

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR

ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE ABDERRAHMANE MIRA BEJAIA

FACULTE DE TECHNOLOGIE

DEPARTEMENT DE GENIE MECANIQUE

MEMOIRE

Présenté pour l'obtention du diplôme de

MASTER

Filière : Génie Mécanique

Spécialité : Énergétique

Par :

MOUZAOUI Abdelouhab

SAADI Rédha

Thème

**Influences des paramètres entrés et de sortie sur le fonctionnement d'une central
thermique à flamme - SPE - SONELGAZ - JIJEL**

Soutenu le 03/07/2024 devant le jury composé de :

Mr.	DJERRADA Abderrahman	Président
Mr.	SAHI Adel	Rapporteur
Mr.	BENSLIMANE Abdelhakim	Examineur

Année Universitaire 2023-2024

Remerciements

Nous remercions Dieu le tout miséricordieux, qui nous a donné la force et la détermination nécessaires pour mener à bien ce modeste travail

Nous exprimons nos sincères remerciements :

A nos parents pour leur présence, leur soutien indéfectible et leur contribution inestimable à chacun de nos projets

À notre encadrant, Monsieur A. Sahi, dont l'accompagnement, les conseils éclairés et le soutien constant ont été d'une valeur inestimable. Votre expertise et votre dévouement ont joué un rôle essentiel dans la réussite de notre mémoire.

A tous les membres du jury qui font l'honneur de juger notre travail

A l'ensemble des enseignants du département de Génie Mécanique de l'université de Bejaïa

Sans oublier ceux qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

M. Abdelouehab & S.Rédha

Dédicaces

Chaque début a une fin, la conclusion de notre travail n'est pas seulement le fruit de ce modeste travail mais c'est le fruit des années précédentes d'études, c'est un travail qui nous a permis de mettre en œuvre les connaissances acquises.

Nous dédions ce modeste travail et notre profonde gratitude :

A MES PARENTS

Mon père, qui est fier de trouver ici le résultat de longues années de sacrifices et de privations pour m'aider à avancer dans la vie. Puisse Dieu faire en sorte que ce travail porte son fruit, merci les valeurs nobles, l'éducation et le soutien permanent venu de toi.

Ma mère, qui a œuvré pour ma réussite, de par son amour, son soutien, tous les sacrifices consentis et ses précieux conseils, pour tous son assistance et sa présence dans ma vie, reçois à travers ce travail aussi modeste soit-il, l'expression de mes sentiments et mon éternelle gratitude.

M. Abdelouehab & S.Rédha

Sommaire

Dédicaces.....	ii
Liste des figures	vi
Liste des tableaux	8
Introduction générale	1
Chapitre I.....	3
Généralités sur les centrales de production d'électricité.....	3
I.1. Introduction.....	4
I.2. Différent types de centrales	4
I.2.1. Centrale nucléaire.....	4
I.2.2. Centrale hydraulique.....	5
I.2.3. Centrale éolienne	5
I.2.4. Centrales géothermiques.....	5
I.2.5. Centrale thermique à vapeur	6
I.3. Principe général de fonctionnement d'une centrale thermique.....	6
I.4. Equipements technologiques.....	7
I.4.1. Chaudière (Générateur de vapeur).....	7
I.4.2 Compositions de la turbine à vapeur	7
I.4.3. Alternateur	8
I.4.4. Condenseur	9
Le condenseur est crucial dans le cycle thermodynamique pour réguler la température de la source froide, condensant la vapeur de turbine et servant de réserve d'eau.	9
L'eau froide circulant des pompes provoque la condensation de la vapeur en eau tiède, extraite par une pompe d'extraction [2].	9
I.5. Conclusion	9
Chapitre II	10

Bilan énergétique	11
II.1. Introduction :.....	11
II.2. Bilan de l'installation :.....	11
II.3. Cycle thermodynamique d'une centrale thermique à vapeur :.....	11
II.4. Cycle à resurchauffe	13
II.5. Cycle à soutirage :.....	13
II.6. Bilan thermique	14
II.6.1 Débit massique relatif.....	15
II.6.2 Travail de la turbine	15
II.6.3 Travail du corps haute pression, moyenne pression, basse pression :	15
II.6.4 Quantité de chaleur	15
II.6.5 Rendement du cycle	15
II.7. Conclusion.....	16
Chapitre III.....	17
Calcul de l'installation et problématique.....	18
III.1. Introduction.....	18
III.2. Description du principe de fonctionnement	18
III.3. Calcul de l'installation	20
III.3.1. Calcul de première configuration	21
III.3.1.1. Analyse de la première configuration	24
III.3.2. Calcul de deuxième configuration	26
III.3.2.1. Deuxième configuration	30
III.3.3. Calcul de la troisième configuration	31
III.4. Conclusion	34
Chapitre IV	35
Influence des paramètres du condenseur sur le fonctionnement de la centrale thermique	36

IV.1. Introduction.....	36
IV.2. Description de condenseur	36
IV.3 Calculs les différentes températures au niveau de condenseur.....	37
IV.4. Résultats Discussion	39
IV.5 Interprétation	44
IV.6. Conclusion	44
Conclusion générale.....	45
Références Bibliographiques.....	47
Références Bibliographiques.....	48
ANNEXE.....	49
Annexe A.....	50
Annexe B.....	54
Annexe C.....	57

Liste des figures

Figure I.1: Rotor du corps HP.....	8
Figure I.2 : Rotor du corps MP... ..	8
Figure I.3 : Rotor du corps BP.....	9
Figure I.4 : Alternateur.....	9
Figure I.5 : Condenseur.....	10
Figure II.1 : Cycle de Rankine pour une centrale thermique à vapeur	13
Figure II. 2 : cycle et diagramme T-S avec resurchauffe	14
Figure II. 3 : cycle et diagramme T-S à soutirage	15
Figure III.1 : Elément et circuit de la centrale à vapeur de Jijel.....	20
Figure III.2 : Diagramme (T-S) du cycle de première configuration de la centrale de Jijel ...	26
Figure III.3 : schéma simplifié de la centrale avec les trois réchauffeurs hauts pression (RHP) non fonctionnels	27
Figure III.4 : Diagramme (T-S) du cycle de deuxième configuration de la centrale de Jijel .	30
Figure III.5 : Diagramme (T-S) du cycle de troisième configuration de la centrale de Jijel ..	32
Figure IV.1 : Schéma de Principe du condenseur.....	36
Figure IV.2 : Variation de la température de la vapeur à l'entrée du condenseur en fonction de la température de l'eau de mer pour les différents mois de l'année, de janvier (1) à décembre (12)	39

Figure IV.3: Variation du rendement en fonction de la température d'entrée du condenseur
Pour les différents mois de l'année de janvier (1) à décembre (12)40

Figure IV.4 : Variation du débit de vapeur en fonction de la température d'entrée de la vapeur
dans le condenseur pour les différents mois de l'année de janvier (1) à décembre (12)41

Figure IV.5 : Variation de Rendement en fonction de Débite vapeur Pour les différent mois
de l'année janvier (1) à décembre (12).....41

Figure IV.6: Variation de Rendement en fonction de T° eau de mer pour les diffèrent mois de
l'année janvier (1) à décembre (12).....42

Liste des tableaux

Tableau III.1 : Relevés des paramètres de la première configuration..	22
Tableau III.2 : relevés des paramètres de la deuxième configuration .	28
Tableau III.3 : relevés des paramètres de la troisième configuration.....	31
Tableu IV.1 : Tableau des paramètres.....	39

Nomenclature

Symboles	Définitions	Unités
A_n	Débit relatif	-
C_P	Capacité calorifique	-
$\frac{C_e^2}{2}$	Energie cinétique à l'entrée	Joule
$\frac{C_s^2}{2}$	Energie cinétique à la sortie	Joule
g	Force de pesanteur	$m.s^{-2}$
G_T	Débit massique total	Tonne/heure
G_n	Débit massique	Tonne/heure
G_C	Débit fluide chaude	Tonne/heure
G_F	Débit fluide froid	Tonne/heure
h_e	Enthalpie massique à l'entrée	$kJ.kg^{-1}$
h_s	Enthalpie massique à la sortie	$kJ.kg^{-1}$
h_n	Enthalpie massique	$kJ.kg^{-1}$
Q	Chaleur cède par le système	$kJ.kg^{-1}$
Q_C	Quantité de chaleurs	$kJ.kg^{-1}$
T_C	Température de fluide chaud	$^{\circ}C$
T_F	Température de fluide froid	$^{\circ}C$
T_{C_e}	Température d'entrée de fluide chaud	$^{\circ}C$
T_{C_s}	Température sortie de fluide chaud	$^{\circ}C$
T_{F_e}	Température d'entrée de fluide froid	$^{\circ}C$
T_{F_s}	Température sortie de fluide froid	$^{\circ}C$
W	Travail requis	$kJ.kg^{-1}$
W_T	Travail de la turbine	$kJ.kg^{-1}$
W_{HP}	Travail corps haute pression	$kJ.kg^{-1}$
W_{MP}	Travail corps moyenne pression	$kJ.kg^{-1}$
W_{BP}	Travail corps basse pression	$kJ.kg^{-1}$
Z_e	Energie potentiel à l'entrée	Joule
Z_s	Energie potentiel a sortie	Joule

η_c	Rendement du cycle	%
φ_C	Flux du fluide chaud	W
φ_F	Flux du fluide froid	W

Abreviation

Abréviation	Désignation
CHP	Corps haute pression
CMP	Corps moyenne pression
CBP	Corps base pression
RBP	Réchauffeurs base pression
RHP	Réchauffeurs haute pression

Introduction Général

Introduction générale

La production d'électricité est un pilier fondamental de la société moderne, soutenant nos vies quotidiennes, les activités industrielles et les infrastructures critiques. Diverses technologies de production d'électricité existent, parmi lesquelles les centrales électriques jouent un rôle prépondérant. Ces centrales se répartissent en plusieurs catégories, notamment les centrales hydroélectriques, nucléaires, éoliennes, solaires et thermiques.

Les centrales thermiques, en particulier, sont d'une importance capitale en raison de leur capacité à fournir une énergie fiable et continue. Elles convertissent l'énergie thermique issue de la combustion de combustibles fossiles tels que le charbon, le pétrole ou le gaz naturel, ainsi que de la fission nucléaire, en énergie électrique. Ce processus implique plusieurs étapes essentielles, dont la combustion du combustible, la production de vapeur, l'utilisation de turbines pour transformer cette vapeur en énergie mécanique, et finalement la conversion de cette énergie en électricité.

Les centrales thermiques se distinguent par leur capacité à répondre aux besoins de base en électricité, indépendamment des conditions météorologiques, ce qui les rend particulièrement adaptées aux zones où les sources d'énergie renouvelable ne sont pas suffisamment développées ou stables. En outre, elles jouent un rôle crucial dans le maintien de l'équilibre du réseau électrique, en fournissant une puissance de base stable.

Les principaux composants des centrales thermiques incluent les chaudières, les turbines, les condenseurs et les réchauffeurs. Chaque composant a un rôle spécifique et vital dans le processus de conversion de l'énergie. Par exemple, la chaudière brûle le combustible pour générer de la vapeur à haute pression, les turbines convertissent cette vapeur en énergie mécanique, et le condenseur refroidit la vapeur résiduelle pour la convertir à nouveau en eau.

En Algérie, la production d'électricité est majoritairement issue de centrales utilisant le gaz naturel. Ce choix est stratégique, car l'Algérie dispose de vastes réserves de gaz naturel, figurant parmi les plus importantes au monde. Cette abondance de ressources permet au pays de produire une électricité relativement bon marché et de répondre efficacement à la demande croissante en énergie.

L'importance des centrales thermiques réside également dans leur capacité à gérer la demande en électricité de manière flexible. Elles peuvent augmenter ou diminuer leur production pour s'adapter aux variations de la demande, ce qui est essentiel pour garantir la stabilité du réseau électrique.

Ce mémoire se focalise sur l'étude approfondie des centrales thermiques, en mettant en lumière leur fonctionnement, leur importance et les défis auxquels elles sont confrontées. Il explore comment ces centrales peuvent être optimisées pour améliorer leur efficacité et réduire leur impact environnemental, tout en répondant aux besoins croissants en énergie de notre société.

Ce manuscrit est structuré en quatre chapitres principaux afin d'explorer en profondeur les aspects techniques et énergétiques des centrales thermiques. Le premier chapitre offre une vue d'ensemble des différentes centrales de production électrique, avec un focus sur les centrales thermiques et une description détaillée de leurs composants. Le second chapitre se concentre sur l'analyse énergétique d'une centrale thermique à vapeur, incluant un bilan énergétique détaillé et les cycles de fonctionnement. Le troisième chapitre aborde les calculs énergétiques, en examinant l'impact des réchauffeurs haute pression sur le rendement. Enfin, le quatrième chapitre étudie l'influence des paramètres météorologiques sur le condenseur et la performance globale de la centrale tout au long de l'année.

Chapitre I

Généralités sur les centrales de production d'électricité

Généralités sur les centrales de production D'électricité

I.1. Introduction

Dans ce premier chapitre, nous allons présenter un aperçu général des différentes centrales de production électrique, avec une attention particulière portée aux centrales thermiques, qui sont au cœur de notre étude.

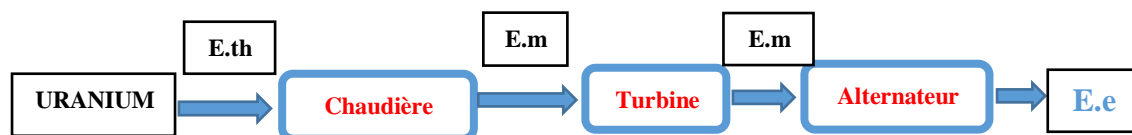
Nous explorerons les principaux composants de notre centrale, tels que les chaudières, les turbines, les condenseurs et les réchauffeurs. En fournissant une description détaillée de chaque élément et de leur fonctionnement.

I.2. Différent types de centrales

La production électrique se réalise au sein des centrales électriques. Ces installations transforment une source d'énergie primaire en énergie électrique. Parmi les principales sources utilisées, on peut citer :

I.2.1. Centrale nucléaire

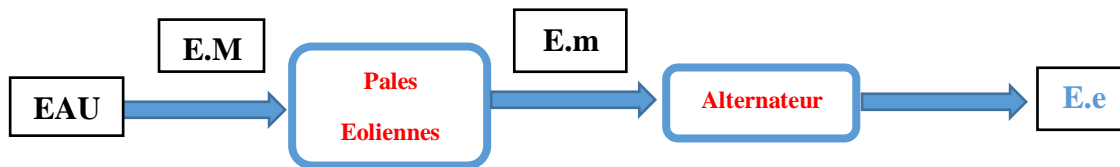
Dans un réacteur nucléaire, l'énergie libérée sous forme de chaleur par la fission des noyaux d'uranium sert à produire de la vapeur à haute pression dont la détente actionne les turbines et des alternateurs, comme dans toute centrale thermique. [1]



La source d'énergie primaire utilisée dans une centrale nucléaire est de l'uranium

I.2.2. Centrale hydraulique

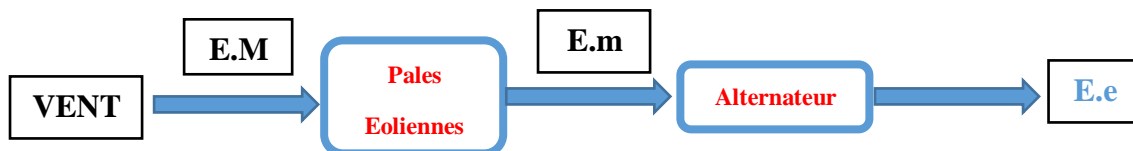
Dans les centrales hydrauliques, on transforme l'énergie potentielle de l'eau en énergie cinétique. Cette énergie est ensuite convertie successivement en énergie mécanique par la turbine, puis en électricité par l'alternateur couplé à la turbine. Suivant l'importance de la réserve d'eau du barrage de l'usine, on distingue les centrales au fil de l'eau, les centrales d'écluse et les barrages de lac. [1]



La source d'énergie primaire utilisée dans une centrale hydraulique est l'eau : on parle alors d'énergie renouvelable.

I.2.3. Centrale éolienne

Une éolienne utilise la force de l'air. L'air fait tourner les pales de l'éolienne qui entraînent un alternateur, qui produit l'électricité. [1]



La source d'énergie primaire utilisée dans une centrale éolienne est l'air : on parle alors d'énergie renouvelable.

I.2.4. Centrales géothermiques

Les centrales géothermiques sont des centrales thermiques qui utilisent, comme source de chaleur, l'énergie thermique à haute température de l'écorce terrestre, résultant de l'activité volcanique. Les sites favorables sont peu abondants. La puissance installée est relativement modeste (quelques dizaines de MW), à l'exception de quelques usines

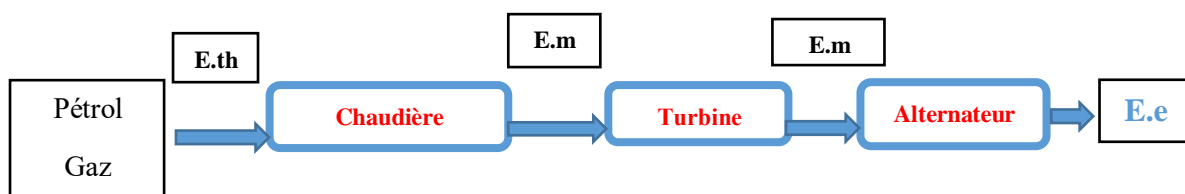
implantées dans des sites remarquables, comme Larderello (365 MW) en Toscane (Italie). [2]

I.2.5. Centrale thermique à vapeur

Une centrale thermique se compose principalement d'une chaudière et d'un groupe turboalternateur. La chaudière produit de la vapeur en brûlant un combustible solide, liquide ou gazeux. L'énergie thermique de la vapeur est convertie en énergie mécanique, puis en énergie électrique par le groupe turboalternateur.

Dans une centrale thermique, on chauffe de l'eau dans une chaudière pour obtenir de la vapeur

D'eau sous pression. Cette vapeur va permettre de faire tourner une turbine qui va entraîner un alternateur, où l'alternateur va produire l'électricité. [1]



La source d'énergie primaire utilisée dans une centrale thermique peut être du charbon, du gaz naturel ou du pétrole : on parle alors d'énergie fossile. Une énergie fossile provient de la décomposition de matière organique (essentiellement d'origine végétale) au cours de millions d'années.

I.3. Principe général de fonctionnement d'une centrale thermique

Le principe général de fonctionnement d'une centrale thermique repose sur la conversion de l'énergie thermique contenue dans les combustibles fossiles ou le nucléaire en électricité. Ce processus complexe débute par la combustion du combustible dans une chaudière, générant ainsi de la chaleur. La chaleur produite est utilisée pour produire de la vapeur à haute pression. Cette vapeur à haute pression est dirigée vers des turbines, où elle exerce une force mécanique en faisant tourner les pales de la turbine [2]. La rotation de la turbine entraîne à son tour l'alternateur, qui convertit l'énergie mécanique en énergie électrique. Cette électricité générée est ensuite acheminée vers le réseau électrique pour répondre aux besoins en énergie.

I.4. Equipements technologiques

I.4.1. Chaudière (Générateur de vapeur)

Un générateur de vapeur est un composant d'une centrale électrique, appelée aussi chaudière qui est un réservoir contenant un fluide et muni d'un système de chauffage. Son but est de produire et stocker de l'énergie thermique dans ce fluide et d'utiliser cette énergie dans un autre lieu. Il est destiné à extraire l'énergie calorifique du combustible et à la céder à la vapeur.

I.4.2 Compositions de la turbine à vapeur

Convertit l'énergie thermique de la vapeur en énergie mécanique rotative, entraînant ainsi un générateur pour produire de l'électricité. Compose de 3 corps:

- **Corp HP** : effectue la première détente de la vapeur pour réduire pression et température et éviter la condensation. Ensuite, la vapeur est dirigée vers les surchauffeurs pour améliorer le rendement et éviter la formation de gouttelettes, avec des prises de vapeur pour les réchauffeurs haute pression.



Figure I.1: Rotor du corps HP

- **Corp MP** : similaire au corps HP sauf qu'il est plus grand pour permettre la vapeur de se détendre davantage. Il contient des soutirages de vapeur pour alimenter les réchauffeurs BP.



Figure I.2 : Rotor du corps MP

- **Corp BP** : Constitue de deux carter qui transforme le reste d'énergie thermique disponible dans la turbine, à la sortie de cette partie se trouve un condenseur.



Figure I.3 : Rotor du corps BP

I.4.3. Alternateur

Transformer l'énergie mécanique fournit sur l'arbre d'un moteur ou turbine en énergie électrique triphasé [2].



Figure I.4 : Alternateur

I.4.4. Condenseur

Le condenseur est crucial dans le cycle thermodynamique pour réguler la température de la source froide, condensant la vapeur de turbine et servant de réserve d'eau.

L'eau froide circulant des pompes provoque la condensation de la vapeur en eau tiède, extraite par une pompe d'extraction [2].



Figure I.5 : Condenseur

I.5. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons passé en revue les différents types de centrales électriques et leurs équipements. En Algérie, les centrales thermiques à vapeur, notamment celle de Jijel, jouent un rôle crucial dans le développement du pays. Nous avons approfondi l'analyse de cette centrale spécifique, en mettant en lumière son fonctionnement, son impact et son rôle crucial dans le réseau énergétique national.

Dans le prochain chapitre, nous présenterons les principes de calcul nécessaires afin de mener à bien notre étude.

Chapitre II :

Bilan énergétique

Bilan énergétique

II.1. Introduction :

Dans le domaine de l'ingénierie, chaque problème est unique et complexe, nécessitant une solution spécifique adaptée. Les principes doivent être ajustés selon chaque situation pour trouver des solutions efficaces.

Ce chapitre se concentre principalement sur l'analyse énergétique d'une centrale thermique industrielle à vapeur. Il expose le principe de fonctionnement ainsi que les concepts thermodynamiques essentiels. De plus, il inclut un bilan énergétique détaillé et présente les différents cycles de la centrale à vapeur.

II.2. Bilan de l'installation :

Dans beaucoup de cas, un fluide (ou corps) subit une série de transformations pour finir dans le même état que dans son état initial (état caractérisé par le trio P , V et T), cela permettra d'obtenir des transformations périodiques, c'est-à-dire non limitées dans le temps (moteur qui tourne par exemple). Dans ce cas, l'énergie interne du système n'aura finalement pas varié. Si de l'énergie interne a été perdue au cours d'une transformation, elle aura été regagnée au cours d'une transformation suivante. ($\Delta U_{cycle} = 0$). Cette relation permettra d'évaluer les chaleurs et travaux développés par un cycle, voire, par une transformation particulière du cycle [3].

II.3. Cycle thermodynamique d'une centrale thermique à vapeur :

Un cycle est défini lorsqu'on connaît les caractéristiques de l'eau et de sa vapeur (pression, température, enthalpie, humidité, titre, entropie,) en tous points.

Généralement une centrale thermique à vapeur comprend 03 corps BP, HP et MP de la turbine, sept soutirages répartis comme suit : 2 dans le corps HP, 4 dans le corps MP et 1 dans le corps BP. Cette installation fonctionne suivant le cycle de Rankine-Hirn ou bien Rankine à resurchauffe, avec soutirage pour le réchauffement d'eau d'alimentation [3].

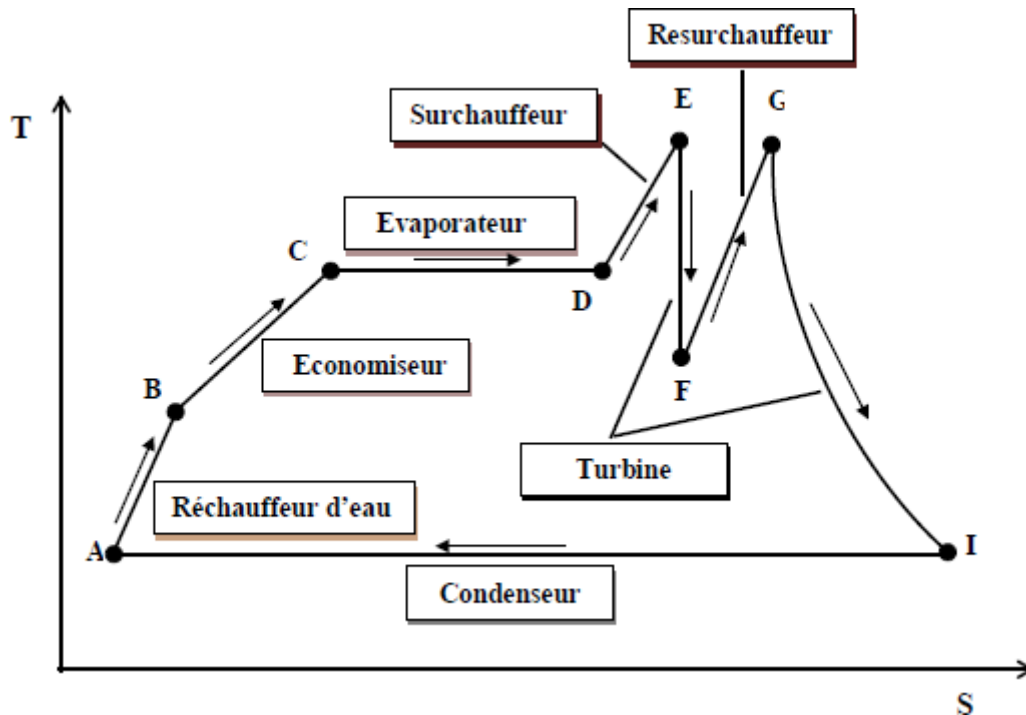


Figure II.1 : Cycle de Rankine pour une centrale thermique à vapeur [3]

On peut donc représenter un cycle par des diagrammes à deux coordonnées dont le plus courant est le diagramme température-entropie (T-S), [3]

Sur la Figure II.1, on décrit la température (T) du cycle théorique de l'eau-vapeur de la centrale thermique en fonction de l'entropie (S), (cette grandeur thermodynamique qui permet d'évaluer la dégradation de l'énergie du circuit eau-vapeur).

- L'eau d'alimentation est chauffée (de A à B) par la vapeur soutirée de la turbine. Plus une élévation de pression.
- Dans la chaudière elle-même, la chaleur est utilisée pour préchauffer l'eau (dans l'économiseur, B à C) avant d'entrée à la phase de vaporisation cela veut dire : Elévation de la température de l'eau jusqu'à la saturation ensuit CD : Vaporisation à température constante.
- DE : Surchauffe de la vapeur à pression constante.
- EF : Une première détente de la vapeur dans le corps HP.
- FG : Resurchauffe d'une partie de la vapeur à pression moyenne.
- GI : Une dernière détente (théoriquement, une entropie constante) dans les turbine (ou bien les Corps de la turbine) à moyenne et basse pression, MP et BP.
- IA : Condensation à température constante.

- Le diagramme montre que l'énergie délivrée à la turbine est maximisée Si les points *E* et *G* sont à leurs valeurs maximales (hautes) possible et le point *I* a son possible basse valeur.

II.4. Cycle à resurchauffe

L'augmentation de la pression maximale est favorable à l'efficacité du cycle de Rankine Hirn, mais qu'elle entraîne une augmentation de la teneur en eau à l'échappement. Pour éviter cette conséquence de l'augmentation de la pression, on procède à une opération de resurchauffe consistant à diriger une partie de la vapeur vers une surchauffeur avant de le réintroduire dans le cycle de fonctionnement de la turbine. L'efficacité du cycle ne varie pratiquement pas, mais la teneur en eau à l'échappement diminue [4].

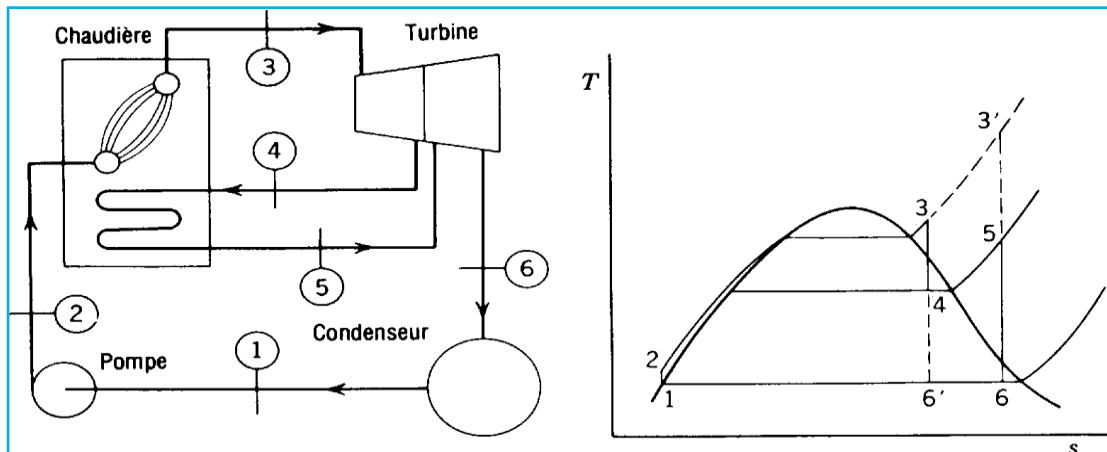


Figure II. 2 : cycle et diagramme T-S avec resurchauffe

II.5. Cycle à soutirage :

La perte d'efficacité du cycle de Rankine-Hirn provient de la production d'entropie dans la phase de chauffage. Afin de réduire cette production, on prélève une partie du débit dans la turbine à une pression intermédiaire qu'on utilise pour réchauffer l'eau à la sortie de la pompe [4]

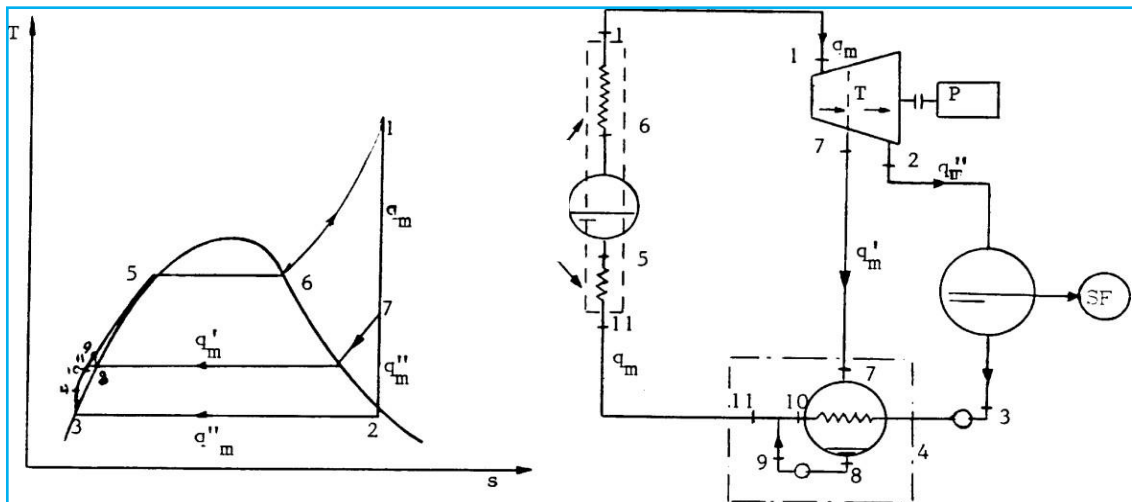


Figure II. 3 : cycle et diagramme T-S à soutirage

II.6. Bilan thermique

Dans un système fermé, l'énergie est conservée, avec des variations possibles dans ses formes spécifiques tout en maintenant une somme constante. Le travail et la chaleur transférés au fluide sont utilisés pour augmenter ses énergies cinétique, potentielle et interne [5].

En appliquant le 1^{er} principe de la thermodynamique :

$$W + Q = \left(h_e + \frac{c_e^2}{2} + gZ_e \right) - \left(h_s + \frac{c_s^2}{2} + gZ_s \right) \quad (\text{II.1})$$

Où :

$$W + Q = (h_e - h_s) + \left(\frac{c_e^2}{2} - \frac{c_s^2}{2} \right) + g(Z_e - Z_s)$$

En négligeant l'énergie cinétique et la variation de l'énergie potentielle, l'équation précédente devient :

$$W + Q = \Delta h \quad (\text{II.2})$$

II.6.1 Débit massique relatif

Le débit massique relatif représente le rapport entre le débit massique à un point donné et le débit massique total de l'installation (à l'entrée du corps haute pression). Il est exprimé par la relation suivante : [6] :

$$A_n = \frac{G_n}{G_T} \quad (\text{II.3})$$

II.6.2 Travail de la turbine

C'est le travail généré au niveau de la turbine, il est exprimé par la formule suivante [7] :

$$W_T = W_{HP} + W_{MP} + W_{BP} \quad (\text{II.4})$$

II.6.3 Travail du corps haute pression, moyenne pression, basse pression :

C'est le travail généré au niveau du corps haute, moyenne et basse pression, il est exprimé par la formule suivante [6] :

$$W_{HP.MP.BP} = (h_e - h_s) A_n \quad (\text{II.5})$$

II.6.4 Quantité de chaleur

Quantité de la chaleur absorbée par le liquide au niveau du la chaudière

$$Q_C = (h_e - h_s) A_n \quad (\text{II.6})$$

II.6.5 Rendement du cycle

Le rendement du cycle est une mesure de l'efficacité avec laquelle une centrale thermique convertit l'énergie thermique en énergie électrique. Il est défini comme le rapport entre le travail net produit par le cycle et la chaleur apportée au cycle. Matériellement, le rendement thermique d'un cycle à vapeur est donné par la formule suivante : [8] :

$$\eta_{CY} = \frac{W_{net}}{Q_C} = \frac{W_T - W_{ppes}}{Q_C} \quad (\text{II.7})$$

Dans le cas où la proportion de l'énergie utilisée par les pompes (W_{ppes}) est très faible par rapport à l'énergie totale produite par la turbine, le travail des pompes peut être négligé, comme cela est admis dans le cas étudié dans ce présent travail. Ainsi, l'expression précédente

peut s'écrire :

$$\eta_{CY} = \frac{W_T}{Q_C} \quad (\text{II.8})$$

II.7. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons examiné en détail les lois et principes fondamentaux qui serviront de base à notre étude. Ces principes jouent un rôle crucial dans l'industrie, notamment pour la conception et l'amélioration des systèmes énergétiques. Dans le prochain chapitre, notre attention se portera sur l'application concrète de ces lois à notre système spécifique. Nous procéderons à une analyse approfondie du fonctionnement de la centrale pour évaluer ses performances, en explorant différents scénarios de manière détaillée

Chapitre III :
Calcul de l'installation et
problématique

Calcul de l'installation et problématique

III.1. Introduction

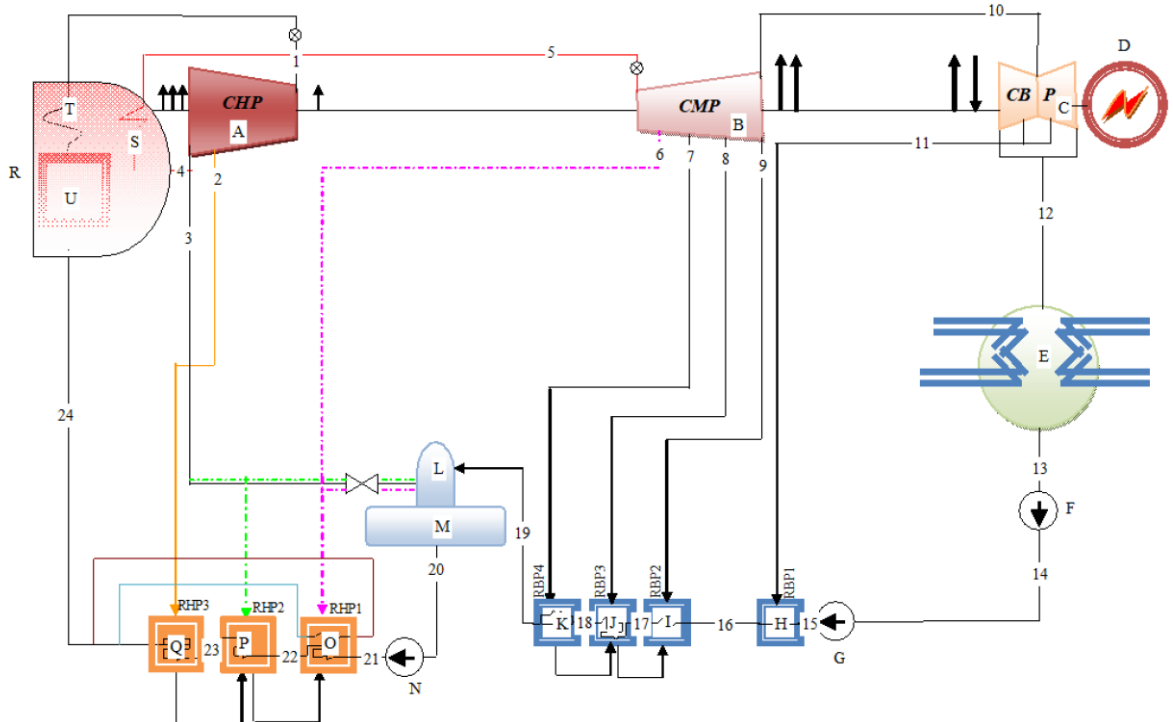
Dans ce chapitre consacré aux calculs de la centrale thermique de production d'énergie électrique de Jijel, nous approfondirons le fonctionnement énergétique des trois lignes de production d'électricité existantes au sein de l'entreprise, en utilisant des scénarios détaillés. Nous mettrons en lumière l'impact des réchauffeurs haute pression sur le rendement de cette installation. En appliquant les principes de la thermodynamique, nous analyserons avec précision les paramètres thermodynamiques d'entrée et de sortie, révélant ainsi les variations de performance et identifiant les facteurs influençant l'efficacité énergétique des centrales thermiques. Cette démarche analytique est essentielle pour orienter les stratégies visant à maîtriser leur efficacité.

III.2. Description du principe de fonctionnement

Dans le processus de fonctionnement de la centrale qui est illustré sur la figure III.1, les condensats sont d'abord acheminés vers la chaudière pour être transformés en vapeur. Ensuite, les vapeurs surchauffés sont dirigées vers une première turbine haute pression, équipée de deux soutirages secondaires alimentant les réchauffeurs haute pression. La vapeur passe ensuite à une deuxième turbine moyenne pression, qui possède quatre soutirages secondaires alimentant les réchauffeurs basse pression. Après avoir traversé cette dernière, la vapeur est dirigée vers la turbine basse pression afin entraîner l'alternateur.

Pour compléter le circuit, la vapeur sortant de la turbine basse pression est envoyée vers un condenseur, où elle subit un changement de phase passant d'un état vapeur à un état liquide. Le fluide est ensuite extrait à l'aide de deux pompes d'extraction vers les réchauffeurs basse pression, augmentant ainsi sa température. Le fluide passe ensuite par le dégazeur pour éliminer les gaz non condensables comme l'O₂ et le CO₂, prévenant ainsi la corrosion ainsi que la cavitation des pompes, et est stocké dans des bâches de stockage.

Enfin, pour alimenter la chaudière, le condensat est dirigé vers les réchauffeurs haute pression afin d'augmenter considérablement sa température conformément aux exigences de la chaudière



- | | | |
|--|---------------------------------|---------------------------------|
| A. Corps haute pression | H. Réchauffeur basse pression 1 | O. Réchauffeur haute pression 1 |
| B. Corps moyen pression | I. Réchauffeur basse pression 2 | P. Réchauffeur haute pression 2 |
| C. Corps basse pression | J. Réchauffeur basse pression 3 | Q. Réchauffeur haute pression 3 |
| D. Alternateur | K. Réchauffeur base pression 4 | R. Générateur de vapeur |
| E. Condenseur | L. Dégazeur | S. Resurchauffeur |
| F. Pompe d'extraction 1 ^{er} étage | M. Bâche alimentaire | T. Surchauffeur |
| G. Pompe d'extraction 2 ^{ème} étage | N. Pompe alimentaire | U. Economiseur |

Figure III.1 : Elément et circuit de la centrale à vapeur de Jijel

III.3. Calcul de l'installation

Afin de mener à bien notre étude, nous avons utilisé un logiciel thermodynamique pour analyser le travail des turbines hautes, moyenne et basse pression, la quantité de chaleur de la chaudière ainsi que le rendement global.

Pour ce faire, nous avons étudié trois configurations distinctes vont être étudiées :

- **Configurations 1** : Fonctionnement avec tous les composants opérationnels

Dans cette première configuration, la centrale est analysée dans son état initial où tous les composants, notamment les réchauffeurs haute pression illustrés sur la figure III.1, sont pleinement opérationnels. Les paramètres de fonctionnement sont ceux définis par le constructeur lors de la mise en service.

Cette configuration sert de référence pour évaluer les performances optimales de la centrale.

- **Configurations 2** : Fonctionnement sans réchauffeurs haute pression avec paramètres initiaux

La deuxième configuration représentée sur la figure III.3, examine la centrale après la mise hors service des réchauffeurs haute pression. Les paramètres de fonctionnement initiaux sont conservés, permettant d'observer directement l'impact de l'absence des réchauffeurs haute pression sur la performance et l'efficacité de la centrale.

Cette configuration mettra en lumière les défis opérationnels que l'on pourra rencontrer avec l'absence des réchauffeurs haute pression.

- **Configurations 3** : Fonctionnement sans réchauffeurs haute pression avec paramètres adaptés

Dans cette dernière configuration, la centrale est étudiée sans les réchauffeurs hauts pression, mais avec des paramètres de fonctionnement ajustés aux valeurs réelles d'une des trois lignes existantes, caractérisée par le bypass des réchauffeurs haute pression.

Cette configuration servira de point de comparaison par rapport à la configuration 2, afin de valider la procédure d'analyse en quantifiant la marge d'erreur. Cela permettra également de se projeter sur toute intervention future sur les lignes de production.

III.3.1. Calcul de première configuration

En prenant en considération les valeurs initiales de la première configuration, nous obtenons ces résultats :

Point	Température (C°)	Pression (kPa)	Débit (t/h)	Entropie (kJ/kg-K)	Enthalpie (kJ/kg)
1	540	12750	617.4	6.588	3448
2	378	3920	31.2	6.703	3164
3	329	2670	43.4	6.727	3074
4	329	2670	533.6	6.727	3074
5	540	2340	533.6	7.47	3554
6	445	1220	18.3	7.51	3358
7	358	642	24.4	7.543	3182
8	255	276	18.6	7.577	2979
9	174	127	27.4	5.611	2823
10	174	125	443.4	7.618	2823
11	70.2	26.3	19.1	7.836	2627
12	35	5.7	424.3	8.383	2565
13	33	5.27	450.9	0.4779	138.3
14	33	8.2	450.9	0.4779	138.3
15	38	1570	450.9	0.545	160.6
16	61	1540	450.9	0.843	256.6
17	101	1480	526.7	1.317	424.4
18	125	1430	526.7	1.58	525.9
19	158	1370	526.7	1.922	667.3
20	164	690	617.4	1.982	692.9
21	170	18630	617.4	2.02	729.1
22	180.9	18390	617.4	2.125	776
23	219	18150	617.4	2.481	944
24	244	17850	617.4	2.708	1058

Tableau III.1 : Relevés des paramètres de la première configuration

- Calcul des débits massiques relatifs :

Il représente le rapport entre le débit massique en un point donné et le débit massique total de l'installation (entrée du corps haute pression). À partir de cette expression, les nouveaux débits relatifs sont recalculés. On a : $G_T = 617.4t/h = G_1$ et $A_1 = \frac{G_1}{G_T} = 1$

$G_2 = 31.2t/h$ / $\frac{G_2}{G_T} = \frac{31.2}{617.4}$ $A_2 = 0.05053$	$G_8 = 18.4t/h$ / $\frac{G_8}{G_T} = \frac{18.4}{617.4}$ $A_8 = 0.03013$
$G_3 = 43.4t/h$ / $\frac{G_3}{G_T} = \frac{43.4}{617.4}$ $A_3 = 0.07029$	$G_9 = 27.4t/h$ / $\frac{G_9}{G_T} = \frac{27.4}{617.4}$ $A_9 = 0.04438$
$G_4 = 533.6t/h$ / $\frac{G_4}{G_T} = \frac{533.6}{617.4}$ $A_4 = 0.8643$	$G_{10} = 443.4t/h$ / $\frac{G_{10}}{G_T} = \frac{443.4}{617.4}$ $A_{10} = 0.7182$
$G_5 = 533.6t/h$ / $\frac{G_5}{G_T} = \frac{533.6}{617.4}$ $A_5 = 0.8643$	$G_{11} = 19.1t/h$ / $\frac{G_{11}}{G_T} = \frac{19.1}{617.4}$ $A_{11} = 0.03094$
$G_6 = 18.3t/h$ / $\frac{G_6}{G_T} = \frac{18.3}{617.4}$ $A_6 = 0.02964$	$G_{12} = 424.3t/h$ / $\frac{G_{12}}{G_T} = \frac{424.3}{617.4}$ $A_{12} = 0.6872$
$G_7 = 24.4t/h$ / $\frac{G_7}{G_T} = \frac{24.4}{617.4}$ $A_7 = 0.03952$	

- Calcul du travail de la turbine :

$$W_T = W_{HP} + W_{MP} + W_{BP} \quad (\text{III.1})$$

- Calcul de travail du corps haute pression :

$$W_{HP} = (h_1 - h_2)A_1 + (h_2 - h_3)(1 - A_2) \quad (\text{III.2})$$

$$W_{HP} = 368.9(kJ/kg)$$

- Calcul de travail du corps moyen pression :

$$W_{MP} = (h_5 - h_6)(1 - A_2 - A_3) + (h_6 - h_7)(1 - A_2 - A_3 - A_6) + (h_7 - h_8)(1 - A_2 - A_3 - A_6 - A_7) + (h_8 - h_9)(1 - A_2 - A_3 - A_6 - A_7 - A_8) \quad (\text{III.3})$$

$$W_{MP} = 607.9 \text{ (kJ/kg)}$$

- Calcul de travail du corps base pression :

$$W_{BP} = (h_{10} - h_{11})(1 - A_2 - A_3 - A_6 - A_7 - A_8 - A_9) + (h_{11} - h_{12})(1 - A_2 - A_3 - A_6 - A_7 - A_8 - A_9 - A_{11}) \quad (\text{III.4})$$

$$W_{BP} = 187.8 \text{ (kJ/kg)}$$

- Travail de la turbine est de :

$$W_T = 1165 \text{ (kJ/kg)}$$

- Calcul de la quantité de chaleur :

$$Q_C = (h_5 - h_4)A_5 + (h_1 - h_{24})A_1 \quad (\text{III.5})$$

$$Q_C = 2804 \text{ (kJ/kg)}$$

- Calcul du rendement du cycle en négligeant le travail des pompes :

$$\eta_{CY} = \frac{W_T}{Q_C} \quad (\text{III.6})$$

$$\eta_{CY} = 0.4154 = 41.54\%$$

III.3.1.1. Analyse de la première configuration

- **Diagramme température-entropie (T-S) :**

On observe clairement la détente du fluide au niveau du corps haute pression, démarrant au point 1 à 12750 kPa et s'étendant jusqu'au point 4 à 2670 kPa. Aux points 2 et 3, des extractions (soutirages) sont effectuées aux paliers de pression de 3920 kPa et 2670 kPa respectivement. Au point 4, lors du passage vers le point 5, la température augmente à 540°C avec une chute de pression.

De même, la détente du fluide au niveau du corps moyenne pression se produit entre le point 5 à 2670 kPa et le point 10 à 127 kPa. Cette phase du cycle comprend quatre étapes de soutirage aux points 6, 7, 8 et 9, à des paliers de pression successifs de 1220 kPa, 642 kPa, 276 kPa et 127 kPa.

En outre, on observe également la détente dans le corps à basse pression, débutant au point 10 à 127 kPa et s'étendant jusqu'au point 12. Un soutirage est noté au point 11, à un palier de pression de 26 kPa. Le passage du point 12 au point 13 représente la phase de mélange (liquide + vapeur), au palier de pression de 5.7 kPa.

Les points 13 à 24 montrent une augmentation de pression jusqu'au palier de 12750 kPa, accompagnée d'une élévation de la température. Ces transformations sont rendues possibles grâce aux pompes et aux réchauffeurs intégrés dans le système.

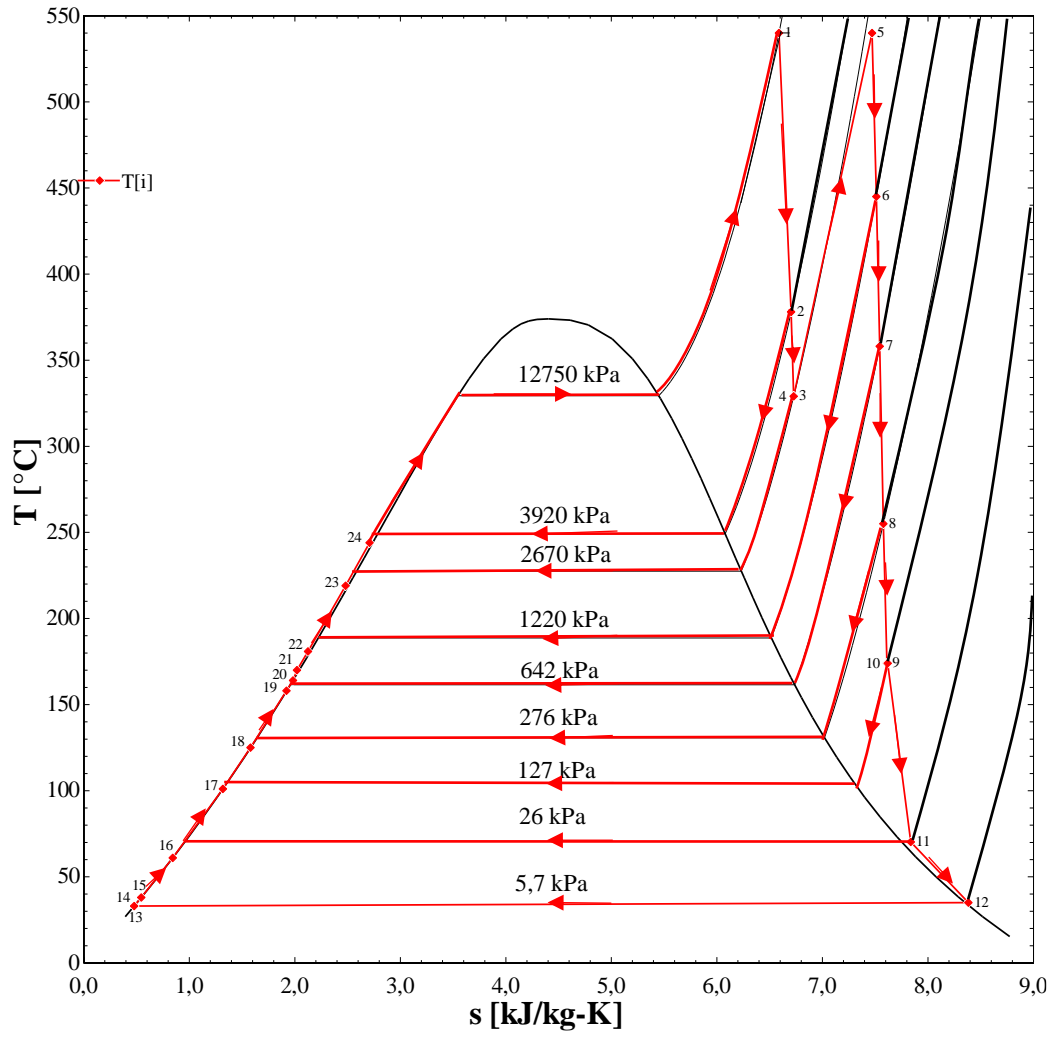


Figure III.2 : Cycle sur le plan on diagramme (t-s) de première configuration de la centrale de Jijel

III.3.2. Calcul de deuxième configuration

À partir des données de la première et de la deuxième configuration, nous procédons à une analyse de l'installation excluant les trois réchauffeurs haute pression. Ci-dessous les résultats obtenus :

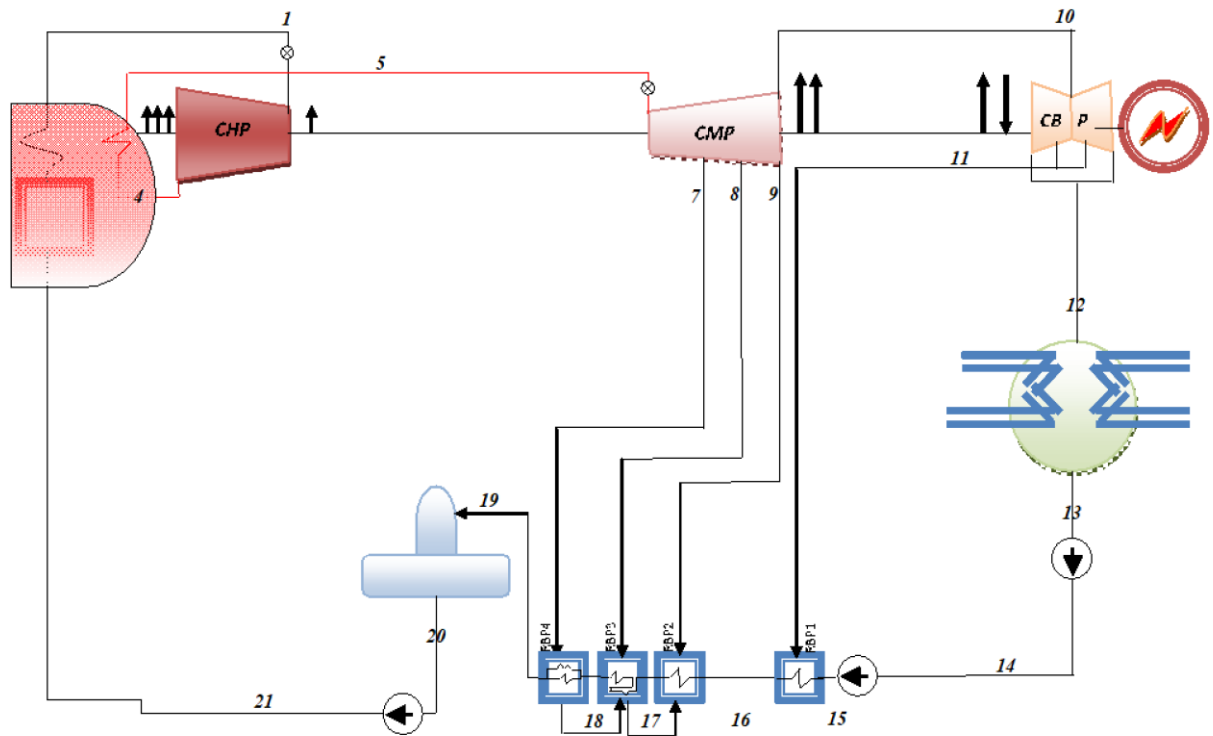


Figure III.3 : schéma simplifié de la centrale avec les trois réchauffeurs haute pression (RHP) non fonctionnels

Point	Température (C°)	Pression (kPa)	Débit (t/h)	Entropie (kJ/kg)	Enthalpie (kJ/kg)
1	540	12750	617.4	6.588	3448
2	-	-	-	-	-
3	-	-	-	-	-
4	378	2670	533.6	6.727	3187
5	540	2340	533.6	7.47	3554
6	-	-	-	-	-
7	358	642	24.4	7.543	3182
8	255	276	18.6	7.577	2979
9	174	127	27.4	5.611	2823
10	174	125	443.4	7.618	2823
11	70.2	026.3	19.1	7.836	2627
12	35	5.7	424.3	8.383	2566
13	33	5.27	450.9	0.4779	138.3
14	33	8.2	450.9	0.4779	138.3
15	68	1570	450.9	0.545	160.6
16	61	1540	450.9	0.843	256.6
17	101	1480	526.7	1.317	424.4
18	125	1430	526.7	1.58	525.9
19	158	1370	526.7	1.922	667.3
20	164	690	617.4	1.982	692.9
21	170	18630	617.4	2.02	729.1

Tableau III.2 : relevés des paramètres de la deuxième configuration

- Calcul des débits massiques relatifs :

$$G_T = 617.4t/h = G_1 \quad \text{Et} \quad A_1 = \frac{G_1}{G_T} = 1$$

$G_4 = 533.6t/h$ / $\frac{G_4}{G_T} = \frac{533.6}{617.4}$ $A_4 = 0.8643$	$G_9 = 27.4t/h$ / $\frac{G_9}{G_T} = \frac{27.4}{617.4}$ $A_9 = 0.04438$
$G_5 = 533.6t/h$ / $\frac{G_5}{G_T} = \frac{533.6}{617.4}$ $A_5 = 24.4(T/H)$	$G_{10} = 443.4t/h$ / $\frac{G_{10}}{G_T} = \frac{443.4}{617.4}$ $A_{10} = 0.7182$
$G_7 = 24.4t/h$ / $\frac{G_7}{G_T} = \frac{24.4}{617.4}$ $A_7 = 0.03952$	$G_{11} = 19.1t/h$ / $\frac{G_{11}}{G_T} = \frac{19.1}{617.4}$ $A_{11} = 0.03094$
$G_8 = 18.4t/h$ / $\frac{G_8}{G_T} = \frac{18.4}{617.4}$ $A_8 = 0.03013$	$G_{12} = 424.3t/h$ / $\frac{G_{12}}{G_T} = \frac{424.3}{617.4}$ $A_{12} = 0.6872$

- Calcul du travail de la turbine :

$$W_T = W_{HP} + W_{MP} + W_{BP} \quad (\text{III.7})$$

- Calcul de travail du corps haut pression :

$$W_{HP} = (H_1 - H_4) A_1 \quad (\text{III.8})$$

$$W_{HP} = 261(kJ/kg)$$

- Calcul de travail du corps moyen pression :

$$W_{MP} = (h_5 - h_7) + (h_7 - h_8)(1 - A_7) + (h_8 - h_9)(1 - A_7 - A_8) \quad (\text{III.9})$$

$$W_{MP} = 712.1(kJ/kg)$$

- Calcul de travail du corps base pression :

$$W_{BP} = (h_{10} - h_{11})(1 - A_7 - A_8 - A_9) + (h_{11} - h_{12})(1 - A_7 - A_8 - A_9 - A_{11}) \quad (\text{III.10})$$

$$W_{BP} = 225.1(kJ/kg)$$

- Travail de la turbine est de :

$$W_T = 1197 \text{ (kJ/kg)}$$

- Calcul de la quantité de chaleur :

$$Q_C = (h_5 - h_4) A_5 + (h_1 - h_{24}) A_1 \quad \text{(III.11)}$$

$$Q_C = 3035 \text{ (kJ/kg)}$$

- Calcul du rendement du cycle en négligeant le travail des pompes :

$$\eta_{CY} = \frac{W_T}{Q_C} \quad \text{(III.12)}$$

$$\eta_{CY} = 0.3945 = 39.45\%$$

III.3.2.1. Deuxième configuration

- **Diagramme température-entropie (T-S) :**

La particularité de ce dernier réside dans le manque des soutirages aux points 2 et 3 du corps haut pression, ainsi qu'au point 6 du corps moyenne pression, en comparaison avec la figure III.2.

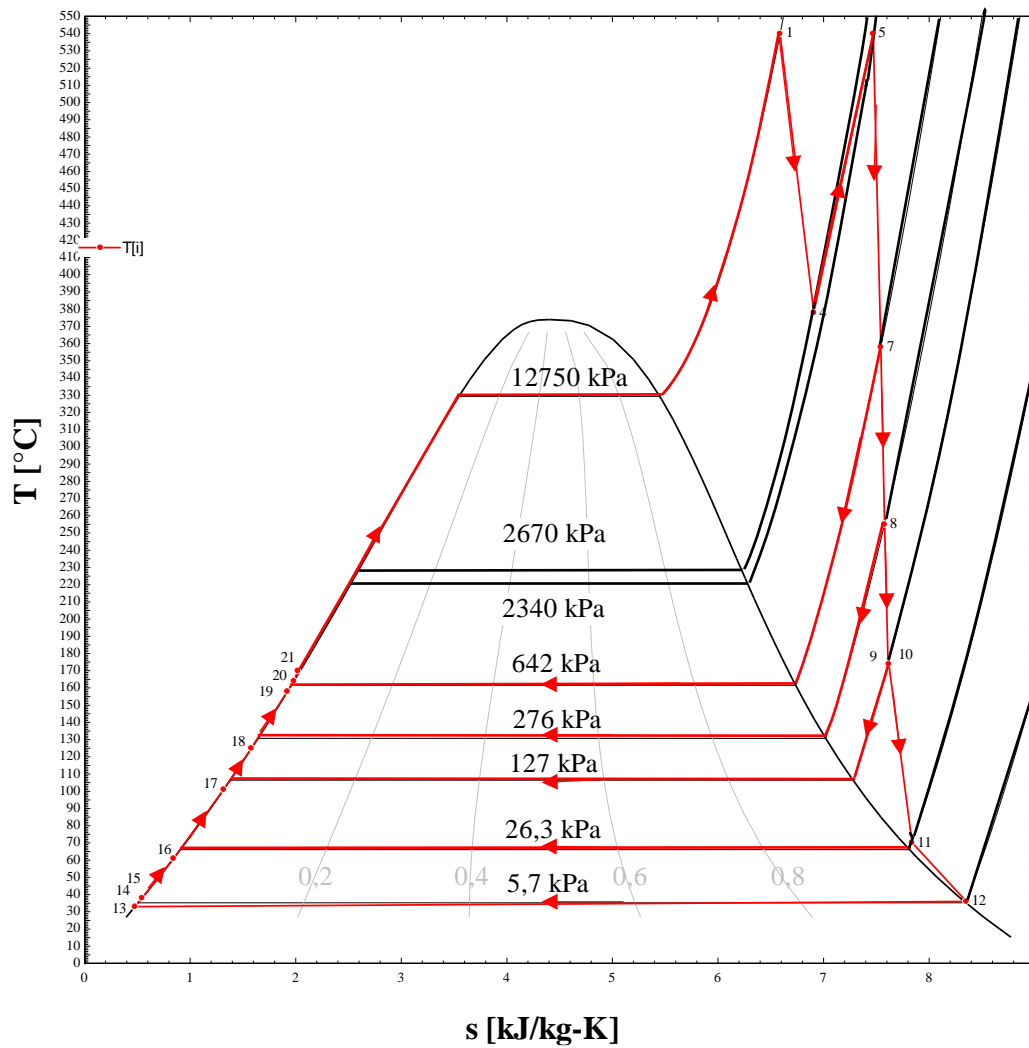


Figure III.4 : Cycle sur le plan on diagramme (t-s) de deuxième configuration de la centrale de jjjel

III.3.3. Calcul de la troisième configuration

En prenant en considération les valeurs réelles de la troisième configuration, nous obtenons ces résultats :

Point	Température (C°)	Pression (kPa)	Débit (t/h)	Entropie (kJ/kg)	Enthalpie (kJ/kg)
1	540	12500	617.4	6.6	3450
2	-	-	-	-	-
3	-	-	-	-	-
4	328	2550	564.8	6.749	3075
5	540	2300	564.8	7.478	3554
6	-	-	-	-	-
7	345	600	25.2	7.531	3156
8	240	250	19.1	7.566	2949
9	160	125	27.4	7.555	2795
10	158	110	500.5	7.607	2792
11	70.2	26.3	19.6	7.836	2627
12	38	4.3	500.5	8.496	2571
13	30	4.3	500.5	0.4368	125.7
14	33	800	576.3	0.4777	139
15	40	2000	576.3	0.5716	169.3
16	61	1800	576.3	0.8429	256.9
17	101	1750	617.4	1.317	424.6
18	125	1550	617.4	1.58	526
19	158	1370	617.4	1.922	667.3
20	160	650	617.4	1.943	675.5
21	162	18000	617.4	1.942	694.4

Tableau III.3 : relevés des paramètres de la troisième configuration

Travail corps HP (kJ/kg)	Travail corps MP (kJ/kg)	Travail corps BP (kJ/kg)	Travail de la turbine (kJ/kg)	Quantité de chaleur (kJ/kg)	Rendement thermique
375.5	739.6	225.1	1309	3194	40.98%

III.3.3.1. Troisième configuration

- Diagramme température-entropie (T-S) :

On observe que tous les points sont identiques compare à la figure III.4. Mais ils se distinguent par leurs paliers de pression différents.

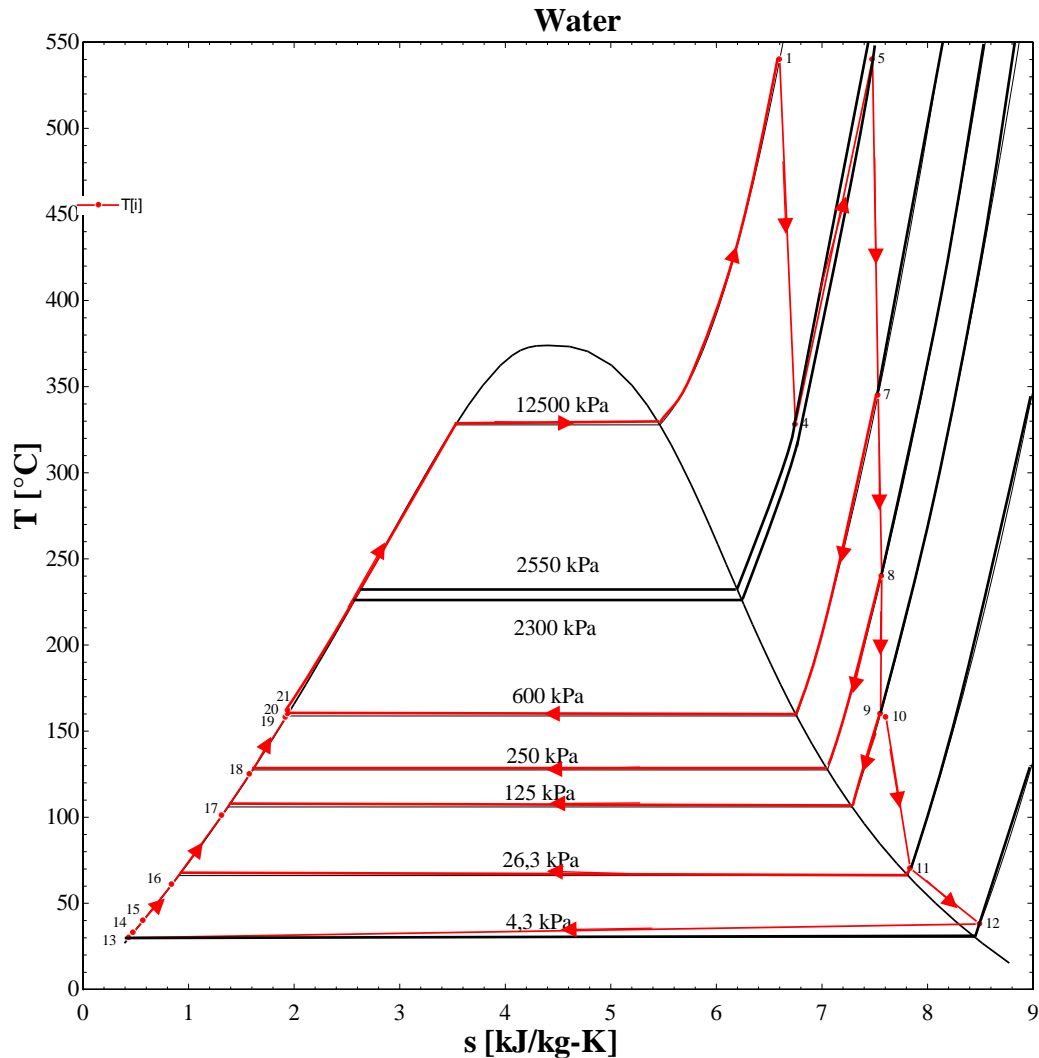


Figure III.5 : Cycle sur le plan on diagramme (t-s) de troisième configuration de la centrale de Jijel

➤ Observation :

Au cours de notre analyse des différentes configurations, il est apparu clairement que les réchauffeurs hauts pression ont un impact significatif sur le bon fonctionnement des composants et de la centrale.

a. Impact des réchauffeurs haute pression sur le circuit

Lorsque les réchauffeurs haute pression sont actifs, ils jouent un rôle essentiel en récupérant la chaleur à haute température. Cela permet de préchauffer le fluide de travail entrant dans la chaudière et d'augmenter la température des vapeurs entrant dans la turbine haute pression.

Lorsque ces derniers sont hors service, une partie significative de cette chaleur récupérable est perdue, affectant les températures prévues pour la chaudière passant d'une température d'entrée chaudière de 244 °C dans la première configuration à 162 °C dans la troisième.

Aussi on observe une augmentation de la quantité de chaleur dans la chaudière passant de 2804 kJ/kg dans la première configuration à 3194 kJ/kg dans la troisième

b. Impact sur la turbine haute pression :

Après avoir analysé les résultats obtenus lors des deux premières configurations, on constate une augmentation du travail du corps haute pression (HP) dans la troisième configuration par rapport à la première, passant de 368,9 kJ/kg à 375,5 kJ/kg. Cela s'explique par l'arrêt des deux soutirages secondaires. La réduction des soutirages permet à la vapeur de se détendre sur une plus grande partie de la turbine avant de sortir, augmentant ainsi la pression et la température à l'intérieur de la turbine.

La suppression des deux premiers soutirages dans la turbine a diminué le débit total de vapeur sortant, ce qui a affecté la pression, la température, et le processus de détente de la vapeur à travers la turbine.

c. Impact sur le rendement :

L'analyse comparative des calculs a révélé des variations significatives du rendement de la centrale en fonction de la présence ou de l'absence des réchauffeurs haute pression et des conditions réelles de fonctionnement. Avec les réchauffeurs haute pression en service, le rendement calculé atteint 41,54 %, grâce à une récupération optimale de la chaleur améliorant l'efficacité du cycle thermodynamique.

Cependant, après la suppression des réchauffeurs haute pression, le rendement chute à 39 %, dû à la réduction de la récupération de chaleur pour la chaudière et les turbines, augmentant le travail requis pour maintenir les performances énergétiques.

En utilisant les paramètres réels de fonctionnement, le rendement s'améliore légèrement à 40,98 %. Cette analyse démontre clairement l'importance des réchauffeurs haute pression pour maintenir un rendement élevé et stable de la centrale thermique.

III.4. Conclusion

Au cours de ce chapitre, nous avons mis en pratique les principes abordés précédemment, mettant en évidence l'importance cruciale de l'optimisation des performances. Nous avons démontré que la gestion efficace de la récupération de chaleur et l'adaptation des paramètres de fonctionnement était essentielles. Cette étude met en évidence le rôle crucial des réchauffeurs haute pression pour maintenir un rendement élevé et stable de la centrale. La procédure d'analyse, validée par une étude comparative, a montré que la marge d'erreur était relativement acceptable compte tenu des disparités des paramètres pris en considération.

Dans le chapitre suivant nous examinerons de près le fonctionnement du condenseur et l'influence des paramètres météorologique sur efficacité et les performances de l'installation.

Chapitre IV :
Influence des paramètres du
condenseur sur le fonctionnement de
la centrale thermique

Influence des paramètres du condenseur sur le fonctionnement de la centrale thermique

IV.1. Introduction

Les condenseurs utilisés dans les centrales thermiques emploient l'eau de mer comme source froide pour refroidir la vapeur sortant de la turbine basse pression. La température de l'eau de mer varie au cours de l'année, étant plus chaude en été et plus froide en hiver.

Dans ce chapitre, nous nous concentrerons sur l'étude du condenseur et analyserons l'influence des paramètres météorologiques sur son efficacité ainsi que sur la performance globale de la centrale tout au long de l'année. L'objectif est de mieux comprendre ces variations saisonnières et de développer des stratégies de gestion adaptées pour optimiser le fonctionnement de la centrale.

IV.2. Description de condenseur

Le condenseur est un échangeur de chaleur essentiel dans les cycles thermiques, convertissant la vapeur en liquide grâce à un processus de transfert de chaleur efficace avec un fluide de refroidissement. Ce mécanisme joue un rôle crucial dans l'amélioration de l'efficacité globale des systèmes thermiques, en permettant la récupération de chaleur et la réutilisation du fluide de travail dans le cycle.

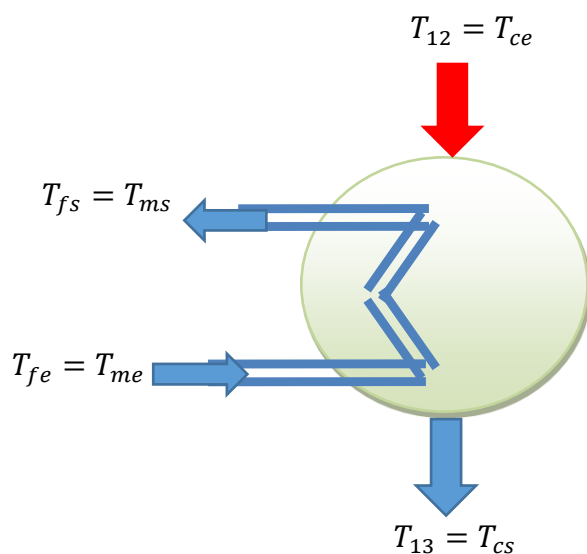


Figure IV.1 : Schéma de principe du condenseur

IV.3 Calculs les différentes températures au niveau de condenseur

Dans cette partie de l'étude, nous avons calculé la température d'entrée du condenseur, T_{12} , en utilisant la conservation du flux thermique. Nous avons procédé au calcul de cette température pour chaque mois, ce qui a nécessité le recalcule du travail de la turbine à différentes températures. Puis, nous avons évalué le rendement thermique pour analyser l'impact des paramètres du condenseur sur les performances globales

$$\phi_C = \phi_F \quad (IV.1)$$

$$\phi_C = (G_C C_P)_C (T_{C_e} - T_{C_s}) \quad (IV.2)$$

$$\phi_F = (G_F C_P)_F (T_{F_s} - T_{F_e}) \quad (IV.3)$$

$$(G_C C_P)_C (T_{C_e} - T_{C_s}) = (G_F C_P)_F (T_{F_s} - T_{F_e}) \quad (IV.4)$$

$$(T_{C_e} - T_{C_s}) = \frac{(G_F C_P)_F (T_{F_s} - T_{F_e})}{(G_C C_P)_C} \quad (IV.5)$$

Important : Ce raisonnement, purement théorique, stipule que la chaleur calorifique entrant et sortant du condenseur ainsi que la chaleur provenant de l'eau de mer de refroidissement demeurent constantes. Cela permet de donner un aperçu grossier de l'influence de la température de l'eau de mer sur les performances du cycle thermique. Pour un travail futur, il serait souhaitable de prendre en compte le changement de phase de la vapeur d'eau (liquéfaction) durant ce processus d'analyse, en quantifiant correctement cette influence

Dans notre schéma (figure IV.1), le condenseur est situé aux points 12 et 13 (entrée et sortie du condenseur). Le refroidissement est assuré par de l'eau de mer.

$$T_{C_s} = \frac{(G_F C_P)_F (T_{F_s} - T_{F_e})}{(G_C C_P)_C} - T_{C_e} \quad (IV.6)$$

$$T_{C_s} = T_{13} = 33C^\circ$$

Dans le chapitre précédent, nous avons démontré que le fonctionnement est sécurisé. Nous fixons la température au point 13 à 33°C et maintenons la pression à 5 kPa pour garantir l'état liquide à l'entrée des pompes d'extraction, assurant ainsi la sécurité des pompes.

Calcule pour le mois de Juillet :

$$(T_{C_e} - T_{C_s}) = \frac{(G_F C_P)_F (T_{F_s} - T_{F_e})}{(G_C C_P)_C} \quad (IV.7)$$

$$T_{C_e} = \frac{(G_F C_P)_F (T_{F_s} - T_{F_e})}{(G_C C_P)_C} + T_{C_s} \quad (IV.8)$$

$$T_{12} = \frac{(G_F C_P)_F (T_{m_s} - T_{m_e})}{(G_C C_P)_C} + T_{13} \quad (IV.9)$$

$$T_{12} = 42C^\circ$$

Il est observé que lors de la fixation de la température de sortie du condenseur, il est nécessaire de préalablement ajuster la température de sortie du corps de base pression afin de l'adapter aux conditions de refroidissement, notamment la température de l'eau de mer.

Le travail de corps BP va changer :

Le point 12 de vient : $T_{12} = 42C^\circ$, $h_{12} = 2580 \text{ kJ/kg}$

$$W_{BP} = (h_{10} - h_{11})(1 - A_2 - A_3 - A_6 - A_7 - A_8 - A_9) + (h_{11} - h_{12})(1 - A_2 - A_3 - A_6 - A_7 - A_8 - A_9 - A_{11})$$

$$W_{BP} = 177.27 \text{ kJ/kg}$$

Donc le travail de la turbine devient :

$$W_T = 1154.07 \text{ kJ/kg}$$

Et le rendement du cycle en négligeant le travail des pompes devient :

$$\eta_{CY} = 41.15\%$$

Étant donné que la température de l'eau de mer varie tout au long de l'année, augmentant et diminuant en fonction des saisons, ces fluctuations ont un impact significatif sur le fonctionnement de la centrale. Par conséquent, il est impératif de surveiller en permanence la température de refroidissement pour assurer une performance optimale et sécurisée de l'installation.

Temps	Température C°				Débite t/h		Travail Turbine kJ/kg	Rendement de cycle
	T entre l'eau de mer	T sorti l'eau de mer	T entre condenseur	T sorties condenseur	Débit l'eau de mer	Débit vapeur		
Janvier	16,3	24	35	33	27,5	236,66	1163,23	41,48
Février	17	24,8	36	33	27,5	159,82	1162,53	41,45
Mars	17,3	25,2	36,8	33	27,5	127,79	1161,12	41,4
Avril	19,7	29,4	38	33	27,5	119,25	1159,71	41,37
Mai	22,2	30,3	38	33	27,5	99,58	1159,71	41,37
Juin	23,6	33,6	39,5	33	27,5	94,57	1157,6	41,28
Juillet	25,2	36,2	42	33	27,5	75,13	1154,07	41,15
Aout	28,5	39,8	43,4	33	27,5	66,79	1152,66	41,1
Septembre	26,5	37,5	42,5	33	27,5	71,18	1153,37	41,13
Octobre	25,2	33,3	38,3	33	27,5	93,94	1159	41,33
Novembre	20	29,3	35,7	33	27,5	211,73	1162,53	41,46
Décembre	15,3	23,6	35	33	27,5	255,1	1163,23	41,48

Tableau IV.1 : Tableau des paramètres

IV.4. Résultats Discussion

Cette section du chapitre se focalisera sur l'analyse de l'impact de la température entrée de l'eau de mer et les variations de rendement à travers diverses courbes. Nous procéderons à une discussion approfondie de ces courbes, en examinant leurs implications et en formulant des conclusions.

a. Température de la vapeur à l'entrée du condenseur en fonction de la température de l'eau de mer :

La courbe montre la relation entre la température de la vapeur à l'entrée du condenseur et la température de refroidissement (l'eau de mer).

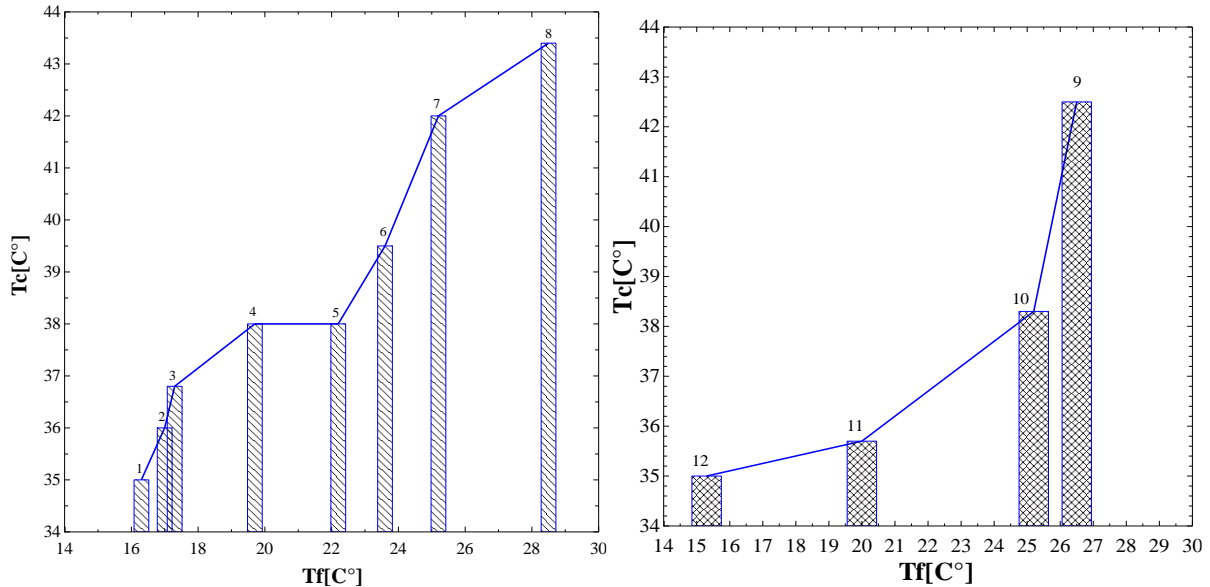


Figure IV.2 : Variation de la température de la vapeur à l'entrée du condenseur en fonction de la température de l'eau de mer pour les différents mois de l'année, de janvier (1) à décembre (12)

b. Rendement en fonction de la température d'entrée du condenseur :

La Figure IV.5 présente la variation du rendement global de la centrale thermique en fonction de la température d'entrée de la vapeur dans le condenseur.

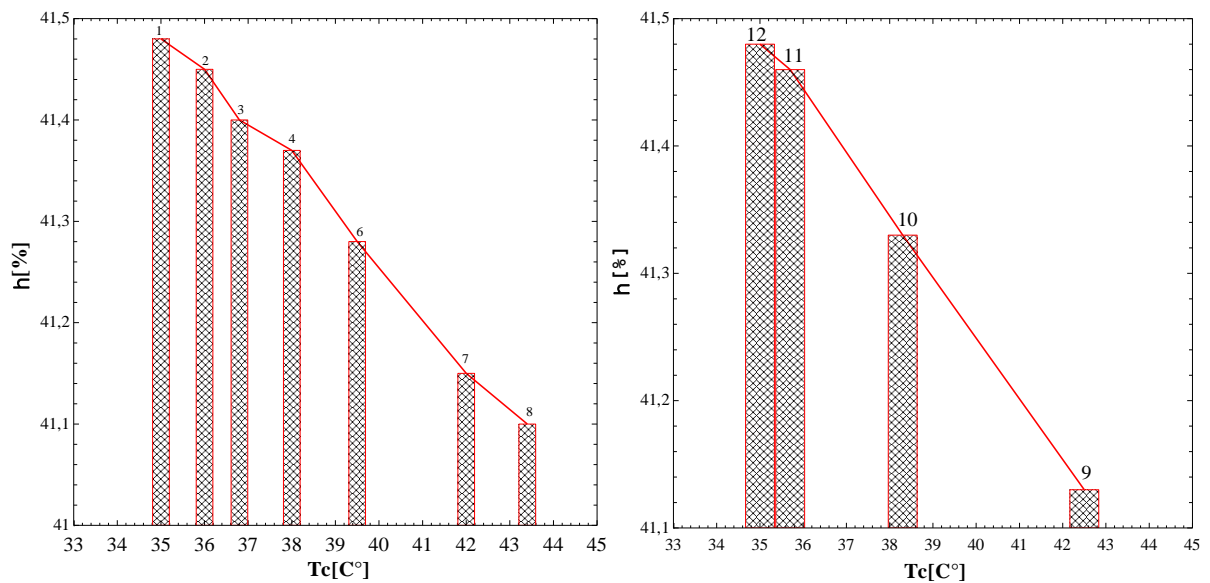


Figure IV.3: Variation du rendement en fonction de la température d'entrée du condenseur Pour les différents mois de l'année de janvier (1) à décembre (12)

Commentaire

On observe que le rendement global de la centrale thermique diminue lorsque la température d'entrée de la vapeur dans le condenseur augmente. Cette diminution est plus importante pour les mois d'été (juillet, août, septembre), où la température ambiante est plus élevée. Cela s'explique par le fait que la centrale thermique doit fournir plus d'énergie pour condenser la vapeur à une température plus élevée.

On observe également que le rendement global de la centrale thermique est plus élevé pendant les mois d'hiver (décembre, janvier, février). Cela s'explique par le fait que la température ambiante est plus basse, ce qui facilite le refroidissement de la vapeur dans le condenseur.

c. Débit en fonction de température (entrée condenseur) :

La figure ci-dessous illustre la variation du débit de vapeur en fonction de la température d'entrée dans le condenseur.

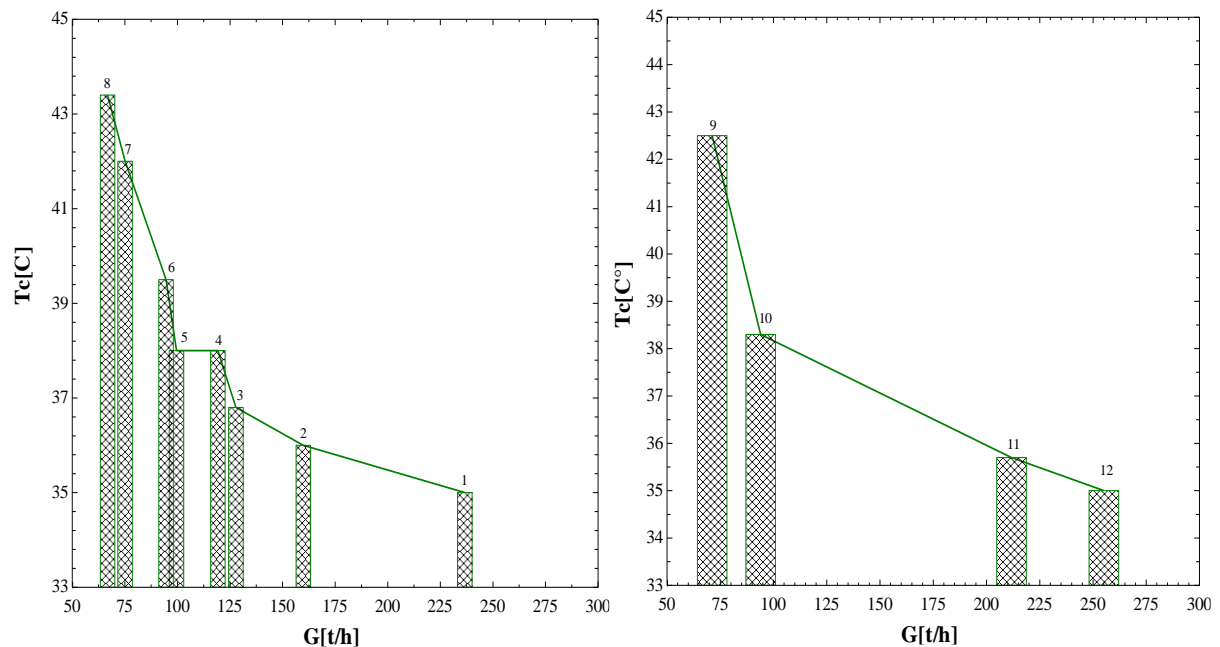


Figure IV.4 : Variation du débit de vapeur en fonction de la température d'entrée de la vapeur dans le condenseur pour les différents mois de l'année de janvier (1) à décembre (12)

d. Rendement en fonction du Débit de la vapeur à l'entrée du condenseur :

La courbe montre comment le rendement global de la centrale thermique évolue en fonction du débit de vapeur entrant dans le condenseur.

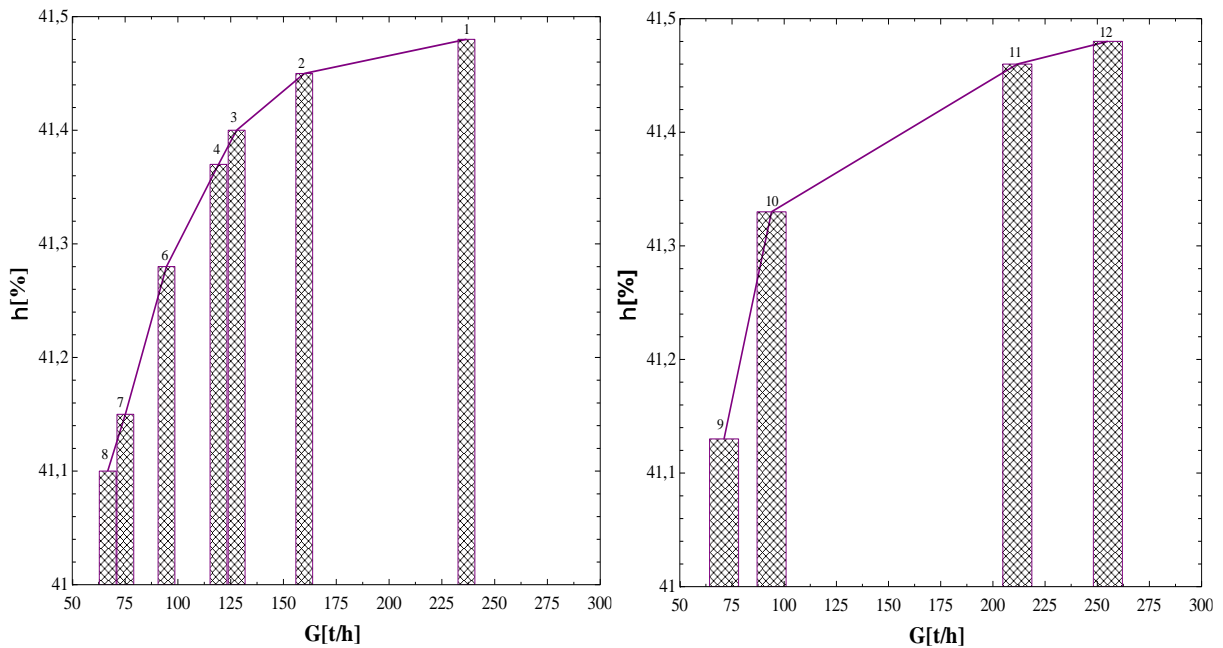


Figure IV.5 : Variation de Rendement en fonction de Débite vapeur Pour les différent mois de l'année janvier (1) à décembre (12)

Commentaire :

Il est observé que le rendement diminue à mesure que le débit de vapeur diminue. Cela s'explique par le fait que l'augmentation du débit de vapeur entraîne une augmentation de la vitesse de la vapeur dans le condenseur. Ceci diminue la durée de contact entre la vapeur et l'eau de refroidissement, ce qui diminue l'efficacité du transfert de chaleur.

e. Rendement en fonction de la température d'entrée l'eau de mer :

La Figure IV.8 présente la relation entre le rendement de la centrale thermique et la température d'entrée de l'eau de mer.

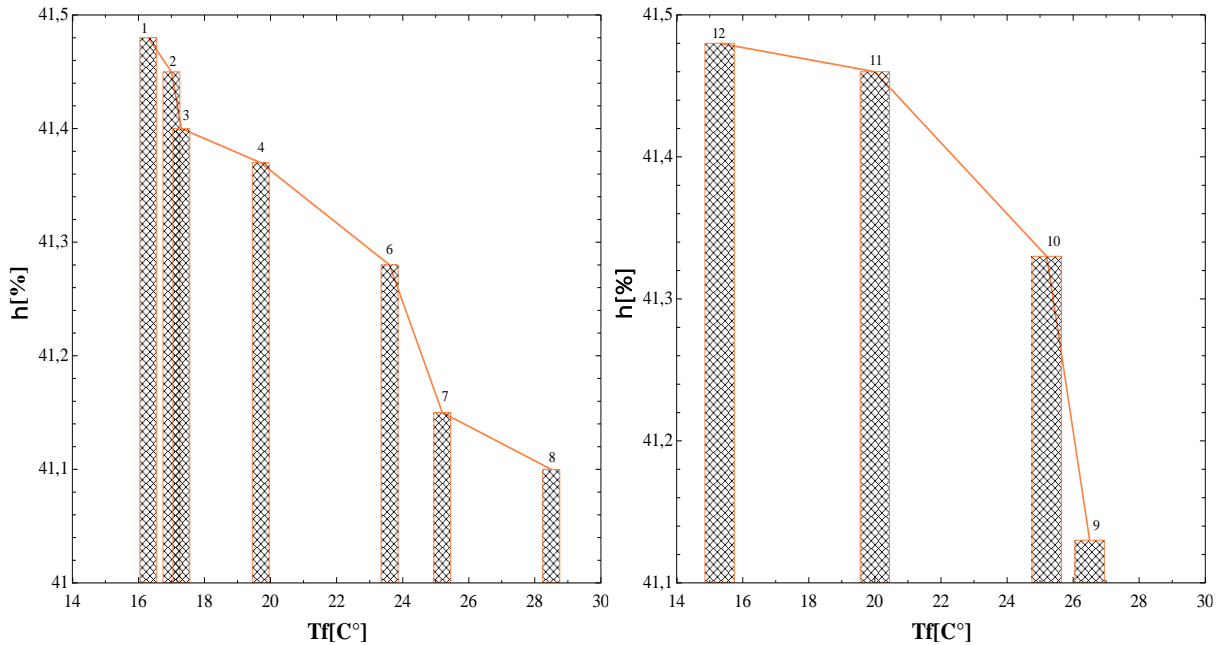


Figure IV.6: Variation de Rendement en fonction de T° eau de mer pour les différents mois de l'année janvier (1) à décembre (12)

Commentaire :

On observe que le rendement du condenseur est généralement plus élevé pendant les mois d'hiver (décembre à février) et plus faible pendant les mois d'été (juin à août). Cela est dû à la variation de la température de l'eau de mer au cours de l'année.

- **Pendant les mois d'hiver :** la température ambiante est plus basse, ce qui permet d'utiliser un l'eau de mer plus froide. Cette eau de refroidissement plus froide favorise un transfert de chaleur plus efficace, ce qui augmente le rendement du cycle.
- **Pendant les mois d'été :** la température ambiante est plus élevée, ce qui rend l'eau de mer plus chaude. Cette eau de refroidissement plus chaude réduit le transfert de chaleur, ce qui diminue le rendement du cycle.

IV.5 Interprétation

L'influence de la température d'entrée de l'eau de mer sur le condenseur et la centrale à vapeur est cruciale dans plusieurs aspects de leur fonctionnement et de leur performance globale.

Efficacité du Condenseur : La température d'entrée de l'eau de mer joue un rôle déterminant dans l'efficacité du condenseur. Un écart significatif par rapport à la température optimale peut affecter la capacité du condenseur à condenser la vapeur sortie de la turbine. Une température d'entrée plus élevée peut réduire l'efficacité du condenseur et le rendement global de la centrale.

Rendement de la Centrale : La température d'entrée de l'eau de mer influence directement le rendement thermodynamique de la centrale à vapeur. Une température plus élevée entraîne généralement une différence de température plus faible entre la source chaude (vapeur à haute pression) et la source froide (eau de mer dans le condenseur), ce qui diminue le potentiel de travail de la turbine disponible et donc le rendement.

Il est bien clair que la pression et la température à l'échappement de la turbine sont déterminées par le fonctionnement du condenseur. Afin de maximiser le rendement de la turbine à vapeur, la pression et la température de sortie de la vapeur doivent être aussi bas que possible. Pour cela, la vapeur sortie de la turbine est dirigée vers le condenseur où elle est refroidie et condensée donc on peut dire que le condenseur est la source froide du cycle thermodynamique.

IV.6. Conclusion

Au cours de ce chapitre, nous avons démontré que les fluctuations de la température de l'eau de mer de refroidissement ont un impact significatif sur le débit et le rendement global de la centrale. Par conséquent, afin de maximiser les performances de la centrale, il est essentiel de mettre en œuvre une gestion efficace de ces variations de température. Cette gestion pourrait inclure des ajustements précis des paramètres opérationnels pour maintenir des conditions optimales de fonctionnement tout au long du cycle thermodynamique.

Conclusion générale

Conclusion générale

Notre analyse a exploré en profondeur la centrale thermique à flamme situé à Jijel en Algérie, en mettant l'accent sur une analyse de fonctionnement technique et énergétique. En utilisant des principes thermodynamiques, nous avons analysé l'impact des composants clés, comme les réchauffeurs haute pression, sur le rendement global de ces installations essentielles pour la production d'électricité.

Dans le cadre de notre étude nous avons mis en évidence l'importance des réchauffeurs haute pression pour maintenir un rendement élevé et stable. En analysant différents scénarios de fonctionnement, nous avons démontré que la gestion efficace de la récupération de chaleur et l'adaptation des paramètres opérationnels sont essentielles pour améliorer la performance de la centrale. La suppression des réchauffeurs haute pression entraîne une diminution significative du rendement, soulignant leur rôle crucial dans le cycle thermodynamique.

Par ailleurs, l'étude a révélé l'impact des fluctuations saisonnières de la température de l'eau de mer, utilisée pour le refroidissement, sur l'efficacité de la centrale. Ces variations affectent le débit et le rendement global de la centrale. Une gestion adaptative des paramètres opérationnels est essentielle pour compenser ces fluctuations et assurer un fonctionnement optimal tout au long de l'année.

Notre étude met en lumière les défis et les opportunités pour maîtriser et analyser le fonctionnement des centrales thermiques en Algérie. Une gestion efficace des ressources et une adaptation aux conditions environnementales sont essentielles pour améliorer le rendement énergétique et répondre à la demande croissante. À cet égard, une analyse approfondie de chaque composant constitutif des centrales thermiques, tels que les chaudières, les turbines, les générateurs et les systèmes de refroidissement, permettra d'optimiser leur performance et de garantir une production électrique durable et efficiente pour l'avenir énergétique du pays.

Références Bibliographiques

Références Bibliographiques

- [1] www.planete-tp.com/centrales-nucleaires-a984.html
- [2] [www.maxicours.com/se/cours/les-centrales-électriques](http://www.maxicours.com/se/cours/les-centrales-electriques)
- [3] André LALLEMAND. Production d'énergie électrique par centrales thermiques. Techniques de l'ingénieur, 2009.
- [4] S.M. Yahia, 'Turbines Compressors and Fans', Published by Tata, McGraw-Hill Publishing, Company Limited National Aeronautical Laboratory Bangalore, India.
- [5] David LINDSLEY. Power-plant Control and Instrumentation - The Control of Boilers and HRSG Systems. The Institution of Electrical Engineers, London, 2005.
- [6] R. Kling, 'Thermodynamique Générale et Applications', Editons Technip, Paris, 1980.
- [7] R. Bidard et J. Bonnin, 'Energétique et Turbomachines', Editions Eyrolles, Saint-Germain, Paris, 1979.
- [8] M.M. El-Wakil, 'Powerplant Technology', International Student Edition 1st Printing, 1985.

ANNEXE

Date	Charge BA (MW)	Températures (°C)										Pressions (bar, mbar)					Débit (t/h)			
		eau alimentaire			eau de mer			vapeur RA		vapeur RK		collecteur	collecteur	Ballon	vapeur RA	vapeur RB	vapeur RK	Vide	vapeur RA	
		am. écon.	ap. écon.	entrée	sortie 1	sortie 2	voie 1	voie 2	voie 1	voie 2	8 bar	8 bar							voie 1	voie 2
01/04/18	195	145	190	15	23,3	23,6	534,0	529,0	521,0	519,0	-	-	123,6	123,9	22,0	21,0	50,0	275,0	282,0	
02/04/18	Groupe à l'arrêt																			
03/04/18	Groupe à l'arrêt																			
04/04/18	186	115,0	275	15	23,3	23,5	501,0	540,0	524,0	511,0	-	-	113,5	113,4	20,3	19,0	54,0	285,0	290,0	
05/04/18	187	152,0	295	15	23,4	23,6	532,0	524,0	520,0	522,0	-	-	119,6	119,7	20,5	19,8	55,0	280,0	300,0	
08/04/18	187	152	295	16	23,6	23,8	533,0	536,0	525,0	529,0	-	-	122,0	122,0	20,6	20,0	53,0	280,0	288,0	
09/04/18	188	150	295	16	23,6	23,8	529,0	532,0	527,0	532,0	186,0	8,8	118,5	117,2	20,8	20,0	52,0	288,0	302,0	
10/04/18	187	155	295	16	24,2	24,4	535,0	537,0	533,0	536,0	186,0	9,0	120,0	119	21,3	20,5	53,0	283,0	300,0	
11/04/18	184	155	296	16	24,2	24,5	529,0	533,0	522,0	528,0	186,0	9,2	121,0	120,3	21,0	20,0	52,0	284,0	296,0	
12/04/18	184	152	290	16	24,3	24,6	527,0	531,0	522,0	526,0	185,0	9,0	118,0	117,5	21,0	20,3	52,0	285,0	300,0	
15/04/18	189	154	290	16	24,2	24,7	535,0	533,0	523,0	523,0	185,0	9,1	124,4	123,3	21,7	20,7	53,0	285,0	300,0	
16/04/18	182	154	290	16	24,2	24,7	537,0	535,0	524,0	527,0	185,0	9,0	124,4	124,6	21,8	20,7	51,0	282,0	298,0	
17/04/18	191	154	294	16	24,0	25,0	530,0	527,0	521,0	520,0	185,0	9,0	123,6	123,0	21,4	20,5	56,0	286,0	299,0	
18/04/18	188	154	294	16	24,0	25,0	524,0	520,0	518,0	517,0	185,0	9,0	122,5	121,6	21,5	20,5	55,0	285,0	300,0	
19/04/18	187	155	295	16	24,0	25,0	540,0	538,0	530,0	531,0	186,0	9,0	120,0	119,5	21,3	20,3	56,0	286,0	300,0	
22/04/18	180	152	295	16	24,8	27,5	529,0	525,0	524,0	522,0	188,0	9,0	120,0	120,0	20,3	19,5	54,0	280,0	294,0	
23/04/18	180	140	290	17	25,0	28,2	509,0	516,0	515,0	513,0	186,0	9,0	117,0	117,0	20,5	19,4	54,0	292,0	292,0	
24/04/18	186	150	292	17	25,0	29,0	543,0	536,0	530,0	526,0	186,0	9,0	120,0	119,7	21,5	20,5	57,0	290,0	300,0	
25/04/18	179	145	290	17	25,6	29,4	527,0	526,0	510,0	513,0	186,0	9,0	122,0	124,0	21,0	20,0	54,0	282,0	290,0	
26/04/18	180	150	300	17	26,0	30,0	511,0	512,0	508,0	506,0	186,0	9,0	114,0	116,0	19,0	18,3	54,0	260,0	270,0	
29/04/18	187	150	290	18	25,8	28,0	523,0	529,0	523,0	519,0	186,0	9,0	119,0	119,3	20,6	19,8	50,0	280,0	295,0	
30/04/18	192	150	290	18	25,8	28,0	529,0	533,0	531,0	524,0	186,0	9,1	119,6	119,4	20,5	19,6	50,0	284,0	298,0	

Date	Charge BA (MW)	Températures (°C)										Pressions (bar, mbar)					Débit (t/h)			
		eau alimentaire			eau de mer			vapeur RA		vapeur RK		collecteur	collecteur	Ballon	vapeur RA	vapeur RB	vapeur RK	Vide	vapeur RA	
		am. écon.	ap. écon.	entrée	sortie 1	sortie 2	voie 1	voie 2	voie 1	voie 2	8 bar	8 bar							voie 1	voie 2
02/05/18	193	151	292	17	24,7	27,0	531,0	532,0	528,0	530,0	186,0	9,1	120,0	119,5	20,6	19,5	49,0	283,0	297,0	
03/05/18	192	151	293	17	24,8	27,0	530,0	535,0	530,0	532,0	186,0	9,1	120,0	119,4	20,7	19,6	49,0	282,0	296,0	
06/05/18	188	150	291	17	25,0	27,0	515,0	524,0	527,0	521,0	207,0	8,3	120,0	119,2	20,6	19,5	50,0	283,0	294,0	
07/05/18	phase de démarrage																			
08/05/18	187	110,0	280	17	25,2	26,6	532,0	534,0	528,0	520,0	186,0	9,0	117,0	118,0	20,0	19,5	62,0	284,0	299,0	
09/05/18	187	108	280	17	25,3	26,5	537,0	534,0	528,0	530,0	185,0	8,9	117,3	117,5	20,2	19,5	59,0	283,0	297,0	
10/05/18	187	108	282	17	25,4	26,3	534,0	531,0	529,0	532,0	186,0	8,9	117,5	117,6	20,3	19,5	58,0	284,0	296,0	
13/05/18	186	110	280	17	25,7	26,4	531,0	532,0	530,0	530,0	185,0	9,0	118,0	119	19,6	19,0	58,0	282,0	298,0	
14/05/18	186	110	282	17	25,8	26,4	530,0	529,0	529,0	532,0	186,0	9,0	119,6	119,4	19,4	18,8	56,0	283,0	297,0	
15/05/18	186	110	282	19	26,2	29,0	530,0	531,0	532,0	529,0	186,0	9,0	119,7	119,5	19,5	18,8	56,0	282,0	295,0	
16/05/18	187	110	280	19	26,3	29,0	529,0	529,0	525,0	528,0	186,0	9,0	118,2	118,5	20,0	19,3	56,0	274,0	280,0	
17/05/18	190	110	280	19	26,4	29,0	533,0	535,0	527,0	529,0	185,0	9,0	118,2	118,5	20,0	19,3	56,0	275,0	280,0	
20/05/18	185	110	280	19	27,0	29,0	532,0	533,0	532,0	535,0	220,0	8,6	119,0	120,2	19,5	18,7	55,0	273,0	278,0	
21/05/18	188	108	280	19	27,0	29,0	534,0	532,0	528,0	531,0	185,0	8,9	117,7	118,7	19,6	18,7	54,0	274,0	279,0	
22/05/18	Groupe à l'arrêt																			
23/05/18	Groupe à l'arrêt																			
24/05/18	144	135	272	19	27,0	29,0	511,0	506,0	486,0	462,0	186,0	8,9	103,0	105,0	16,7	16,2	132,0	248,0	262,0	
27/05/18	175	110	280	19	27,0	29,0	534,0	535,0	528,0	514,0	188,0	9,5	119,0	121,8	18,7	18,2	67,0	256,0	267,0	
28/05/18	181	110	280	19	27,0	30,0	521,0	528,0	521,0	510,0	188,0	9,5	114,0	116,0	19,5	18,8	66,0	265,0	278,0	
29/05/18	180	125	285	19	27,0	30,0	522,0	529,0	530,0	531,0	188,0	9,5	115,0	116,0	19,5	18,8	63,0	264,0	279,0	
30/05/18	182	125	285	19	27,0	30,0	527,0	538,0	529,0	520,0	188,0	9,6	116,0	118,0	19,5	19,0	62,0	266,0	278,0	
31/05/18	182	125	285	19	27,0	30,0	539,0	543,0	534,0	522,0	189,0	9,5	116,5	118,3	19,5	19,0	67,0	265,0	280,0	

Date	Charge BA (MW)	Températures (°C)										Pressions (bar, mbar)					Débit (t/h)			
		eau alimentaire			eau de mer			vapeur RA		vapeur RK		collecteur	collecteur	Ballon	vapeur RA	vapeur RB	vapeur RK	Vide	vapeur RA	
		am. écon.	ap. écon.	entrée	sortie 1	sortie 2	voie 1	voie 2	voie 1	voie 2	8 bar	8 bar							voie 1	voie 2
03/06/18	Groupe à l'arrêt																			
04/06/18	33	phase de démarrage																		
05/06/18	184	130	280	23	29,0	33,8	530,0	528,0	516,0	505,0	188,0	9,5	en déf	119,0	20,5	19,4	78,0	278,0	290,0	
06/06/18	179	130,0	280	23	29,5	34,0	533,0	532,0	522,0	511,0	189,0	9,5	en déf	119,0	20,3	19,2	77,0	280,0	290,0	
07/06/18	Groupe à l'arrêt																			
10/06/18	187	115	270	22	29,5	33,8	535,0	531,0	528,0	531,0	188,0	9,6	en déf	118,0	20,3	19,1	74,0	276,0	285,0	
11/06/18	185	115	270	21	29,3	33,8	524,0	520,0	519,0	525,0	189,0	9,5	en déf	119,3	20,0	19,0	74,0	280,0	287,0	
12/06/18	Groupe à l'arrêt																			
13/06/18	Groupe à l'arrêt																			
14/06/18	142	130	285	22	28,6	32,7	484,0	514,0	471,0	460,0	186,0	9,3	-	105,0	17,0	16,5	135,0	245,0	250,0	
17/06/18	172	110	270	22	30,5	33,5	534,0	531,0	529,0	528,0	188,0	9,5	-	120,0	18,5	17,3	72,0	260,0	270,0	
18/06/18	Groupe à l'arrêt																			
19/06/18	Groupe à l'arrêt																			
20/06/18	Groupe à l'arrêt																			
21/06/18	Groupe à l'arrêt																			
24/06/18	Groupe à l'arrêt																			
25/06/18	Phase de démarrage																			
26/06/18	178	118	275	24	33,5	31,5	534,0	533,0	535,0	532,0	189,0	9,5	-	120,6	20,0	19,2	78,0	272,0	281,0	
27/06/18	181	140	295	23	31,0	33,0	527,0	527,0	523,0	527,0	188,0	9,5	-	120,4	20,0	19,0	77,0	288,0	295,0	

Date	Charge BA (MW)	Températures (°C)										Pressions (bar, mbar)					Débit (t/h)		
		eau alimentaire			eau de mer		vapeur RA		vapeur RK		collecteur	collecteur	Ballon	vapeur RA	vapeur RB	vapeur RK	Vide	vapeur RA	
		am. écon.	ap. écon.	entrée	sortie 1	sortie 2	voie 1	voie 2	voie 1	voie 2	8 bar	8 bar						voie 1	voie 2
01/07/18			G	H - S															
02/07/18			G	H - S															
03/07/18			G	H - S															
04/07/18			G	H - S															
08/07/18	176	100,0	265	25	33,6	30,0	522,0	538,0	535,0	538,0	187,0	9,5	117,0	121,0	20,0	19,1	98,0	263,0	273,0
09/07/18	171	103	275	25	31,0	32,0	526,0	528,0	513,0	530,0	188,0	9,6	115,5	119,7	19,5	18,7	99,0	256,0	260,0
10/07/18	172	106	275	25	31,0	32,0	515,0	529,0	524,0	530,0	189,0	9,7	116,0	120,0	19,6	18,7	87,0	257,0	261,0
11/07/18	174	106	273	25	33,0	36,0	520,0	523,0	519,0	523,0	189,0	9,7	117,0	121	18,8	18,2	84,0	258,0	261,0
12/07/18	175	105	275	25	33,0	36,0	524,0	523,0	519,0	523,0	189,0	9,7	116,0	120,7	19,0	18,2	85,0	256,0	267,0
15/07/18	178	105	275	25	33,0	37,0	525,0	527,0	522,0	527,0	189,0	9,7	118,0	122,0	19,1	18,5	77,0	260,0	268,0
16/07/18	173	105	275	26	34,0	38,0	524,0	527,0	522,0	526,0	189,0	9,4	115,0	120,2	19,0	18,4	81,0	257,0	264,0
17/07/18	175	105	275	26	34,0	38,0	525,0	529,0	527,0	520,0	189,0	9,5	115,0	120,0	19,0	18,3	82,0	258,0	267,0
18/07/18	174	112	280	26	34,0	38,0	530,0	526,0	527,0	531,0	189,0	9,6	112,3	116,1	19,0	18,4	80,0	257,0	268,0
19/07/18	170	141	285	26	34,0	38,0	523,0	530,0	521,0	527,0	189,0	9,6	115,5	119,0	19,0	18,3	95,0	258,0	265,0
22/07/18	173	155	291	26	34,0	38,0	534,0	530,0	525,0	526,0	189,0	9,8	116,0	118,0	19,5	18,6	93,0	257,0	265,0
23/07/18	175	160	295	26	34,0	38,0	530,0	531,0	532,0	525,0	189,0	9,7	116,0	118,0	19,5	18,6	92,0	258,0	267,0
24/07/18			G	H - S															
25/07/18	170	115	272	26	35,0	37,5	506,0	512,0	520,0	532,0	188,0	9,6	112,2	113,6	18,0	17,2	82,0	280,0	290,0
26/07/18	170	115	272	26	35,0	37,5	510,0	515,0	525,0	530,0	188,0	9,6	112,3	113,4	18,0	17,2	83,0	281,0	292,0
29/07/18	170	140	282	26	35,0	37,5	528,0	529,0	531,0	531,0	188,0	9,5	116,0	118,3	18,2	17,4	85,0	288,0	290,0
30/07/18			G	H - S															
31/07/18			G	H - S															

Date	Charge BA (MW)	Températures (°C)										Pressions (bar, mbar)					Débit (t/h)		
		eau alimentaire			eau de mer		vapeur RA		vapeur RK		collecteur	collecteur	Ballon	vapeur RA	vapeur RB	vapeur RK	Vide	vapeur RA	
		am. écon.	ap. écon.	entrée	sortie 1	sortie 2	voie 1	voie 2	voie 1	voie 2	8 bar	8 bar						voie 1	voie 2
01/08/18	186	150	282	26,0	36,0	40,0	522,0	535,0	526,0	510,0	189,0	9,7	-	120,3	20,5	19,6	89,0	289,0	300,0
02/08/18	187	150	282	26,0	36,0	40,0	532,0	538,0	537,0	536,0	189,0	9,6	-	116,0	20,5	19,8	86,0	300,0	310,0
05/08/18	188	155,0	285	26,0	36,5	40,4	532,0	535,0	536,0	532,0	189,0	9,8	-	117,0	20,6	19,9	89,0	300,0	312,0
06/08/18	188	155,0	290	26,0	36,4	40,2	537,0	540,0	537,0	535,0	189,0	9,6	-	121,0	20,5	19,7	90,0	298,0	310,0
07/08/18	174	147,0	298	27,4	37,4	38,5	524,0	525,0	527,0	520,0	188,0	9,6	-	118,4	20,6	19,8	91,0	297,0	305,0
08/08/18	175	147	297	27,5	37,5	38,6	525,0	522,0	528,0	523,0	187,0	9,6	-	118,5	20,6	19,9	90,0	298,0	304,0
09/08/18	174	148	297	27,5	37,5	38,5	526,0	524,0	530,0	527,0	188,0	9,6	-	118,0	20,7	19,8	91,0	297,0	302,0
12/08/18	174	148	298	28,3	38,2	38,6	529,0	530,0	528,0	521,0	188,0	9,6	-	124	20,7	19,6	88,0	296,0	300,0
13/08/18	170	148	298	28,3	38,2	39,7	528,0	532,0	524,0	529,0	188,0	9,4	-	120,7	20,7	19,7	86,0	296,0	301,0
14/08/18	173	147	298	28,5	38,5	39,5	528,0	535,0	522,0	533,0	188,0	9,4	-	115,7	20,8	19,7	84,0	295,0	300,0
15/08/18	174	148	298	28,5	38,4	39,5	522,0	532,0	525,0	531,0	188,0	9,4	-	115,8	20,8	18,6	85,0	293,0	299,0
16/08/18	175	148	299	28,5	38,4	39,5	524,0	523,0	530,0	532,0	188,0	9,4	-	116,0	20,7	19,6	86,0	292,0	298,0
19/08/18	174	149	298	28,5	38,3	39,4	525,0	522,0	531,0	534,0	188,0	9,4	-	116,0	20,8	19,6	87,0	298,0	299,0
20/08/18	175	148	298	28,5	38,2	39,2	523,0	535,0	531,0	528,0	188,0	9,4	-	117,7	20,8	20,0	84,0	298,0	298,0
21/08/18																			
22/08/18																			
23/08/18	175	147	297	27,5	38,3	39,4	520,0	527,0	527,0	526,0	188,0	9,6	-	116,0	18,8	15,0	80,0	290,0	3,0
26/08/18	168	145	295	27,5	37,2	38,3	516,0	526,0	526,0	522,0	188,0	9,6	-	117,7	19,2	18,6	83,0	280,0	290,0
27/08/18	171	142	294	27,6	37,3	38,4	514,0	524,0	525,0	520,0	188,0	9,6	-	114,0	19,2	18,6	84,0	282,0	294,0
28/08/18	170	142	295	27,6	37,0	38,3	519,0	530,0	528,0	524,0	188,0	9,6	-		23,6	18,0	75,0	271,0	273,0
29/08/18	170	142	295	27,2	37,0	38,0	516,0	527,0	527,0	521,0	187,0	9,5	-	127,7	23,4	18,0	71,0	276,0	285,0
30/08/18	171	142	296	27,0	37,0	38,0	524,0	527,0	528,0	525,0	189,0	9,6	-	131,0	18,3	17,2	64,0	267,0	272,0

Date	Charge BA (MW)	Températures (°C)										Pressions (bar, mbar)					Débit (t/h)		
		eau alimentaire			eau de mer		vapeur RA		vapeur RK		collecteur	collecteur	Ballon	vapeur RA	vapeur RB	vapeur RK	Vide	vapeur RA	
		am. écon.	ap. écon.	entrée	sortie 1	sortie 2	voie 1	voie 2	voie 1	voie 2	8 bar	8 bar						voie 1	voie 2
02/09/18	173	147	286	25,3	33,0	36,0	534,0	536,0	530,0	533,0	188,0	9,6	118,0	121,5	18,3	17,5	66,0	264,0	272,0
03/09/18	175	146	285	25,3	33,0	36,0	532,0	534,0	526,0	532,0	188,0	9,6	116,0	118,0	18,4	17,6	62,0	263,0	270,0
04/09/18	173	146,0	286	25,3	33,0	36,0	530,0	532,0	528,0	531,0	188,0	9,6	117,0	118,0	18,4	17,6	62,0	264,0	270,0
05/09/18	178	146,0	285	25,3	33,0	36,0	539,0	540,0	533,0	538,0	188,0	9,7	113,0	115,0	18,5	17,7	65,0	263,0	272,0
06/09/18	179	145,0	284	25,3	33,0	36,0	538,0	537,0	532,0	535,0	188,0	9,6	114,0	115,0	18,6	17,8	66,0	264,0	273,0
09/09/18																			
10/09/18																			
12/09/18																			
13/09/18																			
14/09/18	174	154	280	25,0	34,0	35,0	523,0	528,0	520,0	522,0	189,0	9,8	117,8	119,2	18,3	17,7	79,0	274,0	280,0
17/09/18	175	154	281	25,0	33,0	35,0	539,0	543,0	534,0	537,0	189,0	9,6	119,6	122,7	18,5	17,8	69,0	272,0	279,0
18/09/18	174	152	282	25,0	33,0	35,0	532,0	540,0	535,0	538,0	189,0	9,6	119,5	122,8	18,5	17,8	72,0	273,0	278,0
19/09/18	173	152	281	25,0	33,0	35,0	534,0	538,0	530,0	535,0	188,0	9,6	119,8	122,7	18,6	17,8	73,0	274,0	278,0
23/09/18	165	146	290	25,0	34,0	35,0	530,0	529,0	524,0	528,0	187,0	9,6	115,0	118,0	17,0	16,5	69,0	254,0	262,0
24/09/18	167	146	290	25,0	34,0	35,0	532,0	530,0	527,0	529,0	187,0	9,6	116,0	119,0	17,2	16,6	68,0	253,0	261,0
25/09/18	168	150	288	25,0	34,0	35,0	531,0	529,0	528,0	530,0	187,0	9,6	115,0	118,0	17,1	16,5	69,0	254,0	262,0
26/09/18	171	150	287	25,0	34,0	35,0	535,0	536,0	529,0	534,0	189,0	9,6	115,0	116,7	17,2	16,6	70,0	253,0	263,0
27/09/18	167	152	289	25,0	34,0	35,0	526,0	531,0	519,0	527,0	189,0	9,6	115,0	118,0	17,2	16,6	67,0	257,0	268,0
30/09/18	170	152	288	25,0	34,0	35,0	521,0	525,0	516,0	519,0	188,0	9,7	115,0	118,0	17,6	17,2	63,0	267,0	272,0

Date	Charge BA (MW)	Températures (°C)										Pressions (bar, mbar)					Débit (t/h)			
		eau alimentaire			eau de mer			vapeur RA		vapeur RK		collecteur	collecteur	Ballon	vapeur RA	vapeur RB	vapeur RK	Vide	vapeur RA	
		am. écon.	ap. écon.	entrée	sortie 1	sortie 2	voie 1	voie 2	voie 1	voie 2	8 bar	8 bar						voie 1	voie 2	
01/07/18			G	H - S																
02/07/18			G	H - S																
03/07/18			G	H - S																
04/07/18			G	H - S																
08/07/18	176	100,0	265	25	33,6	30,0	522,0	538,0	535,0	538,0	187,0	9,5	117,0	121,0	20,0	19,1	98,0	263,0	273,0	
09/07/18	171	103	275	25	31,0	32,0	526,0	528,0	513,0	530,0	188,0	9,6	115,5	119,7	19,5	18,7	99,0	256,0	260,0	
10/07/18	172	106	275	25	31,0	32,0	515,0	529,0	524,0	530,0	189,0	9,7	116,0	120,0	19,6	18,7	87,0	257,0	261,0	
11/07/18	174	106	273	25	33,0	36,0	520,0	523,0	519,0	523,0	189,0	9,7	117,0	121	18,8	18,2	84,0	258,0	261,0	
12/07/18	175	105	275	25	33,0	36,0	524,0	523,0	519,0	523,0	189,0	9,7	116,0	120,7	19,0	18,2	85,0	256,0	267,0	
15/07/18	178	105	275	25	33,0	37,0	525,0	527,0	522,0	527,0	189,0	9,7	118,0	122,0	19,1	18,5	77,0	260,0	268,0	
16/07/18	173	105	275	26	34,0	38,0	524,0	527,0	522,0	526,0	189,0	9,4	115,0	120,2	19,0	18,4	81,0	257,0	264,0	
17/07/18	175	105	275	26	34,0	38,0	525,0	529,0	527,0	520,0	189,0	9,5	115,0	120,0	19,0	18,3	82,0	258,0	267,0	
18/07/18	174	112	280	26	34,0	38,0	530,0	526,0	527,0	531,0	189,0	9,6	112,3	116,1	19,0	18,4	80,0	257,0	268,0	
19/07/18	170	141	285	26	34,0	38,0	523,0	530,0	521,0	527,0	189,0	9,6	115,5	119,0	19,0	18,3	95,0	258,0	265,0	
22/07/18	173	155	291	26	34,0	38,0	534,0	530,0	525,0	526,0	189,0	9,8	116,0	118,0	19,5	18,6	93,0	257,0	265,0	
23/07/18	175	160	295	26	34,0	38,0	530,0	531,0	532,0	525,0	189,0	9,7	116,0	118,0	19,5	18,6	92,0	258,0	267,0	
24/07/18			G	H - S																
25/07/18	170	115	272	26	35,0	37,5	506,0	512,0	520,0	532,0	188,0	9,6	112,2	113,6	18,0	17,2	82,0	280,0	290,0	
26/07/18	170	115	272	26	35,0	37,5	510,0	515,0	525,0	530,0	188,0	9,6	112,3	113,4	18,0	17,2	83,0	281,0	292,0	
29/07/18	170	140	282	26	35,0	37,5	528,0	529,0	531,0	531,0	188,0	9,5	116,0	118,3	18,2	17,4	85,0	288,0	290,0	
30/07/18			G	H - S																
31/07/18			G	H - S																

Date	Charge BA (MW)	Températures (°C)										Pressions (bar, mbar)					Débit (t/h)			
		eau alimentaire			eau de mer			vapeur RA		vapeur RK		collecteur	collecteur	Ballon	vapeur RA	vapeur RB	vapeur RK	Vide	vapeur RA	
		am. écon.	ap. écon.	entrée	sortie 1	sortie 2	voie 1	voie 2	voie 1	voie 2	8 bar	8 bar							voie 1	voie 2
01/08/18	186	150	282	26,0	36,0	40,0	522,0	535,0	526,0	510,0	189,0	9,7	-	120,3	20,5	19,6	89,0	289,0	300,0	
02/08/18	187	150	282	26,0	36,0	40,0	532,0	538,0	537,0	536,0	189,0	9,6	-	116,0	20,5	19,8	86,0	300,0	310,0	
05/08/18	188	155,0	285	26,0	36,5	40,4	532,0	535,0	536,0	532,0	189,0	9,8	-	117,0	20,6	19,9	89,0	300,0	312,0	
06/08/18	188	155,0	290	26,0	36,4	40,2	537,0	540,0	537,0	535,0	189,0	9,6	-	121,0	20,5	19,7	90,0	298,0	310,0	
07/08/18	174	147,0	298	27,4	37,4	38,5	524,0	525,0	527,0	520,0	188,0	9,6	-	118,4	20,6	19,8	91,0	297,0	305,0	
08/08/18	175	147	297	27,5	37,5	38,6	525,0	522,0	528,0	523,0	187,0	9,6	-	118,5	20,6	19,9	90,0	298,0	304,0	
09/08/18	174	148	297	27,5	37,5	38,5	526,0	524,0	530,0	527,0	188,0	9,6	-	118,0	20,7	19,8	91,0	297,0	302,0	
12/08/18	174	148	298	28,3	38,2	38,6	529,0	530,0	528,0	521,0	188,0	9,6	-	124	20,7	19,6	88,0	296,0	300,0	
13/08/18	170	148	298	28,3	38,2	39,7	528,0	532,0	524,0	529,0	188,0	9,4	-	120,7	20,7	19,7	86,0	296,0	301,0	
14/08/18	173	147	298	28,5	38,5	39,5	528,0	535,0	522,0	533,0	188,0	9,4	-	115,7	20,8	19,7	84,0	295,0	300,0	
15/08/18	174	148	298	28,5	38,4	39,5	522,0	532,0	525,0	531,0	188,0	9,4	-	115,8	20,8	18,6	85,0	293,0	299,0	
16/08/18	175	148	299	28,5	38,4	39,5	524,0	523,0	530,0	532,0	188,0	9,4	-	116,0	20,7	19,6	86,0	292,0	298,0	
19/08/18	174	149	298	28,5	38,3	39,4	525,0	522,0	531,0	534,0	188,0	9,4	-	116,0	20,8	19,6	87,0	298,0	299,0	
20/08/18	175	148	298	28,5	38,2	39,2	523,0	535,0	531,0	528,0	188,0	9,4	-	117,7	20,8	20,0	84,0	298,0	298,0	
21/08/18																				
22/08/18																				
23/08/18	175	147	297	27,5	38,3	39,4	520,0	527,0	527,0	526,0	188,0	9,6	-	116,0	18,8	15,0	80,0	290,0	3,0	
26/08/18	168	145	295	27,5	37,2	38,3	516,0	526,0	526,0	522,0	188,0	9,6	-	117,7	19,2	18,6	83,0	280,0	290,0	
27/08/18	171	142	294	27,6	37,3	38,4	514,0	524,0	525,0	520,0	188,0	9,6	-	114,0	19,2	18,6	84,0	282,0	294,0	
28/08/18	170	142	295	27,6	37,0	38,3	519,0	530,0	528,0	524,0	188,0	9,6	-		23,6	18,0	75,0	271,0	273,0	
29/08/18	170	142	295	27,2	37,0	38,0	516,0	527,0	527,0	521,0	187,0	9,5	-	127,7	23,4	18,0	71,0	276,0	285,0	
30/08/18	171	142	296	27,0	37,0	38,0	524,0	527,0	528,0	525,0	189,0	9,6	-	131,0	18,3	17,2	64,0	267,0	272,0	

Date	Charge BA (MW)	Températures (°C)										Pressions (bar, mbar)					Débit (t/h)			
		eau alimentaire			eau de mer			vapeur RA		vapeur RK		collecteur	collecteur	Ballon	vapeur RA	vapeur RB	vapeur RK	Vide	vapeur RA	
		am. écon.	ap. écon.	entrée	sortie 1	sortie 2	voie 1	voie 2	voie 1	voie 2	8 bar	8 bar							voie 1	voie 2
02/09/18	173	147	286	25,3	33,0	36,0	534,0	536,0	530,0	533,0	188,0	9,6	118,0	121,5	18,3	17,5	66,0	264,0	272,0	
03/09/18	175	146	285	25,3	33,0	36,0	532,0	534,0	526,0	532,0	188,0	9,6	116,0	118,0	18,4	17,6	62,0	263,0	270,0	
04/09/18	173	146,0	286	25,3	33,0	36,0	530,0	532,0	528,0	531,0	188,0	9,6	117,0	118,0	18,4	17,6	62,0	264,0	270,0	
05/09/18	178	146,0	285	25,3	33,0	36,0	539,0	540,0	533,0	538,0	188,0	9,7	113,0	115,0	18,5	17,7	65,0	263,0	272,0	
06/09/18	179	145,0	284	25,3	33,0	36,0	538,0	537,0	532,0	535,0	188,0	9,6	114,0	115,0	18,6	17,8	66,0	264,0	273,0	
09/09/18				Groupe a l'arrêt																
10/09/18				Groupe a l'arrêt																
12/09/18				Groupe a l'arrêt																
13/09/18				Groupe a l'arrêt																
14/09/18	174	154	280	25,0	34,0	35,0	523,0	528,0	520,0	522,0	189,0	9,8	117,8	119,2	18,3	17,7	79,0	274,0	280,0	
17/09/18	175	154	281	25,0	33,0	35,0	539,0	543,0	534,0	537,0	189,0	9,6	119,6	122,7	18,5	17,8	69,0	272,0	279,0	
18/09/18	174	152	282	25,0	33,0	35,0	532,0	540,0	535,0	538,0	189,0	9,6	119,5	122,8	18,5	17,8	72,0	273,0	278,0	
19/09/18	173	152	281	25,0	33,0	35,0	534,0	538,0	530,0	535,0	188,0	9,6	119,8	122,7	18,6	17,8	73,0	274,0	278,0	
23/09/18	165	146	290	25,0	34,0	35,0	530,0	529,0	524,0	528,0	187,0	9,6	115,0	118,0	17,0	16,5	69,0	254,0	262,0	
24/09/18	167	146	290	25,0	34,0	35,0	532,0	530,0	527,0	529,0	187,0	9,6	116,0	119,0	17,2	16,6	68,0	253,0	261,0	
25/09/18	168	150	288	25,0	34,0	35,0	531,0	529,0	528,0	530,0	187,0	9,6	115,0	118,0	17,1	16,5	69,0	254,0	262,0	
26/09/18	171	150	287	25,0	34,0	35,0	535,0	536,0	529,0	534,0	189,0	9,6	115,0	116,7	17,2	16,6	70,0	253,0	263,0	
27/09/18	167	152	289	25,0	34,0	35,0	526,0	531,0	519,0	527,0	189,0	9,6	115,0	118,0	17,2	16,6	67,0	257,0	268,0	
30/09/18	170	152	288	25,0	34,0	35,0	521,0	525,0	516,0	519,0	188,0	9,7	115,0	118,0	17,6	17,2	63,0	267,0	272,0	

Annexe B: Circuit sans RHP :

"Boiler exit / Turbine HP intel"

$$T[1]=540 \text{ [C]}$$

$$P[1]=12500 \text{ [kPa]}$$

$$h[1]=\text{enthalpy}(\text{Steam};T=T[1];P=P[1])$$

$$s[1]=\text{entropy}(\text{Steam};T=T[1];P=P[1])$$

$$G[1]=617,4 \text{ [T/H]}$$

"Turbine HP exit / Boiler intel "

$$T[4]=328 \text{ [C]}$$

$$P[4]=2550 \text{ [kPa]}$$

$$h[4]=\text{enthalpy}(\text{Steam};T=T[4];P=P[4])$$

$$s[4]=\text{entropy}(\text{Steam};T=T[4];P=P[4])$$

$$G[4]=564,8 \text{ [T/H]}$$

"Turbine MP intel / boiler exit "

$$T[5]=540 \text{ [C]}$$

$$P[5]=2300 \text{ [kPa]}$$

$$h[5]=\text{enthalpy}(\text{Steam};T=T[5];P=P[5])$$

$$s[5]=\text{entropy}(\text{Steam};T=T[5];P=P[5])$$

$$G[5]=564,8 \text{ [T/H]}$$

"Turbine MP exit / Pressure base heater 4 intel "

$$T[7]=345 \text{ [C]}$$

$$P[7]=600 \text{ [kPa]}$$

$$h[7]=\text{enthalpy}(\text{Steam};T=T[7];P=P[7])$$

$$s[7]=\text{entropy}(\text{Steam};T=T[7];P=P[7])$$

$$G[7]=25,2 \text{ [T/H]}$$

"Turbine MP exit / Pressure base heater 3 intel "

$$T[8]=240 \text{ [C]}$$

$$P[8]=250 \text{ [kPa]}$$

$$h[8]=\text{enthalpy}(\text{Steam};T=T[8];P=P[8])$$

$$s[8]=\text{entropy}(\text{Steam};T=T[8];P=P[8])$$

$$G[8]=19,1[\text{T/H}]$$

"Turbine MP exit / Pressure base heater 2 intel "

$$T[9]=160[\text{C}]$$

$$P[9]=125[\text{kPa}]$$

$$h[9]=\text{enthalpy}(\text{Steam};T=T[9];P=P[9])$$

$$s[9]=\text{entropy}(\text{Steam};T=T[9];P=P[9])$$

$$G[9]=27,4[\text{T/H}]$$

$$G[0]=617,4[\text{T/H}]$$

"Performance parameters"

$$A[1]=G[1]/G[0]$$

$$A[4]=G[4]/G[0]$$

$$A[5]=G[5]/G[0]$$

$$A[7]=G[7]/G[0]$$

$$A[8]=G[8]/G[0]$$

$$A[9]=G[9]/G[0]$$

$$A[10]=G[10]/G[0]$$

$$A[11]=G[11]/G[0]$$

$$A[12]=G[12]/G[0]$$

$$W_{\text{turbineHP}}=((h[1]-h[4])*(A[1]))$$

$$W_{\text{turbineMP}}=(h[5]-h[7])+((h[7]-h[8])*(1-A[7]))+((h[8]-h[9])*(1-A[7]-A[8]))$$

$$W_{\text{turbineBP}}=((h[10]-h[11])*(1-A[7]-A[8]-A[9]))+((h[11]-h[12])*(1-A[7]-A[8]-A[9]-A[11]))$$

$$W_{\text{turbine}}=W_{\text{turbineHP}}+W_{\text{turbineMP}}+W_{\text{turbineBP}}$$

$$Q_{\text{Boiler}}=((h[5]-h[4])*(A[5]))+((h[1]-h[21])*(A[1]))$$

$$\text{eta}=W_{\text{turbine}}/Q_{\text{Boiler}}$$

Sort	1 P_i [kPa] {kPa}	2 A_i	3 G_i [T/H] {T/H}	4 T_i [C]	5 h_i [kJ/kg] {kJ/kg}	6 s_i [kJ/kg-K]
[0]			617,4 {617,4}			
[1]	12500 {12500}	1	617,4 {617,4}	540	3450 {3450}	6,6
[2]						
[3]						
[4]	2550 {2550}	0,9148	564,8 {564,8}	328	3075 {3075}	6,749
[5]	2300 {2300}	0,9148	564,8 {564,8}	540	3554 {3554}	7,478
[6]						
[7]	600 {600}	0,04082	25,2 {25,2}	345	3156 {3156}	7,531
[8]	250 {250}	0,03094	19,1 {19,1}	240	2949 {2949}	7,566
[9]	125 {125}	0,04438	27,4 {27,4}	160	2795 {2795}	7,555
[10]	110 {110}	0,8107	500,5 {500,5}	158	2792 {2792}	7,607
[11]	26,3 {26,3}	0,03175	19,6 {19,6}	70,2	2627 {2627}	7,836
[12]	4,3 {4,3}	0,8107	500,5 {500,5}	38	2571 {2571}	8,496
[13]	4,3 {4,3}			30	125,7 {125,7}	0,4368
[14]	800 {800}			33	139 {139}	0,4777
[15]	2000 {2000}			40	169,3 {169,3}	0,5716
[16]	1800 {1800}			61	256,9 {256,9}	0,8429
[17]	1750 {1750}			101	424,6 {424,6}	1,317
[18]	1550 {1550}			125	526 {526}	1,58
[19]	1370 {1370}			158	667,3 {667,3}	1,922
[20]	650 {650}			160	675,5 {675,5}	1,943
[21]	18000 {18000}			162	694,4 {694,4}	1,942

Annexe C : Circuit avec RHP

"Boiler exit / Turbine HP intel"

$$T[1]=540[\text{C}]$$

$$P[1]=12750[\text{kPa}]$$

$$h[1]=\text{enthalpy}(\text{Steam};T=T[1];P=P[1])$$

$$s[1]=\text{entropy}(\text{Steam};T=T[1];P=P[1])$$

$$G[1]=617,4[\text{T/H}]$$

"Turbine HP exit / High pressure heater 3 intel "

$$T[2]=378 [\text{C}]$$

$$P[2]=3920 [\text{kPa}]$$

$$h[2]=\text{enthalpy}(\text{Steam};T=T[2];P=P[2])$$

$$s[2]=\text{entropy}(\text{Steam};T=T[2];P=P[2])$$

$$G[2]=31,2[\text{T/H}]$$

"Turbine HP exit / High pressure heater 2 intel "

$$T[3]=329 [\text{C}]$$

$$P[3]=2670 [\text{kPa}]$$

$$h[3]=\text{enthalpy}(\text{Steam};T=T[3];P=P[3])$$

$$s[3]=\text{entropy}(\text{Steam};T=T[3];P=P[3])$$

$$G[3]=43,4[\text{T/H}]$$

"Turbine HP exit / Boiler intel "

$$T[4]=329 [\text{C}]$$

$$P[4]=2670[\text{kPa}]$$

$$h[4]=\text{enthalpy}(\text{Steam};T=T[4];P=P[4])$$

$$s[4]=\text{entropy}(\text{Steam};T=T[4];P=P[4])$$

$$G[4]=533,6[\text{T/H}]$$

"Turbine MP intel / boiler exit "

$$T[5]=540[\text{C}]$$

$$P[5]=2340[\text{kPa}]$$

$$h[5]=\text{enthalpy}(\text{Steam};T=T[5];P=P[5])$$

$$s[5]=\text{entropy}(\text{Steam};T=T[5];P=P[5])$$

$$G[5]=533,6 [\text{T/H}]$$

"Turbine MP exit / High pressure heater 1 intel "

$$T[6]=445[\text{C}]$$

$$P[6]=1220[\text{kPa}]$$

$$h[6]=\text{enthalpy}(\text{Steam};T=T[6];P=P[6])$$

$$s[6]=\text{entropy}(\text{Steam};T=T[6];P=P[6])$$

$$G[6]=18,3[\text{T/H}]$$

"Turbine MP exit / Pressure base heater 4 intel "

$$T[7]=358[\text{C}]$$

$$P[7]=642[\text{kPa}]$$

$$h[7]=\text{enthalpy}(\text{Steam};T=T[7];P=P[7])$$

$$s[7]=\text{entropy}(\text{Steam};T=T[7];P=P[7])$$

$$G[7]=24,4[\text{T/H}]$$

"Turbine MP exit / Pressure base heater 3 intel "

$$T[8]=255[C]$$

$$P[8]=276[kPa]$$

$$h[8]=\text{enthalpy}(\text{Steam};T=T[8];P=P[8])$$

$$s[8]=\text{entropy}(\text{Steam};T=T[8];P=P[8])$$

$$G[8]=18,6[T/H]$$

"Turbine MP exit / Pressure base heater 2 intel "

$$T[9]=174[C]$$

$$P[9]=127[kPa]$$

$$h[9]=\text{enthalpy}(\text{Steam};T=T[9];P=P[9])$$

$$s[9]=\text{entropy}(\text{Steam};T=T[9];P=P[9])$$

$$G[9]=27,4[T/H]$$

"Turbine MP exit / Turbine BP intel "

$$T[10]=174[C]$$

$$P[10]=125[kPa]$$

$$h[10]=\text{enthalpy}(\text{Steam};T=T[10];P=P[10])$$

$$s[10]=\text{entropy}(\text{Steam};T=T[10];P=P[10])$$

$$G[10]=443,4[T/H]$$

"Turbine BP exit / Pressure base heater 1 intel"

$$T[11]=70,2[C]$$

$$P[11]=26,3[kPa]$$

$$h[11]=\text{enthalpy}(\text{Steam};T=T[11];P=P[11])$$

$$s[11]=\text{entropy}(\text{Steam};T=T[11];P=P[11])$$

$$G[11]=19,1[T/H]$$

"Turbine BP exit / Condenser intel"

$$T[12]=35[C]$$

$$P[12]=5,27[kPa]$$

$$h[12]=\text{enthalpy}(\text{Steam};T=T[12];P=P[12])$$

$$s[12]=\text{entropy}(\text{Steam};T=T[12];P=P[12])$$

$$G[12]=424,3[T/H]$$

"Condenser exit / Extraction pump 1 intel"

$$T[13]=33[C]$$

$$P[13]=5,27[kPa]$$

$$h[13]=\text{enthalpy}(\text{Water};T=T[13];P=P[13])$$

$$s[13]=\text{entropy}(\text{Water};T=T[13];P=P[13])$$

$$G[13]=450,9[T/H]$$

"Extraction pump 1 exit / Extraction pump 2 intel"

$$T[14]=33[C]$$

$$P[14]=08,20[kPa]$$

$$h[14]=\text{enthalpy}(\text{Water};T=T[14];P=P[14])$$

$s[14]=\text{entropy}(\text{Water};T=T[14];P=P[14])$
 $G[14]=450,9 \text{ [T/H]}$

"Extraction pump 2 exit / Pressure base heater 1 intel "

$T[15]=38[\text{C}]$
 $P[15]=1570[\text{kPa}]$
 $h[15]=\text{enthalpy}(\text{Water};T=T[15];P=P[15])$
 $s[15]=\text{entropy}(\text{Water};T=T[15];P=P[15])$
 $G[15]=450,9[\text{T/H}]$

"Pressure base heater 1 exit / Pressure base heater 2 intel"

$T[16]=61[\text{C}]$
 $P[16]=1540[\text{kPa}]$
 $h[16]=\text{enthalpy}(\text{Water};T=T[16];P=P[16])$
 $s[16]=\text{entropy}(\text{Water};T=T[16];P=P[16])$
 $G[16]=450,9 \text{ [T/H]}$

"Pressure base heater 2 exit / Pressure base heater 3 intel"

$T[17]=101[\text{C}]$
 $P[17]=1480[\text{kPa}]$
 $h[17]=\text{enthalpy}(\text{Water};T=T[17];P=P[17])$
 $s[17]=\text{entropy}(\text{Water};T=T[17];P=P[17])$
 $G[17]=526,7[\text{T/H}]$

"Pressure base heater 3 exit / Pressure base heater 4 intel"

$T[18]=125[\text{C}]$
 $P[18]=1430[\text{kPa}]$
 $h[18]=\text{enthalpy}(\text{Water};T=T[18];P=P[18])$
 $s[18]=\text{entropy}(\text{Water};T=T[18];P=P[18])$
 $G[18]=526,7[\text{T/H}]$

"Pressure base heater 4 exit"

$T[19]=158[\text{C}]$
 $P[19]=1370[\text{kPa}]$
 $h[19]=\text{enthalpy}(\text{Water};T=T[19];P=P[19])$
 $s[19]=\text{entropy}(\text{Water};T=T[19];P=P[19])$
 $G[19]=526,7[\text{T/H}]$

"Alimentaire pump intel"

$T[20]=164[\text{C}]$
 $P[20]=690[\text{kPa}]$
 $h[20]=\text{enthalpy}(\text{Water};T=T[20];P=P[20])$
 $s[20]=\text{entropy}(\text{Water};T=T[20];P=P[20])$

"Alimentaire pump exit / High pressure heater 1 intel"

$T[21]=170[\text{C}]$
 $P[21]=18630[\text{kPa}]$
 $h[21]=\text{enthalpy}(\text{Water};T=T[21];P=P[21])$
 $s[21]=\text{entropy}(\text{Water};T=T[21];P=P[21])$
 $G[21]=617,4[\text{T/H}]$

"High pressure heater 1 exit / High pressure heater 2 intel"

$$T[22]=180,9[C]$$

$$P[22]=18390[kPa]$$

$$h[22]=\text{enthalpy}(\text{Water};T=T[22];P=P[22])$$

$$s[22]=\text{entropy}(\text{Water};T=T[22];P=P[22])$$

$$G[22]=617,4[T/H]$$

"High pressure heater 2 exit / High pressure heater 3 intel"

$$T[23]=219[C]$$

$$P[23]=18150[kPa]$$

$$h[23]=\text{enthalpy}(\text{Water};T=T[23];P=P[23])$$

$$s[23]=\text{entropy}(\text{Water};T=T[23];P=P[23])$$

$$G[23]=617,4[T/H]$$

"High pressure heater 3 exit / boiler inter"

$$T[24]=244[C]$$

$$P[24]=17850[kPa]$$

$$h[24]=\text{enthalpy}(\text{Water};T=T[24];P=P[24])$$

$$s[24]=\text{entropy}(\text{Water};T=T[24];P=P[24])$$

$$G[24]=617,4[T/H]$$

$$G[0]=617,4[T/H]$$

"Performance parameters"

$$A[1]=G[1]/G[0]$$

$$A[2]=G[2]/G[0]$$

$$A[3]=G[3]/G[0]$$

$$A[4]=G[4]/G[0]$$

$$A[5]=G[5]/G[0]$$

$$A[6]=G[6]/G[0]$$

$$A[7]=G[7]/G[0]$$

$$A[8]=G[8]/G[0]$$

$$A[9]=G[9]/G[0]$$

$$A[10]=G[10]/G[0]$$

$$A[11]=G[11]/G[0]$$

$$A[12]=G[12]/G[0]$$

$$W_{\text{turbineHP}} = ((h[1]-h[2])*(A[1])) + ((h[2]-h[3])*(1-A[2]))$$

$$W_{\text{turbineMP}} = ((h[5]-h[6])*(1-A[2]-A[3])) + ((h[6]-h[7])*(1-A[2]-A[3]-A[6])) + ((h[7]-h[8])*(1-A[2]-A[3]-A[6]-A[7])) + ((h[8]-h[9])*(1-A[2]-A[3]-A[6]-A[7]-A[8]))$$

$$W_{\text{turbineBP}} = ((h[10]-h[11])*(1-A[2]-A[3]-A[6]-A[7]-A[8]-A[9])) + ((h[11]-h[12])*(1-A[2]-A[3]-A[6]-A[7]-A[8]-A[9]-A[11]))$$

$$W_{\text{turbine}} = W_{\text{turbineHP}} + W_{\text{turbineMP}} + W_{\text{turbineBP}}$$

$$Q_{\text{Boiler}} = ((h[5]-h[4])*(A[5])) + ((h[1]-h[24])*(A[1]))$$

Sort	1 A_i	2 G_i [T/H]	3 h_i [kJ/kg] { [kJ/kg]	4 P_i [kPa]	5 s_i [kJ/kg-K] { [kJ/kg-K]	6 T_i [C]
[0]		617,4				
[1]	1	617,4	3448 {3448}	12750	6,588 {6,588}	540
[2]	0,05053	31,2	3164 {3164}	3920	6,703 {6,703}	378
[3]	0,07029	43,4	3074 {3074}	2670	6,727 {6,727}	329
[4]	0,8643	533,6	3074 {3074}	2670	6,727 {6,727}	329
[5]	0,8643	533,6	3554 {3554}	2340	7,47 {7,47}	540
[6]	0,02964	18,3	3358 {3358}	1220	7,51 {7,51}	445
[7]	0,03952	24,4	3182 {3182}	642	7,543 {7,543}	358
[8]	0,03013	18,6	2979 {2979}	276	7,577 {7,577}	255
[9]	0,04438	27,4	2823 {2823}	127	7,611 {7,611}	174
[10]	0,7182	443,4	2823 {2823}	125	7,618 {7,618}	174
[11]	0,03094	19,1	2627 {2627}	26,3	7,836 {7,836}	70,2
[12]	0,6872	424,3	2565 {2565}	5,27	8,383 {8,383}	35
[13]		450,9	138,3 {138,3}	5,27	0,4779 {0,4779}	33
[14]		450,9	138,3 {138,3}	8,2	0,4779 {0,4779}	33
[15]		450,9	160,6 {160,6}	1570	0,545 {0,545}	38
[16]		450,9	256,6 {256,6}	1540	0,843 {0,843}	61
[17]		526,7	424,4 {424,4}	1480	1,317 {1,317}	101
[18]		526,7	525,9 {525,9}	1430	1,58 {1,58}	125
[19]		526,7	667,3 {667,3}	1370	1,922 {1,922}	158
[20]			692,9 {692,9}	690	1,982 {1,982}	164
[21]		617,4	729,1 {729,1}	18630	2,02 {2,02}	170
[22]		617,4	776 {776}	18390	2,125 {2,125}	180,9
[23]		617,4	944 {944}	18150	2,481 {2,481}	219
[24]		617,4	1058 {1058}	17850	2,708 {2,708}	244

Résumé

Dans cette étude, nous explorons l'impact des paramètres d'entrée et de sortie sur les performances de la centrale à flamme de Jijel. Notre analyse vise à améliorer la compréhension des interactions complexes entre ces paramètres pour renforcer l'efficacité opérationnelle de cette centrale énergétique cruciale. L'objectif principal de cette étude est de démontrer une expertise approfondie dans l'analyse du fonctionnement de la centrale de Jijel, en vue de proposer des scénarios permettant d'évaluer ses performances. Nous examinons spécifiquement l'influence des réchauffeurs haute pression sur le rendement global de la centrale, ainsi que l'impact des paramètres d'entrée et de sortie du condenseur sur son efficacité opérationnelle. Cette analyse cherche à identifier les variables clés qui affectent la performance énergétique de la centrale thermique. L'analyse vise à comparer les résultats théoriques initiaux avec les performances réelles de la centrale, démontrant ainsi une maîtrise approfondie de ces paramètres. Cette approche méthodologique permet non seulement d'évaluer la précision des modèles prédictifs initiaux, mais aussi de fournir des idées cruciales sur les écarts observés entre la théorie et la pratique.

Abstract

In this study, we investigate the impact of input and output parameters on the performance of the Jijel gas-fired power plant. Our analysis aims to enhance understanding of the complex interactions among these parameters to bolster the operational efficiency of this crucial energy facility. The primary objective of this study is to demonstrate a thorough expertise in analyzing the operation of the Jijel power plant, with the goal of proposing scenarios to evaluate its performance. Specifically, we examine the influence of high-pressure reheaters on the overall efficiency of the plant, as well as the impact of inlet and outlet parameters of the condenser on its operational effectiveness. This analysis seeks to identify key variables that affect the energy performance of the thermal power plant. Furthermore, the analysis aims to compare initial theoretical results with the actual performance of the plant, thereby demonstrating a comprehensive mastery of these parameters. This methodological approach not only assesses the accuracy of initial predictive models but also provides critical insights into the discrepancies observed between theory and practice.