

Chimie organique industrielle

Partie B

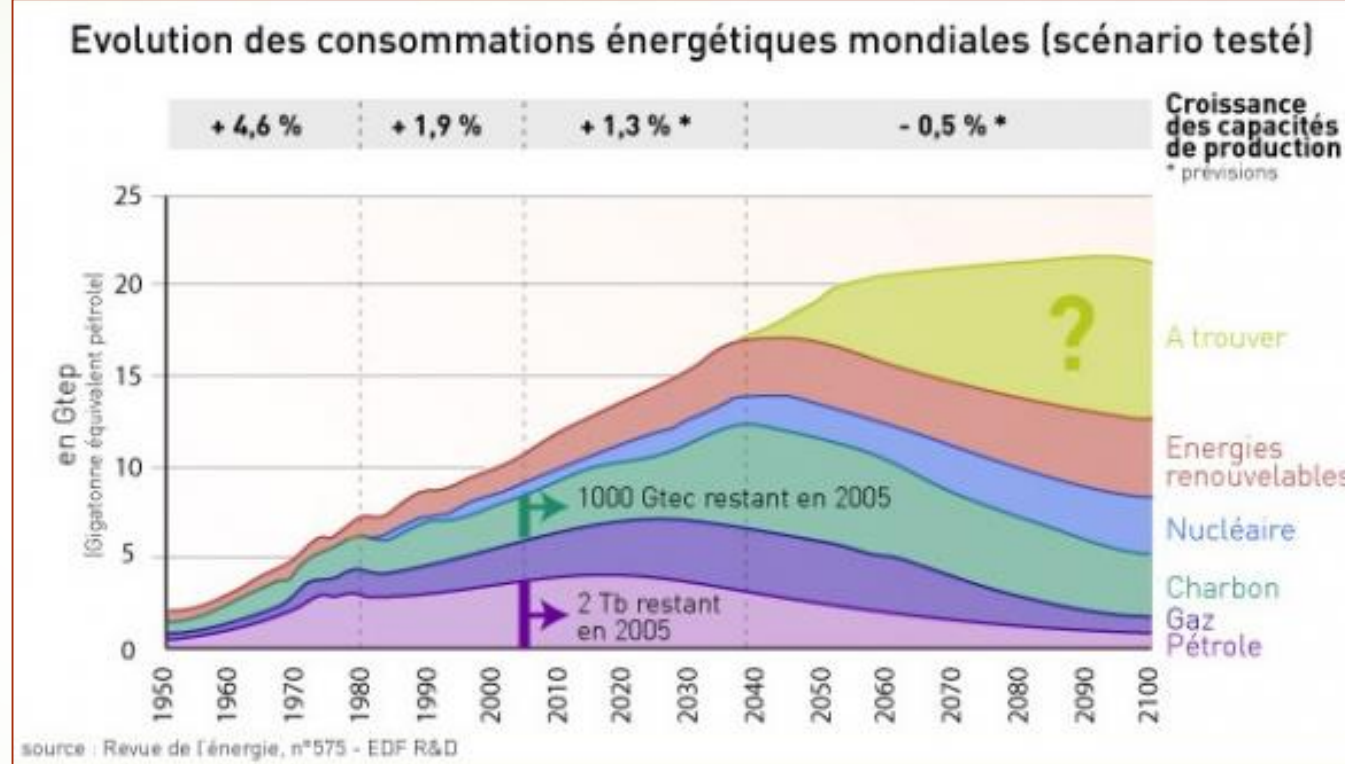
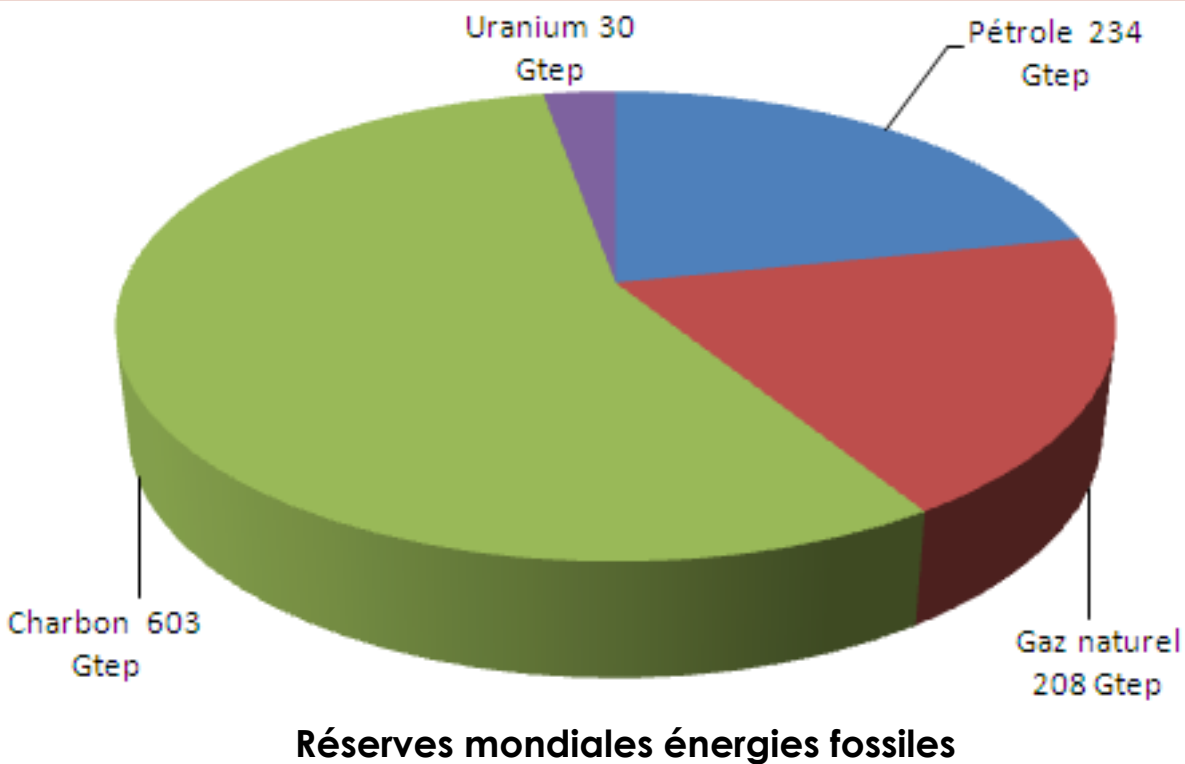
1

2020

A) Matières premières

2

1) Etat des lieux des réserves et perspectives



- Charbon = source possible à moyen terme (pic prévu dans 20 ans)
- Utilisation des ressources fossiles comme matière première (16%)
- Risque de pénurie à moyen terme
- Part des ressources fossiles amenées à augmenter

A) Matières premières

2) EROEI : Energy Returned On Energy Invested

XIX ^{ème} siècle	1930	1970	2000
1:150	1:100	1:50	1:20
Evolution du EROEI des ressources pétrolières américaines			

- Les couts énergétiques de prospection et de production des matières premières sont amenés à augmenter.
- Un EROEI de 1:1 signifie que le gain est nul => justifiable uniquement si matière première.
- Le cout du pétrole est voué à augmenter, il faut trouver des alternatives pour la production chimique.

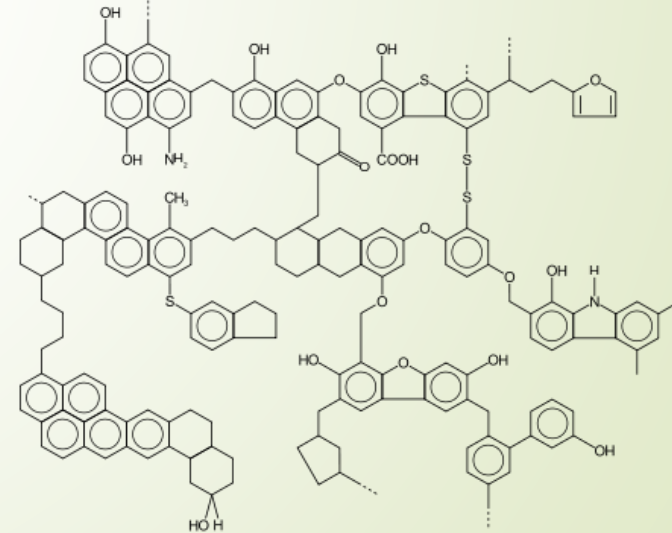
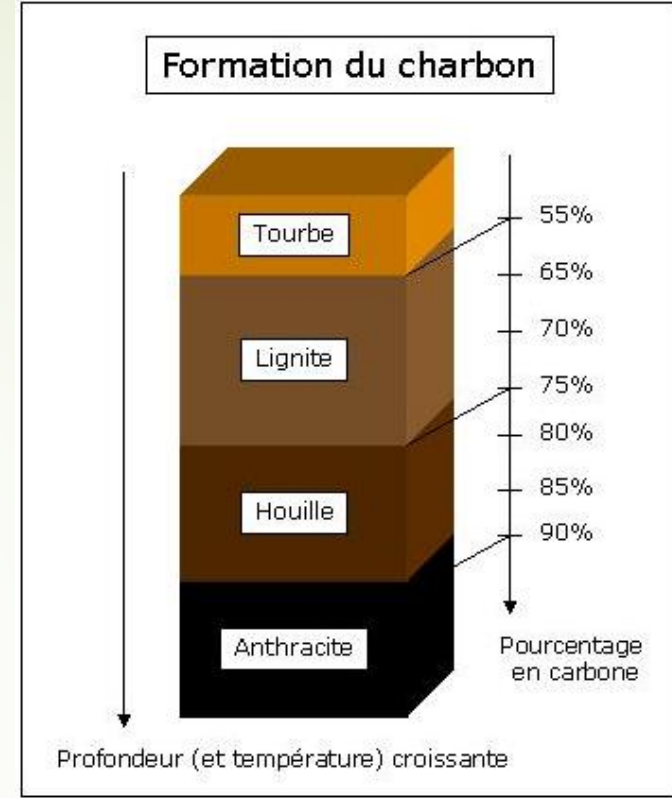
B) Le charbon

a) Composition

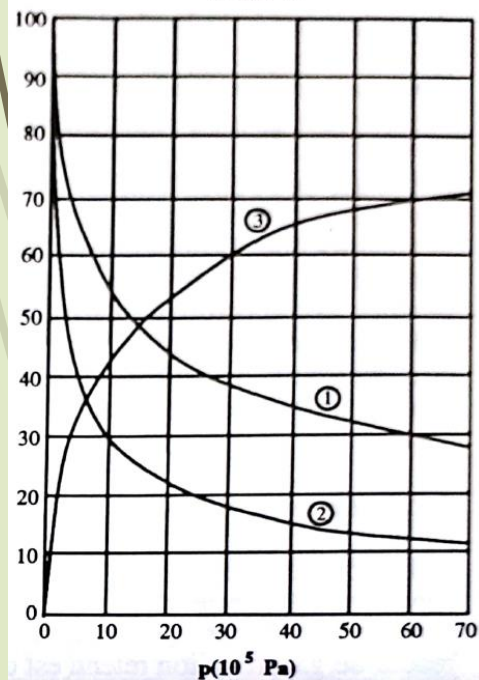
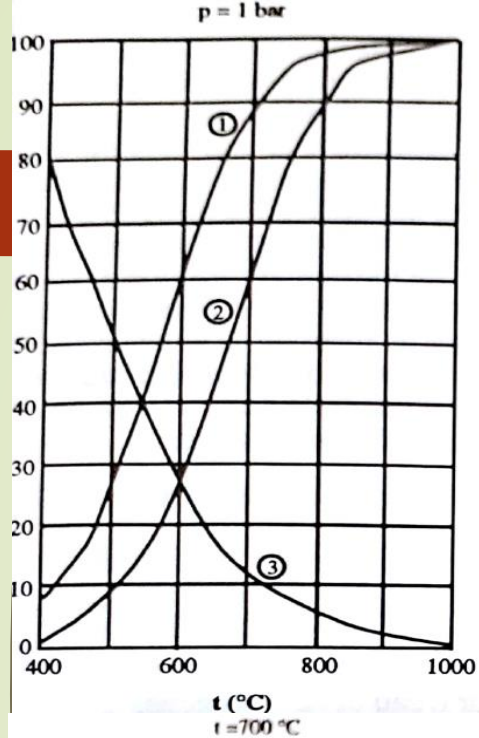
- Types de charbon
- Composition moyenne

Transformations possibles :

- Gazéification
- Pyrolyse
- Liquéfaction



Exemple de structure au sein d'un charbon



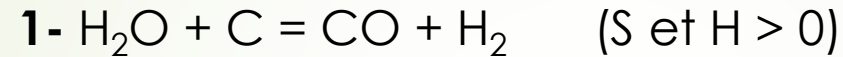
B) Le charbon

b) Gazéification

- Combustion partielle du charbon en présence de H₂O (+air)

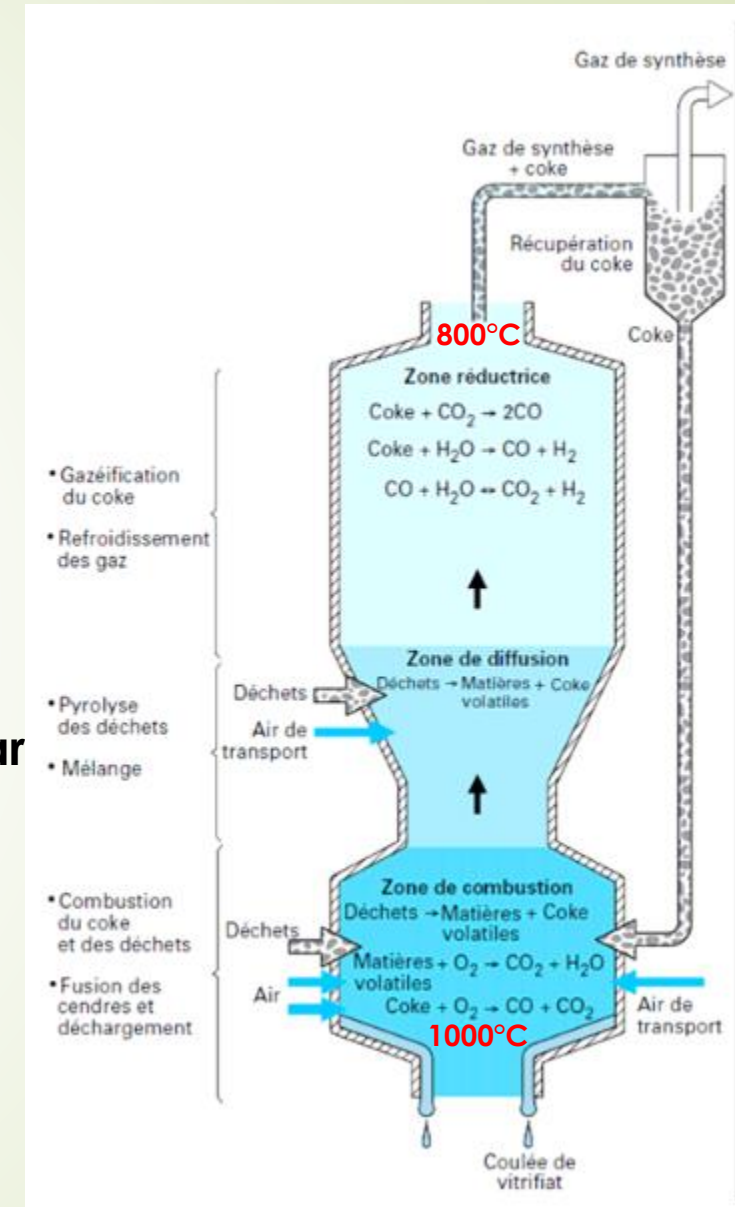
- But : production de gaz de synthèse (**H₂ et CO**)

- Réactions principales :



- **Conditions optimales de production ?**

=> **L'énergie nécessaire au procédé est fournie par la combustion de 30 à 40% du charbon utilisé.**

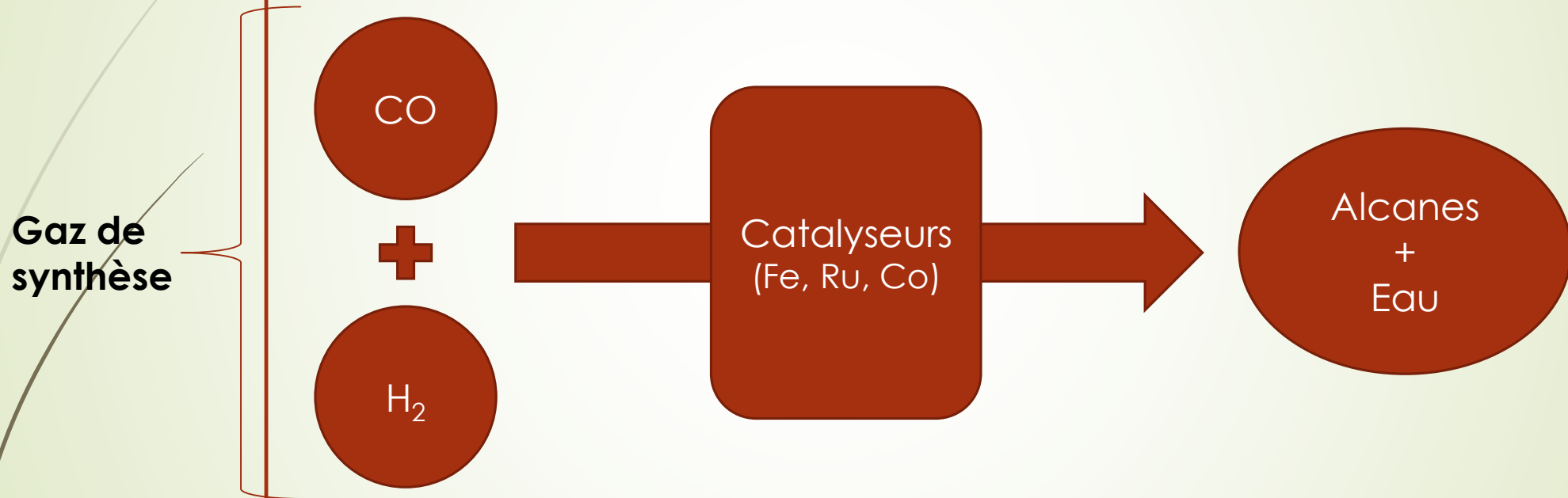


B) Le charbon

b) Gazéification

Procédé Fisher-Tropsch (valorisation du gaz de synthèse)

- Procédé mis au point en 1923



- Remis au gout du jour dans les années 2000
- Procédés CTL, BTL, GTL rendus rentables par l'augmentation des couts du pétrole.

B) Le charbon

c) Pyrolyse

- Chauffage à haute T° en l'absence d'air ($T^\circ > 1100^\circ\text{C}$)
- But : Obtention de coke et de sous produit gazeux et liquides
- Coke (70 à 80%) : 90 % de C + 10 % de minéraux + traces (H, N, O)

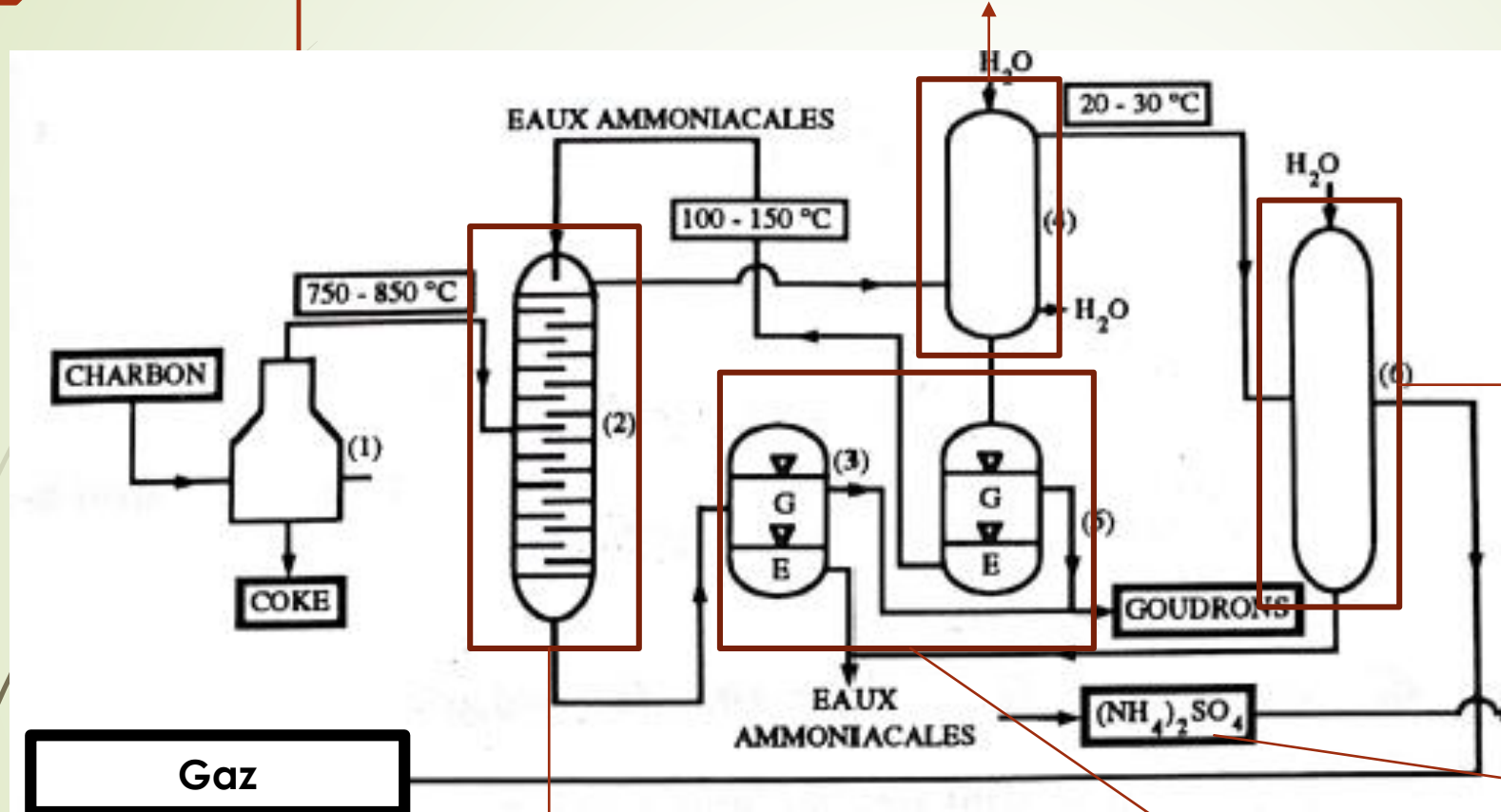
Goudrons (5%) : BTX, composés polycycliques (goudrons),

Gaz (20 à 25%) : H_2 (50%), CH_4 (25%) + ammoniac + H_2S + H_2SO_4

Echangeur :

Refroidissement

Condensation des goudrons légers
+ vapeurs d'eau ammoniacale



Gaz

Colonne de trempe :

Refroidissement

Extraction des goudrons lourds

Décanteurs :

Extraction des goudrons

Lavage des gaz :
Elimination NH_3

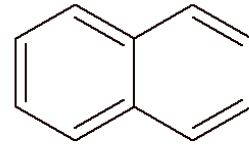
Traitement à l'acide sulfurique

B) Le charbon

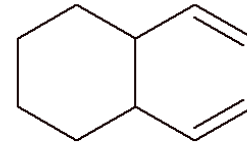
d) Liquéfaction

- Hydrogénation catalytique du charbon
- But : Augmenter le rapport H/C
- Obtention d'une matière première liquide peu raffinée
Procédé couteux mais qui pourrait redevenir rentable à l'avenir
3 à 5 barils pour 1 tonne de charbon

B) Le charbon



$T_{EB} : 218^{\circ}\text{C}$



$T_{EB} : 207^{\circ}\text{C}$

Bon solvant de l'hydrogène et des hydrocarbures produits.
Substance hydrogénante

d) Liquéfaction

Mélangeur :

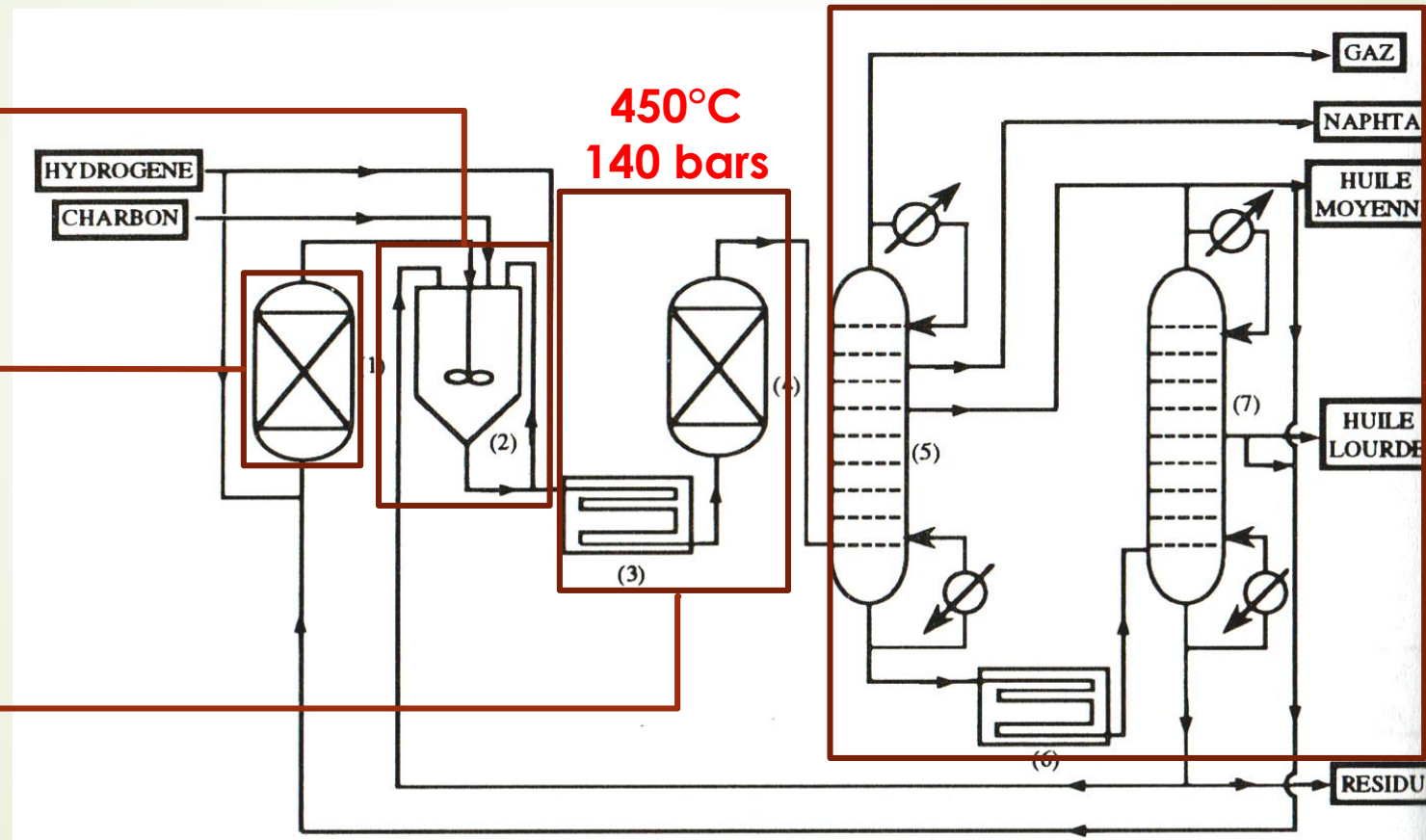
Mélange intime de charbon broyé, d'huiles recyclées (tétraline) et H_2

Hydrogénation :

Hydrogénation de la tétraline

Four + réacteur :

Hydrogénation du mélange



Colonnes à distiller :

Séparation des effluents

C) Pétrochimie

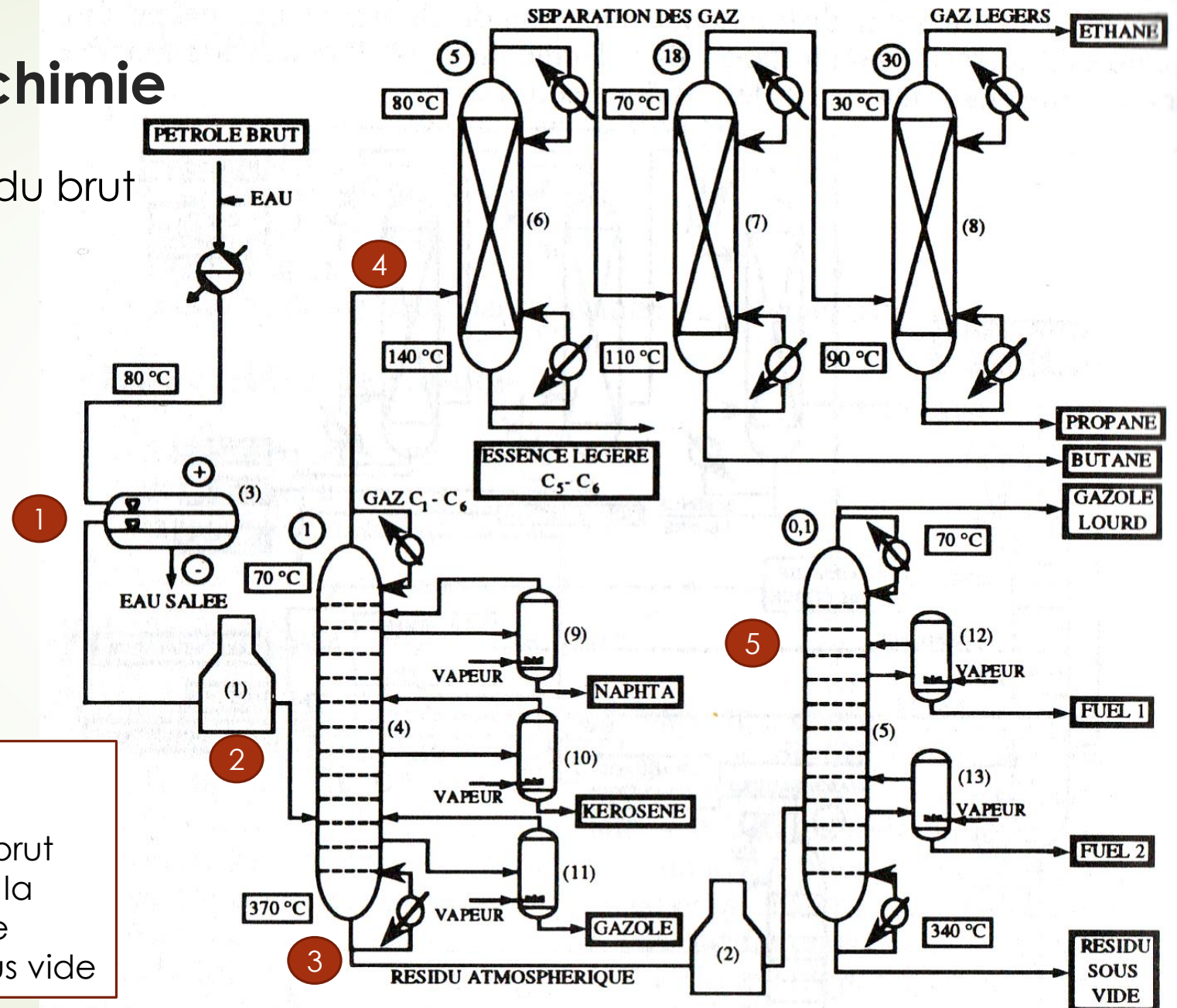
a) Composition du brut

Compositions
très variables

- Paraffines et isoparaffines (16-65% de FL)
 - Hydrocarbures cycliques (naphènes) (25-90% de FL)
 - Aromatiques (0-15% de FL)
 - Composés lourds
 - Sel
 - Composés hétérocycliques soufrés ou azotés.
 - **Pas d'alcènes ou d'alcynes non-aromatiques**
- } **Fraction légère**

C) Pétrochimie

b) Distillation du brut



- 1 - Dessalement
- 2 - Préchauffage
- 3 - Distillation du brut
- 4 - Traitement de la fraction légère
- 5 - Traitement sous vide

C) Pétrochimie

d) Transformations chimiques des coupes du pétrole

- Augmenter l'indice d'octane : **Reformage catalytique**

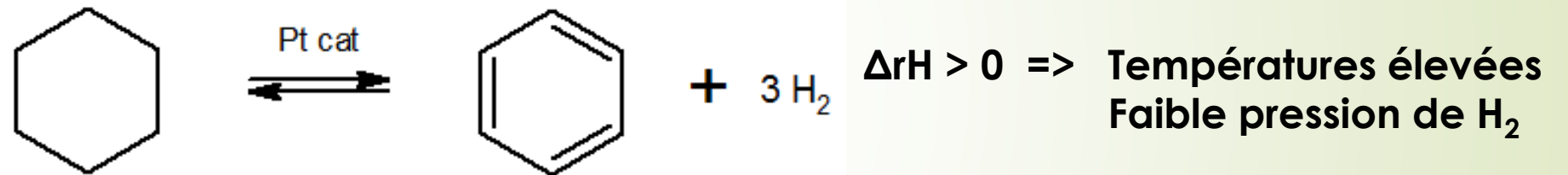


- Convertir des fractions lourdes : **Craquage catalytique**
- Augmenter le taux de composés insaturés : **Vapocraquage**

C) Pétrochimie

Reformage catalytique

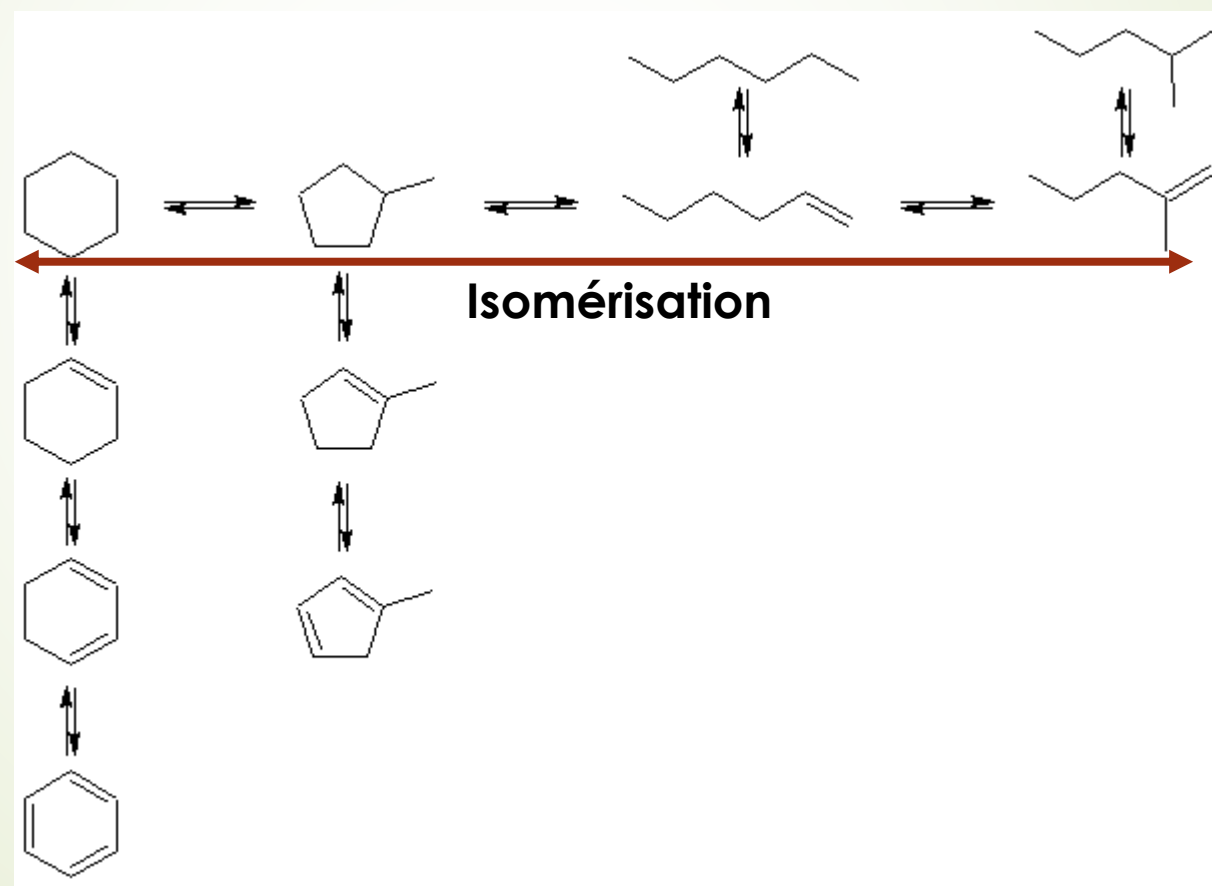
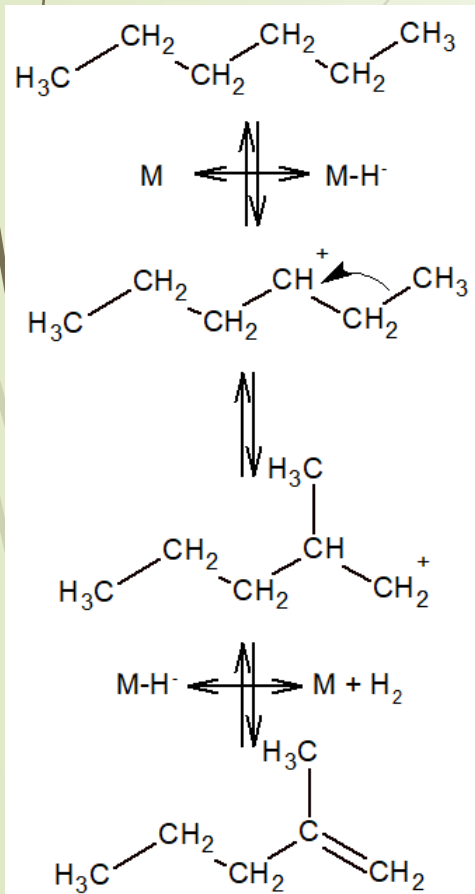
- Utilisation de catalyseur d'hydrogénation/déshydrogénation (**Pt**, Ni, Pd...)
- Support d'alumine (isomérisation)



- Dans la pratique : T = 500°C (éviter la désactivation du catalyseur)
H₂ (25 bars) : évite la formation d'oléfines
- Peu de ruptures de chaînes, réorganisation interne des molécules.
- **Source de BTX**
- **Production de dihydrogène en grosses quantités**

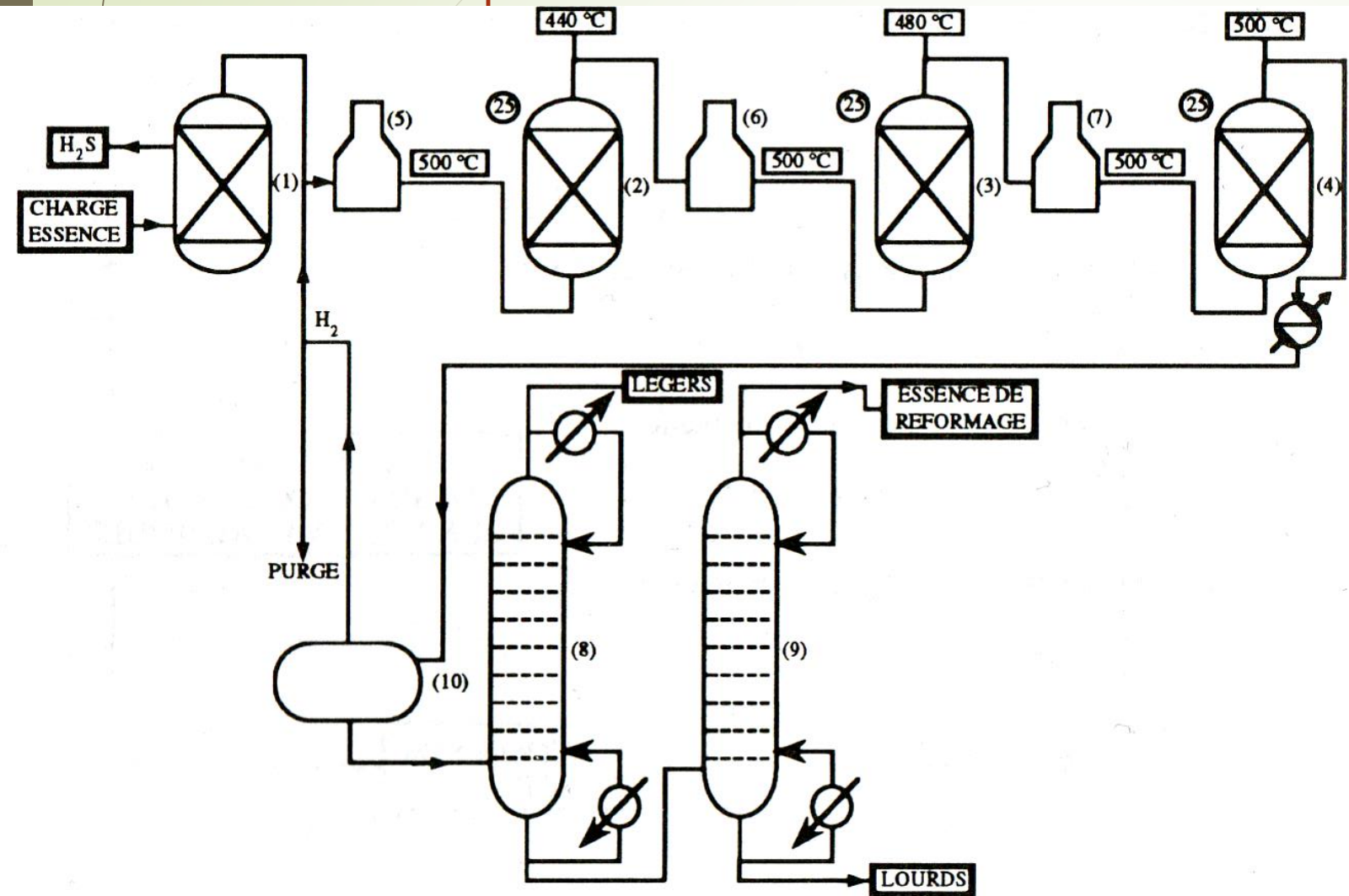
C) Pétrolochimie

Principe du reformage catalytique



C) Pétrochimie

Procédé de reformage catalytique



1. Désulfuration (Ni/Mo 350°C H₂ (30 bars))
2. Réacteurs successifs (2-3-4) Pt/alumine
3. Séparateur gaz liquide (recyclage H₂)
4. Distillation

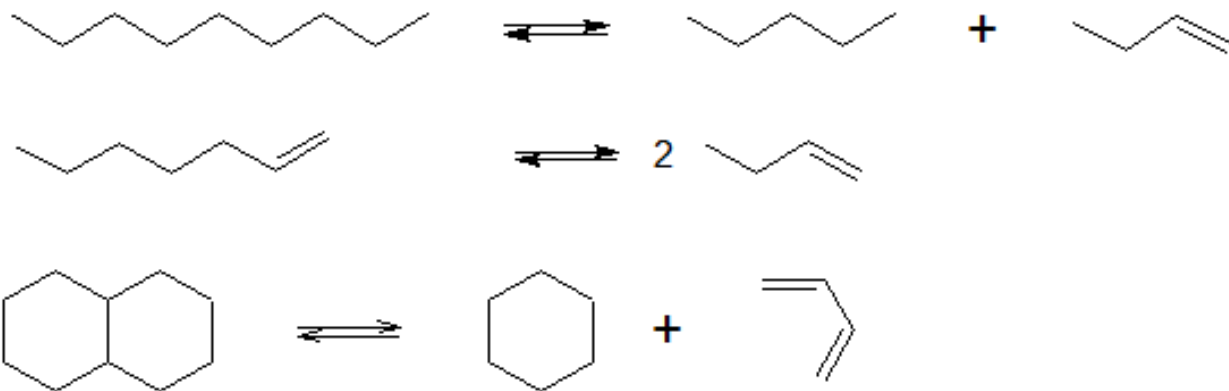
- **Rendement : 85 à 90 % d'essence**
- **Dont 60 à 70% d'aromatiques (BTX) v/v**
- **Cycles de régénération du catalyseur**

C) Pétrochimie

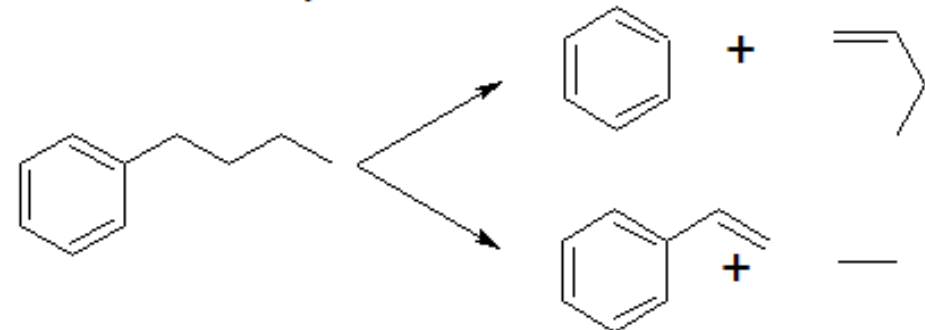
Craquage catalytique :

- Permet de convertir des fractions lourdes en fractions légères
- Utilisation de catalyseurs acido-basiques (zéolites empoisonnées)
- Réactions endothermiques => T° élevées.
- Obtention de beaucoup de petites molécules (=> temps de séjours courts)
- Obtention d'alcènes

Réactions de craquage :

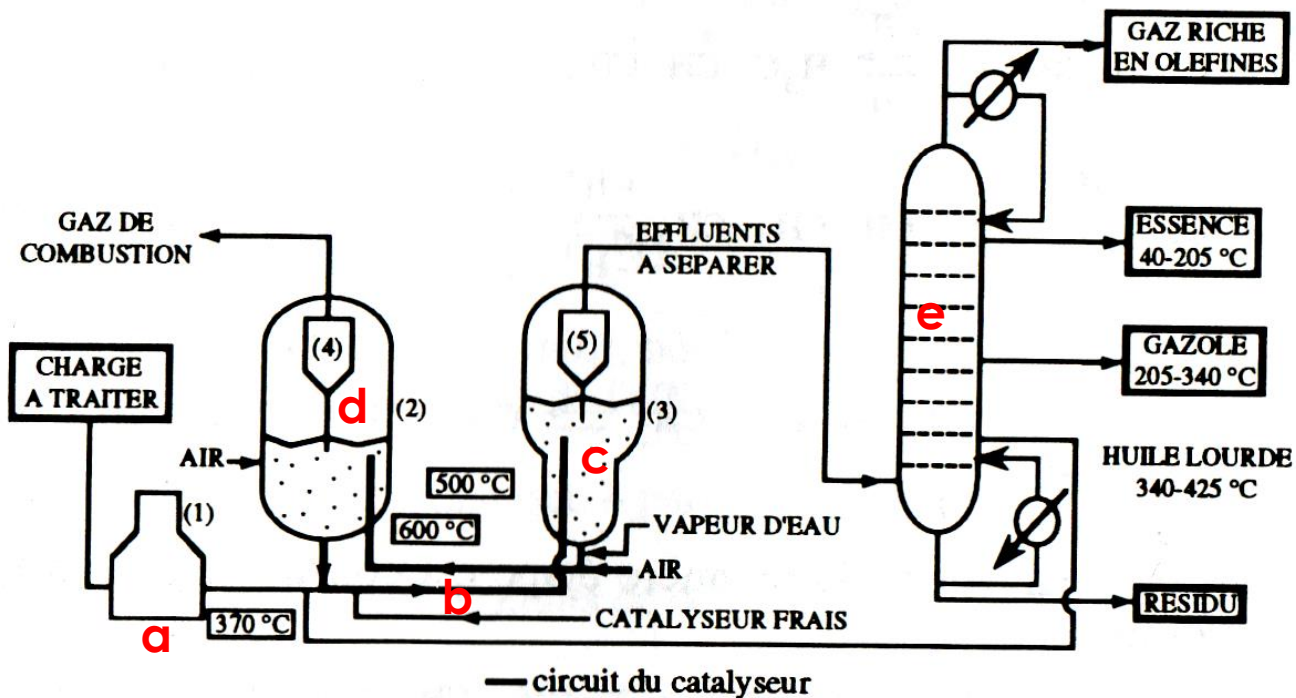


Réactions de désalkylation :



C) Pétrochimie

Procédé de craquage catalytique :



- Préchauffage de la charge **370°C**
- Rencontre charge/catalyseur
- Réaction (réacteur à lit fluidisé) **500°C**
- Recyclage du catalyseur (**pyrolyse 600°C**)
- Distillation

- Le rendement en essence augmente si les temps de séjours sont courts.
- Les gaz sont riches en propène
- Nécessité d'introduire du catalyseur en continu.

(1) four ; (2) régénérateur ; (3) réacteur à lit fluidisé ; (4) (5) cyclones.

C) Pétrochimie

Vapocraquage

- Réactions essentiellement endothermiques ($T^{\circ} = 750$ à 900°C)
- Temps de séjours courts et trempe (limite la formation de C et H_2)
- Pression partielle faible en hydrocarbures (limite terminaison)
- Dilution à la vapeur d'eau
- **Production d'oléfines de faible poids moléculaire**
- **Production de BTX**

C) Pétrochimie

Réactions de vapocraquage

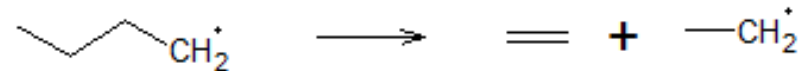


Propoagation :

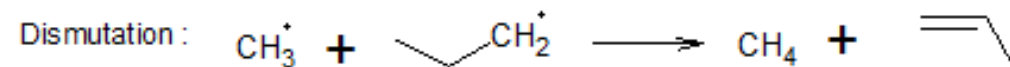
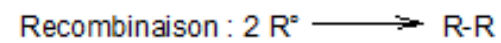
Abstraction de H :



β-scission :

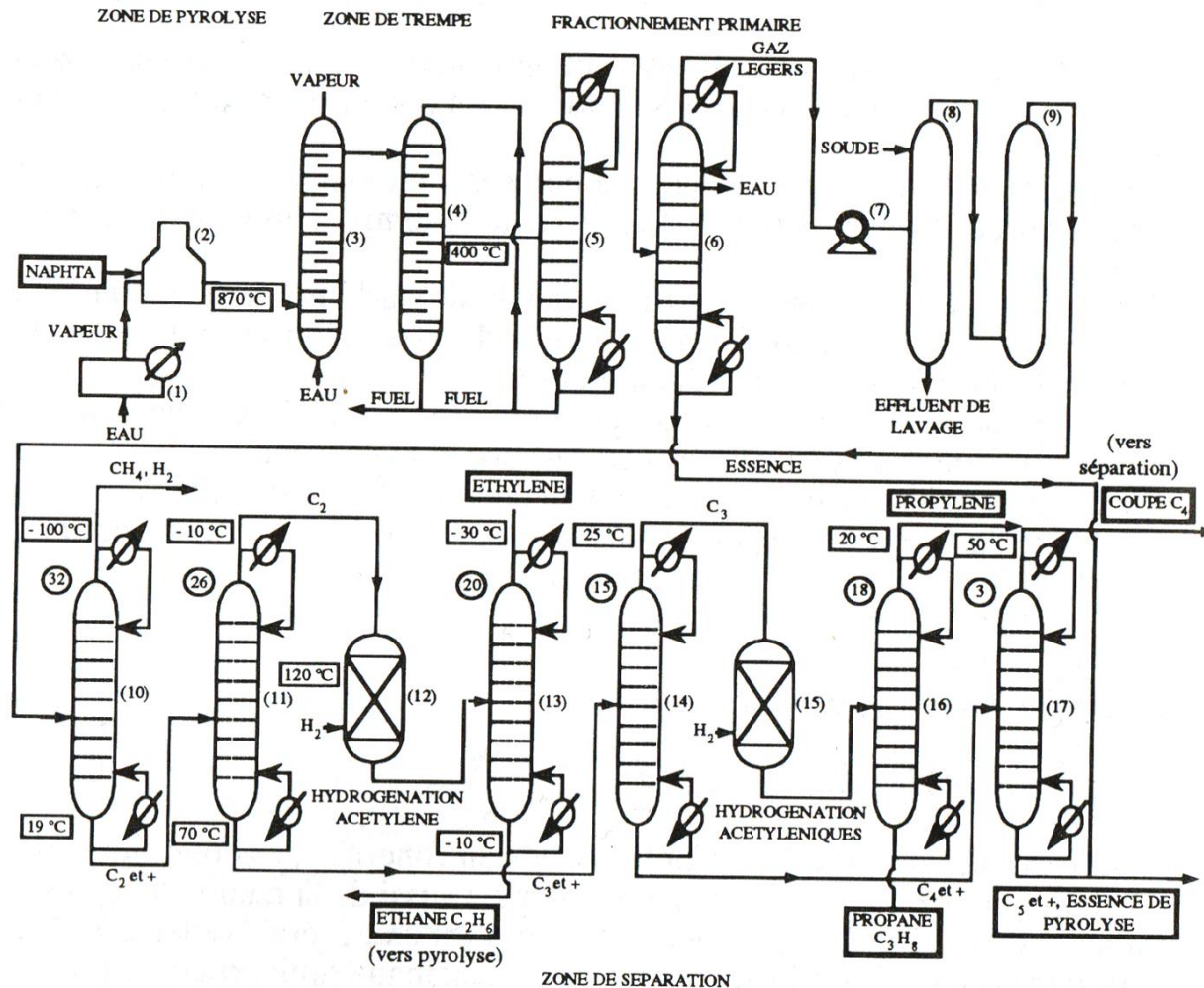


Terminaison :



C) Pétrochimie

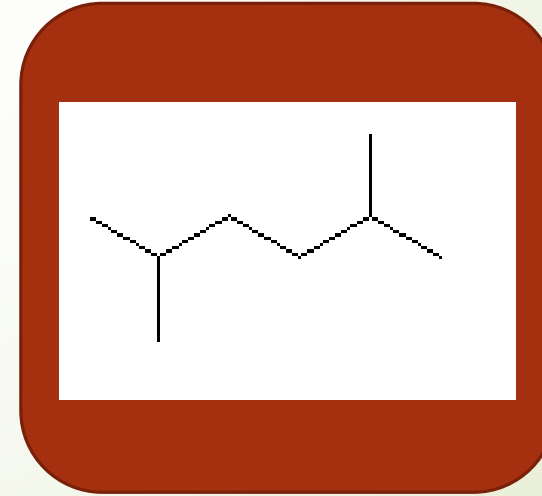
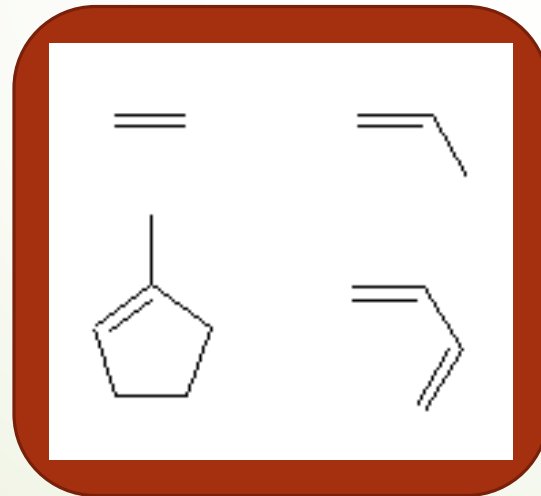
Procédé de vapocraquage



1. Pyrolyse
2. 1ere trempe : Trempe à l'eau (300-400°C)
2eme trempe : Trempe au fuel
3. Fractionnement primaire
4. Lavage à la soude (Elimination résidus fonctionnels : alcools, thiols, amines...)
5. Séchage
6. Distillations successives
7. Hydrogénation sélective (Pd empoisonné)

Applications

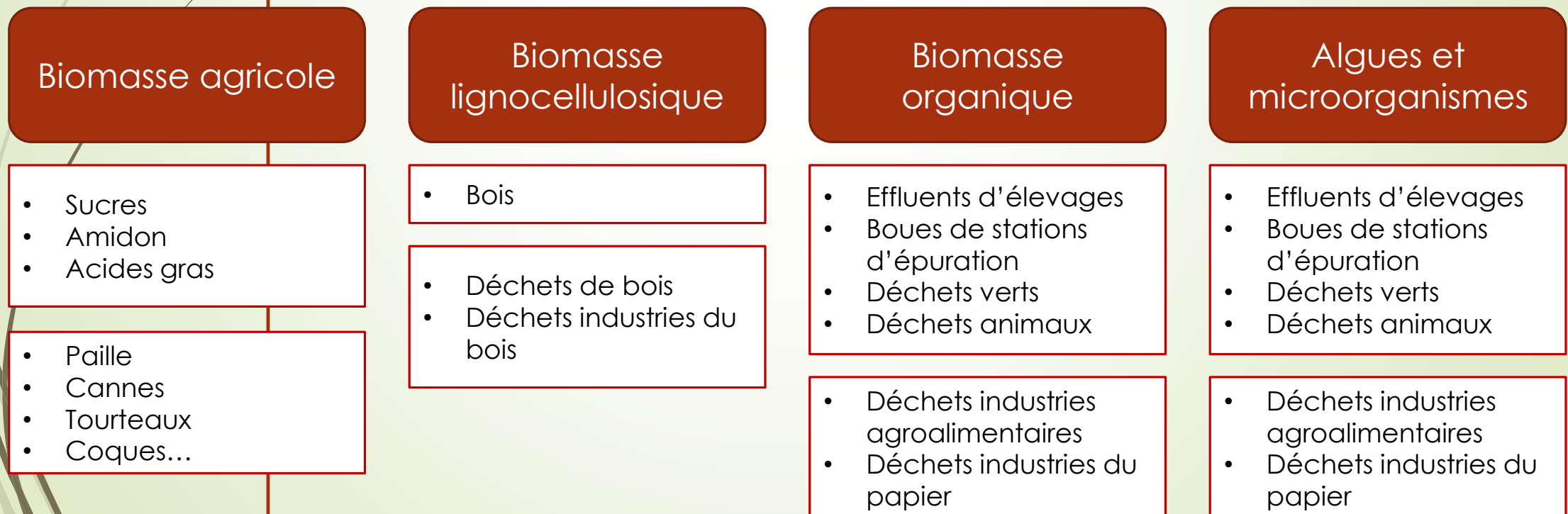
- ▶ A quels produits peut-on s'attendre selon que le pentane subit un reformage catalytique ou un vapocraquage ?
- ▶ On fait réagir du décane dans différentes conditions.
 - Identifier le type de procédé mis en jeu en fonction des produits obtenus



D) Exploitation de la biomasse

« La biomasse est la fraction biodégradable des produits, déchets et résidus d'origine biologique provenant de l'agriculture (y compris les substances végétales et animales), de la sylviculture et de leurs industries connexes y compris la pêche et l'aquaculture, ainsi que la fraction biodégradable des déchets industriels et municipaux ».

Directive CE 23-04-2009



D) Exploitation de la biomasse

- **Choix des sources :**
 - Compétition avec les cultures vivrières
 - Diversité des compositions, des origines
 - Acheminement
- **Ressources renouvelables par essence**
- **Procédés en cours de développement :**
 - Valorisation des bio-déchets
 - Optimisation énergétique
 - Procédés de séparation
- **Manque de rentabilité pour les matières premières à faible valeur ajouté.
Dépend fortement des subventions.**

D) Exploitation de la biomasse

