

## PRINCIPAUX TYPES DE CENTRALES THERMIQUES A FLAMME

*Ces centrales sont dites « à flamme » par opposition aux centrales atomiques, qui servent aussi à produire de la chaleur (pour chauffer un fluide) mais sans combustion.*

*Rappel : Les réactions en chaîne au sein du prétendu « combustible » nucléaire ne brûlent pas de matière et ne consomment pas de radioactivité – au contraire, elles en créent. Le volume de « cendres » radioactives en sortie de réacteur n'est pas inférieur à la quantité d'uranium initiale.*

*NB : Pour les centrales thermiques (fossiles, bois, nucléaire), les puissances indiquées en MW correspondent en général à des mégawatts électriques (MWé) et non thermiques (MWth, mesurant la chaleur produite, donc environ 3 fois plus élevés). Sauf pour l'hydraulique (dont la disponibilité est théoriquement meilleure et immédiate), on ne peut pas comparer terme à terme ces puissances avec des MW installés d'EnR, dont la production est forcément intermittente. 1 MW éolien terrestre produit en moyenne le tiers de ce que peut fournir 1 MW fossile ou fissile. C'est encore moins pour le photovoltaïque.*

### CENTRALES électriques à GAZ

#### ***Turbine à vapeur (TAV)***

La plus classique. Le combustible (ici du gaz) alimentant la chaudière chauffe de l'eau dont la vapeur actionne une turbine, elle-même couplée à un alternateur qui transforme l'énergie mécanique en énergie électrique.

Le même principe se retrouve pour le charbon ou le fioul, mais avec des brûleurs différents.

#### ***Turbine à gaz de combustion à cycle simple***

La turbine à combustion (TAC) est un type de moteur à combustion interne largement utilisé dans l'aviation et la propulsion navale. Ici, une TAC alimentée au gaz entraîne un alternateur, etc., etc.

A froid, la mise en route ne demande que quelques minutes. Le rendement avoisine les 50 % (contre environ 35 % pour les chaudières à vapeur). Les TAC peuvent aussi fonctionner au fioul, mais le gaz, moins polluant, permet d'éviter odeurs, poussières et oxydes de soufre.

*Le parc EDF comprend 2 775 MW de TAC répartis sur 6 sites. 3 TAC de 185 MW sont installées dans la centrale de Vaires-sur-Marnes (555 MW) et 2 autres de 185 MW à Montereau, en Seine-et-Marne.*

NB : Avec les TAC ou d'autres moteurs thermiques à gaz, on peut faire de la cogénération (électricité + chaleur) à plus petite échelle (quelques MW par unité) dans des chaufferies, serres, sites industriels...

#### ***Cycle combiné gaz (CCG ou, en anglais, CCGT)***

Pour un rendement énergétique plus élevé (jusqu'à 60 %), la chaleur contenue dans les fumées en sortie de TAC est récupérée pour produire de la vapeur qui alimente une TAV. Les deux turbines peuvent être reliées à une même génératrice ou à deux génératrices séparées.

*La puissance installée du CCG (2016) du site EDF de Bouchain, dans le Nord est de 600 MWé. Malgré son rendement record de 62,22 %, il ne sert que lors des pics de consommation. Les 63 % ont été atteints en 2018 au Japon, pays où plusieurs centrales à gaz dépassent les 4 000 MW. Un des plus puissants CCG du monde est Futtsu (5 040 MW), propriété de Tepco, alimenté au gaz naturel liquéfié.*

Les cycles combiné gaz permettent aussi de faire de la cogénération (électricité + chaleur), ce qui augmente encore le rendement (80 à 90 %) et réduit globalement les émissions de polluants.

*NB : « Usine à gaz » ne désigne pas une centrale électrique, mais les grandes installations compliquées et très polluantes des XIX<sup>e</sup> et XX<sup>e</sup> siècles où l'on fabriquait, à partir de charbon le plus souvent, du gaz dit « de ville », notamment pour l'éclairage (becs de gaz). L'exploitation des gisements de gaz naturel, plus calorifique et beaucoup moins sale, les a rendues obsolètes. La dernière usine à gaz française, à Belfort, a fermé en 1971.*

## CENTRALES électriques à CHARBON

La plus grosse centrale à charbon du monde est à Taiwan (Taichung, 5 820 MWé, 1990) ;  
la plus puissante d'Europe se trouve en Pologne (Bełchatów, 5 420 MWé).

*En 2018, 50,2 gigawatts (50 200 MW) de nouvelles centrales au charbon ont été mises en route dans le monde (dont 34,5 GW en Chine) et 30,9 GW mis à l'arrêt. Soit 19,4 GW de hausse nette des capacités mondiales (sur environ 6 700 GW installés, toutes énergies confondues).*

*Dans le même temps 51,3 GW éoliens étaient ajoutés, dont 23 GW en Chine. Mais la quantité d'électricité qu'on peut espérer de ces 51,3 GW reste inférieure à celle que peuvent produire les 19,4 GW de charbon.*

### **Centrale thermique classique (à charbon pulvérisé)**

Le charbon est réduit en fines particules par un broyeur, puis mélangé à de l'air réchauffé avant d'être introduit sous pression dans le brûleur de la chaudière à vapeur couplée à la turbine.

### **Centrale à lit fluidisé circulant (LFC)**

Le charbon est concassé et brûle en suspension sous forme d'un « lit » maintenu en sustentation par injection verticale d'air. Les poussières incomplètement brûlées sont récupérées et réinjectées dans la chaudière.

Cette combustion plus complète garantit un meilleur rendement, et il y a moins de rejets polluants (oxydes d'azote et de soufre, chlore, fluor) du fait de l'ajout de calcaires dans la chaudière et d'une température de combustion plus basse (850 à 900 °C au lieu de 1 400 °C).

Le LFC accepte le lignite, la tourbe et des résidus industriels ou miniers encombrants peu calorifiques, comme le charbon des terrils. La cogénération chaleur-électricité peut encore accroître le rendement.

Il existe aussi des **centrales à lit fluidisé sous pression (PFBC)**, où brûler le charbon à 15-20 bars permet d'atteindre 42 % de rendement ou davantage et de réduire la taille de la chaudière.

NB : Toute centrale classique au charbon peut être modernisée rapidement et rendue moins polluante en remplaçant simplement sa chaudière par un modèle LFC.

*La France a été pionnière dans cette technologie, avec la centrale de Gardanne, en Provence. Elle en a vendu de nombreux exemplaires à l'étranger tout en sabotant la filière dans l'hexagone pour ne pas faire d'ombre au nucléaire.*

### **Centrale à cycle vapeur supercritique**

Dans ces centrales à charbon, la pression (> 250 bars) et la température (> 565 °C) sont telles que l'eau passe directement de l'état liquide à l'état gazeux, d'où des économies de combustible et un moindre impact environnemental. Au-delà de 300 bars et 585 °C, on parle de centrales « ultra-supercritiques ». Le rendement est de 45 %, voire plus (30 à 35 % pour les centrales classiques). Assez flexibles, elles autorisent des variations de puissance de l'ordre de 10 MW par minute.

### **Cycle combiné à gazéification intégrée (CCGI)**

Le combustible solide est réduit en grains, puis passe dans un gazéificateur. Ce gaz de synthèse refroidi est dépollué (poussières, soufre...) avant d'être utilisé comme dans un CCG (voir centrales au gaz). Le rendement vise 50 % et dépasse déjà 40 %. La dépollution précombustion est très efficace, et les turbines à gaz produisent moins de polluants locaux que les centrales à chaudière.

Le niveau de CO<sub>2</sub> reste en revanche inchangé.

## QUELQUES ÉLÉMENTS D'ANALYSE

Pour une centrale nucléaire, le coût de construction est élevé (nécessitant un long amortissement) tandis que le coût du combustible radioactif est proportionnellement faible. Pour les centrales thermiques à flamme (fuel, gaz, charbon, voire bois et biomasse), c'est l'inverse : construction rapide et assez bon marché, l'essentiel du coût d'exploitation dépendant de celui du combustible. D'où une incitation forte à économiser l'énergie au jour le jour, alors qu'un réacteur nucléaire doit fonctionner en continu, 24 h sur 24, et donc évacuer à tout prix l'électricité qu'il produit.

Hormis les mégabarrages comme les Trois-Gorges en Chine (22 500 MW) ou Itaipu au Brésil (14 000 MW), dont le bilan environnemental reste pour le moins discutable, seules les centrales à gaz ou à charbon permettent aujourd'hui de disposer aisément et rapidement de puissances équivalentes à celles de centrales nucléaires – avec de surcroît une plus grande souplesse d'utilisation : arrêts et redémarrages plus rapides, et bien sûr moins dangereux (même en cas de catastrophes, comme on l'a vu en 2011 au Japon).

Dans le pays très particulier qu'est la France – le plus nucléarisé de la planète ; alliant réacteurs vétustes, à la dangerosité encore accrue par un chargement en Mox, et modèles plus récents truffés d'autres problèmes de sûreté, dont les aciers sont tous fragilisés par la pratique du « pilotage » (augmentations ou baisses de puissance des réacteurs en fonction de la demande) ; et pays qui dépend encore à près de 75 % du nucléaire pour sa consommation d'électricité – le thermique à flamme apparaît comme un outil de transition énergétique incontournable, mais aussi particulièrement adapté pour qui vise une *réduction majeure* des consommations d'électricité et un *essor effectif* des EnR, sans rationnements injustes ni hypocrites mesures cosmétiques.

Il ne s'agit en aucun cas de nier le caractère polluant de l'utilisation de combustibles fossiles, mais bien d'être en mesure d'évaluer, de façon pragmatique et selon les contextes locaux, les moindres maux par rapport à la prolongation de l'exploitation de réacteurs atomiques ou à la construction de nouveaux réacteurs en France et dans le monde – les choix de la France dans ce domaine déterminant hélas très largement ceux des autres États déjà nucléarisés ou aspirant à l'être.

Même dans une stricte perspective climatique, pour viser le « zéro fossile » ou ce qui s'en rapprocherait le plus, il importe d'intégrer que le plus court chemin d'un point à un autre n'est pas forcément la ligne droite. Il ne l'est même jamais dans un environnement complexe et accidenté.

Pour multiplier les chances de sortir d'une civilisation fondée sur le pétrole, où le charbon persiste à représenter près de 40 % du mix électrique mondial, mieux vaut donc se demander quelles sources d'énergie fossiles on veut utiliser dans l'immédiat, comment, à quel prix, pendant combien de temps, et surtout *pour quoi faire*. Or, quoi de plus prioritaire, comme utilisation de sources d'énergie fossiles, que de permettre l'arrêt de l'électronucléaire, dont la persistance, en entretenant le mythe de la possibilité de disposer d'une source d'énergie illimitée, ruine toute chance de vraie transition vers des systèmes moins énergivores, moins centralisés et moins destructeurs ?

Mais si les militants de l'arrêt du nucléaire n'assument pas maintenant de défendre activement l'option de la priorité absolue de cet arrêt, même au prix d'un recours temporairement accru aux fossiles dans le secteur de la production d'électricité, personne n'obtiendra en pratique autre chose, y compris en matière de dégradation du climat, que le *statu quo* ou le *business as usual*, sous une forme ou une autre, avec à la clé de surcroît de nouvelles catastrophes et contaminations radioactives massives.