

1.2 Centrale à vapeur

1.2.1 Étude du cycle

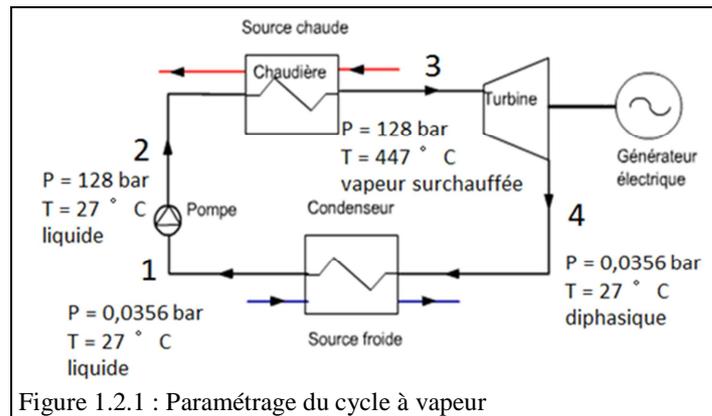
Le cycle de la centrale à vapeur permet de convertir de la chaleur à haute température en travail sur l'arbre moteur de la turbine. On parle de **cycle moteur**.

Au point 1, l'eau entre dans la pompe à l'état liquide et à très faible pression (1/30^e de bar environ).

Elle y est comprimée et en sort au point 2 à une pression voisine de 128 bar, toujours à l'état liquide.

Dans la chaudière, un combustible (solide, liquide ou gazeux) est brûlé, générant ainsi des gaz chauds qui sont refroidis par le fluide de travail, à savoir l'eau.

En restant à peu près à la même pression, l'eau passe de l'état liquide au point 2 à celui de vapeur



surchauffée au point 3, où elle est portée à la température de 447 °C.

La vapeur surchauffée au point 3 est ensuite détendue dans une turbine à vapeur, ce qui permet de produire du travail moteur sur son arbre.

Elle sort au point 4 à la basse pression du cycle, sa température redevenant égale à 27 °C. Son état correspond à un mélange de liquide et de vapeur, appelé état diphasique car il y a deux phases.

La vapeur sortant au point 4 de la turbine est ensuite totalement liquéfiée au point 1 par refroidissement dans le condenseur. La pompe remet ensuite l'eau à la pression de la chaudière au point 2.

Précisons que le refroidissement du condenseur est assuré par une source froide externe, généralement l'air extérieur ou l'eau d'un fleuve ou de mer.

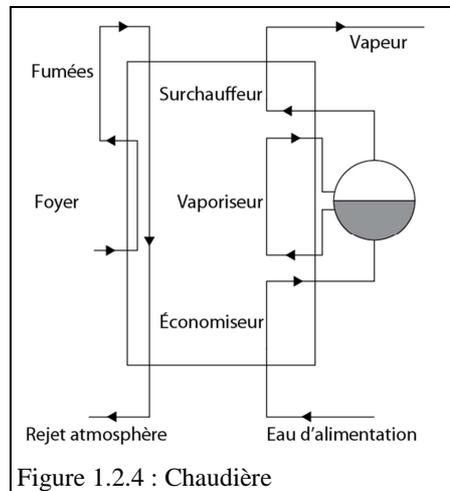
Le circuit du fluide de travail comporte **deux parties à des pressions différentes**, la **haute pression HP** de 128 bar au niveau de la chaudière, et la **basse pression BP** de 0,0356 bar au niveau du condenseur.

Il s'agit d'une **caractéristique commune à tous les cycles** que nous étudierons : ils mettent en œuvre deux niveaux de pression, les pompes et compresseurs faisant passer le fluide de travail de la BP à la HP, et les turbines et détendeurs de la HP à la BP.

1.2.2 Aspects technologiques

La pompe est généralement du type centrifuge, multiétagée car elle doit réaliser un haut rapport de compression (de l'ordre 3600 avec notre paramétrage).

Dans les centrales électriques à flamme classiques, les conditions de sortie chaudière sont de l'ordre de 560 °C et 165 bar, conduisant à un rendement thermodynamique voisin de 40 %, mais, dans certains cycles dits supercritiques ces valeurs peuvent atteindre 325 bar et 600 °C. Dans la filière Réacteur à Eau Pressurisée ou REP des centrales nucléaires actuelles, la haute pression et la température de la vapeur sont limitées pour des questions de sécurité et ne dépassent guère 60 bar et 275 °C.



La chaudière d'une centrale à flamme classique remplit trois fonctions successives et se comporte donc comme un triple échangeur de chaleur. Elle doit :

- tout d'abord chauffer l'eau d'alimentation pressurisée jusqu'à la température de vaporisation à la pression correspondante. On appelle économiseur l'échangeur de chaleur qui remplit cette fonction ;
- la chaudière doit ensuite vaporiser l'eau ;
- et enfin la surchauffer à la température désirée.

Les turbines à vapeur sont pour la plupart des turbines axiales multiétagées.

Le condenseur est un échangeur dont la particularité est de travailler en dépression par rapport à l'atmosphère, compte tenu de la faible pression de saturation de l'eau à la température ambiante.

Le cycle de la centrale à vapeur peut ainsi être décomposé en **quatre fonctions successives**.

- 1) comprimer le fluide de travail
- 2) le chauffer à haute température
- 3) détendre le fluide de travail
- 4) le refroidir dans l'état initial

Dans tous les cycles moteurs, on retrouve ces trois premières fonctions, se succédant dans cet ordre : on comprime, on chauffe et on détend.