



Année Universitaire : 2020-2021



Licence Sciences et Techniques en Génie Industriel

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

Pour l'Obtention du Diplôme de Licence Sciences et
Techniques

STOCKAGE ET DEPOTAGE DE GASOIL

Lieu : Centrale thermo-solaire Ain Bni Mathar

Référence : 29/2021-LST GI

Présenté par :

MOUMEN Mohammed
NAJIM Ayoub

Soutenu Le 09 Juillet 2021 devant le jury composé de :

- **Mr.CHAMAT Abderrahim (encadrant)**
- **Mr.SQALLI Driss (examinateur)**
- **Mr. MEQQORI Mohammed Amine (encadrant Société)**

Remerciement

Avant d'entamer notre rapport, nous remercions notre encadrant **M. MEQQORI Mohammed Amine** pour le temps qu'il nous a consacré et pour les précieuses informations qu'il nous a prodiguées avec intérêt et compréhension.

Nous tenons à remercier **Mr. MAIMOUNI Kamal** pour sa clarification (un opérateur a la centrale ABM). Nos remerciements vont à **M. KHELFAOUI Mostapha** Directeur général et à tout le personnel que nous avons contacté durant notre stage au sein de la centrale, et à **Mlle Boumama Khouloud** Responsable RH de nous avoir donné beaucoup d'informations.

Nous tenons à remercier également notre cher professeur et encadrant **Mr. CHAMAT Abderrahim** pour son suivi et pour son soutien, qu'il n'a cessé de nous prodiguer tout au long de la période du projet, ainsi que le professeur **SQALLI Driss** d'avoir accepté d'examiner ce modeste travail.

Sans oublier, nous remercions tous les professeurs de **la faculté des sciences et techniques de FES**, et particulièrement ceux du **Licence Génie industriel** pour leur aide et leurs précieux conseils et pour l'intérêt qu'ils portent à notre formation. Enfin, nos remerciements vont à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin au bon déroulement de ce projet.

Nomenclatures :

- **ABM** : Ain Beni Mathar.
- **ACC** : Aérocondenseur
- **Aspi** : Aspiration
- **CC** : Cycle combinée.
- **CO** : cycle ouvert.
- **CS** : champs solaires.
- **FC** : fonction contraint.
- **FP** : fonction principale.
- **HRSG** : (Heat Recovery Steam Generator), constitue de deux chaudières principales de récupérations de la chaleur émise par la turbine à gaz.
- **HTF** : Heat Tranfert Fluid (Fluide caloporteur).
- **ISCC** : (Integred Solar Combined Cycle), est une centrale thermo-solaire à cycle combiné, dont l'intégration du champ solaire avec le cycle combiné.
- **O&M** : opération et maintenance.
- **Refou** : Refoulement.
- **TAG** : Turbine à gaz.
- **TAV** : Turbine à vapeur.

Liste des tableaux

Tableau 1 : Sources de puissance installée en 2019	3
Tableau 2 : Fiche technique de TAG.....	7
Tableau 3 : Fiche technique du CS.....	12
Tableau 4 : Quelques caractéristiques physicochimiques du gasoil.....	16
Tableau 5 : Caractéristiques du réservoir.....	20
Tableau 6 : Fiche technique de réservoir de 5 000 m ³	21
Tableau 7 : Autre élément du réservoir 5000 m ³	21
Tableau 8 : Diamètre des tuyaux en fonction de chaque débit.....	25
Tableau 9 : Pertes de charge correspondant au chaque débit et chaque diamètre de tuyaux.....	25

Liste des figures :

Figure 1 : Statistiques de la puissance installée entre 2013 et 2019.....	2
Figure 2 : ORGANIGRAMME DA'BENER ENERGIE A.B.M.....	4
Figure 3 : Turbine à gaz	7
Figure 4 : Chaudière de récupération HRSG	8
Figure 5 : Schéma descriptif d'échangeurs de chaleur.....	8
Figure 6 : Economiseur	9
Figure 7 : Surchauffeur.....	9
Figure 8 : Evaporateur	9
Figure 9 : Turbine à vapeur	10
Figure 10 : Principe de fonctionnement de la centrale.....	11
Figure 11 : Aérocondenseurs ACC.....	11
Figure 12 : Miroirs cylindro-parabolique	12
Figure 13 : Schéma de la boucle du champ solaire	12
Figure 14 : Schéma de Transformateur élévateur	13
Figure 15 : Schéma de Transformateur abaisseur	13
Figure 16 : Schéma de mode de fonctionnement en cycle ouvert	14
Figure 17 : Schéma de mode de fonctionnement en cycle combinée	14
Figure 18 : Schéma de mode de fonction de CC avec intégration CS	15
Figure 19 : Couleur de gasoil	16
Figure 20 : Bête a corne du gasoil	17
Figure 21 : Diagramme de pieuvre appliqué au système Gasoil	18
Figure 22 : Diagramme FAST applique au système (Gasoil).....	19
Figure 23 : Réservoir à toit fixe	19
Figure 24 : Pompe centrifuge de type râteau a arbre horizontal.....	22
Figure 25 : Composant principale d'une pompe de centrifuge.....	23
Figure 26 : Schéma de transfert de gasoil de camion vers le réservoir.....	24
Figure 27 : Distances minimales entre les réservoirs.....	26

SOMMAIRE :

Introduction générale.....1

Chapitre I : Présentation générale de la centrale ISCC ABM :

1) Introduction	2
2) L'Office Nationale D'Electricité (L'ONE).....	2
3) Présentation de groupe ABENGOA	
3-1) Généralités	3
3-2) Filiale ABENER	4
3-3) Organigramme d'ABENER	4
3-4) Activités d'ABENER	5
4) Description de La centrale Thermo solaire de AIN BNI MATHAR.....	5
4-1) Critère de choix de l'emplacement de la centrale ABM	5
4-2) Description des composantes de la centrale Thermo-solaire ABM.....	6

Chapitre II : Fonctionnement de la centrale ABM

INTRODUCTION	7
1) Turbine à gaz et sa fonction.....	7
2) Chaudières de récupération de Chaleur (HRSG).....	8
3) Turbine à vapeur (TAV).....	10
4) Aérocondenseur	11
5) Champs solaires	12
6) Les transformateurs	13
7) Les cycles de fonctionnement de ISCC ABM	14
8) Problématique	15

Chapitre III : Stockage et Transfert du Gasoil dans la Centrale ABM

1) La fiche technique de gasoil	
1-1) Définition.....	16
1-2) Caractéristiques physicochimiques	16
2) Analyse fonctionnelle du besoin	
2-1) Introduction.....	16
2-2) Identification et validation du besoin	17
2-2-1) Identification de besoin	17
2-2-2) Validation du besoin	17

2-3) Identification et validation des fonctions	18
2-3-1) Identification de fonction (pieuvre).....	18
2-3-2) Diagramme FAST	19
3) Présentation des équipements	
3-1) Réservoirs de stockage	19
3-1-1) Critères de choix de matière première	20
3-1-2) Fiche technique de caractéristiques d'un réservoir de 5000 m ³	20
3-2) Pompes de transfert	21
3-2-1) Introduction.....	21
3-2-2) Classes des pompes	21
3-2-3) Pompe centrifuge	22
3-2-3-1) Définition	22
3-2-3-2) Domaines d'utilisation.....	22
3-2-3-3) Principe de fonctionnement.....	22
3-2-3-4) Composants de la Pompe.....	23
3-2-3-5) Principales Caractéristiques d'une pompe centrifuge	23
3-2-3-6) Conclusion	26
3-3) Normes de sécurité	26
4) Etude économique	
4-1) Etude quantitatif.....	26
4-2) Estimation des couts	27
4-2-1) Cout estimée de réservoir	27
4-2-2) Cout estimée des pompes centrifuge	27
4-2-3) conclusion pour les couts	28
5) Conclusion générale	28



INTRODUCTION :

La centrale ABM est une centrale de production électrique, se base principalement pour sa production sur le Gaz naturel. Le pouvoir calorifique de ce gaz lors de sa combustion permet de tourner les arbres de **TAG** et **TAV** qui vont transformer cette Energie d'abord en Energie mécanique et puis en énergie électrique.

Ce gaz est disponible dans la centrale d'après un contrat de Gaz entre le Maroc et L'Espagne. Ce contrat **expirera prochainement** et donc il faut penser à un plan alternatif permettant de gérer les risques qui suit cette expiration du contrat.

Ce plan alternatif est le gasoil car il est disponible et son coût moins cher que les autres carburants, maintenant il faut faire une installation pour alimenter la centrale à partir de gasoil pour exécuter ce plan alternatif sans problème.

Afin de réaliser notre projet, nous avons divisé le travail entre 3 chapitres à savoir :

- ✓ Le premier chapitre est dédié à la présentation de cette centrale avec ses équipements principaux.
- ✓ Le deuxième chapitre est réservé à l'explication détaillée de fonctionnement des équipements et les cycles intégrées dans la centrale.
- ✓ Le troisième chapitre sera dédié à l'analyse fonctionnelle du besoin et à l'étude de sa faisabilité, aux caractéristiques des équipements déterminés dans l'analyse fonctionnelle du besoin et une étude économique de ce besoin.

جامعة سيدي محمد بن عبد الله بفاس
+08.0044+ 0484 2:22.8 01 40888.0 1 2.0
UNIVERSITÉ SIDI MOHAMED BEN ABDELLAH DE FES



كلية العلوم والتقنيات فاس
+0484.01+ 1 +2.00.041 8 +0148441
FACULTÉ DES SCIENCES ET TECHNIQUES DE FÈS

UNIVERSITÉ SIDI MOHAMED BEN ABDELLAH DE FES

FACULTÉ DES SCIENCES ET TECHNIQUES DE FÈS

Chapitre I : Présentation générale de la centrale ISCC ABM

Chapitre I : Présentation générale de la centrale ISCC ABM

1) Introduction :

La centrale Thermo Solaire à cycle combiné intégré d'Ain Beni Mathar (ISCC) est une unité de production de l'électricité située à l'orient du Maroc environ 84 km au sud d'Oujda. Elle est fondée par l'Office National de l'Electricité (ONE). Ce projet a été confié, après appel à la concurrence, à la société espagnol ABENGOA pour renforcer l'accès à l'électricité par la promotion des énergies renouvelables, en vue de soutenir la croissance économique, l'électrification rurale et la compétitivité des entreprises marocaines.

2) L'Office Nationale d'Electricité (ONE) :

L'Office National de l'Electricité (ONE) est l'opérateur marocain unique de fourniture d'électricité du pays. C'est un établissement public à caractère industriel et commercial qui a été créé en 1963. Il emploie près de 9 000 salariés et compte environ 4 millions d'abonnés. Parmi sa mission est de satisfaire la demande en électricité du Maroc aux meilleures conditions de coût et de qualité de service. L'ONE a la responsabilité de fournir sur tout le territoire marocain et à tout instant une énergie de qualité. Cette fourniture est assurée par des moyens de production qu'il exploite directement ou par des ouvrages confiés à des producteurs concessionnels.

Voici les statistiques de la puissance installée entre 2013 et 2019, *figure 1*.

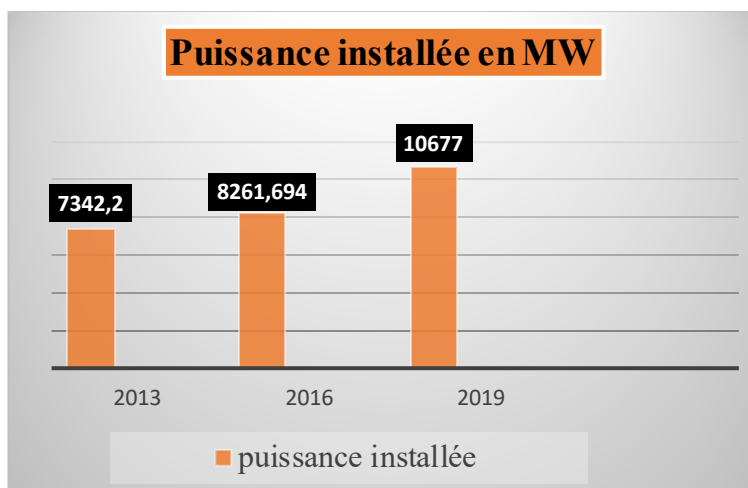


Figure 1 : Statistiques de la puissance installée entre 2013 et 2019

En 2019, la puissance totale installée du parc de production électrique de l'office national d'électricité est de 10.677 GWatt, *tableau 1*. [1].

Chapitre I : Présentation générale de la centrale ISCC ABM

Source	Puissance installée en MW
Usines hydrauliques	1 306
STEP	464
Total Hydraulique	1 770
Charbon (y compris JLEC)	4 116
Fioul	600
Centrales turbines à gaz	1 110
Cycles combinés	834
Thermique Diesel	316
Total Thermique	6 974
Eolien (ONEE et concessions)	1 220
Solaire	711
Total ONEE	10 677

Tableau 1 : Sources de puissance installée en 2019

3) Présentation de groupe **ABENGOA**

3-1) Généralités

ABENGOA est un groupe industriel espagnol du secteur énergétique. La majorité des projets solaires développés par **ABENGOA** à travers sa filiale industrielle ABENER Energie créé en **1991**. La division Mécanique d'**ABENGOA** a entrepris beaucoup des projets de production de l'énergie électrique. Ces projets se situent sur la Plateforme Solcar en Seville, sont les résultats entre un processus propre qui combine les dernières technologies d'exploitation des ressources solaires et son compromis avec l'environnement. Tout comme la technologie **ISCC (Integrated Solar Combined Cycle)**, symbole de l'innovation et du développement soutenable, employé par **ABENGOA** dans deux projets pionniers situés en Afrique du nord, celui d'Ain Béni Mather au Maroc et de Hassi R'mel en Algérie. Le groupe a connu une grande croissance ces dernières années, en diversifiant et étendant ses activités à travers quatre continents.

3-2) Filiale **ABENER**

La filiale **ABENER** d'**ABENGOA** est celle qui s'occupe du volet énergétique et crée des installations qui convertissent l'énergie à partir de sources renouvelables en électricité, et construit des lignes de transmission qui prennent en charge les réseaux électriques.

Chapitre I : Présentation générale de la centrale ISCC ABM

3-3) Organigramme D'ABENER :

Voici la représentation schématique des liens et des relations fonctionnelles, organisationnels et hiérarchiques qui existent entre les individus d'ABENER :

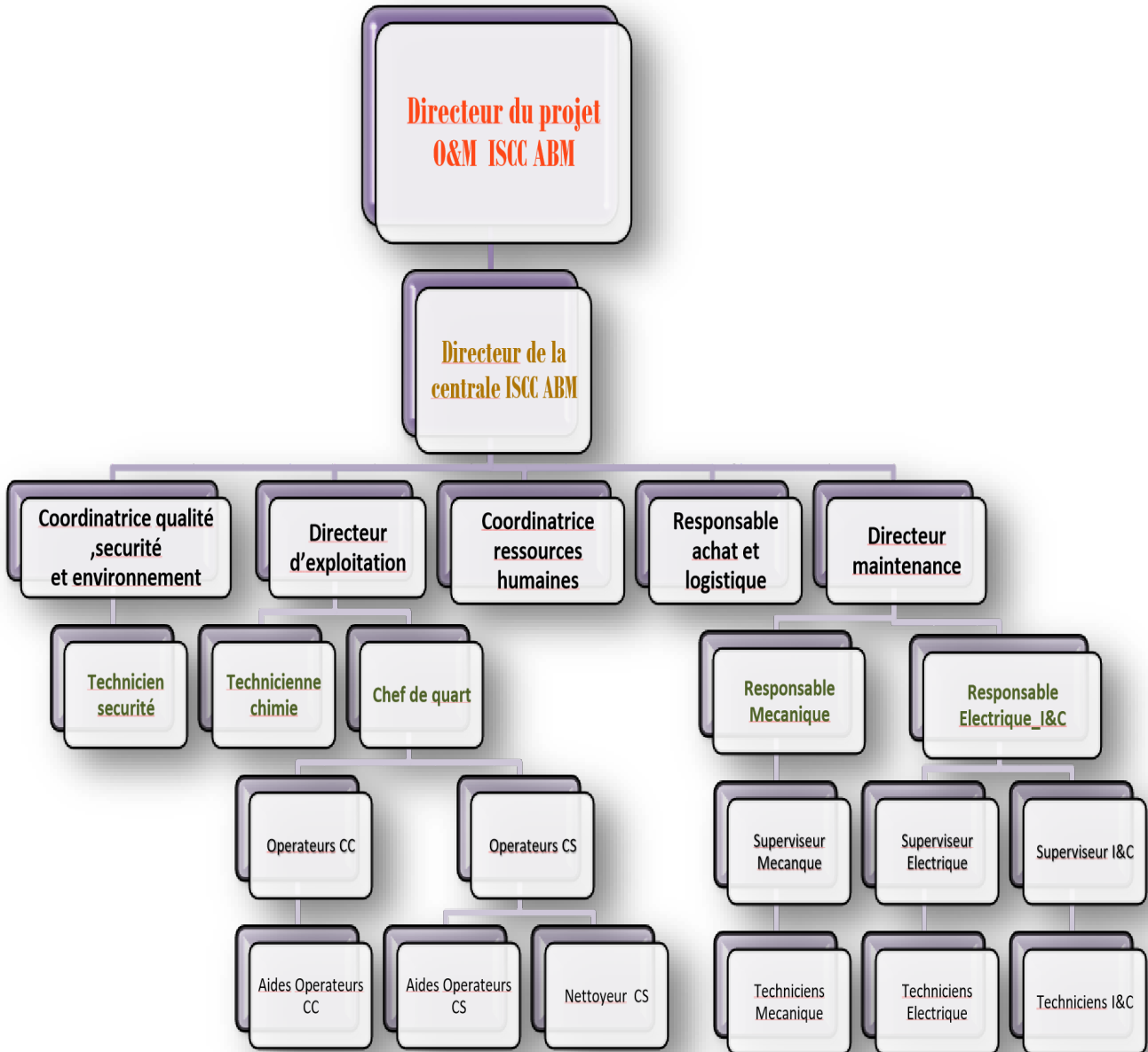


Figure 2 : ORGANIGRAMME DA'BENER ENERGIE A.B.M

3-4) Activités d'ABENER

ABENER, considérée un leader dans son secteur, a connu une grande croissance ces dernières années, elle diversifie et étend ses activités à travers trois continents. Elle est spécialisée dans trois secteurs d'activité :

Chapitre I : Présentation générale de la centrale ISCC ABM

- **Solaire** : ABENER planifie et construit des centrales de production d'électricité à partir de trois types de technologies solaires thermiques : les centrales à tour cylindro-paraboliques et des plantes hybrides de cycle combiné solaire.
- **Bio-fuels** : ABENER réalise des projets pour construire des usines qui produisent le bioéthanol et le biodiesel à partir de différents types de biomasse. Capacité totale installée : 2,5 milliards de litres.
- **Conventionnelle génération** : Ce secteur d'activité se concentre sur la conception, l'ingénierie, la construction, l'exploitation et l'entretien des plantes qui produisent de l'énergie à partir de biomasse et de gaz naturel, entre autres sources. Capacité totale installée : **5 GW**.

4) Description de la centrale thermo solaire d'AIN BNIMATHAR(ABM) :

Le **28 Mars 2008**, le Maroc a donné le lancement des travaux pour la construction du site thermo-solaire D'ABM, d'un cout global de 4,6 milliards de Dh dont l'objectif de :

- ✓ Répondre à la forte croissance de la demande en électricité,
- ✓ Renforcer l'alimentation en énergie électrique de la région orientale.

4-1) Critères du choix de l'emplacement de la centrale ABM :

Le choix de site de la centrale d'ABM a été conforme à certaine exigence :

- Le niveau d'ensoleillement,
- La proximité du gazoduc Maghreb Europe,
- La proximité à la nappe d'eau,
- La proximité du réseau électrique haute tension pour l'évacuation de l'énergie produite et équilibré géographique le parc productif
- La mobilisation des ressources nationales en énergies renouvelables et préservation de l'environnement,
- Le développement de l'emploi au niveau régional.

4-2) Description des composants de la centrale thermo-solaire ABM :

La centrale d'Ain Béni Mathar est constituée de :

- Deux turbines à gaz et une turbine à vapeur avec une puissance de **300MW** pour les turbines à gaz (**150 MW chacune**) et **172 MW** pour la turbine à vapeur dont 20 MW à partir de la composant solaire,
- Des alternateurs,
- Deux chaudières de récupération,
- Un aérocondenseur,

Chapitre I : Présentation générale de la centrale ISCC ABM

- Des modules de contrôle et commande,
- La centrale thermo-solaire utilise des collecteurs cylindro-paraboliques (**416 collecteurs**) thermo solaire à concentration en ligne d'une surface de chauffe de **183200 m²** et elle produit **20MW**,
- Des lignes haute tension pour l'évacuation de l'énergie produite par deux lignes 225 kV vers les postes de Bourdim et d'Oujda,
- Des Transformateurs,
- Groupe générateur diesel,
- Zone **HTF**,
- Une bretelle de déviation de 13 km du gazoduc Maghreb-Europe pour acheminer le gaz jusqu'à la centrale,
- Un poste d'évacuation d'énergie, un poste à Gaz naturel.

Conclusion :

La centrale ABM thermo-solaire est une centrale de production électrique, le Groupe espagnol **ABENGOA** est le responsable de production à travers sa filiale **ABENER ENERGIE**, contenant principalement deux **TAG** et **une TAV** avec une surface de **88 ha** **des panneaux solaires** et capable de produire **472 MWatt** de puissance électrique.

Chapitre II : le fonctionnement de la centrale thermo solaire ABM

Introduction

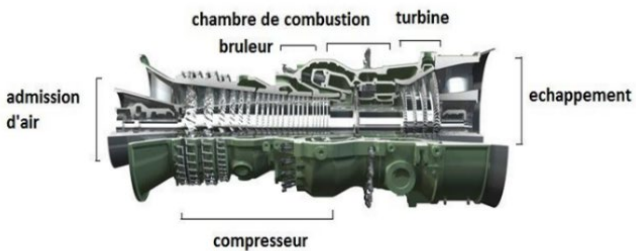
La centrale ABM est constituée des plusieurs équipements, chaque équipement a un rôle dans la production électrique (472 Mwatt), ses équipements peuvent s'intégrer dans plusieurs cycles de production.

Cette production est compliquée c'est pour cela qu'on va consacrer le deuxième chapitre au fonctionnement détaillé soit des TAG, TAV soit des cycles intégrés

1) Turbine à gaz et sa fonction :

L'air admis dans la turbine, *figure 3*, passe par un préfiltre puis par un filtre pour éliminer les matières en suspension contenues dans l'air. Cette opération est très importante pour avoir une bonne combustion, puis l'air est comprimé jusqu'à **13 bar**, grâce à la forme géométrique du compresseur, qui contient **21 étages** et que chaque étage est formé de plusieurs paliers fixés sur un arbre.

Une fois que l'air est comprimé, il est injecté avec le gaz naturel dans une chambre de combustion à **72 brûleurs** donc le démarrage de l'étincelle est provoqué par des brûleurs propane. Les fumées chaudes passent par des tuyères de la chambre de combustion vers la turbine qui est formée de **5 étages** et chaque étage est formé de paliers fixés sur l'arbre. Les gaz résultant de la combustion (environ 512 °C) font leur détente dans cette partie et cèdent leur énergie aux paliers qui font tourner l'arbre en engendrant le mouvement d'alternateur (3000 tr/mn), *table 2*. Dans le cas du cycle ouvert les gaz d'échappement sont jetés directement dans l'atmosphère par contre dans le cycle combiné les gaz d'échappement sont transférés vers les chaudières de récupérations (HRSG).

 <p>admission d'air</p> <p>chambre de combustion</p> <p>brûleur</p> <p>turbine</p> <p>échappement</p> <p>compresseur</p>	<p>Type : GT13E.</p> <p>Puissance brute : 150 MW.</p> <p>Vitesse de rotation : 3000tr/min</p> <p>Constructeur : ALSTOM</p>
<p>Figure 3 : Turbine à gaz</p>	<p>Tableau 2 : Fiche technique de TAG</p>

2) Chaudière à récupération de chaleur (HRSG) :

Chapitre II : le fonctionnement de la centrale thermo solaire ABM

La création de cette chaudière de récupération de chaleur peut s'optimiser dans le but de récupérer le plus d'énergie possible des gaz d'échappement de la turbine à gaz pour cela elle est placée à la sortie de turbine à gaz, *figure 4*.

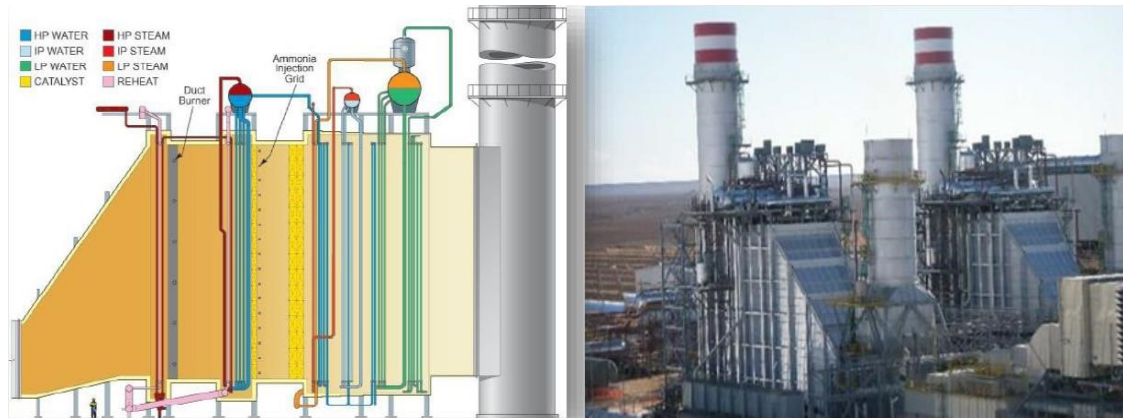


Figure 4 : chaudière de récupération HRSG

Les chaudières sont constituées de 3 parties chacune à un niveau de pression précis, *figure 5* :

- Partie à niveau haute pression HP (high pressure) la plus proche de la turbine à gaz où les gaz d'échappement sont très chauds. (500°C, 90 bars)
- Partie à niveau moyenne pression MP (intermediate pressure) : située au milieu de la chaudière. (480 °C, 20 bars)
- Partie à niveau basse pression BP (Low pressure) où les gaz d'échappement sont moins chaudes. (200°C, 5 bars)

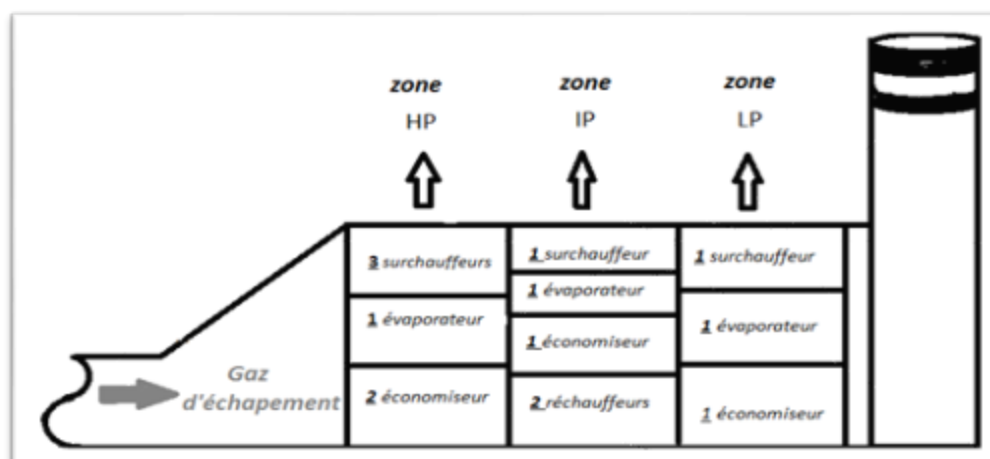


Figure 5 : Schéma descriptif d'échangeurs de chaleur

Chaque partie à un réservoir en haut du HRSG et une pompe qui refoule la vapeur vers la Turbine à vapeur, elle est composée d'un Economiseur, Evaporateur, Surchauffeur :

Chapitre II : le fonctionnement de la centrale thermo solaire ABM

NB : “Dans la zone MP un resurchauffeur est ajouté au circuit”.

Economiseur : C’est le premier échangeur où entre l’eau, qui est toujours situé à la fin de chaque partie où les gaz d’échappement sont moins chauds qu’au début, son rôle est d’élever la température de l’eau pour la préparer à l’évaporateur, *figure 6*.



Figure 6 : Economiseur

Surchauffeur : Situé au début de chaque partie, c’est l’échangeur qui reçoit le plus de chaleur, il produit de la vapeur surchauffée exploitable dans la TAV, *figure 7*.



Figure 7 : surchauffeur

Evaporateur : Situé entre l’économiseur et la surchauffeur, c’est l’échangeur où s’évapore l’eau. La vapeur produite dans cette étape est la vapeur saturée qu’on ne peut pas l’entrer directement à la TAV, *figure 8*.



Figure 8 : Evaporateur

3) Turbine à vapeur TAV :

Chapitre II : le fonctionnement de la centrale thermo solaire ABM

Elle est composée de trois étages. Chaque étage fonctionne avec une vapeur d'une pression bien déterminée. Le premier étage avec une vapeur à haute pression **HP**, alors que le deuxième étage avec une vapeur moyenne pression **MP** et finalement le troisième étage avec une vapeur basse pression **BP**.

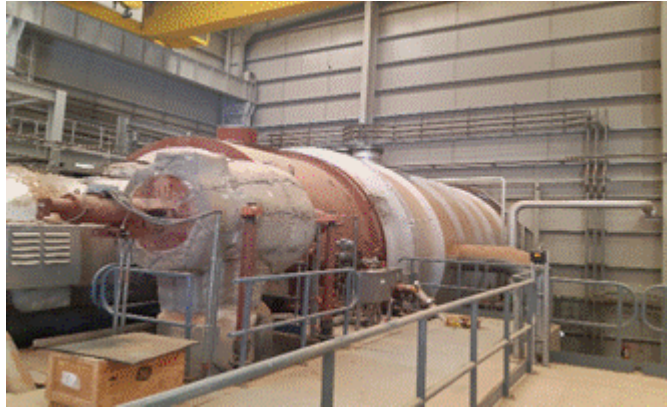


Figure 9 : Turbine à vapeur

Le fonctionnement de TAV est divisé entre deux parties :

➤ **Partie champ solaire** : Une partie de l'eau déminéralisée sort du condenseur vers la chaudière de la récupération pour un **préchauffement** après il entre dans l'ex-changeur pour avoir un transfert thermique entre l'eau sortie et le fluide colporteur qui circule dans les tubes des panneaux solaires ce qui permet la vaporisation de l'eau.

La vapeur retourne aux chaudières de récupération pour avoir un **surchauffement**, elle sort vers la **TAV** à haute pression pour faire tourner l'étage haut pression et retourne vers la chaudière de récupération pour se **réchauffer**. Cette vapeur surchauffée rentre à **TAV** à **Moyenne pression** et elle tourne l'étage et sort vers la **TAV** basse pression pour le même rôle. Ce cycle permet de produire environ **20MW**.

➤ **Partie chaleur dégagée de la combustion du gaz** : L'autre partie de l'eau qui sort du condenseur entre dans l'économiseur de la Chaudières de récupération du **Basse pression** pour se chauffer, puis elle sort vers l'**évaporateur BP**. Cette action de transfère se fait par un **ballon** qui va transférer aussi la vapeur sortie de l'**évaporateur** vers la **surchauffeur** pour avoir une haute température et faire tourner la **turbine BP**.

Les turbines **HP** et **MP** tournent à l'aide d'une partie de l'eau sortie du **ballon** de la chaudière de récupération **basse pression** qui va déclencher le même cycle, *figure 10*.

Chapitre II : le fonctionnement de la centrale thermo solaire ABM

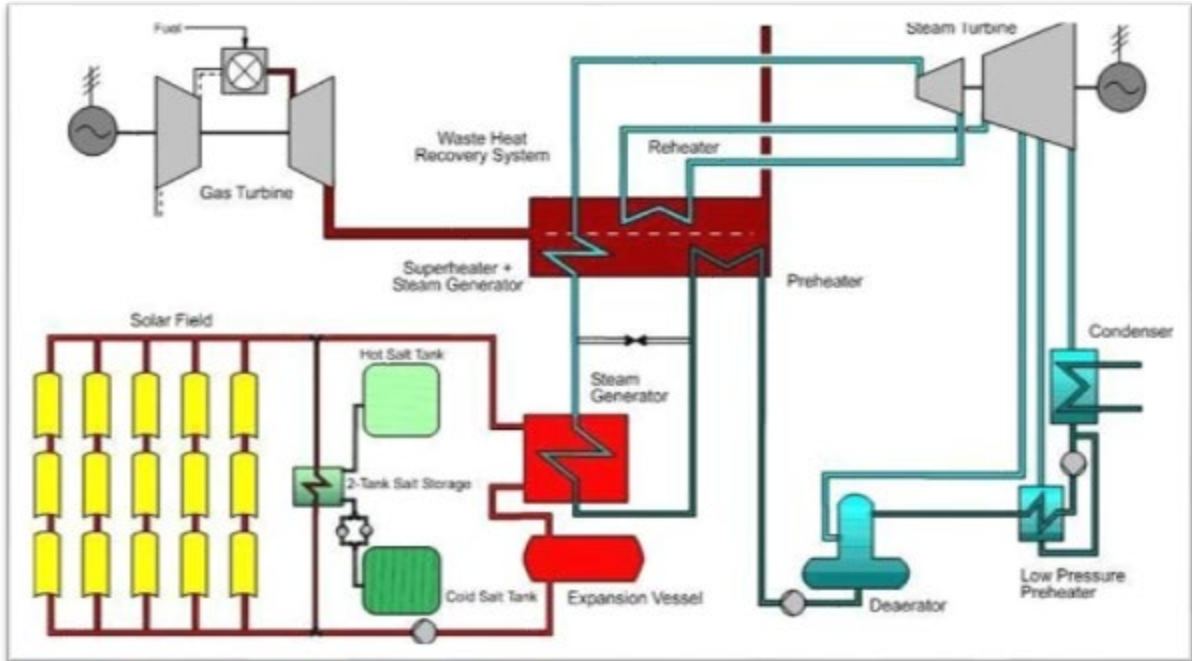


Figure 10 : Principe de fonctionnement de la centrale

4) Aérocondenseurs ACC :

Les aérocondenseurs ACC servent à transformer l'eau de l'état vapeur (sortie de la TAV) à l'état liquide à l'aide de 24 ventilos pour le réutiliser dans l'HRSG, ainsi pour fermer le cycle Eau Vapeur. Cette technologie de refroidissement à sec ACC permet de réduire la consommation d'eau de 5,4 millions m³ à 850 000 m³ par an (soit une économie de 80%), *figure 11*.



Figure 11 : Aérocondenseurs ACC

5) Champs solaires :

Chapitre II : le fonctionnement de la centrale thermo solaire ABM

Les Caractéristiques techniques du CS sont présentées dans le tableau 3 :

Surface totale de chauffe	183 200 m ² .
Température d'huile entrée collecteur	293 °C
Température d'huile sortie collecteur	393 °C
Distance entre rangée	18 m
Largeur du collecteur	5,7 m
Longueur focale	1,71 m
Longueur absorbeur	150 m

Tableau 3 : Fiche technique du CS

Le champ solaire de l'ISCC ABM couvre une surface de **88 ha**, *figure 12* et étant composé d'un ensemble de **56 boucles**. Chaque boucle comporte **4 collecteurs** composé chacun de **12 modules**, *figure 13*.



Figure 12 : miroirs cylindro-parabolique

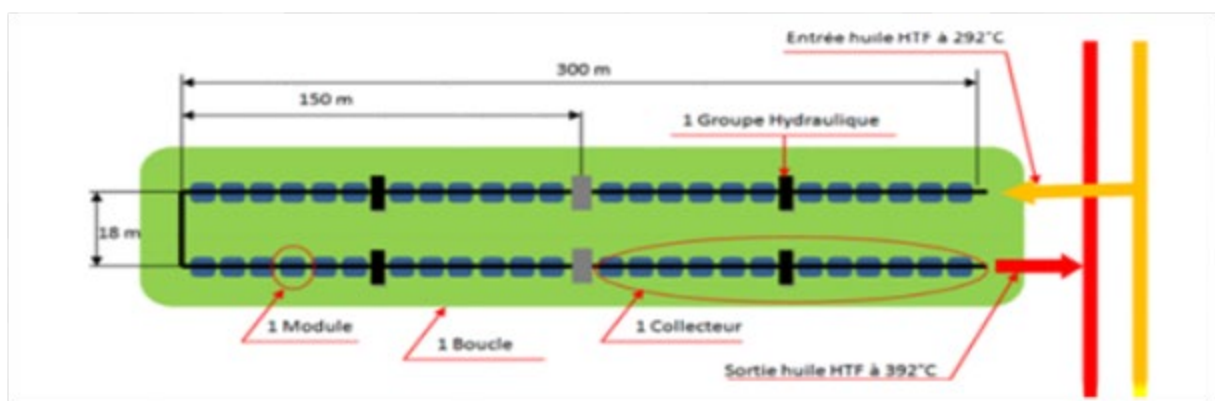


Figure 13 : Schéma de la boucle du champ solaire

Cette installation permet de fournir une puissance électrique de **20 MW** à travers l'échange de l'Énergie thermique calorifique absorbée par les tubes absorbeurs et transportée par l'huile caloporteur (HTF) avec le cycle combiné.

Chapitre II : le fonctionnement de la centrale thermo solaire ABM

L'huile caloporteur entre premièrement aux collecteurs à travers des tuyaux métalliques avec une température de 292°C et sort à haute température de 392°C.

6) Transformateurs :

La centrale thermo-solaire d'Ain Beni Mather contient deux types de transformateurs :

- **Transformateurs éleveurs (14,4KV\225KV)**, *figure 14* : la centrale contient 3 transformateurs de ce type il connecte la centrale au réseau ONEE.



Figure 14 : Schéma de Transformateur éleveur

- **Transformateurs abaisseurs (14,5 KV => 6,6 KV ou 6.6 KV=>2.1 KV) :**

Ils assurent l'alimentation des équipements de la centrale et pour le démarrage des turbines à gaz, *figure 15*.



Figure 15 : Schéma de Transformateur abaisseur

7) Les cycles de fonctionnement de ISCC ABM :

La production totale de la centrale est de 472 MW répartie entre 3 cycles de fonctionnement :

Chapitre II : le fonctionnement de la centrale thermo solaire ABM

➤ Cycle ouvert (CO) :

La phase de fonctionnement à cycle ouvert (CO), *figure 16*, consiste à produire l'énergie électrique en utilisant le gaz naturel à partir des deux turbines à gaz seulement d'une charge maximale de **150 MW** chacune. Dans ce cas on n'exploite pas le système de récupération de la chaleur (HRSG) et par conséquent on n'utilise pas la turbine à vapeur.

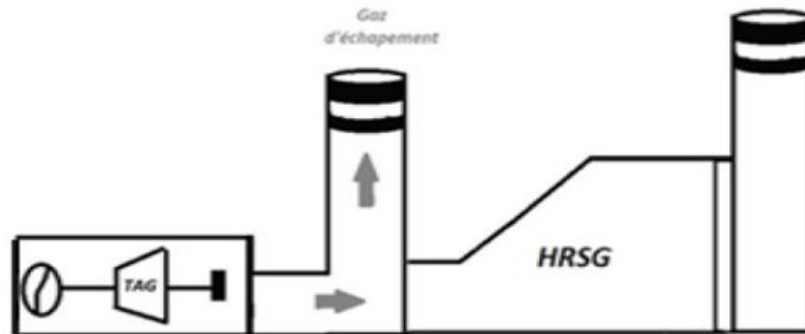


Figure 16 : Schéma de mode de fonctionnement en cycle ouvert

➤ Cycle combinée (CC) :

C'est la combinaison entre deux TAG et la TAV par l'intermédiaire de deux chaudières de récupération (HRSG), engendrant une puissance globale de **452 MW**, *figure 17*.

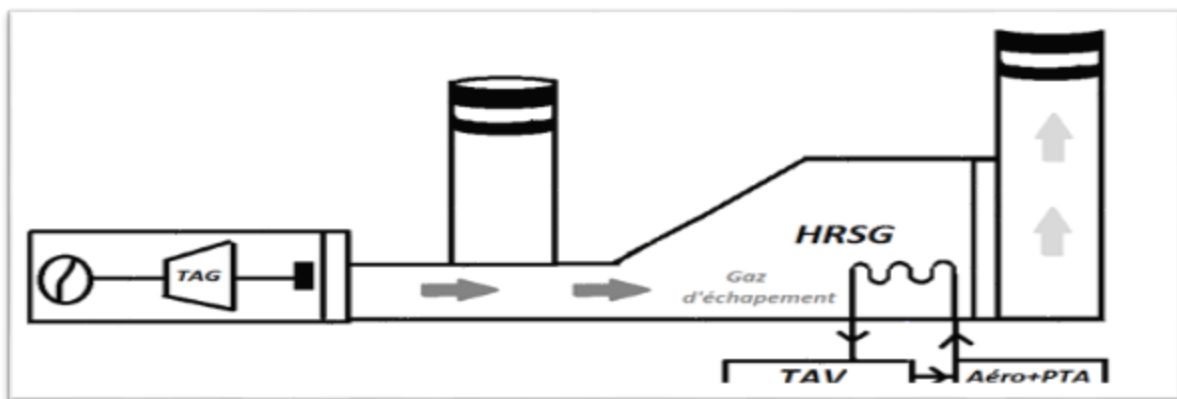


Figure 17 : Schéma de mode de fonctionnement en cycle combinée

➤ Cycle combiné avec intégration du champ solaire (ISCC) :

C'est l'intégration entre le cycle combinée et le champ solaire pour assurer la production de **472 MW** (avec **20 MW** du champ solaire), *figure 18*.

Chapitre II : le fonctionnement de la centrale thermo solaire ABM

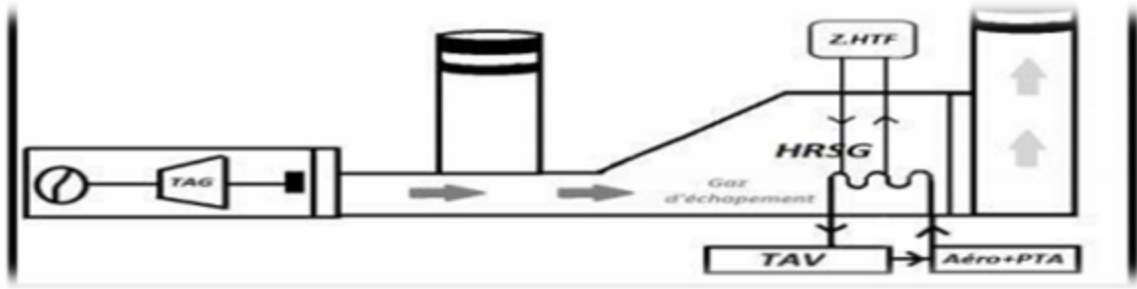


Figure 18 : Schéma de mode de fonctionnement en cycle combinée avec intégration du Champ solaire

➤ Cycle combinée (1 /2 cc) :

C'est la combinaison entre une turbine à gaz et la turbine à vapeur avec intégration d'une chaudière de récupération (HRSG).

8) PROBLEMATIQUE :

Afin de présenter la centrale thermo-solaire **ABM**, nous avons expliqué le fonctionnement de ses composantes, qui se base dans sa production sur le gaz naturel.

Ce débit de gaz entrant à la centrale est soumis à un contrat de Gaz entre le Maroc et l'Espagne, ce contrat expirera prochainement (d'après les responsables de la centrale) et a pour conséquence le risque du manque de Gaz qui va suspendre la production. Une des solutions est de choisir le Gasoil comme un plan alternatif de gestion des risques.

Notre problème principal est d'étudier le moyen de transfert du Gasoil jusqu'à la centrale depuis les camions de transport de gasoil vers la TAG principalement et le stockage et dépotage de ce Gasoil.



CHAPITRE III : Stockage et Transfert de Gasoil dans la Centrale ABM

Chapitre III : Stockage et Transfert de Gasoil dans la Centrale ABM

1) La fiche technique du gasoil :

1-1) Définition :

Le gazole (diesel) est un carburant pour moteur à allumage par compression, il se compose de 75% d'hydrocarbures saturés (principalement des alcanes) et de 25 % d'hydrocarbures aromatiques (dont les naphthalènes et les alkylbenzènes). Sa formule chimique moyenne est $C_{12}H_{24}$ (allant en réalité approximativement de $C_{10}H_{22}$ à $C_{15}H_{28}$).



Figure 19 : Couleur de gasoil

1-2) Caractéristiques physicochimiques :

Les caractéristiques physicochimiques sont données dans le tableau 4.

T° ébullition	170 à 390 °C
Solubilité	Pratiquement insoluble dans l'eau
Masse volumique	820 à 860 kg m ⁻³ à 15 °C
T° d'auto-inflammation	220 °C
Point_d'éclair	> 55 °C ISO 2719
Pression_de_vapeur_saturante	1 mbar à 20 °C
Viscosité_cinématique	1,5 mm ² /s à 40 °C

Tableau 4 : Quelques caractéristiques physicochimiques du gasoil

2) L'Analyse fonctionnelle du besoin

2-1) INTRODUCTION

L'analyse fonctionnelle est une méthode qui permet de déterminer les besoins d'un système, d'un service ou d'un produit en termes de fonctions et de contraintes.

Définition des mots clé cette méthode :

Systeme : Un système est un ensemble d'éléments interagissant selon certains principes.

Besoin : Un besoin est une nécessité ou un désir éprouvé par un utilisateur (NORME NF X50-150).

Ce besoin peut être exprimé.

Chapitre III : Stockage et Transfert de Gasoil dans la Centrale ABM

Fonction : Une fonction est l'action d'un produit ou de l'un de ses constituants (NORME NF X50-150). Par convention, elle est exprimée en termes de finalité indépendamment des solutions susceptibles de la réaliser

Contrainte : Une contrainte est une condition obligatoire à laquelle la fonction doit répondre.

2-2) Identification et validation du besoin :

2-2-1) Identification de besoin :

Le contrat relatif au gazoduc Maghreb-Europe transitant par le Maroc va expirer prochainement et il y aura un risque du manque de gaz et arrêt provisoire de la centrale thermo solaire ABM. Donc pour mieux identifier le besoin, la méthode APTE a été utilisée, *figure 20*.

Méthode APTE : La méthode APTE est une méthode <<Universelle>> d'aide à la gestion de projet. Pour la bonne utilisation de cette méthode, nous allons nous baser sur un outil graphique (bête à corne) et un diagramme dit diagramme de pieuvre.

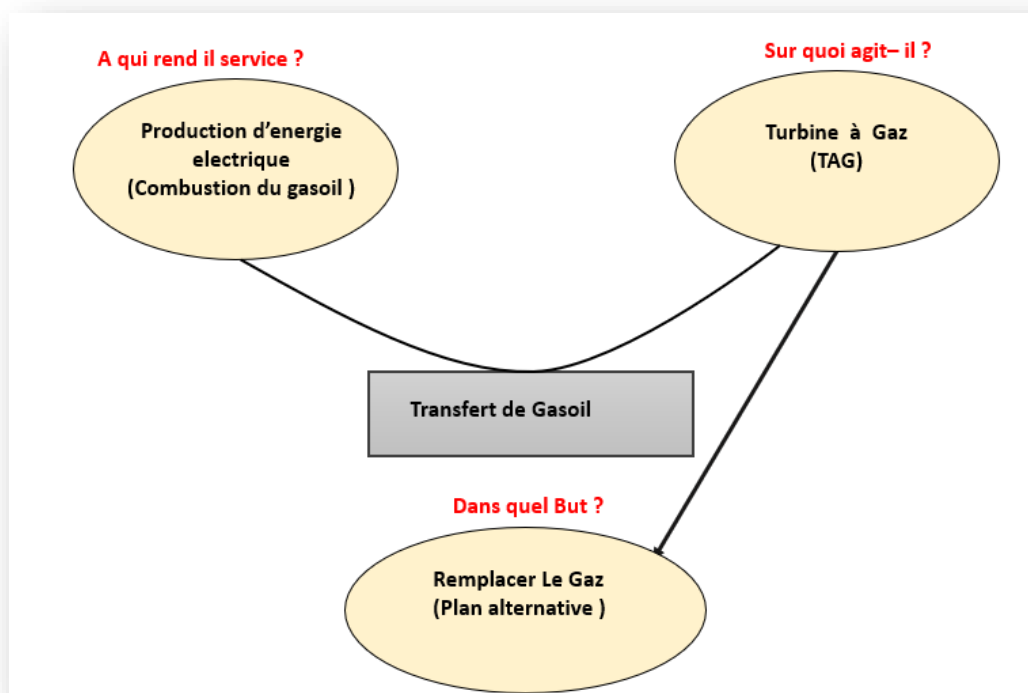


Figure 20 : Bête à corne du gasoil

2-2-2) validation du besoin :

Pour cette étape de validation de **besoin nous utilisons** deux formulations principales :

Pourquoi : (c'est à dire à cause de quoi le besoin existe-il)

- ✓ Risque du Manque de gaz (l'expiration du contrat),

Pourquoi : (c'est à dire dans quel but le besoin existe-il)

Chapitre III : Stockage et Transfert de Gasoil dans la Centrale ABM

- ✓ Production de l'Énergie électrique,
- ✓ L'amélioration du système pour qu'il soit bicom bustible (Gaz-Gasoil).

2-3) Identification et validation des fonctions

2-3-1) Identification de fonction (pieuvre)

Cette méthode permet d'exprimer les fonctions principales et les fonctions contraintes du système étudié, *figure 21*.

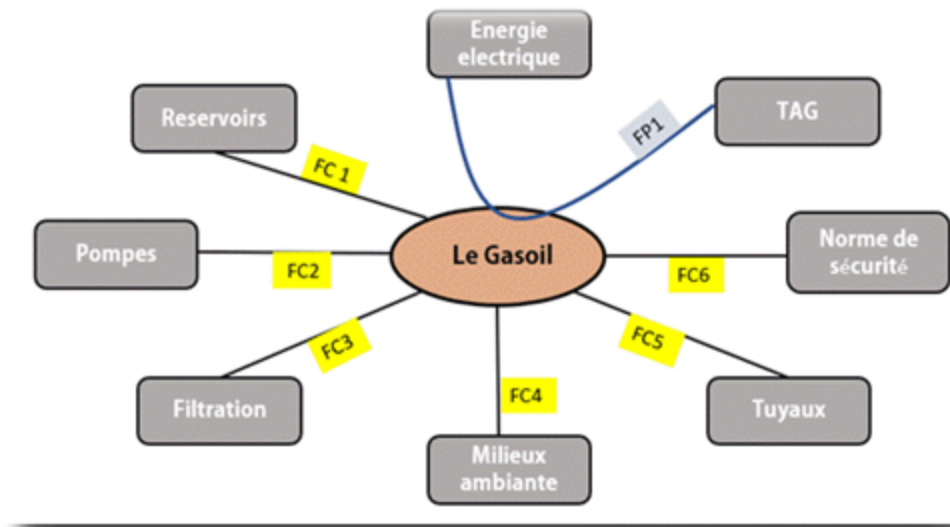


Figure 21 : Diagramme de pieuvre appliqué au système Gasoil

Les rôles des fonctions principales (FP) et des fonctions contraintes (FC) sont :

FP : fonction principale

FC : fonction contrainte

FP1 : Alimentation en carburant de TAG

FC1 : Assurer un nombre suffisant des réservoirs pour stocker le gasoil

FC2 : Aspirer et refouler le gasoil du camion vers les réservoirs et vers la TAG

FC3 : Filtrer le gasoil avant le transférer dans les pompes.

FC4 : Respecter les niveaux de Température et de Pression pour le stockage de gasoil

FC5 : transférer le gasoil

FC6 : Respecter les normes de sécurité

2-3-2) **Diagramme FAST (Function analysis System Technique):**

Nous avons précisé les fonctions du besoin en se basant sur le diagramme de pieuvre et maintenant, maintenant nous utilisons le diagramme de **FAST**, *figure 22*, pour exprimer ces fonctions.

Chapitre III : Stockage et Transfert de Gasoil dans la Centrale ABM

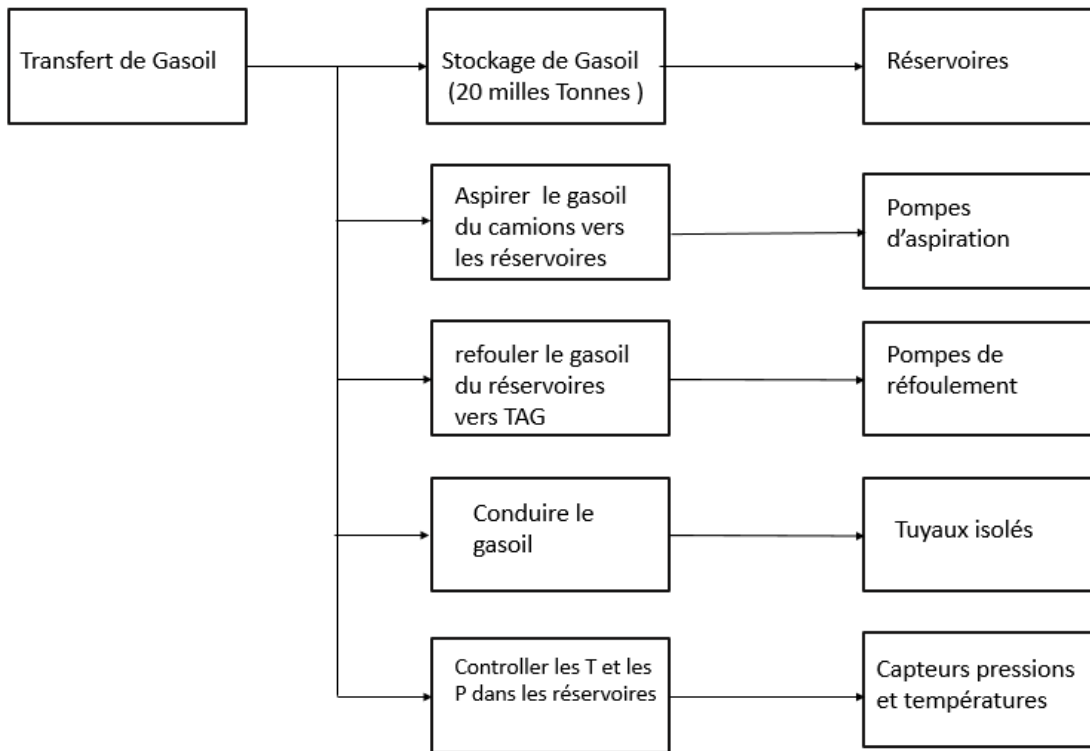


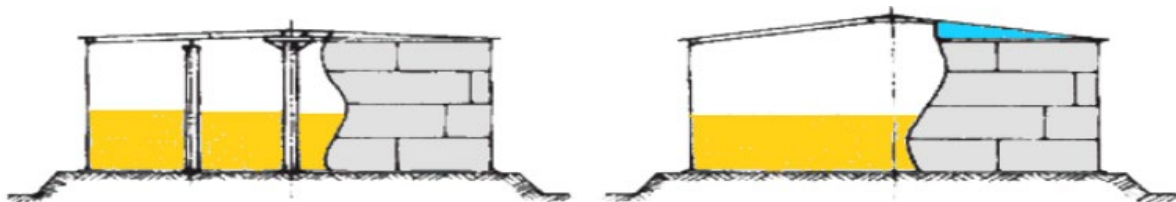
Figure 22 : Diagramme FAST appliqué au système (Gasoil)

3) Présentation des équipements

3-1) Réservoirs de stockage

Les réservoirs ou les bacs de stockage permettent de stocker un produit, ils sont de plusieurs formes horizontale ou verticale ou sphérique. Le produit pétrolier liquide (gasoil) est généralement stocké dans des réservoirs cylindriques verticaux. Il existe 3 types de réservoirs : réservoir à toit fixe, les réservoirs à toit fixe avec écran flottant interne et les réservoirs à toit flottant.

On propose pour stocker le gasoil d'utiliser les réservoirs de type à toit fixe, *figure 23*, parce que ce type des réservoirs permet une meilleure conservation des produits peu volatils, dangereux ou polluants. Ce type de toit permet d'empêcher leur contamination par des agents extérieurs.



Réservoirs à toit fixe

Figure 23 : réservoir à toit fixe

3-1-1) Critère de choix de matière première

Chapitre III : Stockage et Transfert de Gasoil dans la Centrale ABM

Généralement pour la construction des réservoirs, nous utilisons l'acier S355 dont les caractéristiques sont données dans le **tableau 5**.

Température de fusion :	1 500°C à 1 600°C
Masse volumique :	7850 kg/m ³
Conductivité thermique :	30 W.m ⁻¹ . K ⁻¹
Capacité thermique massique :	470 J.kg ⁻¹ . K ⁻¹
Résistivité électrique :	0,18 μΩ.m
Coefficient de Poisson :	0,3
Densité :	7,8

Tableau 5 : caractéristiques d'acier S355

On veut stocker 20 milles tonnes de gasoil après la relation $\rho = \frac{m}{V}$

ρ : la masse volumique de gasoil **850kg /m³ à 15 C°**.

m : la masse de gasoil .

V : le volume de gasoil.

Calculons le volume nécessaire pour **stocker** 20 milles tonnes de gasoil.

$$V = \frac{m}{\rho} = \frac{20000000}{850} = 23529,411 \text{ m}^3$$

Le coefficient de correction pour le gasoil est 0.99096 [2] à 26 C°.

Donc $V = 0.99096 * 23529,411 = 23310,35 \text{ m}^3$ presque 24000 m³

Pour cela nous avons proposé de stocker ce volume dans 5 réservoirs (4 réservoirs de 5000 m³ et 1 réservoir de 4000 m³)

3-1-2) Fiche technique de caractéristiques d'un réservoir de 5000 m³

Capacité	5 000 m ³
Diamètre	22800 mm
Hauteur	12000 mm
Type de toit	Toit fixe
Matériel de construction	Acier S355
Epaisseur de l'anneau supérieur	7 mm
Epaisseur de l'anneau inférieur	9 mm
Poids net de mur	54100 KG
Type	Cylindre ferme
Epaisseur du platelage du toit	5 mm

Chapitre III : Stockage et Transfert de Gasoil dans la Centrale ABM

Poids net du toit	33 947 kg
Poids net de fond	18 975kg

Tableau 6 : Fiche technique de réservoir de 5 000 m³

Poids d'Escalier	1190 kg
Poids d'Ponts de toit (passerelles)	3324 kg
Poids de Plaque de trou d'homme et joints de chiot	2297 kg
Poids d'Eléments de cadre constitutif	1795 kg
Poids totaux des Cadres et emballage	7800 kg
Poids totale	<u>16406 kg</u>

Tableau 7 : Autres éléments du réservoir 5000 m³

D'après les tableaux précédant nous pouvons constater que le poids net de réservoir de 5000m³

$$\begin{aligned} \text{Poids net totale du réservoir en acier de 5 000 m}^3 &= \text{Poids totale d'autre éléments de réservoir} + \text{Poids} \\ &\text{net du toit} + \text{Poids net de fond} + \text{Poids net de mur} \\ &= 16\,406 + 33\,947 + 18\,975 + 54\,100 = 123\,428 \text{ KG} \end{aligned}$$

“Ces informations sont extraites d'une ancienne étude qui a été faite sur les réservoirs de 5000 m³ en acier” [3]

Afin de stocker le gasoil dans ces réservoirs, il faut les transférer vers la TAG et aussi il faut les aspirer des camions de transport de gasoil, c'est pour cela que nous allons utiliser des pompes de transfert.

3-2) Les pompes de transfert

3-2-1) Introduction

Une pompe est un dispositif permettant d'aspirer et de refouler un liquide, son rôle principal est de déplacer un liquide d'un point à un autre en basant sur une alimentation avec des moteurs qui transforme l'Energie thermique ou électrique en Energie mécanique.

3-2-2) Classes des pompes

Nous pouvons classer les pompes en deux groupes différent : Pompe de transfert et pompes de dosage

Nous, on va se concentrer sur les pompes de transfert qui sont de deux types :

- **Pompe rotative -Axiale :**

Chapitre III : Stockage et Transfert de Gasoil dans la Centrale ABM

Elle trouve son application pour de grands débits sur des faibles dénivelés (faible différence de pression, plusieurs milliers de m³/h). Dans le domaine de l'eau, de l'industrie nucléaire ou accélérateurs gravitaires.

- **Pompe rotative -centrifuge :**

Ce genre des pompes présentent un meilleur rendement et un fonctionnement plus régulier, plus fiables et moins bruyantes que les machines alternatives. Dans notre étude, on va **se baser** sur les pompes rotative-centrifuge

3-2-3) Pompe centrifuge

3-2-3-1) Définition

Une pompe centrifuge, *figure 24*, est une machine rotative qui pompe un liquide en le forçant au travers d'une roue à aube ou d'une hélice appelée impulser. C'est le type de pompe industrielle le plus commun, par l'effet de la rotation de l'impulser, le fluide pompe est aspire axialement dans la pompe puis accélère radialement et enfin refoule tangentiellement.



Figure 24 : Pompe centrifuge de type râteau a arbre horizontal

3-2-3-2) Domaines d'Utilisation :

- ❖ Utilisation de liquide visqueux, la pompe centrifuge nécessaire serait énorme par rapport aux débits possibles.
- ❖ Utilisation de liquides 'susceptibles ' c'est-à-dire ne supportant pas à très forte agitation dans la pompe
- ❖ Utilisation comme pompe doseuse (opération de dosages).

3- 2-3-3) Principe de fonctionnement :

Une pompe centrifuge dans la forme la plus simple est constitué d'une roue munie d'ailettes radiales et tournant à l'intérieure d'une enveloppe corps de pompe. Son principe de

Chapitre III : Stockage et Transfert de Gazoil dans la Centrale ABM

fonctionnement est d'utiliser la force centrifuge créée par la rotation de la roue pour transmettre au liquide pompe l'Énergie. Le liquide à l'aspiration de la pompe se dirige vers le centre de l'impulseur (rotor) en rotation d'où il sera propulsé radicalement vers l'extérieur par la force centrifuge. Cette vitesse est ensuite convertie en Pression au niveau diffuseur.

3-2-3-4) Composantes de la pompe, figure 25 :

- **Corps de pompe** : l'enveloppe extérieure de la machine, c'est la partie fixe de la machine.
- **Aubes** : les lamelles grossièrement radiales qui, à l'intérieur de l'impulseur, canalisent le fluide de l'intérieur vers l'extérieur de la volute.
- **Arbre (rotor)** : La roue est montée sur un arbre. L'arbre est un composant mécanique pour transmettre le couple du moteur à la roue.

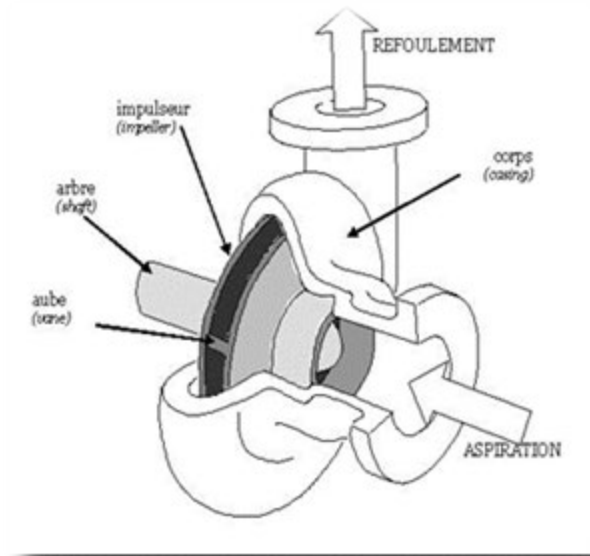


Figure 25 : Composant principale d'une pompe de centrifuge

3-2-3-5) Principales Caractéristiques d'une pompe centrifuge :

Puissance Utile (Pu) : Travail réalisé par la pompe $Pu = \rho \cdot g \cdot Qv \cdot h [W]$

ρ : la masse volumique de fluide $[Kg/m^3]$

g : la gravité $[m/s^2$ ou $N/Kg]$.

Q : débit volumique $[m^3/s]$.

h (HMT): hauteur manométrique d'une pompe $[m]$.

Hauteur manométrique (HMT) :

Chapitre III : Stockage et Transfert de Gasoil dans la Centrale ABM

Pour véhiculer un liquide d'un endroit à un autre, la pompe doit fournir une certaine pression appelée hauteur manométrique totale, cela dépend des conditions d'aspiration et de refoulement.

La grandeur HMT représente la hauteur de liquide qui pourra être obtenue dans la tuyauterie de refoulement par rapport au niveau du liquide à l'aspiration. La HMT de la pompe est de manière simplifiée définie par :

$$HMT = H_g + \Delta pc$$

H_g = hauteur géométrique à l'aspiration (H_{ga}) + hauteur géométrique au refoulement.

Δpc = somme des pertes de charge dans l'installation est ce défini par un tableau en fonction du débit de pompe.

▪ Application pour les pompes transférant le gasoil du camion vers les réservoirs :

Nous fixons le débit à $20 \text{ m}^3/\text{h}$ (car les camions de transport ne supportent que 40 m^3 aux maximum) et nous voulons déterminer la valeur de HMT, d'après la figure 26.

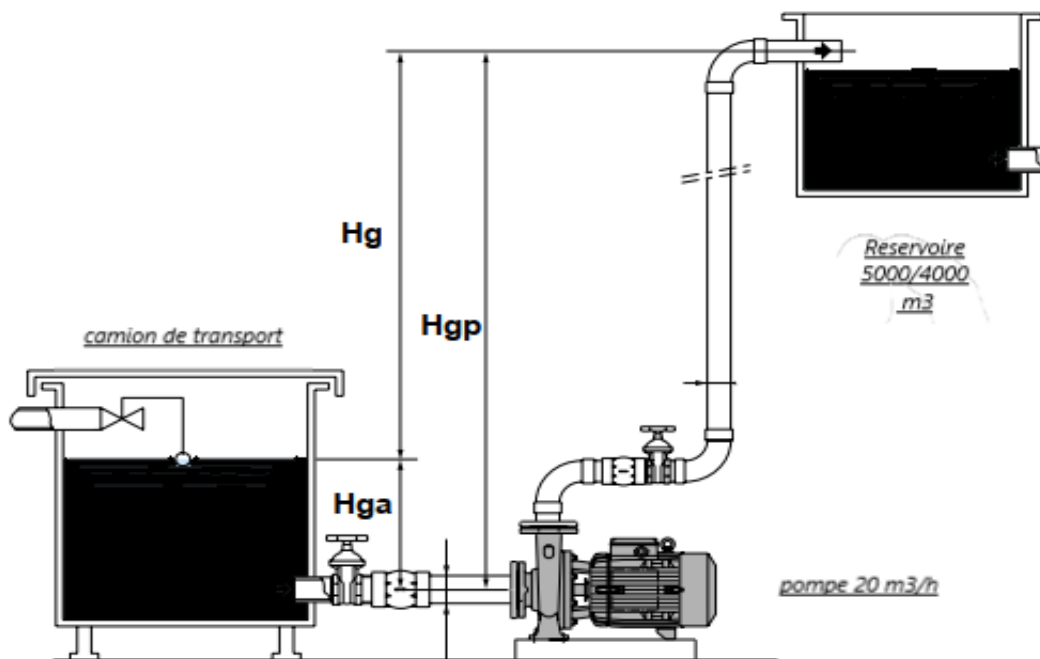


Figure 26 : Schéma de transfert de gasoil de camion vers le réservoir

H_{gp} : la hauteur entre la pompe et le réservoir 12 m

H_{ga} : la hauteur entre la cave du camion et le bas de la pompe $2,8 \text{ m}$

H_g : la hauteur entre le camion et le réservoir $H_{gp} - H_{ga} = 12 - 2,8 = 9,2 \text{ m}$

Sachant que $HMT = H_g + \Delta pc$

Et D'après la figure 26, nous avons le diamètre des tuyaux correspondant au débit $20 \text{ m}^3/\text{h}$ qui est environ de 80 mm .

La perte correspondante a ce diamètre est $\Delta pc = 2,2 \text{ m}$ (voir le tableau 9)

Chapitre III : Stockage et Transfert de Gasoil dans la Centrale ABM

D'où $HMT = 9,2 + 2,2 = 13,2 \text{ m CE}$. Correspondant à notre étude.

Il faut choisir une pompe et des tuyaux de caractéristiques suivantes :

HMT pompe > HMT Calcule ($13,2 \text{ m CE}$)

- Débit inclut $20 \text{ m}^3/\text{h}$.
- Diamètre de tuyaux aspirantes et refoulantes = 80 mm

débits maxi À L'aspiration m^3/h	débits maxi au refoulement m^3/h	diamètre de la tuyauterie DN
-	0,35	1/2" - (15-21)
0,7	0,85	3/4" - (20-27)
1,4	1,45	1" - (26-34)
2,7	3,05	1 1/4" - (33-42)
4,2	4,55	1 1/2" - (40-49)
7,3	8,05	2" - (50-60)
13,5	16,05	65 mm
21	25,05	80 mm
36	46,05	100 mm
60	80,05	125 mm
91,5	130,25	150 mm
185	275,05	200 mm

Tableau 8 : Diamètre des tuyaux en fonction de chaque débit

✓ Pour **les pompes aspirantes** du gasoil de réservoir $5000/4000 \text{ m}^3$ vers la TAG, on va utiliser des pompes de $43 \text{ m}^3/\text{h}$ (d'après l'étude de l'amélioration de la TAG avec gasoil) [4] et d'après le tableau 8, nous avons la valeur du diamètre du tuyau est compris entre 100 et 120 mm des pertes peut aller jusqu'au 0,7 m pour chaque 100 m. (il faut préciser la valeur de HMT d'après la connaissance de la longueur 'L' entre la TAG et le réservoir).

CALCUL DE PERTES DE CHARGE DANS LES TUYAUX - (en m de CE pour 100 mètres de tuyauterie)													
DEBIT : (m^3/h)	DEBIT : (l/min)	DEBIT : (l/s)	Tuyau 15	Tuyau 20	Tuyau 25	Tuyau 32	Tuyau 40	Tuyau 50	Tuyau 65	Tuyau 80	Tuyau 100	Tuyau 125	Tuyau 150
			1/2" Ø15/21	3/4" Ø20/27	1" Ø26/34	1 1/4" Ø33/42	1 1/2" Ø40/49	2" Ø50/60	2 1/2" Ø66/76	3" Ø80/90	4" Ø102/114	5" Ø127/140	6" Ø152/165
			PE 20	PE 25	PE 32	PE 40	PE 50	PE 63	PE 75	PE 90	PE 110	-	-
0.5	8.33	0.14	9	2	0.7	0.2							
0.7	11.66	0.19	16	3	1.5	0.4							
1	16.66	0.28	33	8	2.8	1.0	0.25						
1.5	25	0.42		12	6.2	2.0	0.50	0.16					
2	33.33	0.55		20	10	3.3	0.9	0.3					
3	50	0.83			23	7.5	1.9	0.7	0.2	0.1			
4	66.66	1.10			40	12	3	1	0.3	0.2			
5	83.33	1.40				20	4.6	1.6	0.4	0.2			
6	100	1.70				28	6.5	2.5	0.7	0.3			
7	116.66	1.90					8	3	1	0.4			
8	133.33	2.20					11	4.5	1.2	0.5	0.1		
9	150	2.50					14	5	1.5	0.6	0.2		
10	166.66	2.80					17	6	1.8	0.7	0.2		
12	200	3.30						7.6	2.5	0.9	0.3		
15	250	4.20						12	3.2	1.2	0.4		
20	333.33	5.50							5.2	2.2	0.6	0.2	0.1
30	500	8.30							12	4.7	1.3	0.45	0.18
40	666.66	11.10								8	2.3	0.7	0.3
50	833.33	13.90								12	3.5	1.1	0.45
60	1000	16.70									5.0	1.6	0.6
75	1250	21.00									9.0	2.5	1.0
90	1500	25.00										3.4	1.4
105	1750	29.00										4.6	1.8
150	2500	41.70											3.8

Tableau 9 : Pertes de charge correspondant au chaque débit et chaque diamètre de tuyaux

Chapitre III : Stockage et Transfert de Gasoil dans la Centrale ABM

3-2-3-6) Conclusion :

Il faut choisir une pompe de caractéristique suivante :

- HMT pompe > HMT Calculée (13,2 m CE) (pour le transfert des camions vers la TAG).
- Débit inclut 20 m³/h pour le transfert des camions vers les réservoirs et 43 m³/h pour le transfert vers la TAG.
- Diamètre de tuyaux aspirantes et refoulantes d'acier = 80 mm pour le transfert des camions vers les réservoirs et 120 mm pour le transfert vers la TAG.

3-2) Normes de sécurité :

La distance entre les réservoirs de stockage de gasoil doit être supérieure ou égale à $D/4$, alors que la distance entre les réservoirs de stockage de gasoil et les bâtiments administratifs et les salles de contrôle doit être supérieur à **15 m**, *figure 27*. [5]

Avec D : le diamètre de réservoirs

$$D/4 = 5700 \text{ mm}$$

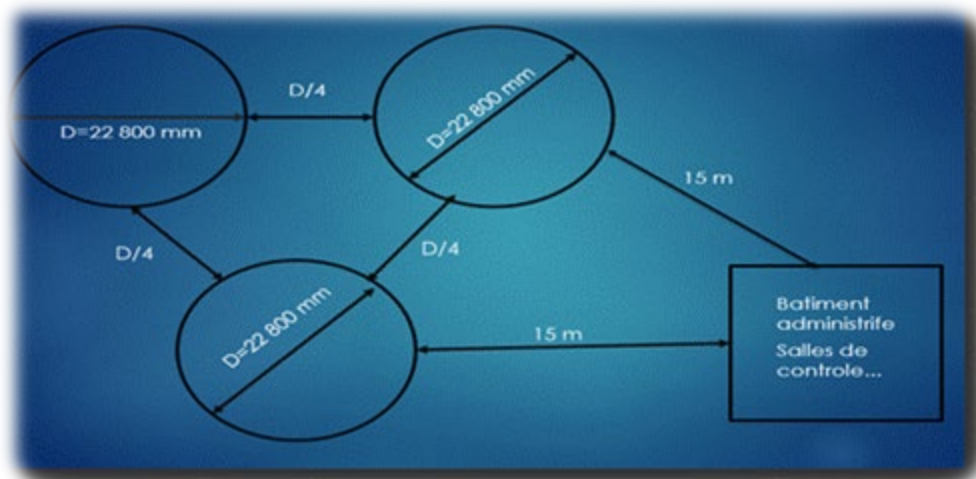


Figure 27 : Distances minimales entre les réservoirs

- **Les extincteurs** sont nécessaires au cas d'incendie ou des flammes.
- **Indicateur de niveau** permet de relever le niveau du liquide dans le réservoir et au comptage du volume du produit au remplissage et ou à la vidange.

4) Etude économique

4-1) Etude quantitatif

Nous avons précisé les équipements nécessaires pour le transfert de gasoil des camions jusqu'à la TAG, maintenant nous estimons le nombre de chaque équipement,

Chapitre III : Stockage et Transfert de Gasoil dans la Centrale ABM

Pour réussir le stockage et le dépotage de 20 milles tonnes de gasoil.

✓ **Réservoirs** : nous utilisons 4 réservoirs de 5000 m³ et un de 4000 m³ en acier.

NB : la centrale thermo-solaire ABM a fixée 48h comme une durée maximale pour remplir le réservoir de 5000 m³ pour cela nous avons pensé à augmenter le nombre des pompes pour chaque réservoir ($5000 \text{ m}^3/48 = 104,16 \text{ m}^3/\text{h}$).

Nous avons déjà fixé des pompes de 20 m³/h comme un débit pour aspirer le gasoil du camion et le refouler dans les réservoirs d'où $104,16/20=5,2$ pompes.

Donc on va utiliser : **6 pompes** dans chaque réservoir de **5000 m³**.

5 pompes dans chaque réservoir de **4000 m³**.

✓ **Pompes centrifuges de débit 20 m³/h** : 6 pour chaque réservoir valable de transférer le gasoil du camion vers le réservoir de 5000 m³ et 5 pour le réservoir de 4000 m³

✓ **Pompes centrifuges de débit 43 m³/h** : une pour chaque réservoir valable de transférer le gasoil du réservoir vers la TAG

4-2) Estimation des couts :

4-2-1) Cout estimée de réservoir :

Chaque kg d'acier → 0,57 €

Poids total d'un réservoir de 5000 m³ → 123428 KG

Poids d'un réservoir de 50000m³ → réservoir 5000m³

X → réservoir 4000m³

X= 98742,4 KG

X : le poids total d'un réservoir de 4000 m³ en acier

Le prix total nécessaire pour construire un réservoir de 5000m³ en acier est :

$$123428 * 0,57 = 70353,96 \text{ €}$$

Le prix total de 4 réservoirs de 5000 m³ en acier est :

$$70353,96 * 4 = 281415,84 \text{ €}$$

Le prix total d'un réservoir de 4000 m³ en acier est :

$$98742,4 * 0,57 = 56283,168 \text{ €}$$

Donc le prix total des 5 réservoirs est : $281415,96 + 56283,168 = 337699,128 \text{ €}$

4-2-2) Cout estimée des pompes centrifuge :

La moyenne des prix de ces pompes de ces caractéristiques déterminées auparavant est près de 1000 €. Chaque réservoir de 5000 m³ a besoin de 6 pompes et le réservoir de 4000 m³ a besoin de

Chapitre III : Stockage et Transfert de Gasoil dans la Centrale ABM

5 pompes : donc nous utilisons 29 pompes centrifuges capables de transférée le 20 milles tonnes en 2 jours au maximum des camions vers les 5 réservoirs :

$$29 * 1000 = 29000 \text{ €}$$

Chaque réservoir a une pompe : donc on va utiliser 5 pompes centrifuges capables de transférée le gasoil du réservoir vers la TAG :

$$5 * 1000 = 5000\text{€}$$

Cout total des pompes centrifuges aspirantes et refoulantes : 34 000€

4-2-3) Conclusion pour les couts :

D'après l'étude économique, nous avons trouvé que le projet avec ces données peut couter presque de **371 699,128 €**. Ce cout inclut seulement le prix d'acier des **5** réservoirs et les **10** pompes centrifuges (aspirante et refoulante).

Nous pouvons inclure aussi les prix des tuyaux d'aspiration et d'écoulement mais il faut savoir les longueurs exactes de ces tuyaux car on connaît bien leurs diamètres 80 mm et 120 mm

NB : « La TAG capable de vider les 5 réservoirs en environ **25 jours** grâce au débit entrant a sa Chambre de combustion (**43 m³h**) ».

5) Conclusion générale

Grace à son pouvoir calorifique et après sa combustion, le gasoil peut faire tourner la TAG et donc produire de l'Energie électrique, mais son transfert des camions de transport vers les réservoirs et après des réservoirs vers la TAG nécessite des pompes et des tuyaux bien déterminés dimensionnellement pour éviter les pertes.

Notre étude a bien déterminé ces équipements principaux pour le stockage et le dépotage du gasoil en se basant sur l'analyse fonctionnelle du gasoil, ainsi qu'une estimation du cout de ce projet a été réalisée. Vu le manque du temps, nous avons pas pu choisir les références exactes de ces pompes et les différents composants du projet. C'est pour cela nous espérons que les futurs étudiants peuvent prendre notre travail comme pré-étude pour le compléter.

Webographie :

[1] : <http://www.one.org.ma/>

[2] : http://www.econologie.com/file/technologie_energie/Volume_Masse_carburant.pdf

[3] : <https://reservoir-silo.fr/reservoir-de-stockage/reservoirs-verticaux/reservoir-vertical-5000/>

Bibliographie :

[4] : rapport de stage : Amélioration de la turbine à gaz : fonctionnement par le bicom bustible gaz gasoil, rapport de Mr EL AAHED ANASS et EL ALLATI SOUFIANE, FST FES 2021.

[5] : Arrêté 1432 du 03 octobre 2010 relatif au stockage en réservoir aériens manufacturés de liquides inflammables exploités dans un stockage soumis à autorisation delà rubrique 1432 de la législation des installations classées pour la protection de l'environnement.