

## CHAPITRE III

- Objectifs :**
- **Donnez un aperçu sur la source d'énergie fossile,**
  - **Types de produits issus de la distillation de la houille.**

### III. LA HOUILLE ET LA CARBOCHIMIE

#### III.1. Généralités

La **houille** est une roche carbonée sédimentaire correspondant à une qualité spécifique de charbon, intermédiaire entre le lignite et l'antracite (soit 80 à 90% de carbone). De couleur noirâtre, elle provient de la carbonisation d'organismes végétaux et peut donc servir de combustible fossile. Ce combustible est utilisé depuis le 11<sup>e</sup> siècle et son extraction dans les mines a rendu possible la révolution industrielle au 19<sup>e</sup> siècle. Depuis, la houille constitue une des principales sources d'énergie des pays industrialisés. L'appellation courante de **charbon** désigne généralement la houille. L'élaboration naturelle de la houille se fait à partir de matière organique, en passant notamment par la production de kérogène.

#### III.2. Caractéristiques de la houille

Selon sa provenance, dans une même veine ou mine de charbon, la houille peut avoir des qualités différentes qu'il est intéressant de connaître, ce qui peut maintenant être fait grâce à des analyseurs fonctionnant sous flux continu du charbon extrait ou lavé. La houille est une qualité spécifique de charbon, terme générique qui recouvre trois catégories de combustibles solides de même origine (kérogène), mais dont les gisements sont à différents stades de transformation : la tourbe, le lignite et enfin la houille, dont l'antracite est une variété de qualité supérieure. Pour les besoins industriels et domestiques, un charbon se caractérise par :

- a) sa teneur en matières volatiles (MV) exprimée en pourcentage par rapport à la masse totale. Celles-ci sont constituées sensiblement de méthane et d'hydrogène; sous l'effet d'une élévation de température, les matières volatiles se dégagent du combustible, s'enflamment facilement, et accélèrent la combustion ;
- b) son pouvoir calorifique (exprimé en kJ/kg), quantité de chaleur fournie par la combustion d'un kg de charbon ;
- c) sa teneur en eau exprimée en pourcentage ;

sa teneur en cendres exprimée en pourcentage. Les cendres sont les résidus solides de la combustion du charbon, et peuvent contenir des polluants, métalliques notamment, de 20 à 120 ppm de métaux radioactifs (uranium, thorium, radium...), qui se concentrent

dans les tas de cendres issus de la combustion du charbon, ce qui contribue à la pollution de l'environnement ;

- d) sa teneur en soufre exprimée en pourcentage; la présence de dioxyde de soufre et de traces de mercure ou d'autres métaux dans les fumées de combustion contribue à la pollution de l'environnement.

### **III.3.Utilisations de la houille**

La houille est utilisée depuis le 10<sup>e</sup> siècle comme combustible pour le chauffage et même la cuisson (ce qui peut s'avérer toxique). En Angleterre, le risque de pénurie de charbon de bois, initialement utilisé dans les fonderies oblige l'industrie métallurgique anglaise à rechercher une autre matière première pour son industrie : le charbon de terre, la houille. A l'état brut, celui-ci est impropre aux utilisations de cette industrie et nécessite une « distillation » dans des cornues, regroupées en batteries, dans une usine appelée cokerie. Le produit obtenu est le coke.

La houille provient de la fossilisation des végétaux essentiellement sous l'action de bactéries d'une part, de la température et de la pression du sous-sol d'autre part. Elle est loin d'être formée uniquement de carbone; 10 à 40 % de sa masse sont constitués de produits organiques, plus ou moins volatils, dont la nature et les proportions dépendent de l'origine et de « l'âge » de la houille.

### **III.4. Distillation de la houille**

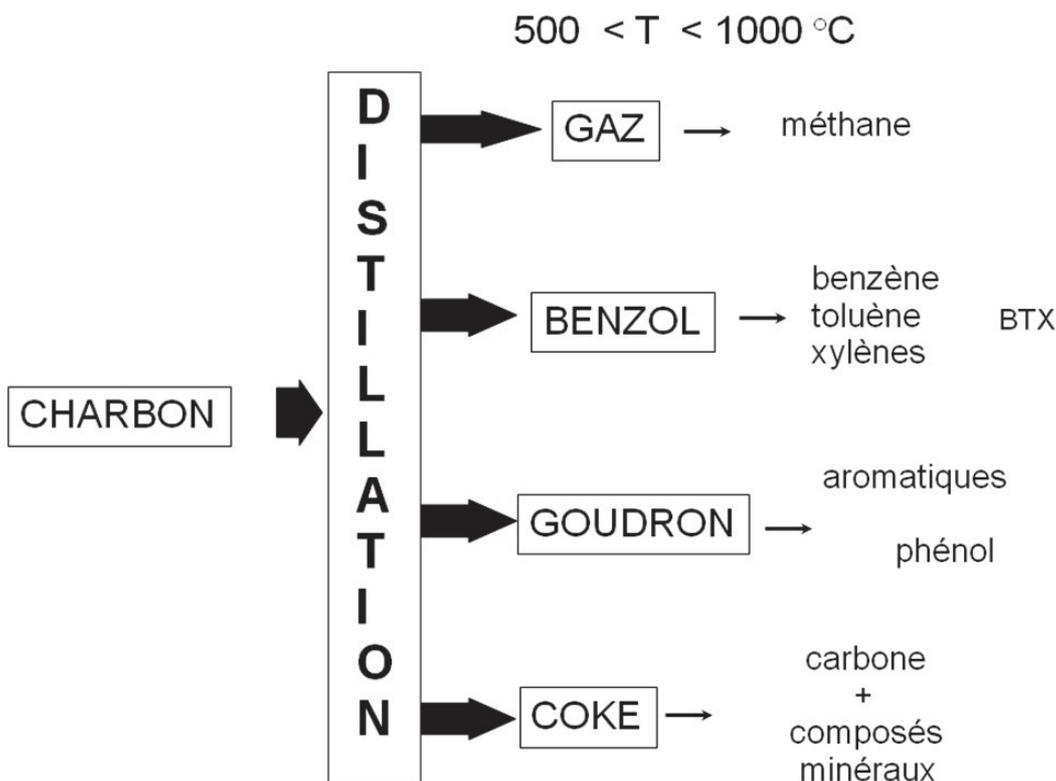
La « distillation » de la houille permettra par la suite d'obtenir le gaz de houille à des fins d'éclairage. Le gaz de houille contient 50% de dihydrogène, 32% de méthane et 8% de monoxyde de carbone. Dans un premier temps des usines à gaz sont construites pour produire le gaz de houille (d'où son nom de gaz manufacturé) ; la revente du coke, sous-produit de la fabrication du gaz, est suffisante à payer la houille. Dans un second temps, l'approvisionnement en gaz se fait auprès des cokeries. Le gaz devient sous-produit de la fabrication du coke. Ce développement des cokeries est favorisé par l'essor de la carbochimie à partir de 1920 et la valorisation de nouveaux sous-produits du coke: benzol, hydrogène, éthylène, etc.

Une tonne de houille chauffée à l'abri de l'air à une température comprise entre 500°C et 1100°C, suivant les cas, fournit :

1. **du gaz** (100 à 400 m<sup>3</sup>), formé principalement de dihydrogène (50%), de méthane (30 %), d'éthylène, d'oxyde et de dioxyde de carbone, et d'ammoniac. Après avoir retiré

l'éthylène, par hydratation en alcool éthylique en présence d'acide sulfurique, et l'ammoniac, par transformation en sulfate d'ammonium (engrais), le mélange gazeux résiduel est généralement utilisé comme combustible (gaz de ville, gaz d'éclairage).

2. **du benzol** (7 à 10 kg) que l'on peut fractionner par distillation en *benzène*, *toluène* et *xylènes*;
3. **du goudron** (30 à 100 kg), dont la composition est fonction de la température à laquelle a été portée la houille, mais dans lequel on trouve toujours de très nombreux constituants (on en a recensé plus de cent). Par des extractions chimiques et des distillations, on en retire principalement:
  - des **hydrocarbures benzéniques**: benzène, toluène, xylènes, naphtalène, anthracène,
  - des **phénols** : phénol ordinaire, crésols, etc.
  - des **composés azotés basiques** : amines, hétérocycles.
4. **du coke** (650 à 800 kg) formé de carbone et de composés minéraux.



Les composés organiques tirés de la distillation de la houille constituent évidemment des matières premières pour diverses fabrications, mais le coke, indépendamment de son utilisation principale dans la métallurgie du fer, présente également de l'intérêt pour la synthèse organique : par action de la vapeur d'eau à 1000°C, on obtient un mélange de dihydrogène et de monoxyde de carbone («gaz à l'eau») à partir duquel, après enrichissement en dihydrogène, on peut faire la synthèse du méthanol :  $\text{CO} + 2 \text{H}_2 \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{OH}$

## GAZ A L'EAU

- Action de la vapeur d'eau ( vers 1000 °C)
- Réaction Fischer-Tropsch



➔ PROCÉDE EN 2 PHASES :

1/ Chauffage du coke



2/ Lorsque température nécessaire atteinte  
-> injection de vapeur d'eau



Application -> (méthane), alcènes, C<sub>5</sub>-C<sub>11</sub> selon stoechiométrie  
Attention : aujourd'hui, méthane -> gaz de synthèse !

D'autre part, le coke et la chaux, à 2500°C, donnent du carbure de calcium, utilisé pour la préparation de l'acétylène. Mais l'acétylène a été totalement remplacé par l'éthylène comme matière de base pour l'industrie chimique et n'est pratiquement plus utilisé que pour la soudure (chalumeau oxyacétylénique), qui en consomme d'ailleurs des quantités très importantes (14 millions de m<sup>3</sup>/an). La houille, dont la consommation mondiale annuelle (houille + lignite) est de l'ordre de 6,5 milliards de tonnes, si elle est la source unique et indispensable du coke métallurgique, se trouve par contre fortement concurrencée par le pétrole comme source de matières premières organiques.

