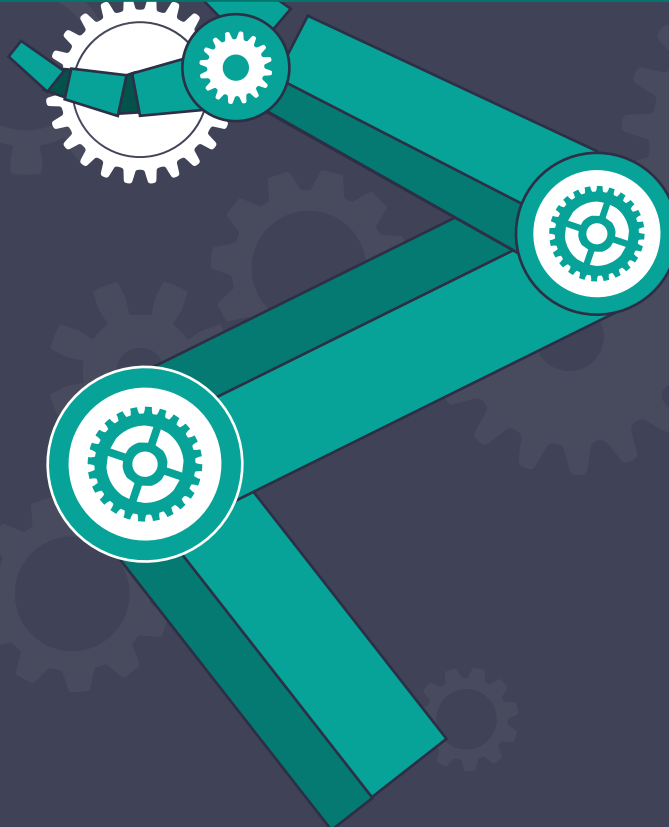




Faculté de TECHNOLOGIE

Turbine à vapeur



Introduction



Figure 1 turbine à vapeur

Les turbines à vapeur sont des turbomachines motrices qui convertissent l'énergie thermique de la vapeur en énergie mécanique. Utilisées dans divers secteurs, elles jouent un rôle crucial dans la production d'électricité et dans les mécanismes industriels.

01.Principe de fonctionnement

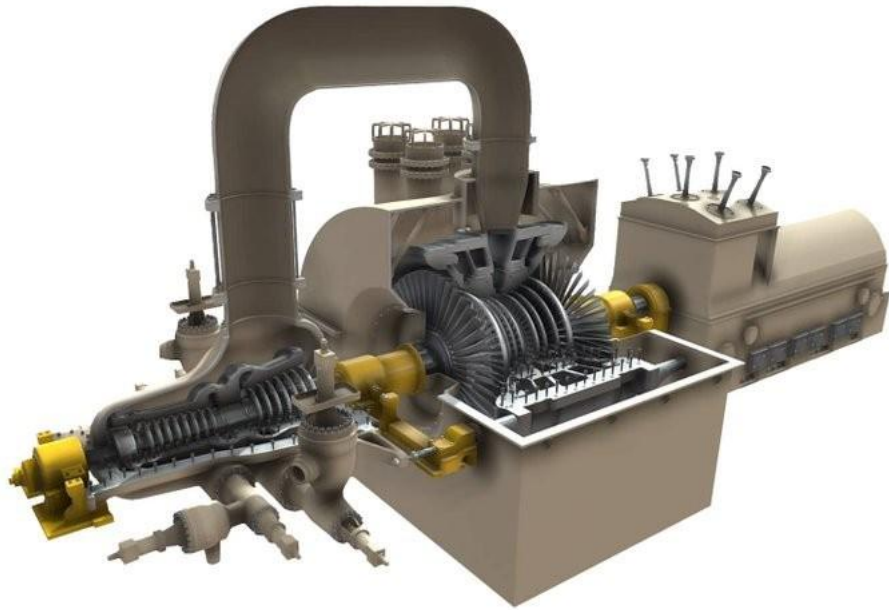


Figure2.turbine à vapeur

Les turbines à vapeur fonctionnent selon le principe de la conversion d'énergie. La vapeur sous pression fait tourner les aubes de la turbine, générant ainsi un mouvement rotatif. Ce processus repose sur la thermodynamique et l'écoulement de fluides.

02. Composants principaux de la turbine à vapeur

1. Admission de vapeur

Point d'entrée de la vapeur dans la turbine. Elle inclut souvent des vannes de contrôle pour réguler le débit et la pression.

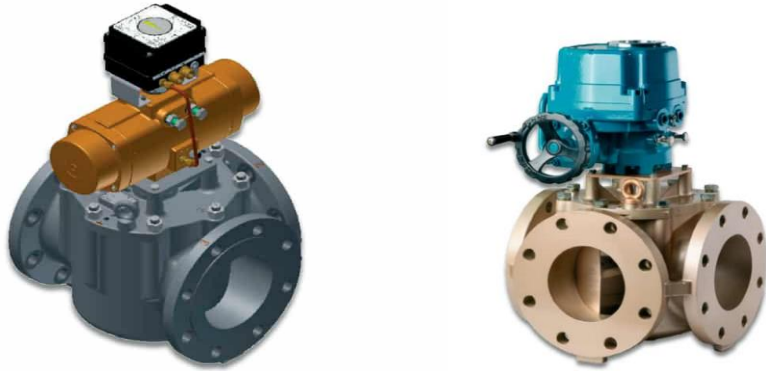


Figure3.Exemples de vannes de controle

2. Tuyères

Transforment l'énergie thermique et la pression de la vapeur en énergie cinétique en augmentant la vitesse du flux.

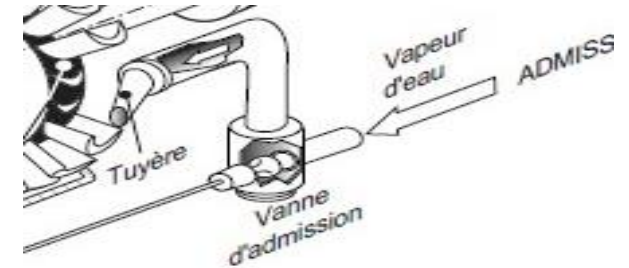


Figure4. tuyère.

02. Composants principaux de la turbine à vapeur

3. Stator

Partie fixe de la turbine qui contient les aubages fixes et assure l'étanchéité pour éviter les fuites de vapeur. Il soutient également le rotor.

4. Aubages fixes (directrices)

Pales stationnaires qui orientent et dirigent la vapeur vers les aubages mobiles. Elles font partie du stator.

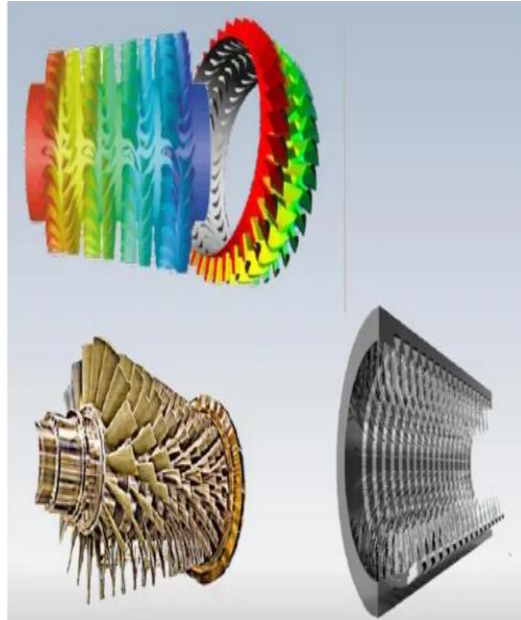
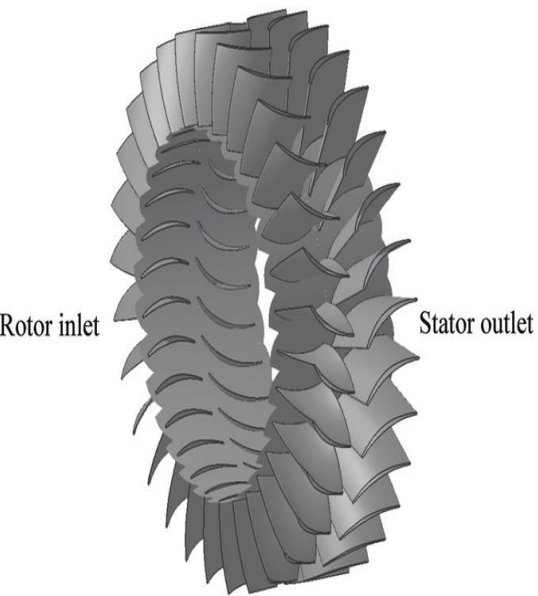


Figure5. aubes fixes et mobiles de turbine à vapeur

4. Rotor

Partie rotative de la turbine qui supporte les aubages mobiles. Il convertit l'énergie de la vapeur en énergie mécanique

5. Aubages mobiles

Pales fixées au rotor qui reçoivent la vapeur et transforment son énergie cinétique en énergie mécanique en tournant. Elles font partie du rotor.

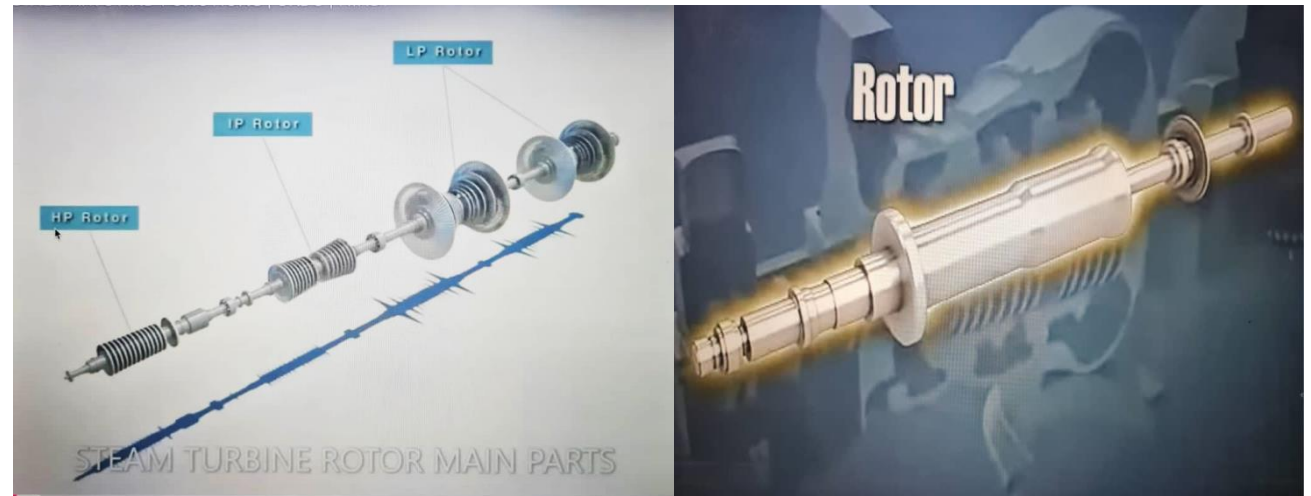


Figure6. rotor de la turbine à vapeur

02. Composants principaux de la turbine à vapeur

7. Roulements

Composants qui soutiennent le rotor et assurent sa rotation en minimisant les frottements.



Figure6. roulement de turbine à vapeur

8. Soupapes de sécurité

Dispositifs qui évacuent la vapeur excédentaire en cas de surpression pour protéger la turbine contre les dommages



Figure6. soupapes de sécurité de turbine à vapeur

03.Types de turbine à vapeur

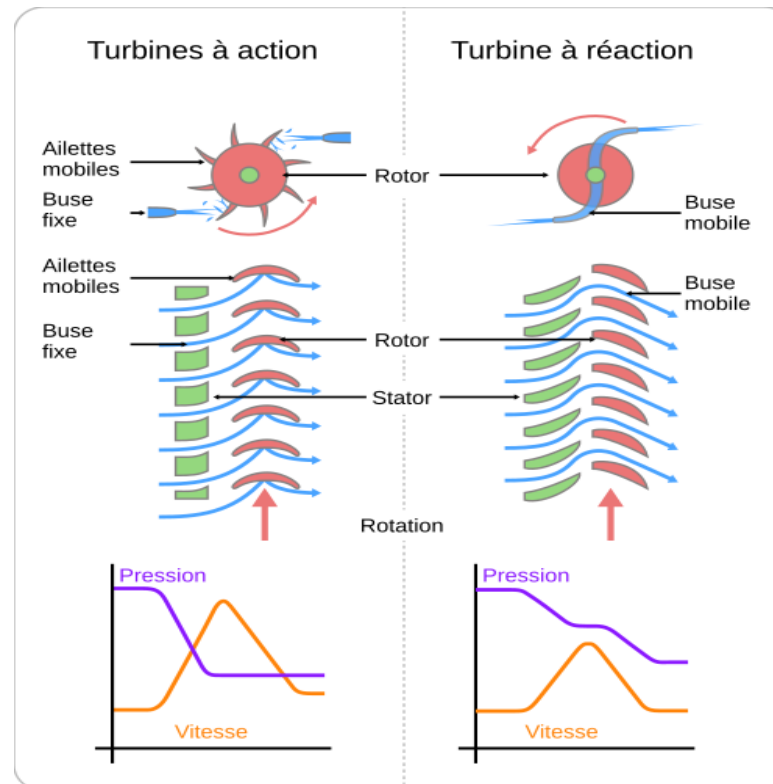


Turbines à action

- Le changement de pression de la vapeur se produit uniquement dans les aubages fixes (ou stators). Les aubages mobiles (ou rotors) subissent uniquement une transformation d'énergie cinétique.
- Exemple : Turbine de type Laval.



1.Classification selon le mode de fonctionnement



Turbines à réaction

- Turbine à réaction : La vapeur subit un changement de pression dans les aubages fixes et mobiles. Utilise à la fois l'énergie cinétique et l'énergie de réaction de la vapeur.
- Exemple : Turbine de type Parsons.

Figure7 turbine à action et à réaction

03.Types de turbine à vapeur

Turbine simple étage



- Composée d'un seul étage de transformation de l'énergie.
- Utilisée pour des applications à faible puissance ou basse pression.

2.Classification selon le nombre d'étages

Turbine multi-étages



- Possède plusieurs étages pour augmenter l'efficacité, surtout pour les grandes puissances.
- Les étages peuvent être à action ou à réaction.

03.Types de turbine à vapeur

Turbine simple étage



Figure8 turbine à simple étage

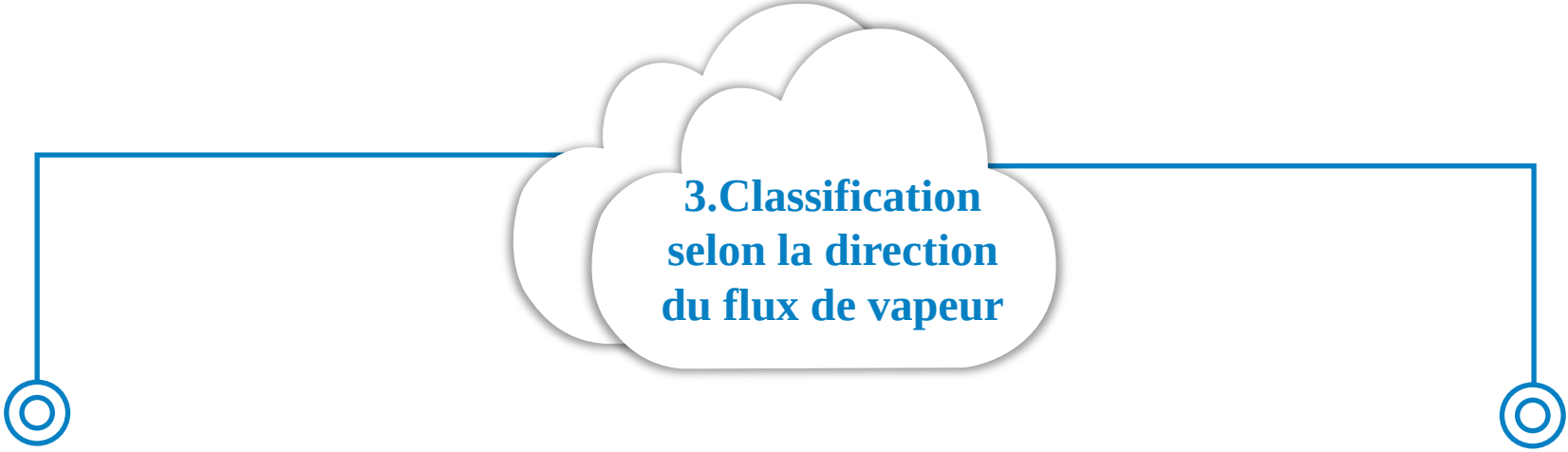
**2.Classification
selon le nombre
d'étages**

Turbine multi-étages



Figure9 turbine à simple étage

03.Types de turbine à vapeur



3. Classification selon la direction du flux de vapeur

Turbine à flux axial

- Turbine à flux axial : La vapeur circule dans la même direction que l'axe de rotation.
- Très utilisée dans les centrales électriques.

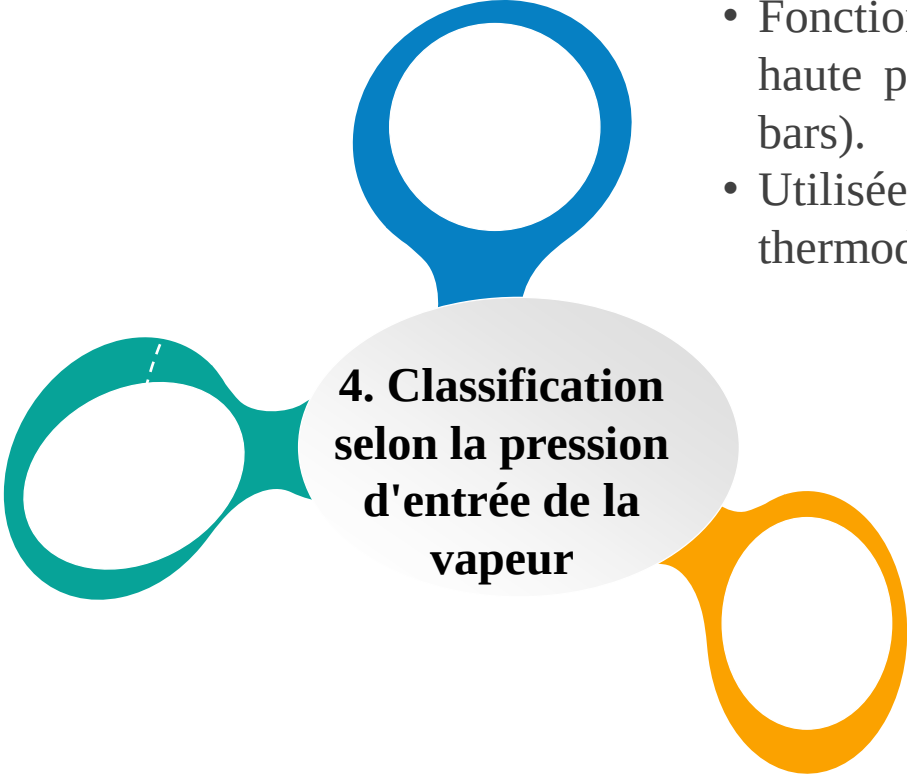
Turbine à flux radial

- La vapeur entre radialement et sort axialement.
- Moins courante que les turbines à flux axial.

03.Types de turbine à vapeur

Turbine à basse pression

- Utilisée pour les dernières étapes d'expansion de la vapeur, souvent associée à un condenseur.



4. Classification selon la pression d'entrée de la vapeur

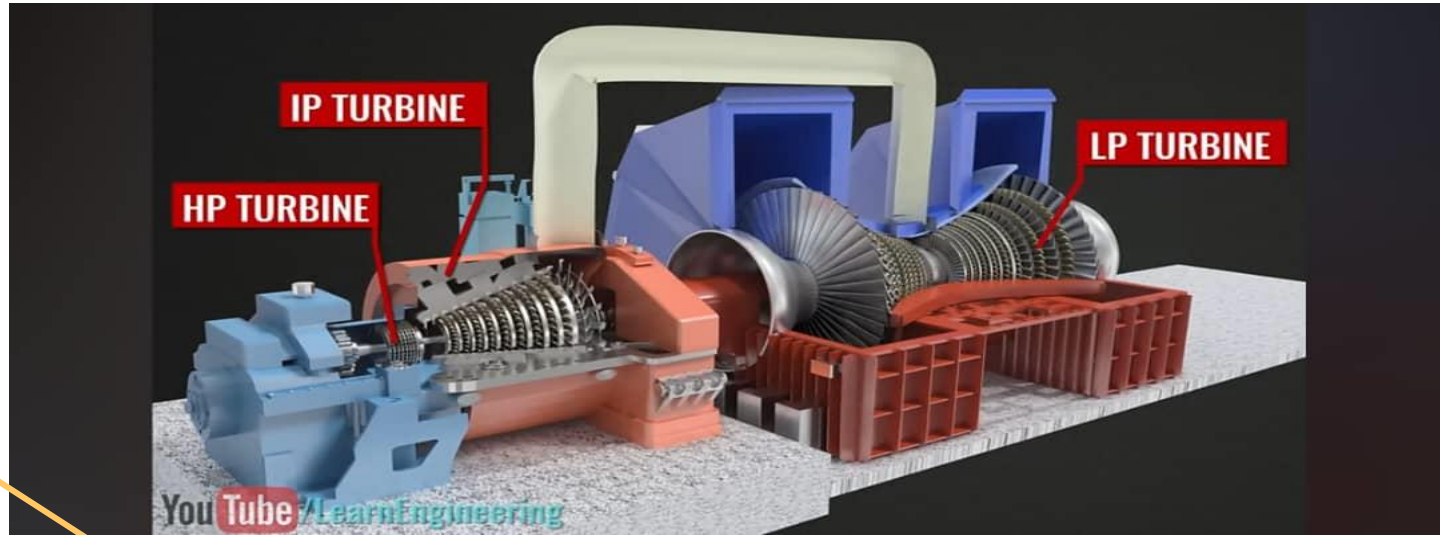
Turbine à haute pression

- Fonctionne avec de la vapeur à haute pression (supérieure à 40 bars).
- Utilisée au début des cycles thermodynamiques.

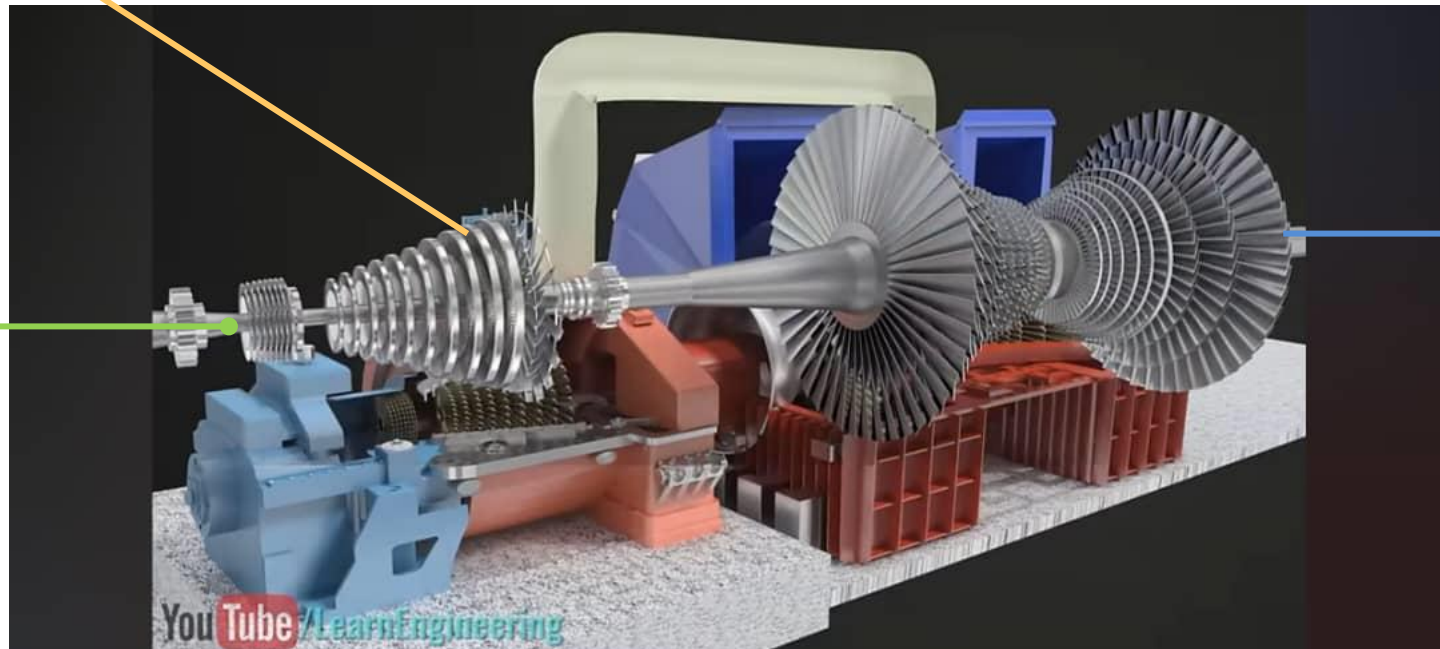
Turbine à moyenne pression

- Reçoit de la vapeur à pression modérée, après expansion partielle dans une première turbine.

Turbine à moyenne
pression

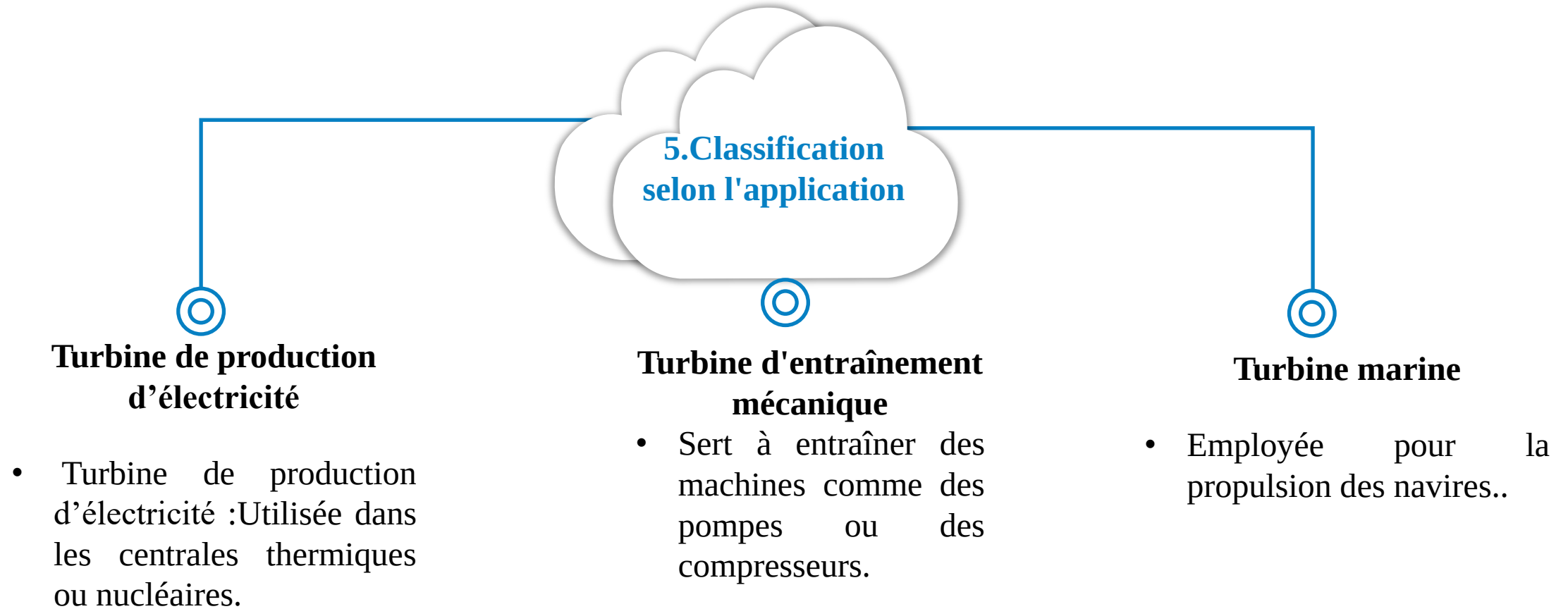


Turbine à haute
pression



Turbine à basse pression

03.Types de turbine à vapeur



04.Applications des Turbines à Vapeur

1. Production d'Électricité Centrales Thermiques

Les turbines à vapeur sont utilisées dans les centrales thermiques pour convertir la chaleur générée par la combustion de combustibles (comme le charbon, le gaz naturel ou le fioul) en électricité. La vapeur haute pression produite dans une chaudière entraîne la turbine, qui est couplée à un générateur électrique.

Centrales de Cogénération : Ces installations produisent simultanément de l'électricité et de la chaleur. La vapeur excédentaire peut être utilisée pour des applications industrielles ou pour le chauffage urbain, maximisant ainsi l'efficacité énergétique.

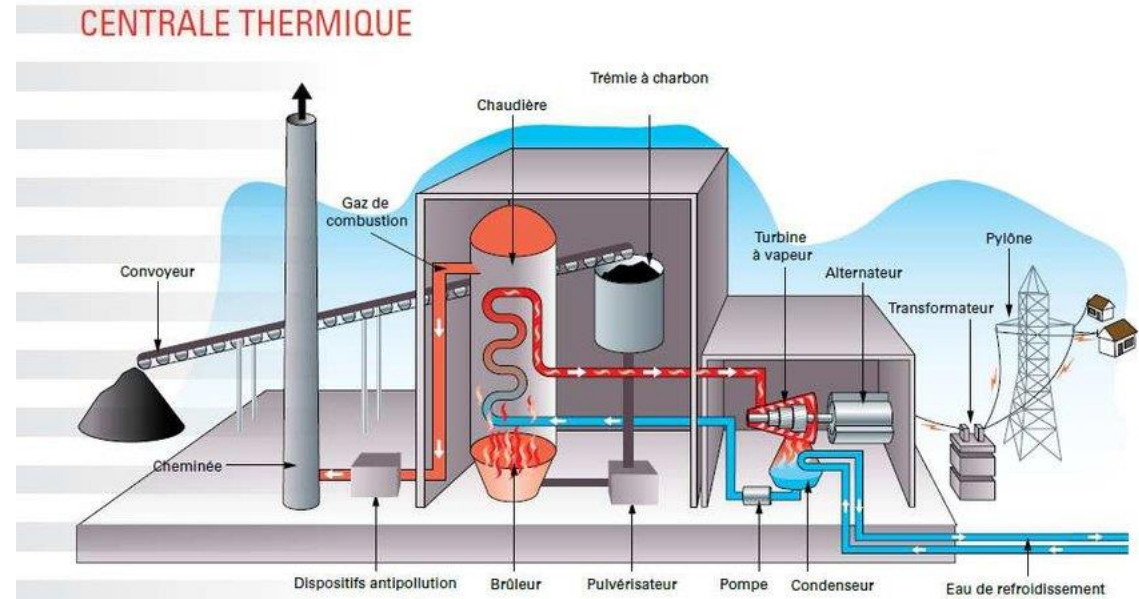


Figure3.centrale thermique

04.Applications des Turbines à Vapeur

2. Industrie Chimique et Pétrochimique

Processus de Production : Dans l'industrie chimique, les turbines à vapeur fournissent l'énergie nécessaire pour faire fonctionner des équipements tels que des compresseurs et des pompes. Elles sont souvent intégrées dans des systèmes de cogénération, où la vapeur produite est utilisée pour des réactions chimiques tout en générant de l'électricité.

Raffineries : Les turbines à vapeur sont également couramment utilisées dans les raffineries de pétrole pour fournir de la chaleur et de l'énergie mécanique



Figure 4 Industrie chimique et pétrochimique

04.Applications des Turbines à Vapeur

3. Industries Alimentaires et Sucrères

Production de Sucre : Dans les usines sucrères, les turbines à vapeur sont utilisées pour produire de l'électricité ainsi que pour fournir la chaleur nécessaire aux processus d'évaporation et de cristallisation du sucre.

Industrie Alimentaire : Elles servent également à générer de la vapeur pour des procédés tels que la pasteurisation et le nettoyage à la vapeur.

4.Secteur Métallurgique

Fonderies et Usines de Traitement : les turbines à vapeur entraînent des équipements lourds dans les fonderies, fournissant l'énergie nécessaire pour faire fonctionner des machines comme des souffleurs et des compresseurs.

04.Applications des Turbines à Vapeur

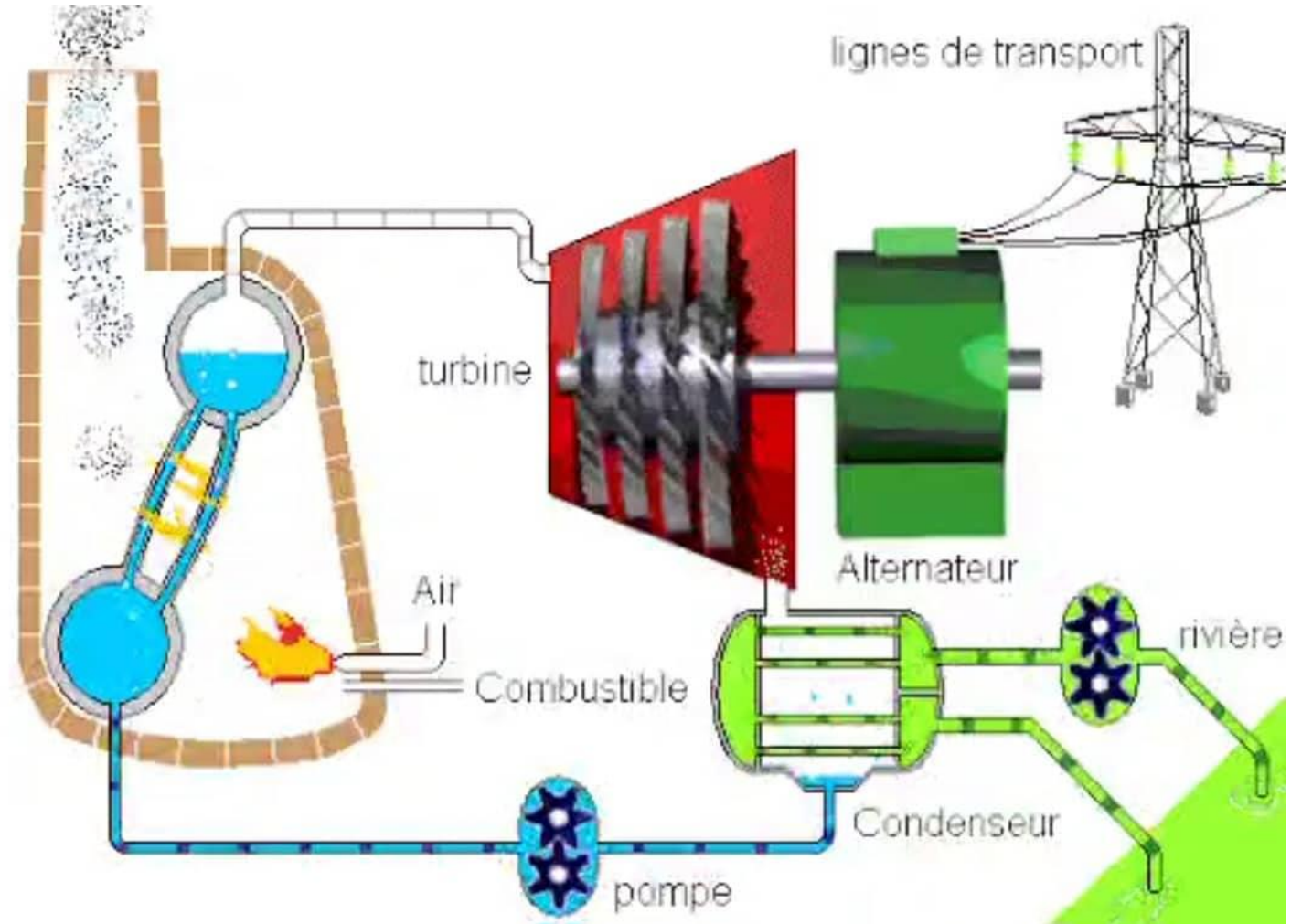
5. Applications Navales

Propulsion des Navires : Les turbines à vapeur sont utilisées dans certains navires, notamment les porte-conteneurs et les navires militaires, où elles fournissent une propulsion efficace grâce à leur capacité à fonctionner avec différents types de combustibles

6. Systèmes de Chauffage Urbain

Réseaux de Chauffage : Les turbines à vapeur peuvent être intégrées dans des systèmes de chauffage urbain, où elles fournissent de la chaleur aux bâtiments résidentiels et commerciaux en utilisant la vapeur générée par une centrale thermique

05. Cycle de la turbine a vapeur



06. Avantages et inconvénients de la turbine a vapeur

6.1 avantages

- Haute efficacité énergétique**

Convient particulièrement pour les centrales thermiques à cycle combiné.

Transforme efficacement l'énergie thermique de la vapeur en énergie mécanique.

- Capacité à gérer de grandes puissances**

Les turbines à vapeur sont idéales pour des applications nécessitant une grande quantité d'énergie, comme les centrales électriques et les usines industrielles.

- Flexibilité des sources d'énergie**

La vapeur peut être produite à partir de différentes sources (combustibles fossiles, nucléaire, biomasse, géothermie, solaire thermique).

- Fonctionnement silencieux**

Les turbines à vapeur sont généralement plus silencieuses que les moteurs à combustion interne, car elles utilisent un flux continu plutôt que des explosions ou des impulsions.

- Utilisation dans des environnements variés**

Adaptée aux applications marines, industrielles, électriques et nucléaires.

6.2 Inconvénients

- Coût initial élevé**

La conception, la fabrication et l'installation d'une turbine à vapeur et de son infrastructure (chaudières, condenseurs) sont coûteuses.

- Temps de démarrage long**

Nécessite un préchauffage de la chaudière et une montée progressive de la température, ce qui limite son usage dans des applications nécessitant une réponse rapide.

- Complexité du système**

Le fonctionnement nécessite une infrastructure complète, notamment des chaudières, des condenseurs, et des systèmes de contrôle complexes.

- Consommation d'eau importante**

Nécessite de grandes quantités d'eau pour la production de vapeur et le refroidissement dans les condenseurs, ce qui peut être un problème dans les régions où l'eau est rare.