

Sommaire

<i>A. Remerciement.....</i>	<i>02</i>
<i>B. Introduction.....</i>	<i>03</i>
<i>C. Présentation de l'entreprise.....</i>	<i>04</i>
<i>Choix de la ville de Sousse</i>	
<i>Rôle d'une centrale thermique</i>	
<i>Différentes parties de la centrale</i>	
<i>Synoptique des services</i>	
<i>Organigramme de la centrale</i>	
<i>D. L'Etape B.....</i>	<i>07</i>
<i>TURBINES A GAZ :</i>	
<i>TURBINE A VAPEUR :</i>	
<i>PRINCIPES DE FONCTIONNEMENT DU CYCLE COMBINE</i>	
<i>E. Système de commande.....</i>	<i>19</i>
<i>Généralités sur la régulation</i>	
<i>Boucles de régulation</i>	
<i>Groupes de commande</i>	
<i>F. Pompe.....</i>	<i>23</i>
<i>Tâche principale d'une pompe :</i>	
<i>Pompe centrifuge monocellulaire (pompe nourricière) :</i>	
<i>Etude d'une pompe centrifuge :</i>	
<i>Pose des conduites :</i>	
<i>Caractéristiques de la pompe « RBS » :</i>	
<i>Incidents – cause – remèdes :</i>	
<i>G. Les services de BDM.....</i>	<i>18</i>
<i>H. Annexe.....</i>	<i>33</i>
<i>I. Conclusion.....</i>	<i>42</i>

Remerciement

Au terme du stage effectué à la centrale de Sousse, je tiens à remercier vivement tous ceux qui ont contribué, aussi bien par leur patience morale ou pratique, à élaborer et au déroulement de ce stage dans les meilleures conditions.

Je tiens, en particulier, à remercier et à exprimer ma profonde et respectueuse gratitude à :

Mr. Syoud Mongi ; chef de la centrale de Sousse qui m'a fait l'honneur de me recevoir dans l'entreprise.

Mr. Chaouch Abdesslem ; en tant qu'encadreur qui, de sa part, n'a pas cessé de me guider et qui a contribué à la réalisation finale de ce rapport en m'apportant le soutien morale et matériel nécessaire.

Je tiens, en fin,, à adresser mes remerciements les plus chaleureux et les plus distingués à tous les responsables de l'exploitation B ainsi que ceux de l'atelier mécanique et de BDM qui m'ont rendu le stage aussi agréable qu'il l'a été.



*Manchoul
Salem*

Introduction

Le travail actuel est de plus en plus en relation avec le développement et les technologies modernes. Ceci dépend de la relation qui existe entre l'expérience et la pratique.

A ce propos, l' Institut Supérieur des Sciences Appliqués et de Technologique de Sousse essaye d'améliorer les travaux pratiques faits au sein de l'établissement afin de toucher de près, l'environnement de la vie professionnelle.

Enfin, il s'est avéré qu'un stage technicien est très nécessaire à l'étudiant pour approfondir ses notions théoriques, mais, aussi pour qu'il puisse s'adapter le plutôt possible avec la vie professionnelle.

Présentation de l'entreprise

1. Choix de la ville de Sousse :

Pour répondre aux besoins du pays en énergie électrique, la STEG (Société Tunisienne de l'Electricité et du Gaz) a décidé de réaliser une centrale à Sousse après avoir construit une à Gabès et une à la Goulette. Cette centrale a été implantée au sud à 9 Km de la ville de Sousse.

Emplacement géographique : Les deux premières centrales sont situées au nord et au sud de notre pays, mais notre centrale de Sousse est située au centre du territoire tunisien.

Source de refroidissement : Pour les besoins de refroidissement des équipements de la centrale, il est nécessaire de disposer de l'eau froide puisée de la mer ou d'une grande rivière.

Facteur écologique : La centrale a été construite dans une zone pratiquement isolée pour des mesures de sécurité (loin des agglomérations) ainsi que pour des raisons écologique (bruit et pollution).

2. Rôle d'une centrale thermique :

La centrale thermique est destinée à produire de l'énergie électrique à partir de l'énergie chimique contenue dans des combustibles industriels (fuel, gaz).

3. Différentes parties de la centrale :

La centrale de Sousse est composée de deux parties :

Une première partie dite « Etape A » composée de deux tranches unitaires de 150MW, ainsi que leurs annexes techniques (laboratoires, magasin, station d'administration). Cette Etape A est composée de deux turbines à vapeurs.

Une deuxième partie dite « Etape B » à cycle combiné, elle est composée de deux turbines à gaz entraînant chacune un alternateur de 120MW, ainsi que deux chaudières de récupération et une turbine à vapeur entraînant, de sa part, un alternateur de 120MW.

4. Synoptique des services :

Service d'exploitation : Il assure le contrôle et le bon fonctionnement des différents organes de production, aussi, il émet des avis au service technique en cas de panne. Plus précisément, ce service assure la « conformité » de la production aux contrôles des directives émises par le DISPATCHING national. Ce travail doit être assuré 24h/24h grâce à quatre équipes d'agents qui se permutent dans le temps.

Service de contrôle technique : Ce service reçoit les demandes de dépannage de la part du service d'exploitation et les communique aux services correspondants. Il

émet, aussi, les bons de visites systématiques selon un programme de maintenance préalable.

Il s'occupe aussi de l'approvisionnement de la centrale en fourniture bureautique en pièces de rechange ainsi que l'achat de nouveaux équipements.

Service électrique : Ce service effectue les travaux d'entretien, de dépannage, ainsi que des visites systématiques des équipements électriques (transformateurs, alternateurs, moteurs électriques...)

Service instrumentation et régulation : Il assure le contrôle et le bon fonctionnement des systèmes asservis ainsi que l'étalonnage et le changement des instruments de mesure en cas de panne. Ce service est composé de deux groupes comme suit :

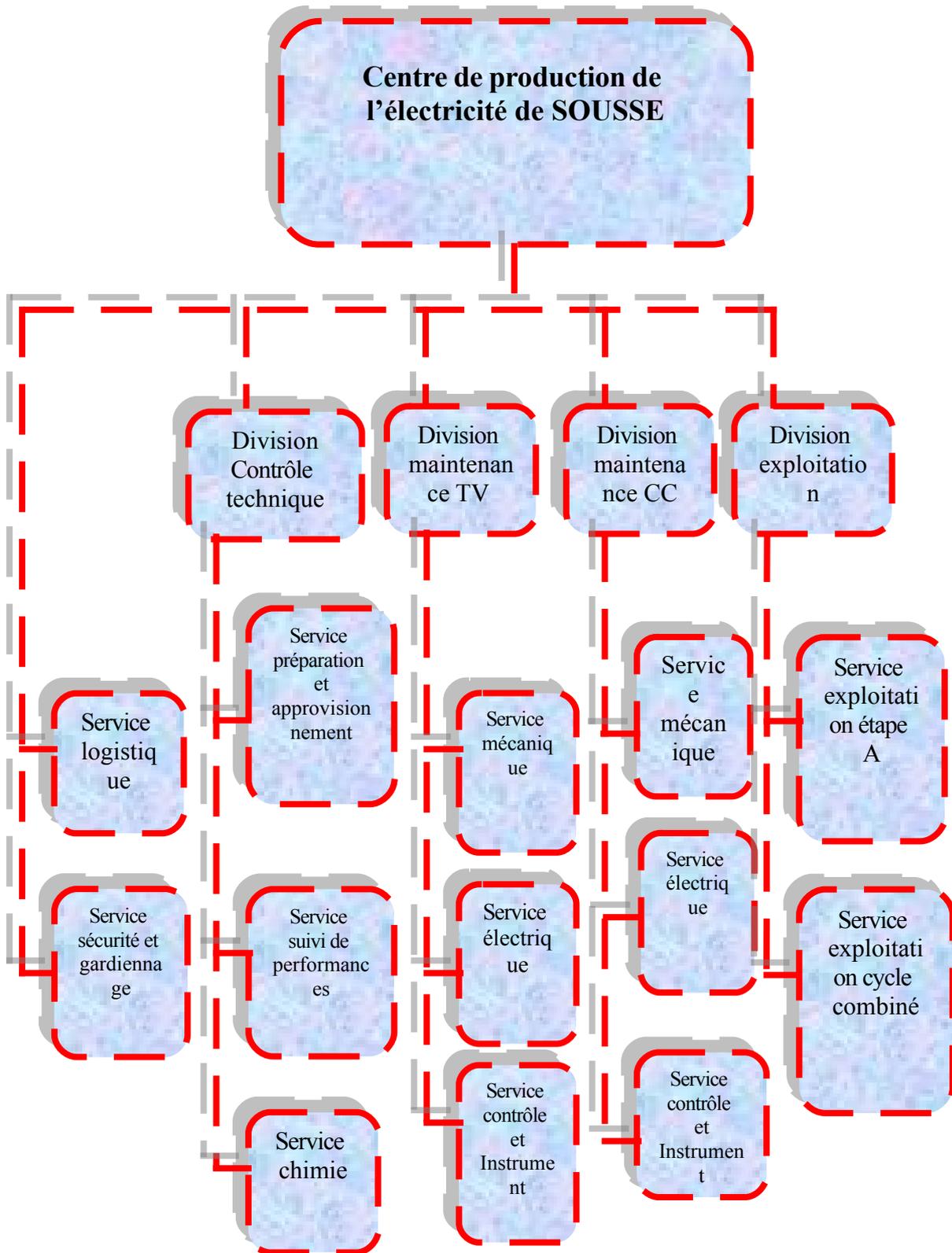
- Instrumentation.
- Régulation.

Service mécanique : Ce service s'occupe de la réparation des pièces mécaniques défectueuses, il se charge, éventuellement, de fabriquer des pièces nouvelles. Il dispose d'un atelier de fabrication convenablement équipé. Ce service est composé de deux sous-groupes tels que :

- Mécanique.
- Chaudronnerie.

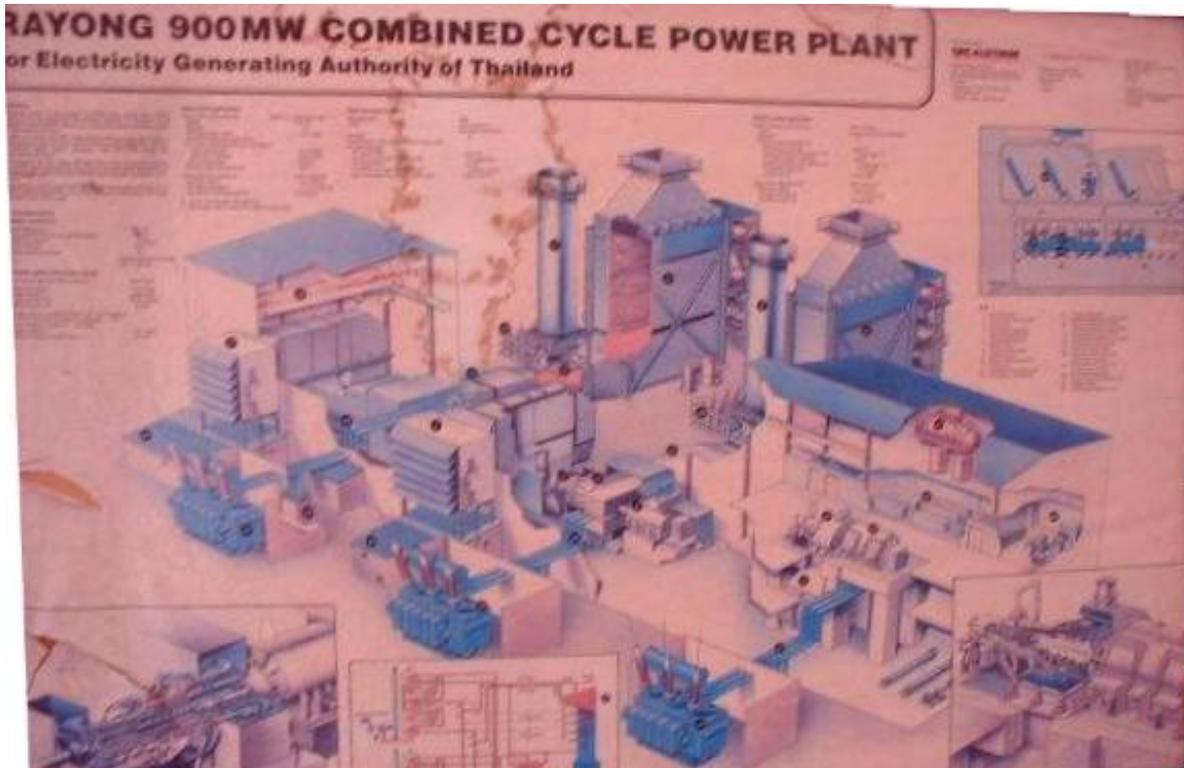
Administration : Ce service s'occupe du pointage, de la gestion et de toutes les tâches administratives nécessaires.

5. Organigramme de la centrale :



L'ETAPE B

C' est un cycle combiné VEGA 209 E/2P constitué essentiellement de :



1-TURBINES À GAZ :

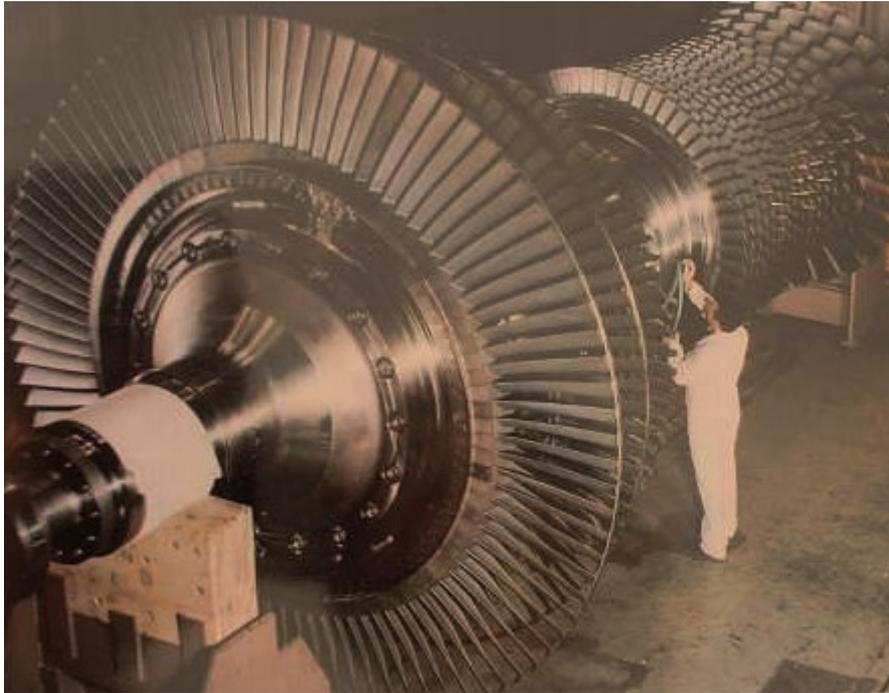
C'est une turbine à combustion dont la puissance de sortie se situe à 120MW en régime de base.

Le groupe turbine à gaz est constitué par une turbine à gaz à une seule arbre en cycle simple, entraînant un alternateur. La combustion d'un mélange air-combustible est utilisée pour produire la puissance mécanique sur l'arbre nécessaire à l'entraînement du compresseur 2/3 de la puissance, certains auxiliaires attelés à l'arbre de la TG à travers un réducteur des auxiliaires et évidemment l'alternateur.

Le rotor du compresseur axial et celui de la turbine sont assemblés par bride, et l'ensemble ainsi constitué repose sur trois paliers.

La turbine à gaz est entraînée initialement par un moteur de lancement de grande puissance (1MW)

1-1-Description de fonctionnement de la TG :



Le principe de fonctionnement de la turbine à gaz consiste à soumettre un certain débit d'air, successivement à une compression, une combustion et un détente. L'air aspiré par le compresseur à multiples étages est comprimé jusqu'à environ 10 bars.

À l'échappement de compresseur, une partie de l'air comprimé (air carburant) subit une combustion, la température des gaz chauds obtenue atteint environ 1000°C (température admission turbine). L'élévation de la température permet ainsi de porter au fluide moteur de l'énergie calorifique.

À la sortie des chambres de combustion les gaz chauds traverse les étages turbine pour transformer l'énergie calorifique ainsi obtenue en énergie mécanique.

Cette énergie mécanique sera donc l'énergie nécessaire pour l'entraînement, d'une part du compresseur axial et d'autre part de l'alternateur (charge).

L'énergie mécanique nécessaire pour l'entraînement du compresseur axial est environ le 2/3 de l'énergie totale produite par la détente des gaz chauds.

Dans la grande majorité des cas l'aspiration du compresseur est directement liée à l'atmosphère, de même l'échappement de la turbine est généralement lié à l'atmosphère soit directement soit par l'intermédiaire d'un récupérateur de chaleur exemple cycle combiné.

L'air comburant fourni aux chambres de combustion est par conséquent constamment renouvelé et les gaz détendus ne reviennent plus dans le circuit. Une telle turbine à gaz est dite à cycle ouvert. Pour les turbines à cycle ouvert, les fluides traversant la turbine proprement dite diffèrent de celui qui traverse le compresseur aussi bien par son débit massique que par sa nature. En effet ce fluide est un mélange de gaz de combustion pour la turbine, et son débit massique est égal à la somme des débits massique de l'air et du combustible. alors que pour le compresseur axial le fluide est simplement de l'air



Les chaudières de récupération sont au nombre de deux. Les gaz d'échappement de chaque turbine à gaz sont dirigés vers la chaudière de récupération correspondante.

Les chaudières sont du type double pression et comportent chacune un carneau de fumées vertical dans lequel sont placés horizontalement les différents faisceaux d'échange. Les gaz d'échappement de la turbine à gaz rencontrent ainsi successivement l'ensemble des échangeurs HP et BP. L'économiseur est placé dans les fumées les plus froides juste au-dessous d'un réchauffeur d'eau d'extraction.

1. L'étage HP comprend :
 - ☒ Deux économiseurs.

- Un évaporateur.
 - Un surchauffeur.
2. L'étage BP comprend :
- 1 Un économiseur.
 - 2 Un évaporateur.
 - 3 Une surchauffeur.

Température fumée entrée chaudière	543 °C
Température fumée sortie chaudière	102.4 °C

*-LES POMPES :

Des pompes de circulation aspirent dans les ballons HP et BP et alimentent les évaporateurs. La température de l'eau d'extraction à l'entrée des réchauffeurs est maintenue constante par les pompes de circulation communes aux deux chaudières (1 en service, 1 en secours).

*-LES BALLONS :

Le ballon BP est alimenté par les pompes alimentaires BP (une en service, la seconde en secours). Le ballon HP est alimenté par les pompes alimentaires HP (deux en service, une en secours). Chaque chaudière de récupération comporte un contournement HP et un contournement BP.

Construction	STEIN INDUSTRIE
Température fumée entrée chaudière	543 °C
Température fumée sortie chaudière	102.4 °C
Perte de charge fumée en chaudière	240 mmH ₂ O
Pression de vapeur HP sortie chaudière	72 bar abs
Température de vapeur HP	511.3 °C
Débit de vapeur HP	182.3 t/h
Pression de vapeur BP sortie chaudière	6.43 bar abs
Température de vapeur BP	210 °C
Débit de vapeur BP	42.4 t/h
Température eau alimentaire	105 °C

1-2-Systèmes turbine à gaz :

**système d'aspiration d'air :*

Le système d'entrée d'air de la turbine permet d'aspirer, de filtrer et de diriger le flux d'air ambiant vers l'entrée du compresseur. Le système est composé d'un ensemble de filtration de l'air aspiré, d'une gaine suivie d'un silencieux, d'un coude puis d'un caisson d'aspiration.

Le système de filtration est constitué par un filtre à inertie de $\Delta P = 350\text{Pa}$, un pré filtre de $\Delta P = 350\text{Pa}$ et un filtre à efficacité de $\Delta P = 650\text{Pa}$.

Une alarme signale la baisse de pression et des volets d'implosion permettent de s'assurer que le débit d'air est maintenu quand la chute de pression à travers les filtres dépasse la limite fixée.

De part leur construction, les silencieux sont du type à "baffles" parallèles pour atténuer notamment les bruits haute fréquence provenant du compresseur axial. Les coudes et les sections de transition sont étudiés également pour réduire les bruits.

*Compresseur axial :

La section compresseur à débit axial est composée du rotor compresseur et des corps "formant le stator. Le compresseur comporte 17 étages. A l'entrée du compresseur se trouvent les I.G.V., couronne d'aubes orientation variable et, à la sortie du compresseur, deux rangées d'aubes de guidage fixes dirigent l'air vers le système de combustion.

Dans le compresseur, l'air provenant du système d'admission traverse une succession d'étages constitués chacun par une rangée circulaire d'aubes mobiles (rotor) et une rangée circulaire d'aubes fixes (stator).

Les aubes rotor fournissent l'énergie nécessaire à la compression de l'air dans chaque étage, et les aubes stator guident l'air suivant une direction bien définie vers l'étage suivant. A la sortie du corps échappement compresseur, l'air est utilisé comme comburant dans le système de combustion. Un faible débit d'air est également extrait du compresseur et dirigé vers la turbine pour refroidir les directrices des 1^{ère} et 2^{ème} étage et les aubes turbine des deux premiers étages et pour assurer l'étanchéité des paliers.

Une partie de l'air est soutirée durant les phases transitoires du démarrage et de l'arrêt de la machine afin d'éviter les pulsations du compresseur. Des ventilateurs électriques extérieurs à la turbine sont utilisés pour refroidir le corps turbine et le cadre d'échappement.

Les aubes variables à l'entrée du compresseur axial permettent de régler le flux d'air pendant le démarrage et la prise de charge et d'améliorer le rendement en fonction de la charge.

*Système de Combustion :

Les gaz chauds qui font tourner la turbine sont le résultat de la combustion de l'air refoulé par le compresseur axial mélangé avec le gaz naturel ou le gasoil.

Le système de combustion est composé par :

- 2 bougies d'allumage
- 4 détecteurs de flamme
- 14 chambres de combustion comprenant chacune :
 - Un enveloppe intermédiaire.
 - Un tube de flamme.
 - Une pièce de transition.
 - Un injecteur.
 - Un tube d'interconnexion.

*Turbine :

C'est une turbine à trois étages : La rotation de la turbine est assurée par la détente des gaz chauds au niveau des directrices statoriques (aubes fixes) qui transforme l'énergie thermodynamique en énergie cinétique qui se transforme au niveau des roues rotoriques (aubes mobiles) en énergie mécanique.

*Cadre et caisson d'échappement :

Il est constitué par une gaine d'échappement, un déflecteur pour orienter les gaz chauds vers la cheminée et deux baffles HF et BF jouant le rôle de silencieux.

*Alternateur :

Comme tout alternateur de grande puissance, C'est une machine synchrone qui tout en étant excité à son rotor à partir d'une excitatrice synchrone excitée elle même par une génératrice à aimant permanent, reçoit de l'énergie mécanique à partir de la turbine qui lui est lié rigidement pour la transformer en énergie électrique évacuée en suite sur le réseau par le biais d'une poste de transformation qui élève la tension de 15.5 KV jusqu'au niveau de la tension du réseau (225KV).

*Compartiment des auxiliaires :

Moteur de lancement : 88CR

Rôle : lancer la turbine et l'entraîner à une vitesse variable pendant la séquence de démarrage jusqu'à la vitesse de 1800tr/mn.

Caractéristiques : moteur alternatif 6.6kv, accouplé à l'arbre de la turbine par le biais du convertisseur du couple.

Fonctionnement : un ordre de démarrage de la TG est donné, après la vérification de la disponibilité de la TG, le speed envoie un ordre de démarrage au moteur de

lancement qui met en marche la turbine

Vireur : 88 TG :

Rôle : Il permet le virage de la turbine à une vitesse de 120 tr/mn jusqu'au refroidissement total de l'arbre turbine a fin d'éviter le phénomène de flexion.

Caractéristiques : C'est un moteur asynchrone triphasé permettant de faire tourner l'arbre de la turbine à une très faible vitesse, c'est un moteur à courant alternatif 400V accouplé à l'arbre de la turbine par le biais du convertisseur du couple

Réducteur des auxiliaires :

Rôle : transmettre à partir de l'arbre de la turbine les couples et les vitesses nécessaires à chacun des auxiliaires attelés.

Caractéristiques : situé côté compresseur de la turbine, représente un système de trains d'engrenages entraîné directement par le rotor de la turbine à travers un accouplement flexible.

Les auxiliaires menés par le réducteur des auxiliaires sont :

- Pompe combustible liquide (pompe fuel) 1550tr/mn
- Pompe à huile principale HP 1422tr/mn
- Compresseur principal d'air d'atomisation 6600tr/mn
- Pompe à huile de lubrification principale 1422tr/mn

Convertisseur de couple :

Rôle : accouplement hydraulique entre le moteur de lancement et de virage et l'arbre de la turbine.

Description :

Ce système est formé par :

- Un moteur de lancement : 88 CR-1
- Un moteur de virage : 88 TG-1
- Cuve à huile
- Deux rouets
- Moteur du convertisseur : 88 TM-1
- Un relais hydraulique
- Une électrovanne 20 TU-1

Fonctionnement : Ce système fonctionne au démarrage ou à l'arrêt, d'où il est alimenté hydrauliquement par l'huile OL6 refoulé par la pompe auxiliaire (P=7 bars).

En effet, l'électrovanne commande l'ouverture du relais hydraulique qui laisse passer

l'huile OL6 à travers un diaphragme vers la 1^{ère} rouet lié à l'arbre du moteur de lancement par un accouplement flexible pour être refoulée sous pression sur la 2^{ème} rouet lié lui même à l'arbre de la turbine par un accouplement flexible. La pression de cette huile dépend de la situation, par exemple dans le cas de démarrage, la pression suit une courbe croissante ($N(\text{turbine})=700 \text{ tr/mn}$) puis une courbe décroissante ($N=380 \text{ tr/mn}$: allumage) enfin croissante jusqu'à l'auto surtension.

Eau de refroidissement :

Rôle : refroidir l'huile de graissage, l'air de refroidissement de l'alternateur, l'air d'atomisation et les pattes turbine.

Pompe fuel :

Rôle : Alimenter, à débit suffisant et à pression constante, les 14 injecteurs.

*-ALTERNATEURS TG :

Les caractéristiques des deux alternateurs cotés turbine à gaz refroidis par air sont :

Type	GA5-135
Vitesse nominale	3000 tr/mn
Puissance active	118.1 MW
Cos <input checked="" type="checkbox"/>	0.8
Puissance apparente	147.625 MVA
Tension nominale	15.5 kV <input checked="" type="checkbox"/> 5%
Courant nominal	5499 A
Fréquence	50 Hz
Nombre de pôles	2
Classe d'isolation	F
Système d'excitation	Diodes tournantes

*-TRANSFORMATEURS PRINCIPAUX TG :

Deux transformateurs de puissance élèvent la tension 15.5 kV, de l'alternateur, à celle du réseau.

Puissance nominale	140 MVA
Tension nominale	15.500 kV /235.000 <input checked="" type="checkbox"/> 2 x 2.5 % kV
Refroidissement par circulation d'huile dirigé et circulation d'air forcé	ODAF

*-TRANSFORMATEURS DE SOUTIRAGE TG :

Les deux transformateurs de soutirage alimentent les auxiliaires du cycle combiné. Un seul transformateur est capable d'alimenter la totalité des auxiliaires.

Puissance nominale	9 MVA
Tension nominale	15.5 \pm 2 x 2 % / 6.9 kV
Intensité nominale	335.2 / 753 A

Chaque turbine à gaz peut fonctionner en régulation de charge ou en régulation de fréquence et peut être pilotée individuellement ou sans le contrôle de la régulation de charge globale du bloc.

Un registre à commande hydraulique (de type Divertir), installé sur la gaine d'échappement de chaque turbine à gaz dirige les gaz chauds vers la chaudière de récupération ou vers la cheminée. Ce registre peut être arrêté sur des positions intermédiaires pendant les phases de démarrage de la chaudière.

:

2-TURBINE A VAPEUR :

Elle est du type à deux corps sans resurchauffe. Le corps BP est du type à double flux symétrique. La vapeur BP est admise dans la turbine au niveau de la sortie du corps HP. L'admission de la vapeur se fait au moyen de deux vannes pour la vapeur HP et d'une vanne pour la vapeur BP. Un soutirage BP alimente la bache alimentaire en vapeur de dégazage. La turbine est exploitée à pression glissante pour la partie HP et à pression fixe pour la partie BP.

Pression de vapeur entrée corps HP	70 bar abs
Température de vapeur entrée corps HP	510 °C
Débit de vapeur HP	364.2 t/h
Pression de vapeur entrée corps BP	5.96 bar abs
Température de vapeur entrée corps BP	208 °C
Débit de vapeur BP	84.8 t/h
Pression de soutirage	2.1 bar abs
Débit de soutirage	8.345 t/h
Pression d'échappement au condenseur	68 mbar
Vitesse de rotation	3000 tr/mn
Débit d'eau de mer de circulation	36140 m ³ /h

1-1ALTERNATEUR TV :

L'alternateur de la TV est refroidi par air. Ces caractéristiques sont :

Type	GA5-135
Vitesse nominale	3000 tr/mn
Puissance active	127.7 MW
Cos φ	0.8
Puissance apparente	159.625 MVA
Tension nominale	15.5 kV φ 5%
Courant nominal	5946 A
Fréquence	50 Hz
Nombre de pôles	2
Classe d'isolation	F
Système d'excitation	Diodes tournantes

1-2TRANSFORMATEUR PRINCIPAL TV :

Les caractéristiques du transformateur de puissance de la TV :

Puissance nominale	170 MVA
Tension nominale	15.5 kV / 235 φ 2 x 2.5 % kV
Refroidissement par circulation d'huile dirigé et circulation d'air forcée	ODAF

3-PRINCIPES DE FONCTIONNEMENT DU CYCLE COMBINE

Après un nouveau cycle de la turbine à gaz le condenseur est rempli et c'est d'ici que commence le cycle eau-vapeur. En réalité, l'eau tirée par des pompes d'extraction fonctionnant en redondance à partir du condenseur sans bulles est chauffée avec des soutirages de vapeurs ensuite il est admis dans le réchauffeur où il augmente de température pour enfin aller à la bache alimentaire où il est dégazé par l'ammoniac. D'ici on a deux circuits un à haute pression HP et l'autre à basse pression BP. Pour le premier, avec 3 pompes alimentaires 2 en fonctionnement on envoie l'eau vers l'économiseur HP 1 puis l'économiseur HP2 ensuite dans le ballon HP. Avec deux pompes de circulation HP (en redondance) on élève la pression et la quantité de vapeur dans l'eau en lui passant par l'évaporateur HP. Alors dans son état gazeux mais peu humide on injecte la vapeur dans le surchauffeur où la pression devient très haute pour la faire évacuer vers le corps HP de la turbine. De même, le circuit BP une fois terminé par le surchauffeur BP on injecte aussi vers la turbine HP.

À la suite du passage par le corps HP, la pression est affaiblie d'où on la vapeur est entrainée vers le corps BP. Ainsi la rotation des deux turbines engendre celle de l'alternateur qui produit 15.5Kv qu'il transforme en 225Kv.

La vapeur dans le corps BP de la turbine ne peut pas faire tourner une autre turbine c'est ainsi qu'on la refroidit en lui faisant subir un flux d'eau de mer dans le condenseur ce qui entraîne une transformation en eau et le cycle recommence.

Le cycle combiné est ainsi bénéfique puisqu'on a utilisé une énergie calorifique qui aurait pu être dispersée en créant 120 MW de production à bas prix.

C'est une représentation détaillée du cycle eau-vapeur qui permet la compréhension du fonctionnement du cycle secondaire combiné.

SYSTEMES DE COMMANDE

I - Généralités sur la régulation :

Dans une centrale, le rôle fondamental d'une régulation est d'adapter la production d'énergie à la consommation. C'est à dire mettre à chaque instant à la disposition des utilisateurs, la puissance demandée.

La régulation dans les centrales présente donc par rapport à celle d'autres systèmes industriels, des caractères particuliers dont le principal est que ces systèmes doivent faire face à des variations de charges incessantes, rapides et parfois importante.

Pour le cas du cycle combiné, on a deux chaudières de récupération qui sont suivies d'une turbine à vapeur. Une variation de charge demandée soit par le réseau, soit par l'opérateur, agit dans un premier temps sur les turbines à gaz. La puissance fournie par la turbine à vapeur est modifiée après quelques minutes, ceci du fait de l'inertie thermique des chaudières de récupération.

La turbine à vapeur est exploitée à pression glissante pour la partie HP et à pression fixe pour la partie BP. En configuration normale, les vannes d'admission HP de la turbine à vapeur sont ouvertes à 100 %. Les vannes peuvent éventuellement quitter la position 100 % en cas de fonctionnement transitoire.

II - Boucles de régulation :

Prenons l'exemple de la régulation du niveau ballon que ce soit HP ou BP. En marche normale cette chaîne a pour but de maintenir le niveau d'eau à une valeur correcte entre les limites hautes et basses en proportionnant le débit d'eau entrant dans le ballon au débit vapeur sortant, quelle que soit la charge, par action sur les soupapes.

- Grandeur réglée : niveau d'eau dans le ballon de la chaudière.
- Grandeur perturbatrice : débit vapeur.
- Grandeur réglant : débit d'eau entrant dans le ballon.
- Organe de réglage : soupape régulatrice à servomoteur électron - pneumatique (*la commande de l'ouverture des vannes se fait par l'action de l'air*)

On voit bien l'influence du débit vapeur sur la chaîne de régulation.

Le niveau dans le ballon est maintenu constant par une boucle de régulation 3 éléments.

Pendant les démarrages ou l'exploitation à faible charge (jusqu'à 25 %), le niveau dans le ballon HP est contrôlé par une boucle de régulation à un élément.

Dans la régulation on distingue deux types de boucles de commande :

- Boucles de commande analogique.
- Boucles de commande logique.

A chaque boucle de commande on peut associer un système de commande.

- Au boucle de commande analogique on associe le système de commande micro-z
- Au boucle de commande logique on associe le système de commande T20

Ces deux systèmes sont très étroitement liés et communiquent entre eux en échangeant des informations diverses de type seuils de pression, seuils de températures, état logique d'une variable etc...

Cette collaboration entre ces deux systèmes permet de bien assurer le contrôle et la commande du cycle combiné.

III - Groupes de commande

Le système de contrôle - commande de la centrale à cycle combiné se compose de quatre principaux groupes à savoir :

III.1 - Groupe de commande logique :

La commande logique des systèmes à commande centralisée est en règle générale réalisée par les automates logiques CONTROBLOC T20.

Pour chaque ensemble fonctionnel, l'automate CONTROBLOC T20 traite :

- Les logiques combinatoires et séquentielles telle que démarrage et arrêt de la tranche par les automates AA.
- Les verrouillages de sécurité en redondance par les automates AA et AI
- Les protections des actionneurs en redondance par les automates AA et AI
- Les commandes individuelles en redondance par les automates AA et AI
- Les signalisations d'état
- Les signalisations d'alarmes en liaison avec l'automate d'alarme CONTROBLOC AD

La commande logique de la centrale à cycle combiné de SOUSSE est réalisée à l'aide de 23 automates AA / AI localisé dans la salle d'électronique.

III.2 - Groupe de commande analogique :

Le groupe de commande analogique est composé de trois groupes d'automates à savoir :

a- Le MICRO - Z :

Le MICRO - Z est un système de régulation à microprocesseurs individuels et distribués. Il assure les fonctions d'acquisition et de traitement selon un découpage correspondant à la répartition fonctionnelle du procédé.

Les cartes du système MICRO - Z sont les μR 16 qui comportent les éléments des schémas complets des boucles de régulation (simple ou complexe). Ils élaborent aussi les traitements de seuils pour les faire transmettre aux automates AA / AI du CONTROBLOC T20.

Le régulateur comporte deux microprocesseurs : un de traitement et l'autre de dialogue travaillant en parallèle et de manière asynchrone.

Le microprocesseur de traitement gère les signaux d'entrées et de sorties. Effectue les calculs suivant l'algorithme de traitement placé en mémoire morte, range les résultats des calculs en mémoire secourue et dialogue avec les stations individuelles associées.

Le régulateur μR 16, montée en armoire dans la salle d'électronique, est relié d'une part aux modules d'entrées / sorties assurant l'interface du système μZ avec le procédé et d'autre part un moyen de communication homme / machine : directement pour les stations individuelles et par l'intermédiaire des concentrateurs pour la supervision (CENTRALOG).

La carte μR 16 comporte quatre stations de sortie (bloc SS) et peut piloter jusqu'à quatre organes de réglage à travers les modules de commande $\mu D11$.

La surveillance du bon fonctionnement est assurée par un dispositif de sécurité WATCHDOG

Dont le déclenchement entraîne :

- La signalisation de l'incident
- Le verrouillage des sorties logiques en position ouverte, libre de tension.
- Le blocage des mémoires de sorties à la dernière valeur du signal de sortie.
- Le passage de la station de commande en manuel

b - Les automates AM du CONTROBLOC T20 :

Ces automates sont consacrés à l'acquisition de mesures analogiques transmises exclusivement au système CENTRALOG T20 dans le but d'effectuer des traitements pour les calculs de performances, élaboration des seuils, alarmes et archivage.

c - Le système de régulation turbine :

Le but du système de régulation est double. Il s'agit à la fois de commander et de contrôler la position des soupapes réglantes HP et BP dans le cycle combiné et d'acquérir les valeurs nécessaires au calcul des contraintes de la turbine. Il assure :

- La régulation de la vitesse de la turbine (module REC 920)
- La régulation de la charge HP et BP (module μZ)
- La régulation de l'étanchéité (module μZ)
- Le calcul de l'état thermique et des contraintes de la turbine (calculateur de la turbine)

III.3 - Groupe de traitement centralisé de l'information :

Le système CENTRALOG est un système intégré qui permet la réalisation des fonctions d'acquisition, des fonctions de traitement d'informations et des fonctions de supervision par des écrans de visualisation.

Il assure les fonctions suivantes :

- L'acquisition des mesures et d'informations logiques à l'aide d'automates (CONTROBLOC T20 AA / AI, AM, AR μZ , SPEEDTRONIC)
- La supervision en centralisé à l'aide de CENTRALOG distribué autour d'un réseau de communication à haute vitesse (réseau CONTRONET)

III.4 - Le SPEEDTRONIC Mark IV :

Le SPEEDTRONIC Mark IV est une armoire de contrôle pour turbine à gaz. Plus précisément le SPEEDTRONIC est une version basée sur plusieurs ordinateurs à base du microprocesseur 80280 d'INTEL utilisant le principe de la redondance en 2 / 3.

Trois ordinateurs (les contrôleurs) pilotent le groupe pendant qu'un quatrième (le communicateur) effectue des tâches de diagnostics, de communication avec l'extérieur et la commande des auxiliaires non critiques.

A- Contrôleurs :

Les trois contrôleurs sont identiques et travaillent avec le même programme et les mêmes signaux. Un seul de ces contrôleurs est capable de piloter la turbine à gaz mais, pour des raisons de fiabilité, les protections exigent qu'au moins deux fonctionnent correctement.

Les sorties logiques sont votées de telle sorte que tant que deux ordinateurs fonctionnent correctement la turbine n'est pas affectée. Pour les sorties analogiques (commande des servovalves), comme un vote n'est pas possible, les servovalves sont équipées de trois bobines de commande, chacune étant reliée à un contrôleur. L'action de la servovalve est proportionnelle à la somme des trois courants de commande. Si un contrôleur tombe en panne, il y a dans un premier temps perturbation du fonctionnement de la turbine mais les deux autres contrôleurs la détectent et compensent immédiatement. Le retour au fonctionnement normal se fait en quelques secondes sans que l'opérateur n'ait à intervenir. Il faut au moins deux contrôleurs fonctionnant normalement pour compenser une erreur du troisième.



B- Communicateur :

Le communicateur est principalement chargé d'interfaçage entre les contrôleurs et l'opérateur, il est aussi utilisé à des tâches non critiques pour éviter de surcharger les contrôleurs. Une panne du communicateur ne fait pas déclencher la turbine, l'interfaçage avec le groupe est moins aisé mais l'opérateur conserve la possibilité de piloter la charge, la tension ou d'arrêter le groupe.

Son rôle est d'effectuer les commandes, protections, et séquences non critiques de la turbine à gaz, il assure aussi la communication avec l'écran, l'imprimante, le CENTRALOG et les contrôleurs R, S et

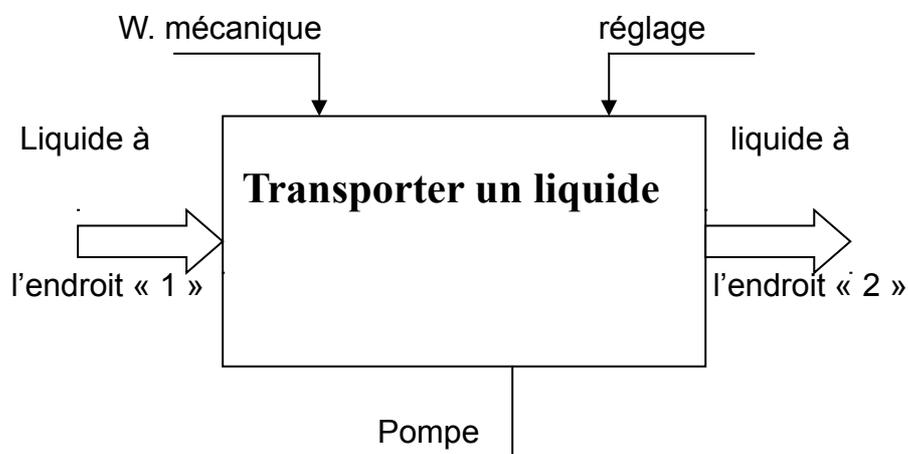
Pompe



I. Tâche principale d'une pompe :

La pompe est une turbo machine qui comprend un rotor animé d'une vitesse de rotation uniforme. Elle est traversée par un fluide qui s'écoule d'une façon permanente.

Remarque : Une vitesse de rotation uniforme, en plus, un écoulement permanent du fluide ; constituent les caractéristiques essentielles des turbos machines.



II. Pompe centrifuge monocellulaire (pompe nourricière) :

a. Description :

Dans le cas le plus général, la pompe centrifuge monocellulaire comprend :

- Une roue garnie d'un certain nombre d'aubes ou ailes ; son rôle est de transmettre à chaque masse de 1 Kg de fluide qui la traverse, le travail utile w qui la correspond.
- Un diffuseur garni ; de sa part, c'est un ensemble d'ailettes. Il fait partie du bâti ou stator de la machine. Son rôle consiste à réduire la vitesse du fluide après sa sortie de la roue.
- Une volute qui canalise le fluide sortant du diffuseur et allant vers la tubulure de sortie.

b. Plaque signalétique :

Chaque pompe possède une plaque signalétique portant les identifications suivantes :

- Type de pompe.
- Numéro d'ordre.
- Année de fabrication.
- Caractéristique de fonctionnement.

c. Sens de rotation : À droite, vu du côté commande.

III. Etude d'une pompe centrifuge :

Considérons une pompe installée pour transporter l'eau d'un endroit à un autre. La loi de conservation d'énergie entre deux points quelconques d'un circuit est donnée par la formule suivante :

$$P_1 + \rho g z_1 + 1/2 \cdot v_1^2 = P_2 + \rho g z_2 + 1/2 \cdot v_2^2 + J_{12} - E$$

Avec:

- ρ (Kg/m³) : c'est la masse volumique du fluide qui circule dans les conduites.
- P_1 (pas) : c'est la pression au point 1 qui doit être placé avant la pompe.
- V (m/s) : c'est la vitesse du fluide calculée en fonction du débit comme suit :

$$V = 4 Q / \pi d^2$$

- J_{12} (j) : elle est égale à la somme des pertes charges linéaires J_l avec les pertes charges singulières J_s .

N. B : $J_l = \lambda \rho L V^2 / 2D$ avec ;

- L (m) : longueur de la conduite considérée.
- D (m) : diamètre de la conduite considérée.
- V (m/s) : vitesse moyenne.
- Q (m³/s) : débit volumique.
- λ (sans unité) : coefficient des pertes charges linéaires. Il dépend de la nature de l'écoulement et de l'état de surface de la conduite, on peut le calculer par la formule suivante :

$\lambda = f(R, \varepsilon/d)$; $R = Vd/\nu$ avec ;

- R (sans unité) : nombre de Reynolds.
- ν (m²/s) : viscosité cinématique du fluide.
- ε : épaisseur moyenne de la rugosité.

Pour calculer la valeur du coefficient λ des pertes charges linéaires, il faut chercher la nature de l'écoulement, et cela se traduit comme suit :

1^{er} cas :

Si $R < 2000$: écoulement laminaire (organisé) alors ;
 $\lambda = 64/R$ (loi de Poiseuille).

2^{ème} cas :

Si $R > 3000$: écoulement turbulent hydrauliquement lisse alors,
 $\lambda = 0.316 \cdot R^{-1/4}$ (loi de Blasius).

Si $R > 10^5$: écoulement turbulent hydrauliquement rugueux alors,
 $\lambda = 0.79 \sqrt{(\varepsilon/d)}$.

3^{ème} cas :

Si $2000 < R < 3000$: régime transitoire (pas de loi).

N. B : $J_s = K \frac{1}{2} \rho v^2$.

Remarque : Pour réduire les pertes singulières, on doit éviter les angles vifs et les changements brusques de section.

IV. Pose des conduites :

- ◆ Poser la conduite d'aspiration ou d'arrivée de charge.
- ◆ Poser la conduite de refoulement.

- ◆ Poser la conduite du liquide de barrage.
- ◆ Poser la conduite d'eau de refroidissement.
- ◆ Poser les conduites d'équilibrage et de dégazage.

V. Caractéristiques de la pompe « RBS » :

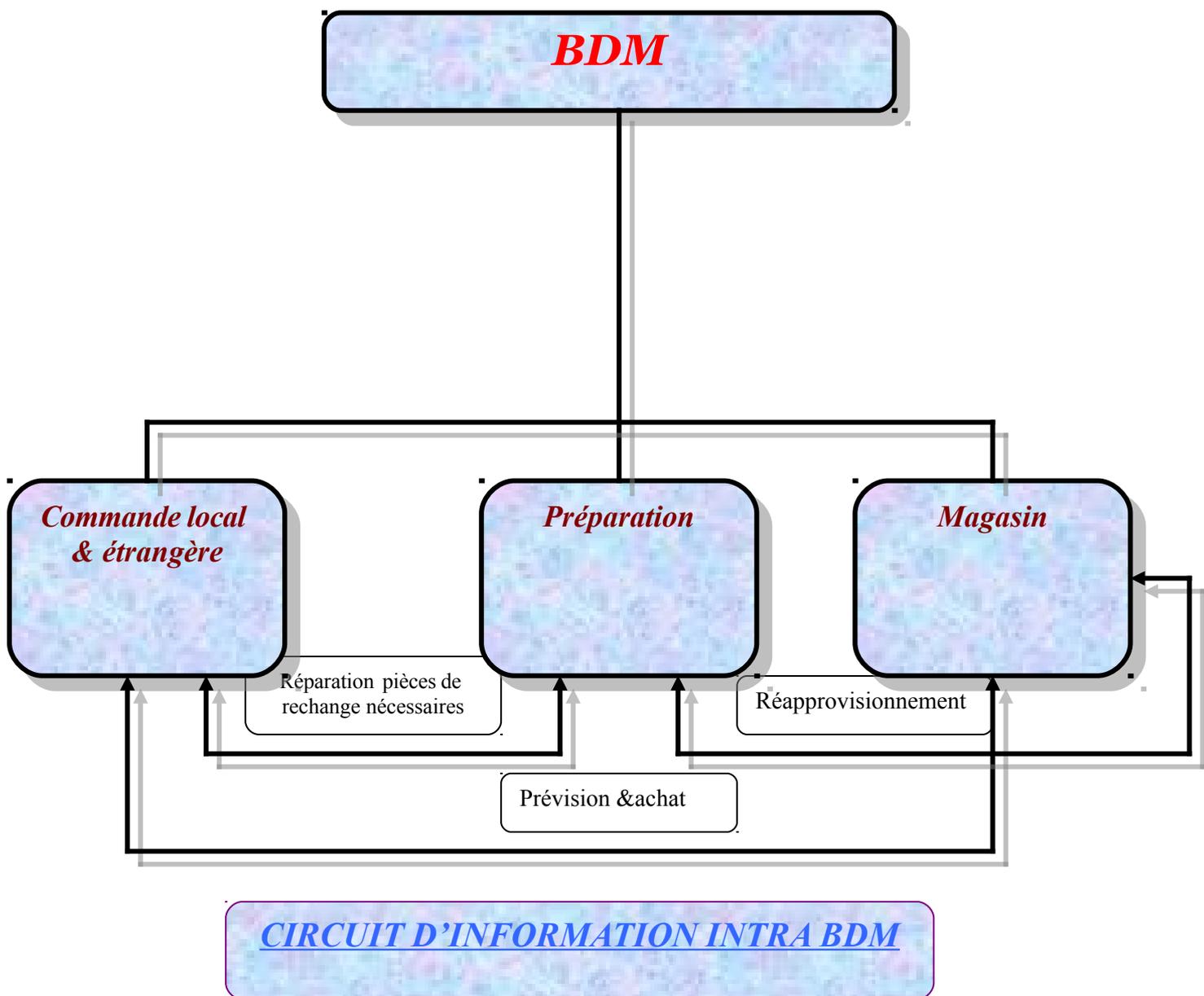
- ◆ Type : RBS ; maison : Sihi – Halberg.
- ◆ Liquide refoulé: l'eau de l'alimentation de la chaudière.
- ◆ Température : 159.6°C.
- ◆ Débit refoulé : 350.3 m³/h.
- ◆ Pression dans le tuyau d'aspiration : 7 bars.
- ◆ Hauteur de refoulement : 55m.
- ◆ Pression dans le tuyau de refoulement : 12 bars.
- ◆ Puissance nécessaire : 59 KW.
- ◆ Vitesse : 1490 tr/min.

VI. Incidents - causes - remèdes :

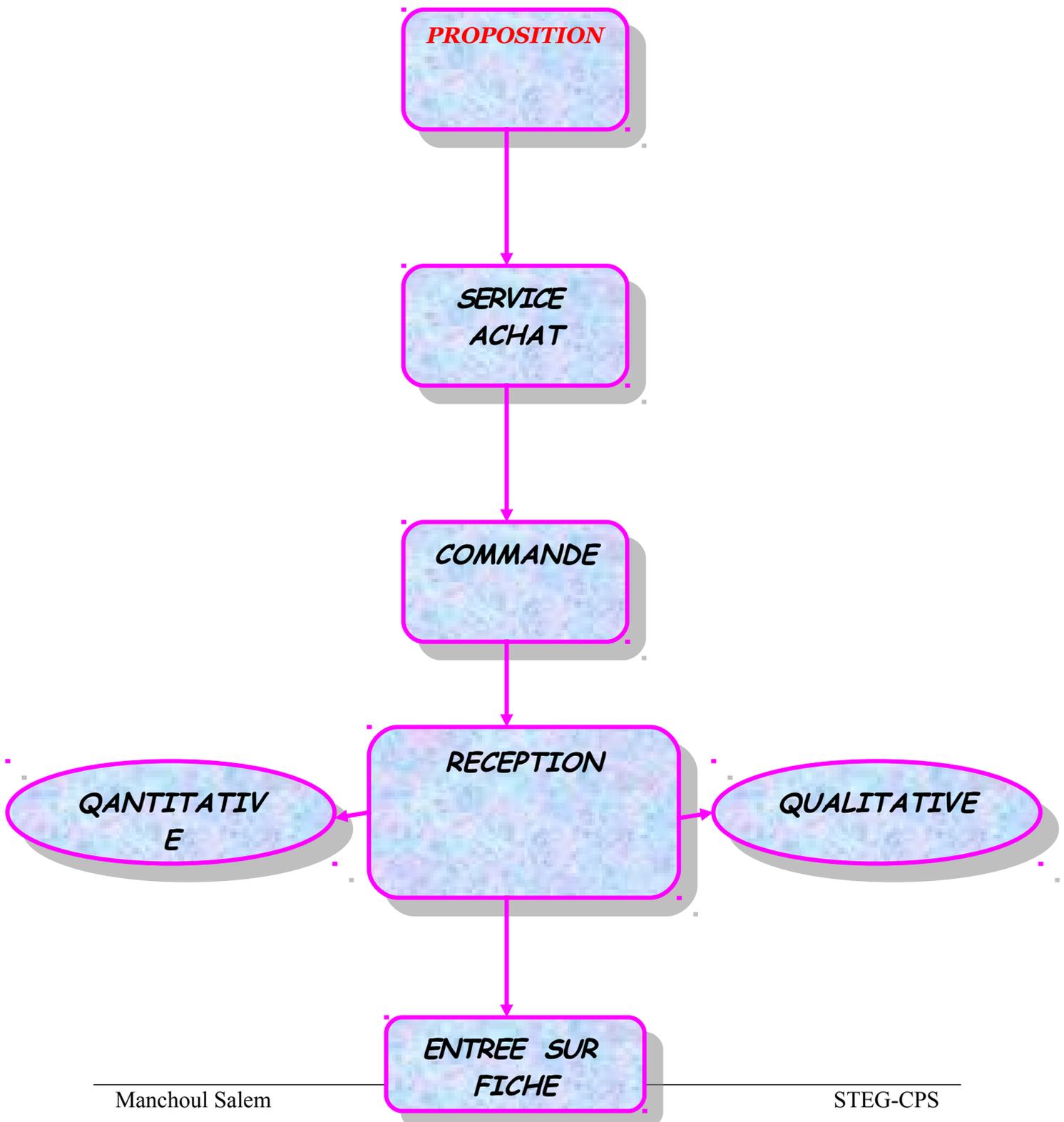
Incidents	Causes – remèdes
La pompe ne débite pas.	<ul style="list-style-type: none"> - Filtre à l'aspiration - Mauvaise disposition du robinet d'arrêt sur la conduite d'arrivée. - Hauteur d'aspiration trop élevée.
Le débit diminue.	<ul style="list-style-type: none"> - Filtre à l'aspiration. - Hauteur d'aspiration très élevée. - Liquide contenant trop de gaz ou d'air. - Viscosité trop élevée du liquide
A l'arrêt, la pompe tourne à l'envers.	<ul style="list-style-type: none"> - Coincement du clapet de retenue.
La pompe débite trop.	<ul style="list-style-type: none"> - Vitesse de rotation trop élevée. - Type de pompe mal choisie. - Les caractéristiques demandées ne correspondent pas à celles de la pompe.

Pompe brûlante.	<ul style="list-style-type: none"> - Trop de coudes sur la conduite d'aspiration. - Température du liquide trop élevée. - Diamètre de la conduite d'aspiration trop faible.
Fuite au corps de la pompe.	<ul style="list-style-type: none"> - Déformation du corps de la pompe - Joint du corps mal adapté au fonctionnement. - Vis d'assemblage insuffisamment serré.
La pompe s'échauffe et se grippe.	<ul style="list-style-type: none"> - Tuyauterie de circulation bouchée. - Débit insuffisant d'eau de refroidissement. - La partie tournante frotte. - L'arbre est déformé.
Palier trop chaud.	<ul style="list-style-type: none"> - Roue détériorée. - Roulements usés. - Lubrification des paliers insuffisante. - Niveau d'huile non accepté. - Qualité non convenable d'huile. - Montage défectueux des roulements. - Jeu de roulements très réduit.
Le moteur ne démarre pas.	<ul style="list-style-type: none"> - Viscosité du liquide trop élevée. - Formation des cristaux dans le liquide. - Court – circuit dans les bobinages du moteur.
Le moteur s'échauffe ou se grille.	<ul style="list-style-type: none"> - Tension trop élevée. - Vitesse de rotation trop élevée. - La partie tournante frotte. - Court – circuit dans les bobinages du moteur.

Service Preparation et Approvisionnement (BDM)



MODALITE D'ENTREE DE MATERIELS AU MAGASIN



Le service réparation et approvisionnement est subdiviser en trois section :

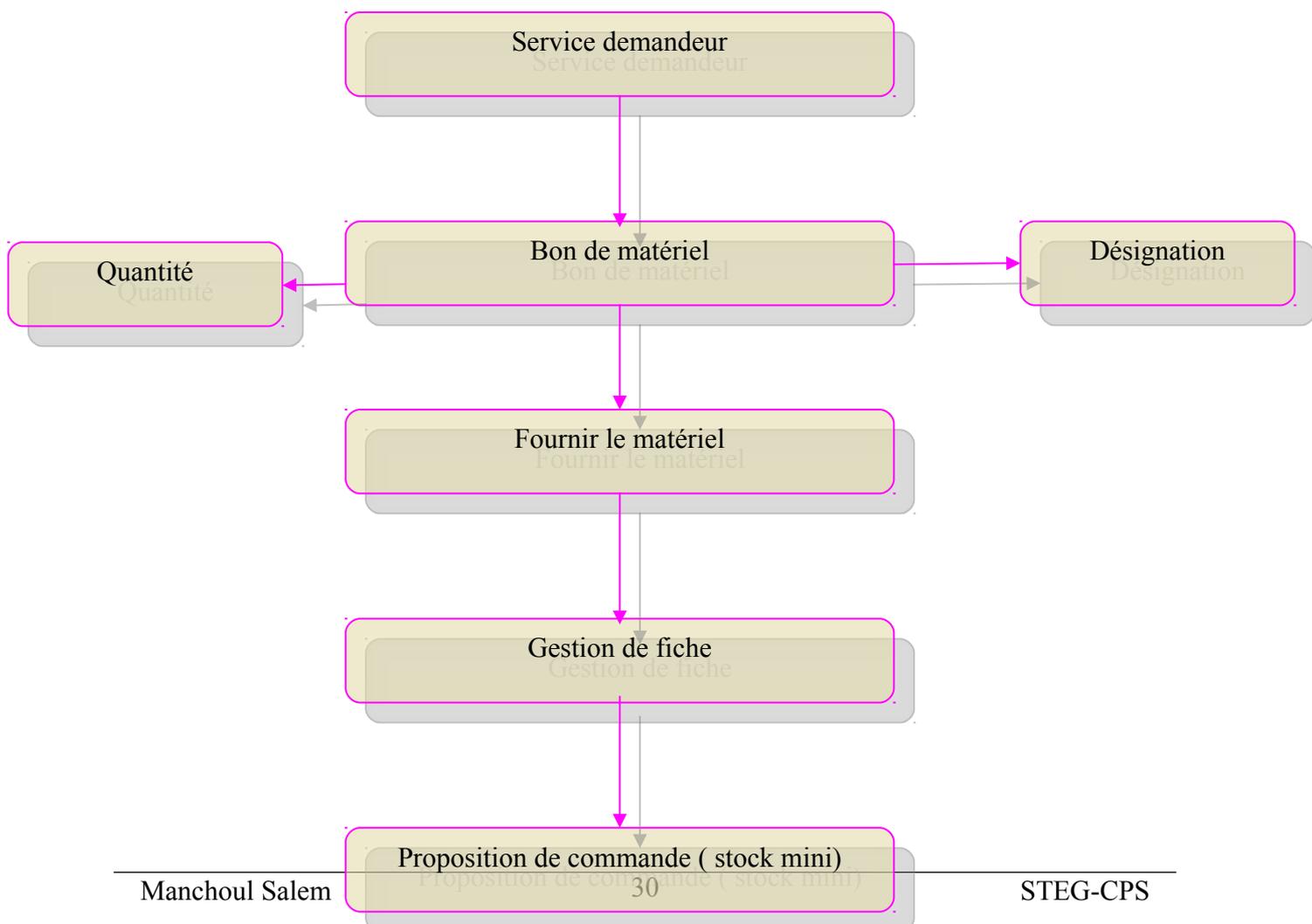
- Préparation
- Achat
- Gestion stock :

Le magasin de CPS regroupe plus de 6398 articles concernant l'étape A et plus de 3365 articles pour l'étape B.

-Magasin 50 : regroupe les pièces de rechange pour l'étape A et les articles consommables pour l'ensemble de centre

- Magasin 58 : regroupe les pièces de rechange spécifique pour les équipements de cycle combiné.

Modalité de sortie de materiel du magasin



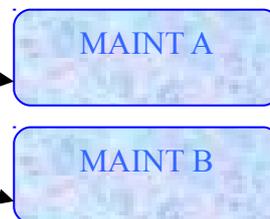
BDM : Créateur d'information

Commande locale & étrangère :

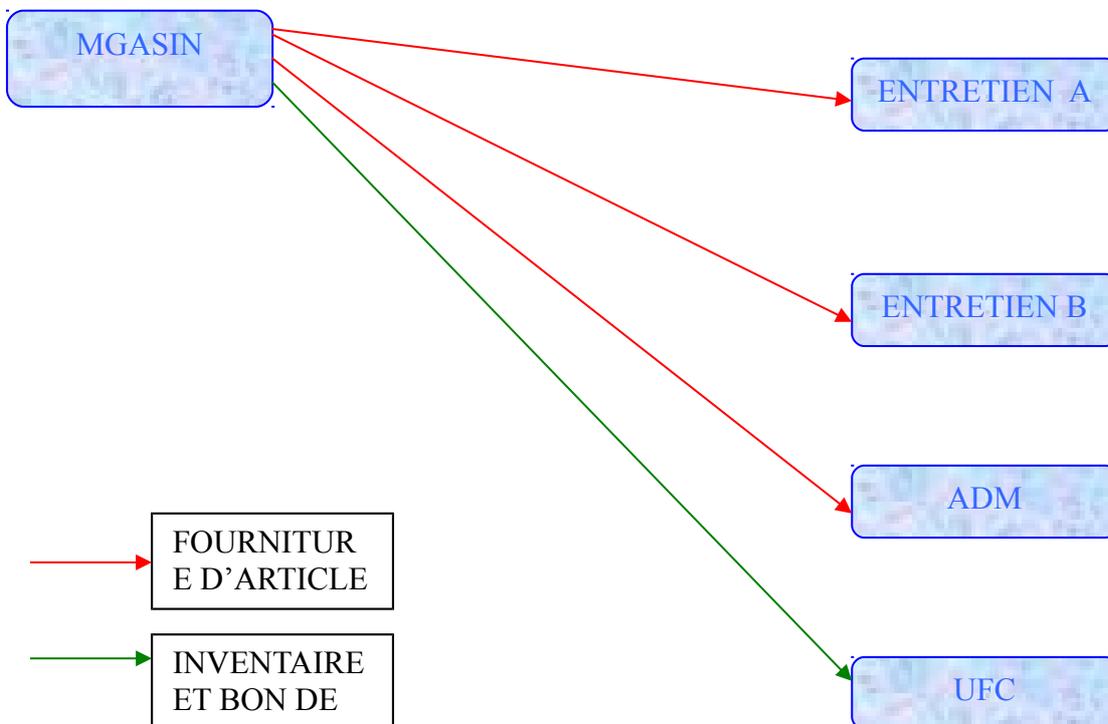
- Traitement de la proposition de commande .

Préparation :

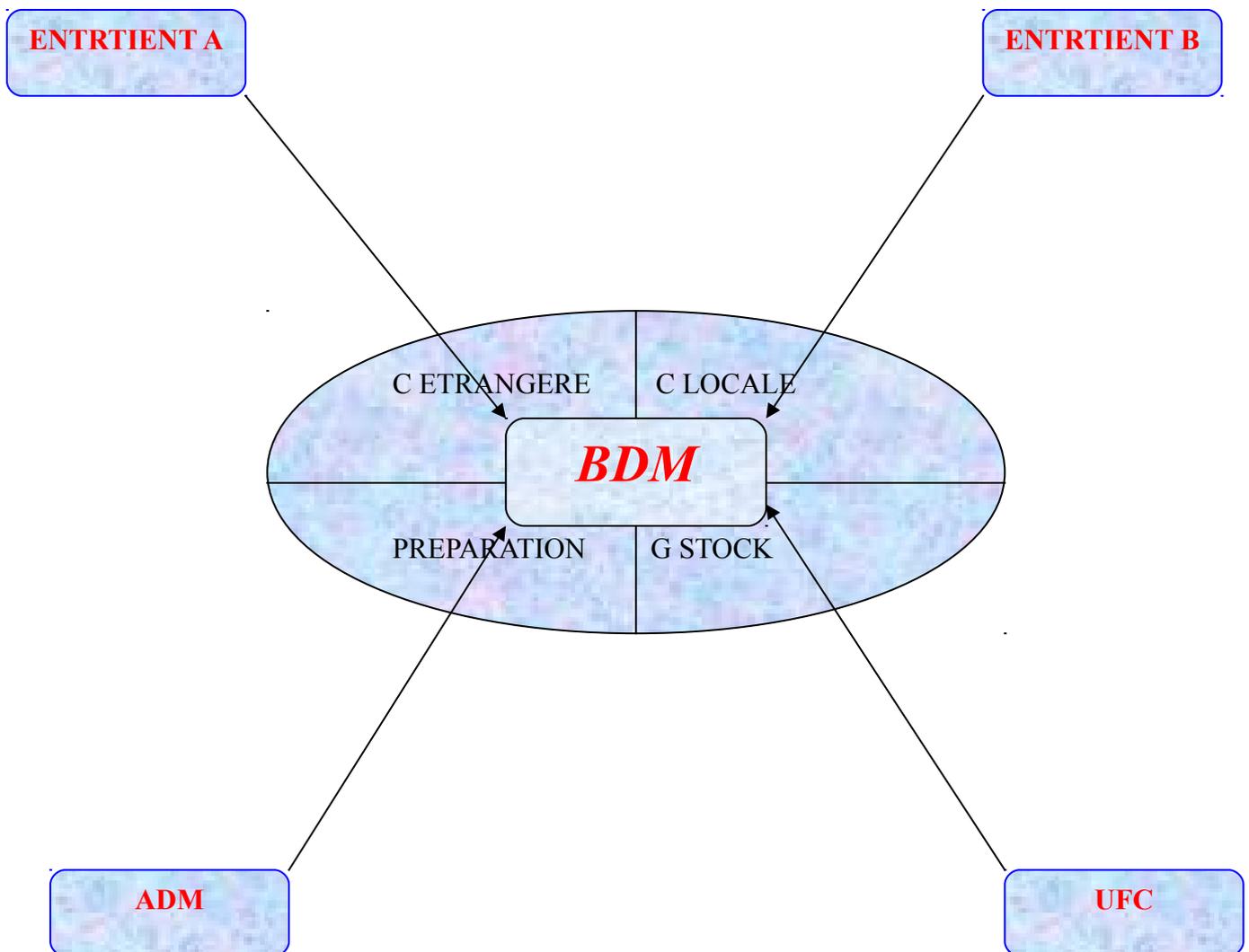
- Visite systématique
- Planification des révisions
- Préparation des pièces de rechange

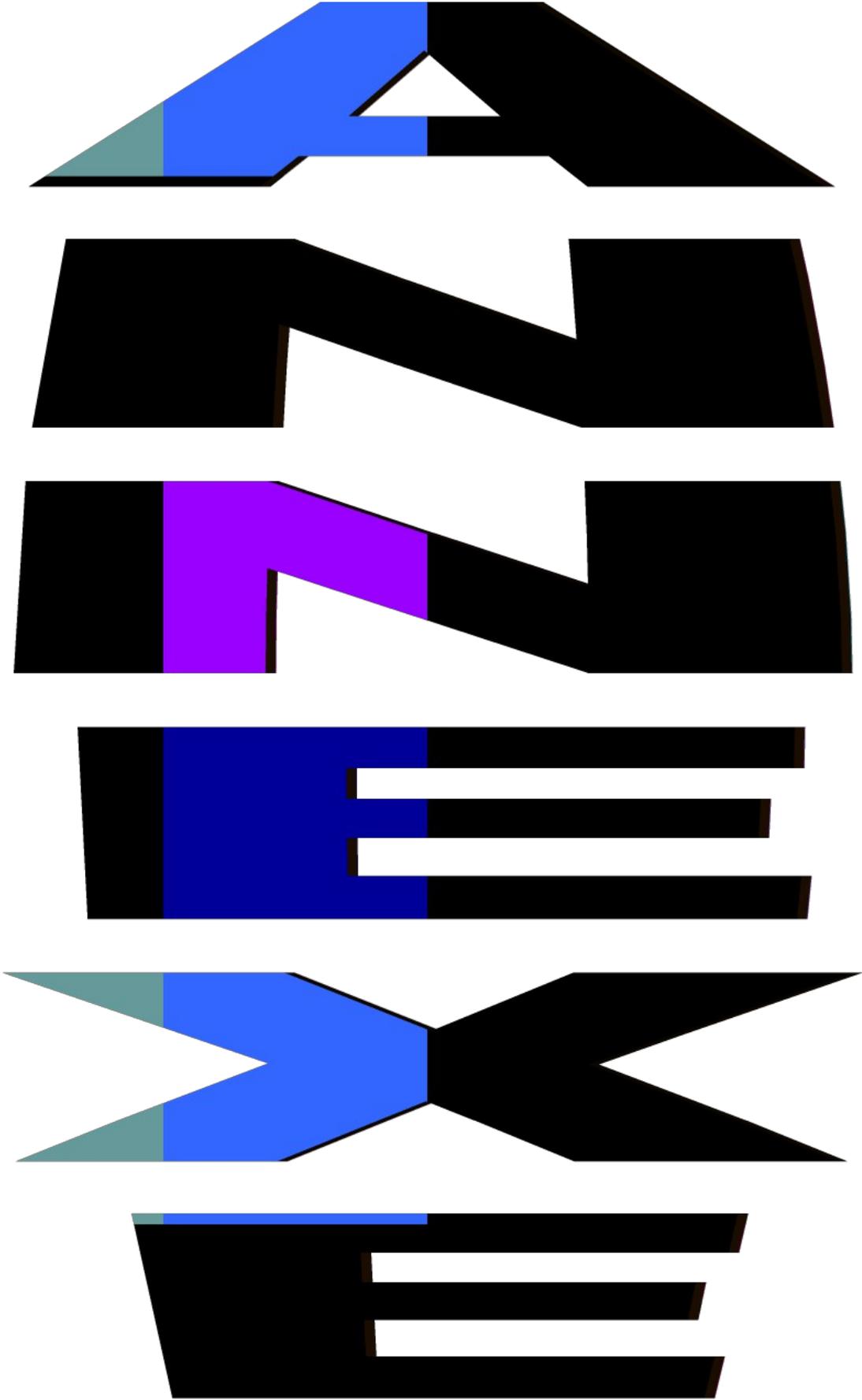


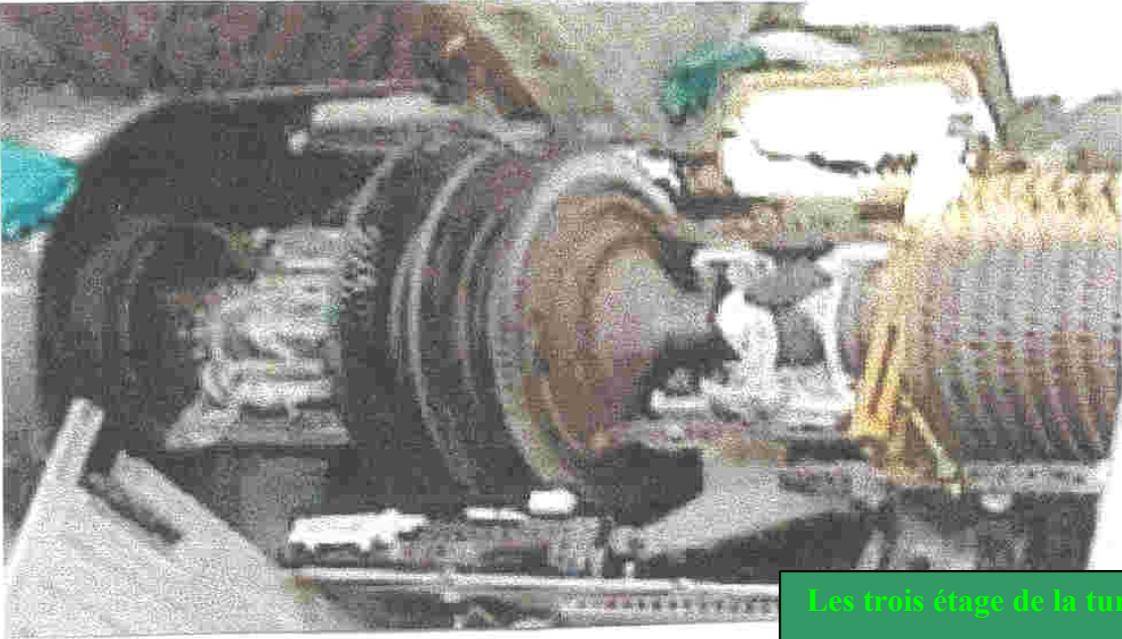
Gestion de stock



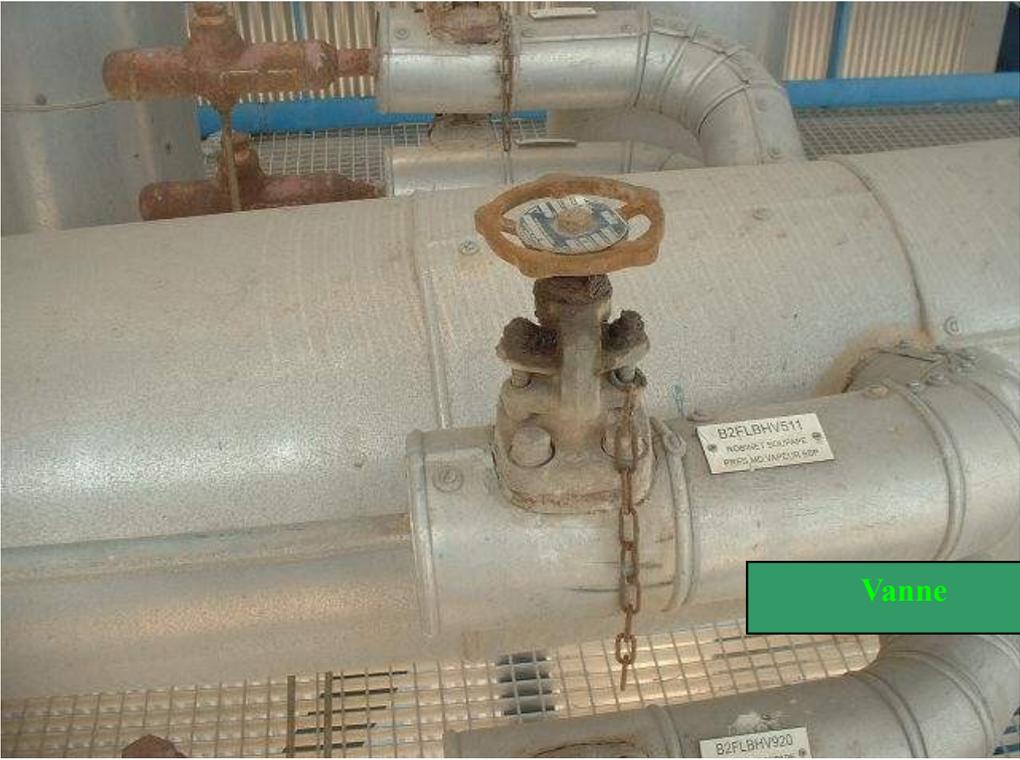
BDM : Consommateur d'information d'information





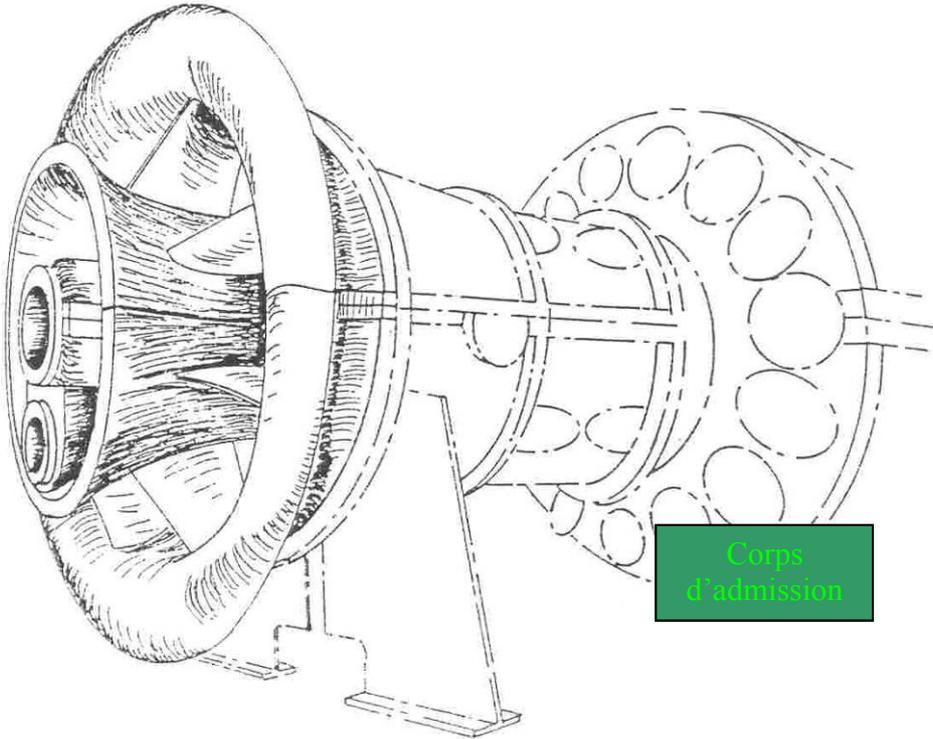
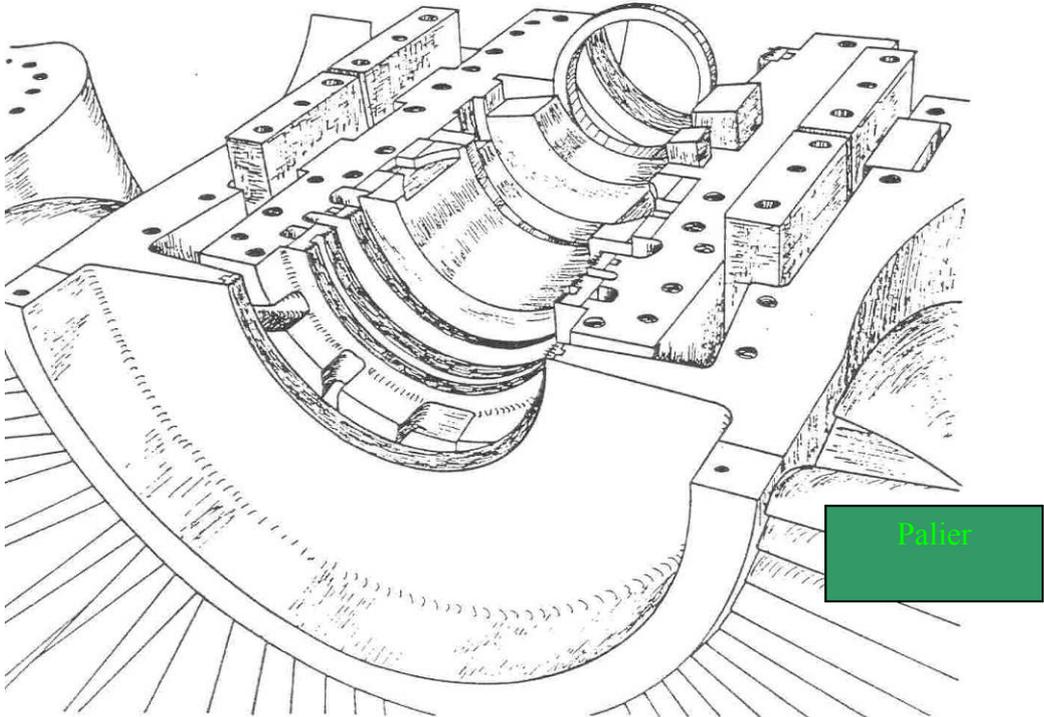


Les trois étages de la turbine

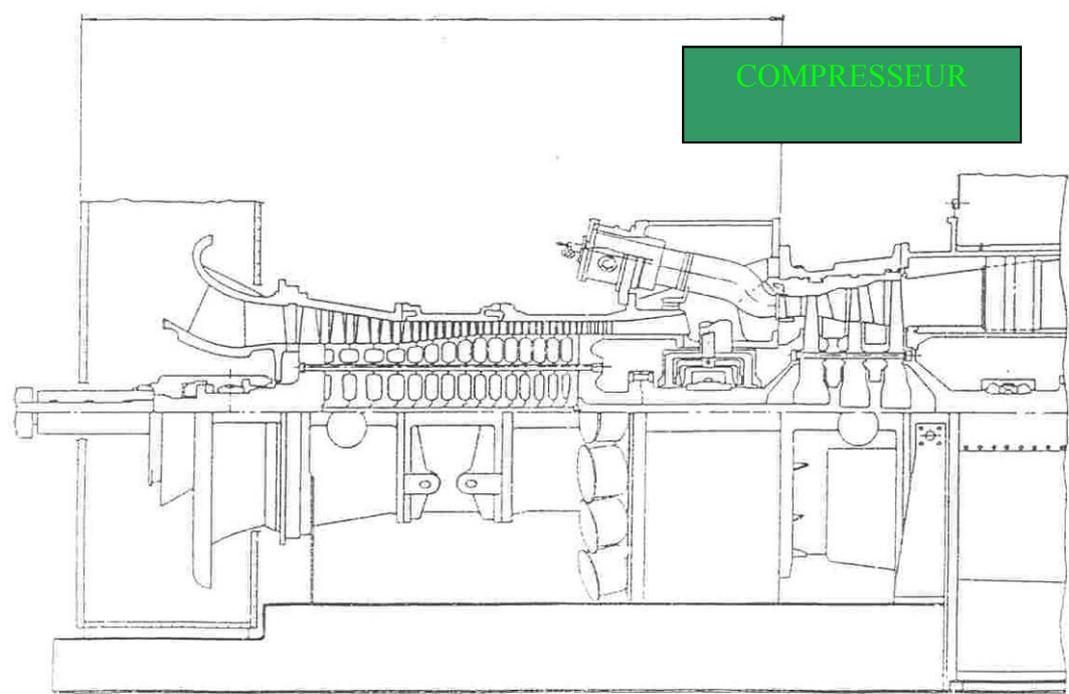
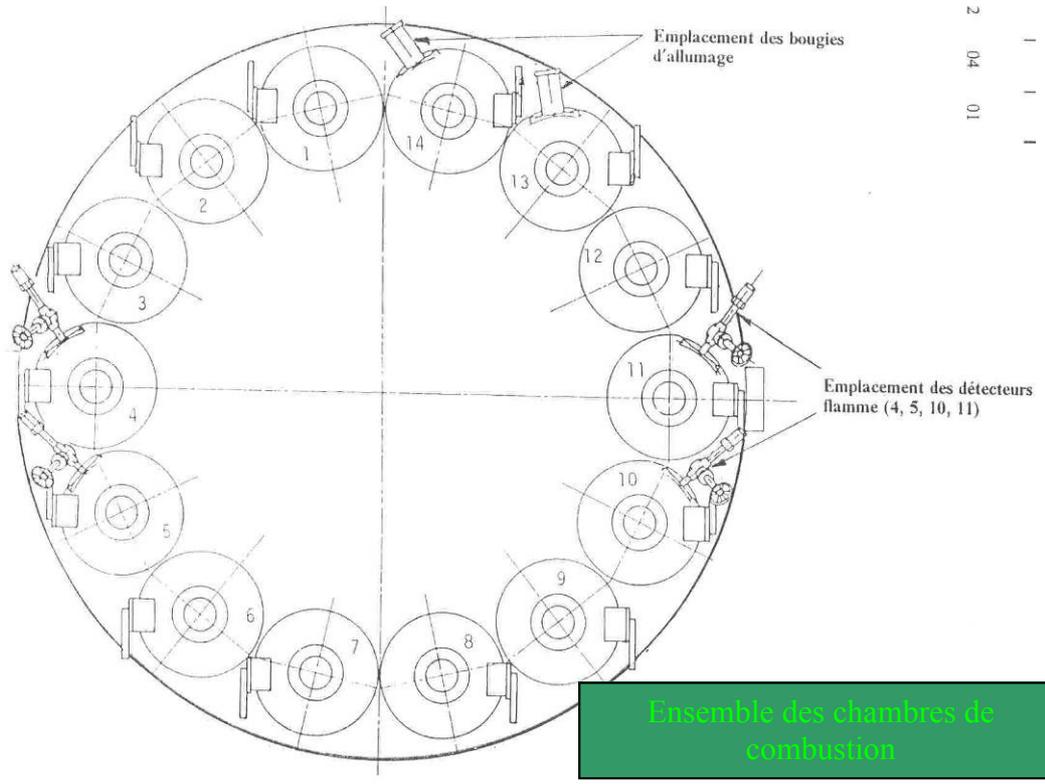


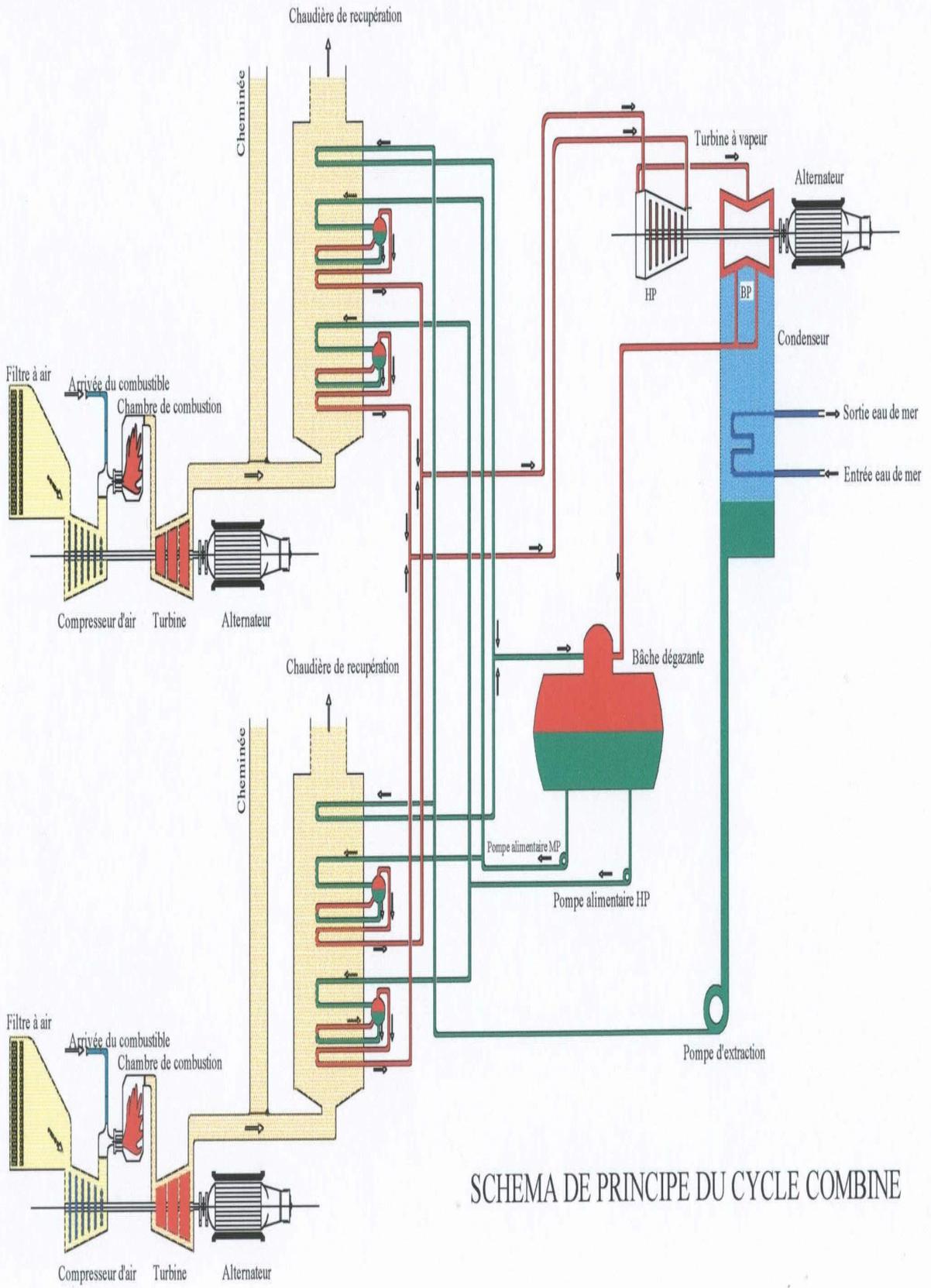
Vanne

Palier



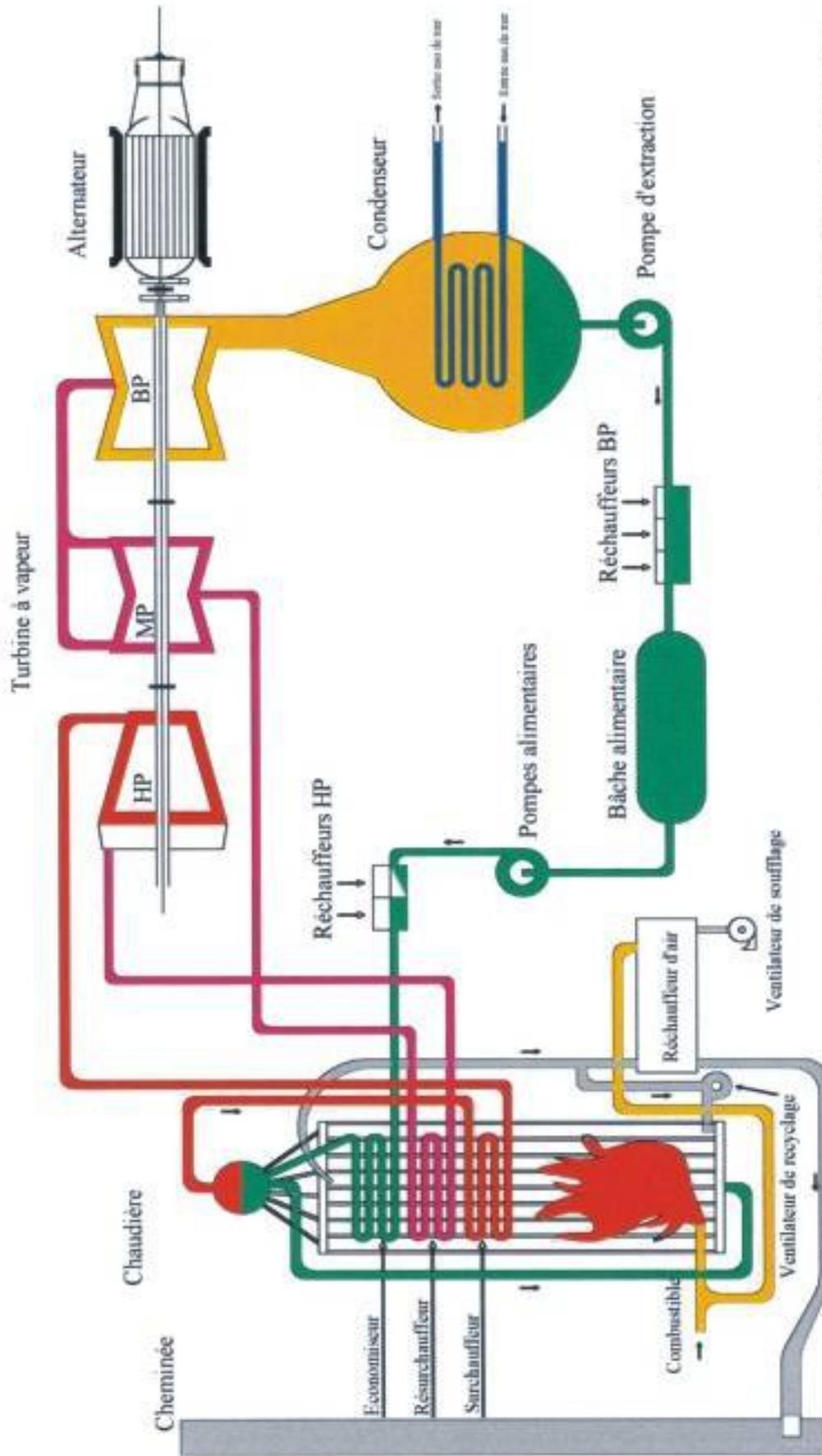
2
04
01





SCHEMA DE PRINCIPE DU CYCLE COMBINE





SCHEMA DE PRINCIPE DU CYCLE THERMIQUE

