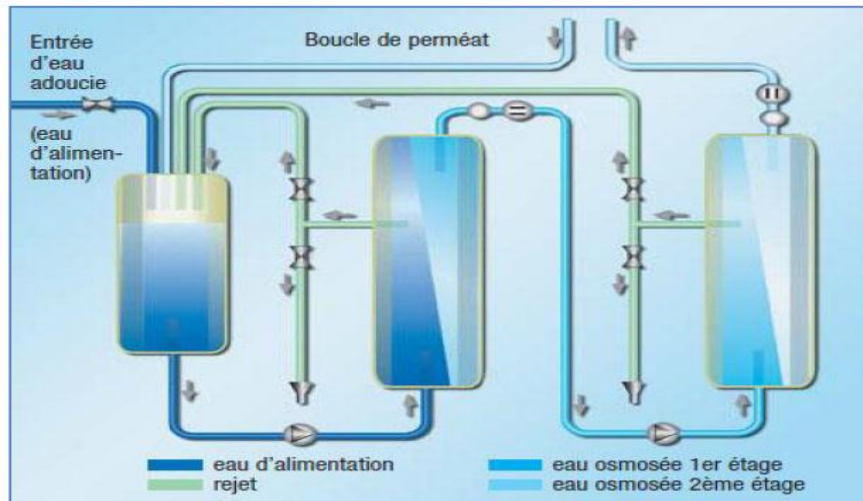


Figure II.15 : Mode de fonctionnement de la double osmose

b. Ultrafiltration :

Cette technique peut traiter l'eau (en aval de l'osmoseur) ou le dialysat (au niveau du générateur) car elle ne modifie pas la composition ionique du liquide filtré. Elle permet par contre d'éliminer tout micro-organisme ou endotoxine.

II.11. Générateur de dialyse :

II.11.1. Définition :

C'est le rein artificiel du patient dialysé. La machine assure par l'intermédiaire d'une pompe à sang la circulation du sang contenu dans le circuit extracorporel.

Des alarmes de pression, de débit, de température, un détecteur d'air assurent la sécurité de son utilisation

II.11.2. Organisation de l'appareil d'hémodialyse :

L'appareil d'hémodialyse est conçu de manière à procurer un rendement fonctionnel.

L'arrière de l'appareil abrite les connexions d'eau, de vidange et d'électricité. Placés à l'arrière de l'appareil, les canalisations d'eau et le cordon d'alimentation électrique ne risquent pas de gêner lors du traitement.

L'avant de l'appareil comporte toutes les commandes auxquelles l'utilisateur doit accéder pendant l'hémodialyse. Il comporte trois sections principales. La partie supérieure comprend le panneau de commande et abrite l'ordinateur qui exécute le programme associé au traitement. La partie médiane contient les modules chargés d'assurer, en toute sécurité, la

circulation du sang vers l'entrée et la sortie du dialyseur. C'est là que les concentrés composant le dialysat sont mélangés et envoyés au dialyseur.

Les figures suivantes présentent les vues avant et arrière de l'appareil d'hémodialyse, ainsi qu'une brève description des caractéristiques. Il est important de vous familiariser avec l'emplacement et le rôle de ces caractéristiques.

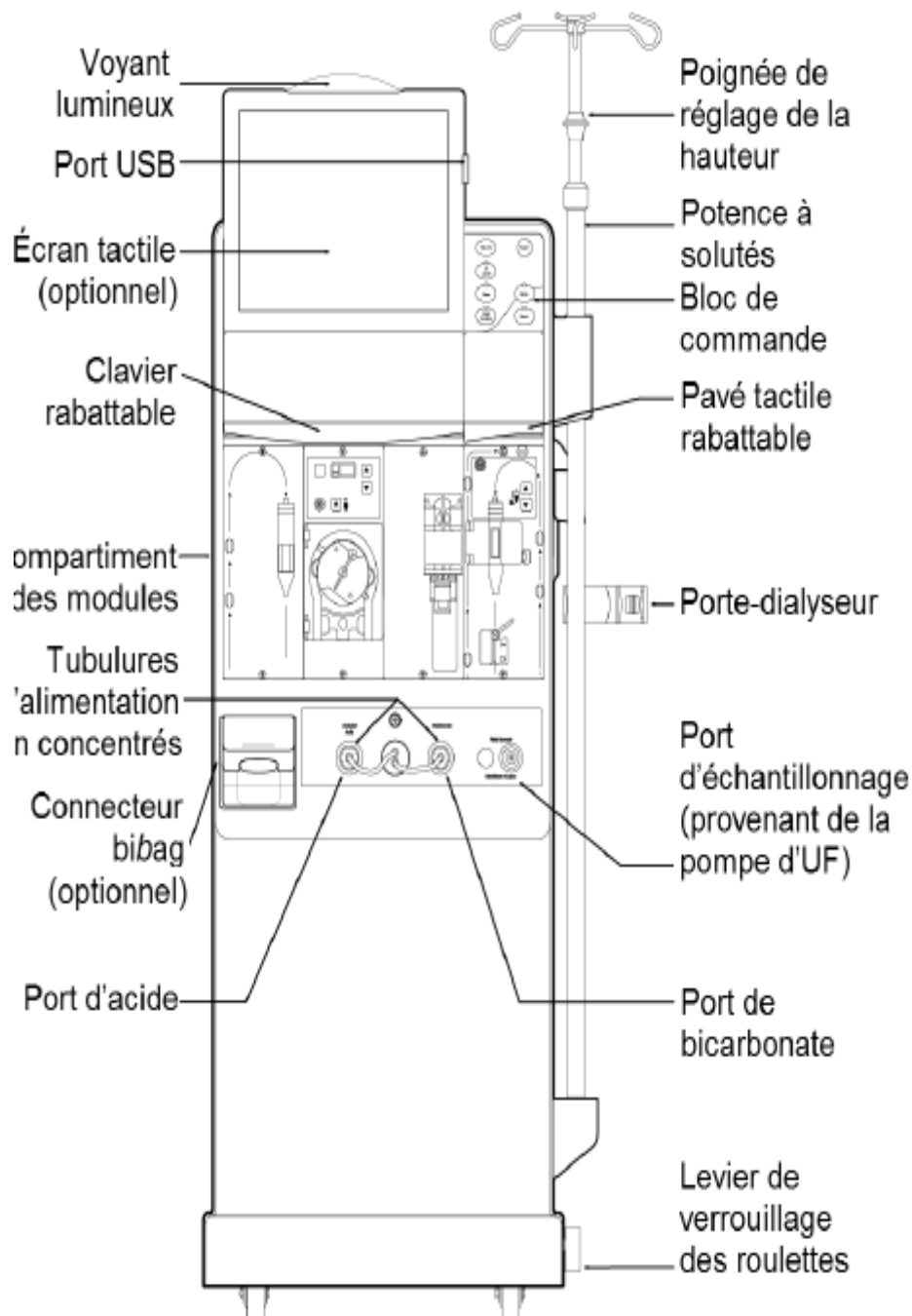


Figure II.16 : Appareil d'hémodialyse - Vue avant

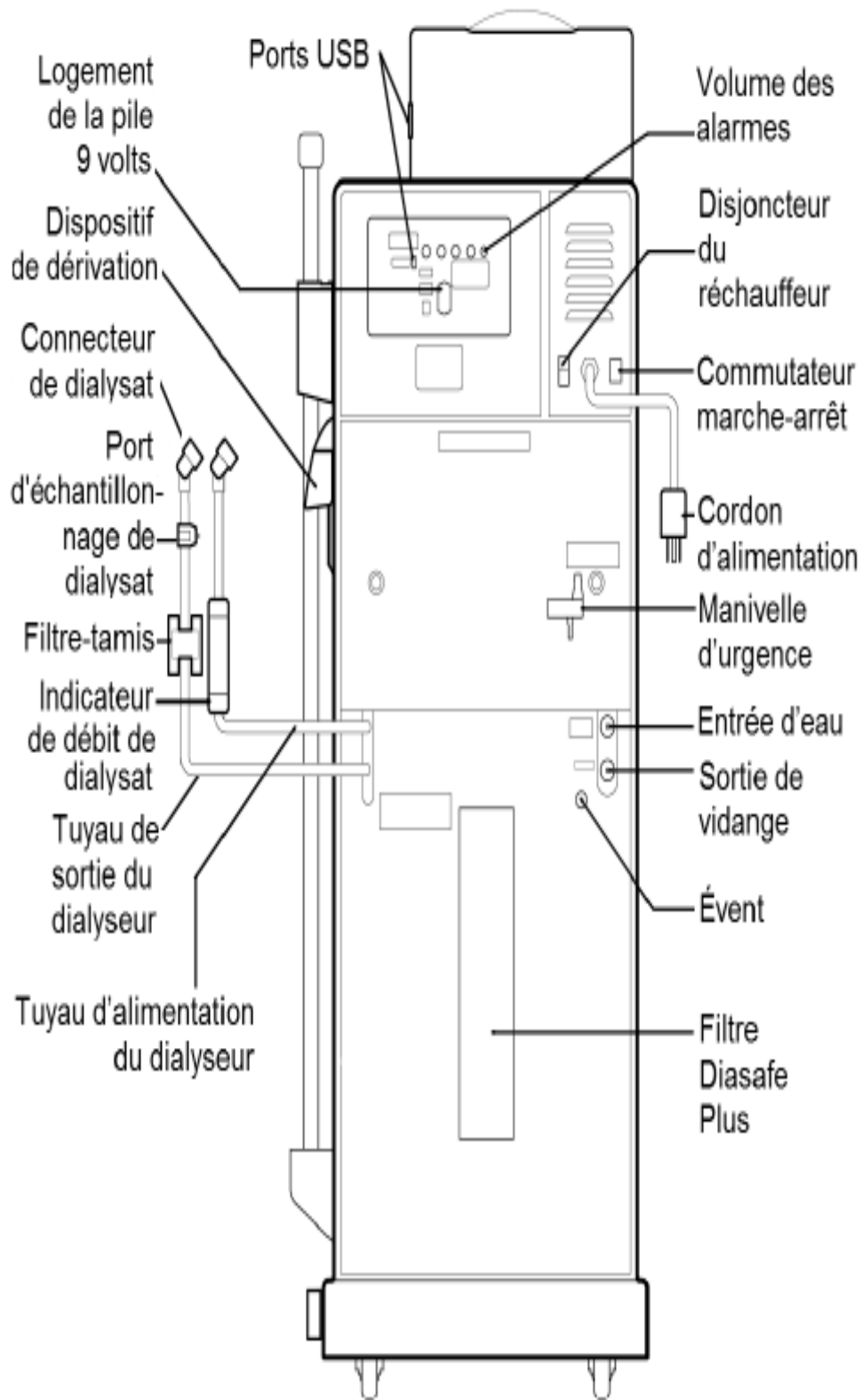


Figure II.17. Appareil d'hémodialyse-Vue arrière

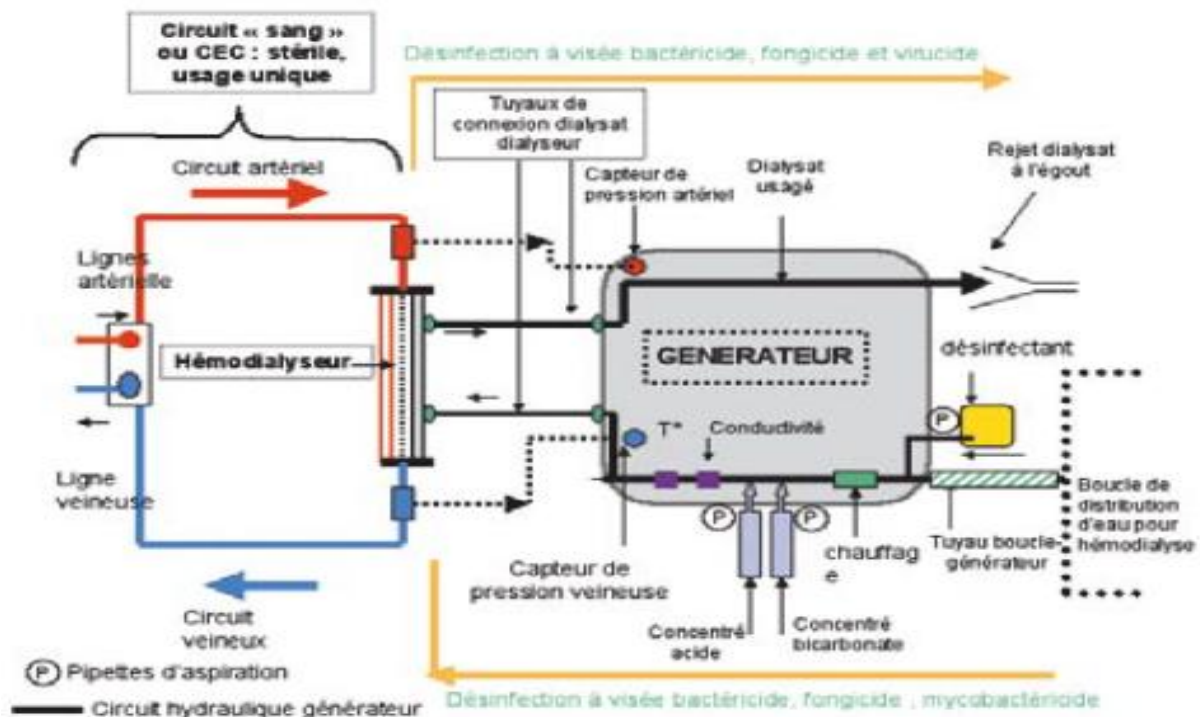


Figure II.18: Représentation schématique des constituants d'un générateur d'hémodialyse.

II.11.3. Fonctionnement de l'appareil d'hémodialyse :

L'appareil d'hémodialyse est conçu pour administrer le traitement d'hémodialyse en contrôlant et en surveillant le circuit de dialysat et le circuit sanguin extracorporel.

Dans le circuit sanguin extracorporel, le sang circule continuellement du patient au dialyseur, où sont filtrées les toxines par passage à travers une membrane semi-perméable, avant de retourner au patient. Pendant ce processus, la pression artérielle, la pression veineuse, ainsi que la présence d'air et de sang dans le circuit extracorporel, sont constamment surveillées.

L'appareil d'hémodialyse permet également l'administration continue d'héparine tout au long du traitement.

Dans le circuit de dialysat, les concentrés de dialysat sont mélangés avec de l'eau purifiée, chauffés, dégazés et envoyés vers le dialyseur. Les chambres d'équilibrage assurent l'équilibre volumétrique des débits de dialysat entrant et sortant du dialyseur, afin de maîtriser l'ultrafiltration.

III.1.Introduction :

La maintenance des équipements biomédicaux est un sujet d'actualité qui préoccupe continuellement les structures de santé. La bonne gestion de la maintenance des dispositifs médicaux est un élément essentiel à la vie d'un établissement de santé, notamment dans le cadre de la continuité de fonctionnement des services.

Dans ce chapitre on a précisé notre étude de maintenance juste sur deux équipements : le générateur d'hémodialyse et l'autoclave, commençant par l'autoclave.

III.2.Maintenance de l'autoclave AMSCO STERIS :

III.2.1.Maintenance corrective :

Les alarmes relatives à l'équipement étudié dans ce présent mémoire, étant aussi diverses que variées, fait que l'étude détaillée de l'intégralité des alarmes risque de déborder par rapport au cadre du mémoire ; c'est pour cette raison qu'on a choisis quelques exemples pour illustrer ce second volet de la maintenance.

Les pannes liées à l'autoclave **STERIS AMSCO** peuvent survenir, soit pendant le cycle, soit en dehors du cycle.

Les pannes sont indiquées visuellement par un écran tel que représenté à la (**Figure III.1**), et par des alarmes sonores.[5]

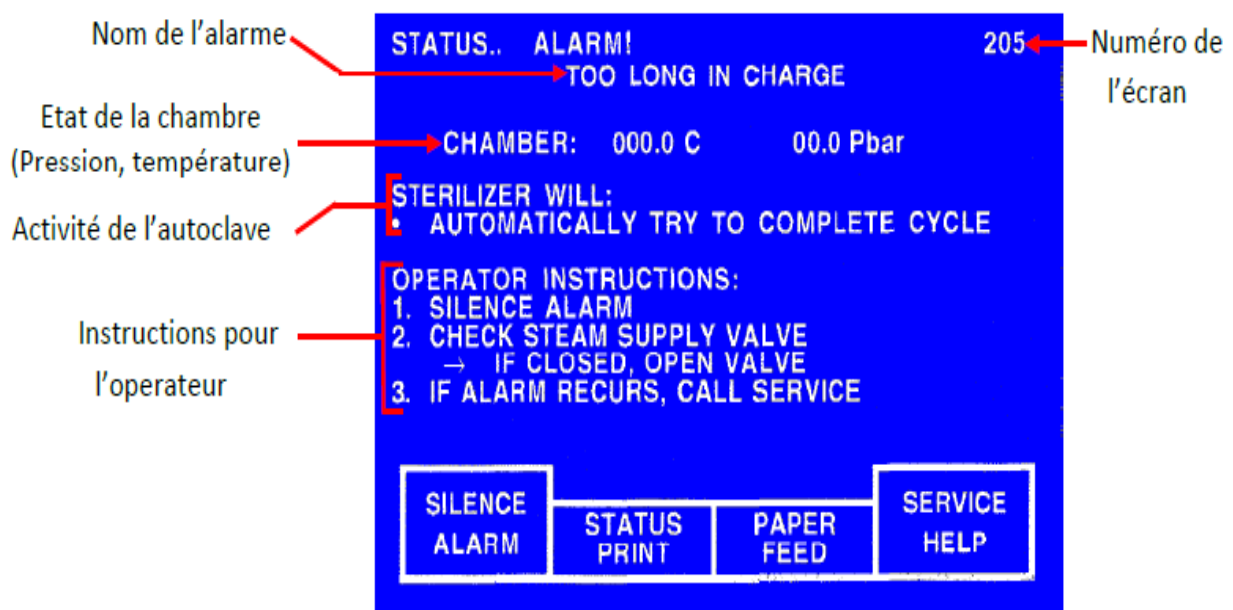


Figure III.1 : écran typique d'une alarme.

II.2.1.1. Pendant le cycle :

– **Charge longue :** Cette alarme survient si la température réglée de la chambre n'est pas atteinte dans le temps consigné. La procédure à suivre est représenté par l'organigramme suivant :

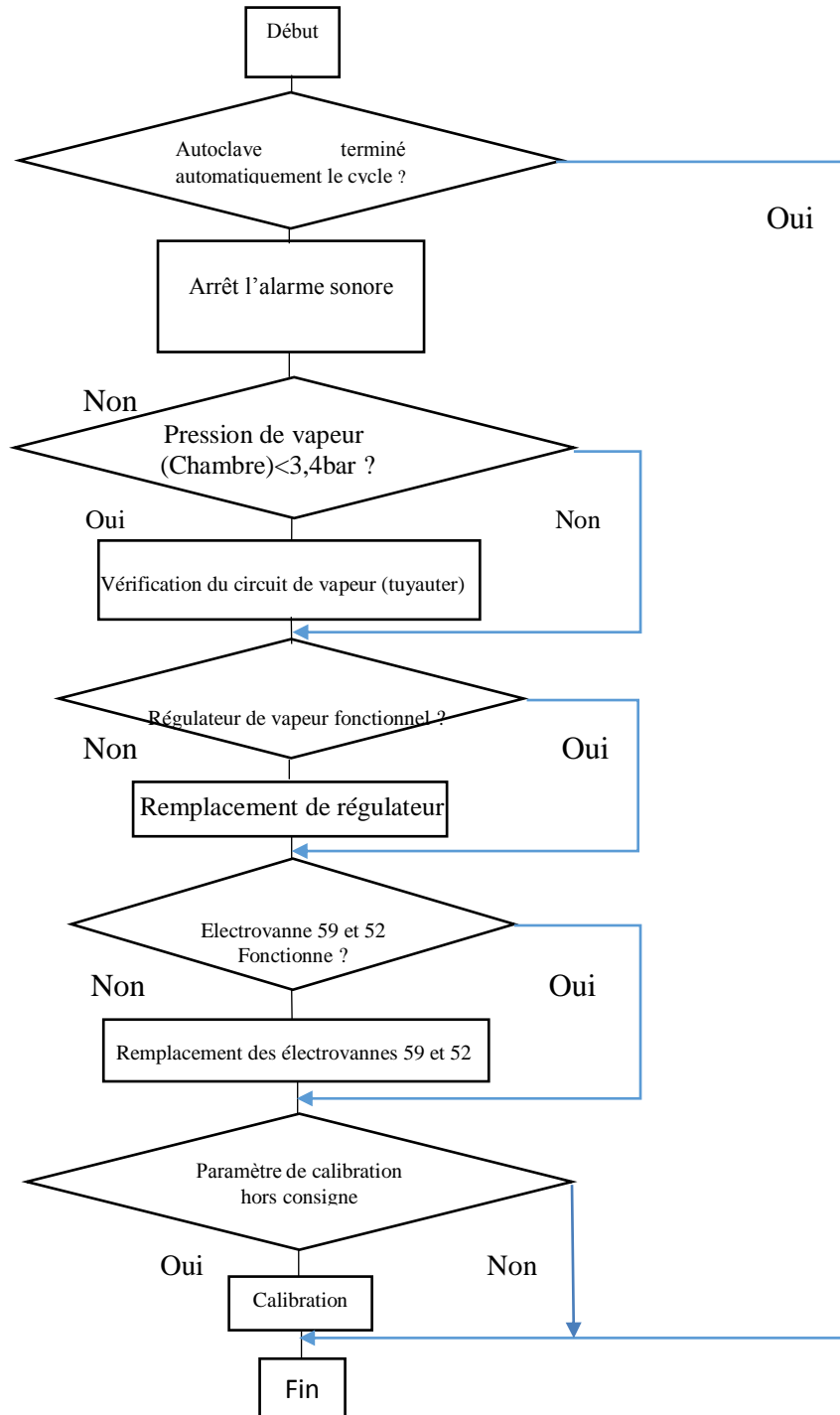


Figure III.2 : Organigramme de l'alarme charge longue.

-Temps de stérilisation long : qui se produit la température de la chambre descend en dessous de la température de la température de stérilisation :

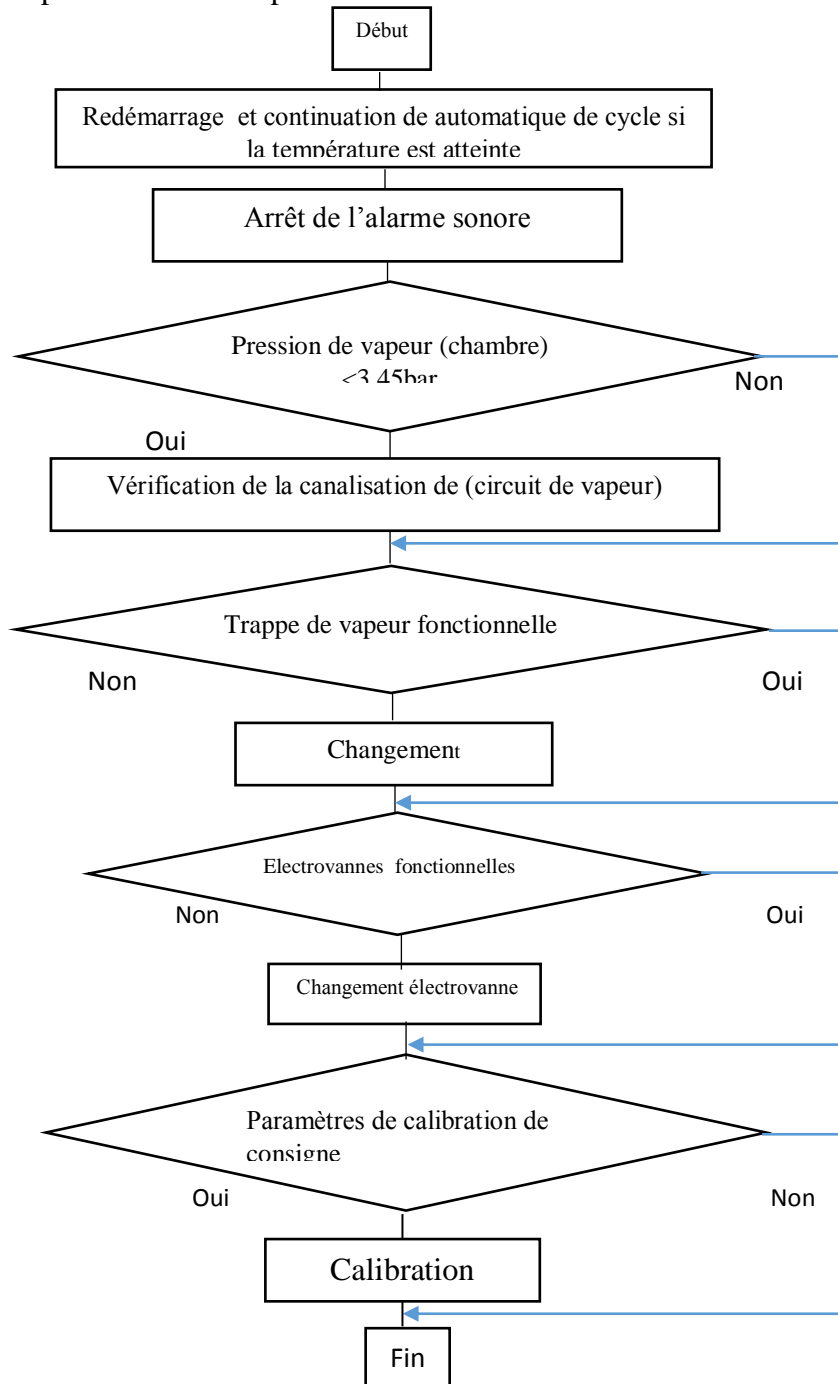


Figure III.3 : Organigramme de l’alarme temps de stérilisation long.

III.2.1.2. Après le cycle :

-Ouverture long de la porte : se produit di l’interrupteur de la porte ne s’ouvre pas dans le temps de consigne.

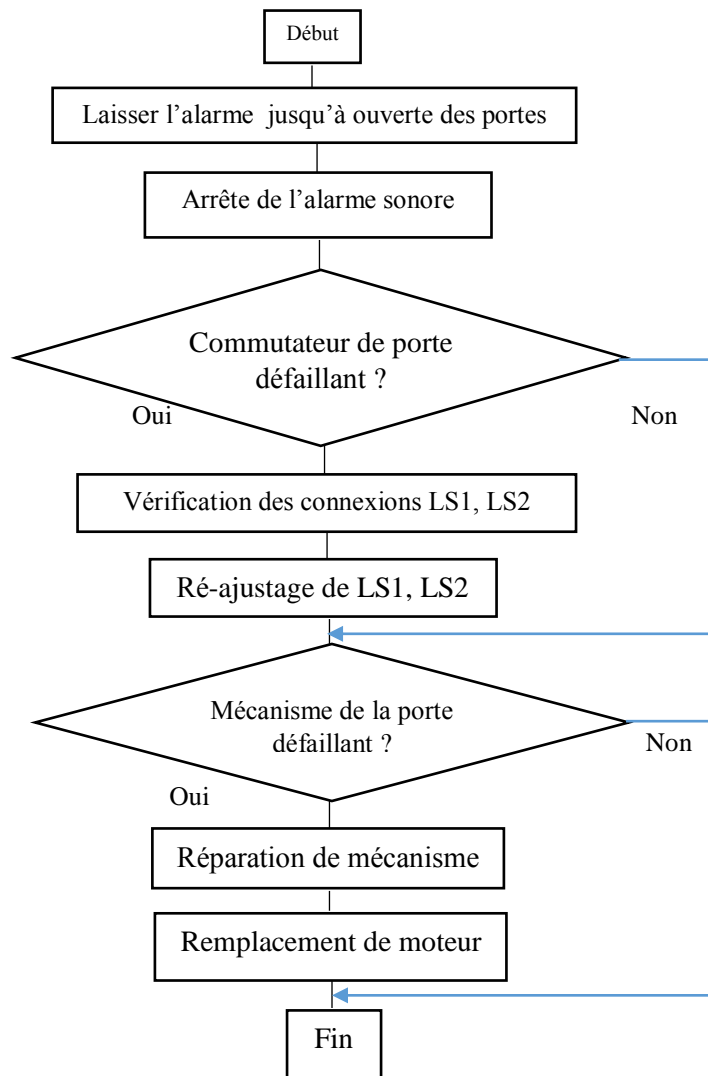


Figure III.4 : organigramme de l'alarme ouverture longue de porte.

III.2.1.3.Alarme capteur :

-Défaut commutateur de la porte : survient lorsque le contact de commutateur du joint est fermé, et celui commutateur de la porte est ouverte.

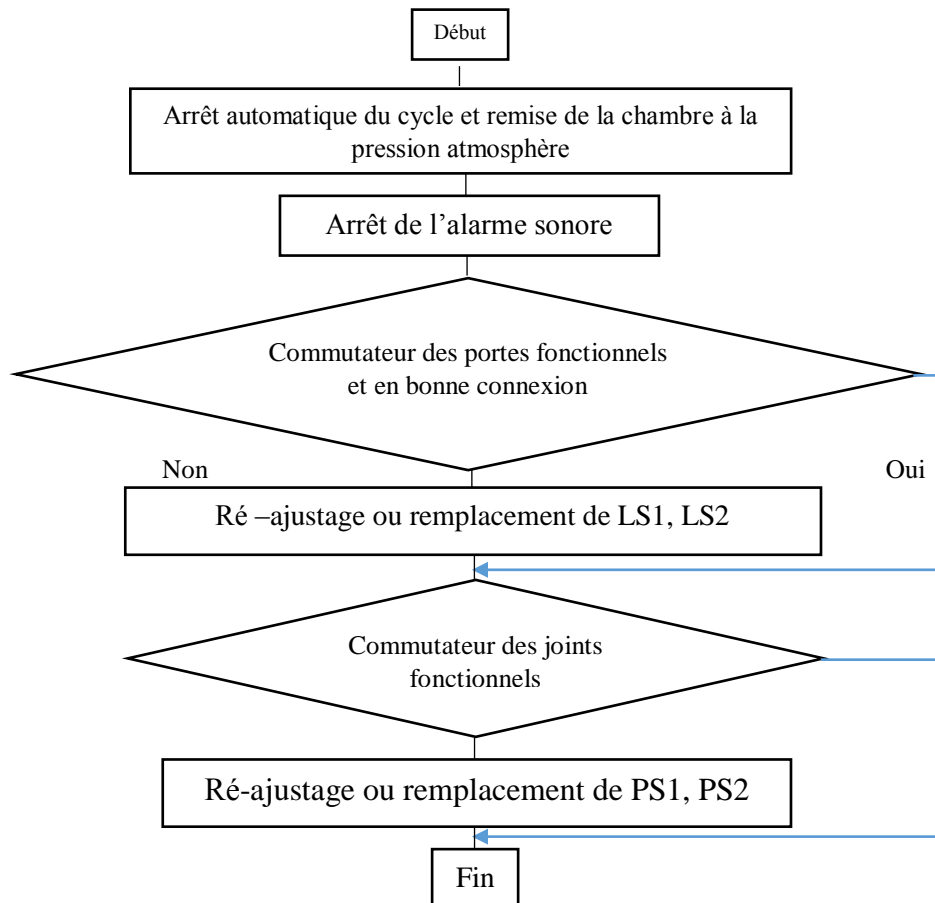


Figure III.5: organigramme défaut commutateur des portes.

III.3. Analyse AMDEC de la machine :

a) Les ingrédients de l'AMDEC :

1. **Mode de défaillance** : est relatif à la fonction, il s'exprime par la manière dont un élément ou un composant vient à ne plus remplir sa fonction, il est caractérisé par une dégradation ou une perte complète de la fonction.
2. **Les causes de défaillance** : C'est l'anomalie initiale (point de départ) susceptible de conduire à un mode de défaillance, elle s'exprime par un terme d'écart par rapport à une référence,
3. **Effet de la défaillance** : est la caractérisation de la conséquence constatée par l'utilisateur. Il est relatif au mode de défaillance.

4. Les grilles de cotation : Pour évaluer la criticité des défaillances d'un autoclave, il nous a fallu estimer les 3 critères indépendants :

- La fréquence d'apparition (f) ;
- La gravité (g) ;
- La probabilité de non détection (d).

A chaque critère on associe une grille de cotation définie selon quatre niveaux en s'appuyant sur l'historique des arrêts et l'expérience du personnel.

En effet, les grilles de cotation sont basées principalement sur le temps d'indisponibilité, ainsi que, le nombre de défaillances d'un autoclave.

Elles sont aussi le fruit de nombreuses discussions menées avec le personnel du service maintenance. Ainsi nous avons pu dresser les tableaux suivant. [6]

Niveau de F	Valeur de F	Définition
Fréquence très faible	1	Moins d'une défaillance par année
Fréquence faible	2	Plus d'une défaillance par semestre
Fréquence moyenne	3	Plus d'une défaillance par mois
Fréquence forte	4	Plus d'une défaillance par semaine

Tableau III.1: Grille de cotation de la fréquence d'apparition.

Niveau de G	Valeur de G	Définition
Gravité mineure	1	Arrêt de la machine moins de 20mn
Gravité significative	2	Arrêt de la machine entre 20mn et 1h
Gravité moyenne	3	Arrêt de la machine entre 1h et 4h
Gravité majeure	4	Arrêt de la machine de plus de 4h

Tableau III.2: Grille de cotation de la gravité.

Niveau de D	Valeur de D	Définition
Détection évidente	1	Délectable par l'opérateur.
Détection possible	2	Délectable par le technicien maintenance.
Détection improbable	3	Détection difficile
Détection impossible	4	Détection trop difficile voire impossible.

Tableau III.3 : Grille de cotation de la probabilité de non détection.

1. **La valeur de la criticité « C » :** est calculée par le produit des niveaux atteints par les critères de cotation, la relation utilisée est sous la forme suivante :

$$C = F \times G \times N$$

- b) **Les tableaux d'analyse :**

Tableau III.4: AMDEC machine des organes essentiels d'autoclave

Date de l'analyse	AMDEC machine – Analyse des modes de défaillance : Effets et Criticité								page : 1	
	Système : Autoclave		Sous -système : les organes essentiels d'autoclave		Phase de fonctionnement :				Nom :	
Élément	Fonction	Mode de défaillance	Cause de la défaillance	Effet de la défaillance	Détection	Criticité				Action Corrective
						F	G	D	C	
Porte de l'autoclave	- Protection contre la chaleur - isolée la cuve à l'extérieur	- devient immobile. -bloqué quand le cycle est terminé	- la pression élevée	La porte reste fermée	-Visuel -après contrôle	1	3	2	6	Faire la purge
La cuve de stérilisation	-Espace ou les objets ou matériels à stériliser sont déposés.	-L'indicateur de stérilisation n'indique pas que le cycle de stérilisation a correctement abouti.	La cuve de stérilisation est chargée de façon incorrecte ou est surchargée.	Arrêt de l'autoclave	Visuel	3	2	1	6	Contrôler la répartition et le volume de la charge. Suivre les recommandations du fabricant.
Isolant en laine de verre	- Isolant -Résistance thermique -protéger la résistance	Déchireur - Coupure	Durée de vie expirée	Fuit des câbles	Visuel	1	3	4	12	A remplacer
Adoucisseur	Filtré l'eau	Pas de matière de filtration Blocage au niveau des tuyaux	La durée de vie Précipitation de calcaire	Arrêt du four.	Après la vérification	1	3	1	3	Renouvelé la matière de filtrage Nettoyage des tuyaux

Tableau III.5 : AMDEC machine de système hydraulique d'autoclave

Date de l'analyse	AMDEC machine – Analyse des modes de défaillance : Effets et Criticité						page : 1			
	Système : Autoclave		Sous - Ensemble : Système hydraulique		Phase de fonctionnement :		Nom :			
Elément	Fonction	Mode de défaillance	Cause de la défaillance	Effet de la défaillance	Détection	Criticité				Action Corrective
						F	G	D	C	
Réservoir d'eau	Stocker l'eau	Le manque d'eau aux niveaux de la chaudière	-Une fuite au niveau de la chaudière -Les sondes sont fondues -Les conduites sont encrassées - Détérioration du robinet d'eau	- Arrêt d'autoclave	Fuit d'eau Visuel	3	1	1	3	- Remplit le réservoir. - Changer le réservoir en cas de fuite. -Changement des sondes -Nettoyage des conduites -Changement des robinets
le piège à vapeur.	d'empêcher la vapeur de s'échapper du système.	Les objets stérilises sont humides.	Le piège à vapeur est défectueux.	-Arrêt de stérilisation	Visuel	2	3	4	24	- Contrôler et nettoyer le piège à vapeur. - Remplacer le piège à vapeur.
Pompe hydraulique	Remplissage d'eau dans le réservoir	-pompe n'aspire pas bien -Pas de débit.	- Blocage ou usure interne. -prise d'air.	-Manque vapeur pour stériliser - Arrêt d'autoclave	-Visuel -Débitmètre	1	3	2	6	-Remplacer la pompe par une autre. -faire purge
Tuyaux d'évacuations	Assurer la circulation d'eau et vapeur	-Les objets stérilises sont humides .	Le tuyau de vidange de la cuve de stérilisation est bouché	Perte de performance	Visuel	1	2	1	2	-Contrôler le système de vidange. - Le nettoyage.
Electrovanne	Sert à arrêter ou ouvrir le débit d'eau	Coincement	Fatigue	Pas de circulation d'eau	Visuelle					Remplacement

Filtre hydraulique	Assurer la propreté d'eau aspirée	Mauvaise filtrage	Lubrifiant non conforme Charge exagérée Fuite	Disfonctionnement de tout le circuit hydraulique	Difficile de détecte					Remplacement
Clapet anti routeur	Assurer le passage d'eau dans un seul séance	-Usure -fatigue	Vieillessement Haute pression	Diminution de pression	Visuelle					Remplacement

Tableau III.6 : AMDEC machine de système électrique d'autoclave

Date de l'analyse	AMDEC machine – Analyse des modes de défaillance : Effets et Criticité							page : 1		
	Système : Autoclave		Sous système : les éléments électrique		Phase de fonctionnement :			Nom :		
Elément	Fonction	Mode de défaillance	Cause de la défaillance	Effet de la défaillance	Détection	Criticité				Action Corrective
						F	G	D	C	
Le moteur de la pompe hydraulique	-Pour fonctionnement de la pompe	- Court-circuit Vibration Ne démarrer pas	-vieillessement -Erreur de câblage surcharge	Arrêt de circuit	Visuelle Vibration	1	3	2	6	-Changement -Réparation
Les fusibles de puissance	-Protéger le circuit de puissance	Fusible endommagé	Court-circuit	Arrêt total du fonctionnement d'autoclave	Visuel	3	1	2	6	- Changer les fusibles
Débitmètre	Capteur d'eau	Usure des lames	Calcaire d'eau	un signal de klaxon	Voyant	2	1	1	2	- Nettoyer ou changer les lames
Les câbles électriques	Assure la circulation de	-Fuites -Coupure	Fissuration	Perte de performance du circuit électrique	Visuel après le contrôle	1	2	1	2	- Vérifier l'étanchéité des joints et le revêtement des câbles
La bobine	- Crée un champ magnétique. - Générer la température. - Echauffement de la matière.	-création d'étincelles entre la bobine la tôle. - Coupure - Les connexions de la bobine du four bougent, ne reste pas à leur place (centré entre les blocs)	-De la poussière conductrice cumulée sur la bobine - Isolement de la bobine défaillante.	Arrêt du four	Visuel Après démontage	2	3	3	18	Changement de la bobine.

Pompe de refroidissement	Générer un débit d'eau	-Débit d'eau insuffisant. -Pas de débit.	-Blocage ou usure interne. -Moteur d'entraînement endommagé ou le réservoir est vide.	Echauffement des organes et l'arrêt de la machine.	Visuel d'après démontage	1	3	2	6	-Réparer si possible ou Remplacer la pompe par une autre. -Remplit le réservoir.
Tuyauterie	Assure la circulation de l'eau chaude et froide	Fuites	Fissuration	Perte de performance du circuit de refroidissement	Visuel Après le contrôle	1	2	3	6	- Vérifier l'étanchéité des joints et le revêtement des tuyaux.
Réservoir d'eau	Stocker l'eau	Réservoir vide	Fuite de l'eau au niveau du réservoir	- Arrêt du four.	Fuit d'eau	3	1	1	3	- Remplit le réservoir. - souder le réservoir en cas de fuite.
Vanne	Couper ou ouvrir Le débit d'eau	blocage	-Corrosion -Choc	mauvais fonctionnement	Visuel D'après visite	2	2	1	4	Réparer si possible ou remplacer la vanne par une autre

III.4.Maintenance corrective d'un générateur d'hémodialyse :

III.4.1.Alarmes et guide de diagnostic :

III.4.1.1.Etat opérationnel :

L'appareil d'hémodialyse est muni d'un système électronique et d'un logiciel de diagnostic pour contrôler son fonctionnement et son rendement. En cas de problème, réel ou potentiel, l'utilisateur est averti par des messages d'information affichés à l'écran et dans certains cas, par une alarme sonore. Toutefois, les alarmes sonores sont supprimées lorsque les tuyaux d'alimentation en dialysat sont en dérivation si aucune présence de sang n'est détectée. Les messages d'information sont affichés en deux endroits de chaque écran de traitement ; la barre d'état et la boîte de dialogue. La barre d'état est présente dans tous les écrans. La boîte de dialogue prend la place des écrans d'affichage de l'heure et de la tension artérielle dans les situations qui exigent une action de la part de l'utilisateur. La barre d'état est une boîte de forme rectangulaire qui se trouve dans la partie supérieure gauche de chaque écran (fig6). Le message qui y est affiché décrit le mode courant de l'appareil ou un problème survenu au cours du traitement. Il y a trois états opérationnels : l'état normal, l'état d'avertissement et l'état d'alarme. Le fond de la barre d'état change de couleur selon l'état opérationnel. En fonction des options choisies, les appareils qui sont équipés d'un voyant d'état (balise tricolore) peuvent allumer le voyant pour avertir l'utilisateur de l'état de l'appareil.

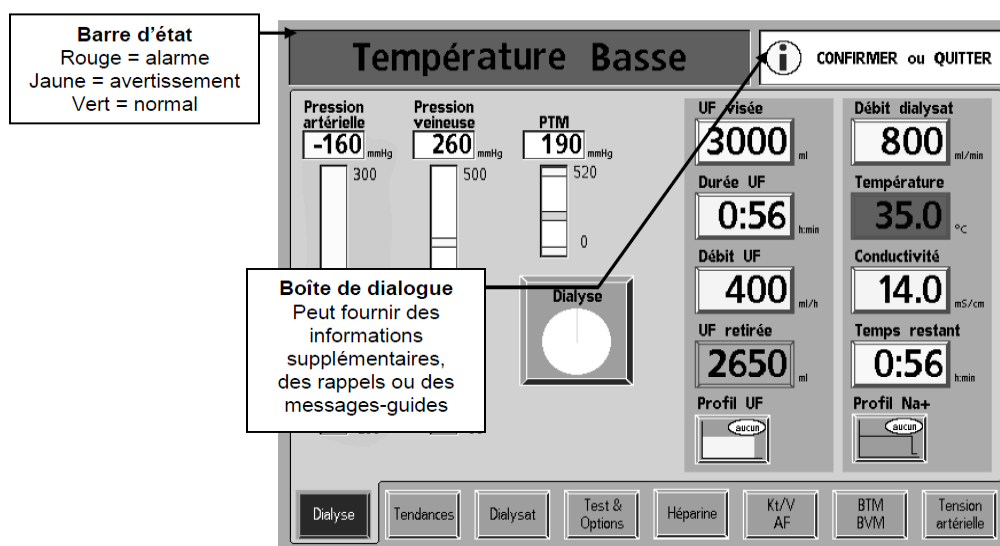


Figure III.6 : Barre d'état et boîte de dialogue en situation d'alarme

La boîte de dialogue située dans le coin supérieur droit de chaque écran, peut afficher un renseignement sur le patient, inciter l'utilisateur à agir ou afficher un rappel. Cette boîte peut être affichée seule ou servir de complément au message affiché sur la barre d'état dans une situation d'avertissement. Si on les ignore pendant une période prolongée, une boîte de dialogue peut, dans certains cas, générer un message d'avertissement sur la barre d'état. Bien qu'une boîte de dialogue puisse apparaître pendant une situation d'avertissement ou une situation d'alarme, les messages affichés peuvent correspondre à deux problèmes distincts et sans le moindre lien.

III.4.1.2. Etat normal :

La barre d'état affiche un fond vert en situation opérationnelle normale, lorsqu'aucun problème n'est détecté. Durant la dialyse, la barre d'état affiche un message décrivant le mode de fonctionnement courant de l'appareil-DIALYSE-. Lorsqu'aucun message n'est affiché, la boîte de dialogue affiche l'heure courante et les dernières mesures de la tension artérielle et du pouls ainsi que l'heure de ces mesures.

III.4.1.3. Etat d'avertissement :

En situation d'avertissement, le fond de la barre d'état passe au jaune. Un état d'avertissement, bien que potentiellement grave, ne présente pas de danger immédiat pour le patient. Les situations d'avertissement ne provoquent pas l'arrêt de la pompe à sang. Le message affiché sur la barre d'état a pour objet d'alerter l'utilisateur d'une anomalie fonctionnelle, d'une erreur de méthode ou d'une situation courante exigeant une correction. Un état d'avertissement peut être accompagné d'un signal sonore.

III.4.1.4. Etat d'alarme :

La situation d'alarme requiert l'attention immédiate de l'utilisateur. Dans de telles circonstances, le fond de la barre d'état devient rouge et un signal sonore retentif. Il existe trois types de situations d'alarme :

- Alarmes relatives au sang
- Alarmes relatives à l'eau/ au dialysat
- Autre

III.4.1.4.1. Alarmes relatives au sang :

Les situations d'alarme relatives au sang sont de la plus haute priorité. Lorsqu'il y a une alarme relative au sang :

- La pompe à sang s'arrête
- Le champ veineux au module du détecteur d'air se ferme
- Le décompte du Temps restant s'arrête

III.4.1.4.2. Alarmes relatives à l'eau/au dialysat :

Pendant une alarme relative à l'eau/au dialysat (température ou conductivité), le circuit sanguin continue de fonctionner, mais le dialysat est automatiquement dérivé du dialyseur. L'utilisateur peut s'en assurer en examinant l'indicateur de débit situé sur le tuyau d'alimentation en dialysat. En mode de dérivation, le flotteur reste immobile au fond du cylindre. Chaque fois que l'appareil est en mode de dérivation, le voyant de dérivation s'allume.

Notez qu'une alarme de débit ne provoque pas la mise en dérivation du dialysat. Les alarmes relatives à l'eau/au dialysat s'arrêtent automatiquement quand la cause du problème est corrigée. Il n'y a pas d'alarme de température ni de conductivité en mode d'ultrafiltration seule en dialyse séquentielle puisque le débit dialysat n'est pas activé.

III.4.1.4.3. Autres alarmes :

D'autres alarmes peuvent être associées à d'autres composants tels la pompe d'ultrafiltration, le pousse héparine, le tensiomètre, le BVM (Module de volume sanguin), le BTM (Module de température sanguine), etc.

III.5. Diagnostic d'un générateur d'hémodialyse :

Tous les messages d'état (alarmes, opérationnelles, avertissements, boîtes de dialogue et avis) sont affichés à l'écran du panneau de commande. Ces messages sont engendrés par des situations et événements survenant dans l'appareil pendant son fonctionnement. Ces messages s'effacent dès que la cause du message est corrigée. Dans certains cas, l'utilisateur doit les annuler.

Le tableau faisant suite à cette section est organisé par type de message d'état. Il comporte quatre colonnes :

- **Messages :** Cette colonne identifié le message affiché sur la barre d'état ou dans la boîte de dialogue.
- **Objet du message :** Cette colonne explique rapidement le message d'état ou la situation à l'origine du message.
- **Type :** Cette colonne indique s'il s'agit d'une alarme, d'un avertissement, d'une information ou d'un avis. Un message d'alarme nécessite une attention immédiate et est accompagné de signaux d'alarme sonores et visuels. Un avertissement signale à l'utilisateur l'existence d'un problème et est parfois accompagné d'un signal sonore. Un message informatif incite l'utilisateur à agir d'une manière précise durant un processus ou l'avertit qu'une fonction particulière de l'appareil est en cours d'exécution. Souvent les messages informatifs ne nécessitent pas d'action de la part de l'utilisateur.
- **Action requise :** Cette colonne indique l'action recommandée à l'utilisateur en réponse à un message d'état donné. Votre service pourrait en outre demander d'autres mesures de traitement spécifiques à l'égard d'un patient, les quelles actions ne sont pas indiquées ici. C'est à chaque service de s'assurer que les utilisateurs connaissent le protocole en vigueur dans de tels cas. Si la mesure correctrice recommandée n'efface pas le message affiché sur la barre d'état, le traitement devrait être interrompu jusqu'à ce que les causes du message soient corrigées et que le message s'efface. Dans de rares cas, il peut être nécessaire d'éteindre l'appareil et de le remettre en marche pour annuler une situation d'erreur. Si le problème persiste, l'appareil devrait être confié à un technicien de service qualifié pour vérification.

Message	Objet du message	Type	Action requise
A.11 (message sur pompe à sang art ou aig. Unique)	La pompe n'atteint pas la vitesse à la tension maximale	Alarme	Appuyez sur la touche Dialyse/Reprise pour annuler l'alarme. Si le problème persiste, transfuser le sang au patient si l'alarme se produit pendant le traitement. Mettez le module de la pompe à sang hors service et avisez un technicien de service qualifié
A.13 (Message sur pompe à sang art ou aig .unique)	La pompe tourne dans le mauvais sens	Alarme	Appuyer sur la touche Dialyse /Reprise pour annuler l'alarme. Vérifier que le rotor de la pompe tourne dans le sens des aiguilles d'une montre. Sinon, transfuser le sang manuellement au patient si l'alarme se produit pendant le traitement. . Mettez le module de la pompe à sang hors service et avisez un technicien de service qualifié
Active pression régulateur non étalonnée	Le régulateur de pression n'est pas étalonné	Alarme	Mettez l'appareil hors tension puis à nouveau sous tension .Si le message revient, mettez l'appareil hors service et avisez un technicien de service qualifié.
Ajuster débit sang à 300	Ce message invite l'utilisateur à ajuster le débit sanguin avant de procéder à la mesure du débit de l'accès.	Avertissement	Pour régler le débit, régler Débit sanguin sur 300 et appuyer sur confirmer
Alarme détecteur d'air	Le niveau de sang dans le piège à bulles veineux est trop bas	Alarme relative au sang	<p>1/ Inspecter le piège à bulles veineux et le module du détecteur d'air pour voir si :</p> <ul style="list-style-type: none"> -Le niveau de sang dans le piège à bulles et approprié (approximativement plein à $\frac{3}{4}$) - Le piège à bulles veineux est fixé de sorte que le filtre-tamis soit situé sous les détecteurs de niveau. - Les détecteurs sont propres (dans le cas contraire, nettoyer les avec un tampon imbibé d'alcool) - La porte du détecteur d'air est bien fermée. <p>2/Augmenter le niveau de sang en appuyant en continu sur la touche Δ de remplissage du piège à bulles jusqu'à ce que le piège soit rempli approximativement aux $\frac{3}{4}$</p> <p>3/Appuyez sur Dialyse/Reprise pour</p>

			annuler l'alarme. Si vous ne pouvez pas annuler l'alarme, transfusez le sang au patient et mettez l'appareil hors service .Demandez à un technicien de service qualifié de ré-étalonner l'appareil en fonction des tubulures utilisées
Dialyseur raccordé ?	Indique la présence de l'une ou l'autre des conditions suivantes : -Le bouton test à été actionnée, mais les tuyaux d'alimentation et de retour du dialyseur ne sont pas raccorder à l'appareil. -Les tuyaux d'alimentation et de retour du dialyseur sont raccorder à l'appareil, mais du sang est détecté et le débit sanguin est activé	Avis	Procéder de la façon suivante : Raccordez les tuyaux d'alimentation et de retour du dialyseur en dérivation si la méthode requiert qu'ils soient branchés. ou, raccordez les tuyaux d'alimentation et de retour du dialyseur au dialyseur si la méthode requiert qu'ils soient branchés. Remarque : ce message peut aussi s'afficher brièvement si le débit de la pompe à sang est réglé trop bas durant la préparation. Augmentez le débit à 100ml/min au moins quand la pompe à sang fonctionne.
Alarme remplissage	Un programme de remplissage se déroule pendant une minute tandis que du sang est détecté	Alarme	Vérifiez de l'air est visible dans le circuit corrigez au besoin si le message ne s'efface pas transfusez le sang au patient si l'alarme se produit pendant le traitement. Mettez l'appareil hors service et avisez un technicien de service qualifié
Manque d'eau	Une condition d'alarme s'est produite à la valve d'entrée d'eau. L'appareil n'est pas suffisamment alimenté en eau	Avertissement	Un seul incident ne constitue pas un problème si l'appareil se réinitialise automatiquement .Si le problème persiste pendant plus d'une minute ou survient à plusieurs reprises : 1/Vérifiez le flot d'alimentation en eau au niveau de l'appareil 2/Assurez-vous que le débit de dialysat est active 3/Réglez le débit de dialysat à500ml/min à l'écran <<Dialyse>> et vérifiez que le débit au tuyau de vidange est de500+50ml/min 4/Mettez l'appareil hors tension puis à nouveau sous tension. Si le message

			revient, transfusez le sang au patient si l'alarme se produit pendant le traitement 5/Mettez l'appareil hors service et avisez un technicien de service qualifié
--	--	--	---

Tableau III.7 : Guide de diagnostic d'un appareil d'hémodialyse

III.6. Analyse AMDEC de la machine :

III.6.1. LTableau d'analyse :

Tableau: AMDEC machine d'un générateur de dialyse

Date de l'analyse	AMDEC machine – Analyse des modes de défaillance : Effets et Criticité						page : 1			
	Système : générateur de dialyse		Sous -système : les organes essentiels d'un générateur de dialyse		Phase de fonctionnement :		Nom :			
Élément	Fonction	Mode de défaillance	Cause de la défaillance	Effet de la défaillance	Détection	Criticité				Action Corrective
						F	G	D	C	
Pompe à sang	Retire le sang du patient	-Pas de débit -Débit insuffisant	-Rupture accouplement -Casse interne ou blocage	Arrêt machine	Alarme	1	4	4	16	PR : accouplement
Pompe héparine	Injecter de l'héparine dans le circuit sanguin	Arrêt total de la pompe	-Rupture accouplement -Casse interne ou blocage	Arrêt machine	Alarme	1	4	4	16	PR : accouplement Éliminer la cause de blocage
Détecteur d'air	Permet de surveiller le niveau de liquide dans le piège à bulles veineux	Pas détection de l'air	Détérioration complète de l'un des composants ou détecteur lui même	Arrêt de la détection	Alarme	3	1	3	9	PR : accouplement
Filtre dialysat	Séparer le dialysat de sang qui contient les déchets	Défaiseur au niveau de filtre	Les fausse manipulations	Arrêt de traitement de sang	Alarme	2	1	3	6	PR : accouplement
Circuit sanguin extracorporel	Circulation de sang	Défaut dans les linges (cas rare)	Cause de construction de l'établissement	Fuit de sang ou arrêt de circulation complet du sang	Visuel	1	1	1	1	PR : accouplement

Module BVM	Détecter la variation relative du volume sanguin en fonction du taux d'hématocrite Alarme et d'hémoglobine pendant le traitement	Pas de détection de pression	Détérioration complète de l'un des composants	Arrêt de la détection	Alarme	3	1	3	9	PR : accouplement
Module BTM	Conçu pour contrôler la température corporelle du paient conformément au concept de dialyse physiologique	Pas de détection de température	Détérioration complète de l'un des composants	Arrêt de la détection	Alarme	3	1	3	9	PR : accouplement
Cannes	Aspiration du concentré acide et bicarbonate	Pas de absorption du bicare ou d'acide	-Pas de signale Blocage de cannes	Arrêt de aspiration	Alarme	6	1	2	12	Réparation de la fiche Déblocage de la canne
Capteur de pression	Indiquer la pression dans les circuits internes	Indication enonée	Déréglage	Arrêt de circuits hydraulique	Visuelle	2	3	2	12	MP : Contrôle périodique

MP : Maintenance préventive

PR : Pièce de rechange

Conclusion générale

Conclusion générale

Face à une législation de plus en plus stricte dans le domaine de la santé, le patient, que nous sommes tous potentiellement, devient fortement exigeant. L'offre de soins proposée par les structures de santé doit impérativement se mettre en phase avec la nouvelle donne. Les services clients réclament de la fiabilité, de la disponibilité et de la confiance envers ces dispositifs.

Cependant un dispositif n'a pas forcément un fonctionnement constant et optimal au cours du temps et c'est là qu'interviennent les services Biomédicaux pour la gestion de la maintenance et le contrôle de ces dispositifs. La nouvelle donne se traduit au niveau du service biomédical, de part sa position cruciale à l'interface **machine/patient** par une remise en cause perpétuelle de ses prestations pour répondre aux besoins de ses clients et fournir un service de qualité.

Dans notre projet de fin d'étude on a entamé ce sujet, qui nous a permis de connaître de près les différents types d'appareils médicaux et leurs fonctionnements dans les différents services des hôpitaux ou on a assisté à des interventions menées par l'équipe technique de maintenance pour quelques modes de défaillance.

Notre choix d'étude était juste sur le générateur de dialyse et l'autoclave.

A la fin on a conclu que la partie pratique de notre formation est très essentielle car c'est la mise en œuvre des connaissances théoriques acquises durant les études.

On a vu que la maintenance joue un rôle majeur dans l'économie d'un établissement puisqu'elle réduit les coûts et les dépenses qu'un équipement peut engendrer, et cela en la pratiquant d'une façon adéquate.

Référence bibliographique

1. BIBLIOGRAPHIE

- [1] Chapitre Méthode et techniques de maintenance.
- [2] Mémoire de master en génie mécanique de Djelti Mohamed Amine 2013/2014
- [3] cahier de charge d'un autoclave AMSCO STERIS
- [4] Manuel D'entretien Et De Maintenance Des Appareils De Laboratoire 2^e Edition
- [5] **FEHIS ASSIA** "Étude l'autoclave STERIS AMSCO" Projet Fin D'étude Master Maintenance Matériel Biomédical, Institut National Spécialisé De La Formation Professionnelle. **ABDELHAKBEN HAMOUDA** INSFP DE MEDEA .Promotion 2013-2016
- [6] **A. FELLAH** « **Audit du service de maintenance – cas d'une entreprise du secteur d'activité secondaire** ». Projet de fin d'études. Master Maintenance Industrielle. Département de Génie Mécanique. Université IBN-KHALDOUN de Tiaret. Promotion 2014-2015

2 .WEBOGRAPHIE :

- [7] www.who.int/diagnostics_labortory

RESUME

Le but de ce travail de recherche était de prouver que la maintenance est un élément très important pour assurer le bon fonctionnement des équipements médicaux ou même industriel. On a commencé notre travail avec une introduction brève sur la maintenance des équipements biomédicaux et puis on a entamé le premier chapitre qui se compose de généralités sur la maintenance

Le deuxième chapitre parle sur les généralités de l'autoclave et générateur d'hémodialyse.

Le troisième chapitre parle sur la maintenance corrective des équipements biomédicaux.

Finalement on a conclu notre PFE avec une conclusion sur l'importance de la maintenance et sur tout dans le domaine de la santé.

SUMMARY

The aim of this research was to prove that maintenance is a very important element to ensure the proper functioning of medical or even industrial equipment.

We began our work with a brief introduction on the maintenance of biomedical equipment and then we started the first chapter which consists of generalities on maintenance

The second chapter talks about the generalities of the autoclave and generator of hemodialysis.

The third chapter discusses the corrective maintenance of biomedical equipment.

Finally we concluded our EFP with a conclusion on the importance of maintenance and everything in the field of health.

ملخص

لقد كان الغرض من هذا البحث إثبات أن الصيانة مهمة جدا للمعدات الطبية وحتى الصناعية. بدأنا عملنا مع مقدمة موجزة لصيانة المعدات الطبية الحيوية ومن ثم بدأ الفصل الأول الذي يتكون من عموميات حول الصيانة

الفصل الثاني يتحدث عن عموميات آلة التعقيم و آلة غسيل الكلى

الفصل الثالث يتحدث حول الصيانة التصحيحية للمعدات الطبية الحيوية.

وأخيرا ختمنا عملنا بخاتمة توضيحية استنتجنا فيها أهمية صيانة وخصوصا في قطاع الصحة.

BOUCHERIH kaouthar , KHADAR Samiha