

Faculté des Sciences et Techniques de Fès



Département de Génie Industriel



LST de Génie Industriel

Projet de Fin d'Etudes

Diagnostic et Élaboration d'un plan de maintenance préventive du système auxiliaire installé autour du réacteur nucléaire

Lieu : Centre national de l'énergie des sciences et techniques nucléaire Rabat

Référence : 22 /11GI

Préparé par :

➤ Ali ELHAJJAJI

Soutenu le 17 Juin 2011 devant le jury composé de :

- Pr Mr. F. GADI (Encadrant FST)
- Pr Mr. L'h. HAMDI (Encadrant FST)
- Pr. Mr. SQALLI (Examineur)

➤ Mlle .I.OUNANI (Encadrant Société)

DEDICACE

À mes chers parents, symbole de bonté et de sacrifice en hommage à leur amour, à leur patience et à l'éducation qu'ils m'ont inculqué tout au long de ma vie.

À mes enseignants et en particulier Mr. L'H.HAMDI et Mr. F. GADI pour leurs énormes efforts de réaliser ce Projet de fin d'étude.

À mes frères en leur souhaitant bonheur et succès dans leur vie personnelle et professionnelle.

À tous mes amis et complices de toujours, avec mes vœux les plus sincères de réussite, de bonheur et de prospérité.

À tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce modeste travail.

Remerciements

À l'occasion de fin de stage, je tiens tout d'abord à faire l'état de mes remerciements les plus vifs à mes enseignants de leurs efforts qu'ils ont fournis durant la période de formation qui a enrichie mes connaissances théoriques et pratiques.

*Je veux bien exprimer mes gratitude la plus profonde à tous les gens qui ont sacrifié un temps précieuse en vue d'orienter mes réflexion et qui ont mis à ma disposition tous les documents et matériels nécessaires à la réussite de mon projet de fin d'étude en commençant par mes encadrant pédagogique **Mr .L'H, HAMDI** et **Mr. F, GADI**, mes encadrant Professionnel **Mlle. I, ELOUNANI** et **Mr. Ahmed SAOUF**, et mon superviseur technique durant se stage **Mr. Hafid IZEMRETEN**, le personnel du bureau technique et SPIE.*

*Enfin je ne terminerai pas sans exprimer mes reconnaissance a **Mr. Abdelali ENADI**, le responsable de licence Génie Industriel faisant leur mieux pour que les étudiants aient une formation assez solide et parfaite, ainsi j'exprime mes chaleurs remerciements à tous les enseignants de département: Génie industriel et à travers eux toutes personnes qui m'ont donné de près ou de loin un coup de main pour la réussite de ce projet de fin d'étude.*

Introduction.....	1
Partie I : Présentation du centre national d'étude technique nucléaire et principe de production nucléaire.....	2
I. Présentation de CNESTEN.....	3
1. Situation géographique	3
2. Mission	3
3. Fiche d'identité	4
4. Présentation des Modules de CENM.....	4
a. Module L	5
b. Module T	5
c. Module A	5
d. Module R	6
e. Module D.....	6
f. module S.....	6
g. Module DTL.....	6
II. Principe de production nucléaire	7
1. historique	7
2. Principe de fonctionnement	7
Partie II : Description du Réacteur et système auxiliaire.....	11
I. Réacteur nucléaire CNESTEN TRIGA marque II.....	12
II. Système Auxiliaire	13
1. Ventilation nucléaire	13
a. Centrale traitement d'air	14
b. Les extracteurs	14
c. Résumé de la ventilation nucléaire	15
2. Système de refroidissement	16
3. Système de sureté	16
Partie III: Diagnostic du système auxiliaire.....	18
I. Analyse fonctionnel	19
1. Bête à cornes	19

2. Pieuvre	20
II. Etude AMDEC.....	22
1. Décomposition du système	22
d. ventilation nucléaire.....	23
e. Tours de refroidissement	25
f. Appareillage de mesure et de sécurité	26
2. Barème de cotation des indices F (fréquence) G (grille) D (détection).....	27
3. Grilles AMDEC.....	28
4. Synthèse.....	38
III. Diagramme cause effet.....	41
1. Ventilation nucléaire	42
2. Tour de refroidissement	43
IV. Elaboration d'un Plan de maintenance Préventive.....	44
1. Recueil des opérations de maintenance	44
2. Récapitulatif	46
Conclusion	52
Bibliographie	53

INTRODUCTION

La maintenance intervient dans différentes étapes de cycle de vie d'un système. L'objectif de la maintenance est de rendre tout équipement en bon état, et résoudre les problèmes pour arriver à zéro panne.

Le Centre d'études nucléaire de la Maâmoura possède un réacteur nucléaire TRIGA marque II qui doit être bien maintenu avec des systèmes de ventilation et refroidissement. Ces équipements stratégiques doivent être en bon état de fonctionnement. Pour cela, le centre possède un service pour les travaux de maintenance, d'entretien et d'inspection.

Le système auxiliaire se constitue de deux réseaux essentiels pour le confort et le refroidissement du réacteur nucléaire :

- ↳ Ventilation nucléaire
- ↳ Tour de refroidissement

Ma mission a été d'utiliser mes connaissances théoriques et de lier le monde des études avec celui du travail. En plus ce stage m'a permis de voir de plus près l'organisation et le fonctionnement de ce centre, d'acquérir des connaissances pratiques et d'améliorer mes atouts par les recherches qui vont m'aider à faire une étude critique de la maintenance sur le système auxiliaire, de connaître les éléments principaux dans ce système, de ressortir ses principaux problèmes et par la suite de bien maîtriser sa surveillance et sa maintenance préventive. Notre choix s'est porté sur l'utilisation d'une étude AMDEC ce qui nous a permis d'aboutir à un plan de maintenance préventif qui constituera par la suite une base de travail pour le service maintenance concernant ce système

Partie I : Présentation du centre national d'étude technique nucléaire et principe de production nucléaire



I. Présentation de CNESTEN

Le centre national de l'énergie des sciences et des techniques nucléaires a décidé de lancer la construction du **Center d'études nucléaire** (CEN) de la Maâmoura afin d'être en mesure d'accomplir les principales missions qui lui sont dévolues par sa loi de création (loi n°17 novembre 1986). Les équipements nécessaires à la conduite des différentes activités permettant de remplir les fonctions envisagées par le (CEN) sont repartis entre différents bâtiments, appelés modules, selon leurs natures et leurs besoins. Aux modules nucléaires directement liés aux finalités même du (CEN) viennent s'ajouter différents modules conventionnels ainsi que les servitudes et les infrastructures indispensables aux fonctionnements de l'ensemble.

1. Situation géographique

Le centre National de l'Énergie, des Sciences et des Techniques Nucléaires « CNESTEN » se situe En plein cœur de la forêt de la Maâmora, entre Rabat et Kenitra, lieu ultra sécurisé d'une surface de 25 ha entouré de grilles surmontées de barbelés.



2. Mission

Le Centre national de l'énergie, des sciences et des techniques nucléaires (CNESTEN) est un établissement public à caractère scientifique, technique et commercial. Placé sous la tutelle du Ministère de l'énergie et des mines et administré par un conseil d'administration présidé par le Premier Ministre. Ses missions principales sont :

- Promouvoir la recherche scientifique et les applications des techniques nucléaires dans les divers secteurs socio-économique du pays
- Préparer les bases technologiques nécessaires à l'introduction de l'électronucléaire.
- Constituer l'outil technique de l'état en matière de sûreté et de sécurité radiologique.

3. Fiche d'identité :

Siège et usine : Adresse: 30 km au nord du Rabat - route de Kenitra - Maâmoura 10000, Kenitra.

Raison sociale : Centre National de l'Énergie, des sciences et des Techniques Nucléaires

Statut juridique : Secteur publique

Effectifs : le CNESTEN dispose de 270 personnes dont plus de la moitié sont des docteurs et ingénieurs

Activités : Support pour toutes les activités nucléaires du Maroc

Téléphone fixe : 0537 81 97 50

Site Internet : www.cnesten.org.ma/



Figure I-2 : Modules du centre d'études nucléaires de la Maâmora

a. **Module L : Applications Médicales et biologiques**

Il propose aux services de médecine nucléaire une gamme variée de produits Pharmaceutiques. Les laboratoires du Module L du CENM permet de produire localement une multitude de produits et d'atteindre deux objectifs principaux :

- disposer de produits de qualité à des prix abordables (générateurs au Technétium, I-131, kits froid pour examen scintigraphie : MDP*, DTPA*, DMSA* ...)
- aider à la création et à la décentralisation des services de médecine nucléaire.

b. **Module T : Les rayonnements ionisants au service de l'industrie et de l'environnement**

Vis-à-vis du monde industriel, le module T du CENM joue un rôle multiple

- l'élaboration de programmes permettant l'introduction des Techniques nucléaires dans l'industrie marocaine.
- recherche et développement par la mise au point à la carte de technologies répondant à des besoins spécifiques exprimés par différentes industries locales.
- prestation de services, par la réalisation d'expertises, d'études et de formation.

c. **Module A : application dans les sciences de la terre et l'environnement**

Le Module A du CENM, dédié aux analyses élémentaires, radio-métriques et isotopiques, permet :

- Grâce à son spectromètre de masse, l'application des techniques isotopiques à la détermination de l'origine, de l'âge et du taux de recharge des eaux souterraines. Par la méthode de fluorescente X, le dosage des terres rares, des métaux lourds et du soufre dans l'air et de la plupart des éléments chimiques (de l'aluminium jusqu'à l'uranium) dans diverses matrices ainsi que l'étude, la caractérisation géochimique et la cartographie de la pollution (dosage des polluants dans les eaux, les sédiments, les sols, les échantillons biologique).

- l'analyse des radioéléments naturels et artificiels dans différents types d'échantillons (géologiques, environnementaux, agroalimentaires...).
- l'étude de l'érosion des sols et de la sédimentation dans les réservoirs d'eau en utilisant ^{137}Cs et ^{210}Pb .
- l'étude de la pollution radioactive dans le milieu marin.
- la datation en géologie et archéologie.
- l'analyse de ^3H et ^{14}C dans l'eau pour applications en hydrologie

d. Module R : réacteur

Le TRIGA Mark II, de puissance 2MWth est équipé des dispositifs expérimentaux suivants :

- 4 canaux latéraux (aboutissant à différentes positions par rapport au cœur).
- d'un râtelier rotatif pour la production de radio-isotopes et l'analyse par activité neutronique.
- d'un système de transfert pneumatique pour l'irradiation d'échantillons à Courtes durées de vie.
- d'une colonne thermique.

e. Module D : Gestion des déchets radioactifs

Ce Module est une installation de support pour la gestion (collecte, traitement et Conditionnement) des déchets radioactifs solides, des effluents liquides et REI (résines Échangeuses d'ions) générés par le centre. Cette installation, dotée d'un évaporateur, répond à toutes les normes de sécurité et de sûreté pour prendre en charge également les déchets radioactifs produits par les différents utilisateurs de techniques nucléaires marocains.

f. Module S : Pôle Sûreté et Sécurité

Le Module S, spécialisé dans la surveillance radiologique du personnel, le contrôle des installations et la surveillance de l'environnement, a pour missions principales

- La surveillance radiologique et chimique de l'environnement du site du CENM.
- L'intervention en situation d'incident ou d'accident radiologique.
- La radioprotection opérationnelle des installations.
- L'évaluation des risques radiologiques au niveau d'un poste de travail ou d'une installation.
- Le contrôle radiologique dans ou autour d'installations médicales, industrielles, minières, etc.
- La dosimétrie individuelle et de zones.
- La formation, l'expertise.

g. Module DTL : La division technique et logistique

La Division Technique et Logistique (DTL) est chargée d'assurer le support de tout le centre et son maintien en conditions opérationnelles.

Il est composé de deux services :

- Service Maintenance Technique.
- Service des Moyens Généraux.

❖ Service Maintenance et Technique

Le SMT (Service Maintenance technique) est composé d'un chef de service, un ingénieur et cinq techniciens supérieurs. Ils sont chargés du maintien en conditions opérationnelles du centre. Ils rédigent les procédures de maintenance des installations technique et supervisent les réalisations des tâches de maintenance effectuées par le sous-traitant SPIE MELB

II. Principe de production nucléaire

1. Historique

Le premier réacteur nucléaire est construit aux États-Unis en 1942, à l'Université de Chicago, par Enrico Fermi et Leó Szilárd. Il est constitué d'un empilement de 6 tonnes d'uranium métallique, 34 tonnes d'oxyde d'uranium et 400 tonnes de graphite, c'est pourquoi il porte le nom de pile atomique. Sa puissance n'est que de 0,5 watt, mais sa divergence permet de conforter la théorie sur les mécanismes de fission ; ce réacteur servit aussi d'installation pilote pour réaliser les réacteurs destinés à la production du plutonium nécessaire à la bombe atomique développée dans le cadre du projet Manhattan.



Figure II-1 : Premier réacteur

En France, le premier réacteur d'essai a été construit par Lew Kowarski et Frédéric Joliot-Curie au centre d'études de Fontenay-aux-Roses (Hauts-de-Seine) du Commissariat à l'énergie atomique (CEA). Cette pile atomique, dénommée la pile Zoé, lança son premier processus de réaction nucléaire en chaîne en 1948. Ce réacteur avait pour but de placer la France dans le peloton des puissances nucléaires en fabriquant du plutonium pour la bombe atomique.

Côté russe, les premiers réacteurs RBMK ont été construits pour produire du plutonium militaire. La mise en service du réacteur d'Obninsk en 1954 fournit de l'électricité avec une puissance de 5 MW. Il peut être considéré comme le premier réacteur électronucléaire au monde, car il est le premier conçu dans une optique électrogène. Son exploitation durera 48 ans.

En 1956, le réacteur G1 est mis en marche au centre de recherche du CEA de Marcoule, il s'agit du premier réacteur français à produire non seulement du plutonium mais aussi de l'électricité. Il initiait alors la filière française Uranium naturel graphite gaz (UNGG), aujourd'hui remplacée par la technologie d'origine américaine à eau pressurisée (REP).

2. Principe de fonctionnement

Un réacteur nucléaire comprend toujours au moins un cœur où se déroule la réaction de fission nucléaire, des réflecteurs et des moyens de contrôle de la réaction, une cuve métallique, et enfin une enceinte de confinement.



Figure II-2 : Cœur du réacteur nucléaire

Les noyaux atomiques très lourds tels que l'uranium ou le plutonium contiennent énormément de protons, et sont instables. Si l'un de ces atomes très lourd (par exemple l'uranium 235 ou le plutonium 239) capture un neutron, il se transforme en un noyau encore plus instable (^{236}U ou ^{240}Pu), et récupère par la même occasion de l'énergie.

Le noyau résultant se divise très rapidement: il fissionne, en se divisant en deux noyaux principaux, et en libérant deux ou trois neutrons supplémentaires, libres. Ces neutrons supplémentaires sont disponibles pour d'autres fissions de noyau : c'est le principe de la réaction en chaîne.

La différence d'énergie de liaison est partiellement transformée en énergie cinétique des produits de fission. Ceux-ci donnent cette énergie sous forme de chaleur par des chocs sur le matériau environnant. Cette chaleur est évacuée à l'aide d'un réfrigérant et peut, par exemple, être utilisée pour le chauffage ou la production d'électricité.

Les nouveaux noyaux issus de la division sont appelés produits de fission. Ils présentent généralement un excès de neutrons, et tendent à être radioactifs avec une radioactivité β^- . Les produits de fission possèdent globalement une énergie de liaison plus importante par nucléon que les noyaux initiaux lourds — et donc sont plus stables.

❖ Réaction en chaîne

le réacteur à eau bouillante contient :

- protection biologique
- sortie de vapeur
- assemblage combustible
- Sortie de vapeur
- Protection thermique
- assemblage combustible
- barre d'arrêt d'urgence
- barre de contrôle
- Protection biologique
- Entré d'eau

Le pilotage d'un réacteur nucléaire repose sur le maintien d'une masse critique de combustible nucléaire au cœur du réacteur. Pour permettre un meilleur rendement du réacteur, on effectue une thermalisation des neutrons à l'aide d'un modérateur. Et pour évacuer l'énergie thermique produite par la réaction en chaîne, on utilise un caloporteur. Dans le cas d'un réacteur REP, l'eau sert à la fois de caloporteur et de modérateur.

Pour que la réaction en chaîne ne s'amplifie pas indéfiniment, elle doit être contrôlée. Pour cela, on utilise un matériau absorbant les neutrons. Par exemple, le cadmium, gadolinium et le bore. À partir de

compositions chimiques de ces éléments, on fabrique, par exemple, les barres de contrôle du réacteur nucléaire. Le réacteur peut être contrôlé par l'introduction ou le retrait de ces barres dans le cœur. La réaction en chaîne est entretenue selon le principe suivant : en entourant le matériau fissile d'un réflecteur de neutrons, on favorise la fission, ce qui diminue la quantité nécessaire au déclenchement de la réaction ; en revanche, la présence d'un absorbeur de neutrons à l'effet contraire.

La description du comportement du cœur s'appuie sur la neutronique. Le paramètre le plus important d'un réacteur est sa réactivité, elle s'exprime en pcm et permet de contrôler qu'un réacteur ne réalise pas d'empoisonnement au xénon.

Le xénon et le samarium sont produits par décroissance radio active de deux des principaux produits de fission émis par la désintégration des noyaux fissiles : l'iode et le prométhéum. Ils sont présents à partir du moment où il y a une réaction nucléaire. Le xénon et le samarium corps sont fortement absorbeurs des neutrons. On dit qu'ils empoisonnent le cœur car leur présence tend à étouffer la réaction en chaîne. En outre après arrêt du réacteur l'iode et le prométhéum présents dans le cœur continuent de se désintégrer augmentant la quantité de xénon et de samarium présents dans le cœur, augmentant ainsi l'empoisonnement du réacteur.

Pour les personnes chargées de piloter le réacteur, un des principaux soucis est de contrôler les effets de ces poisons, notamment lors des variations de puissance. Les variations de l'anti-réactivité apportée par le xénon et le samarium sont alors suivies avec intérêt car elles provoquent un déséquilibre axial et parfois, on peut observer un déséquilibre azimutal du flux nucléaire.

En considérant que la charge de combustible est cylindrique, que les grappes de contrôle manœuvrent verticalement du haut vers le bas et que le caloporteur s'échauffe en remontant les crayons combustibles on peut « imager » ces déséquilibres:

1. Le déséquilibre axial du flux (Dpax ou axial offset) est la différence de flux constatée entre le bas et le haut du réacteur. Les grappes s'insérant par le haut du réacteur, le flux a donc toujours tendance à être plus important en bas du cœur. L'usure du combustible s'exerce donc graduellement de bas en haut du cœur. Si le flux devenait plus important en haut qu'en bas du cœur, il y aurait d'une part une usure du cœur irrégulière du combustible et d'autre part un risque d'ébullition en partie haute du cœur. En effet, l'eau étant plus chaude en haut du cœur, il est probable d'atteindre les conditions de saturation de l'eau.
2. Le déséquilibre azimutal (DPAzn) représente l'image du flux « vue du dessus » du cœur. Le flux observé doit être circulaire (donc régulier) puisque le réacteur est cylindrique. Si le flux n'est pas circulaire alors cela signifie que la puissance nucléaire n'est pas uniforme sur une unité de section du cœur. Cela est donc synonyme de points chauds (ou de surpuissance localisée) qui peut provoquer une ébullition localisée conduisant à la surchauffe (par l'effet de caléfaction) et mener à la fusion du combustible.

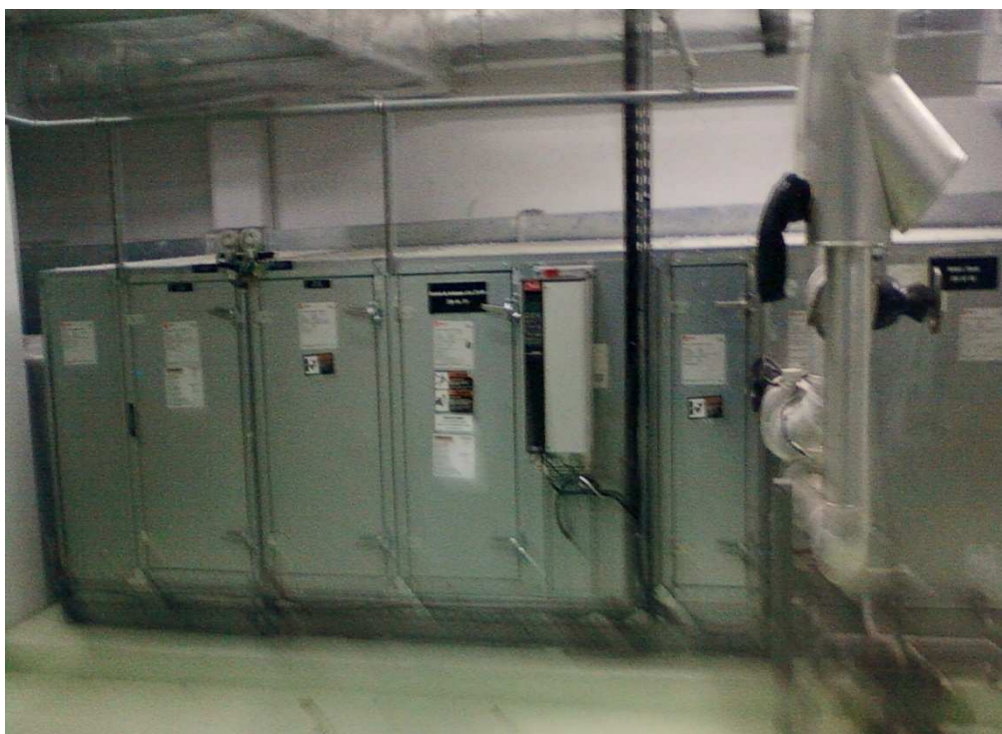
Dans tous les cas, les spécifications techniques d'exploitation interdisent ces fonctionnements et prescrivent ainsi une conduite à tenir comme la baisse de la puissance, par exemple ou l'arrêt. Si la dynamique du phénomène est importante, des protections initient l'arrêt automatique du réacteur.

Pour corriger le déséquilibre axial, les opérateurs agissent sur trois paramètres :

- la concentration en bore du circuit primaire (dilution / borication) pour compenser les variations des poisons et ainsi maintenir la quantité d'antiréactif nécessaire au maintien de la criticité.
- l'effet température (marge d'environ +/- 0,8 °C) pour jouer sur la favorisation ou non de la réaction en chaîne (dilatation du modérateur).
- la position des grappes de contrôle de la puissance pour ajuster la puissance nucléaire du réacteur

Partiell : Description du Réacteur et système auxiliaire





III. Réacteur nucléaire CNESTEN TRIGA marque II

➤ Caractéristiques techniques

- ✚ Puissance de 2MWh
- ✚ Combustible, hydrure de zirconium uranium taux d'enrichissement en ^{235}U : 19,9%
- ✚ Réflecteur en Graphite
- ✚ Quatre canaux latéraux
- ✚ Colonne thermique
- ✚ Refroidi à l'eau
- ✚ Sureté intrinsèque



Figure I-1 : réacteur TRIGA

➤ Activité

- ✚ **Production de radioélément** : utilisé en médecine, biologie, environnement, agriculture, industrie hydraulique
- ✚ **Analyse par activité neutronique** : Appliqué sur des échantillons d'origine géologique, minière, biologie et d'autres
- ✚ **Neutra radiographie** : utilisation des faisceaux de neutron pour l'étude des défauts en métallurgie, sciences des matériaux chaudronnerie
- ✚ **Recherche** : utilisation des faisceaux de neutrons pour la recherche en physique de la matière, de solide des matériaux et autres
- ✚ **Détermination des propriétés physique-chimique structurales des matériaux, solide, liquide, poudre**



Figure I-2 : cœur du

Les réacteurs TRIGA peuvent être construits sans enceinte de confinement. Par conséquent, ces réacteurs sont employés principalement par des organismes scientifiques et universitaires pour des activités telles que l'enseignement, la recherche privée à but commercial ou la production d'isotopes. Le combustible employé par ce type de réacteur est à base d'hydrure d'uranium-zirconium (UZrH). Les réacteurs sont renommés pour leur sûreté, car le combustible nucléaire règle automatiquement la puissance, et peut arrêter le réacteur, si nécessaire.

❖ Sécurité

- ✓ La salle de contrôle est équipée de deux détecteurs de fumée. «S'ils se déclenchent en même temps, le réacteur s'arrête automatiquement et l'oxygène est aspiré.
- ✓ la température maximale que peut atteindre le réacteur est 1100° C, mais dès 750° C, il y a un arrêt d'urgence. Ce qui évite les probabilités de fission du réacteur,
- ✓ Les scientifiques qui travaillent dans des zones à risque portent tous un dosimètre à leur nom. Ce petit appareil imprime les radiations sur un petit film. De cette manière, on peut connaître le taux de radioactivité auquel ont été exposés les scientifiques.

❖ Déchets

Le CNESTEN s'occupe de stocker les déchets générés par le réacteur, mais aussi celles de diverses industries marocaines. «Papeteries, cimenteries, métallurgies et sucreries utilisent des produits radioactifs pour contrôler leurs produits», Avant de trouver une meilleure solution, ces déchets sont stockés en surface dans un entrepôt du centre. Les conteneurs sont isolés dans des blocs en ciment. «On peut en emmagasiner sur une période de 30 ans. Après cela, on peut étendre le bâtiment», affirme les scientifiques.

IV. Système Auxiliaire

1. Ventilation nucléaire

La dépression à maintenir dans le hall du réacteur sera de 80 Pa.

Taux de brassage d'air : 1,5vol/h

Volume du hall : 10240 m³

Débit de soufflage prévu : 1,5x10240=15360 m³/h



S.E.L

Le système de ventilation nucléaire a pour objectif d'assurer le confinement des installations par la filtration et le contrôle permanent de l'air avant évacuation à l'extérieur. Il assure également la dilution de tout rejet pour réduire l'impact sur l'environnement. Il permet enfin de maintenir une qualité d'air satisfaisante à l'intérieur des locaux. Ainsi maintenir le module réacteur en dépression à tout moment par rapport à son environnement. Cette disposition est valable même en mode de fonctionnement accidentel ou la dépression du hall réacteur sera réduite par rapport à celle en fonctionnement normal en cas d'accident le système de conditionnement de l'air sera arrêté
Il comporte :

a. Centrale traitement d'air

La centrale traitement d'air est un équipement qui permet le renouvellement de l'air par insufflation ainsi la filtration

Centrale traitement d'air

Débit d'air : 22600 m³/h

Pression statique : 110mmCE

Moteur à vitesse variable (50% à 100%)

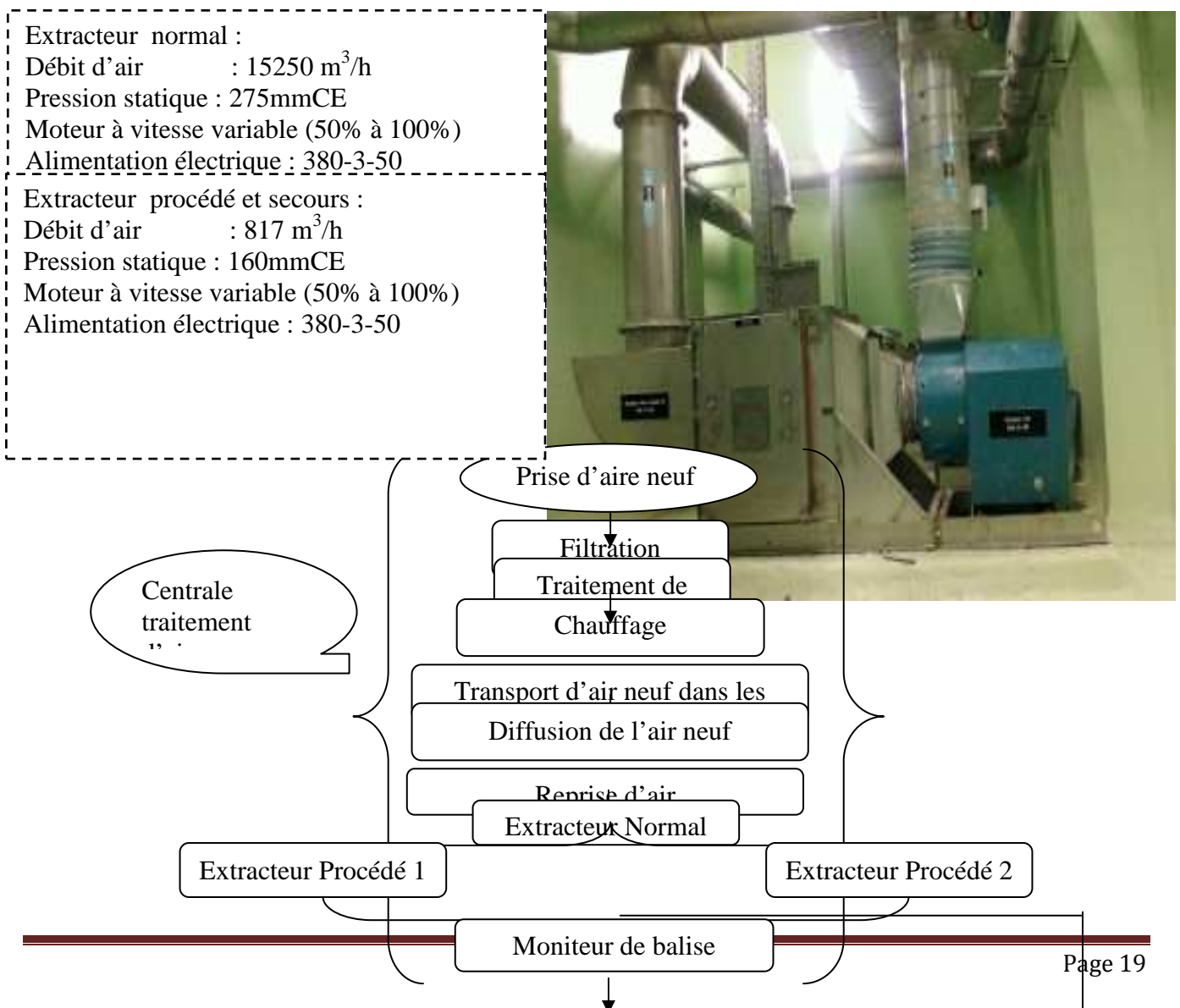
Alimentation électrique : 380-3-50

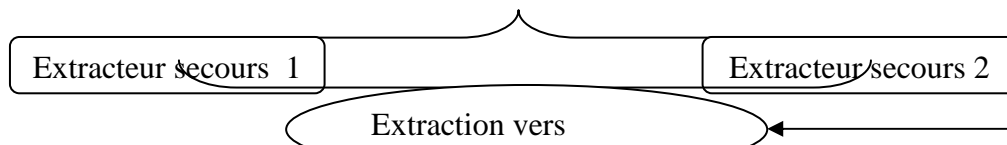
Température d'eau chaud 45/40°C



b. Les extracteurs

Ils permettent d'aspirer l'air utilisé qui vient du hale de réacteur nucléaire et gardé le local en dépressions par rapport à l'extérieur et aussi empêcher la propagation de la matière radioactif à l'aide des filtres.





Au premier temps la CTA souffle l'air neuf au niveau du hale de réacteur nucléaire, après il y'aura un repris d'air à l'aide de l'extracteur normal qui va filtrer l'air repris par des filtre de haute efficacité pour élimine les particules, après il va le transmettre à l'extracteur procédé n°1 qui va éliminer la matière radioactif par des filtre absolu, en cas accidentel l'extraction va se transmettre à l'extracteur procédé n°2 à fin de l'évacuer à l'extérieur, dans le cas de la détection de matière radioactif au niveau de la cheminé par la moniteur de balise la ventilation s'arrête et se transforme au niveau de l'extracteur secoure qui vas éliminé la matière radioactif par des filtres piège à iode et continuer l'extraction.

2. Tour de refroidissement

Les tours de refroidissement sont utilisées pour refroidir un liquide ou un gaz à l'aide d'un moyen de refroidissement. Il s'agit d'un cas particulier d'un échangeur de chaleur où le transfert thermique s'effectue par contact direct ou indirect entre les flux. Le moyen de refroidissement de telles installations est le plus souvent l'air ambiant. Les tours de refroidissement sont des équipements courants, présents dans des installations de climatisation, ou dans des procédés industriels et énergétiques.

Il peu être un système de refroidissement de circuits d'eaux chaudes utilisés notamment dans les installations de climatisation. C'est un échangeur de chaleur entre l'eau et l'air ambiant.



Figure II-1 : tour de

Système
traitement d'eau

Plaques de
ruissellement

3. Système de sureté

Pour maintenir le système en toute sécurité le centre dispose des installations de sécurité très développées qui peuvent détecter un risque d'incendie ou de contamination radioactive.

❖ Contrôle main et pied

Le moniteur mains/pieds LB 147 est conçu pour les sites présentant un risque de contamination alpha, bêta et gamma.



❖ Clapet coupe feu

Un clapet coupe-feu est un dispositif automatique de fermeture permettant d'empêcher la propagation d'un incendie par les conduits de ventilation, en stoppant les fumées.

- ✓ le ou les clapet(s) coupe-feu sont en position ouverts lorsqu'une installation de ventilation est en fonctionnement normal.
- ✓ le ou les clapet(s) coupe-feu sont en position fermés si le mécanisme de fermeture est actionné par une température supérieure à 70° (sonde de température), ou manuellement (dispositif de secours).



Le système de fermeture peut être asservi à un système de sécurité incendie. Dans ce cas ce sont souvent plusieurs clapets qui vont se fermer automatiquement permettant d'isoler une zone dite de compartimentage (l'endroit où se situe l'incendie). Cette zone de compartimentage peut être composée de un ou plusieurs locaux. Dans un système de sécurité incendie, les clapets coupe-feu font partie des dispositifs actionnés de sécurité.



❖ Détecteur de fumé

Un détecteur de fumée est un organe de sécurité. Il réagit à la présence de fumée ou de vapeur dans l'air

- ❖ **Moniteur de balise** Il permet le contrôle de matière radioactif après avoir passé par l'extracteur procédé en cas d'existence, il va permettre à l'extracteur secours de continuer la filtration et d'éliminer le danger radioactif.

Partie III: Diagnostique du système auxiliaire



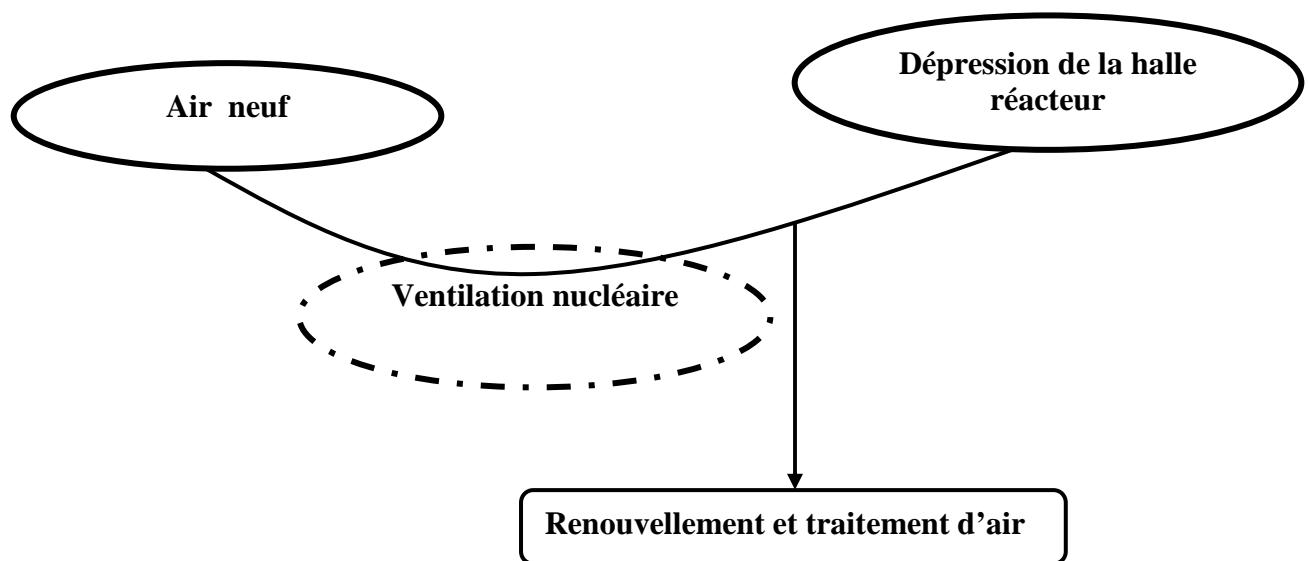
V. Analyse fonctionnelle

L'analyse fonctionnelle est une méthode dont l'objet est de contribuer à générer les fonctions de service et techniques relatives à un produit industriel. Pour ce faire il faut tout d'abord déterminer la fonction principale et les fonctions contraintes du système.

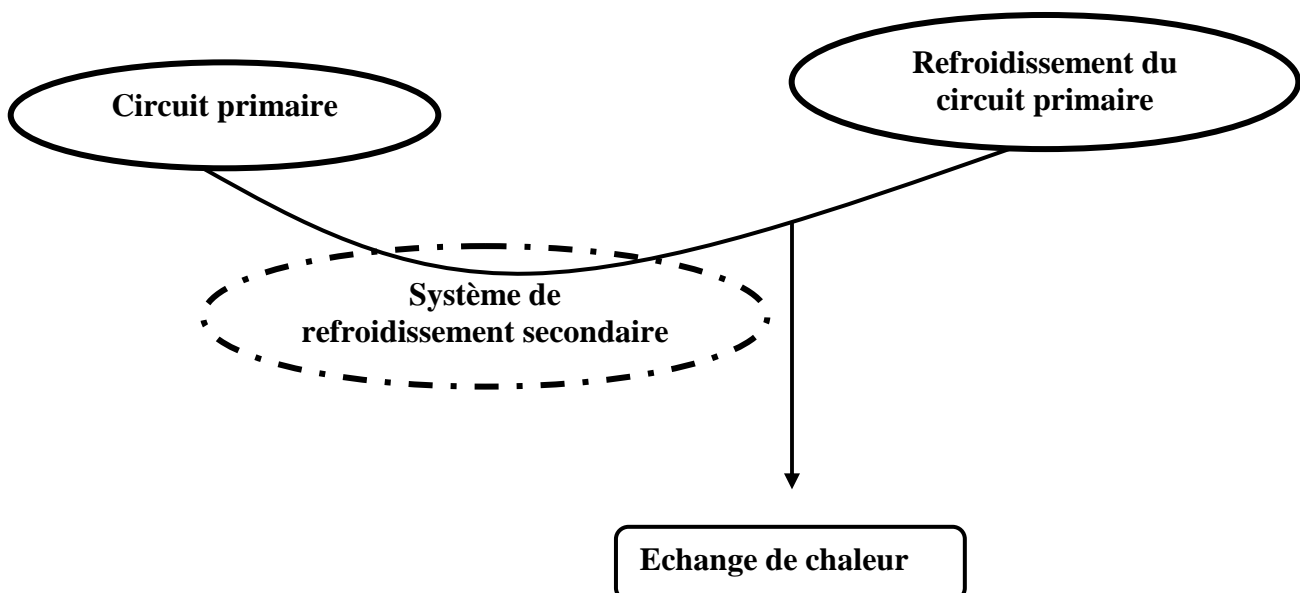
3. Bête à cornes

La méthode utilisée ici est dite méthode de la **bête à cornes**. Elle consiste à identifier les milieux extérieurs sur lesquels le système agit et auxquels il rend service

↳ Ventilation nucléaire



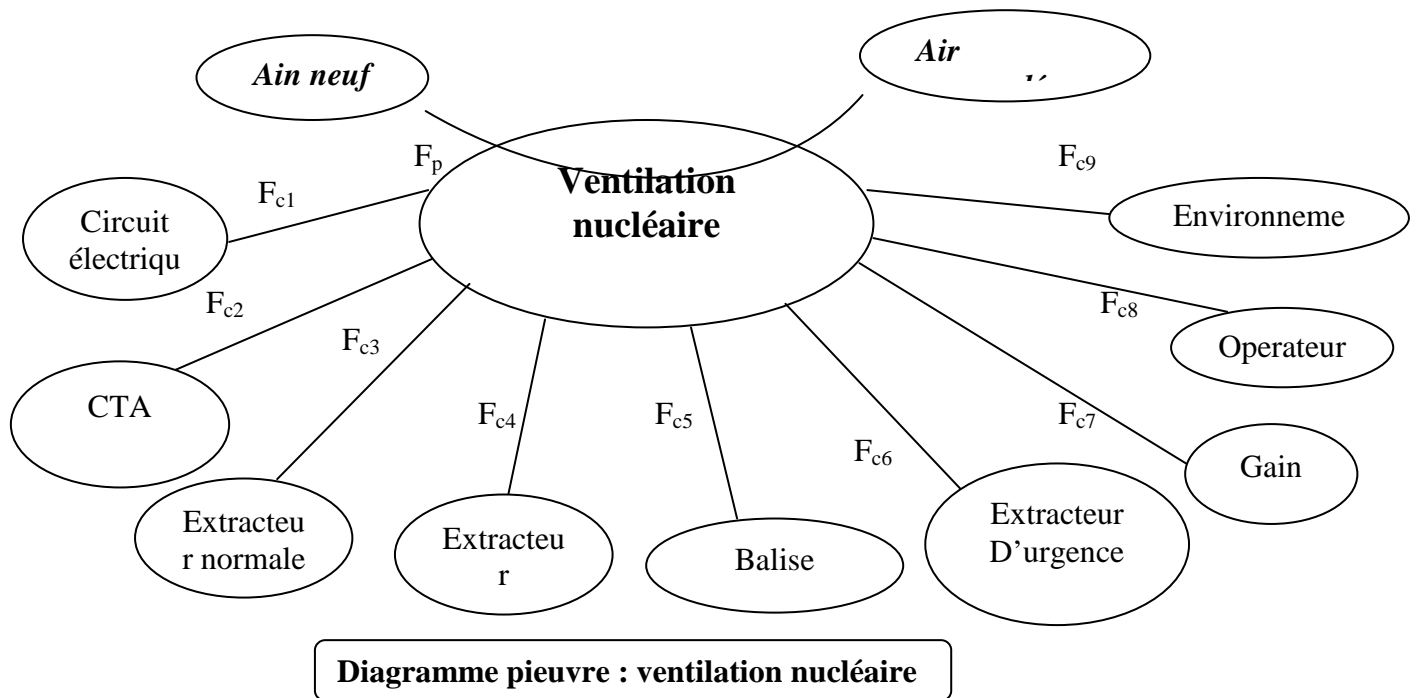
↳ Système de refroidissement secondaire



4. Pieuvre :

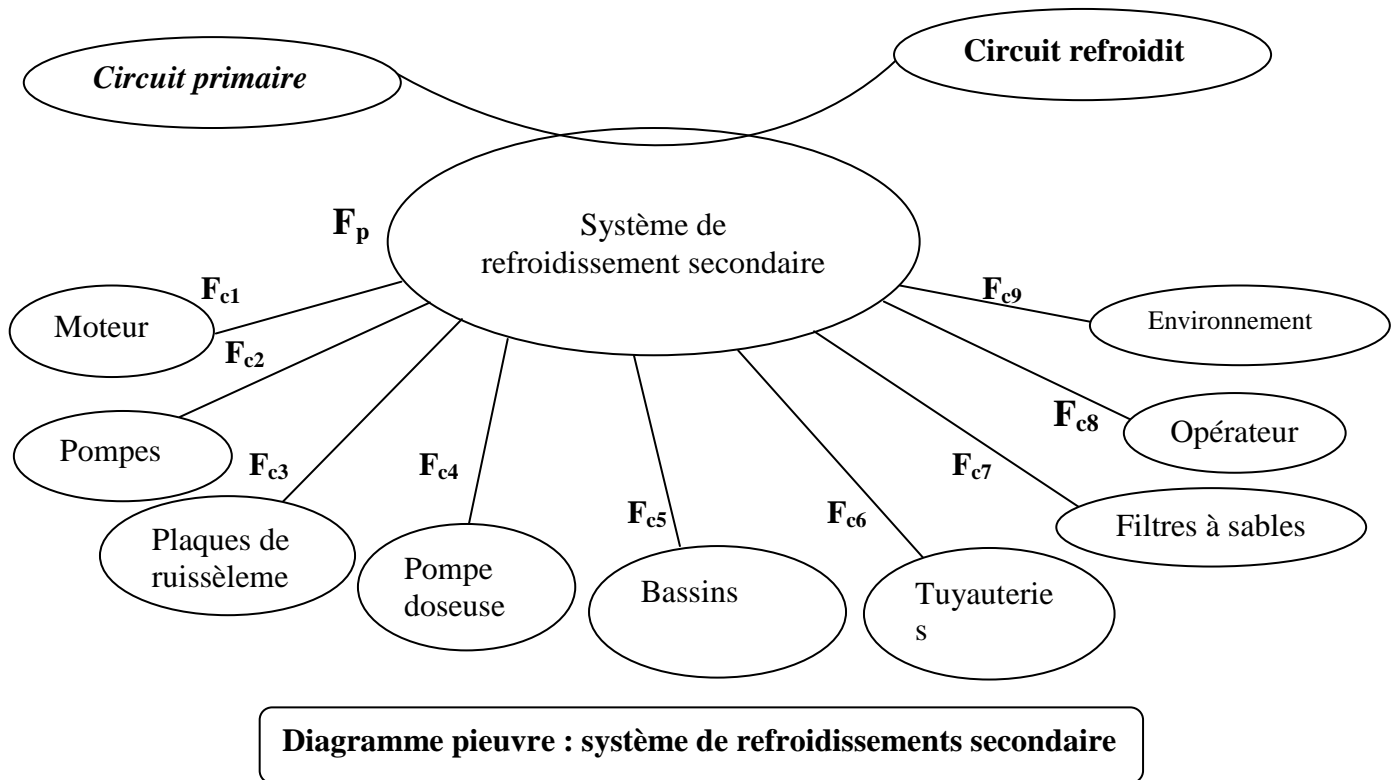
La méthode utilisée ci-après est appelée méthode de la pieuvre, pour l'appliquer il faut identifier les autres milieux extérieurs, puis tracer la relation simple qui les lie au système étudié comme le montre la figure.

❖ Détermination des fonctions contraintes F_c du système de ventilation :



- ✓ F_p : renouvellement et traitement d'air et gardé le hall du réacteur en dépression
- ✓ F_{c1} : Etre compatible avec l'alimentation électrique
- ✓ F_{c2} : soufflage d'air neuf et traité
- ✓ F_{c3} : assuré la filtration et l'extraction de l'air qui Vient du hall
- ✓ F_{c4} : assuré la filtration et l'extraction d'air
- ✓ F_{c5} : control de contamination radioactive
- ✓ F_{c6} : assuré la filtration et l'extraction en cas détection de la contamination dans la cheminé
- ✓ F_{c7} : transport d'air
- ✓ F_{c8} : Etre accessible aux opérateurs (maintenance, fabrication, qualité...).
- ✓ F_{c9} : Résister à l'environnement.

❖ Détermination des fonctions contraintes F_c tour de refroidissement secondaire :



- ✓ F_p : refroidissement du circuit primaire
- ✓ F_{c1} : Transformer l'énergie électrique en énergie mécanique
- ✓ F_{c2} : Assure le passage de l'eau de la tour de refroidissement vers l'échangeur
- ✓ F_{c3} : Facilite le Transfer de la chaleur
- ✓ F_{c4} : traitement d'eau
- ✓ F_{c5} : stockage d'eau
- ✓ F_{c6} : transport d'eau
- ✓ F_{c7} : filtration des particules
- ✓ F_{c8} : Etre accessible aux opérateurs (maintenance, fabrication, qualité...).
- ✓ F_{c9} : Résister à l'environnement.

VI. Etude AMDEC

La maintenance d'un équipement critique pour une manufacture se doit être rigoureuse. Il est donc souhaitable de contrôler au lieu de subir les pannes imprévues. Ces pannes peuvent amener une augmentation des coûts de maintenance, des dangers pour les travailleurs ou un arrêt de production.

Afin de faire une bonne maintenance, il faut bien connaître notre équipement ainsi que les différents modes de défaillances. Il est possible par la suite de déterminer les causes probables des bris et d'en évaluer l'impact sur l'environnement.

La méthode utilisée pour faire cette tâche laborieuse est la méthode AMDEC.

L'analyse AMDEC proprement dite consiste à identifier les dysfonctionnements potentiels ou déjà constatés d'une machine, à mettre en évidence les points critiques et à proposer des actions correctives pour y remédier.

En pratique, on procède souvent à une estimation approximative qui se traduit par une note attribuée pour le groupe AMDEC, ils 'agit donc d'une échelle de notation.

De ce fait le produit multiplication utilisé pour le calcul de la criticité .

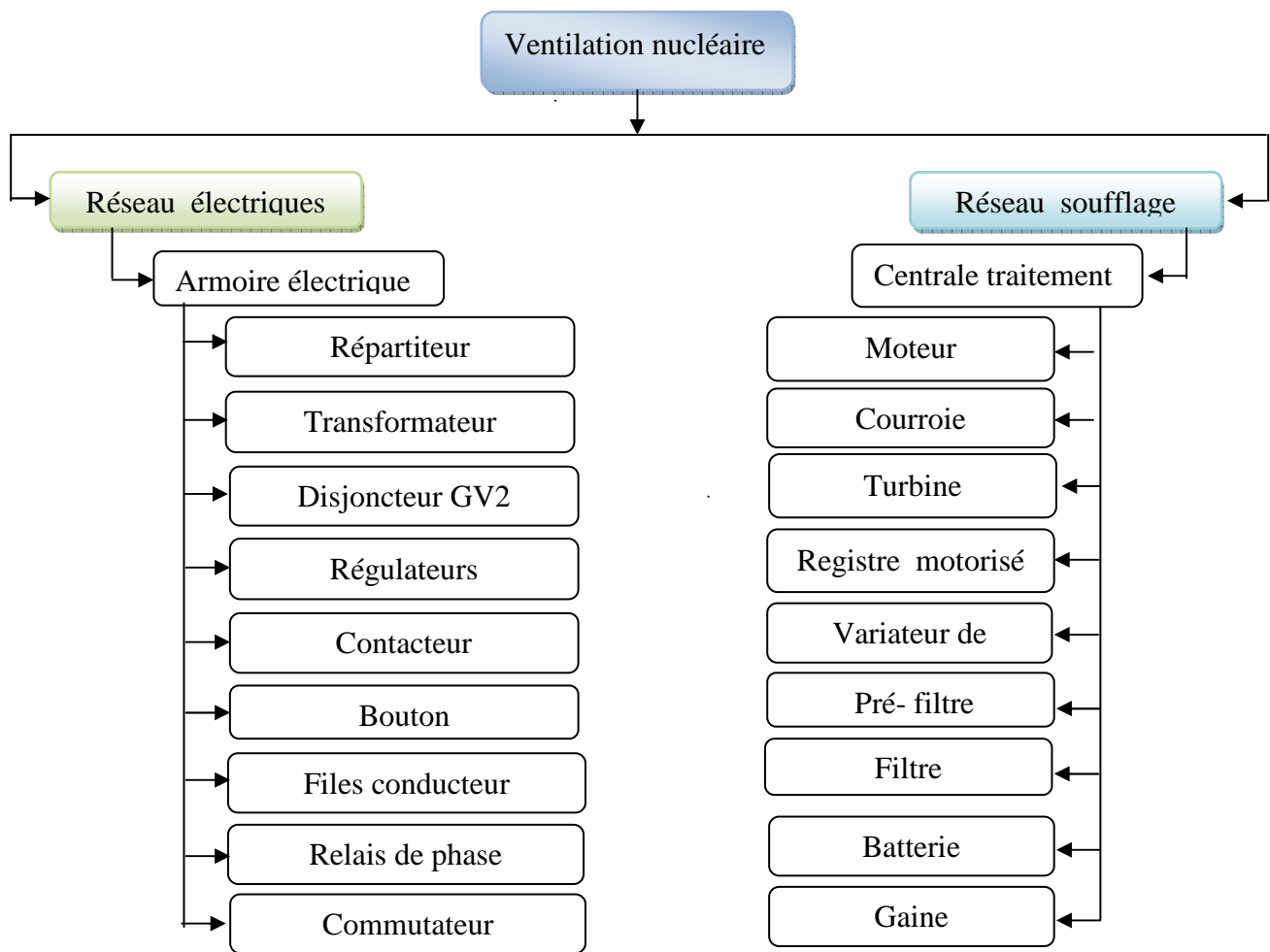
$$\text{Criticité} \longrightarrow C = G \cdot F \cdot D \longleftarrow \text{Probabilité du non détection}$$

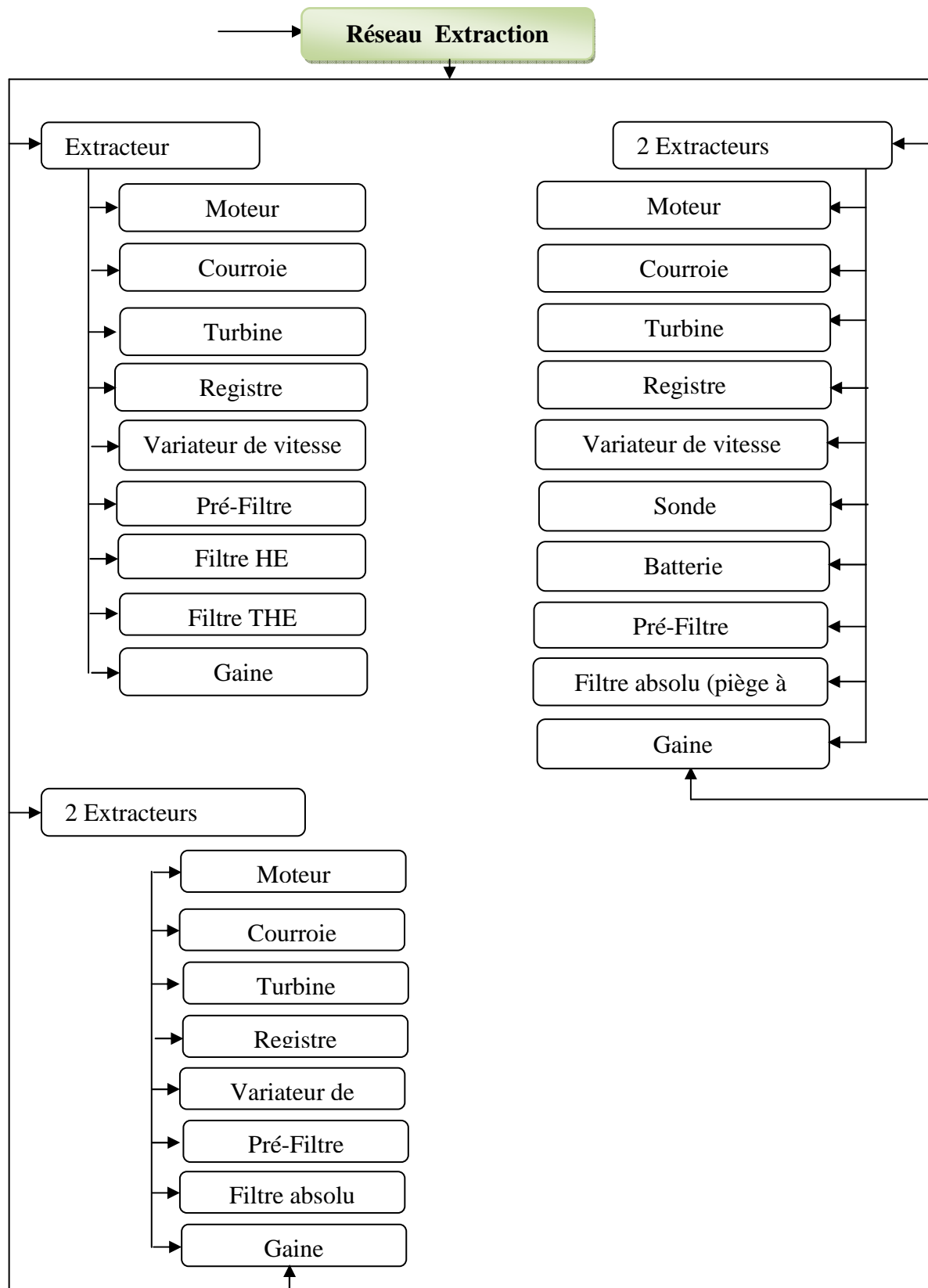
$$\begin{array}{c} \uparrow \\ \text{Gravité} \end{array} \quad \begin{array}{c} \uparrow \\ \text{Fréquence} \end{array}$$

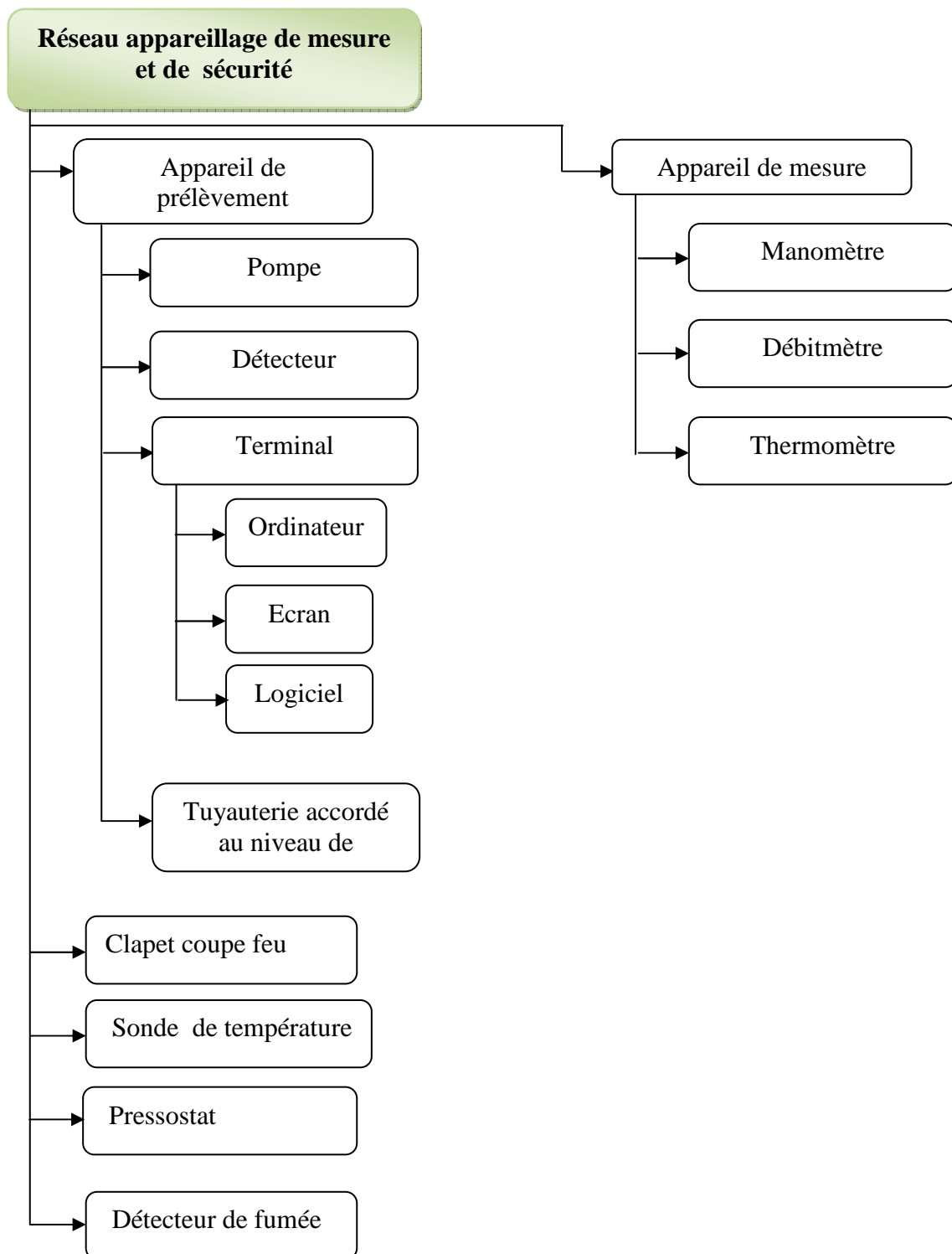
1. Décomposition du système

L'AMDEC est une méthode de réflexion créative qui repose essentiellement sur la décomposition fonctionnelle de système en éléments simples jusqu'au niveau des composants les plus élémentaires. On a décomposé le système en parties. Chaque partie est décomposé jusqu'aux organes les plus élémentaires.

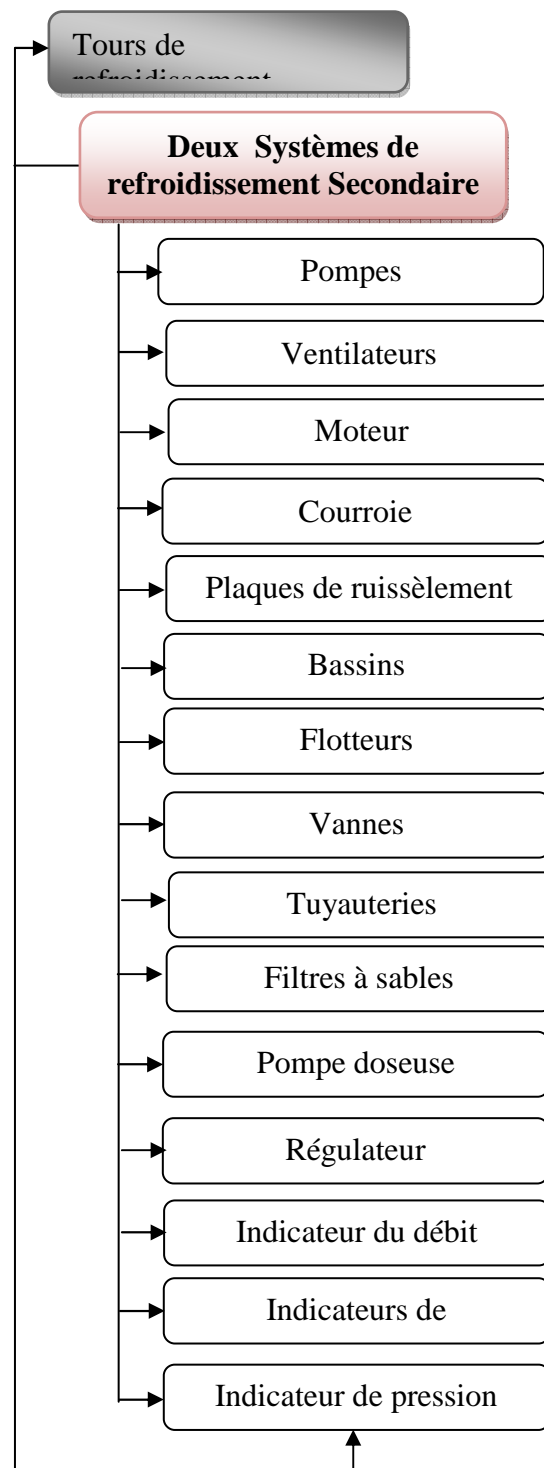
a. ventilation nucléaire







b. Tours de refroidissement



2. Barème de cotation des indices F (fréquence) G (grille) D (détection)

L'évaluation des risques potentiels se traduit par le calcul de la criticité. Cela consiste à affecter au mécanisme de défaillance un niveau de criticité élaborée à partir de trois indices indépendants qui sont la fréquence (Tableau 1), la gravité (Tableau 2), et la probabilité de non-détection (Tableau 3), dont les barèmes sont respectivement donnés par les tableaux suivants.

1	Défaillance pratiquement inexistante sur des installations similaires en exploitation, au plus un ou deux défauts sur la durée de vie de l'installation.
2	Défaillance rarement apparue sur du matériel similaire existant en exploitation (exemple: un défaut par an)
3	Défaillance occasionnellement apparue sur du matériel similaire existant en exploitation (exemple: un défaut par trimestre).
4	Défaillance fréquemment apparue sur un composant connu ou sur du matériel similaire existant (un défaut par mois)
5	Défaillance très fréquente l'équipement connu au moins un défaut par semaine.

Tableau 1 : Barème de cotation de la Fréquence F

1	Défaillance mineure: aucune dégradation notable du matériel
2	Défaillance moyenne nécessitant une remise en état de courte durée
3	Défaillance majeure nécessitant une intervention de longue durée
4	Défaillance catastrophique très critique nécessitant une grande intervention

Tableau 2: Barème de cotation de la gravite

1	Les dispositions prises assurent une détection totale de la cause initiale ou du mode de défaillance, permettant ainsi d'éviter l'effet le plus grave provoqué par la défaillance pendant la production.
2	Il existe un signe avant-coureur de la défaillance mais il y a risque que ce signe ne soit pas perçu par l'opérateur. La détection est exploitable .
3	La cause et/ou le mode de défaillance sont difficilement décelables ou les éléments de détection sont peu exploitables. La détection est faible .
4	Rien ne permet de détecter la défaillance avant que l'effet ne se produise: il s'agit du cas sans détection .

3. grille AMDEC

AMDEC MACHINE		Analyse des modes de défaillance de leurs effets et leurs criticités								
Système :						Date :				
Sous système :										
Elément	Fonction	Mode de défaillance	Cause	Effet	Détection	Criticité				Action Corrective
						F	G	D	C	

Grille de l'analyse de mode des défaillances leurs effets et leur

L'évaluation qualitative des défaillances a été menée avec un groupe de travail qui permet d'identifier les défauts, leurs causes et leurs effets, ce qui a permis de remplir les grilles d'AMDEC ci-dessous.

AMDEC		Analyse des modes de défaillance de leurs effets et de leurs criticités								
Système : ventilation nucléaire						Date : 2010				
Sous système : Armoire électrique										
Elément	Fonction	Mode de défaillance	Cause	Effet	Détection	Criticité				Action corrective
						F	G	D	C	
Disjoncteur	Protéger les appareils	Usure des contacts	+Mauvais serrage +Court-circuit	Pas de transmission de puissance	+Visuelle +Par outillage	2	2	1	4	Changement
Contacteur	Commande à distance	Usure des contacts	+Mauvais serrage +Court-circuit	Pas de transmission de puissance	+Visuelle +Par outillage	2	2	1	4	Serrage périodique du contacteur
Relais de phase	Reliage auxiliaire du circuit électrique	Usure des contacts Bobinage grille	+Durée de vie +Surcharge du courant	Pas de transmission de puissance	+Visuelle +Par outillage	2	3	1	6	Changement
Commutateur	3 positions +Marche manuel +Marche automatique +Position arrêt	Détérioration	+Durée de vie	Pas de commande	+Visuelle +Par outillage	2	3	1	6	Changement
Régulateur	Commande automatique des machines	Non signalisation	+Durée de vie +Perte de programme +Perte d'alimentation électrique	+Pas de commande +Arrêt de l'installation	+Visuelle +Par outillage	3	2	2	12	Changement ou réparation



Répartiteur	Repartie l'alimentation électrique	+Desserrage +détérioration	+Durée de vide +Surcharge du courant +Desserrage d'un câble	Arrêt de l'installation	+Visuelle +Par outillag	2	2	1	4	Changement
Transformateur	Transformé la tension	Détérioration	+Durée de vie Surcharge	Pas de transformation et risque de gire les autres composants	+Visuelle +Par outillag	2	2	1	4	Changement



AMDEC Armoire électrique



AMDEC CTA

AMDEC		Analyse des modes de défaillance de leurs effets et de leurs criticités								
Système : ventilation nucléaire						Date : 2010				
Sous système : centrale traitement d'air										
Elément	Fonction	Mode de défaillance	Cause	Effet	Détection	Criticité				Action corrective
						F	G	D	C	
Moteur électrique	Transformé l'énergie électrique en énergie mécanique	Détérioration Court-circuit	+Surcharge +Frottement avec les bagues de rotor et roulement	Arrêt du moteur Mauvaise transmission D'énergie Arrêt de la ventilation	Visuelle et sonore	2	3	1	6	Changement des roulements ou bobinage
courroie	Transmission de puissance	Détérioration Rupture dilatation	+Usure +Déchiré	Pas de transmission	Visuelle et automatique	2	3	1	6	Changement de la courroie
Registre motorisé	Ouverture ou fermeture du passage d'aire au niveau de la gaine	Manque de tension Détérioration des volets	+Mauvais entretien +Duré de vie	Arrêt CTA Arrêt de la ventilation	Visuelle Automatique	3	3	1	9	Réparation ou changement
Turbine	Donné un Mouvement de l'air dans une direction	Rupture Coinçage	+Usure +Corrosion	Arrêt CTA Arrêt de la ventilation	Visuelle et sonore	1	3	1	3	Réparation ou changement

Pré-filtre	élimine les particules avant qu'elles parviennent dans le filtre allonge la durée de vie du filtre	+Détérioration + mauvais filtration	+Durée de vie +mauvaise installation +Colmatage	+Passage des particules	Détection automatique et visuel	2	3	1	6	Changement
Filtre HE	piéger des particules entraînées par un l'air neuf	+Détérioration + mauvais filtration	+durée de vie +mauvaise installation Colmatage	Passage des particules	Visuelle et automatique	2	3	1	6	Changement
Echangeur (batterie chaud – froid)	Changement de chaleur	Mauvais changement	+Durée de vie +Mauvais entretien +Corrosion	Pas de changement	Visuelle	1	1	2	2	Réparation ou changement
Variateur de vitesse	Changé la vitesse du moteur	Détérioration +Pas de tension de sortie Défaut thermique	+Durée de vie +Mauvais entretien	Pas de signal Arrêt de ventilation	Visuelle et automatique	2	3	1	6	Réparation Changement
Gaine	Transporté l'air	Détérioration	+corrosion +choc	fuite	Visuelle	1	3	3	9	Changement de tuyauterie



AMDEC Extracteur normal

AMDEC		Analyse des modes de défaillance de leurs effets et de leurs criticités						
Système : ventilation nucléaire						Date : 2010		
Sous système : Extracteur Normal								
Élément	Fonction	Mode de défaillance	Cause	Effet	Détection	Criticité	Action corrective	

						F	G	D	C	
Moteur électrique	Transformé l'énergie électrique en énergie mécanique	Détérioration Court-circuit	Surcharge Frottement avec les bagues de rotor	Arrêt du moteur	Visuelle et sonore	2	3	1	6	Changement des roulements ou bobinage
courroie	Transmission de puissance	Détérioration	Usure Déchiré	Pas de transmission	Visuelle et automatique	2	3	1	6	Changement de la courroie
Turbine	Donné un Mouvement de rotation	Pas de transmission	+Usure	Arrêt de l'extracteur	Visuelle et sonore	1	3	1	3	Réparation ou changement
Registre motorisé	Contrôlé le volume et géré le débit	Détérioration Pas de régulation	+Mauvais entretien +Durée de vie	Arrêt l'extracteur	Visuelle Automatique	3	3	1	9	Réparation ou changement
Variateur de vitesse	Changé la vitesse du moteur	Détérioration	+Durée de vie +Mauvais entretien	Pas de signal	Visuelle et automatique	2	3	1	6	Réparation Changement
Pré-filtre	élimine les particules avant qu'elles parviennent dans le filtre allonge la durée de vie du filtre	+Détérioration + mauvais filtration	+durée de vie +mauvaise installation +mauvais entretien	+Passage des particules	Détection automatique	2	3	1	6	Changement
Filtre HE	Il piège le passage des particules	+Détérioration + mauvais filtration	+durée de vie +mauvaise installation +mauvais entretien	Fuite radioactive	Visuelle et automatique	2	4	2	16	Changement
Filtre THE	Filtre a très haute efficacité avec un pourcentage de 1% de passage de matière radioactive	+Détérioration + mauvais filtration	+durée de vie +mauvaise installation +mauvais entretien	Fuite radioactive	Visuelle et automatique	2	4	2	16	Changement

Gaine	Transporté l'air	Détérioration	+corrosion +choc	fuite	Visuelle	1	3	3	9	Changement de tuyauterie
-------	------------------	---------------	---------------------	-------	----------	---	---	---	---	--------------------------



Les 2 extracteurs procédés

AMDEC		Analyse des modes de défaillance de leurs effets et de leurs criticités								
Système : ventilation nucléaire						Date : 2010				
Sous système : Deux Extracteurs procédé										
Elément	Fonction	Mode de défaillance	Cause	Effet	Détection	Criticité				Action corrective
						F	G	D	C	
Moteur électrique	Transformé l'énergie électrique en énergie mécanique	+Détérioration +Court-circuit	Surcharge Frottement avec les bagues de rotor	Arrêt du moteur	Visuelle et sonore	2	3	1	6	Changement des roulements ou bobinage
courroie	Transmission de puissance	+Détérioration	Usure Déchiré	Pas de transmission	Visuelle et automatique	2	3	1	6	Changement du courroie
Turbine	Donné un Mouvement de rotation	+Pas de transmission	+Usure	Arrêt de l'extracteur	Visuelle et sonore	1	3	1	3	Réparation ou changement
Registre motorisé	Contrôlé le volume et géré le débit	+Détérioration +Pas de régulation	+Mauvais entretien +Duré de vie	Arrêt l'extracteur	Visuelle Automatique	3	3	1	9	Réparation ou changement
Variateur de vitesse	Changé la vitesse du moteur	+Détérioration	+Duré de vie +Mauvais entretien	Pas de signal	Visuelle et automatique	2	3	1	6	Réparation Changement
Pré-filtre	élimine les particules avant qu'elles parviennent dans le filtre	+Détérioration	+duré de vie	+Passage des particules	Détection automatique	2	3	1	6	Changement

	allonge la duré de vie du filtre	+ mauvais filtration	+mauvaise installation +mauvais entretien							
Filtre Absolu	Il piège le passage de matière radioactive	+Détérioration + mauvais filtration	+duré de vie +mauvaise installation +mauvais entretien	Fuite radioactive	Visuelle et automatique	2	4	2	16	Changement
Gaine	Transporté l'air	+Détérioration	+corrosion +choc	fuite	Visuelle	1	3	3	9	Changement de tuyauterie



Les deux extracteurs secours

AMDEC		Analyse des modes de défaillance de leurs effets et de leurs criticités								
Système : ventilation nucléaire							Date : 2010			
Sous système : 2 Extracteurs Secours										
Elément	Fonction	Mode de défaillance	Cause	Effet	Détection	Criticité				Action corrective
						F	G	D	C	
Moteur électrique	Transformé l'énergie électrique en énergie mécanique	+Détérioration +Court-circuit	+Surcharge +Frottement avec les +bagues de rotor	Arrêt du moteur	Visuelle et sonore	2	3	1	6	Changement des roulement ou bobinage
courroie	Transmission de puissance	+Détérioration	+Usure +Déchiré	Pas de transmission	Visuelle et automatique	2	3	1	6	Changement du courroie

Turbine	Donné un Mouvement de rotation	+Pas de transmission	+Usure	Arrêt de l'extracteur	Visuelle et sonore	1	3	1	3	Réparation ou changement
Registre motorisé	Contrôlé le volume et géré le débit	+Détérioration +Pas de régulation	+Mauvais entretien +Duré de vie	Arrêt l'extracteur	Visuelle Automatique	3	3	1	9	Réparation ou changement
Variateur de vitesse	Changé la vitesse du moteur	+Détérioration	+Duré de vie +Mauvais entretien	Pas de signal	Visuelle et automatique	2	3	1	6	Réparation Changement
Sonde		+Détérioration +Duré de vie	+Mauvais entretien +mauvais +Réglages	Pas de signal	Automatique	1	2	3	6	Changement de la sonde
Batterie	Changement de chaleur	+Mauvais changement	+Duré de vie +Mauvais entretien +Corrosion	Pas de changement	Visuelle	1	1	2	2	Réparation ou changement
Pré-filtre	élimine les particules avant qu'elles parviennent dans le filtre allonge la duré de vie du filtr	+Détérioration + mauvais filtration	+duré de vie +mauvaise installation +mauvais entretien	+Passage des particules	Détection automatique	2	3	1	6	Changement
Filtre Absolu (Piège à iode)	Il piège le passage de matière radioactive	+Détérioration + mauvais filtration	+duré de vie +mauvaise installation +mauvais entretien	Fuite radioactive	Visuelle et automatique	2	4	2	16	Changement
Gaine	Transporté l'air	+Détérioration	+corrosion	fuite	Visuelle	1	3	3	9	Changement de tuyauterie

			+choc							
--	--	--	-------	--	--	--	--	--	--	--

↩ **Les appareillages de sécurité**

AMDEC		Analyse des modes de défaillance de leurs effets et de leurs criticités								
Système : ventilation nucléaire							Date : 2010			
Sous système : appareillage mesure et de sécurité										
Elément	Fonction	Mode de défaillance	Cause	Effet	Détection	Criticité				Action corrective
						F	G	D	C	
Tuyauterie	Transporté l'air extrais	Détérioration	+corrosion +choc	fuite	Visuelle	1	3	3	9	Changement de tuyauterie
Clapet coupe feu	Fermeture automatique pour empêché la propagation d'incendie	Détérioration Coincé Duré de vie	+Mauvais entretien	Réagie pas en cas d'incendie	Visuelle	1	2	1	2	Changement de clapet
Sonde de température 70°C	Capteur transforme l'effet de température en signal électrique	Détérioration Duré de vie	+Mauvais entretien +mauvais réglages	Pas de signal	Automatique	1	2	3	6	Changement de la sonde
Sonde de température 180°C	Capteur transforme l'effet de température en signal électrique	Détérioration Duré de vie	+Mauvais entretien +mauvais réglages	Pas de signal	Automatique	1	3	3	9	Changement de la sonde

Pressostat	Détection du dépassement de la pression	Détérioration Duré de vie	+Mauvais entretien +mauvais réglages	Pas de signal Arrêt de la ventilation	Automatique	2	2	1	4	Changement du Pressostat
Manomètre	Mesure la pression	Détérioration	+Duré de vie	Pas de signal	Visuelle et automatique	1	1	1	1	Changement
Thermomètre	Mesure la température	Détérioration	+Duré de vie	Pas de signal	Visuelle et automatique	1	1	1	1	Changement
Débitmètre	Mesure le débit	Détérioration	+Duré de vie	Pas de signal	Visuelle et automatique	1	1	1	1	Changement



AMDEC Balise

AMDEC		Analyse des modes de défaillance de leurs effets et de leurs criticités								
Système : ventilation nucléaire							Date : 2010			
Sous système : Balise										
Elément	Fonction	Mode de défaillance	Cause	Effet	Détection	Criticité				Action corrective
						F	G	D	C	
Pompe	L'aspiration de l'air extrait en cas de contamination radioactive et le refoulé Pour le traitement par supervision	pas d'aspiration	+Mauvais entretien +Duré de vie +Usure interne	Pas traitement d'air	Visuel Sonore	2	3	1	6	Réparation ou changement
Détecteur	Détection de radioactivité	détérioration	+Mauvais entretien	Fuite radioactive	Visuel ou	2	3	1	6	Réparation ou

			+Duré de vie		automatique					changement
Ordinateur	Stockage de l'information	Arrêt de l'ordinateur	+Virus +Duré de vie + Grillage d'un compensant	Fuite radioactive	Visuel	2	2	1	4	Réparation ou changement
Logiciel	Traitement des données	endommager	Mauvaise installation	Fuite radioactive	Visuel	2	2	1	4	Réinstallé logiciel
Ecran	Visualisation des données	Pas données	Grillage d'un composan	Fuite radioactive	Visuel	1	2	1	2	Réparation ou changement



AMDEC Système de refroidissement secondaire

AMDEC		Analyse des modes de défaillance de leurs effets et de leurs criticités								
Système : Tour de refroidissement							Date : 2010			
Sous système : Système de refroidissement secondaire										
Elément	Fonction	Mode de défaillance	Cause	Effet	Détection	Criticité				Action corrective
						F	G	D	C	

Pompes	Assure le passage de l'eau de la tour de refroidissement vers l'échangeur	+Baisse de débit +irrégularité du débit pas débit	+Cavitation +rupture +Duré de vie	Pas de refroidissement du circuit primaire	Visuelle et automatique et sonore	2	3	2	12	Réparation ou changement
Moteur électrique	Transformé l'énergie électrique en énergie mécanique	Détérioration Court-circuit	+Surcharge +Frottement avec les bagues de rotor	Arrêt du moteur	Visuelle et sonore	2	3	1	6	Changement des roulement ou bobinage
courroie	Transmission de puissance	Détérioration	+Usure +Déchiré	Pas de transmission	Visuelle et automatique	2	3	1	6	Changement du courroie
Ventilateur	Crée un courant d'aire pour le refroidissement de l'eau	Défaut de Courroie Ou du moteur	+Usure +Mauvais alignement des poulies	Mauvais refroidissement	Visuelle Et automatique et sonore	2	2	2	8	Réparation ou changement
plaques de ruissellement	Facilite le Transfer de la chaleur	Détérioration	+mauvais entretien +Duré de vie	Mauvais refroidissement	Visuelle et automatique	2	2	2	8	Réparation ou changement
Bassins	Stockage d'eau	Baissement Ou augmentation de niveau d'eau	+fuite +mauvais entretien +blocage du flotteur	Mauvais refroidissement	Visuelle automatique	2	3	2	12	Réparation ou changement
Vannes	Ouverture ou fermeture du passage de l'eau	Détérioration	+duré de vie Coincement	Pas de commande	Visuelle	1	4	1	4	changement

Filtres à sables	Elimination des particules dans le circuit d'eau	détérioration	+duré de vie +mauvais entretien	Pas de filtration	Visuelle	1	3	2	6	Changement
------------------	--	---------------	------------------------------------	-------------------	----------	---	---	---	---	------------

AMDEC		Analyse des modes de défaillance de leurs effets et de leurs criticités								
Système : Tour de refroidissement						Date : 2010				
Sous système : Système de refroidissement secondaire										
Elément	Fonction	Mode de défaillance	Cause	Effet	Détection	Criticité				Action corrective
						F	G	D	C	
Tuyauteries	Transporté l'eau	détérioration	+duré de vie Corrosion Usur	Fuites	Visuelle	1	3	1	3	Réparation
Flotteurs	Contrôle le niveau d'eau dans le bassin	Coincer en haut ou en bas	Duré de vie Usur grippage	Niveau très haut ou très bas dans le bassin	Visuelle	2	1	2	4	Changement ou réparation
Pompe doseuse	Permet d'injecté des produit de traitement de l'eau	Mauvais injection des produits	Duré de vie	Pas traitement de l'eau	Visuelle	3	2	1	6	
Régulateur	contrôle la qualité d'eau dans le bassin et commande l injection de produit	Mauvais injection des produits	Duré de vie +mauvaise entretien	Mauvais traitement d'eau	Visuelle automatique	2	2	2	8	Réparation ou changement
Indicateur du débit	Indiqué le débit	Détérioration	Duré de vie	Pas de signal	Visuelle	2	2	1	4	Changement



Indicateur de pression	Indiqué la pression	Détérioration	Duré de vie	Pas de signal	Visuelle	2	2	1	4	Changement				
Indicateurs de température	Indiqué la température	Détérioration	Duré de vie	Pas de signal	Visuelle	2	2	1	4	Changement				

1. Synthèse

D'après les résultats triés des grilles AMDEC, On a choisi la valeur 9 comme seuil de criticité. Les éléments dont la criticité dépasse 9 sont regroupés par ordre décroissant dans le tableau c'est sur ces éléments qu'il faut agir en priorité en engageant des actions correctives appropriées.

❖ Système de refroidissement secondaire

Elément	Criticité	Action corrective à planifier
Bassins Pompes	12	Surveillance particulière Maintenance préventive conditionnel
plaques de ruissellement Ventilateur Régulateur	8	Amélioration des performances des éléments. Maintenance préventive systématique.
Moteur électrique courroie Filtres à sables Pompe doseuse	6	Petite modification Maintenance préventive systématique
Indicateurs de température Indicateur du débit Indicateur de pression Flotteurs Vannes	4 4 4	Aucune action à engager Suivre seulement les entretiens programmés
Tuyauteries	3	

Filtre THE	16	
Filtre PAI extracteur procédé	16	Surveillance particulière
Filtre PAI extracteur d'urgence	16	Maintenance préventive
Régulateur	12	conditionnelle
Tuyauterie Sonde de température 180°C Registre motorisé CTA Registre motorisé Extracteur normal Registre motorisé Extracteur procédé Registre motorisé Extracteur secoure	9	Amélioration des performances des éléments. Maintenance préventive systématique
Sonde de température 70°C Pompe de la balise détecteur contacteur (armoire électrique) moteur électrique courroie variateur de vitesse pré filtre filtre HE CTA filtre HE Extracteur normal	6	Petite modification Maintenance corrective
Pressostat Ordinateur, logiciel Moteur électrique Disjoncteur contacteur répartiteur Transformateur	4	Aucune action à engager suivre seulement les entretiens programmés
Turbine Clapet coupe feu Batterie chaud froid	3	
Ecran	2	

❖ **Ventilation nucléaire**

D'après les résultats obtenus, on a bien déterminé les risques de dysfonctionnement de ce système de ventilation et de la tour de refroidissement en mettant en évidence les points critiques pour proposer des actions de maintenance afin de réduire leur criticité.

On déduit que la majorité des problèmes rencontrés dans ce système sont dus à la durée de vie et la détérioration des équipements de système de ventilation nucléaire et tours de refroidissement, pour éviter ce genre de problèmes il faut faire un contrôle systématique des filtres et du régulateur pour s'assurer qu'il ne se précipitera jamais ces défaillances qui gênent vraiment le fonctionnement normal de ce système et engendrent des longs arrêts de réparation et de nettoyage.

A la fin de cette étude, on peut sortir avec les recommandations suivantes :

- il faut respecter les instructions de la maintenance systématique telles que les remplacements des pièces défectueuses selon les périodicités recommandées par le constructeur.
- refaire l'étude AMDEC systématiquement.
- former le personnel de service maintenance à l'AMDEC.
- tenir un stock de sécurité des pièces de rechange de 1^{ère} nécessité.

Ce travail a montré la faisabilité de conduire une méthode d'optimisation de maintenance. Cette approche est basée sur l'analyse AMDEC. La mise en œuvre d'une telle démarche montre sa contribution dans la réduction des coûts de maintenance. En effet elle permet :

- de définir les exigences de sûreté de fonctionnement de manière précise,
- d'identifier les fonctions critiques pour le système,
- de définir la politique de maintenance pour le système et ses composants.

Au niveau de la fiabilité du système, nous avons identifié les composants sur lesquels une attention particulière doit être portée.

Le système traité dans le cadre de ce travail a été développé suivant une méthode logique et structurée. Elle a permis de mieux maîtriser le système étudié tout en identifiant les maillons faibles et de connaître les types de maintenance appliqués à chaque sous système et composant. En fin elle constitue une véritable démarche d'optimisation des opérations et des coûts de maintenance.

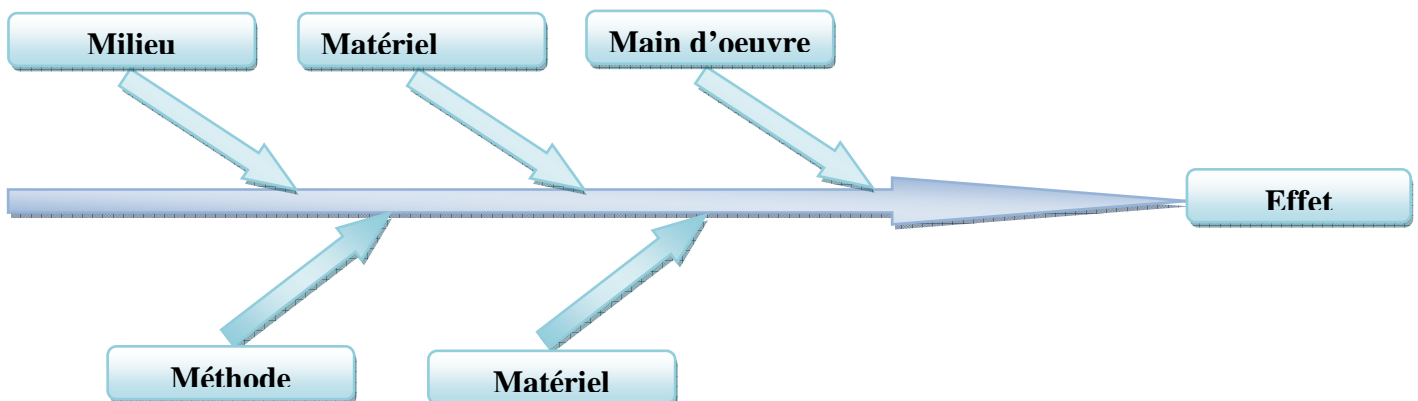
VII. Diagramme cause effet

Les facteurs qui affectent la performance du local de réacteur sont nombreux et variés, un diagramme cause effet est un outil pour aider à définir toutes les causes de défaillance possible, du système et organiser les relations combinatoires.

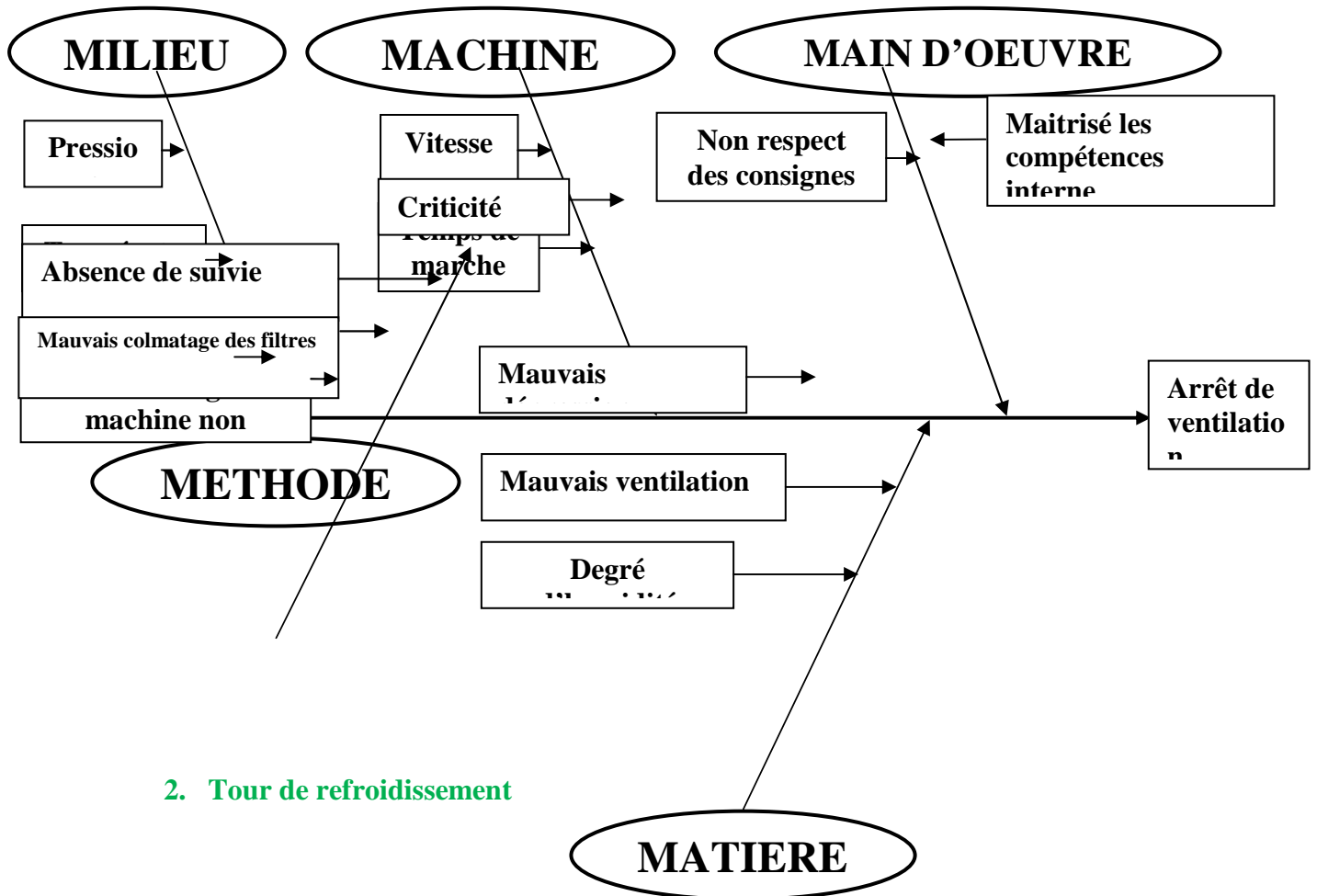
Le diagramme cause effet sert de point central de la discussion en mesurant sa progression. On évite les répétitions et les égarements lors de sujet. En plus les causes sont recherchées rapidement et les résultats sont écrits sur le diagramme. En fin le diagramme cause-effet est un guide pour la discussion.

Dans un tel diagramme les facteurs doivent être écrits d'une façon plus détaillée pour ce faire en groupe les facteurs majeurs de cause dans 5 flèches.

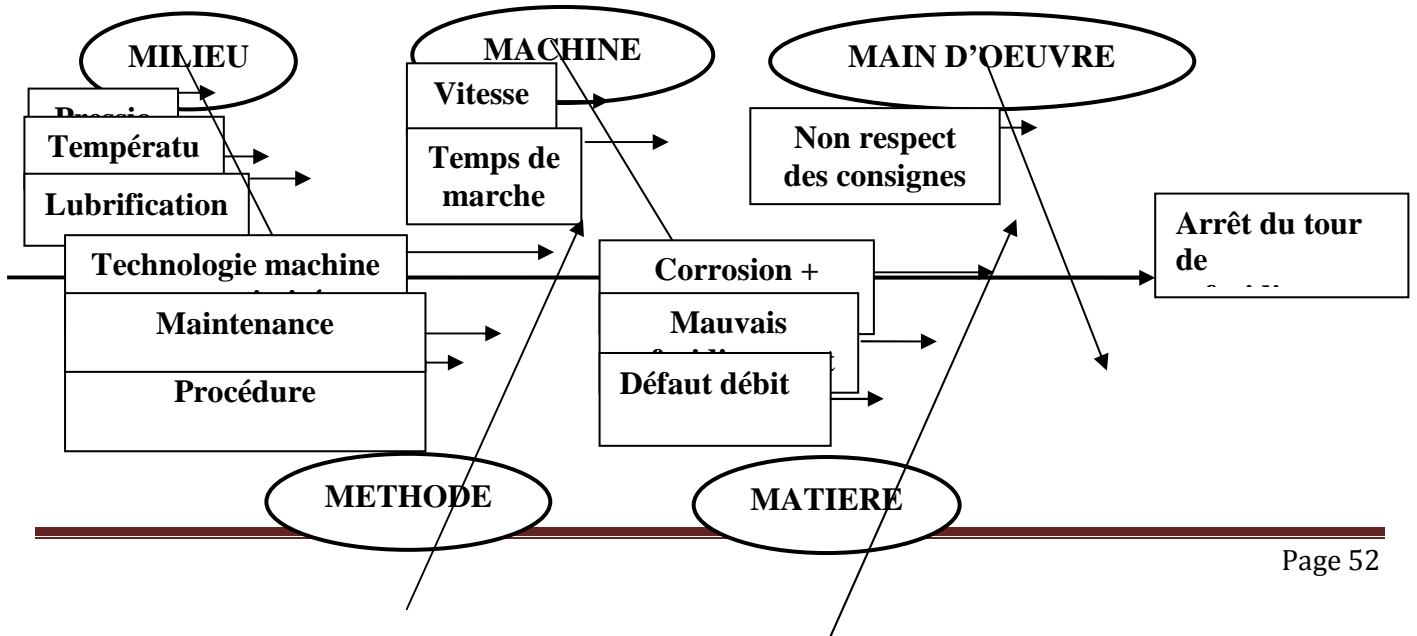
- ✓ Milieu
- ✓ Matériel
- ✓ Main d'œuvre
- ✓ Matériel
- ✓ Méthode



2. Ventilation nucléaire



2. Tour de refroidissement



VIII. Elaboration d'un Plan de maintenance Préventive

Elaborer un plan de maintenance préventive, c'est décrire toutes les opérations de maintenance préventive qui doivent être effectuées sur chaque organe. La réflexion des opérations de maintenance se fait en balayant tous les organes de la décomposition fonctionnelle et en tenant compte de leur technologie, de leur environnement (sec, humide, poussiéreux, chaud, non couvert, etc.) de leur utilisation, de leur probabilité de défaillance et de leur impact sur la production et sur la sécurité (humaine et matérielle).

1. Recueil des opérations de maintenance :

Le recueil des opérations de maintenance préventive est un document de travail des méthodes qui permet de lister les opérations en passant en revue systématique tous les organes, Ce document comporte les éléments suivants.

❖ Opération

Cette partie comporte la description succincte des opérations appliqués, sur des organes, on met un choix dans les deux colonnes suivantes :

- Marche : pour l'opération qui pourrait se faire pendant que la machine est en production
- Arrêt : pour l'opération qui doit être faite pendant un arrêt de la production

❖ Intervention :

- ING : Ingénieur
- ELC : électricien
- AUT : Automaticien
- MNT : Maintienicien
- TFD : Technicien de froid

❖ Duré

Il s'agit du temps élémentaire de l'opération, dont l'estimation est basée sur l'expérience, hors temps de déplacement. Ce temps est exprimé en heure et on notera 0,5 pour une demi-heure.

❖ Périodicité

- ✓ J : journalier
- ✓ H : hebdomadaire
- ✓ M : mensuel
- ✓ T : trimestriel
- ✓ S : semestriel
- ✓ A : annuel

❖ Numéro

Il s'agit du numéro de la fiche utilisée par les intervenants pour effectuer la visite préventive sur laquelle sera reporter l'opération en question.

❖ Opération

On notera tous les renseignements utiles pour pouvoir réaliser correctement l'opération demandée telle que :

- ✓ Valeur de référence
- ✓ Outillage spécial
- ✓ Numéro de plan
- ✓ Référence de consigne de conduite ou de sécurité
- ✓ Référence des fiches d'expertises

❖ Différents niveau de maintenance :

Les opérations à réaliser sont classés selon leur complexité en cinq niveaux. Les niveaux pris en considération sont ceux de la norme NFX 60-010,

Pour chaque niveau, la liste des opérations précises est donnée à titre d'illustration.

1^{er} niveau : Il s'agit essentiellement de contrôle et des relevés des paramètres de fonctionnement des machines

2^e niveau : Il s'agit des opérations de maintenance préventive qui sont régulièrement effectuées sur les équipements

3^e niveau : Il s'agit des opérations de maintenance préventive, curative, de réglage et de réparation mécanique ou électrique mineure

Les opérations réalisées peuvent nécessiter un diagnostic de panne.

4^e niveau : Il s'agit des opérations importantes ou complexes à l'expression de la reconstruction de l'équipe.

5^e niveau : Il s'agit d'opérations lourdes de rénovation ou de reconstruction d'un équipement. Ces opérations entraînent le démontage de l'équipement et son transport dans un atelier spécialisé.

2. Récapitulatif

Quand les opérations sont peu nombreuses, l'établissement du plan de maintenance préventive n'est pas très complexe. Celui-ci se présente sous la forme simplifiée d'un récapitulatif des gammes de maintenance correspondant à la machine concernée.

PLAN DE MAINTENANCE PREVENTIVE

Unité : ventilation nucléaire

Unité de maintenance : armoire électrique

Recueil des opérations	Niveau	Marche	Arrêt	Intervenant	Durée	Périodicité						Fiche de maintenance	Observation (Note méthode)
						J	H	M	T	S	A		
↪ Contrôle de l'état : + disjoncteur +régulateur +transformateur + contacteur	1	X		1ELC 1AUT	30min			X				Tourné	Contrôle de l'état des équipements
↪ Vérification de l'absence d'odeur d'échauffement et nettoyage des l'armoire	1	X		1MNT	15min	X						Tourné	Nettoyage
↪ Changement systématique des composants	2		X	2ELC	25min							Arrêt programmé	Changement ça dépend du duré de vie et l'état de l'équipement
↪ serrage des composants électriques	1	X		1ELC	1h		X					Tourné	

PLAN DE MAINTENANCE PREVENTIVE

Unité : ventilation nucléaire

Unité de maintenance : Réseau soufflage

Recueil des opérations	Niveau	Marche	Arrêt	Intervenant	Durée	Périodicité						Fiche de maintenance	Observation (Note méthode)
						J	H	M	T	S	A		
<ul style="list-style-type: none"> ↪ Contrôle de l'état : + du moteur +alignement de la courroie +du registre motorisé +turbine +de la gaine 	2		X	2MNT	2h30				x			Arrêt programmé	<p>Ajusté l'alignement de la poulie, mesure du paramètre (courant, tension) du moteur électrique</p> <p>Contrôle de la fin de course du registre</p>
<ul style="list-style-type: none"> ↪ Contrôle de l'état du variateur de vitesse et de batterie chaud/froid et de la sonde de température 	1	x		1MNT 1TFD	1h				x			Tourné	
<ul style="list-style-type: none"> ↪ Vérification de l'absence de bruit de Vibration et de l'échauffement anormal du moteur 	1	x		1MNT	30min		x					Tourné	Analyse vibratoire
<ul style="list-style-type: none"> ↪ Contrôle des filtres 	1	x		1MNT	30min		x					Tourné	<p>Si ΔP des filtres dépasse la limite</p> <p>Il faut changer les filtres</p>

↪ Changement des filtres	2		x	2MNT	3h								Arrêt programmé	Changement systématique des filtre selon leur duré de vie ou en cas de détérioration et suivant la procédure préconisé
---------------------------------	---	--	---	------	----	--	--	--	--	--	--	--	-----------------	--

PLAN DE MAINTENANCE PREVENTIVE

Unité : ventilation nucléaire

Unité de maintenance : réseau extraction

Recueil des opérations	Niveau	Marche	Arrêt	Intervenant	Durée	Périodicité						Fiche de maintenance	Observation (Note méthode)	
						J	H	M	T	S	A			
↪ essai de bon fonctionnement des extracteurs	3		x	1ING 2TFD 1ELC 2MNT	4h							x	Arrêt programmé	Contrôle de l'état des extracteurs et essai de bon fonctionnement des extracteurs d'urgence en cas de contamination radioactive
↪ Contrôle de l'état : + du moteur +alignement de la courroie +du registre motorisé +turbine +de la gaine	2		X	2MNT	1h30	x							Arrêt programmé	
↪ Contrôle de l'état du variateur de vitesse et la sonde de température	1	x		1MNT 1TFD	1h			x					Tourné	

↪ Vérification de l'absence de bruit de Vibration et de l'échauffement anormal du moteur	1	x		1MNT	30min		x						Tourné	Analyse vibratoire
↪ Contrôle de la fin de course du registre	1	x		1MNT	15min		x						Tourné	
↪ Contrôle des filtres	1	x		1MNT	10min		x						Tourné	
↪ Changement des filtres	2		x	2MNT	1h15								Arrêt programmé	Changement systématique des filtre selon leur duré de vie ou en cas de détérioration et suivant la procédure préconisée

PLAN DE MAINTENANCE PREVENTIVE

Unité

: appareillage de mesure et de sécurité

Unité de maintenance : Réseau d'appareillage de mesure et de sécurité

Recueil des opérations	Niveau	Marche	Arrêt	Intervenant	Durée	Périodicité						Fiche de maintenance	Observation (Note méthode)
						J	H	M	T	S	A		
↪ Contrôle de l'état : +de la pompe +du détecteur	1	X		1MNT	45min		x					Tourné	Contrôle de l'état des équipements

+de la supervision																	
↪ Vérification du clapet coupe feu et du sonde de température et du détecteur de fumé	1	X		1MNT	1h :30								x	Tourné	Teste de bon fonctionnement du clapet et sonde de température		
↪ Contrôle de pressostat	2	X		1MNT	30min								x	Tourné	Teste de bon fonctionnement		
↪ Changement systématique du clapet coupe feu et des autres équipements de sécurité	2		X	2MNT	1h :30									Arrêt programmé	ça dépend de la duré de vie et dégradation des équipements		
↪ Contrôle de l'état et étalonnage : +des manomètres +des débitmètres +des thermomètres	1	X		2MNT	3h								x	Tourné	Etalonnage par des appareils spécifie kimo multifonction		
↪ Changement des appareillages de mesure en cas d'endommagement	2		x	2MNT	50min									Arrêt programmé	Selon l'état d'équipement		

PLAN DE MAINTENANCE PREVENTIVE

Unité : Tour de refroidissement

Unité de maintenance : Système de refroidissement secondaire

Recueil des opérations	Niveau	Marche	Arrêt	Intervenant	Durée	Périodicité						Fiche de maintenance	Observation (Note méthode)
						J	H	M	T	S	A		
↪ essai de bon fonctionnement du +pompe +moteur +flotteur +vannes +filtre a sable	1	x		2MNT	2h				x			Tourné	Réparation si il existe une défaillance et nettoyage
↪ Contrôle de l'état : + Ventilateurs + Courroie + Plaques de ruissèlement + Bassins + Tuyauteries	2		x	2MNT	3h :00				x			Arrêt programmé	Alignement du courroie et nettoyage soudure de tuyauterie ou changement en cas de fuite
↪ Contrôle de l'état de la pompe doseuse Et Régulateur	1	x		1AUT 1MNT	50min				x			Tourné	
↪ Vérification des : + Indicateur du débit +Indicateur de pression +Indicateurs de température	1	x		1MNT	15min		x					Tourné	

↪	Changement des appareillages de mesure en cas d'endommagement	1		x	2MNT	1h :15					x			Arrêt programmé	
↪	Changement de filtre à sable	2		x	2MNT	1h :10								Arrêt programmé	Selon la durée de vie et la dégradation matériel

CNESTEN

CONCLUSION

Dans ce mémoire de projet de fin d'études, je me suis intéressé aux aspects diagnostic et entretien du Systèmes auxiliaire installé autour du réacteur nucléaire.

Après avoir présenté une description du réacteur nucléaire et système auxiliaire, j'ai effectué une étude AMDEC sur l'ensemble du système, ainsi prélever les facteurs affectant son arrêt en utilisant le diagramme cause-effet (ISHIKAWA).

Ensuite j'ai donné une démarche d'entretien du système résumé dans un plan de maintenance préventif pouvant accomplir le travail des intervenants et de bien réussir leur maintenance.

Après avoir réalisé toutes ces tâches et malgré quelques difficultés rencontrées, je peu affirmer que cette étude va apporter des améliorations sur le fonctionnement du système et connaitre de plus les équipements les plus critiques et les surveiller avec un plan de maintenance préventive détaillé.

Reste à signaler que cette étude va non seulement faciliter le travail des responsables du système auxiliaire mais aussi m'a permet d'acquérir une richesse d'information et par la suite enrichir ma formation technique.

Bibliographie

- 1) Cours de « gestion de la qualité » de Mme TAJRI
- 2) Cours de « gestion de la maintenance » Monsieur CHAFAI
- 3) Historique des pannes Module réacteur nucléaire
- 4) document de la ventilation nucléaire CNESTEN
- 5) document du Tour de refroidissement CNESTEN
- 6) www.cnesten.ma
- 7) fr.wikipedia.org/wiki/nucléaire