

Chapitre III : TURBINES A ACTION

III.1 Introduction

On s'intéresse particulièrement aux turbines à vapeur lesquelles extraient l'énergie thermique sous pression et l'utilisent pour produire un travail mécanique sur l'arbre à la sortie de la turbine.

III.2 Classification des turbines à vapeur

Les turbines à vapeur sont produites dans une grande variété de tailles, allant de petites unités utilisées pour l'entraînement mécanique de pompes, des compresseurs et autres équipements, pouvant atteindre 1,5 GW dans le cas des turbines utilisées pour la production de l'énergie électrique. On distingue essentiellement, à la base du mode d'action de la vapeur :

- **Les turbines à action** : la vapeur est détendue uniquement dans les organes fixes, tuyères ou distributeurs. L'organe mobile, l'aube a pour rôle de transformer en travail l'énergie cinétique correspondant à la détente.

Il existe la turbine à action type Laval (01 seule chute de pression de l'admission à l'échappement), la turbine Curtis (01 seule chute de pression mais la roue mobile comporte 2 couronnes d'aubes ou 2 étages de vitesse), la turbine Râteau, ou la turbine Brown-Curtis.

- **Les turbines à réaction** : la détente de la vapeur se fait aussi bien dans les distributeurs fixes que dans les aubes mobiles. Elles sont constituées d'un nombre d'étage élevé, d'où un fractionnement élevé de la détente ainsi qu'une poussée axiale importante nécessitant un dispositif d'équilibrage.

L'efficacité thermodynamique des turbines à vapeur est due à l'utilisation de plusieurs étages lors de la détente de la vapeur, ce qui se traduit par un résultat proche de celle de la détente réversible idéale.

Ces machines comprennent les turbines : à condensation, à contre pression, à réchauffage, à extraction et à induction.

- **Les turbines à condensation** sont présentes dans les centrales électriques. Ces turbines reçoivent de la vapeur d'une chaudière qui s'échappe dans un condenseur (pression inférieure à la pression atmosphérique, qualité thermodynamique ou titre de la vapeur élevé, proche de 90 %).

- **Les turbines à contre-pression** (sans condensation) sont utilisées pour les processus d'applications de la vapeur. La pression à l'échappement est contrôlée par une vanne de régulation en fonction des besoins du processus. On les utilise au niveau :
 - des raffineries ;
 - pour le chauffage urbain ;
 - dans l'industrie alimentaire et les papeteries ;
 - dans les usines de dessalement d'eau de mer nécessitant de grandes quantités de vapeur à faible pression.
- **Les turbines à resurchauffe** : utilisées presque exclusivement dans des centrales thermiques. Dans une telle turbine, le débit de vapeur à la sortie de la section à haute pression de la turbine est redirigé vers la chaudière pour une surchauffe supplémentaire. La vapeur revient ensuite dans une section à pression intermédiaire de la turbine et continue sa détente. Cela permet d'augmenter le travail de détente à la sortie de la turbine.
- **Les turbines à soutirages ou à extraction** : La vapeur est libérée à différents stades de la turbine, elle est utilisée pour les besoins du processus industriel ou renvoyée aux réchauffeurs d'eau d'alimentation de la chaudière afin d'améliorer l'efficacité du cycle global. Le flux d'extraction peut être contrôlé par une valve.
- **Les turbines à induction** introduisent de la vapeur à basse pression à un stade intermédiaire pour produire de l'énergie supplémentaire.

III. 3 Définition de la turbine à action monocellulaire

Un étage de turbine est défini comme un ensemble d'aubes fixes suivi d'un ensemble d'aubes mobiles. Ces deux ensembles d'aubes permettent à la vapeur d'effectuer un travail mécanique sur l'arbre de la turbine. Ce travail est ensuite transmis à la charge entraînée par l'arbre sur lequel est porté l'ensemble rotor.

Une turbine est monoétagée ou monocellulaire si toute la détente subie par la vapeur dans la turbine a lieu dans une seule tuyère ou une rangée de tuyères fonctionnant en parallèle (Fig. III.1).

La première turbine désigné par De Laval en 1889 était une turbine à action à un étage à 30 000 tr / min. Les vitesses élevées sont extrêmement indésirables en raison de contraintes de pointe élevées des pales et des pertes importantes dues au frottement du disque. Dans les grandes centrales, la turbine à action à un seul étage est exclue, puisque généralement les vitesses des alternateurs tournent à 3000 tr/min.

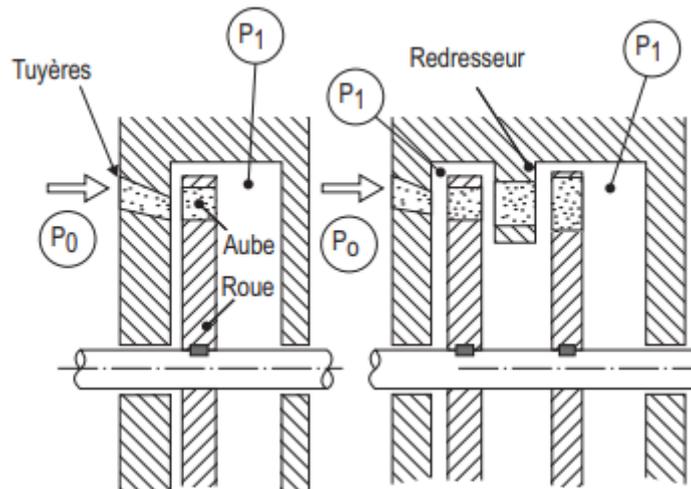


Figure III.1 Turbine à action monocellulaire

III.4 Etape d'impulsion

Dans l'étape d'impulsion, la chute de pression totale se produit à travers les aubes stationnaires. Cette chute de pression augmente la vitesse de la vapeur. Cependant, dans l'étape de réaction, la perte de charge totale est répartie également entre les aubes fixes et les aubes mobiles (Fig. III.2). La chute de pression entraîne à nouveau une augmentation correspondante de la vitesse du flux de vapeur. Dans une phase d'impulsion, la forme des aubes mobiles ressemble à une tasse. Alors que dans l'étape de réaction, elle ressemble plus à celle d'un profil aérodynamique (Fig. III.3).

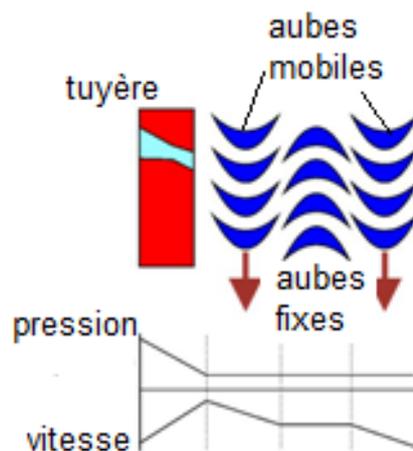


Fig. III.2 Répartition de la vitesse et de la pression dans une turbine à action.

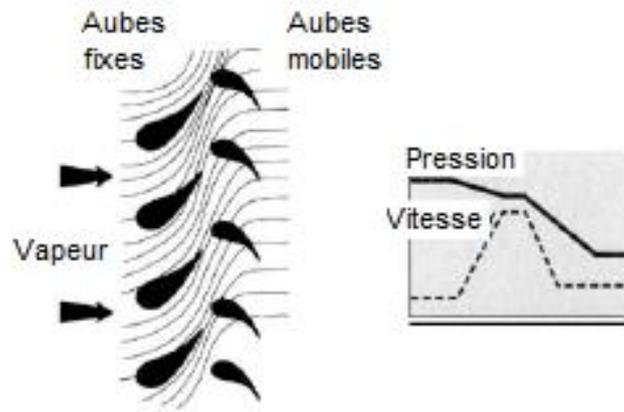


Fig. III.3 Répartition de la vitesse et de la pression dans une turbine à réaction.

III.5 Turbine à impulsion Râteau

Une turbine Râteau utilise une rangée de buses et une rangée de lames montées sur une roue ou un rotor (Fig. III.4). La chute de pression totale est répartie sur les étages. Dans chaque étage constitué d'une buse et d'une lame mobile, la vapeur est détendue et l'énergie cinétique engendre le déplacement du rotor et produit un travail utile. Les parois de séparation portant les buses, sont appelées diaphragmes.

La simplicité de conception et de construction de ce type de turbine la rend bien adaptée pour les turbines auxiliaires.

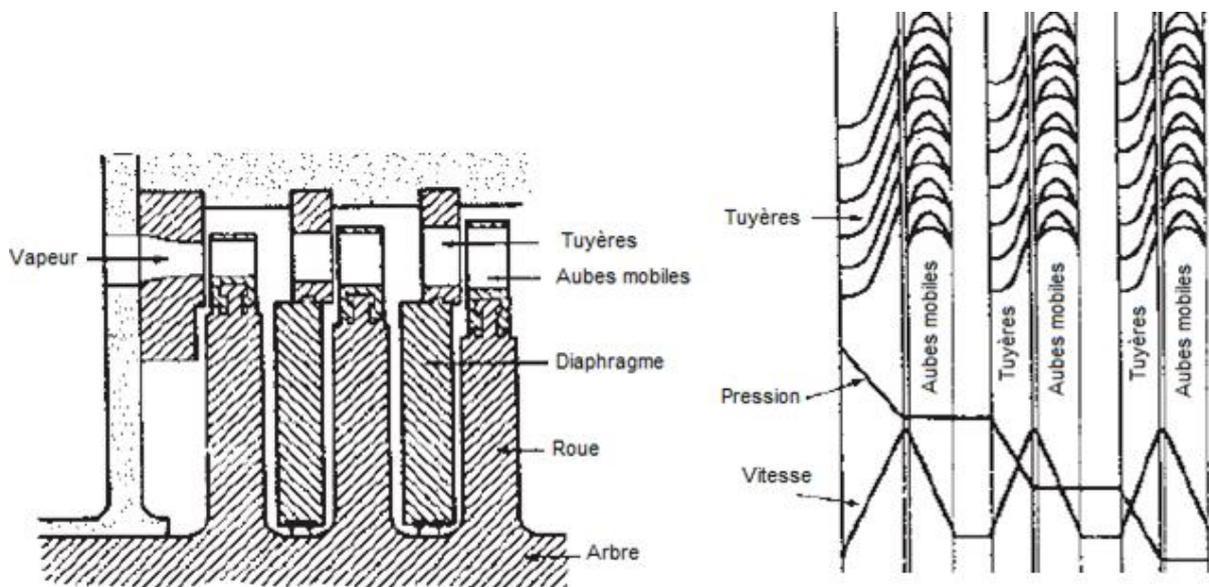


Fig. III.4 Turbine à impulsion type Râteau