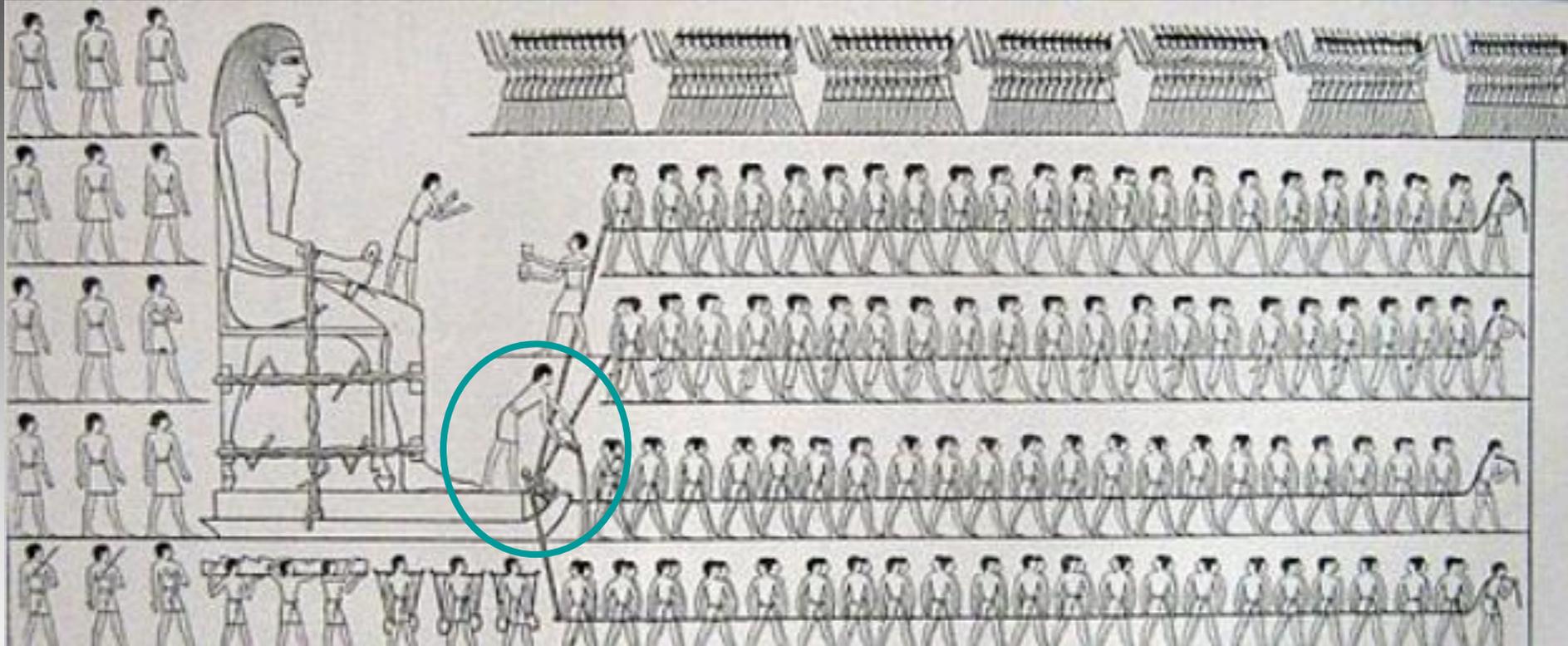
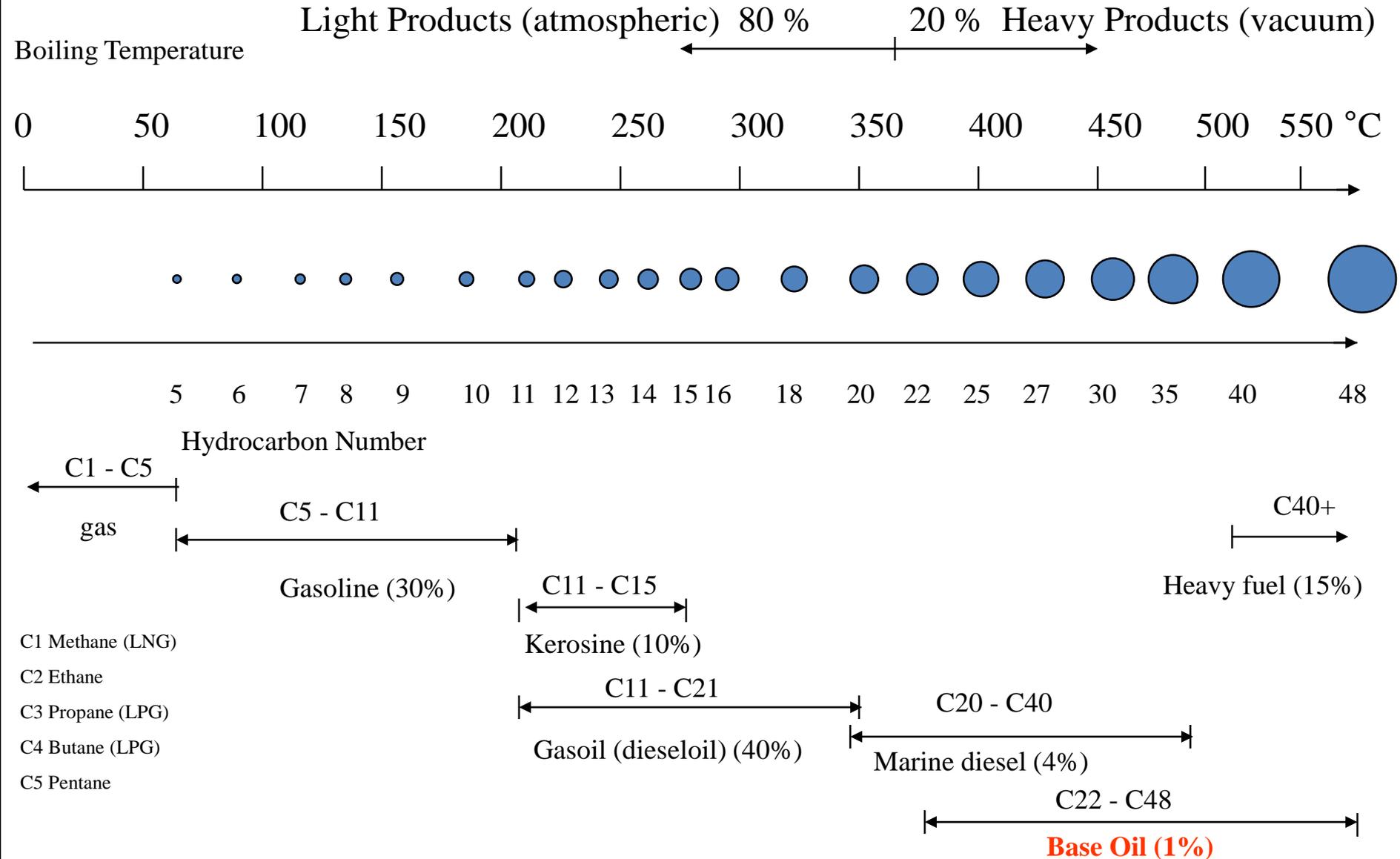


# histoire des lubrifiants

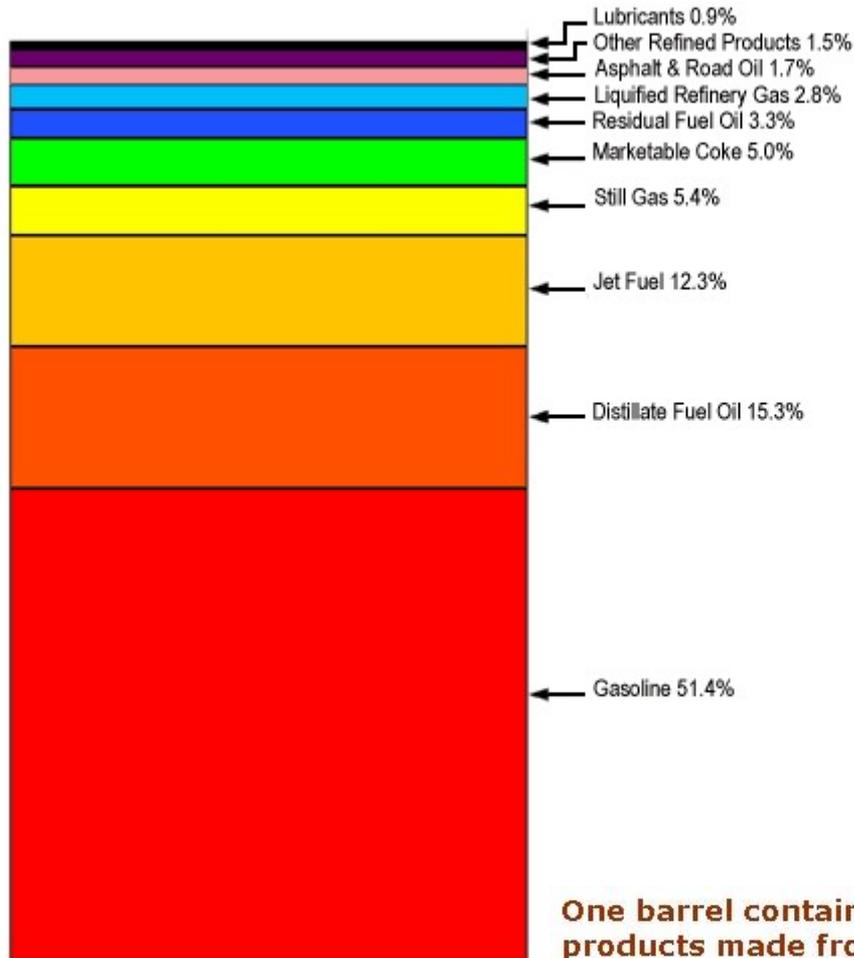


peinture sur la paroi interne de la tombe Tehuti-Hetep (c. 1900 BC)

# Crude Oil (pétrole brut) Product Percentages



# Contenance d'un baril de lubrifiant?



Product	Percent of Total
Finished Motor Gasoline	51.4%
Distillate Fuel Oil	15.3%
Jet Fuel	12.6%
Still Gas	5.4%
Marketable Coke	5.0%
Residual Fuel Oil	3.3%
Liquefied Refinery Gas	2.8%
Asphalt and Road Oil	1.9%
Other Refined Products	1.5%
Lubricants	0.9%

**One barrel contains 42 gallons of crude oil. The total volume of products made from crude oil based origins is 48.43 gallons on average - 6.43 gallons greater than the original 42 gallons of crude oil. This represents a "processing gain" due to the additional other petroleum products such as alkylates are added to the refining process to create the final products.**

**Additionally, California gasoline contains approximately 5.7 percent by volume of ethanol, a non-petroleum-based additive that brings the total processing gain to 7.59 gallons (or 49.59 total gallons).**

# Généralités

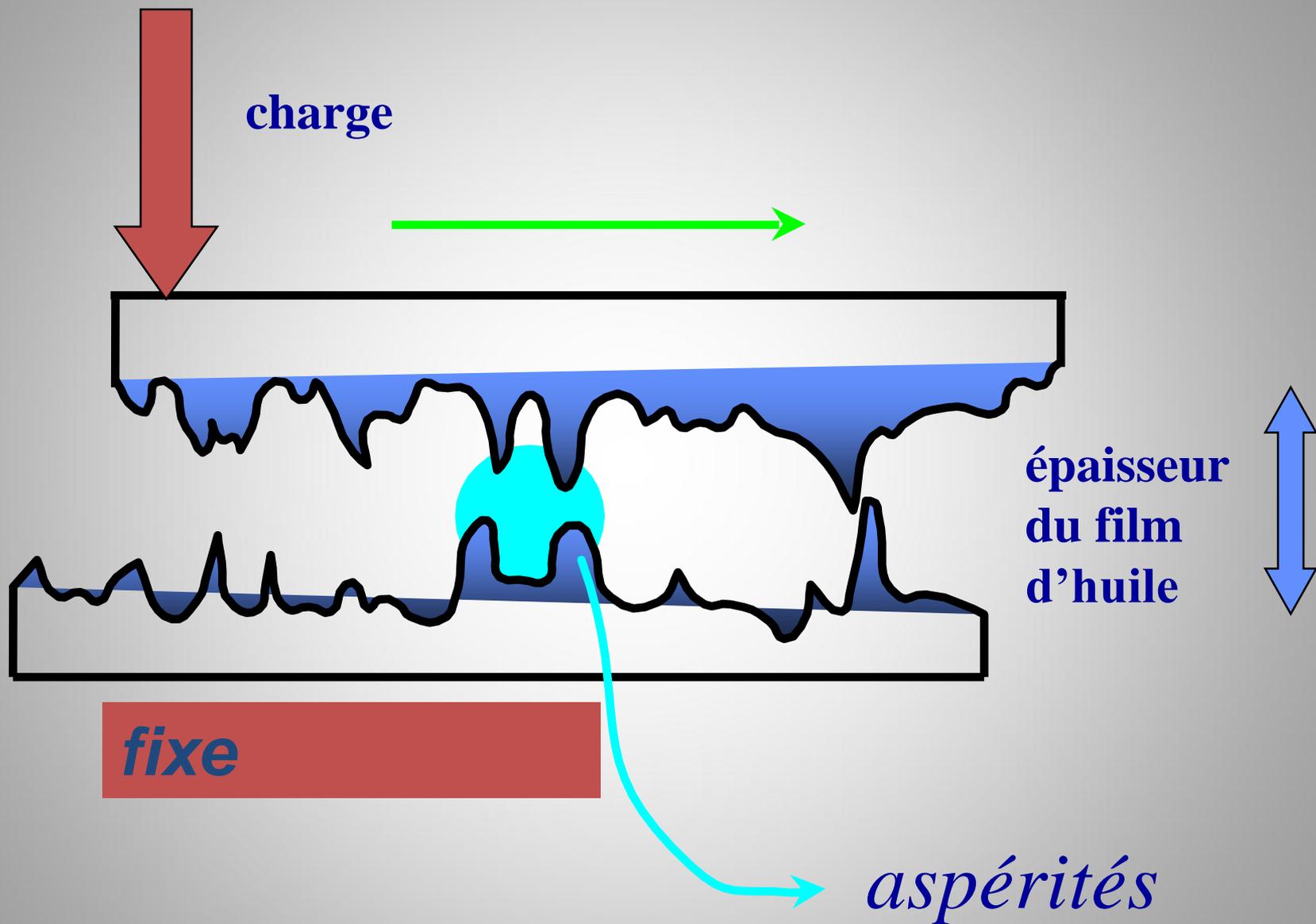
*1. Les rôles du lubrifiant*

*2. Friction-lubrification*

*3. Propriétés d'un lubrifiant*

*4. Composition d'un lubrifiant*

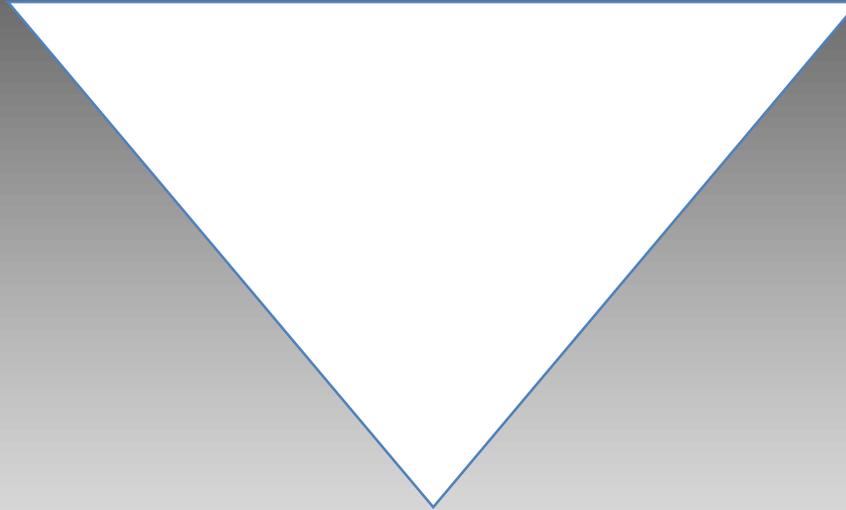




# Tribologie

**Frottement**

**Usure**

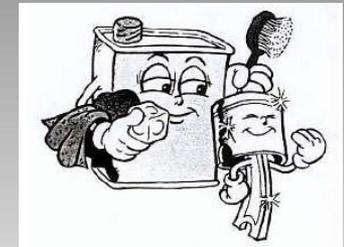
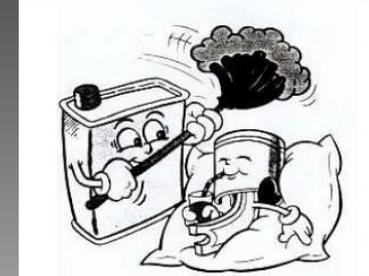


**Lubrification**

*La tribologie est la science et la technologie de frottement, de la lubrification et de l'usure, dérivée du grec 'tribo' qui signifie «je frotte».*

# Les rôles du lubrifiant

- lubrifier (élimination du frottement)
- refroidir (évacuation de la chaleur)
- protéger contre la corrosion
- maintenir la propreté (élimination des contaminants)
- assurer l'étanchéité (suppression des fuites)
- diminution du bruit
- transmettre des forces (hydraulique)
- isoler électriquement



# Généralités

*1. Les rôles du lubrifiant*

*2. Friction-lubrification*

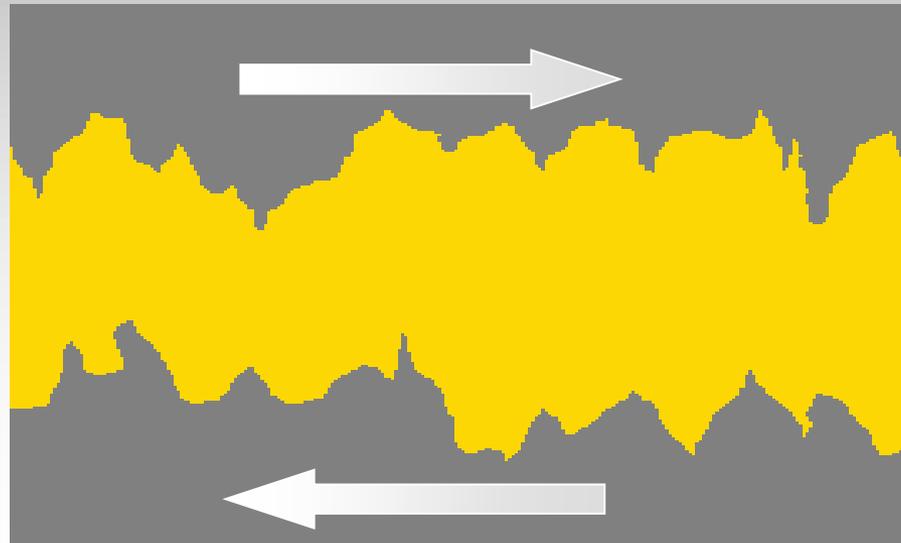
*3. Composition d'un lubrifiant*

*4. Propriétés d'un lubrifiant*



# Friction

- quand deux surfaces glissent l'une contre l'autre :  
résistance au mouvement = FRICTION
- produit de chaleur = perte d'énergie
- augmentation des phénomènes d'usure



# Friction

MOUVEMENT : ne peut PAS être éliminé  
CONTACT: DOIT être ÉLIMINÉ

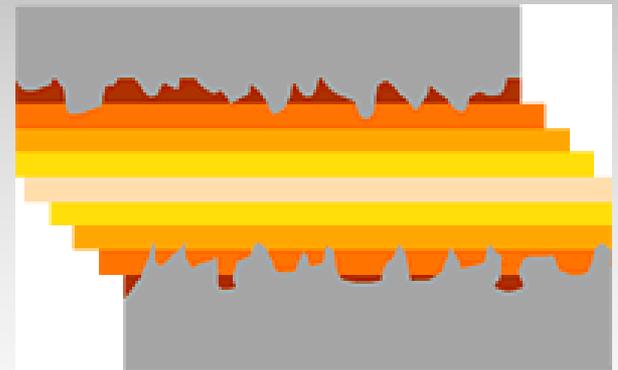
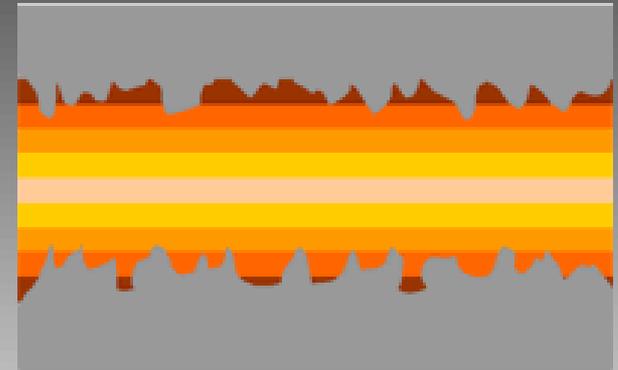
- bonne finition des surfaces
- déposer un lubrifiant pour réduire le frottement

# Lubrification

toute action permettant de réduire la friction entre 2 surfaces en mouvement

tout corps utilisé dans ce but est appelé lubrifiant

le lubrifiant forme un film qui sépare les 2 surfaces et facilite le mouvement



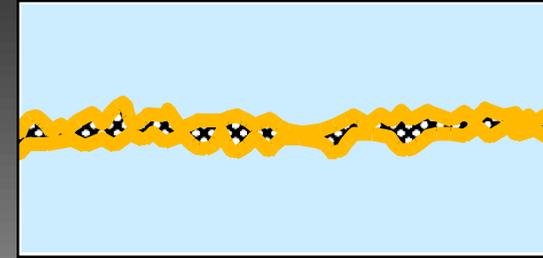
# types de lubrifiants

- liquides : huiles
- semi-solides : graisses
- solides : graphite, MoS<sub>2</sub>, PTFE (teflon)

# Régimes de lubrification

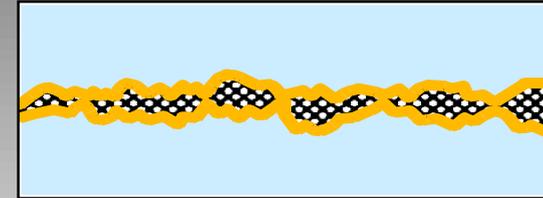
- *lubrification limite*

les surfaces se touchent (frottement important)



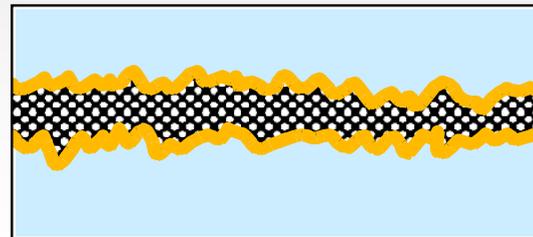
- *lubrification mixte*

les surfaces se touchent sporadiquement



- *lubrification hydrodynamique*

les surfaces sont complètement séparées par le lubrifiant (idéal)



# Généralités

*1. Les rôles du lubrifiant*

*2. Friction-lubrification*

*3. Propriétés d'un lubrifiant*

*4. Composition d'un lubrifiant*



# Propriétés importantes

- viscosité
- point d'écoulement
- stabilité thermique
- stabilité chimique
- transfert de chaleur
- non corrosivité



- séparabilité
- émulsibilité
- non inflammabilité
- compatibilité
- non toxicité
- non volatilité

# le lubrifiant

*Quelle est sa caractéristique principale?*

*la viscosité*

# *Viscosité : définition*

*la viscosité est l'expression du frottement entre les molécules d'un fluide*

**viscosité = résistance à l'écoulement**

# VISCOSITÉ

mesure

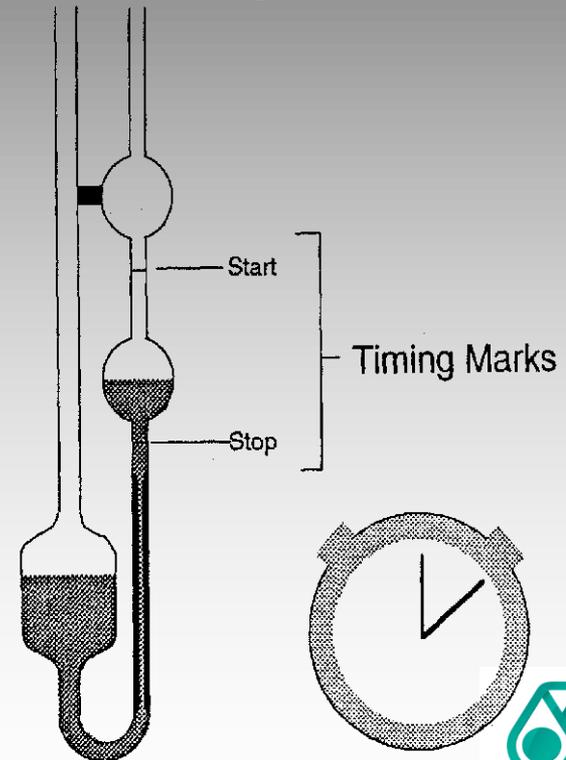
température : 40°C & 100°C

temps d'écoulement à travers du capillaire

X

constante du capillaire

mm<sup>2</sup>/sec (ou Centistokes = cSt)

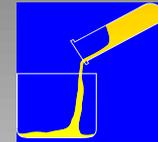


# Influence de la température sur la viscosité

FROID



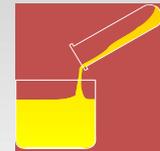
ÉPAIS



CHAUD



LIQUIDE

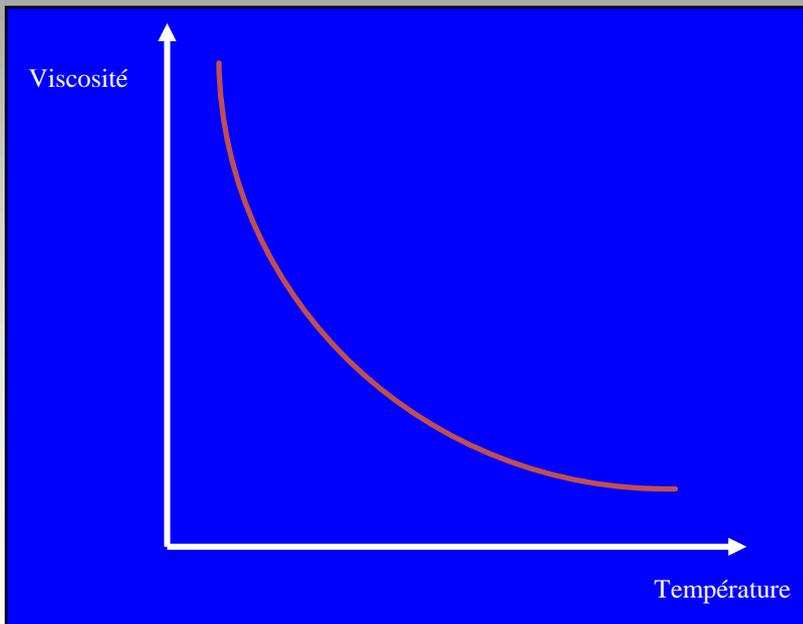


# VISCOSITÉ

## mesure

- TEMPÉRATURES
  - 40 °C
  - 100 °C

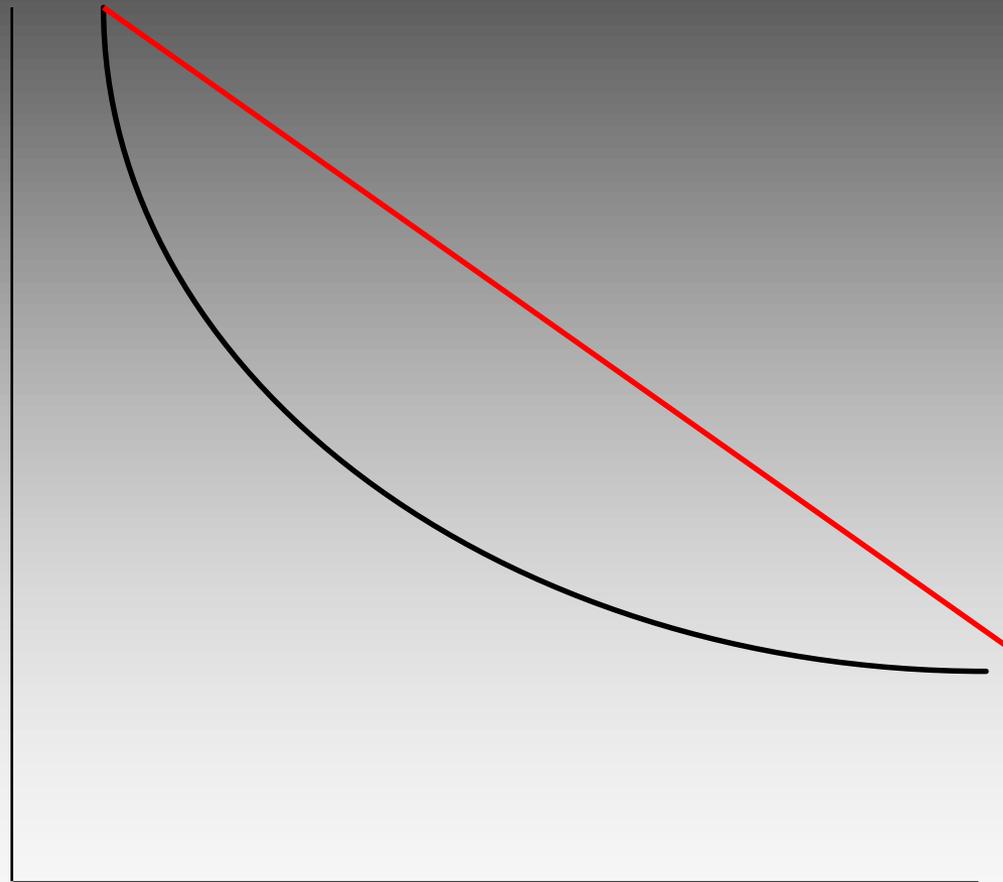
## viscosité cinématique



# Viscosité : influence de la température

viscosité

log(log)



température

# Viscosité : ordres de grandeurs

Eau (entre 1°C et 99°C)

1 mm<sup>2</sup>/s

Sirop en **hiver**

10 000 mm<sup>2</sup>/s

Huile Moteur 10W-40 à **150 °C**

4 mm<sup>2</sup>/s

Huile Moteur 10W-40 à **-20 °C**

3 000 mm<sup>2</sup>/s

# *Viscosité : unités*

viscosité dynamique

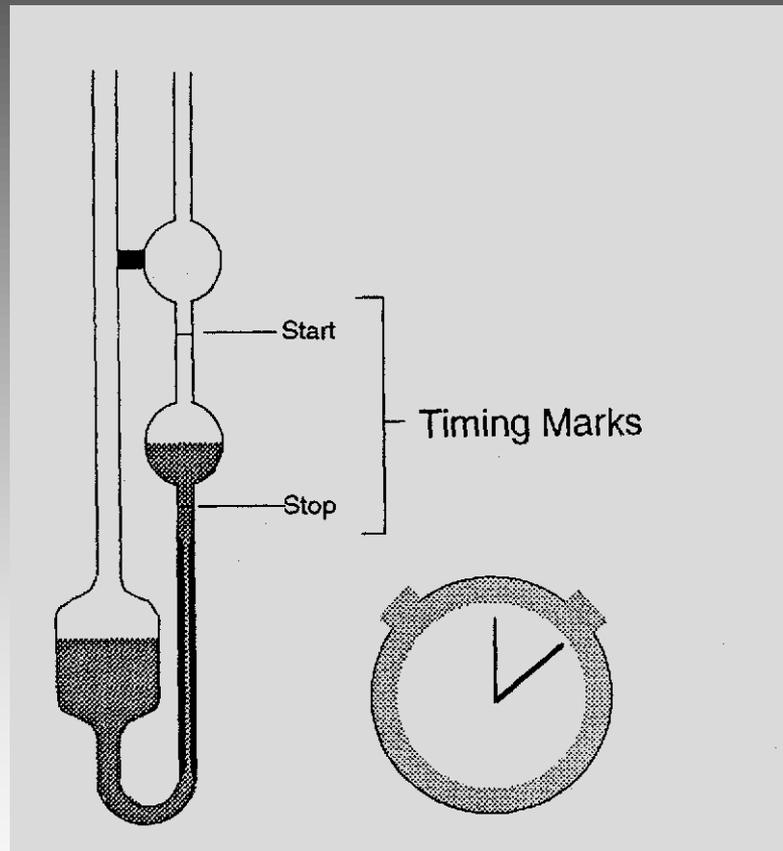
mPa.s (centi Poise = cP)

vis d = vis c x densité

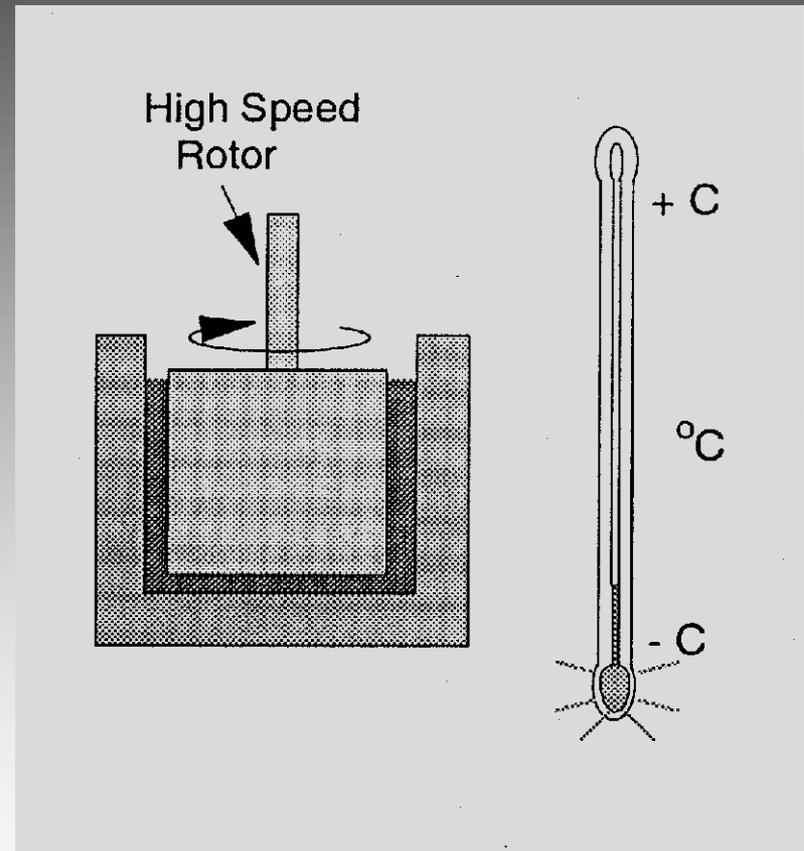
viscosité cinématique

mm<sup>2</sup>/s (centi Stoke = cSt)

## viscosité cinématique



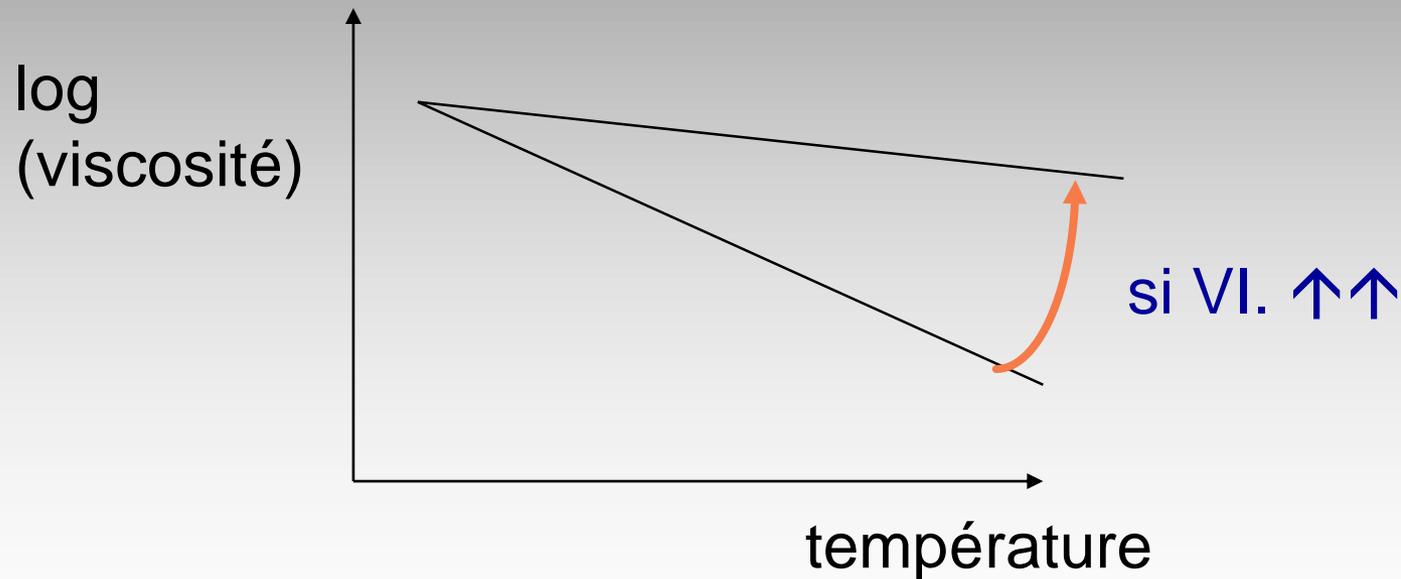
## viscosité dynamique



# Viscosité : *indice de viscosité*

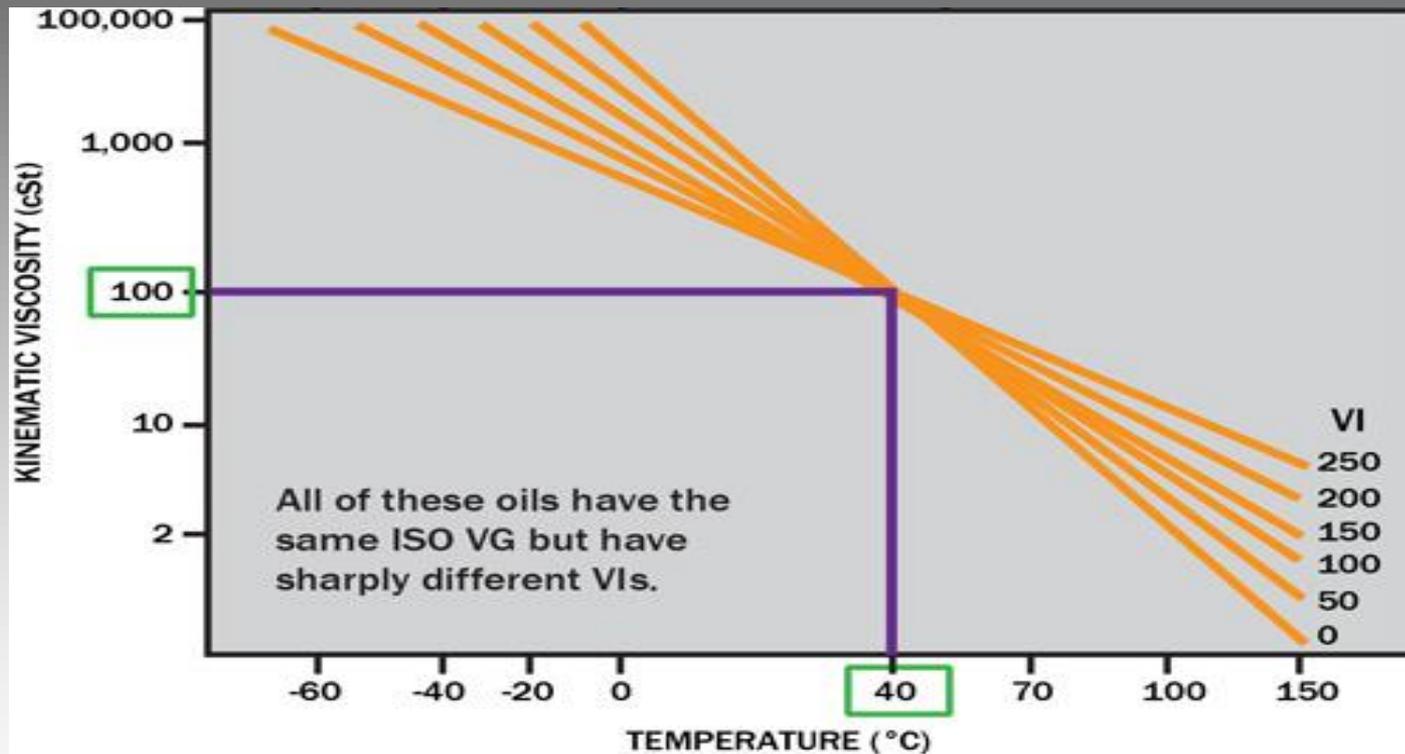
- image de l'influence de la température sur la viscosité de l'huile.

- VI élevé  $\Rightarrow$  moins d'influence
- VI bas  $\Rightarrow$  plus d'influence



# Viscosité : indice de viscosité

- le taux de variation de la viscosité de l'huile devant la variation de température



# Classification SAE (Society of Automotive Engineers)

- 14 niveaux de base ou « grades »
- 6 grades HIVER « W », comportement à froid (ex. 10W)
- 8 grades ETE, comportement à chaud (ex. 30)
- *les huiles qui répondent aux limites de viscosité d'un grade à froid ou à chaud = monogrades*
- *multigrades = satisfont les limites de viscosité d'un grade à froid et d'un grade à chaud : 10W- 40*

# Classification viscosité SAE - Huiles moteur

Table 1. Viscosity Grades for Engine Oils (SAE J300)<sup>1,2</sup>

SAE Viscosity Grade	Low-temperature (°C) Cranking Viscosity <sup>3</sup> , mPa•s, Maximum	Low-temperature Pumping Viscosity <sup>4</sup> , mPa•s, Maximum with No Yield Stress	Low-shear-rate Kinematic Viscosity <sup>5</sup> (mm <sup>2</sup> /s) at 100 °C, Minimum	Low-shear-rate Kinematic Viscosity <sup>5</sup> (mm <sup>2</sup> /s) at 100 °C, Maximum	High-shear-rate Viscosity <sup>6</sup> (mPa•s) at 150 °C, Minimum
0W	6200 at -35	60 000 at -40	3.8	—	—
5W	6600 at -30	60 000 at -35	3.8	—	—
10W	7000 at -25	60 000 at -30	4.1	—	—
15W	7000 at -20	60 000 at -25	5.6	—	—
20W	9500 at -15	60 000 at -20	5.6	—	—
25W	13 000 at -10	60 000 at -15	9.3	—	—
8	—	—	4.0	<6.1	1.7
12	—	—	5.0	<7.1	2.0
16	—	—	6.1	<8.2	2.3
20	—	—	6.9	<9.3	2.6
30	—	—	9.3	<12.5	2.9
40	—	—	12.5	<16.3	3.5 (0W-40, 5W-40 & 10W-40 grades)
40	—	—	12.5	<16.3	3.7 (15W-40, 20W-40, 25W-40, 40 grades)
50	—	—	16.3	<21.9	3.7
60	—	—	21.9	<26.1	3.7



1 cP = 1 mPa•s; 1 cSt = 1mm<sup>2</sup>/s.

2 All values are critical specifications as defined by ASTM D3244.

3 ASTM D5293 (cold-cranking simulator)

4 ASTM D4684 (apparent viscosity) Note that the presence of any yield stress detectable by this method constitutes a failure, regardless of viscosity.

5 ASTM D445 (kinematic viscosity)

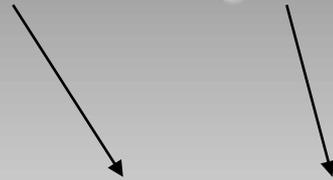
6 ASTM D4683, CEC L-36-A-90, ASTM D4741 (tapered bearing or tapered plug methods)

# Huiles moteur

# viscosité

## MULTIGRADE

**x** W- **y**



Exemple :

**10** W- **40**

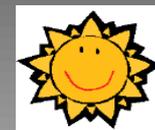
**15** W- **40**

# Plage de Viscosité des Huiles Multigrades

**xW-y**

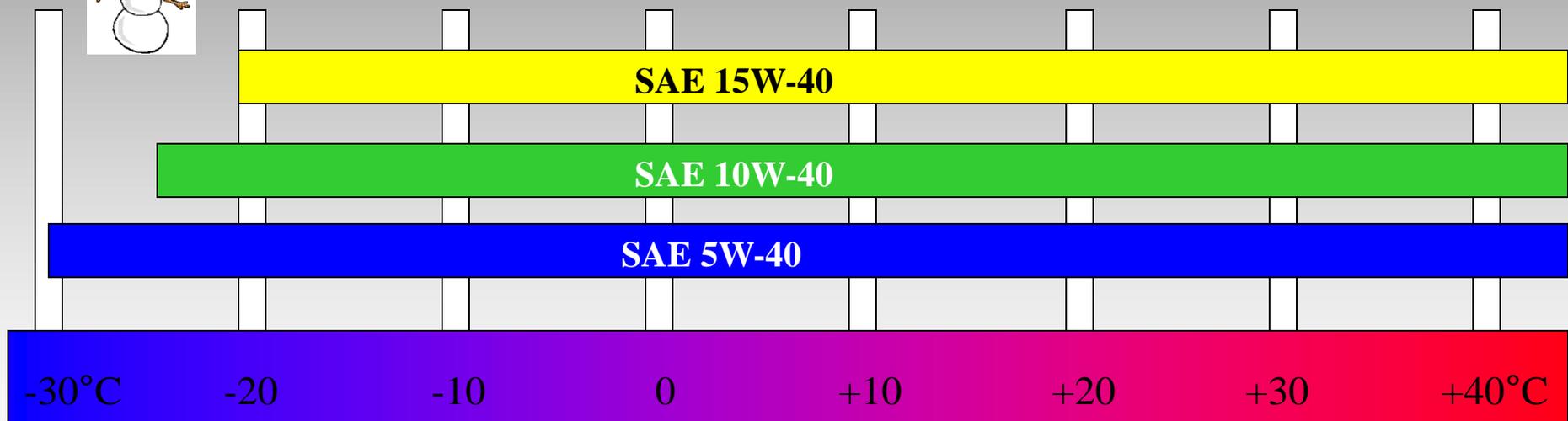
plus X est petit, plus l'huile est fluide à basse T

plus Y est grand, plus l'huile est visqueuse à chaud



pompabilité

protection du  
moteur à chaud



# Classification de viscosité SAE transmission

*Lubrifiants de transmissions à commande manuelle et de ponts*

J306 Viscosity Classification for Automotive Gear Oils - Effective January 1, 2005

SAE Viscosity Grade	Maximum Temperature for a viscosity of 150,000 cP (°C) ASTM D 2983	Minimum Viscosity at (cSt) a 100°C ASTM D 445	Maximum Viscosity at (cSt) a 100°C ASTM D 445
70W	-55°C	4.1	-
75W	-40°C	4.1	-
80W	-26°C	7.0	-
85W	-12°C	11.0	-
80	-	7.0	<11.0
85	-	11.0	<13.5
90	-	13.5	<18.5
110	-	18.5	<24.0
140	-	24.0	<32.5
190	-	32.5	<41.0
250	-	41.0	-

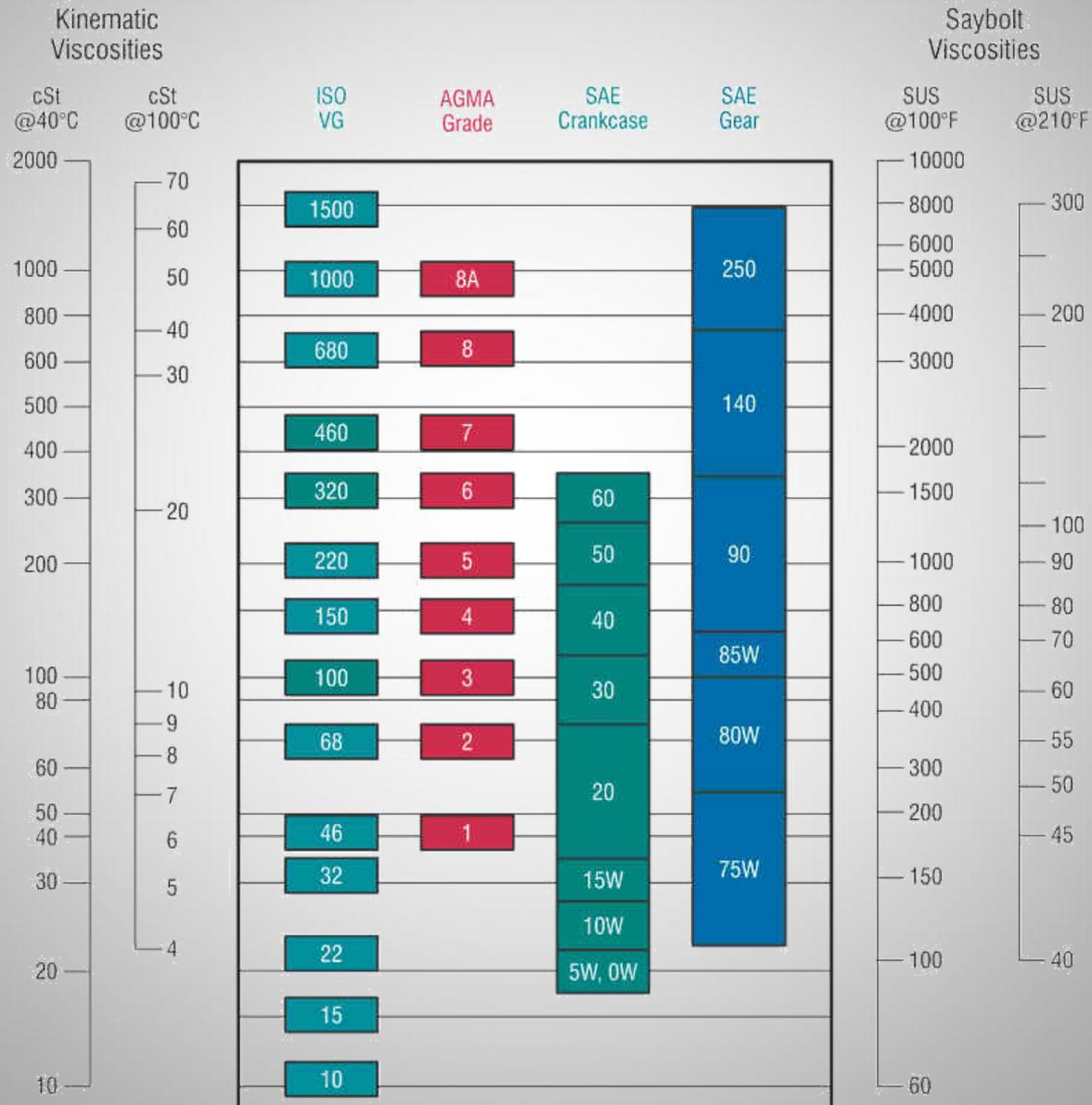
Must maintain its viscosity after 20 hours in the CEC L-45-A-99 test.

# Classification de viscosité ISO : industrie

ISO VG grade	average viscosity at 40 °C (mm <sup>2</sup> /s)	viscosity limits at 40°C mm <sup>2</sup> /s	
		min.	max.
<b>2</b>	2.2	1.98	2.42
<b>3</b>	3.2	2.88	3.52
<b>5</b>	4.6	4.14	5.06
<b>7</b>	6.8	6.12	7.48
<b>10</b>	10	9	11
<b>15</b>	15	13.5	16.5
<b>22</b>	22	19.8	24.2
<b>32</b>	32	28.8	35.2
<b>46</b>	46	41.4	50.6
<b>68</b>	68	61.2	74.8
<b>100</b>	100	90	110
<b>150</b>	150	135	165
<b>220</b>	220	198	242
<b>320</b>	320	288	352
<b>460</b>	460	414	506
<b>680</b>	680	612	748
<b>1000</b>	1000	900	1100
<b>1500</b>	1500	1350	1650

# Viscosité : résumé

Table 2. Comparative Viscosity Classifications



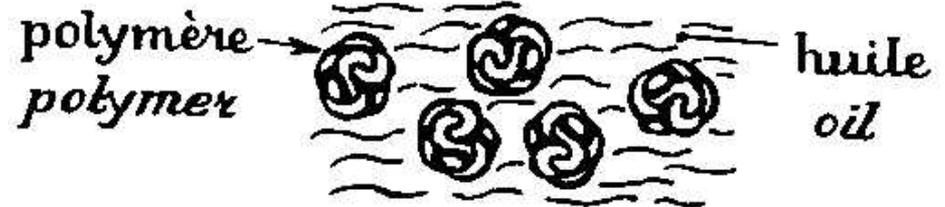
# Viscosité : pratique

- Huiles industrielles:
  - Petronas Gear MEP **320**
  - Petronas Hydraulic HV **32**
- Huiles moteur:
  - Syntium 5000 RN **5W-30**
- Huiles de transmission:
  - Tutela W90/M-DA **80W-90**

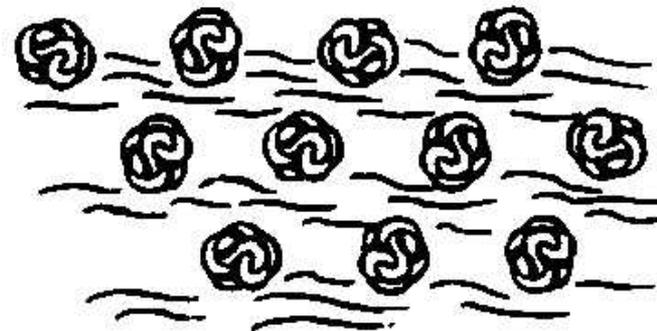
# Additifs de Viscosité : action à basse T

améliorant d'indice de viscosité (VI) : additif (polymères)

- **Intéractions faibles**  
*Weak interactions*

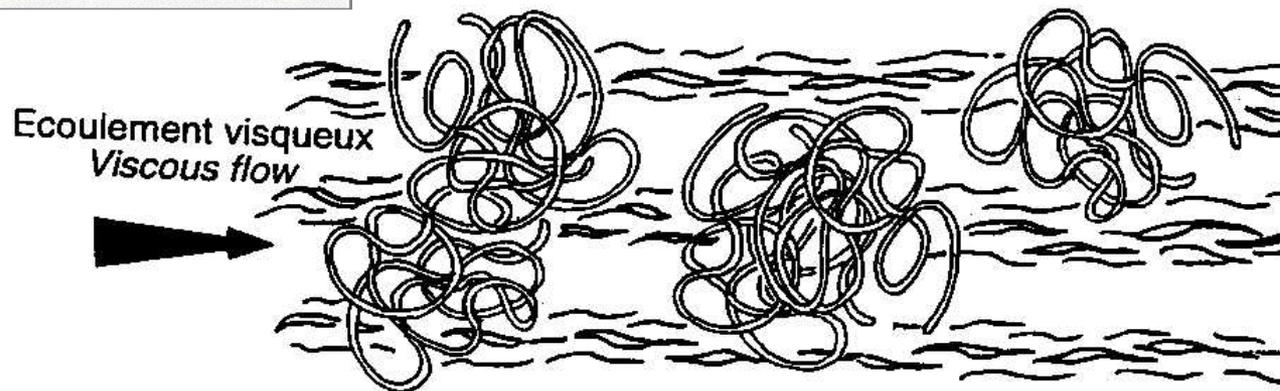
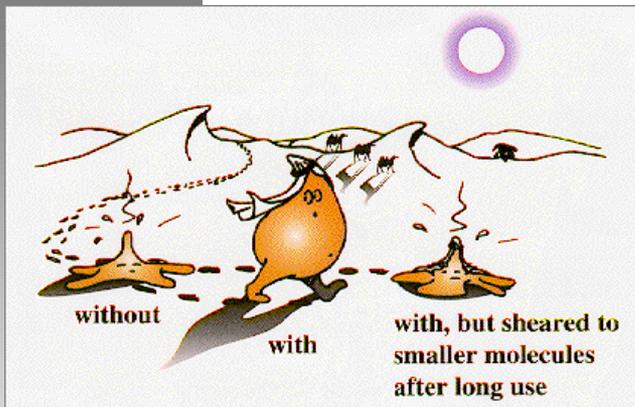
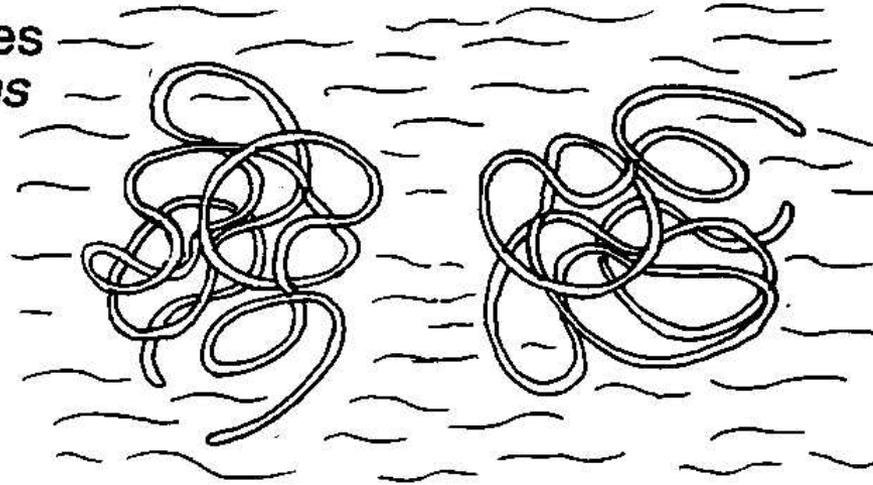


Écoulement fluide  
*Fluid flow*



# Additifs de Viscosité : action à haute T

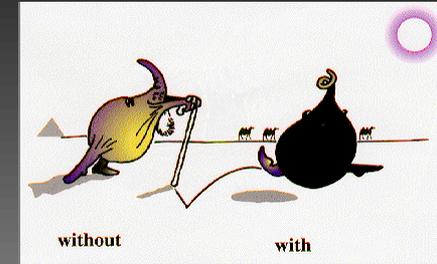
- Interactions élevées  
*Strong interactions*



# Additifs améliorant les performances des huiles de base

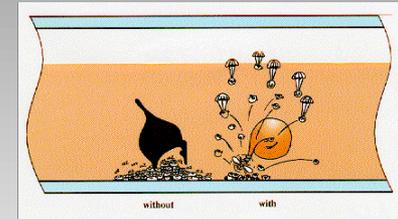
## Antioxydant

Prévient la décomposition par oxydation de l'huile de base



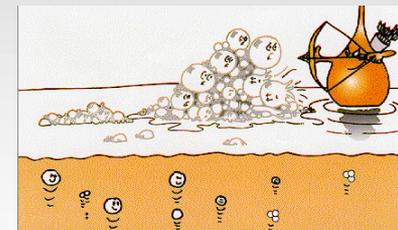
## Dispersant

Inhibe la formation de boues/dépôts et contrôle l'épaississement due aux suies par dispersion des particules en solution



## Anti-mousse

Agents empêchant la formation de mousse par modification de la tension de surface



## Abaisseur de point d'écoulement

permettent d'améliorer l'écoulement à basse température

# Additifs protégeant les surfaces métalliques

## Anti-usure

Forme un film protecteur sur les surfaces métalliques

## Anti-rouille

Protège de l'humidité

## Anticorrosion

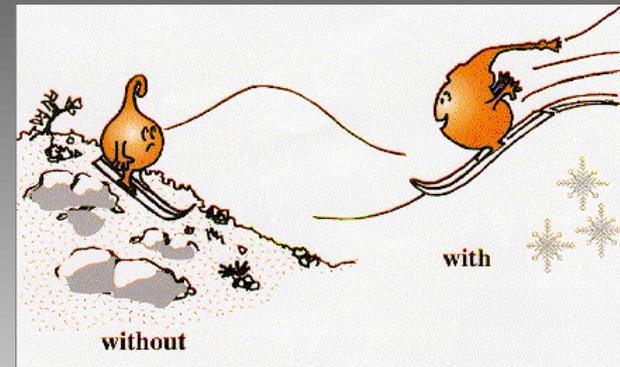
Prévient les phénomènes de corrosion par les acides ou l'oxydation

## Détergent

Contrôle la formation des dépôts et/ou élimine les dépôts

## Modificateur de Friction

Permet des économies de carburant



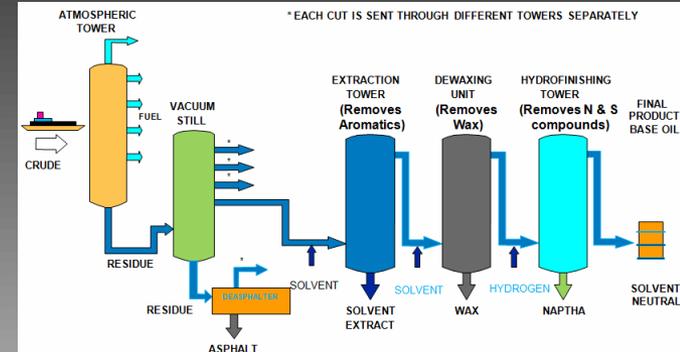
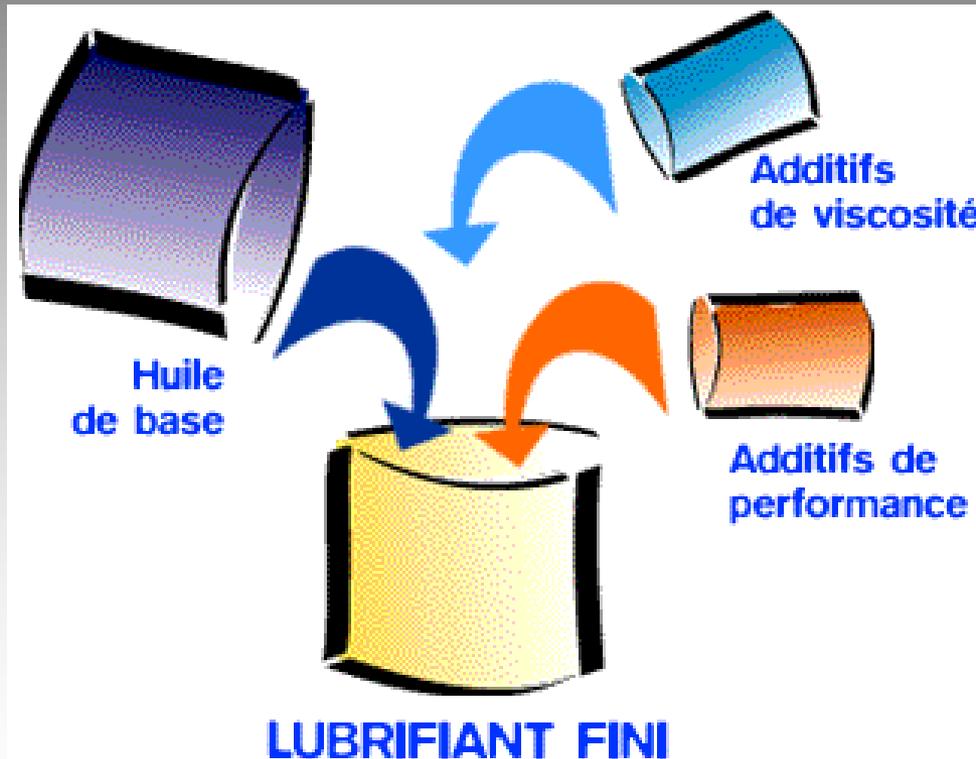
# Généralités

- 1. Les rôles du lubrifiant*
- 2. Friction-lubrification*
- 3. Propriétés d'un lubrifiant*
- 4. Composition d'un lubrifiant*

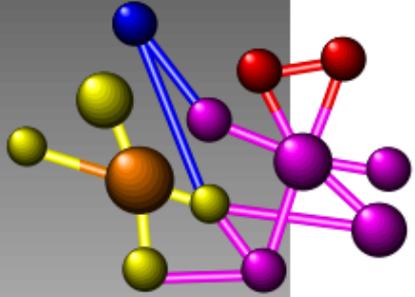
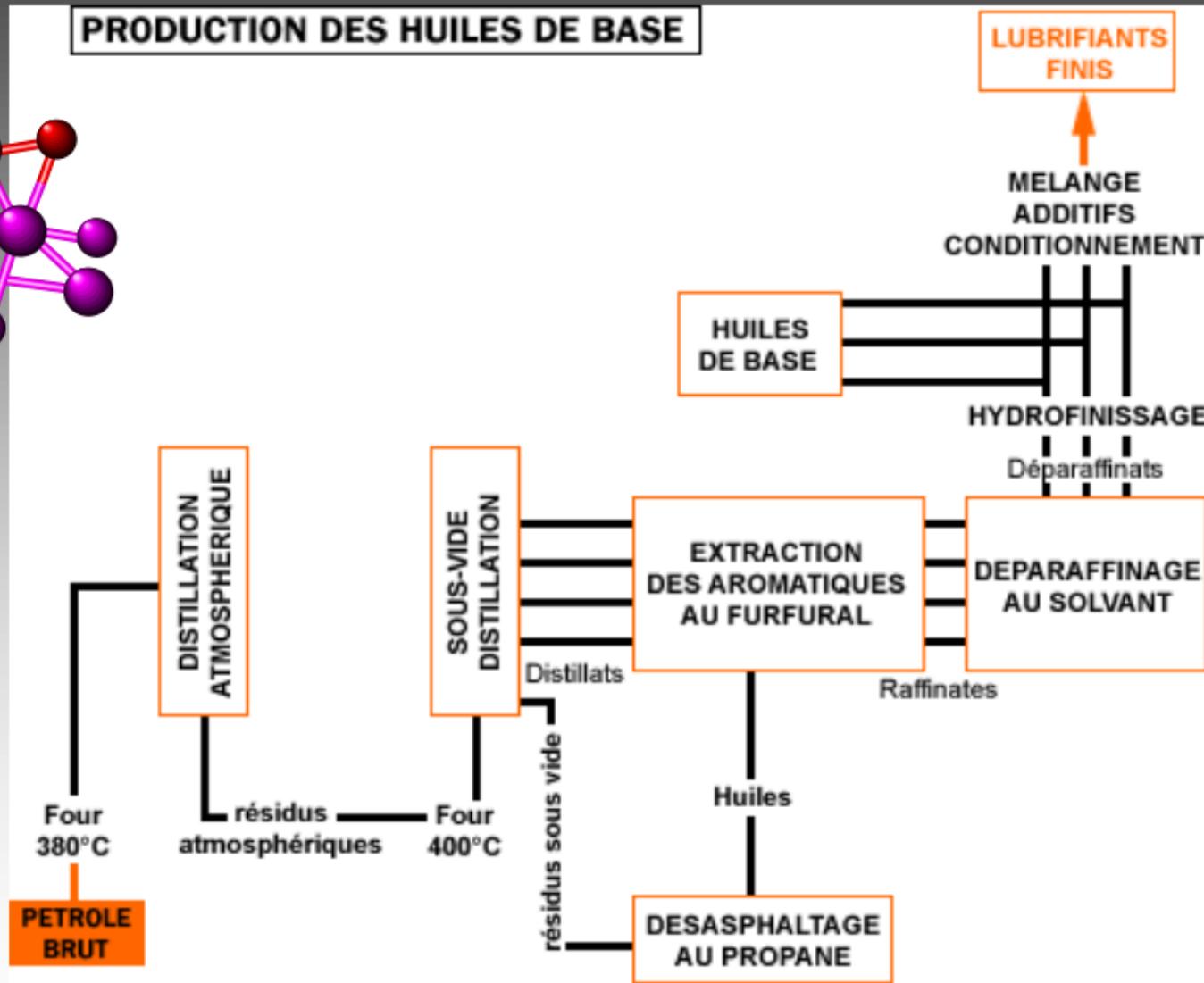


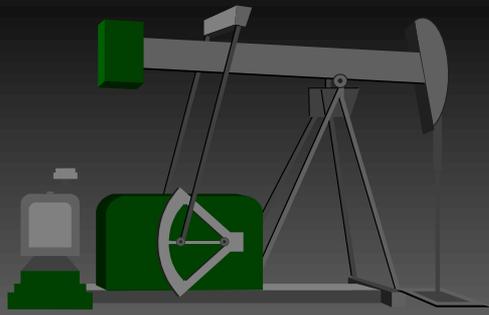
# Comment fabrique-t-on un lubrifiant ?

- lubrifiant = produit de haute technicité
- baril de pétrole brut → 1% huiles de bases



# Production des huiles de base





# Huiles de base

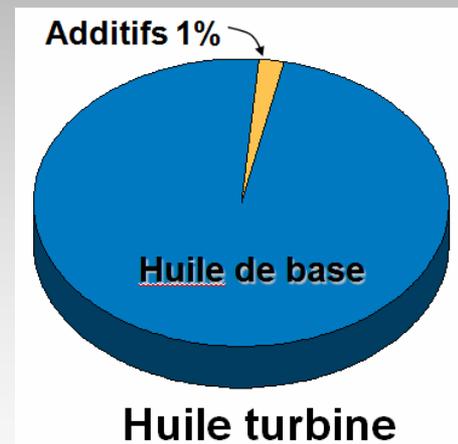
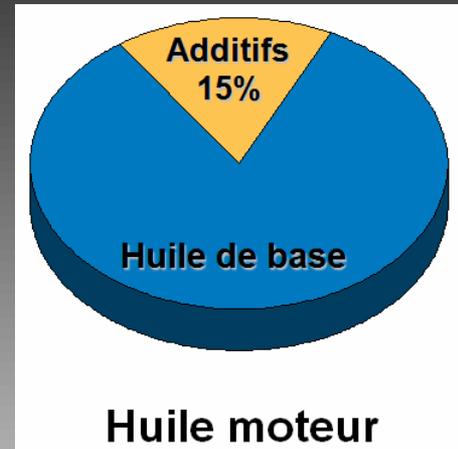
- constituant principal du lubrifiant : 65 à 90%
- base minérale : raffinage du pétrole brut



- base synthétique : synthèse chimique



- bases semi-synthétiques :
  - hydrocraquées (non conventionnelles)
  - mélange de base minérale et synthétique



# API classification des huiles de base



Group	Saturates (% Wt)		Sulphur (% Wt)		VI
I	<90	and/or	>0.03	and	$80 < VI < 120$
II	≥90	and	≤0.03	and	$80 \leq VI < 120$
III	≥90	and	≤0.03	and	≥120
IV	PAO (Polyalphaolefins)				

V All stocks not included in Groups I-IV

- Gp I : Lower performance applications
- Gp II : High performance applications & higher viscosity applications
- Gp III : High performance applications & low viscosity applications

# Huiles de base non conventionnelles

**Le procédé de fabrication implique un craquage catalytique à haute température et haute pression d'hydrogène**

**Elimination des composés , du soufre et de l 'azote**

**Craquage de composés naphténiques et des longues chaînes paraffiniques**

**Différents procédés et désignation commerciales (HC, VHVI, XHVI, UBO etc.)**

# Huiles de base hydrocraquées

**Produit relativement pur**  
**paraffines majoritaires**  
**faible teneur en aromatiques et en soufre**

## **Avantages**

**bonnes propriétés de viscosité à basse température**  
**haut VI (110 - 140)**  
**bonne stabilité thermique**

## **Inconvénients potentiels**

**peu d'inhibiteurs d'oxydation "naturels"**  
**solubilisation des additifs moyenne**  
**relativement chères (huile minérale \* 3)**

# Poly-Alpha-Oléfines

Synthétisé à partir d'alpha-oléfines linéaires

Produits purs

sans cire, soufre ou phosphore

Avantages

point de goutte bas & et faible viscosité à basse température

haut VI (120 - 140)

thermiquement stable (si inhibé)

Inconvénients potentiels

pas d'inhibiteurs d'oxydation "naturels"

mauvaise solubilisation des additifs

chères (huile minérale \* 6)

# Esters Synthétiques

Produits de réaction d'acides avec des alcools

Produits purs

sans cire, soufre ou phosphore

Avantages

très bas point de goutte

haut VI (jusqu'à 200)

stable thermiquement

bonne solubilisation des additifs

Inconvénients potentiels

stabilité à l'hydrolyse

compatibilité avec les joints/ la peinture

prix (huile minérale \* 10+)

# Pourquoi plusieurs huiles et graisses?

*Chaque application a ces besoins :*

- Huile moteur

Pouvoir nettoyant, caractéristiques anti-usure, bon comportement viscosité - température,...

- Huile turbine

Bonne séparation d'eau, caractéristiques de désaération, et anti-mousse.....

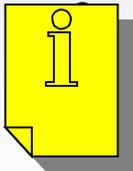
- Huile de réducteur

Caractéristiques EP( extrême pression,....)

- Huile hydraulique

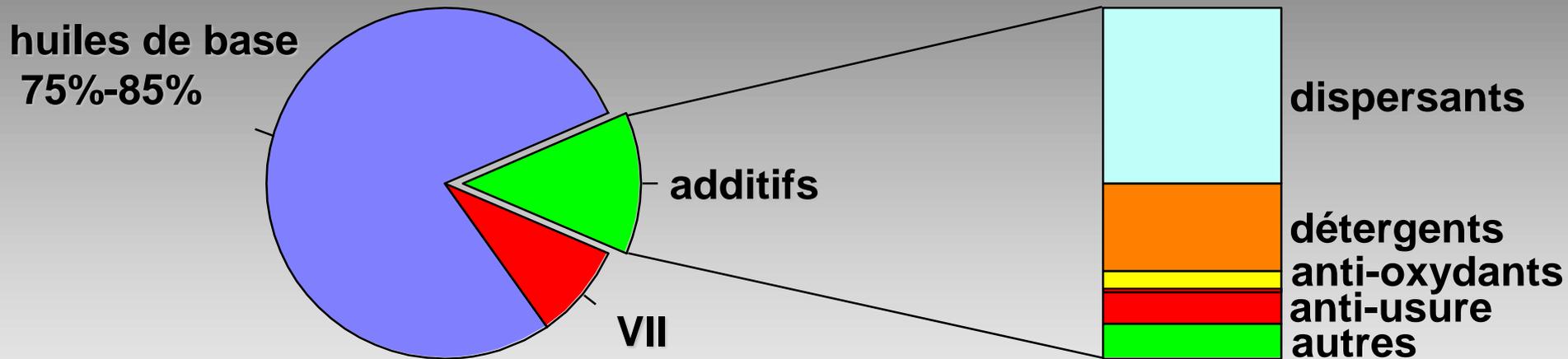
- Graisses

Caractéristiques: viscosité-température, anti- mousse, anti-usure, désaération, séparation d'eau,....

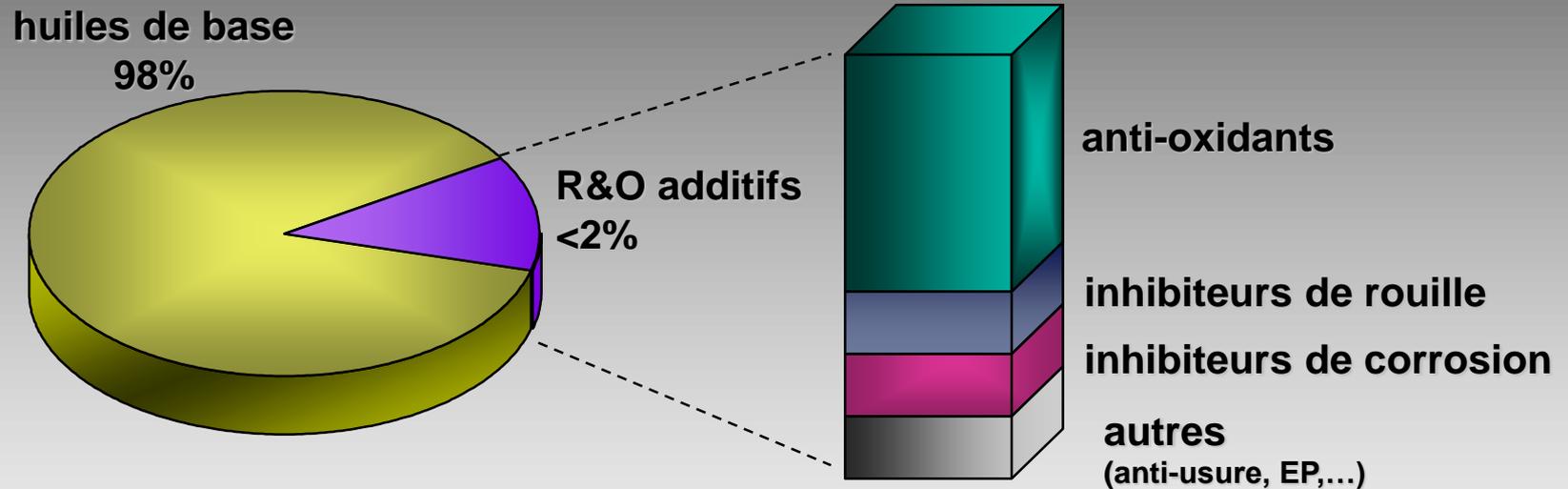


Le produit à utiliser est indiqué par le constructeur de la machine dans le manuel d'entretien ou sur une plaquette signalétique sur la machine.

# composition d'une huile moteur



# composition d'une huile pour turbine



# additifs

remarque : les additifs qu'on ajoute aux huiles de base n'ont pas la vie éternelle...  
additifs sont consommés ou se saturent pendant la durée de vie d'huile

***donc les huiles moteurs (et tous les lubrifiants en général) doivent être changer selon les intervalles de vidange (kilomètres ou heures)***

