

# DẦU NHỜN - MỠ - PHỤ GIA

- I. Đại cương
- II. Chức năng
- III. Các tính chất lý hóa
- IV. Dầu gốc: Sản xuất, Đặc trưng và Tính chất
- V. Phụ gia
- VI. Mỡ nhờn

# Chương I: Đại cương

# Chương I: ĐẠI CƯƠNG VỀ CHẤT BÔI TRƠN

- Định nghĩa:
- **La Rousse**: Là sản phẩm dùng để bôi trơn
- **Technique**: Là sản phẩm cho phép hoặc làm dễ dàng cho sự chuyển động giữa 2 chi tiết cơ khí
- Phân loại:
  - Phân loại theo trạng thái của dầu bôi trơn:
    - Chất bôi trơn KHÍ
    - Chất bôi trơn LỎNG (dầu bôi trơn, dầu nhờn)
    - MỠ (Chất bôi trơn bán rắn)
    - Chất bôi trơn RẮN
  - Phân loại theo mục đích sử dụng : 3 loại chính
    - ▶ Dầu cho động cơ ô tô
    - ▶ Dầu truyền động (boîte de vitesse ...)
    - ▶ Dầu công nghiệp

# Thị trường Chất bôi trơn

- Dầu gốc:

- Năng suất tại nhà máy Lọc dầu (Gonfreville): RA= 44.000 kt/năm
- tương đương hơn 1% dầu thô được xử lý
- Năng suất dầu nhờn: 38.000 kt/năm
- khoảng 50% được sử dụng làm dầu động cơ

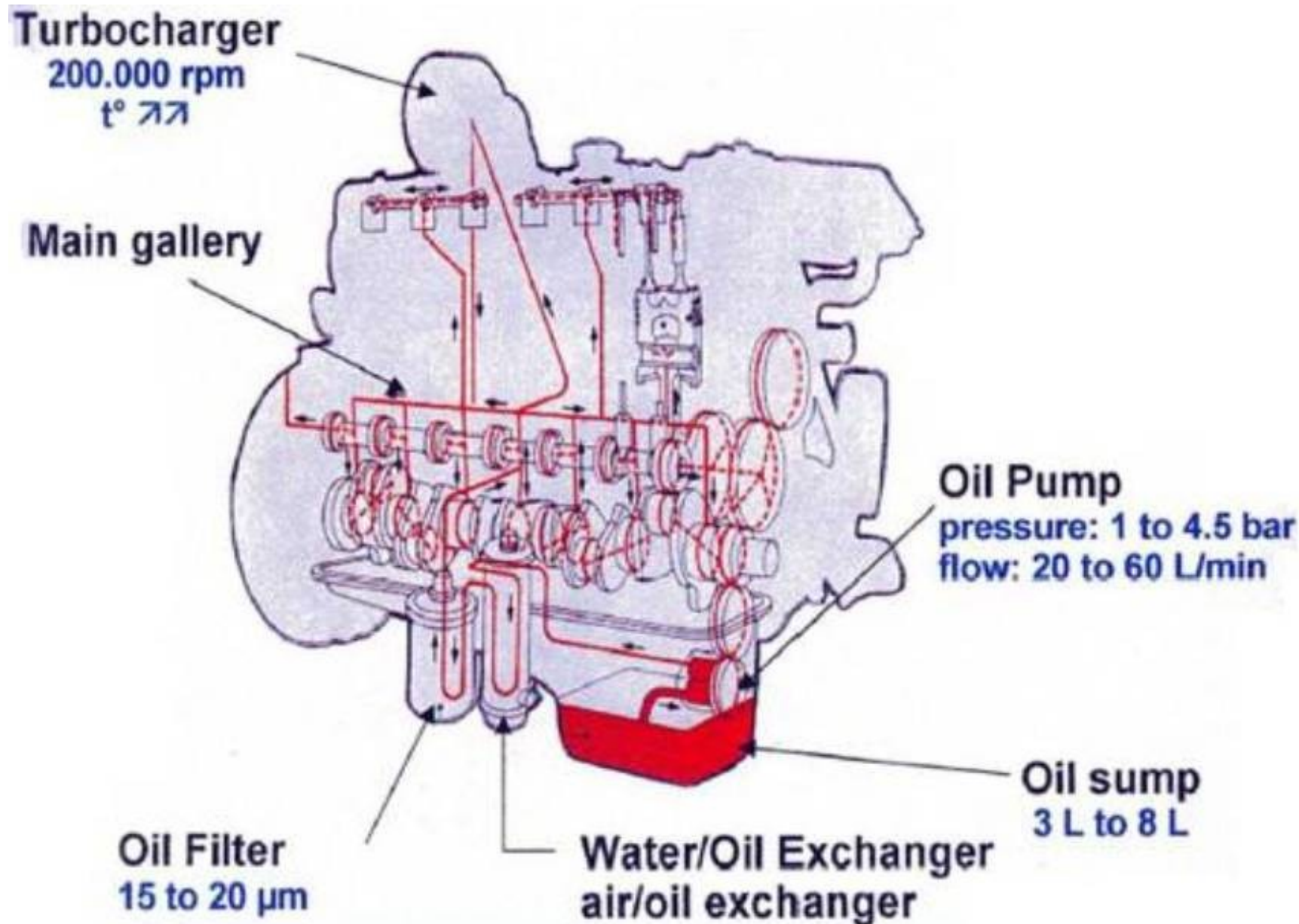
- Phân bố trên thế giới (kt)

- |                            |       |
|----------------------------|-------|
| ■ Tây Âu                   | 7300  |
| ■ Trung và Đông Âu         | 2300  |
| ■ Phi Châu                 | 1100  |
| ■ Trung Đông               | 2100  |
| ■ Châu Á và châu Đại dương | 10100 |
| ■ Bắc Mỹ                   | 12300 |
| ■ Nam Mỹ                   | 3900  |

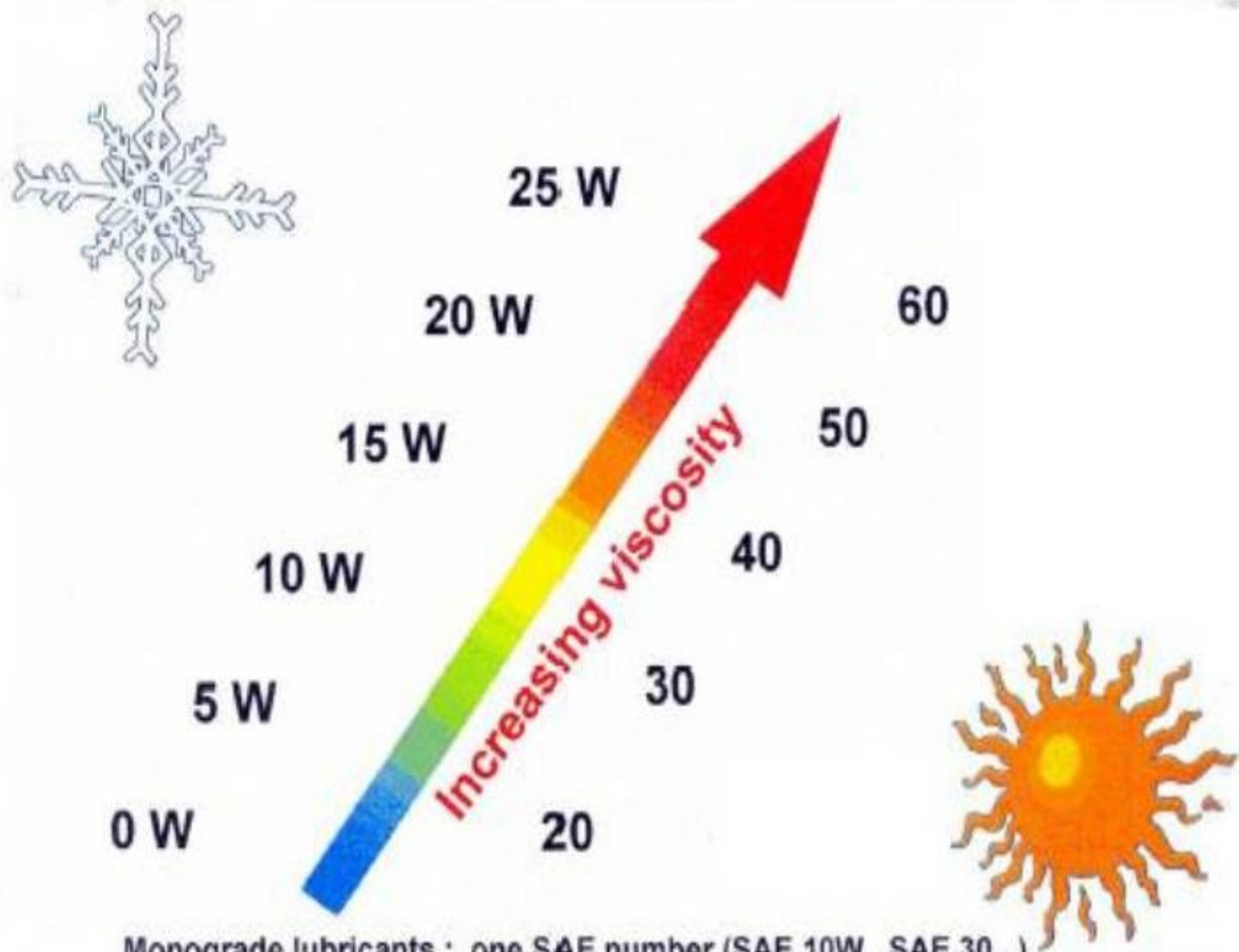
# Tiêu thụ trong năm 2001

- Dầu Động cơ: 49%
  - Động cơ xăng 18%
  - Động cơ Diesel 23%
  - Động cơ 2 thì 1%
  - Truyền động 7%
- Dầu Tàu thủy 4%
- Dầu Công nghiệp 47%
  - Turbin
  - Máy nén
  - Thủy lực...
- Các loại khác:
  - Dầu máy bay 36000 t/năm
  - Mỡ
  - Dầu phanh, dầu giảm sóc, dầu làm mát...

# Chu trình bôi trơn động cơ



# Phân loại dầu động cơ SAE



Monograde lubricants : one SAE number (SAE 10W, SAE 30...)

multigrade lubricants : two SAE numbers xxW-yy ( SAE 5W-40, SAE 10W-30, SAE 20W-50...)

# Tiêu chuẩn kỹ thuật của Mỹ API

US



1st letter = product application  
2nd letter = product performance

Gasoline

1945

S

A

severity

.

.

1988

S

G

1993

S

H

1996

S

J

2001

S

L

DONUT



diesel

1945

C

A

severity

.

.

.

1965

C

D

1995

C









F



Aux USA, diesel = poids lourds exclusivement



# Tiêu chuẩn kỹ thuật Châu Âu ACEA

			ACEA 98		ACEA 2001	
			gasoline	diesel	gasoline	diesel
 FUEL ECONOMY			A 1	B 1	A 1	B 1
 DIRECT INJECTION					A 5	B 5
<hr/>						
			A 2	B 2	A 2	B 2
			A 3	B 3	A 3	B 3
<hr/>						
	 DIRECT INJECTION		/	B 4	/	B 4

En Europe, diesel = Véhicules Légers; il existe aussi catégories E pour les Poids Lourds

Chaque catégorie correspond à une catégorie API + des essais spécifiques

# Chương II: Chức năng của dầu bôi trơn

# 1. Chức năng giảm ma sát

- tạo màng dầu: phân tách 2 bề mặt vật liệu
- khi có sự chuyển động: chỉ có các phân tử dầu trượt lên nhau  $\Rightarrow$  ma sát nội tại ( $\lll$  lực ma sát khô sinh ra giữa 2 bề mặt rắn)  
 $\Rightarrow$  độ nhớt
- dầu có độ nhớt lớn  $\Rightarrow$  lực ma sát nội tại lớn và ngược lại

# Chức năng giảm ma sát trong động cơ ô tô

- **Tại bộ phận phân phối (came và poussoirs):**

⇒ Ma sát limite

⇒ Phụ gia chống mài mòn

- **Tại piston và cylindre:**

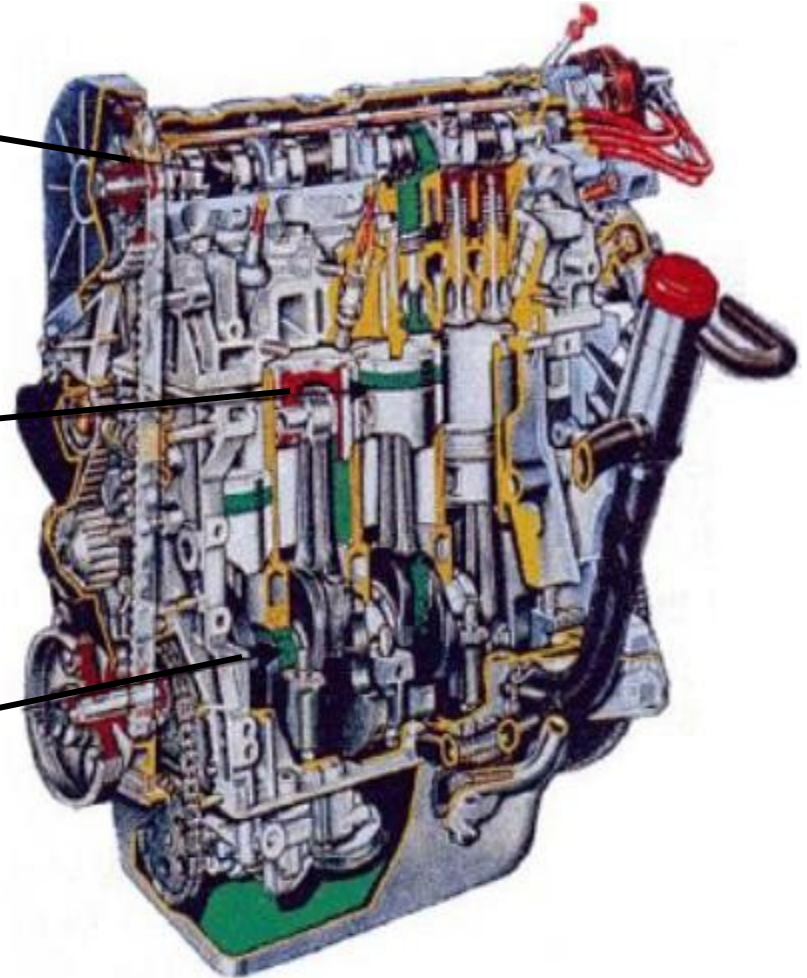
⇒ Ma sát mixte

⇒ Độ nhớt và phụ gia chống mài mòn

- **Tại thanh truyền:**

⇒ Ma sát hydrodynamique

⇒ Độ nhớt



## 2. Chức năng làm sạch

- mòn kim loại
  - bụi, cát sạn trong không khí
  - chất nhiễm bẩn sinh ra do quá trình cháy
- ⇒ bào mòn vật liệu
- **dầu: trạng thái lỏng ⇒ chảy qua các bề mặt chuyển động và kéo theo các chất nhiễm bẩn ⇒ đưa về carter**

# Chức năng làm sạch trong động cơ ô tô

- **Tại buồng đốt:**

⇒ Tại soupape và bougie:  
cặn tro

⇒ autoallumage

- **Tại piston ( $T = 200 \div 400^{\circ}\text{C}$ ):**

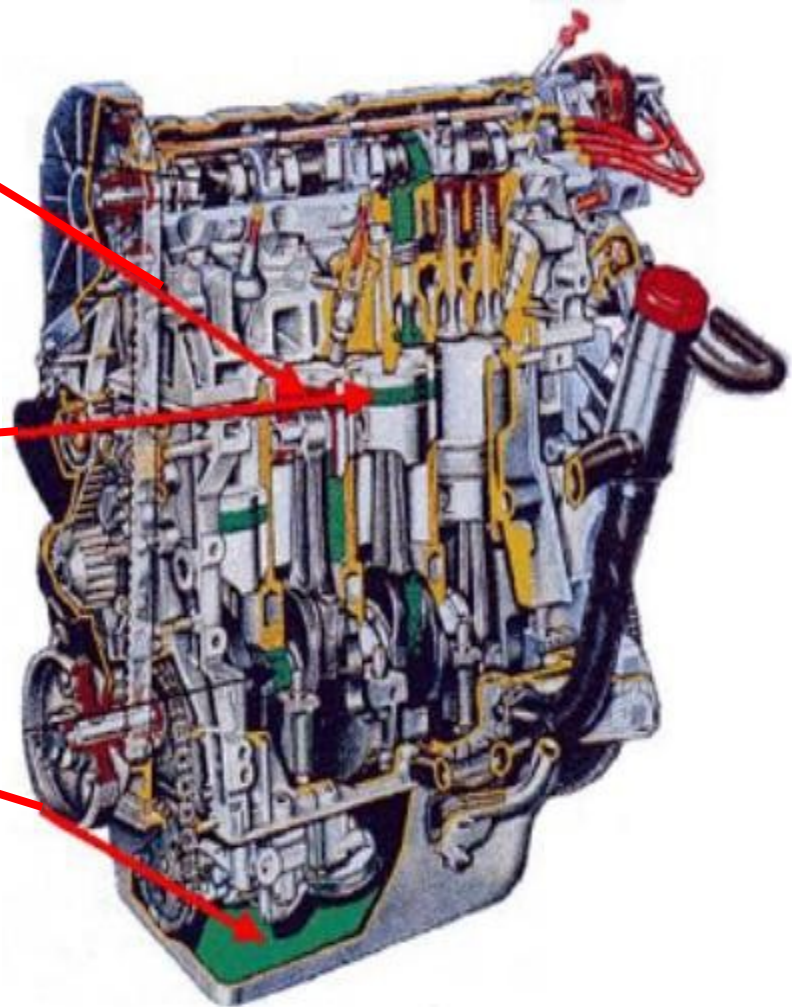
⇒ cặn trên piston

⇒ Bám dính trên segment

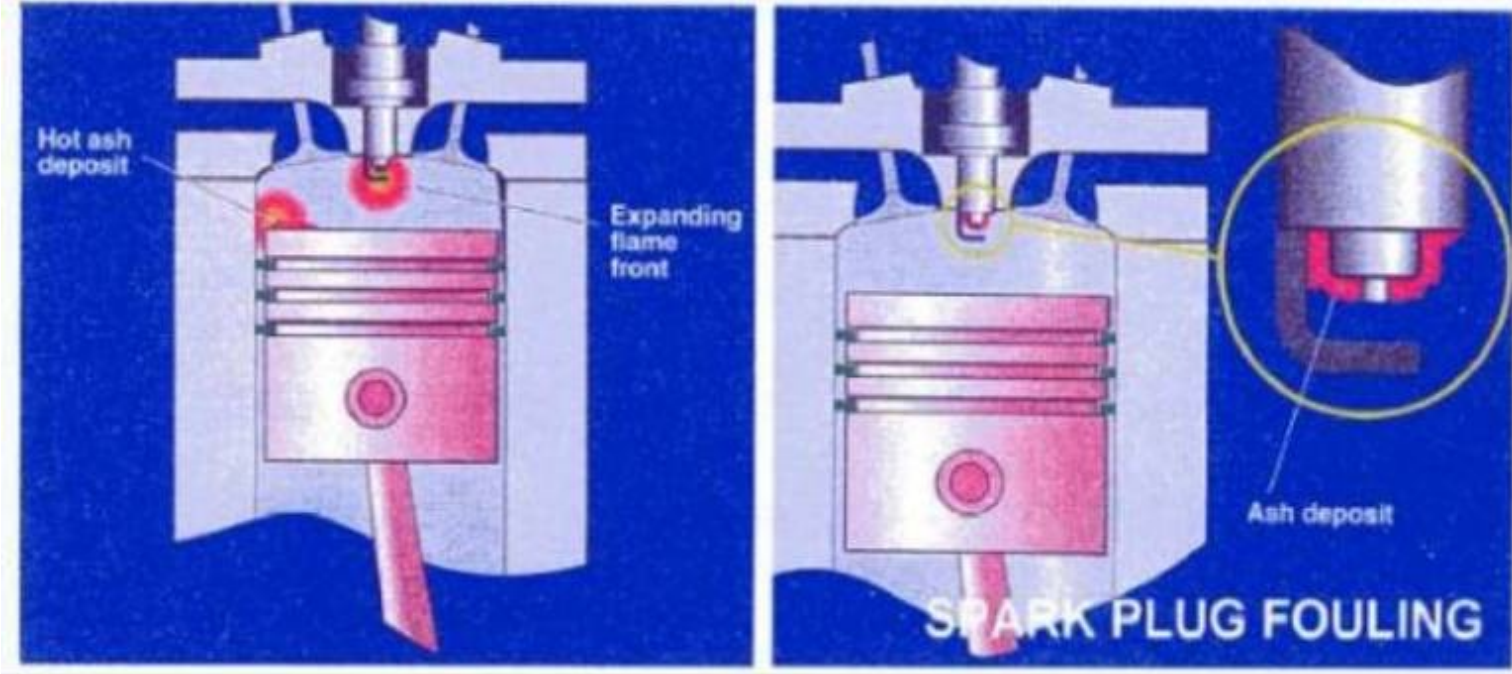
- **Tại carter:**

⇒ cặn do nhiệt độ thấp

⇒ Sludge



# Sự bám bẩn trong buồng đốt

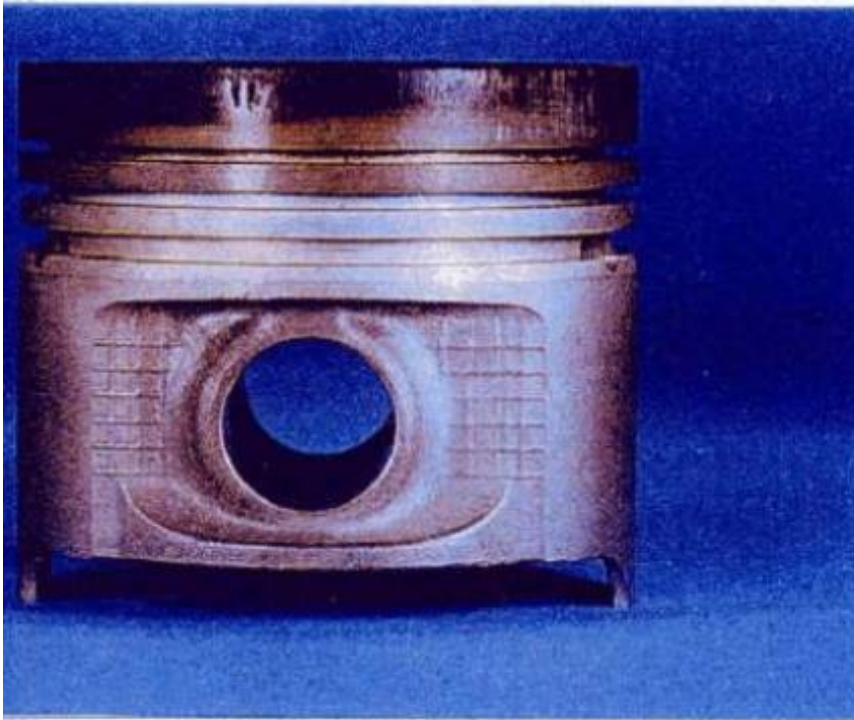


Dépôt sinh ra do nhiên liệu không cháy và do dầu bôi trơn (chủ yếu là các cấu tử phụ gia)

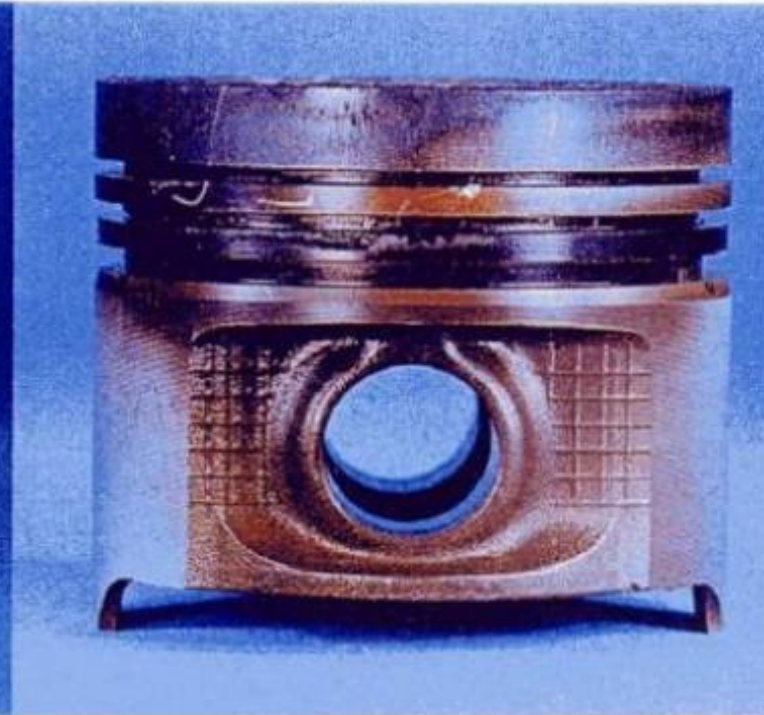
**Để hạn chế hàm lượng tro:**

- Giảm hàm lượng phụ gia hoặc dùng phụ gia không tro
- Công thức phối trộn riêng cho động cơ xăng và diesel

# Sự bám bẩn piston



Dầu chất lượng tốt



Dầu chất lượng xấu



# 3. Chức năng làm mát

- **Ma sát  $\Rightarrow$  nhiệt**
- **Trong động cơ:**
  - Nhiệt do ma sát
  - Nhiệt do quá trình cháy nhiên liệu
- **dầu: trạng thái lỏng  $\Rightarrow$  chảy qua các bề mặt ma sát và mang theo nhiệt  $\Rightarrow$  làm mát vật liệu**

# 4. Chức năng làm kín

- Động cơ ô tô: tại vị trí piston - cylindre
- Máy phát, bơm thủy lực ...: áp suất làm việc rất lớn  
⇒ yêu cầu độ kín cao
- **dầu: nhờ vào khả năng bám dính và tạo màng ⇒ lấp kín các khe hở, bảo đảm quá trình làm việc bình thường cho thiết bị**

# 5. Chức năng bảo vệ bề mặt

- Sự tiếp xúc các chi tiết máy với các tác nhân gây ăn mòn như:
  - Oxy, độ ẩm của không khí
  - Khí thải hay khí cháy từ nhiên liệu đốt trong động cơ hay các lò đốt
  - Môi trường làm việc⇒ bề mặt vật liệu bị oxy hóa hay bị ăn mòn
- **dầu: tạo lớp màng bao phủ bề mặt các chi tiết ⇒ ngăn cách sự tiếp xúc với các yếu tố môi trường**

# Các yêu cầu khác đối với dầu động cơ

- **Khoảng cách thay dầu dài**
  - Chất ức chế oxy hóa
  - Lựa chọn dầu gốc
- **Tiết kiệm nhiên liệu (Fuel economy)**
  - Độ nhớt
  - Phụ gia biến tính ma sát
- **Giảm ồn**
- **Giảm ô nhiễm**
  - Phụ gia “không tro”
  - Phụ gia phân tán

# Quan hệ Môi trường – Chất bôi trơn

- **Trực tiếp: Giảm tiêu thụ nhiên liệu**
  - KYOTO: cam kết giảm 8% sản xuất CO<sub>2</sub>
  - Về phía ngành ô tô: giảm 12% phát thải CO<sub>2</sub>
  - Quyết định của EU: **140 g/km năm 2008**  
**120 g/km năm 2012**
  - Vai trò của dầu: Fuel economy
- **Gián tiếp: Giảm phát thải tạp chất**
  - Hệ thống xử lý khí thải (post-traitement): khử NO<sub>x</sub>, CO, HC không cháy và particule
  - Yêu cầu đối với dầu: không cản trở hoạt động của hệ thống này  
⇒ (ngộ độc xúc tác)

# Chương III:

## Các tính chất lý hóa của dầu bôi trơn

## 1. Tính chất vật lý

- Độ nhớt
- Chỉ số độ nhớt
- Độ bay hơi
- Tính chất ở nhiệt độ thấp

## 2. Tính chất cơ học

## 3. Tính chất hóa học

- Tính ổn định oxy hóa
- Chỉ số kiềm và axit
- Điểm anilin
- Chỉ số hydroxyle
- Cặn cacbon
- Hàm lượng tro
- Cặn không tan



# I. Tính chất vật lý

## 1. Độ nhớt

◆ Là yếu tố quyết định chế độ bôi trơn: chiều dày màng dầu và mất mát do ma sát

■ Nếu dầu có độ nhớt quá lớn :

- Trở lực tăng
- Mài mòn khi khởi động
- Khả năng lưu thông kém

■ Nếu dầu có độ nhớt nhỏ

- Dễ bị đẩy ra khỏi bề mặt bôi trơn
- khả năng bám dính kém
- Mất mát dầu bôi trơn

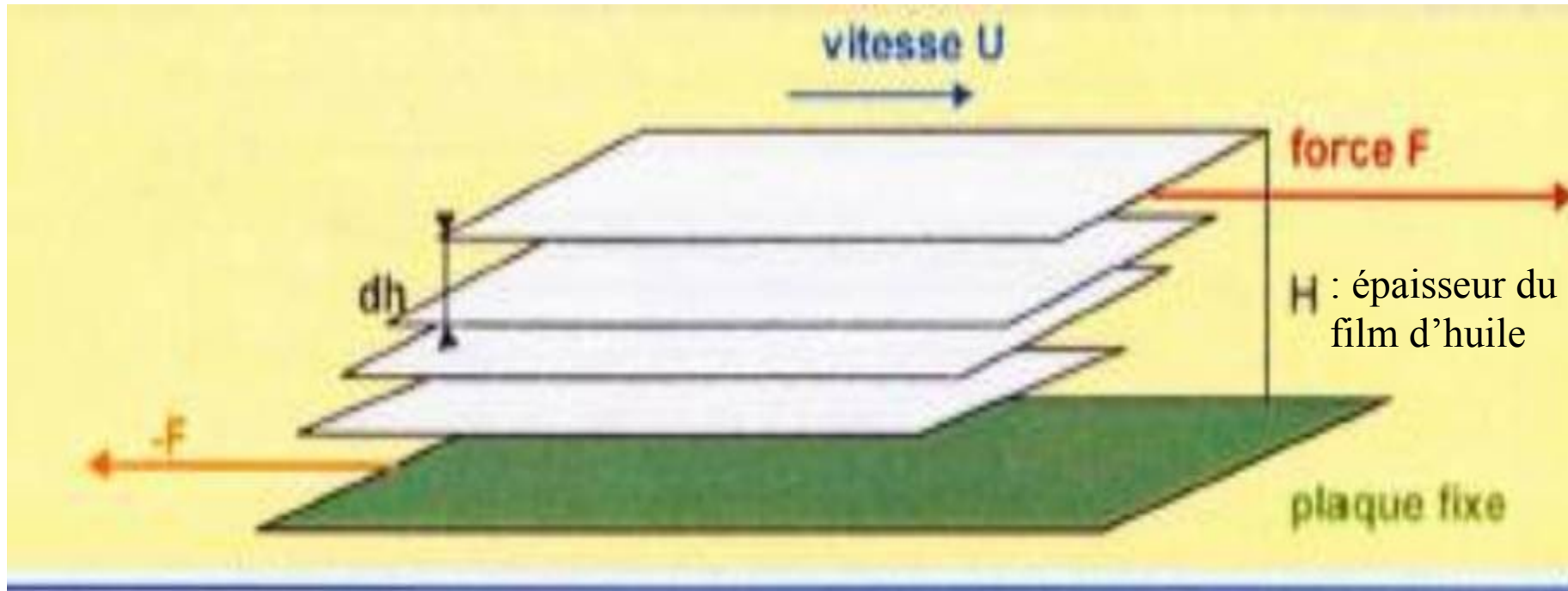


# 1. Độ nhớt (tt)

- Là đại lượng kiểm tra sự thay đổi dầu trong quá trình sử dụng
- **Độ nhớt có thể biểu diễn dưới 3 dạng:**
  1. Độ nhớt động lực (viscosité dynamique)
  2. Độ nhớt động học (viscosité cinématique)
  3. Độ nhớt qui ước (viscosité empirique)

# Độ nhớt động lực

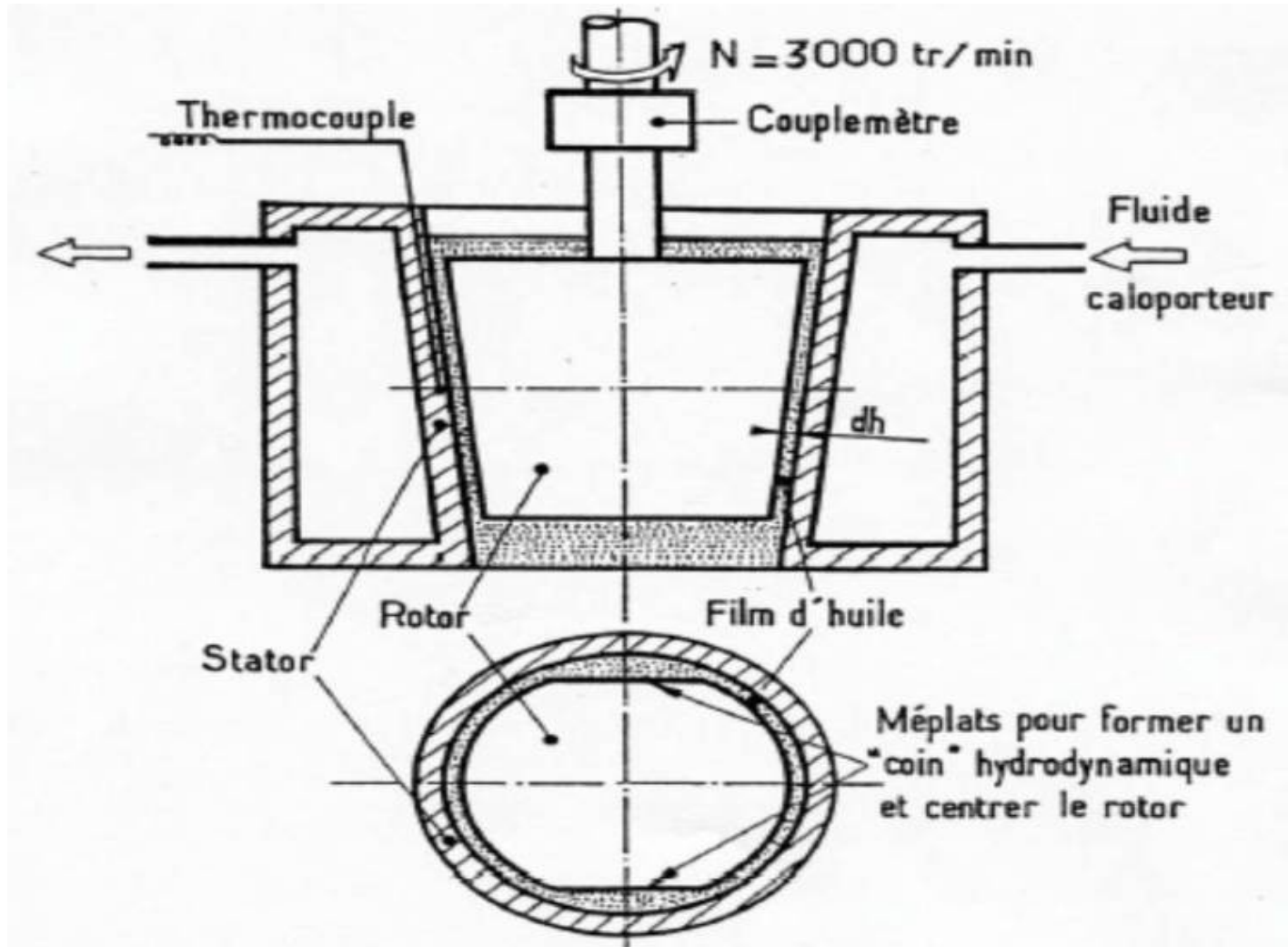
- Là đại lượng đặc trưng cho trở lực do ma sát nội tại sinh ra khi các phân tử chuyển động tương đối với nhau
- **Định luật Newton:** Lực ma sát nội tại  $F$  sinh ra giữa 2 lớp chất lỏng có sự chuyển động tương đối với nhau sẽ tỷ lệ với diện tích tiếp xúc  $S$  của bề mặt chuyển động và gradient tốc độ  $du/dh$  bởi hệ số  $\mu$ , chính là độ nhớt động lực học



# Độ nhớt động lực

- Công thức Newton:  $F = \mu \cdot S \cdot \frac{du}{dh}$
- **Chất lỏng newton:  $\mu = f(\text{chất lỏng, } t, p)$**
- **Đo  $\mu$ :** loại nhớt kế quay  
Brookfield, CCS (Cold Craking Simulator), MRV (Mini Rotary Viscometer), Ravenfield (HTHS)...
- **Đơn vị:**
  - Hệ SI: Pa.s
  - Hệ CGS: Poise (P), thường dùng cP (centi Poise)
    - H<sub>2</sub>O:  $\mu_{20^{\circ}\text{C}} = 1\text{cP}$
    - $1 \text{ Pa.s} = 10 \text{ P}$  hay  **$1\text{mPa.s} = 1 \text{ cP}$**
- **Chất lỏng phi newton:  $\mu = (\text{chất lỏng, } t, p, \text{ tốc độ trượt (du/dh)})$**

# Nhớt kế Ravenfield



# Độ nhớt động học

- Là độ nhớt kỹ thuật của dầu, được xác định bằng tỷ số giữa độ nhớt động lực  $\mu$  với tỷ trọng  $\rho$  của dầu
- **Đo:** đo thời gian chảy (bằng giây) của một thể tích dầu nhất định qua một ống mao quản chuẩn, được gọi là nhớt kế mao quản và được tính theo công thức:

$$v = C.t$$

- **C: hằng số nhớt kế**
- **Đơn vị:**
  - Hệ SI:  $m^2/s$ , thường dùng  $mm^2/s$
  - Hệ CGS: Stokes (St), thường dùng cSt
    - $H_2O: \quad v_{20oC} = 1 \text{ cSt}$
    - $1 \text{ cm}^2/s = 1 \text{ St}$  hay  **$1 \text{ mm}^2/s = 1 \text{ cSt}$**

# Nhớt kế mao quản



FENSKE -  
CANNON  
REVERSE FLOW



FENSKE -  
CANNON



UBBELOHDE

# Độ nhớt qui ước

- Độ nhớt Engler ( $^{\circ}E$ ), Độ nhớt Redwood ( $^{\circ}R$ )
- Độ nhớt SSU (Second Saybolt Universal)
  - Phương pháp SSU được dùng cho HDB sản xuất bằng dung môi, xác định ở  $100^{\circ}F$  (hay  $37,8^{\circ}C$ )

**Visco SSU  $\approx$  5 lần KV40 (cSt)**

- Ex: + Dầu 100NS  
+ Dầu 350NS

**$\Delta$  Lưu ý:** Đối với các loại dầu gốc khác, thì chỉ số đi sau chỉ độ nhớt động học (cSt) ở  $100^{\circ}C$

# Phân loại dầu bôi trơn theo độ nhớt

## 1. Dầu công nghiệp (ISO 3448):

ISO	$\nu$ (cSt) ở 40°C	ISO	$\nu$ (cSt) ở 40°C
VG 2	2,2	VG 100	100
VG 3	3,2	VG 150	150
VG 5	4,6	VG 220	220
VG 7	6,8	VG 320	320
VG 10	10	VG 460	460
VG 15	15	VG 680	680
VG 22	22	VG 1000	1000
VG 32	32	VG 1500	1500
VG 46	46	VG 2200	2200
VG 68	68	VG 3200	3200

- Mỗi ISO cho phép  $\nu$  nằm trong biên độ  $\pm 10\%$

Ví dụ: Loại ISO VG32:  $\nu$  dao động từ 28,8 đến 35.2 cSt ở 40°C



# Phân loại dầu bôi trơn theo độ nhớt

## 1. Dầu truyền động (SAE J306):

SAE J306	Nhiệt độ max (°C) để đạt $\eta = 150000 \text{ mPa.s}$	$\nu$ (cSt) ở 100°C	
		min	max
70W	-55	4,1	
75W	-40	4,1	
80W	-26	7,0	
85W	-12	11,0	
80		7,0	<11,0
85		11,0	<13,5
90		13,5	<24,0
140		24,0	<41,0
250		41,0	

- **dầu đơn cấp hoặc đa cấp**

- Ex: Dầu cho pont hypoïde : loại SAE90
- Ex: Dầu cho hộp số (ô tô) : loại 75W-80 , 75W-80 ,...

# Phân loại dầu bôi trơn theo độ nhớt

## 1. Dầu động cơ ô tô (SAE J300)

SAE J300	$\eta$ max (mPa.s) ở nhiệt độ thấp (°C), ASTM D5293, loại CCS	$\eta$ max (mPa.s) và nhiệt độ bơm giới hạn (°C), ASTM D4684, loại MRV	$\nu$ (cSt) ở 100°C ASTM D445 Nhớt kế mao quản		Viscosité sous cisaillement (mPa.s) ở 150°C, ASTM D4683, loại Ravenfield
			min	max	
0W	6200 ở -35	60000 ở -40	3,8		
5W	6600 ở -30	60000 ở -35	3,8		
10W	7000 ở -25	60000 ở -30	4,1		
15W	7000 ở -20	60000 ở -25	5,6		
20W	9500 ở -15	60000 ở -20	5,6		
25W	13000 ở -10	60000 ở -15	9,3		
20			5,6	< 9,3	2,6
30			9,3	< 12,5	2,9
40			12,5	< 16,3	2,9 hoặc 3,7*
50			16,3	< 21,9	3,7
60			21,9	< 26,1	3,7

\* 2,9 mPa.s đối với dầu 0W-40, 5W-40 và 10W-40  
3,7 mPa.s 15W-40, 20W-40, 25W-40 và 40

# II. Chỉ số độ nhớt

Sự thay đổi độ nhớt theo nhiệt độ:

## ■ Độ nhớt giảm nhanh khi tăng nhiệt độ

- Ex: loại dầu khoáng parafinique, độ nhớt giảm 7 lần khi tăng T từ 60 lên 120°C
- Sự giảm độ nhớt khi nhiệt độ tăng phụ thuộc vào cấu trúc hóa học của dầu

# Chỉ số độ nhớt (VI)

- Quan hệ giữa **độ nhớt động lực học** và nhiệt độ:

- Phương trình Andrade (hay Arrhenius)

$$\mu = A.e^{\frac{B}{T}}$$

$$\longrightarrow \ln \mu = \ln A + \frac{B}{T}$$

∀  $\mu$  : độ nhớt động lực học (mPa.s)

- A, B: hằng số
- T: nhiệt độ (K)

# Chỉ số độ nhớt (VI)

- Quan hệ giữa **độ nhớt động học** và nhiệt độ:
  - Phương trình Walther và Mac Coull:

$$\nu + a = A.e^{\frac{B}{T^n}}$$

$\nu$ : độ nhớt động học ( $\text{mm}^2/\text{s}$ )

T: nhiệt độ (K)

a: hằng số ,  $a = 0,6$  nếu  $\nu > 1,5 \text{ mm}^2/\text{s}$

A: hệ số phụ thuộc vào đơn vị của  $\nu$  ( $A = 1$  nếu  $\nu$  là  $\text{mm}^2/\text{s}$ )

B, n: hệ số đặc trưng cho chất lỏng

hay

$$\lg \frac{\nu + a}{A} = \frac{B'}{T^n} \quad \text{hay} \quad \lg \lg \frac{\nu + a}{A} = \lg B' - n \lg T$$

Thay  $A = 1$  và  $\lg B' = b$ , ta được:

$$\lg \lg(\nu + a) = b - n \lg T$$

# Chỉ số độ nhớt (VI)

- Quan hệ giữa **độ nhớt động học** và nhiệt độ:

- Phương trình ASTM

$$\lg \lg Z = A - B \lg T$$

$$Z = \nu + 0,7 + C - D + E - F + G - H$$

$\nu$ : độ nhớt động học ( $\text{mm}^2/\text{s}$ )

A, B: hằng số

C, D, E, F, G, H: hệ số phụ thuộc vào  $\nu$

- Theo tiêu chuẩn **ASTM D341**, đối với dầu bôi trơn:

$$Z = \nu + 0,7$$

Phương trình ASTM:

$$\lg \lg (\nu + 0,7) = A - B \lg T$$

TEMPERATURE, DEGREES, CELSIUS

TEMPERATURE, DEGREES, FAHRENHEIT

ASTM STANDARD VISCOSITY TEMPERATURE CHARTS FOR LIQUID PETROLEUM PRODUCTS (D 3411)

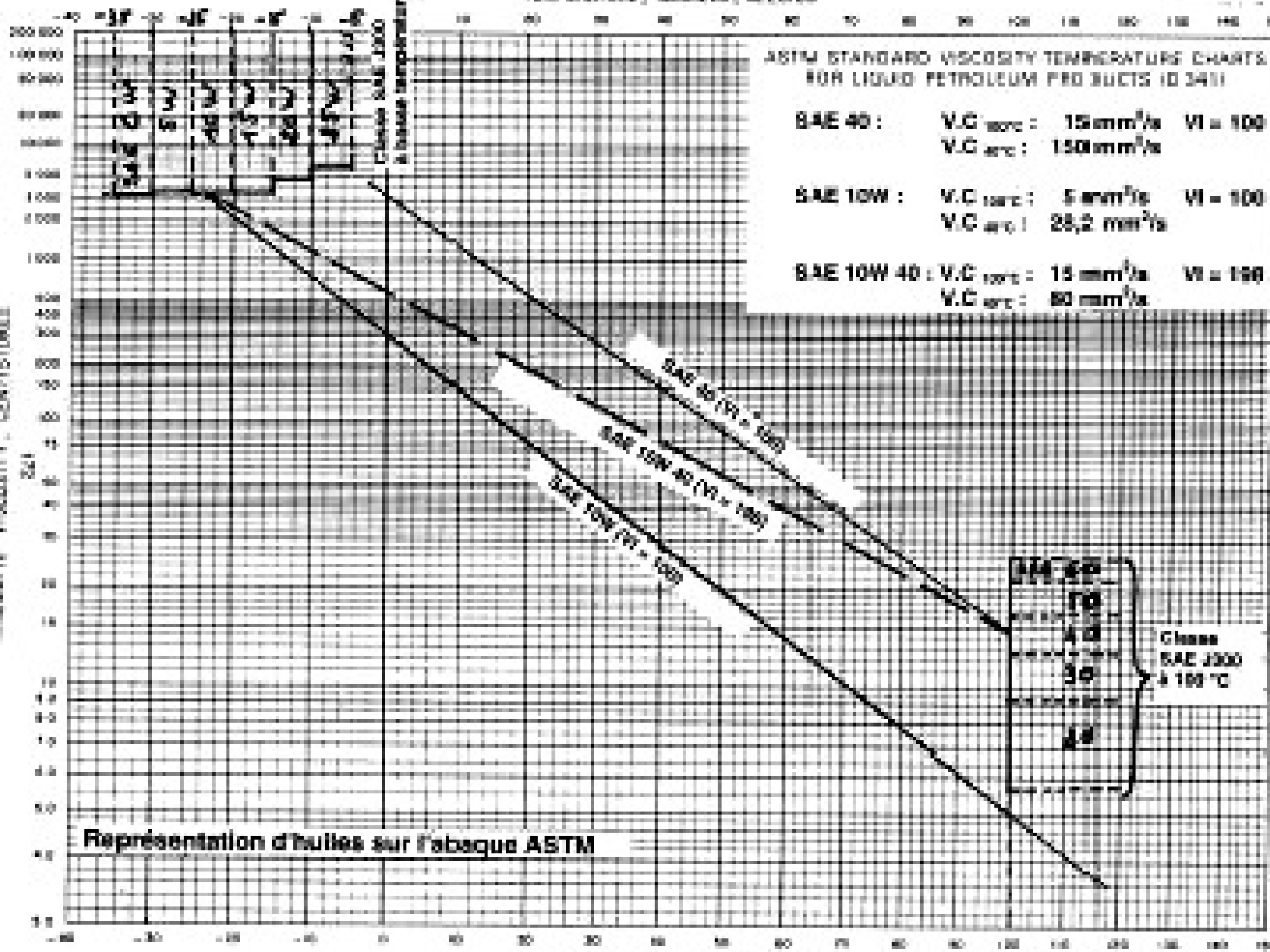
SAE 40 :	V.C. 100°C :	150 mm <sup>2</sup> /s	VI = 100
	V.C. 40°C :	150 mm <sup>2</sup> /s	
SAE 10W :	V.C. 100°C :	5 mm <sup>2</sup> /s	VI = 100
	V.C. 40°C :	28,2 mm <sup>2</sup> /s	
SAE 10W 40 :	V.C. 100°C :	15 mm <sup>2</sup> /s	VI = 100
	V.C. 40°C :	80 mm <sup>2</sup> /s	

10 000  
1 000  
100  
10  
1

100  
10  
1

KINEMATIC VISCOSITY, CENTISTOKES

KINEMATIC VISCOSITY, CENTISTOKES



Représentation d'huiles sur l'abaque ASTM

TEMPERATURE, DEGREES, CELSIUS



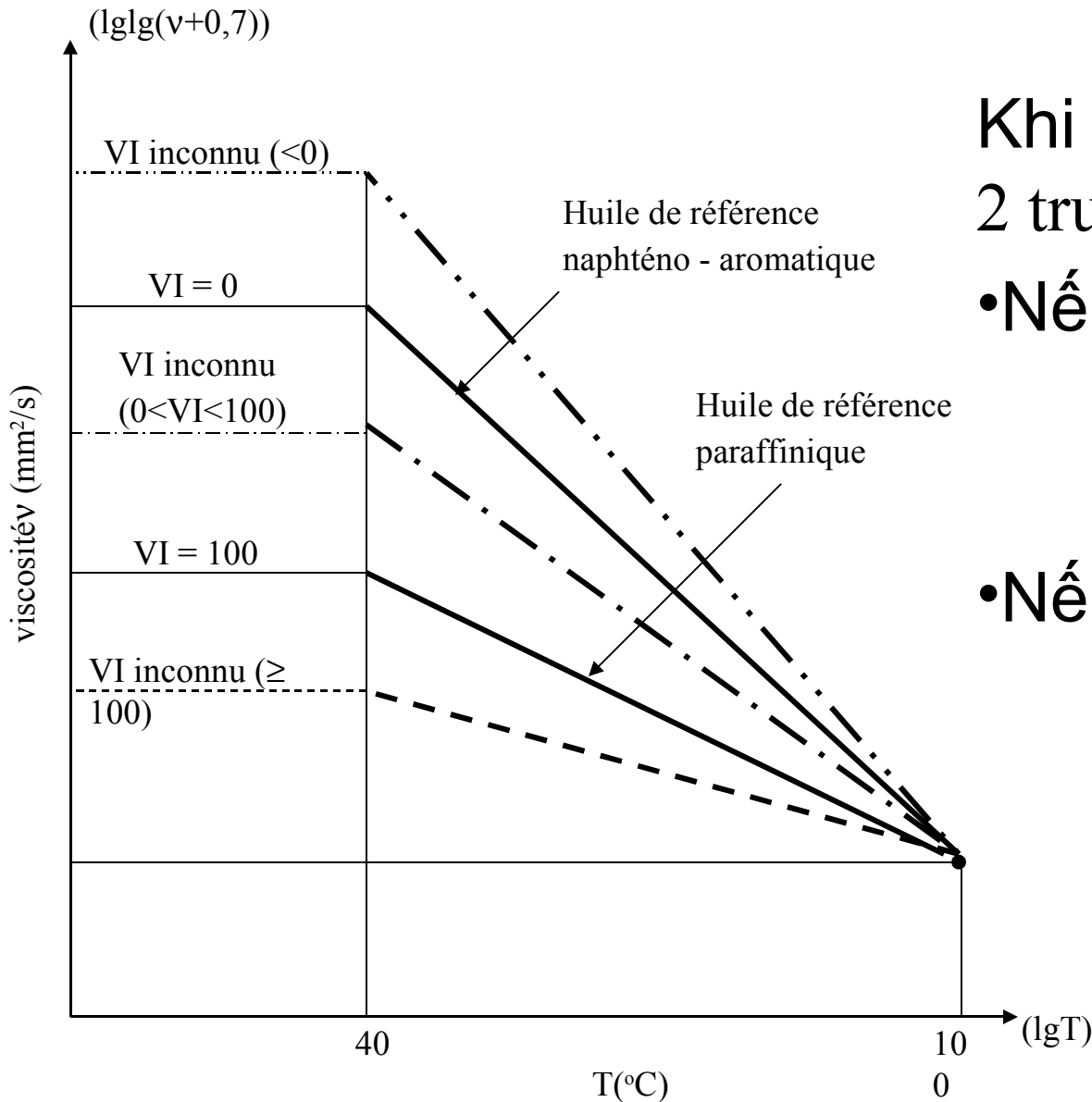
Committee D  
ASTM International, Society for Testing and Materials  
1910 Race Street | Philadelphia, PA 19103  
www.astm.org | 814 831 9800  
D04.13-0401-1-07

# Chỉ số độ nhớt (VI)

- **Xác định VI**: so sánh sự thay đổi độ nhớt của dầu theo nhiệt độ với sự thay đổi độ nhớt của 2 loại dầu chuẩn
  - Loại dầu L có  $VI = 0$  (ex: dầu naphthénique)
  - Loại dầu H có  $VI = 100$  (ex: dầu paraffinique)
- Gọi Y: độ nhớt động học của dầu cần xác định ở  $100^{\circ}\text{C}$
- Gọi U: độ nhớt động học của dầu cần xác định ở  $40^{\circ}\text{C}$
- Gọi H: độ nhớt động học của dầu H ( $VI = 100$ ) ở  $40^{\circ}\text{C}$ , có độ nhớt động học ở  $100^{\circ}\text{C}$  bằng Y
- Gọi L: độ nhớt động học của dầu L ( $VI = 0$ ) ở  $40^{\circ}\text{C}$ , có độ nhớt động học ở  $100^{\circ}\text{C}$  bằng Y



# Chỉ số độ nhớt (VI)



Khi  $Y = [2 \div 70]$  cSt, có 2 trường hợp:

• Nếu  $VI < 100$ :

$$VI = \frac{L - U}{L - H} \times 100$$

• Nếu  $VI < 100$ :

$$VI = \frac{10^N - 1}{0,00715} + 100$$

với 
$$N = \frac{\lg H - \lg U}{\lg Y}$$

# Chỉ số độ nhớt (VI)

- Khi  $Y < 2$  cSt, không thể xác định VI
- Khi  $Y \geq 70$  cSt, ta có 2 trường hợp:

3. Nếu  $VI < 100$ :

$$L = 0,8353 Y^2 + 14,67 Y - 216$$

$$H = 0,1684 Y^2 + 11,85 Y - 97$$

• Nếu  $VI \geq 100$ :

$$H = 0,1684 Y^2 + 11,85 Y - 97$$

# VI của vài loại dầu

Type de base	Viscosité cinématique (mm <sup>2</sup> /s)		Indice de viscosité
	à 40 °C	à 100 °C	
Alkylbenzène lourd	107	7	-1
Huile naphyténique	22.1	3.70	0
100 N	20.3	4.09	100
130 N	25.3	4.65	99
150 N (MdN)	31.1	5.16	92
150 N (MO)	32.2	5.28	93
175 N	33.8	5.53	99
200 N	41.8	6.24	94
350 N	68.9	8.7	98
500 N	96.9	10.8	96
600 N	117	12.3	96
BSS	470	31.2	97
HC 4	18.04	4.10	132
HC 6	37.95	6.65	131
XHW 4	16.35	3.95	143
XHW 5.2	25.1	5.23	145
PAO 4	17.1	3.92	124
PAO 6	31.1	5.90	137
PAO 8	45.7	8.00	148
PAO 40	408	40.3	149
PAO 100	1229	100	171
Ester de PET n° 1	24.6	5.10	141
Ester de TMP n° 1	22.3	5.05	163
Ester de TMP n° 2	46.2	9.42	193

# Độ nhớt của hỗn hợp

## ▪ Độ nhớt động lực của hỗn hợp:

$$\text{Log}\mu = \frac{V_1}{V} \text{Log}\mu_1 + \frac{V_2}{V} \text{Log}\mu_2$$

Trong đó:

- $\mu$ : độ nhớt động lực hỗn hợp
- $\mu_1, \mu_2$ : độ nhớt động lực cấu tử 1 và 2
- $V_1, V_2$ : thể tích cấu tử 1 và 2
- $V = V_1 + V_2$

# Độ nhớt của hỗn hợp (tt)

## ▪ Độ nhớt động học của hỗn hợp:

$$\nu = X_1 \nu_1 + X_2 \nu_2 + D$$

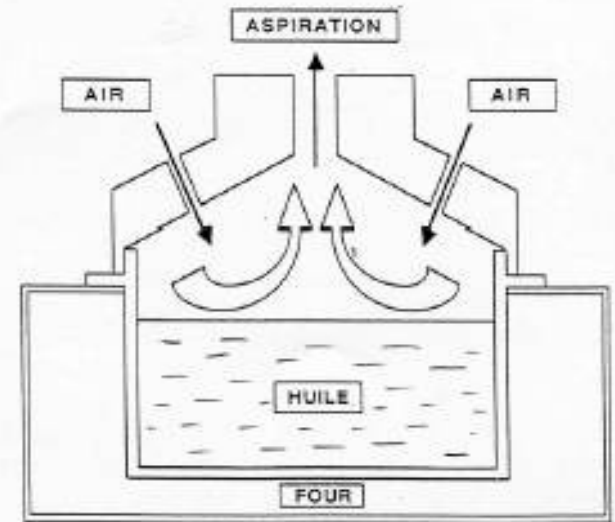
Trong đó:

- $\nu$ : độ nhớt động học hỗn hợp
- $\nu_1, \nu_2$ : độ nhớt động học cấu tử 1 và 2
- $X_1, X_2$ : phần trăm thể tích cấu tử 1 và 2
- $D$ : hằng số hiệu chỉnh phụ thuộc vào nhiệt độ

Nhiệt độ	D
100°C	1,8 mm <sup>2</sup> /s
40°C	4,1 mm <sup>2</sup> /s
< 0°C	1,9 P

# III. Độ bay hơi

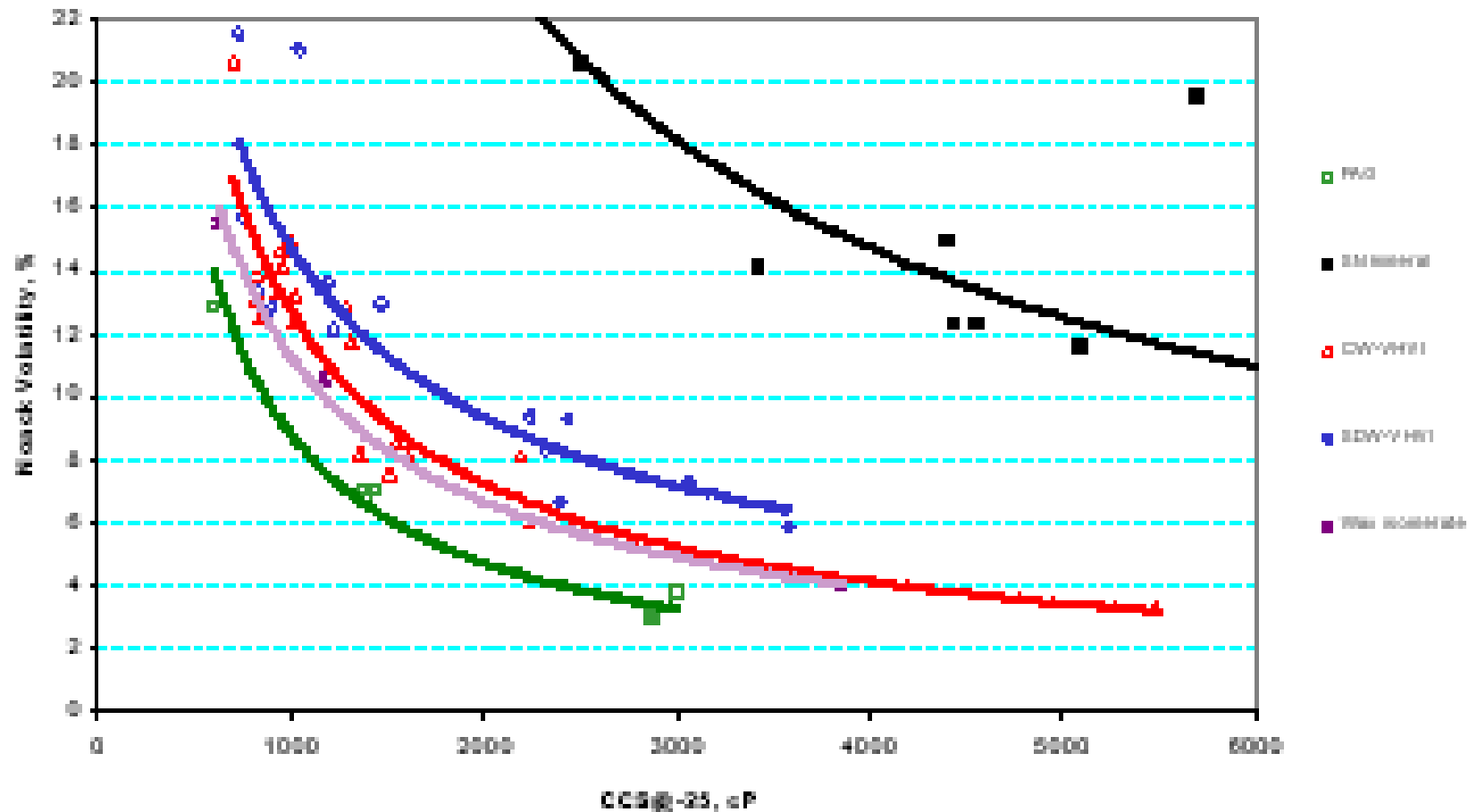
- gắn liền với hàm lượng các hợp chất nhẹ
- là đại lượng thể hiện sự tiêu thụ dầu trong quá trình sử dụng (mất mát do bay hơi)
- **đo:**
  - Độ bay hơi Noack (ASTM D5800):  
%m mất mát của dầu khi cho hút không khí đi qua 65g dầu dưới áp suất 20 mmH<sub>2</sub>O trong 1h ở 250°C



# Độ bay hơi (tt)

■ Thông thường, các dầu nặng có độ bay hơi nhỏ hơn các dầu nhẹ

Combination of volatility and CCS viscosity



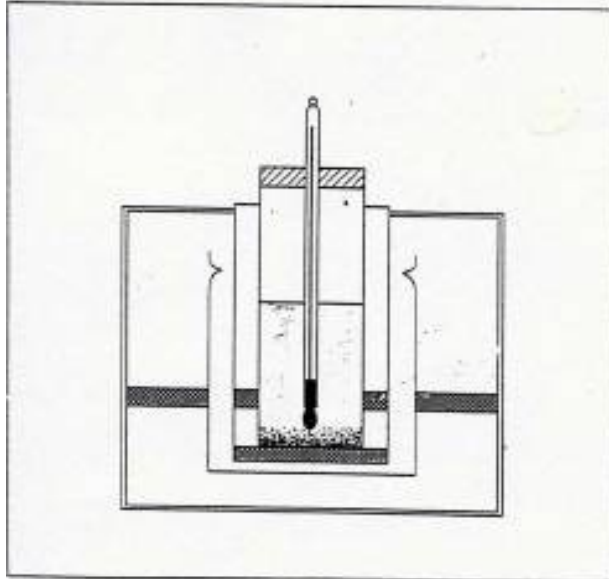
# IV. Tính chất ở nhiệt độ thấp

- **Điểm vẩn đục** (Point de trouble, Cloud point): nhiệt độ mà tại đó xuất hiện các tinh thể paraffine đầu tiên
- **Điểm chảy** (Point d'écoulement, Pour point): nhiệt độ thấp nhất mà tại đó dầu vẫn chảy lỏng
  - Quan sát kết quả: - Bằng mắt thường  
- Bằng phép đo chênh lệch nhiệt lượng
- **đo:** làm lạnh chậm dầu và quan sát ở mỗi  $1^{\circ}\text{C}$  đối với điểm vẩn đục và mỗi  $3^{\circ}\text{C}$  đối với điểm chảy.
- **Giá trị điểm chảy:** nhiệt độ tại đó dầu không chảy nữa (sau 5 giây) được cộng thêm  $3^{\circ}\text{C}$

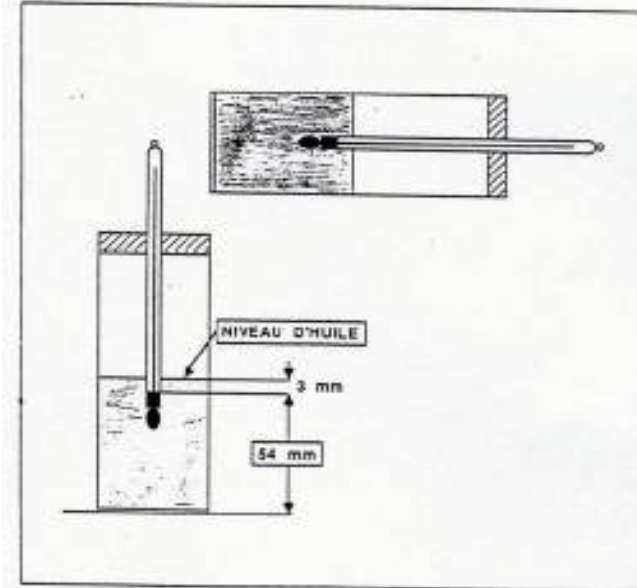


# Thiết bị đo

POINT DE TROUBLE



POINT D'ÉCOULEMENT

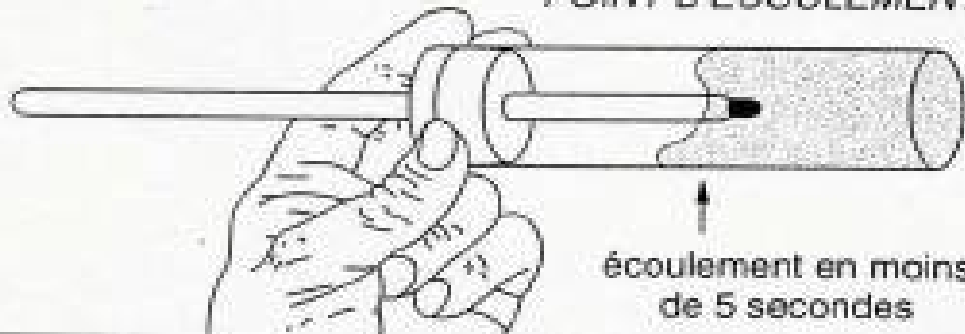


POINT DE TROUBLE

Début de la cristallisation



POINT D'ÉCOULEMENT



écoulement en moins de 5 secondes

# ChIII.2: Tính chất cơ học

- **Ứng suất trượt** (Contraintes mécaniques de cisaillement)

$$\tau = \frac{F}{S}$$

– Trong quá trình làm việc, dầu chịu những ứng suất trượt sau:

- Khoảng cách rất bé giữa 2 chi tiết cơ khí chuyển động
- Vận tốc chuyển động lớn

– Làm giảm độ nhớt của dầu (chute de viscosité)

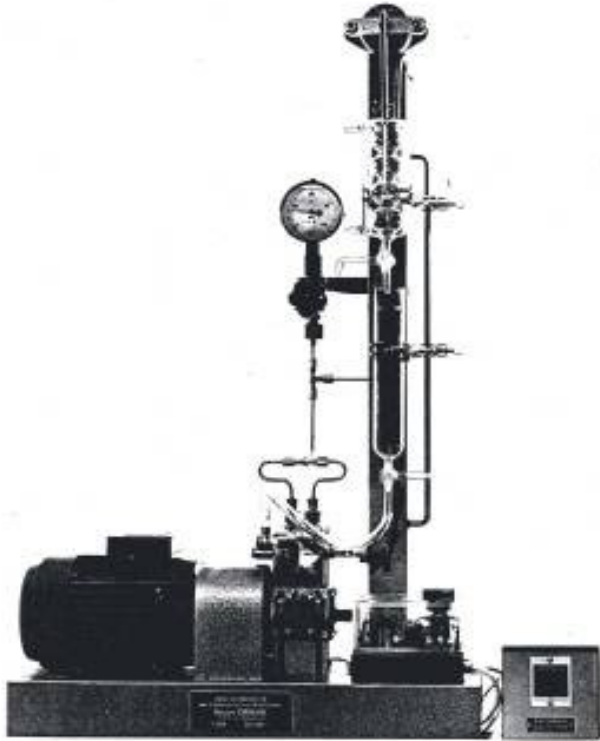
- Thuận nghịch (cisaillement réversible)
- Không thuận nghịch (cisaillement irréversible)

# Sự sụt độ nhớt

- Dầu Newton: không giảm độ nhớt khi chịu tác động cơ học
  - ⇒ Dầu gốc khoáng và dầu gốc khoáng tự nhiên
- Huile có chứa phụ gia polyme AVI: không thỏa mãn luật Newton
  - ⇒ Pseudo – plastique ⇒ Chất lỏng phi niuton
- Sự sụt độ nhớt tạm thời
- Sự sụt độ nhớt vĩnh viễn

# Phương pháp đo cisaillement

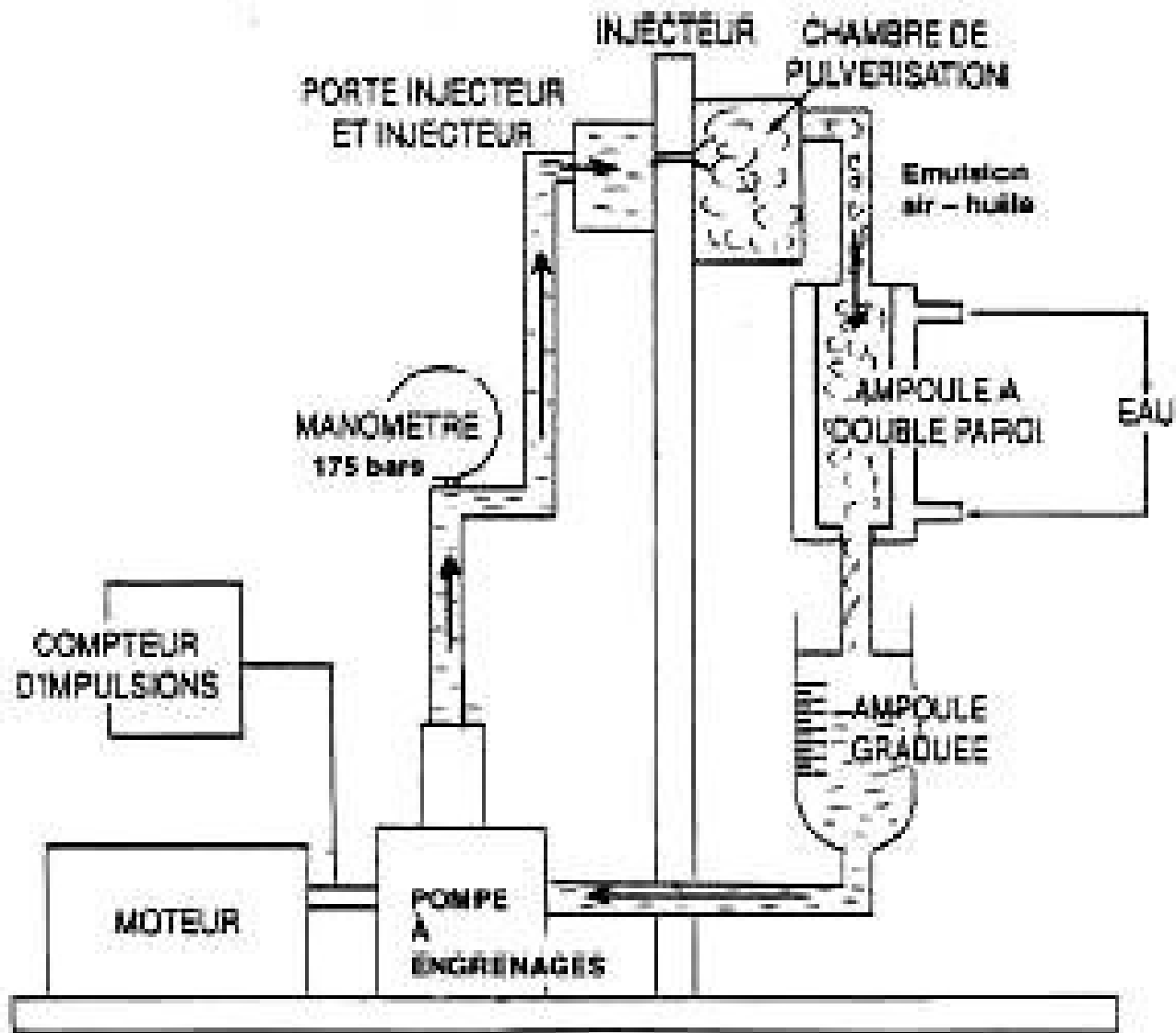
- **Vòi phun diesel (Injecteur Diesel - Orbahn):**



- **Nguyên tắc:**

Một thể tích dầu không đổi được phun từ 30 đến 250 lần dưới áp suất 175 bar qua một vòi phun diesel có đường kính vài  $\mu\text{m}$ .

# Banc ORBAHN



# ChIII.3: Tính chất hóa học

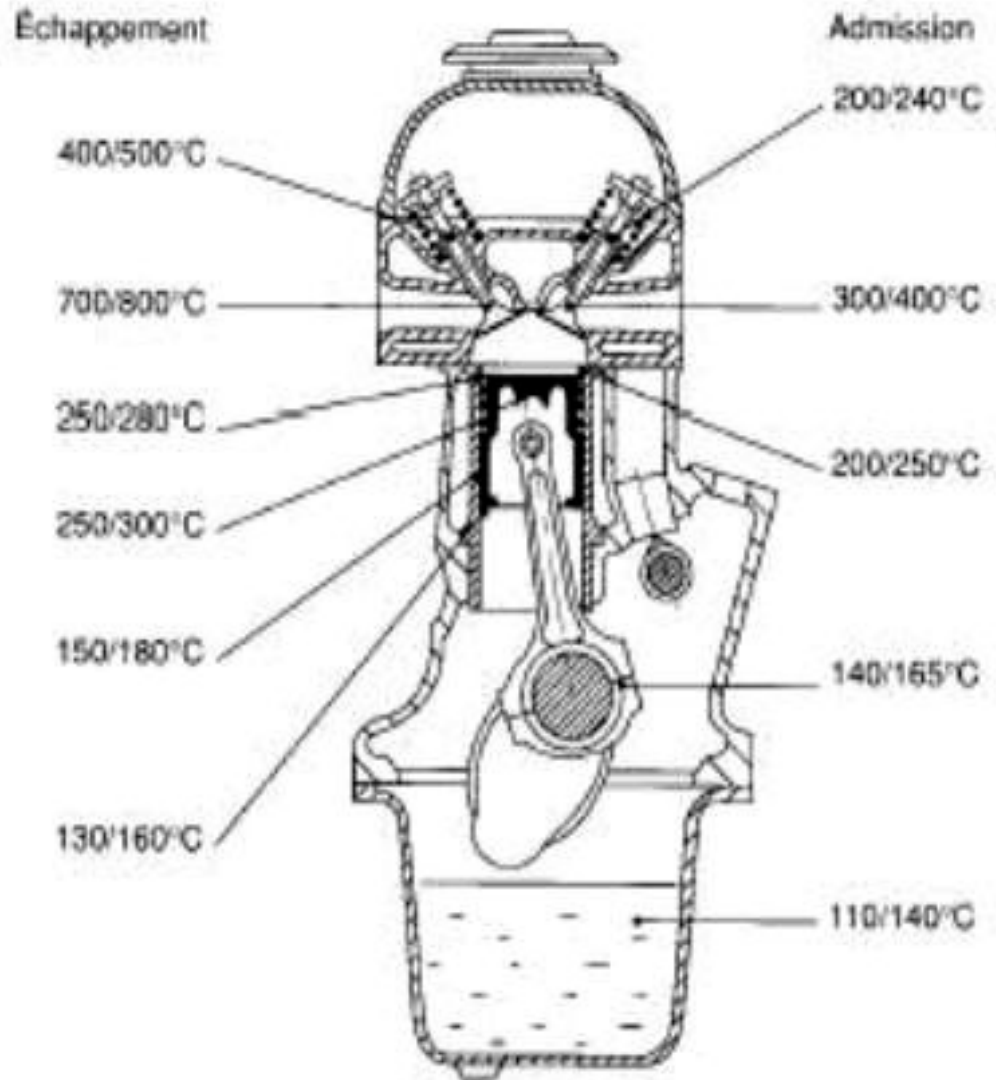
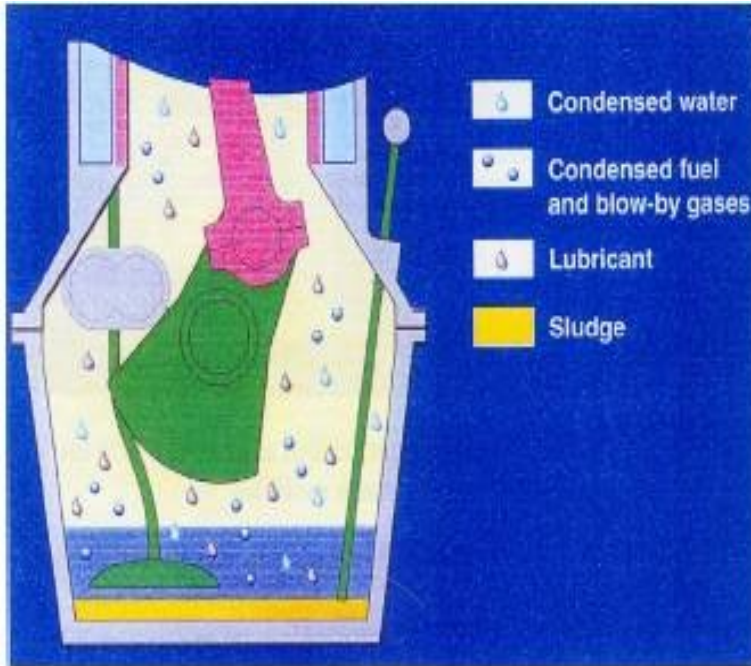
## I. Tính ổn định oxy hóa dầu:

- Ảnh hưởng sự oxy hóa đến khả năng bôi trơn:
  - biến chất dầu, do:
    - sự hình thành các axit hữu cơ
    - tăng độ nhớt của dầu
    - sự tích tụ cặn
    - làm đen dầu



Carter véhicule d'essence  
1,2L: Huile 15W-40  
minérale complètement  
oxydée (TBN <2)

# Sự oxy hóa dầu (tt)



# Sự oxy hóa dầu (tt)

- **Cơ chế** : phản ứng cơ chế gốc, 3 giai đoạn
  - **Khởi mào: xảy ra chậm và đòi hỏi năng lượng**
    - $RH + O_2 \Rightarrow R\cdot + HO_2\cdot$
  - **Lan truyền: xảy ra nhanh, phản ứng chuỗi**
    - $R\cdot + O_2 \Rightarrow ROO\cdot$   
 $ROO\cdot + RH \Rightarrow ROOH + R\cdot$   
hoặc  $R\cdot + O_2 + RH \Rightarrow ROOH + R\cdot$
    - $HO_2\cdot + RH \Rightarrow H_2O_2 + R\cdot$

## **Phân nhánh chuỗi (ROOH initiateur)**

- $ROOH \Rightarrow RO\cdot + HO\cdot$
- $2ROOH \Rightarrow RO\cdot + ROO\cdot + H_2O$
- $rad-O\cdot + RH \Rightarrow rad-OH + R\cdot \dots$



# Cơ chế oxy hóa dầu (tt)

Vậy từ **ROOH**  $\Rightarrow$  sản phẩm có cực:

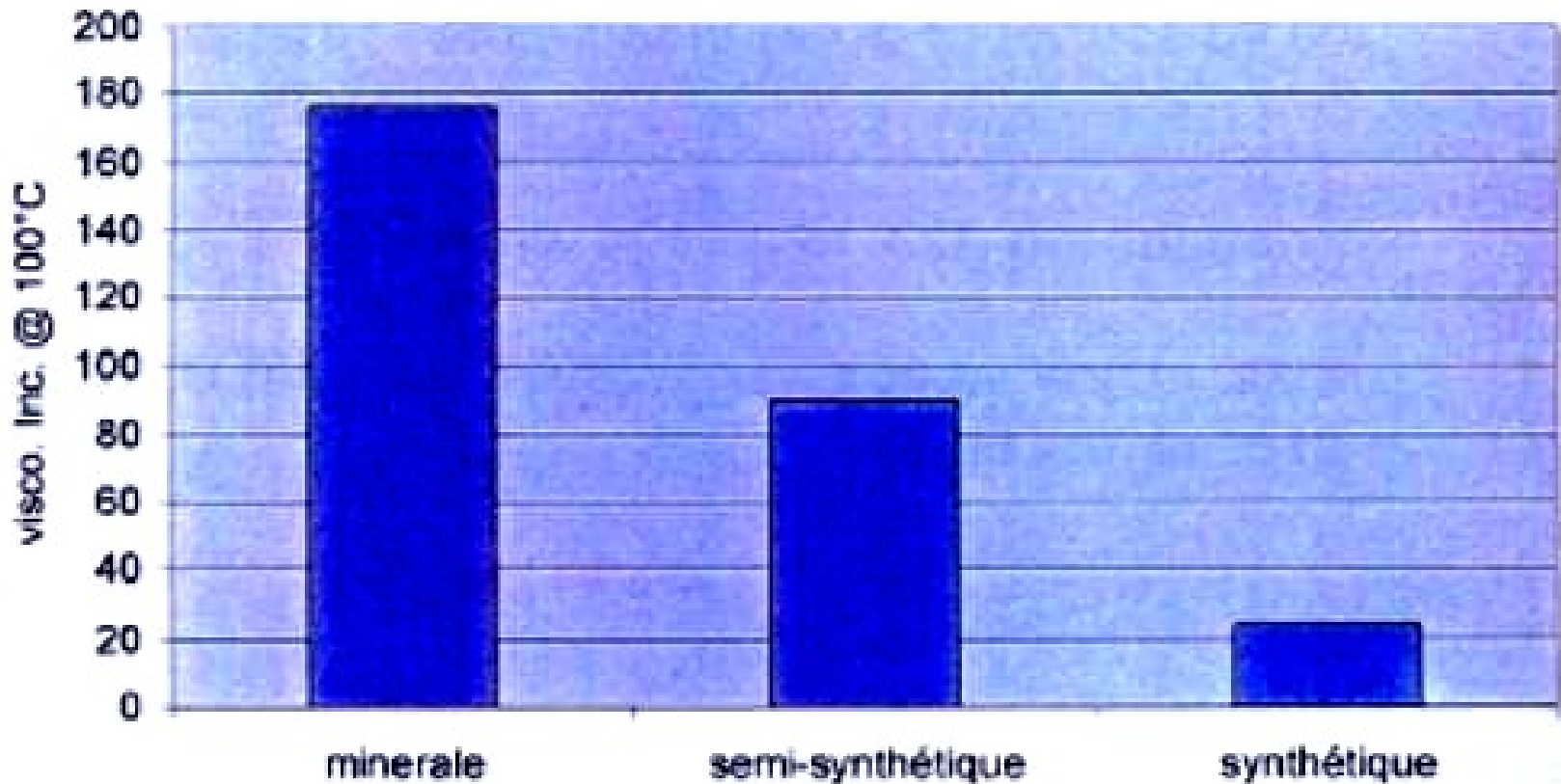
- cétone, aldéhyde, acide, alcool, ester
- hợp chất nhẹ bay hơi
- hợp chất nặng hòa tan và không hòa tan

## • Kết thúc:

- $R\cdot + R\cdot \Rightarrow R-R$  (hydrocacbon nặng hơn)
- $ROO\cdot + R\cdot \Rightarrow ROOR$  (sản phẩm oxy hóa không hoạt động)
- $ROO\cdot + ROO\cdot \Rightarrow R'O + R''OH + O_2$


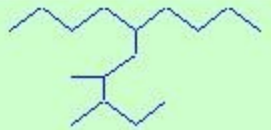
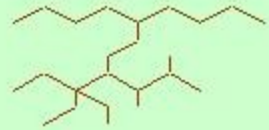
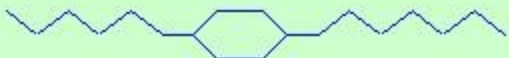
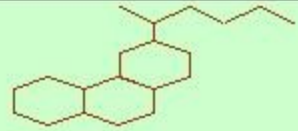

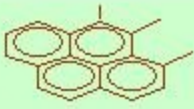
# Sự oxy hóa dầu (tt)

## 1. Ảnh hưởng của bản chất dầu gốc:



# Tính kháng oxy hóa của dầu gốc

## Quality Features of Lube Base Oil Components

Chemical Type	Structure	VI	Pour	Oxidation Resistance
n-Paraffin (Wax)		Very High ~175	Solid (50°C)	Excellent
iso-Paraffin with branched chains		High ~150	Good	Excellent
iso-Paraffin with highly branched chains (PAO's)		Good ~130	Good	Excellent
cyclo-Paraffin single ring with long chains		Good ~130	Good	Good
Naphtenes polycondensed		Poor ~ 60	Good	Medium
Monoaromatics long chains		Poor ~ 60	Good	Medium
Polyaromatics		Very Poor < 0	Good	Very Poor

# Đánh giá tính kháng oxy hóa

- **Mục đích:**

- dự đoán sự thay đổi của dầu khi sử dụng
- đưa ra công thức phối trộn dầu nhờn

- **đo: có rất nhiều phép đo, phụ thuộc vào mục đích sử dụng**

- dầu động cơ ô tô, dầu hộp số, dầu bánh răng ...
- dầu công nghiệp (dầu máy nén, dầu turbin, ...)
- dầu gia công kim loại (gia công, tạo hình, cắt ...)

- **Đo tại phòng thí nghiệm, hoặc trên chi tiết máy hoặc trên động cơ**

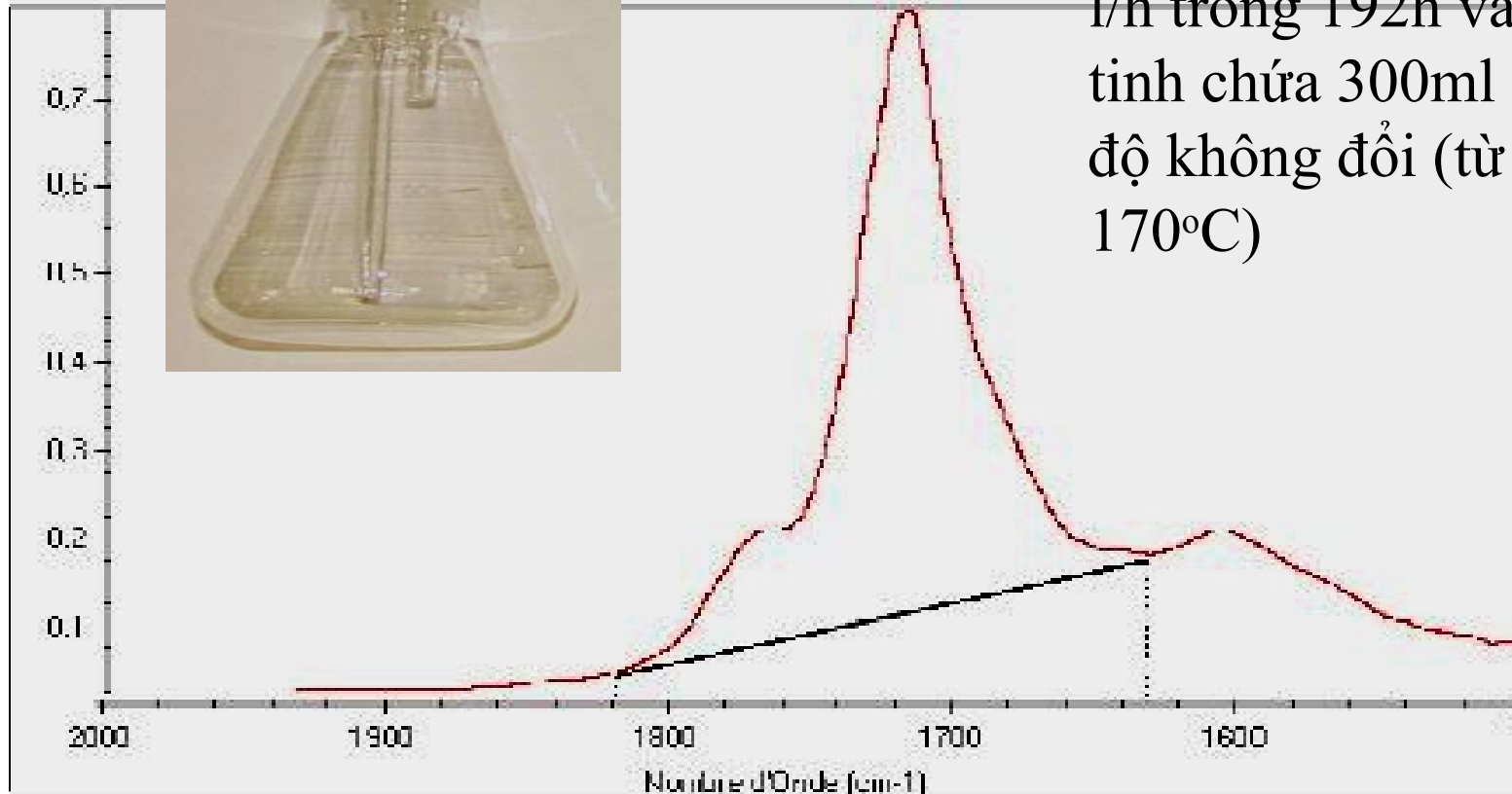
# Phép thử phòng thí nghiệm

## 1. Phương pháp CEC-L-48-A-00:



### • Nguyên tắc:

- sục không khí với tốc độ 10 l/h trong 192h vào lọ thủy tinh chứa 300ml dầu ở nhiệt độ không đổi (từ 160 đến 170°C)



# Phép thử phòng thí nghiệm

## 1. Phương pháp ICOT:

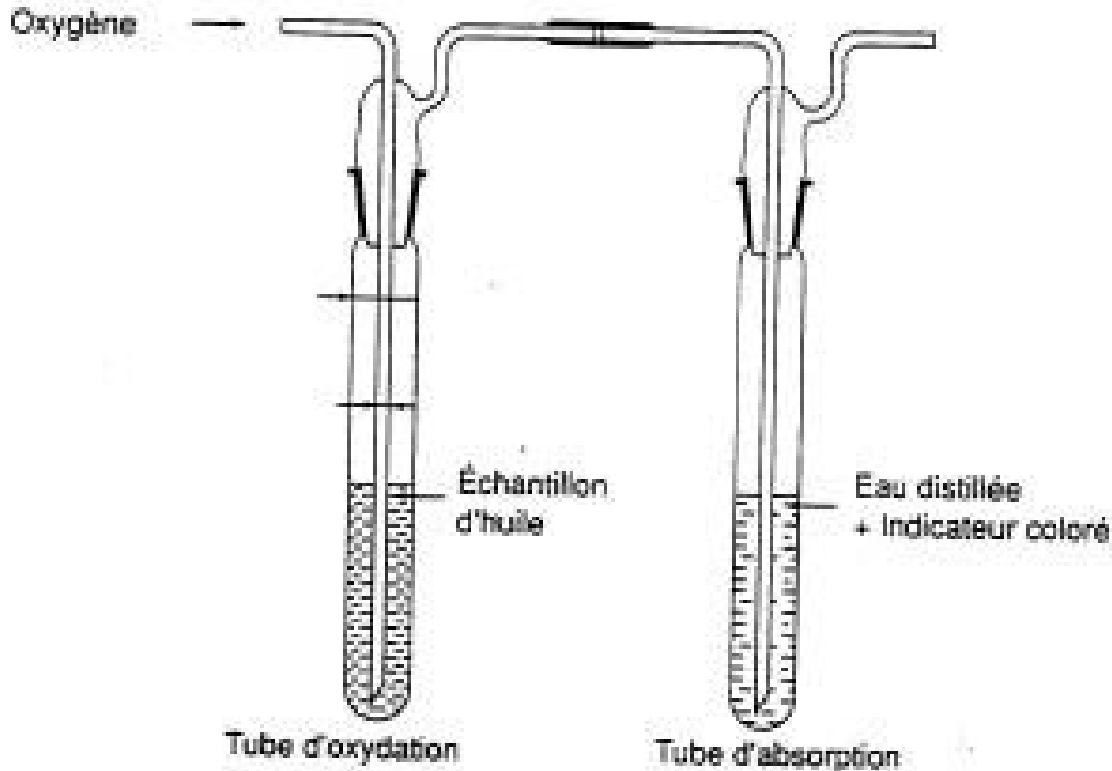


### Nguyên tắc:

- Sục không khí 15 l/h vào ống thủy tinh chứa 27g dầu trong 30h ở 175°C
- = 40h ở 170°C
- = 48h ở 165°C
- 40 ppm Fe

# Phép thử phòng thí nghiệm

- Phương pháp IP 280: (dầu khoáng công nghiệp, dầu turbin)



## Nguyên tắc:

- sục  $O_2$  1 l/h trong 164h vào ống thủy tinh chứa 30g dầu ở  $120^\circ C$
- hỗn hợp naphtésates Cu và Fe (Cu và Fe: mỗi loại 20 ppm)
- hấp thụ axit nhẹ bay hơi trong nước

# II. Chỉ số axit và kiềm

- **Tính axit:**

Các axit **có mặt** trong dầu dưới dạng:

- Axit hữu cơ
- Axit vô cơ
- do phụ gia trong dầu mới

- **Tính kiềm:**

Các alkaline **được đưa vào** trong dầu mới để làm trung hòa các sản phẩm sinh ra do quá trình oxy hóa dầu khi sử dụng



# Chỉ số axit và kiềm (tt)

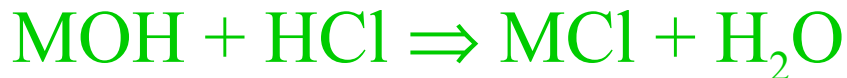
## 1. Định nghĩa:

- **Chỉ số axit (AN, TAN):**



**Số mg KOH cần thiết để trung hòa axit chứa trong 1gam dầu**

- **Chỉ số kiềm (BN, TBN):**



**Số mg KOH tỉ lệ tương đương với lượng axit HCl (hoặc HClO<sub>4</sub>) cần thiết để trung hòa các base chứa trong 1gam dầu**

- Đơn vị AN, BN: mg KOH/g dầu
- **Mục đích xác định:**
  - biết được tính chất của dầu mới
  - theo dõi biến chất dầu trong quá trình sử dụng

# Phương pháp xác định AN, BN

- Có 4 phương pháp xác định chỉ số trung hòa:

	Phương pháp		Chất phản ứng	Phương pháp chuẩn độ	Ứng dụng
	AFNOR	ASTM			
<b>AN</b>	T 60-112	D974	KOH	Chất chỉ thị màu	Dầu sáng màu
		D664	KOH	Đo điện thế	Tất cả
<b>BN</b>	T 60-112	D974	HCl	Chất chỉ thị màu	Dầu sáng màu
		D4739	HCl	Đo điện thế	Dầu động cơ đã sử dụng
		D2896	HClO <sub>4</sub>	Đo điện thế	Tất cả dầu có phụ gia kiềm

- AN, BN của một vài loại dầu bôi trơn:**

Dầu SAE J300	AN (ASTM D664)	BN (ASTM D4739)	BN (ASTM D2896)
15W-40	3,6	7,7	10,0
15W-40	3,4	5,7	7,6
15W-40	3,0	9,7	11,1
W-40	3,6	13,6	15,0

# III. Điểm anilin

- **Mục đích:** đánh giá hàm lượng aromatic trong dầu thông qua khả năng hòa tan vào aniline của dầu.
- **Nguyên tắc:** hỗn hợp 2 thể tích tương đương của dầu và Aniline được đun nóng (có khuấy) cho đến khi tan lẫn hoàn toàn, sau đó được làm lạnh cho đến khi xuất hiện sự vẩn đục
- **Nhiệt độ tại điểm xuất hiện vẩn đục: điểm Aniline (°C) (PA)**

# IV. Chỉ số Hydroxyle

- **Mục đích:** đánh giá chức OH trong dầu
- **Phương pháp xác định:**
  - cho dầu phản ứng với lượng dư axit acetic
$$R-OH + CH_3COOH \Rightarrow R-O-CO-CH_3 + H_2O$$
  - chuẩn độ lượng dư axit acetic bằng KOH

Số mg KOH cần thiết để trung hòa axit acetic tiêu hao cho phản ứng acetyl hóa 1 gam dầu

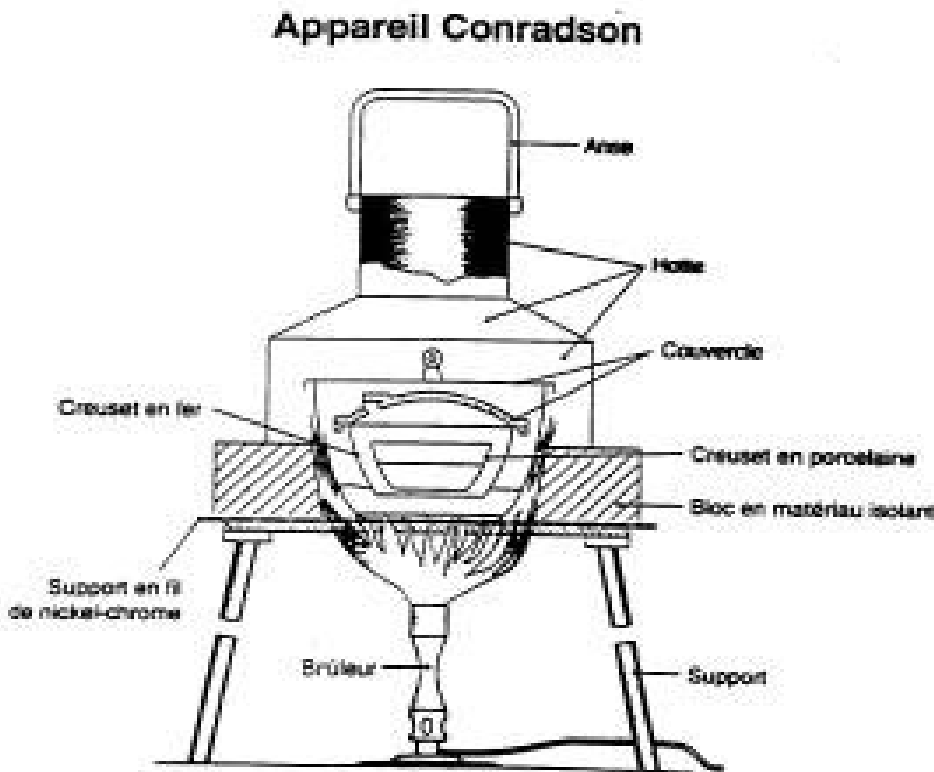
# V. Hàm lượng cặn Cacbon

- **Định nghĩa:** *là % cặn thu được sau khi dầu trải qua một quá trình bay hơi, crackinh và cốc hóa trong những điều kiện xác định*
- **Mục đích:**
  - đánh giá chất lượng dầu gốc
  - chọn dầu thích hợp cho từng ứng dụng
  - lựa chọn phụ gia

# Hàm lượng cặn Cacbon (tt)

- Phương pháp xác định

## 1. Cặn cacbon Conradson (CCR): (ASTM D 189)



- dùng cho dầu nặng
- đựng mẫu trong chén nung bằng sứ
- đốt cháy mẫu – nhiệt phân – cốc hóa trong môi trường kín
- định lượng phần cặn (%m)

# Hàm lượng cặn Cacbon (tt)

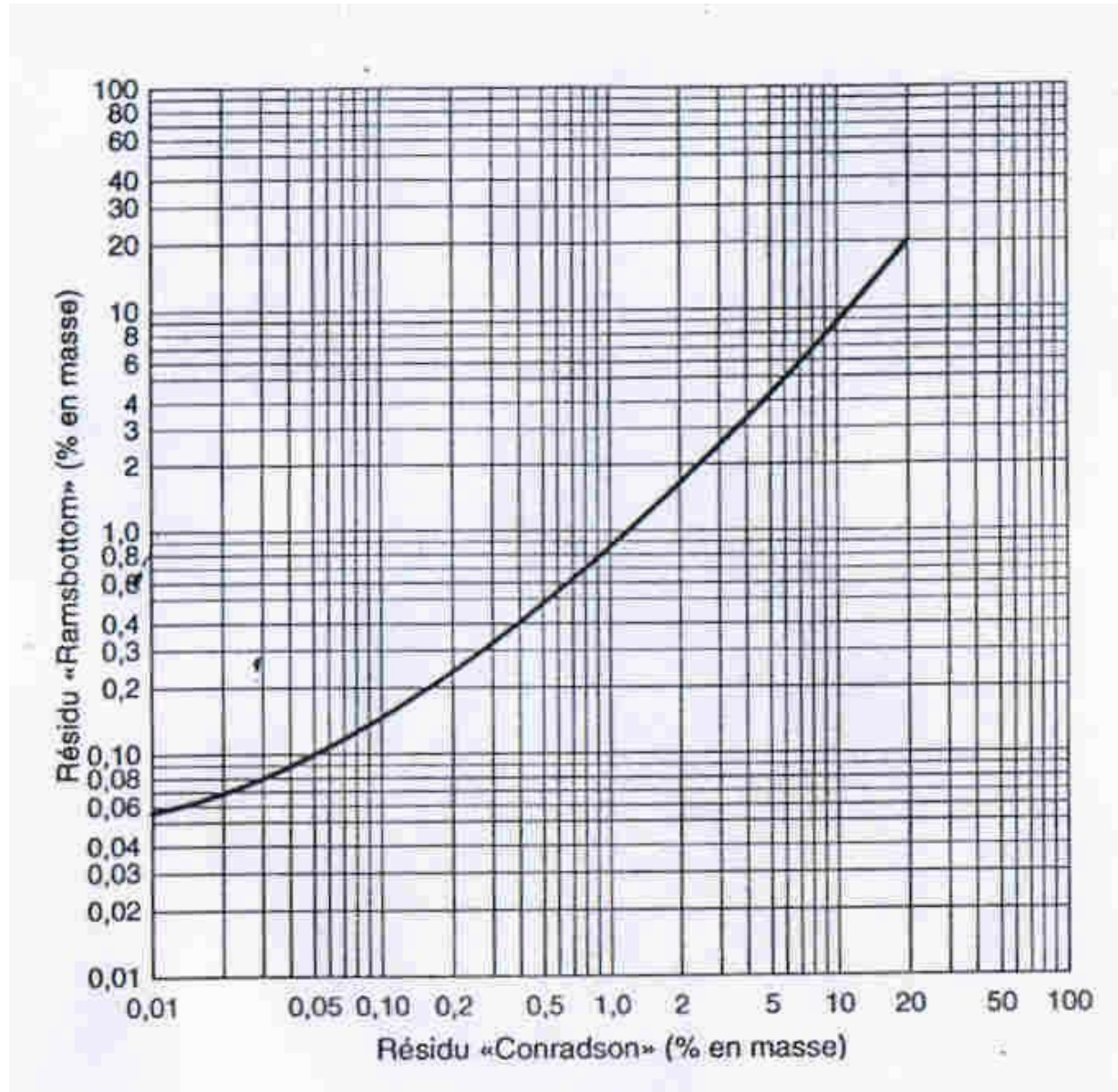
- CCR của vài loại dầu gốc:**

Dầu gốc	CCR (%m)	Hàm lượng aromatic (%m)	
		tổng	polyaromatique
Huile 200NS	0,02	23,6	2,2
Huile 350NS	0,03	22,8	2,0
Huile 600NS	0,07	26,2	2,8
BSS (Bright Stock Solvant)	0,85	40,7	5,8
Bright Stock Aromatique	1,55	51,2	9,9

## **1. Cặn cacbon Ramsbottom: (ASTM D 524)**

- dùng cho dầu nhẹ
- đựng mẫu trong lọ thủy tinh: nhiệt phân mẫu ở 550°C - 20 phút
- định lượng phân cặn

# Quan hệ giữa cặn Conradson – Ramsbottom





# VI. Hàm lượng tro

- **Định nghĩa:** *Là lượng cặn còn lại sau khi đốt cháy hoàn toàn mẫu dầu*
- **Dầu động cơ ô tô: hàm lượng tro sulfate**
- **Phương pháp xác định: ASTM D 874**
  - Dầu động cơ xăng: tro sulfate  $\leq 1,5$  %m
  - Dầu động cơ diesel: tro sulfate  $\leq 2$  %m

# VII. Hàm lượng cặn không tan

- **Mục đích:** đánh giá mức độ nhiễm bẩn hoặc mất phẩm chất (nhiệt và hóa) của dầu
- **Cặn không tan** = *muội, bụi, mảnh kim loại (do mài mòn), sản phẩm của oxy hóa và thủy phân ...*
- **Xác định:** theo các phương pháp sau
  - **Cặn không tan tổng:** *Số mg cặn thu được khi đem lọc 100 ml dầu*  
*⇒ dùng cho dầu công nghiệp*
    - Màng lọc 0,8  $\mu\text{m}$  : dầu thủy lực
    - Màng lọc 1,2  $\mu\text{m}$  : dầu thủy lực độ nhớt cao
    - Màng lọc 5  $\mu\text{m}$  : dầu bánh răng

# Hàm lượng cặn không tan (tt)

- **Cặn không tan trong pentane và cặn không tan trong toluène:**
  - ASTM D893
  - cho dầu động cơ ô tô, dầu truyền động
  - cho kết tủa bằng dung môi
  - thu kết tủa bằng ly tâm
- **Dung môi:**
  - Pentane: kết tủa toàn bộ muội, muối chì, mảnh kim loại, bụi và nhựa (sản phẩm của sự oxy hóa dầu)
  - Toluène: hòa tan nhựa và kết tủa toàn bộ các hợp chất lạ

# Chương IV: Dầu gốc

# Dầu gốc

1. Dầu thực vật – Dầu động vật
2. Dầu khoáng (gốc dầu mỏ)
3. Dầu khoáng truyền thống (Nhóm I)
4. Dầu khoáng Hydrotraitée (Nhóm II)
5. Dầu khoáng Hydrocraquée / Hydroisomérisé (Nhóm III)
6. Dầu gốc “Gas to Liquid”
7. Dầu tổng hợp (Nhóm IV và V)
8. Phân loại

# 1. Dầu động thực vật

- **là ester của rượu hoặc axit béo**

- **Nguồn gốc:**

- Dầu lanh, dầu dừa, dầu cải, dầu hướng dương, dầu thầu dầu ...
- Mỡ bò ...

- **Trạng thái vật lý:**

- Lỏng, Đặc (pâteux), Rắn

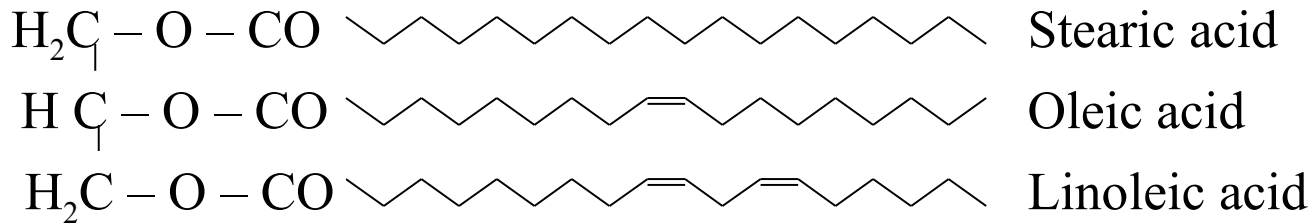
- **Sử dụng:**

- Dầu công nghiệp, Dầu trong công nghệ thực phẩm, Mỡ, Biện tính ma sát ..

# Dầu thực vật

- Cấu trúc:**

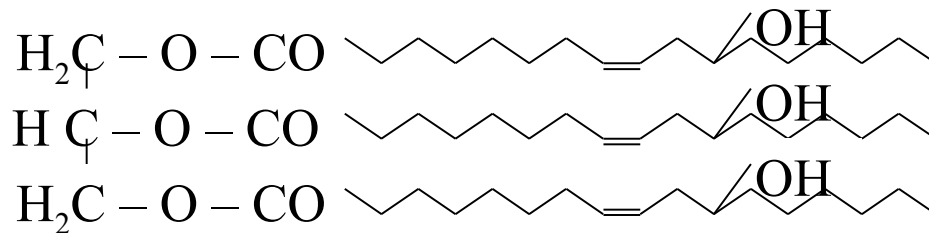
**+ Triester của axit béo:**



Functionality: Cacboxyl Group, Double bond

**+ Riêng đối với dầu thầu dầu:**

Ricinoleic acid



*Ricinus communis*

# Tính chất dầu thực vật

	Huile minérale	Huile de colza	ester de TMP
VI	faible	bon	bon
comportement à basse température	normal	mauvais	bon
propriétés antiusures	faible	bon	bon
désémulsibilité	normale	normale	mauvaise
stabilité à l'oxydation	bonne	très mauvaise	mauvaise
stabilité thermique	bonne	mauvaise	normale
résistance à l'hydrolyse	bonne	très mauvaise	normale
action contre la corrosion	faible	normale	normale



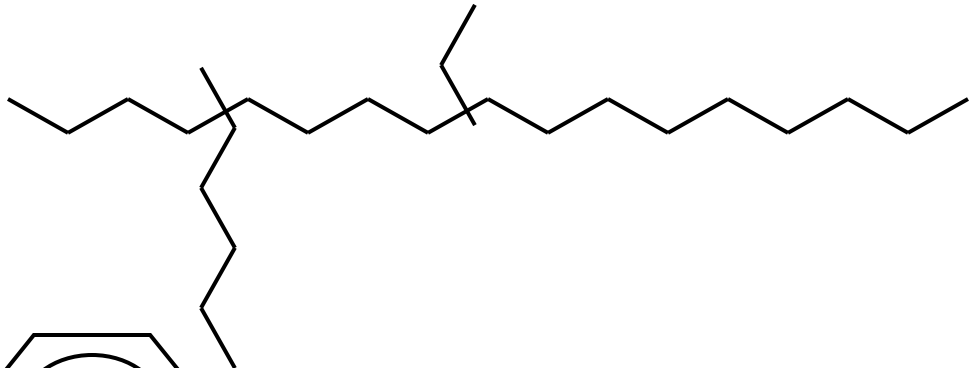
# 2. Dầu khoáng

## • Các cấu tử chính trong dầu khoáng:

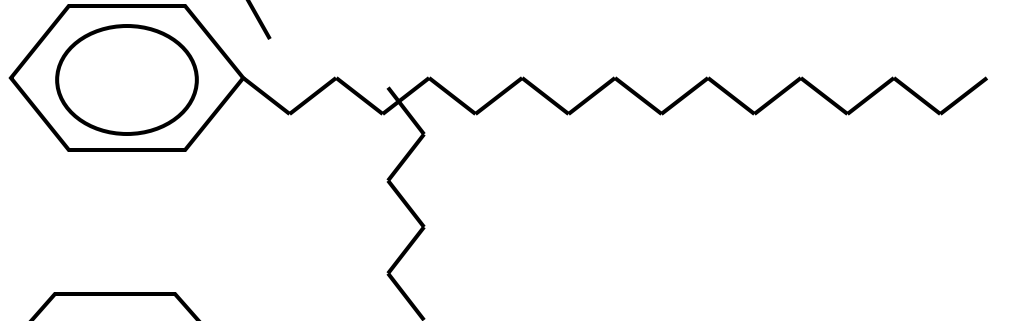
- n – paraffine



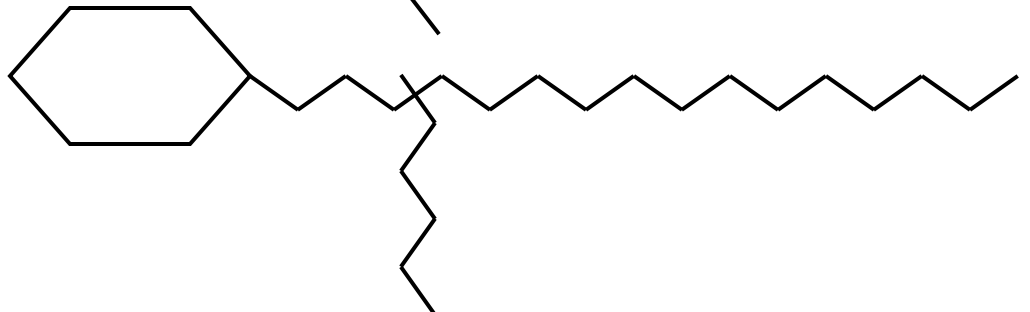
- iso – paraffine



- aromatique



- naphténique



# Tính chất các cấu tử trong dầu khoáng

- **Paraffine mạch thẳng:**

- Độ nhớt ở 100°C: 3 (C<sub>25</sub>) ÷ 30 mm<sup>2</sup>/s
- VI rất cao ~ 200
- Điểm chảy >>> Nhiệt độ môi trường

- **Paraffine phân nhánh:**

- VI thấp hơn so với n-paraffine
- Điểm chảy giảm khi mức độ phân nhánh tăng
- Paraffine có ít nhánh dài thì thuận lợi hơn Paraffine nhiều nhánh ngắn

# Tính chất các cấu tử trong dầu khoáng

- **Naphténique và aromatique đơn vòng:**

Với cùng số nguyên tử cacbone:

- VI thấp hơn n-paraffine
- điểm chảy thấp hơn n-paraffine

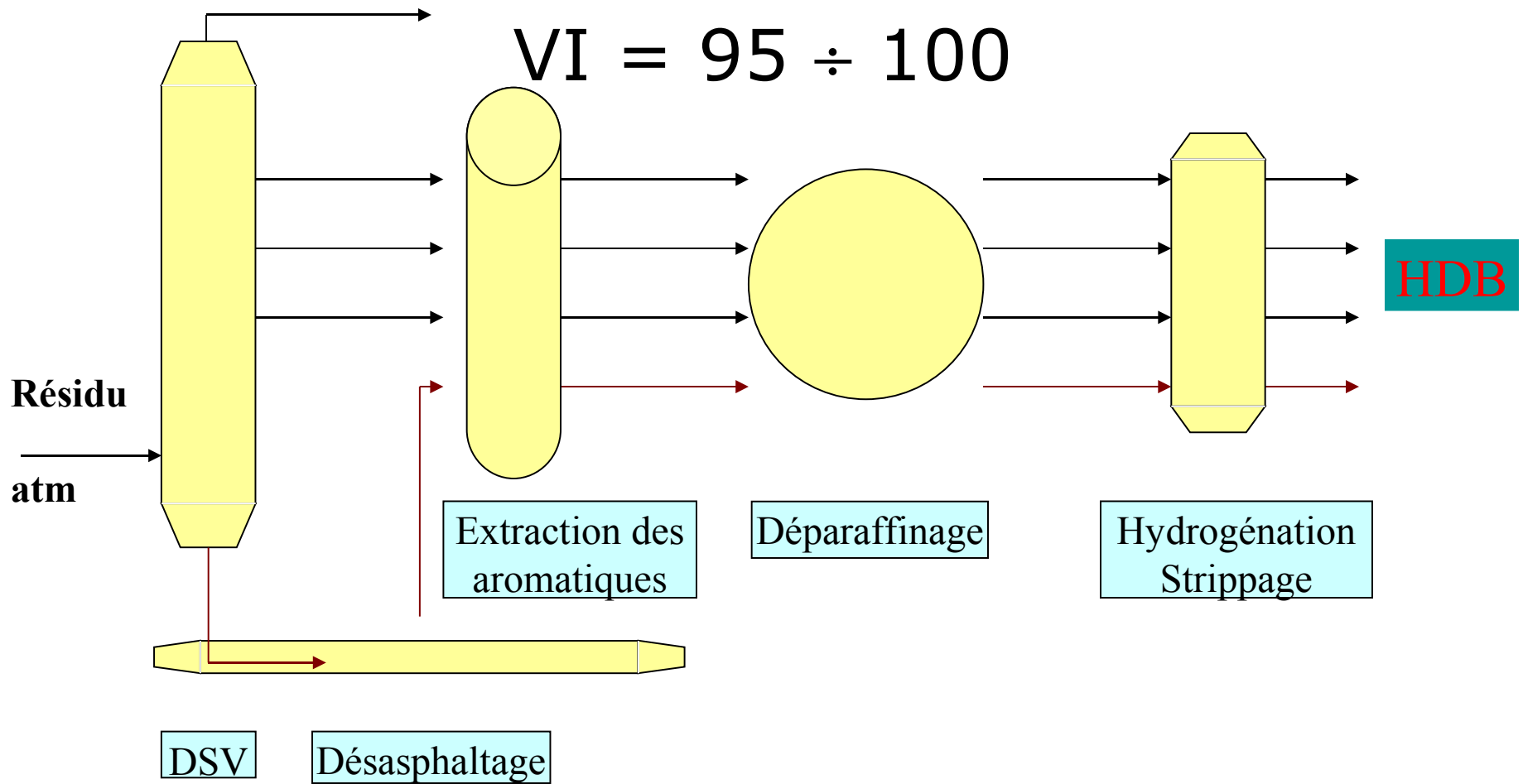
- **Naphténique và aromatique đa vòng:**

- Hợp chất đa vòng ngưng tụ
- Sự hiện diện của N và S
- Tính bền oxy hóa kém

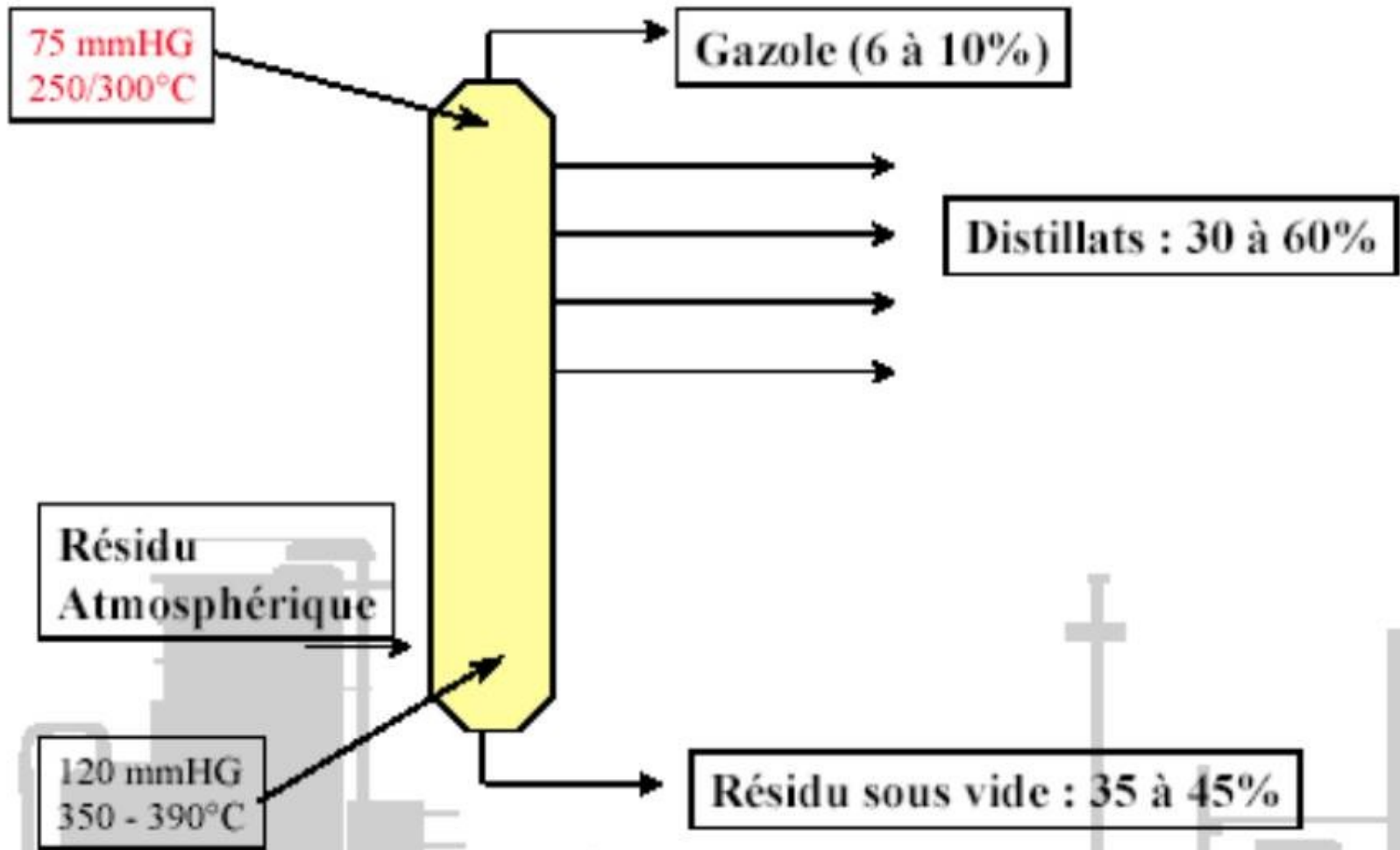
# Tính chất các cấu tử trong dầu khoáng

Structure	VI	Point Ecoulement	Pouvoir Solvant	intérêt comme base huile
n-paraffines	+++	élevé	-	-
isoparaffines avec chaîne linéaire	++	moyen	--	+
isoparaffines avec 1 chaîne isomérisée	++	bas	--	++
isoparaffines avec nombreuses substitutions	+	bas	--	+
mono cycliques avec longue chaîne alkyl	++	bas	++	++
poly aromatiques	--	bas	++	---

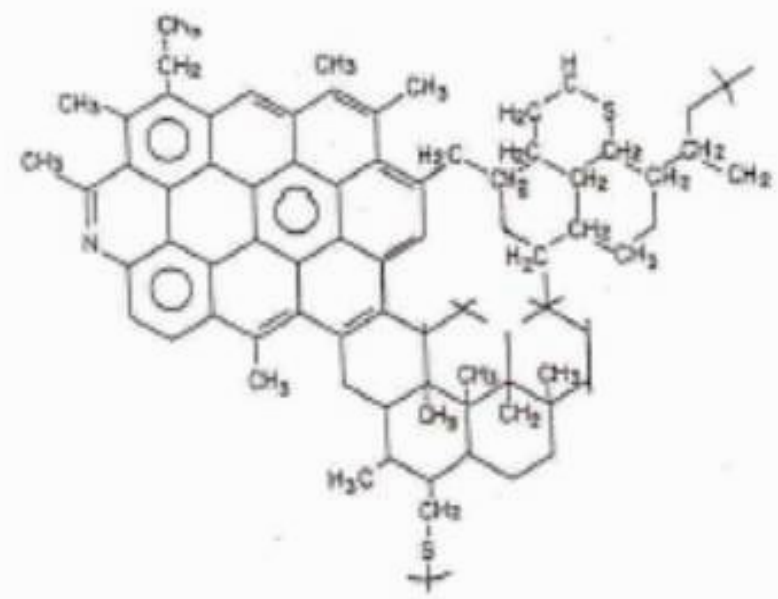
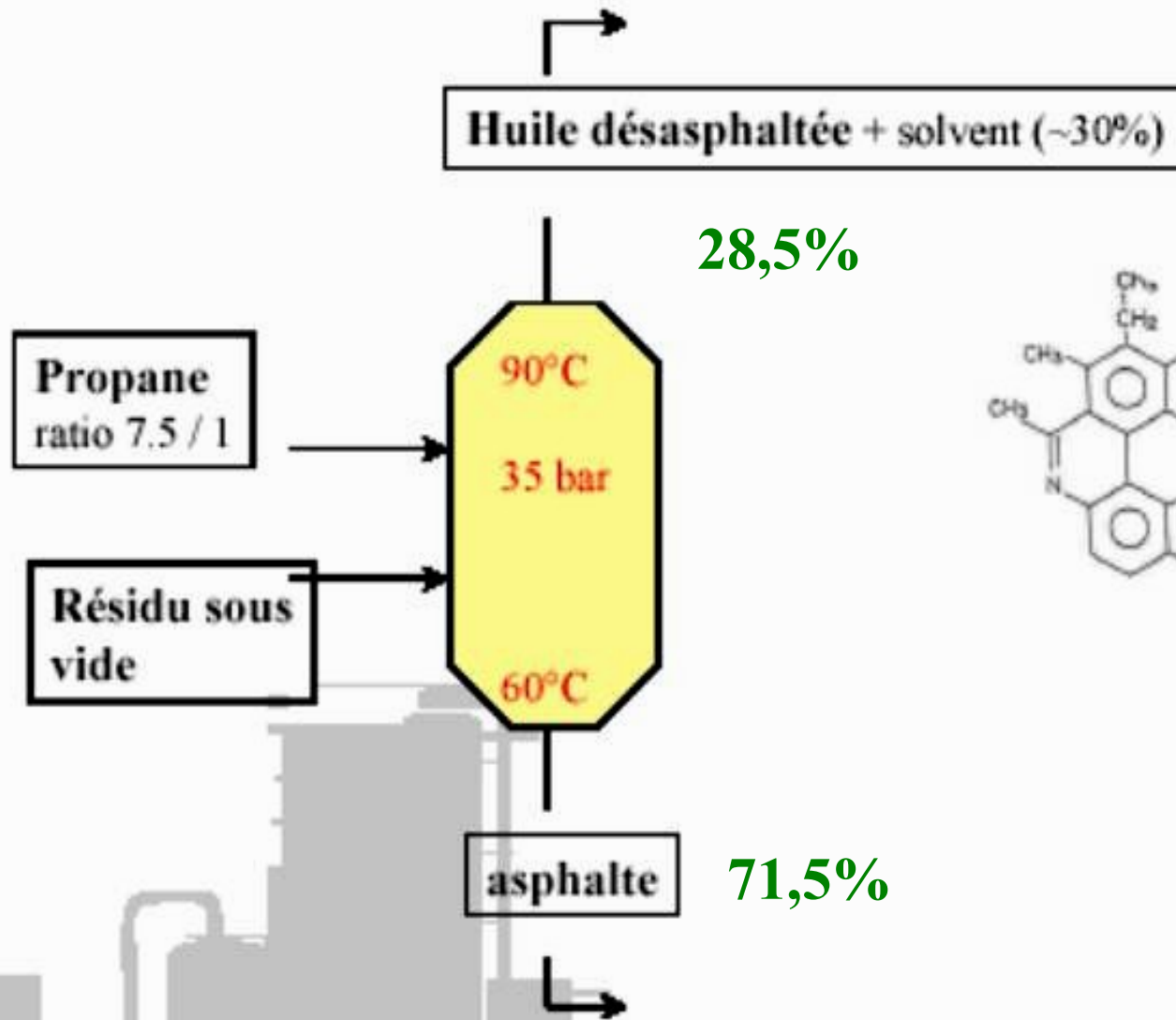
# 3. Dầu khoáng truyền thống (Nhóm I)



# 3.1. Chưng cất chân không

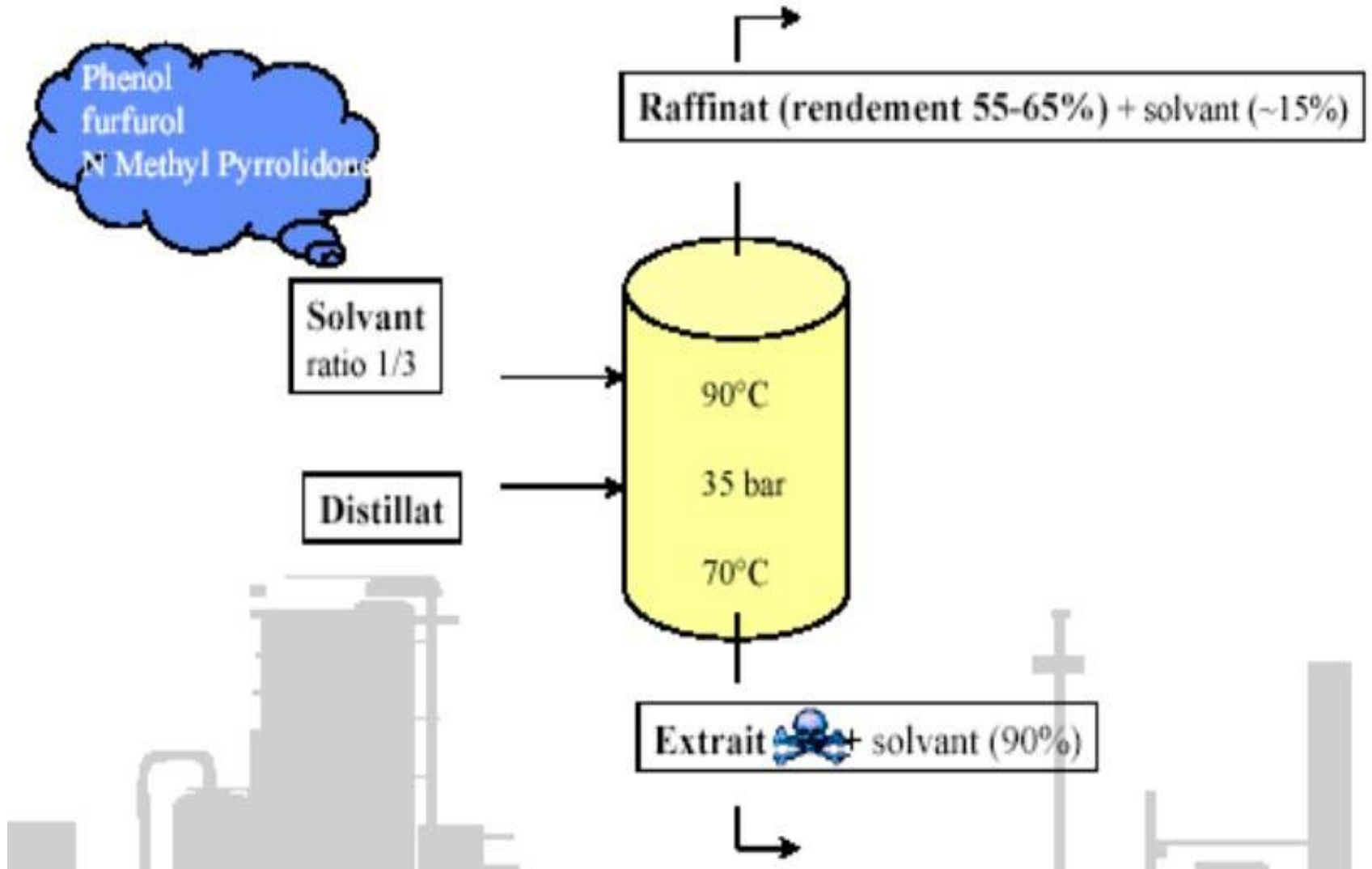


# 3.2. Tách asphalte



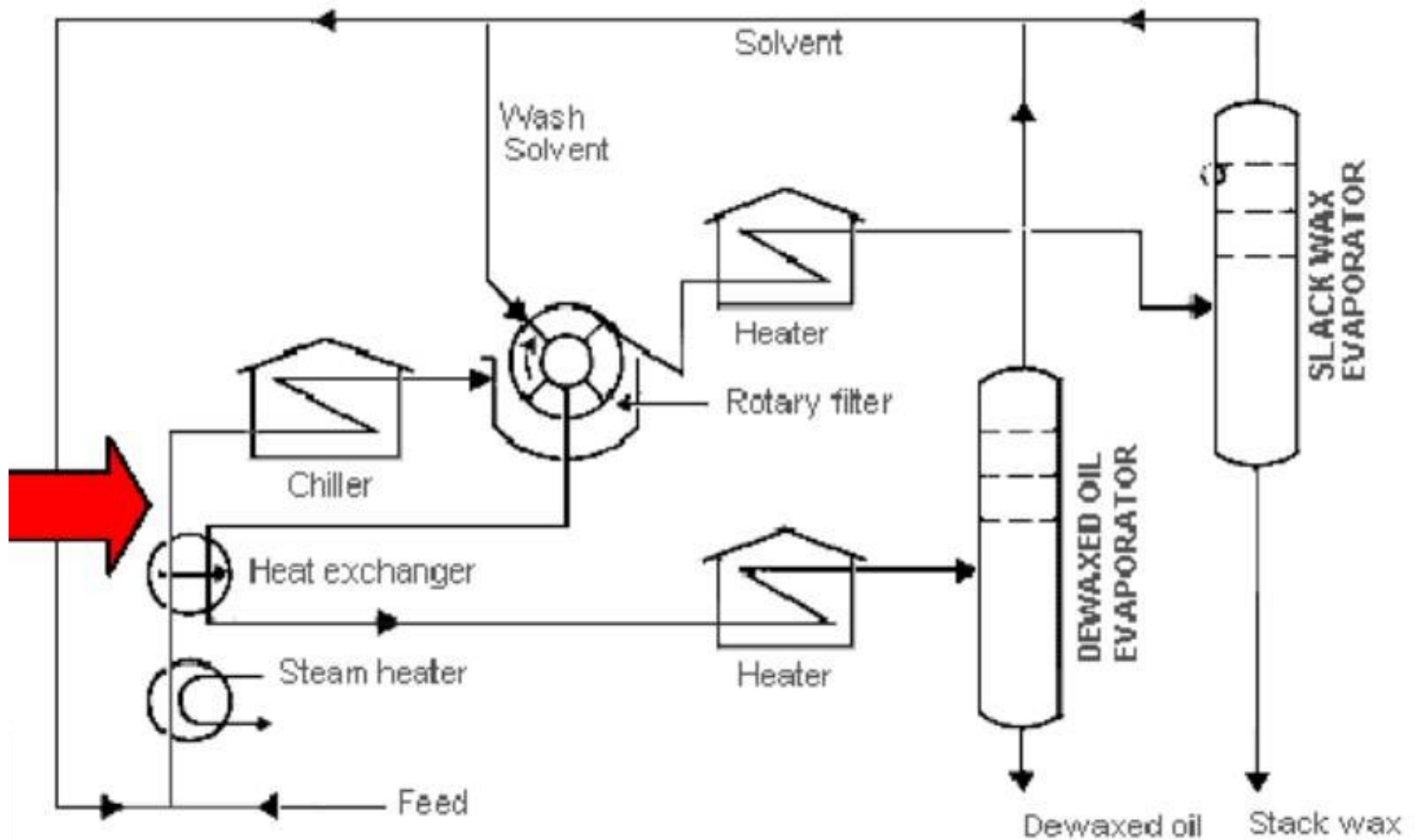
Moécule d'asphaltène

# 3.3. Trích ly aromatic





# 3.4. Tách sáp



# 3.5. Làm sạch lần cuối bằng H<sub>2</sub>

## Traitement de finition:

- Mục đích: làm sạch dầu, loại bỏ các hợp chất N, S, O (ảnh hưởng đến màu sắc của dầu)
- Đất sét hoạt tính
- Hydrofinissage + stripping
  - Hydrogénation douce
  - 15 ÷ 100 bars
  - 230 ÷ 430°C
  - VVH = 0,5 ÷ 3 h<sup>-1</sup>

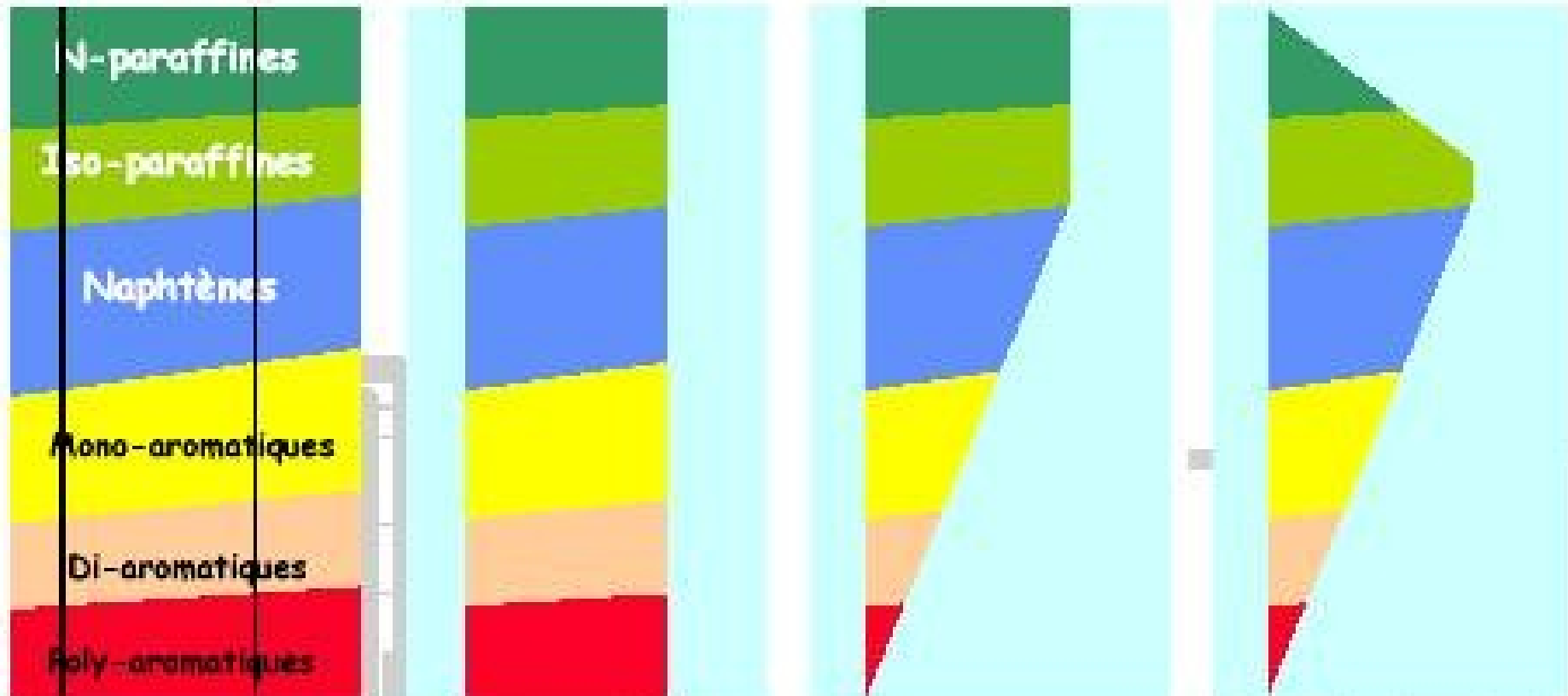
# Mức độ tinh chế HDB nhóm I

Charge = Résidu  
atmosphérique

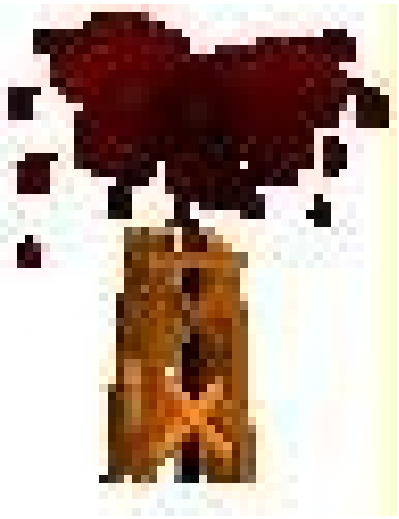
Distillat  
sous vide

Raffinat  
au solvant

Huile de base  
Déparaffinée



# Hiệu suất thu HDB nhóm I

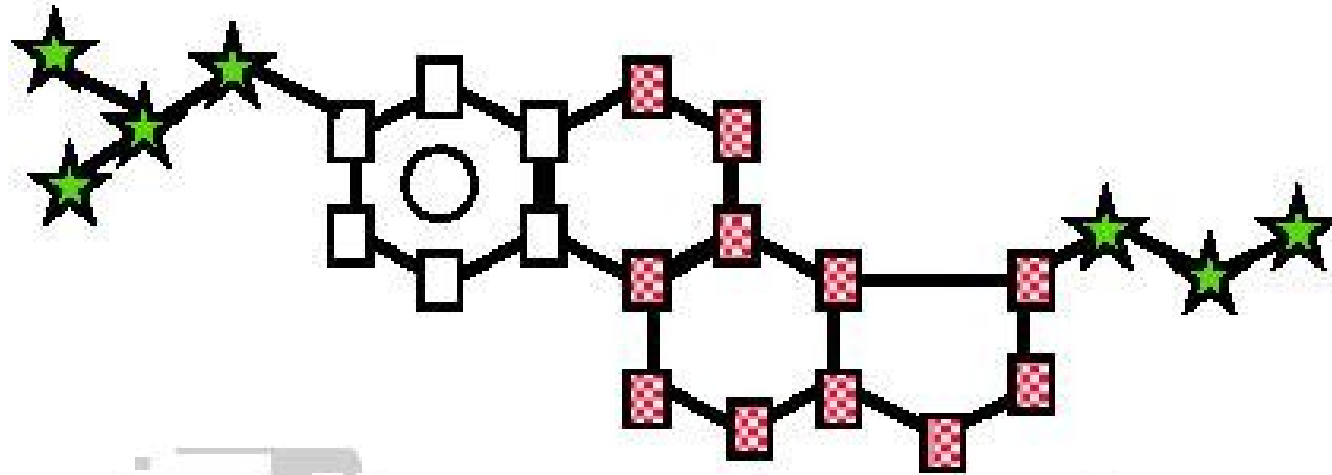


Dầu thô	RA (%)	HDB (%)
Edjeleh	34	17
Zarzaitine	26	13
Aramco	35	12
Kuwait	46	10
Irak	31	7.5

# Đặc trưng HDB nhóm I

	Unité	85S	85NS	100NS	150NS	330NS	600NS	BSS
Couleur *		0.5	<0.5	<0.5	0.5	0.5	1.5	3.5
m. volumique	Kg/m <sup>3</sup>	867	856	859	872	884	889	905
Visco 40°C	mm <sup>2</sup> /s	16.1	14.9	19.85	31.3	64.7	111.8	510
Visco 100°C	mm <sup>2</sup> /s	3.5	3.4	4.08	5.3	8.3	12	32.8
VI		90	101	104	101	96	96	96
Pt éclair VO *	°C	200	200	206	225	250	275	310
Pt écoulement	°C	-15	-15	-12	-13	-10	-6	-6
Noack *	%pds	33	33	28	12	4	1.5	-
Soufre *	%pds	1.2	0.5	0.6	0.5	0.7	0.8	1.0
Répartition C	%							
CA		10	7	5	6	7	6	8
CP *		67	68	67	67	66	68	69
CN		23	25	28	27	27	26	23

# Sự phân bố cacbone



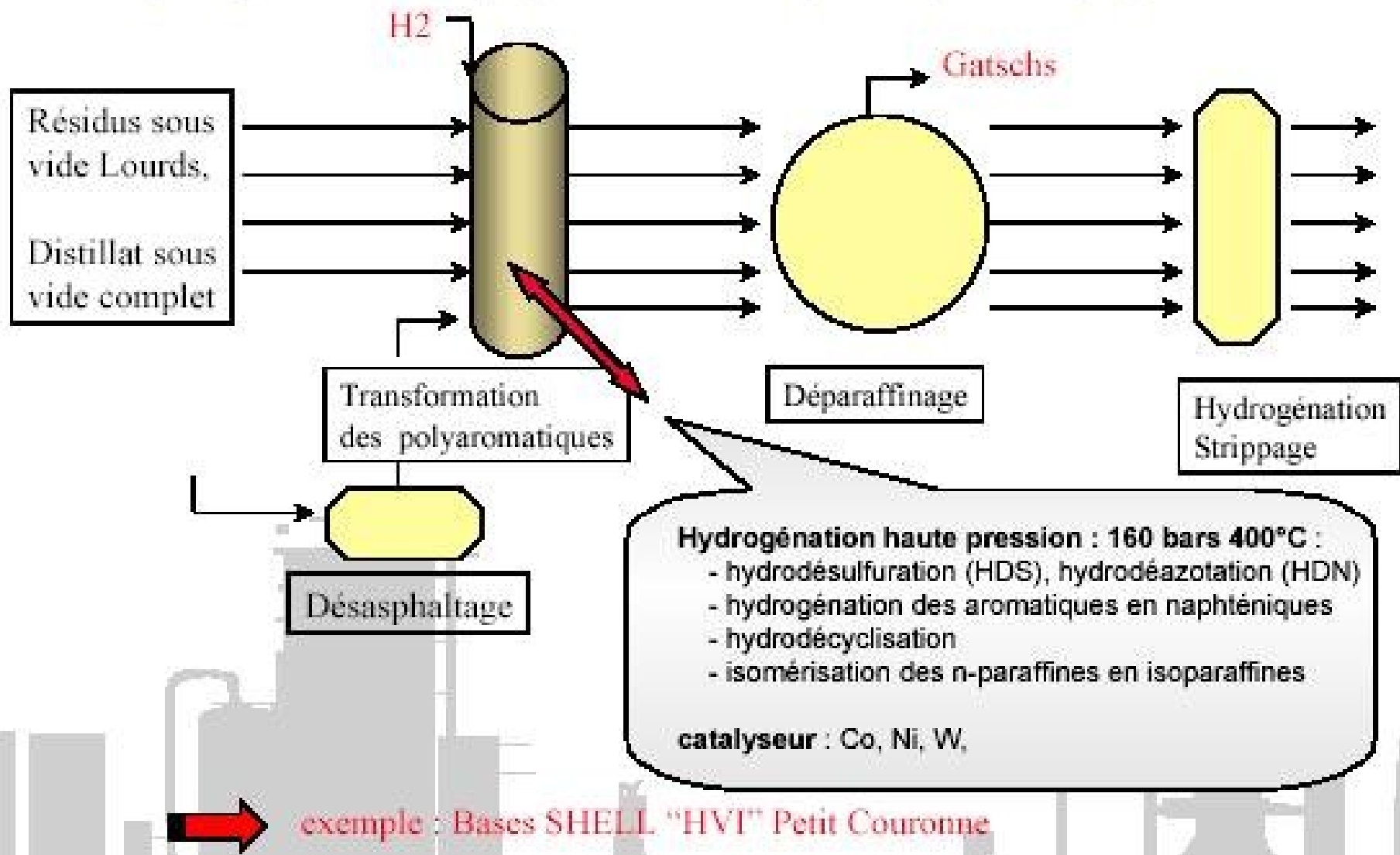
★ : C paraffinique : CP

▣ : C naphténique : CN

□ : C aromatique : CA

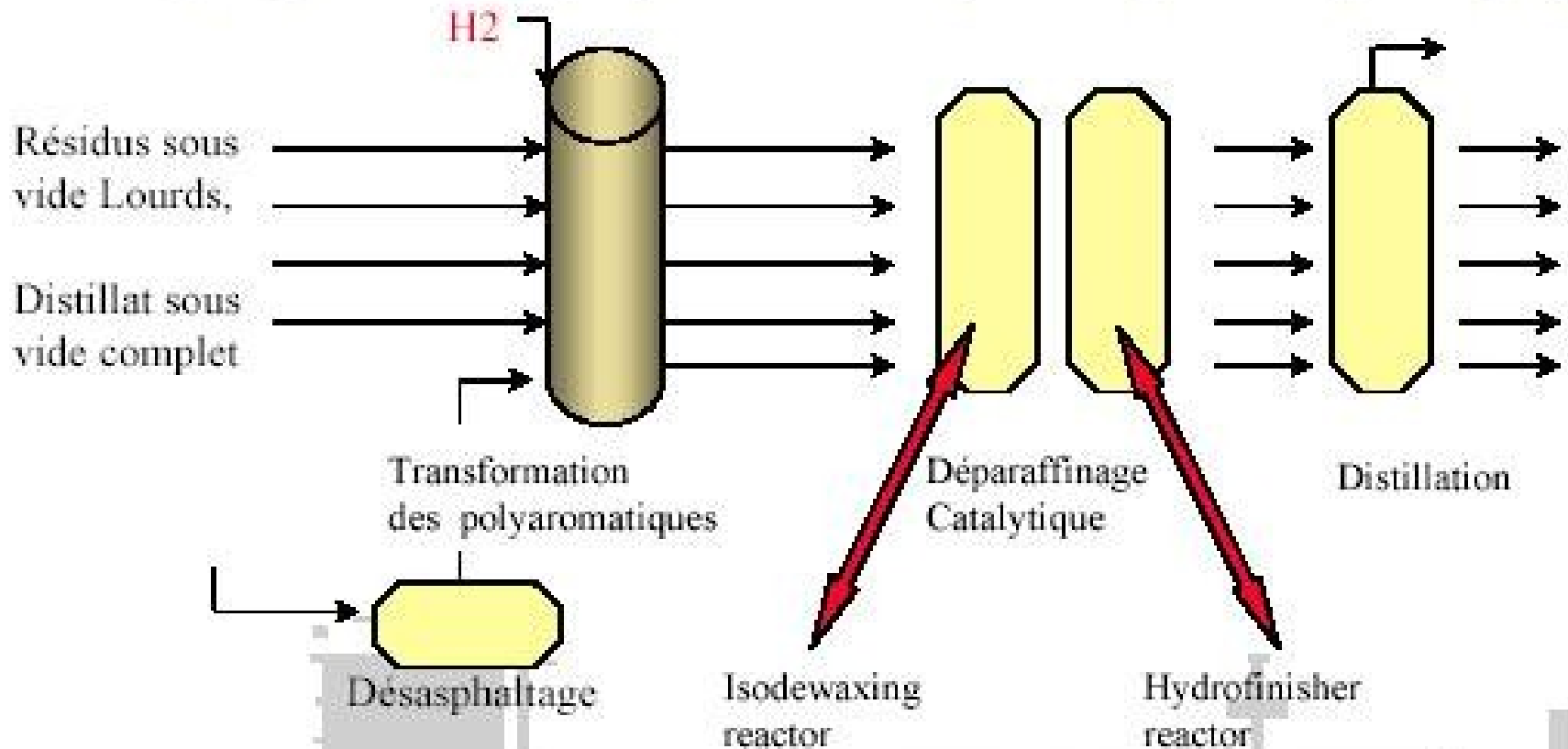
# 4. Dầu khoáng Hydrotraitée (Nhóm II)

Hydrogénation catalytique des aromatiques : hydrocraquage "doux"



# Dầu khoáng Hydrotraitée (Nhóm II)

## Hydrogénation catalytique des aromatiques + déparaffinage catalytique



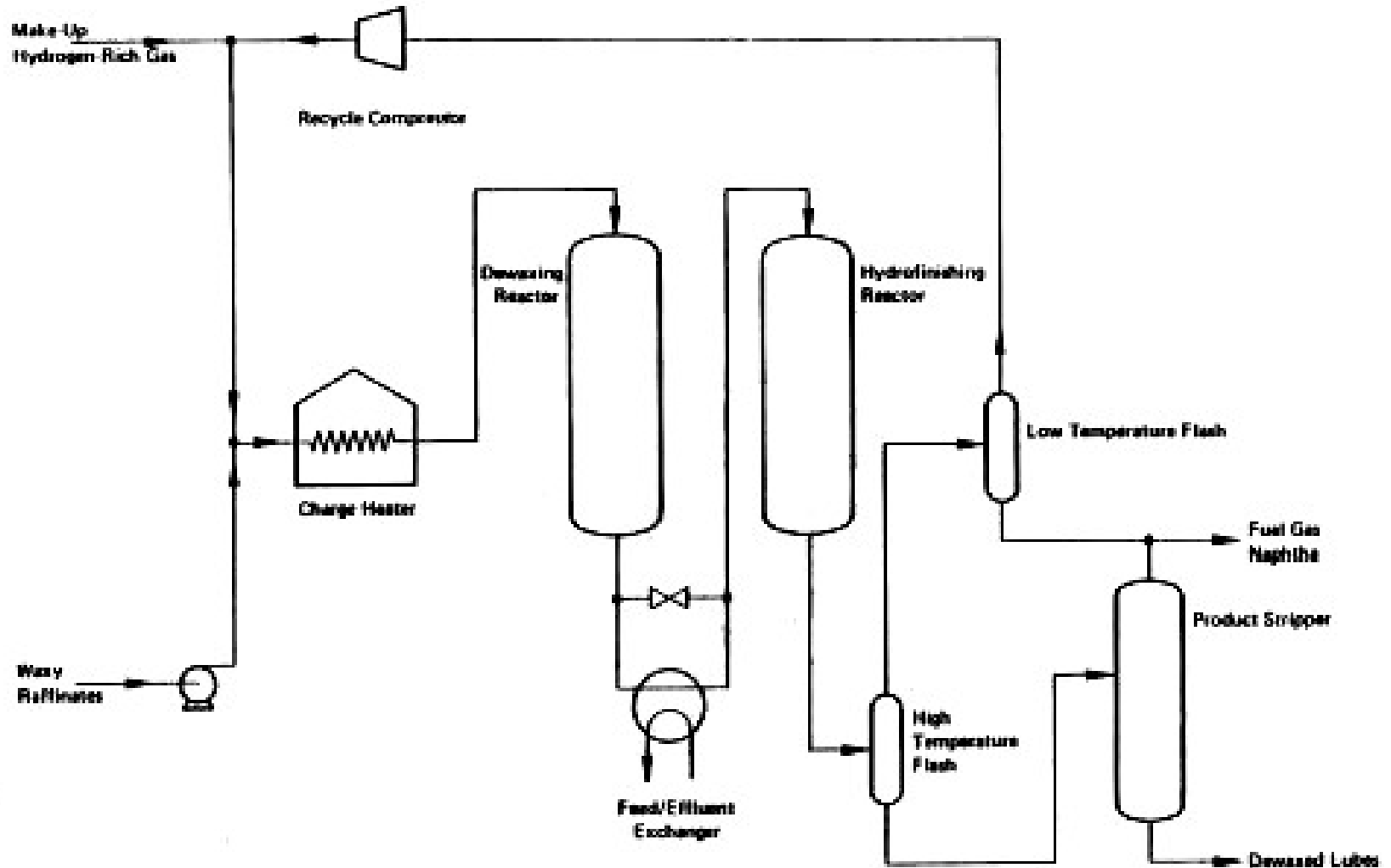
ISODEWAXING ® Chevron  
MSDW : Mobil Selective DeWaxing

exemple : Bases Conoco - Penzoil (USA), Petrocanada "HCHP"



# Sơ đồ ISODEWAXING

## déparaffinage catalytique - schéma général

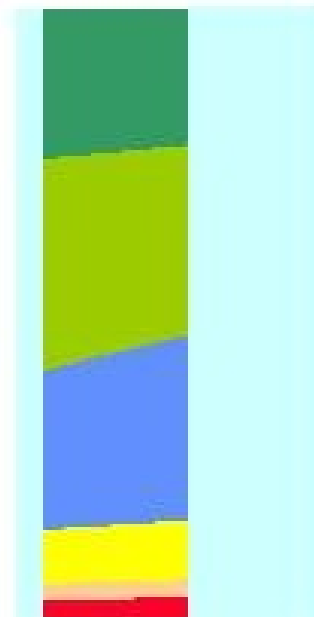


# Mức độ tinh chế HDB nhóm II

## Hydrotraitement

charge = résidus ou  
distillats sous vide

Après  
hydrotraitement

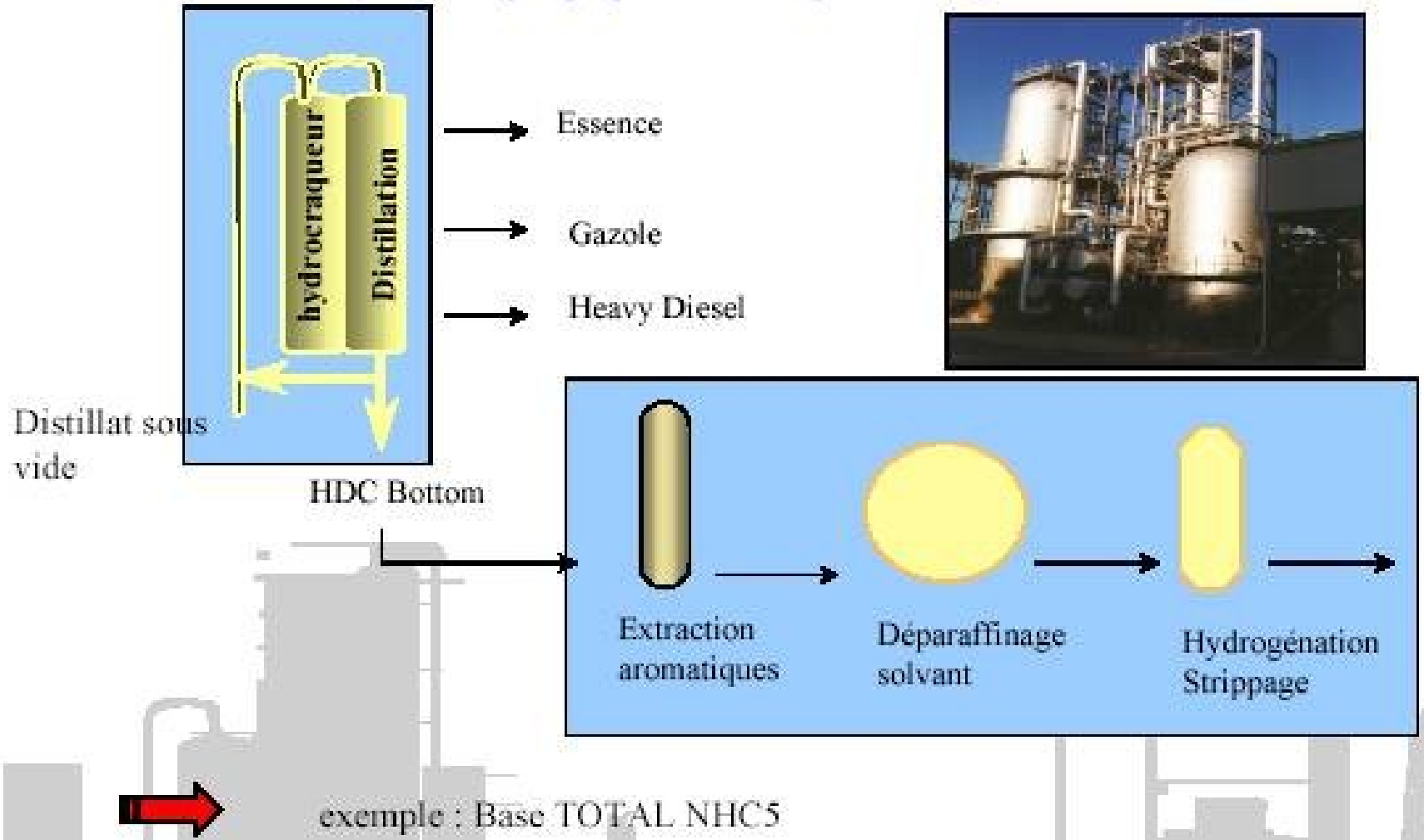


# Đặc tính HDB nhóm II

	unité	HVI 60 (130N)	HVI 160 (500 N)	HVI 650 (BSS)
m. Vol. 20°C	kg/m <sup>3</sup>	863	884	895
visco 40 °C	mm <sup>2</sup> /s	24.9	102.7	458
visco 100 °C	mm <sup>2</sup> /s	4.65	11.4	31
VI		102	97	98
Pt Eclair VO	°C	214	247	310
Pt Ecoulement	°C	-18	-12	-9
Volatilité Noack	%pds	20	5.5	0.1
soufre	%pds	0.01	0.02	0.04
teneur en aromatiques	%pds	2		5

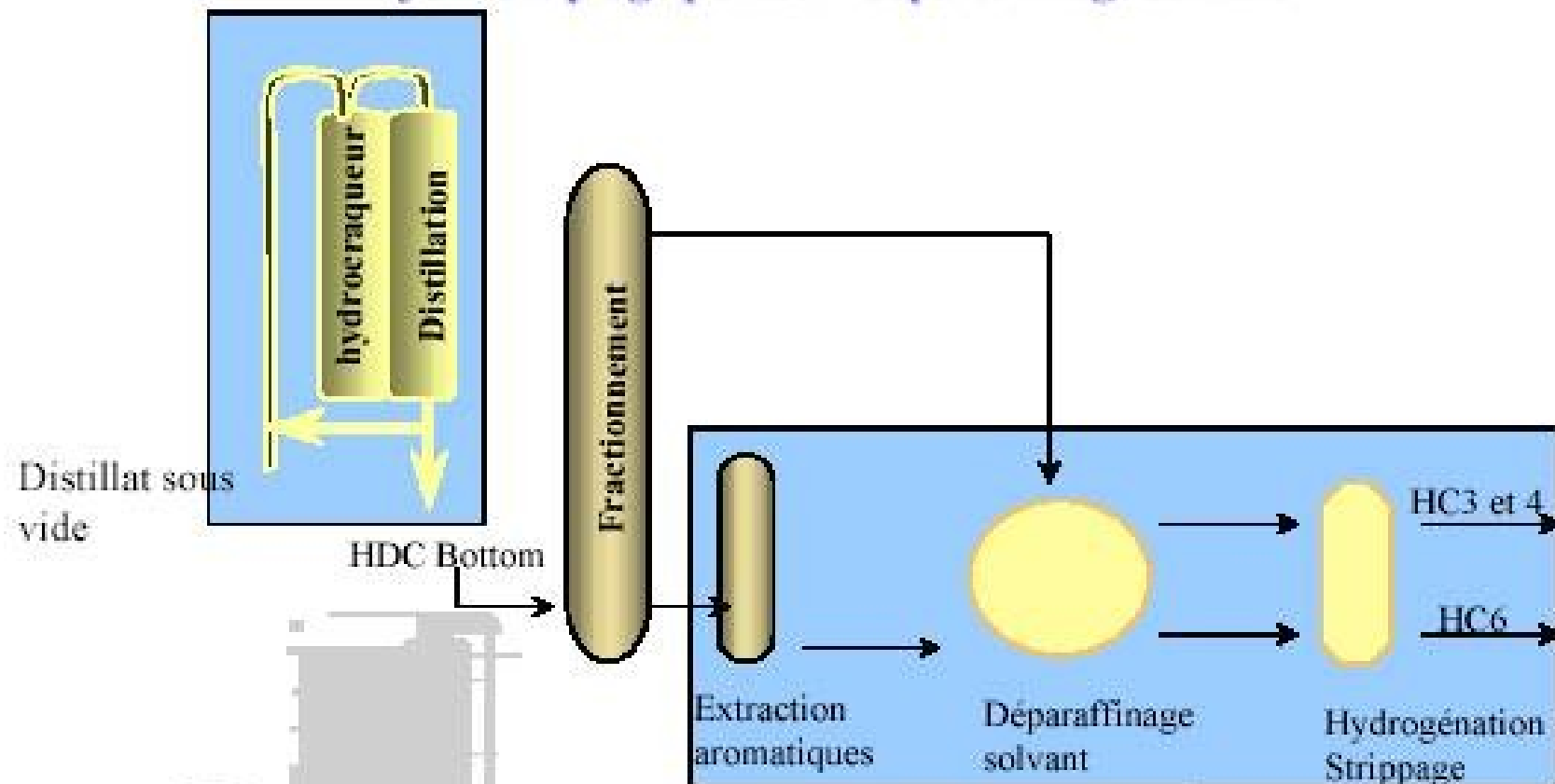
# 5. Dầu khoáng Hydrocraquée (Nhóm III)

## hydrocraquage poussé + déparaffinage solvant



# Dầu khoáng Hydrocraquée (Nhóm III)

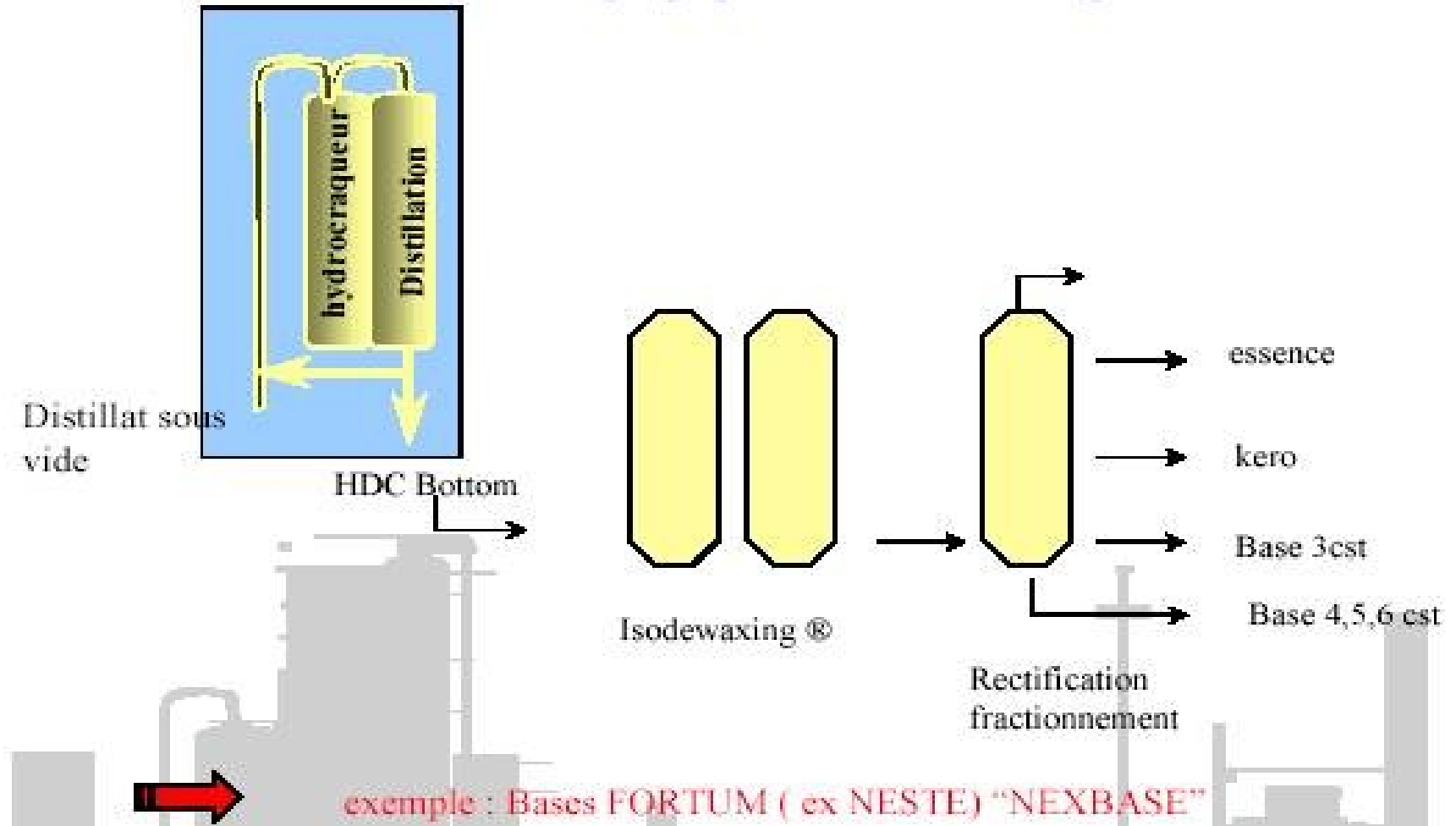
hydrocraquage poussé + déparaffinage solvant



exemple : Bases ExxonMobil / Total Dunkerque

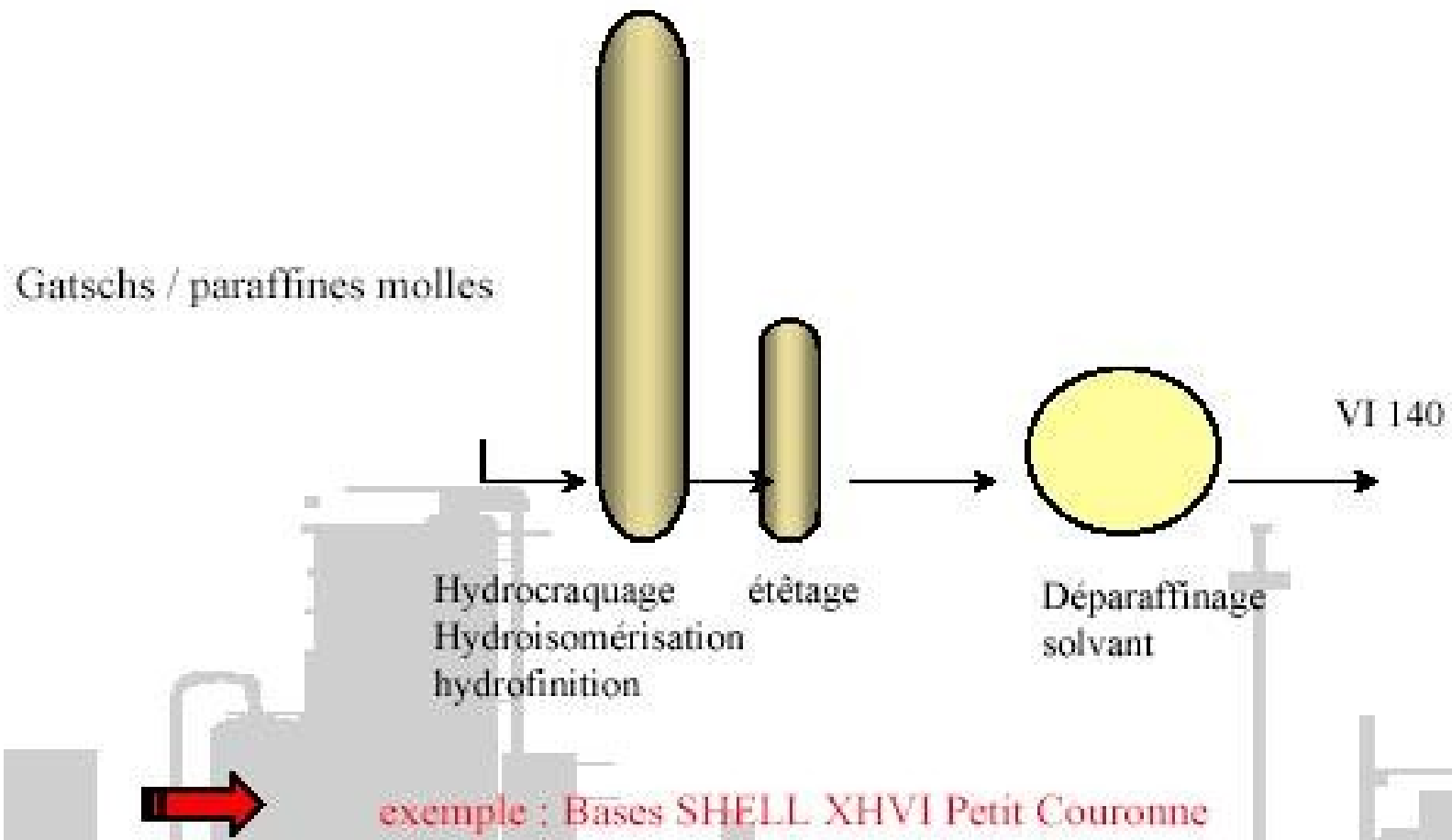
# 5. Dầu khoáng Hydrocraquée / Hydroisomérisé (Nhóm III)

hydrocraquage poussé + isodewaxing ®



# Dầu khoáng Hydrocraquée / Hydroisomérisé (Nhóm III)

## Hydroisomérisation des paraffines



# Đặc tính của HDB Nhóm III

## • VI 120 ÷ 135

### – ExxonMobil/Total (Dunkerque), Total (Gonfreville)

- hydrocraquage
- extraction des aromatique
- déparaffinage solvant
- fractionnement

	%pds
Aromatique	≤5
Naphténique	~ 45
Paraffinique	~ 50

### – DEA (Allemagne), Petrocanada:

- hydrocraquage
- déparaffinage catalytique
  - hydroisomérisation des paraffines
  - hydrofinition
- fractionnement

	%pds
Aromatique	~1
Naphténique	~ 45
Paraffinique	~ 55

## • VI > 135

### – Shell Petit Couronne

- hydroisomérisation de gatschs / paraffines
- déparaffinage solvant

	%pds
Aromatique	~0
Naphténique	~ 30
Paraffinique	~ 70



# Đặc tính của HDB Nhóm III

	unité	TOTAL HC4	TOTAL HC6	TOTAL NHC5	SHELL XHVI 4	SHELL XHVI 5.2
visco 40 °C	mm <sup>2</sup> /s	16.9	33.7	23.3	16.9	25.2
visco 100 °C	mm <sup>2</sup> /s	3.95	6.05	4.77	4.05	5.25
VI		133	127	128	144	146
Pt Eclair VO	°C	~ 190	220	220	218	225
Pt Ecoulement	°C	-27	-18	-14	-18	-18
Volatilité Noack	%pds	15.4	5.9	12.5	16	10
soufre	%pds	0.01	0.02	0.02	< 0.005	< 0.005
m. Vol. 15°C	kg/m <sup>3</sup>		844	835		

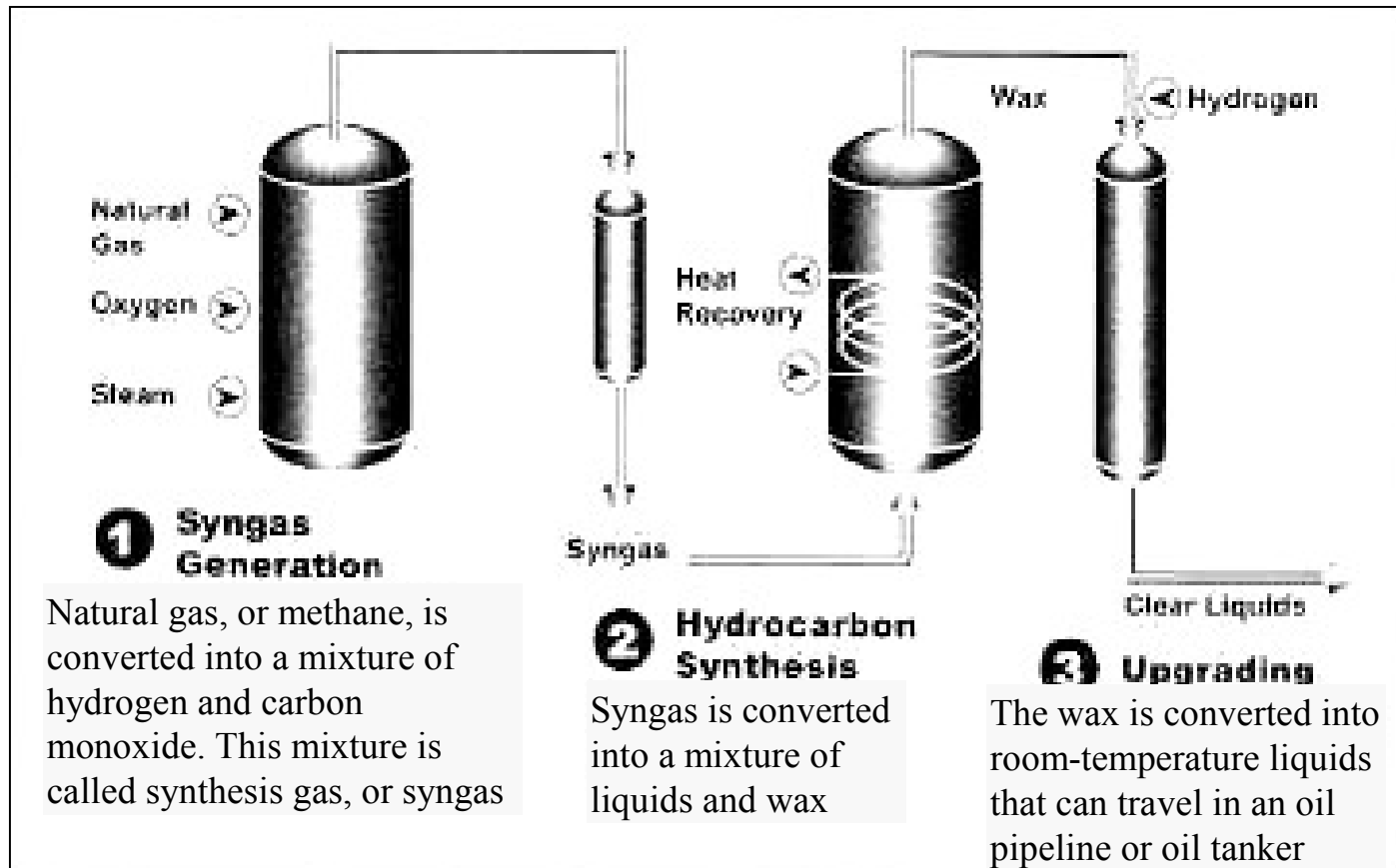


hydroisomérisation  
de paraffines

# 6. Dầu gốc GTL “Gas to Liquid”

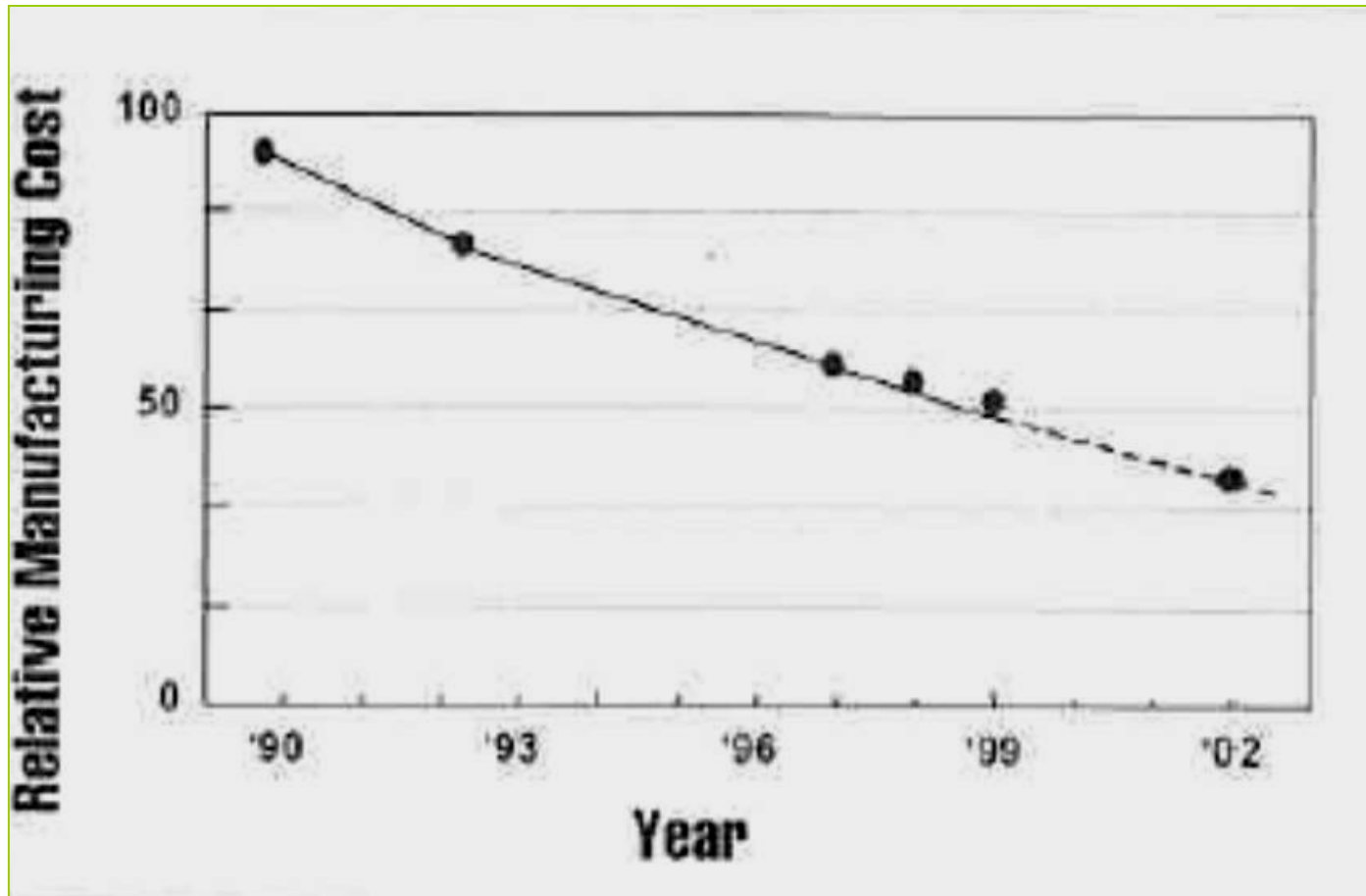
- **Nguyên tắc:**

- Chuyển hóa khí thiên nhiên thành H-C (tổng hợp Fisher-Tropsch)

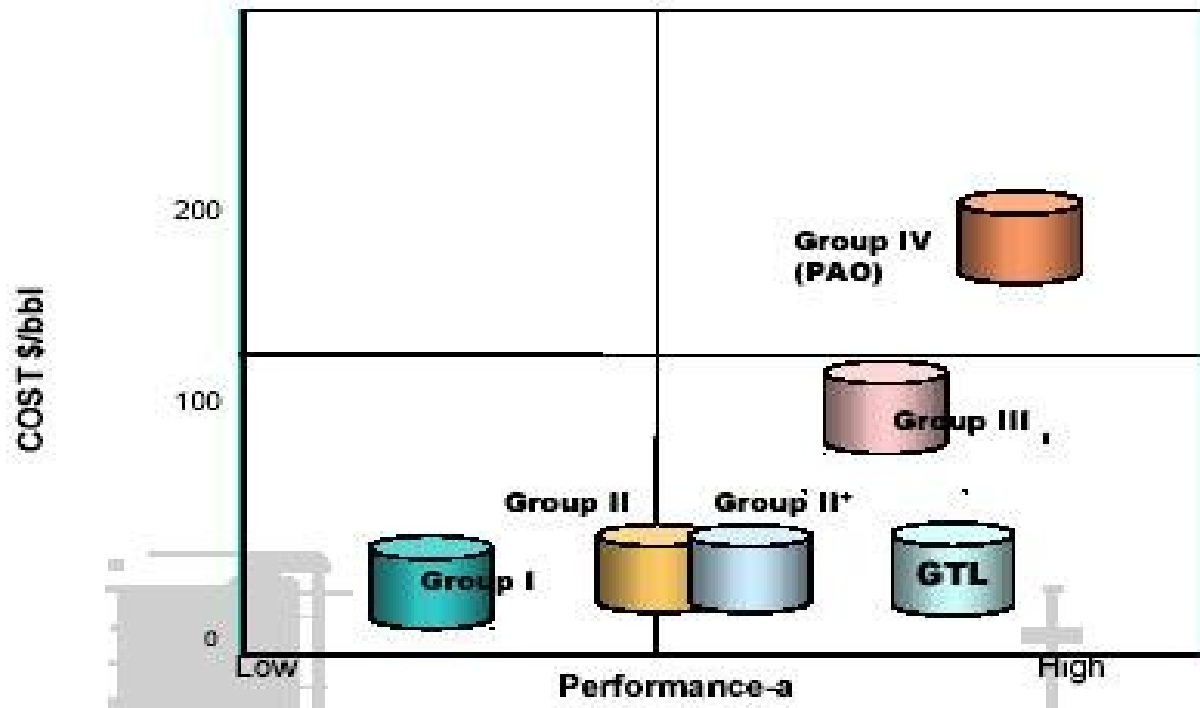


# Dầu gốc "Gas to Liquid"

- Chi phí sản xuất GTL:



# So sánh hiệu năng / giá của các HDB



*a – Độ bay hơi, VI, hàm lượng aromatique, khả năng làm việc ở nhiệt độ thấp, phân hủy sinh học ...*

Base Stock	K	L	M	N	O	P	GTL
KV @ 100°C, cSt	4.3	4.7	4.2	5.1	4.7	5.1	4.5
VI	122	127	124	126	127	143	144
CCS @ -25°C, cP	960	1370	862	1584	1340	1186	816
Pour Point, °C	-15	-15	-21	-15	-15	-18	-21
Noack Volatility, wt%	13.7	12.0	14.8	8.6	10.4	10.4	7.8
Alkanes, wt%	50.1	47.3	62.5	61.6	64.0	80.9	100.0

# 7. Dầu tổng hợp (Nhóm IV và V)

## 1. Hydrocacbon:

- Polyisobutène (PIB)
- Polyalphaoléfine (PAO)(PIO)
- Alkylaromatique: alkylbenzène, alkylnaphtalène

## 2. Các hợp chất oxy:

- Ester của diacide
- Ester của polyol (TMP, PE)
- Oligomère của alphaoléfine và ester
- **Polyalkylène glycol**
- **Các hợp chất P, Si, F**

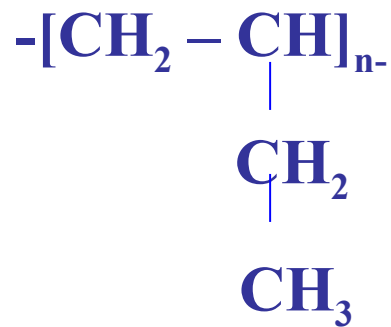
# Dầu tổng hợp Polyisobutène

## • Nguyên liệu:

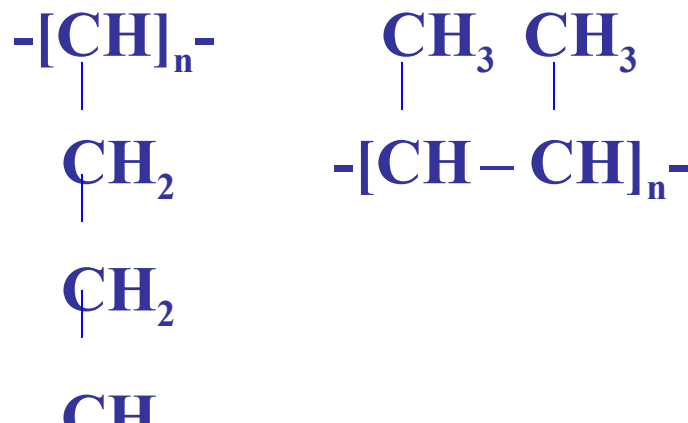
- Phân đoạn C<sub>4</sub>: Ex: - isobutène 40 ÷ 50%  
- butène 20 ÷ 30%  
- butane 20 ÷ 30%
- Polymérisation, Hydrogénation

## • Cấu trúc hóa học:

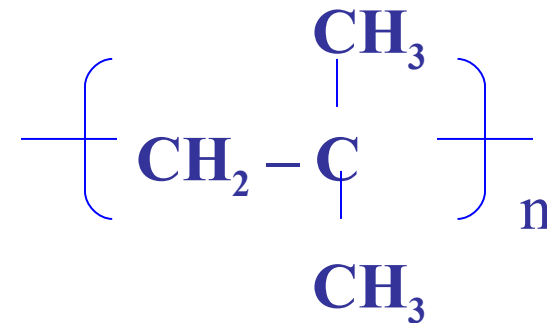
Polybutène-1



Polybutène-2

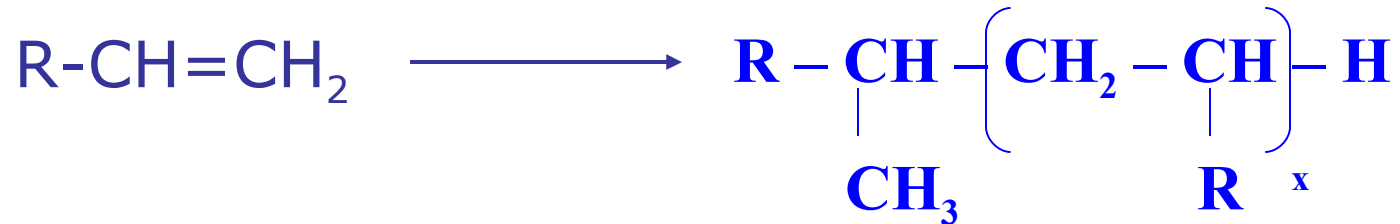


Polyisobutène PIB

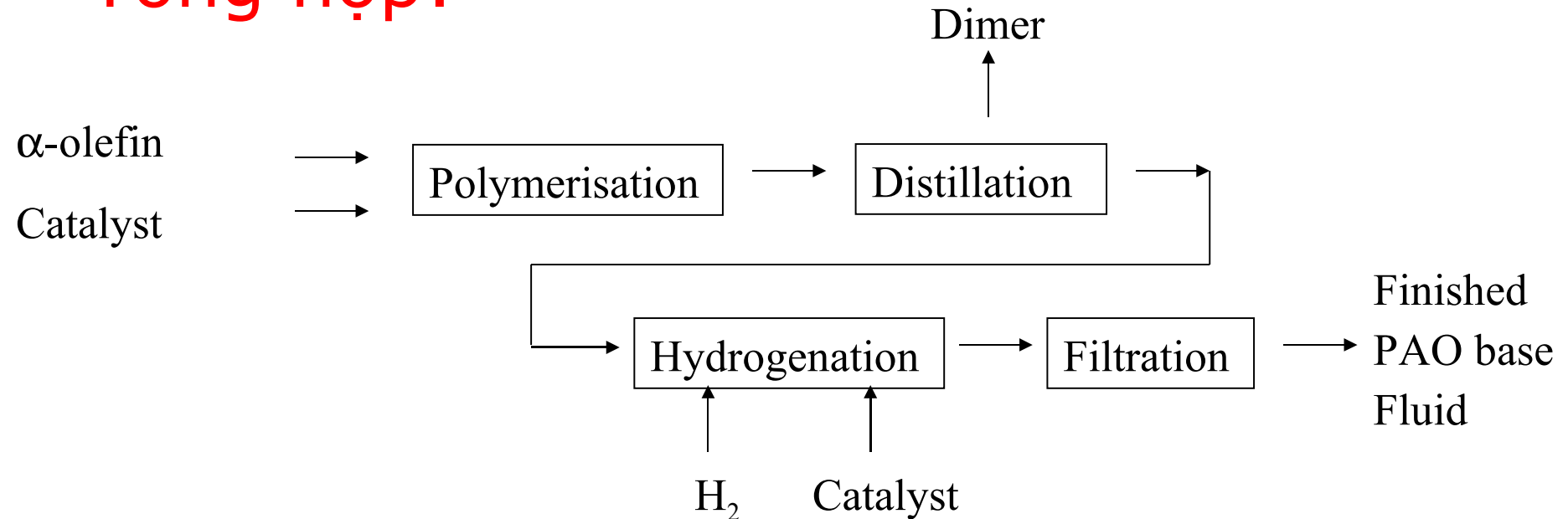


# Dầu tổng hợp Polyalphaoléfine PAO

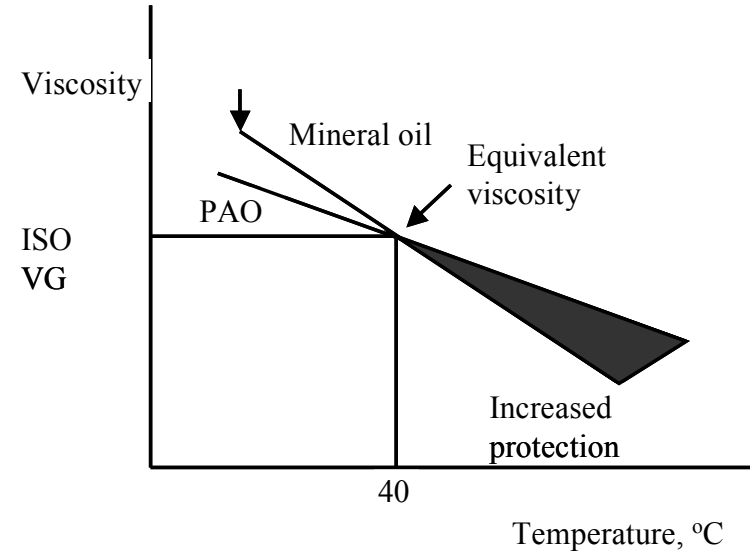
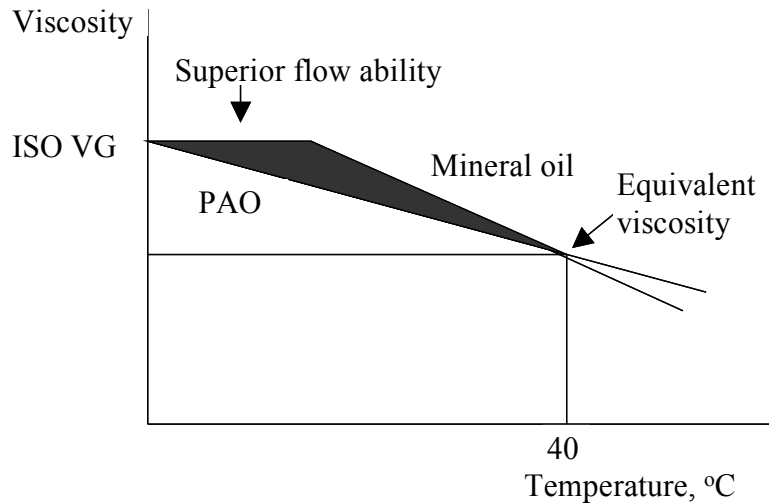
- Polyme hóa các  $\alpha$ -oléfine:



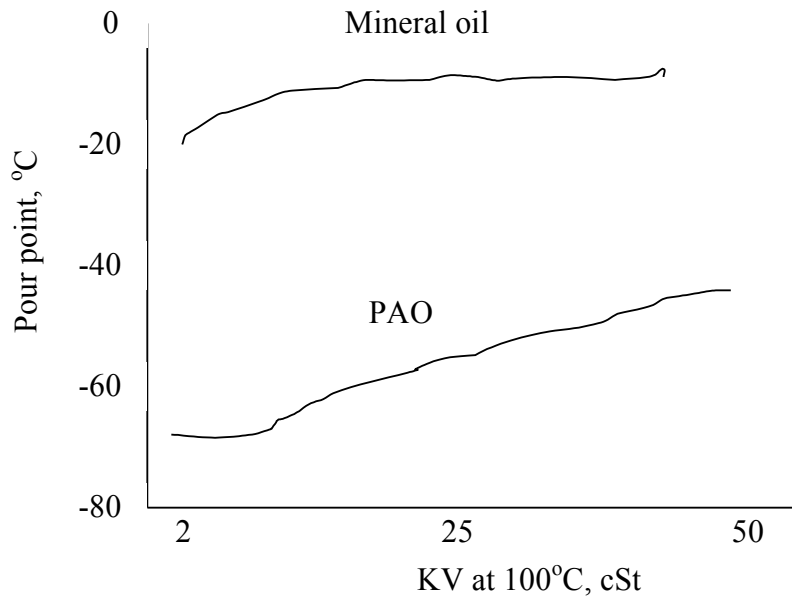
- Tổng hợp:



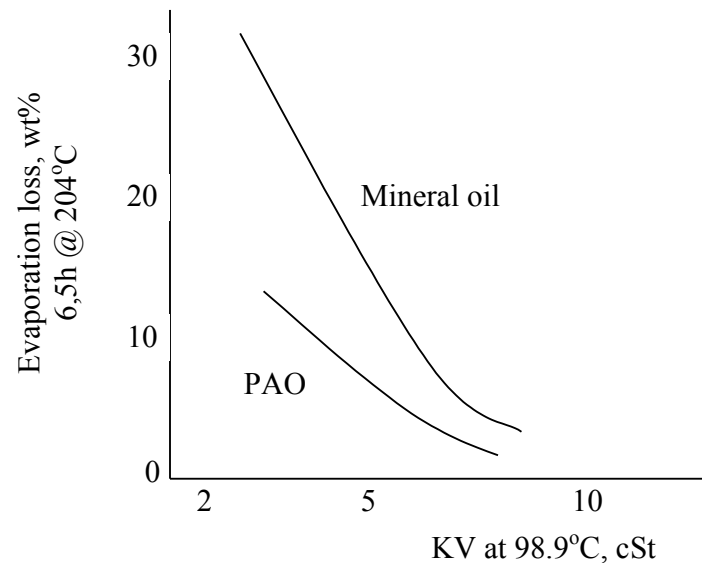
# So sánh PAO và dầu khoáng



## Performance Low T°



## Performance High T°

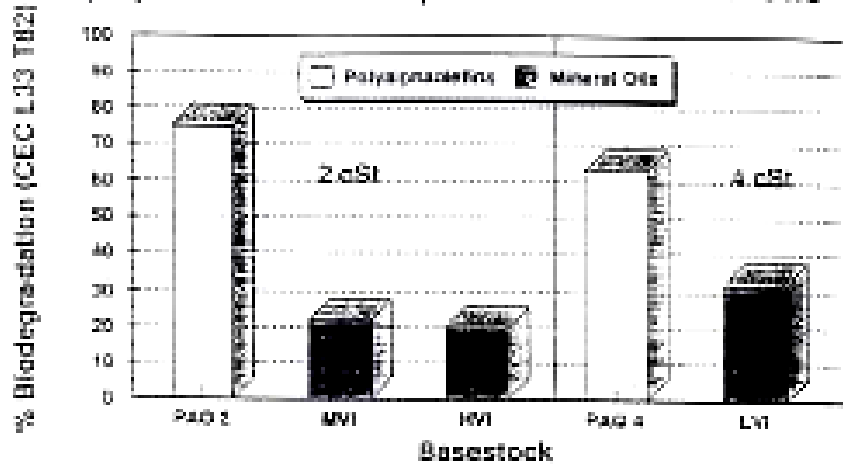




# So sánh PAO và dầu khoáng

## Biodegradability of Basestocks

### Polyalphaolefins Vs. Equi-Viscous Mineral Oils



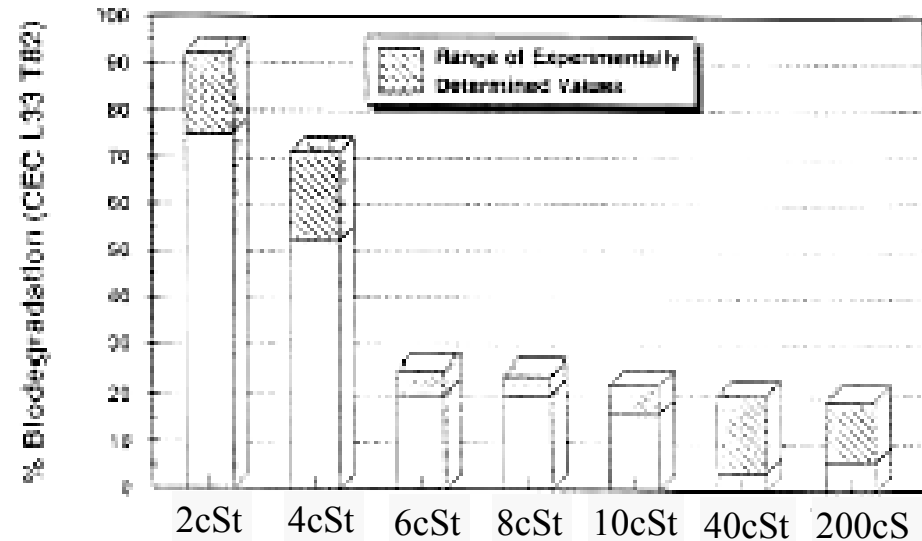
MVI- Medium Viscosity Index (Naphthenic Basestock; Aromatic content 1,9%)

HVI- High Viscosity Index (Paraffinic Basestock; Aromatic content 2,69%)

LVI- Low Viscosity Index (Naphthenic Basestock; Aromatic content 12,3%)



## Biodegradability of Polyalphaolefin Fluids



# Đặc tính của vài loại dầu PAO

	unité	PAO2	PAO4	PAO6	PAO8	PAO10	PAO40	PAO100
Couleur		<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	0.5	<0.5
m. Vol. 15.6°C	kg/m <sup>3</sup>	797	818	827	832	836	845	856
visco 40 °C	mm <sup>2</sup> /s	5.54	16.8	31	45.8	62.9	395	1250
visco 100 °C	mm <sup>2</sup> /s	1.8	3.9	5.9	7.8	9.6	40.2	100
VI		122	123	135	136	137	149	168
Pt Eclair VO	°C	>155	215	235	252	264	272	288
Pt Ecoulement	°C	<-65	-70	-68	-63	-53	-34	-20
Volatilité Noack	%pds	99	12	7	3	2	0.8	0.6
soufre	%pds	0	0	0	0	0	0	0
aromatiques	%pds	0	0	0	0	0	0	0

# Dầu tổng hợp Poly Internal Oléfine PIO

- **Sản xuất:**

- AGIP Petroli & ENICHEM Augusta
- Oligome hóa n-oléfin interne  $C_{15}$  và  $C_{16}$
- Hydrogénation và distillation

- **Thành phần hóa học:**

Composition (%pds)	PIO 4	PIO 6	PIO 8
Dimères ( $C_{30}$ )	94	67	42
Trimères ( $C_{45}$ )	6	26	43
Tétramères ( $C_{60}$ ) et	-	7	15

# Dầu tổng hợp Poly internal oléfine PIO

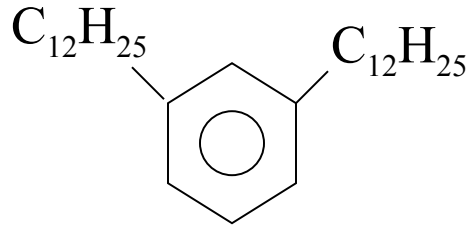
- **Tính chất:**

	Unité	MX 2104	MX 2106	MX 2108
Visco 40°C	mm <sup>2</sup> /s	19.8	30.2	57
Visco 100°C	mm <sup>2</sup> /s	4.2	5.66	8.62
VI		121	128	125
Pt Eclair	°C	228	234	260
Pt Ecoulement	°C	-51	-48	-45
Noack	%pds	13.8	9.4	4.4

# Dầu tổng hợp Alkylaromatique

- **Alkylbenzène:**

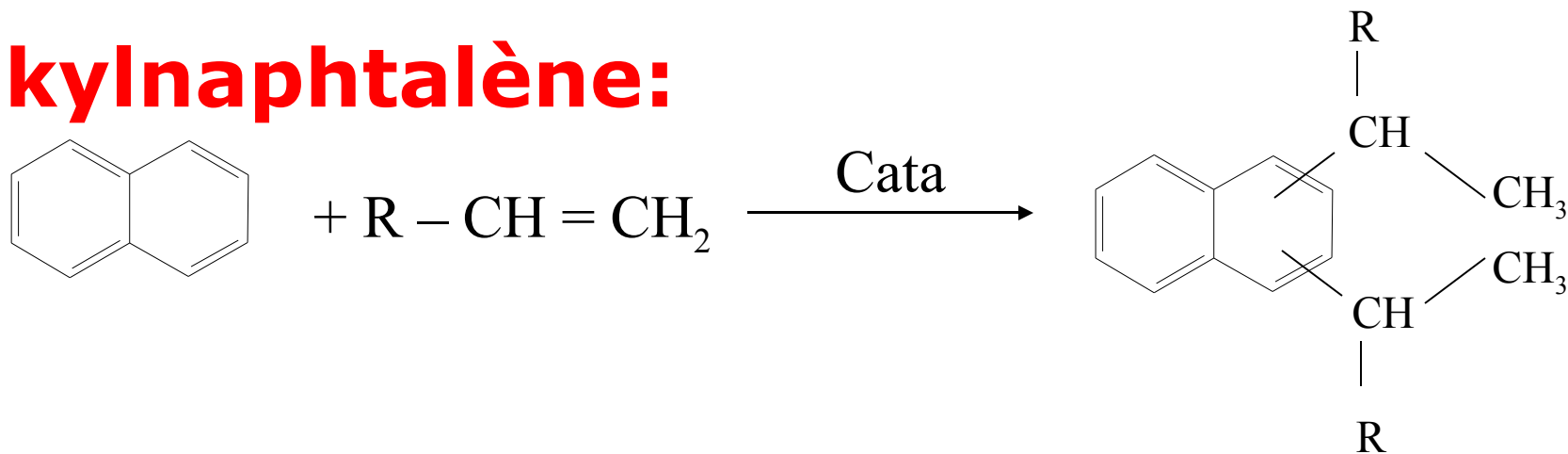
Ví dụ:



Tùy thuộc alkyl, có 2 loại: thẳng và nhánh

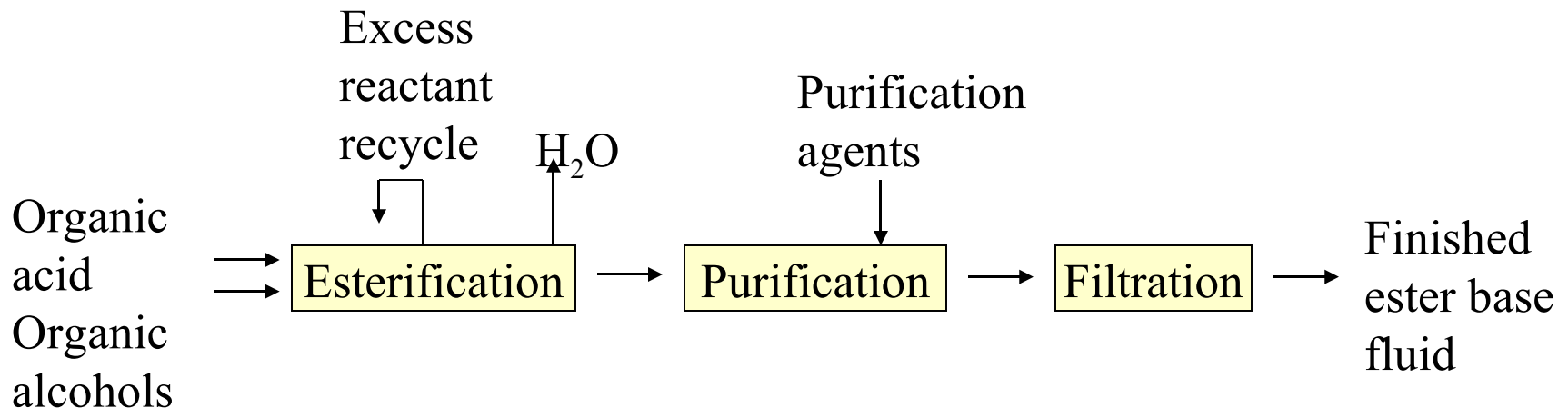
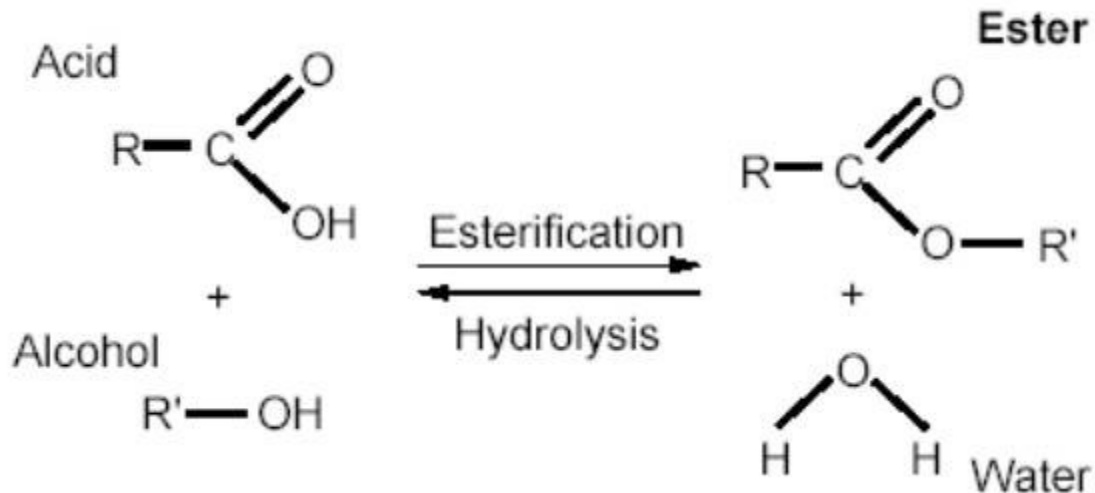
# Dầu tổng hợp Alkylaromatique

- **Alkylnaphtalène:**

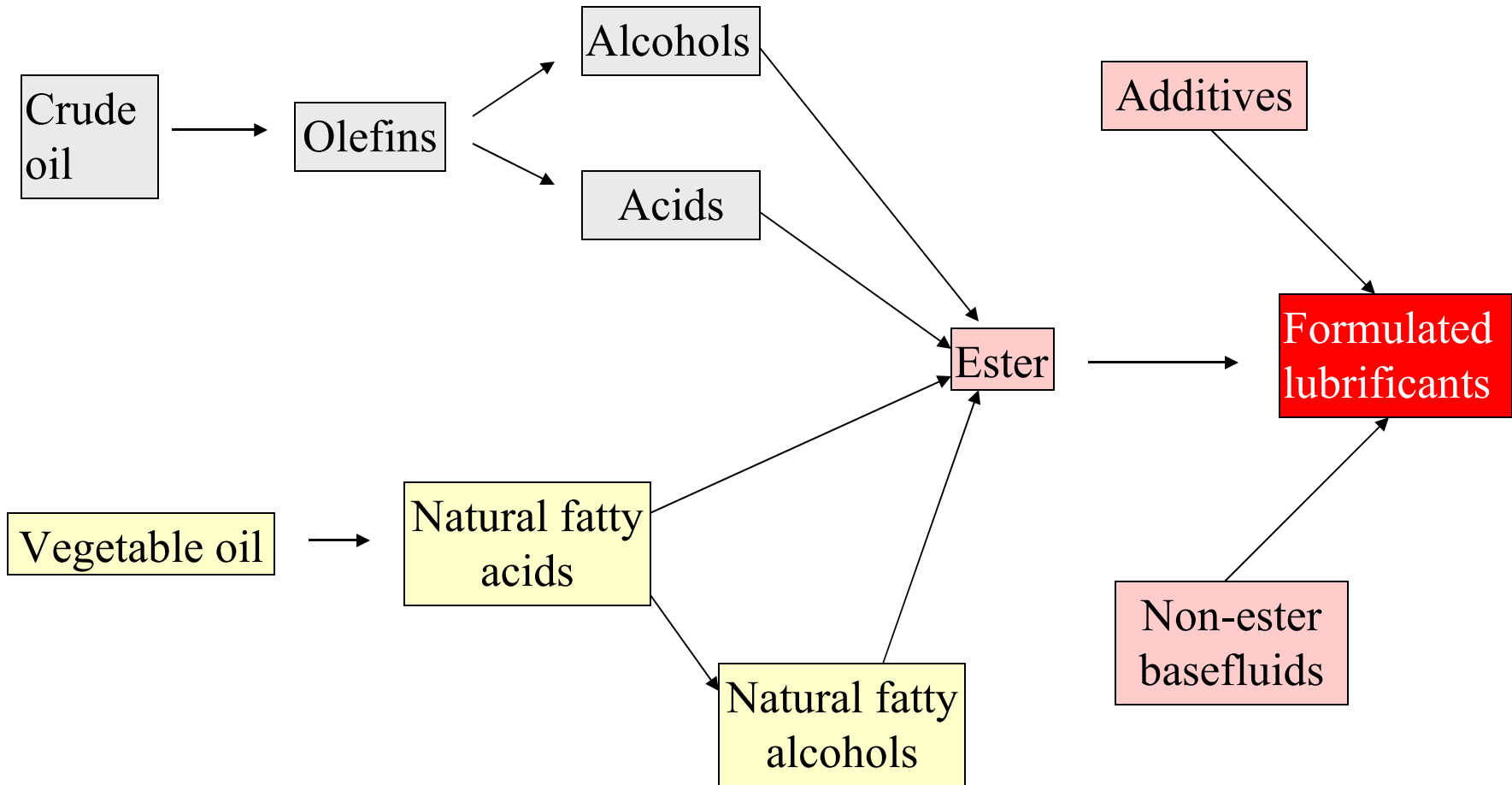


# Dầu tổng hợp ester

- Sản xuất ester:



# Sản xuất ester



**Source UNIQEMA**



# Các loại dầu ester

- **Ester từ pétrochimie:**

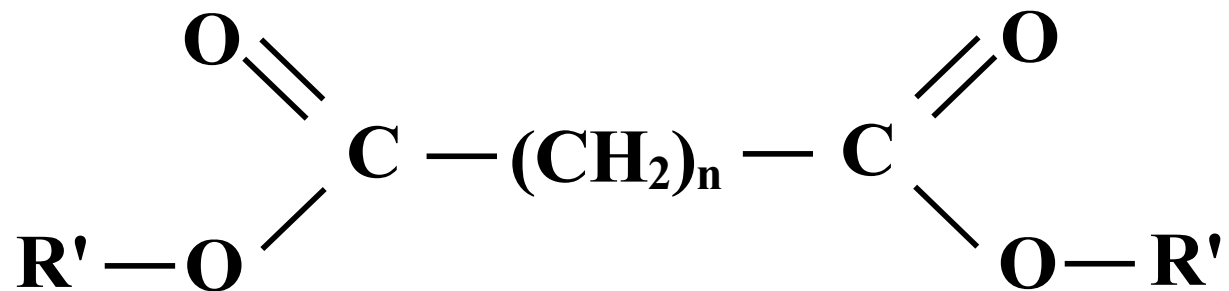
- Diester
- Ester aromatique (phthalate và trimellitate)
- Ester polyol (acid béo với nhánh ngắn)

- **Ester từ oléochimie:**

- Oléate, Stéarate, Isostéarate
- Ester polyol (acid béo với nhánh dài)

- **Ester phức**

# Diester



- $n = 4$  – adipates
- $n = 7$  – azelates
- $n = 8$  – sebacates
- $n = 10$  – dodecanedioates
- $\text{R}' = \text{C}_8 - \text{C}_{13}$  thẳng hoặc nhánh

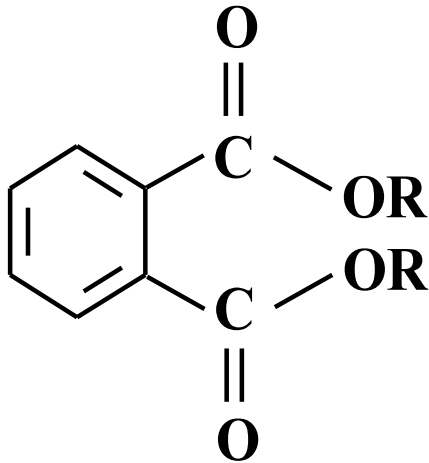
# Diester

- **Tính chất:**

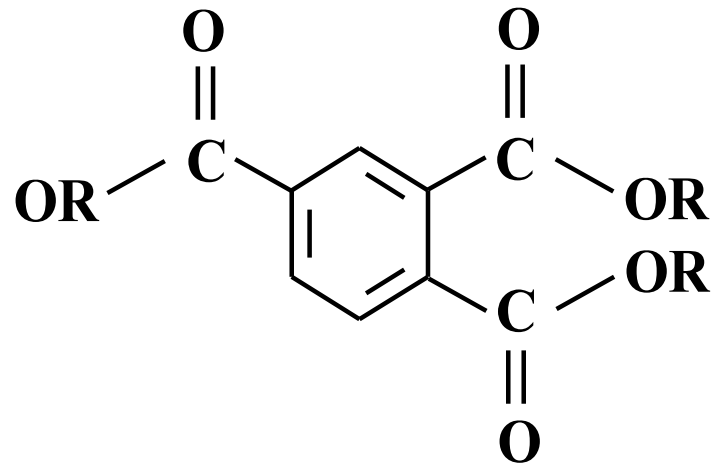
	Unité	adipate d'isodécyle	adipate d'isotridécyle	dodécanedioate d'ethyl-2 hexyle
Visco 40°C	mm <sup>2</sup> /s	13.4	27.5	13.9
Visco 100°C	mm <sup>2</sup> /s	3.51	5.4	3.72
VI		146	123	167
Pt Eclair	°C	220	249	234
Pt Ecoulement	°C	<-60	<-50	-55
Volatilité ASTM 6h à 200°C	%pds	10	2	4.5

# Ester Aromatique

- **Tính chất:**



Phthalate



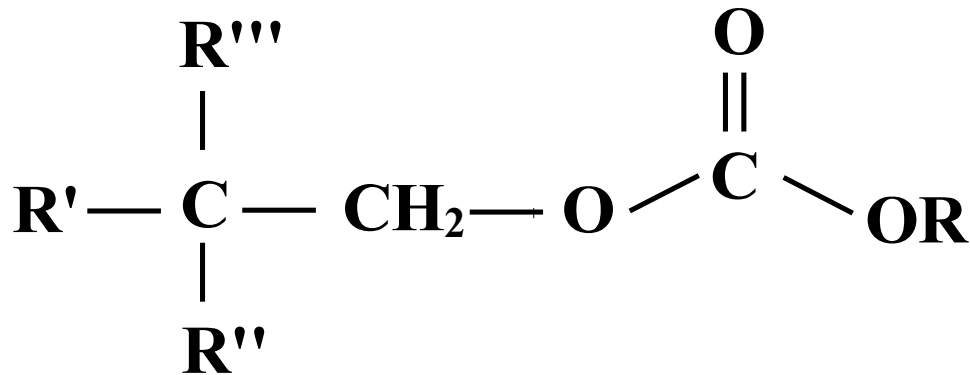
Trimallitate

**R = C<sub>8</sub> – C<sub>18</sub> thẳng hoặc nhánh**

# So sánh dầu khoáng và ester aromatique

	Unité	Huile minérale	Phthalate	Trimellitate
Visco 40°C	mm <sup>2</sup> /s	6.2	5.6	7.1
Visco 100°C	mm <sup>2</sup> /s	42.7	40	46
VI		97	69	116
Pt Éclair	°C	215	242	270
Pt Ecoulement	°C	-15	-42	-50
Volatilité ASTM 6h à 200°C	%pds	12.8	8.1	0.9
Stabilité d'oxydation		Médiocre	Bien	Excellent

# Ester de polyols



**R = C<sub>14</sub> – C<sub>17</sub> thẳng  
hoặc nhánh**

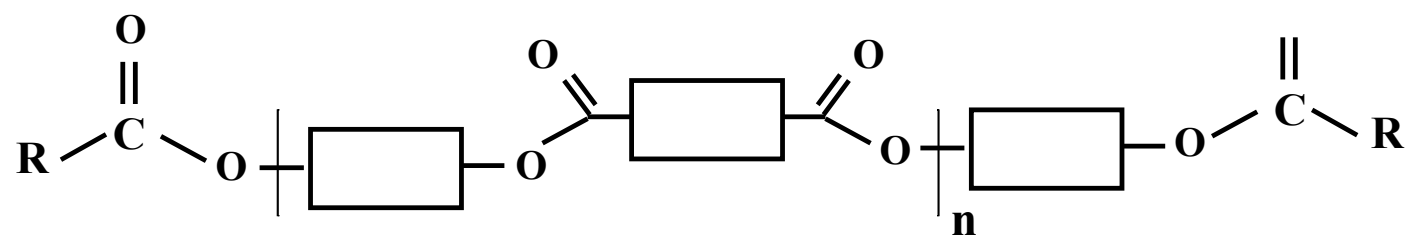
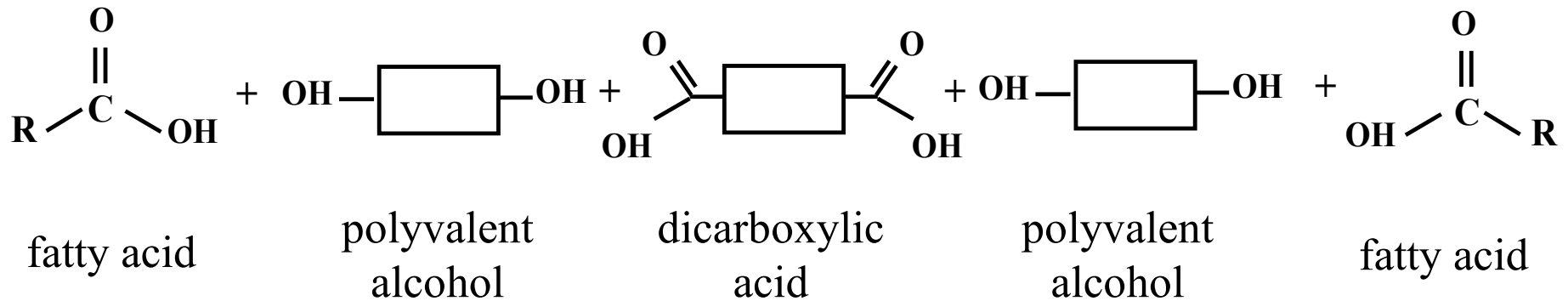
- PE: Pentaerythriol ; R' = R'' = R''' = R-CH<sub>2</sub>OCO-
- TMP: Trimethylol propane ; R' = R'' = R-CH<sub>2</sub>OCO-  
R''' = Et
- NPG: Neopentyl glycol; R' = R-CH<sub>2</sub>OCO- , R'' = R''' = Me

# Ester de polyols

	Unité	TMP C7	TMP C9	PE C6
Visco 40°C	mm <sup>2</sup> /	12.8	20.7	18.7
Visco 100°C	<sup>S</sup> mm <sup>2</sup> /	3.3	4.55	4.35
VI	<sup>S</sup>	130	138	147
Pt Eclair	°C		258	
Pt Ecoulement	°C	<-60	-51	-40
Volatilité ASTM 6h à 200°C	%pds		4.8	

# Phức ester

## • Sản xuất



**Complex Polyester**

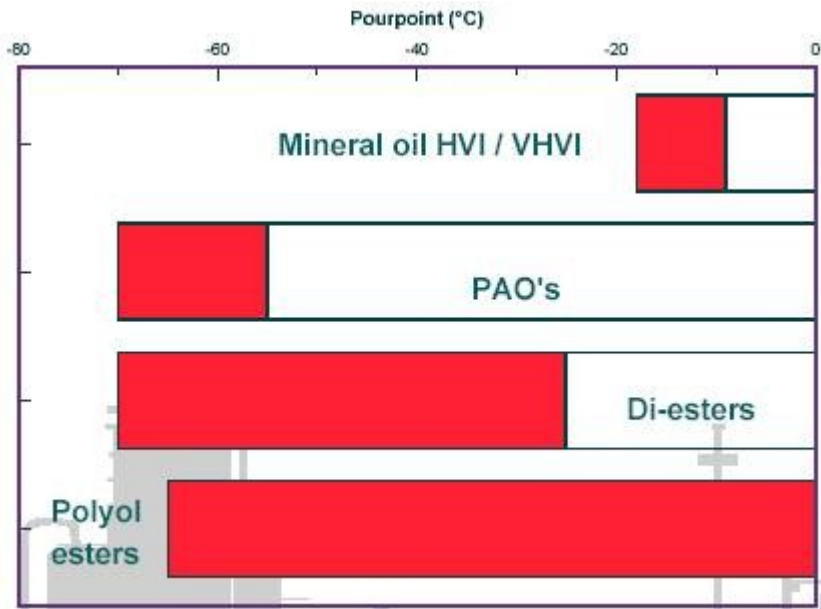


# So sánh dầu khoáng và dầu ester

Properties	Min. oil HVI	min. oil VHVI	PAO	Di-ester	Polyol ester
High temp.	+	++	+++	++++	+++++
Low temp.	+	+	++++	++++	+++
Visc./ temp.	+	++	+++	+++++	++++
Volatility	+	++	+++	++++	+++++
Biodegradation	+	++	++	++++	++++
(Eco) toxicity	+	++	+++	+++	+++
Lubricity	++	++	+	++++	++++
Range	++	+	+	++++	++++
<b>Price</b>	<b>+++++</b>	<b>++++</b>	<b>+++</b>	<b>++</b>	<b>++/+</b>

(source **UNIQEMA**)

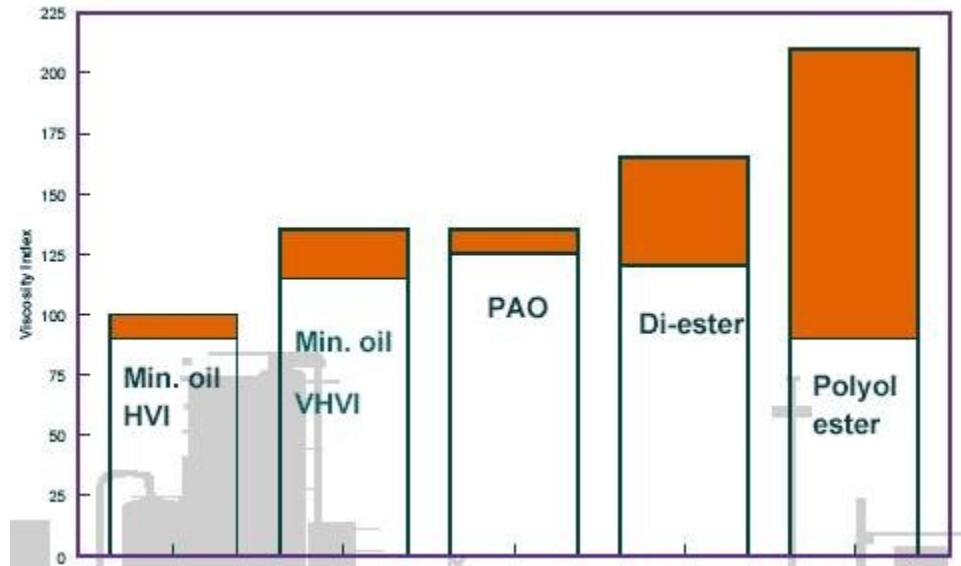
# So sánh dầu khoáng và dầu ester



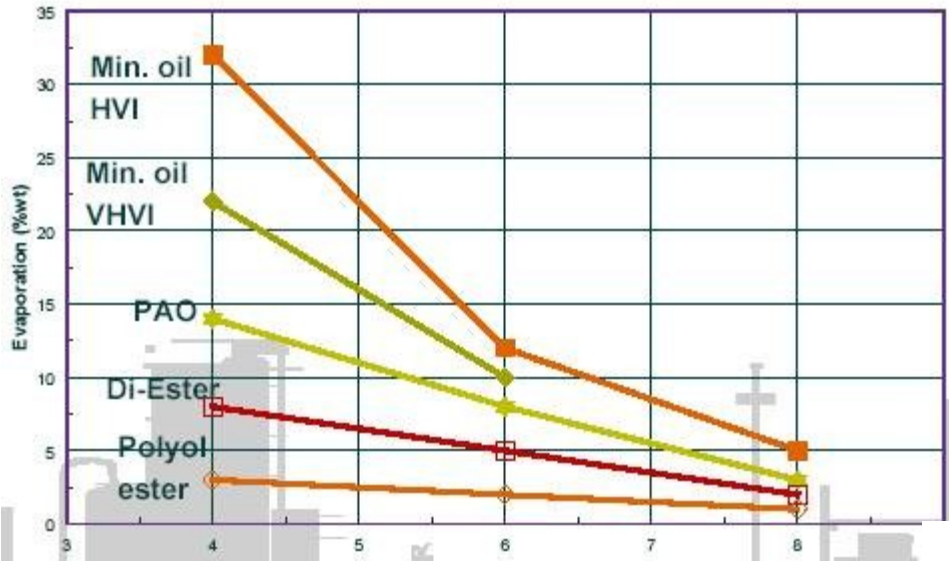
Tính chất ở nhiệt độ thấp

(source UNIQEMA)

Chỉ số độ nhớt

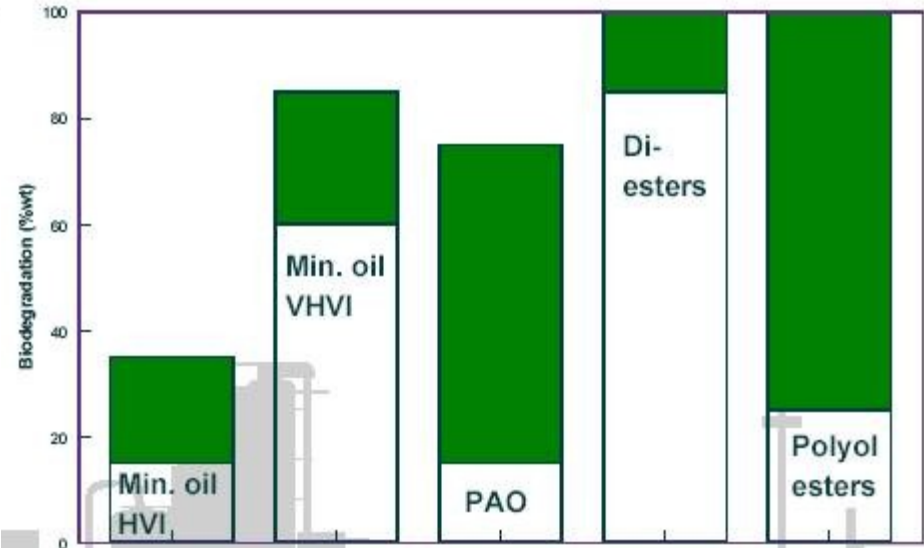


# So sánh dầu khoáng và dầu ester



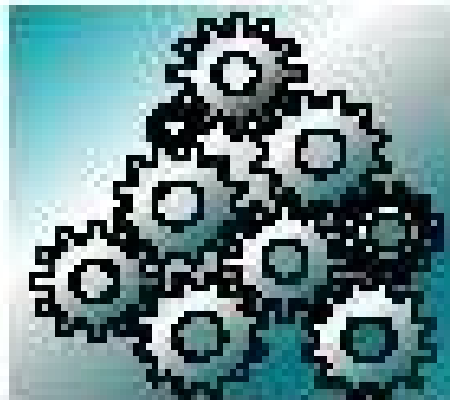
Độ bay hơi

Khả năng phân hủy sinh học



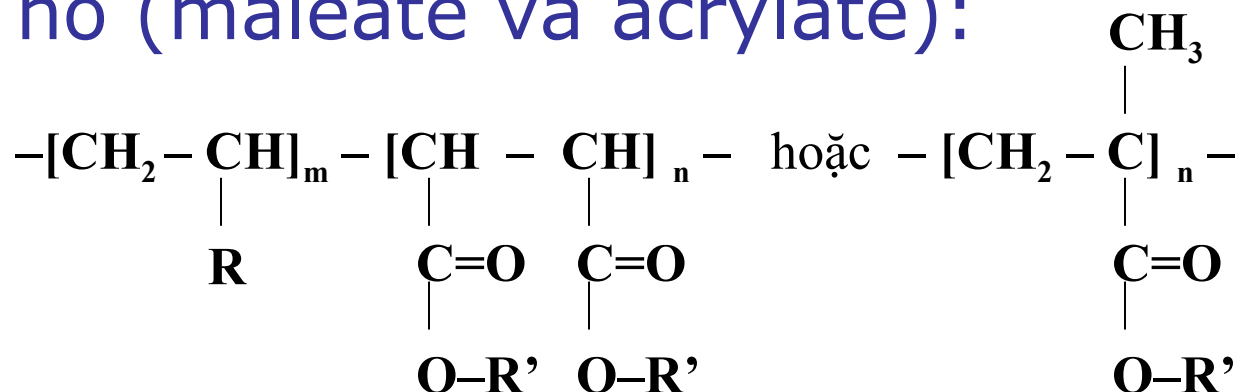
# Ester polymère hay Polyester

- Là sản phẩm của quá trình co-oligome hóa  $\alpha$ -olefin và ester



- **Sản xuất:**

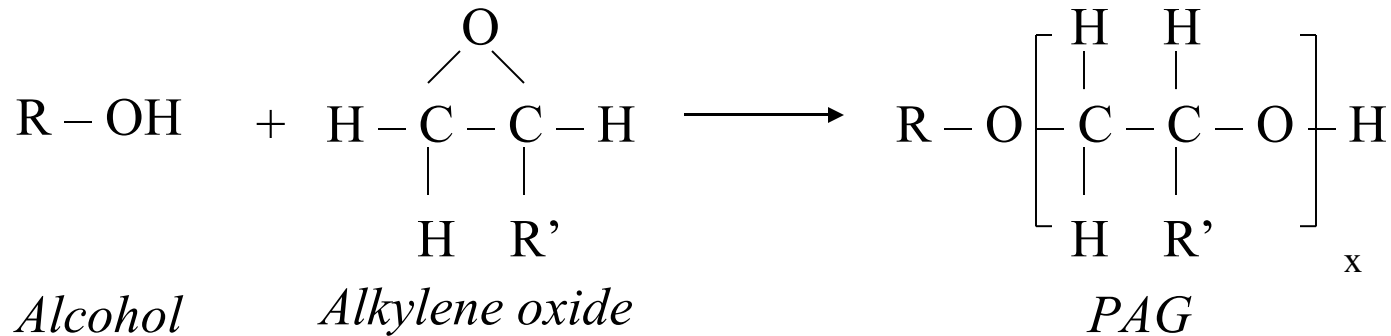
- co-oligome hóa  $\alpha$ -olefin và ester không no (maléate và acrylate):



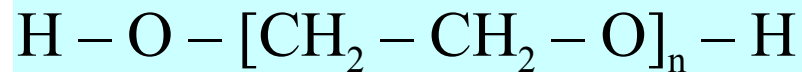
# Ester polymère hay Polyester

	<b>Unité</b>	<b>Ketjenlube 115</b>	<b>Ketjenlube 135</b>	<b>Ketjenlube 1300</b>	<b>Viscobase 11-570</b>	<b>Viscobase 11-570</b>
Visco 40°C	mm <sup>2</sup> /s	137	357	4200	2500	9000
Visco 100°C	mm <sup>2</sup> /s	17	35	260	150	450
VI		135	141	195	160	200
Pt Eclair	°C	259	255	245	210	210
Pt Ecoulement	°C	-28	-32	-20	-21	-18
Volatilité Noack	%pds	4	3	2	4.7	5.1

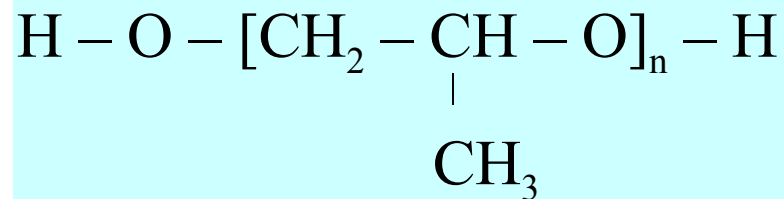
# Polyalkylènesglycol (PAG)



- **Polyéthylène glycol (PEG)**



- **Polypropylène glycol (PPG)**

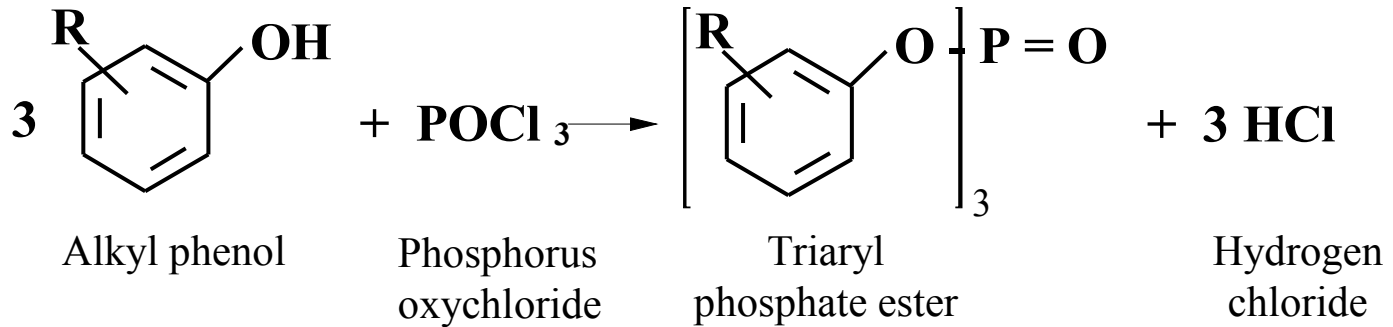
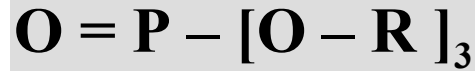


# Polyalkylènesglycol (PAG)

	Unité	PAG 25%Prop Ox	PAG 50%Prop Ox	PPG 100%Prop Ox	PPG 100%Prop Ox	PPG Ox But
solubilité eau		S	S	I	I	I
solubilité h-c		I	I	I	I	S
initiateur		butanol	butanol	butanol	di alcool	monoalcoo I
Visco 40°C	mm <sup>2</sup> /s	325	139	137	143	28
Visco 100°C	mm <sup>2</sup> /s	59	27	23	23	6
VI		251	230	199	191	165
Pt Eclair	°C	244	240	236	236	198
Pt Ecoulement	°C	-3	-32	-34	-29	-41
Masse moléculaire		3100	1900	1750	2000	650

# Ester phosphate

- Công thức:**



- Đặc tính:**

-phụ thuộc cấu trúc h-c (aryl / alkyl)

	Unité	Phosphate d'éthyl-2 hexyle	Phosphate de n-octyle	Phosphate de n-décyle	Phosphate de tricrésyle
Visco 40°C	mm <sup>2</sup> /s	7.5	8.2	12.4	31.0
Visco 100°C	mm <sup>2</sup> /s	2.2	2.58	3.43	4.31
VI		94	161	163	-30
Pt Ecoulement	°C	-54	-34	-7	-26



# Dầu gốc Silic tổng hợp

## • Cấu trúc hóa học:

- silane :  $\mathbf{R_4 - Si}$  ; *liên kết Si - C*
- silicone (siloxane):  $\mathbf{R_3 - Si - O - Si - R_3}$  ; *liên kết Si-C và Si-O*
- silicate :  $\mathbf{Si - [O - R]_4}$  ; *liên kết Si - O*
- disiloxane:  $\mathbf{[R - O]_3 - Si - O - Si - [O - R]_3}$  ; *liên kết Si - O*

## • Tính chất:

- VI rất cao
- Điểm chảy rất thấp
- **Tính bền nhiệt rất tốt**
- Tính kháng oxy hóa tốt
- khả năng cháy yếu
- **khả năng bôi trơn thấp**

## • Ứng dụng:

- máy móc nhỏ, đồng hồ



# So sánh **giá** các loại dầu gốc

	Indice
minérale raffinée solvant	1
minérale hydrotraitée	1
hydrocraquée / hydroisomérisée VI 120 – 130	2.5 – 3.5
hydroisomérisée VI 140+	4 – 5
polybutène	2.5 – 3
poly $\alpha$ -oléfine PAO	3.5 – 8
polyalkylbenzène	2 – 2.5
ester de diacide	5 – 6
ester de polyol	7 – 10
PAG	4 – 5
Ester phosphorique	4.5 – 6
silicone	10 – 15
spéciale	350 - 1000

# Phân loại dầu gốc theo API - ATIEL

	teneur en saturés	teneur en soufre	VI	Exemple
Gp I minérales	< 90%	> 0.03%	$80 \leq VI \leq 120$	bases minérales
Gp II hydrocraquées VI < 120	$\geq 90\%$	$\leq 0.03\%$	$80 \leq VI \leq 120$	Shell Sangyong, Sinopec ...
Gp III hydroisomérisées VI = 120 ÷ 140	$\geq 90\%$	$\leq 0.03\%$	$\geq 120$	<b>NESTE, DEA, TOTAL, BP, P. Canada, Yukong, SHELL (XHVI)</b>
Gp IV	PAO			
Gp V	autres bases non inclusés dans Gp I à IV			<b>ester, alkylbenzènes ...</b>

# Chương V: Phụ gia

# Phụ gia cho dầu bôi trơn

- **Định nghĩa:** *Phụ gia là những hợp chất hữu cơ, cơ kim hay vô cơ, thậm chí là các nguyên tố, được thêm vào các chất bôi trơn nhằm nâng cao hay mang lại cho chất bôi trơn những tính chất như mong muốn*



# Các loại phụ gia

- 1) phụ gia chống đông (PPD)
- 2) phụ gia tăng chỉ số độ nhớt (AVI, AM, VII)
- 3) phụ gia tẩy rửa và phụ gia phân tán
- 4) chất ức chế mài mòn và phụ gia cực áp (EP)
- 5) chất ức chế oxy hóa
- 6) chất ức chế ăn mòn và chất ức chế gỉ
- 7) phụ gia khử nhũ
- 8) phụ gia chống tạo bọt

# Yêu cầu chung cho phụ gia

- Dễ hòa tan trong dầu và không phản ứng với dầu*
- Không hoặc ít tan trong nước*
- Không ảnh hưởng đến tác dụng nhũ hóa của dầu*
- Không bị phân hủy bởi nước và kim loại*
- Không gây ăn mòn kim loại*
- Không bị bốc hơi ở nhiệt độ làm việc*
- Không làm tăng tính hút ẩm của dầu*
- Hoạt tính có thể kiểm tra được*
- Không hoặc ít độc, rẻ tiền, dễ kiếm*

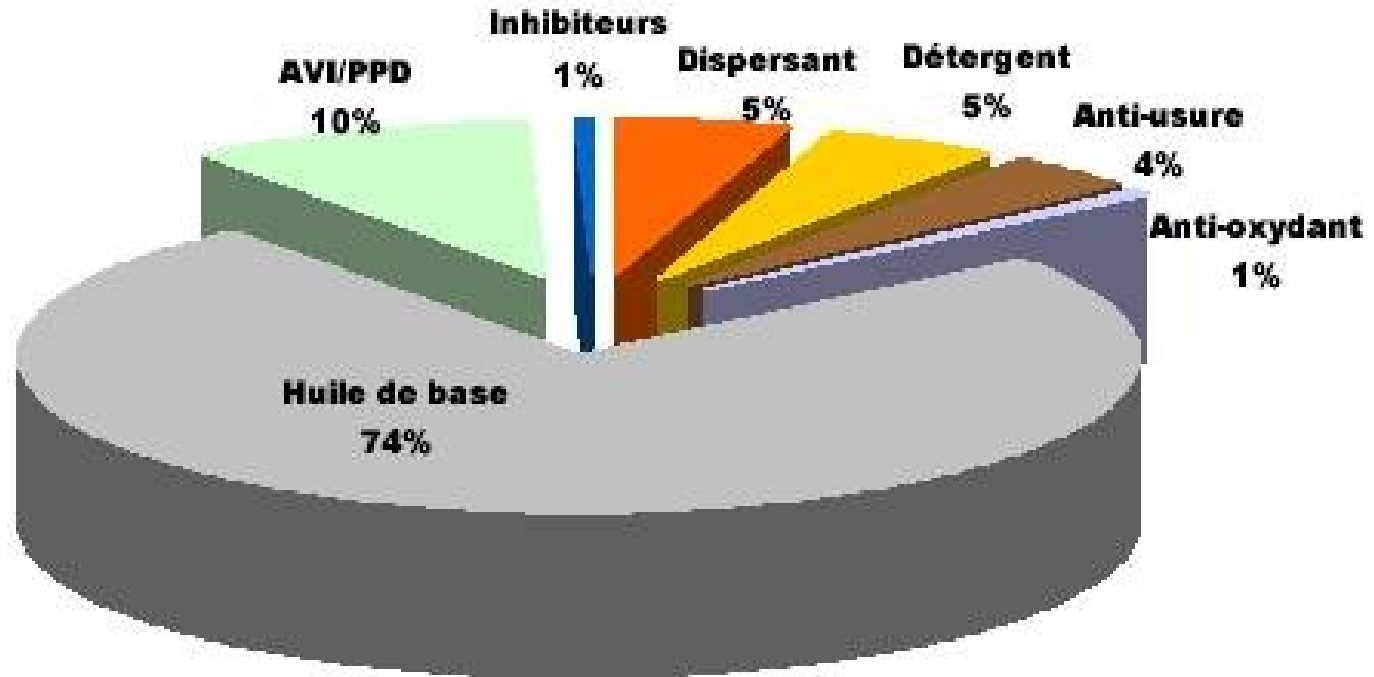
# Thành phần dầu thương phẩm

- Dầu động cơ đa cấp (ex: 10W40)
  - HDB I 54%
  - HDB II, III 20%
  - AVI 9,7%
  - Phụ gia chống đông 0,3%
  - Phụ gia gói 16%
- Dầu tàu thủy
  - BSS 90%
  - Phụ gia tẩy rửa 10%
- Dầu công nghiệp
  - HDB 98,5%
  - Phụ gia chống đông 0,3%
  - Phụ gia gói 1,2%

(chủ yếu phụ gia chống oxy hóa, chống ăn mòn, chống tạo bọt)

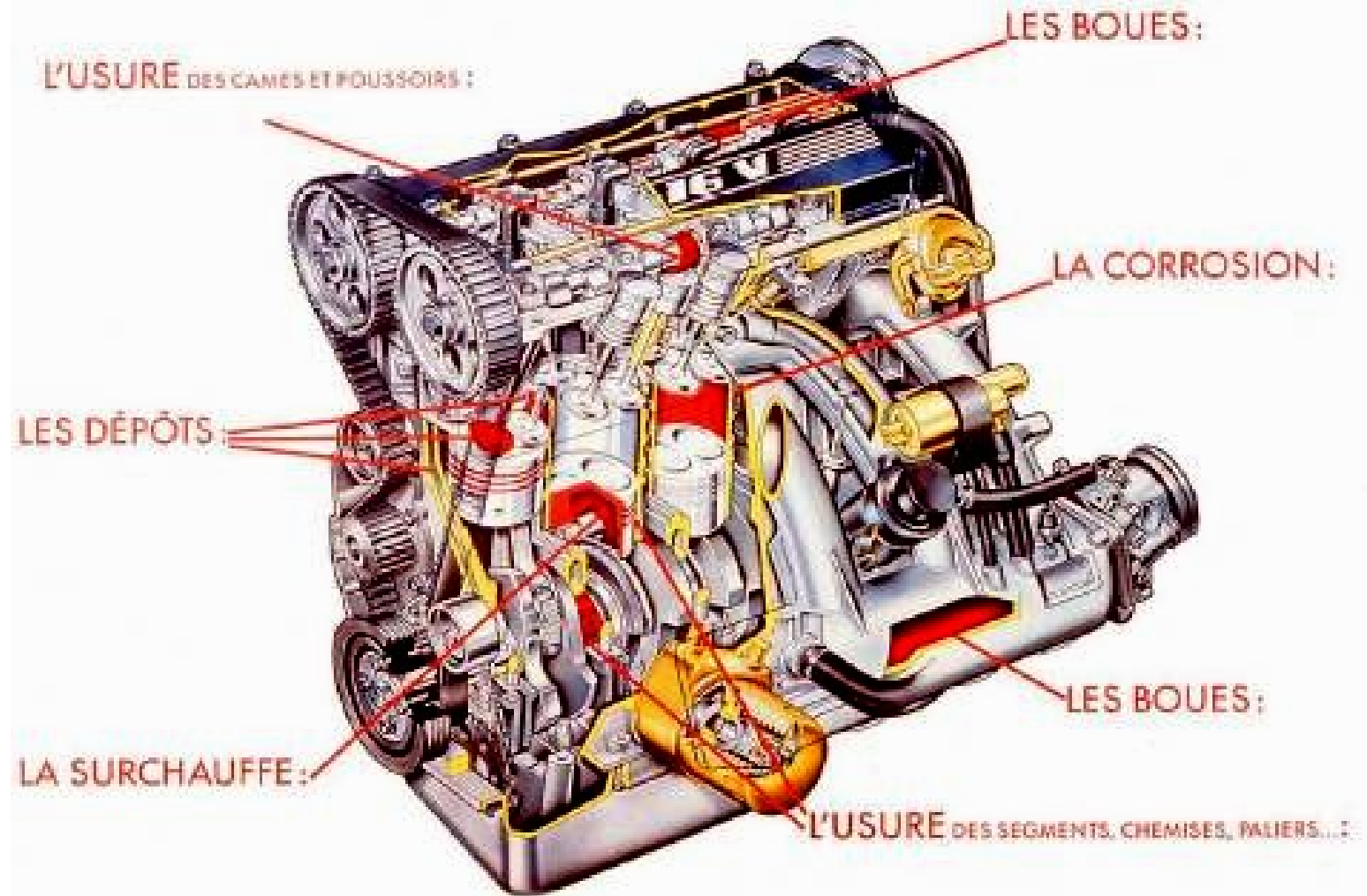


# Thành phần của dầu động cơ



Dầu 10W40

# Yêu cầu đối với dầu động cơ



# Phụ gia cho dầu bôi trơn

## **5.1. Phụ gia chống đông**

Additif anti – congelant

Abaisseur de point d'écoulement

Pour point depressant PPD

# Tại sao cần Phụ gia chống đông?

- Thành phần của dầu khoáng:
  - *Carbone aromatique*: 5 ÷ 10%
  - *Carbone naphտénique*: 20 ÷ 30%
  - *Carbone paraffinique*: 60 ÷ 70%
- Đặc trưng của paraffine:

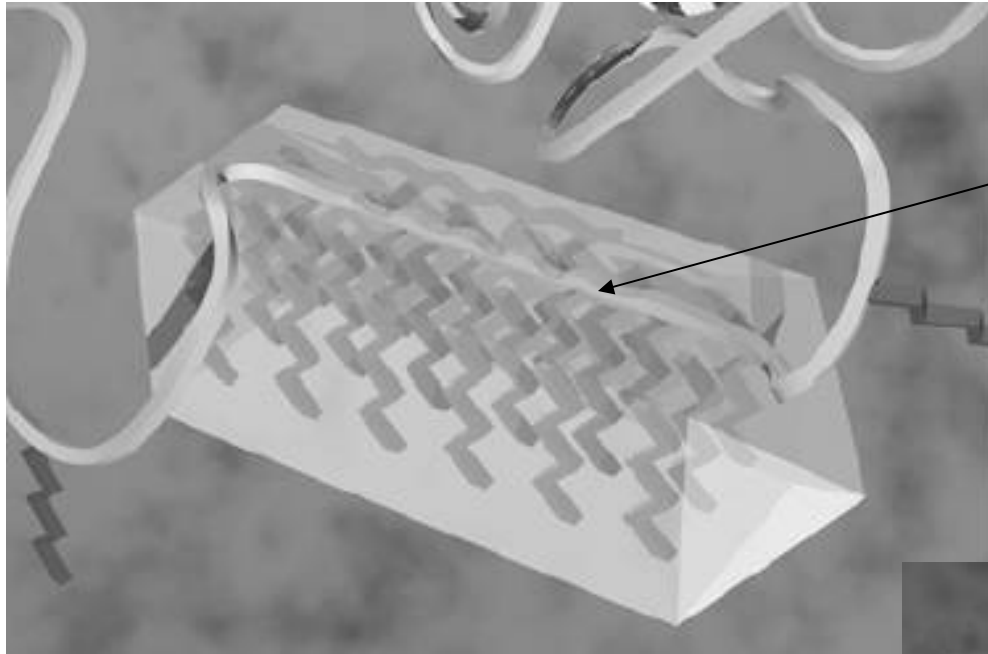
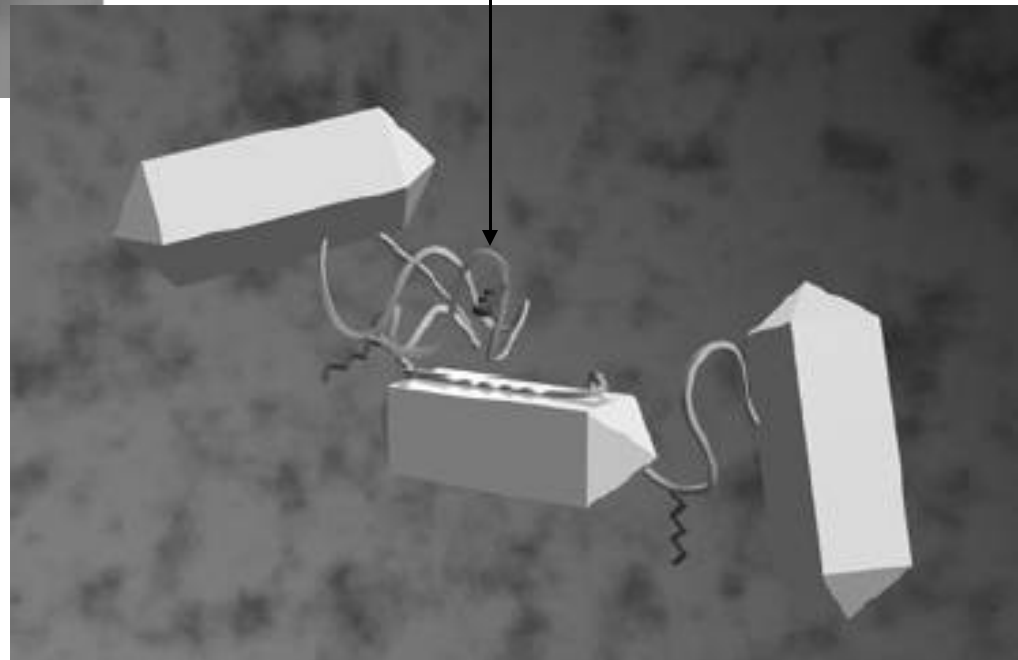


# Chức năng của PPD

PPD

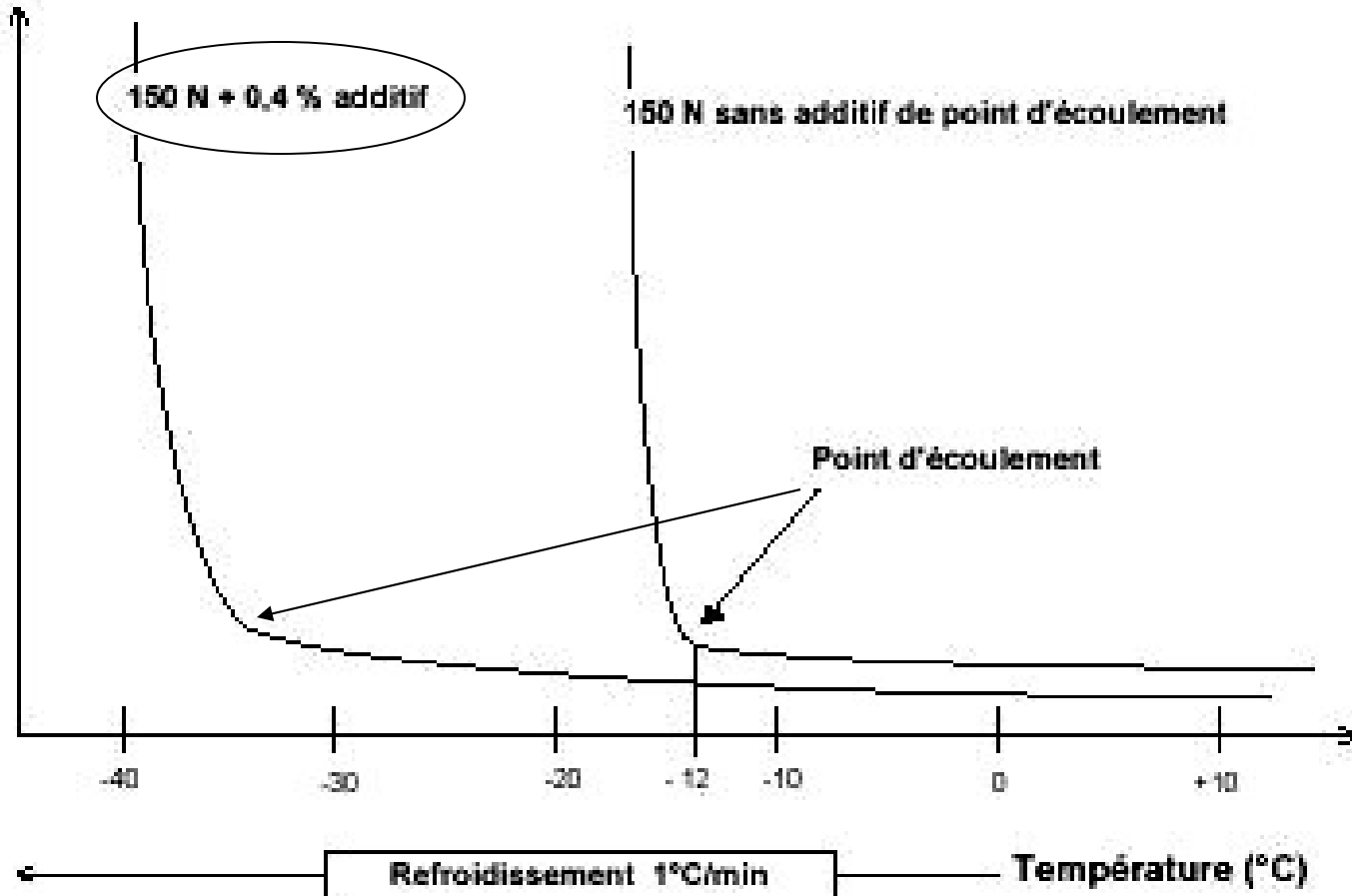
b) Ngăn cản **sự kết tụ** của các tinh thể

a) Giới hạn **sự gia tăng kích thước** của các tinh thể

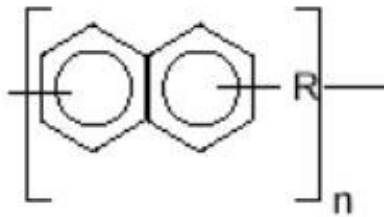


# Ứng suất trượt = f(nhiệt độ)

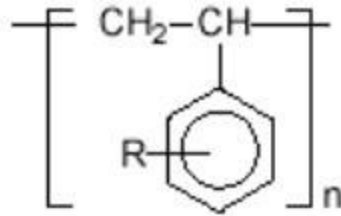
Contrainte (Pa)



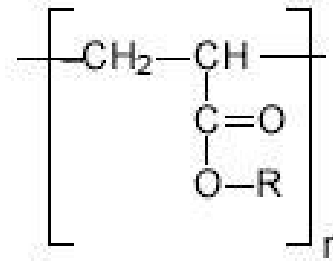
# Một vài PPD



Polyalkylnaphthalènes  
(R : C<sub>14</sub> à C<sub>24</sub>)

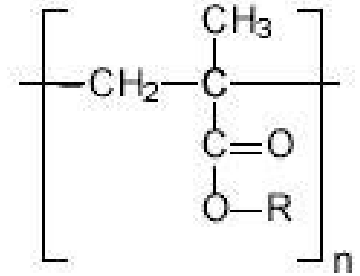


Polystyrène alkylé



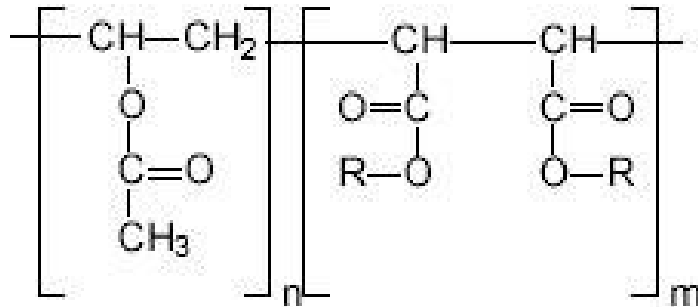
Polyacrylate

et

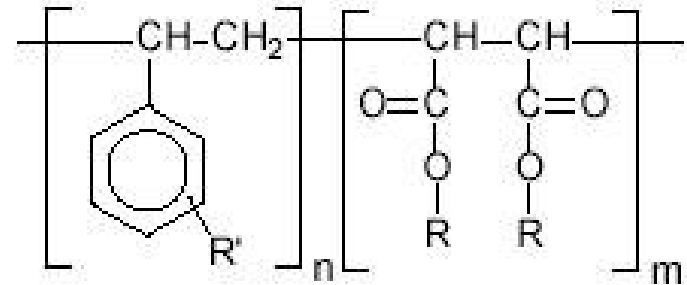


Polyméthacrylate d'alkyle

(R : C<sub>12</sub> à C<sub>24</sub>)



Copolymère acétate de vinyle - fumarate d'alkyle



Copolymères styrène-maléate d'alkyle

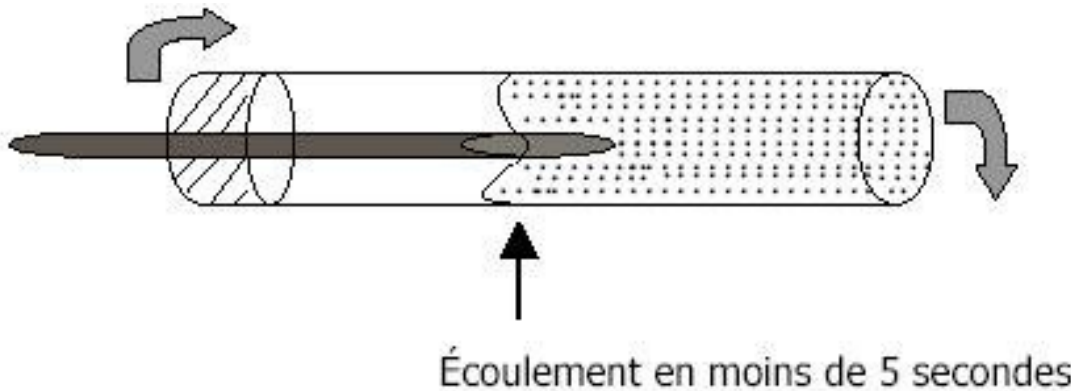
# Ảnh hưởng của PPD đến khả năng hoạt động ở nhiệt độ thấp của dầu

## 1. Điểm vẫn đục:



PPD không làm thay đổi điểm vẫn đục của dầu

## 1. Điểm chảy:



PPD làm giảm điểm chảy



# Điểm chảy = f(% PPD)

PPD (%pds)	Huile minéral 150NS	Huile hydrocraquée HC4	Huile hydroisomérisée HVI 5.2
0	-12°C	-24°C	-18°C
0.1	-20°C		-27°C
0.2	-33°C		-30°C
0.3	-36°C	-30°C	-33°C
0.4	-39°C		-30°C
0.5	-39°C	-30°C	-27°C

# Phụ gia cho dầu bôi trơn

## 5.2. Phụ gia cải thiện chỉ số độ nhớt

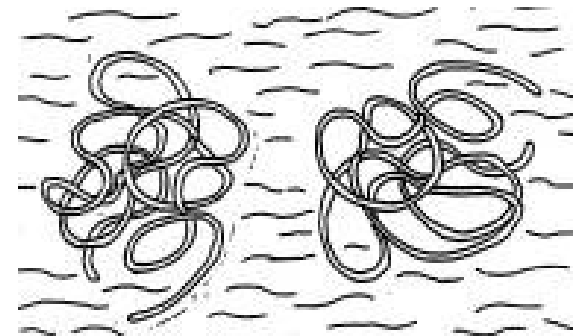
Modificateur d'Indice de viscosité

Viscosity Index Improver

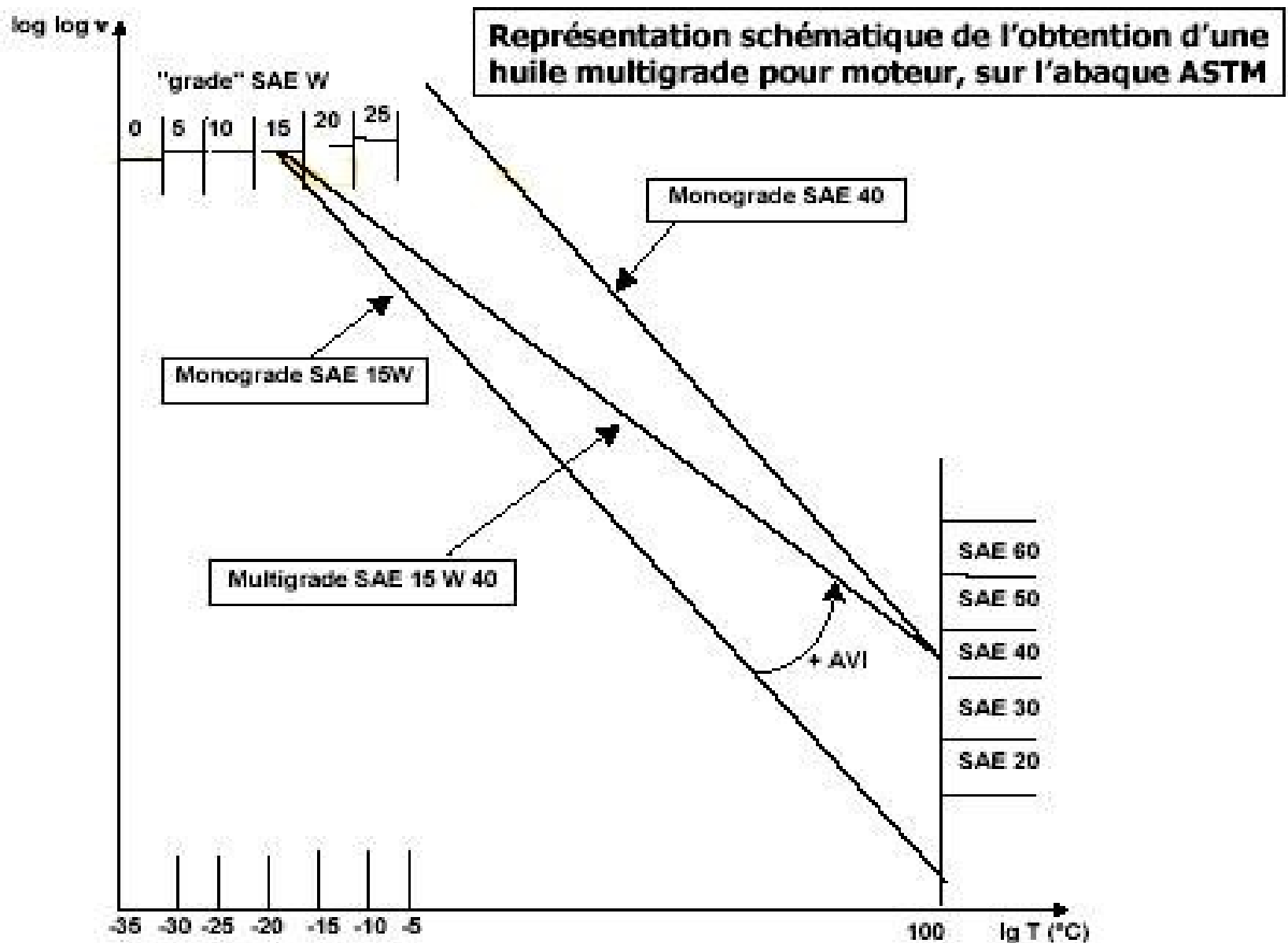
Améliorant d'Indice de viscosité

*Là các polyme (có trọng lượng phân tử lớn và mạch dài) tan được trong dầu có tác dụng làm giảm sự thay đổi độ nhớt của dầu theo nhiệt độ*

⇒ pelote polyme



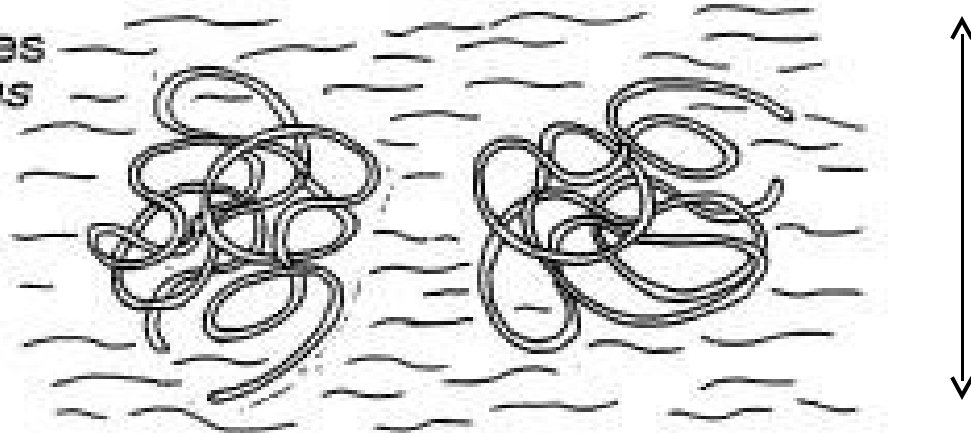
# Khả năng cải thiện chỉ số độ nhớt của AVI



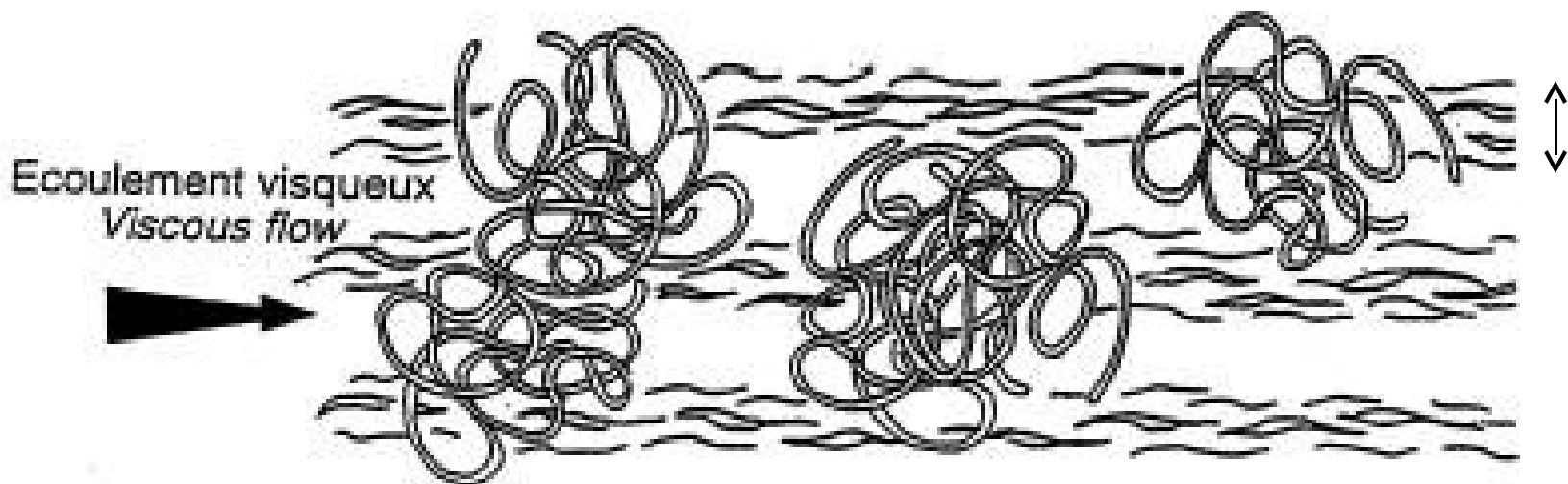
# Chức năng của AVI

- ở T thấp:

- Interactions élevées  
*Strong interactions*

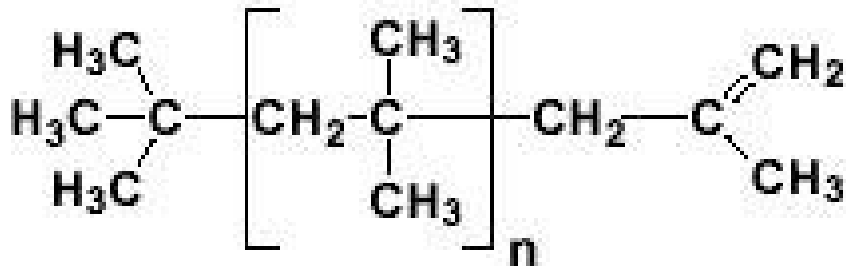


- ở T cao:

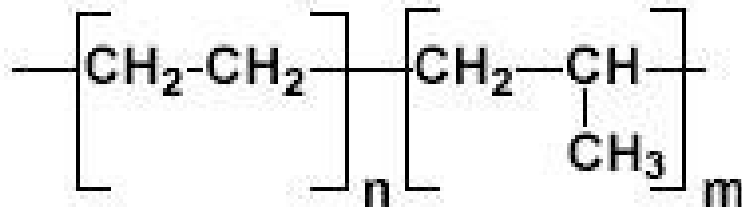


# Các loại AVI

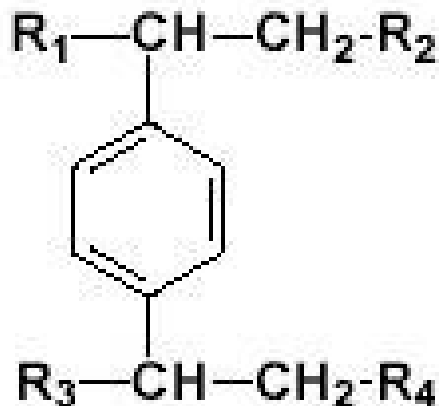
- Polymères hydrocarbonés (apolaires)



Polyisobutylènes (PIB)  
(n : degré de polymérisation)



Copolymères d'oléfines (OCP)  
(éthylène-propylène)

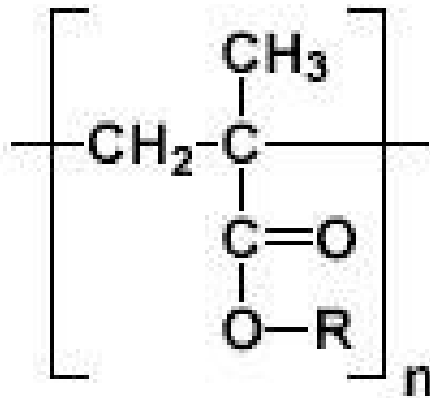


Copolymères "étoile"  
isoprène-styrène-divinylbenzène

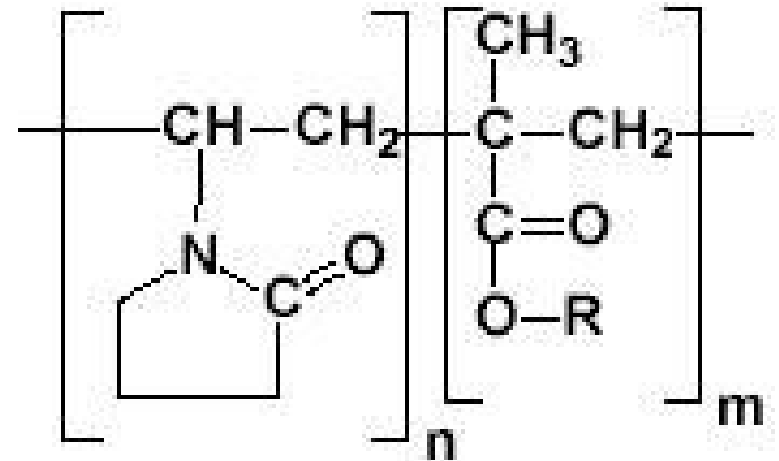
$\text{R}_1, \text{R}_2, \text{R}_3, \text{R}_4 =$   
Copolymères diène-styrène-diène hydrogénés

# Các loại AVI (tt)

- Polymères d'ester (polaires)



Alkylpolyméthacrylate  
(R = C<sub>1</sub>, C<sub>12</sub>, C<sub>18</sub>)



Polyméthacrylate dispersant  
à base de n-vinylpyrrolidone

# Các loại AVI (tt)

## 1. Polymère OCP – PMA:

- Polyme hóa méthacrylate trong dung dịch của copolyme olefine (ex: ethylène và propylène)
- Cho phép cải thiện hoạt tính của OCP ở nhiệt độ thấp
- Giảm giá thành so với PMA tinh khiết

## 2. Méthacrylate d'alkyle – styrène

- PMA – styrène

## • Méthacrylate d'alkyle – $\alpha$ -oléfine

- oligome hóa một PMA và một  $\alpha$ -olefine
- khả năng làm đặc nhỏ hơn các AVI khác

# Phụ gia cho dầu bôi trơn

## 5.3. Phụ gia tẩy rửa

### Phụ gia phân tán

Additif détergent

Additif dispersant

Là các cấu tử được sử dụng để ***tránh sự hình thành cặn trong động cơ xăng và động cơ diesel***



# Phụ gia tẩy rửa và phụ gia phân tán

- Nguồn gốc của cặn trong động cơ :
  - **Gazole và xăng**
  - **Lub**
- **Hậu quả:**
  - ăn mòn và mài mòn các chi tiết cơ khí  $\Rightarrow$  giảm độ bền
  - làm đặc dầu  $\Rightarrow$  giảm khả năng bôi trơn
  - đóng lớp bùn đen trong carter

# Phụ gia tẩy rửa và phụ gia phân tán

- **Vai trò:**

- tránh sự hình thành cặn: tác dụng anti - oxydant
- tẩy sạch vernis và cặn cacbon : tác dụng xả phòng
- giữ cho bồ hóng, cặn lưu trong dầu : tác dụng phân tán
- trung hòa các hợp chất axit sinh ra: tính bazơ của phụ gia

# Phụ gia tẩy rửa

- Đặc trưng:
  - là các hợp chất cơ kim có cực
  - tạo tro dưới dạng oxyt hay muối sulfat kim loại khi bị cháy
- Các kim loại thông dụng: Ca, Mg, K, Ba, Na
- Tồn tại 3 họ phụ gia tẩy rửa:
  - *Sulfonate*
  - *Phénate sulfurisée*
  - *Salicylate*

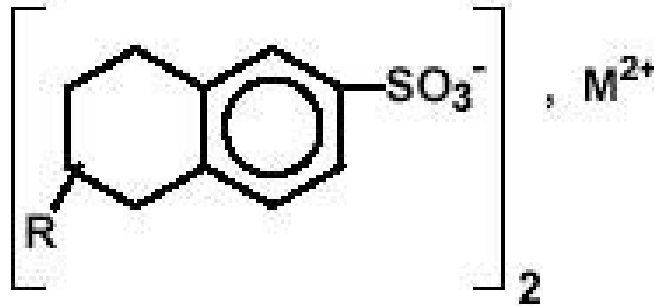
# Sulfonate

- **Sulfonate dầu mỏ:**

- thu được khi sulfo hóa phân đoạn dầu chưng cất giàu aromatique hoặc sản phẩm phụ của quá trình sản xuất dầu trắng



- sau đó trung hòa bằng một bazơ



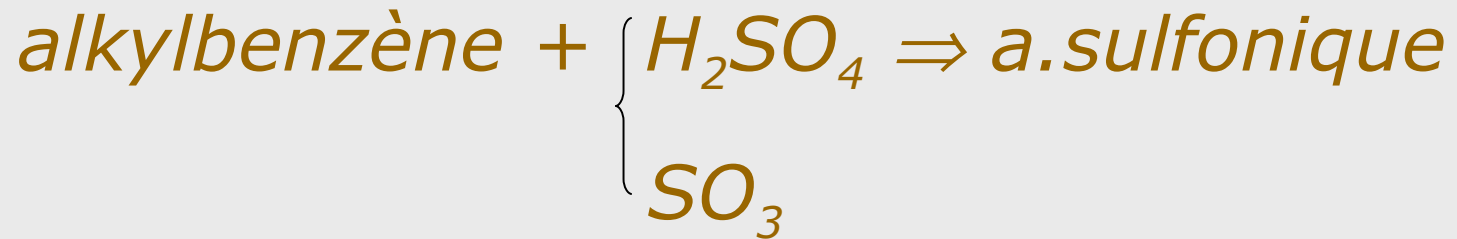
M = Ca, Mg, Ba

Sulfonate neutre

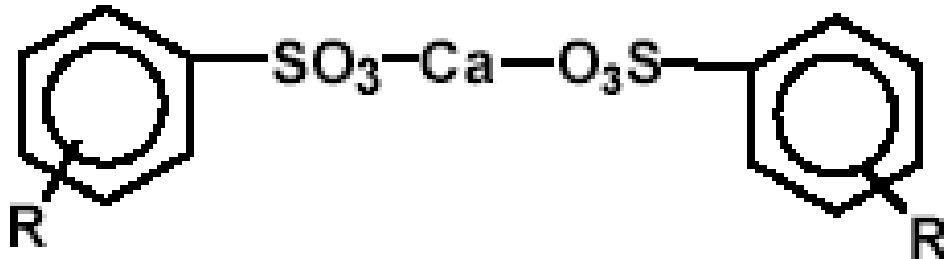
Sulfonate trung tính

# Sulfonate (tt)

- **Sulfonate tổng hợp:**  
+ sulfo hóa alkylbenzène



+ sau đó trung hòa bằng một bazơ



# Sulfonate

- **Sulfonate kiềm cao:**

- “quá kiềm” hóa (suralcalinisaton) sulfonate trung tính:

*sulfonate kim loại + hydroxyde kim loại + CO<sub>2</sub>  
xúc tác: methanol / Cấu tử mong muốn: CaCO<sub>3</sub>*

- tùy theo mức độ “quá kiềm”, thu được các sulfonate có tính kiềm khác nhau

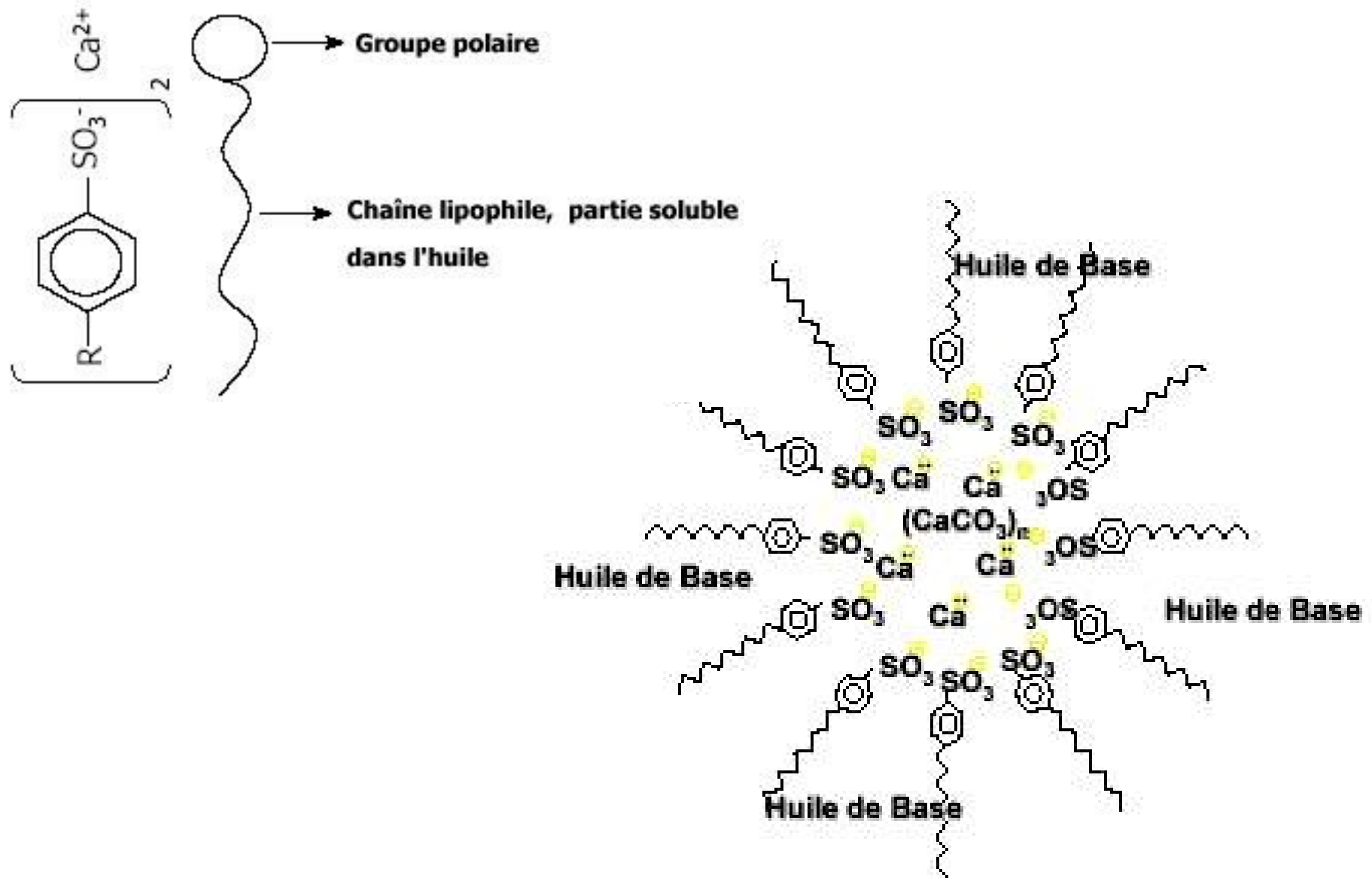
**LOB / MOB / HOB / HHOB**

- Đánh giá bằng chỉ số bazơ BN

- *LOB : BN = 20*

- *HHOB : BN = 400*

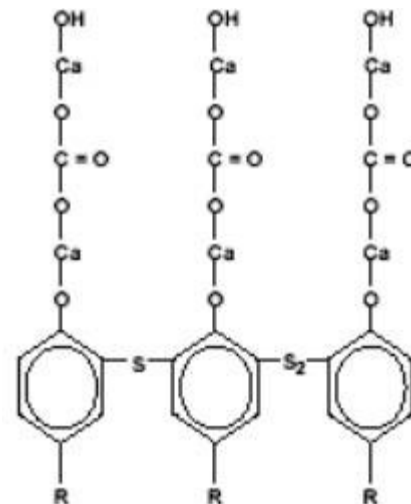
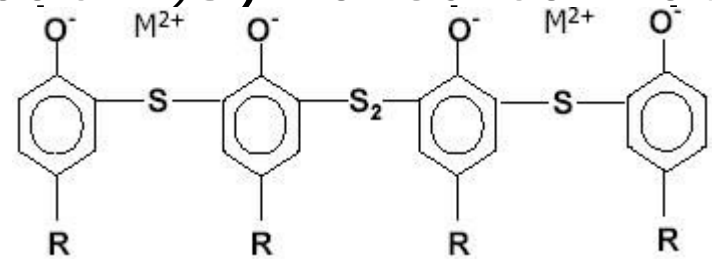
# Cấu trúc mixen của kiềm cao



# Phénate Sulfurisée

- **Tổng hợp:**

- Alkyl hóa phénol bởi 1 oléfine có nhánh  $C_{12}$  (tétramère của propylène)
- Sulfo hóa (bằng S lỏng hoặc  $H_2S$ ) với sự có mặt của ethylène glycol
- Trung hòa bằng 1 bazơ  $M(OH)_2$  ( $M = Ca, Mg$ )
- “Quá kiềm” hóa bằng phản ứng với  $Ca(OH)_2$  và  $CO_2$  với sự có mặt của alcohol (méthanol, éthyhexanol, décanol)



Châines polycarbonate



# Phénate Sulfurisée

- **Cơ chế hoạt động:**

- Liên kết S-S (cầu S) biểu hiện tính năng khác nhau khi nhiệt độ thay đổi:

- ở nhiệt độ rất cao: tác dụng chống oxy hóa



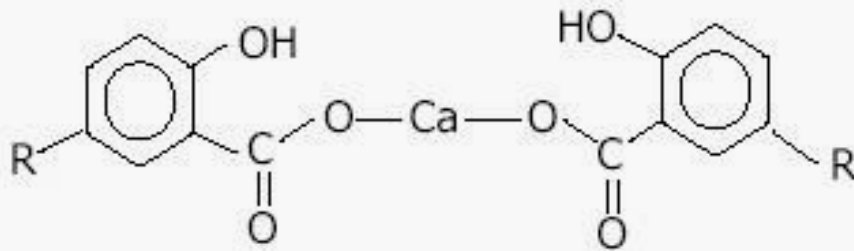
- ở nhiệt độ thấp hơn: tác dụng xà phòng

- Mạch polycarbonate rất kiềm, trung hòa các axit có mặt trong dầu

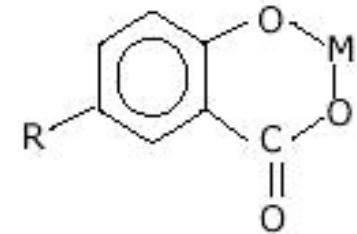
# Salicylate

- **Tổng hợp:**

- Alkyl hóa phenol bởi 1 oléfine thẳng  $C_9 \div C_{16}$
- Trung hòa bằng NaOH hoặc KOH
- Carboxyl hóa dưới áp suất  $CO_2$
- Trao đổi cation: phản ứng với  $CaCl_2$  hoặc  $MgCl_2$



Structure linéaire



Structure cyclique

- Qua kiềm hóa bằng phản ứng với  $Ca(OH)_2$  hoặc  $Mg(OH)_2$  và  $CO_2$
- ⇒  $CaCO_3$  và  $MgCO_3$  sẽ phân tán trong dung dịch salicylate

# Salicylate

- **Cơ chế hoạt động:**

- *Liên kết O-Ca-O bị cắt theo các cách khác nhau tùy thuộc vào nhiệt độ:*
  - Cắt homolithique: tác dụng chống oxy hóa
  - Cắt thông thường: tác dụng xà phòng
- *Mạch polycarbonate rất kiềm, trung hòa các axit có mặt trong dầu*

# Phụ gia tẩy rửa hỗn hợp

- Hỗn hợp của:
  - *Phénate sulfurisée và salicylate*
  - *Phénate sulfurisée và sulfonate*
- Mỗi hỗn hợp thể hiện tính chất của các hợp chất riêng lẻ

# Phụ gia phân tán

- Đặc trưng:
  - là các polyme hữu cơ
  - có chứa O hoặc N
  - không chứa kim loại

⇒ **phụ gia không tro**
- Tồn tại dưới 3 dạng:
  - alkényl succinimide
  - ester succinique
  - base de Mannich



Haut niveau  
de dispersion

Faible niveau  
de dispersion

# Alkényl succinimide

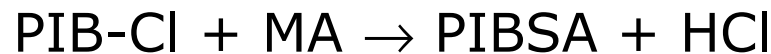
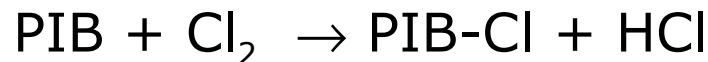
- Tổng hợp: qua 2 bước

1. Sản xuất anhydride polyisobutéryl succinique (PIBSA): bằng phản ứng giữa polyisobutène PIB và anhydride maléique MA. Có 2 cách sản xuất:

- bằng nhiệt:



- phản ứng với Clo:



- Lưu ý:

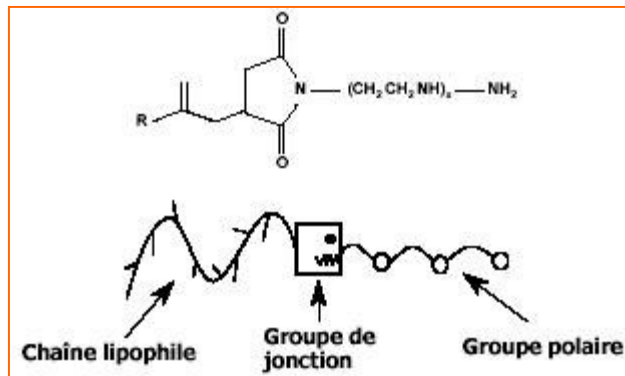
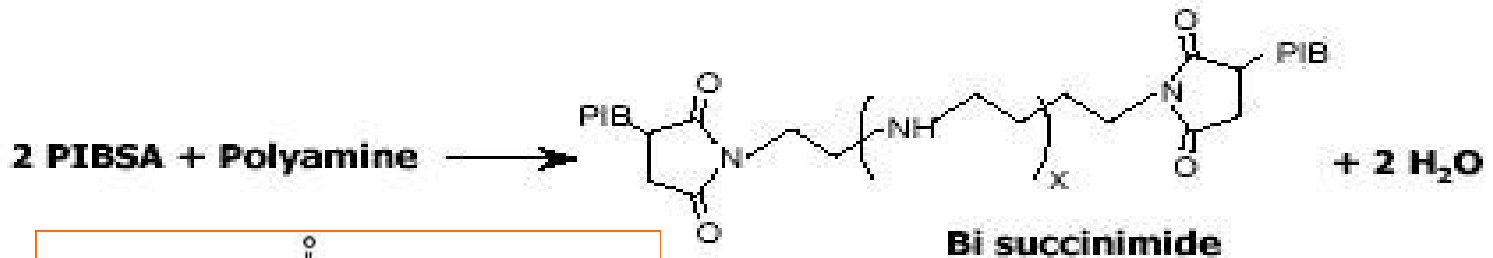
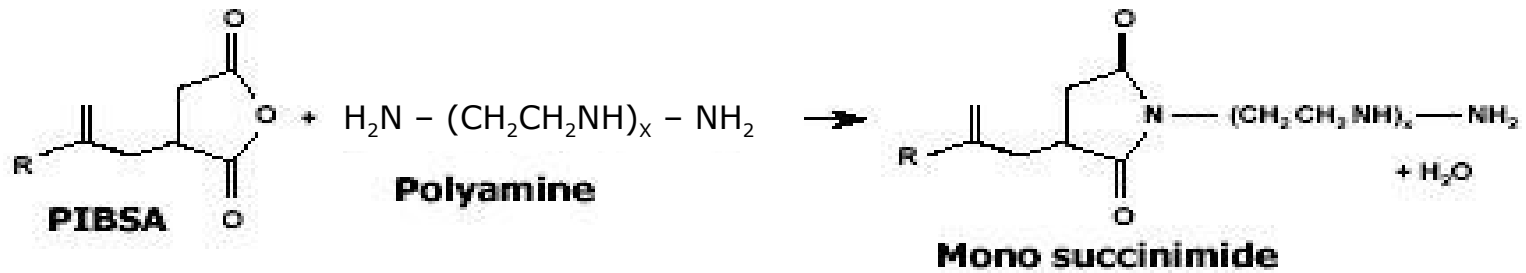
+ Các PIB có  $M = 500 \div 2300$

+ Với cách 2, thành phẩm succinimide cuối cùng có chứa  $500 \div 3000$  ppm Cl

# Alkényl succinimide

- Tổng hợp (tt):

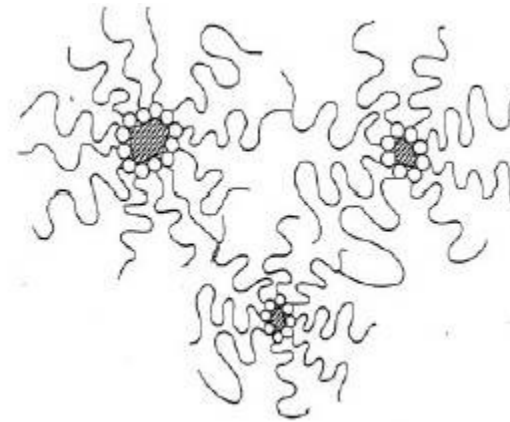
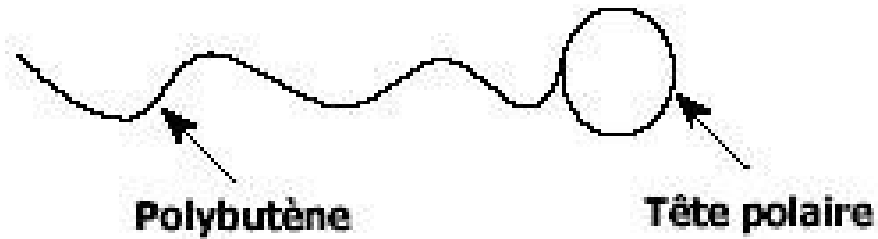
1. Trung hòa PIBSA bằng 1 polyamine tạo succinimide:



← Cấu trúc chung

# Alkényl succinimide

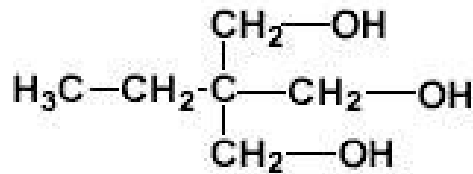
- **Cơ chế hoạt động:**



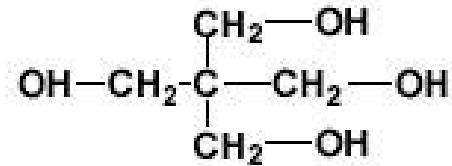


# Ester succinique

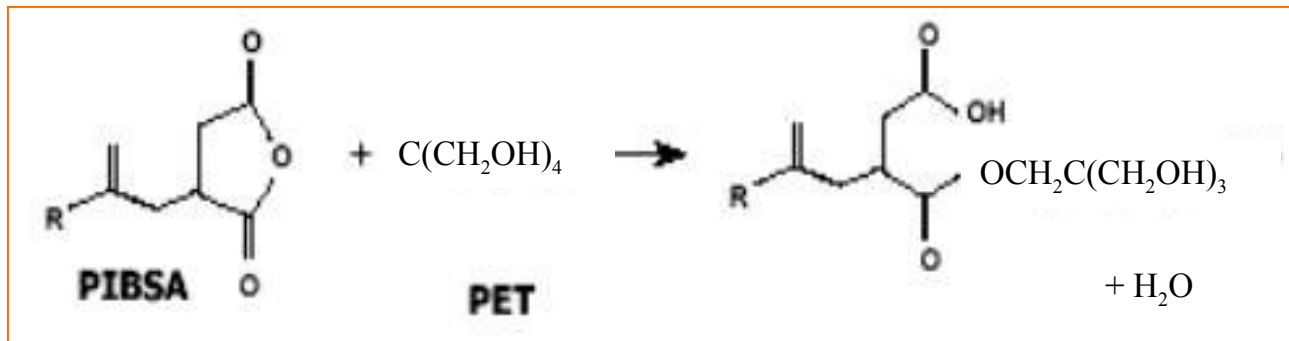
- Tổng hợp: qua 2 bước
  - tổng hợp PIBSA
  - phản ứng giữa PIBSA với polyol như triméthylol propane (TMP) hoặc penta érythrithol (PET)



Triméthylolpropane



Pentaérythrithol



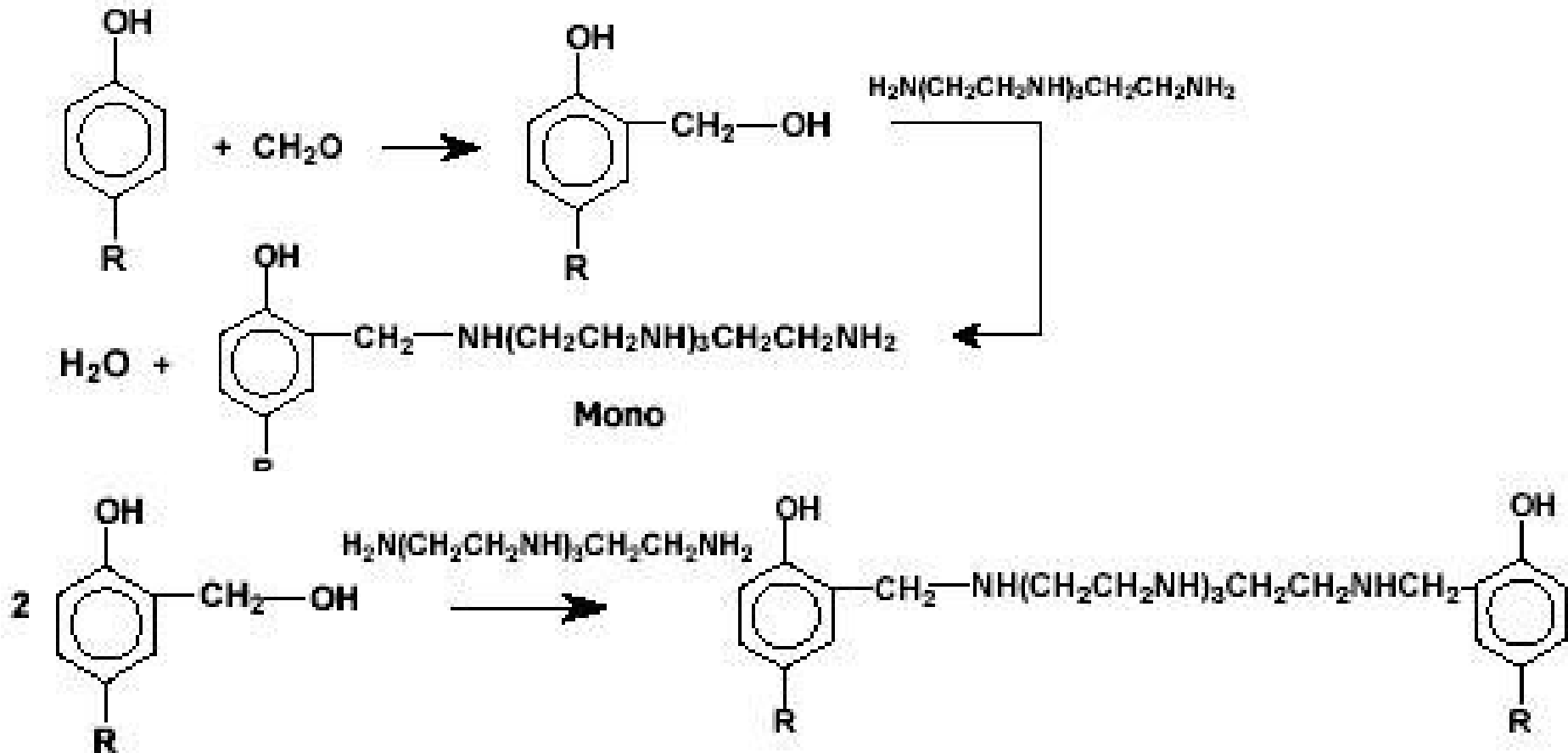
# Ester succinique

- Cơ chế hoạt động: như succinimide
  - Ưu nhược điểm:
    - kém bền nhiệt so với succinimide
    - không tấn công vật liệu Élastomère fluoré
    - khả năng phân tán kém hơn succinimide
- ⇒ được sử dụng hỗn hợp với succinimide

# Base de Mannich

- Tổng hợp:

- phản ứng giữa alkylphénol với polyéthylène amine, có mặt của formaldéhyde



# Base de Mannich

- Cơ chế hoạt động: như succinimide
  - Ưu nhược điểm:
    - là hợp chất có cực, khả năng phân tán cao
    - mức độ tấn công vật liệu Élastomère fluoré lớn
- ⇒ sử dụng trong những trường hợp không dùng Élastomère fluoré

# Phụ gia cho dầu bôi trơn

## 5.4. Phụ gia chống mài mòn

### Phụ gia cực áp

### Phụ gia biến tính ma sát

Anti - usure

Extrême pression

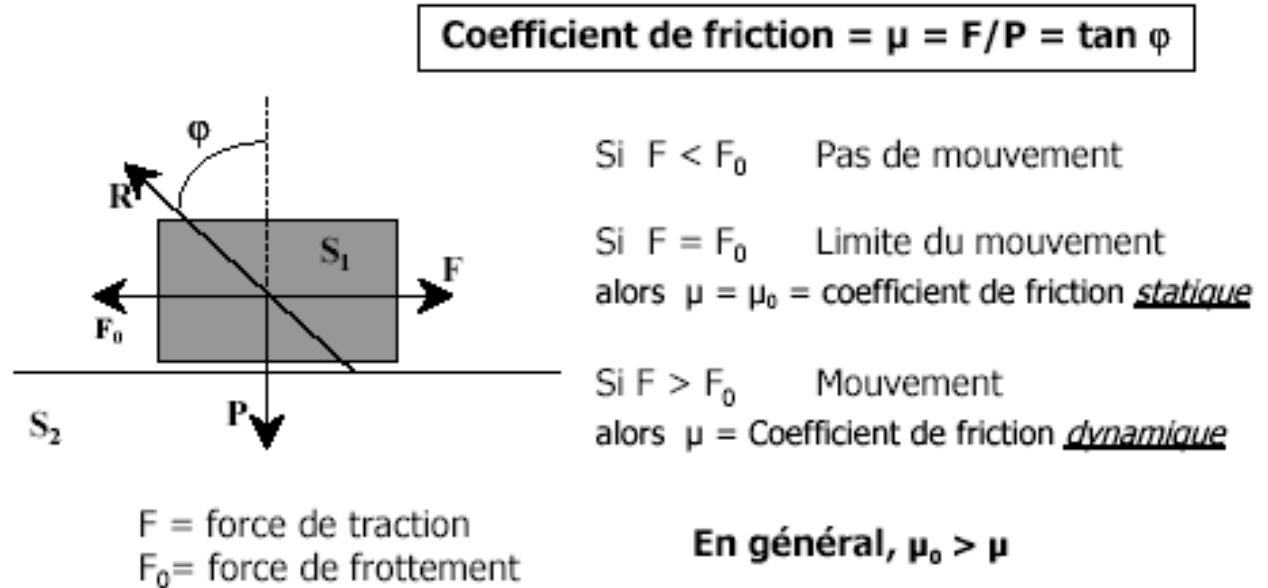
Modificateur de friction

# 4. Phụ gia tribologie

- **Vai trò của các phụ gia tribologie:**
  - *giảm mài mòn các chi tiết cơ khí do tiếp xúc: kéo dài thời gian làm việc của thiết bị*
  - *giảm ma sát: tiết kiệm năng lượng, nhiên liệu*
  - *biến tính ma sát: tối ưu hóa hoạt động của thiết bị (khi thay đổi vận tốc trong hộp, phanh dầu)*
- **Điều kiện sử dụng:**
  - **Anti-usure:** áp suất làm việc thấp, trung bình
  - **Extrême pression:** tải trọng lớn, áp lực cao
  - **Modificateur de friction:** không có mài mòn

# 1. Ma sát

## • Sự ma sát



## $\forall \mu$ và $\mu_0$ phụ thuộc vào:

- bản chất chi tiết rắn
- độ nhám bề mặt vật liệu rắn
- tải trọng (lực  $P$ )
- kiểu tiếp xúc: được bôi trơn hay không

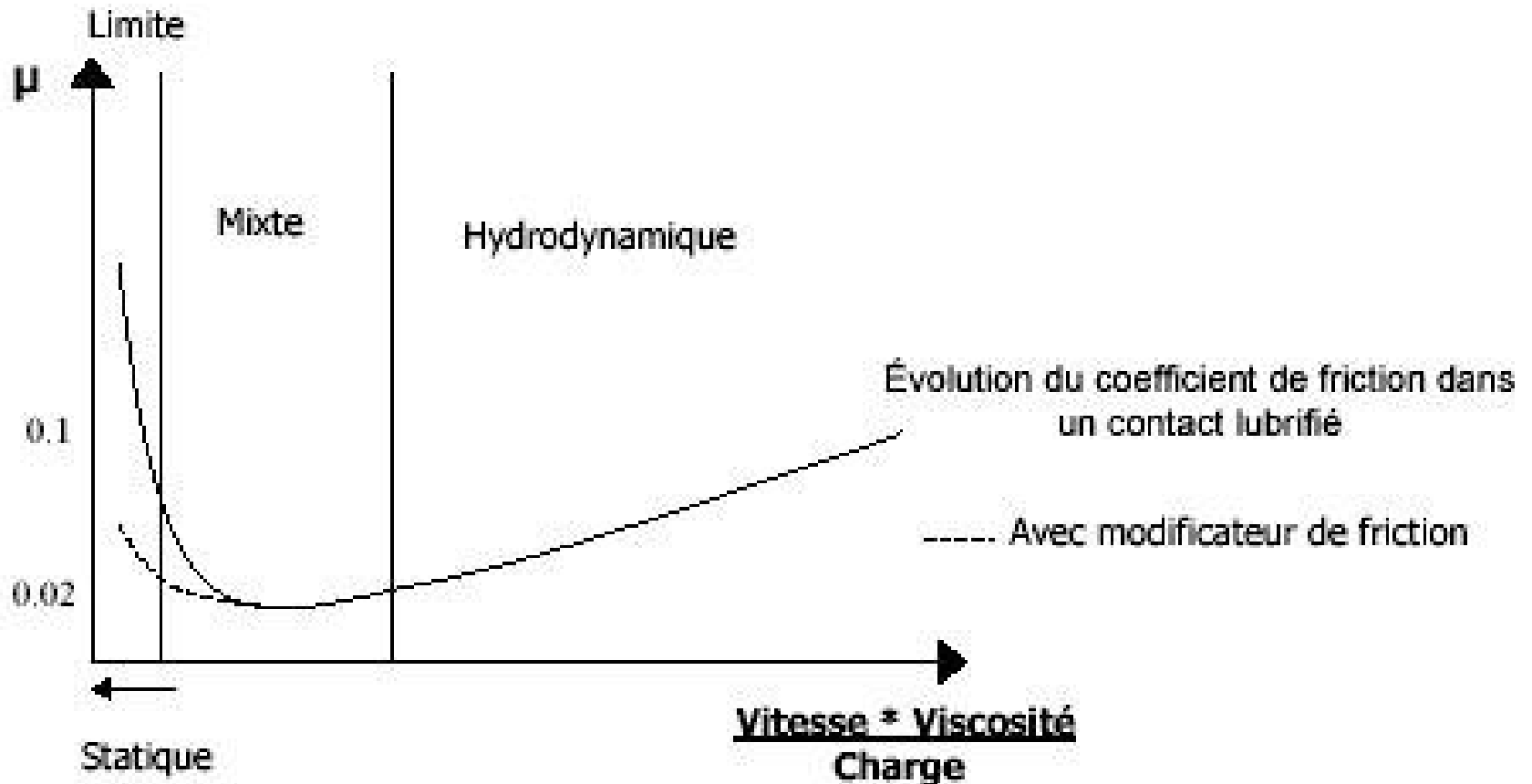
## • Trường hợp tiếp xúc có bôi trơn:

$$\mu = f[(\text{viscosité} \times \text{vitesse}) / \text{charge}]$$

# Ma sát

- Chế độ bôi trơn:

## Đường cong Stribeck





# Ma sát

- Hệ số ma sát phụ thuộc chế độ bôi trơn:
  - **contact acier/acier**

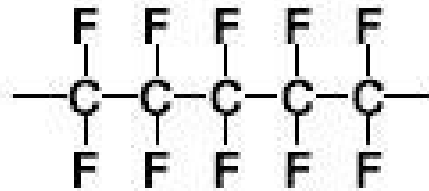
Régime	$\mu$	Usure	Apport du Lub
Hydrodynamiqu	0.01 à 0.05	Nulle à faible	Viscosité
Mixte	0.05 à 0.15	Faible à	Anti-usure
Limite	0.05 à 0.2	légère Legere	EP
Frottement sec	0.2 à 1.5	Légère à	Pas de lub

Matériaux	Lubrification	$\mu$	Commentaires
Acier / acier	Sèche	0.2 à 1.5	
Acier / acier	Limite	0.05 à 0.2	
Acier / bronze	Limite	0.1 à 0.16	
Mo / acier	Limite	0.8	Usure de l'acier
Papier / acier	Limite	0.11	Usure du papier

Nếu tiếp xúc được bôi trơn: hệ số ma sát giảm

# Cơ chế hoạt động của MF

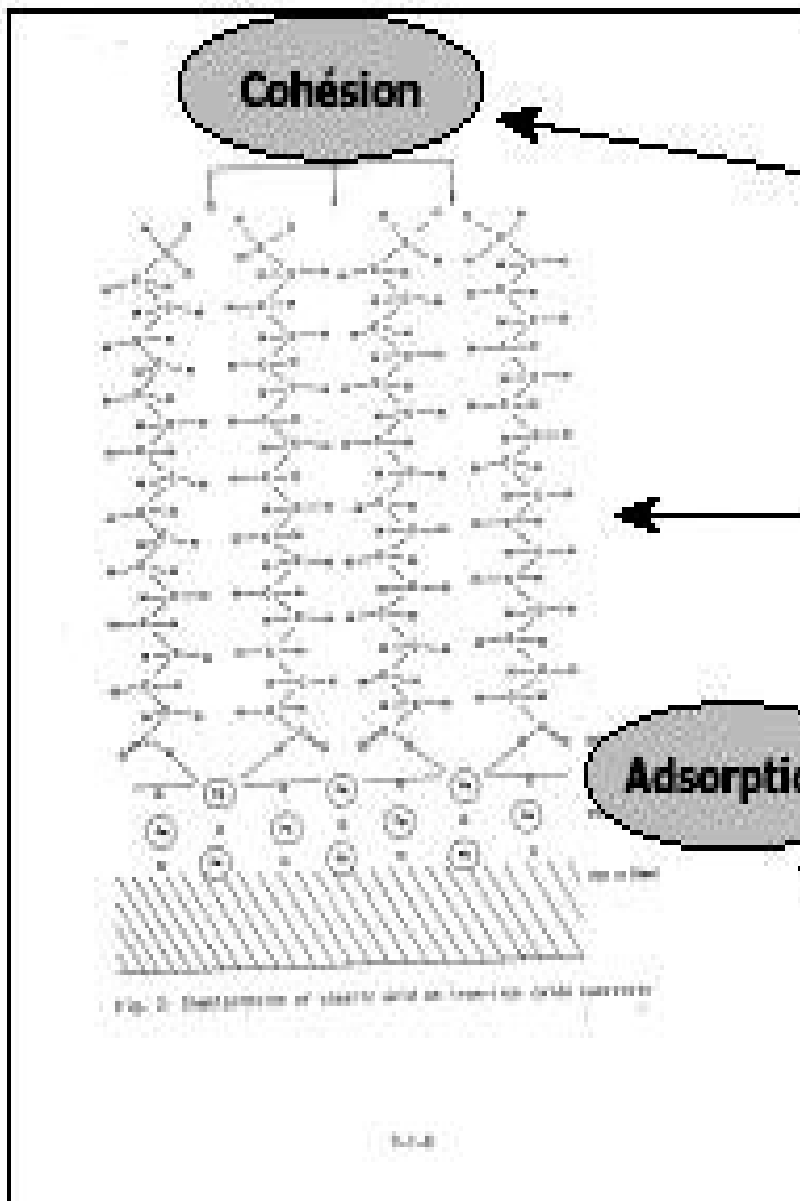
- Xen vào giữa các bề mặt tiếp xúc 1 lớp vật liệu rắn:
  - màng graphite
  - màng bisulfure de molybdène  $\text{MoS}_2$
  - polyme Polytétra fluoroéthylène (Téflon®)



⇒ chất bôi trơn rắn

- Cho HPVL hoặc HPHH bằng các hợp chất có cực:
  - Rượu mạch dài
  - Amine, amide béo
  - Ester béo
  - Acide béo (a. oléique hoặc a. stéarique)

# Ma sát



## Configuration

Des molécules allongées fonctionnent mieux que des molécules «touffues» (très branchées)

## Chaînes longues

Nombre de carbones > 10

Plus la chaîne est longue, plus le film adsorbé est épais

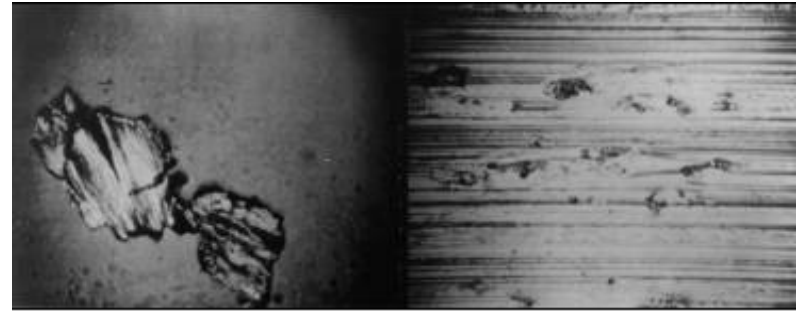
## Adsorption

## Tête polaire

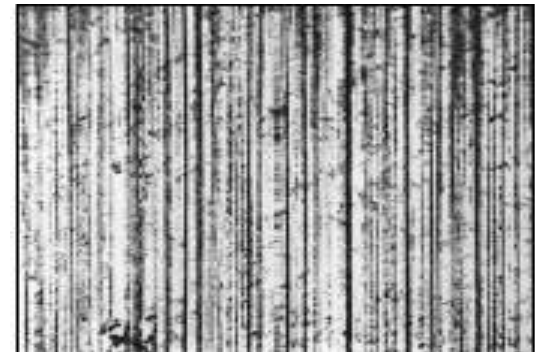
Plus la polarité est forte, plus le film est adsorbé sur la surface

# 2. Mài mòn

- Các dạng mài mòn bề mặt:
  - **Mài mòn kết dính (usure adhésive):** *ma sát KL/KL giữa 2 bề mặt gỗ ghề khi màng dầu trở nên quá mỏng và tải trọng lớn*



- **Mài mòn hạt (usure abrasive):** *khi giữa 2 bề mặt kim loại có xuất hiện hạt rắn cứng*



# Các dạng mài mòn bề mặt (tt)

- **Mài mòn do ăn mòn (usure corrosive):** *do ăn mòn oxy hóa khử của các hợp chất acide ( $H_2SO_4$ ,  $HNO_3$ , acide carboxylique, sản phẩm quá trình cháy)*
- **Mài mòn mỏi (usure par fatigue):** *bề mặt kim loại bị phá hỏng khi chịu tác động cơ học hay tác dụng nhiệt được lặp đi lặp lại nhiều lần*
- **Mài mòn do hiện tượng khí xâm thực (usure par cavitation còn gọi usure érosive ):** *do sự va đập khi các túi khí trong dầu (hơi nước, khí cháy...) bị phá vỡ với tốc độ lớn*
  - ⇒ nóng chảy cục bộ ⇒ fissure ⇒ sự thủng lỗ (perforation)

# Mài mòn

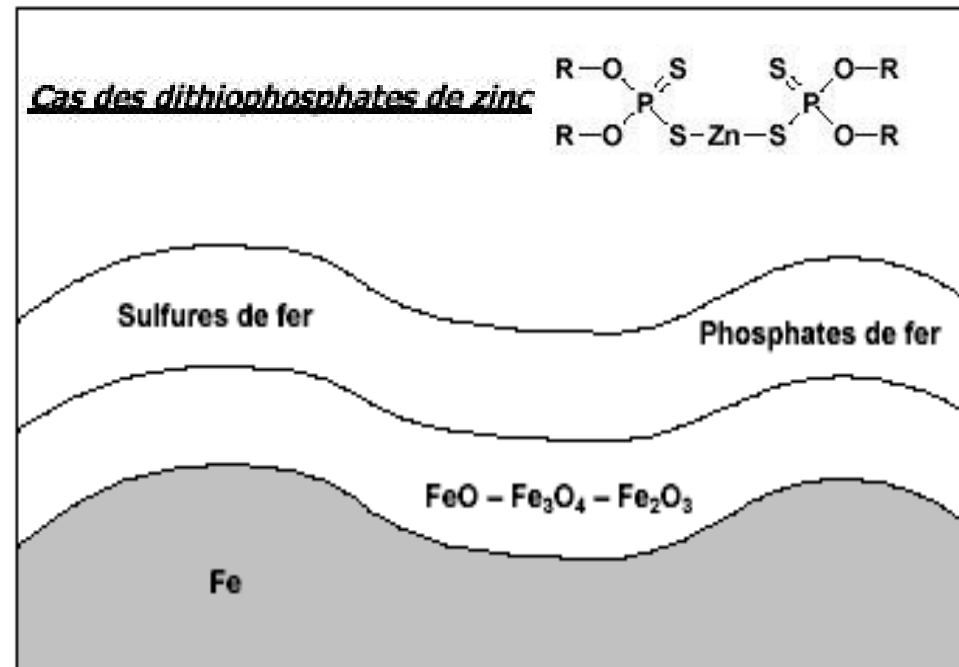
- Phụ gia sử dụng:

- Usure abrasive, corrosive, par fatigue: anti – usure
- Usure adhésive, par cavitation: EP vì chịu lực tác động, tải trọng lớn

- Cơ chế hoạt động:

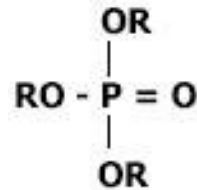
1. HPVL trên lớp oxy sắt
2. Phân hủy hóa học
3. HPHH các sản phẩm đã phân hủy

⇒ tạo lớp bảo vệ trên bề mặt



# Anti-usure: Hợp chất của phospho

- **Phosphate:**

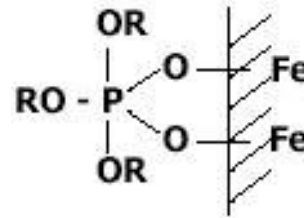
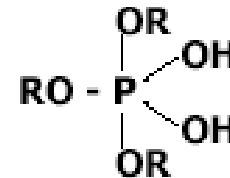


R : chaînes courtes

-HPVL trên bề mặt kim loại

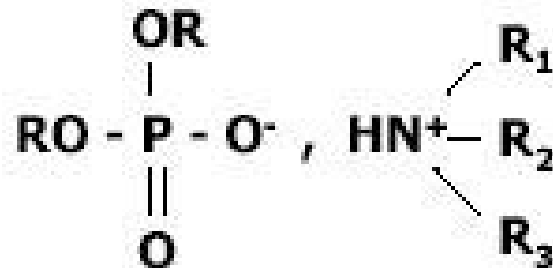
-Thủy phân

-HPHH trên bề mặt KL

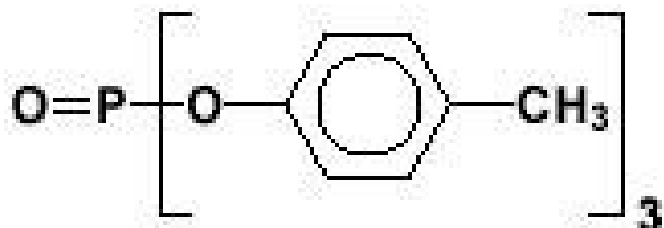


- **Phosphate amine:**

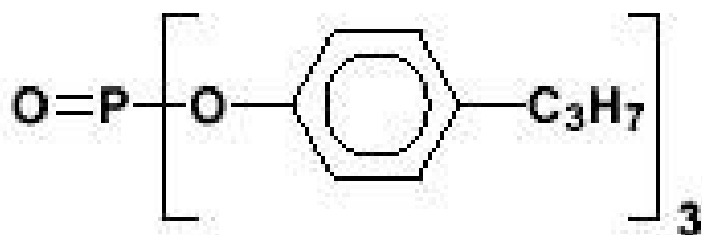
-HPHH trực tiếp trên bề mặt kim loại



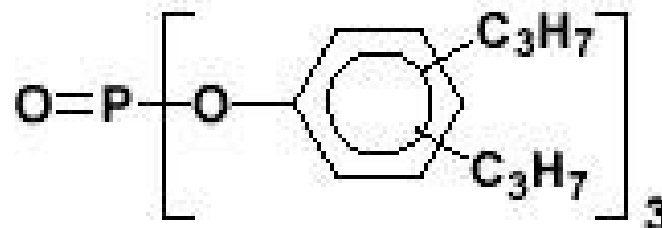
# Một vài hợp chất của phospho



Tricrésylphosphate



Tri-isopropylphénylphosphates



Phosphites



Phosphonates



Phosphinates

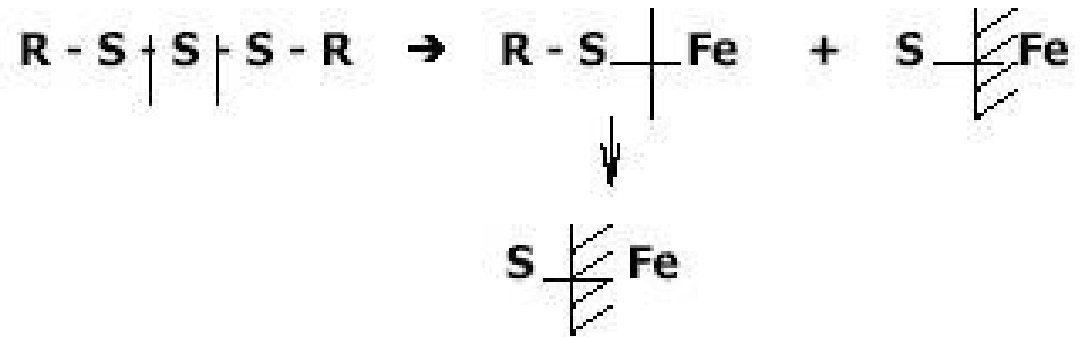


Phosphoramidates



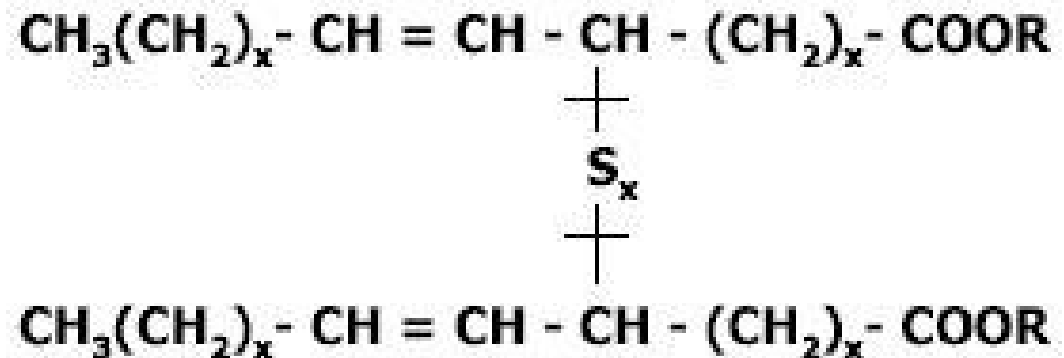
# Extrême pression: Hợp chất của lưu huỳnh

- **Oléfine soufrée:**  $R - S_x - R$



**Lưu ý:**  $x = 3$  hoặc  $5$

- **Ester gras soufrée:**

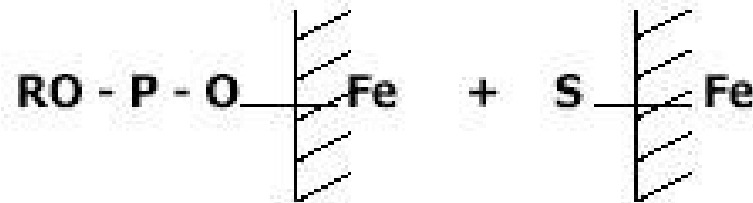
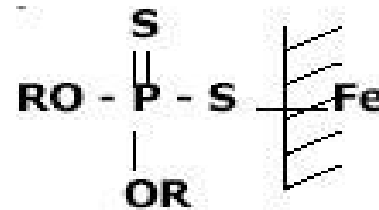
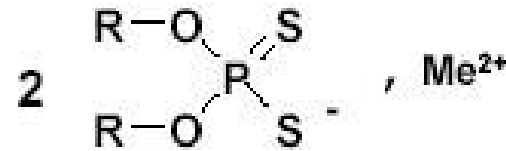
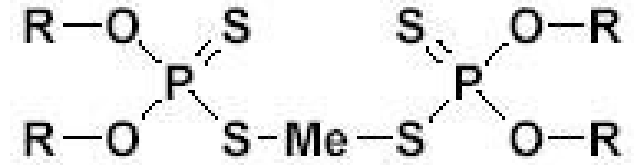


# EP: Hợp chất Phospho-Soufrée

- Với kim loại: MeDTP

Me: KL nặng **Zn**, Cu, Co, Mo

DTP: dithiophosphate



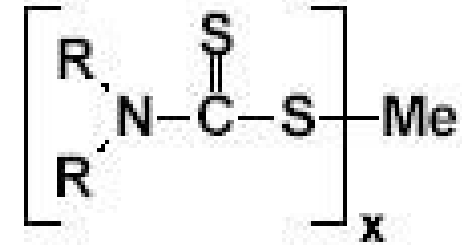
⇒ MeDTP được sử dụng hiệu quả cho anti-usure và anti-oxydant

# EP: Hợp chất Azote-Soufrée

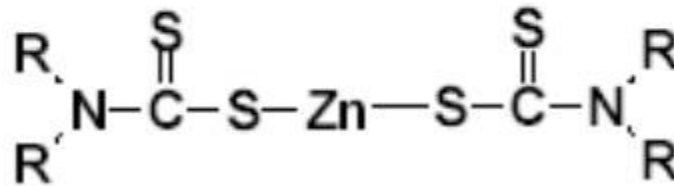
- Với kim loại: MeDTC

Me: KL nặng **Zn**, Pb, MoS<sub>2</sub>

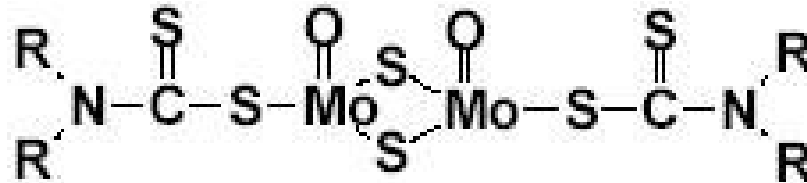
DTP: **dithiocarbamate**



ZnDTC



MoDTC



# Phép đo

- Machine 4 billes

**Machine 4 billes** : usure et EP

Usure : faibles charges (1 heure à 40 daN)

EP : fortes charges (jusqu'à 1000 daN)

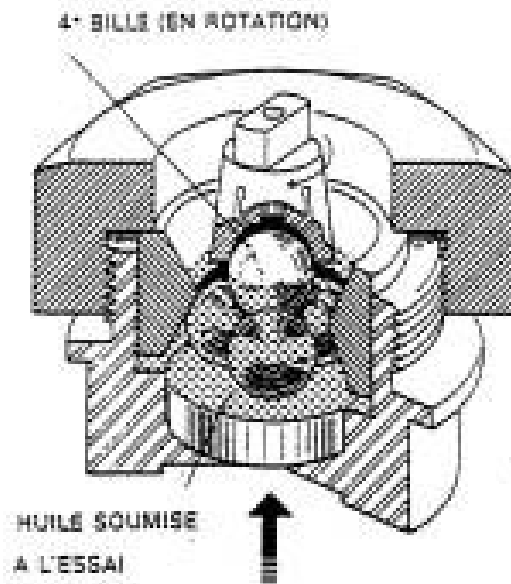
Mesures effectuées :

- Diamètre d'empreinte des billes inférieures (rayures)
  - Charge avant grippage
  - Charge de soudure : EP
- } USURE



# Phép đo 4 bi

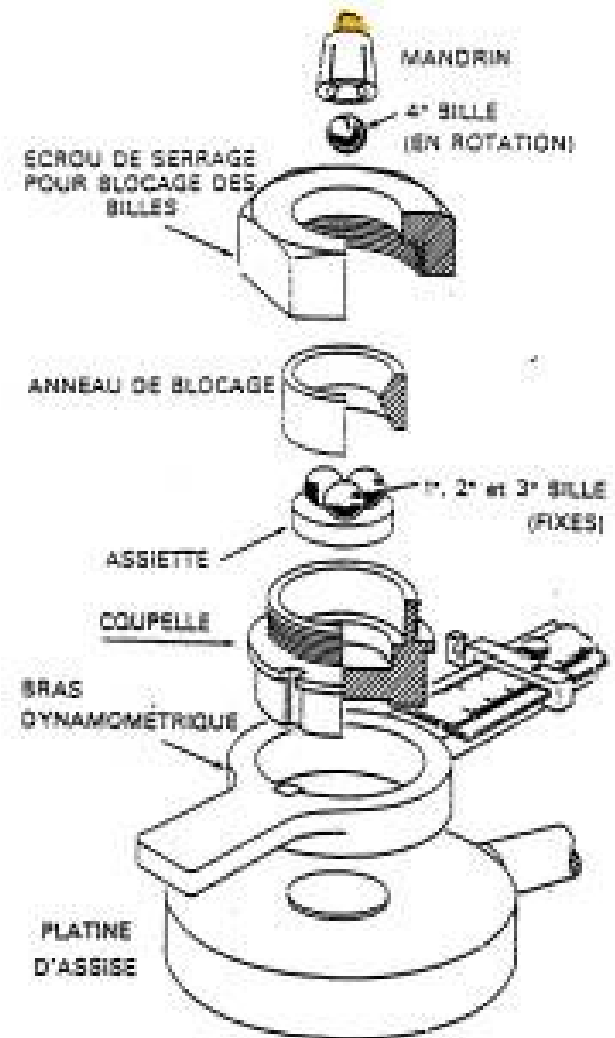
- Machine 4 billes



**A** Disposition des billes dans la coupelle.



**C** Empreinte d'usure d'une bille inférieure (Grossie 100 fois)



# Phép đo 4 bi

- Machine 4 billes

## **Machine 4 billes** : exemples

Huiles moteur additivées avec des ZnDTP et/ou MoDTC

- ⊇ Charge avant grippage :  $\sim 100$  daN
- ⊇ Charge de soudure :  $\sim 200$  daN

Huiles engrenage pour ponts de camion (additivées avec des oléfines soufrées)

- ⊇ Charge avant grippage :  $\sim 130$  daN
- ⊇ Charge de soudure :  $\sim 450$  daN

# Phụ gia cho dầu bôi trơn

## 5.5. Phụ gia chống oxy hóa

- Chất ức chế gốc tự do
- Chất phân hủy Hydroperoxyt

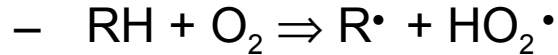
Inhibiteur radicalaire

Décomposeur d'HP

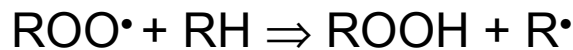
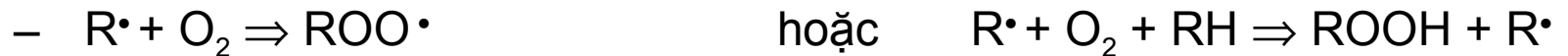
# Phụ gia chống oxy hóa

- **Cơ chế phản ứng oxy hóa dầu:** cơ chế gốc qua 3 giai đoạn

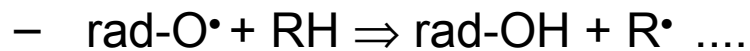
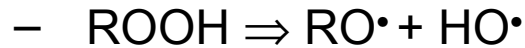
- **Khởi mào: xảy ra chậm và đòi hỏi năng lượng**



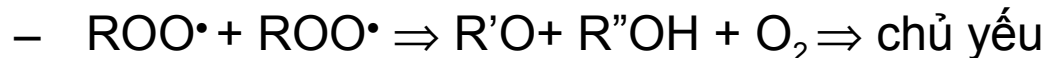
- **Lan truyền: xảy ra nhanh, phản ứng chuỗi**



- Phân nhánh chuỗi (ROOH initiateur)**



- **Kết thúc:**



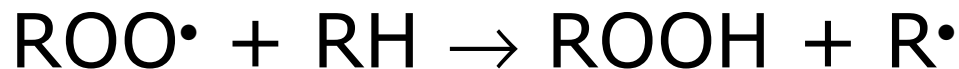


# Chất ức chế gốc tự do

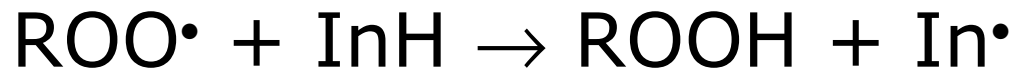
- Cơ chế hoạt động

## **Làm chậm giai đoạn lan truyền**

– thay phản ứng:



– bằng phản ứng



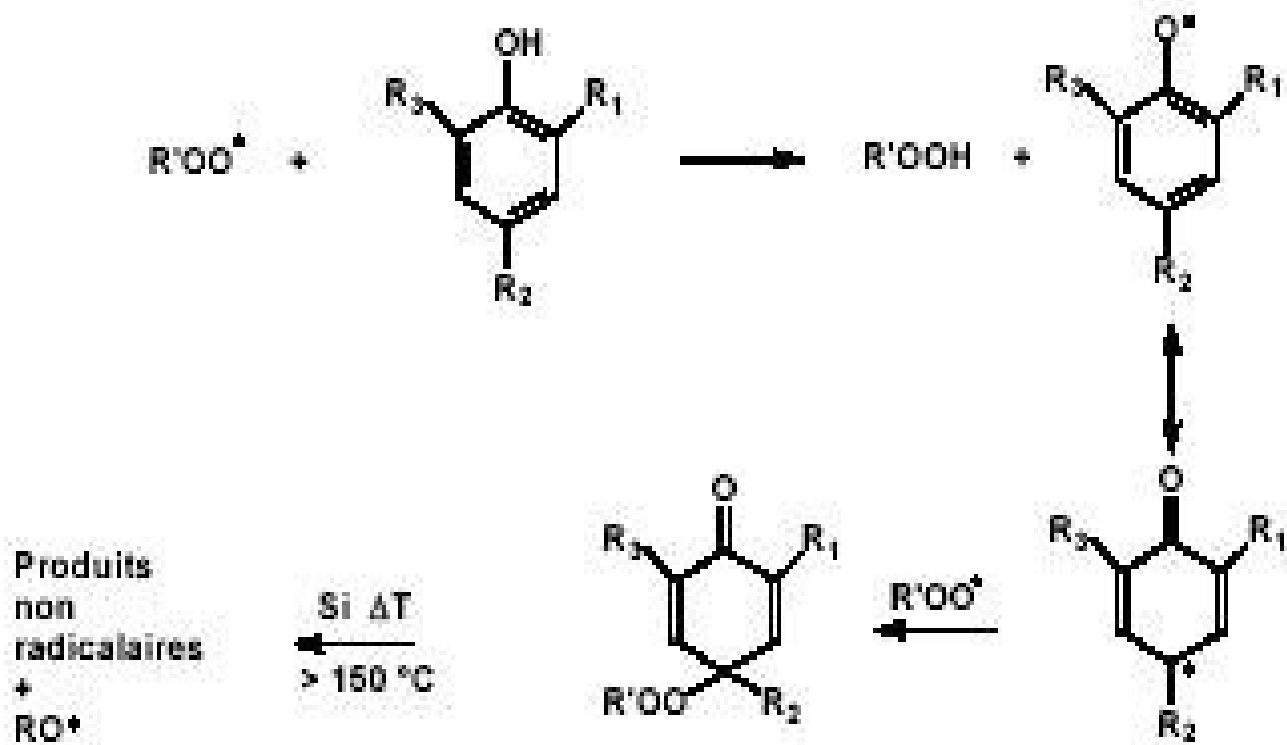
- 2 dạng chất ức chế cơ bản

– hợp chất phenol

– hợp chất amine thơm

# Hợp chất phenol

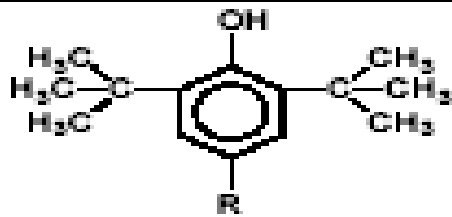
- Khử hoạt 2 gốc peroxyt  $\text{ROO}^\bullet$  tự do:



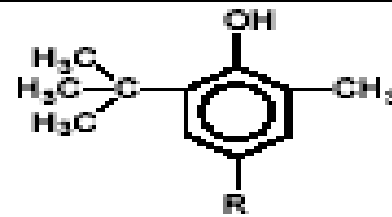
$\text{R}_1, \text{R}_3$ : gốc bậc 3 tert-butyle  $(\text{CH}_3)_3\text{C}-$

$\text{R}_2$ :  $\text{CH}_3-$  hoặc nhánh dài

# Một vài hợp chất phenol

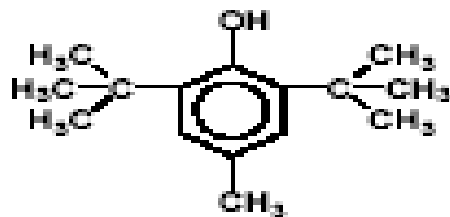


(1)

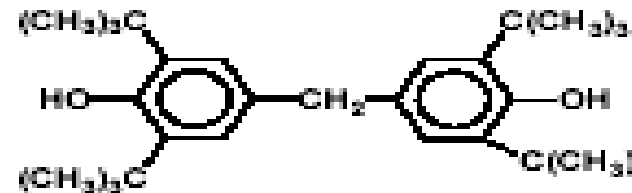


(2)

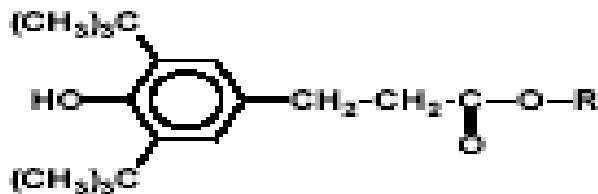
La substitution d'un groupe tert-butyle de (1) par un groupe méthyle (2) réduit considérablement le pouvoir antioxydant \*



2,6-di-tert-butylparacrésol (DBPC)  
ou dibutyl hydroxytoluène (BHT)

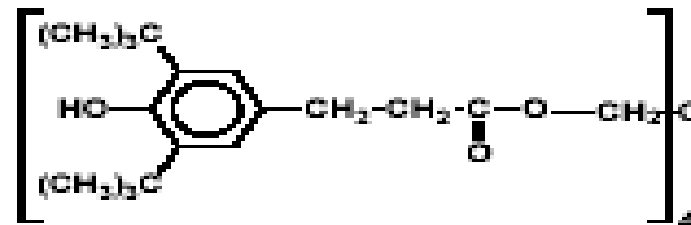


4,4'-méthylène bis (2,6-di-tert-butyl  
phénol) (Hitec<sup>®</sup> 4702, ex Ethyl 702)



R = C<sub>17</sub>H<sub>35</sub> par exemple

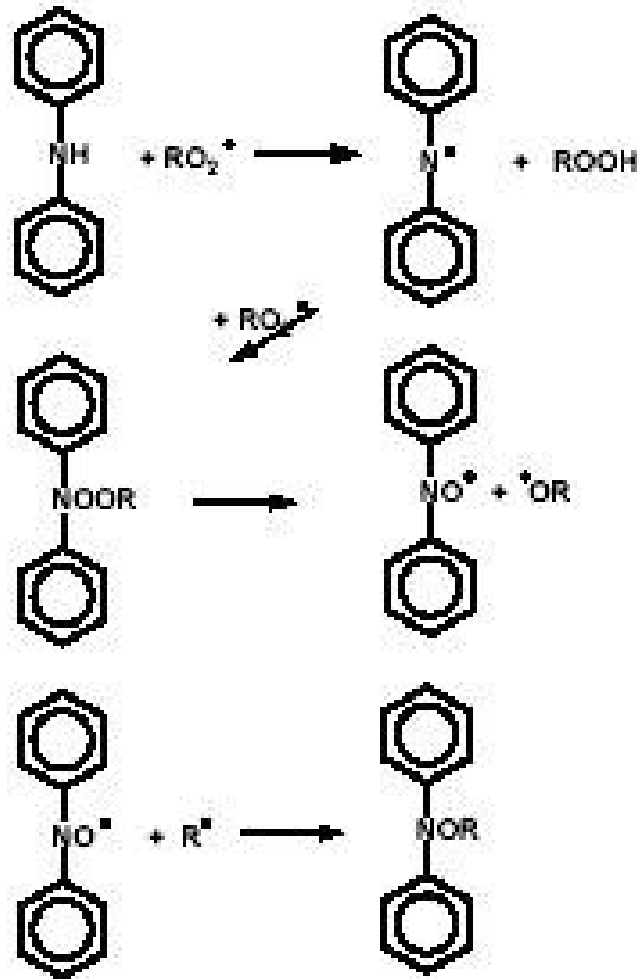
Octadécyl 3-(3,5-di-tert-butyl-  
4-hydroxyphényl)-propionate  
(Irganox 1076)



Pentaérythrityl-tétrakis[3-(3,5-di-tert-  
butyl-4- hydroxyphényl)-propionate]  
(Irganox L 101)

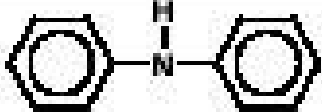
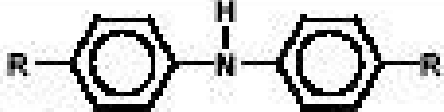
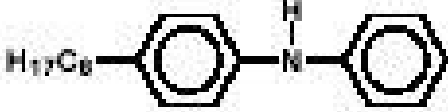
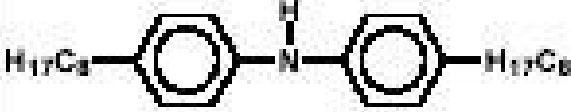
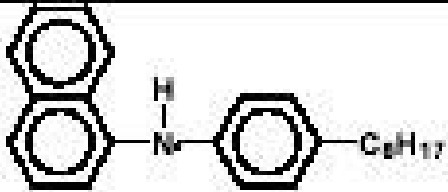
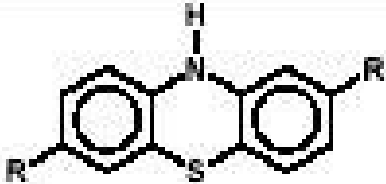
# Hợp chất amine thơm

- Khử hoạt gốc tự do  $R^\bullet$  và 2 gốc peroxyt  $ROO^\bullet$



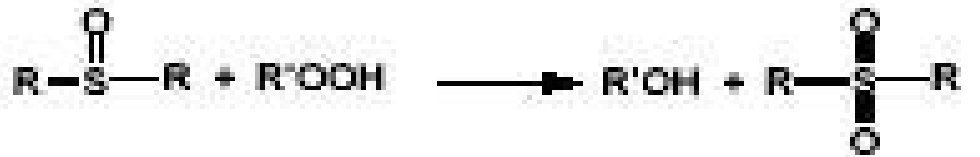
# Một vài hợp chất amine thơm

- Phổ biến dạng diphenyl

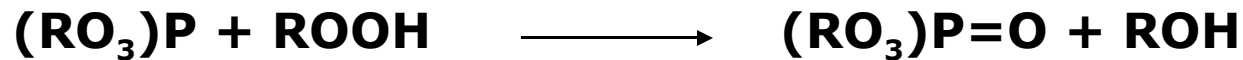
 <p>Diphenylamine</p>	 <p>R = C<sub>7</sub> à C<sub>20</sub></p> <p>Dialkyldiphenylamine</p>
 <p>Monoctyldiphenylamine (Varilube SL)</p>	 <p>4,4'-dioctyldiphenylamine (Irganox L 57, Varilube 81)</p>
 <p>Octylphenylalpha-naphthylamine (Irganox L 06)</p>	 <p>Phenothiazine et dérivés (R = C<sub>8</sub>, par exemple)</p>

# Chất phân hủy ROOH

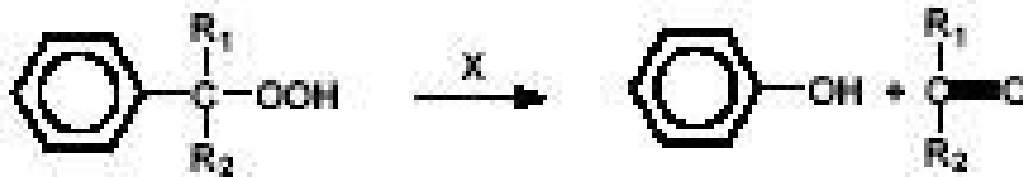
## 1. Hợp chất sulfuré R-S-R :



## 1. Hợp chất Phosphoré:



## 1. Dithiophosphat:



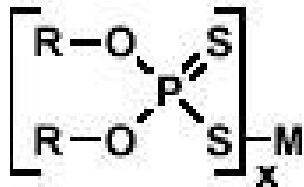
X: DTPZn

# Một vài hợp chất phân hủy HP

- Phổ biến loại soufré và phospho-soufré:



Oléfines soufrées  
(R = C<sub>4</sub>-isobutène)

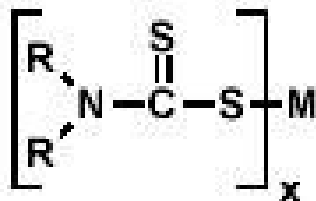


Dialkyl et dialkylaryldithiophosphates métalliques

(M = Zn, MoO<sub>2</sub>S<sub>2</sub>, avec x = 2)

(M = Sb, avec x = 3)

R = C<sub>3</sub> à C<sub>8</sub> ou alkylphénol en C<sub>9</sub> ou C<sub>12</sub>



Dialkyldithiocarbamates métalliques

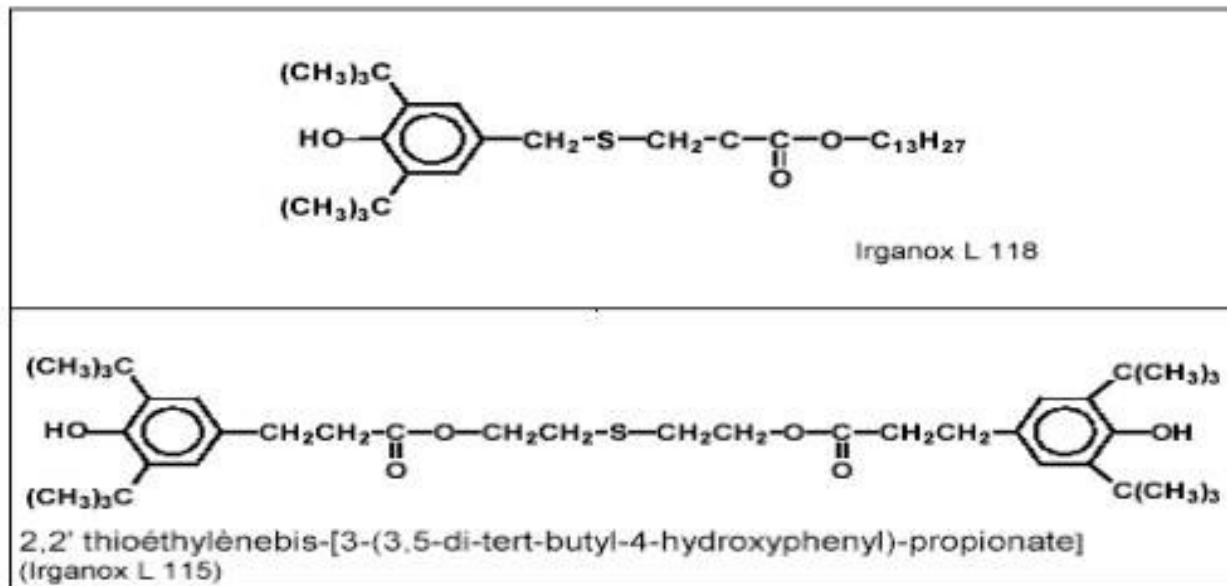
(M = Zn, MoO<sub>2</sub>S<sub>2</sub>, Pb, avec x = 2)

(M = Sb, avec x = 3)

R = C<sub>5</sub> ou plus

# Tính đa chức năng của phụ gia

- Các chất phân hủy HP loại soufré, phospho-soufré:  
= Anti-usure, Extrême-pression, MF
- Nếu dùng phụ gia phénolique soufré: thể hiện 2 chức năng:
  - ức chế gốc tự do và phân hủy HP



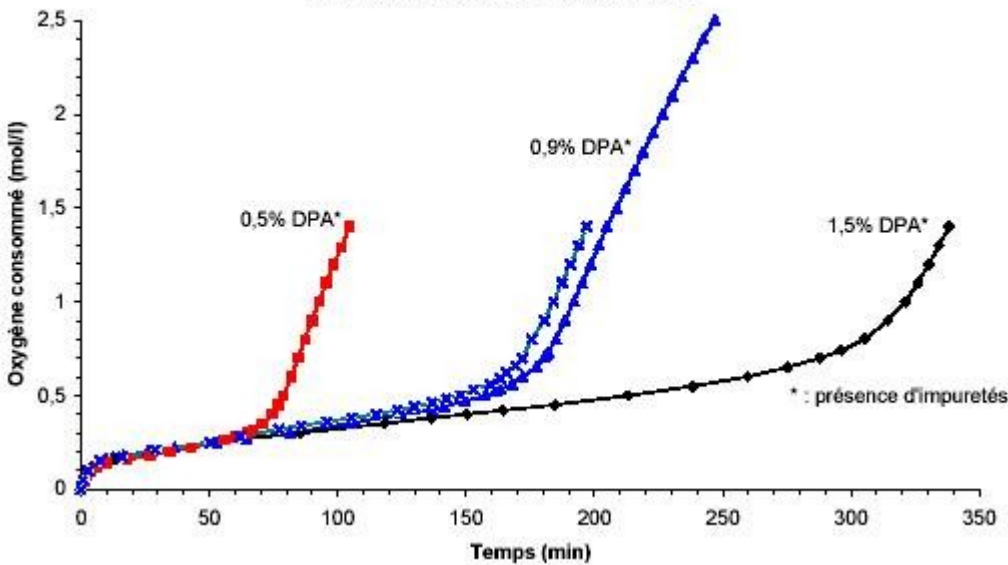
- Alkylphénate sulfuré, alkylsalicylate:
  - anti-oxydant và additif détergent



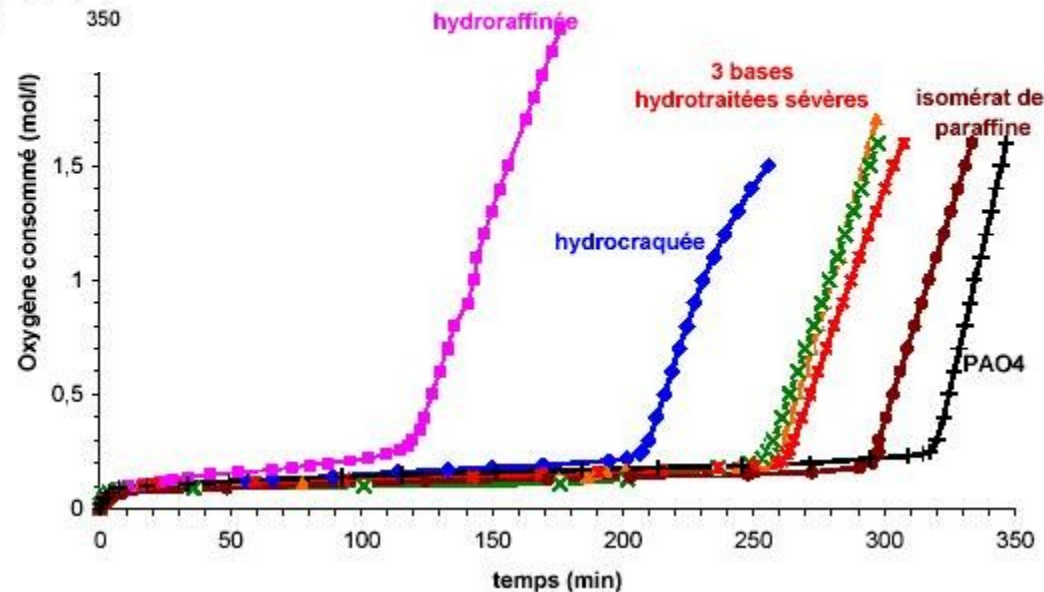
# Phép đo Oxytest

- Amine aromatique:

Oxytest : huile DK150N98+80ppm d'ACAC pour différents teneurs en DPA à 160°C



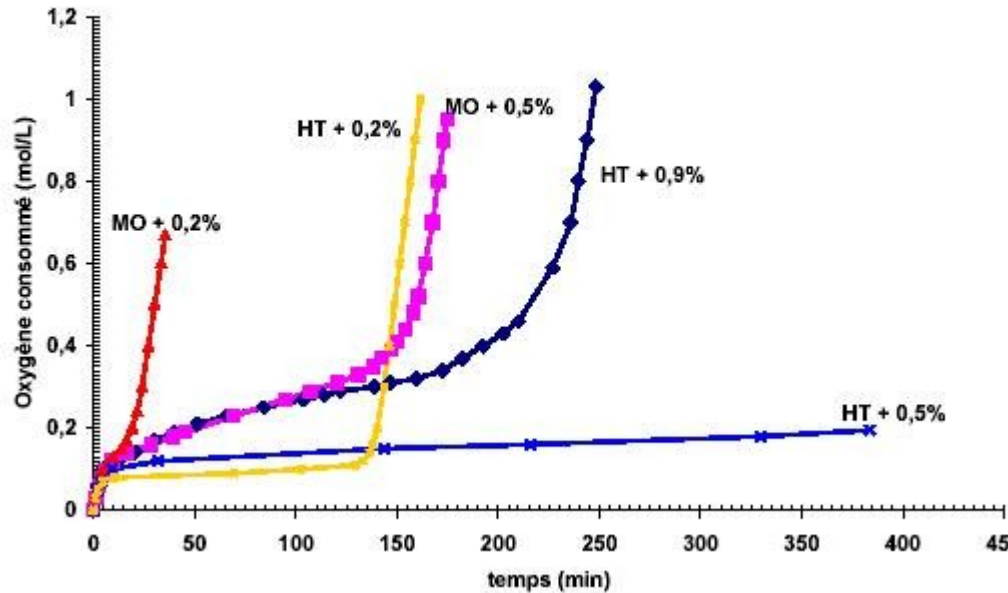
Oxytest : Etude d'une série de bases hydrotraitées (0,9% DPA et 80 ppm d'ACAC à 160°C)



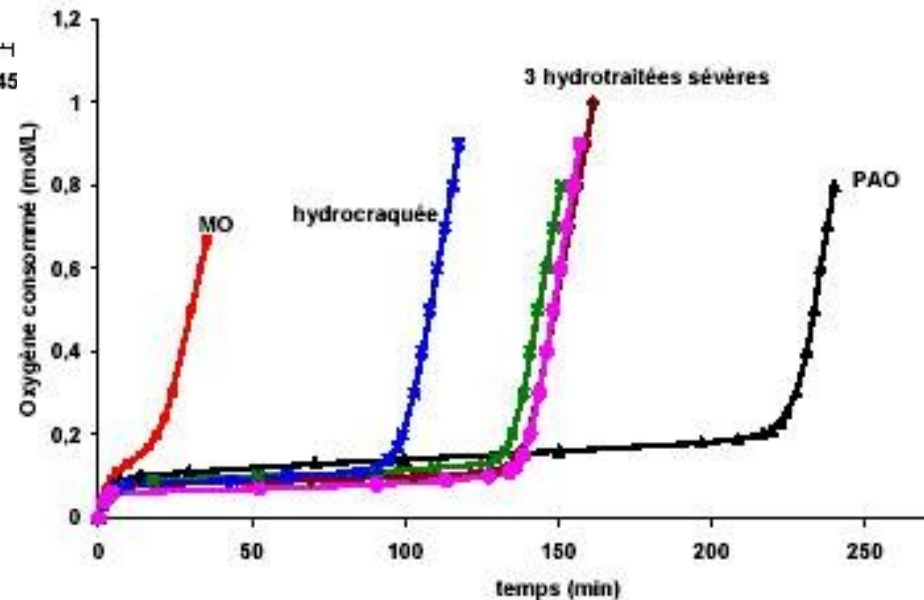
# Phép đo Oxytest

- Phénol soufré:

Oxytest: étude de l'influence de la teneur en PhS sur les huiles MO et hydrotraitée sévère en présence de 80 ppm d'ACAC



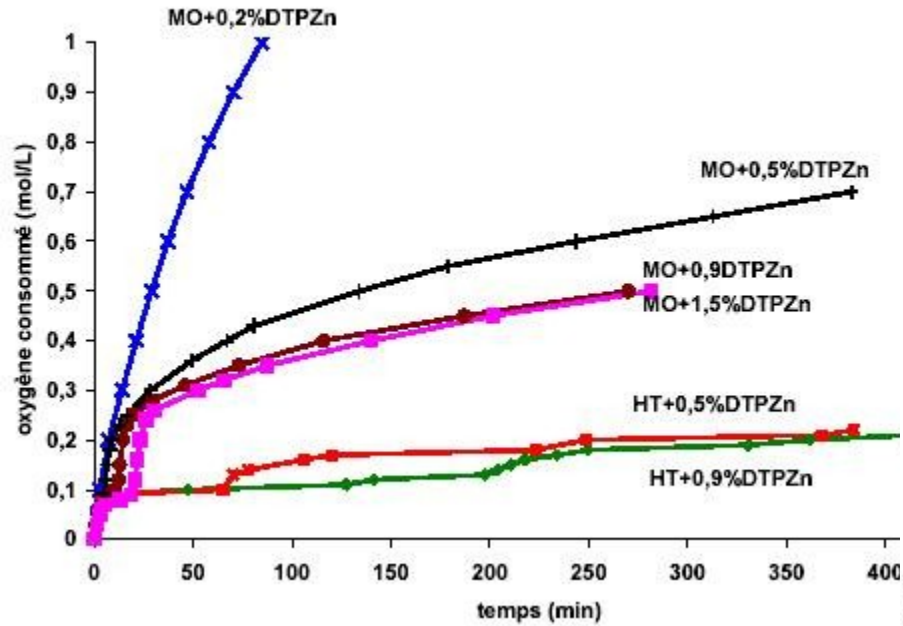
Oxytest : étude d'une série d'huiles en présence de 0,2% de PhS et 80 ppm d'ACAC



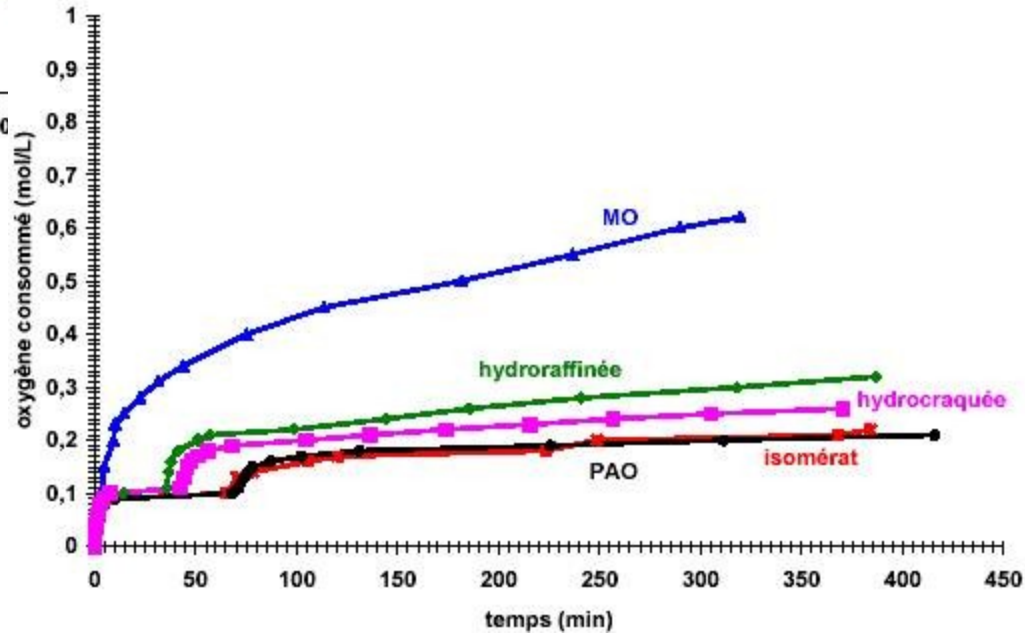
# Phép đo Oxytest

- DTPZn:**

Oxytest: étude de l'influence de la teneur en DTPZn sur les huiles MO et HT en présence de 80 ppm d'Acac



Oxytest: Etude d'une série de bases avec 0.5% de DTPZn et 80 ppm d'ACAC



# Phụ gia cho dầu bôi trơn

## 5.6. Phụ gia chống ăn mòn và Chất ức chế gỉ

Additif anti-corrosion

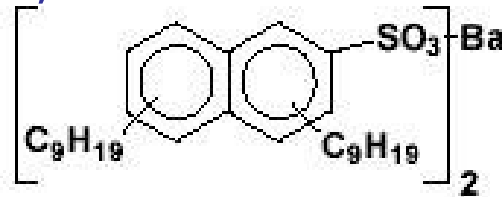
Additif anti-rouille

# Một vài anti-rouille và anti-corrosion

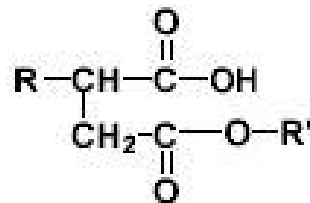
## • Anti-corrosion:

- sulfonate Ca, Mg, Ba, Zn: (nhánh ngăn hơn phụ gia tẩy rửa thông thường)
- phụ gia "không tro":
  - acide và ester béo
  - acide alkénylsuccinique
  - amine, amide béo ...

## • Anti-rouille:

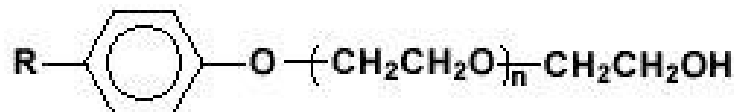


Dinonylnaphtalène sulfonate de Ba



Hémi-ester d'acide alkénylsuccinique

$\text{R} \geq 12$



Alkylphénolpolyéthoxylé

# Phép đo khả năng chống ăn mòn, chống gỉ

- **Anti-rouille:**

- ASTM D 665 A và B
- Áp dụng cho dầu tàu thủy và dầu thủy lực:
  - nhúng chìm mẫu thép trong hỗn hợp dầu/nước (nước mềm: A ; nước biển: B)
  - khuấy đều trong 24h ở 60°C
- Đánh giá bằng mắt thường

- **Anti-corrosion:**

- ASTM D130: ăn mòn tấm đồng
- Áp dụng cho dầu tàu thủy, dầu thủy lực và dầu truyền động:
  - nhúng chìm tấm Cu sạch trong dầu
  - Điều kiện: 3h ở 100°C (thay đổi theo nhà sản xuất)
  - Đánh giá kết quả bằng mắt thường và so sánh với bảng tham khảo

# Thang đo ăn mòn tấm Cu

ASTM COPPER STRIP CORROSION STANDARDS  
ASTM METHOD D 130/IP 154

AVOID EXCESSIVE EXPOSURE TO LIGHT



Freshly polished	1a	1b	2a	2b	2c	2d	2e	3a	3b	4a	4b	4c
	SLIGHT TARNISH		MODERATE TARNISH				DARK TARNISH		(CORROSION)			

# Phụ gia cho dầu bôi trơn

## **5.7. Phụ gia khử nhũ**

Additif désémulsifiant



# Phụ gia khử nhũ

- **Định nghĩa:**

*Là các hợp chất chống lại những tác dụng không mong muốn của nước có trong dầu = Cải thiện tính bền với nước của dầu*

# Phụ gia khử nhũ

- **Cơ chế hoạt động:**

- Là những hợp chất lưỡng ái (*amphiphile*): vừa có ái lực đối với nước và có ái lực đối với dầu (*Balance Hydrophile – Lipophile ou HLB*)
- HLB được đánh giá theo thang từ 0 ÷ 20: HLB của phụ gia càng cao, càng hydrophile

- **Lựa chọn HLB cho phụ gia khử nhũ:**

- Trường hợp nhũ của nước trong dầu:
  - chọn phụ gia đuổi nước khỏi dầu
- Trường hợp nhũ của dầu trong nước:
  - chọn phụ gia đuổi dầu khỏi nước

# Một số phụ gia khử nhũ

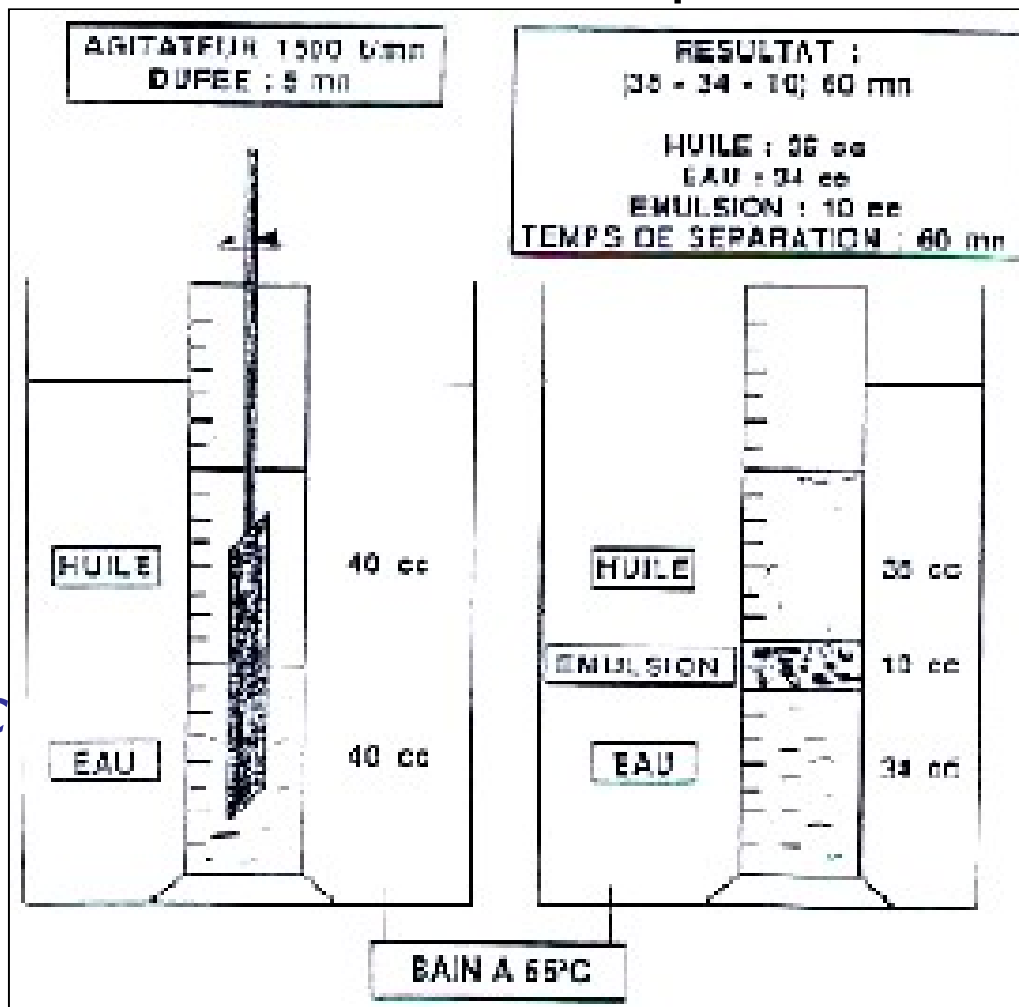
- Xác định theo HLB:

Produit	HLB
Acide oléique	1
Monostéarate de glycérol	4
Polypropylène glycol	7
Dodécylphénol oxyéthylé	10,5
Akyl aryl sulfonate	11,5
Tristéarate de sorbitan	2
Monooléate de sorbitan	4
Monooléate de sorbitan + 6 (CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -O)	10
Monooléate de sorbitan + 24 (CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -O)	15
Oléate de K	20

# Phép đo khả năng khử nhũ

- **ASTM D1401**: test de désémulsion "à la palette"

- Trộn lẫn 2 thể tích bằng nhau (40ml) của dầu và nước
- Khuấy trộn mạnh (1500tr/mn) trong 5'
- Tính thời gian cần thiết để phân tách hoàn toàn dầu - nước
- Nếu sau 30mn hoặc 60 mn, nhũ không phân tách hoàn toàn: ghi lại thể tích nước, dầu và nhũ còn lại



# Phụ gia cho dầu bôi trơn

## **5.8. Phụ gia chống tạo bọt**

Additif anti-mousse

# 8. Phụ gia chống tạo bọt

- **Vai trò:**

- *Chống lại **tác dụng phụ** của phụ gia tẩy rửa (xà phòng = bọt)*
- *Duy trì độ nhớt của màng dầu: quá nhiều bọt khí làm giảm khả năng bôi trơn*
- *Tránh mài mòn do hiện tượng khí xâm thực: cải thiện sự tách không khí*
- *Tránh sự sụt áp suất dầu khi bơm*
- *Tránh mất mát dầu do sự tràn*

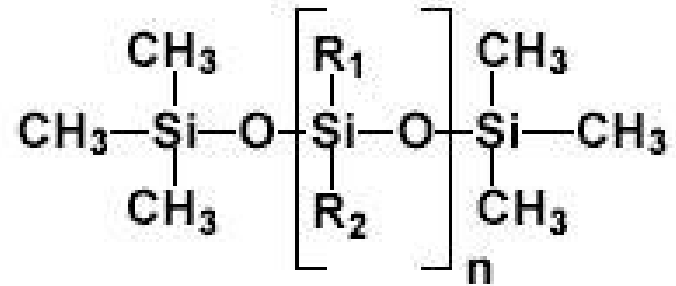
# Phụ gia chống tạo bọt

- **Đặc trưng của phụ gia:**

- hòa tan ít trong dầu: hợp chất có cực
- đủ hòa tan để phân tán trong dầu: có nhánh dài
- có sức căng bề mặt nhỏ hơn so với dầu

- **Các hợp chất phổ biến:**

- polyméthylsilixane



- liều lượng: 10 ÷ 5 ppm

- $R_1, R_2 = \text{CH}_3$  hoặc  $\text{C}_3\text{H}_7$

- Polyacrylate:

- hiệu quả tách khí tốt hơn

- được sử dụng nhiều cho dầu thủy lực (100 ÷ 300 ppm)

# Phép đo khả năng chống tạo bọt

- **Khử bọt: ASTM D892**

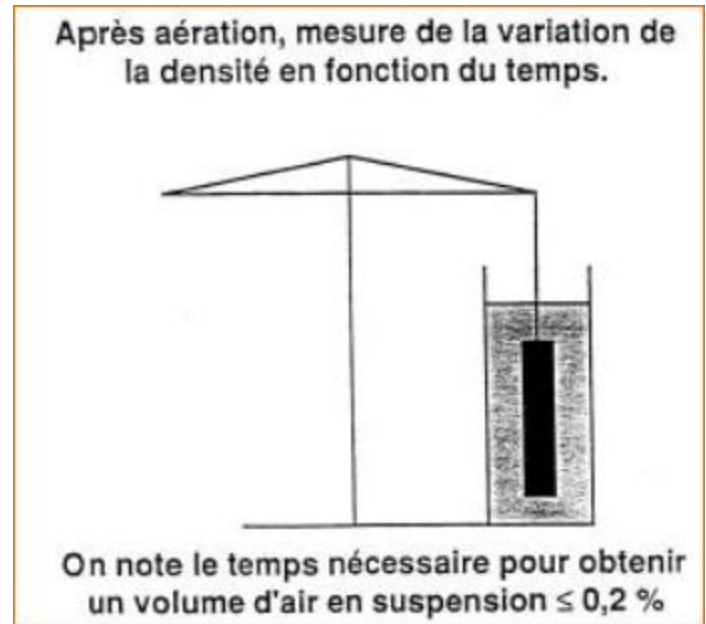
- Tiến hành ở 3 chế độ nhiệt độ: 24°C – 93°C – 24°C
- thổi không khí trong 5 phút  $\Rightarrow$  đo thể tích bọt (1)
- Sau 10 phút, xác định thể tích bọt còn sót lại (2)

$$\text{Kết quả} = (1)/(2)$$

- **Tách khí: NFT 60-149**

- dùng cân thủy tĩnh
- Thổi không khí cho dầu ở 20°C, 50°C, 75°C (tùy độ nhớt của dầu) trong 7 phút
- đo thời gian cần thiết để dầu lấy lại tỷ trọng ban đầu

$\Leftrightarrow$  0,2% không khí còn lại trong dầu





# Chương VI: Mỡ nhờn

# Chương VI: Mỡ nhờn

1. Thị trường
2. Định nghĩa
3. Tính chất lý hóa
4. Thành phần-Các họ mỡ nhờn
5. Sản xuất
6. Ứng dụng

# 1. Thị trường

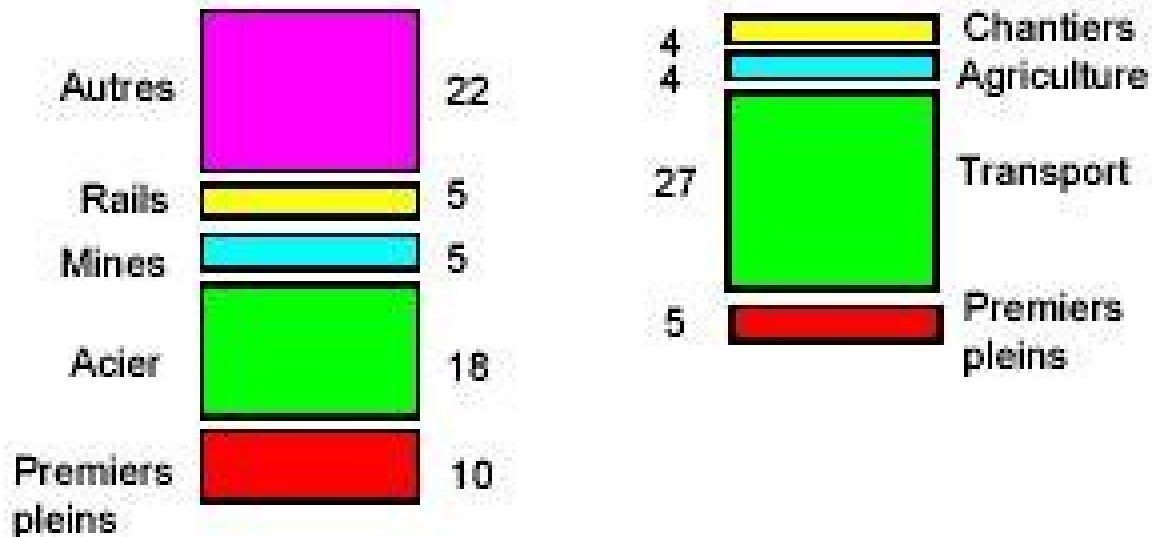
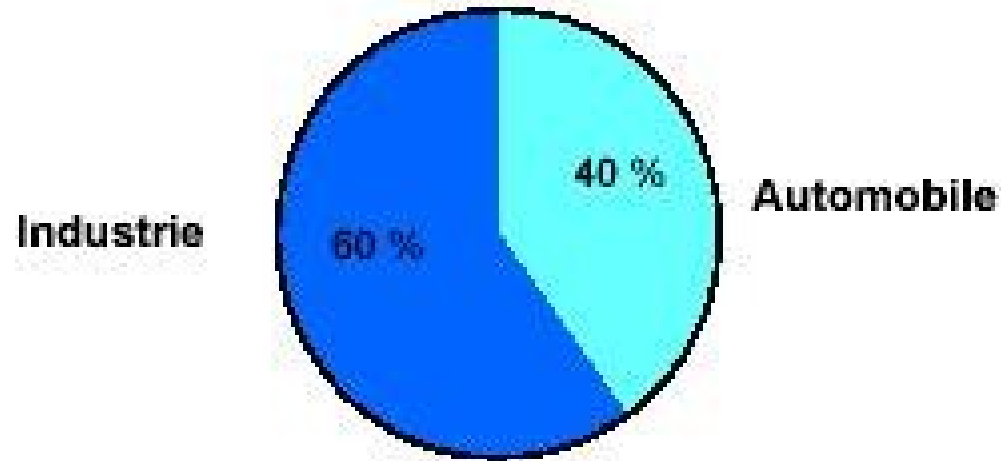
- Năm 2002:

sản xuất trên thế giới ~ 756 000 tấn



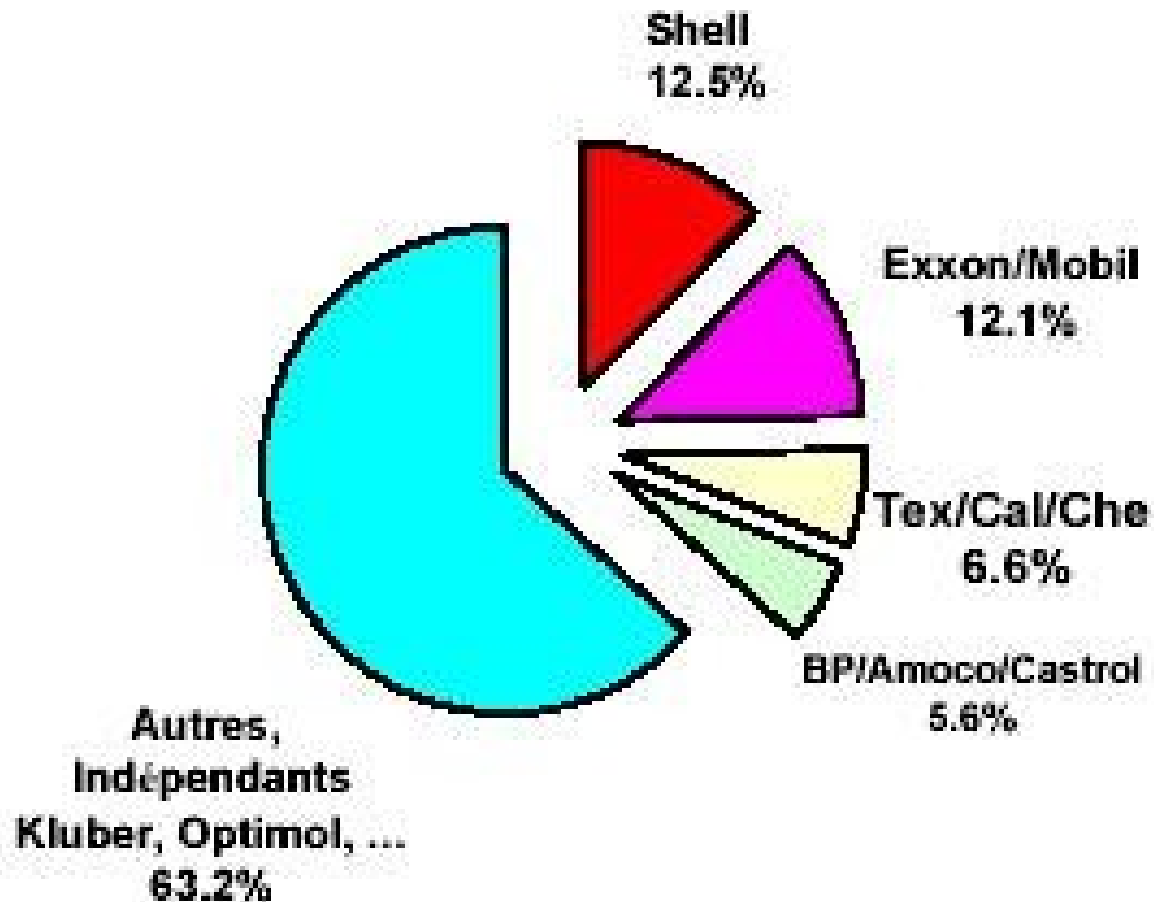
# Thị trường

- Phân chia thị trường:



# Thị trường

- Các nhà sản xuất chính (năm 1997):



## 2. Định nghĩa

- Là sản phẩm **đặc** ở trạng thái bán lỏng hoặc trạng thái rắn, hình thành do sự phân tán của tác nhân làm đặc (*agent gélifiant*) trong dầu lỏng

# 3. Tính chất

1. Độ đặc (consistance)
2. Độ bền
3. Tính ổn định thể keo (ressuage)
4. Tính chảy
5. Tính bơm
6. Tính bền nhiệt
7. Tính bền oxy hóa
8. Tính bền ăn mòn
9. Tính chất ở nhiệt độ thấp
10. Tính bền với nước
11. Khả năng chịu tải trọng

# 3.1. Độ đặc

- **Độ đặc (consistance):**

- Đánh giá bằng độ cứng / độ mềm

- ⇒ Độ xuyên kim (pénétrabilité)

GRADE NLGI	Consistance	Pénétrabilité travaillée 60 coups à 25 °C dmm
000	fluide	445 - 475
00	semi-fluide	400 - 430
0	très molle	355 - 385
1	molle	310 - 340
<u>2</u>	<u>moyenne</u>	<u>265 - 295</u>
3	semi-dure	220 - 250
4	dure	175 - 205
5	très dure	130 - 160
6	pain	85 - 115





# Độ xuyên kim

- **Định nghĩa:**

*Là độ sâu mà một cái côn chuẩn hóa xuyên qua mẫu mỡ trong điều kiện chuẩn*

- **Nguyên tắc:**

- mỡ được nhào trộn đều để đuổi hết bọt không khí
- Gạt bằng và đặt mũi nhọn của côn sát bề mặt mẫu mỡ
- thả tự do côn trong vòng 5 giây
- đo độ sâu mà côn xuyên qua lớp mỡ

- **Kết quả:**

- xác định bằng dmm



## 3.2. Tính bền

- **Tính bền:**

Đánh giá mức độ giảm chất lượng do:

- tác dụng cơ (sự nhào trộn, sự trượt cắt)
- tác dụng nhiệt (sự bay hơi, oxy hóa)
- tác dụng hóa học (sự nhiễm bẩn, sự không tương hợp)

- **Phép đo 4 bi:**



## 3.3. Tính ổn định thể keo

- **Tính ổn định thể keo (ressuage):**
  - Cần thiết để bảo đảm quá trình bôi trơn
- **Phép đo:**
  - **Ressuage statique**
  - Ressuage dynamique

# Ressuage statique

- **Định nghĩa:**

*Là hiện tượng phân tách riêng phần dầu ra khỏi tác nhân làm đặc*

⇒ Đánh giá tình trạng tồn chứa

- **Nguyên tắc:**

– cylindre chứa mỡ, chịu áp suất nhẹ, đặt trên tấm lưới kim loại

– xác định lượng dầu tách ra sau một thời gian nhất định ở một nhiệt độ xác định

## ASTM D1742:

- lưới  $75\mu\text{m}$  ;  $m_{\text{mỡ}} = 150 \text{ g}$

- $P_{\text{air}} = 0.25\text{psi}$ ;  $25^\circ\text{C}$  và  $24\text{h}$

- **Kết quả:**

–% dầu tách ra



NF / IP / DIN

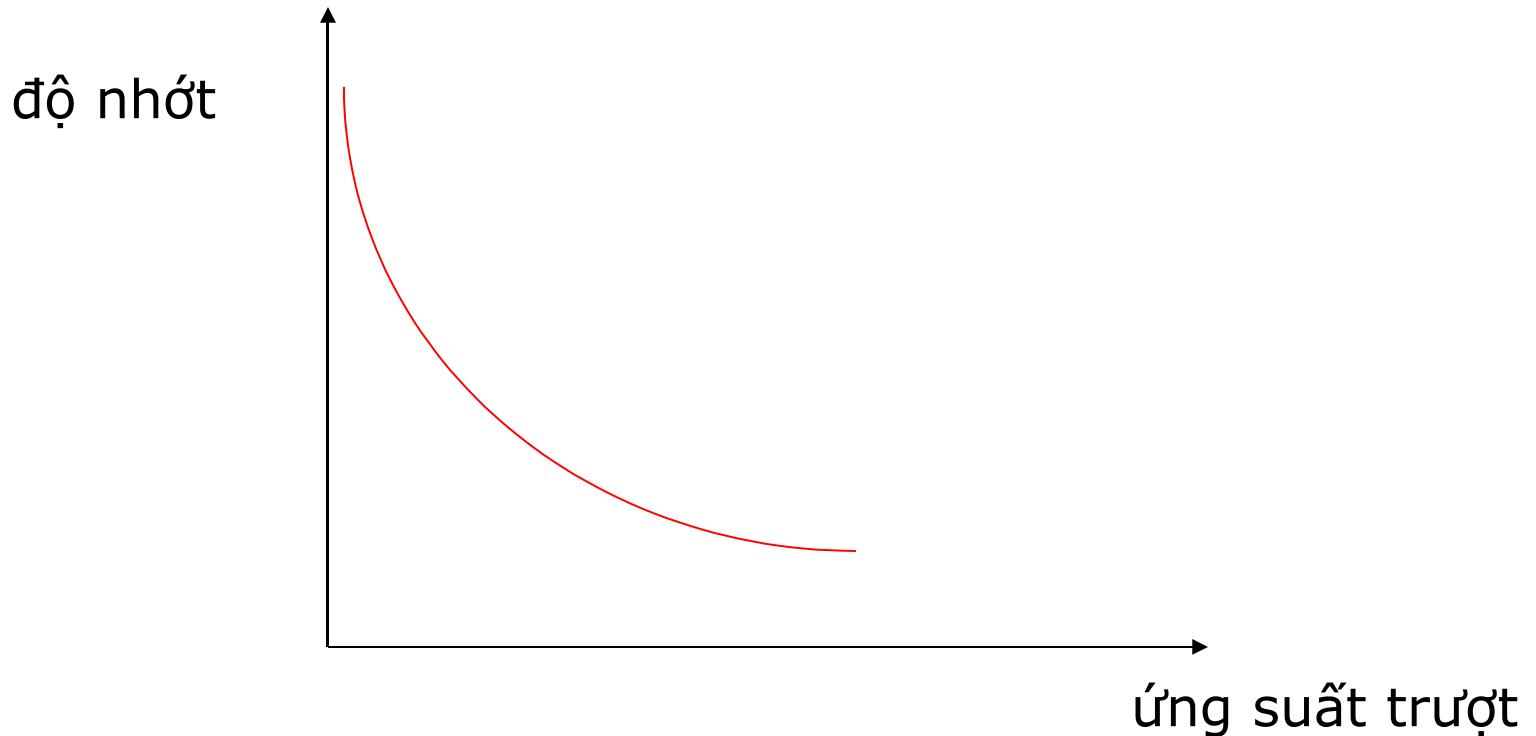


ASTM D 1742

# 3.4. Tính chảy

## 1. Tính chảy:

- là hệ nhiều pha, bán rắn  
⇒ chất lỏng phi Newton



# 3.5. Tính bơm

- **Tính bơm (pompabilité)**

- đặc biệt quan trọng đối với các hệ thống liên tục
- thường sử dụng các loại có độ đặc 000 / 00 / 0

- **Phép đo:**

- pompabilité GROENEVELD
- ASTM D1092:
  - $t_{\text{dầu}} = 20^{\circ}\text{C}$
  - ống tuyau:
    - $L=10\text{ m}$  ;  $\Phi_{\text{trong}} = 4\text{mm}$  ;
    - polypropylène

- **Kết quả:** đo thời gian nâng áp suất từ 1 lên 50 bar và giãn nở từ 50 xuống 15 bar



## 3.6. Tính bền nhiệt

- **Tính bền nhiệt:**

- **Điểm nhỏ giọt (point de goutte):** là nhiệt độ tại đó mỡ thay đổi trạng thái từ bán rắn sang dạng lỏng
- $t_{\text{max làm việc}} \ll \text{điểm nhỏ giọt}$
- Với mỡ có cùng điểm nhỏ giọt: tính bền nhiệt khác nhau

# Xác định điểm nhỏ giọt

- Nguyên tắc:

- cốc đựng mẫu mỡ được đun nóng
- tốc độ nâng nhiệt:  
 $4 \div 7^{\circ}\text{C}/\text{mn}$  cho đến  $17^{\circ}\text{C}$

Sau đó:  $1 \div 1,5^{\circ}\text{C}/\text{mn}$

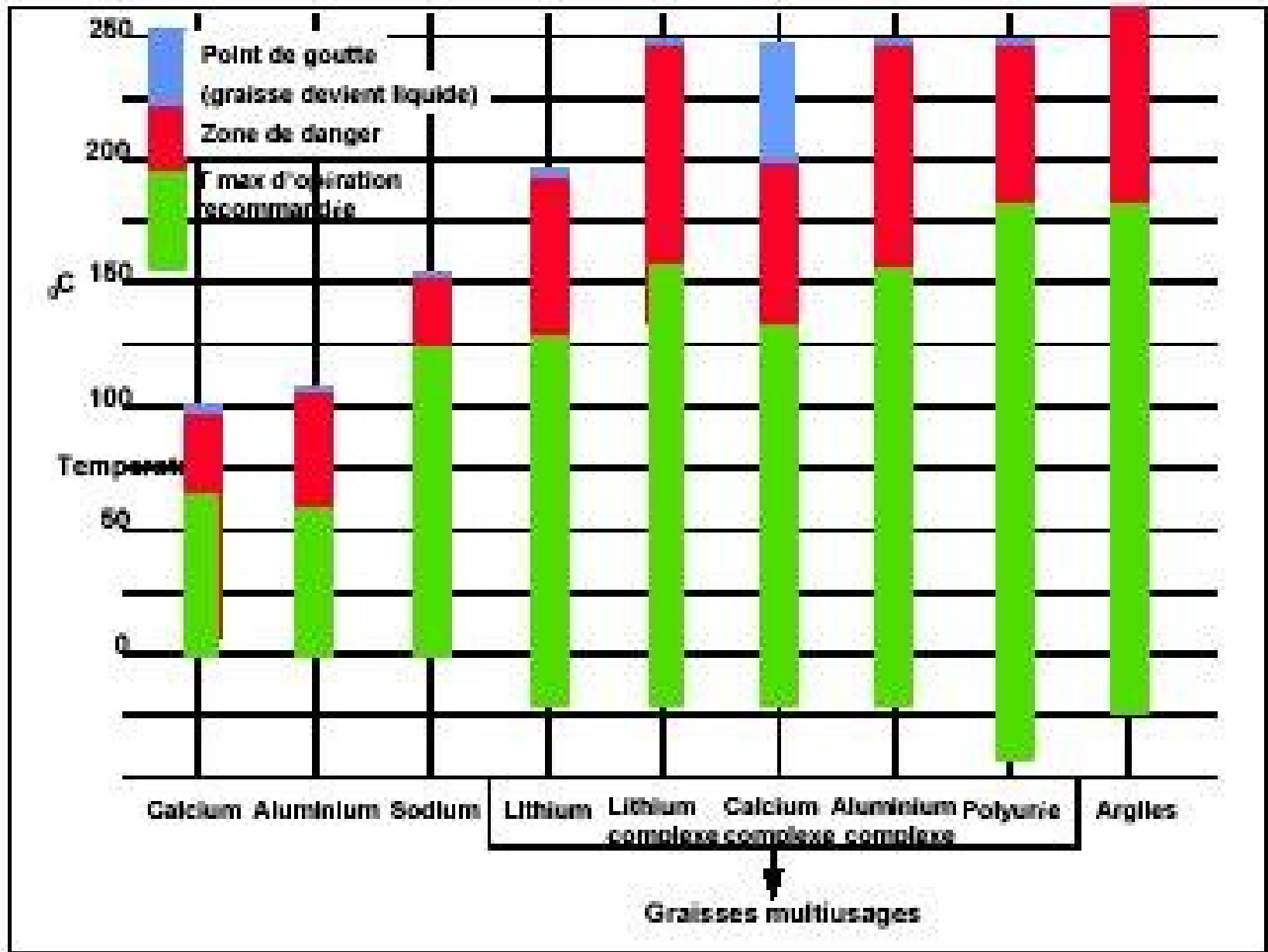
- Kết quả:

Là nhiệt độ tại đó giọt mỡ đầu tiên chảy ra khỏi miệng cốc





# Tính bền nhiệt



# 3.7. Tính bền oxy hóa

- **Tính bền oxy hóa:**

- khi bị oxy hóa, mỡ bị biến chất: trở nên đen, mềm và gây ăn mòn

- **Phép đo:** Oxy hóa tĩnh (Oxydation statique)

- **Nguyên tắc:**

- 4g mẫu trong đĩa thủy tinh
    - đặt vào bom kim loại dưới áp suất  $O_2$  tinh khiết (110 psi ~ 7,5 bar)
    - 100°C và 100h

- **Kết quả:** xác định độ sụt áp suất sau 100h



# 3.8. Tính bền với sự ăn mòn

- **Tính bền ăn mòn:**

- bản chất hóa học của mỡ: đặc biệt là S

- **Phép đo:**

- Ăn mòn tấm đồng
  - Ăn mòn thép

- **Nguyên tắc:**

- tấm Cu hoặc thép được nhúng vào trong mẫu dầu ở nhiệt độ xác định trong thời gian nhất định
    - lau nhẹ và so màu theo thang chuẩn

- **Kết quả:**

- so màu độ ăn mòn



Cotation ASTM D 130



Cotation TIMKEN

# Một số tính chất khác

## 1. Tính chất ở nhiệt độ thấp:

– mỡ trở nên cứng: giảm khả năng bôi trơn

⇒ đánh giá trong trường hợp:

- khởi động máy
- thiết bị làm việc ở nhiệt độ thấp

## 2. Tính bền với nước:

– nhất là các thiết bị làm việc trong môi trường nước hoặc độ ẩm cao

⇒ Xác định bằng phương pháp chưng cất

## 3. Khả năng chịu tải trọng:

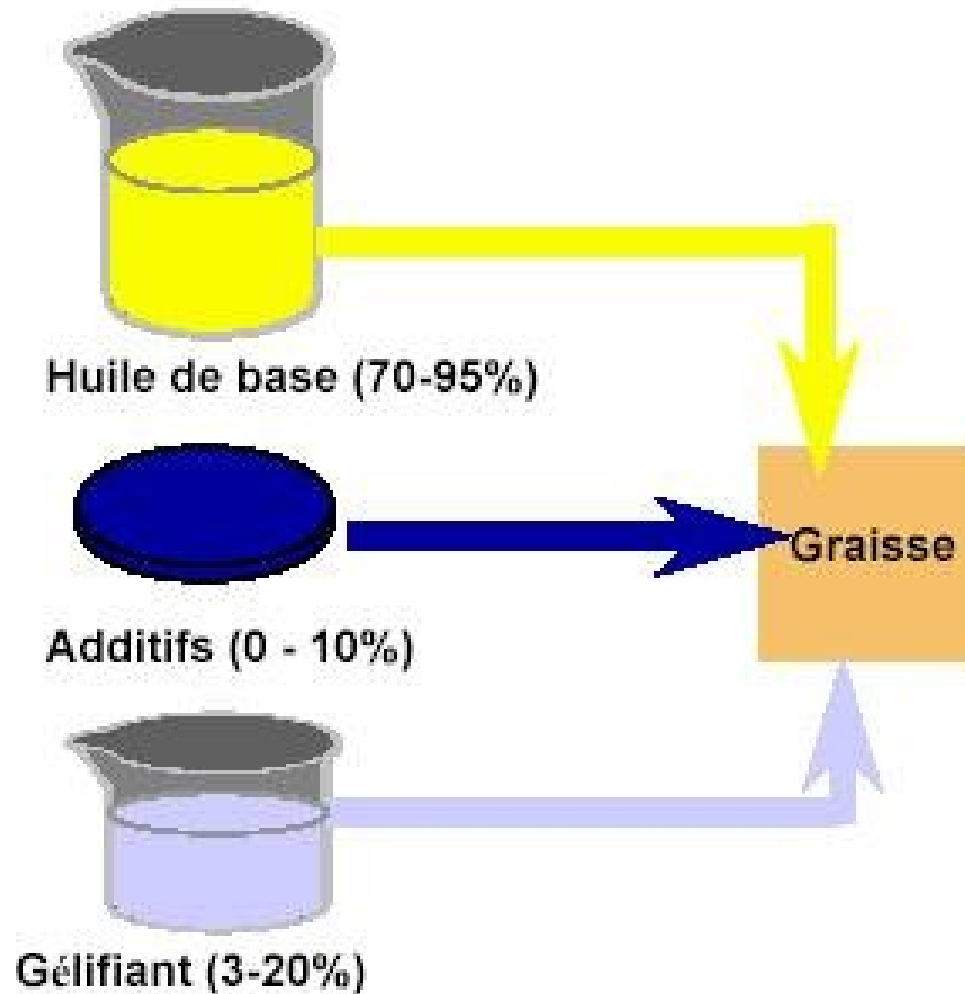
– lớn hơn dầu nhờn

– có thể dùng phụ gia bôi trơn rắn

⇒ Các phép đo cơ khí

# 4. Thành phần mỡ nhờn

- Gồm 3 cấu tử chính:



# 4.1. Dầu gốc

- Dầu khoáng: Paraffinique  
Naphténique
- Dầu tổng hợp: Polyalphaoléfine (PAO)  
Ester, polyalkylène glycol (PAG)  
Dialkylbenzène, Silicone
- Dầu thực vật: thầu dầu, cải

# Một số dầu gốc chính

- So sánh đặc tính của dầu gốc: **1 = rất tốt ; 5 = kém**

	Minérale	XHVI	PAO	PAG	Végét.
Viscosité/Temp (VI)	4	1(2)	2	2	2
Prop. bassa T(Pt d'écoul)	5	4	1	3	3
Stabilité à l'oxydation	4	3	2	3	5
Stabilité thermique	4	4	4	3	4
Volatilité	4	3	2	3	3
Stabilité à l'hydrolyse	1	1	1	3	5
Résistance à la corrosion	1	1	1	3	1
Compatibilité élastomère	3	2	3	3	4
Compatibilité laques/peint	1	1	1	4	4
Miscibilité avec huile miné.		1	1	4	1
Solubilité des additifs	1	2	2(3)	4	3
Capacité de charge	3	3	3	2	1
Biodégradabilité	4	4	5	2(3)	1
Prix	1	3	5	5	

# 4.2. Tác nhân làm đặc

- 4 loại:
  - Xà phòng đơn: Li, Ca, Na, Al
  - Xà phòng kép: Li, Ca
  - Gel vô cơ: Bentone, Silice, Graphite
  - Gel hữu cơ: Polyurée

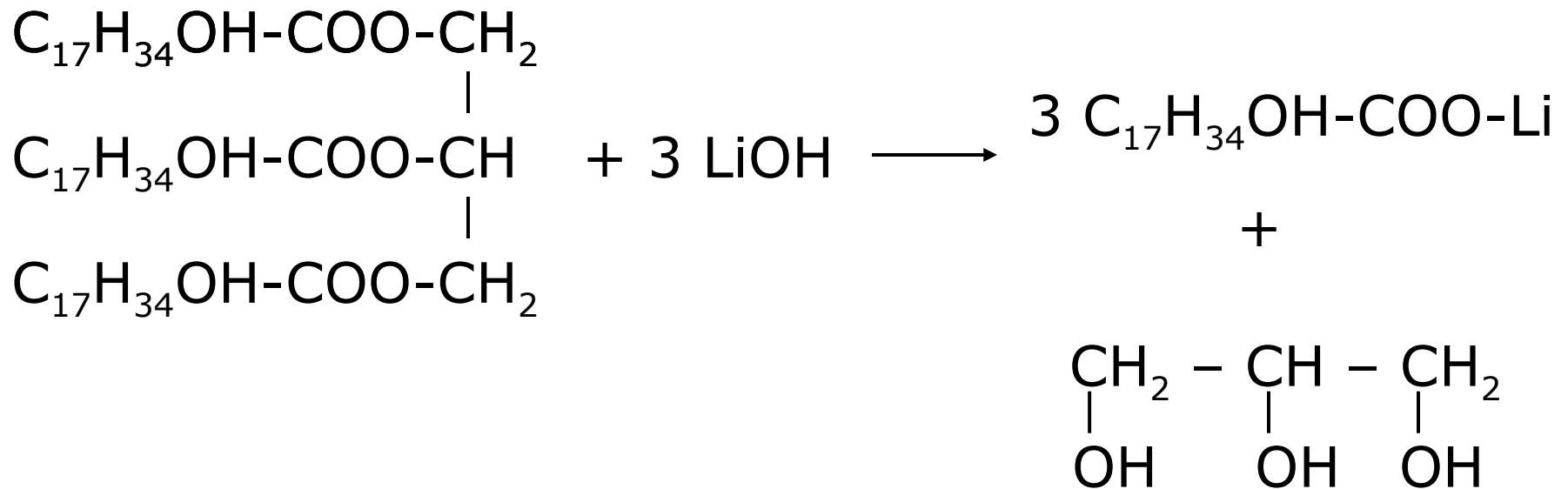


# 4.3. Phụ gia

Famille	Chimie
Anti-rouille	Esters gras Dérivés d'amine Sulfonates
Anti-usure	Dithiophosphates Dithiocarbamates Dérivés phosphorés
Extrême-Pression	Oléfines et esters gras sulfurisés Dérivés organom. du Plomb, Bismuth
Anti-oxydant	Amines aromatiques Dérivés phénoliques
Anti-corrosion cuivre	Benzotriazoles
Agent d'adhérence	Polymères
Modificateur de friction	Corps gras, amines, esters
Lubrifiant solide améliorant de glissement	Graphite, MoS <sub>2</sub> , PTFE
Poudre métallique antigrippantes	Aluminium, cuivre
Colorant	

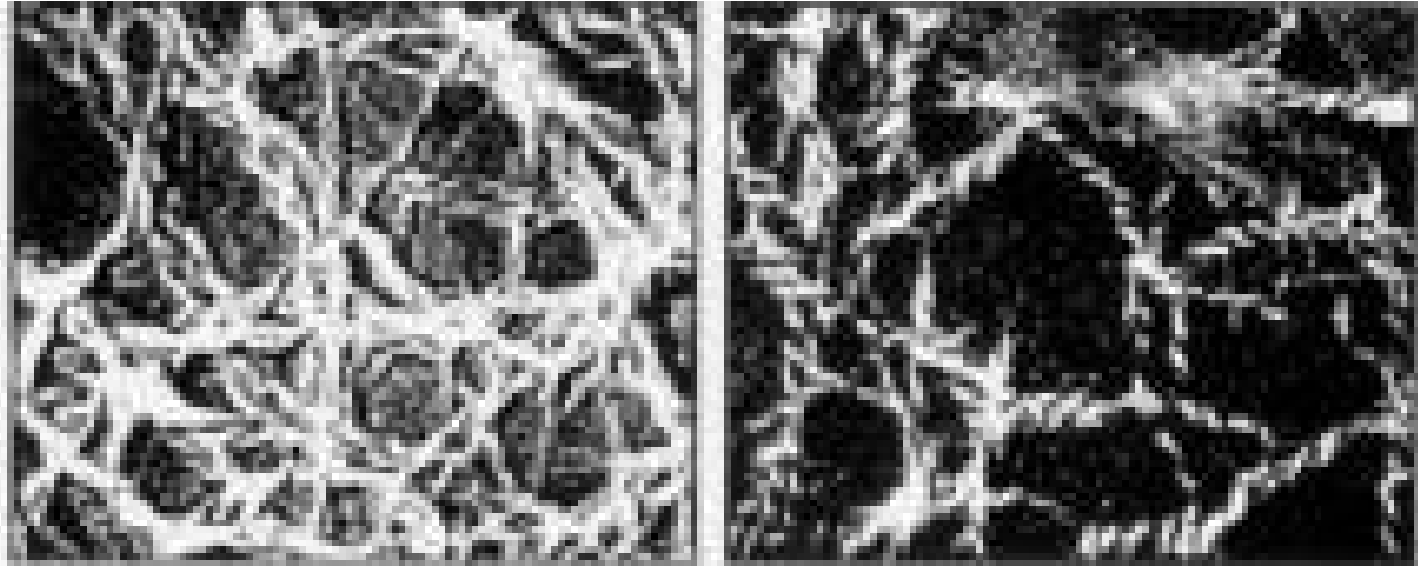
## 4.4. Các họ mỡ nhờn

- Nguyên tắc sản xuất tác nhân làm đặc gốc xà phòng::



## 4.4.1. Mỡ Li đơn

- Chiếm 55% sản xuất thế giới



## 4.4.2. Mỡ Li phức

- Chiếm 14% sản xuất thế giới



## 4.4.3. Mỡ Canxi

- Chiếm 13% sản xuất thế giới
- là mỡ công nghiệp đầu tiên



## 4.4.4. Mỡ Nhôm Al

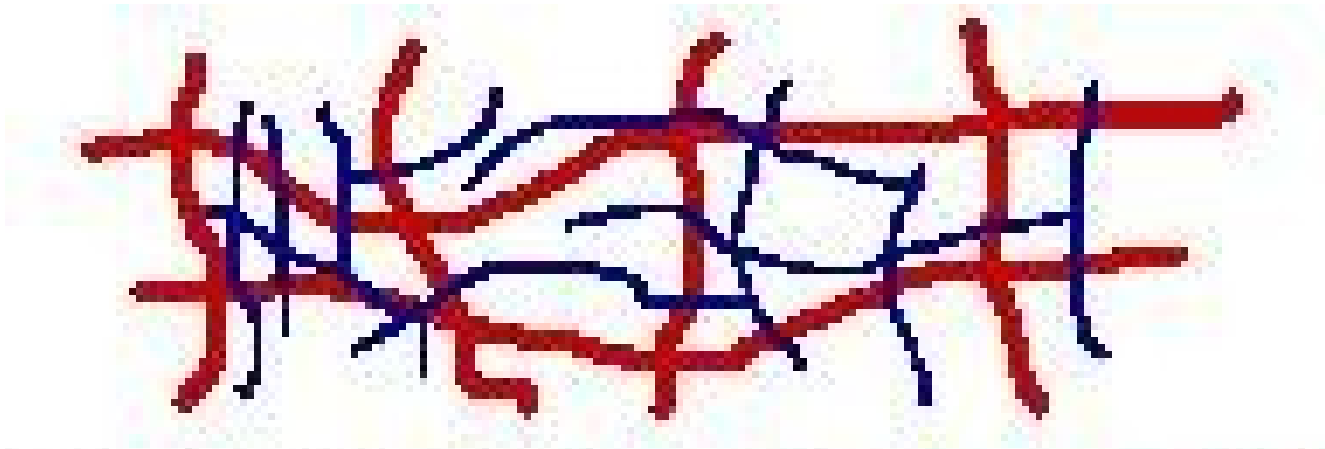
- Chiếm 5% sản xuất thế giới
- **Là mỡ thực phẩm**
  - Al đơn : nhiệt độ làm việc < 60°C
  - Al phức : nhiệt độ làm việc < 160°C
  - khả năng bám dính cao
  - tính bền nước tuyệt vời

## 4.4.5. Mỡ Natri

- Chiếm 2% sản xuất thế giới
- **Là mỡ kinh tế**
  - nhiệt độ làm việc : đến 120°C
  - khả năng bám dính rất cao
  - tính bền gỉ rất tốt

## 4.4.6. Mỡ hỗn hợp Li/Ca

- Chiếm 2% sản xuất thế giới
- **Là mỡ đa công dụng, kinh tế**  
Kết hợp các ưu điểm của mỡ Li và mỡ Ca

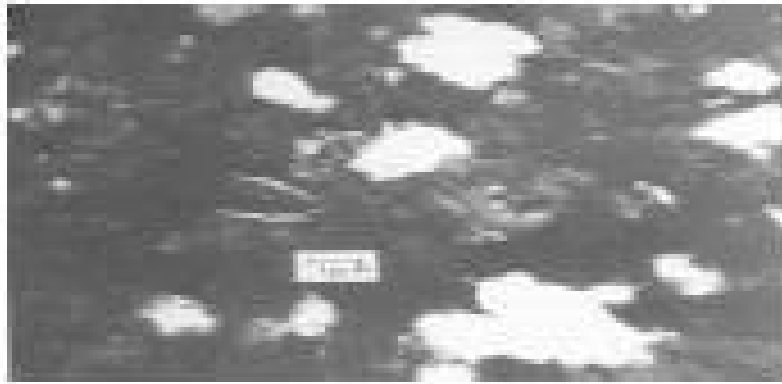


Cocrystallisation des **longues fibres** de savons de Li  
et des **courtes fibres** de savons de Ca



## 4.4.7. Mỡ Bentone

- Chiếm 3% sản xuất thế giới
- **Là mỡ làm việc ở nhiệt độ rất cao**
  - nhiệt độ làm việc có thể đến 160 ~ 180°C
  - dễ sản xuất



# 4.4.8. Mỡ Polyuré

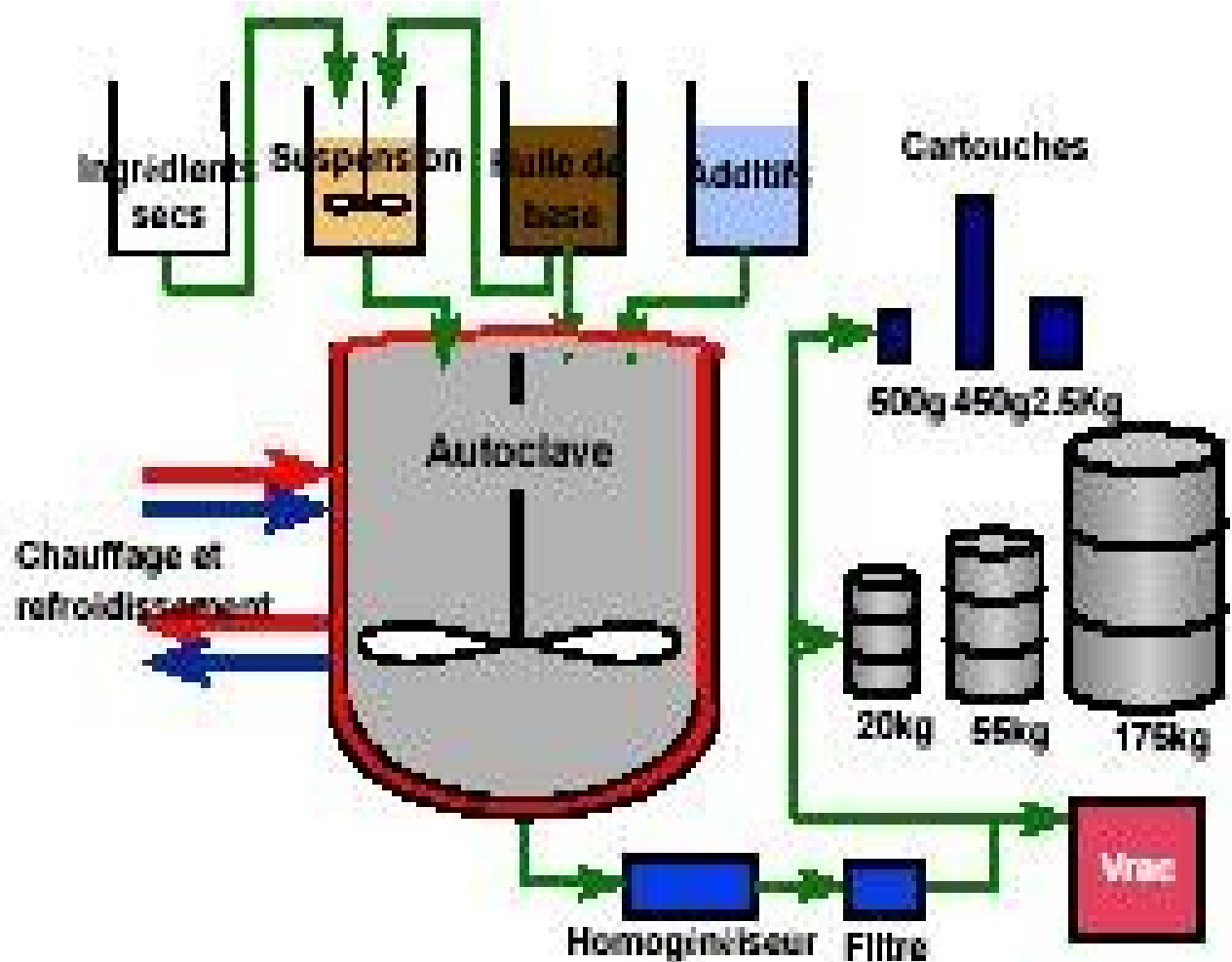
- Chiếm 5% sản xuất thế giới
- **Là mỡ làm việc ở nhiệt độ rất cao, thời gian sống rất dài**
  - nhiệt độ làm việc có thể đến 160 ~ 180°C
  - bền cơ ở nhiệt độ cao
  - khả năng chống mài mòn và chống oxy hóa tốt
  - khả năng bơm tốt
  - không tạo cặn khi bị cháy



# 5. Sản xuất

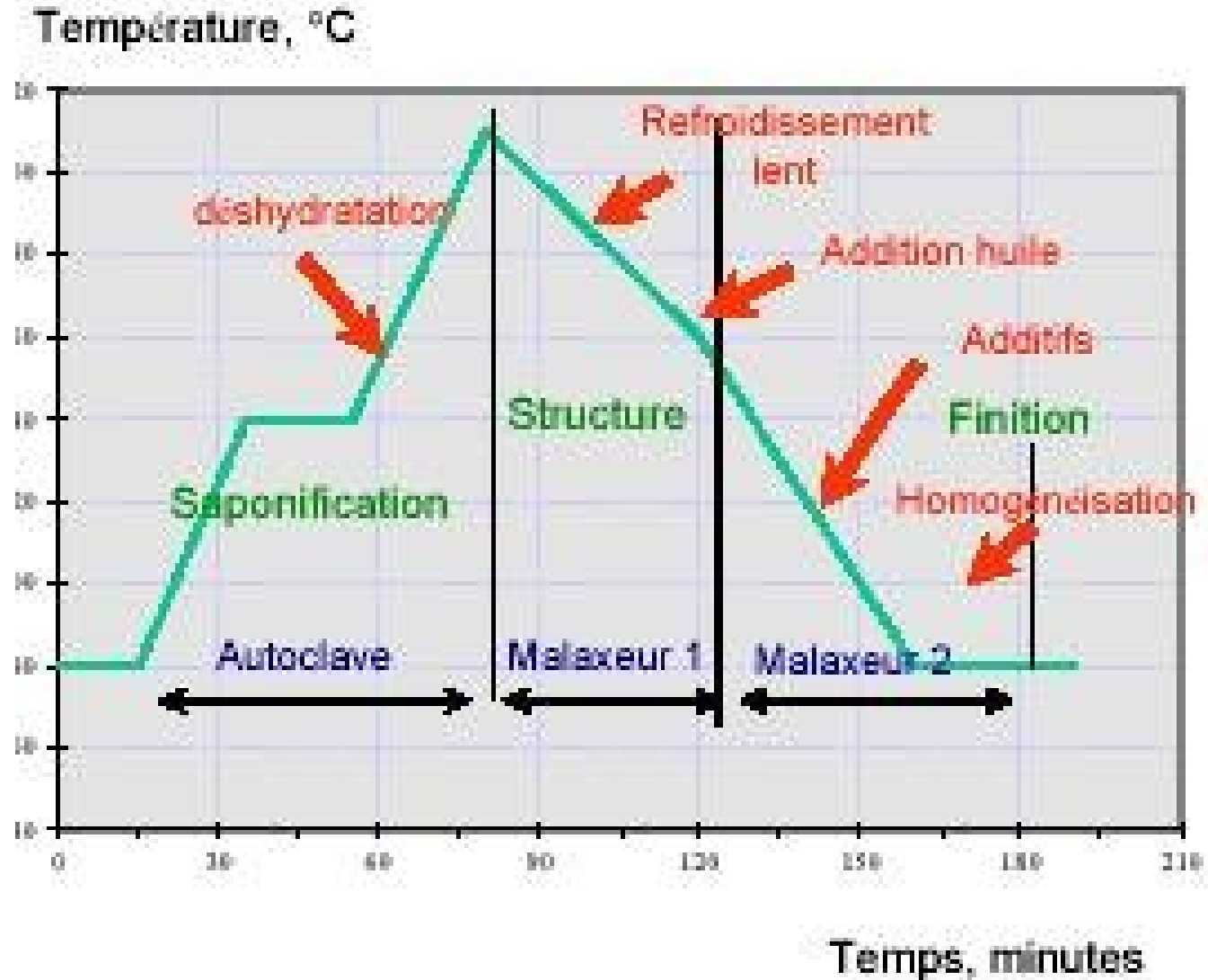
## • Sơ đồ Bacth:

- Xà phòng hóa
- làm lạnh
- pha trộn dầu gốc + phụ gia
- đồng nhất hóa (đuổi k/khí)
- lọc
- bao gói



# Sản xuất

- Profil nhiệt độ quá trình sản xuất: Mỡ Li



# 6. Ứng dụng

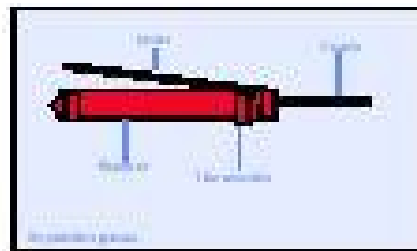
## Chiếm 5% chất bôi trơn

- **Nhiều ưu điểm:**
  - độ bám dính
  - độ kín – bảo vệ
  - ít bay hơi
  - chịu tải trọng cao
  - ít gây ô nhiễm môi trường
- **Khuyết điểm:**
  - tản nhiệt kém
  - khó lọc
  - **Giá !!!**

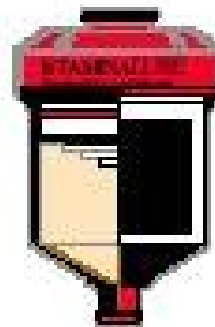
# Tra mỡ nhờn

- Các hệ thống tra mỡ nhờn chính:  
Manuel, à la spatule

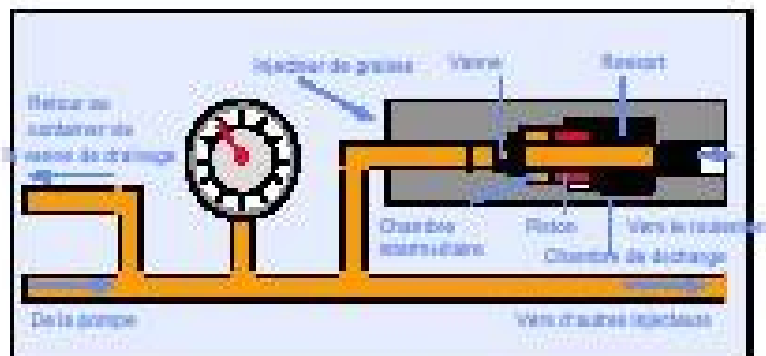
Pompes



Distributeurs automatiques



Systèmes de distribution centralisée



# Hư hại máy móc do mỡ

- quá mềm hoặc quá cứng
- độ nhớt quá bé
- thiếu phụ gia EP, chống ăn mòn ...
- không tương hợp với vật liệu
- **Một vài ví dụ:**



Ecaillage



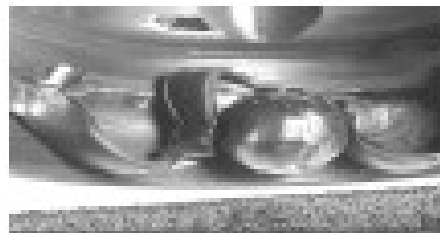
Usure corrosive



Retours de courant



Corrosion



Casse



Grippage