

# Vapocraquage des hydrocarbures

par **Claude RAIMBAULT**

Ingénieur ENSPM

Expert à la Direction Stratégie-économie-programme à l'IFP

Professeur à l'ENSPM

et **Gilles LEFEBVRE**

Ancien Ingénieur Principal à l'IFP

Professeur honoraire à l'ENSPM

ENSPM : École Nationale Supérieure du Pétrole et des Moteurs

IFP : Institut Français du Pétrole

## Références bibliographiques

- [1] CHAUVEL (A.), LEFEBVRE (G.) et CASTEX (L.) – *Procédés de pétrochimie: caractéristiques techniques et économiques*. 2 tomes, 1986, Technip.
- [2] CHAUVEL (A.), DECROOCCQ (D.), LEFEBVRE (G.) et RAIMBAULT (C.) – *Le vapocraquage et la fabrication des bases hydrocarbonées insaturées*. Entropie (F) n° 78, 1977, p. 16-32.
- [3] LEFEBVRE (G.) – *Chimie des hydrocarbures*. 234 p. 1978, Technip.
- [4] RICE (F.O.) – *The thermal decomposition of organic compounds from the standpoint of free radicals*. I. Saturated hydrocarbons. J. Am. Chem. Soc. 53, 1931 p., 1959.
- [5] RICE (F.O.) et HERZFELD (K.F.) – *The thermal decomposition of organic compounds from the standpoint of free radicals*. VI. The mechanism of some chain reactions. J. Am. Chem. Soc. 56, 1934, p. 284.
- [6] KOSSIAKOFF (A.) et RICE (F.O.) – *Thermal decomposition of hydrocarbons. Resonance stabilization and isomerization of free radicals*. J. Am. Chem. Soc. 65, 1943, p. 520.
- [7] FROMENT (G.F.) et BISCHOFF (K.B.) – *Chemical reactor analysis and design* (Étude et conception des réacteurs chimiques). 765 p., 1979, J. Wiley.
- [8] CHAUVEL (A.), LEFEBVRE (G.) et RAIMBAULT (C.) – *Production d'oléfinés et d'aromatiques*. 242 p., 1980, Technip.
- [9] WALL (F.) et WITT (R.) – *M.C.P. can predict pyrolysis yields and aid in plant operation*. 70th American Institute of Chemical Engineering Meeting 13-17 nov., 1977 New York, Oil and Gas J. (USA), 1<sup>er</sup> mai 1977, p. 75-6.
- [10] ZDONIK (S.B.), GREEN (E.J.) et HALLEE (L.P.) – *Ethylene worldwide*. Oil and Gas J. (USA) 19 déc. 1966, p. 75; 26 juin 1967, p. 96-101; 10 juil. 1967, p. 192; 16 oct. 1967, p. 112.
- [11] WISEMAN (P.J.) – *Ethylene by naphta cracking*. J. Chem. Education (USA) 54 n° 3, 1977, p. 154-6.
- [12] ZDONIK (S.B.), BASSLER (E.N.) et HALLEE (L.P.) – *How feedstocks affects ethylene*. Hydrocarbon Processing (USA), févr. 1974, p. 73-81.
- [13] JACQUES (G.L.) et DUBOIS (Ph.) – *Prédiction des rendements de four de vapocraquage*. Rev. AFTP (F) n° 217, p. 43-51.
- [14] CHAMBERS (L.E.) et POTTER (W.S.) – *Design ethylene furnaces*. Hydrocarbon Processing (USA). Partie 1: janv. 1974, p. 121-6; Partie 2: mars 1974, p. 93-100; Partie 3: août 1974, p. 99-102.
- [15] BLOURI (B.) – *État des connaissances sur le traitement thermique des produits lourds*. Rev. IFP (F) 36 n° 1, 1981, p. 65-80.
- [16] PETER (A.) – *Traitement des effluents de vapocraquage*. Chim. Ind., Génie Chim. (F) 104 n° 7, 1971, p. 785-97.
- [17] KAISER (V.), HECK (G.) et MESTRALLET (J.) – *Optimize demethanizer pressure of maximum ethylene recovery*. Hydrocarbon Processing (USA) juin 1979, p. 115-21.
- [18] BECDELIEVRE (G.), KAISER (V.) et HECK (G.) – *Purification de l'hydrogène dans une unité d'éthylène*. Informations Chimie (F) n° 157, 1976, p. 281-5.
- [19] BARTHEL (Y.), CHAUVEL (A.) et DECROOCCQ (D.) – *Les productions annexes du vapocraquage, traitement de la coupe C<sub>4</sub> et des essences*. Chim. Ind., Génie Chim. (F) 104 n° 9, 1971, p. 1 087-98.
- [20] DUISSTER HARRIE (A.M.) – *Thermal cracking of butadiene*. Industrial & Engineering Chemistry Research, vol. 33, n° 1, janv. 1994, p. 171-173.
- [21] BILLAUD (F.), BROUTIN (P.), BUSSON (C.) et GUERET (C.) – *Coke formation during hydrocarbons pyrolysis*. Revue de l'IFP (F), vol. 48, n° 2, mars-avril 1993, p. 115-125.
- [22] FROMENT (G.F.) – *Kinetics and reactor design in the thermal cracking for olefins production*. Chemical Engineering Science vol. 47 n° 9-11, p. 2 163-77.
- [23] LEE (A.K.) et ALTANI (A.M.) – *Saudi ethylene plants toward more feed flexibility*. Oil & Gas Journal, vol. 88, n° 37, 10 sept. 1990, p. 60-62, p. 64-65.
- [24] BRIDGES (R.S.), COUGHENOUR (G.E.) et DURNEX (R.S.) – *Petrochemical developments, recycling butenes to cracking*. Hydrocarbon Processing International Edition, vol. 65, n° 11, nov. 86, p. 71-74.
- [25] SCHILLMOLLER (C.M.) – *Use these materials to retrofit ethylene furnaces*. Hydrocarbon Processing International Edition, vol. 64, n° 9, sept. 1985, p. 101-4.
- [26] DI CINTIO (R.), PICCIOTTI (M.) et KAISER (V.) – *Ethylene plant energy analysis*. AIChE 1993 Spring National Meeting. Preprint n° 140, 34 p.
- [27] LINSKESEDER (M.) – *The full integration of a steam cracker into a refinery: a way to produce ethylene more economically*. AIChE 1992, Spring National Meeting, Preprint n° 84b, 10b.
- [28] MORRON (N.L.) – *Survey of ethylene plant discharges and emissions*. AIChE 1990 Spring National Meeting, Preprint n° 36b, 11 p.
- [29] *New additive retards coke formation in ethylene furnace tubes*. Oil & Gas Journal, vol. 92, n° 19, 5 nov. 1994, p. 73-5.
- [30] KAISER (V.), ORION (J.P.) et LAUGIER (J.P.) – *Modern gas separation technology applied to ethylene plants*. AIChE, Spring National Meeting, mars 1988.
- [31] DI CINTIO (R.), PICCIOTTI (M.), KAISER (V.) et POCINI (A.) – *Separate ethylene efficiently*. Hydrocarbon Processing, juil. 1991, n° 83-90.

### Constructeurs. Fournisseurs

#### Vapocraqueurs

N'importe quelle société d'ingénierie est susceptible de proposer une unité de vapocraquage.

#### Fours de pyrolyse

##### France

Foster Wheeler France (sous licence Stone et Webster, Lumnus, Kellog)  
Heurtey Petrochem (sous licence Stone et Webster, Lumnus, Kellog)

##### Japon

Mitsubishi

##### Italie

KTI

##### Pays-Bas

KTI (Kinetics Technology International)

### Aspects économiques

**Tableau A – Structure de la demande en hydrocarbures de base (en pour-cent de la demande en éthylène)**

	États-Unis			Europe de l'Ouest			Japon		
	1978	1985	1993	1978	1985	1993	1978	1985	1993
Éthylène .....	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Propylène .....	48	48,5	52	51,5	55	61	65	63,5	73,5
Butadiène .....	15	11,5	9	11	9,5	9	16,5	16,5	14
Benzène .....	42	40	34	42	39	37	46,5	43,5	56,5

**Tableau B – Répartition géographique des charges de vapocraquage en 1993 (en pour-cent masse)**

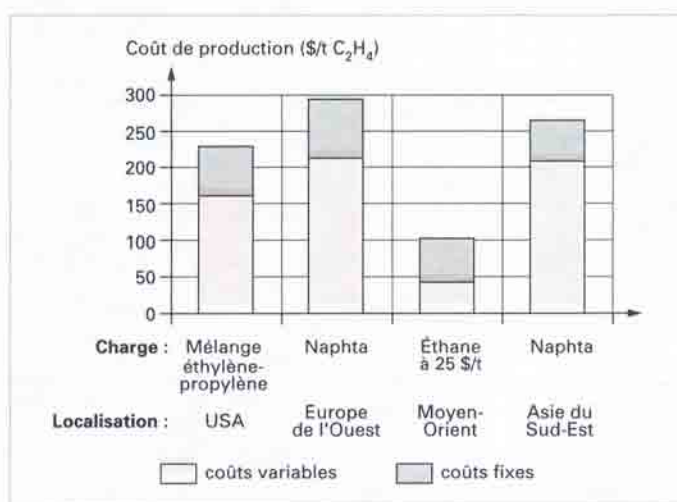
	Europe de l'Ouest	Amérique du Nord	Japon	Monde
Naphta .....	70	17	97	50
Gazoles .....	9	7	.....	6,5
Hydrocarbures légers (1)...	21	76	3	43,5
Total .....	100	100	100	100

(1) Issus du gaz naturel et des gaz de raffinerie.

**Tableau C – Coûts d'investissement (capital fixe) d'unités de vapocraquage sur différentes charges (1)**

Charge .....	Éthane	Naphta	Gazole
Capacité (t/an) .....	600	450	450
Investissements (M\$) .....	520	600	660

(1) D'après documents IFP-US Gulf Coast: chiffres 1993 fondés sur les coûts de construction autour du Golfe du Mexique.



**Figure A – Coûts de production de l'éthylène en 1994 dans différentes zones géographiques**