

MEC1210 - THERMODYNAMIQUE

PRÉSENTATION DU PROJET

LA PRÉSENTATION EST DIVISÉE EN 2 PARTIES :

- 1. COURTE DESCRIPTION DE LA CENTRALE BOWATER**
- 2. OBJECTIFS ET CONTRAINTES DU PROJET**

PARTIE # 1

**COURTE DESCRIPTION DE LA CENTRALE
THERMOÉLECTRIQUE :
BOWATER (GATINEAU)**

USINE BOWATER : VUE D'ENSEMBLE



HISTORIQUE DE BOWATER

- 1881** : Fondation de la compagnie américaine Bowater (Caroline du Sud)
- 1927** : Construction de la papetière de Gatineau par la compagnie CIP
- 1992** : Installation de la chaudière # 12 à biomasse par la compagnie suédoise Gotaverken
- 1998** : Achat de l'usine de Gatineau par la compagnie Bowater
- 2002** : Installation et mise en marche de la turbine à vapeur par la compagnie General Electric (GE)
- 2006** : La compagnie Bowater possède 12 usines de production de papier, donc 6 de recyclage des papiers usés
Total du nombre d'employés dans le monde : 7800
- 2007**: Fusion avec Abitibi-Consolidated et devient AbitibiBowater
- 2010**: Fermeture de l'usine de Gatineau
- 2011**: AbitibiBowater change son nom pour Produits Forestiers Résolu
- 2013**: Réouverture de l'usine de Gatineau grâce à la cogénération électrique

CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES DE L'USINE BOWATER (AVANT LA FIN DE 2007)

- **Productions** principales de l'usine Bowater:
 - a) Papier journal , production nominale : 454 000 tonnes / année
 - b) Papier à usages spéciaux : 22 000 tonnes / année
- **Composantes** principales de l'usine :
 - 3 machines à papier
 - 1 unité de recyclage de papier
 - 1 unité de désencrage de papier recyclé
 - 1 unité de production de pâte thermomécanique (PTM)
 - 1 chaudière à biomasse
- **Puissance** nominale de la **chaudière** : 200 MWatt
- **Puissance** nominale de la **turbine** à vapeur : 23 MWatt
Puissance minimale requise pour Hydro-Québec
Hiver : 20 Mwatt Été : 17 Mwatt
- Production totale de **GES** (gaz effet de serre) :
diminution de 74 % depuis 1990

LA CENTRALE THERMOÉLECTRIQUE BOWATER

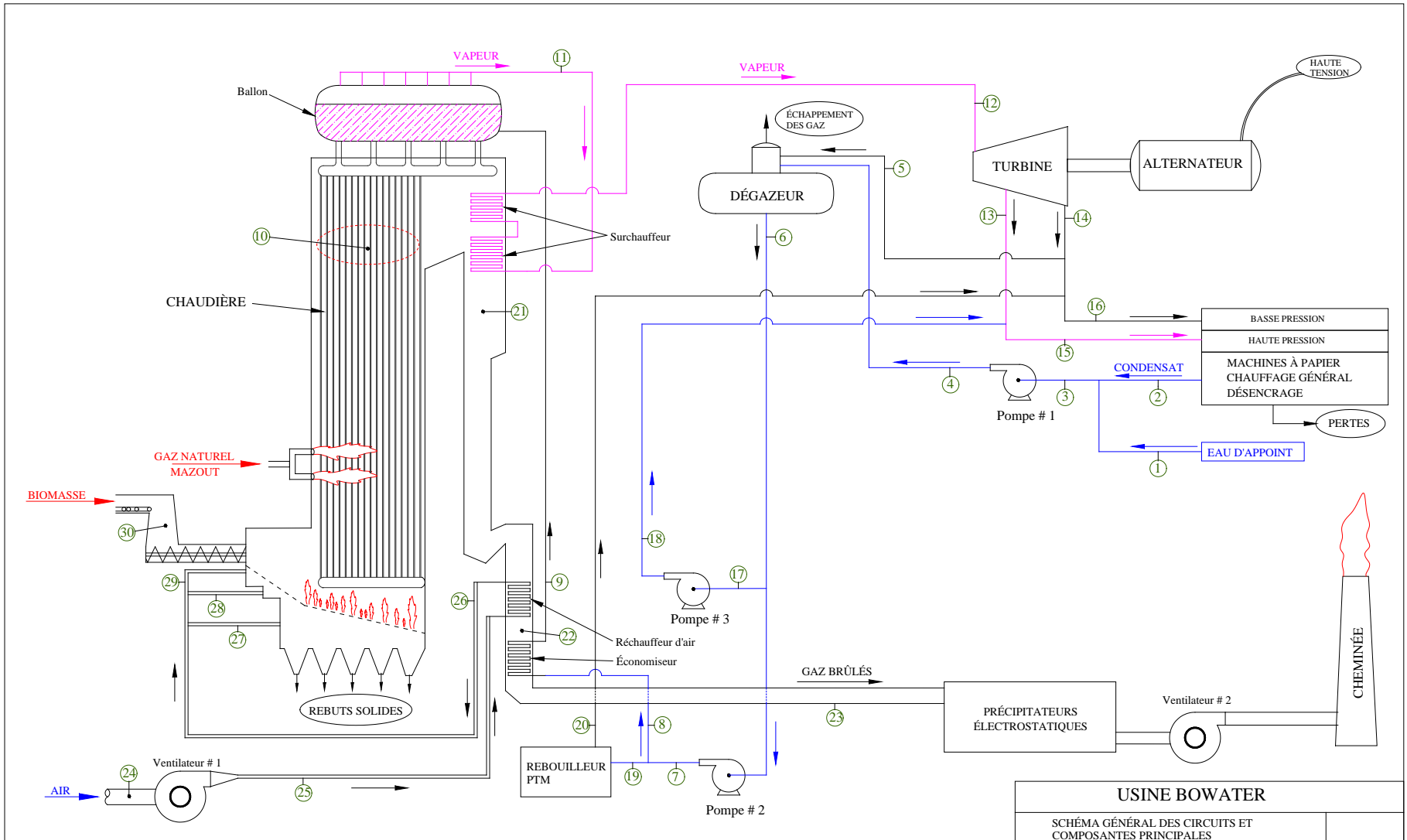


FONCTIONS DE LA CENTRALE BOWATER

- a) Centrale de **cogénération**
- b) Fournir un débit de vapeur haute et basse pression nécessaire au procédés de production de la **pâte à papier** et au procédé de **désencrage**
- c) Production de **courant électrique** vendu à Hydro-Québec permettant de diminuer les pointes de demandes durant l'hiver
- d) Récupération des **surplus de vapeur** de la chaudière permettant d'optimiser le fonctionnement de l'usine
- e) Élimination et **valoriser la biomasse** provenant de l'écorce des arbres et des boues de désencrage.

Ces éléments étaient autrefois jetés et entraînaient une **pollution** importante

SCHÉMA GÉNÉRAL DE LA CENTRALE



CARACTÉRISTIQUES DU COMBUSTIBLE

Type de **combustible** :

Biomasse composée d'écorces et boues de désencrage

Parfois : Gaz naturel et mazout

Soufre dans le combustible : *Faible*

Humidité moyenne de la biomasse : *55 %*

Pouvoir **calorifique** du combustible : *19 035 kJ/kg*

Débit actuel de **combustible** (sec) : *684 000 kg/ jour*

Température d'alimentation de la Biomasse à la centrale : *10 °C*

Alimentation du combustible : *Convoyeur et vis d'Archimède*

CARACTÉRISTIQUES DE L'AIR DE COMBUSTION

Débit d'air de combustion : *216 360 kg/h*

Pression d'alimentation d'air : *2.25 kPa*

Température de l'air d'alimentation (hiver) :

Température d'entrée au ventilateur : *0.0 °C*

Température d'entrée à la chaudière : *150 °C*

Nombre de **ventilateur** : *1 ventilateur d'air de combustion*

1 ventilateur d'extraction des gaz brûlés

Type de ventilateur pour l'air de combustion : *centrifuge*

Puissance électrique nominale du moteur des ventilateurs :

Air de combustion : *522 kWatt (1180 rpm)*

Extraction des gaz brûlés : *1304 kWatt (880 rpm)*

NOTES IMPORTANTES

- Toutes les pressions sont en valeurs **manométrique**
- Pression barométrique de référence = ***101.3 kPa***
- Rendement de conversion mécanique / électrique du groupe
Turbine & Alternateur : **95 %**
- Rendement isentropique de la première zone de la turbine
Avant l'extraction # 1 : **79 %**
- Rendement isentropique de la deuxième zone de la turbine
Avant l'extraction # 2 : **83 %**
- Rendement isentropique des pompes à eau :
Pompe # 1 (Haute Pression) : **88 %**
Pompe # 2 (Base Pression) : **85 %**
Pompe # 3 (Basse Pression) : **85 %**

PHOTOS ET FIGURES DES COMPOSANTES LES PLUS IMPORTANTES

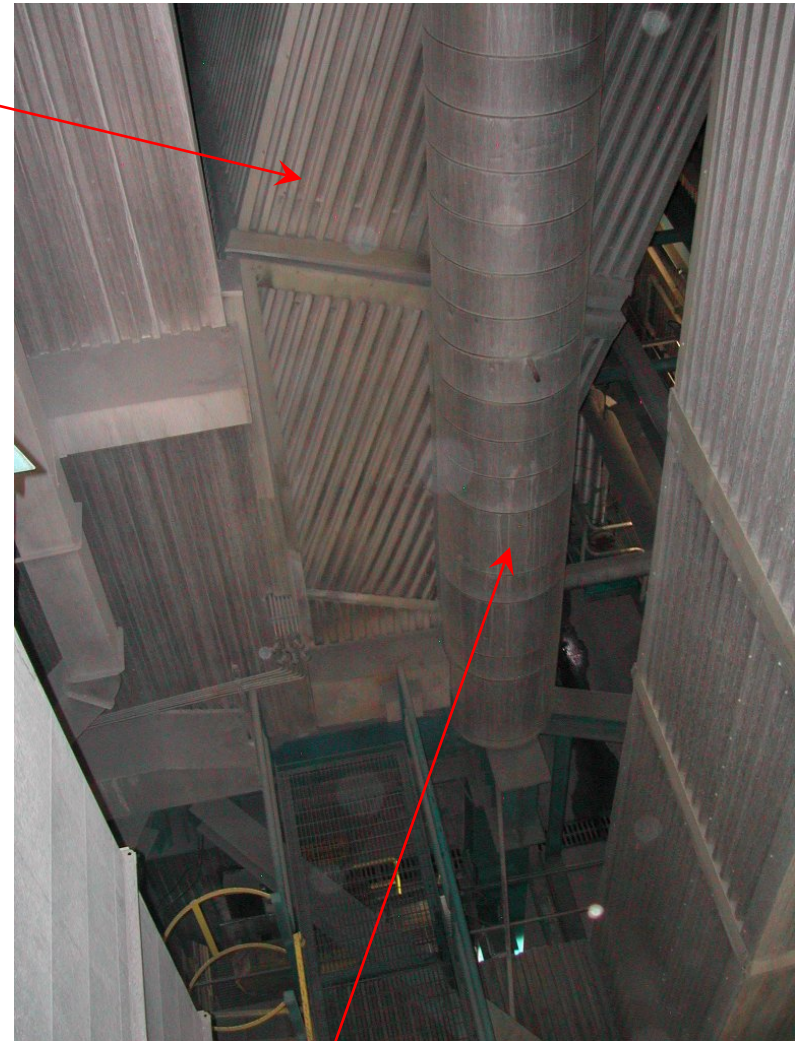
- 1. CHAUDIÈRE**
- 2. TURBINE**
- 3. CONVOYEUR**

VUE EXTÉRIEURE PARTIELLE DE LA CHAUDIÈRE



VUE ARRIÈRE PARTIELLE DE LA CHAUDIÈRE

Sortie des Gaz Brûlés



'Downcomer'

Apport d'air frais de combustion



Mur tube d'eau

Évacuation des cendres

Grille d'entrée de la biomasse

Grille d'avancé de la biomasse

VUE INTÉRIEURE DE LA CHAUDIÈRE

VUE INTÉRIEURE D'UNE CHAUDIÈRE

Tubes à eau



Espace pour
introduire
les brûleurs

**icals:
combinations
corrosion,
ition in
systems**

Also in this issue

**Modifying boilers for
ultra-low-load operation**
**Chemical attack prompts
tower-fill switch**
**Industrial awards for
energy conservation and
environmental protection**
**Use eight factors to judge
relative cavitation peril**

Special Section:

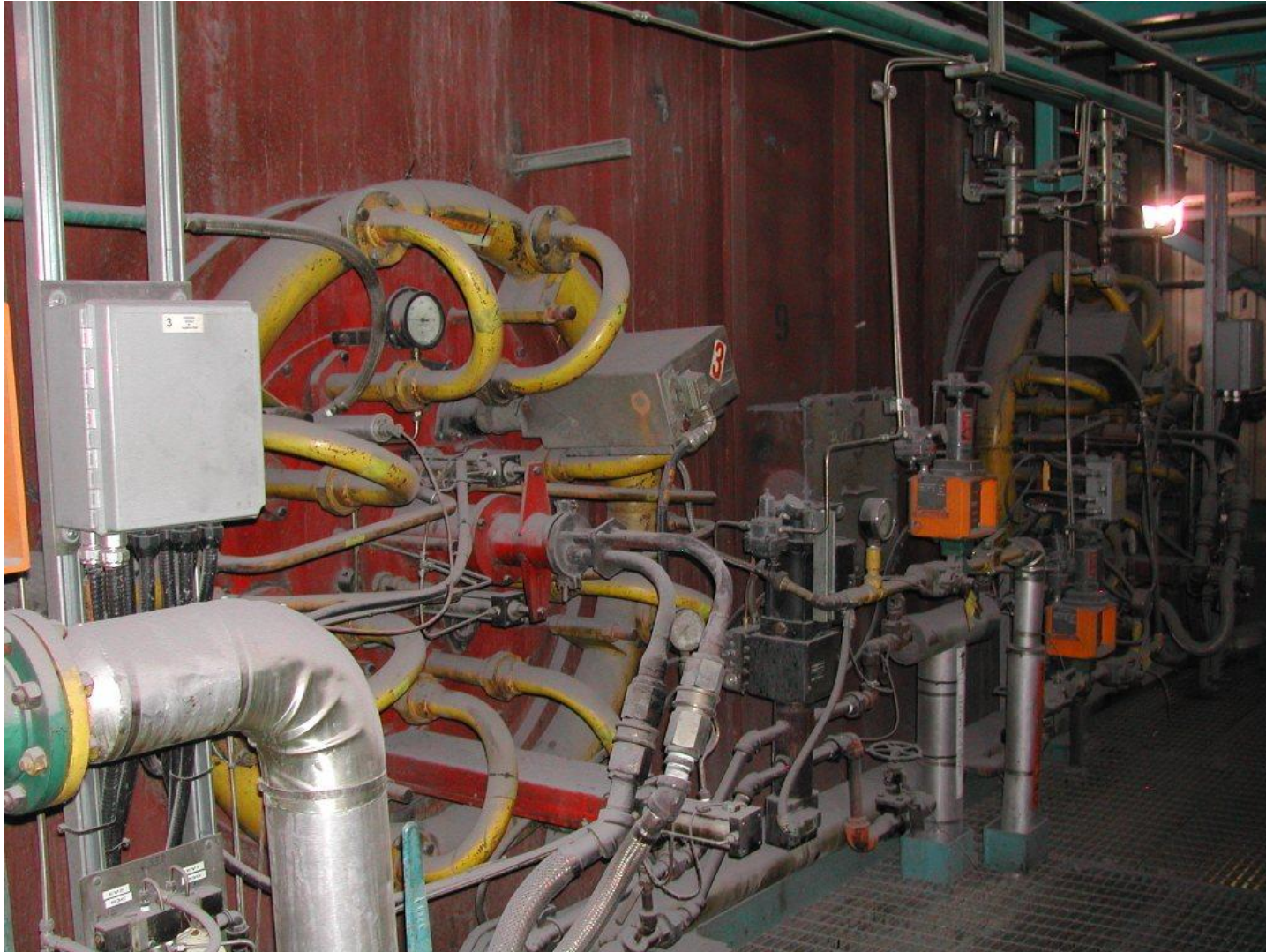
Asbestos substitutes

CHAUDIÈRE : ALIMENTATION DE LA BIOMASSE

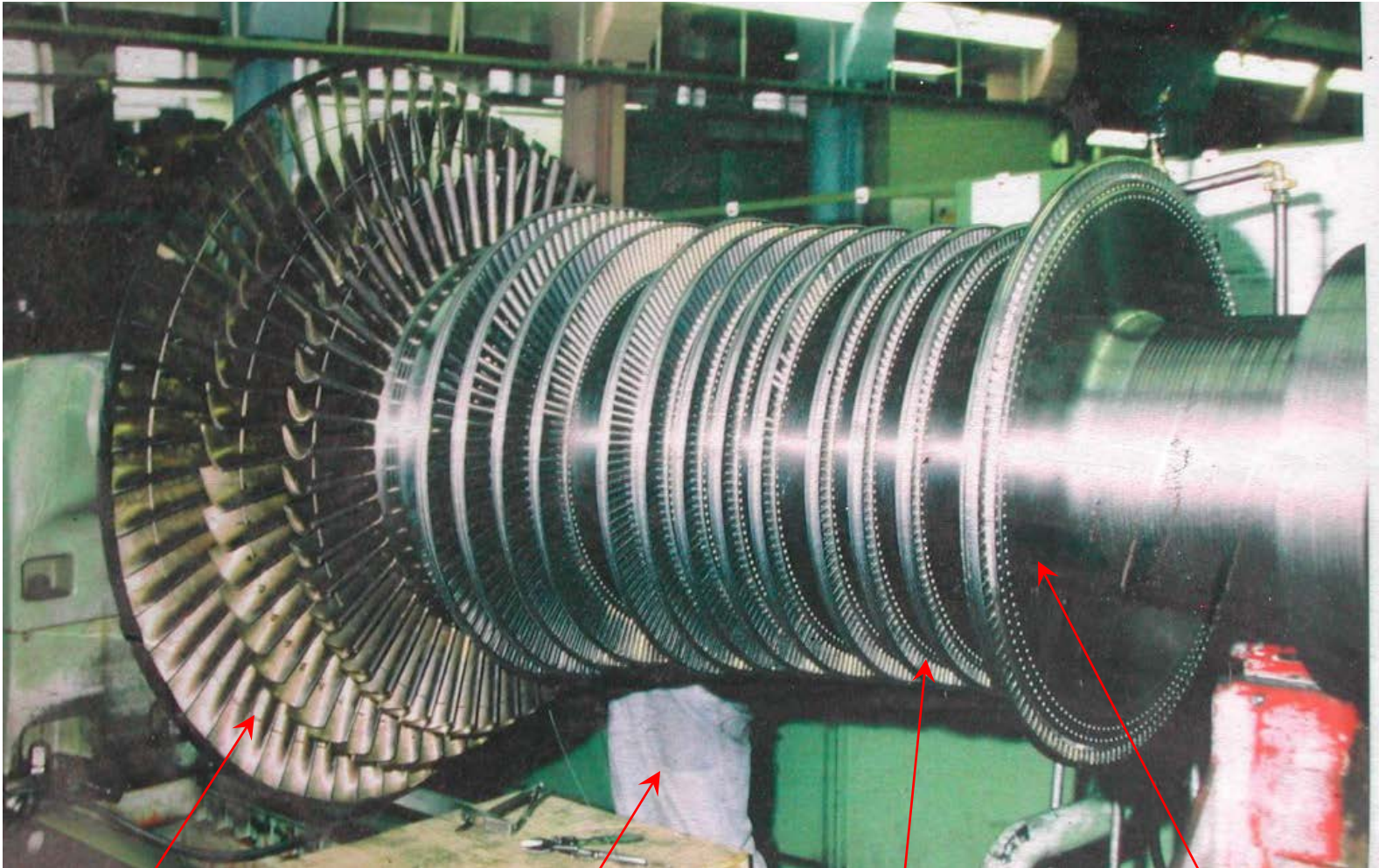


CHAUDIÈRE : BRÛLEUR GAZ NATUREL ET MAZOUT

Brûleur au gaz avec équipement de surveillance



TURBINES À VAPEUR OUVERTE



Basse P

Humain

Rotor de la turbine

Haute P

GROUPE TURBINE & ALTERNATEUR

Alternateur

Réducteur de vitesse

Turbine à vapeur



PARTIE # 2

OBJECTIFS ET CONTRAINTES DU PROJET

OBJECTIFS DU PROJET

Le projet proposé aux étudiants vise l'atteinte de 3 objectifs généraux :

1. Mettre en pratique les notions de thermodynamique présentées durant les cours théoriques.

L'étudiant pourra se familiariser avec les équations associées à l'étude de la thermodynamique, mais aussi comprendre les principes de base qui sous-tendent cette discipline.
2. L'accomplissement du projet amènera l'étudiant à développer, dès sa première année de formation, son esprit d'analyse et son sens critique, qualités essentielles d'un ingénieur.
3. Lors de la réalisation du projet, l'étudiant sera amené à faire l'apprentissage du logiciel EES dans un cadre dynamique. La maîtrise de ce logiciel lui sera utile tout au cours de sa formation en génie mécanique.

LE PROJET CONSISTE À

Modéliser le comportement de la centrale de façon à déterminer :

- La puissance thermique totale produite par la chaudière
- La puissance électrique totale produite par le groupe turbo-alternateur
- Le rendement thermique global du cycle
- Les lieux de pertes d'énergie et leur importance
- Les paramètres thermodynamiques des différents points du cycle

Ce travail sera réalisé en **plusieurs étapes** en examinant des cycles du plus simple au plus complexes. Ces étapes sont les suivantes :

- 1) Cycle de Carnot et modélisation du cycle Rankine élémentaire
- 2) Modélisation du cycle Rankine avec dégazeur (OFWH) ; bilan d'énergie
- 3) Modélisation du cycle Rankine réel avec irréversibilités
- 4) Modélisation du cycle réel avec propriétés des mélanges de gaz
- 5) Modélisation complète de la centrale, notion de rendement global et énergie fournie par le combustible

DIAGRAMME DES FLUX D'ÉNERGIE DE LA CENTRALE

Note : Les valeurs données sur le graphiques sont fictives

