

LISTE DES TABLEAUX

Tableau n°1 : bilan hydrologique moyen de l'Ikopa à Ambohimambola.....	13
Tableau n°2 : débits moyens de l'Ikopa.....	16
Tableau n°3 : apports annuels.....	19
Tableau n°4 : taux d'occupation du sol.....	21
Tableau n°5 : appareils et matériels utilisés.....	26
Tableau n°6 : caractéristiques physico- chimiques du gasoil.....	30
Tableau n°7 : spécifications du fuel- oil.....	30
Tableau n°8 : Extraits de résultats d'analyse de l'eau traitée au CTE.....	36
Tableau n°9 : Conditions de température de fuel-oil	39
Tableau n°10 : dimension des cuves de stockage des combustibles.....	47
Tableau n°11 : calendrier de maintenance système d'un moteur Diesel.....	52
Tableau n°12 : niveau des sons.....	65
Tableau n°13 : heures des marches annuelles des groupes.....	76

LISTE DES FIGURES

Figure n°1 : courbe pluie -évaporation.....	8
Figure n°2 : organigramme de la CTA.....	22
Figure n°3 : circuit de l'eau de refroidissement.....	34
Figure n°4 : processus de traitement de l'eau d'alimentation.....	37
Figure n°5 : circuit du combustible.....	41
Figure n°6 : schéma de la fosse de décantation.....	42
Figure n°7 : processus de production de courant électrique.....	55

LISTE DES ABREVIATIONS

PH	: potentiel d'hydrogène
ONE	: Office Nationale pour l'Environnement
CTA	: Centrale Thermique d'Ambohimambola
MES	: Matières En Suspension
DCO	: Demande Chimique en Oxygène
DBO5	: Demande Biologique en Oxygène
DESS	: Diplôme d'Etudes Supérieures Spécialisées
EIE	: Etudes d'Impacts Environnementaux
CTE	: Centre de Traitement Eau
JL.RA.MA	: Jiro sy Rano Malagasy (eau et électricité malagas)
S.A	: Société Anonyme
TPN	: Tôle Plane Noire
PES	: Particules en Suspension
COV	: Composé Organique Volatil
UV	: Ultra Violet
ETP	: Evapotranspiration potentielle
PAPMAD	: Papeterie de Madagascar
MECIE	: Mise En Conformité des Investissements avec l'Environnement

SOMMAIRE

REMERCIEMENTS

LISTE DES TABLEAUX

LISTE DES FIGURES

LISTE DES ABREVIATIONS

REMERCIEMENTS.....	5
LISTE DES ABREVIATIONS.....	8
INTRODUCTION.....	1
Chapitre 1 GENERALITES.....	3
1.3.1.Environnement :.....	5
1.3.2.Audit environnemental :.....	5
1.3.3.Les différentes étapes de réalisation d’audit environnemental :.....	6
1.3.4.Outils et méthodologie d’approche :.....	6
Chapitre 2 DESCRIPTION ET ANALYSE DE LA SITUATION	
ACTUELLE.....	7
2.1DESCRIPTION DE L’ENVIRONNEMENT :.....	7
2.1.1.Situation géographique :.....	7
2.1.2.Climat et paramètres caractéristiques (précipitation, température, évaporation, vent):.....	7
2.1.3.Zones sensibles :.....	8
2.1.4.Sols :.....	9
2.1.5.Milieu humain :.....	9
2.1.6.La rivière Ikopa à Ambohimambola :.....	9
2.2Description de l’Entreprise :.....	19
2.2.1.La centrale Thermique d’Ambohimambola (CTA) :.....	20
2.2.2.Les ressources :.....	21
2.2.3.Intrants :.....	28
2.3MODES D’EXPLOITATION ET DE TRAITEMENTS.....	35
2.3.1.Traitements des eaux d’alimentation :.....	35
2.3.2.Traitement de l’eau de refroidissement usagée :.....	38
2.3.3.Evacuation des eaux de pluies et des eaux usagées :.....	38
2.3.4.Dépotage des hydrocarbures :.....	39
2.3.5.Traitements du combustible :.....	39
2.3.6.Traitement des effluents liquides :.....	42
2.3.7.Stockage des hydrocarbures :.....	43
2.3.8.Combustion :.....	47
2.3.9.Nettoyage :.....	47
2.3.10.Entretien et réparation :.....	48
2.3.11.Evacuation de fumée :.....	53
2.3.12.Elimination des fonds de cuves :.....	53
2.4Processus de fabrication :.....	55

Chapitre 3 IDENTIFICATION DES IMPACTS ET DE LEURS

SOURCES.....	58
3.1MALADIES PROFESSIONNELLES:.....	58
3.2 POLLUTION DE L'EAU:.....	59
méthane (CH ₄) :	66
monoxyde de carbone (CO) :	66
gaz carbonique (CO ₂) :.....	66
sulfures (SO _x) et nitrures (NO _x) :.....	66
ozone (O ₃) :.....	67
poussière :	67
les métaux lourds : (plomb : Pb) :.....	67
dioxine et furane :.....	67
3.6 Impacts sociaux :	67
5.1Impacts « out door » ou « extra muros »:.....	67
5.2Impacts « indoor » ou « intra- muros » :.....	68
3.7Impacts économiques :	70
Chapitre 4 ANALYSE DES RISQUES ET DES DANGERS.....	72
4.1Description des accidents passés :	72
4.4.1.Incidence mécanique :	72
4.4.2.Incidence électrique :.....	72
4.4.3.Incidence environnementale :	72
4.2Problèmes existants actuellement :	76
4.2.1.Inadéquation du système de traitement des effluents :	76
4.2.2.Sous dimensionnement de la cheminée :	77
4.2.3.Inexistence des pièces de rechange :	78
4.3Analyses des dangers susceptibles de se passer :.....	78
Chapitre 5 MESURES D'ATTENUATION ET RECOMMANDATIONS.....	79
5.1Atténuation des impacts sur l'émission atmosphérique :.....	79
5.1.1.Résolution du problème lié à la décharge d'effluent liquide :	80
5.1.2.Assurance de sécurité :	81
5.2Mesures de compensation :	82
CONCLUSION GENERALE.....	83
BIBLIOGRAPHIE.....	85
ANNEXE I.....	87
ANNEXE II.....	88
SUMMARY	90

INTRODUCTION

Rapport-Gratuit.com

La modernisation, la sécurité sociale ainsi que l'industrialisation qui est la force du développement économique d'une nation reposent essentiellement sur l'utilisation d'énergie. Cette énergie se présente sous différentes formes dont l'une des plus importantes au siècle actuel est l'énergie électrique. Celle-ci peut être produite de plusieurs façons selon les types d'énergies à utiliser à savoir l'énergie solaire, l'énergie éolienne, l'énergie géothermique mais les plus utilisées à Madagascar sont l'énergie cinétique des chutes d'eau, pour les centrales électriques et l'énergie calorifique des combustibles pour les centrales thermiques.

La société de production d'électricité est classée dans ce qu'on appelle « secteur clef ». La centrale thermique de la JIRAMA à Ambohimambola contribue au renforcement de la production de charge électrique pour satisfaire la demande ou le besoin de la ville d'Antananarivo.

Par ailleurs, Madagascar, comme toutes les nations du monde, met l'accent sur la lutte contre la destruction et la dégradation de l'environnement. Afin d'assurer le développement durable et soutenable, tout investissement doit être conforme avec la politique de sauvegarde et des mesures de protection de l'environnement.

En outre, l'environnement et ses composantes sont des patrimoines communs et quiconque ne peut s'échapper à la correction de leurs activités qui peuvent porter atteintes à eux. Se sentant être touchés par la pollution de la rivière Ikopa, alors, des utilisateurs ont porté plaintes contre la CTA pour l'avoir commis.

Vu que le problème apparaît déjà, ainsi, un audit environnemental s'avère indispensable pour la CTA afin de dégager les sources de la pollution, les autres problèmes existés ou pouvant être existés. Voilà pourquoi l'Office Nationale pour l'Environnement qui s'est chargé de la coordination opérationnelle de la mise en œuvre des programmes environnementaux nationaux nous propose le thème, d'où l'intitulé du sujet :

« Audit environnemental au sein de la Centrale Thermique Ambohimambola (CTA) »

Notre intervention a pour objectif principal de déterminer les causes ou sources des pollutions à travers la définition des pratiques ou modes d'exploitation entretenues à la CTA afin de pouvoir avancer des mesures d'atténuation ou de mitigation.

Afin de bien cadrer ce thème, nous allons diviser nos études en trois parties :

La première partie rappelle des généralités relatives à l'audit environnemental et le cadre légal qui énonce le devoir et l'obligation de toute personne physique ou morale afin de lutter la dégradation de l'environnement ;

La deuxième partie englobe les résultats d'audit le mode d'exploitation et de traitement de la CTA ainsi que les impacts produits par son existence ;

La troisième partie présente les mesures de correction ou d'atténuation qui seront présentées sous forme de recommandations.

Chapitre 1 GENERALITES

1.1. CONTEXTE ET JUSTIFICATION DE LA DEMARCHE

La question de sauvegarde et de lutte contre la pollution et la dégradation de l'environnement est devenue une priorité au niveau national qu'international. Pour ce fait, Madagascar a ratifié plusieurs conventions sur la protection du sol, du climat, de l'eau, de l'air et de la lutte contre les produits chimiques, selon les « Avancées après la conférence de Rio en 1992 – 2002).

En plus, d'après l'article 15 de la loi n° 98 – 029 portant « code de l'eau », il faut que « toute personne, physique ou morale, qui produit ou détient des déchets de nature à produire des effets nocifs sur le sol, la faune et la flore, à polluer l'air ou les eaux et d'une façon générale, à porter atteintes à la santé de l'homme et à dégrader l'environnement, soit tenue d'en assurer l'élimination ou le traitement ».

Au début de l'année 2005, la CTA a été accusée d'avoir commis une pollution dangereuse sur la zone Ambohimambola, à noter la rivière Ikopa. Etant donné que l'eau est un patrimoine commun, deux grands utilisateurs de cette rivière : « Le Hintsy », un grand complexe hôtelier, sis à Ambohimambola et la « daihoo corporation », entreprise responsable des travaux de réalisation du « by-pass » qui sont victimes de cette pollution ont porté plaintes à l'ONE contre la CTA, responsable de la pollution.

En revanche, l'ONE, en tant qu'organe opérationnel, maître d'ouvrage délégué et guichet unique pour la MECIE, a la responsabilité d'assurer la coordination de suivi de la conformité de l'activité avec normes environnementales exigées.

C'est ainsi, qu'il est indispensable, en vue de trouver les sources radicalaires et les faits précis, de réaliser un audit environnemental au sein de la centrale.

1.2. EXIGENCES REGLEMENTAIRES

A part la pollution de l'eau, il nous faut dégager les autres problèmes y existants afin de répondre aux exigences réglementaires, à savoir :

- le décret n°99954 du 15 décembre 1999 relatif à la mise en compatibilité des investissements avec l'environnement.

- la loi n°98032 du 02/01/99 qui porte sur le devoir de l'autoproduction à assurer la sécurité des personnes et des biens, de même que la prévention de l'environnement (suivant, articles 29, 62, 63).

- loi n° 98 – 029, portant code de l'eau qui met l'accent sur les trois constats qui énoncent que :

- 1) l'eau est un patrimoine national

- 2) l'eau est un élément naturel indispensable

- 3) inégalement répartie, elle pose des problèmes d'ordre économique, social et sanitaire ;

- le code de la sécurité sociale pour la protection de la pollution « intra – murs » suivant le décret n° 46 – 2959 du 31/12/46 modifié, relatif à l'application du livre IV du code ;

- décret n°2003/464 du 15/04/03 portant classification des eaux de surface et réglementation de rejets d'effluent liquide.

- la charte de l'environnement malgache pour la conservation de l'environnement et le développement durable, suivant le décret n° 85 – 445 du 14/12/84 modifié par la loi n° 90 – 033 du 21/12/90.

- loi 90 – 016 du 20/07/90 relatif à la gestion, l'entretien et la police des réseaux hydro – agricoles et sanctionne les faits de pollution de ces réseaux par le déversement des eaux infectées ou nuisibles dans les canaux, notamment l'écoulement des eaux usées en provenance des usines, sans autorisation et traitement préalable.

- la loi sur la théorie générale des obligations engageant la responsabilité de celui qui provoque ou aggrave une nuisance sonore et odeur désagréable ainsi qu'une dégradation, destruction ou dommage du sol.

- la loi 99021 du 19/08/99 portant la gestion de la pollution industrielle.

Notre intervention s'agit donc d'une méthode de contrôle de conformité des activités entretenus à la CTA avec ces réglementations suivant un audit environnemental, en vue de trouver des moyens pour minimiser les déchets produits ou polluants à émettre à l'environnement pour une prévention de pollution ou d'impacts négatifs destructifs en général.

1.3. AUDIT ENVIRONNEMENTAL

1.3.1. Environnement :

Au mot « environnement » peuvent correspondre des définitions diverses selon les différents intervenants comme les géographes, naturalistes, écologues, anthropologues, sociologues, économistes ou juristes. Mais ce qui est à retenir c'est que le terme ne se limite pas seulement au cadre de vie c'est-à-dire à l'idée de proximité et de voisinage comme la « nature » incluant la faune et la flore et le biotope mais aussi l'homme et leur milieu (social, politique, économique, culturel,.. ;) font grande partie dans la définition de ce terme.

Ainsi, nous pouvons retenir les trois définitions représentatives suivantes :

- suivant la définition juridique globale, on entend par « environnement » le milieu, l'ensemble de la nature et des ressources y compris le patrimoine culturel et les ressources humaines indispensables pour les activités socio – économiques et pour le meilleur cadre de vie.
- Selon la cohérence terminologique avec les normes ISO 14000, l'environnement c'est le milieu dans lequel un organisme fonctionne, incluant l'air, l'eau , la terre, les ressources naturelles, la faune, la flore et les êtres humains et leurs interrelations ;
- Et d'après la charte de l'environnement malgache, l'environnement c'est l'ensemble des milieux naturels et artificiels y compris les milieux humains et les facteurs sociaux, économiques et culturels qui intéressent le développement durable.

1.3.2. Audit environnemental :

C'est un outil d'évaluation systématique et documenté, périodique et objective, du fonctionnement, de l'organisation, de la gestion et du matériel en matière de l'environnement .C'est donc un processus de vérification à posteriori. Il permet d'obtenir et d'évaluer des preuves, des informations environnementales relatives à une organisation donnée facilitant de définir le positionnement de l'entreprise par rapport à la question environnementale.

Son but principal est de contribuer à la sauvegarde de l'environnement tout en communiquant les résultats à la direction en vue de :

- faciliter les contrôles de la façon dont les questions environnementales sont à traiter
- évaluer la conformité avec les politiques de la société, y compris celles qui consistent à satisfaire aux exigences réglementaires
- établir un plan de redressement ou de mitigation, à priori, pour la poursuite du projet.

Le résultat attendu est donc la conformité pour obtenir des gains environnementaux et économiques tout en évitant les conséquences pénales ainsi que les conflits sociaux.

1.3.3.Les différentes étapes de réalisation d'audit environnemental :

Il existe sept étapes à suivre pour réaliser un audit environnemental :

- identifier les sources de problèmes (réglementation, pollution, label vert, organisation économique,...) puis évaluer l'ampleur de ces problèmes ;
- analyser le circuit de production ;
- analyser l'organisation du site pour la protection de l'environnement ;
- analyser les procédures de gestion de l'environnement ;
- proposer des mesures de mise aux normes de prévention
- proposer des mesures d'urgence si nécessaire
- anticiper une conformité future.

1.3.4.Outils et méthodologie d'approche :

Nous avons :

- consulté des documents et des plans de la CTA ;
- fait des entretiens avec des divers responsables (chef de la centrale, chef de production, responsable de la génie civile, responsables les départements électriques et mécaniques, responsable de traitement eau, chef magasinier, stagiaires,...) ;
- observé les pratiques ;
- établi puis répondu des questionnaires check – liste ;
- consulté des documents règlementaires ;
- établi un bilan matière

Chapitre 2 DESCRIPTION ET ANALYSE DE LA SITUATION ACTUELLE

2.1 DESCRIPTION DE L'ENVIRONNEMENT :

2.1.1. Situation géographique :

Ambohimambola où se trouve la CTA (Centrale Thermique d'Ambohimambola) se situe à 15km de la ville d'Antananarivo. Elle se situe dans le haut plateau central de Madagascar. C'est une commune rurale qui fait partie de la région Analamanga, province autonome d'Antananarivo. Elle se trouve à 18°56'43'' S en latitude et à 47°35'56''E en longitude et à 1254m d'altitude. C'est donc une région tropicale d'altitude.

La superficie totale de la CTA est de « un » hectare (1ha)

Elle est entourée par :

- au Nord : le réseau d'interconnexion de la JIRAMA, la centrale thermique de Henri Fraise, et la centrale thermique Idelec ;
- au sud : l'usine PAPMAD
- à l'Ouest : la rivière Ikopa
- à l'Est : le marécage

2.1.2. Climat et paramètres caractéristiques (précipitation, température, évaporation, vent):

Comme elle appartient dans la région centrale de Madagascar, elle est donc sous climat tropical d'altitude. On y distingue deux saisons principales :

- la saison fraîche : du mois de novembre au mois d'avril
- la saison chaude et sèche : du mois de mai au mois d'octobre.

Au cours de la transition saison chaude et saison fraîche (avril mai), on observe les derniers orages.

Les précipitations moyennes sont comprises entre 1200 et 1500mm. Pendant la saison sèche qui est beaucoup plus marquée (dure 6mois), elles restent comprises entre 10 et 50mm.

La température moyenne annuelle est inférieure à 20°C. Pour le mois le plus frais, la température est comprise entre 10 et 15°C. L'humidité atmosphérique et la nébulosité sont assez moins accentuées.

L'évaporation potentielle est comprise entre 800 et 1200mm. On y observe 6 à 10mois « presque humides » et de ce fait, l'évapotranspiration réelle ne présente plus que 70 à 80% de l'ETP (évapotranspiration potentielle). L'indice global d'humidité est compris entre 20 et 100.

On a la courbe pluie- évaporation qui se présente comme suit :

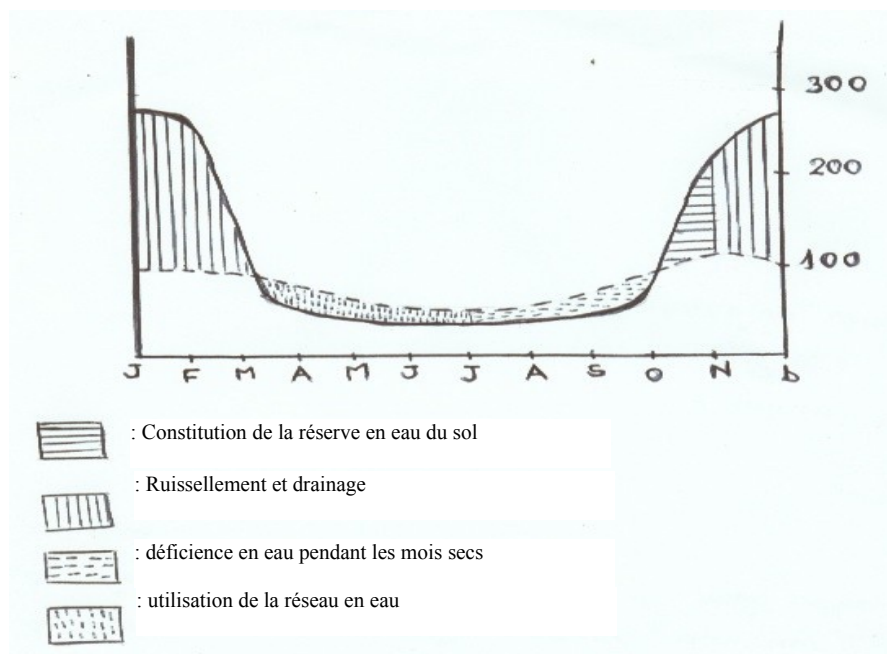


Figure n°1 : courbe pluie -évaporation

Ce sont les vents « alizés » qui s'écoulent en direction de l'Est qui domine à Antananarivo. La vitesse de vent au voisinage du sol est plus grande le jour que la nuit. Cette vitesse augmente au cours de la matinée, atteint son maximum dans l'après midi et décroît ensuite pendant la nuit. Elle varie de 16 à 25m/s. Il est à noter que les orages qui se produisent généralement en fin d'après- midi contribuent également au renforcement de la vitesse du vent. Pendant les passages des cyclones, les vents sont plus violents.

2.1.3.Zones sensibles :

D'après la définition de la zone sensible que nous pouvons trouver dans l'arrêté interministériel n° 4355/97, le marécage à côté de la CTA fait parti de la zone sensible.

Ce marécage dont le nom n'est pas bien défini se caractérise par la présence d'eau en permanent et de taux de recouvrement par des végétations hydrophiles de l'ordre de 75% dont le « zozoro » ou *cyperus s.p.* est le plus prépondérant. Ce marécage est entouré par des bassins versants et il représente le point le plus bas du site. Il a une liaison avec la rivière Ikopa.

C'est le terminal centre de rejet de tout effluent liquide provenant de la CTA ainsi que de l'usine PAPMAD et d'accumulation des eaux de ruissellement des versants qui l'entourent.

2.1.4.Sols :

Le bassin supérieur de l'Ikopa représente une superficie de 4 290Km². Il est caractérisé par un degré prononcé d'occupation de sol. A part l'agglomération, il est surtout utilisé pour l'agriculture dont la riziculture prédomine.

Ce sont des sols hydromorphes, constitués essentiellement par des argiles (les bas fonds) mais les versants sont des sols ferrallitiques. Ils représentent une perméabilité moyenne. Les versants sont très sensibles à l'érosion vu qu'ils sont dépourvus de protection. C'est ainsi qu'en période de pluie, la rivière Ikopa se trouble.

2.1.5.Milieu humain :

La population à Ambohimambola est constituée par des « merina » ou gens originaires du haut plateau. Le personnel de la CTA est aussi prédominé par cette ethnie. De toute manière, il n'y a pas grande valeur sur cette question.

Actuellement, Ambohimambola est devenu une ville d'extension. La population est jeune, moins dense, de niveau de scolarisation proportionnelle à celle de la ville d'Antananarivo. La vie coûte moins chère que celle de la ville d'Antananarivo.

2.1.6.La rivière Ikopa à Ambohimambola :

2.1.6.1.Historique :

L'Ikopa prend sa source au Sud –Est d'Antananarivo au sommet d'une falaise orientale de 1600m d'altitude. Dans sa partie amont, elle est formée par la réunion de deux rivières : la Varahina Sud et la Varahina Nord qui prennent respectivement leur source dans le massif d'Ambohimiringy en bordure de la zone forestière de l'Est et dans le massif d'Ambohibe-Ambohitrinandriana au Sud de Mantasoa.

Du confluent de ces branches mères, elle coule sur 20Km avec une pente moyenne du lit de 3m/Km jusqu'à Ambohimambola. A l'arrivée dans la plaine d'Antananarivo, la pente du lit s'atténue considérablement.

Comme tous les autres fleuves et rivières à Madagascar, les gens prétendent qu'il existe des parties de cette rivière qui abritent des forces surnaturelles. Ainsi, chaque année, surtout pendant la période pluvieuse, il faut y avoir des morts par noyade. Ce sont surtout les étrangers qui sont les premiers victimes ou cibles. Des règles de conduite ou de comportement sont à respecter si on veut toucher l'eau ou passer à sa côté : il est interdit de porter des vêtements de couleur « rouge », de manger du porc, ...

2.1.6.2. Récapitulatifs des caractéristiques hydrologiques :

Station : Ambohimambola

Superficie du bassin versant : 1503 Km². (naturelle) et 1407Km²(réelle)

Bilan hydrologique moyen :

Paramètres	Valeurs [mm]
H (lames écoulés)	640
P (précipitation)	1350
DE (débit d'écoulement)	710

Ke (coefficient d'écoulement)	47%
--------------------------------------	-----

Tableau n°1 : bilan hydrologique moyen de l'Ikopa à Ambohimambola

Les débits mensuels et annuels en m³/s sont donnés dans le tableau ci-après :

Mois	Nov	Déc	Janv	Fév	Mar	Av	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Ann
------	-----	-----	------	-----	-----	----	-----	------	------	------	------	-----	-----

Débit [m ³ /s]	27,2	37,4	42,0	41,2	40,0	25,9	22,8	23,0	23,9	25,0	23,4	23,1	29,5
-------------------------------------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

Tableau n°2 : débits moyens de l'lkopa

Et les apports annuels sont donnés dans le tableau ci-dessous :

	Décennales sèches	médiane	décennale humide
--	--------------------------	----------------	-------------------------

H [mm]	459	642	825
Q [m ³ /s]	20,5	28,6	36,8

Tableau n°3 : apports annuels**2.1.6.3. Utilisations :**

La plaine d'Antananarivo et les fonds de vallées du bassin sont intensivement voués à la riziculture. Pour la seule plaine de Tananarive, les superficies rizicoles représentent déjà en 1950, 18 000ha dont 6000 tributaires de l'Ikopa seule. Nous avons donc une surface importante à drainer qui demande une eau d'irrigation de l'ordre de 1L/s/ha. Mais à part la riziculture, les paysans pratiquent des cultures de contre saison qui sont aussi à irriguer.

En outre, l'eau destinée pour l'alimentation en eau potable de l'agglomération d'Antananarivo est prélevée à l'Ikopa. Cette prise est évaluée à 50 000 m³/s.

En plus, les gens y font leur lessive, pêchent des poissons, collectent des sables, se baignent,...

Lors de travaux de réalisation du « by-pass », la « Daihoo Corporation » utilise la rivière Ikopa pour tout approvisionnement en eau de service.

Le grand hôtelier « Le Hintsy » y prélève de l'eau pour arroser leur jardin.

2.2 Description de l'Entreprise :

La JIRAMA exploite deux types de centrales : les centrales hydroélectriques et les centrales thermiques.

Les centrales hydroélectriques utilisent la chute d'eau des barrages comme source d'énergie pour faire tourner leurs turbines. A l'intérieur de ces dernières se crée un champ magnétique qui sera transformé en énergie électrique. On peut citer comme exemples les centrales de Mandraka, Andekaleka,....

Quant aux centrales thermiques, au lieu d'énergie hydraulique, elles utilisent des groupes électrogènes alimentés par des combustibles liquides qui sont des hydrocarbures (fuel et gasoil).

La CTA fait partie de ce deuxième type de centrale

La production totale annuelle d'électricité à Madagascar atteint environ 430 Million de Kilowattheures. 30% de cette production est à assurer par les centrales thermiques.

En principe, la production moyenne annuelle d'électricité par la CTA est de l'ordre de 2million de KWh (kilowattheure)

2.2.1. La centrale Thermique d'Ambohimambola (CTA) :

Raison sociale : unité de production de la JI.RA.MA à Ambohimambola

Forme juridique : S.A rattachée à la JI.RA.MA

Siège sociale : à Andavabitsy, commune rurale d'Ambohimambola, à 13km de la ville d'Antananarivo

date de création : année 1971

Date d'installation des groupes :	1 ^{er} groupe	:	1971
	2 ^e groupe	:	1972
	3 ^{ème} groupe	:	1980

Activités principales : production de courant électrique par l'intermédiaire des groupes électrogènes à moteur Diesel tournant au combustible liquide qu'est le fuel- oil ou le gasoil.

La production journalière en courant électrique est de l'ordre de 98MW qui représente environ 30% de la demande totale en électricité de la ville d'Antananarivo.

2.2.1. 1Infrastructure :

Suivant le plan de masse (cf. annexe), la CTA est entourée par des haies vives en « cyprès ». Ce sont des plantations récentes (environ 10 ans).

Elle est munie de deux grands portails : le premier est destiné pour la circulation des wagons ou camions citernes transporteurs des hydrocarbures et le second, pour toutes autres utilisations. Ce deuxième est muni de poste de garde qui facilite le contrôle et le suivi d'accès de visiteurs.

2.2.1. 2Occupation du sol :

Le tableau ci- après représente l'occupation du sol

Surface bâtie	Jardin et espace verte	Sol goudronné
75%	13%	12%

Tableau n°4 : taux d'occupation du sol

Dans les jardins et espace verte, nous pouvons trouver des arbres décoratives et fruitières, des fleurs et des espaces engazonnées.

A part les jardins et les sols bâtis, le reste est goudronné sauf à la zone de dépotage des hydrocarbures.

Quant aux bâtiments, nous pouvons citer :

- Les bureaux administratifs
- le poste de dépotage des combustibles abritant deux électropompes
- Des salles pour chaudières et centrifugeuses purificatrices de fuel-oil

La centrale proprement dite est constituée par :

- une salle de commande où se trouvent des armoires de commande pour la mise en marche automatique des groupes ainsi que la suivi et surveillance des paramètres ;
- une salle des machines où s'installent les groupes électrogènes et leurs divers accessoires.

2.2.1. 3Voie d'accès :

La CTA est accessible par deux voies :

- Soit par chemin de fer par lequel arrivent les trains. Le terminus se trouve juste devant le poste de dépotage d'hydrocarbure.
- soit par une route : de la ville de Tananarive au terminus de transport en commun ou bus d'Ambohimambola, la route est goudronnée et à partir de cela, on doit suivre la RIP (route à intérêt provincial) qui est un piste revêtu par des matériaux sélectionnés (quartzites). Elle est accessible même par des poids lourds.

2.2.2.Les ressources :

2.2.2.1.Les ressources humaines :

Le personnel de la CTA est constitué par 43 personnes dont la répartition est donnée par l'organigramme qui suit :

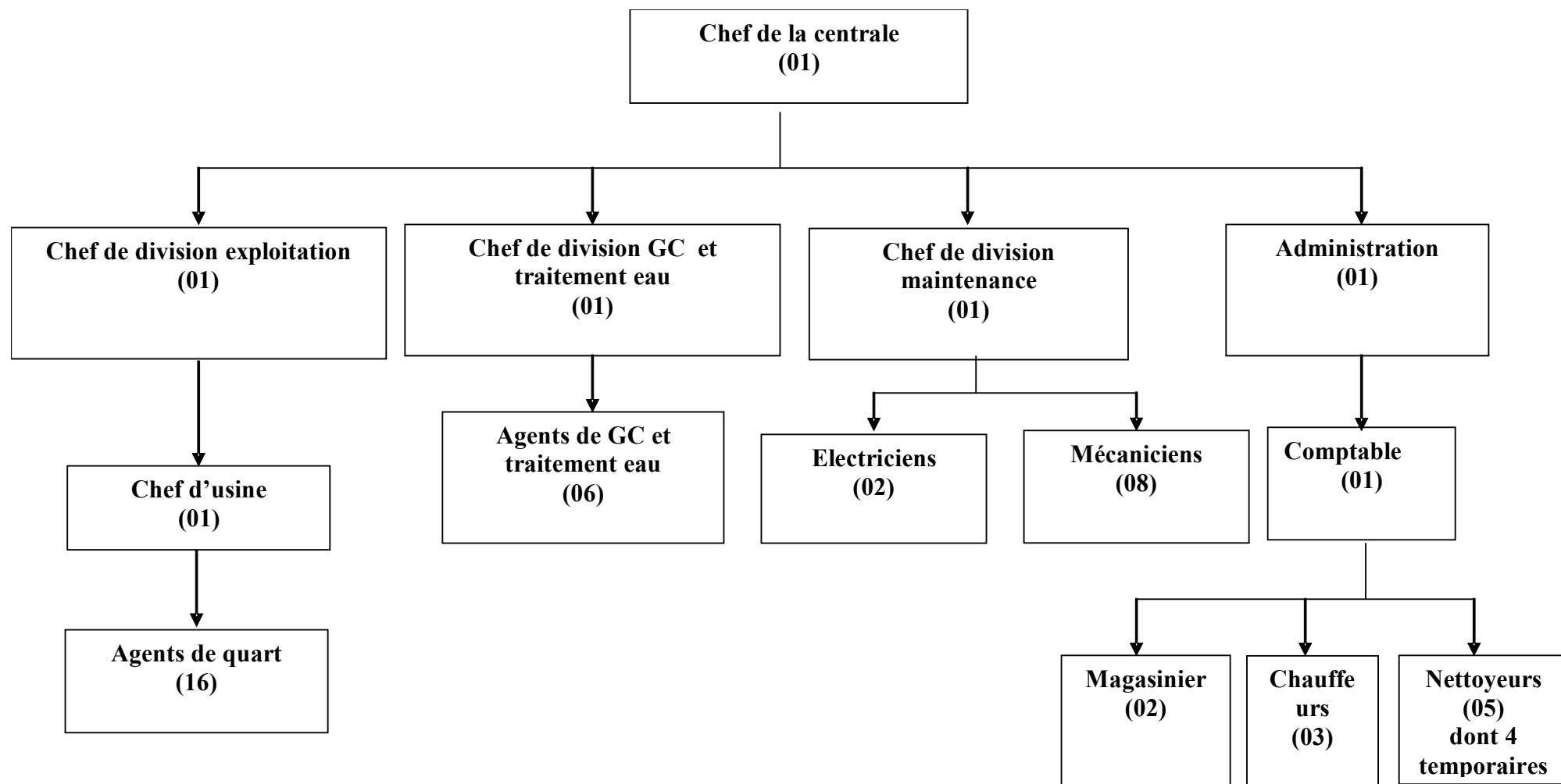


Figure n°2 : organigramme de la CTA

La CTA doit tourner 24heures sur 24 ou au moins démarrer à 5heures du matin et s'arrêter vers 23heures .Ainsi, les Hauts Responsables doivent résider aux cités de la JIRAMA qui se trouvent dans l'enceinte de la CTA.

Dans la division « exploitation », il lui faut des Agents de quart pour assurer le suivi et la surveillance en permanent de la production.

2.2.2.2.Ressources matérielles :

Nous résumons dans le tableau ci-après les différents types de matériels utilisés.

Type ou nom	Caractéristiques	Utilisations
Electropompes	<ul style="list-style-type: none"> - Nombre : 02 , destiné chacun pour le fuel-oil et le gasoil ; - Puissance (moteur)= 7,5KW - Fréquence=50Hz -Tension d'alimentation =380V - Nombre de tours par minutes = 1430 	Dépotage des hydrocarbures du camion ou wagon citerne vers les cuves de stockage. [durée : dépotage (fuel-oil) camion citerne de 30 000L de capacité se fait en 1h30mn pendant la période chaude ou pour un citerne muni de thermos ; 3heures pendant période froide (viscosité élevée)]
Citernes de stockage	<ul style="list-style-type: none"> - Nombre : 02 - capacité : 1250000L pour le fuel-oil 310 000L pour le gasoil - Couleur : en aluminium anti- roille) - Forme : cylindrique, - diamètre= 11m pour le fuel et 10m pour le gasoil ; hauteur= 12m - matériaux de construction : TPN, muni des armatures 	Stockage des combustibles
Caisse à eau	Capacité : 250m ³	Stockage d'eau traitée destinée pour le refroidissement de moteurs et l'alimentation de la chaudière.
Centrifugeuse	<ul style="list-style-type: none"> - Nombre : 02 - Année de fabrication : 2000 - Volume : 140L - Poids : 180Kg - Pression : 6bar - Température : 98°C - Rendement : 5m³/h - Vitesse maximale de rotation = 1500trs/mn - Puissance du moteur recommandée : 16KW - Densité maximale du liquide à traiter : 1100kg/m³ - Température du liquide à traiter : 0°C min ; 100°C max - Durée minimale de freinage : (à charge max) : 4mn Constructeur : Alfa Laval SA Madrid 	Purification du fuel-oil destiné à la mise en marche des groupes électrogènes

Type ou nom	Caractéristiques	Utilisations
Chaudière	<ul style="list-style-type: none"> - Nombre : 0₂ - Timbre : 10bar/ 580 000cal/h - Surface de chauffe : 33,5m² - Année d'acquisition : 1971 - Combustible utilisé : gasoil - Température du° liquide à la sortie : 130°C sous 11,9 bar (eau surchauffée) - Allumage : à l'aide d'un torche automatique au gaz butane - Débit : maximal de combustible : 125kg/h ; minimal : 15Kg/h - Constructeur : Wanson 	Production d'eau surchauffée destinée surtout pour le chauffage du fuel- oil
Caisse journalière	<ul style="list-style-type: none"> - Nombre : 4 (3 pour fuel- oil et 01 pour le gasoil) - Capacité : 6 000L (chacun) - Forme : cylindrique/ horizontale 	Stockage des combustibles purifiés et chauffés, destinés pour l'alimentation journalière des groupes
Radiateur ou tour de refroidissement	<ul style="list-style-type: none"> - Nombre : 0₃ à ventilation aérienne 	Refroidissement de l'eau provenant des moteurs
Caisse à huile lubrifiante	Capacité : 6000L	Stockage d'huile de lubrification des moteurs
Groupes électrogènes	<ul style="list-style-type: none"> - Nombre : 0₃ - Date d'acquisition : 1971 pour 1306 ; 1972 pour 1307 et 1980 pour 1308 - Moteur : diesel tournant aux hydrocarbures (fuel-oil et gasoil), à service continu - Tension : 5 500V - Courant : 809A - Puissance du moteur : 7 700KVA - Vitesse : 500trs/mn - Tension d'excitation : 91V - Courant d'excitation : 460A 	Production de courant électrique à partir de la combustion des hydrocarbures
Filtres à combustibles	<ul style="list-style-type: none"> - Types : 50μ et 10μ - posés avant l'entrée des combustibles dans moteurs 	Purification des combustibles : arrêt et blocage des fines gouttelettes d'eau
Compresseurs	30 bars et 7 bars	Production d'air comprimé pour le démarrage des moteurs (30 bars) et d'air d'asservissement : nettoyages des pièces, ouverture d'électrovannes,... (7bars)
Turbocompresseur		Production d'air d'admission nécessaire pour la combustion

Type ou nom	Caractéristiques	Utilisations
Batterie	120V	Production de tension et de courant d'excitation de l'alternateur
Armoires de commande	Muni de : - alarme de sécurité, lampes de signalisation ; - appareils de mesures : ampèremètre, voltmètre, wattmètre, manomètre, thermomètre, niveau d'eau, bande enregistreur, manostat pyromètre	- Mise en marche automatique des groupes - paramétrage - suivi et surveillance des machines, de pannes
Cheminée : échappement des gaz (pour groupes)	- Hauteur : 5 623mm - Diamètre : 902/910 - Muni de : .silencieuse : l= 3410mm .pipe ou chapeau : 1700mm .raccord en courbure : 1367mm - Dépourvu de filtre à gaz - Matériau de construction : TPN - Pression des gaz à la sortie de la pipe : 1bar	Echappement libre et silencieux des gaz d'échappement
Cheminée de chaudière		Evacuation des fumées de combustion
Autotransformateurs	Elévateur et abaisseur de tension (vers 63KV ou 5 500KV)	Régularisation des courants destinés à évacuer au réseau d'interconnexion
Fosse de décantation	- Nombre : 0 ₃ 1 ^{er} : en béton armé, construction ancienne (depuis 2000) 2 ^{ème} et 3 ^{ème} : nouvelles constructions (2005), en terre nue, construites au niveau du marécage	Récupération puis décantation des déchets de purification de fuel-oil, des eaux de pluie, des fonds de cuve, des eaux de lavage,...

Tableau n°5 : appareils et matériels utilisés

Les groupes électrogènes :

Les groupes constituent l'ossature de la viabilité d'une centrale thermique. Ils sont leurs principaux appareils de production.

Pour le cas de la CTA, elle utilise des groupes à moteurs Diesel.

Structure d'un moteur Diesel :

Le moteur Diesel comporte trois groupes d'organes à savoir : les organes fixes, les organes mobiles ainsi que les organes de distribution.

Les organes fixes sont composés de :

- Le bloc cylindre qui supporte tous les organes constitutifs du moteur tel que la culasse, le carter, l'arbre et les différents systèmes de distribution.
- La culasse se charge d'acheminer l'air et le combustible ainsi que d'évacuer le gaz d'échappement grâce aux tubulures ou collecteurs.
- Le carter joue un rôle de protection du vilebrequin et permet le refroidissement de l'huile.
- Des couvercles protègent les organes qui nécessitent une lubrification.

Les organes mobiles sont constitués par le piston, la bielle et le vilebrequin. Le piston engendre la variation périodique du volume du cylindre par son mouvement alternatif. La bielle relie le piston au bras de la manivelle du vilebrequin et transforme le mouvement alternatif du piston en mouvement circulaire continu. Le vilebrequin permet la circulation de l'huile lubrifiante grâce aux trous reliant les portées des tourillons et celles des manetons.

2.2.3.Intrants :

2.2.3.1.Combustibles :

Les combustibles utilisés à la CTA sont des hydrocarbures (produits pétroliers) : fuel- oil et gasoil qui sont susceptibles de former avec l'air un mélange assez riche pour être utilisé dans les moteurs. La détonation produite par ce mélange induit un échappement de gaz qui va faire tourner le moteur. Par conséquent, il y a un dégagement d'énergie calorifique qui sera transformée en énergie électrique après passage dans l'alternateur.

Il est à noter que l'« hydrocarbure » est juste une appellation mais à part l'hydrogène (H) et le carbone (C), le pétrole brut renferme d'autres impuretés comme l'anhydride sulfureux (H_2S), le soufre (S), l'azote (N_2), du gaz carbonique (CO_2), du monoxyde de carbone (CO), des métaux lourds (exemples : plomb : Pb) et d'autres impuretés comme de l'eau, des boues,...

Ces combustibles sont importés directement par la JIRAMA ou achetés chez des fournisseurs.

Gasoil :

C'est une coupe pétrolière distillée entre 200 et 300°C.

Suivant l'arrêté n°9898/95 portant « textes applicables à la libéralisation du Secteur Pétrolier à Madagascar », il a les propriétés physico-chimiques suivantes :

Paramètres	Valeur et unité
Acidité forte	Nulle
Acidité totale	$\leq 0,5$ en mgKOH/g
Teneur en cendres	$\leq 0,001\%$ (m/m)
Couleur	≤ 3
Masse volumique	$0,810 < \rho < 0,890$ kg/L à 15°C
Teneur en eau	$\leq 0,05\%$ (v/v)
Indice de cétane	Au moins égal à 50
Indice Diesel	Au moins égal à 53
Point éclair (en vase clos)	$\geq 55^\circ\text{C}$
Teneur en soufre	$\leq 1\%$ (m/m)
Point d'écoulement	$\leq -1^\circ\text{C}$
Résidu « Conradson »	$\leq 0,15\%$
Viscosité	$1,6 < \nu < 5,5$ cSt à 100°F

Pouvoir calorifique	10937
---------------------	-------

Tableau n°6 : caractéristiques physico- chimiques du gasoil

Vu qu'il est à point d'écoulement faible et moins visqueux, il convient bien à être destiné à l'alimentation des moteurs Diesel sans nécessité d'aucun traitement préliminaire. Par contre, il coûte cher par rapport au fuel-oil (deux fois plus). Par conséquent, la CTA limite son utilisation juste pour le démarrage et avant l'arrêt de moteur, l'alimentation de la chaudière.

Fuel-oil :

C'est aussi un produit pétrolier. Il est dit « lourd » car son point d'évaporation est très élevé ($T_{\text{év}} > 500^{\circ}\text{C}$). Il est très visqueux. Ses spécifications sont données dans le tableau qui suit :

Paramètres	Valeur et unité
Cendres	<0,1%
Masse volumique	<0,995 à 15°C
Viscosité	<450CsT à 100°F
Point d'écoulement	<28°C
Point éclair (en vase clos)	>66°C
Teneur en soufre	<4,5%(m /m)

Tableau n°7 : spécifications du fuel- oil**Système de permutation d'utilisation de gasoil et de fuel :**

La durée de préchauffage de moteur et de rinçage des circuits à l'aide du gasoil dure environ 30minutes. Si les conditions de température et de pression du fuel-oil ainsi que du charge à produire sont atteintes, on peut procéder à la permutation du gasoil par le fuel-oil.

Consommation en combustibles :

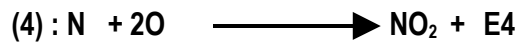
Le besoin en combustible est de l'ordre de 1300 à 1500L/h/groupe. La consommation spécifique est de 0,23L/ KWh de courant produit. La quantité nécessaire en fuel-oil lors d'un fonctionnement continu est estimée à 80 000L/j.

Les stocks d'alarme sont de 60 000L pour le fuel –oil et 20 000L pour le gasoil.

2.2.3.2.Air**Air d'admission :**

Un combustible est constitué par $x_1\%$ de C ; $x_2\%$ de H ; $x_3\%$ de S ; $x_4\%$ de N et $x_5\%$ d'incombustibles (métaux lourds, gaz toxiques comme furane et dioxine,...)

Lors de la combustion, nous avons les réactions suivantes :



Les incombustibles restent intacts.

Si x_1, x_2, x_3, x_4 sont les pourcentages respectives de C, H, S et N. La quantité d'oxygène nécessaire sera donc :

$$m_O = \left[\frac{2x_1}{M_C} + \frac{x_2}{2M_H} + \frac{2x_3}{M_S} + \frac{2x_4}{M_N} \right]$$

Or, l'air ne contient que 23% d'oxygène. D'où il nous faut :

$$M_{air} = m_O \times \frac{100}{23}$$

Pour tout combustible liquide, il faut à peu près 14Kg d'air pour 1Kg de combustible.

Dans un moteur Diesel, il faut toujours un excès d'air de l'ordre de 100%, soit 28Kg d'air pour 1Kg de combustible.

Air de lancement :

Pour démarrer les moteurs, la CTA utilise de l'air comprimé de 30bars. Le groupe 1308 est aussi muni de protection de survitesse et utilise cet air comprimé.

Air d'asservissement :

De l'air de 7bar est utilisé pour divers usages comme dans le permutateur, les électrovannes et des nettoyages des pièces,...

Remarque :

Les airs comprimés sont produits par des compresseurs et l'air d'admission par un turbocompresseur.

2.2.3.3. Huile

Huile lubrifiante :

La lubrification ou le graissage permet de minimiser l'usure des surfaces frottantes et d'atténuer leur échauffement. L'insuffisance de lubrifiant entraîne très rapidement des incidents dans le moteur.

Les moteurs thermiques sont toujours munis d'un dispositif de graissage continu. Une pompe puise l'huile dans la caisse à huile.

Caractéristiques de l'huile :

Elle doit être :

- Visqueuse
- Basique : neutralise les résidus acides de la combustion et protège ainsi les organes mécaniques internes contre la corrosion surtout quand le combustible utilisé est trop chargé en soufre.
- Détergent : a le pouvoir de maintenir en suspension les impuretés provenant de l'usure ou de la combustion de manière à empêcher la formation de calamine et de vernis visqueux
- Stable et résiste à l'altération tout en évitant l'oxydation

La CTA utilise une huile codée BP ENERGOL ICNFX 404 HFX.

Conditions de bon fonctionnement de graissage :

Afin que l'huile puisse maintenir son rôle, les conditions ci-après doivent être respectées :

- Pression: elle doit être limitée et avoir une valeur constante pour éviter les usures prématurées. Ainsi l'huile doit être introduit entre 5 à 6 bars.
- Température : elle doit être prise entre 50 à 60°C, ceci par l'intermédiaire d'une soupape thermostatée. Si la température est trop basse, l'huile peut être facilement contaminée par les composantes sulfureuses des gaz de combustion. Si la température dépasse 60°C, c'est déjà un échauffement dans le moteur.
- Débit : il doit être compris entre 25 à 35m³/h dans le moteur et 20L/cylindre/heure dans les circuits du culbuteurs.

L'état de l'huile doit être contrôlé toutes les 100heures.

La CTA a besoin de 3 fus de 210L par groupe par deux jours lors de l'appoint et lors d'un vidange total, on doit apporter 30 fois plus de cette quantité.

Huile de régulation :

C'est une huile de protection des régulateurs de vitesse contre la corrosion. Elle doit être non moussante, non rétenteur d'air, ne doit pas former de cambouis ou laisser des dépôts gommeux. Ce sont des huiles codées à savoir :

- SAE 10 pour $T < 50$
- SAE 30 pour $50^{\circ}\text{C} < T < 60^{\circ}\text{C}$
- SAE 40 pour $73^{\circ}\text{C} < T < 83^{\circ}\text{C}$

- SAE 50 pour $T > 83^{\circ}\text{C}$

Mini huile :

C'est une huile de refroidissement et d'isolation du transformateur. Elle coûte très cher et elle est à remplacer lorsqu'elle devient noire. La quantité nécessaire est de 400L après la vidange. Elle n'est pas recyclable mais la JIRAMA valorise l'huile de vidange pour le traitement des bois destinés pour les poteaux support de fil conducteur d'électricité.

Elle a une très forte odeur. L'inhalation lors de la vidange est très dangereuse pour la santé. Le personnel chargé de cette tâche doit prendre un régime alimentaire riche comme du lait ou du fromage.

2.2.3.4.Eau

Il existe deux types d'eau à la CTA qu'elle appelle respectivement eau brute et eau douce.

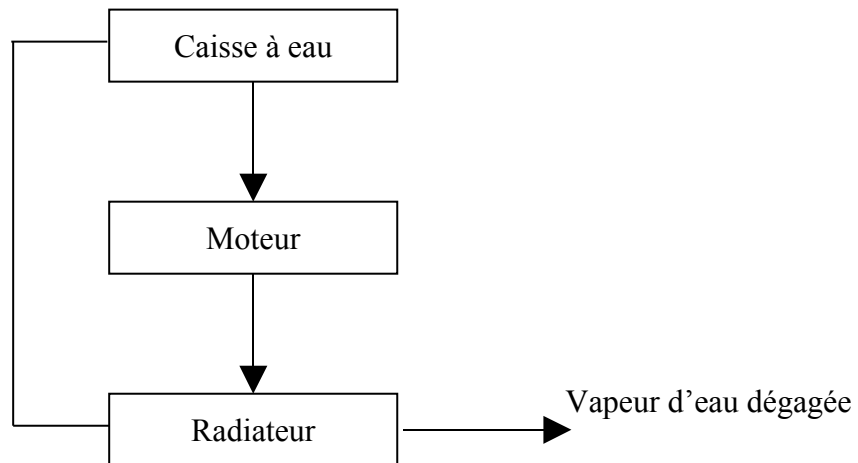
L'eau brute c'est l'eau traitée physico chimiquement et bactériologiquement et est destinée pour la consommation simple : douche, toilette, robinet,

L'eau douce est une eau brute à laquelle on a ajouté d'autres additifs pour élever son pH à 11. Elle est destinée pour le refroidissement des moteurs et l'alimentation des chaudières.

Eau de refroidissement :

Les groupes électrogènes sont munis des moteurs thermiques c'est-à-dire qui dégagent de la chaleur. Au moment de l'inflammation du mélange de combustible et de l'air, la température dans la chambre à combustion dépasse 2000°C . Il y a donc échauffement excessif des pièces en mouvement qui peut entraîner leur détérioration. En plus, à très haute température (au-delà de 350°C), l'huile de graissage qui recouvre les cylindres se décompose et peut devenir combustible et va produire à son tour des incidents dangereux. Par conséquent, il faut un refroidissement que la CTA assure par circulation d'eau douce.

A l'entrée du moteur, l'eau de refroidissement est à température ambiante. Avant la sortie, elle ne doit pas dépasser la valeur de 80°C . à 75°C , il y a déjà une détection par système d'alarme de sécurité.

Circuit d'eau de refroidissement :**Figure n°3 : circuit de l'eau de refroidissement****Remarques:**

- La température de l'eau de refroidissement doit être maintenue à 40 et 50°C. Le débit est de 100 à 150L/H/cylindre.
- Eau de chauffage de fuel-oil :

Elle est produite par sur chauffage à haute pression dans des chaudières. Elle est utilisée pour le chauffage du fuel-oil afin de maintenir sa fluidité et d'atteindre la condition de température demandée avant l'entrée dans le moteur.

Ce chauffage s'effectue par échange de chaleur par conduction. On entoure la conduite de circulation de fuel par celles des eaux surchauffées.

Autres intrants :

On peut citer les divers produits de nettoyage comme le sciures de bois, savons, pétrole lampant,... ; les matériels de protections (gants, masque, casque, bouches à oreille, combinaison, bottes,

2.3 MODES D'EXPLOITATION ET DE TRAITEMENTS

Cette partie va décrire les différentes activités à entreprendre à la CTA. Elle englobe les divers traitements avant usage des matières premières et intrants, les opérations de productions proprement dites et leurs activités connexes, les modes d'élimination des déchets ou produits inutiles.

2.3.1.Traitements des eaux d'alimentation :

L'eau brute doit être « potable ». Ainsi, elle doit être dépourvue d'impuretés et même des microbes pathogènes.

Quant à l'eau douce, en plus que des traitements physico-chimiques et bactériologiques avec les quels on traite l'eau brute, elle doit être portée à une valeur de pH assez élevée. Ceci pour protéger les parois de la chaudière et des moteurs contre la formation des incrustations ou entartrage des surfaces d'échange, éviter l'érosion cavitaire de certains composants du circuit ou la corrosion suite à l'oxydation des surfaces d'échange pouvant aller jusqu'à la perforation des tubes et percement des parois.

Le traitement des eaux est assuré par le CTE (Centre de Traitement Eau) qui se trouve dans l'enceinte de la JIRAMA elle-même (à 500m de la CTA).

2.3.1.1Procédés de traitement :

L'eau est prise dans la rivière Ikopa. Deux pompes qui marchent l'une après l'autre la refoule vers le CTE par l'intermédiaire des conduites en « tube noire ». Au CTE, il y a deux bassins à 7 compartiments chacun. A l'entrée du bassin, il y a une vanne d'injection de produits de traitement : sulfate d'alumine ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$) et de chaux ($\text{Ca}(\text{OH})_2$). Des pompes doseuses assure le dosage pour avoir la concentration et la quantité nécessaire à introduire. En période normale, on a les concentrations respectives suivantes : 60% pour le chaux et 80% pour le sulfate d'alumine. Pour les périodes pluvieuses pendant lesquelles la rivière Ikopa se trouble et renferme trop de matières en suspension ou MES, il faut augmenter ces taux.

La quantité de produits à introduire est de 20Kg par jour pour le sulfate, 08Kg pour le chaux et 1kg d'hypochlorite. L'hypochlorite est une solution concentrée et les deux autres sont des poudres.

Ces produits favorisent la floculation des MES de fines particules permettant ainsi la décantation ou la filtration.

Aux premier et deuxième compartiments se manifeste l'émulsion des produits de traitements avec de l'eau à traiter. Cette dernière est agitée par système physique (variation de position de trou de transvasement). Aux 3^{ème}, 4^{ème}, 5^{ème} et 6^{ème} compartiments, l'eau se tranquillise et les floculats se forment et se décantent au fond. Au 7^{ème} compartiment, l'eau passe dans un pré filtre avant qu'elle n'entre dans un bassin de filtration qui est muni des sables comme agents filtrants. Après filtration, l'eau est collectée dans un réservoir de 280m³ dans lequel, elle va subir un traitement bactériologique à l'aide de l'hypochlorite de sodium (NaClO) ou eau de Javel.

2.3.1.2 Analyse de l'eau brute :

Trois paramètres qui s'avèrent utiles pour la CTA sont à analyser à savoir le pH, le taux du chlore résiduel et le taux du fer. Sachant que la rivière Ikopa n'est pas riche en fer, seuls les deux premiers que le CTE cherche.

Nous pouvons donner quelques extraits de résultats d'analyses que nous présentons dans le tableau ci- après :

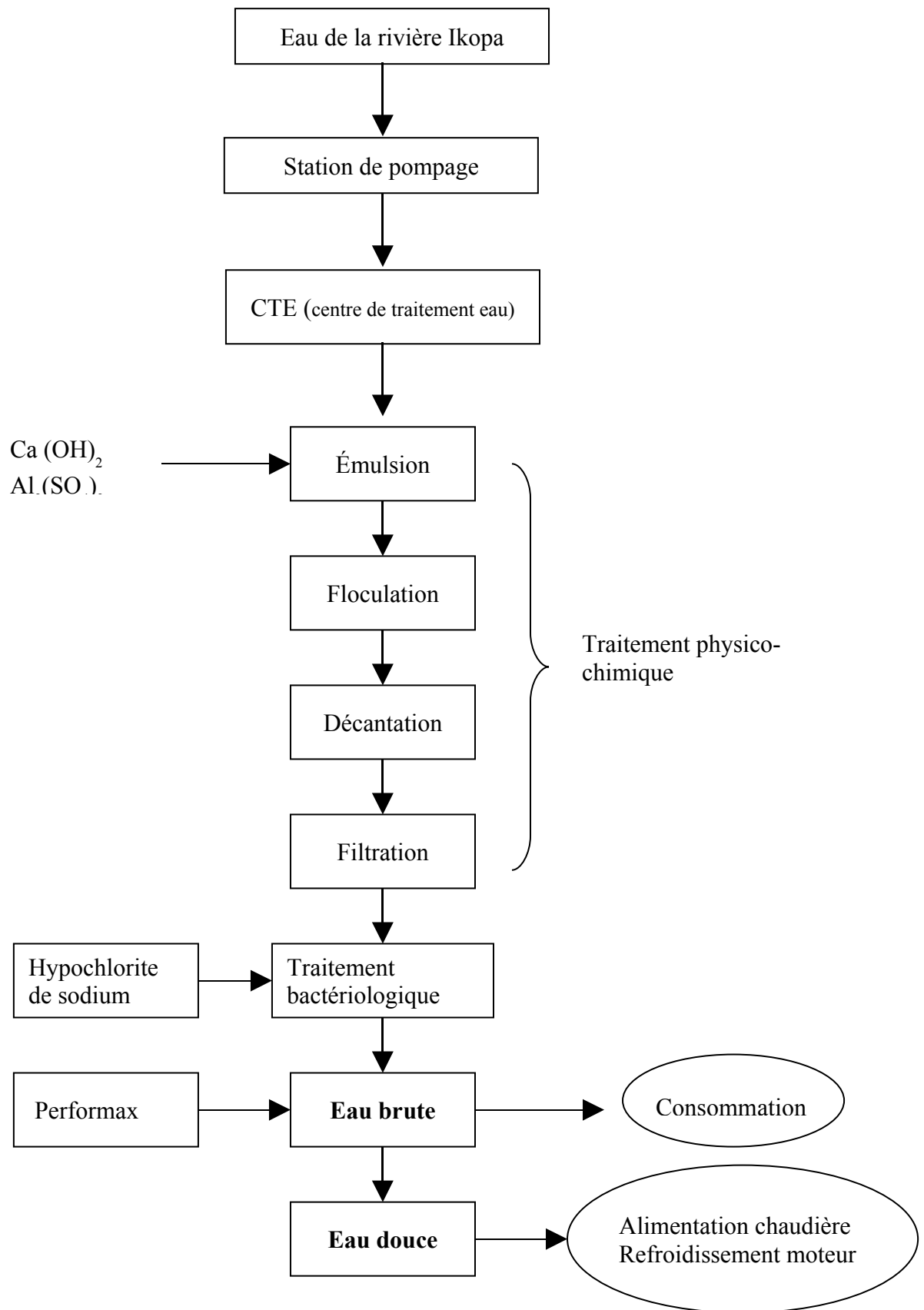
Date	pH décanteur	pH réservoir	pH robinet	Cl⁻ réservoir	Cl⁻ robinet
01/06/05	6,8	6,8	6,6	0,8	0,4
02/06/05	6,6	6,8	6,6	0,8	0,4
03/06/05	6,6	6,8	6,6	0,8	0,6
04/06/05	6,6	6,8	6,6	0,8	0,4
01/08/05	7,0	6,8	6,6	1,0	0,6
02/08/05	7,2	6,8	6,6	1,0	0,8
03/08/05	7,2	6,8	6,4	1,0	0,8
01/12/05	7,0	7,0	6,8	0,8	0,6
02/12/05	7,0	7,0	6,8	0,8	0,4
03/12/05	6,8	6,7	6,8	0,6	0,6
04/12/05	7,0	7,0	6,8	0,8	0,6

Tableau n°8 : Extraits de résultats d'analyse de l'eau traitée au CTE

2.3.1.3 Résultats à atteindre :

La valeur du pH doit être prise dans l'intervalle 6,8 à 7,2 car plus l'eau est trop acide, plus elle est corrosive et si elle est fortement basique, la formation de tartre dans les conduites est favorisée. Pour corriger le pH en cas de nécessité, on peut ajouter de la chaux.

Mais pour avoir l'eau douce qui devra avoir un pH égal à 11, cette chaux n'est plus efficace même à une très grande quantité. On doit utiliser un produit « inhibiteur » appelé « PERFORMAX ». On a fixé la dose de 50 g pour 1 m³ d'eau brute à traiter soit 250 g de PERFORMAX pour le 5m³ qu'est la capacité de la caisse à eau de la CTA.

2.3.1.4 Processus de traitement des eaux d'alimentation**Figure n°4 : processus de traitement de l'eau d'alimentation**

2.3.1.5. Lavage des filtres à sables :

Quand le bassin de filtration est saturé, la filtration ne se passe plus. Ainsi il faut éliminer ces impuretés qui se colmatent et bouchent les mailles d'entre particules de sables. Pour ce fait, on y introduit de l'air de barbotage. Après on rince avec de l'eau propre.

L'eau de lavage qui renferme les filtrats éliminés est ensuite à rejeter librement au milieu environnant sans aucun système de drainage ou d'évacuation spécifique.

2.3.2. Traitement de l'eau de refroidissement usagée :

L'eau chaude provenant du refroidissement des moteurs sera refroidie au sein du tour de refroidissement ou radiateur à ventilations mécaniques. Il y a évaporation des eaux gazeuses à l'atmosphère et la quantité d'eau rejetée est de l'ordre de 18m³/h.

Il est à noter qu'en circuit normal, l'eau de refroidissement n'est pas contaminée car elle assure son rôle de refroidisseur en effectuant l'échange de température tout en étant renfermée dans des fines conduites en fines serpentins. L'eau refroidie est donc encore utilisable. On la recycle et la renvoie dans le moteur avec un appoint proportionnel à la perte par évaporation qu'est de 18m³/h.

2.3.3. Evacuation des eaux de pluies et des eaux usagées :

2.3.3.1. Eau vanne :

L'eau vanne provenant des sanitaires (douche, WC, lavabo,...) est traitée dans une fosse septique dans laquelle elle va subir des traitements bactériologiques (destruction des matières organiques par des masse fer).

2.3.3.2. Eau de lavage et eau de pluie :

Les eaux usagées pour le nettoyage des pièces contiennent évidemment des salissures qui sont des huiles ou graisses, des hydrocarbures, des émulsions formées par des savons et des salissures,... Le lavage s'effectue dans un endroit adéquat.

Les eaux de pluie lessivent les toitures et les parterres. Ainsi, elles amènent avec elles des poussières, des dépôts de Calamis, des huiles ou graisses, des hydrocarbures,...

Le « génie civil » de la CTA contient un système de récupération et de traitement de ces eaux par intermédiaire des pentes, dalles,... Elles sont après à récupérer puis à traiter dans la fosse de décantation.

2.3.4.Dépotage des hydrocarbures :

Les combustibles arrivent à la CTA par wagon ou camion citerne. Leur capacité est environ de 30 000L. Le dépotage est assuré par des électropompes qui vont refouler les combustibles de la citerne mobile vers les grandes cuves de stockage. Ces pompes sont abritées dans une localité construite en dur.

Pour conserver la température, afin d'avoir un liquide plus fluide, le citerne transporteur de fuel est souvent muni de « thermos ». Toute fois, afin de faciliter ou d'accélérer le dépotage, il faut chauffer le fuel par circulation d'eau chaude.

2.3.5.Traitements du combustible :

Le fuel est arrivé à l'état brut à la CTA. Avant son usage, il lui faut des traitements préliminaires.

2.3.5.1.Chauffage :

La viscosité varie selon l'élévation de la température. Pour avoir un peu de fluidité, il doit être réchauffé à l'aide de l'eau surchauffée.

Nous avons les valeurs minimales nécessaires de température à atteindre selon l'activité à entreprendre :

Activité	Type	Température en °C
Dépotage	A partir du citerne thermos	-
	pendant période chaude	30 à 40°C
	Pendant saison froide	50 à 60°C
Stockage	Citerne de stockage	60°C
	Caisse journalière	
Exploitation	Normale	80 à 90
	Optimale	92 à 104
	Idéale	105 à 115

Tableau n°9 : Conditions de température de fuel-oil

Le préchauffage du fuel est très nécessaire dans le but de :

- réduire sa viscosité tout en augmentant sa fluidité afin de faciliter l'écoulement lors du dépotage ou du refoulement vers des cuves ou caisses ;
- éviter le colmatage dans les différents circuits surtout dans les petites cellules du moteur.

2.3.5.2.Purification :

Le degré de la toxicité ou bien de la qualité de fumées produites dépend surtout des caractéristiques ou de la pureté du combustible à utiliser. Plus, il renferme trop d'impuretés, plus les incombustibles qui composent la fumée sont abondants et la fumée évacuée est de couleur noire, polluante et toxique.

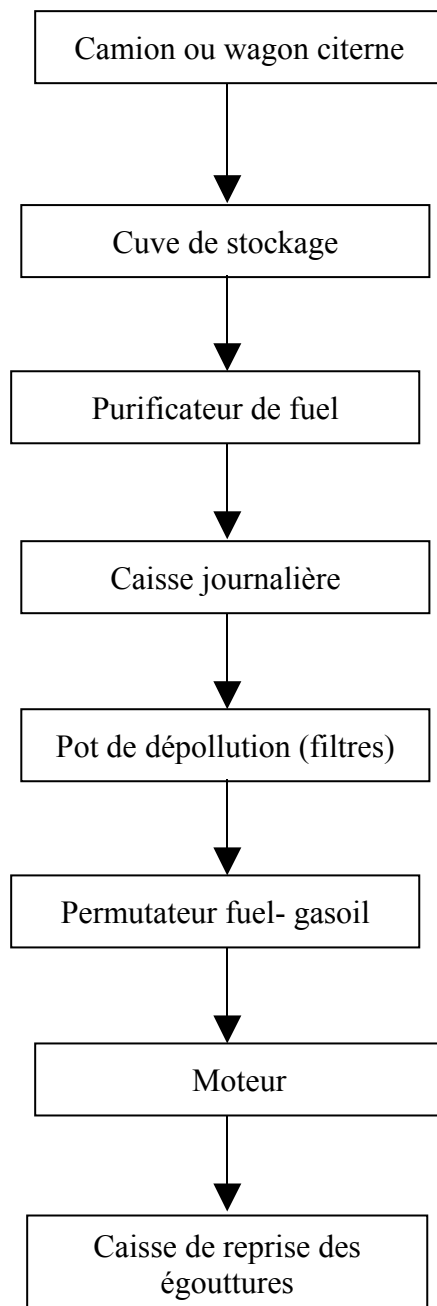
Le combustible à introduire dans les cylindres doit être propre et exempt de tout corps étranger. Or le fuel arrivé à la CTA est brut et contient diverses impuretés comme de l'eau, de boues, du sable, des ferrailles,Il est donc à purifier avant utilisation.

Sa purification est assurée par un système de centrifugation pendant laquelle les impuretés sont éliminées par force centrifuge suivant la différence de densité des corps. Ainsi, les déchets se séparent du fuel pur et vont tapisser aux parois de la cuve.

Avant l'entrée au moteur, le combustible doit passer dans des micro filtres. Un pré filtre de 50 μ est destiné pour arrêter les fines gouttelettes d'eau contenues dans le réservoir et des certaines impuretés solides. Un deuxième filtre à combustible de 10 μ a pour rôle d'arrêter toute impureté qui aurait pu passer à travers le pré filtre.

Remarque :

En 2004, le déchet journalier de fuel est de l'ordre de 1, 025m³/J

2.3.5.3. Schéma du circuit du combustible :**Figure n°5 : circuit du combustible**

2.3.6. Traitement des effluents liquides :

2.3.6.1. Système de traitement avant rejet :

Nous avons le schéma simplifié ci-dessous :

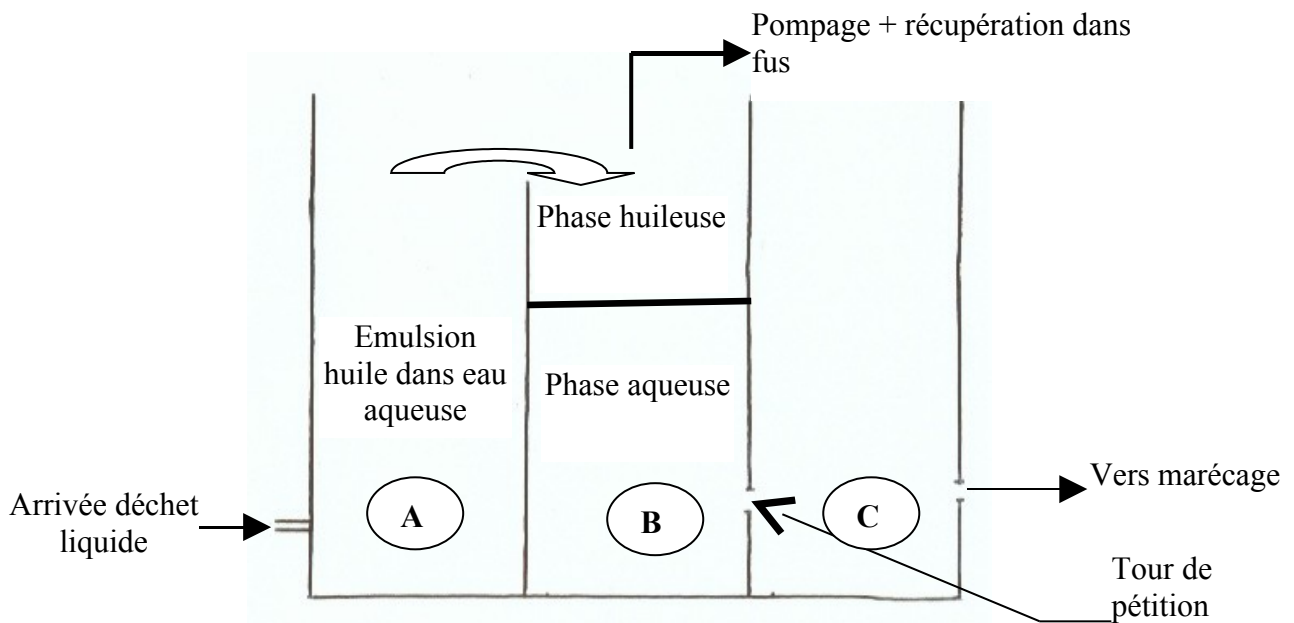


Figure n°6 : schéma de la fosse de décantation

La fosse de décantation comporte trois compartiments de capacité d'environ 28m³ chacun. Dans le compartiment A arrive les déchets bruts de fluide. Ce sont essentiellement : les déchets de purification de fuel- oil provenant de la centrifugeuse ; les eaux de lavages des pièces et des outils provenant de la zone de lavage, les fonds de cuve et les eaux de pluie. Ces liquides sont tous des émulsions de l'huile dans l'eau. Ainsi, le compartiment A se comporte tout simplement comme un centre d'accueil des décharges fluides bruts.

Dans le compartiment B passe le traitement physique qu'est la décantation. Comme l'huile est plus dense que l'eau ($\rho_{\text{fuel}} = 0,95\text{g/cm}^3$; $\rho_{\text{huile}} = 0,90\text{g/cm}^3$; $\rho_{\text{gasoil}} = 0,84\text{g/cm}^3$ et $\rho_{\text{eau}} = 1$), elle a tendance à surnager à la surface de la solution aqueuse. Par conséquent, l'émulsion est coupée en deux phases : une phase huileuse légère surnageant à la partie supérieure et une phase aqueuse lourde se décantant à la partie inférieure.

Les outils ou pièces à laver sont toujours associés à des huiles lubrifiantes et souvent des combustibles.

Les eaux de pluie lessive les « parterres » sur lesquelles peuvent être éparpillés les combustibles ou huiles déversées.

Lors de la centrifugation, les matières lourdes composées par les impuretés sont transférées aux proies de la centrifugeuse. Mais lors de la séparation ou l'élimination de ces déchets, il y a toujours des traces d'hydrocarbure qui vont les accompagner.

Ainsi, la phase huileuse est composée de solution de fuel, de gasoil et d'huile lubrifiante. Mais elle peut renfermer des autres éléments comme les métaux lourds qu'elle a déjà solubilisé auparavant.

La phase aqueuse passe dans le troisième compartiment par l'intermédiaire d'un trou de partition. Ce dernier compartiment n'est qu'un champ de stockage car dedans, la solution ne subit aucun traitement mais attend simplement l'ouverture de la vanne d'évacuation vers le marécage.

2.3.6.2. Enfouissement de déchet de fuel oil :

Le déchet de fuel récupéré après la méthode de décantation est après à pomper et à récupérer dans des fus (qui sont des emballages perdus des huiles lubrifiantes). Il est encore combustible et on peut le revaloriser pour faire fonctionner des chaudières. Cependant, les chaudières de la CTA, vues leur marque et les recommandations des constructeurs, ne sont pas compatibles avec le fuel-oil. En plus, comme il s'agit d'un déchet, il contient des impuretés et des incombustibles qui risquent de produire des fumées plus polluantes.

Des receleurs qui ont des chaudières qui marchent avec le fuel viennent les récupérer. Malheureusement, à Tananarive, ils ne présentent que de nombre minime. L'offre est donc très élevée par rapport à la demande. Par conséquent, il reste une grande quantité non valorisable que la CTA doit rejeter.

Tenant compte de la sauvegarde de l'environnement, la CTA a créé un centre d'enfouissement sur le sommet d'un versant appelé Andavabitsy qui se trouve à peu près à 500m de la centrale. La CTA a conçu deux fosses d'environ 10m de profondeur et 8m de diamètre. Le premier est déjà plein par des récupérations des déchets de dépollution du marécage.

Les fosses sont non maçonnées et dépourvues de couverture. Ce sont tous des ouvrages nouveaux (en 2005).

2.3.7. Stockage des hydrocarbures :

Comme dans toutes les industries de production, par prudence, il faut toujours de gestion de stocks. La pénurie en combustible est le premier problème de blocage de bon fonctionnement d'une centrale thermique entraînant ensuite une défaillance de charge d'électricité à Madagascar.

La CTA lance une commande continue, exemple : 200 000L à livrer dans 120jours.
Le stock d'alarme est de 600 000L pour le fuel et 20 000L pour le gasoil.
Ces combustibles sont à stocker dans des grandes cuves.

	capacité	diamètre	hauteur	état	Paroi extérieure
Fuel-oil	1 250 000L	11m	12m	bon	TPN, revêtu en couche d'aluminium

gasoil	300 000L	10m	12m	bon	TPN, revêtu en couche d'aluminium
--------	----------	-----	-----	-----	-----------------------------------

Tableau n°10 : dimension des cuves de stockage des combustibles**2.3.8. Combustion :**

La combustion est une réaction chimique exothermique (dégage de la chaleur) qui n'est possible qu'en présence d'oxygène. Elle se réalise en trois phases fondamentales :

- oxydation avec formation de peroxyde
- décomposition des peroxydes
- cracking ou cassure du noyau

La réaction simplifiée de la combustion se présente comme suit :

Combustible + air —————→ **fumée + incombustibles + calories**

La CTA utilise du combustible liquide dérivé de pétrole. Ainsi, il renferme du carbone (C), de l'hydrogène (H), du soufre (S), de l'azote (N), des « incombustibles » comme des métaux lourds (Pb, Cd, ...), des produits cycliques toxiques (dioxine et furane), des gaz dissous (CO, CO₂, CH₄, ...),...

Selon ces caractéristiques du combustible utilisé, la fumée dégagée doit contenir du gaz carbonique (CO₂), du monoxyde de carbone (CO), du gaz méthane (CH₄), des incombustibles et de vapeur d'eau.

Les calories ou énergies produites sont à utiliser pour :

- chauffer l'eau de la chaudière en vue de l'obtention de l'eau surchauffée ;
- faire tourner le moteur Diesel du groupe électrogène

2.3.9. Nettoyage :

Les sources de souillures ou de saleté sont surtout les hydrocarbures déversés, la fuite des fumées dispersant dans la salle des machines. Ainsi, sont à nettoyer périodiquement :

- les dallages ;
- les pièces et divers outillages, conduites, filtres, canaux d'amenée, divers accessoires, ...;
- les bureaux administratifs ;
- les sanitaires ;
- la cour ;
- les mains ;
- ...

Comme produits de nettoyage, nous pouvons citer à titre d'exemples :

- les sciures de bois : vues leurs caractères spongieux, ils ont le pouvoir d'essuyer des huiles ;
- les gasoil et pétrole : ils ont le pouvoir de solubiliser les huiles lourdes ;
- les savons : ce sont des détergents et tensioactifs ;
- air comprimé : la pression d'air peut éliminer les traces d'huiles qui tassent sur les pièces ;
- eau chaude : c'est un solvant qu'on doit utiliser si on veut utiliser de savon.

2.3.10. Entretien et réparation :

La CTA et les machines sont tous très anciennes. Le degré, la grandeur ou la nature des activités à entreprendre dépendent des pannes existantes. Les types de pannes les plus fréquents sont :

- le colmatage des filtres ;
- la baisse de pression ou l'élévation de température de l'huile, de l'eau et de combustible ;
- fuite des raccords ;
- dislocation des pièces ;
-

Il existe un système de maintenance prévu par le constructeur appelé « maintenance système ». Elle est la plus pratiquée à la CTA à l'aide des contrôles journalières, visites, travaux journaliers, révisions, ...

Le tableau ci- après indique le programme d'entretien indiquant la périodicité ou fréquence prévues par le constructeur pour les moteurs « diesel ».

Opérations	Heures de marche	
	Gasoil	Fuel- oil
E1	journalier	journalier
E2	100h	100h
E3	500h	500h
C1	500h	500h
C2	500h	500h
C3	500h	500h
U1	1500h	1250h
U2	3000h	2500h
V1	6 000h	5 000h
V2	12 000h	10 000h

V3	24 000h	20 000h
----	---------	---------

Tableau n°11 : calendrier de maintenance système d'un moteur Diesel

Les symboles rassemblent les opérations à effectuer. Ainsi,

E1 : vérification de niveau, de la pression ainsi que la température d'huile dans la caisse de service et à l'entrée du moteur, contrôle de fuites sur les différentes canalisations, contrôle d'existence des bruits anormaux, contrôle des pertes de charge, des visseries,....

E2 : vérification de la viscosité et de l'état d'huile, nettoyage des filtres

E3 : analyse d'huile au laboratoire

U1 : remplacement d'huile du circuit séparé des culbuteurs, démontage des filtres qui ne sont pas à décolmatage automatique

U2 : nettoyage de la soupape de sûreté sur la pompe à huile.

Les contrôles « C » consistent à la vérification et à la justification de la conformité à des données préétablies. Ainsi, on a :

C1 : (opération à réaliser avant l'arrêt du moteur), relevée des pressions d'eau (haute et basse température), d'huile, de combustible et d'air de suralimentation ; relevée des pertes de charges de divers filtres (à, huile, à combustible et à air), vérification de l'absence des bruits et des chocs anormaux, prélèvement d'huile pour examen et analyse

C2 : (au cours de l'arrêt du moteur), vérification de l'absence de bruits aux paliers des turbo-compresseurs et du bon fonctionnement des systèmes de sécurité ou alarmes (surtout pour la pression d'huile)

C3 : (au post arrêt du moteur) : prélèvement d'eau de haute température (pour analyse)

Les contrôles « V » regroupent les actions de révision c'est-à-dire d'examen, de contrôle et des interventions effectuées pour lutter contre toute défaillance majeure ou critique. Ainsi donc, nous avons :

V1 (révision limitée) : visite de la soupape de réglage de la pression d'huile ; étalonnage de tous les appareils de contrôle ; démontage des filtres à nettoyages automatiques avec contrôles des équipements automatiques.

V2 (révision partielle) : nettoyage du réfrigérant d'huile, de la caisse à huile avec remplacement des coussinets et des joints ; vérification de tous les appareils de mesures (manomètre, thermomètre, ampèremètre, voltmètre, wattmètre,...)

V3 (révision générale) : nettoyage de tous les canaux d'amenée d'huile (de l'arbre manivelle) ; nettoyage complet du circuit de graissage ; remplacement des coussinets et des bagues sur les pompes à huile.

2.3.11.Évacuation de fumée :

L'opération de combustion dégage de fumées qui sont des déchets polluants qui contribuent à la dégradation de l'environnement. Les fumées produites au niveau de chaudière sont à évacuer dans l'atmosphère par l'intermédiaire d'une cheminée. Cette dernière fonctionne à tirage naturel c'est-à-dire les gaz chauds sont aspirés naturellement, sans aspirateur mais ils ont tendance à s'élever suivant la différence de pression entre eux et l'air ambiant.

En ce qui concerne les groupes électrogènes, ils sont munis de conduites d'évacuation des fumées qui sont dites « gaz d'échappement ». Ces conduites sont dépourvues de filtres.

A l'intérieur des conduites se forment des dépôts de Calamis qui sont des résultats du mélange de l'eau condensée et des « imbrûlés ». Ils peuvent gêner l'aspiration naturelle des fumées. Donc, ils sont à éliminer périodiquement.

La couleur et le débit des fumées sont fonction de :

- la nature du combustible utilisé : plus il est pur, plus la fumée est moins abondante et de couleur transparente. Si on veut utiliser du fuel, il faut aussi qu'il soit préchauffé ;
- du fonctionnement du moteur : plus il n'y a pas d'anomalies, plus la fumée est claire et de faible charge ;
- du débit d'air d'admission : le défaut d'air rend la combustion incomplète et entraîne ensuite l'existence d'une grande quantité d' « imbrûlés » qui vont concentrer la fumée.

La température des fumées à la sortie des conduites d'évacuation est de l'ordre de 460°C.

2.3.12.Elimination des fonds de cuves :

Les fluides à stocker dans les cuves (citernes de stockage, caisse à eau, caisse à huile) sont soumis à un phénomène de décantation. Et comme ils sont des émulsions et contiennent souvent des impuretés, par différence de densité entre les composants, il se produit des dépôts au fond des cuves que nous allons appeler « fonds de cuve ». Par exemples : le fuel peut contenir des boues, de l'eau, des sables,... suite aux diverses opérations d'empotage et de dépotage ainsi qu'aux traitements à la raffinerie. Le gasoil peut avoir de l'eau comme impureté. Des tartres dus aux excès de chaux ou de sulfates peuvent être contenus dans l'eau d'alimentation.

L'huile et l'eau sont renouvelables presque au jour le jour. Par raison de prudence sous contrainte de l'exploitation, il faut toujours un stock de sécurité pour les combustibles. Il ne faut donc pas vider la citerne de stockage. En plus, il n'y a qu'une seule cuve pour chaque type de combustible, le seul moyen pour éliminer les dépôts d'impuretés ou fond de cuve consiste au « purge » par ouverture de la vanne de purge des citernes. Ces fonds de cuve sont ensuite à évacuer vers la fosse de décantation où ils vont se mélanger avec des autres effluents liquides comme le déchet de purification de fuel. La quantité à rejeter n'est pas précise mais on arrête la purge là où le combustible jugé pur tend à sortir. Souvent, elle dure environ 15minutes.

2.4 Processus de fabrication :

Le schéma ci-après représente le circuit de production de courant électrique :

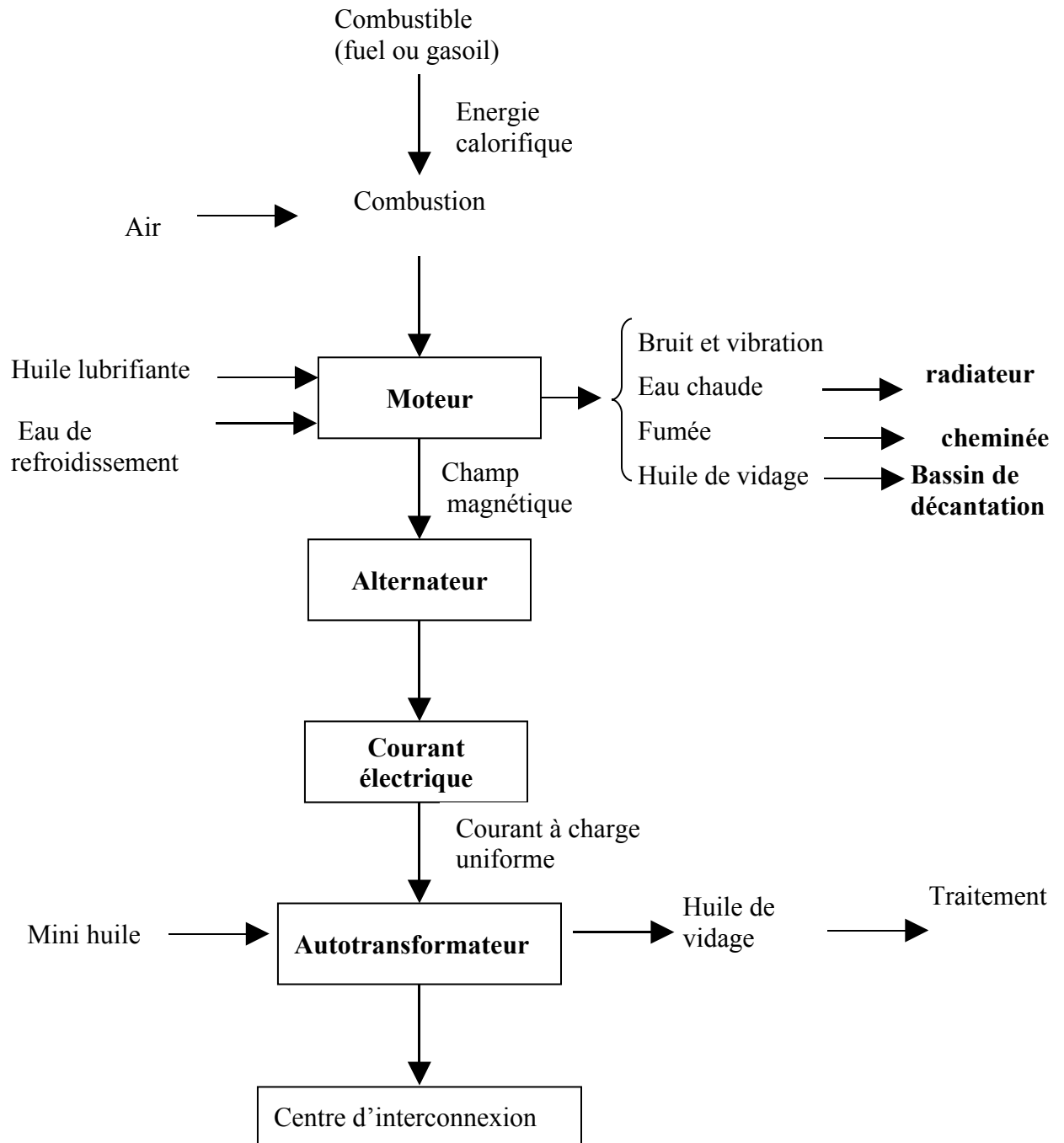


Figure n°7 : processus de production de courant électrique

La combustion du fuel-oil ou du gasoil avec de l'excès d'air provoque une détonation ou échappement qui peut tourner le moteur. Lors de la rotation des cylindres, il y a formation de champs magnétique qui va se transformer en champs électrique dans l'alternateur. A la sortie de l'alternateur, on a un courant produit. La charge est fonction de la durée de travail des groupes.

Suite à l'ancienneté ou la vieillesse des groupes de la CTA, ils ne peuvent plus produire la quantité ainsi que la tension installées. En principe, à la sortie de l'alternateur, on doit avoir une charge de 5 500V mais en réalité, on ne peut plus atteindre que 3800V. La production journalière que la CTA a fournie avant est de l'ordre de 18MW mais actuellement elle ne peut plus offrir que 3MW seulement.

Chapitre 3 IDENTIFICATION DES IMPACTS ET DE LEURS SOURCES

L'audit que nous avons réalisé au sein de la CTA nous permet de dégager les impacts pertinents de son existence. Ils sont dus essentiellement:

- à l'occupation du sol ;
- aux intrants utilisés ;
- au mode de fonctionnement et de production ;
- aux diverses formes d'émissions et de rejets ;
- à la politique et méthode de production ;
- ...

Nous allons décrire tout d'abord les différents impacts existants puis nous allons les récapituler dans une matrice.

3.1 MALADIES PROFESSIONNELLES:

Elles sont dues surtout à la pollution 'intra-muros'.

3.1.1. Maladies respiratoires :

Suite à l'inhalation des polluants gazeux qui sont :

- des fuites de fumées dispersées dans la salle des machines qui est le premier milieu de travail où il faut un responsable de suivi et de surveillance en permanent ;
- des vapeurs d'hydrocarbures et d'huiles lubrifiantes qui sont déversées partout.

Tout cela provoque des affections des voies respiratoires à savoir les bronchites chroniques et asthmatiques (allergie), des asthmes bronchiques, de la broncho-pneumopathie ou pneumoconiose ainsi que la sensibilité aux autres maladies comme la grippe aigue, la bronchite chronique et rhinite.

Le tour de refroidissement ainsi que les circuits de conditionnement d'air provoquent aussi des pathologies respiratoires dues à un agent appelé « legionelle »

3.1.2.Maladies digestives :

L'appareil digestif et l'appareil respiratoire ont une liaison étroite par l'intermédiaire du sang. Ainsi, à part l'absorption directe des polluants, l'inhalation cible aussi l'appareil digestif. Elles engendrent donc des différentes maladies gastro- intestinales telle que la dysenterie, la typhoïde, l'ulcère, la gastrite, la diarrhée,...

3.1.3.Maladies de la peau :

Suite aux différentes opérations surtout lors de l'entretien et de la maintenance, la peau est exposée et est en contact direct avec les hydrocarbures et les huiles lubrifiantes qui sont tous irritants et dangereux pour les muqueuses (peau, œil,...). En plus, les agents détergents (savon, gasoil, pétrole, ...) avec lesquelles on se lave sont aussi très irritants. Tout cela va impliquer des brûlures des muqueuses, de l'apparition des eczémas et de toutes autres formes d'allergie.

3.1.4.Maux de tête, fatigue, stress, maladie auditive :

L'odeur lourde des fumées et des carburants ou huile lubrifiante déversés partout (lors du dépotage, fuites dans des conduites d'amenée, ...) ainsi que le fort bruit continu produit par les moteurs (groupes, pompes, ventilateur, ...) qu'on doit se soumettre pendant le temps de travail à la CTA entraînent des maux de tête, de la fatigue, du stress, du mal à l'aise, de nervosité et de surdité ou une autre forme de maladie auditive.

3.1.5.MEAP :

Le MAEP ou maningo-encephalites amibienne est une maladie causée par la production d'eau surchauffée.

3.2 POLLUTION DE L'EAU:

Elle est due par le rejet des effluents liquides qui n'ont subi que des traitements physiques qu'est l'élimination des solutions huileuses par système de décantation des effluents bruts. Nous pouvons donc prétendre que le déchet liquide à évacuer n'est pas conforme aux normes de rejet exigées.

3.2.1 Pollution des eaux de surface :

Les deux eaux des surfaces cibles à cette pollution sont les eaux du marécage et celles de la rivière Ikopa.

La solution aqueuse provenant du bassin de décantation contient encore une diversité de toxines et de contaminants qui vont détruire la qualité de l'eau.

Les hydrocarbures forment un film à la surface de l'eau et vont empêcher la pénétration du rayonnement solaire et bloquer la respiration. Il y aurait diminution du taux d'oxygène dissous qui va amplifier la mort des être vivants aquatiques suite à un phénomène d'eutrophisation. Cette dernière est due à la transformation d'excès de sulfures ou soufre en hydrogène sulfuré qui dégage une odeur désagréable. En plus, la forte odeur caractéristique des carburants étouffe elle aussi les microorganismes vivants dans l'eau et une fois que ces faune et flore aquatiques sont détruites, ils vont à son tour dégrader la qualité de l'eau suite à la coupure de la chaîne trophique qui y existe.

Il est à noter que : 1L seulement d'hydrocarbure peut polluer des million de litres d'eau.

3.2.2 Pollution de la nappe phréatique et pollution du sol :

Le sol est le support fondamental de la vie des hommes, des plantes et des animaux. Lorsqu'il est dégradé, il y a déséquilibre inestimable de conditions de vie.

Les polluants atmosphériques, les polluants des eaux de surface ainsi que les substances dangereuses déposées sont les causes d'une grave pollution du sol.

Les déchets de sciures de bois utilisés pour le nettoyage de la salle des machines ne sont plus autorisés à être rejetés à la décharge publique d'Ambohimambola. Par conséquent, la CTA a inventé de créer des fosses d'enfouissement au bord du marécage. Ce sont des trous nus c'est-à-dire non maçonnés. Une fois qu'elle est pleine, on procède à l'enterrement et on va créer un autre trou de rejet.

Nous avons aussi constaté des hydrocarbures déversés au sol nu. Or, dès qu'ils sont déversés, les hydrocarbures ont tendance non seulement à s'étendre sur la surface du sol, et donc à le contaminer, mais aussi à s'infiltrer dans le sol et polluer les eaux souterraines. Ces dernières doivent mettre beaucoup de temps à retrouver leur état normal vu qu'elles bougent à peine et n'ont aucun contact avec l'atmosphère.

Ainsi donc, à part l'infiltration directe à travers le sol perméable, l'eau souterraine peut être contaminée suite à l'entraînement des polluants par le lessivage du sol surtout par de l'eau de pluies. Cependant, la commune Ambohimambola utilise actuellement des puits pour source d'eau destinée à la consommation. Et ces puits sont alimentés par de l'eau souterraine. Ainsi donc, quand cette eau est contaminée, la population peut obtenir des maladies hydriques.

En outre, le sol irrigué par de l'eau pollué va perdre sa fertilité et devient stérile.

En plus, le sol peut être contaminé par les émissions atmosphériques et devient acide. Or, un sol acidifié devient perméable et favorise l'infiltration des métaux lourds dans l'eau souterraine.

3.3 IMPACTS SUR LA FAUNE ET LA FLORE:

Lorsque la qualité biologique de l'eau est détruite, la faune et la flore aquatique ne peuvent plus obtenir les conditions favorables de leur vie ou de leur croissance. Ils vont mourir et disparaître définitivement ou arrêtent leur croissance ou leur reproduction.

Même s'il ne s'agit pas des plantes ou animaux endémiques ou menacés, il faut toujours les prendre en considération car leur destruction engendre un déséquilibre suite à la coupure de la chaîne trophique ; des impacts négatifs sur les ressources monétaires des pêcheurs traditionnels (dans la rivière Ikopa ou dans le marécage) et des collecteurs des végétaux destinés aux matières premières des artisans.

Il est à noter que des rizières et des champs se trouvent en aval du point de rejet de la CTA. Et, au bas fond du versant auquel se trouvent des fosses d'enfouissement des déchets de fuel, en existent aussi.

La végétation pourrait être affectée directement par les gaz atmosphériques (dioxyde de soufre : SO₂ et ozone : O₃) ou indirectement par l'acidification du sol provoquant ainsi un déséquilibre dans la prise et le contenu des nutriments. Les céréales ou autres produits agricoles cultivés pour la consommation humaine ou animale peuvent prélever des métaux lourds et autres substances dangereuses.

3.4 NUISANCES:

3.4.1 Nuisance sonore :

La CTA n'a pas encore mesuré le niveau de bruit qu'elle produit mais nous pouvons estimé la valeur approximative suivant les valeurs fournies par la directive environnementale pour le secteur industriel que nous présentons dans le tableau qui suit :

Niveau de son [dBA]	Origine	Observation
------------------------	---------	-------------

140	Moteur à réaction	}	Niveau dangereux
130	marteau rivoir		
120	avion à hélice		
110	perforation des roches	}	Niveau critique
100	atelier de fabrication des plaques		
90	véhicule lourd		
80	circulation intense	}	Niveau de sécurité
70	voiture personnelle		
60	conversation normale		
40	émission musicale	}	Niveau de sécurité
30	radiophonique		
20	chuchotement		
10	habitation urbaine calme	}	Niveau de sécurité
0	bruissement d'une feuille		
	seuil d'écoute		

Tableau n°12 : niveau des sons

Le niveau de son produit à la CTA fait parti du « niveau critique » : entre 90 à 100dBA.

Le seuil d'alerte c'est-à-dire le niveau de son au dessous duquel il y a peu de risque de destruction des organes auditifs suite à une exposition d'une durée de 8 heures par jour est de l'ordre de 85dBA. Le seuil acceptable c'est-à-dire seuil déterminant le niveau de son au-delà duquel il y a risque de surdité pour une oreille non protégée exposée pendant 8heures par jour est de 90dBA.

Le bruit est dû aux moteurs et son niveau est accentué par la vieillesse des machines et le non adéquation des pièces de rechange et de système de maintenance ou d'entretien des machines.

3.4.2 Nuisance visuelle :

Les diverses pollutions existant à la CTA touchent la vision. Nous pouvons citer :

- la coloration en « noire » par les fumées et les fuites ou déversement des hydrocarbures de tout ce qu'on voit surtout dans la salle des machines (mûre, dallage, plafond, appareils, ...)
- l'apparition des films noirs à la surface des eaux du marécage ;
- les déchets solides formés par des débris des plantes détruites par la pollution et dépollution du marécage ;
- les sciures de bois usagés qui ne trouvent pas leur centre de rejet plus adéquat ;
- les ouvrages mal- placés et mal conçus (bassin de récupération de trop plein ou deuxième bassin de dépollution se situant dans le marécage, centre d'enfouissement des déchets de fuel qui ne sont que des terres creuses et dépourvues de système de couverture, le bac à ordures ménagères de mauvais état et laisse éparpillé son contenu partout,...) ;

3.5 POLLUTION ATMOSPHERIQUE :

De nos jours, comme dans tout le monde entier, le changement climatique à Madagascar est très constaté.

La CTA, suite à leur émission atmosphérique ne peut pas échapper mais contribue à l'existence ou à l'accentuation de ce problème.

Tout en se référant sur les caractéristiques des combustibles utilisés, nous pouvons déduire le degré de toxicité de la fumée à émettre à l'atmosphère. Selon la réaction de combustion que nous avons déjà mentionné en sus, la fumée à évacuer contient du gaz méthane, de gaz carbonique, de monoxyde de carbone, des particules en suspensions, des sulfures, des nitrures, des métaux lourds, des dioxines et des furanes. Ces polluants atmosphériques peuvent contribuer non seulement aux problèmes régionaux mais aussi jusqu'à l'échelle mondiale tel que l'acidification de l'atmosphère, la production d'ozone, le réchauffement du globe.

Les émissions se présentent souvent sous forme de gaz poussiéreux. Le paragraphe ci-dessous indique les impacts environnementaux des agents polluants que la fumée évacuée contient.

Agents polluants :

- **méthane (CH₄) :**

C'est un gaz à effet de serre

- **monoxyde de carbone (CO) :**

C'est un gaz à effet de serre. Il a une caractéristique asphyxiant et réduit la prise d'oxygène induisant ainsi un problème de sang. Le niveau élevé de concentration et la longue durée d'exposition peuvent être fatal. En plus, il accroît le risque de problème cardiovasculaire entraînant ainsi des douleurs respiratoires.

- **gaz carbonique (CO₂) :**

Il n'est pas vraiment polluant car il est consommable mais c'est le gaz à effet de serre le plus important contribuant au réchauffement du globe.

- **sulfures (SO_x) et nitrures (NO_x) :**

Ils sont irritants. A une concentration élevée, ils engendrent une brûlure des végétaux. Le mélange de ces gaz contribue à la formation des pluies acides, à l'acidification de l'air atmosphérique pouvant ensuite entraîner une acidification de l'eau de surface, de l'eau souterraine et du sol. Il contribue aussi à l'eutrophisation des lacs conduisant ensuite à une menace aux poissons ou aux autres animaux ou plantes aquatiques car la condition anaérobie est favorisée. En outre, il provoque des maladies respiratoires. La corrosion des matériaux est le fait de ces composantes.

Le NO_x est également un précurseur de la formation de l'ozone.

- **ozone (O₃) :**

C'est un oxydant photochimique. Il n'est pas émis mais produit à l'air libre quand les masses d'air composées d'un mélange de NO₂, CO et COV sont exposées au soleil.

L'ozone qui se situe à une altitude très élevée dans l'atmosphère est vital à l'organisme vivant car il joue un rôle de bouclier protecteur en réduisant les radiations des rayons UV (ultra violet).

Mais au niveau du sol, il peut entraîner des effets divers comme le changement de système respiratoire de l'homme causant ainsi des douleurs, le dégât aux forêts, à la végétation et aux matières.

- **poussière :**

Elle dégrade la qualité de l'air ambiant.

En plus, les petites particules occupent un espace parallèlement plus grand que celui occupé par les grandes particules. Par conséquent, les poussières offrent aux substances toxiques une grande opportunité de pénétrer la surface des poumons et sont ainsi absorbées. En outre, les poussières ne peuvent transporter que les infimes particules des composés cancérigènes. Elles se comportent donc comme un support de ces substances dangereuses.

- **les métaux lourds : (plomb : Pb) :**

Souvent, ils se présentent sous forme de poussière, d'oxyde et d'autres substances. Ils ont des impacts à long terme très dangereux comme le cancer, la bio accumulation et le niveau élevé de toxicité de l'atmosphère.

- **dioxine et furane :**

La dioxine ou plus précisément dibenzodioxinepolychloré et le furane ou bien dibenzofuranpolychloré sont des gaz toxiques et dangereux pour la respiration. Ils sont difficilement décomposables. Leur température de décomposition est de l'ordre de 1500 à 1700°C. Leur demi- vie dure plusieurs années. Ils ont une forte tendance à s'accumuler dans les tissus biologiques.

3.6 IMPACTS SOCIAUX :

5.1 Impacts « out door » ou « extra muros »:

La population de la zone Ambohimambola puise de l'eau des puits pour leur consommation. Or ces puits sont alimentés par la nappe phréatique. Si l'eau souterraine est donc contaminée, elle sera victimes des impacts apportés.

En outre, elle utilise la rivière Ikopa pour :

- faire la lessive : les vêtements rincés par de l'eau polluée peuvent provoquer des maladies de la peau ;
- collecter des sables : il y a contact avec de produits irritants à la peau ;
- pêcher des poissons : la consommation des produits contaminés peuvent entraîner des maladies. Et à la limite lorsque les poissons sont détruits par la pollution, les revenus des pêcheurs traditionnels seront touchés.
- irriguer leur agriculture : le sol devenu stérile rend la productivité ou le rendement non satisfaisant et la consommation des produits pouvant absorbés des produits toxiques s'avère très dangereux pour la santé.

5.2 Impacts « indoor » ou « intra- muros » :

C'est surtout le personnel de la CTA qui est le premier touché par les impacts négatifs, les risques et les dangers des pollutions et nuisance que les activités entreprises engendrent. C'est celui qui travaille dans des conditions sous risques et dangers , qui subit les maladies professionnelles et les conséquences induites suite à l'inhalation des fumées ou vapeur toxique , air altéré, au contact avec les matières toxiques et irritantes, à l'attente de bruit élevé et permanent ,...

Les matériaux ou tenu de protection ne sont pas efficaces : ils ne sont pas compatibles à la demande ou à la nécessité. Ils sont de mauvaise marque et s'usent très rapidement. On doit donc travailler sans protection. Les géants protecteurs des mains sont par exemple, ne permettent à la manipulation des petites pièces et on doit utiliser des mains nues. Or les pannes sont très fréquentes. La peau devrait être donc contaminée par les huiles ou carburants irritants. En plus, les produits de nettoyage sont eux- aussi irritants. Aucun produit (lotion ou pommade) d'adoucissement de la peau n'est distribué car même ces produits détergents, c'est l'employé lui-même qui les cherchent.

Lors de la maintenance, le personnel est exposé aux conditions défavorables. Il absorbe des gaz dangereux par inhalation. Exemple : l'inhalation de « buchols » huile de l'autotransformateur rend mal à l'aise, fatigué. Après la vidange donc, il faut reprendre la vitalité mangeant des aliments plus riches comme du lait, du fromage,...comme l'on a fait auparavant mais maintenant ce n'est plus le cas.

Au CTA, il existe un dispensaire mais on rencontre toujours une pénurie en médicaments.

Il n'existe non plus de transporteur de personnel. Or beaucoup d'employés habitent à Antananarivo ville. Le trajet entre le terminus du transport en commun et la CTA demande encore 15mn de marches.

Les autres raisons d'accentuation sont :

- La durée de travail journalier dépasse les 8 heures, durée normale, car le personnel préfère mieux prendre leur repas à la CTA et y rester entre midi et 14 heures. Par conséquent, il doit vivre pendant une longue durée dans des nuisances et pollution ainsi que les divers risques de dangers liés qui sont déjà à un haut niveau de probabilité d'existence ou d'apparition. En plus, il n'y a pas de cantine mais ce sont eux- même qui se chargent de préparer leur repas.
- L'effectif du personnel actif n'est pas suffisant. En plus, il n'y a pas de relève pour les retraités, les démissionnaires ou les morts. A côté de tout cela, le travail s'avère dur à cause de la vieillesse des machines. Des pannes sont très fréquentes et on ne peut plus suivre la fréquence ou programme d'entretien prévu dans la recommandation des constructeurs mais ce sont les employés eux- même qui connaissent l'état des groupes et cherchent des solutions « tampon » adéquates dans des circonstances nécessaires.
- Il n'y en a plus de formations. Les employés travaillent par routine et par tâtonnement sans savoir trop la raison scientifique de ce qu'ils font. Aucune passation ou transmission n'est faite mais celui qui est présent devra résoudre lui-même le problème existant devant lui.
- Les problèmes matériels (exemples : matériels informatiques, matériels de communication,...) favorisent l'inexistence des données qu'on peut manipuler ou analyser (comme les rapports d'anomalies, rapport d'activités journalières,...).
- Les employés ne sont même pas motivés. Ils se sentent délaissés et prétendent que leurs besoins ou leurs doléances ne sont jamais pris en considération car leurs demandes n'ont aucune réponse.
- Les moyens de communication entre personnel (téléphone fixe dans chaque bureau et coins nécessaires) pouvant faciliter les appels en cas de nécessité n'existent non plus. Quand on a besoin de quelqu'un, on doit le chercher partout tout en courant.

3.7 IMPACTS ÉCONOMIQUES :

Le coût élevé de la dépollution, les amendes à payer lors de la pollution entraîneront un désordre dans le processus de production. Ainsi, la CTA peut devenir faillite et doit fermer sa porte. Or, l'industrialisation qui demande une charge élevée en électricité ne laisse pas la JIRAMA d'entrer dans ce cas. Le courant électrique est une clef indispensable au développement économique et social de la nation. La faillite de la CTA qui est une société paraétatique favorise le développement des producteurs de courants électriques. La JIRAMA doit donc acheter des courants au sein de ces prestataires privés et c'est la population qui va subir le coût.

Ainsi donc, à part les impacts négatifs directs liés à la baisse de source de revenus des paysans suite à la destruction de leur agriculture, disparition des poissons à pêcher, toute la nation malgache est touchée par l'inadéquation de la politique environnementale de la CTA.

Matrice des impacts :

	eau	air	sol	flore	faune	santé
phase de traitement intrants						
dépotage hydrocarbure			★			
stockage hydrocarbure	★	★	★			★
purification de fuel oil		★				★
production eau d'alimentation	★					★
production eau surchauffée	★					★
phase de production						
démarrage moteur		★				★
maintenance et entretien						★
lavage et nettoyage	★	★				★
suivi et surveillance						★
phase d'élimination de déchet						
évacuation fumée		★				★
décantation effluente liquide	★		★			
enfouissement déchet fuel	★	★	★	★		
rejet eau résiduaire	★			★	★	
enfouissement sciures de bois usagés	★	★	★	★	★	
refroidissement eau de refroidissement		★				

Chapitre 4 ANALYSE DES RISQUES ET DES DANGERS

4.1 DESCRIPTION DES ACCIDENTS PASSÉS :

Nous n'avons pas pu consulter les documents contenant les rapports d'incidence mais suivant l'enquête entretenue avec un haut responsable de la CTA qui est un personnel ancien, nous pouvons dégager et décrire les accidents très remarquable car très dangereux qui y sont passés.

4.4.1.Incidence mécaniques :

En 1999, il y avait une défaillance de régulation de vitesse. A cause de l'ancienneté de la machine, l'arbre qui relie le moteur et le système de régulation a été coupé. Ainsi, le moteur tourne à très haute vitesse. Comme la force est fonction de la vitesse de rotation ou de l'accélération (suivant la formule : $F = m \times \omega$) et que le groupe lui-même est lourd (pèse 8T), ce mécanisme entraîne un accident grave. Le vilebrequin était brûlé. Si on n'arrivait pas à couper l'alimentation, tout était détruit et s'envolait.

En 2000, le troisième groupe, encore à cause de sa vieillesse, avait un problème sur le bielle. Ainsi, le bloc moteur était casé et ce bielle arrivait à exploser le mur.

4.4.2.Incidence électrique :

Lors de dépannage ou autres activités à entreprendre au sein du groupe, il faut protéger le personnel par isolation de l'appareil. Un sectionneur relié à la terre permet d'activer ce système d'isolation. Quand le travail est achevé, il faut remettre le sectionneur à l'état fermé. Cette action est à effectuer manuellement.

Un jour, quelqu'un a commis une fausse manœuvre : il a oublié d'éliminer la remise à la terre du courant. Ainsi, il y avait une forte explosion par court circuit. Le sectionneur a été totalement détruit et employé a failli d'être mort.

4.4.3.Incidence environnementale :

C'étaient des pollutions du marécage et de la rivière Ikopa suite au débordement des effluents liquides à traiter dans le bassin de décantation.

Trois dates sont les plus marquantes :

- 1979 : première pollution du marécage
- Août, Décembre 2004 :
- Janvier 2005.

Ces deux dernières sont les causes principales de notre sujet.

Causes :

Suite au développement de l'industrialisation et de l'électrification rurale, la charge demandée en électricité s'augmente de façon « exponentielle ». Ainsi, la CTA doit travailler au fond. L'année 2004 a été considérée comme sa période de pointe. Par conséquent, il y avait augmentation de consommation en hydrocarbure. Ainsi, le seuil de capacité de collection de la fosse de décantation est dépassé suite à l'inadéquation des consignes et à la pluviométrie plus abondante. Enfin, les déchets d'hydrocarbures se débordent dans le marécage puis contaminent l'eau de la rivière Ikopa.

Le tableau suivant représente l'évolution des heures de marche des groupes

Année	1974 à 1977	1978 à 1981	1982 à 1986	1987 à 1993	1994 à 1998	1999 à 2003	2004
-------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	------

Heures de marche des groupes	2280,6	11261,7	547,8	140,6	1011,7	6646,6	127051
---	--------	---------	-------	-------	--------	--------	--------

Tableau n°13 : heures des marches annuelles des groupes

Les causes principales sont les suivantes :

- insuffisance ou inadéquation des consignes due aux changements du régime d'exploitation à la
- période pluvieuse et confluence des réseaux eau pluviale et effluents huileux.

Mesures d'atténuation entretenues :

Il s'agit des activités de dépollution du marécage, protection de la rivière Ikopa, assainissement es ouvrages de récupération et de traitement des effluents liquides. :

Elles consistent donc à :

- l'isolation de la surface polluée à l'aide d'implantation des diguettes en sacs de terres renforcés par des gazons et pieux en bois;
- l'enlèvement des fuels piégés à l'aide des seaux ou par pompage mécano électrique ;
- récupération des fuels dans des fus ou citernes puis rejet dans un centre d'enfouissement ;
- le décapage de l'aire polluée par enlèvement des débris de végétaux détruits et rejet dans le centre d'enfouissement ;
- décapage des empreintes noircies le long des rives de l'Ikopa
- création de deux fosses de décantation au niveau du marécage. Elles consistent également à piéger les déchets résiduels dans le marécage et la fuite de déchet provenant de l'ancienne fosse de décantation ;
- la mise en place des barrages flottants (roseau) empêchant les films non arrêté de ne plus aller contaminer la rivière Ikopa ;
- pompage périodique de la phase huileuse surnageant dans le deuxième compartiment de la fosse de décantation
- raclage périodique des surnageants accumulés au niveau des barrages

4.2 PROBLÈMES EXISTANTS ACTUELLEMENT :

4.2.1.Inadéquation du système de traitement des effluents :

Les effluents huileux de la CTA ne subissent qu'un traitement physique qu'est la décantation. Ainsi, la solution aqueuse destinée d'être évacuée dans le marécage n'est pas conforme aux normes de rejet fixées. C'est une solution impure. Elle est troublée et à odeur forte caractéristique des hydrocarbures. Le système de traitement utilisé n'est donc efficace ;

4.2.2.Sous dimensionnement de la cheminée :

La localité qui abrite les chaudières est plus basse par rapport au bâtiment où se trouvent les groupes électrogènes. Or par rapport à la direction du vent dominant, elle est en amont de ce bâtiment. En plus, sa hauteur qui est de 5,633m n'atteint pas la norme qui doit être de 10m.

Selon les normes, même si elle est plus loin (dépassé une distance ou un rayon de 3m) par rapport au bâtiment, il est très probable que ce dernier lui crée une zone de turbulence qui va perturber les fumées à évacuer dans l'atmosphère. Par conséquent, il est très possible que les composantes polluantes de la fumée vont détruire la qualité de l'air ambiant ou se déposer sur le mur ou toiture facilitant ainsi la contamination des eaux suite au lessivage par l'eau de pluie.

4.2.3. Inexistence des pièces de rechange :

Pour la maintenance ou l'entretien des machines, on ne peut plus suivre le calendrier ou les méthodes indiqués dans la maintenance système proposés par le constructeur. Ce sont les employés qui vivent en permanence avec eux qui connaissent mieux les problèmes des machines. Malheureusement, ils ne peuvent apporter que des solutions « tip top » pour les faire survivre. Il n'y a pas approvisionnement en pièce de rechange. Or la CTA doit tourner. Ainsi, il faut utiliser des systèmes de bricolage et d'adaptation des pièces. Comme ces pièces ne respectent pas les jeux normalisés par exemple, les risques d'accidents sont très probables de s'exister

4.3 ANALYSES DES DANGERS SUSCEPTIBLES DE SE PASSER :

Ces dangers sont surtout liés au problème de financement qui rend les « plus nécessaires » à l'ordre de « non prioritaire ». Des risques de destruction totale de la CTA accompagnent le bricolage des machines.

Des risques d'incendie sont aussi très probables. Or, les bouches d'incendies ainsi que les raccords ou tuyaux n'existent non plus. Si ça arrive un jour, cela signifie un danger inestimable vu que des liquides inflammables sont dispersés partout ;

Chapitre 5 MESURES D'ATTENUATION ET RECOMMANDATIONS

Les problèmes existants à la CTA s'avèrent très importants et les impacts négatifs induits par les diverses activités entreprises à la CTA semblent majeurs. Le niveau de certitude des risques et de dangers est très élevé ; Bref, le dysfonctionnement de la CTA touche l'économie nationale. Cependant mieux vaut prévenir que guérir et mieux vaut essayer de guérir que de laisser mourir.

Il existe encore des moyens applicables pour faire fonctionner la CTA tout en assurant la sauvegarde de l'environnement.

D'après le bilan matière, l'analyse des données et l'observation des faits que nous avons fait lors de notre intervention pendant l'audit au sien de la CTA, nous pouvons affirmer que les problèmes clés se reposent sur trois points finaux qui sont :

- l'émission atmosphérique ;
- l'évacuation d'effluent liquide non traité ;
- les impacts associé aux problèmes de maintenance ou d'entretien des machines.

Comme mesures applicables donc, nous pouvons avancer les suggestions suivantes.

5.1 ATTÉNUATION DES IMPACTS SUR L'ÉMISSION ATMOSPHÉRIQUE :

La purification de combustible à utiliser est une méthode très indispensable car la quantité ainsi que la qualité de fumée produite dépend essentiellement du degré de pureté du combustible. Donc, cette phase est à maintenir avec une mesure d'assurance d'efficacité (exemple : respect de la durée de centrifugation pour atteindre le rendement de purification maximal, méthode d'élimination des déchets,...).

Si les machines fonctionnent normalement, on peut espérer une combustion presque complète. Par conséquent, l'imbrûlé est réduit et la fumée à évacuer sera minime et transparente. Pour y arriver, il faut suivre le bon fonctionnement des différents système de régulation et de paramétrage (pression, température de l'eau, de l'air, de l'huile et du combustible) et appliquer une politique de maintenance et d'entretien bien appropriée afin d'établir puis maintenir les machines dans leur état fonctionnel en permanence.

Dans tout cas, nous avons constaté que la cheminée d'évacuation de fumée associée à la chaudière n'est pas conforme aux normes exigées. Il est donc à recommander de la redimensionner. Deux cas sont envisageables :

▪soit, on va rallonger la hauteur de la cheminée proprement dite. Comme le débit de la fumée n'est pas trop considérable, il nous faut donc une haute cheminée de faible diamètre qui sera très sensible à l'effet du vent. si nous voulons prendre ce premier scénario, il faut tenir compte de la géométrie. Exemple : un tube conique est plus efficace par rapport à un tube cylindrique simple. Le type de matériaux de construction à utiliser est aussi à bien considérer : s'ils sont trop lourds, le système de stabilisation deviendra assez complexe. Par contre, s'ils sont beaucoup plus légers, ils doivent donc être à faible épaisseur et deviendront facilement détruits par la fumée ou déformables sous l'effet du vent.

▪soit, on va rehausser le niveau du « plateforme » support du corps de la chaudière ; Pour ce fait, il faut trouver des systèmes ou moyens facilitant le suivi et surveillance des paramètres à vérifier. Exemple : création de palier facilitant la lecture des appareils de mesures.

5.1.1.Résolution du problème lié à la décharge d'effluent liquide :

Nous avons observé que l'eau à évacuer dans le marécage a une couleur sombre, malodorante ou mercaptan et présente encore un film à sa partie superficielle. Le simple traitement physique qu'a pratiqué la CTA n'est donc satisfaisant. Ainsi, afin de répondre aux exigences réglementaires, d'autres phases de traitement doivent être conduites.

La décantation ne peut éliminer que les 50 à 60 % des MES. L'élimination des matières polluantes nécessite un traitement biologique qui consiste à détruire les composés organiques biodégradables contenus dans l'eau. Il se caractérise par la réduction de la DBO.

A part la simple décantation donc, il nous faut :

- ✓ La coagulation, la flottation, la précipitation à l'aide des coagulants ou flocculants à savoir la chaux, le sulfate d'alumine, ...
- ✓ La centrifugation, la décantation ou la filtration pour éliminer les substances coagulées ou précipitées ou bien flocculées
- ✓ Pour désodoriser l'eau, on peut utiliser des filtres à charbon ou un système d'osmose inverse.

Afin de réduire les niveaux de DCO ou de DBO et détruire les composés organiques ou inorganiques oxydables, on peut procéder à l'oxydation avancée à l'aide des produits chimiques d'oxydation comme le peroxyde d'hydrogène, l'ozone ou l'eau de Javel

Le caractère polluant d'effluent liquide à rejeter dans l'environnement repose surtout sur l'existence de trace d'hydrocarbure associé. Afin de respecter les valeurs limites, il n'est pas admissible de diluer les effluents. Ce n'est encore efficace car quelque soit la quantité de la solution aqueuse, l'hydrocarbure tend toujours à surnager à la surface.

Comme nous avons déduit que la source de problème de la dernière incidence environnementale est le débordement des déchets à traiter. Nous avons déjà avancé qu'à ce moment là, le problème est accentué par l'abondance de la pluviométrie.

Il faut toujours traiter l'eau de pluie car elle renferme des polluants. Mais comme recommandation, il est à séparer la fosse de récupération de l'eau de pluie et celle des déchets de purification de combustible.

En plus, nous avons constaté que la décantation ne suffit pas pour le traitement des effluents. Avant qu'il ne subisse pas le traitement biologique dans le marécage, il doit être traité chimiquement. Les MES sont à éliminer par système de floculation suivie de décantation ou de filtration.

Avant la sortie à la vanne d'évacuation vers le marécage, il faut y avoir un système de filtre ou de barrage flottant des huiles par des matières lipophiles de préférence (exemples : sciures de bois, fibres naturels,...)

5.1.2.Assurance de sécurité :

Il faut régler toutes anomalies. La maintenance, l'entretien, le suivi et la régulation sont à mettre au point;

- porter des matériels de protection adéquat pendant toute heure de travail ou de passage dans la salle des machines ;
- protection des pieds : pour éviter le risque de glissement ou d'hésitation pouvant entraîner un accident grave
- protection contre le bruit : utiliser des casques ou bouche à oreille ;
- protection contre la chute ou retombée des pièces : toujours porter des casques
- les mains doivent être protégées par des gants souples mais étanches ;

- des combinaisons en bon état sont à exiger pour éviter les accidents ;
- les matériaux contre les incendies doivent toujours être prêts à utiliser. Les bouches d'incendies doivent être fonctionnelles et les tuyaux ou divers raccords devront être facilement manipulables ;
- les codes couleurs de la différente tuyauterie ne devront pas être cachés par la souillure due aux fuites de fumées ou hydrocarbures afin de pouvoir joindre facilement en cas de nécessiter;
- il faut respecter le comportement exigé dans la zone dangereuse. Exemple : défense stricte de fumer ou d'allumer du feu ;
- des rapports périodiques d'activités sont très indispensables et des matériels informatiques et de communication sont à fournir ;

Pour une raison de santé ou d'hygiène, un système de rotation du personnel est à recommander afin de modérer la durée de travail d'une personne dans une condition dangereuse comme ce cas de la CTA.

IL faut mettre l'accent sur le patrimoine national c'est- dire ne jamais tenter de liquider la CTA mais trouver des solutions afin qu'elle puisse tourner avec assurance de sécurité et de bénéfice.

5.2 MESURES DE COMPENSATION :

- L'adduction en eau potable de la zone Ambohimambola est une forme de compensation qu'il faut mettre au premier plan de l'ordre de priorité pour éviter que la population consomme de l'eau contaminée ;
- En revanche à la participation à l'augmentation du taux de gaz à effet de serre évacué à l'atmosphère, la JIRAMA doit s'engager de reboiser surtout dans la zone Ambohimambola.

Dépollution :

Pour réduire la pollution du sol puis de l'eau souterraine, la zone de dépotage des hydrocarbures doit être goudronnée ;

Enfin, l'Etat malgache doit tendre ses mains en subventionnant la CTA afin qu'elle puisse faire une vraie révision générale des groupes après laquelle, elle peut tourner efficacement.

CONCLUSION GENERALE

Le développement durable implique une conformité de l'investissement avec l'environnement. D'après ce que nous avons vu dans le corps de ce mémoire, la centrale thermique d'Ambohimambola participe en majeure partie à la dégradation de l'environnement. Des impacts négatifs sont constatés sur les diverses composantes environnementales. La fumée à évacuer sans traitement préliminaire émet à l'environnement des gaz à effet de serre et des composantes toxiques et à effets néfastes à la santé. Le traitement d'effluent liquide qu'elle pratique n'est pas efficace. Le niveau de son n'est pas contrôlé et le fonctionnement et le système de maintenance n'est pas maîtrisé.

D'après l'audit même, nous avons conclu que les problèmes sont directement liés à l'ancienneté des machines, l'inexistence des pièces de rechange, l'inadéquation de système de traitements ou d'exploitation, le défaut de formations dispensées aux employés, la non-considération des voix du personnel, l'ignorance de l'importance du sauvegarde de l'environnement,...

Des mesures d'atténuation ou de mitigation sont encore possibles pour installer sa conformité. Ces mesures consistent surtout à la véritable révision des groupes avec des principes adéquats, le redimensionnement des ouvrages de traitement et d'évacuation des déchets et la recherche suivi d'une adoption des techniques de renforcement des traitements des effluent.

Toutefois, même si elle est polluante, il importe de ne pas la laisser subir les impacts intra muros, le coût important de la dépollution en permanent conduisant logiquement à sa fermeture définitive. En un seul mot, la solution repose essentiellement sur la question financière.

En plus, même si le prix des hydrocarbures ne cesse de s'augmenter, il est encore plus avantageux pour la JIRAMA de sauver la CTA que de rechercher d'autres sources d'énergies à exploiter. Les conditions climatique et hydrologique existant actuellement ne permettent pas l'expansion des centrales hydroélectriques. Même la troisième turbine déjà implantée à Mandraka est actuellement non fonctionnelle vue l'insuffisance de débit d'eau.

Par ailleurs, la demande en charge électrique ne cesse de s'augmenter. La faillite de la CTA conduisant à sa fermeture favorise donc la promotion aux sociétés privées producteurs d'électricité. Et comme elles ne peuvent pas vendre directement aux consommateurs mais elles travaillent en sous traitance, sous tutelle de la JIRAMA, le prix de vente aux consommateurs s'accroît évidemment. Aux consommateurs, donc de subir ces coûts.

Cependant, la JIRAMA est actuellement sous contrat de gestion. De l'autre côté, la population, vu l'inflation, ne peut acheter le courant électrique à prix normal nécessaire. En outre, la CTA tourne avec perte. Il n'est encore possible pour la JIRAMA d'accomplir ou de suivre les recommandations indiquées sans aides financières par des intervenants. Elle ne peut pas donc sortir de cette situation sans l'aide de l'Etat par une forme de subvention.

BIBLIOGRAPHIE

1. Andrianandraina Jean Bosco, Rakotonirina Lila Christian, « *Contribution à la maintenance des systèmes de régulation des installations mécaniques et hydrauliques dans la Centrale Thermique d'Ambohimananambola* », Mémoire de Fin d'Etudes, DTS, Institut Supérieur de Technologie, 1998
2. Arrêté interministérielle n° 4355/97 portant « *Définition et délimitation des zones sensibles* », 1997
3. Banque Africaine de Développement / Fon Africain de Développement, « *Directives environnementales pour le secteur industriel* », Avril 1998
4. Consortium ECR – CNRE – BGRM, « *Etudes des normes environnementales, rapport final* », mai 1987
5. Consortium ECR – CNRE – BRGM, « *Pratique sur les déchets liquides* », in études des normes environnementales, rapport provisoire, Edition SRCI, mai 1997
6. Document JIRAMA « *Combustible et circuit combustible* »
7. Harizo Rasolofomanana, « *Audit environnemental* », Novembre 2003
8. Marjorie Rox AFEE : Association Française pour l'Etude des Eaux, « *Analyse biologique de l'eau* », 1987
9. Ministère de l'énergie et des mines, « *Les textes applicables à la libéralisation du secteur pétrolier à Madagascar* », juin 1976
10. Office Nationale pour l'Environnement, « *Décret n° 99954 du 15 décembre 1999 relatif à la MEC (Mise en Conformité)* », novembre 2000
11. Philippe Arques, « *La pollution de l'air, Causes/ Conséquences/ Solutions* », édition EDISUD, février 1998

12. Pierre Chaperon, Joël Danloux, Luc Ferry, « *Fleuves et rivières de Madagascar, monographie hydrologique* », Edition de l'Orstom, Institut Français de recherche scientifique pour le développement en coopération, Paris 1993
13. Rafidiarison Herihaja, Razanajato Razafinimanana Mialy Lanto, « *Etude de comportement de l'huile détergent en service dans un moteur automobile Diesel* », Mémoire de Fin d'Etudes, Ingéniorat ESPA, 2000
14. République française, « *Arrêté du 02 février 1998 relatif aux prélèvement et à la consommation d'eau aussi qu'aux émission de toute nature des installations classées par la protection de l'environnement soumises à l'autorisation* », Journal Officiel, mars 1987
15. Société Suisse pour la protection de l'environnement (SPE), « *Les déchets dangereux- Histoire, Gestion et Prévention* », mai 1997
16. Solofomaharavo Jaona Andrianantenaina, Adolphe Rasoloniaina, Roger Gaston Rabenandrasana, « *Essai d'évaluation des conséquences de la pollution industrielle à Madagascar* », Mémoire de Fin d'études, Diplôme de Planificateur, ImaTeP, novembre 1992
17. USAID, « *EA Training Cause, Mitigation and Monitoring* »

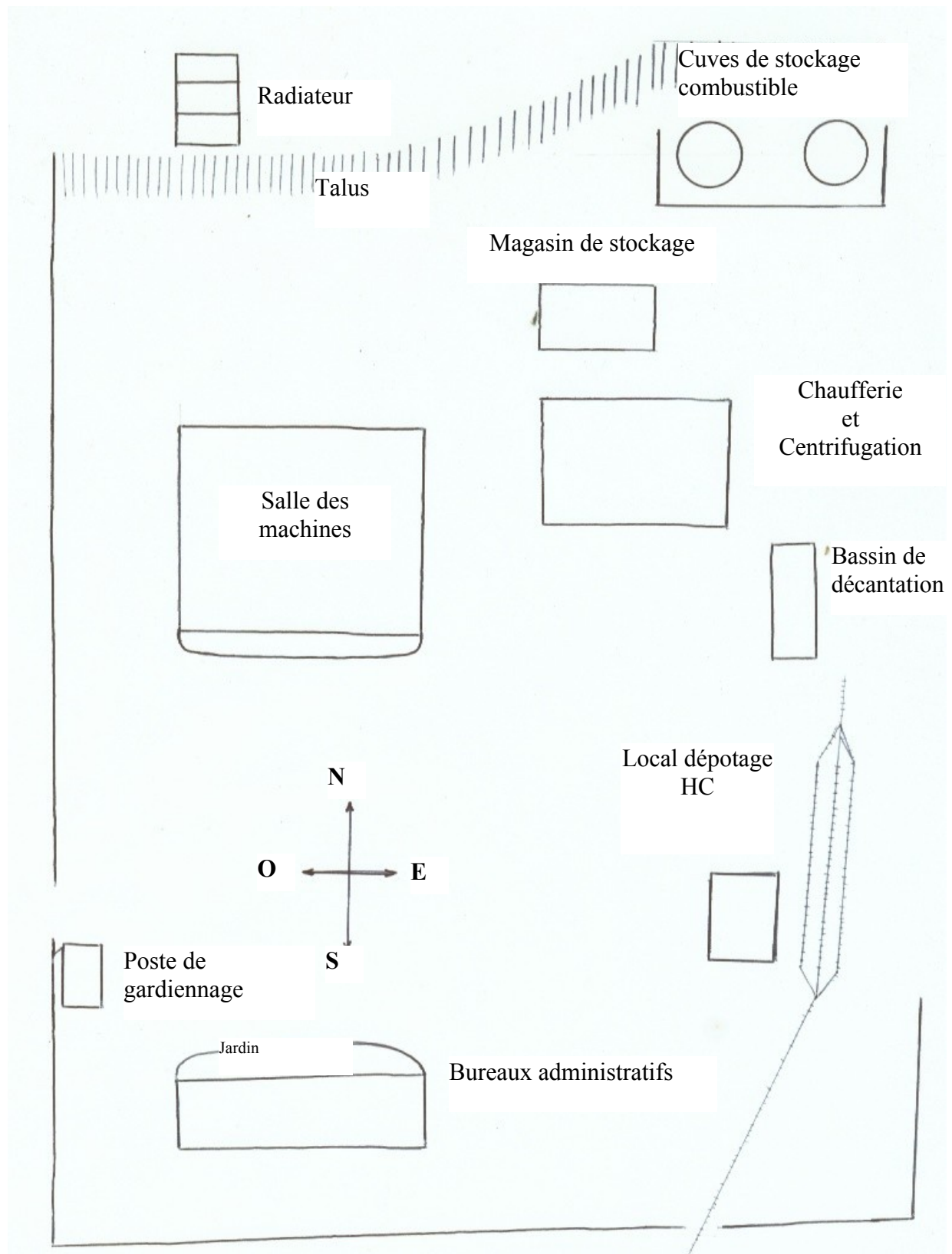
ANNEXE I

Valeurs limites des paramètres proposés pour Madagascar pour les rejets des effluents liquides :

Paramètres.....	Limites
PH.....	5,5 à 8,5
Température.....	35°C
Couleur.....	incolore
Odeur.....	absence
MES.....	100mg/L
DBO5.....	45mg/L
DCO.....	100mg/L
Sulfates.....	400mg/L
Fe.....	5mg/L
H ₂ S.....	2mg/L
Hydrocarbures totaux.....	10mg/L
Pb.....	10mg/L
Cu.....	0,5mg/L
Zn.....	2mg/L
Cr total.....	2mg/L
Huile et graisse.....	10mg/L
Phénols.....	0,5mg/L
Arsenic.....	0,5mg/L
Pesticide total.....	0,01mg/L

ANNEXE II

PLAN DE MASSE DE LA CTA



Auteur	: Landiharimalala RANDRIANARIVO
Titre	: Audit environnemental au sein de la centrale thermique d'Ambohimambola (C.T.A)
Pages	: 61
Tableaux	: 13
Figures	: 07
Photos	: 19

RESUME :

La centrale thermique d'Ambohimambola est une unité de production de courant électrique rattaché à la JIRAMA qui est une société para étatique.

Dans l'optique d'un développement durable et soutenable, la question environnementale doit être prise en considération pour tout investissement ;

Les résultats d'audit que nous avons effectué au sein de la CTA nous permettent d'affirmer que des impacts négatifs sur l'environnement sont engendrés par le mode et la pratique de production, et de traitement des intrants et de déchets ; Ces ont surtout des impacts lié à l'émission atmosphérique, la nuisance sonore et le rejet d'effluent liquide.

Des mesures d'atténuations, de mitigation ou de compensation sont encore possibles afin de mettre en conformité les activités entretenues à la CTA avec l'environnement. Ces mesures consistent au redimensionnement des cheminées, recherche et application d'autres traitements physico chimiques et biologique pour traiter l'eau résiduaire et la révision générale des machines.

Rubrique	: Audit environnemental, centrale thermique, pollutions, nuisances, émission atmosphérique, effluent liquide.
-----------------	--

Encadreur pédagogique	: Monsieur TSARAMODY Alfredo
------------------------------	-------------------------------------

Encadreur professionnel	: Monsieur RAJAOMANANA Hery
--------------------------------	------------------------------------

Adresse de l'auteur	: Lot 304 B 440 Antsongo Antsirabe Madagascar
	Tél. : + 261 (0) 33 14 704 75
	Mail : landiharimalala@yahoo.fr

SUMMARY

Author:	Landiharimalala RANDRIANARIVO
Title:	Environmental audit within the power station of Ambohimambola (C.T.A)
Pages :	61
Tables:	13
Figures:	07
Photographs:	19

SUMMARY:

The power station of Ambohimambola is a manufacturing unit of electrical current attached to the JIRAMA which is a semi-official company. With a view to a durable and bearable development, the environmental question must be taken into account for any investment; The results of audit which we carried out within the CTA make it possible us to affirm that negative impacts on the environment are generated by the mode and the practice of production, and treatment of the intrants and of waste; These have especially impacts related to the atmospheric emission, the sound harmful effect and the liquid rejection of effluent.

Measurements of attenuations, mitigation or compensation are still possible in order to put in conformity the activities maintained at the CTA with the environment. These measurements consist with the redimensioning of the chimneys, seeks and application of other physico chemical and biological treatments to treat waste water and the general revision of the machines.

Domain:	Environmental audit within the power station of Ambohimambola (C.T.A)
Scientific supervisor:	Monsieur TSARAMODY Alfredo
Professional supervisor:	Monsieur RAJAOMANANA Hery
Address of the author:	Lot 304 B 440 Antsongo Antsirabe Madagascar Tél : + 261 (0) 33 14 704 75 Mail : landiharimalala@yahoo.fr