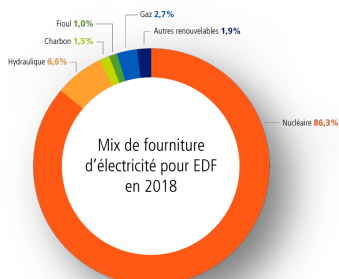




Combustion de molécules organiques



En France continentale, la production thermique à flamme représente entre 3 et 5% de la production d'électricité, et joue un rôle essentiel dans le mix énergétique. Elle apporte la flexibilité et la réactivité nécessaires pour assurer en temps réel l'équilibre production / consommation et répondre aux fluctuations de la consommation à tous les horizons de temps.

Bien qu'indispensables, les centrales à combustibles fossiles contribuent fortement à l'émission de gaz à effets de serre. Aussi, les investissements pour moderniser le parc en améliorant notamment le rendement et les systèmes de dépollution sont permanents.



1^{ère} partie : Estimation du pouvoir calorifique d'un combustible, l'éthanol

- Poser une lampe à éthanol sur une balance, puis faire la tare.
 - Positionner un tube à essais contenant 10 mL d'eau juste au-dessus de la lampe. Y tremper un thermomètre, sans que celui-ci ne touche les parois du tube à essais.
 - Allumer la lampe à alcool, et l'éteindre dès que la température de l'eau a augmenté de 80 °C.
 - Noter la masse d'éthanol consommée.
1. Écrire l'équation de la combustion de l'éthanol ($\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-OH}$), sachant qu'il se forme de l'eau et du dioxyde de carbone.
 2. En considérant que toute l'énergie libérée par la combustion de l'éthanol sert à chauffer l'eau, donner une estimation du pouvoir calorifique de l'éthanol.
 3. En utilisant les données sur les énergies de liaison, déterminer l'énergie théoriquement libérée lors de la combustion d'une mole d'éthanol.
 4. En déduire le pouvoir calorifique théorique de l'éthanol.
 5. Comparer les deux valeurs en calculant l'écart relatif sur la mesure.



2^{ème} partie : Étude de la CCG de Bouchain

En 2017, le groupe EDF, associé à General Electric a ouvert une centrale thermique à Cycle Combiné de Gaz. Cette nouvelle génération de centrales thermiques permet un rendement et des performances environnementales optimisées.

Le site est situé dans le département du Nord, sur la commune de Bouchain, à proximité de Valenciennes, Douai et Cambrai, et implanté en bordure du canal de l'Escaut. Ce cycle combiné gaz a une capacité installée de 510 MW, avec une puissance maximale de 605 MW.

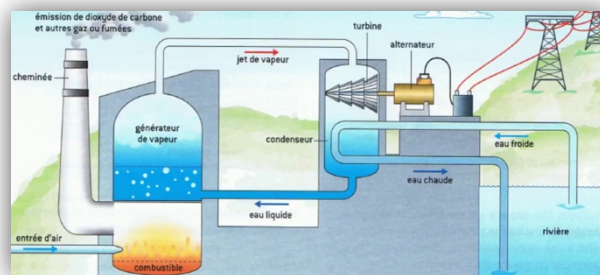
Rq : Cela représente 10 % de la production thermique en France.



Le remplacement de l'ancienne centrale charbon par le CCG marque une nouvelle étape dans l'engagement d'EDF en faveur de l'environnement. Avec un rendement de 61 % (contre 37% auparavant), ce cycle combiné gaz présente des performances environnementales renforcées : à production égale, les émissions de CO₂ sont diminuées de moitié par rapport à une centrale charbon classique, les émissions de dioxyde de soufre par trois et celles d'oxydes d'azote par 20.

Principe de fonctionnement d'une centrale thermique à flamme

Les centrales thermiques à flamme fonctionnent à partir de ressources naturelles : charbon, fioul ou gaz. Le combustible, une fois brûlé, chauffe l'eau située dans des tubes qui tapissent les parois de la chaudière. La chaleur transforme ainsi l'eau en vapeur, qui actionne la turbine, qui elle-même entraîne l'alternateur. La centrale produit alors de l'électricité. Ensuite, la vapeur est refroidie en eau, puis repart vers la chaudière pour un nouveau cycle.

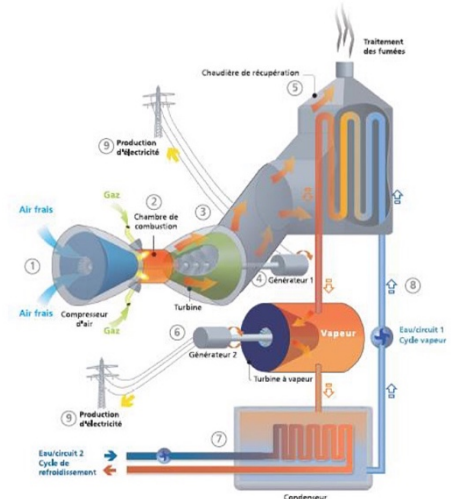




Principe de fonctionnement d'un cycle combiné gaz

Un CCG est composé d'une turbine à combustion (TAC) et d'une turbine à vapeur (TAV). Dans un premier temps, le gaz naturel fait fonctionner la TAC. Ensuite, les gaz chauds d'échappement de la TAC sont utilisés pour produire de la vapeur, dirigée vers une deuxième turbine, la TAV. La TAC et la TAV entraînent alors un ou deux alternateurs. La même quantité de combustible sert à une double production d'électricité : celle de la TAC et celle de la TAV.

Rq : Une centrale thermique au charbon fonctionne entre 2500 et 5000 heures par an et une centrale au fioul entre 200 et 1500. Une CCG telle que celle de Bouchain fonctionne entre 2000 et 4000 heures par an.



6. En explicitant la démarche, déterminer la masse moyenne de dioxyde de carbone libérée par la CCG de Bouchain en une année.
On considèrera que le gaz naturel est constitué exclusivement de méthane.
7. Comparer cette valeur à la masse totale de CO₂ contenue dans l'atmosphère.

Données :

- La combustion d'une molécule organique en contact avec le dioxygène produit du dioxyde de carbone et de l'eau.
- Le pouvoir calorifique (ou énergie de combustion) d'un combustible est la quantité d'énergie libérée par la combustion complète d'un kilogramme de ce combustible. Elle s'exprime en J.kg⁻¹, ou toute sous-unité.
- La capacité calorifique de l'eau est C_{eau} = 4,18 kJ.kg⁻¹.°C⁻¹. Cela signifie que pour élever la température d'un gramme d'eau de 1 degré, il faut lui fournir 4,18 J.
- Quelques masses molaires (g.mol⁻¹) :
 - H : 1,00
 - C : 12,0
 - O : 16,0
- Quelques valeurs d'énergie de liaison (kJ.mol⁻¹) :

○ C-C : 346	○ C-O : 358	○ C=O : 804
○ C-H : 415	○ O=O : 497	○ O-H : 463
- Masse volumique de l'eau : $\rho_{eau} = 1,0 \text{ kg.L}^{-1}$
- Rayon de la Terre : $R_T = 6,4 \cdot 10^3 \text{ km}$
- Épaisseur de la troposphère : $h = 20 \text{ km}$
- Masse volumique moyenne de la troposphère : $\rho_t = 0,40 \text{ kg.m}^{-3}$.
- Teneur en CO₂ de la troposphère : 413 ppm en juin 2019