

Connaissances de base

# Turbines pour fluides gazeux

Les turbines pour fluides gazeux ont la forme de turbines à gaz, turbines à vapeur ou turbines à expansion. Elles servent d'entraînements pour les automobiles, avions, bateaux ou pour l'alimentation électrique. Les turbines sont utilisées pour les faibles puissances (quelques kW) mais aussi pour les grandes unités (plus de 1600MW) des centrales électriques. La pression d'entrée maximum peut dépasser 270 bar sur les turbines à vapeur. La plage de température du fluide va de moins de 100°C sur les turbines de détente à plus de 1500°C pour les turbines à gaz modernes. En tant que turbomachines, les machines autorisent des débits massiques élevés et donc une concentration de puissance élevée, et sont pour cette raison volontiers utilisées dans

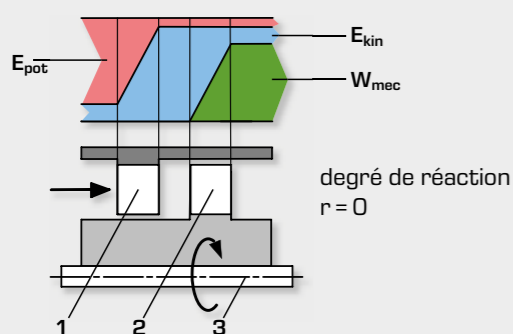
les avions, les bateaux rapides ou pour des puissances très élevées. Tandis que pour les turbines à gaz on utilise uniquement des turbines à réaction, pour les turbines à vapeur ce sont aussi bien des turbines à action que des turbines à réaction qui sont utilisées.

Les turbines à action présentent l'avantage de pouvoir être construites, pour des débits volumétriques faibles (faible puissance, pression élevée), avec un rotor partiellement alimenté. Ainsi le diamètre du rotor et la longueur de l'aube restent suffisamment élevés, et la vitesse de rotation reste de son côté relativement faible.

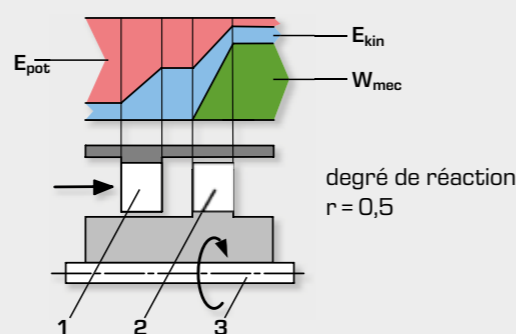
Étant donné la forte chute d'enthalpie sur les turbines à gaz et les turbines à vapeur, les vitesses d'écoulement lors de la conversion en énergie cinétique sont très élevées par rapport à celles observées sur les turbines hydrauliques. En théorie, la vitesse circonférentielle requise du rotor est donc elle aussi très élevée. Étant donné que la vitesse circonférentielle des rotors est limitée par la résistance des matériaux, la chute d'enthalpie est en général répartie sur plusieurs étages de pression ou de vitesse. C'est pourquoi les turbines à vapeur comprennent toujours plusieurs étages, et les turbines à gaz aussi la plupart du temps.

On appelle "détente" la distribution d'énergie avec baisse de pression correspondante qui se produit lors de la conversion d'énergie. L'augmentation du volume lors de la détente des fluides gazeux entraîne l'augmentation des sections d'écoulement d'un étage à l'autre. Sur les étages basse pression des grandes centrales électriques à vapeur, le diamètre du dernier étage peut atteindre 3,7m et la longueur des aubes mobiles plus de 1,4m ( $n=3000\text{ min}^{-1}$ ).

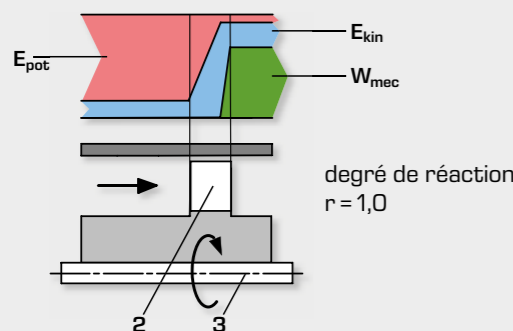
## Conversion de l'énergie dans les turbines à action et les turbines à réaction



**Turbine à action:**  
l'énergie de pression potentielle est entièrement transformée en énergie cinétique dans le distributeur. Cette dernière est convertie en travail mécanique dans le rotor.



**Turbine à réaction:**  
La transformation de l'énergie de pression a lieu à la fois dans le distributeur et dans le rotor. L'énergie cinétique est ensuite convertie en travail mécanique dans le rotor.



**Turbine exclusivement à réaction:** la transformation de l'énergie de pression potentielle en énergie cinétique a lieu uniquement dans une buse du rotor. La retenue de la buse fournit alors l'impulsion de travail mécanique. La turbine exclusivement à réaction n'est pas utilisée sur le plan industriel. L'illustration en montre une forme abstraite.

Comme caractéristique distinctive, on a introduit le **degré de réaction**  $r$  en tant que grandeur sans dimension. Le degré de réaction informe sur la part d'énergie qui est transformée dans le rotor. Il mesure ainsi la part d'enthalpie  $h$  convertie dans le rotor.

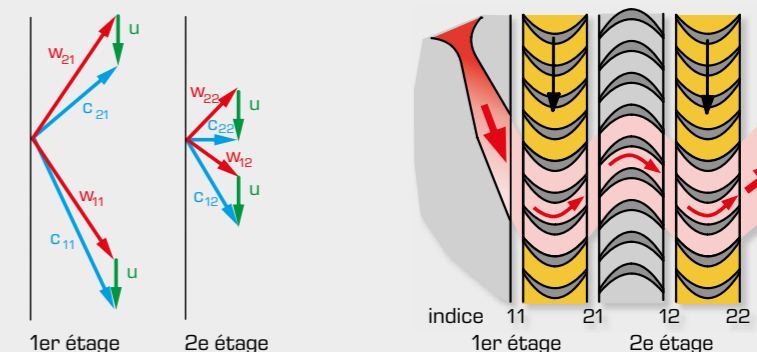
$$r = \frac{h_{1-2}}{h_{1-2} + h_{0-1}} = 0 \dots 1$$

$h_{0-1}$  chute d'enthalpie au-dessus du stator,  
 $h_{1-2}$  chute d'enthalpie au-dessus du rotor

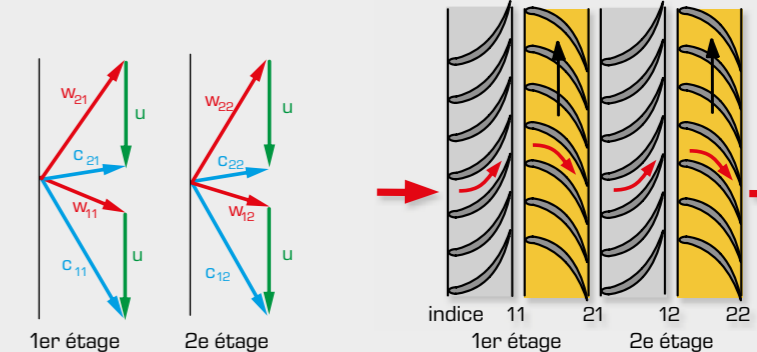
1 distributeur, 2 aubes mobiles, 3 rotor;  
 $E_{pot}$  énergie de pression potentielle,  $E_{kin}$  énergie cinétique,  $W_{mec}$  travail mécanique

## Triangle des vitesses et pluralité des étages

**Turbine à action avec étagement des vitesses:**  
rapport  $c_{11}/u$  très élevé

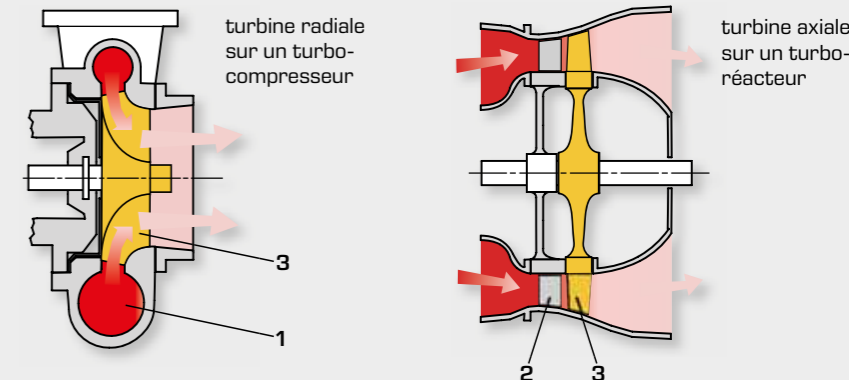


**Turbine à réaction avec étage de pression:**  
rapport  $c_{11}/u$  moyen



## Types de construction

Comme pour d'autres turbomachines, on fait la distinction entre turbines radiales et turbines axiales, selon la direction de l'écoulement traversant.



1 volute comme distributeur,  
2 distributeur, 3 rotor