

6/99

**RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE**

**Ministère de l'enseignement supérieur  
et de la recherche scientifique**

**Ecole nationale polytechnique**

**Département: génie-chimique  
Laboratoire de Valorisation des Energies Fossiles**

**Projet de fin d'étude**

المركز الوطني للتعدد التقني  
المكتبة —  
Ecole Nationale Polytechnique

**DÉTERMINATION DES PROPRIÉTÉS MOYENNES DES  
FRACTIONS PÉTROLIÈRES ET DES PÉTROLES BRUTS SUR LA  
BASE DE LA DISTILLATION TBP.**

Proposé par:

- 1. Pr C.E.CHITOUR
- 2. M<sup>me</sup> F.SOUAHI

étudié par:

Noura.MANSOURI

PROMOTION JUIN 1999

المدرسة الوطنية المتعددة التقنيات  
BIBLIOTHEQUE — المكتبة  
Ecole Nationale Polytechnique

Le travail de ce projet de Fin d'Etudes a été réalisé  
dans le cadre des activités du Laboratoire de  
Valorisation des Energies Fossiles.

Equipe :  
Etude et valorisation des pétroles algériens.

العنوان: تقييم الخواص المتوسطة الفيزيو كيميائية للكسور البترولية والهولولات الحامة, انطلاقا من منحنيات التقطير TBP.

ملخص:

عملنا هذا يتلخص في محاولة لإيجاد طريقة لتقييم مختلف الخصائص الفيزيو كيميائية لأي بترول جزائري بمعرفة منحنى التقطير TBP فقط. في المرحلة الأولى قمنا بتقسيم بنك المعلومات المتوفر لدينا إلى أربعة أقسام, حسب كثافة البترول ( خفيف, متوسط, متوسط الثقل و ثقيل), بالإضافة إلى قسم خاص بالبترول الجزائري. في المرحلة الثانية قمنا بدراسة كاملة للبترول الجزائري المشبه, وفي نفس الوقت حاولنا إيجاد العامل التصحيحي بغية الوصول إلى معرفة الخواص الفيزيو كيميائية لأي بترول عن طريق خواص البترول المشبه.

### RESUME:

Ce travail consiste à une contribution pour l'élaboration d'une méthode pour déterminer les propriétés physico-chimiques des fractions pétrolières à partir des courbes de distillation TBP.

nous avons constituée notre banque de données, qui comporte 4 parties (Pétroles légers, Pétroles moyens, Pétroles moyennement lourds et Pétroles lourds), avec une partie spécifique pour les pétroles algériens.

Une étude complète de ces pétroles algériens a été faite dans le but de les caractériser sur la base de la TBP simulée.

Les résultats obtenus sont bons et très encourageants.

### ABSTRACT:

Our work consists in a contribution to elaborate a method to evaluate the physico-chemical properties from the TBP curves.

we have constituted our data bank which includes four parts (light, avrage, modertely heavy and heavy), and with a specific part for the algerian crudeoil.

A complet study of algerian crude oil was devlopped in order to evaluate their properties using simulated TBP.

The obtaned results were very satisfactory.

Mots clés: pétrole, Fraction pétrolière, simulation, Distillation.

## *REMERCIEMENTS*

- Ma gratitude et mes plus sincères remerciements vont à monsieur le professeur C. E. CHITOUR et Mme F.SOUAHI dont la bienveillante direction et les précieuses orientations m'ont constamment accompagnée durant ce travail.
- Mes remerciements vont aussi à Melle N.SKANDER pour son aide et ses encouragements.
- Je tient également à remercier Mer SELATNIA d'avoir accepter de présider le jury.
- Enfin, que les membres du jury trouvent ici l'expression de ma gratitude travail..

A tout ces personnes : Merci.

المدرسة الوطنية المتعددة التقنيات  
المكتبة — BIBLIOTHEQUE  
Ecole Nationale Polytechnique

الى اللذان قال فيهما عز و جل:

بسم الله الرحمن الرحيم

«و قضى ربك ألا تعبدوا الا اياه و بالوالدين احسانا»

المدرسة الوطنية المتعددة التخصصات  
BIBLIOTHEQUE — المكتبة  
Ecole Nationale Polytechnique

## DEDICACE

*Je dédie ce travail à :*

*Mes très chers parents*

*Ma grand-mère*

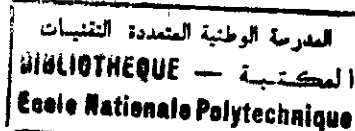
*A toutes mes sœurs et frères*

*A toute ma famille.*

*A mes très chers amis :*

*Quarda, Jahia et Nacer . . . .*

# SOMMAIRE



INTRODUCTION GENERALE .....1

A- partie théorique:

## CHAPITRE I : GENERALITES SUR LE PETROLE.

I-1- généralités sur le pétrole.....	2
I-2- analyse préliminaire du pétrole brut.....	3

## CHAPITRE II : LES PROPRIETES PHYSICO-CHIMIQUE DU PETROLE:

I- les propriétés classiques:

I-1- la densité.....	10
I-2- La masse molaire.....	13
I-3- La tension superficielle.....	16
I-4 - La viscosité.....	18
I-5- Le volume molaire.....	20

II - les propriétés optiques:

II-1- l'indice de réfraction.....	22
II-2- L'indice de corrélation.....	24

III- les propriétés critiques:

III-1- La pression, la température et le volume critique.....	25
III-2- Facteur de compressibilité critique.....	29

IV- Les propriétés thermiques.

IV-1- La chaleur spécifique.....	30
IV-2- L'enthalpie de vaporisation.....	32
IV-3- le facteur acentrique.....	34
IV-4- La conductivité thermique.....	35

V- les propriétés spécifique:

V-1- Le Kuop.....	36
V-2- Point d'aniline.....	38
V-3- Le rapport C/H.....	40

# SOMMAIRE



## B- partie calcul:

### CHAPITRE I : LES COURBES TBP ET DENSITE SIMULES.

I-1- Introduction.....	41
I-2- Principe de la méthode.....	41
I-3 - distillation TBP du pétrole simulés:	
1- Pétrole Algérien simulé (P.A.S).....	43
2- Pétrole léger simulé ( P.L.S).....	45
3- Pétrole moyenne simulé (P.M.S).....	46
4- Pétrole moyennement simulé (P.ML.S).....	47
5- Pétrole lourd simulé (P.M.S).....	48

### CHAPITRE II : CALCUL DES PROPRIETES PHYSICO-CHIMIQUES DE P.A.S.

INTRODUCTION.....	57
-------------------	----

#### I- les propriétés classiques:

I-1- la densité.....	57
I-2- La masse molaire.....	62
I-3- Le volume molaire.....	66
I-4 - La tension superficielle.....	70
I-5- La viscosité.....	74

#### II - les propriétés optiques:

II-1- l'indice de réfraction.....	80
II-2- L'indice de corrélation.....	83

#### III- les propriétés critiques:

III-1- la température critique.....	86
III-2- la pression critique.....	89
III-3- le volume critique.....	91
III-2- Facteur de compressibilité critique.....	94

#### IV- Les propriétés thermiques.

IV-1- La chaleur spécifique.....	101
IV-2- L'enthalpie de vaporisation.....	105
IV-3 - la conductivité thermique.....	109
IV-4- le facteur acentrique.....	113



# SOMMAIRE



## V- les propriétés spécifique:

V-1- Point d'aniline .....	117
V-2- Le Kuop .....	121
V-3- Le rapport C/H .....	125

## CHAPITRE III : VERIFICATION DES CORRELATIONS PROPOSEES.

### INTRODUCTION.

III-1- application de méthode sur le pétrole IBK .....	129
III-2- application de méthode sur un autre pétrole de densité 0.78 .....	141

## CONCLUSION GENERALE.....148

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.

## ANNEXES.

## NOTATIONS

Terme	Signification
API	Densité définie par l'American Petroleum Institute.
Cp	Chaleur spécifique à pression constante.
d <sub>20</sub>	Densité à 20°C.
c	écart(%).
FP	Fraction pétrolière.
G	Enthalpie libre.
H	Enthalpie.
Hv	Chaleur latente de vaporisation.
I	Indice de corrélation.
M	Masse molaire
N	Nombre d'atome de carbone.
N <sub>50%</sub>	Nombre d'atome de carbone d'une paraffine.
n <sub>D</sub> <sup>20</sup>	Indice de réfraction à 20°C.
Kuop	Facteur de caractérisation.
P	Pression.
PA	Point d'aniline.
Pc	Pression critique.
SpGr	Spécific-gravity à 60°F/60°F.
T	température.
Tc	Température critique
Ts	Tension superficielle
Vc	Volume critique.
Vca	Volume critique des aromatiques.
Vcn	Volume critique des naphthènes.
Vcp	Volume critique des paraffines.
Vm	Volume molaire.
w	Facteur acentrique.
X <sub>A</sub>	Fraction des aromatiques dans la fraction pétrolière.
X <sub>N</sub>	Fraction des naphthènes dans la fraction pétrolière.
X <sub>P</sub>	Fraction des paraffines dans la fraction pétrolière.
Zc	Facteur de compressibilité critique.
μ,ν	La viscosité cinématique.



المدرسة الوطنية المتعددة التقنيات  
المكتبة — BIBLIOTHEQUE  
Ecole Nationale Polytechnique

# Introduction générale

## INTRODUCTION GENERALE



Le pétrole à pris une place considérable dans notre civilisation non seulement parce qu'il est une source d'énergie (fournissant avec le gaz naturel en moyenne depuis plus de cinquante ans plus de la moitié des besoins énergétiques, tels que les lubrifiants, les bitumes et les produits pétrochimiques dont la variété ne cesse d'augmenter (matières plastiques, solvants, détergents....).

Avant d'être un produit consommable, le pétrole doit passer par les raffineries. Dans l'industrie de raffinage, il devient de plus nécessaire, de disposer rapidement des propriétés physico-chimiques des pétroles bruts et de leurs fractions, surtout pour un nouveau pétrole.

Leur connaissance nécessite de nombreuses expériences qui demandent un temps important et un appareillage certaines fois complexe et onéreux. C'est dans le but d'éviter ces expériences que nous avons élaboré une méthode simple pour estimer les propriétés physico-chimiques de ces fractions pétrolières.

Sur la base d'utilisation des différents TBP du plus de 280 pétroles, nous proposons des TBP simulées pour chaque type de pétrole (léger, moyen et lourd) étudié. Ces courbes permettent d'identifier les propriétés physico-chimiques des fractions pétrolières, en introduisant un facteur correctif.

Lors de ce travail, nous nous sommes aussi intéressés à l'étude des pétroles algériens que nous avons simulé par un pétrole pour lequel nous avons calculé les propriétés moyennes que nous utiliserons pour déterminer les caractéristiques du pétrole HRS162, les résultats sont satisfaisants.

Les propriétés étudiées sont : la densité, la masse molaire, la tension superficielle, le volume molaire, l'indice de réfraction, l'indice de corrélation, la température critique, la pression critique, le facteur de compressibilité critique, le facteur acentrique, l'enthalpie de vaporisation, la chaleur spécifique, le Kuop, le point d'aniline et enfin le rapport C/H.

*PARTIE THEORIQUE*

### I- Généralités sur le pétrole

#### I-1- Introduction :

Le mot pétrole a pour origine latine *petra oléum*, qui veut dire huile de pierre. Il est connu depuis l'antiquité pour ses diverses utilisations : on en parle déjà dans les écrits chinois où il était utilisé comme remède à des maux divers. Les peuples de Mésopotamie eux l'utilisaient comme mortier dans la construction ou pour calfater les navires. L'exploitation réelle du pétrole en tant que source d'énergie n'a débuté qu'à la fin du XIX<sup>e</sup> siècle, lorsque le colonel Drake en fit jaillir du premier puits, en Pennsylvanie, cela donna naissance à un gigantesque ruée vers l'or noir. Depuis l'utilisation du pétrole et de ses dérivés chimiques n'a cessé de croître, jusqu'à devenir aujourd'hui indispensable dans tous les domaines, non seulement sous ses formes les plus connues, comme carburant ou combustible, mais aussi dans l'agriculture où il sert à la fabrication d'engrais et de pesticides, en médecine et surtout dans l'élaboration des matières plastiques, des fibres et du caoutchouc synthétique.

Les pétroles bruts ont des caractéristiques physiques et chimiques très variables. Cela nécessite des conditions de production, de transport, de stockage et de raffinage adapté à chaque pétrole et à ses produits dérivés.

#### I-2- Origine du pétrole :

Il existe deux théories qui définissent l'origine de pétrole :

- La théorie de l'origine minérale du pétrole eut autrefois, parmi ses partisans, les scientifiques les plus prestigieux Berthelot et Mendeleïev qui vers 1850 imaginèrent que l'action de l'eau sur des carbures métalliques naturels avait pu donner des hydrocarbures acétyléniques qui, par polymérisation et saturation, auraient formé les chaînes et cycles du pétrole.
- La théorie de l'origine organique du pétrole fut assez anciennement proposée. Mouquer admettait en 1758 que le pétrole était issu de restes animaux ou de la décomposition de végétaux terrestres, voire d'une distillation de bois, en 1865 Warren et Storer essayèrent d'apporter la preuve de l'origine organique en distillant des huiles de poisson.

Aujourd'hui la théorie de l'origine organique des hydrocarbures fossiles est universellement admise. Plusieurs preuves sont données en faveur de cette théorie : on y trouve des corps «optiquement actifs» (c'est-à-dire dévient à gauche la lumière polarisée (elles sont levogyres), alors que les substances organiques faites en laboratoire sont racémiques, c'est-à-dire sont un mélange de molécules dextrogyres et levogyres qui ne peuvent pratiquement être synthétisés que par les êtres vivants.

#### I-3- raffinage de pétrole :

Le pétrole tel qu'il est recueilli à la sortie des pipes- lines est pratiquement inutilisable, il faut donc le traiter pour obtenir la gamme de produits pétroliers utiles : c'est ce que l'on appelle le raffinage.

En Algérie, l'industrie du raffinage est née avec l'exploitation du pétrole de Hassi-Messaoud. La première unité construite sur les lieux mêmes, a été orientée vers la satisfaction des besoins exclusifs ; des sociétés opérant dans le cadre de la recherche, telle que l'exploitation et l'exploration. C'est ainsi que diverses unités industrielles ont été réalisées en vue d'accroître les capacités de premières transformations.

### II- Analyse préliminaire du pétrole brut :

#### II-1- Introduction :

La détermination des caractéristiques physico-chimiques du pétrole brut est le début de toute étude de valorisation. Pour cela des essais normalisés sont mis en œuvre afin d'évaluer au mieux la nature du brut et ses différentes propriétés. Cette détermination se fait dans des laboratoires de contrôle existant dans chaque raffinerie.

Les essais préliminaires réalisés sur le pétrole sont :

- La détermination des courbes de distillation ASTM et TBP.
- La détermination des propriétés physico-chimiques les plus importantes telles que : la densité, la viscosité, le point d'écoulement, la teneur en soufre, ect.....

#### II-2- Distillation de pétrole brut :

L'opération initiale de raffinage est la distillation du pétrole brut dans une installation de fractionnement appelé «TOPPING », cette unité de raffinage a pour but de fractionner le brut en plusieurs «coupes », matières premières qui seront traités ultérieurement pour fournir les produits commerciaux.

#### II-3 :Distillation ASTM de pétrole brut :

La distillation ASTM (american standard for testing material ) permet de Prévoir le comportement de la coupe pétrolière ou du brut, la courbe ASTM (la température en fonction du pourcentage volumique distillé ) fournit à l'utilisateur une idée précise sur la composition de brut, les points 10%, 50% et 90% de cette courbe sont respectivement assez représentatifs de la teneur du brut en composés légers, moyens et lourds.

La distillation ASTM est beaucoup moins sélective que la distillation TBP, elle est utilisée pour fournir les spécifications de distillation des produits pétroliers, de plus son principal avantage est le temps court qu'elle nécessite.

L'appareillage présente un ballon de distillation pouvant contenir 100 ou 200 centimètres cubes de produit que l'on chauffe et l'on distille à une vitesse déterminée, les vapeurs formés sont condensées dans un tube en cuivre baignant dans une éprouvette graduée, la tâche de l'opérateur consiste à noter la température d'apparition de la première goutte de condensât à la sortie du tube, c'est le point initial de distillation, ensuite la température est relevée régulièrement lorsque 5, 10, 15, 20, .....90 et 95% du produit sont distillés, le maximum de la température est le point final de distillation. La figure (A-1) représente l'appareillage de la distillation ASTM.

Cette distillation fait l'objet de normes AFNOR NFM07-002 et la norme ASTM D2287 [1].

### II-4 : Distillation TBP du pétrole brut :

Si la distillation est faite dans un appareillage représentant un nombre important de plateaux, c'est à dire un appareillage à très bonne sélectivité équivalent à la succession d'un très grand nombre de distillation simple élémentaire, nous obtenons, en notant la température de la vapeur en fonction du pourcentage volumique distillé, une courbe dite 'TBP' (True Boiling Point).

Si un mélange constitué d'un nombre limité de constituants subissait une distillation TBP, la courbe serait formée d'une série de paliers horizontaux, la longueur de chaque palier étant proportionnelle à la concentration du corps pur bouillant à cette température dans le mélange.

Si le mélange est très complexe (comme dans le cas d'un pétrole brut), la succession de paliers n'est plus visible car les composants sont très nombreux avec les points d'ébullition voisins, et la courbe est une courbe continue.

La figure (A-2) représente un appareil de distillation TBP, cette distillation est d'abord effectuée sous une pression atmosphérique jusqu'à ce que la température dans le ballon atteigne une limite correspondant au début de cracking du résidu, nous avons alors recours à une distillation sous vide, si le résidu obtenu est relativement important, on procède alors à une autre distillation cette fois-ci sous un vide poussé.

La distillation TBP fait l'objet de la norme ASTM D2892.

### II-5 : Découpages des pétroles bruts :

En utilisant la courbe TBP, nous pouvons effectuer le découpage d'un pétrole brut, c'est à dire faire la mise en œuvre de ce pétrole qui consiste à évaluer à partir des données, les rendements possibles par distillation en produits commerciaux répondant à des spécifications, ou en produits non finis destinés à subir des transformations ultérieures et répondant à certaines normes (charges de reforming ou de cracking).

Globalement, nous pouvons recueillir dans la distillation initiale certains produits pétroliers à grandes importances commerciales.

La figure (A-3) montre un exemple de découpage de pétrole brut, les différentes fractions sont classées selon leur intervalle de distillation et le nombre d'atomes de carbone hydrocarbures qui les constituent, cette répartition n'est évidemment pas immuable, elle varie en fonction de la nature de brut traité, des caractéristiques des unités situées en aval et de la structure de la demande en produits finis (nombre, quantité, niveau de spécification), la définition des différentes coupes est donnée ci-dessous d'une façon brève :

- Le gaz combustible ou fuel-gaz est consommé dans les différents fours de la raffinerie.
- Les coupes propane et butane sont commercialisées soit pour les usages domestiques, soit sous forme de GPL-carburant.
- L'essence légère est utilisée comme base (carburant) et constituée également la matière première de la pétrochimie, dans ce type d'application, elle porte le nom de Naphta.
- L'essence lourde représente la charge de reforming catalytique.
- La coupe Kérosène est destinée à la fabrication des carburants pour moteur diesel.
- Les distillats peuvent recevoir des utilisations multiples selon le type et la vocation de raffinerie ; charge d'unités de conversion ou de préparation des lubrifiants, diluants des fuels lourds.



- Le résidu sous vide dont l'importance relative varie avec la qualité du brut (exemple 12% pour un pétrole brut léger saharien et 60% pour un brut lourd Boscan), est affecté après un éventuel désasphaltage, à la fabrication des fuels lourds, des huiles de base et des bitumes, le résidu peut également être dirigé vers les unités de viscoréduction (visbreking) et de cokéfaction (fluide cooking).

### II-6 : Distillation simulée par chromatographie gazeuse :

La chromatographie en phase gazeuse a un pouvoir de séparation très élevé, on définit par analogie avec la distillation, le nombre de plateaux théoriques d'une colonne, ce nombre varie de 100 pour les colonnes remplies, à 100.000 pour les colonnes capillaires de cent mètres de longueur.

La méthode de distillation simulée consiste à utiliser la chromatographie en phase gazeuse sur une colonne apolaire, c'est à dire une colonne sur laquelle se fait en fonction de leur point d'ébullition.

La température de la colonne est augmentée à une vitesse reproductible (programmation de température) et la surface du chromatogramme est enregistrée en fonction du temps de rétentions.

Une correspondance entre ces temps de rétentions et les températures d'ébullitions est établie grâce à une calibration réalisée avec un mélange d'hydrocarbures, généralement des paraffines normales dont les points d'ébullitions sont connus.

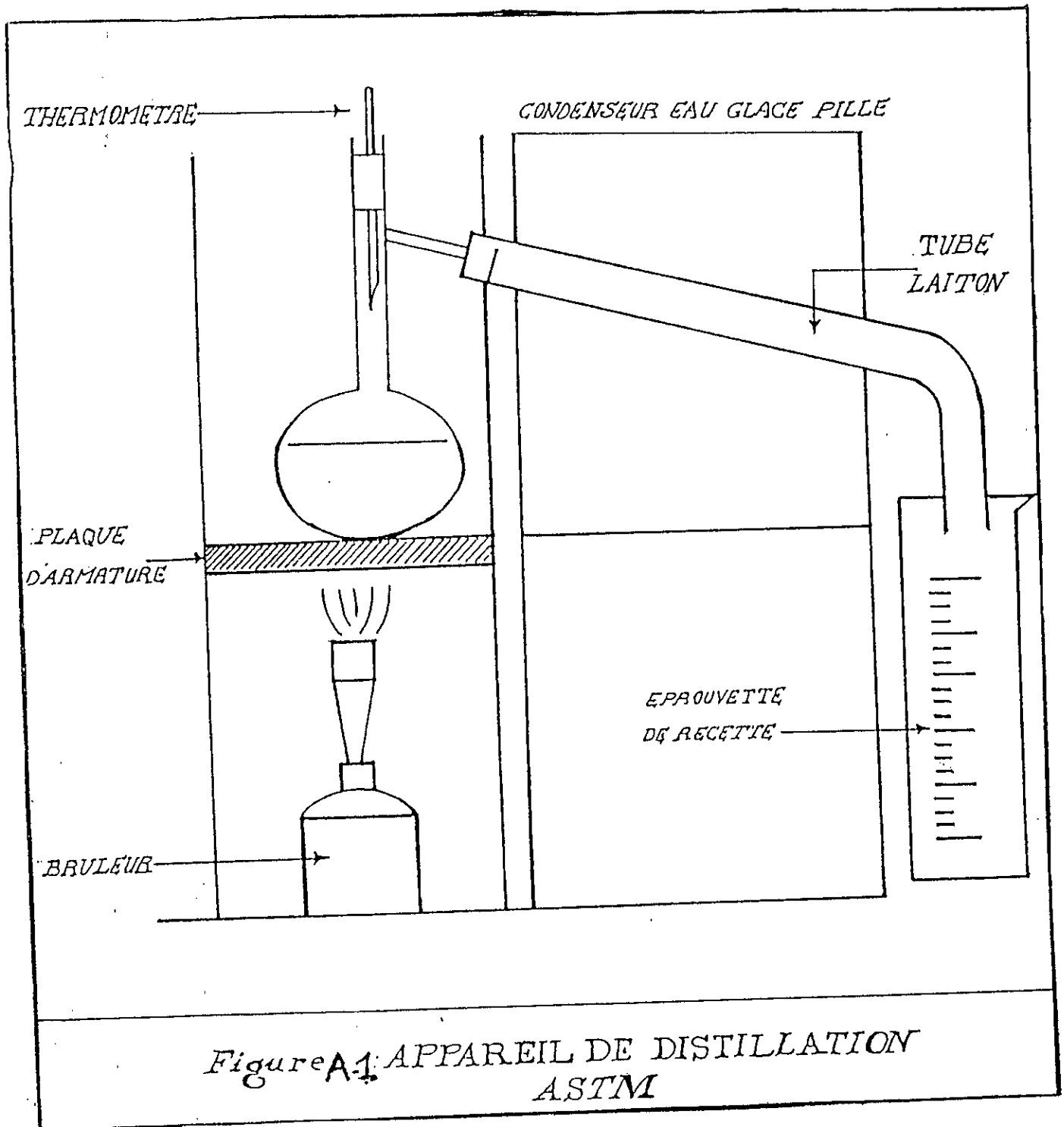


Figure A.1: APPAREIL DE DISTILLATION  
ASTM

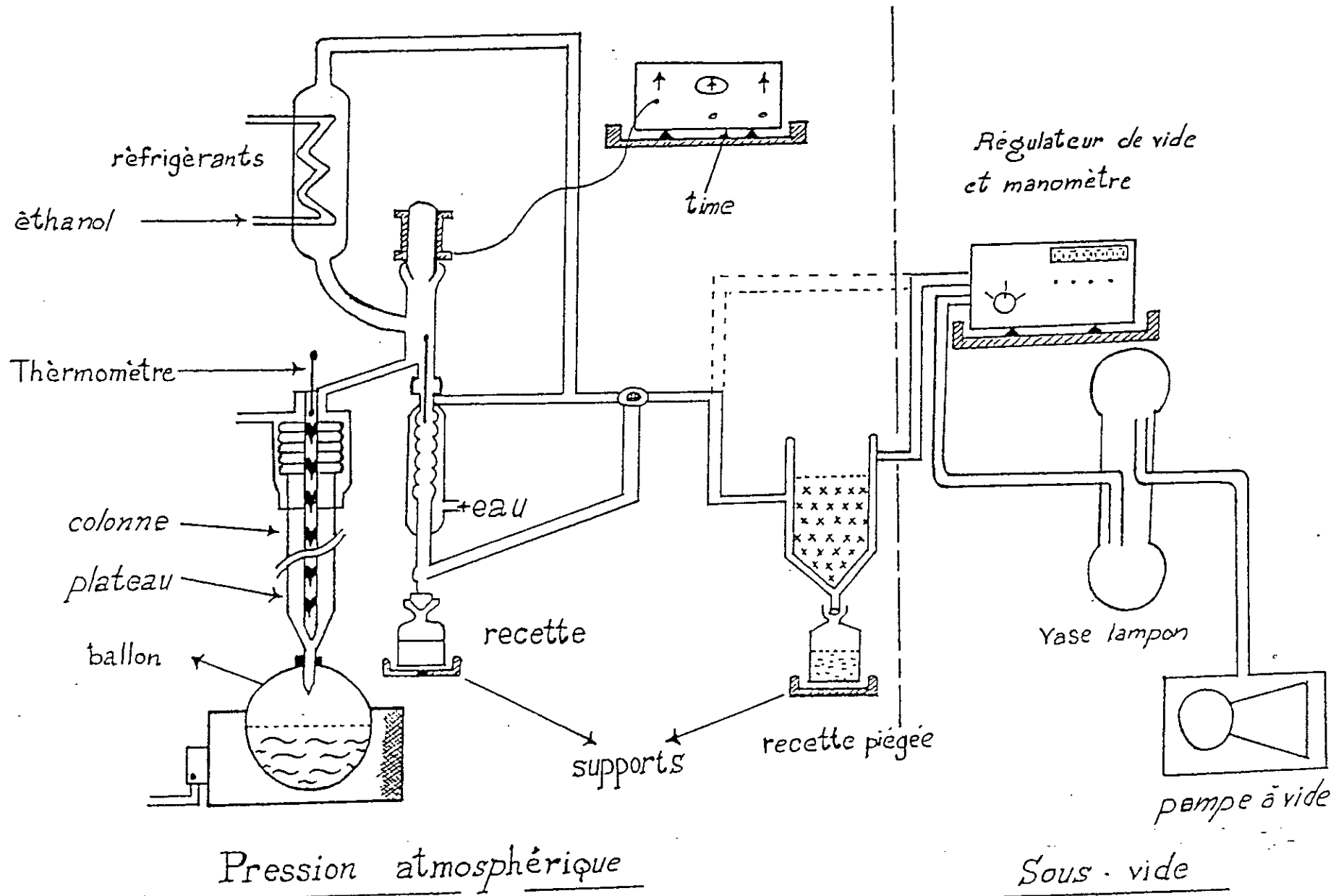
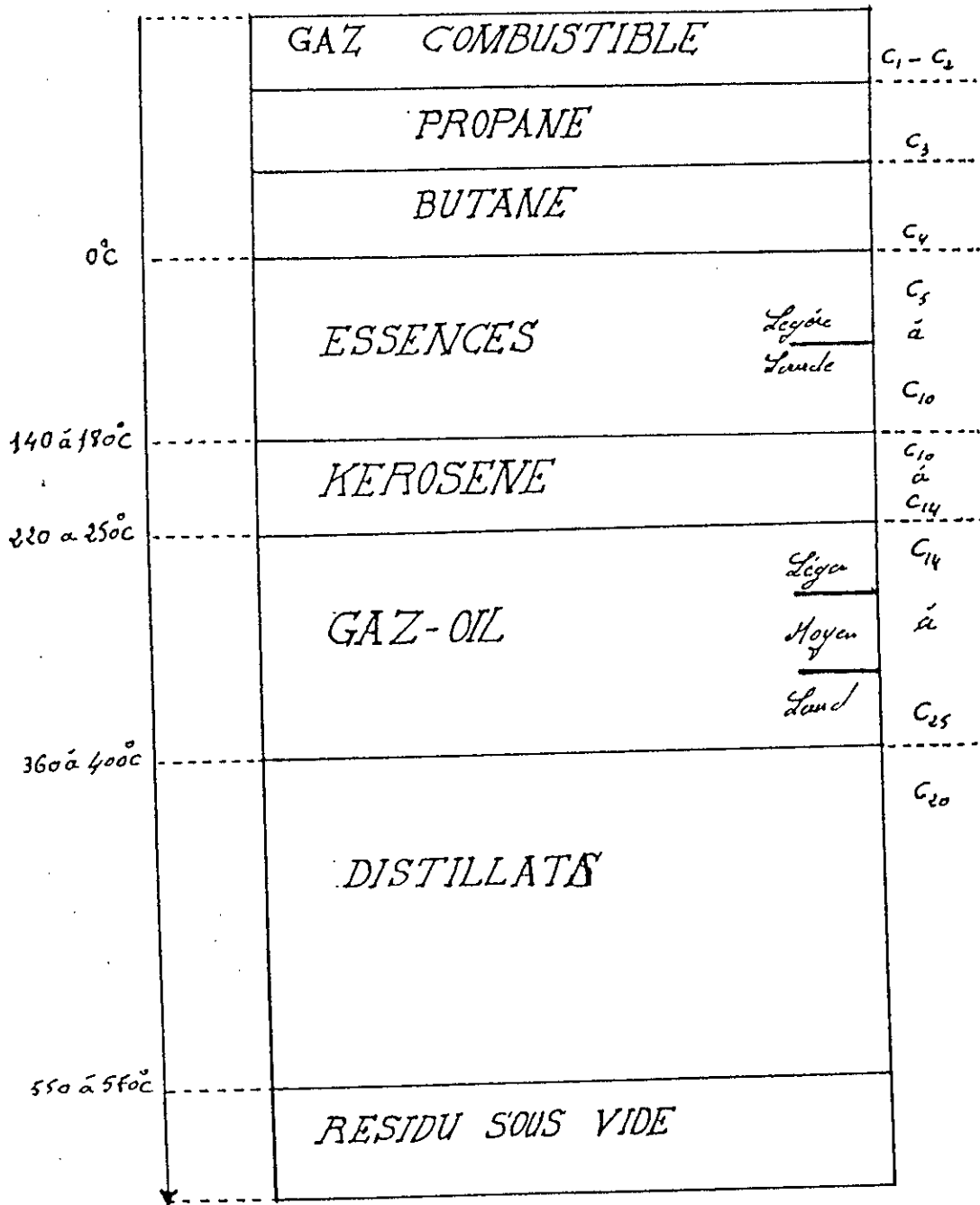


figure A-2 : Montage de l'appareil de distillation TBP

CHAPITRE I : GENERALITES SUR LE PETROLE.



Températures d'ébullition normales

Figure(A-3) : fractionnement du pétrole brut : un exemple de découpage.

## CHAPITRE II : PROPRIETES PHYSICO-CHIMIQUES DU PETROLE.

### I- LES PROPRIETES CLASSIQUES :

#### I-1. La densité :

##### 1- définition:

La densité est le rapport du poids d'un certain volume d'échantillon à une température donnée sur le poids du même volume d'eau à une température standard à 4°C, la densité légale en France se mesure à 20°C et a pour symbole :

$$d_{4}^{20} = (\text{poids d'un volume de produit à } 20^{\circ}\text{C}) / (\text{poids de même volume d'eau à } 4^{\circ}\text{C}).$$

La terminologie anglo-saxons, propose la Specific-gravity; définie pour deux températures standards identiques, soit 60°F : (Spgr 60/60 °F), c'est à dire environ la densité à 15°C.

excepté pour les calculs nécessitant une très grande précision, nous pourrions toujours confondre la spécifique gravity 60/60 °F et la densité à 15 °C.

$$d_{4}^{20} = 0,99904 \times \text{Spgr}(60/60^{\circ}\text{F}) \quad (\text{A-1})$$

Nous pouvons ramener la valeur de la densité à 20°C en partant d'une densité mesurée à une température T de l'échantillon moyennant cette formule de correction :

$$d_{4}^{20} = d_{4}^{t} \pm K(t-20) \quad (\text{A-2})$$

K est un coefficient dépendant de la densité du produit, selon le tableau (A-1).

$D_{4}^{20}$	0,6-0,7	0,7-0,76	0,76-0,80	0,80-0,850	0,85-0,88	0,88-0,90
K	0,0009	0,00085	0,0008	0,00075	0,00065	0,00062

Tableau (A-1): Les valeurs du coefficient K en fonction de la densité.

Un autre concept est utilisé également pour mesurer la densité : le degré API, défini par l'Americain Petroleum Institut comme étant une fonction hyperbolique de la spécifique-gravity.

$$^{\circ}\text{API} = \frac{141,5}{\text{spgr } 60/60^{\circ}\text{f}} - 131,5 \quad (\text{A-3})$$

##### 2- méthode de mesure expérimentale :

la densité des liquides et des corps purs est une caractéristique facilement accessible par l'expérience, soit par l'utilisation d'un pycnomètre, soit d'un aréomètre. Des densimètres électroniques sont également disponibles aujourd'hui et permettent des mesures d'une grande précision.

## CHAPITRE II : PROPRIETES PHYSICO-CHIMIQUES DU PETROLE.

### 3 - corrélations :

#### 3-1- Les corps purs :

De nombreuses corrélations sont proposées pour l'estimation de la densité des liquides saturés.

##### 1-corrélation de GOLDHAMMER [ 4 ]:

Goldhammer a relié la masse volumique du liquide, la masse volumique de la vapeur et la température critique comme suit :

$$\rho_l - \rho_v = \Delta\rho \left( \frac{T_c - T}{T_c - T_1} \right)^n \quad (\text{A-4})$$

$\Delta\rho = \rho_l - \rho_v$  à des conditions de température et de pression données.

$T_c$  : température critique en degré Rankine ou en degré Kelvin.

$T$  : température à laquelle la densité est désirée.

$T_1$  : température à laquelle la différence  $\Delta\rho$  est connue.

$\rho_l$  : masse volumique du liquide en  $\text{ft}^3/\text{lb.mole}$  ou  $\text{cm}^3/\text{g.mole}$ .

$\rho_v$  : masse volumique de la phase vapeur en  $\text{ft}^3/\text{lb.mole}$  ou  $\text{cm}^3/\text{g.mole}$ .

##### 2- Equation de LI et al [5] :

Cette équation établie en 1986 par LI et collaborateurs permet d'estimer la masse volumique des n-alcènes à 25°C.

$$\rho_{25} = M / (V_0 + aN + b/(N-1) + c/(N-1)^2) \quad (\text{A-5})$$

$\rho_{25}$  : masse volumique des n-alcènes à 25°C ( $\text{g}/\text{cm}^3$ )

$M$  : masse moléculaire ( $\text{g}/\text{mole}$ ).

$V_0 = 45.82233 \text{ cm}^3/\text{mole}$ .

$a = 16.4867 \text{ cm}^3/\text{mole}$ .

$b = 14.56239 \text{ cm}^3/\text{mole}$ .

$c = -4.56336 \text{ cm}^3/\text{mole}$ .

$N$  : nombre d'atomes de carbone par molécule.

#### 3-2 - Mélanges des corps purs :

La densité est une propriété additive ; il est donc possible d'avoir sa valeur pour n'importe quel mélange de corps purs en appliquant la loi donnée par :

$$d_{\text{mél}} = \sum d_i x_i$$

où  $d_i$  : densité du constituant  $i$ .

$x_i$  : fraction molaire du constituant  $i$  dans le mélange.

$d_{\text{mél}}$  : densité du mélange.

## CHAPITRE II : PROPRIETES PHYSICO-CHIMIQUES DU PETROLE.

### 2-3- fractions pétrolières :

La densité des fractions pétrolières peut être facilement déterminée expérimentalement. Elle peut aussi être estimée par des corrélations, connaissant ou non la composition molaire en paraffines(p), naphthalènes (n) et aromatiques (a), la densité moyenne de la fraction pétrolière est calculée en admettant l'additivité des densités des fractions, soit :

$$d = X_p \cdot d_p + X_n \cdot d_n + X_a \cdot d_a$$

Les corrélations de type Chitour et coll [ 8 ] (fractions pétrolières à  $T_{eb} < 200^\circ\text{C}$  ) et Bouamra-Chitour (fractions pétrolières à  $T_{eb} > 200^\circ\text{C}$  ) peuvent être utilisées en considérant la fraction pétrolière comme une paraffine, puis un naphthène et enfin un aromatique.

#### 1- Corrélation de RIAZI-DAUBERT [ 6]:

Riazi et Daubert proposent une corrélation pour les fractions pétrolières contenant des constituants complexes.

✓ Pour  $70 < M < 300$  et  $80 < T_{eb} < 650^\circ\text{F}$

$$d = 0,982554 \times T_{eb}^{0,002016} \times S_{pgr} \quad (\text{A-6})$$

d : densité des fractions pétrolières.

$T_{eb}$  : température d'ébullition en  $^\circ\text{F}$

✓ Pour  $300 < M < 600$  et  $650 < T_{eb} < 1000^\circ\text{F}$

$$d = \rho(20^\circ\text{C}) = 2,83086 \times M^{0,03875} \times I^{1,1354} \quad (\text{A-7})$$

M : masse molaire

I : indice de corrélation  $I = (n^2 - 1) / (n^2 + 2)$

n : indice de réfraction.

#### 2- corrélation de Chitour et al [ 9] :

Chitour et al ont proposé une corrélation donnant la densité pour les hydrocarbures de nature paraffinique, naphthénique ou aromatique.

$T_{eb}$  : température d'ébullition en  $^\circ\text{C}$ .

✓ Paraffines :

$$d = -3,04126742558 \times 10^{-13} \times T_{eb}^5 + 1,33774665293 \times 10^{-10} \times T_{eb}^4 - 1,39640539239 \times 10^{-8} \times T_{eb}^3 + 3,02601354228 \times 10^{-6} \times T_{eb}^2 + 0,0013880443156 \times T_{eb} + 0,575699040056. \quad (\text{A-7})$$

## CHAPITRE II : PROPRIETES PHYSICO-CHIMIQUES DU PETROLE.

✓ *Naphtènes :*

$$d = 1,01134253759 \times 10^{-10} \times \text{Teb}^5 - 6,14444802977 \times 10^{-8} \times \text{Teb}^4 + 1,4387912797 \times 10^{-5} \times \text{Teb}^3 + 0,001612832461421 \times \text{Teb}^2 + 0,0861601533177 \times \text{Teb} - 0,977501191586 \quad (\text{A-9})$$

✓ *Aromatique :*

$$d = 2,39125756319 \times 10^{-9} \times \text{Teb}^4 - 1,30610674303 \times 10^{-6} \times \text{Teb}^3 + 0,00023151847403 \times \text{Teb}^2 + 0,228169979695 \times \text{Teb} + 1,59610601171 \quad (\text{A-10})$$

### 3-corrélation de BOUAMRA -CHITOUR [ 8 ]:

Ces deux auteurs ont proposé une corrélation donnant la densité pour chaque famille d'hydrocarbures, cette corrélation est valable pour les fractions pétrolières lourdes.

✓ *Paraffines :*

$$d = -14,3 \times 10^{-11} \times \text{Teb}^3 - 7,73 \times 10^{-8} \times \text{Teb}^2 + 4944 \times 10^{-5} \times \text{Teb} + 5466 \times 10^{-2}. \quad (\text{A-11})$$

✓ *Naphtènes :*

$$d = 29,86 \times 10^{-11} \times \text{Teb}^3 - 7,73 \times 10^{-7} \times \text{Teb}^2 + 72,65 \times 10^{-5} \times \text{Teb} + 59,95 \times 10^{-2}. \quad (\text{A-12})$$

✓ *Aromatique :*

$$d = -1,457 \times 10^{-8} \times \text{Teb}^3 + 2,86 \times 10^{-5} \times \text{Teb}^2 - 1,87 \times 10^{-2} \times \text{Teb} + 4,90. \quad (\text{A-13})$$

Teb : température d'ébullition en Kelvin.

### 4-corrélation de Chitour et coll [9] :

la corrélation proposée par ces auteurs, est basée sur la méthode de contribution des groupes, son expression est :

$$d_4^{20} = a + \frac{b}{1 + (N/c)^d}. \quad (\text{A-14})$$

a, b, c et d sont des constantes

Famille	A	B	c	d
Paraffine	0,06956541	0,7778892	2,1733177	-1,1293012
Naphtène	0,74856893	0,09140852	9,3554691	-2,2602122
Aromatique	0,85429415	1,290834	1,6227784	3,0424927

Tableau (A-2): valeurs des constantes a, b, c, et d.

### I-2. La masse molaire :

#### 1-Définition :

La masse molaire d'une substance est définie comme étant la masse d'une mole de cette substance. La masse molaire est une caractéristique physico-chimique importante. Dans le cas des produits pétroliers, ce paramètre présente un intérêt particulier, car il fournit la valeur «moyenne» de la masse molaire des corps constituants que fraction pétrolière.



### 2- méthodes expérimentales de calcul de la masse molaire :

De point de vue analytique, nous disposons de différentes méthodes expérimentales, qui donnent de bons résultats avec certains produits et de moins bons avec d'autres.

Ces méthodes sont en générale basée sur l'analyse des propriétés thermodynamiques des solutions binaires constituées par la substance à étudier en solution (à faible concentration) dans un solvant donné. Les méthodes dérivées de ces propriétés thermodynamique sont connues sous le nom de : méthode colligatives, ce sont «l'ébulliométrie», «la cryométrie», «la tonométrie» (abaissement de la tension de vapeur), «l'osmométrie» (pression osmométrique).

Notons tout de même la difficulté de mise en œuvre de ces méthodes limitées à un domaine de masse molaire restreint, sachant que pour la cryométrie, la masse molaire de la substance doit être inférieure ou égale à  $5 \cdot 10^3$  (g/mole), et pour la tonométrie, la masse molaire doit être inférieure à  $2 \cdot 10^4$  g/mole.

### 3- corrélations :

#### 3-1- corps purs :

Les masses molaires des hydrocarbures purs sont portées dans des tables de l'API et du DIPPR, de même il est possible de déterminer la masse molaire par un simple calcul connaissant sa formule brute, il est possible aussi de déterminer la masse molaire à partir des corrélations telles que : **Equation de HUANG [3]** :

$$M = 7,7776 \times 10^{-6} \times \text{Teb}^{2,1197} \times I^{2,089} \times d. \quad (\text{A-15})$$

M : la masse molaire.

I : indice de réfraction.

d : densité.

Teb : température d'ébullitions en degré Rankin.

La méthode de Hersh cité au dessous est aussi applicable pour les corps purs.

#### 3-2 : Mélanges des corps purs :

pour un mélange de corps purs, de composition qualitative et quantitative connue, nous utilisons la loi d'additivité suivante :

$$M = \frac{\sum M_i \cdot x_i}{\sum x_i} \quad (\text{A-16})$$

où :

$M_i$  : masse molaire du constituant i.

$x_i$  : fraction molaire du constituant i.

M : fraction molaire du mélange.

### 3-3- fractions pétrolières :

#### 1. Méthode de HERSH[3] :

$$\text{Log}M = 0,001976 \times \text{Teb} + 1,9394 + \log(2,15 - n_D^{20}) \quad (\text{A-17})$$

Où :

Teb : température d'ébullition en °C.

$n_D^{20}$  : indice de réfraction

#### 2. Corrélation proposée par le projet ASPEN [3] :

Cette corrélation présente l'intérêt de ne faire intervenir que la température d'ébullition.

$$M = \exp(0,001423 \times \text{Teb} + 3,6444) \quad (\text{A-18})$$

Teb : température d'ébullition en degré Rankin.

#### 3. Corrélation de RIAZI-DEUBERT [6] :

Cette corrélation fait appel à la connaissance de la température d'ébullition et de la spécifique-gravity.

$$M = 4,5673 \times 10^{-5} \times \text{Teb}^{2.1962} \times \text{Spgr}^{-1.0164} \quad (\text{A-19})$$

Avec :

Teb : température d'ébullition en degré Rankin.

Spgr : spécifique-gravity 60/60°F

Cette équation est valable pour  $100 < \text{Teb} < 850^\circ\text{F}$

#### 4. Corrélation de GAOUR-CHITOUR [32] :

Cette corrélation fait intervenir l'analogie entre la fraction pétrolière et une paraffine ayant la même température moyenne d'ébullition, elle est de la forme :

$$M = M_p \frac{0,18434 \ln T_{mav} - 05004}{c \ln T_{mav} - d} \quad (\text{A-20})$$

$c = 0,9324 - 0,0624 \times \text{Kuop}$

$d = 4,188 - 0,308 \times \text{Kuop}$

$M_p$  : masse molaire de la paraffine, ayant la même température d'ébullition que la fraction pétrolière.

$\text{Kuop}$  : facteur de caractérisation de Watson.

$T_{mav}$  : température mean average en degré Rankin.

### I-3. La tension superficielle :

#### 1 - Définition :

Pour augmenter la surface d'un liquide d'une quantité  $\delta S$ , il est nécessaire pour vaincre les forces de cohésion entre les molécules, de fournir une énergie  $\delta GS$ .

La grandeur qui caractérise une surface sera le travail à fournir pour augmenter sa surface libre d'une unité en  $\text{ergs/cm}^2$ , on en  $\text{dyne/cm}$ . Elle s'écrira alors :

$$T_s = (\delta GS / \delta S)_{T,P}$$

Où :

$\delta GS$  : énergie libre de surface.

$\delta S$  : surface correspondant à  $1 \text{ cm}^2$ .

T : température.

P : pression .

à la température réduite comprise entre 0.45 et 0.65, la tension superficielle, pour beaucoup de liquides organiques a une valeur de 20 à 40  $\text{dyne/cm}$ . Cette tension superficielle s'annule au point critique, puisqu'on ne peut faire la différence entre l'état liquide et l'état gazeux.

La valeur de la tension superficielle de l'eau est égale à 72.8  $\text{dyne/cm}$  à  $20^\circ\text{C}$ . Pour les métaux à l'état liquide, la tension superficielle est comprise entre 300 et 600  $\text{dyne/cm}$ .

#### 2-mesure expérimentale de la tension superficielle :

la tension superficielle est une grandeur qui peut être déterminée au laboratoire. De nombreuses méthodes expérimentales existent pour sa détermination ; permis lesquelles nous pouvons citer les méthodes suivantes : méthode de tube capillaire, méthode de la bulle ou encore méthode de l'arrachement basée sur la mesure de la force nécessaire pour arracher un anneau placée à l'interface liquide-gaz.

#### 3-corrélations :

##### 3-1 : corps purs :

##### 1- corrélation d'OTHMER[3] :

$$T_S = T_{S1} \cdot [(T_c - T) / (T_c - T_1)]^\eta \quad (\text{A-21})$$

$T_{s1}$  : tension superficielle à la température  $T_1$ .

T,  $T_1$  : température en Kelvin.

$\eta$  : paramètre dépendant de la nature du liquide.

$T_c$  : température critique en Kelvin.

$T_s$  : tension superficielle à la température T.

##### 2- Corrélation de MACLEOD- SUDGEN modifiée[3] :

Ces auteurs ont suggéré une relation entre la tension superficielle et les masses volumiques du liquide et de la vapeur.

## CHAPITRE II : PROPRIETES PHYSICO-CHIMIQUES DU PETROLE.

$$T_s^{1/4} = [p](d_l - d_v) \quad (A-22)$$

où :

$T_s$  : tension superficielle en dyne/cm à une température donnée.

$d_l$  et  $d_v$  masses volumiques en g.mole/cm<sup>3</sup> du liquide et de la vapeur à une température donnée.

[p] : parachor indépendant de la température, mais dépendant de la nature de la molécule.

BAKER et SWERDLOFF donnent une relation entre le parachor et la masse molaire :

$$[p] = 40,3 \times M$$

Baker et Firoozabadi propose la relation suivante

$$[p] = -11,4 + 3,23 \times M - 0,0022 \times M^2$$

### 3-2 : mélanges de corps purs :

La tension superficielle d'un mélange liquide n'est pas une propriété additive, car dans un mélange, la composition à la surface n'est pas identique à celle existante au sein du liquide.

On peut appliquer la corrélation de **MACLEODE-SUDGEN** modifiée :

$$T_s^{1/4} = d_{ml} \sum x_i \cdot T_{si}^{1/4} / d_{li} \quad (A-23)$$

$T_{si}$  : tension superficielle du constituant i.

$d_{ml}$  : densité du mélange liquide.

$d_{li}$  : densité du constituant i liquide.

$x_i$  : fraction molaire du constituant i.

### 3-3- fractions pétrolières :

Il existe plusieurs corrélations qui peuvent être appliquées aux mélanges complexes que sont les fractions pétrolières, les plus utilisées sont les suivantes :

#### 1-Equation de SANBORN et EVANS [ 3 ] :

$$T_s = (673,3 / Kuop) \times (1 - (T / T_c))^{1,232} \quad (A-24)$$

$T_s$  : tension superficielle en dyne/cm.

$Kuop$  : facteur de caractérisation de Watson.

Cette équation est valable pour les corps purs.

## CHAPITRE II : PROPRIETES PHYSICO-CHIMIQUES DU PETROLE.

### 2-corrélation de Chitour et al [ 9 ] :

$$T_s = a + \frac{b}{1 + (N/c)^d} \quad (A-25)$$

$T_s$  : tension superficielle en dyne/cm.

$N$  : nombre d'atome de carbone.

$a, b, c$  et  $d$  sont des constantes.

Famille	A	b	C	d
Paraffine	-15,489487	49,980704	3,1254045	-1,0720868
Naphtène	22,298482	9,014923	10,633427	-2,1806274
Aromatique	27,694314	2,7062063	9,22385513	-3,75313335

Tableau (A-3) : valeurs des constantes  $a, b, c$  et  $d$  de l'équation (A-25) .

### I-4 - la viscosité :

#### 1- Définition :

La viscosité est la résistance interne qui s'oppose à l'écoulement d'un fluide et qui est provoquée par le frottement des molécules les unes contre les autres.

La viscosité absolue est une grandeur physique parfaitement définie comme une masse spécifique.

✓ Viscosité absolue  $\eta$ , unités en c.g.s est le poise ou centipoise.

Le poise est la force d'une dyne qui appliquée à un élément de surface de  $1\text{cm}^2$  déplace cet élément de 1cm par seconde.

✓ Viscosité relative : c'est le rapport de la viscosité du produit à celle de l'eau à  $20^\circ\text{C}$ .

✓ Viscosité cinématique : c'est le rapport de la viscosité absolue en centipoises à la densité mesurée à la même température, l'unité utilisée est le stokes ou le centistokes.

$$\nu = \eta / d.$$

#### 3-corrélation :

##### 3-1- corps purs:

##### 1- Corrélation de ANDRADE (1930) [ 3 ] :

$$\gamma = A \exp(B/T)$$

(A-26)

## CHAPITRE II : PROPRIETES PHYSICO-CHIMIQUES DU PETROLE.

Où A et B sont des constantes spécifiques pour chaque constituant.  
T : température d'ébullition en °C.

### 2-corrélation de ZIDELKHEIR-CHITOUR (1993) [ 10] :

$$\eta = \eta(6) - p(1 - K^{(n-6)}) \quad (A-27)$$

P et K : constantes dépendant de la famille.  
 $\eta(6)$  : viscosité de l'hydrocarbure à 6 atomes de carbone.

### 3-2- mélanges de corps purs :

La viscosité est une propriété non additive ; cependant certains auteurs préconisent une pondération basée sur l'additivité du logarithme de la viscosité des différents composés d'un mélange. On propose la corrélation de KENDALL -MONROE[3] :

$$\eta = \left( \sum x_i \log(\eta_i)^{1/3} \right)^3 \quad (A-28)$$

où  $x_i$  : fraction molaire du constituant i.  
 $\eta$  : viscosité absolue du mélange en centipoise.  
 $\eta_i$  : viscosité absolue du constituant i.

### 3-3- fractions pétrolières :

#### 1- corrélation de BEG-AMIN-HUSSEIN [11]:

$$\eta = A \cdot \exp(B/t) \quad (A-29)$$

$$A = -0,0339 \times (\text{API})^{0,188} + 0,241 \times (\text{Teb}/B)$$

$$B = \exp(5,471 + 0,00342 \times \text{Teb})$$

$\eta$  : viscosité cinématique en cst.  
Teb : température d'ébullition en Kelvin.  
API : densité de la substance en °API.

#### 2- corrélation d'ABBOT-KAUFMAN [ 12] :

ces deux auteurs ont développé des corrélations à deux températures d'étude 210°F et 100°F.

$$\log(v_{100^\circ\text{F}}) = 4,39371 - 1,94733 \times \text{Kuop} + 0,127691 \times \text{Kuop}^2 + 3,2629 \times 10^{-4} \times \text{API}^2 - 1,18246 \times 10^{-2} \times \text{Kuop} \times \text{API} + 0,171617 \times \text{Kuop}^2 + 10,9943 \times \text{API} + 9,50663 \times 10^{-2} \times \text{API} - (0,860218 \times \text{Kuop} \times \text{API}) / (\text{API} + 50,3642 - 4,78231 \times \text{Kuop}) \quad (A-30)$$

$$\log(v_{210^\circ\text{F}}) = -0,46364 - 0,166532 \times \text{API} + 5,13447 \times 10^{-4} \times \text{API}^2 + (8,0325 \times 10^{-2} \times \text{Kuop} + 1,24899 \times \text{API} + 0,197768 \times \text{API}^2) / (\text{API} - 26,786 - 2,62 \times \text{Kuop}) \quad (A-31)$$

**3-corrélation de l'API [13]:**

$$\log(v_{100^{\circ}f}) = -1,2926 + 9,461 \times 10^{-3} \times Kuop + \frac{3,0522 \times Kuop + 9,9538 \times 10^{-2} \times Kuop^2}{API + 113,74 - 10,261 \times Kuop} \quad (A-32)$$

$$\log(v_{210^{\circ}f}) = -0,878 + \frac{3,0952 \times Kuop - 5,8946}{API + 121,12 - 10,725 \times Kuop}$$

**1-5- le volume molaire :**

**1-définition :**

Le volume molaire d'une substance est le volume occupé par une mole de cette substance dans les conditions normales de température et de pression, soit :

$$V_m = M / d \quad (A-33)$$

M : masse molaire en g/mole.

V<sub>m</sub> : volume molaire en cm<sup>3</sup>/mole.

p : masse volumique g/cm<sup>3</sup>.

**2- Corrélations :**

La détermination expérimentale du volume molaire est un peu délicate, elle se fait par la mesure de la densité, nous avons de même eu recours aux corrélations proposées par certains auteurs et qui donnent des résultats en bon accord avec ceux donnés par l'expérience.

**2-1- Corps purs :**

**1- corrélation de KURTZ et ALBERT [ 14 ] :**

Ces auteurs ont proposé une corrélation permettant de calculer le volume molaire des hydrocarbures liquides.

✓ à 20°C et 1atm :

$$V_m = 16,28 \times N_1 + 13,15 \times N_2 + 9,7 \times N_3 + 6,2 \times N_4 + 31,2 \quad (A-34)$$

✓ à 253°C et 1 atm :

$$V_m = 13,15 \times N_1 + 11,13 \times N_2 + 8,9 \times N_3 - 4 \times N_4 \quad (A-35)$$

N<sub>1</sub> : nombre d'atomes de carbone dans la structure.

N<sub>2</sub> : nombre d'atomes de carbone dans le cycle.

N<sub>3</sub> : nombre d'atomes de carbone lié au cycle.

N<sub>4</sub> : nombre de double liaison.

V<sub>m</sub> : volume molaire en cm<sup>3</sup>/g.mole.

**2- corrélation de TYN et CALUS[14] :**

## CHAPITRE II : PROPRIETES PHYSICO-CHIMIQUES DU PETROLE.

$$V_m = 0,285 \times V_c^{1,048} \quad (A-36)$$

$V_c$  : volume critique en  $\text{cm}^3/\text{g.mole}$ .

$V_m$  : volume molaire en  $\text{cm}^3/\text{g.mole}$ .

### 2-2 - mélanges des corps purs :

le volume molaire est une propriété additive, donc il est possible d'appliquer la règle d'additivité :

$$V_m = \sum x_i.(V_m)_i \quad (A-37)$$

$X_i$  : fraction molaire du constituant  $i$ .

$(V_m)_i$  : volume molaire du constituant  $i$ .

$V_m$  : volume molaire du mélange.

### 2-3- fractions pétrolières :

#### 1- corrélation de RIAZI-DAUBERT [ 6 ] :

cette corrélation est valable pour  $37,8^\circ\text{C} < T_{eb} < 450^\circ\text{C}$ .

$$V_m = 7,6211 \times 10^{-5} \times T_{eb}^{2,1262} \times Spgr^{-1,6888} \quad (A-38)$$

$V_m$  : volume molaire en  $\text{cm}^3/\text{g.mole}$ .

$T_{eb}$  : température d'ébullition en degré Rankin.

$Spgr$  : specific-gravity.

#### 2- corrélation de Chitour et al [ 9 ] :

Cette méthode est basée sur la méthode de contribution des groupes.

$$V_m = a + b \times N_c \quad (A-39)$$

$V_m$  : volume molaire en ( $10^{-3} \text{m}^3/\text{Kmole}$ ).

$N_c$  : nombre d'atomes de carbone équivalent.

$a$  et  $b$  sont des constantes.

Famille	A	B
Paraffine	31,61095	16,34356
Naphtène	11,105721	16,43677
Aromatique	-9,3967414	16,512202

Tableau (A-4) : valeurs des constantes  $a$ ,  $b$  et  $c$ .

#### 3- loi d'additivité :

La connaissance de la composition globale des fractions pétrolières en paraffines, naphthalènes et aromatiques est suffisantes pour estimer leur volume molaire.



$$Vm = Vmp.Xp + Vmn.Xn + Vma.Xa. \quad (A-40)$$

avec :

Vmp : volume molaire des fractions paraffiniques.

Vmn : volume molaire des fractions naphéniques.

Vma : volume molaire des fractions aromatiques.

Xp : fraction molaire des constituants paraffiniques.

Xn : fraction molaire des constituants naphéniques.

Xa : fraction molaire des constituants aromatiques.

## II- LES PROPRIETES OPTIQUES:

### II-1 : indice de réfraction :

#### 1- définition :

les rayons lumineux, en passant d'un milieu à un autre de nature différente, changent de vitesse et de direction, ce phénomène est appelé la réfraction, le rapport entre le sinus de l'angle d'incidence et le sinus de l'angle de réfraction, nous donne ce qu'on appelle l'indice de réfraction noté n :

$$n = \frac{\sin r}{\sin i}$$

où r : l'angle de réfraction.

i : l'angle d'incidence.

d'habitude la détermination de l'indice de réfraction est faite par rapport aux raies de FRAUNHOFER les plus lumineuses, le plus souvent par rapport à la raie jaune de sodium D, c'est la raison pour laquelle l'indice de réfraction est désigné par  $n_D$ .

#### 2- corrélation :

##### 2-1 - corps purs :

l'indice de réfraction des corps purs, est disponible dans les tables DIPPR[ 24] et API[13], il varie avec la nature chimique et la masse molaire des hydrocarbures, on peut aussi les estimer à partir des corrélations telles que :

#### ✓ corrélation de LIPKIN et MARTIN [15]:

$$n_D^{20} = \frac{69,878xd - 0,4044xAxd - 0,797xA + 136,566}{5,543xd - 0,746xA + 126,683} \quad (A-41)$$

$n_D^{20}$  : indice de réfraction.

d : densité à 20°C.

$$A = 55,3 + \frac{3516}{M + 12} \quad (A-42)$$

M : masse molaire.

## CHAPITRE II : PROPRIETES PHYSICO-CHIMIQUES DU PETROLE.

### 2-2- mélange des corps purs :

l'indice de réfraction est également considéré comme propriété additive .

$$n_D^{20} = \sum x_i \cdot n_{Di}^{20} \quad (A-43)$$

$x_i$  : fraction molaire du constituant i.

$n_{Di}^{20}$  : indice de réfraction du constituant i.

### 2-3- fractions pétrolières :

#### 1- corrélation de KITOUS –CHITOUR [ 7 ]:

cette corrélation est valable pour les fractions légers :

$$\begin{aligned} n_d &= 4,062 \times 10^{-4} \times M + 2,001 \times 10^{-4} \times \text{Teb} + 1,3235 \\ n_N &= 1,336 \times 10^{-5} \times M + 0,739 \times 10^{-4} \times \text{Teb} + 1,4063 \\ n_A &= -9,993 \times 10^{-5} \times M - 5,313 \times 10^{-5} \times \text{Teb} + 1,510 \end{aligned} \quad (A-44)$$

#### 2- corrélation de BOUAMRA – CHITOUR [ ] :

Cette corrélation est valable pour les fraction lourds.

$$\begin{aligned} n_d &= 0,54 - 1,45 \times 10^{-4} \times \text{Teb} + 1,26 \times d \\ n_N &= 3,94 + 3,59 \times 10^{-4} \times \text{Teb} - 3,28 \times d \\ n_A &= 2,35 - 2,18 \times 10^{-5} \times \text{Teb} - 0,99 \times d \end{aligned} \quad (A-45)$$

#### 3- corrélation de Chitour et al [ 9] :

$$n_D^{20} = a + \frac{b}{1 + (N/c)^d} \quad (A-46)$$

Famille	a	B	C	d
Paraffine	1,0383849	0,43547681	1,9777596	-1,1058713
Naphtène	1,4044036	0,06399385	8,998799	-2,1008282
Aromatique	1,4795363	0,03254417	7,6142466	2,7867861

Tableau (A-5) : valeurs des constantes a, b, c et d de l'équation ( A-46 ).

## CHAPITRE II : PROPRIETES PHYSICO-CHIMIQUES DU PETROLE.

### II-2 : indice de corrélation :

#### 1- définition :

L'indice de corrélation I, a été proposé comme critère d'identification de la nature chimique des mélanges d'hydrocarbures, il est également utilisé comme grandeur dans l'établissement des corrélations pour les propriétés physiques des corps purs et des mélanges, il est également appelé Facteur de caractérisation de HUANG et définie par :

$$I = \frac{n^2 - 1}{n^2 + 1} \quad (\text{A-47})$$

Avec n : indice de réfraction à 20°C.

#### 2- corrélation :

##### 2-1- corps purs :

Les indices de corrélation des corps purs sont obtenus généralement à partir de l'équation de facteur de caractérisation de HUANG.

##### 2.1- mélanges de corps purs :

pour les mélanges d'hydrocarbures, il est possible d'estimer leurs indices de corrélation à partir de l'indice de réfraction du mélange, ou encore en appliquant en première approximation la règle d'additivité suivante :

$$I_{\text{mél}} = \sum I_i \cdot x_i \quad (\text{A-48})$$

avec  $I_i$  et  $x_i$  représentant respectivement l'indice de corrélation et la fraction molaire du constituant i dans le mélange.

##### 2-3- Fractions pétrolières :

#### 1- corrélation de RIAZI - DAUBRT [ 6 ] :

pour :  $M < 200^\circ\text{C}$ ,

$$I = 0,003583 \times (\text{Tebf})^{1,0147} \times (M \times 103 / d)^{-0,4787} \quad (\text{A-49})$$

pour :  $M > 200^\circ\text{C}$

$$I = 0,0014 \times (\text{Tebf})^{1,09} \times (M \times 106 / d)^{-0,3984}$$

où :

Tebf : température d'ébullition du point 50% distillé.

M : masse molaire.

d : densité à 20°C

Ou autrement :

$$I = 1,896 \times 10^{-3} \times \text{Tebf} \times 1,0848 \times (M / d)^{-0,4439} \quad (\text{A-50})$$

## CHAPITRE II : PROPRIETES PHYSICO-CHIMIQUES DU PETROLE.

Teb : température d'ébullition en °R.

2- corrélation de Chitour et al [ 9 ] :

$$I = a + b/(1 + (N/c)^d) \quad (A-51)$$

Famille	a	B	C	d
Paraffine	0,04081806	0,2398703	1,915053	-1,1293724
Naphtène	0,24498191	0,03312803	8,9449987	-2,1176672
Aromatique	0,28384193	0,01628717	7,6408208	2,7840145

Tableau (A-6) : valeurs des constantes a, b, c, et d de l'équation (A -51).

### III- LES PROPRIETES CRITIQUES :

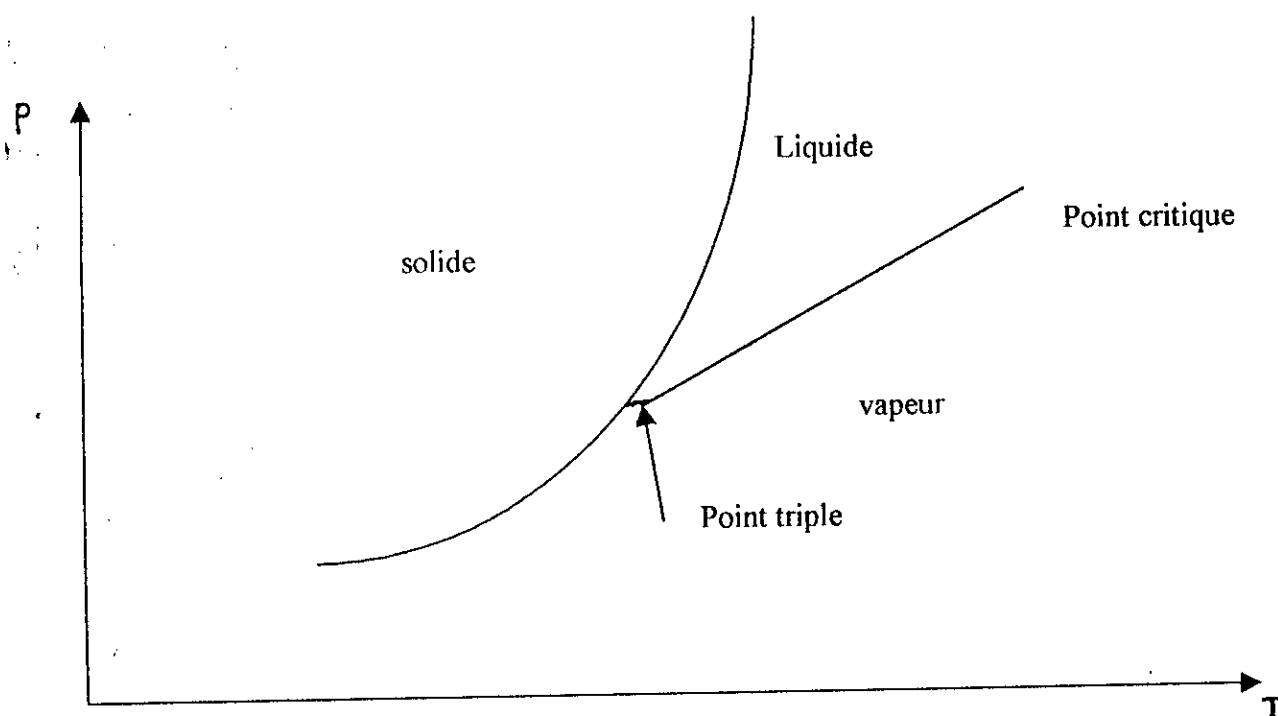
#### 1-Pression, Température et volume critique :

##### 1-Définition :

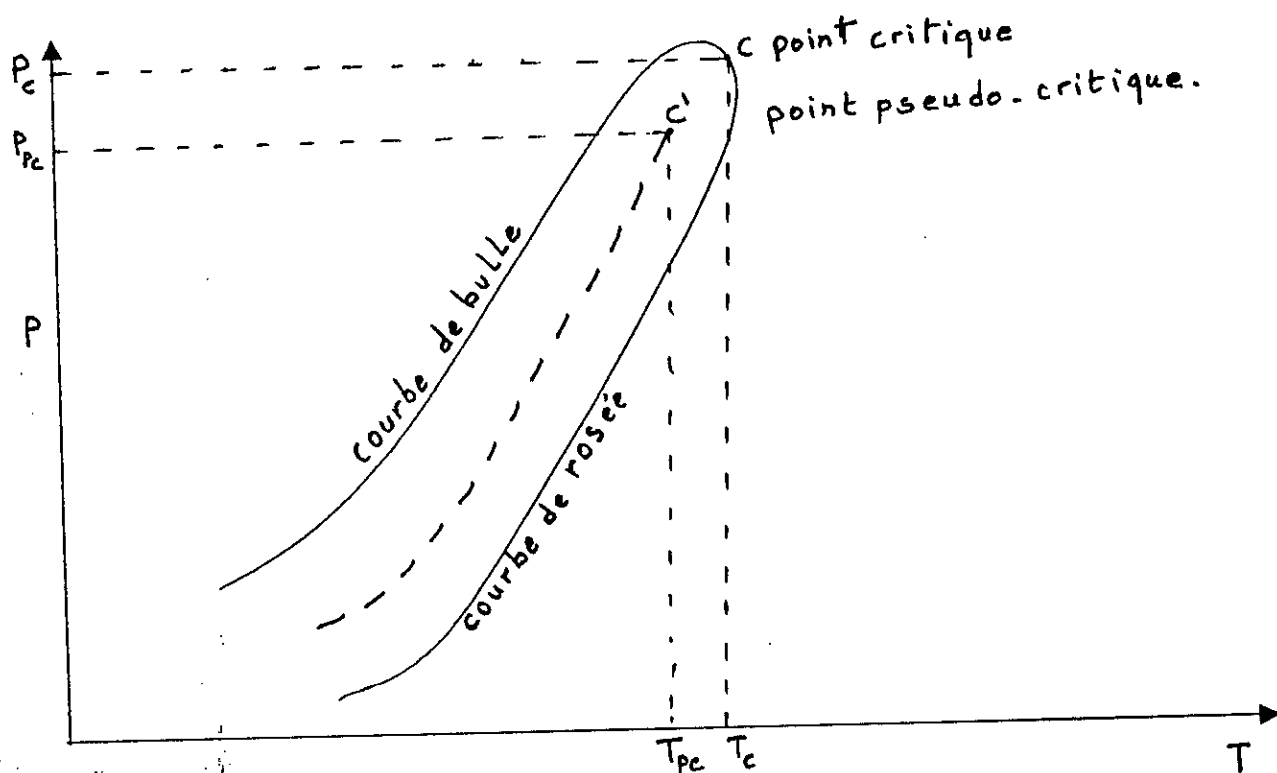
Les propriétés critiques, au même titre que les autres propriétés sont également des caractéristiques physiques des hydrocarbures. Dans le diagramme de coordonnées pression et température figure(A-6), les équilibres de sublimation, fusion et vaporisation d'une substance pure sont représentés par trois courbes qui passent par le point triple ou coexistent des trois phases en équilibre. La courbe de vaporisation est limitée quand à elle au point critique « c », borne au delà de laquelle la coexistence des deux phases liquide et vapeur n'est plus possible. Ce point qui a pour correspondance  $T_c$ ,  $P_c$  et  $V_c$  correspondent à l'identité des propriétés du liquide et de la vapeur. Plus particulièrement, la chaleur de vaporisation devient nulle en ce point

Dans le cas d'un mélange, la courbe d'équilibre de vaporisation se décompose en deux courbes : courbe de bulle et courbe de rosée, qui se rejoignent au point critique figure(A-7). Pour une pression et une température égale respectivement à la pression et à la température critique les compositions des deux phases deviennent identiques.

## CHAPITRE II : PROPRIETES PHYSICO-CHIMIQUES DU PETROLE.



Figure(A-6) : diagramme de phase d'un corps pur.



Figure(A-7) : diagramme de phase d'un mélange de corps purs.

## CHAPITRE II : PROPRIETES PHYSICO-CHIMIQUES DU PETROLE.

### 2-corrélations :

#### 2-1- corps purs :

les propriétés critiques des corps purs sont définies et tablées, on peut aussi les calculer à partir des corrélations telles que :

##### 1- corrélation de LYDERSEN [ 16 ] :

LYDERSEN propose une méthode de contribution de groupe permettant d'estimer les propriétés critiques des corps purs connaissant leur température d'ébullition et leur structure chimique.

$$\begin{aligned} T_c &= T_{eb} \left[ 0,567 + \left( \sum \delta T - (\sum \delta T)^2 \right)^{-1} \right] \\ P_c &= M \cdot (0,34 + \sum \delta P)^{-2} \\ V_c &= 40 + \sum \delta V \end{aligned} \quad (A-52)$$

avec :

$T_c$  : température critique en Kelvin.

$P_c$  : pression critique (atm).

$V_c$  : volume critique.

$M$  : masse molaire.

$T_{eb}$  : température d'ébullition en Kelvin.

$\delta T$ ,  $\delta V$  et  $\delta P$  : contribution de groupes pour la température, le volume et la pression respectivement.

#### 2-2- Mélange des corps purs :

Comme il est difficile de mesurer les propriétés critiques d'un mélange de corps purs expérimentalement, nous avons recours alors à des méthodes faisant appel à des corrélations pour la prédiction de ces propriétés.

##### • corrélation de SPENCER [17]:

$$T_{cmel} = \sum \delta_i \cdot T_{c_i} \quad (A-53)$$

$$\text{avec : } \delta_i = \frac{y_i \cdot c_{vi}}{\sum y_i \cdot c_{vi}}$$

$T_{c_i}$  : température critique du constituant  $i$ .

$Y_i$  : fraction molaire du constituant  $i$ .

$C_{vi}$  : capacité calorifique du constituant  $i$ .

## CHAPITRE II : PROPRIETES PHYSICO-CIMIQUES DU PETROLE.

### 2-3- fractions pétrolières :

#### 1- corrélation de CAVETT [ 18] :

$$T_c = A_0 + A_1.Teb + A_2.Teb^2 + A_3.API.Teb + A_4.Teb^3 + A_5.API.Teb^2 + A_6.API^2.Teb^2 \quad (A-54)$$

$$A_0 = 768,721; A_1 = 1,7133693; A_2 = -0,10834003 \times 10^{-2}; A_3 = -0,89212579 \times 10^{-2};$$

$$A_4 = 0,38889054 \times 10^{-6}; A_5 = 0,5309492 \times 10^{-5}; A_6 = 0,327116 \times 10^{-7}.$$

$$\log(P_c) = B_0 + B_1.Teb + B_2.Teb^2 + B_3.API.Teb + B_4.Teb^3 + B_5.API.Teb^2 + B_6.API^2.Teb + B_7.API^2.Teb^2 \quad (A-55)$$

$$B_0 = 2,8290406; B_1 = 0,94120109 \times 10^{-3}; B_2 = -0,3047479 \times 10^{-5}; B_3 = -0,2087611 \times 10^{-4};$$

$$B_4 = 0,15184103 \times 10^{-8}; B_5 = 0,11047899 \times 10^{-7}; B_6 = -0,48271599 \times 10^{-7}; B_7 = 0,13949619 \times 10^{-9}$$

$T_c$  : température critique en (°F).

$P_c$  : pression critique en (psia).

$Teb$  : température d'ébullition en °F.

$API$  : densité (°API).

#### 2- corrélation de PENN-STAT [18]:

$$T_c = \exp(3,9935 \times Teb^{0,8615} \times Spgr^{0,4614}) \quad (A-56)$$

$$P_c = 3,4824 \times 10^9 \times Spgr^{2,4853} / Teb^{2,3177}$$

$T_c$  : température critique en °F.

$P_c$  : pression critique (psia).

$Teb$  : température d'ébullition en degré Rankin.

#### 3- corrélation de RIAZI -DAUBERT [ 6]:

$$T_{pc} = 24,2787 \times T_{mav}^{0,58848} \times Spgr^{0,3596} \quad (A-57)$$

$$P_{pc} = 3,12281 \times 10^9 \times T_{MAV}^{-2,3125} \times Spgr^{2,3201}$$

$$V_c = 7,5214 \times 10^5 \times T_{mav}^{0,286} \times Spgr^{0,7666}$$

$T_{pc}$  : température pseudo.critique en degré Rankin.

$P_{pc}$  : pression pseudo-critique en psia.

$V_c$  : volume critique en  $ft^3/lb$ .

$T_{mav}$  : température mean average en degré Rankin.

## CHAPITRE II : PROPRIETES PHYSICO-CHIMIQUES DU PETROLE.

### 4- corrélation de Chitour et al [ 9]:

$$\theta_c = a + \frac{b}{1 + (N/c)^d}$$

(A-58)

N : nombre d'atome de carbone.

$\theta_c$  : paramètre critique.

Famille	A	b	C	d
Paraffine	103,75202	2233,8121	98,002306	-0,53374598
Naphtène	-158,01284	2557,2583	83,559087	-0,36096529
Aromatique	51,224035	1905,8379	52,388722	-0,45859314

Tableau (A-7): valeurs des constantes a, b, c et d de l'équation (A-58).

### 2- facteur de compressibilité critique :

#### 2-1 : corps purs :

le facteur de compressibilité critique des corps purs, définie par :

$$Z_c = \frac{P_c V_c}{R T_c} \quad (A-59)$$

$Z_c$  est généralement compris entre 0.23 et 0.30, les composées polaires ayant les plus faibles valeurs, parmi les équations empiriques proposées pour estimer le facteur de compressibilité critique des corps purs, nous citons :

#### 1- Equation de Lydersen [16]:

Lydersen a relie le facteur de compressibilité critique à la chaleur de vaporisation molaire par la relation suivante :

$$Z_c = \frac{1}{3,43 + 0,0067 \times H_v^2} \quad (A-60)$$

avec :

$Z_c$  : facteur de compressibilité critique.

$H_v$  : chaleur de vaporisation molaire (Kcal/g.mole).

#### 2- Equation d'Edmister [16]:

Cette équation permet d'estimer  $Z_c$  à partir de  $T_c$  et  $P_c$ .

$$Z_c = 0,371 - 0,0343 \log P_c / [(T_c/T_b) - 1] \quad (A-61)$$

Avec :  $P_c$  : pression critique (atm).



## CHAPITRE II : PROPRIETES PHYSICO-CHIMIQUES DU PETROLE.

---

Tc : température critique en Kelvin.

Tb : température d'ébullition en Kelvin.

### 3- corrélation de Lee-Kesler [16] :

$$Z_c = 0,2901 - 0,0879x_w \quad (A-62)$$

W : facteur acentrique.

Zc : facteur de compressibilité critique.

### 2-2 : mélanges des corps purs :

Le facteur de compressibilité critique des mélanges des corps purs peut être estimé en utilisant la loi de Kay.

$$Z_c = \sum x_i Z_{c_i} \quad (A-63)$$

Zc : facteur de compressibilité du mélange.

Z<sub>c<sub>i</sub></sub> : facteur de compressibilité du constituant i.

X<sub>i</sub> : fraction molaire du constituant i.

## VI- LES PROPRIETES THERMIQUES :

### VI-1 : la chaleur spécifique :

#### 1- Définition :

La chaleur spécifique d'une substance est la quantité de chaleur qu'il faut fournir à l'unité de poids pour augmenter sa température de un degré, elle s'exprime en cal/g.°C ou Btu/lb.°F.

La capacité calorifique est la quantité de chaleur qu'il faut fournir à un corps pour élever sa température de un degré, elle s'exprime en K cal/°C ou Btu/°F.

De manière générale, on définit à pression constante Cp et à volume constant Cv :

$$C_p = \left( \frac{\delta H}{\delta T} \right)_p \quad (A-64)$$
$$C_v = \left( \frac{\delta U}{\delta T} \right)_v$$

H : enthalpie du système.

U : énergie interne du système.

## CHAPITRE II : PROPRIETES PHYSICO-CHIMIQUES DU PETROLE.

---

La chaleur spécifique à l'état liquide est une fonction pratiquement linéaire de la température, sauf pour les hydrocarbures légers (C5-), elle dépend également de la densité et de la nature chimique des hydrocarbures des fractions pétrolières, la chaleur spécifique à pression constante à l'état vapeur est une fonction des même variables, mais elle dépend en outre d'une façon très sensible de la pression.

### 2- corrélations :

Vu que nous ne disposons pas d'un dispositif qui nous permettra de mesurer la chaleur spécifique d'une substance (corps purs, fraction pétrolière, etc....), nous avons fait recours à l'utilisation des corrélations qui ont été proposées par certaines auteurs et que leurs applications ont donné les résultats en bon accord avec ceux obtenue par l'expérience.

#### 2-1- les corps purs :

##### 1- corrélation de Smith et Teja [19]:

$$C_p = a + b.T + \frac{c}{T^2} \quad (\text{A-65})$$

T : température en Kelvin.

a, b et c sont des constantes.

C<sub>p</sub> : chaleur spécifique en cal/g.mole.K .

##### 2- corrélation de Lauria-Benson [20]:

Cette corrélation représente la variation de C<sub>p</sub> en fonction de la température en dessous de la température d'ébullition.

$$C_p = a + b.T + c.T^2 + d.T^3 \quad (\text{A-66})$$

C<sub>p</sub> : chaleur spécifique exprimé en cal/g mole.K.

A, b, c et d sont des constantes.

#### 2-2-mélanges des corps purs :

Pour les mélanges à nombre fini de constituants, nous utilisant la règle d'additivité.

$$C_p = \sum x_{wi} C_{pi} \quad (\text{A-67})$$

C<sub>p</sub> : chaleur spécifique liquide à pression constante exprimée en Btu/lb.°F.

C<sub>pi</sub> : chaleur spécifique liquide à pression constante du constituant i.

## CHAPITRE II : PROPRIETES PHYSICO-CHIMIQUES DU PETROLE.

$X_{wi}$  : fraction massique de constituant i.

### 2-2 fractions pétrolières :

#### 1- corrélation de Fallon-Watson [2] :

$$C_p = \left[ (0,355 + 0,128 \times 10^{-2} \text{API}) + (0,503 + 0,117 \times 10^{-2} \times \text{API}) \times 10^{-3} \times T \right] [0,05 \times \text{Kuop} + 0,41] \dots (\text{A-68})$$

T : température en °F.

Kuop : facteur de caractérisation de Watson.

$C_p$  : chaleur spécifique en Btu/lb.°F

#### 2- corrélation de l'API [13]:

$$C_p = [0,6811 - 0,308 \times \text{Spgr} + (0,000815 - 0,0003065 \times \text{Spgr})T] \times (0,055 \times \text{Kuop} + 0,35) \quad (\text{A-69})$$

$C_p$  : chaleur spécifique en Btu/lb.°F.

Spgr : specific-gravity 60°F/60°F.

T : température en °F.

Kuop : facteur de caractérisation de Watson.

### VI-2 - chaleur latente de vaporisation :

#### 1- Définition :

L'enthalpie d'un hydrocarbure pur ou d'une fraction pétrolière exprime la quantité totale de chaleur contenue dans ces hydrocarbures ou cette fraction dont l'état thermodynamique doit être défini par la pression et la température.

Les variations d'enthalpie entre deux états différentes sont recherchées, car elles fournissent la quantité de chaleur à éliminer ou à fournir, cette enthalpie s'écrit à pression constante :

$$H = \int C_p dt + c \quad (\text{A-70})$$

où :  $C_p$  est la chaleur de vaporisation, l'intégrale représente la chaleur spécifique à l'état liquide et l'état vapeur.

La chaleur latente de vaporisation est définie comme étant la quantité de chaleur qu'il faut fournir à l'unité de poids ou à une molécule liquide pour les vaporiser à température constante, elle s'exprime en cal/g, J/g ou Btu/lb.

### 2-méthode de mesure :

La détermination expérimentale de la pression de vapeur  $P_v$ , permet d'estimer la chaleur latente de vaporisation, et ce en mesurant la pression de vapeur en fonction de la température, la chaleur latente de vaporisation se déduit à partir de la pente de la droite représente la variation de  $\ln P_v$  en fonction de l'inverse de la température.

### 3- corrélations :

#### 3-1- les corps purs:

la chaleur de vaporisation des corps purs est calculer par les corrélations suivantes:

##### 1-corrélation de Constantinou et coll [ 3]:

$$H_v = A(1 - T_r)^a \exp(-\alpha T_r) \quad (A-71)$$

##### 2-corrélation de Zedelkeir-Chitour [10]:

$$H_v = H_v(6) \cdot (N-6) [a + (b/2) \cdot (N-5) + (c/6) \cdot (N-5) \cdot (2N-9)] \quad (A-72)$$

A, b et c sont des constantes dépendant de la famille.

H(6): enthalpie de l'hydrocarbure à 6 atomes de carbone.

#### 3-2-fraction pétrolières:

##### 1- Additivité :

$$H_{VFP} = H_{VP} \cdot X_P + H_{VN} \cdot X_N + H_{VA} \cdot X_A \quad (A-73)$$

##### 2- Riazi-Daubert(1980) [6] :

$$H_v = 8,20613 \cdot T_{eb}^{1,14086} \cdot SpGr^{(9,77089 \cdot 10^{-3})} \quad (A-74)$$

##### 3- Riazi-Daubert(1987) [6] :

$$H_v = 8,48585 \cdot T_{eb}^{31,1347} \cdot SpGr^{0,0214} \quad (A-75)$$

##### 4- Nerst-Bingham [20] :

$$H_v = (17 + 0,011 \cdot T_{eb}) \cdot T_{eb}/M \quad (A-76)$$

##### 5- Kitous-Chitour(1990):

Ces auteurs proposent des corrélations applicables pour les fractions pétrolières légères ( $T_{eb} < 200^\circ C$ ), en fonction de la masse molaire et la température d'ébullition en  $^\circ C$ .

$$H_{VP} = -0,1429 \cdot M - 0,0704 \cdot T_{eb} + 97,1884 \quad (A-77)$$

## CHAPITRE II : PROPRIETES PHYSICO-CHIMIQUES DU PETROLE.

$$H_{VN} = -0,1994.M - 0,1104.T_{eb} + 110,7674 \quad (A-78)$$

$$H_{v\lambda} = -0,2154.M - 0,1145.T_{eb} + 120,130 \quad (A-79)$$

### IV-3 facteur acentrique :

#### 1- Définition :

Soit l'équation des états correspondants à deux paramètres suivants :

$$PV = ZRT ; Z = f(T_r, R_r)$$

Cette équation est valable pour des molécules sphériques.

Dans le cas contraire, plusieurs types de paramètre ont été proposés pour représenter l'écart par rapport à la loi des états correspondants à deux paramètres ( $T_r$ ,  $P_r$ ). Parmi ces paramètres, nous avons le facteur de compressibilité critique et le facteur acentrique  $\omega$ .

Cependant le paramètre qui a connu le plus grand succès est le facteur acentrique de PITZER qui tient compte de la sphéricité de la molécule.

#### 2- Corrélations :

Différentes corrélations ont été proposées pour rendre compte de cet écart :

##### 2-1-Corrélation d'EDMISTER [ 16] :

$$w = \frac{3 - \theta}{71 - \theta} \log P_c - 1 \quad (A-80)$$

$P_c$ : pression critique en atm.

$$\theta = T_{eb}/T_c$$

$T_{eb}$ : température d'ébullition en °K.

$T_c$ : température critique en °K.

##### 2-2- corrélation de Lee-Kesler [ 20]:

$$w = \frac{-\ln P_c - 5,92714 + 6,09648 \times 10^{-1} + 1,28862 \times \ln \theta - 0,169347 \times 10^6}{15,2518 - 15,6875 \times 10^{-1} - 13,4721 \times \ln \theta + 0,43577 \times 10^6} \quad (A-81)$$

$$\theta = T_{eb}/T_c$$

**IV-4- la conductivité thermique :**

La conductivité thermique exprime le flux de chaleur dans un milieu, rapporté à l'unité de temps, de surface perpendiculaire à la direction du flux et de gradient de température entre les faces d'entrée et de sortie.

La conductivité thermique des liquides est généralement indépendante de la pression, sauf au voisinage de point critique où le liquide devient similaire à un gaz dense. Celle des gaz est étroitement liée à la pression du gaz. Dans ce chapitre, nous nous intéresserons à la conductivité thermique des liquides, et nous donnons ci-après les corrélations les plus fiables pour l'estimation de cette propriété ; celles-ci ne sont pas nombreuses dans le cas de cette propriété :

**1- Kern [25] :**

$$\lambda = 0,06775 / \text{SpGr} \cdot (1,0096 - 0,0003 \cdot T)$$

$$\lambda = (0,0147712 + 4,200877 \cdot 10^{-5} \cdot \text{Teb} + 2,775929 \cdot 10^{-11} \cdot \text{Teb}^2 - 9,733351 \cdot 10^{14} \cdot \text{Teb}^3) + (-1,888013 \cdot 10^{-3} - 3,1682262 \cdot 10^{-6} \cdot \text{Teb}) \cdot \text{Ln}(M) \quad (\text{A-82})$$

**2- Sato-Reidel (1977) [25] :**

$$\lambda = 1,104576 \cdot M^{0,5} \cdot ((3 + 20 \cdot (1 - \text{Tr})^{2/3}) / (3 + 20 \cdot (1 - \text{Teb}_r)^{2/3})) \quad (\text{A-83})$$

## CHAPITRE II : PROPRIETES PHYSICO-CHIMIQUES DU PETROLE.

### V- PROPRIETES SPECIFIQUES:

#### V-1 facteur de caractérisation:

##### 1-Définition :

Le facteur de caractérisation Kuop a été proposé par Watson, Nelson et Murphy (1937) de la société U.O.P. (Universal Oil Products) afin de discriminer entre les comportements de différents pétroles bruts :

$$\text{Kuop} = \text{Tb}^{1/3} / \text{SpGr} \quad (\text{A-84})$$

Tb et SpGr étant respectivement la température en °R et la specific-gravity à 60°F, ce facteur constitue un paramètre intermédiaire pour de nombreuses méthodes de calcul, les valeurs de Kuop des hydrocarbures sont de l'ordre de 13 dans le cas des paraffines, 12 pour les naphtés et 10 pour les aromatiques.

La connaissance du facteur de caractérisation Kuop permet de situer les tendances des pétroles bruts et des fractions pétrolières.

##### 2- corrélations:

###### 2-1 corps purs:

le Kuop des corps purs est déterminé moyennant par l'équation de Watson Nelson et Morphy ou encore par la corrélation de Kitous-Chitour(1990) pour les hydrocarbures légers et par la corrélation de Bouamra-Chitour (1991) dans le cas contraire.

###### 1- corrélation de Kitous-Chitour [7]:

cette corrélation est valable pour les fractions légères ( $\text{Teb} < 200^\circ\text{C}$ ).

$$\text{Kuop} = a + b \cdot \text{Teb} + c \cdot \text{Teb}^2 + d \cdot \text{Teb}^3 + e \cdot \text{Teb}^4 + f \cdot \text{Teb}^5 \quad (\text{A-85})$$

Teb : température d'ébullition en °C.

a, b, c, d, e et f sont des constantes dépendant de la famille chimique.

	A	b	c	d	e	f
paraffines	2,43E-11	-1,22E-08	2,15E-06	-0,00011991	-0,00646446	13,5373347
naphtés	-1,46E-09	8,90E-07	-0,00020879	0,0234276	-1,24158196	35,7102193
aromatiques	0	-2,72E-08	1,49E-05	-0,00299324	0,27152755	0,76623547

Tableau (A-8): constants de l'équation (A-85).

## CHAPITRE II : PROPRIETES PHYSICO-CHIMIQUES DU PETROLE.

### 2- corrélation de Bouamra-Chitour [8]:

cette corrélation est valable pour les fractions lourds ( $T_{eb} > 200^{\circ}\text{C}$ ).

$$Kuop = a + b \cdot T_{eb} + c \cdot d \quad (\text{A-86})$$

T<sub>eb</sub>: température d'ébullition en Kelvin.

d: densité.

a, b et c sont des constants dépendant de la famille chimique.

familles	a	b	c
Paraffines	11,0733	3,34E-03	2,16E-06
Naphténes	36,35006	0,00808	-34,95683
Aromatiques	13,54416	6,185766e-3-6	-6,127023

Tableau(A- 9 ): constants de l'équation (A-86 ).

### 3- corrélation de Chitour et al [ 9]:

$$Kuop = a + b \cdot N + c \cdot N^2 + d \cdot N^3 + e \cdot N^4 \quad (\text{A-87})$$

N: nombre d'atome de carbone.

a, b, c, d et e sont des constants.

familles	a	b	c	d	e
paraffines	1,39E+01	-3,37E-01	3,01E-02	-0,00101814	1,23E-05
naphténes	9,69E+00	2,87E-01	-0,01165707	0,00028317	-2,95E-06
aromatiques	6,9049661	6,55E-01	-3,46E-02	0,00095134	-1,03E-05

Tableau (A- 10 ): constants de l'équation (A-87).

### 3- fractions pétrolières:

dans ce cas on peut utilisé soit la relation de Watson, soit la règle d'additivité, si nous connaissons la composition  $X_p$ ,  $X_n$ ,  $X_a$ , nous pourrons appliquer la règle suivante:

$$Kuop = X_p \cdot (Kuop)_p + X_n \cdot (Kuop)_n + X_a \cdot (Kuop)_a \quad (\text{A-88})$$

Les valeurs des  $Kuop$  des corps purs étant calculées à partir d'une des corrélations déjà citées.



### V-2- point d'aniline:

#### 1-définition:

le point d'aniline a été définie pour caractériser l'aromaticité des produits pétrolières, il représente la température la plus basse à laquelle des volumes égaux d'aniline et de produit sont complètement miscibles.

#### 2-mesure expérimentale:

la méthode de mesure du point d'aniline des produits pétrolières est régie par des normes telles les normes ASTM.D61164 et NFM 07021.

Le principe de mesure consiste à chauffer deux volumes de 10 cm<sup>3</sup> d'aniline et de produit dans un tube agité mécaniquement et ce jusqu'à l'obtention d'une seule phase, le refroidissement à une vitesse constante du mélange homogène entrainera l'apparition d'un trouble net à une température donnée correspondante au point d'aniline.

#### 1- corrélations :

##### 3-1- les corps purs:

Les points d'aniline des corps purs peuvent être estimés à partir des équations suivantes:

##### 1- corrélation de Kitous-Chitour [7]:

$$PA = a + b.Teb + c.Teb^2 + d.Teb^3 + e.Teb^4 + f.Teb^5 \quad (A-89)$$

a, b, c, d, e et f sont des constantes dépendant de la famille chimique

##### 2- corrélation de Bouamra-Chitour [8]:

$$PA = a + b.Teb + c.d^{20}_4 \quad (A-90)$$

a, b et c sont des constantes dépendant de la famille chimique

##### 3-2- Estimation des points d'aniline des mélanges de corps purs:

Les points d'aniline des corps purs peuvent être considérés comme additifs puisqu'ils sont en relation étroite avec leur aromaticité. Ainsi, nous pouvons approcher les points d'aniline des mélanges en appliquant la règle suivante:

$$PA_{meI} = \sum PA_i \cdot X_i \quad (A-91)$$

Avec  $PA_i$  et  $X_i$  les points d'aniline et les fractions molaires des différents constituants du mélanges.

### 3-3- fractions pétrolières:

#### 1- corrélation de Walsh-Mortimer [22]:

$$PA = -238,1 - 1,498.N_{c50} + 100,5(N_{c50}^{1/3})/d \quad (A-92)$$

d: densité de la fraction pétrolière à 20°C.

PA: point d'aniline en °C.

$N_{c50}$ : nombre d'atome de carbon de la normale paraffine ayant pour point d'ébullition la température correspondantes à 50% de l'intervalle de distillation de la fraction pétrolière.

#### 2- corrélation de M.Robert [2]:

$$PA = (M - (1705,45.n + 792,93.d - 3287))/4,553 \quad (A-93)$$

PA: point d'aniline en °C.

M: masse molaire.

n: indice de réfraction.

d: densité de la fraction pétrolière.

#### 3- règle d'additivité:

si nous l'avons la composition chimique, on peut appliquer la règle d'additivité, on utilisant la corrélation de Kitous-Bouamra-Chitour déjà cité pour déterminé le point d'aniline des familles.

### V-3- Le rapport C/H:

#### **1-définition:**

La valeur de C/H (nombre d'atomes d'hydrogène sur le nombre d'atomes de carbone) caractérise les hydrocarbures; les molécules paraffiniques ont un rapport C/H faible alors que dans les formes aromatiques, il est élevé.

#### **2- corrélation:**

##### **2-1- corrélation de Riazi-Daubert [6]:**

$$C/H = 17,22 \cdot \exp(8,25 \cdot 10^{-3} \cdot T_{eb} + 16,94 \cdot Spgr - 6,94 \cdot 10^{-3} \cdot T_{eb} \cdot Spgr) \cdot T_{eb}^{-0,786} \cdot I^{21,567} \quad (A-94)$$

Cette équation est valable pour:

$$70,0 < M < 300,0 \quad \text{et} \quad 26,7 < T_{eb} < 343,0^{\circ}\text{C}.$$

$T_{eb}$ : température d'ébullition en  $^{\circ}\text{C}$ .

$Spgr$ : specific-gravity.

##### **2-2- corrélation de El-Hadi-Chitour [7]:**

$$C/H = 100 / (2,55312 \cdot Kuop - 0,0022248 \cdot T_{eb} - 14,77732618). \quad (A-95)$$

$Kuop$ : facteur de caractérisation de Watson.

$T_{eb}$  : température d'ébullition en  $^{\circ}\text{C}$ .

# PARTIE CALCUL

# CHAPITRE I: COURBES TBP ET DENSITE SIMULEE.

## I-1- Introduction :

Comme nous l'avons déjà vu dans la première partie, l'analyse de pétrole, ainsi que la détermination des propriétés physico-chimiques ne se fait qu'à l'aide de matériels de laboratoire très coûteuse.

Dans cette partie, nous mettons au point une méthode de calcul permettant l'estimation des propriétés d'un pétrole à partir de la connaissance de quelques caractéristiques, afin d'éviter des manipulations coûteuses et difficiles à mettre en œuvre, nous nous sommes particulièrement intéressés aux pétroles algériens dont nous avons également corrélé une TBP moyenne et estimé les propriétés des différentes fractions nous utilisant les méthodes empiriques.

## I-2 - Principe de la méthode de travail :

L'élaboration des corrélations donnant la courbe de distillation TBP et les propriétés du pétrole moyen s'est fait en plusieurs étapes :

- ◆ Constitution d'une banque de données (cf. annexe) de distillation TBP de 280 pétroles d'origines diverses. Ces données issues de différentes sources ont été homogénéisées afin d'être facilement exploitables. Nous avons recueilli ces données à partir du NELSON, (pour les pétroles étrangers) et des données de CRD pour les pétroles Algériens .

- ◆ découpage des pétroles :

en premier lieu nous proposons de découper notre banque de données en trois parties :

- 1- Pétroles légers :  $0.78 < d < 0.83$
- 2- Pétroles moyens :  $0.83 < d < 0.9$
- 3- Pétroles lourds :  $d > 0.9$

dans ce cas le logiciel donne des corrélations avec des coefficients de corrélation de faible valeur, pour cela nous avons proposé un autre découpage (en 6 par exemple), mais l'inconvénient c'est qu'il y aura un problème de notation, enfin nous avons retenu un découpage de 4 parties que nous donnons ci dessous :

1. Pétroles légers dont la densité varie entre 0.78 et 0.82.
2. Pétroles moyens dont la densité varie entre 0.82 et 0.86.
3. Pétroles moyennement lourds dont la densité varie entre 0.86 et 0.90.
4. Pétroles lourds dont la densité est supérieure à 0.90.

En particulier notre étude s'est intéressée aux pétroles algériens légers pour lesquels nous avons recueilli les caractéristiques de plus de 120 pétroles issus de champs variés.

## CHAPITRE I : COURBES TBP ET DENSITE SIMULEE.

---

◆ La compilation de ces différentes données nous a permis d'obtenir une courbe de distillation TBP moyenne propre à chaque type de pétrole étudié appelée "courbe de distillation du pétrole simulé".

A l'aide de l'outil informatique et au moyen du logiciel "curv", nous avons obtenu plus de 3000 équations de coefficient de corrélation décroissante, le choix d'une corrélation, parmi ces 3000, s'est fait sur la base de deux critères :

- 1- La corrélation choisie doit donner une courbe qui se trouve au milieu des autres courbes expérimentales (TBP données) et doit donner le meilleur  $R^2$  (le plus proche de 1).
- 2- Vérification de la corrélation obtenue ; si la température d'ébullition et la densité calculée par ces corrélations sont négatives, donc cette dernière est rejetée.

◆ Calcul des propriétés moyennes du pétrole simulé, la corrélation trouvée nous donne la densité en fonction de la température d'ébullition ; nous avons utilisé selon le cas, trois ou quatre corrélations en fonction de la température d'ébullition, la densité ou les deux.

Il est important de noter qu'ou nous avons les données expérimentales (cas de la densité et l'indice de réfraction), nous avons estimé ces propriétés directement à partir de deux corrélations établies donnant la densité en fonction de la densité simulée et la densité globale, et pour l'indice de réfraction en fonction de la température d'ébullition.

◆ Détermination d'un facteur correctif sous forme de corrélation par rapport au pétrole simulé, le pétrole HRS162 a été choisi pour élaborer cette corrélation, parce que sa densité présente une différence appréciable par rapport à celle du pétrole simulé, nous avons calculé ses propriétés par les deux méthodes citées précédemment. Les différences entre les valeurs des propriétés du HRS162 et celles du pétrole simulé nous ont permis de développer une corrélation pour chaque propriété donnant les facteurs correctifs en fonction de la température d'ébullition et de la densité.

◆ Calcul de l'erreur relative des résultats obtenue.

$$e(\%) = \frac{(P1 - P2)}{P2} \times 100.$$

Où: P1 : propriété calculée à partir de notre corrélation.

P2 : propriété expérimentale ou théorique (moyenne entre plusieurs corrélations).

## CHAPITRE I : COURBES TBP ET DENSITE SIMULEE.

### I-3- Distillation TBP des pétroles simulés :

#### 1- Pétrole algérien simulé (P.A.S) :

L'application de la méthode décrite précédemment sur la banque de données des pétroles algériens a donné les résultats suivants :

1- la température d'ébullition en fonction de pourcentage volumique distillé [ $T_{eb} = f(\%v)$ ] :

FP	%Vd	Teb(°C)	FP	%Vd	Teb(°C)
1	7,1765709	57,0967511	27	37,3973571	175,122516
2	11,0071529	69,729235	28	38,7261056	180,92854
3	11,5716675	71,6672418	29	39,8040823	185,651575
4	11,74703	72,2730846	30	40,4936149	188,677551
5	12,480046	74,8247944	31	41,2944881	192,195986
6	13,9473414	80,0238097	32	42,3458949	196,819868
7	15,7580113	86,6000086	33	43,4638655	201,740289
8	17,6883724	93,7949344	34	45,285683	209,760476
9	18,5312215	96,9927848	35	46,7772825	216,322209
10	19,7155175	101,541142	36	49,2934521	227,363857
11	22,6561236	113,094637	37	51,2668432	235,983762
12	23,4559901	116,296966	38	52,7013997	242,219307
13	23,9633902	118,340772	39	54,1682057	248,562087
14	24,4915335	120,478045	40	56,1812104	257,202194
15	24,7393051	121,484129	41	57,6448643	263,429968
16	25,9866033	126,580777	42	59,1507318	269,782835
17	27,740206	133,831303	43	60,7157372	276,320053
18	29,5899457	141,577333	44	64,0759702	290,099918
19	30,7727876	146,578237	45	65,4547688	295,640661
20	31,7808443	150,8668	46	67,029623	301,879633
21	32,7841983	155,157756	47	68,2902956	306,80054
22	33,7432603	159,278503	48	69,6861944	312,168442
23	35,0098215	164,746507	49	70,987082	317,090329
24	35,9377204	168,769323	50	74,5648	330,192454
25	36,2366336	170,067999	51	75,65482	334,048612
26	36,7505563	172,303752	-	-	-

Tableau (B-1) : distillation TBP du P.A.S

Ces résultats sont représentés sur la figure (B-1). La corrélation proposée, donnant la température d'ébullition moyenne en fonction du pourcentage volumique distillé a pour expression :

## CHAPITRE 1 : COURBES TBP ET DENSITE SIMULEE.

avec :  $a=36,135$  ;  $b=2,6514$  ;  $c=0,0397$  ;  $d=-0,0003$  ;  $R^2=0,994658$ .

2- la densité en fonction de la température d'ébullition [ $d_{\text{simulé}} = f(\text{Teb})$ ] :

FP	Teb(°C)	d	FP	Teb(°C)	d
1	57,097	0,651	26	172,304	0,775
2	69,729	0,671	27	175,123	0,777
3	71,667	0,674	28	180,929	0,780
4	72,273	0,675	29	185,652	0,783
5	74,825	0,679	30	188,678	0,785
6	80,024	0,687	31	192,196	0,787
7	86,600	0,695	32	196,820	0,790
8	93,795	0,704	33	201,740	0,793
9	96,993	0,708	34	209,760	0,798
10	101,541	0,714	35	216,322	0,801
11	113,095	0,726	36	227,364	0,807
12	116,297	0,729	37	235,984	0,812
13	118,341	0,731	38	242,219	0,815
14	120,478	0,733	39	248,562	0,818
15	121,484	0,734	40	257,202	0,822
16	126,581	0,739	41	263,430	0,825
17	133,831	0,746	42	269,783	0,828
18	141,577	0,752	43	276,320	0,831
19	146,578	0,756	44	290,100	0,837
20	150,867	0,759	45	295,641	0,840
21	155,158	0,763	46	301,880	0,842
22	159,279	0,766	47	306,801	0,845
23	164,747	0,770	48	312,168	0,847
24	168,769	0,772	49	317,090	0,849
25	170,068	0,773	50	330,192	0,855
			51	334,049	0,857

Tableau (B-2) : densité simulée de pétrole algérien.

Ces résultats sont représentés par la figure (B-2) et aussi par la corrélation suivante :

$$d_{\text{simulé}} = a + b \cdot \text{Teb} + c \cdot \text{Teb}^{1.5} + e \cdot \text{Teb}^2 + f \cdot \text{Teb}^3 \quad (\text{cor-2})$$

Où :  $d_{\text{simulé}}$  est la densité de pétrole simulé à 15°C.

$a=0,49309515$  ;  $b=0,00541756$  ;  $c=-0,00044555$  ;  $e=1,26 \cdot 10^{-5}$  ;  $f=-3,55 \cdot 10^{-9}$  ;  $R^2=0,85469$ .

3- la densité en fonction du pourcentage volumique distillé [ $d_{\text{simulé}} = f(\%Vd)$ ] :

la variation de densité en fonction du %V distillé à pour expression :



## CHAPITRE I : COURBES TBP ET DENSITE SIMULEE.

$d_{\text{simulé}}$  : densité de pétrole simulé.

$A=1,5388518$  ;  $b=0,00020146$  ;  $c=-3,349259$  ;  $e=5,79862851$  ;  $f=2,28110206$

$R^2=0,9999586$ .

### 2- Distillation TBP du pétrole léger simulé (P.L.S) :

L'application de la méthode décrite précédemment sur la banque de données des pétroles légers à donné les résultats suivants :

FP	%Vd	Teb(°C)	d	FP	%Vd	Teb(°C)	d
1	7,88209935	71,820276	0,68346575	24	37,2992083	184,55161	0,78279695
2	9,89754084	79,659732	0,69421625	25	40,0276527	195,680784	0,78883428
3	11,1812011	84,6035276	0,70055398	26	40,479383	197,54243	0,78981276
4	13,9789778	95,2191724	0,71312345	27	41,1606873	200,36044	0,79127822
5	15,9970285	102,812169	0,72133037	28	43,2312592	209,000013	0,79566155
6	16,750113	105,636066	0,72423124	29	45,0645152	216,742288	0,79946323
7	17,4772942	108,359675	0,72695592	30	46,9283857	224,700063	0,80326155
8	18,4583256	112,031034	0,73051976	31	49,1216097	234,168946	0,80765461
9	19,5794333	116,225271	0,73444538	32	50,3369617	239,46145	0,81005648
10	21,6705667	124,056383	0,7413881	33	53,0751426	251,490991	0,8153888
11	23,4744012	130,83334	0,74702401	34	55,3157883	261,426982	0,81967264
12	24,6048691	135,096638	0,75040784	35	57,2461658	270,038123	0,82330413
13	25,5631099	138,722693	0,75319439	36	58,3269954	274,874704	0,82531199
14	26,8660677	143,67422	0,75687195	37	60,795872	285,94622	0,82982291
15	28,3156574	149,215514	0,76082463	38	62,3671183	292,996661	0,83263276
16	29,0303352	151,961446	0,76272367	39	65,9662052	309,096774	0,83885458
17	29,9056224	155,338001	0,76500775	40	67,6354744	316,511527	0,84162084
18	30,74588	158,594174	0,7671595	41	69,1374866	323,137937	0,84403434
19	33,3266238	168,692446	0,7735409	42	70,6075255	329,570153	0,84631982
20	34,7566663	174,355699	0,77694478	43	72,1804849	336,381482	0,8486733
21	35,1074949	175,752769	0,77776685	44	73,6372328	342,611447	0,85076074
22	35,617596	177,789626	0,77895348	45	80	342,611447	0,85076074
23	36,3060783	180,549277	0,7805394	46	83,216	342,611447	0,85076074

Tableau (B-4) : distillation TBP du P.L.S

Ces résultats sont représentés par les corrélations suivantes :

1- la température d'ébullition en fonction du pourcentage volumique distillé [ $T_{eb}=F(\%v)$ ] :

$$T_{eb}(^{\circ}C)=a+b.(\%v)+c.(\%v)^2+d.(\%v)^3+e.(\%v)^4 \quad (\text{cor-4})$$

Avec :  $a=36,297$  ;  $b=4,8068$  ;  $c=-0,0584$  ;  $d=0,0012$  ;  $e=-7.10^{-6}$  ;  $R^2=0.89987$ .

## CHAPITRE 1: COURBES TBP ET DENSITE SIMULEE.

2- la densité en fonction de la température d'ébullition [ $d_{\text{simulé}} = F(\text{Teb})$ ] :

La corrélation proposée donnant la densité moyenne en fonction de la température d'ébullition a pour expression :

$$d_{\text{simulé}} = a + b \cdot \text{Teb} + c \cdot \text{Teb}^2 + e \cdot \text{Teb}^{2.5} + f \cdot \text{Teb}^3 \quad (\text{cor-5})$$

ou :  $d_{\text{simulé}}$  représente la densité du P.L.S

$$a = 0,52314779 ; b = -3,43 \cdot 10^{-3} ; c = -3,04 \cdot 10^{-5} ; e = -1,92 \cdot 10^{-6} ; f = 3,61 \cdot 10^{-8} ; R^2 = 0,84653.$$

1- La densité en fonction du pourcentage volumique distillé [ $d_{\text{simulé}} = f(\%Vds)$ ] :

$$d_{\text{simulé}} = a + b \cdot (\%Vc) + c \cdot (\%Vc)^{1.5} + e \cdot \exp(\%Vc) + f \cdot (\%Vc)^{0.5} \quad (\text{cor-6})$$

avec :  $d_{\text{simulé}}$  représente la densité du P.L.S

$$a = 0,5755645 ; b = -0,00223464 ; c = 0,00010225 ; e = -1,95 \cdot 10^{-37} ; f = 0,04378038.$$

$$R^2 = 0,9999827.$$

Les figures (B-4), (B-5) et (B-6) représente aussi ces résultats.

### 3- Distillation TBP du pétrole moyen simulé (P.M.S) :

L'application de la méthode décrite précédemment sur la banque des données des pétroles moyens a donné les résultats suivants :

FP	%V d	Teb(°C)	d	FP	%V d	Teb(°C)	d
1	4,04374037	52,5660272	0,65404103	11	49,4763054	279,36366	0,84125365
2	10,1344875	90,9995686	0,71299141	12	54,6245668	306,427626	0,85335006
3	12,5356687	103,552725	0,72756384	13	59,6747548	334,039777	0,86536446
4	17,1777479	126,168549	0,74991817	14	63,7737381	357,268015	0,87528754
5	21,0739453	144,291221	0,76504951	15	67,9886752	381,946922	0,88566638
6	25,7787183	165,807184	0,78064261	16	73,159555	413,357353	0,89859824
7	30,2310121	186,189953	0,793639	17	78,32	445,985816	0,91158456
8	35,016179	208,411723	0,80637268	18	82,125	470,882733	0,92106519
9	39,2908376	228,707371	0,8170518	19	85,325	492,381239	0,92885718
10	43,7018325	250,209988	0,82765961	-	-	-	-

Tableau (B-5) : résultats de simulation de distillation TBP du P.M.S

Ces résultats sont représentés sur les figures (B-7), (B-8) et (B-9).

Les corrélations de simulation ont pour expressions :

1- La température d'ébullition en fonction du pourcentage volumique distillé [ $\text{Teb} = F(\%V \text{ cumulé})$ ] :

$$\text{Teb}(°C) = a + b \cdot (\%v) + c \cdot (\%v)^2 + d \cdot (\%v)^3 + e \cdot (\%v)^4 \quad (\text{cor-7})$$

$$\text{Avec : } a = 27,328 ; b = 6,9033 ; c = -0,0889 ; d = 0,0013 ; e = -6 \cdot 10^{-6} ; R^2 = 0,85643.$$

## CHAPITRE I : COURBES TBP ET DENSITE SIMULEE.

2- la densité en fonction de la température d'ébullition [ $d_{simulé}=F(Teb)$ ] :

$$d=a+b.Teb+c.Teb^{1.5}+e.Teb^2.\ln(Teb)+f.Teb^{2.5} \quad (\text{cor-8})$$

avec :  $a=0,49500409$  ;  $b=0,00602367$  ;  $c=-4,92.10^{-4}$  ;  $e=3,61.10^{-6}$  ;  $f=-4,80.10^{-7}$  ;  
 $R^2=0,90123$ .

3- La densité en fonction du pourcentage volumique distillé [ $d_{simulé}=f(\%Vd)$ ] :

La variation de densité en fonction du pourcentage volumique à pour expression :

$$d=a+b.(\%Vd)+c.(\%Vd)^2+e.(\%Vd)^3+f.(\%Vd)^{0.5} \quad (\text{B-9})$$

$d_{simulé}$  représente la densité simulé du P.M.S

$a=0,50850526$  ;  $b=-0,11811421$  ;  $c=5,37.10^{-5}$  ;  $e=-1,51.10^{-7}$  ;  $f=0,08829336$  ;  $R^2=0,99999576$ .

### 4- Distillation TBP du pétrole moyennement lourd simulé P.M.L.S :

L'application de la méthode décrite précédemment sur la banque de données des pétroles moyennement lourds à donné les résultats suivants :

FP	%Vd	Teb(°C)	d	FP	%Vd	Teb(°C)	d
1	4,4	152,130465	0,74877222	11	35,64	266,310832	0,85245913
2	8,256	160,758568	0,8128703	12	40,698	292,341841	0,86774543
3	10,569	166,691823	0,81393344	13	45,687	318,963295	0,8820836
4	12,4	171,808911	0,81465287	14	50,6548	345,886233	0,89416694
5	18,3	190,828283	0,81775323	15	56,857	379,247244	0,90484376
6	16,325	184,03623	0,81643531	16	60,8564	400,128277	0,90886968
7	18,23	190,580383	0,81769938	17	65,9875	425,609214	0,91093163
8	20,325	198,223195	0,81957906	18	70,56	446,56566	0,91029216
9	25,61	219,462476	0,82720886	19	78,625	477,937348	0,90550103
10	30,52	241,454501	0,83813906	-	-	-	-

Tableau (B-6) : résultats de P.M.L.S

Ces résultats sont représentés sur les figures (B-10), (B-11) et (B-12).

Les corrélations de simulation ont pour expressions :

1- la température d'ébullition en fonction du pourcentage volumique distillé [ $Teb = f(\%v)$ ] :

$$Teb(^{\circ}C)=a+b(\%v)+c(\%v)^{2.5}+d(\%v)^3 \quad (\text{cor-10})$$

avec :  $a=143,9058201$  ;  $b=1,74204517$  ;  $c=0,016937328$  ;  $d=-0,0015047$  ;  $R^2=0,902445141$ .

## CHAPITRE 1: COURBES TBP ET DENSITE SIMULEE.

2- La densité en fonction de la température d'ébullition [ $d=f(T_{eb})$ ] :

$$d_{simulé} = a + b.(T_{eb}) + c/(T_{eb}) + e \ln(T_{eb}) / (T_{eb})^2 + f / (T_{eb})^2 \quad (\text{cor-11})$$

$T_{eb}$  : température d'ébullition en °C.

$d_{simulé}$  : densité simulé du P.M.L.S

$A=3,779429309$  ;  $b=-0,00235754$  ;  $c=-1397,02037$  ;  $e=101495,7075$  ;  $f=-357888,257$  ;

$R^2=0,868577139$ .

3- La densité en fonction du pourcentage volumique distillé [ $d_{simulé}=f(\%Vd)$ ] :

$$d_{simulé} = a + b.(\%Vd) + c.(\%Vd)^{2.5} + e.(\%Vd)^3 + f.exp(\%Vd). \quad (\text{cor-12})$$

avec :  $d_{simulé}$  représente la densité du P.M.L.S.

$a=0,823227$  ;  $b=-0,00158$  ;  $c=2,73.10^{-5}$  ;  $e=-2,7.10^{-8}$  ;  $f=1,25.10^{-38}$  ;  $R^2=0,999294$ .

### 5- distillation du pétrole lourd simulé (P.L.S) :

L'exploitation de notre banque de données des pétroles lourds donne les résultats suivants :

FP	%Vd	teb(°C)	d	FP	%Vd	Teb(°C)	d
1	2,3	167,748936	0,8462035	8	30,57	325,279491	0,90534396
2	4,85	180,408042	0,84813567	9	35,658	355,286993	0,92272295
3	6,84	189,410138	0,84875505	10	40,325	381,959658	0,93552735
4	10,256	206,410586	0,85018385	11	45,28	409,083677	0,94479553
5	14,659	230,568954	0,85520694	12	50,465	435,870691	0,94936764
6	19,65	259,696409	0,86683333	13	55,67	460,867749	0,94895585
7	24,653	289,714584	0,88343356	14	60,58	482,511409	0,94464051

Tableau (B-7) : résultats de distillation de P.L.O.S

Les corrélations de simulation sont :

1- la température d'ébullition en fonction du pourcentage volumique distillé [ $teb=f(\%Vc)$ ] :

$$Teb(°C) = a + b(\%v)^{1.5} + c(\%v)^2 + d.exp(-(\%v)). \quad (\text{cor-13})$$

avec :  $a=166,400027$  ;  $b=1,60116053$  ;  $c=-0,11958171$  ;  $d=-35,944866$  ;  $R^2=0,864978$ .

2- La densité en fonction de la température d'ébullition [ $d_{simulé}=f(T_{eb})$ ] :

$$d_{simulé} = a + b(T_{eb}) + c(T_{eb}) / \ln(T_{eb}) + e / (T_{eb}) + f / (T_{eb})^{1.5}$$

avec :  $d_{simulé}$  représente la densité de P.L.O.S.

$T_{eb}$  : température d'ébullition en °C.

## CHAPITRE I : COURBES TBP ET DENSITE SIMULEE.

---

$$A=-12,043825 ; b=-0,08314029 ; c=0,64457608 ; e=1876,72577 ; f=-1186,2556$$
$$R^2=0,86416557.$$

3- La densité en fonction du pourcentage volumique distillé [ $d_{\text{simulé}}=f(\%Vd)$ ] :

$$d_{\text{simulé}}=a+b.(\%Vd)+c.(\%Vd)^{1.5}+e.(\%Vd)^2+f.\ln(\%Vd) \quad (\text{cor-15})$$

avec :  $d_{\text{simulé}}$  représente la densité du P.L.O.S

$$A=0,853057 ; b=-0,02792 ; c=0,007204 ; e=-0,00049 ; f=0,041664 ; R^2=0,999517.$$

Ces résultats sont représentés sur les figures (B-13), (B-14) et (B-15).

# CHAPITRE I: COURBES TBP ET DENSITE SIMULEE.

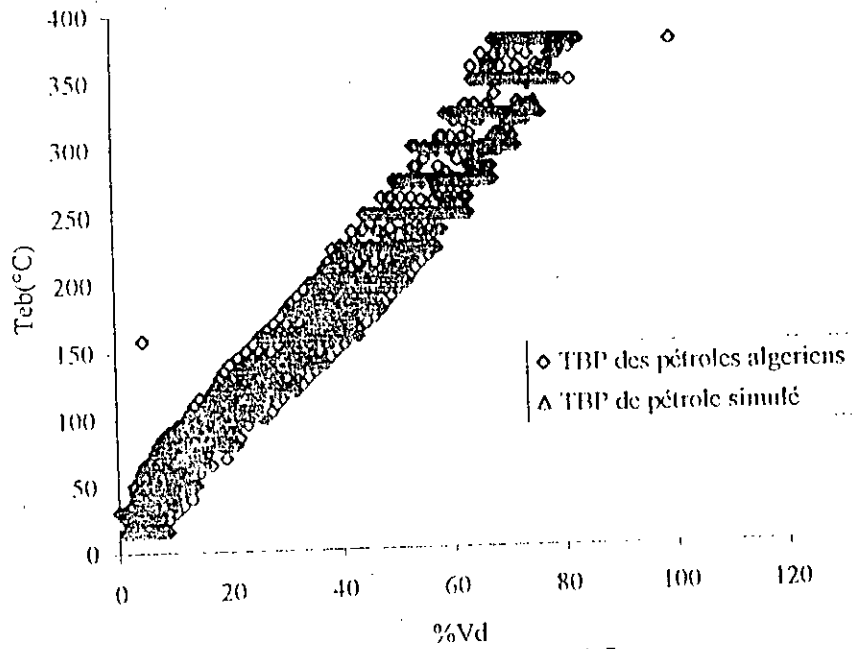


figure (B-1): TBP de P.A.S

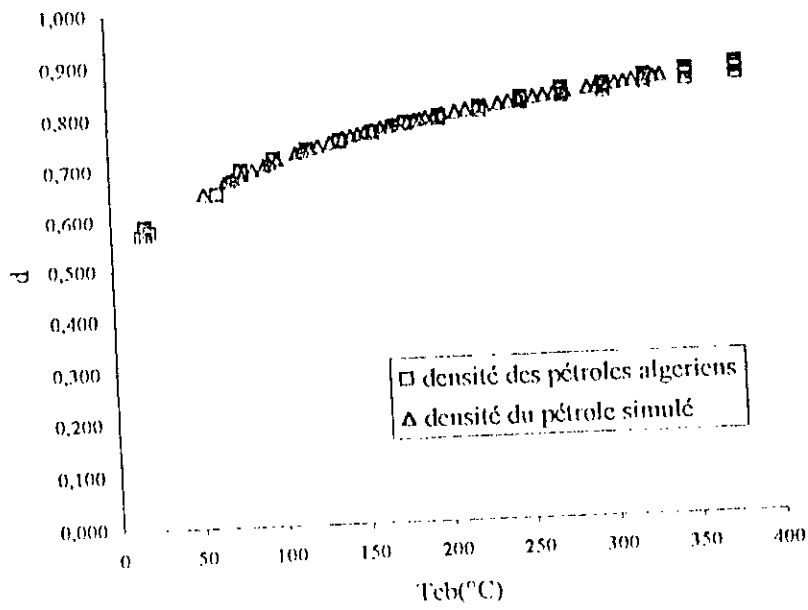


figure (B-2): courbe densité du pétrole simulé.

CHAPITRE I :TBP ET DENSITE SIMULEE.

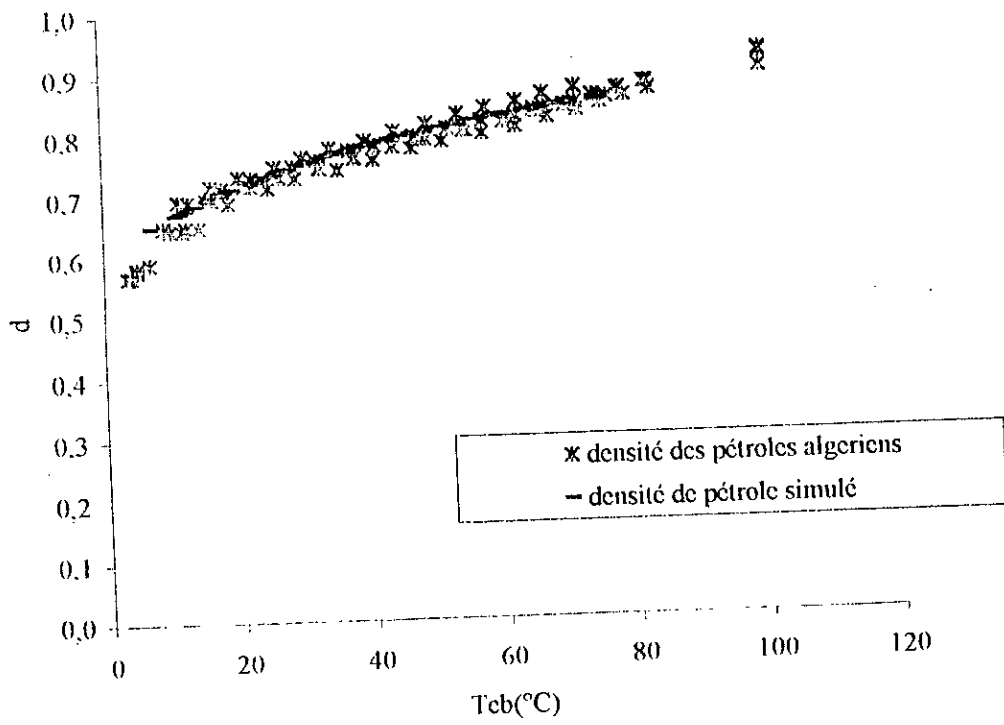
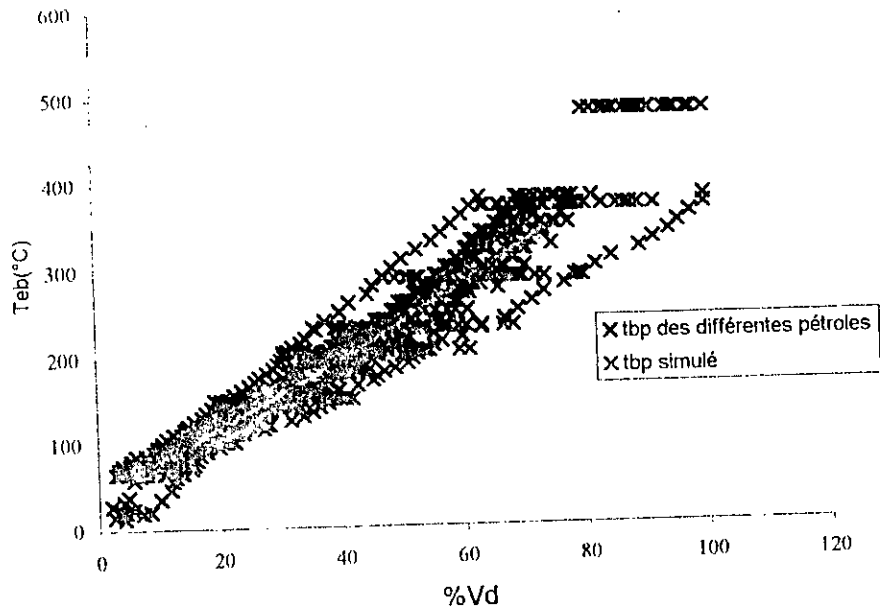


Figure (B-3): courbe de densité du P.A.S

# CHAPITRE 1: COURBES TBP ET DENSITE SIMULEE.



figure(B-4): TBP du P.L.S

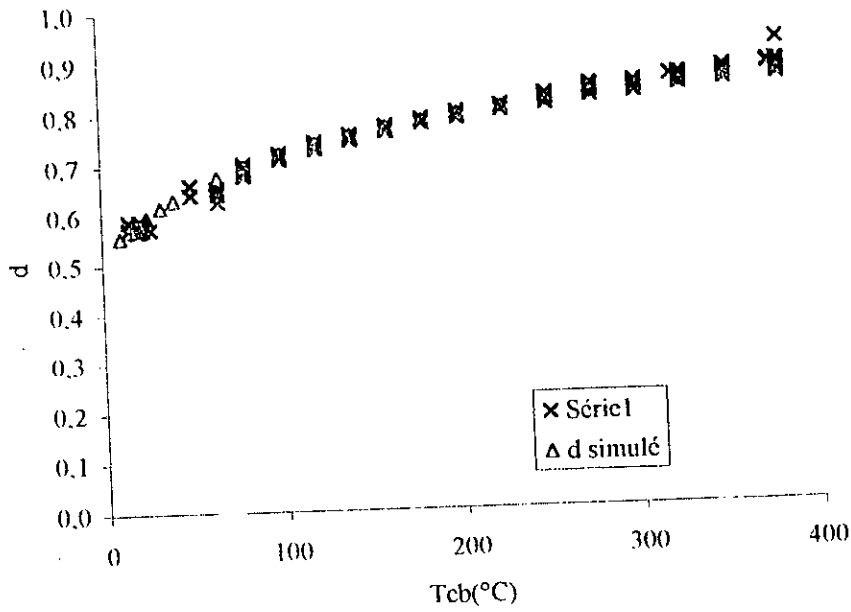


figure (B-5): courbe de densité du P.L.S



# CHAPITRE I : COURBES TBP ET DENSITE SIMULEE.

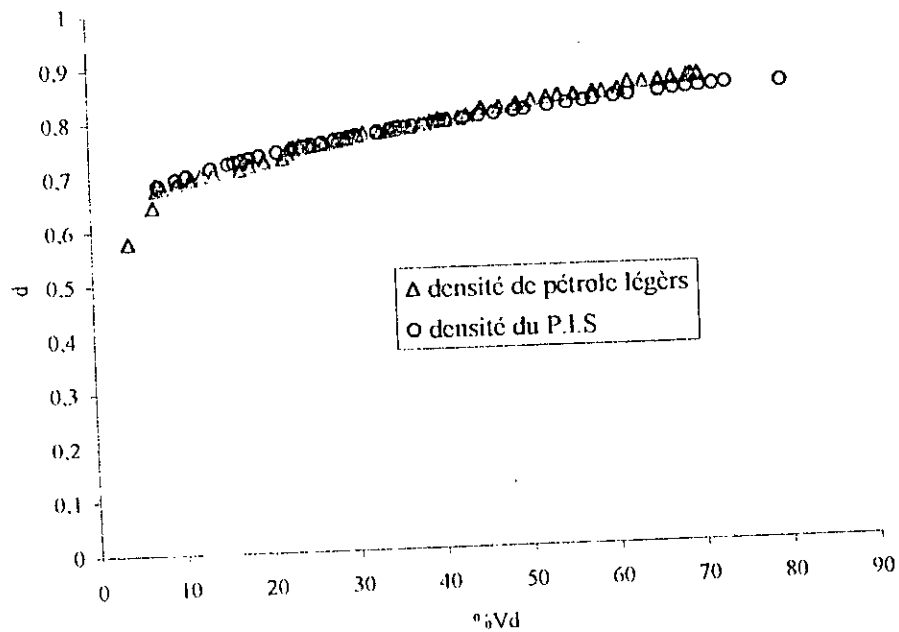
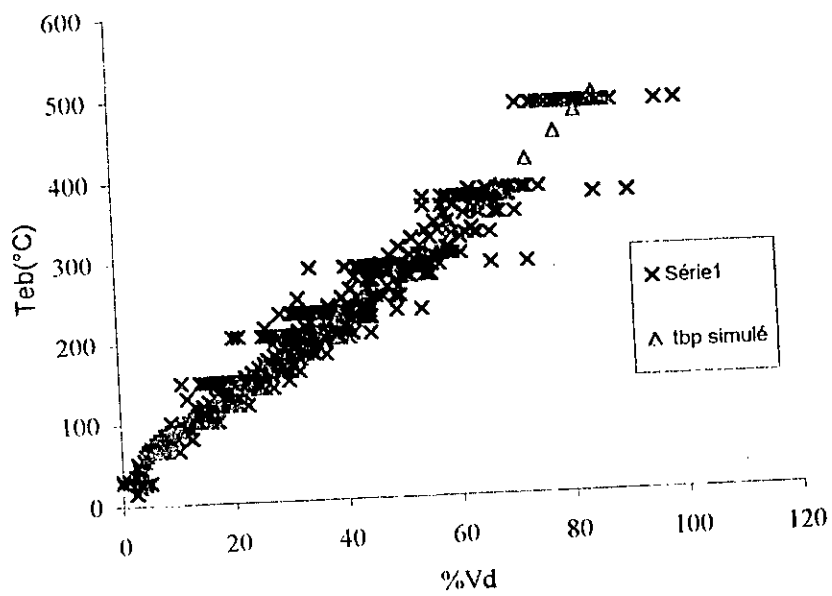


figure (B-6): courbe de densité du P.I.S



figure(B-7): TBP de P.M.S

# CHAPITRE I: COURBES TBP ET DENSITE SIMULEE.

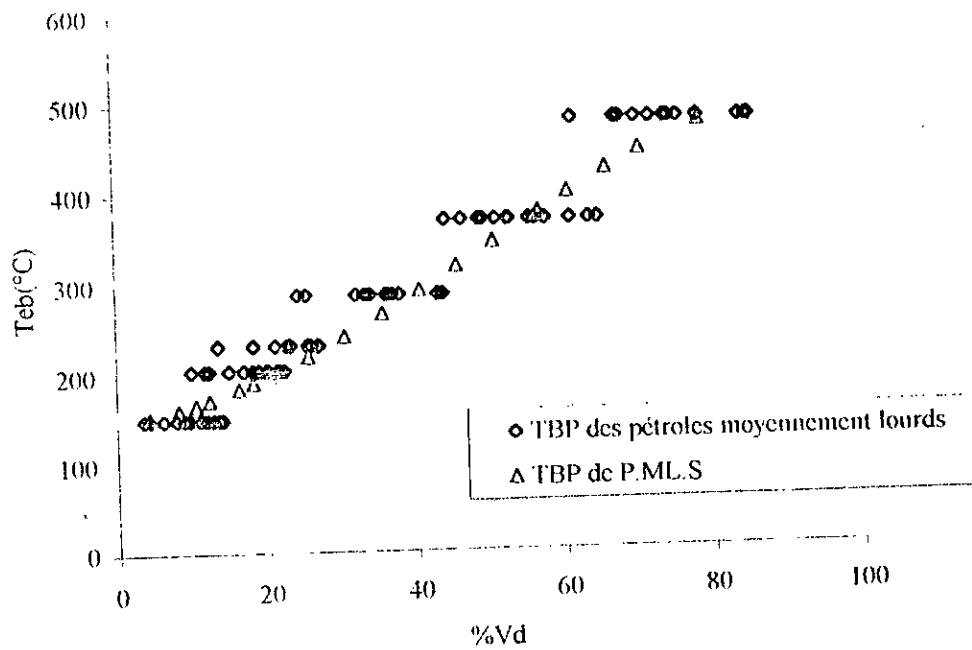


figure (B-10): TBP du P.M.L.S

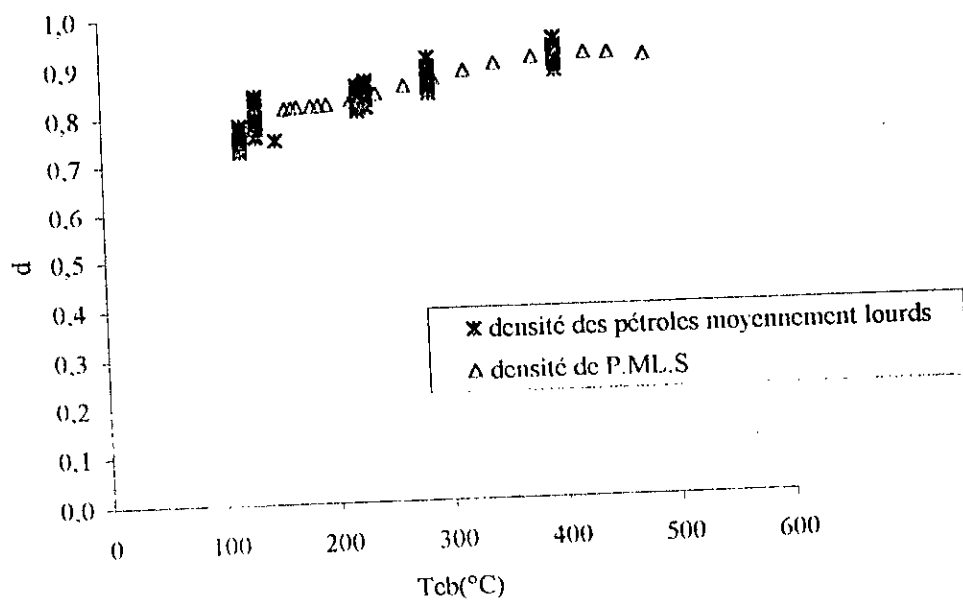
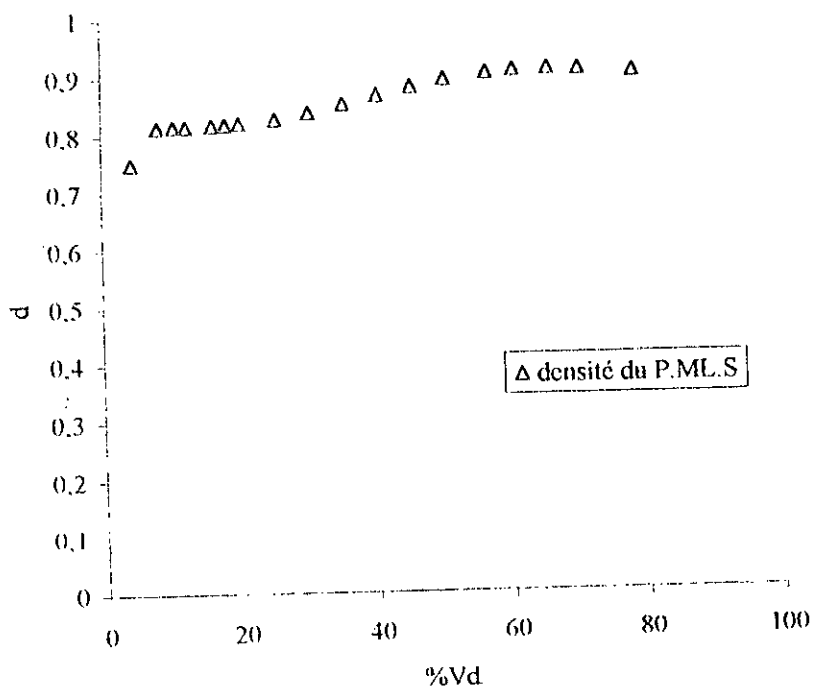


figure (B-11): courbe de densité du P.M.L.S

# CHAPITRE 1: COURBES TBP ET DENSITE SIMULEE.



figure(B-12):densité du P.M.L.S

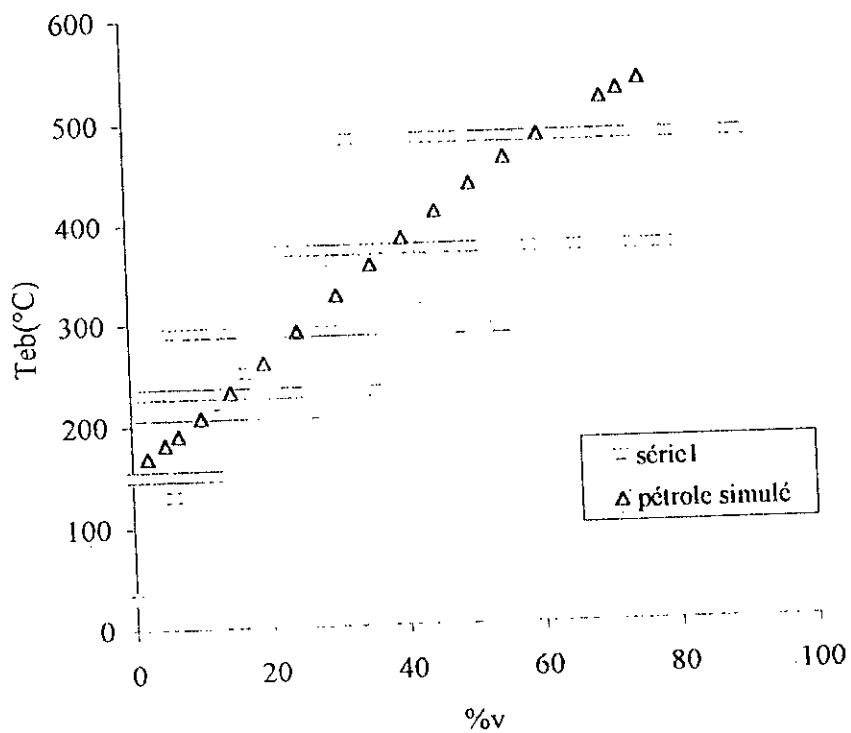


figure (B-13): TBP du P.L.O.S

### INTRODUCTION :

Dans ce chapitre nous proposons quelques corrélations qui permettent d'estimer les propriétés physico-chimiques à partir de minimum de données, et ceci en utilisant les corrélations développées dans le chapitre (I).

Si les données expérimentales sont disponibles, c'est le cas de la densité et l'indice de réfraction, nous avons élaboré des corrélations qui permettent d'estimer directement la propriété pour n'importe quel pétrole algérien, nous les avons aussi appliqué à tous les autres types de pétroles.

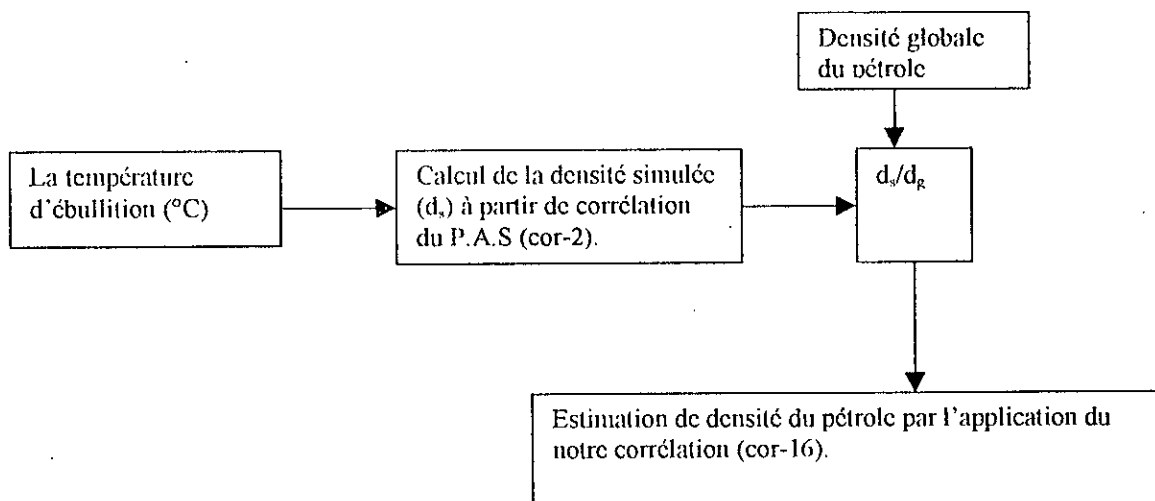
Par contre pour les propriétés pour lesquelles nous n'avons pas les données expérimentales, nous les avons estimés à partir de celui de pétrole simulé, en rajoutant un facteur correctif.

Il est important de noter que la première étude s'est faite en 1998, par ICHALAMEN et IRMAL, ils ont développé des corrélations de simulation, ils ont appliqué les corrélations de pétrole simulé sur le pétrole RA1K.

### I- LES PROPRIETES CLASSIQUES :

#### I-1- la densité :

✓ A partir de la température d'ébullition et de la densité globale du pétrole :



# CHAPITRE I : COURBES TBP ET DENSITE SIMULEE.

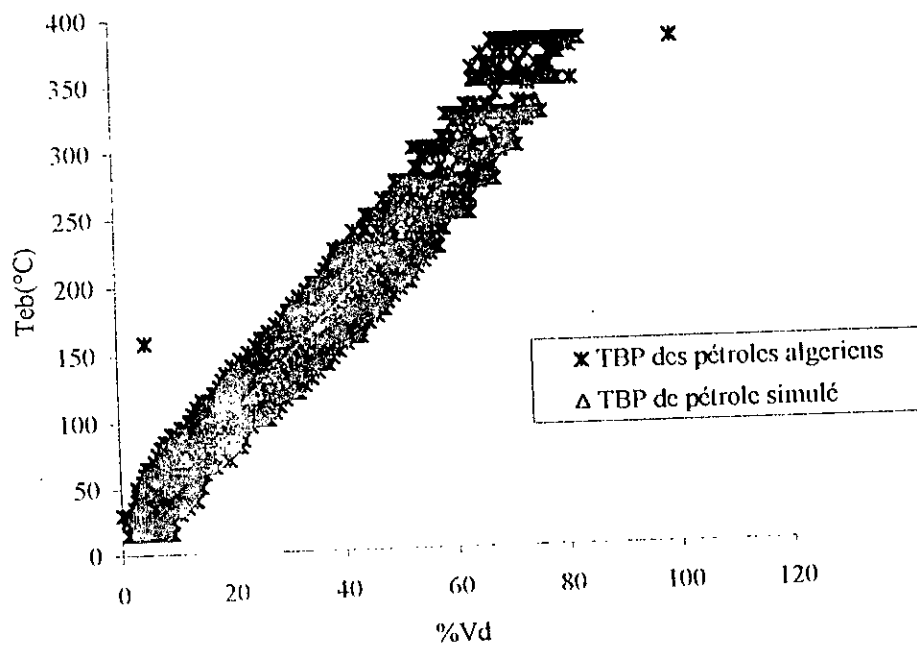


figure (B-1): TBP de P.A.S

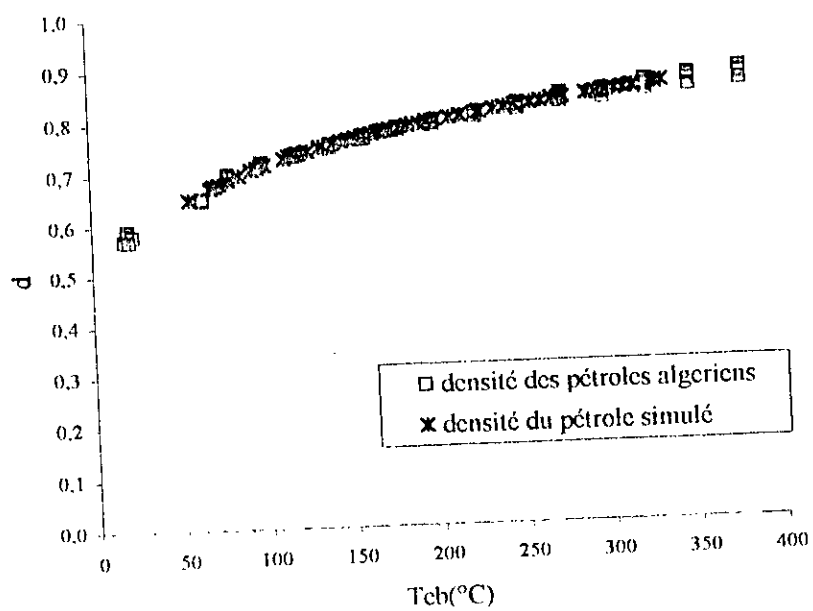


figure (B-2): courbe densité du pétrole simulé.

## CHAPITRE II : CALCUL DES PROPRIETES PHYSICO-CHIMIQUE DU P.A.S

---

La corrélation proposée a pour expression :

$$d = A + B.\theta + C.\theta^3 + D.\exp(\theta) + [E.\ln(\theta)]/\theta^2$$
$$\theta = d_s / d_g \quad (\text{cor-16})$$

$$A=120.296906 ; B=187.124979 ; C=60.4569354 ; D=-135.039317 ; E=0.6726738 ;$$
$$R^2= 0.98641.$$

Où :

$d_s$  : densité calculée à partir de l'équation de simulation (cor-2) .

$d_g$  : densité du pétrole.

$d$  : densité de la fraction pétrolière .

✓ A partir de pourcentage volumique distillé et de la densité globale du pétrole :

Suivant le même principe on obtient la corrélation suivante :

$$d = A + B.\theta + C.\theta^2 + D.\theta^3 + E.\theta^4 + F.\theta^5$$
$$\theta = \frac{d_s}{d_g} \quad (\text{cor-17})$$

$$A=64.0284383 ; B=-330.003303 ; C=678.35512 ; D=-690.104896 ; E=348.376213 ;$$
$$F=-69.8494408 ; \quad R^2=0.839968.$$

Avec :

$d_s$  : densité calculée à partir de la troisième équation de simulation (cor-3).

$d_g$  : densité globale du pétrole .

$d$  : densité de la fraction pétrolière.

Les résultats obtenus par l'application des différentes corrélations proposées sur le pétrole HRS162, ainsi que par les corrélations trouvées dans la littérature sont données dans le tableau suivant :

## CHAPITRE II : CALCUL DES PROPRIETES PHYSICO-CHIMIQUE DU P.A.S

Teb(°C)	d exp	d1	e1	d2	e2	d3	e3	d4	e4	d5	e5
82	0,7129	0,686	3,776	0,688	3,535	0,743	4,166	0,683	4,210	0,696	2,314
86	0,7123	0,692	2,891	0,687	3,622	0,745	4,647	0,685	3,885	0,711	0,246
90	0,7119	0,697	2,068	0,686	3,666	0,748	5,099	0,688	3,357	0,713	0,087
94	0,7145	0,702	1,691	0,688	3,751	0,751	5,136	0,692	3,100	0,713	0,192
98	0,7189	0,707	1,594	0,693	3,617	0,755	4,952	0,697	3,026	0,716	0,454
102	0,7236	0,712	1,569	0,697	3,731	0,758	4,768	0,701	3,137	0,721	0,425
106	0,7241	0,717	1,000	0,698	3,660	0,762	5,248	0,704	2,802	0,726	0,305
110	0,7243	0,721	0,417	0,699	3,562	0,767	5,840	0,708	2,289	0,732	1,091
114	0,7246	0,726	0,128	0,699	3,519	0,772	6,486	0,710	1,978	0,735	1,392
118	0,7254	0,730	0,580	0,700	3,488	0,777	7,127	0,713	1,696	0,738	1,750
122	0,7279	0,734	0,774	0,703	3,476	0,783	7,597	0,718	1,421	0,746	2,507
126	0,7326	0,737	0,644	0,706	3,576	0,790	7,808	0,721	1,530	0,748	2,135
130	0,7383	0,741	0,360	0,708	4,131	0,797	7,951	0,725	1,802	0,750	1,524
134	0,7425	0,744	0,266	0,716	3,529	0,805	8,377	0,728	1,960	0,751	1,130
138	0,745	0,748	0,384	0,719	3,503	0,813	9,114	0,731	1,895	0,752	0,875
142	0,7459	0,751	0,702	0,719	3,566	0,822	10,149	0,734	1,536	0,755	1,168
146	0,7489	0,754	0,722	0,723	3,485	0,831	10,923	0,738	1,464	0,759	1,323
150	0,7515	0,757	0,781	0,725	3,540	0,840	11,790	0,742	1,283	0,763	1,537
154	0,7549	0,760	0,721	0,729	3,471	0,850	12,584	0,745	1,311	0,766	1,427
158	0,7578	0,763	0,716	0,731	3,523	0,860	13,473	0,748	1,326	0,768	1,327
162	0,761	0,766	0,659	0,735	3,469	0,870	14,323	0,751	1,279	0,770	1,179
166	0,7627	0,769	0,791	0,737	3,435	0,880	15,406	0,755	1,020	0,772	1,213
170	0,766	0,771	0,701	0,740	3,355	0,890	16,240	0,759	0,976	0,775	1,110
174	0,766	0,774	1,037	0,741	3,329	0,900	17,546	0,760	0,823	0,776	1,348
178	0,7669	0,776	1,244	0,741	3,325	0,910	18,686	0,761	0,753	0,777	1,304
182	0,769	0,779	1,285	0,743	3,420	0,920	19,584	0,763	0,804	0,778	1,156
186	0,7713	0,781	1,291	0,746	3,345	0,929	20,381	0,765	0,839	0,779	1,013
190	0,7733	0,784	1,330	0,747	3,388	0,937	21,143	0,757	2,083	0,782	1,069
194	0,7755	0,786	1,335	0,749	3,430	0,944	21,779	0,769	0,774	0,784	1,033
198	0,7777	0,788	1,334	0,751	3,407	0,951	22,284	0,772	0,750	0,785	0,903
202	0,7798	0,790	1,340	0,754	3,347	0,957	22,672	0,774	0,787	0,786	0,809
206	0,7816	0,792	1,379	0,756	3,288	0,958	22,607	0,776	0,743	0,788	0,805
210	0,7826	0,794	1,516	0,757	3,271	0,958	22,451	0,778	0,621	0,790	0,913
216	0,7919	0,798	0,711	0,764	3,473	0,959	21,063	0,780	1,546	0,793	0,095
225	0,793	0,802	1,131	0,767	3,317	0,960	21,084	0,783	1,311	0,795	0,245
235	0,7972	0,807	1,194	0,770	3,362	0,963	20,810	0,787	1,309	0,799	0,180
245	0,8026	0,811	1,084	0,776	3,302	0,967	20,496	0,792	1,330	0,801	0,154
255	0,8066	0,816	1,133	0,781	3,149	0,972	20,518	0,796	1,254	0,803	0,412
265	0,8111	0,820	1,103	0,788	2,873	0,978	20,552	0,801	1,258	0,805	0,733
275	0,8172	0,824	0,862	0,791	3,206	0,984	20,448	0,805	1,444	0,795	2,760
285	0,8184	0,828	1,216	0,795	2,920	0,991	21,127	0,809	1,127	0,796	2,731
295	0,8218	0,832	1,287	0,798	2,957	0,999	21,538	0,814	0,957	0,797	2,964
305	0,8309	0,836	0,652	0,805	3,069	1,007	21,194	0,819	1,467	0,799	3,859
315	0,8294	0,840	1,302	0,807	2,749	1,015	22,378	0,822	0,874	0,802	3,345
325	0,8328	0,844	1,347	0,810	2,726	1,024	22,899	0,825	0,927	0,803	3,608
335	0,8365	0,848	1,348	0,814	2,726	1,032	23,407	0,830	0,827	0,804	3,891
345	0,8399	0,851	1,380	0,819	2,548	1,041	23,967	0,833	0,769	0,805	4,170
355	0,8432	0,855	1,417	0,822	2,479	1,050	24,549	0,837	0,780	0,806	4,428

Tableau (B-8) : calcul de densité du HRS 162

## CHAPITRE II : CALCUL DES PROPRIETES PHYSICO-CHIMIQUE DU P.A.S

---

- d1 : corrélation proposée ( $d=f(Teb)$ ).
- d<sub>g</sub> : corrélation de Riazi-Daubert.
- d3 : corrélation de Holder.
- d4 : corrélation proposée ( $d=f(\%v)$ ).
- d5 : corrélation de Chitour et al.
- e<sub>i</sub> : les écarts enregistrés par rapport à l'expérience.

### Commentaire :

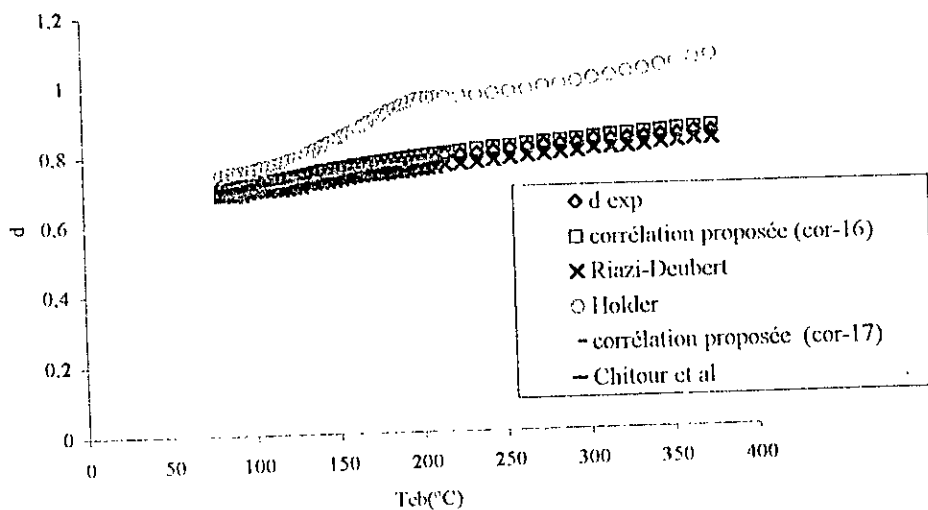
Nous constatons que les résultats obtenus par les deux corrélations que nous avons proposées, sont en bon accord avec les valeurs expérimentales contrairement à ceux donnés par Holder ou encore par Riazi-Daubert.

L'écart le plus important (1.74% en maximum et qui reste acceptable) est enregistré pour les fractions les plus complexes de densité supérieure à 0.8.

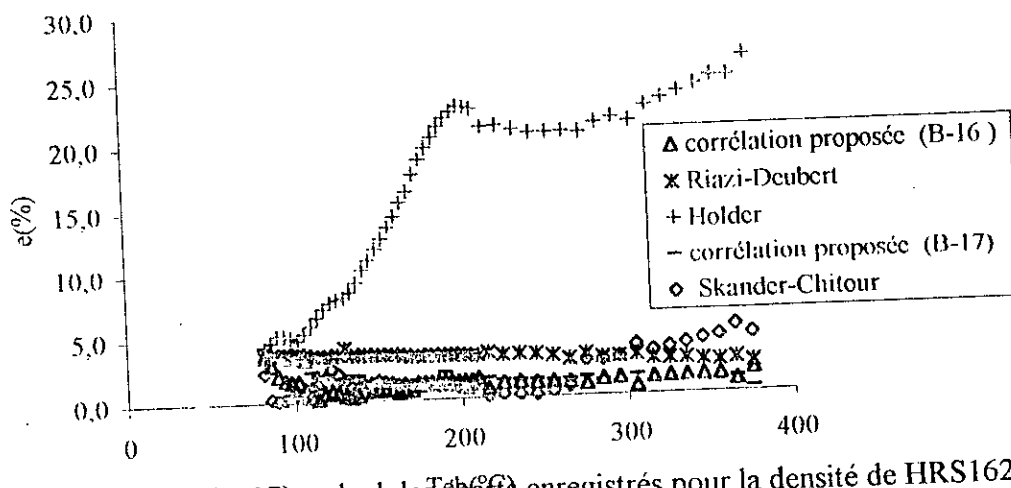
Les résultats précédents sont portés dans la figure (B-16), ainsi que la figure (B-17) pour les écarts (erreurs) enregistrés.

Donc il est recommandé d'utiliser notre corrélation pour la détermination de la densité des fractions pétrolières.





figure(B-16) : calcul de la densité de HRS162.



figure(B-17): calcul des écarts enregistrés pour la densité de HRS162.

## CHAPITRE II : CALCUL DES PROPRIETES PHYSICO-CHIMIQUE DU P.A.S

### I-2- La masse molaire :

✓ la masse molaire du pétrole simulé :

FP	Teb(°C)	MM1	MM2	MM3	MM4	MM5	MM6	MM simulée
1	57,097	87,478	95,979	85,777	84,539	84,628	72,720	85,187
2	69,729	91,994	100,828	90,332	89,739	89,829	78,020	90,124
3	71,667	92,725	101,582	91,068	90,576	90,667	80,901	91,253
4	72,273	92,955	101,818	91,300	90,840	90,931	82,781	91,771
5	74,825	93,935	102,818	92,286	91,962	92,053	84,798	92,975
6	80,024	95,981	104,874	94,343	94,300	94,392	87,014	95,151
7	86,600	98,659	107,518	97,033	97,357	97,450	90,282	98,050
8	93,795	101,700	110,471	100,084	100,824	100,918	93,625	101,270
9	96,993	103,087	111,806	101,475	102,405	102,500	95,274	102,758
10	101,541	105,096	113,729	103,489	104,695	104,791	102,684	105,747
11	113,095	110,388	118,752	108,791	110,729	110,827	104,534	110,670
12	116,297	111,901	120,182	110,306	112,455	112,554	105,726	112,187
13	118,341	112,876	121,103	111,283	113,569	113,669	106,832	113,222
14	120,478	113,905	122,074	112,314	114,744	114,844	107,944	114,304
15	121,484	114,392	122,533	112,801	115,300	115,401	112,797	115,538
16	126,581	116,890	124,889	115,301	118,154	118,255	114,134	117,937
17	133,831	120,523	128,319	118,938	122,311	122,415	118,497	121,834
18	141,577	124,509	132,090	122,926	126,879	126,984	122,882	126,045
19	146,578	127,138	134,585	125,556	129,896	130,002	126,107	128,881
20	150,867	129,426	136,764	127,845	132,525	132,632	129,281	131,412
21	155,158	131,746	138,980	130,166	135,195	135,303	133,421	134,135
22	159,279	134,004	141,144	132,424	137,795	137,904	135,597	136,478
23	164,747	137,042	144,069	135,463	141,300	141,410	136,361	139,274
24	168,769	139,309	146,261	137,730	143,917	144,029	137,523	141,461
25	170,068	140,046	146,976	138,468	144,769	144,881	139,047	142,365
26	172,304	141,321	148,215	139,744	146,245	146,357	141,099	143,830
27	175,123	142,941	149,793	141,363	148,119	148,232	145,132	145,930
28	180,929	146,316	153,099	144,739	152,030	152,145	146,811	149,190
29	185,652	149,100	155,844	147,524	155,262	155,378	149,410	152,086
30	188,678	150,901	157,629	149,326	157,357	157,473	152,439	154,187
31	192,196	153,014	159,731	151,439	159,815	159,932	154,487	156,403
32	196,820	155,818	162,537	154,244	163,082	163,201	157,525	159,401
33	201,740	158,837	165,579	157,265	166,606	166,725	162,514	162,921
34	209,760	163,835	170,663	162,265	172,450	172,572	167,487	168,212
35	216,322	167,992	174,940	166,424	177,325	177,448	172,397	172,754
36	227,364	175,125	182,383	173,563	185,714	185,840	176,194	179,803
37	235,984	180,810	188,415	179,253	192,424	192,552	176,971	185,071
38	242,219	184,985	192,902	183,432	197,364	197,494	181,681	189,643
39	248,562	189,284	197,575	187,737	202,462	202,594	186,333	194,331
40	257,202	195,225	204,123	193,686	209,527	209,661	196,495	201,453
41	263,430	199,566	208,974	198,034	214,702	214,838	206,134	207,042
42	269,783	204,044	214,040	202,520	220,054	220,191	208,877	211,621
43	276,320	208,704	219,379	207,189	225,635	225,774	214,539	216,870
44	290,100	218,694	231,061	217,201	237,646	237,789	219,922	227,052
45	295,641	222,774	235,926	221,292	242,568	242,712	226,558	231,972

## CHAPITRE II : CALCUL DES PROPRIETES PHYSICO-CHIMIQUE DU P.A.S

46	301,880	227,410	241,523	225,940	248,173	248,319	231,204	237,095
47	306,801	231,097	246,028	229,638	252,641	252,788	238,818	241,835
48	312,168	235,151	251,034	233,704	257,561	257,709	243,484	246,440
49	317,090	238,895	255,710	237,460	262,114	262,264	248,163	250,768
50	330,192	248,990	268,569	247,591	274,431	274,584	254,477	261,440
51	334,049	251,996	272,469	250,609	278,109	278,263	262,104	265,592

Tableau (B-9) : calcul de la masse molaire du P.A.S.

MM1 : corrélation de Riazi-Daubert (1980).

MM2 : corrélation de l'API.

MM3 : corrélation de Gray-Wilson.

MM4 : corrélation de Sim-Daubert.

MM5 : corrélation de Penn-Stat.

MM6 : corrélation de Chitour et al (1997).

La corrélation de la masse molaire simulé est :

$$MM = a + b\theta + c\theta^2 + d\theta^{2.5} + e\theta^{3.3} \quad (\text{cor - 18})$$

$$\theta = T_{eb} \cdot d$$

$T_{eb}$  : température d'ébullition en  $^{\circ}\text{C}$ .

$d$  : densité.

$$A=70,5769927 ; b=0,4280886 ; c=0,00064704 ; d=4,69 \cdot 10^{-5} ; e=-1,91 \cdot 10^{-6} ; R^2=0,999999957$$

✓ *masse molaire du HRS162.*

Teb( $^{\circ}\text{C}$ )	MM calculée	MM simulée	MM corrigée	e %	Teb( $^{\circ}\text{C}$ )	MM calculée	MM simulée	MM corrigée	e %
36,4	80,456	80,629	80,599	0,177	166	148,777	131,884	151,048	1,526
45	84,745	83,315	84,832	0,102	170	151,772	133,423	152,587	0,537
55	88,896	86,623	88,264	0,711	174	154,703	135,038	154,590	0,073
62	89,886	89,576	89,947	0,069	178	157,477	136,760	157,233	0,155
70	92,544	92,851	93,705	1,255	182	160,380	138,506	160,012	0,229
78	95,295	96,399	100,399	5,356	186	163,292	140,229	162,657	0,389
82	98,206	97,605	100,713	2,552	190	166,396	141,974	165,441	0,574
86	100,780	98,972	101,977	1,188	194	169,415	143,723	168,255	0,685
90	103,719	100,351	103,288	0,415	198	172,368	145,465	171,041	0,770
94	105,914	101,870	105,261	0,617	202	175,460	147,150	173,487	1,124
98	107,858	103,491	107,734	0,116	206	178,726	148,815	175,823	1,624
102	109,784	105,149	110,413	0,574	210	180,397	151,293	183,433	1,683
106	112,180	106,612	111,991	0,168	216	185,214	153,713	186,502	0,695
110	114,845	108,063	113,489	1,180	225	191,967	157,574	192,806	0,437
114	117,528	109,570	115,255	1,934	235	199,747	161,949	200,705	0,480
118	120,075	111,166	117,463	2,175	245	207,576	166,140	207,694	0,057
122	122,217	112,909	120,441	1,453	255	215,502	170,345	215,259	0,112
126	124,201	114,737	123,910	0,235	265	223,157	174,682	224,559	0,628
130	126,397	116,493	126,973	0,456	275	232,145	178,382	229,296	1,227

## CHAPITRE II : CALCUL DES PROPRIETES PHYSICO-CHIMIQUES DU P.A.S

134	128,833	118,154	129,451	0,480	285	240,790	182,257	236,229	1,894
138	131,577	119,717	131,315	0,200	295	248,617	186,716	249,840	0,492
142	133,981	121,433	134,061	0,060	305	258,835	189,818	251,328	2,900
146	136,335	123,133	136,688	0,258	315	252,640	193,383	258,619	2,367
150	138,634	124,904	139,716	0,780	325	261,567	196,901	266,956	2,060
154	141,098	126,626	142,437	0,949	335	270,997	200,149	273,976	1,100
158	143,625	128,406	145,487	1,296	345	280,537	203,277	281,513	0,348
162	146,355	130,076	147,852	1,023	355	292,610	206,614	295,038	0,830
-	-	-	-	-	-	-	-	-	$\epsilon_{moy}=0.988$

Tableau (B-10) : calcul de la masse molaire du HRS162.

MM calculée : c'est la masse molaire calculer par même méthode que celle du pétrole simulé.

MM simulée : masse molaire calculer à partir de l'équation de simulation ( cor 18).

MM corrigée : masse molaire calculer par la formule suivante :

MM corrigée = MM simulé +  $\Delta MM$ .

Où :  $\Delta MM = a + b.\alpha + c.\alpha^3 + d.\exp(\alpha) + e.\ln(\alpha)$ . (cor 19)

Avec  $\alpha$  représente la densité.

A=-6416157,95 ; b=-12746983,9 ; c=-3613469,5 ; d=8379497,86 ; e=829239,221 ;  
 $R^2=0,99036411$ .

### Commentaire :

La corrélation de la masse molaire simulée semble bien avec la corrélation de Riazi-Daubert, ceci est bien montré sur la figure (B-18 ). Le facteur correctif est exprimé en fonction de la densité (cor -19).

Nous constatons que l'erreur moyenne est de d'ordre de 1.19%. Les figures (B-19) et (B-20) représente les résultats obtenus.

## CHAPITRE II : CALCUL DES PROPRIETES PHYSICO-CIMIQUES DU P.A.S

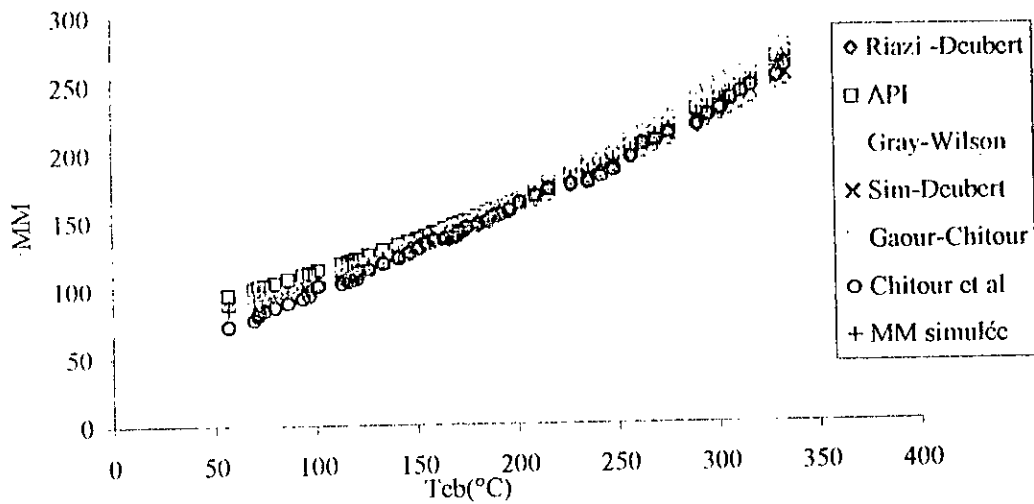
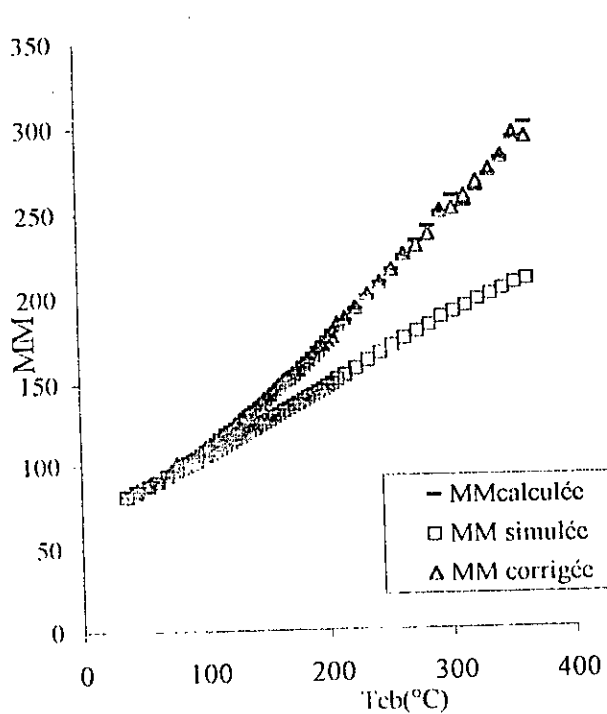
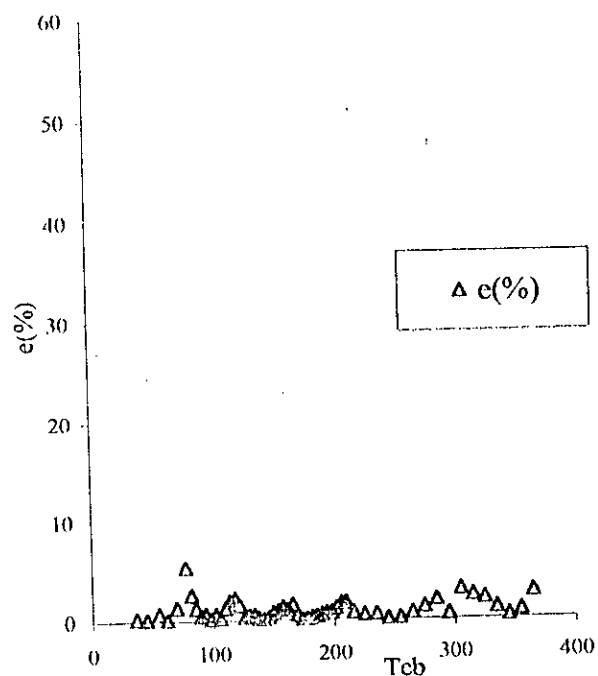


figure (B-18) : calcul de la masse molaire du pétrole simulé



figure(B-19): calcul de la masse molaire du HRS162.



figure(B-20): calcul de l'écart de la masse molaire du HRS162.

## CHAPITRE II : CALCUL DES PROPRIETES PHYSICO-CHIMIQUE DU P.A.S

### I-3- le volume molaire :

✓ volume molaire du P.A.S.

	Vm1	Vm2	Vm3	Vm 4	FP	Vm1	Vm2	Vm3	Vm 4
1	134,646	130,300	130,933	131,960	27	185,178	154,565	187,886	175,876
2	137,473	132,005	134,214	134,564	28	188,598	156,153	191,155	178,635
3	137,992	132,285	135,299	135,192	29	191,424	157,460	194,124	181,003
4	138,159	132,374	135,883	135,472	30	193,255	158,304	196,337	182,632
5	138,881	132,753	136,900	136,178	31	195,402	159,290	198,616	184,436
6	140,454	133,555	138,592	137,533	32	198,254	160,594	201,717	186,855
7	142,623	134,625	141,000	139,416	33	201,325	161,989	205,426	189,580
8	145,206	135,867	143,761	141,611	34	206,409	164,276	210,890	193,858
9	146,419	136,443	145,083	142,648	35	210,636	166,150	215,610	197,466
10	148,209	137,288	148,204	144,567	36	217,879	169,298	222,778	203,318
11	153,068	139,565	152,446	148,359	37	223,639	171,732	228,055	207,809
12	154,489	140,228	153,849	149,522	38	227,860	173,472	232,793	211,375
13	155,412	140,659	154,839	150,303	39	232,198	175,216	237,637	215,017
14	156,390	141,116	155,876	151,127	40	238,175	220,765	245,095	234,679
15	156,855	141,333	157,351	151,846	41	242,529	225,252	250,992	239,591
16	159,253	142,452	159,581	153,762	42	247,008	229,936	255,622	244,189
17	162,783	144,100	163,422	156,768	43	251,654	234,869	261,009	249,177
18	166,699	145,931	167,601	160,077	44	261,562	245,646	271,217	259,475
19	169,302	147,149	170,458	162,303	45	265,587	250,125	276,273	263,995
20	171,580	148,214	173,041	164,278	46	270,144	255,270	281,442	268,952
21	173,899	149,299	175,874	166,357	47	273,757	259,404	286,327	273,163
22	176,162	150,358	178,236	168,252	48	277,715	263,991	290,964	277,557
23	179,219	151,787	180,964	170,656	49	281,359	268,267	295,319	281,649
24	181,505	152,854	183,141	172,500	50	291,127	279,988	305,826	292,313
25	182,250	153,201	184,099	173,183	51	294,018	283,531	310,074	295,874
26	183,539	153,802	185,631	174,324					

Tableau (B-11): volume molaire du P.A.S  
Ces résultats sont donnés en (cm<sup>3</sup>/mole).

Vm1 : corrélation de Riazi-Daubert.

Vm2 : corrélation de Chitour et al.

Vm3 : définition en utilisant la masse molaire calculée précédemment.

Vm4 : volume molaire simulé.

La corrélation proposée donnant le volume molaire en fonction des données de TBP à pour expression :

$$V_m = \frac{1}{a + b.\alpha + c.\alpha^2 + d.\alpha^3 + e.\alpha^4} \quad (\text{cor -20})$$

$\alpha$  : densité.

## CHAPITRE II : CALCUL DES PROPRIETES PHYSICO-CIMIQUES DU P.A.S

avec :  $a=1,871851918$  ;  $b=-10,01453815$  ;  $c=20,10991747$  ;  $d=-17,86801761$  ;  
 $e = -5,915273178$  ;  $R^2 = 0,99750523$ .

✓ Volume molaire du HRS162.

Teb(°C)	Vm calculé	Vm simulé	Vm corrélé	$\beta(\%)$	Teb(°C)	Vm calculé	Vm simulé	Vm corrélé	$\alpha(\%)$
36,4	127,699	117,756	130,787	2,418	166	183,437	169,885	186,759	1,811
45	131,351	123,310	127,710	2,771	170	186,987	169,885	187,752	0,409
55	134,550	129,013	127,210	5,455	174	190,212	170,541	189,353	0,452
62	130,865	136,876	132,584	1,313	178	192,937	172,114	191,822	0,578
70	130,384	141,389	135,683	4,064	182	195,676	173,906	194,461	0,621
78	129,378	147,077	141,144	9,095	186	198,524	175,525	196,878	0,829
82	133,896	145,731	140,040	4,589	190	201,426	177,375	199,475	0,968
86	137,181	145,570	140,316	2,286	194	204,271	179,298	202,096	1,065
90	140,693	145,464	140,815	0,087	198	207,110	181,204	204,650	1,187
94	142,922	146,168	142,268	0,457	202	210,258	182,608	206,656	1,713
98	144,497	147,431	144,403	0,065	206	213,596	183,855	208,457	2,406
102	145,967	148,893	146,839	0,597	210	212,932	193,626	218,737	2,726
106	148,883	149,056	148,059	0,554	216	218,179	194,885	220,680	1,146
110	152,081	149,122	149,250	1,862	225	224,887	199,657	226,315	0,635
114	155,055	149,488	150,794	2,748	235	232,148	206,598	234,020	0,807
118	157,545	150,347	152,871	2,967	245	240,018	212,125	240,156	0,057
122	159,123	152,078	155,847	2,059	255	247,766	218,745	247,291	0,192
126	160,290	154,399	159,430	0,536	265	254,672	228,411	257,446	1,089
130	162,019	156,280	162,581	0,347	275	264,578	230,407	259,980	1,738
134	164,399	157,475	165,043	0,392	285	273,361	236,225	266,468	2,522
138	167,464	157,919	166,745	0,429	295	278,988	252,942	284,070	1,821
142	169,671	159,457	169,524	0,087	305	291,144	250,079	282,401	3,003
146	171,964	160,863	172,149	0,107	315	291,206	256,624	290,545	0,227
150	173,969	162,810	175,287	0,758	325	300,045	264,755	300,782	0,246
154	176,325	164,386	178,020	0,961	335	309,795	270,840	309,584	0,068
158	178,530	166,433	181,188	1,489	345	319,523	277,626	319,805	0,088
162	181,343	167,571	183,408	1,138	365	341,353	286,328	337,987	0,986
-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,463385571

Tableau (B-12) : calcul de volume molaire du HRS162.

Vm calculé : le volume molaire calculé par la même méthode que précédemment, mais avec une contribution de 50% pour Vm3.

Vm simulé : le volume molaire obtenu par l'équation de simulation (cor-20).

Vm corrélé = Vm simulé +  $\Delta Vm$ .

## CHAPITRE II : CALCUL DES PROPRIETES PHYSICO-CHIMIQUES DU P.A.S

---

Où :

$$\Delta V_m = a + b \cdot T_{eb} + c \cdot T_{eb}^{1.5} + d \cdot T_{eb}^2 + e \cdot T_{eb}^3 \quad (\text{cor-21})$$

T<sub>eb</sub>: température d'ébullition en °C.

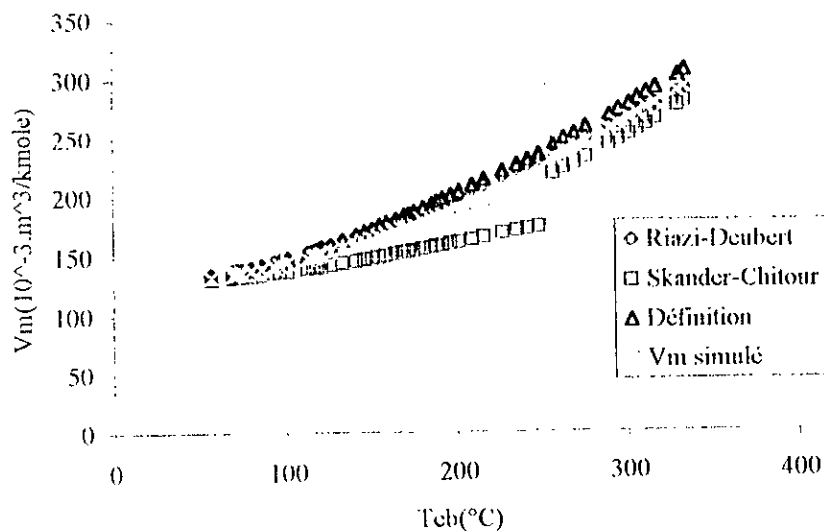
avec : a= 126,932948 ; b=-8,76116139 ; c=1,24778306 ; d=-0,05322528 ; e= 3,11.10<sup>-5</sup> ;  
R<sup>2</sup>=0,95550214.

### Commentaire :

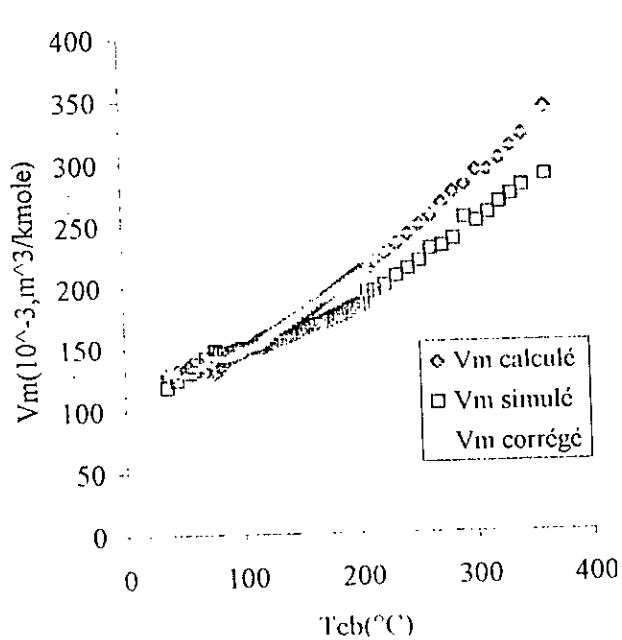
Cette méthode donne des erreurs de l'ordre de 1.80% en moyenne par rapport au volume molaire calculé. nous proposons un facteur correctif qui est calculé en fonction de la température d'ébullition  
Ceci est illustré par la figure (B-21) pour le pétrole simulé, et (B-22), (B-23) pour HRS162.



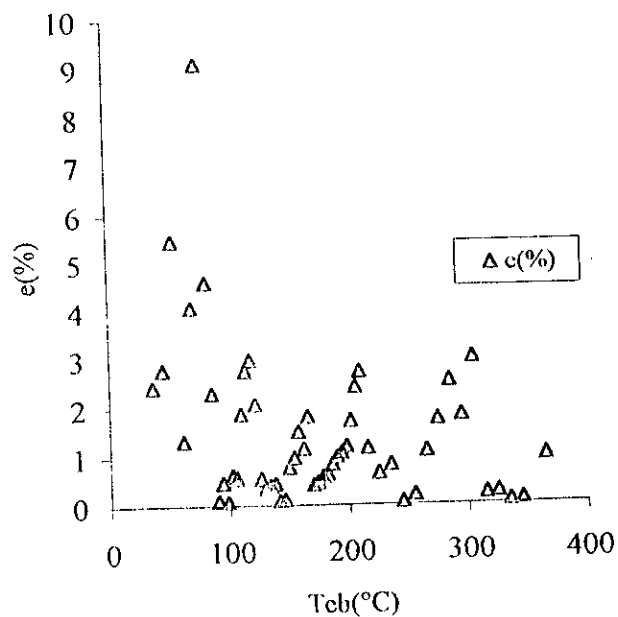
## CHAPITRE II : CALCUL DES PROPRIETES PHYSICO-CHIMIQUES DU P.A.S



figure(B-21) : calcul de volume molaire du P.A.S



figure(B-22) : calcul de volume molaire de HRS162



figure(B-23) : les erreurs enregistrés de la  $V_m$  du HRS162.

## CHAPITRE II : CALCUL DES PROPRIETES PHYSICO-CHIMIQUE DU P.A.S

### I-4- La tension superficielle :

✓ Tension superficielle du P.A.S :

FP	Ts1	Ts2	Ts3	Ts simulée	FP	Ts1	Ts2	Ts3	Ts simulée
1	20,474	16,350	20,147	18,990	26	28,739	14,798	25,747	23,095
2	21,653	16,444	21,060	19,719	27	28,906	14,731	25,840	23,159
3	21,823	16,449	21,188	19,820	28	29,249	14,593	26,026	23,289
4	21,876	16,450	21,228	19,851	29	29,526	14,482	26,175	23,394
5	22,096	16,451	21,392	19,980	30	29,703	14,411	26,268	23,461
6	22,531	16,441	21,714	20,229	31	29,909	14,331	26,374	23,538
7	23,060	16,408	22,098	20,522	32	30,179	14,227	26,512	23,639
8	23,615	16,348	22,494	20,819	33	30,467	14,119	26,655	23,747
9	23,855	16,314	22,662	20,944	34	30,936	13,951	26,881	23,923
10	24,189	16,259	22,894	21,114	35	31,321	13,822	27,060	24,068
11	25,006	16,087	23,448	21,514	36	31,974	13,627	27,348	24,316
12	25,225	16,032	23,594	21,617	37	32,490	13,497	27,563	24,516
13	25,364	15,996	23,686	21,682	38	32,867	13,416	27,713	24,665
14	25,508	15,957	23,780	21,748	39	33,255	13,348	27,860	24,821
15	25,575	15,938	23,824	21,779	40	33,526	13,278	27,538	24,781
16	25,912	15,839	24,043	21,931	41	33,936	13,247	27,668	24,951
17	26,382	15,690	24,342	22,138	42	34,374	13,233	27,798	25,135
18	26,873	15,521	24,649	22,347	43	34,846	13,238	27,929	25,338
19	27,184	15,408	24,840	22,477	44	35,928	13,322	28,194	25,815
20	27,449	15,308	24,999	22,585	45	36,401	13,386	28,297	26,028
21	27,711	15,208	25,156	22,691	46	36,964	13,479	28,410	26,285
22	27,961	15,110	25,302	22,791	47	37,432	13,571	28,498	26,500
23	28,289	14,979	25,493	22,920	48	37,969	13,689	28,591	26,750
24	28,530	14,883	25,629	23,014	49	38,488	13,814	28,675	26,992
25	28,607	14,852	25,673	23,044	50	40,008	14,231	28,891	27,710
					51	40,498	14,378	28,953	27,943

Tableau (B-13) : tension superficielle du pétrole simulé.

Ces résultats sont donnés en (dyne/cm).

Ts1 : corrélation de Ziedelkhier-Chitour.

Ts2 : corrélation de Sanborn-Evens.

Ts 3 : corrélation de Chitour et al.

L'expression de la corrélation proposée pour le calcul de la tension superficielle est :

$$Ts = a + b \cdot \theta + c \cdot \theta^{2.5} + d \cdot \theta^3 + e/\theta.$$

$$\theta = T_{eb}(\text{°C}). d$$

(cor-22)

## CHAPITRE II : CALCUL DES PROPRIETES PHYSICO-CHIMIQUE DU P.A.S

Où :  $a=17,69868433$  ;  $b=0,06541919$  ;  $c=-3,39 \cdot 10^{-5}$  ;  $d=1,65 \cdot 10^{-6}$  ;  $e=-33$  ;  $R^2=0,99950936$ .

✓ Tension superficielle du HRS162 :

Teb(°C)	Ts1	Ts2	Ts3	c(%)	Teb(°C)	Ts1	Ts2	Ts3	c(%)
36,4	18,977	17,672	18,977	0,001	166,0	22,936	22,986	22,883	0,231
45,0	19,324	18,308	19,156	0,868	170,0	22,950	23,065	22,935	0,068
55,0	19,749	18,931	20,149	2,022	174,0	22,986	23,146	22,991	0,023
62,0	20,570	19,398	20,665	0,463	178,0	23,048	23,230	23,053	0,023
70,0	21,160	19,851	21,070	0,425	182,0	23,115	23,314	23,117	0,008
74,0	22,280	20,189	21,361	4,127	186,0	23,178	23,395	23,181	0,013
78,0	21,791	20,285	21,399	1,800	190,0	23,246	23,476	23,247	0,003
82,0	21,640	20,421	21,472	0,780	194,0	23,316	23,556	23,314	0,008
86,0	21,612	20,570	21,552	0,277	198,0	23,385	23,635	23,382	0,012
90,0	21,592	20,715	21,626	0,156	202,0	23,445	23,710	23,449	0,019
94,0	21,655	20,867	21,707	0,240	206,0	23,503	23,785	23,517	0,060
98,0	21,766	21,023	21,791	0,118	210,0	23,709	23,896	23,623	0,362
102,0	21,884	21,176	21,874	0,045	216,0	23,786	24,005	23,729	0,240
106,0	21,892	21,306	21,934	0,194	225,0	23,955	24,183	23,908	0,194
110,0	21,894	21,430	21,991	0,443	235,0	24,174	24,392	24,130	0,185
114,0	21,920	21,554	22,050	0,590	245,0	24,392	24,605	24,366	0,109
118,0	21,983	21,681	22,114	0,595	255,0	24,642	24,838	24,630	0,049
122,0	22,100	21,814	22,186	0,393	265,0	24,939	25,104	24,936	0,010
126,0	22,240	21,948	22,263	0,103	275,0	25,210	25,357	25,238	0,110
130,0	22,343	22,072	22,332	0,050	285,0	25,549	25,656	25,593	0,174
134,0	22,405	22,184	22,393	0,054	295,0	25,971	26,054	26,054	0,318
138,0	22,430	22,287	22,447	0,074	305,0	26,374	26,373	26,442	0,259
142,0	22,505	22,395	22,509	0,019	315,0	26,869	26,792	26,938	0,256
146,0	22,571	22,499	22,570	0,004	325,0	27,431	27,276	27,503	0,263
150,0	22,656	22,604	22,635	0,093	335,0	28,070	27,798	28,113	0,153
154,0	22,723	22,703	22,696	0,119	345,0	28,796	28,390	28,797	0,005
158,0	22,804	22,802	22,760	0,192	355,0	29,568	29,146	29,650	0,278
162,0	22,852	22,892	22,818	0,150	365,0	30,603	29,722	30,329	0,894

Tableau (B-14) : calcul de la tension superficielle du HRS 162.

Ts1 : tension superficielle calculée par la même méthode que précédemment.

Ts2 : tension superficielle simulée.

Ts3 = TS2 +  $\Delta$  TS.

## CHAPITRE II : CALCUL DES PROPRIETES PHYSICO-CHIMIQUES DU P.A.S

---

Avec :

$$\Delta T_s = a + b \cdot T_{eb} + c / T_{eb}^{0.5} + d / T_{eb} + e \cdot \exp(-T_{eb}) \quad (\text{cor-23})$$

T<sub>eb</sub> : température d'ébullition en °C.

$$A = -21,013024 ; \quad b = 0,02394994 ; \quad c = 303,732863 ; \quad d = -1102,27661 ; \quad e = 8,91 \cdot 10^{15} ;$$
$$R^2 = 0,9567716.$$

### Commentaire :

L'application de notre méthode sur le pétrole HRS162 donne des erreurs de l'ordre de 0,129%. Ceci est montré dans la figure (B-24) et (B-25).

La figure (B-26) donne les déviations enregistrées lors de l'application de notre corrélation par rapport aux résultats calculés.

## CHAPITRE II : CALCUL DES PROPRIETES PHYSICO-CHIMIQUES DU P.A.S

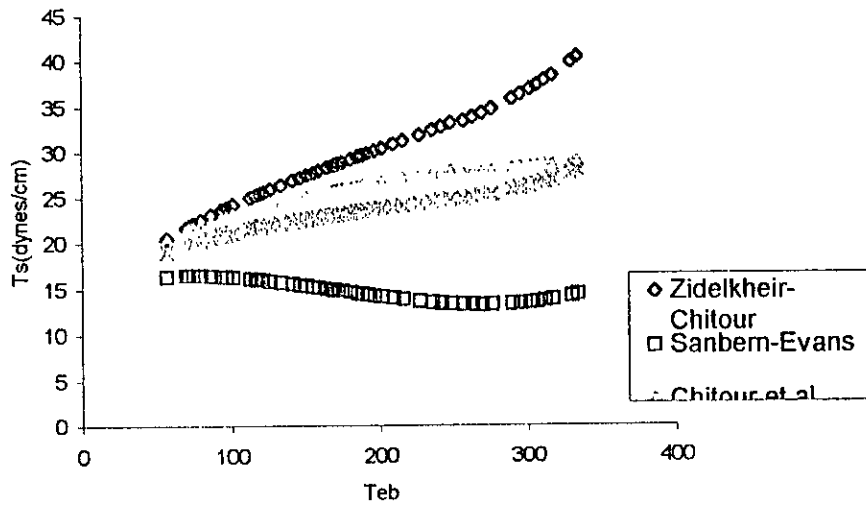


figure (B-24) : calcul de la tension superficielle du P.A.S

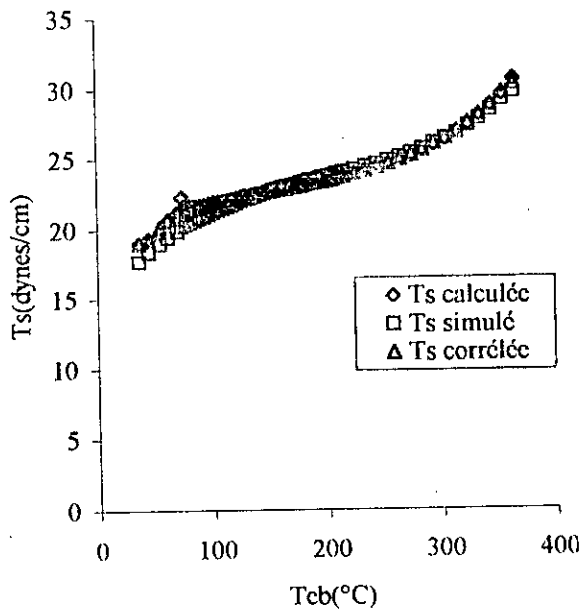


figure (B-25) : calcul de la tension superficielle du HRS162

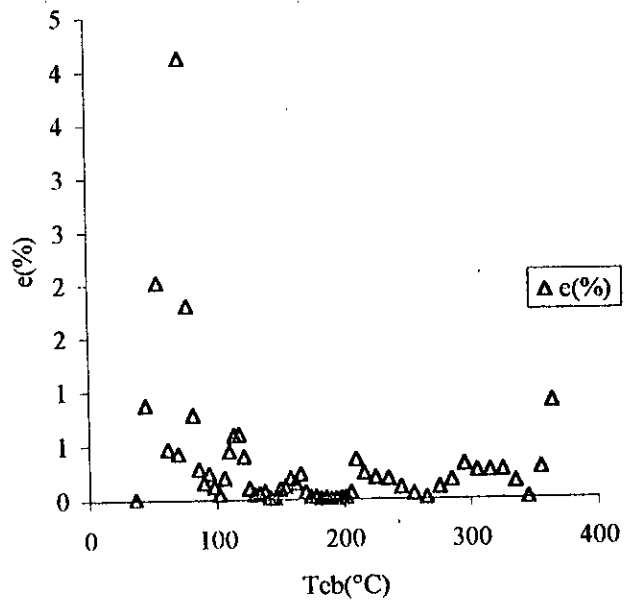


figure (B-26) : calcul des écarts enregistrés pour HRS162

## CHAPITRE II : CALCUL DES PROPRIETES PHYSICO-CHIMIQUE DU P.A.S

### I-5- la viscosité:

✓ *La viscosité du P.A.S :*

Concernant cette propriété, nous l'avons quelques données expérimentales au niveau des fractions lourdes, nous les corrélons en fonction de la température d'ébullition, les corrélations proposées ont pour expressions :

1.  $\mu$  100°F :

$$\mu (100^\circ\text{F}) = 6,92991084 - 0,00029966 \cdot \text{Teb}^2 + 9,13 \cdot 10^{-7} \cdot \text{Teb}^3 \quad (\text{cor-24})$$

2.  $\mu$  210°F :

$$\mu (210^\circ\text{F}) = 0,51160596 + 7,4678075 \cdot 10^{-7} \cdot \text{Teb}^3 \quad (\text{cor-25})$$

les résultats de ces corrélations sont portés dans le tableau suivant, ainsi que les résultats donnant par les corrélations proposées dans la littérature :

Teb (°C)	$\mu$ 100°F(1)	$\mu$ 100°F(2)	$\mu$ 100°F(3)	$\mu$ simulée (100°F)	$\mu$ 210°F(1)	$\mu$ 210°F(2)	$\mu$ 210°F(3)	$\mu$ simulée (210°F)	$\mu$ corrélée (100°F)	$\mu$ corrélée (210°F)
57	0,5528	0,4549	0,3498	0,4023	0,4530	0,4168	0,2094	0,3131	-	-
70	0,6313	0,4895	0,3903	0,4399	0,5091	0,4367	0,2294	0,3331	-	-
72	0,6442	0,4952	0,3966	0,4459	0,5181	0,4399	0,2326	0,3362	-	-
72	0,6482	0,4971	0,3986	0,4478	0,5210	0,4409	0,2335	0,3372	-	-
75	0,6657	0,5049	0,4070	0,4560	0,5331	0,4453	0,2377	0,3415	-	-
80	0,7027	0,5216	0,4245	0,4730	0,5587	0,4543	0,2463	0,3503	-	-
87	0,7527	0,5441	0,4473	0,4957	0,5928	0,4662	0,2575	0,3618	-	-
94	0,8118	0,5706	0,4735	0,5221	0,6325	0,4798	0,2702	0,3750	-	-
97	0,8398	0,5831	0,4857	0,5344	0,6511	0,4861	0,2759	0,3810	-	-
102	0,8817	0,6016	0,5035	0,5525	0,6786	0,4953	0,2843	0,3898	-	-
113	1,0000	0,6529	0,5523	0,6026	0,7550	0,5201	0,3067	0,413	-	-
116	1,0363	0,6683	0,5668	0,6176	0,7780	0,5273	0,3132	0,4203	-	-
118	1,0603	0,6784	0,5763	0,6274	0,7932	0,5320	0,3174	0,4247	-	-
120	1,0862	0,6893	0,5865	0,6379	0,8095	0,5370	0,3219	0,4295	-	-
121	1,0987	0,6944	0,5914	0,6429	0,8173	0,5394	0,3240	0,4317	-	-
127	1,1650	0,7216	0,6168	0,6692	0,8585	0,5517	0,3350	0,4434	-	-
134	1,2688	0,7631	0,6555	0,7093	0,9220	0,5701	0,3514	0,4608	-	-
142	1,3940	0,8114	0,7004	0,7559	0,9973	0,5910	0,3699	0,4804	-	-
147	1,4838	0,8449	0,7315	0,7882	1,0505	0,6051	0,3823	0,4937	-	0,7468
151	1,5673	0,8752	0,7596	0,8174	1,0994	0,6176	0,3934	0,5055	-	0,7680
155	1,6575	0,9072	0,7891	0,8481	1,1517	0,6306	0,4049	0,5178	-	0,7905
159	1,7509	0,9394	0,8189	0,8792	1,2052	0,6435	0,4163	0,5299	-	0,8134
165	1,8864	0,9847	0,8605	0,9226	1,2820	0,6614	0,4319	0,5466	-	0,8455
169	1,9955	1,0201	0,8928	0,9565	1,3431	0,6750	0,4438	0,5594	-	0,8706
170	2,0326	1,0318	0,9036	0,9677	1,3637	0,6795	0,4478	0,5636	-	0,8789
172	2,0987	1,0526	0,9225	0,9875	1,4003	0,6874	0,4546	0,5710	-	0,8936
175	2,1863	1,0796	0,989	0,985	1,4484	0,6975	0,4635	0,5805	-	0,9127

## CHAPITRE II : CALCUL DES PROPRIETES PHYSICO-CHIMIQUE DU P.A.S

181	2,3832	1,1383	0,9998	1,0691	1,5554	0,7191	0,4823	0,6007	-	0,9539
186	2,5617	1,1893	1,0455	1,1174	1,6510	0,7376	0,4983	0,6179	-	0,9895
189	2,6858	1,2237	1,0761	1,1499	1,7167	0,7498	0,5088	0,6293	-	1,0132
192	2,8406	1,2655	1,1129	1,1892	1,7980	0,7644	0,5214	0,6429	-	1,0418
197	3,0631	1,3234	1,1636	1,2435	1,9134	0,7843	0,5384	0,6614	-	1,0810
202	3,3265	1,3891	1,2205	1,3048	2,0481	0,8064	0,5573	0,6819	-	1,1248
210	3,8254	1,5060	1,3200	1,4130	2,2982	0,8447	0,5897	0,7172	-	1,2008
216	4,3107	1,6120	1,4082	1,5101	2,5359	0,8783	0,6177	0,7480	2,1494	1,2676
227	5,3289	1,8144	1,5713	1,6928	3,0200	0,9397	0,6683	0,8040	2,1701	1,3893
236	6,3534	1,9970	1,7127	1,8548	3,4909	0,9925	0,7110	0,8518	2,2406	1,4930
242	7,2586	2,1448	1,8233	1,9841	3,8959	1,0338	0,7436	0,8887	2,3235	1,5729
249	8,3571	2,3108	1,9433	2,1270	4,3757	1,0785	0,7785	0,9285	2,4369	1,6584
257	10,2198	2,5657	2,1114	2,3385	5,1651	1,1446	0,8202	0,9824	2,6409	1,7822
263	11,8974	2,7732	2,2474	2,5103	5,8548	1,1962	0,8579	1,0271	2,8253	1,8768
270	13,9805	3,0086	2,3955	2,7020	6,6881	1,2527	0,8983	1,0755	3,0471	1,9780
276	16,6205	3,2794	2,5582	2,9188	7,7138	1,3153	0,9420	1,1286	3,3123	2,0871
290	24,5252	3,9657	2,9389	3,4523	10,6347	1,4641	1,0417	1,2529	4,0013	2,3348
296	28,9638	4,2950	3,1076	3,7013	12,2005	1,5313	1,0849	1,3081	4,3305	2,4413
302	35,1824	4,7103	3,3091	4,0097	14,3266	1,6128	1,1359	1,3744	4,7388	2,5661
307	41,2447	5,0758	3,4772	4,2765	16,3376	1,6819	1,1778	1,4299	5,0896	2,6682
312	49,3408	5,5181	3,6702	4,5941	18,9458	1,7624	1,2255	1,4940	5,5023	2,7834
317	58,4743	5,9688	3,8564	4,9126	21,8014	1,8416	1,2709	1,5562	5,9087	2,8925
330	94,4131	7,4270	4,3988	5,9129	32,4010	2,0803	1,4005	1,7404	7,1268	3,2000

Tableau (B-15): calcul de la viscosité du P.A.S

La viscosité simulée à pour expression :

$$\mu = \exp(a + b \cdot T_{eb} + c \cdot T_{eb}^3) \quad (\text{cor-26})$$

où :  $\mu$  viscosité en cst.

$T_{eb}$  : température d'ébullition en °C.

$a$ ,  $b$  et  $c$  sont des constants dépend de la température de travail :

- à 100°F :

$$a = -1,32995 ; b = 0,007015 ; c = 2,19 \cdot 10^{-8}$$

- à 210°F :

$$a = -1,43509 ; b = 0,004731 ; c = 1,18 \cdot 10^{-8}$$

## CHAPITRE II : CALCUL DES PROPRIETES PHYSICO-CHIMIQUE DU P.A.S

✓ Viscosité du HS162.

Teb(°C)	μ calculée		μ simulée		μ corrélée		c(%)	
	100°F	210°F	100°F	210°F	100°F	210°F	100°F	210°F
36,4	0,349	0,284	0,341	0,283	0,341	0,285	2,147	0,224
45	0,370	0,296	0,363	0,295	0,363	0,298	2,029	0,635
55	0,397	0,310	0,389	0,309	0,389	0,313	1,917	0,897
62	0,419	0,323	0,409	0,320	0,409	0,325	2,325	0,871
70	0,444	0,336	0,432	0,333	0,435	0,338	2,053	0,563
74	0,458	0,344	0,445	0,340	0,461	0,344	0,640	0,015
78	0,469	0,349	0,458	0,346	0,465	0,350	0,977	0,197
82	0,482	0,356	0,471	0,353	0,476	0,357	1,130	0,261
86	0,495	0,362	0,484	0,360	0,490	0,363	1,083	0,264
90	0,509	0,369	0,498	0,368	0,503	0,370	1,071	0,265
94	0,524	0,376	0,512	0,375	0,519	0,377	0,956	0,225
98	0,539	0,384	0,527	0,383	0,535	0,384	0,745	0,165
102	0,555	0,391	0,542	0,391	0,552	0,392	0,482	0,108
106	0,571	0,399	0,558	0,399	0,568	0,400	0,594	0,101
110	0,589	0,407	0,574	0,407	0,584	0,408	0,777	0,097
114	0,607	0,415	0,590	0,416	0,601	0,416	0,923	0,084
118	0,626	0,424	0,607	0,424	0,620	0,424	0,968	0,059
122	0,645	0,433	0,625	0,433	0,640	0,433	0,767	0,020
126	0,666	0,442	0,643	0,442	0,664	0,442	0,334	0,017
130	0,687	0,452	0,662	0,452	0,687	0,451	0,035	0,036
134	0,710	0,461	0,681	0,462	0,710	0,461	0,035	0,045
138	0,734	0,471	0,700	0,472	0,731	0,471	0,402	0,046
142	0,758	0,482	0,721	0,482	0,756	0,481	0,320	0,052
146	0,784	0,492	0,742	0,493	0,782	0,492	0,321	0,055
150	0,811	0,503	0,763	0,504	0,811	0,503	0,075	0,055
154	0,840	0,514	0,785	0,515	0,839	0,514	0,032	0,053
158	0,869	0,526	0,808	0,527	0,871	0,526	0,055	0,048
162	0,901	0,538	0,832	0,539	0,900	0,538	0,004	0,044
166	0,933	0,551	0,856	0,551	0,937	0,550	0,393	0,034
170	0,968	0,564	0,881	0,564	0,962	0,563	0,613	0,034
174	1,004	0,577	0,907	0,577	0,991	0,577	1,264	0,030
178	1,041	0,591	0,933	0,591	1,027	0,591	1,419	0,023
182	1,081	0,605	0,961	0,605	1,065	0,605	1,472	0,015
186	1,122	0,620	0,989	0,619	1,104	0,620	1,658	0,007
190	1,166	0,635	1,018	0,634	1,146	0,635	1,733	0,003
194	1,212	0,651	1,048	0,650	1,190	0,651	1,788	0,012
198	1,260	0,667	1,079	0,666	1,236	0,667	1,882	0,021
202	1,310	0,684	1,111	0,682	1,279	0,684	2,342	0,028
206	1,363	0,701	1,144	0,700	1,323	0,701	2,944	0,033
210	1,418	0,717	1,177	0,717	1,456	0,718	2,683	0,078
216	1,506	0,745	1,230	0,745	1,523	0,746	1,135	0,080
225	1,652	0,790	1,314	0,790	1,668	0,791	0,961	0,094



## CHAPITRE II : CALCUL DES PROPRIETES PHYSICO-CHIMIQUE DU P.A.S

235	1,834	0,844	1,415	0,844	1,869	0,845	1,889	0,110
245	2,043	0,903	1,523	0,903	2,070	0,904	1,328	0,116
255	2,281	0,968	1,641	0,968	2,313	0,969	1,399	0,119
265	2,555	1,039	1,768	1,039	2,657	1,041	3,963	0,119
275	2,870	1,119	1,905	1,118	2,844	1,120	0,918	0,111
285	3,236	1,206	2,054	1,205	3,150	1,208	2,649	0,102
295	3,666	1,302	2,216	1,302	3,867	1,303	5,463	0,077
305	4,159	1,411	2,391	1,409	3,934	1,412	5,397	0,076
315	4,745	1,531	2,581	1,528	4,378	1,532	7,733	0,060
325	5,444	1,665	2,787	1,661	4,945	1,666	9,163	0,039
335	6,277	1,817	3,011	1,810	5,477	1,817	12,748	0,022
345	7,285	1,987	3,254	1,977	6,108	1,987	16,158	0,002
355	8,553	2,181	3,519	2,165	7,384	2,180	13,669	0,044
365	10,003	2,400	3,807	2,377	7,240	2,399	27,620	0,022
365	10,003	2,400	3,807	2,377	7,240	2,399	27,620	0,022
							c moy=3,33%	cmoy=0,128%

Tableau (B-16): calcul de la viscosité du HRS162 à 100°F et 210°F.

$\mu$  corrélée =  $\mu$  simulée +  $\Delta \mu$   
 où:  $\Delta \mu$  dépend de la température de travail.

1- à 100°F :

$\Delta \mu = a.d + b$  (cor-27)  
 d: la densité, a et b sont des constants.  
 a=1421,776 ; b=37,40437

2- à 210°F :

$\Delta \mu = a + b.\alpha + c.\alpha^3 + d.\exp(\alpha) + e.\alpha^{0.5}$  (cor-28)  
 $\alpha$  représente la densité, a, b, c, d et e sont des constants.  
 a=2336,739 ; b=3572,032 ; c=880,9586 ; d=-2078,96 ; e=-1138,84.

Commentaire:

Pour cette propriété, le facteur correctif est exprimé en fonction de la densité, les résultats obtenus par cette corrélation sont donnés dans le tableau (B-16) et représentés en figures (B-27 à 31).

Les écarts enregistrés sont de l'ordre de 3,3% pour la viscosité à 100°F et de 0,13% pour la viscosité à 210°F.

## CHAPITRE II : CALCUL DES PROPRIETES PHYSICO-CHIMIQUES DU P.A.S

---

### Commentaire:

Pour cette propriété, le facteur correctif est exprimé en fonction de la densité, les résultats obtenus par cette corrélation sont donnés dans le tableau (B-16) et représentés en figures (B-27 à 31).

Les écarts enregistrés sont de l'ordre de 3,3% pour la viscosité à 100°F et de 0,13% pour la viscosité à 210°F.

## CHAPITRE II : CALCUL DES PROPRIETES PHYSICO-CIMIQUES DU P.A.S

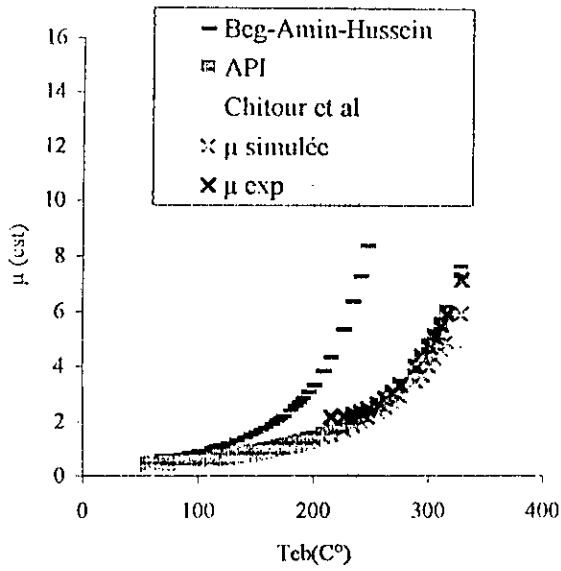


figure (B-27) calcul de la viscosité du P.A.S à 100°F

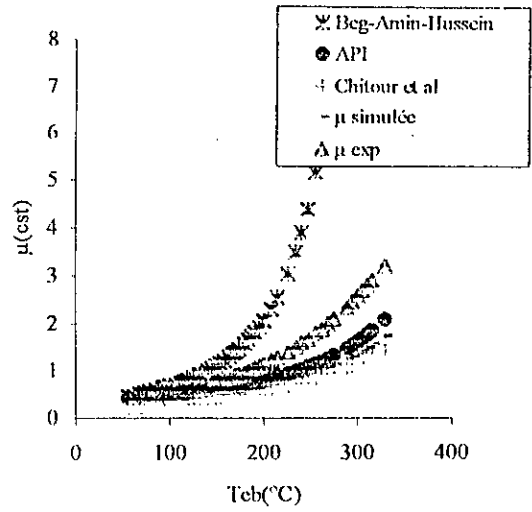


figure (B-28) : calcul de la viscosité du P.A.S à 210°F

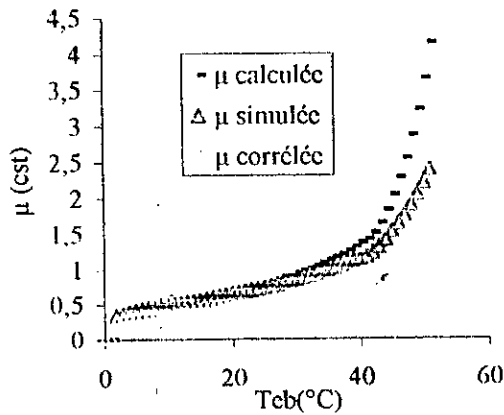


figure (B-29): calcul de la viscosité du HRS162 à 100°F

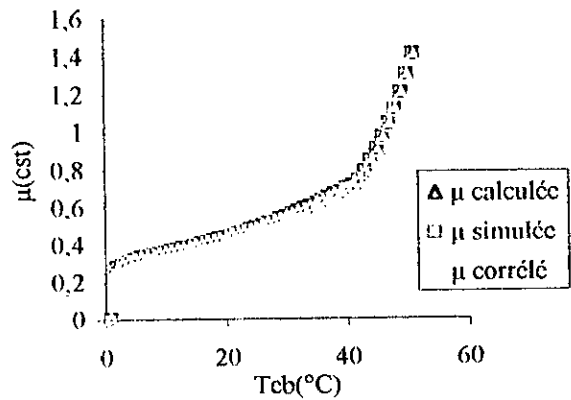
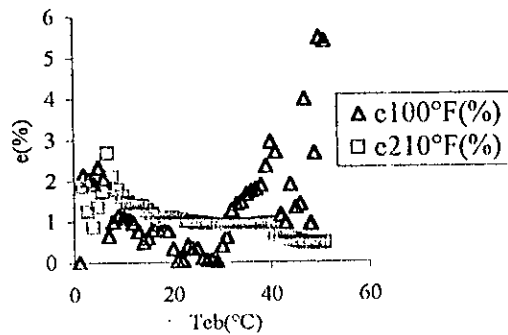


figure (B-30): calcul de la viscosité du HRS162 à 210°F



figure(B-31): calcul des écarts enregistrés de la viscosité du HRS162.

## CHAPITRE II : CALCUL DES PROPRIETES PHYSICO-CHIMIQUES DU P.A.S

### II- les propriétés optiques :

#### II-1 : l'indice de réfraction :

Puisque nous l'avons les données expérimentales de l'indice de réfraction pour les pétroles algériens, nous proposons une corrélation qui permette de calculer  $n_D^{20}$  à partir des données de distillation TBP.

La corrélation proposée à pour expression :

$$n = a + b \cdot \alpha + c \cdot \alpha^2 + d \cdot \alpha^3 + e / \alpha \quad (\text{cor-29})$$

$\alpha$  : densité.

Avec :

$$a = -10,01187816 ; b = 21,9876933 ; c = -18,57407479 ; d = 6,041704202 ;$$

$$e = 2,131565446 ; R^2 = 0,996428.$$

Les résultats de calcul de l'indice de réfraction par différentes méthodes et par la corrélation proposée sont portées dans le tableau suivant :

Teb(C°)	n1	c1	n exp	n2	c2	n3	c3	n4	c4
36,4	1,367	0,864	1,355	1,358	0,229	1,395	2,900	1,386	2,272
45	1,371	0,564	1,364	1,363	0,029	1,397	2,429	1,391	1,973
55	1,377	0,313	1,373	1,369	0,269	1,399	1,903	1,396	1,651
62	1,390	0,673	1,381	1,380	0,087	1,403	1,557	1,403	1,558
74	1,421	1,519	1,400	1,406	0,464	1,488	6,970	1,417	1,202
78	1,413	0,802	1,402	1,400	0,100	1,407	0,801	1,414	0,877
82	1,410	0,317	1,406	1,398	0,534	1,412	0,891	1,413	0,539
86	1,410	0,359	1,405	1,398	0,477	1,412	0,755	1,414	0,634
90	1,410	0,387	1,404	1,398	0,427	1,413	0,491	1,414	0,711
94	1,411	0,411	1,405	1,400	0,413	1,414	0,631	1,415	0,711
98	1,413	0,366	1,408	1,402	0,476	1,415	0,753	1,417	0,595
102	1,416	0,397	1,410	1,404	0,468	1,416	0,776	1,418	0,546
106	1,416	0,387	1,411	1,404	0,468	1,418	0,672	1,418	0,560
110	1,416	0,366	1,411	1,404	0,475	1,419	0,631	1,419	0,571
114	1,417	0,392	1,411	1,405	0,468	1,420	0,684	1,420	0,606
118	1,418	0,456	1,412	1,405	0,460	1,421	0,741	1,421	0,641
122	1,420	0,537	1,413	1,406	0,467	1,423	0,818	1,422	0,634
126	1,423	0,599	1,415	1,408	0,466	1,425	0,939	1,423	0,579
130	1,426	0,705	1,416	1,411	0,411	1,426	0,946	1,424	0,606
134	1,427	0,457	1,421	1,413	0,542	1,428	0,894	1,425	0,325
138	1,427	0,391	1,422	1,414	0,556	1,429	0,936	1,426	0,268
142	1,429	0,495	1,422	1,415	0,527	1,430	0,681	1,427	0,322
146	1,430	0,457	1,424	1,416	0,562	1,431	0,667	1,427	0,245
150	1,432	0,519	1,425	1,417	0,533	1,433	0,750	1,428	0,245
154	1,434	0,467	1,427	1,419	0,575	1,434	0,706	1,429	0,152
158	1,435	0,494	1,428	1,420	0,567	1,436	0,780	1,430	0,120
162	1,436	0,423	1,430	1,422	0,594	1,437	0,719	1,431	0,032
166	1,438	0,475	1,431	1,423	0,601	1,438	0,713	1,431	0,020

## CHAPITRE II : CALCUL DES PROPRIETES PHYSICO-CHIMIQUES DU P.A.S

170	1,438	0,341	1,433	1,424	0,628	1,440	0,666	1,432	0,083
174	1,438	0,374	1,433	1,424	0,621	1,441	0,682	1,432	0,046
178	1,439	0,424	1,433	1,425	0,607	1,443	0,689	1,433	0,027
182	1,441	0,467	1,434	1,426	0,579	1,444	0,779	1,434	0,022
186	1,442	0,442	1,435	1,427	0,599	1,446	0,845	1,434	0,075
190	1,443	0,467	1,436	1,428	0,585	1,447	0,939	1,435	0,085
194	1,444	0,485	1,437	1,429	0,578	1,451	1,055	1,436	0,103
198	1,445	0,479	1,438	1,430	0,612	1,454	1,243	1,436	0,143
202	1,446	0,450	1,440	1,431	0,597	1,458	1,480	1,437	0,188
206	1,447	0,415	1,441	1,432	0,625	1,462	1,654	1,437	0,234
210	1,452	0,722	1,441	1,432	0,611	1,466	1,841	1,439	0,179
216	1,452	0,477	1,445	1,436	0,616	1,470	2,038	1,439	0,415
225	1,454	0,569	1,446	1,437	0,615	1,473	2,193	1,441	0,387
235	1,457	0,642	1,448	1,439	0,594	1,478	2,235	1,442	0,415
245	1,459	0,588	1,451	1,442	0,613	1,481	2,439	1,443	0,529
255	1,462	0,581	1,453	1,444	0,647	1,486	2,598	1,444	0,616
265	1,465	0,564	1,457	1,446	0,734	1,489	2,648	1,446	0,764
275	1,466	0,512	1,458	1,449	0,638	1,490	2,529	1,447	0,797
285	1,467	0,527	1,460	1,449	0,747	1,489	2,209	1,448	0,834
295	1,472	0,782	1,461	1,452	0,650	1,489	2,135	1,449	0,821
305	1,472	0,437	1,465	1,456	0,655	1,489	2,001	1,450	1,060
315	1,473	0,543	1,466	1,455	0,703	1,486	1,739	1,451	1,016
325	1,476	0,592	1,467	1,457	0,688	1,477	0,837	1,452	1,052
335	1,477	0,587	1,469	1,459	0,674	1,477	0,759	1,452	1,108
345	1,479	0,553	1,471	1,460	0,721	1,475	0,559	1,453	1,205
355	1,483	0,682	1,473	1,462	0,733	1,475	0,406	1,454	1,265
365	1,481	0,376	1,476	1,465	0,711	1,474	0,193	1,455	1,432
-	-	cmoy= 0,53%	-	-	cmoy =0,88%	-	cmoy= 1,31%	-	cmoy= 0,62%

Tableau (B-17): résultats de calcul de l'indice de réfraction pour HRS162  
n1 : corrélation proposée.  
n2 : corrélation de Lipkin-Martin.  
n3 : corrélation de Kitous-Bouamra-Chitour.  
n4 : corrélation de Chitour et al.  
n exp : données expérimentales.

### Commentaire :

Comparés aux valeurs expérimentales, les résultats obtenus par notre corrélation donnent l'écart moyen (0,53%,) le plus faible par rapport à ceux trouvés par d'autres méthodes de la littérature, nous représentons ces résultats en figures (B-32. et33).

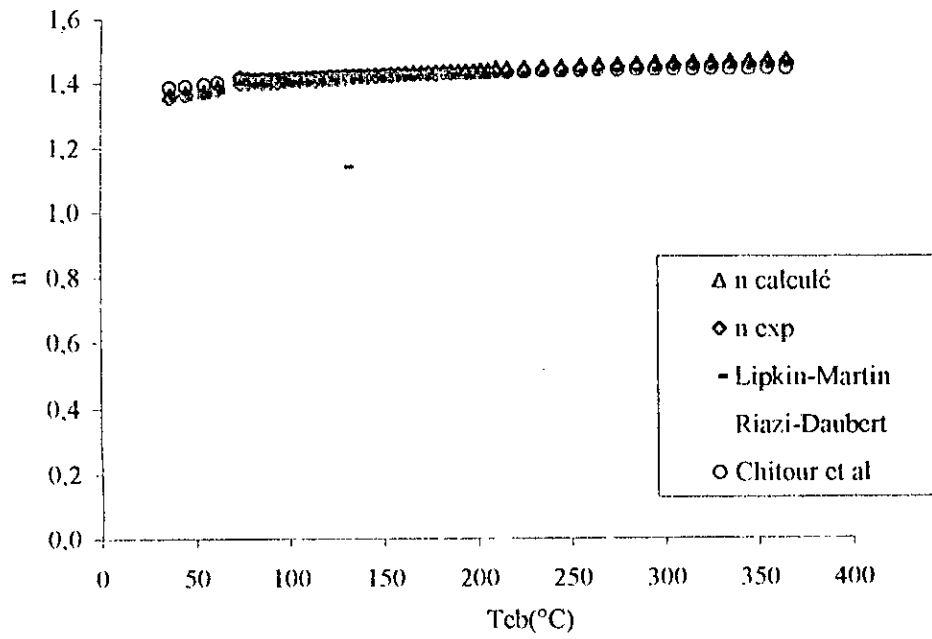


figure (B-32) :calcul de l'indice de réfraction pour HRS162

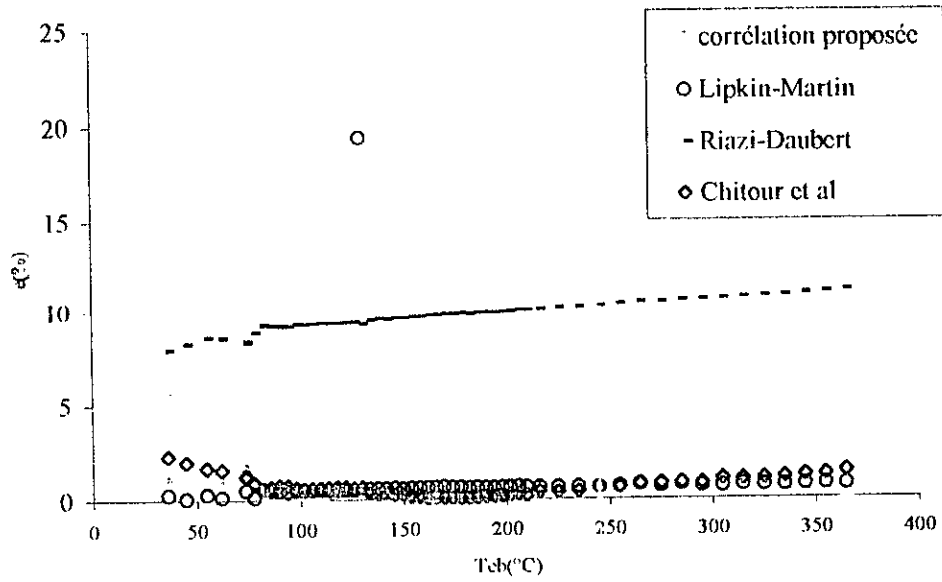


figure (B- 33): calcul des écarts enregistrés

## CHAPITRE II : CALCUL DES PROPRIETES PHYSICO-CHIMIQUES DU P.A.S

### II-2 - indice de corrélation :

✓ Indice de corrélation du pétrole simulé :

FP	I1	I2	I3	I simulé	FP	I1	I2	I3	I simulé
1	0,308	0,226	0,223	0,252	26	0,347	0,249	0,264	0,287
2	0,314	0,230	0,229	0,258	27	0,348	0,250	0,264	0,287
3	0,315	0,231	0,230	0,259	28	0,349	0,250	0,266	0,288
4	0,315	0,231	0,230	0,259	29	0,350	0,251	0,267	0,289
5	0,316	0,232	0,231	0,260	30	0,350	0,251	0,267	0,290
6	0,319	0,233	0,233	0,262	31	0,351	0,251	0,268	0,290
7	0,322	0,235	0,236	0,264	32	0,352	0,252	0,269	0,291
8	0,324	0,236	0,239	0,267	33	0,353	0,252	0,270	0,292
9	0,326	0,237	0,241	0,268	34	0,354	0,252	0,272	0,293
10	0,327	0,238	0,242	0,269	35	0,356	0,253	0,273	0,294
11	0,331	0,240	0,247	0,273	36	0,357	0,253	0,276	0,296
12	0,332	0,241	0,248	0,274	37	0,359	0,253	0,278	0,297
13	0,333	0,241	0,248	0,274	38	0,360	0,253	0,279	0,298
14	0,333	0,242	0,249	0,275	39	0,361	0,253	0,281	0,298
15	0,334	0,242	0,249	0,275	40	0,362	0,265	0,282	0,303
16	0,335	0,243	0,251	0,276	41	0,363	0,266	0,282	0,304
17	0,337	0,244	0,253	0,278	42	0,364	0,267	0,284	0,305
18	0,340	0,245	0,255	0,280	43	0,365	0,268	0,285	0,306
19	0,341	0,246	0,257	0,281	44	0,367	0,270	0,287	0,308
20	0,342	0,247	0,258	0,282	45	0,368	0,271	0,288	0,309
21	0,343	0,247	0,259	0,283	46	0,369	0,272	0,289	0,310
22	0,344	0,248	0,260	0,284	47	0,370	0,273	0,290	0,311
23	0,345	0,248	0,262	0,285	48	0,370	0,274	0,290	0,311
24	0,346	0,249	0,263	0,286	49	0,371	0,274	0,291	0,312
25	0,346	0,249	0,263	0,286	50	0,373	0,276	0,294	0,314
-	-	-	-	-	51	0,373	0,277	0,294	0,315

Tableau(B-18) : calcul de l'indice de corrélation du pétrole simulé.

I1 : définition

I2 : corrélation de Chitour et al.

I3 : corrélation de Riazi-Daubert.

I simulé : indice de corrélation simulé.

L'expression de l'indice de corrélation en fonction de la densité est :

$$I = a + b \cdot d^3$$

(cor-30)

Avec :

d: densité

a=0.205698038 ; b=0.173588542 ; R<sup>2</sup>=0.99809213 .



## CHAPITRE II : CALCUL DES PROPRIETES PHYSICO-CIMIQUES DU P.A.S

✓ Indice de corrélation du HRS162

Teb(°C)	I 1	I 2	I 3	e(%)	Teb(°C)	I 1	I 2	I 3	e(%)
36.4	0,2465	0,2481	0,2392	2,9530	170	0,2834	0,2849	0,2837	0,1172
45	0,2492	0,2504	0,2431	2,4619	174	0,2841	0,2852	0,2841	0,0247
55	0,2523	0,2534	0,2474	1,9596	178	0,2849	0,2859	0,2848	0,0414
62	0,2566	0,2598	0,2545	0,7988	182	0,2858	0,2866	0,2856	0,0960
70	0,2606	0,2650	0,2604	0,0981	186	0,2869	0,2872	0,2862	0,2325
74	0,2657	0,2755	0,2711	2,0273	190	0,2880	0,2879	0,2870	0,3619
78	0,2641	0,2710	0,2670	1,0804	194	0,2887	0,2886	0,2877	0,3363
82	0,2644	0,2697	0,2659	0,5600	198	0,2898	0,2893	0,2885	0,4596
86	0,2652	0,2696	0,2659	0,2979	202	0,2908	0,2898	0,2890	0,6296
90	0,2659	0,2695	0,2660	0,0464	206	0,2918	0,2902	0,2894	0,8081
94	0,2670	0,2702	0,2669	0,0188	210	0,2933	0,2932	0,2925	0,2611
98	0,2682	0,2714	0,2683	0,0403	216	0,2941	0,2936	0,2930	0,3964
102	0,2694	0,2726	0,2697	0,1202	225	0,2957	0,2949	0,2944	0,4552
106	0,2703	0,2728	0,2700	0,0843	235	0,2971	0,2967	0,2963	0,2877
110	0,2710	0,2728	0,2702	0,2918	245	0,2989	0,2981	0,2977	0,3762
114	0,2718	0,2731	0,2707	0,4342	255	0,3002	0,2996	0,2994	0,2867
118	0,2722	0,2738	0,2715	0,2672	265	0,3020	0,3018	0,3016	0,1432
122	0,2733	0,2752	0,2729	0,1524	275	0,3032	0,3022	0,3021	0,3878
126	0,2746	0,2768	0,2747	0,0368	285	0,3045	0,3034	0,3033	0,3925
130	0,2757	0,2780	0,2760	0,1157	295	0,3063	0,3066	0,3066	0,1081
134	0,2766	0,2787	0,2768	0,0691	305	0,3071	0,3061	0,3062	0,3131
138	0,2774	0,2790	0,2772	0,0891	315	0,3080	0,3073	0,3075	0,1775
142	0,2783	0,2799	0,2781	0,0779	325	0,3090	0,3088	0,3090	0,0164
146	0,2792	0,2806	0,2790	0,0877	335	0,3101	0,3100	0,3102	0,0064
150	0,2797	0,2817	0,2801	0,1472	345	0,3111	0,3112	0,3114	0,1014
154	0,2806	0,2824	0,2809	0,1366	355	0,3121	0,3138	0,3141	0,6412
158	0,2815	0,2834	0,2820	0,1757	365	0,3129	0,3128	0,3131	0,0681

Tableau (B-19) : calcul de l'indice de corrélation du HRS162.

I1 : indice de corrélation calculé.

I2 : indice de corrélation simulé.

I3 = I2 + ΔI.

Avec :  $\Delta I = a + b \cdot \ln(\text{Teb}) / \text{Teb}$

(cor-31)

Teb : température d'ébullition en °C.

A = 0.00214788 ; b = -0.1114954 ;  $R^2 = 0,845115277$

Commentaire :

L'application de notre méthode donne dans ce cas un écart moyen de 0,20% (voir tableau (B-17)), nous constatons que les fractions pétrolières issues du pétrole HRS162, ont une tendance paraffinique dans l'intervalle (Teb < 100°C) et tendance naphthéno-paraffinique pour les autres. Ceci est bien élucidé par les figures (B-34 à 36).

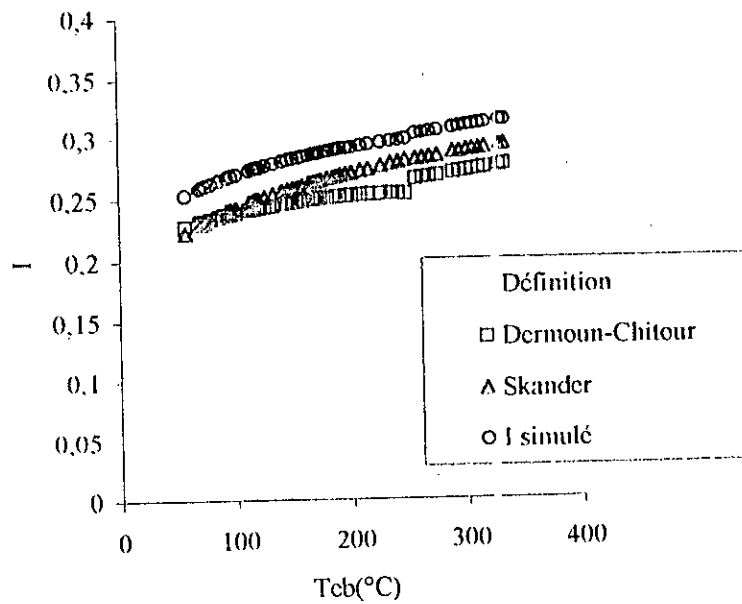


figure (B-34) : calcul de indice de corrélation du P.A.S

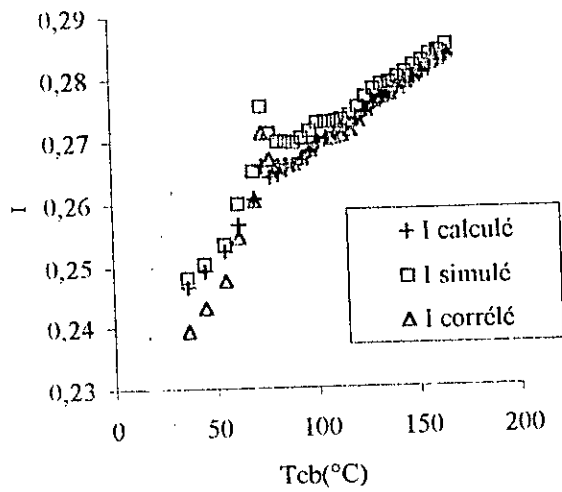


figure (B-35): calcul de l'indice de corrélation du du HRS 162.

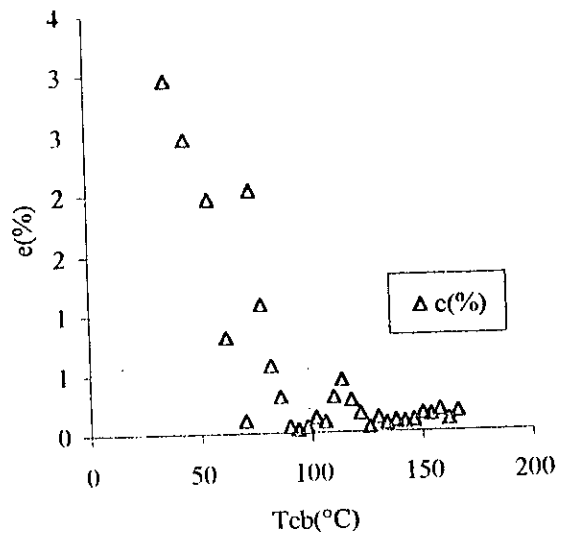


figure (B-36): calcul des écarts enregistrés du HRS162.

## CHAPITRE II : CALCUL DES PROPRIETES PHYSICO-CHIMIQUE DU P.A.S

### III- Les propriétés critiques :

#### III-1 : la température critique :

✓ *Température critique du pétrole simulé :*

FP	Tc1	Tc2	Tc3	Tc4	Tc simulée
1	879,592	888,523	892,494	803,744	866,088
2	892,438	917,581	922,853	842,350	893,806
3	894,291	921,966	927,384	848,169	897,953
4	894,864	923,333	928,794	849,983	899,244
5	897,246	929,070	934,701	857,596	904,653
6	901,944	940,656	946,579	872,981	915,540
7	907,602	955,118	961,322	892,216	929,064
8	913,454	970,697	977,121	912,996	943,567
9	915,950	977,541	984,040	922,150	949,920
10	919,397	987,193	993,777	935,089	958,864
11	927,674	1011,282	1018,006	967,564	981,132
12	929,864	1017,853	1024,603	976,473	987,198
13	931,242	1022,024	1028,787	982,140	991,048
14	932,668	1026,367	1033,142	988,050	995,057
15	933,334	1028,404	1035,185	990,827	996,938
16	936,666	1038,661	1045,466	1004,842	1006,409
17	941,313	1053,069	1059,903	1024,639	1019,731
18	946,221	1068,235	1075,098	1045,621	1033,794
19	949,397	1077,906	1084,791	1059,083	1042,794
20	952,147	1086,128	1093,034	1070,577	1050,471
21	954,940	1094,289	1101,220	1082,035	1058,121
22	957,677	1102,067	1109,027	1093,000	1065,443
23	961,423	1112,301	1119,305	1107,495	1075,131
24	964,282	1119,769	1126,811	1118,121	1082,246
25	965,227	1122,169	1129,225	1121,545	1084,541
26	966,882	1126,289	1133,369	1127,433	1088,493
27	969,022	1131,461	1138,574	1134,842	1093,475
28	973,649	1142,041	1149,231	1150,063	1103,746
29	977,664	1150,576	1157,837	1162,405	1112,121
30	980,371	1156,013	1163,323	1170,295	1117,500
31	983,666	1162,303	1169,675	1179,452	1123,774
32	988,262	1170,520	1177,981	1191,462	1132,056
33	993,524	1179,206	1186,768	1204,212	1140,928
34	1003,038	1193,239	1200,986	1224,936	1155,550
35	1011,822	1204,612	1212,526	1241,842	1167,700
36	1029,018	1223,543	1231,774	1270,203	1188,635
37	1044,932	1238,157	1246,661	1292,281	1205,508
38	1058,030	1248,644	1257,360	1308,222	1218,064
39	1072,894	1259,244	1268,187	1324,417	1231,186

## CHAPITRE II : CALCUL DES PROPRIETES PHYSICO-CHIMIQUE DU P.A.S

40	1095,947	1273,581	1282,850	1346,448	1249,706
41	1114,807	1283,846	1293,361	1362,312	1263,581
42	1136,201	1294,261	1304,037	1378,483	1278,246
43	1160,714	1304,924	1314,977	1395,115	1293,933
44	1221,819	1327,234	1337,897	1430,157	1329,277
45	1250,454	1336,146	1347,062	1444,244	1344,477
46	1285,827	1346,145	1357,352	1460,108	1362,358
47	1316,244	1354,005	1365,445	1472,623	1377,079
48	1352,142	1362,555	1374,251	1486,277	1393,806
49	1387,718	1370,373	1382,307	1498,801	1409,800
50	1496,116	1391,093	1403,670	1532,161	1455,760
51	1532,169	1397,168	1409,936	1541,988	1470,315

Tableau (B-20) : résultats de calcul de température critique du pétrole simulé.  
La température critique est donnée en °R.

Tc1 : corrélation de Cavett.

Tc2 : corrélation de Lee-Kesler.

Tc3 : corrélation de Riazi-Daubert.

Tc4 : corrélation de Penn-Statc.

L'expression de la température critique est :

$$T_c = a + b \cdot \theta + c \cdot \theta^{2.5} + d \cdot \theta^3 + e / \theta^2 \quad (\text{cor-31})$$

Avec :  $\theta = d \cdot T_{eb}$

d : densité ;  $T_{eb}$  : température d'ébullition en °C .

$a = 762,13565$  ;  $b = 3,0838840$  ;  $c = -0,0010287$  ;  $d = 5,34 \cdot 10^{-5}$  ;  $e = -6,11 \cdot 10^3$  ;

$R^2 = 0,9999977$ .

✓ *Température critique du HRS162.*

T <sub>eb</sub>	Tc 1	Tc 2	Tc 3	c(%)	T <sub>eb</sub>	Tc 1	Tc 2	Tc 3	c(%)
36,4	823,063	829,203	822,643	0,051	166	1077,122	1077,782	1077,276	0,014
45,0	841,186	846,395	842,712	0,181	170	1082,944	1083,885	1083,211	0,025
55,0	862,470	866,485	864,823	0,273	174	1089,188	1090,276	1089,437	0,023
62,0	883,739	883,605	882,890	0,096	178	1096,003	1097,083	1096,083	0,007
70,0	904,225	901,803	901,868	0,261	182	1102,945	1103,981	1102,826	0,011
74,0	924,839	916,373	916,735	0,876	186	1109,787	1110,797	1109,494	0,026
78,0	925,492	920,669	921,277	0,455	190	1116,766	1117,719	1116,277	0,044
82,0	930,092	926,900	927,708	0,256	194	1123,796	1124,681	1123,111	0,061
86,0	936,168	933,855	934,822	0,144	198	1130,835	1131,653	1129,967	0,077
90,0	942,253	940,756	941,846	0,043	202	1137,654	1138,439	1136,650	0,088
94,0	949,433	948,240	949,418	0,002	206	1144,444	1145,194	1143,318	0,098
98,0	957,279	956,089	957,326	0,005	210	1155,106	1155,360	1153,414	0,146
102,0	965,224	963,984	965,251	0,003	216	1165,168	1165,448	1163,432	0,149
106,0	971,484	970,834	972,105	0,064	225	1181,775	1181,942	1179,912	0,158
110,0	977,578	977,537	978,789	0,124	235	1201,352	1201,385	1199,488	0,155
114,0	983,992	984,397	985,608	0,164	245	1221,104	1220,966	1219,383	0,141

## CHAPITRE II : CALCUL DES PROPRIETES PHYSICO-CHIMIQUE DU P.A.S

122.0	998,785	999,275	1000,347	0,156	265	1265,013	1264,773	1264,468	0,043
126.0	1007,040	1007,245	1008,222	0,117	275	1287,054	1285,875	1286,589	0,036
130.0	1014,672	1014,796	1015,665	0,098	285	1311,745	1309,766	1311,788	0,003
134.0	1021,582	1021,852	1022,598	0,099	295	1340,727	1340,002	1343,650	0,218
138.0	1027,798	1028,415	1029,028	0,120	305	1367,393	1363,156	1368,775	0,101
142.0	1034,902	1035,552	1036,023	0,108	315	1398,611	1392,379	1400,343	0,124
146.0	1041,833	1042,553	1042,871	0,100	325	1432,904	1424,543	1435,255	0,164
150.0	1049,115	1049,780	1049,941	0,079	335	1470,038	1457,893	1471,784	0,119
154.0	1056,055	1056,754	1056,752	0,066	345	1510,943	1494,161	1511,691	0,050
158.0	1063,270	1063,911	1063,743	0,044	355	1556,701	1538,627	1560,286	0,230
162.0	1069,830	1070,587	1070,250	0,039	365	1605,419	1571,461	1597,767	0,477

Tableau (B-21): calcul de la température critique du HRS162.

Tous les valeurs de  $T_c$  sont portées en degré Rankin.

$T_{c1}$  : température critique calculée.

$T_{c2}$  : température critique simulée.

$T_{c3} = T_{c2} + \Delta T_c$ .

$$\text{Où : } \Delta T_c = a + b \cdot T_{eb} + c \cdot T_{eb}^{2.5} + d \cdot T_{eb}^3 + e / T_{eb}^2 \quad (\text{B-32})$$

$T_{eb}$ : température d'ébullition en °C.

$$a = -4,695271318 ; b = 0,14376006 ; c = -0,0001501466 ; d = 7,42 \cdot 10^{-6} ; e = -8287,246615 ; \\ R^2 = 0,9143345.$$

## CHAPITRE II : CALCUL DES PROPRIETES PHYSICO-CHIMIQUE DU P.A.S

### III-2 - la pression critique :

✓ Pression critique du pétrole simulé :

FP	Pc1	Pc2	Pc3	Pc4	Pc5	Pc simulée
1	58,406	30,273	28,155	30,129	30,529	29,772
2	55,272	30,017	24,790	29,725	30,738	28,817
3	54,602	29,953	24,287	29,641	30,749	28,657
4	54,300	29,932	24,131	29,613	30,751	28,607
5	53,612	29,837	23,478	29,493	30,755	28,391
6	52,411	29,616	22,172	29,225	30,741	27,939
7	50,894	29,293	20,575	28,848	30,685	27,350
8	49,309	28,892	18,903	28,395	30,581	26,693
9	48,610	28,701	18,187	28,184	30,523	26,399
10	47,264	28,418	17,198	27,873	30,431	25,980
11	45,205	27,649	14,851	27,046	30,150	24,924
12	44,606	27,427	14,243	26,810	30,064	24,636
13	44,207	27,283	13,865	26,658	30,007	24,453
14	43,797	27,131	13,478	26,498	29,946	24,263
15	43,340	27,060	13,299	26,423	29,917	24,175
16	42,476	26,693	12,419	26,039	29,766	23,729
17	41,146	26,165	11,249	25,489	29,545	23,112
18	39,799	25,596	10,104	24,901	29,302	22,476
19	38,942	25,227	9,421	24,522	29,143	22,079
20	38,207	24,912	8,870	24,199	29,007	21,747
21	37,448	24,597	8,349	23,878	28,871	21,424
22	36,818	24,296	7,877	23,571	28,742	21,121
23	36,094	23,899	7,291	23,168	28,572	20,733
24	35,548	23,609	6,890	22,875	28,448	20,456
25	35,327	23,516	6,765	22,781	28,409	20,368
26	34,975	23,357	6,557	22,620	28,342	20,219
27	34,482	23,157	6,304	22,417	28,258	20,034
28	33,744	22,748	5,817	22,006	28,089	19,665
29	33,115	22,421	5,454	21,677	27,956	19,377
30	32,673	22,213	5,236	21,468	27,872	19,198
31	32,220	21,974	4,997	21,229	27,778	18,994
32	31,626	21,664	4,704	20,918	27,657	18,736
33	30,957	21,338	4,419	20,592	27,534	18,471
34	30,004	20,819	4,008	20,074	27,346	18,062
35	29,231	20,405	3,719	19,662	27,204	17,748
36	28,109	19,732	3,320	18,992	26,991	17,259
37	27,325	19,225	3,079	18,489	26,849	16,911
38	26,680	18,870	2,941	18,137	26,759	16,677
39	26,050	18,518	2,831	17,789	26,681	16,455
40	25,148	18,053	2,732	17,329	26,595	16,177
41	24,483	17,728	2,697	17,008	26,548	15,996
42	23,964	17,406	2,696	16,690	26,514	15,827
43	23,396	17,084	2,736	16,373	26,493	15,672
44	22,369	16,435	2,986	15,733	26,500	15,414

## CHAPITRE II : CALCUL DES PROPRIETES PHYSICO-CHIMIQUE DU P.A.S

45	21,904	16,185	3,171	15,487	26,522	15,341
46	21,441	15,911	3,459	15,218	26,560	15,287
47	21,029	15,701	3,764	15,011	26,601	15,269
48	20,644	15,477	4,197	14,790	26,657	15,280
49	20,296	15,276	4,717	14,593	26,718	15,326
50	19,484	14,762	7,025	14,088	26,928	15,701
51	19,186	14,617	8,112	13,945	27,003	15,919

Tableau(B-22) : résultats de calcul de pression critique du pétrole simulé.

Les valeurs de Pc sont données en atm.

Pc1 : corrélation de Mather.

Pc2 : corrélation de Penn-State.

Pc3 : corrélation de Cavett.

Pc4 : corrélation de Riazi-Daubert.

Pc5 : corrélation de Lee-Kesler.

L'expression du Pc simulé est :

$$Pc = a + b \cdot \theta + c \cdot \theta^3 + d / \theta^{0.5} + e \cdot \ln(\theta) / \theta \quad (B-33)$$

Où :  $\theta = T_{eb} \cdot d$

$T_{eb}$  : température d'ébullition en °C.

$d$  : densité.

$a = -7,562953226$  ;  $b = -0,038655128$  ;  $c = 3,47 \cdot 10^{-7}$  ;  $d = 708,5257562$  ;  $e = -795,9773769$  ;

$R^2 = 0,9997919$ .

✓ Pression critique du HRS162 :

Teb(°C)	Pc1	Pc2	Pc3	c(%)	Teb(°C)	Pc1	Pc2	Pc3	c(%)
36,4	32,195	30,787	31,827	1,146	166	20,616	20,684	20,447	0,820
45	31,197	30,495	31,340	0,458	170	20,182	20,443	20,206	0,117
55	30,174	29,939	30,939	2,537	174	19,816	20,195	19,931	0,582
62	30,998	29,328	30,906	0,298	178	19,532	19,938	19,613	0,416
70	31,018	28,589	30,272	2,405	182	19,271	19,684	19,296	0,131
78	31,217	27,762	29,085	6,827	186	19,004	19,439	19,000	0,021
82	29,981	27,481	28,915	3,554	190	18,758	19,198	18,705	0,285
86	29,122	27,162	28,610	1,758	194	18,523	18,963	18,420	0,555
90	28,305	26,844	28,299	0,020	198	18,293	18,736	18,149	0,783
94	27,744	26,496	27,895	0,545	202	18,040	18,522	17,907	0,739
98	27,335	26,129	27,421	0,314	206	17,788	18,317	17,679	0,613
102	26,962	25,758	26,922	0,148	210	17,954	18,023	17,273	3,796
106	26,293	25,437	26,586	1,117	216	17,558	17,749	16,992	3,224
110	25,624	25,122	26,266	2,507	225	17,121	17,339	16,571	3,211
114	25,041	24,801	25,913	3,482	235	16,729	16,914	16,168	3,354
118	24,575	24,467	25,503	3,775	245	16,318	16,550	15,847	2,885
122	24,276	24,109	24,994	2,958	255	15,976	16,227	15,605	2,323
126	24,058	23,741	24,435	1,566	265	15,750	15,944	15,486	1,675
130	23,749	23,396	23,943	0,818	275	15,358	15,743	15,326	0,207

## CHAPITRE II : CALCUL DES PROPRIETES PHYSICO-CHIMIQUE DU P.A.S

134	23,339	23,076	23,535	0,841	285	15,115	15,579	15,290	1,162
138	22,840	22,782	23,209	1,616	295	15,161	15,452	15,623	3,046
142	22,493	22,465	22,786	1,300	305	14,861	15,409	15,492	4,243
146	22,135	22,158	22,388	1,141	315	14,870	15,410	15,699	5,572
150	21,841	21,845	21,958	0,534	325	15,082	15,473	16,043	6,368
154	21,509	21,548	21,572	0,293	335	15,576	15,595	16,395	5,255
158	21,228	21,248	21,167	0,283	345	16,720	15,783	16,859	0,828
162	20,867	20,974	20,838	0,138	355	19,297	16,075	17,815	7,683

Tableau (B-23): résultats de calcul de la pression critique du HRS162.

Tous les valeurs de Pc sont données en atm.

Pc1 : pression critique moyenne .

Pc2 : pression critique simulée .

Pc3 = Pc2 + ΔPc.

Où :  $\Delta Pc = a + b/\alpha + c/\alpha^2 + d/\alpha^3 + e/\alpha^4$  (B-34)

$\alpha$  représente la densité.

A=9024,572357 ; b=-25767,23278 ; c=27458,54448 ; d=-12945,00474 ; e=2278,5815 ;  
R<sup>2</sup>=0,985877712.

### III-3 - le volume critique :

✓ *Volume critique de pétrole simulé :*

FP	Vc1	Vc2	Vc3	Vc simulé
1	343,484	290,553	351,773	328,603
2	349,459	307,252	376,469	344,393
3	350,953	311,114	381,691	347,919
4	351,635	312,896	384,070	349,533
5	353,278	316,999	389,533	353,270
6	356,390	324,393	399,090	359,958
7	360,724	334,270	411,381	368,792
8	365,773	345,256	424,555	378,528
9	368,163	350,339	430,530	383,010
10	372,690	360,618	442,930	392,080
11	381,339	377,437	461,552	406,776
12	384,010	382,636	467,302	411,316
13	385,811	386,186	471,252	414,416
14	387,709	389,899	475,366	417,658
15	389,451	394,174	480,613	421,413
16	393,841	402,404	489,507	428,584
17	400,785	415,806	504,227	440,273
18	408,424	430,302	520,014	452,913
19	413,574	440,074	530,662	461,437
20	418,151	448,807	540,203	469,054



## CHAPITRE II : CALCUL DES PROPRIETES PHYSICO-CHIMIQUE DU P.A.S

21	422,986	458,212	550,572	477,257
22	427,366	466,295	559,266	484,309
23	432,892	475,933	569,353	492,726
24	437,143	483,481	577,335	499,320
25	438,738	486,607	580,792	502,046
26	441,394	491,678	586,336	506,469
27	445,028	498,953	594,446	512,809
28	451,401	510,218	606,335	522,651
29	456,893	520,239	617,070	531,401
30	460,694	527,520	625,029	537,748
31	464,886	535,192	633,250	544,443
32	470,514	545,581	644,419	553,505
33	476,881	557,792	657,736	564,136
34	486,846	576,141	677,389	580,125
35	495,271	591,908	694,353	593,844
36	508,909	616,369	720,143	615,140
37	519,373	634,648	739,138	631,053
38	527,747	650,548	756,170	644,821
39	536,311	666,858	773,597	658,922
40	584,621	691,663	800,452	692,246
41	596,364	711,150	821,718	709,744
42	607,333	727,095	838,440	724,289
43	619,290	745,391	857,915	740,866
44	644,094	780,873	894,879	773,282
45	655,086	798,047	913,224	788,786
46	667,213	815,926	932,002	805,047
47	677,599	832,492	949,782	819,958
48	688,535	848,575	966,670	834,593
49	698,840	863,694	982,552	848,362
50	726,597	900,965	1020,927	882,830
51	736,198	915,498	1036,494	896,063

Tableau (B-24) : résultats de calcul de volume critique du pétrole simulé.

Les valeurs de  $V_c$  sont données en ( $10^{-3} \text{ m}^3/\text{k.mole}$ )

$V_{c1}$  : corrélation de Benson.

$V_{c2}$  : corrélation de Hall-Yarbrough.

$V_{c3}$  : corrélation de Watanisiri.

L'expression de le volume critique simulé en fonction de la densité est :

$$V_c = a + b \cdot \alpha + c \cdot \alpha^3 + d \cdot \exp(\alpha) + e / \alpha^{0.5} \quad (\text{B-35})$$

$\alpha$  représente la densité.

$a = 26589271,91$  ;  $b = 52573494,96$  ;  $c = 15868178,1$  ;  $d = -36228429,93$  ;  $e = 3448665,445$  ;

$R^2 = 0,994026$ .

## CHAPITRE II : CALCUL DES PROPRIETES PHYSICO-CHIMIQUE DU P.A.S

✓ Volume critique du HRS162.

Teb(°C)	Vc1	Vc2	Vc3	c(%)	Teb(°C)	Vc1	Vc2	Vc3	c(%)
36,4	325,698	410,496	328,424	0,837	170,0	438,171	388,613	437,754	0,095
45,0	332,403	372,733	328,368	1,214	174,0	446,133	389,760	441,650	1,005
55,0	337,066	348,374	311,592	7,557	178,0	452,493	392,558	447,105	1,191
62,0	322,007	341,022	305,885	5,007	182,0	458,947	395,825	452,939	1,309
70,0	315,072	347,843	315,350	0,088	186,0	465,710	398,846	458,436	1,562
78,0	305,434	356,353	328,038	7,401	190,0	472,719	402,369	464,347	1,771
82,0	318,569	354,572	328,878	3,236	194,0	479,502	406,110	470,388	1,901
86,0	327,135	354,351	331,574	1,357	198,0	486,211	409,891	476,383	2,021
90,0	336,419	354,204	334,585	0,545	202,0	493,875	412,722	481,343	2,537
94,0	341,252	355,162	338,895	0,691	206,0	502,160	415,265	485,932	3,232
98,0	343,861	356,806	344,041	0,052	210,0	498,016	436,013	508,643	2,134
102,0	346,111	358,628	349,474	0,972	216,0	511,087	438,777	514,203	0,610
106,0	353,260	358,828	353,360	0,028	225,0	526,968	449,408	528,701	0,329
110,0	361,336	358,908	357,171	1,153	235,0	544,137	465,244	548,393	0,782
114,0	368,647	359,353	361,368	1,975	245,0	562,909	478,105	564,673	0,313
118,0	374,354	360,396	366,159	2,189	255,0	581,276	493,751	583,325	0,353
122,0	377,036	362,495	371,986	1,340	265,0	597,064	516,977	609,168	2,027
126,0	378,344	365,369	378,553	0,055	275,0	621,699	521,821	616,262	0,875
130,0	381,506	367,791	384,620	0,816	285,0	642,928	536,034	632,381	1,640
134,0	386,827	369,381	389,797	0,768	295,0	655,264	577,592	675,521	3,091
138,0	394,412	369,984	393,920	0,125	305,0	686,181	570,394	669,600	2,416
142,0	399,148	372,119	399,502	0,089	315,0	672,552	586,901	687,096	2,162
146,0	404,127	374,139	404,891	0,189	325,0	693,786	607,707	708,620	2,138
150,0	408,172	377,044	411,082	0,713	335,0	717,830	623,533	724,910	0,986
154,0	413,371	379,485	416,723	0,811	345,0	742,316	641,507	743,105	0,106
158,0	418,113	382,776	423,126	1,199	365,0	802,310	665,191	766,565	4,455

Tableau (B-25): résultats de calcul de volume critique du HRS162.

Vc1 : volume critique calculé.

Vc2 : volume critique simulé.

Vc3: volume critique corrélé.

$Vc3 = Vc2 + \Delta Vc$ .

Avec :  $\Delta Vc = a + b \cdot Teb + c / Teb + d / Teb^{1.5} + e / Teb^2$

(B-36)

Teb représente la température d'ébullition en °C.

$a=595,5328375$  ;  $b=-0,566500537$  ;  $c=-186240,7056$  ;  $d=1819325,275$  ;  $e=-5067748,431$  ;  
 $R^2=0,962489$ .

## CHAPITRE II : CALCUL DES PROPRIETES PHYSICO-CHIMIQUE DU P.A.S

### III-4 facteur de compressibilité critique :

✓ *Facteur de compressibilité critique du pétrole simulé :*

Teb(°C)	Zc1	Zc2	Zc simulé	Teb(°C)	Zc1	Zc2	Zc simulé
57,097	0,266	0,271	0,268	172,304	0,240	0,248	0,244
69,729	0,258	0,261	0,259	175,123	0,241	0,250	0,245
71,667	0,257	0,260	0,258	180,929	0,239	0,248	0,244
72,273	0,258	0,261	0,260	185,652	0,237	0,246	0,241
74,825	0,259	0,263	0,261	188,678	0,237	0,246	0,241
80,024	0,259	0,264	0,261	192,196	0,236	0,246	0,241
86,600	0,259	0,263	0,261	196,820	0,235	0,246	0,241
93,795	0,255	0,259	0,257	201,740	0,236	0,248	0,242
96,993	0,256	0,260	0,258	209,760	0,233	0,245	0,239
101,541	0,259	0,264	0,261	216,322	0,234	0,248	0,241
113,095	0,252	0,257	0,255	227,364	0,230	0,246	0,238
116,297	0,251	0,256	0,253	235,984	0,226	0,243	0,235
118,341	0,251	0,255	0,253	242,219	0,225	0,243	0,234
120,478	0,250	0,254	0,252	248,562	0,225	0,245	0,235
121,484	0,252	0,257	0,255	257,202	0,220	0,243	0,232
126,581	0,252	0,258	0,255	263,430	0,219	0,243	0,231
133,831	0,251	0,257	0,254	269,783	0,218	0,244	0,231
141,577	0,248	0,254	0,251	276,320	0,222	0,252	0,237
146,578	0,247	0,253	0,250	290,100	0,213	0,246	0,230
150,867	0,246	0,252	0,249	295,641	0,212	0,248	0,230
155,158	0,245	0,252	0,248	301,880	0,210	0,248	0,229
159,279	0,244	0,252	0,248	306,801	0,210	0,250	0,230
164,747	0,242	0,250	0,246	312,168	0,208	0,251	0,230
168,769	0,240	0,247	0,244	317,090	0,214	0,261	0,238
170,068	0,240	0,248	0,244	330,192	0,203	0,255	0,229

Tableau (B-26) : résultats de calcul de Zc pour le pétrole simulé.

Zc1 : corrélation de Lee-Kesler.

Zc2 : corrélation de Edmester.

Le facteur de compressibilité critique simulé à pour expression :

$$Z_c = a + b \cdot T_{eb}^{0.5}$$

T<sub>eb</sub> : température d'ébullition en °C .

$$a = 0.292584156 ; b = -0.003603207 ; R^2 = 0.953557.$$

(B-37)

## CHAPITRE II : CALCUL DES PROPRIETES PHYSICO-CHIMIQUE DU P.A.S

✓ *Facteur de compressibilité critique du HRS162 :*

Tcb(°C)	Zc1	Zc2	Zc3	c(%)	Tcb(°C)	Zc1	Zc2	Zc3	E(%)
36,4	0,2675	0,2708	0,2681	0,1924	166,0	0,2450	0,2462	0,2446	0,1517
45,0	0,2675	0,2684	0,2670	0,1846	170,0	0,2442	0,2456	0,2441	0,0547
55,0	0,2664	0,2659	0,2660	0,1584	174,0	0,2435	0,2451	0,2435	0,0077
62,0	0,2854	0,2642	0,2660	6,8218	178,0	0,2428	0,2445	0,2429	0,0715
70,0	0,2655	0,2624	0,2642	0,4646	182,0	0,2419	0,2440	0,2424	0,1871
74,0	0,2604	0,2616	0,2616	0,4750	186,0	0,2411	0,2434	0,2418	0,2832
78,0	0,2602	0,2608	0,2617	0,5737	190,0	0,2403	0,2429	0,2413	0,3939
82,0	0,2598	0,2600	0,2611	0,5291	194,0	0,2395	0,2424	0,2407	0,5181
86,0	0,2590	0,2592	0,2604	0,5228	198,0	0,2386	0,2419	0,2402	0,6886
90,0	0,2586	0,2584	0,2596	0,3838	202,0	0,2377	0,2414	0,2397	0,8466
94,0	0,2582	0,2577	0,2587	0,1991	206,0	0,2384	0,2409	0,2392	0,3729
98,0	0,2577	0,2569	0,2578	0,0229	210,0	0,2378	0,2404	0,2390	0,5296
102,0	0,2566	0,2562	0,2568	0,0639	216,0	0,2389	0,2396	0,2383	0,2452
106,0	0,2558	0,2555	0,2561	0,0899	225,0	0,2383	0,2385	0,2375	0,3494
110,0	0,2552	0,2548	0,2554	0,0751	235,0	0,2367	0,2373	0,2367	0,0144
114,0	0,2546	0,2541	0,2546	0,0027	245,0	0,2355	0,2362	0,2359	0,1755
118,0	0,2542	0,2534	0,2538	0,1679	255,0	0,2348	0,2350	0,2353	0,2081
122,0	0,2538	0,2528	0,2529	0,3636	265,0	0,2334	0,2339	0,2351	0,6976
126,0	0,2531	0,2521	0,2519	0,4582	275,0	0,2334	0,2328	0,2342	0,3335
130,0	0,2522	0,2515	0,2510	0,4648	285,0	0,2341	0,2318	0,2337	0,2059
134,0	0,2512	0,2509	0,2502	0,3898	295,0	0,2330	0,2307	0,2345	0,6209
138,0	0,2507	0,2503	0,2496	0,4536	305,0	0,2342	0,2297	0,2331	0,4941
142,0	0,2499	0,2496	0,2488	0,4526	315,0	0,2350	0,2286	0,2328	0,9216
146,0	0,2493	0,2490	0,2481	0,4980	325,0	0,2355	0,2276	0,2329	1,1292
150,0	0,2485	0,2485	0,2473	0,4683	335,0	0,2359	0,2266	0,2327	1,3348
154,0	0,2478	0,2479	0,2466	0,4825	345,0	0,2353	0,2257	0,2327	1,1233
158,0	0,2469	0,2473	0,2459	0,3753	355,0	0,2323	0,2247	0,2340	0,7173
162,0	0,2463	0,2467	0,2453	0,4013	365,0	0,2272	0,2237	0,2321	2,1597

Tableau (B-27) : facteur de compressibilité critique du HRS162.

Zc1 : Zc moyen.

Zc2 : Zc simulé.

Zc3 = Zc simulé +  $\Delta Zc$ .

$$\Delta Zc = a + b \cdot \alpha + c \cdot \alpha^3 + d \cdot \exp(\alpha) + e/\alpha$$

dans ce cas  $\alpha$  représente la densité.

$$A=520,2217962 ; b=870,8436038 ; c=275,493178 ; d=-618,509535 ; e=14,8543874 ;$$

$$R^2 = 0,7896.$$

(B-38)

## CHAPITRE II : CALCUL DES PROPRIETES PHYSICO-CHIMIQUE DU P.A.S

---

### Commentaire :

Les résultats obtenus sont représentés en figures (B-37 à 48 )et donnent des écarts moyens de 0,13% pour la température critique et de 2,8% pour la pression critique, 0,23% pour le volume critique et 0,50% pour le facteur de compressibilité critique, ces résultats sont bons et montrent que la méthode proposée est fiable et peut être utilisée pour les calculs de ces grandeurs difficilement accessibles par l'expérience.

## CHAPITRE II : CALCUL DES PROPRIETES PHYSICO-CIMIQUES DU P.A.S

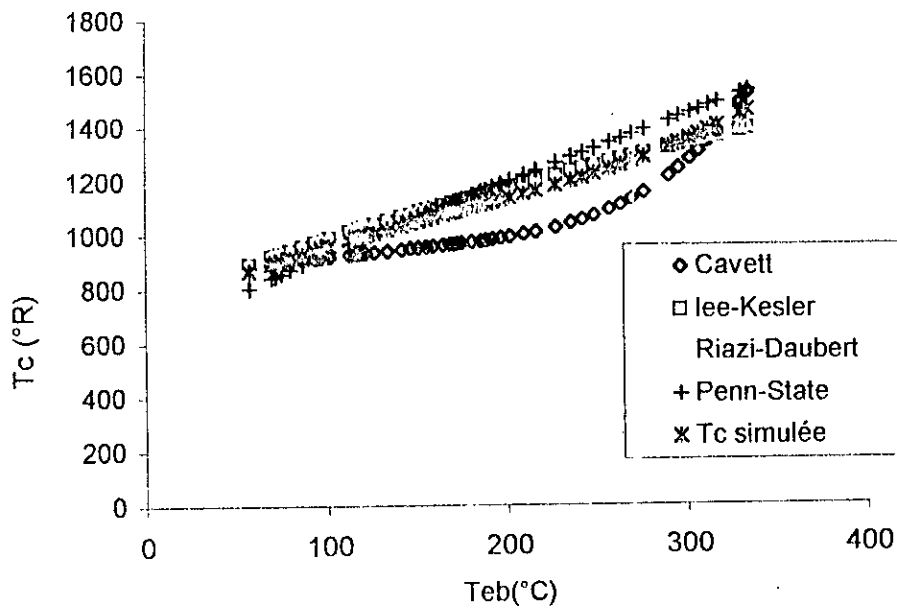


figure (B-40) : calcul de la température critique du P.A.S

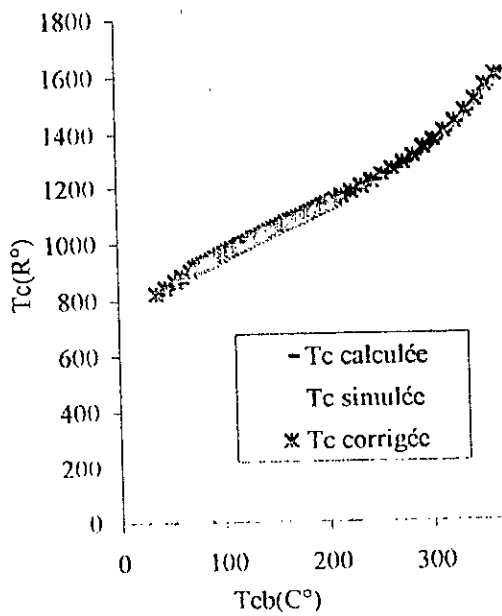


figure (B-41) : calcul de la température critique du HRS162.

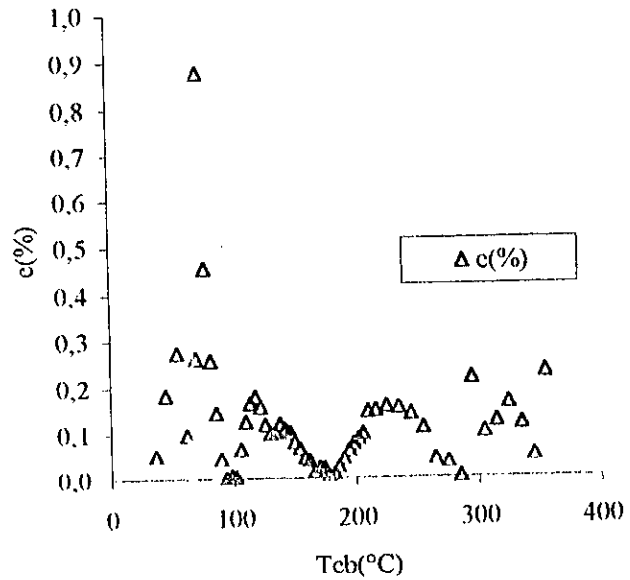


figure (B-42) : calcul des écarts enregistrés.

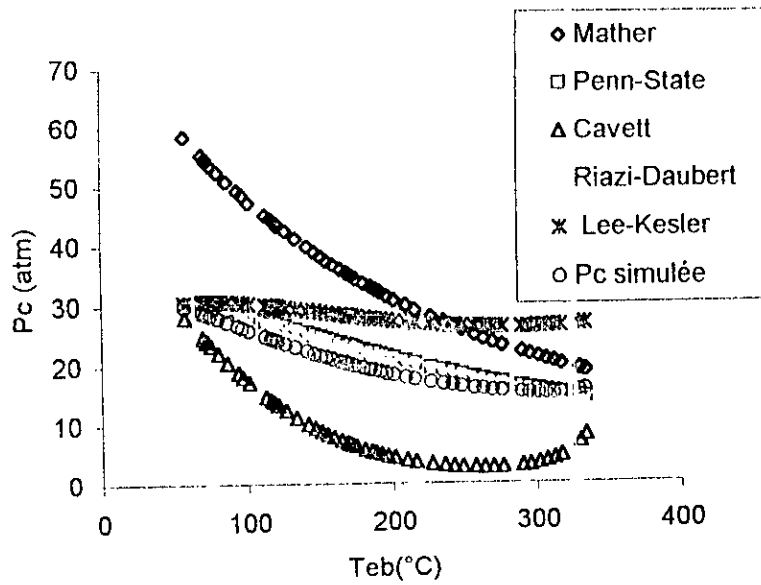
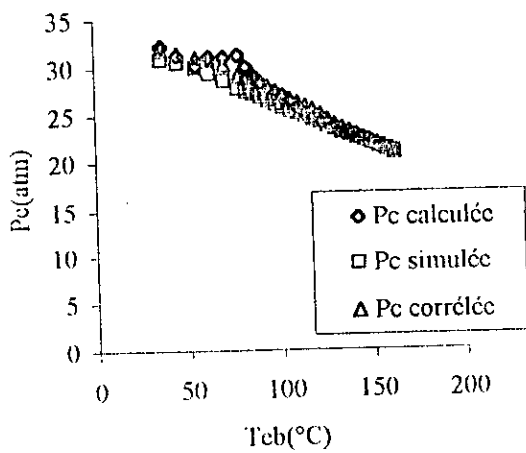


figure (B-37) : calcul de la pression critique du P.A.S



figure(B- 38): calcul de la pression critique du HRS162.

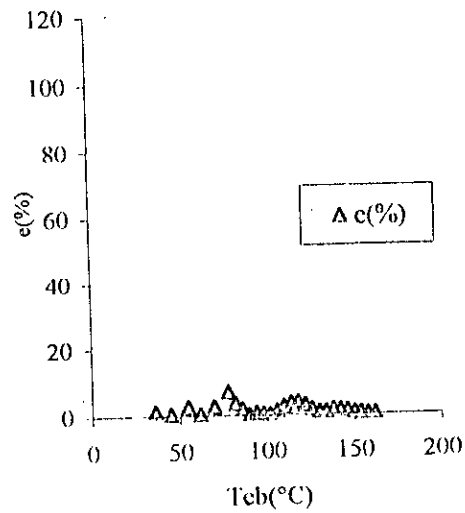
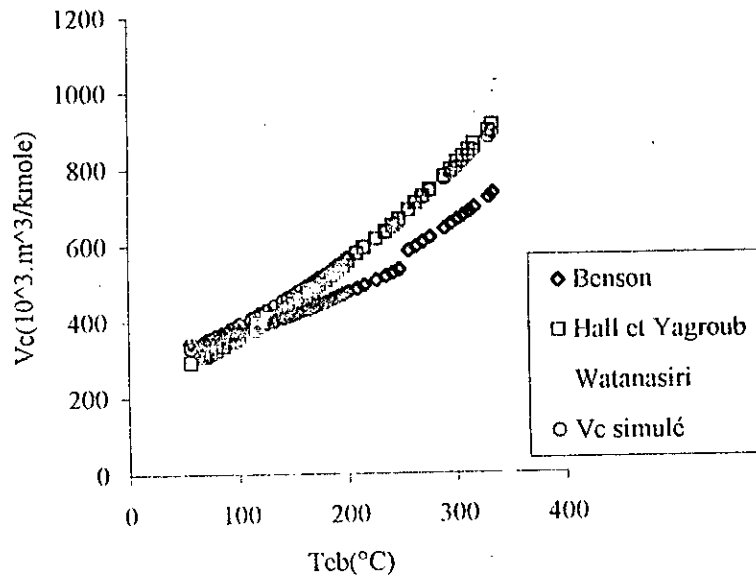
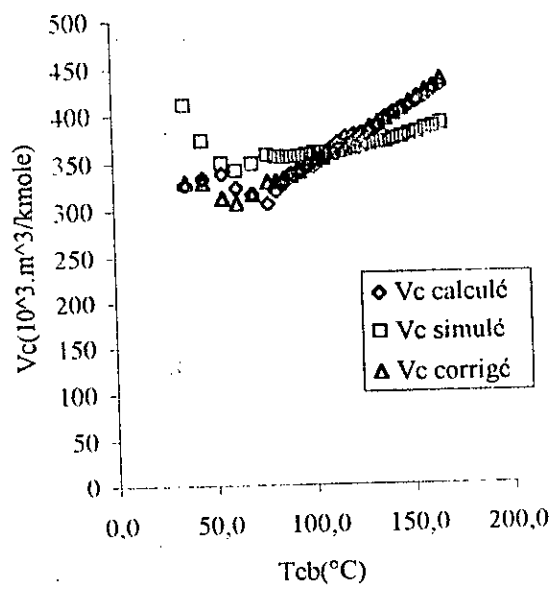


figure (B-39): calcul des écarts enregistrés.

## CHAPITRE II : CALCUL DES PROPRIETES PHYSICO-CIMIQUES DU P.A.S



figure(B-43): calcul de volume critique du P.A.S



figure(B-44): calcul de volume critique

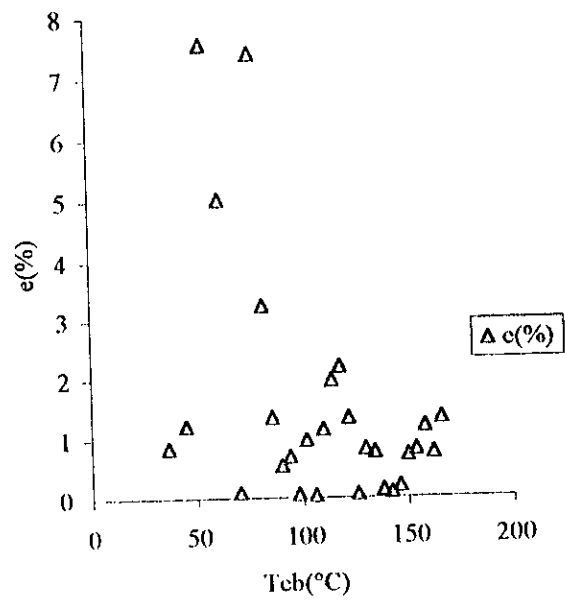


figure (B-45) : calcul de la déviation.



## CHAPITRE II : CALCUL DES PROPRIETES PHYSICO-CIMIQUES DU P.A.S

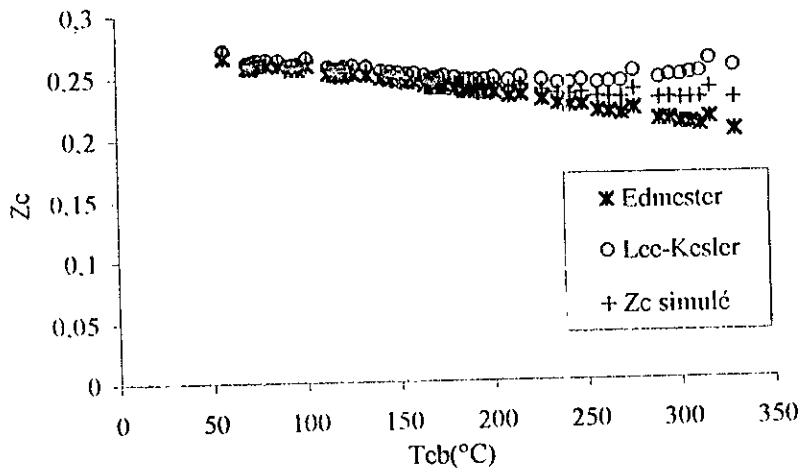


figure (B-46) : calcul de facteur de compressibilité critique du P.A.S

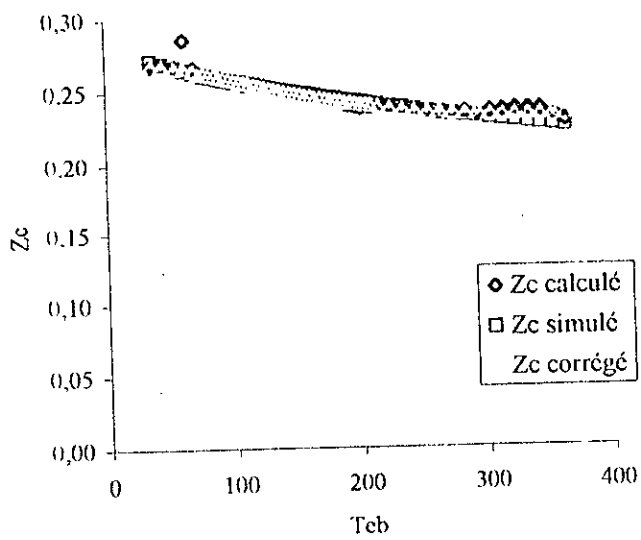


figure (B-47) : calcul de  $Z_c$  du HRS162.

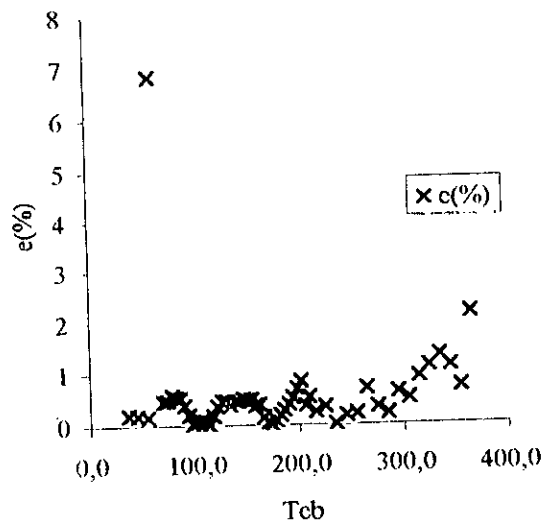


figure (B-48): calcul des écarts enregistrés.

## CHAPITRE II : CALCUL DES PROPRIÉTÉS PHYSICO-CHIMIQUES DU P.A.S

### IV- Les propriétés thermiques :

#### IV-1- la chaleur spécifique :

✓ Chaleur spécifique du pétrole simulé :

FP	Cp1	Cp2	Cp simulée	FP	Cp1	Cp2	Cp simulée
1	199,4921	192,3825	195,9373	28	305,1917	290,6761	297,9339
2	205,6494	197,5346	201,5920	29	310,4080	295,6483	303,0282
3	207,4863	199,2007	203,3435	30	314,2528	299,3145	306,7837
4	208,4355	200,0822	204,2589	31	318,2600	303,1379	310,6989
5	210,2239	201,6779	205,9509	32	323,7049	308,3355	316,0202
6	213,2872	204,3921	208,8397	33	330,1669	314,5063	322,3366
7	217,5796	208,2599	212,9197	34	339,7933	323,7085	331,7509
8	222,4809	212,7245	217,6027	35	348,0976	331,6526	339,8751
9	224,8115	214,8651	219,8383	36	360,8626	343,8828	352,3727
10	230,0552	219,7623	224,9088	37	370,3459	352,9838	361,6648
11	237,6838	226,8106	232,2472	38	378,7202	361,0177	369,8689
12	240,1605	229,1204	234,6404	39	387,2985	369,2535	378,2760
13	241,8890	230,7376	236,3133	40	400,4182	381,8511	391,1347
14	243,7013	232,4350	238,0682	41	410,7528	391,7774	401,2651
15	246,0986	234,7072	240,4029	42	419,0465	399,7662	409,4064
16	250,0533	238,4124	244,2329	43	428,6194	408,9856	418,8025
17	256,7442	244,7125	250,7284	44	446,9674	426,7007	436,8340
18	264,0360	251,5958	257,8159	45	455,9320	435,3503	445,6412
19	269,0088	256,3001	262,6545	46	465,1783	444,2890	454,7336
20	273,4921	260,5472	267,0196	47	473,8184	452,6328	463,2256
21	278,3812	265,1846	271,7829	48	482,1090	460,6582	471,3836
22	282,5175	269,1092	275,8133	49	489,8917	468,1963	479,0440
23	287,3735	273,7192	280,5464	50	508,8438	486,6069	497,7254
24	291,2245	277,3795	284,3020	51	516,3548	493,8834	505,1191
25	292,8746	278,9493	285,9120	-	-	-	-
26	295,5325	281,4783	288,5054	-	-	-	-
27	299,4020	285,1617	292,2819	-	-	-	-

Tableau (B-28) : calcul de Cp du P.A.S

Les valeurs de Cp sont données en (j/mole.K)

Cp1 : corrélation de l'API.

Cp2 : corrélation de Follon-Watson.

Cp3 : chaleur spécifique simulée.

L'expression du Cp simulée est :

$$Cp \text{ simulée} = a + b \cdot T_{eb}^c$$

(cor-39)

$T_{eb}$  : température d'ébullition en °C.

$$a=176,2390697 ; b=0,0265573 ; c=1,621626457 ; R^2=0,999931828.$$

# CHAPITRE I : CALCUL DES PROPRIETES PHYSICO-CHIMIQUES DU P.A.S

## ✓ Chaleur spécifique du HRS162.

Teb(°C)	Cp1	Cp2	Cp3	c(%)	Teb(°C)	Cp1	Cp2	Cp3	c(%)
82	307,3102	209,9426	302,8207	4,5023	198	388,5282	317,0113	394,0678	1,4258
86	303,9119	212,6488	296,5549	0,6292	202	401,3512	321,6519	400,5660	0,1956
90	297,8403	215,4345	291,5267	2,1703	206	407,4305	326,3500	407,2592	0,0421
94	279,2925	218,2982	286,3606	0,6029	210	413,1642	331,1051	414,1919	0,2487
102	274,4224	224,2548	284,7030	1,5843	216	421,8247	338,3439	424,6361	0,6665
106	250,8176	227,3453	283,7238	7,5737	225	436,5037	349,4380	440,4038	0,8935
110	274,2417	230,5091	286,4023	5,8343	235	453,2625	362,0924	458,2693	1,1046
114	284,2772	233,7453	288,8411	3,4599	245	476,1675	375,0860	476,4302	0,0552
118	291,1126	237,0529	291,4431	2,0001	255	493,8720	388,4135	494,7974	0,1874
122	297,8687	240,4310	294,3546	0,6295	265	512,7188	402,0701	513,2224	0,0982
126	302,0746	243,8786	297,5367	0,0541	275	532,4375	416,0508	531,6971	0,1391
130	304,8822	247,3949	301,0446	0,2326	285	541,8569	430,3511	551,2769	1,7385
134	307,2801	250,9791	304,8842	0,3506	295	567,1614	444,9669	569,5977	0,4295
138	312,9922	254,6305	308,9369	1,4588	305	584,6303	459,8940	588,0861	0,5911
142	319,4527	258,3482	313,2006	2,4425	315	605,7054	475,1284	606,3658	0,1090
146	325,2882	262,1317	317,6988	3,1528	325	622,9883	490,6665	624,0499	0,1704
150	336,0062	265,9801	322,4608	1,4420	335	645,7791	506,5047	641,1883	0,7109
154	338,7706	269,8929	327,5481	1,2280	345	660,3752	522,6396	657,5934	0,4212
158	340,4522	273,8693	332,9263	0,8041	355	688,4869	539,0678	673,2694	2,2103
162	343,1724	277,9089	338,4350	0,8135	365	714,4769	555,7863	688,0450	3,6995
166	347,2547	282,0109	344,0155	1,2542	375	724,6006	572,7920	700,9081	3,2697
170	352,9511	286,1748	349,6334	2,0046	305	569,2122	459,8940	591,1613	3,8560
174	357,0199	290,4001	355,5718	2,1379	315	592,9418	475,1284	608,5391	2,6305
178	361,6315	294,6862	361,6293	2,2937	325	614,8709	490,6665	625,3697	1,7075
182	371,1378	299,0326	367,9091	0,5066	335	632,8216	506,5047	641,4767	1,3677
186	375,5624	303,4388	374,2506	0,7103	345	655,6858	522,6396	656,7930	0,1689
190	379,3571	307,9043	380,7864	0,7651	355	675,0396	539,0678	670,8199	0,6251
194	384,5947	312,4286	387,2790	1,1750	365	711,6058	555,7863	684,8892	3,7544
-	-	-	-	-	375	640,7192	572,7920	679,7697	6,0948

Tableau (B-29) : calcul de la chaleur spécifique du HRS162.

Cp1 : chaleur spécifique moyenne.

Cp2 : chaleur spécifique simulée.

$$Cp3 = Cp2 + \Delta Cp$$

$$\text{Où : } \Delta Cp = a + b \cdot \theta^{2.5} + c \cdot \theta^3 + d/\theta^2 \quad (\text{cor-40})$$

$$\theta = T_{eb} \cdot d$$

d: densité.

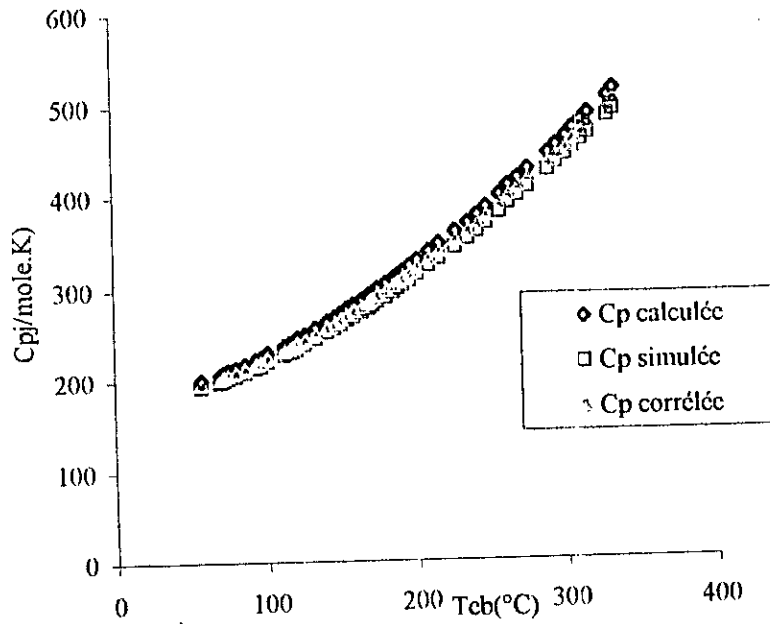
T<sub>eb</sub>: température d'ébullition en °C.

$$A=3,42 ; b=0,000578601 ; c=-2,87 \cdot 10^{-5} ; d=216539,596 ; R^2=0,88868923.$$

*Commentaires :*

Les figures (B-49 à 51) illustrant les résultats obtenus. Nous remarquons que l'application de notre méthode donne des écarts de l'ordre de 1,7% qui sont acceptables.

## CHAPITRE II : CALCUL DES PROPRIETES PHYSICO-CIMIQUES DU P.A.S



figure(B- 49): cacul de la chaleur spécifique du P.A.S

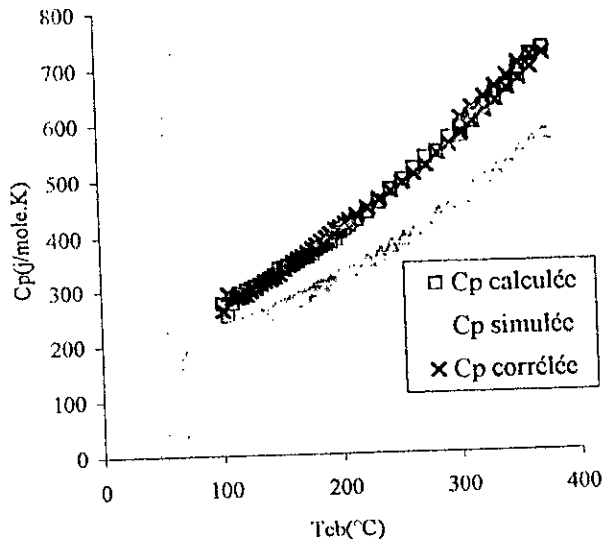


figure (B- 50 ):calcul de la chalcure spécifique du HRS162

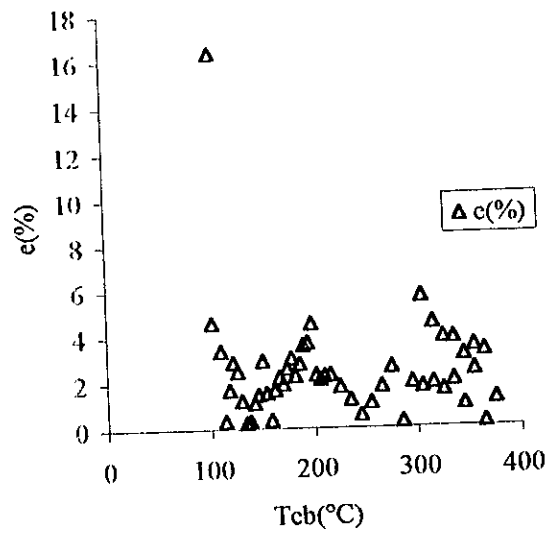


figure (B- 51 ):calcul des écarts enregistrés

# CHAPITRE I : CALCUL DES PROPRIETES PHYSICO-CIMIQUES DU P.A.S

## IV-2 - l'enthalpie de vaporisation :

✓ l'enthalpie de vaporisation du pétrole simulé :

FP	Hv1	Hv2	Hv3	Hv simulée	FP	Hv1	Hv2	Hv3	Hv simulée
1	7,186	6,676	7,409	7,472	27	9,483	9,062	9,727	9,660
2	7,440	6,931	7,660	7,730	28	9,599	9,180	9,852	9,764
3	7,479	6,970	7,697	7,769	29	9,693	9,275	9,955	9,849
4	7,491	6,982	7,709	7,781	30	9,754	9,337	10,021	9,903
5	7,541	7,034	7,758	7,831	31	9,824	9,408	10,099	9,966
6	7,642	7,139	7,857	7,931	32	9,917	9,501	10,202	10,048
7	7,770	7,272	7,981	8,056	33	10,016	9,601	10,312	10,136
8	7,909	7,418	8,116	8,191	34	10,179	9,763	10,494	10,280
9	7,970	7,482	8,177	8,251	35	10,313	9,896	10,645	10,397
10	8,057	7,574	8,262	8,335	36	10,538	10,119	10,901	10,595
11	8,278	7,808	8,481	8,546	37	10,715	10,293	11,104	10,749
12	8,340	7,873	8,542	8,604	38	10,844	10,419	11,252	10,861
13	8,379	7,914	8,581	8,641	39	10,975	10,548	11,403	10,974
14	8,420	7,957	8,622	8,680	40	11,142	10,722	11,607	11,097
15	8,439	7,978	8,641	8,698	41	11,271	10,848	11,757	11,208
16	8,537	8,081	8,739	8,790	42	11,402	10,977	11,909	11,320
17	8,676	8,227	8,881	8,921	43	11,538	11,109	12,067	11,436
18	8,826	8,384	9,034	9,060	44	11,823	11,388	12,403	11,680
19	8,923	8,485	9,134	9,149	45	11,939	11,500	12,539	11,777
20	9,006	8,572	9,221	9,226	46	12,069	11,626	12,693	11,887
21	9,090	8,659	9,309	9,303	47	12,171	11,725	12,815	11,973
22	9,171	8,742	9,394	9,377	48	12,284	11,834	12,949	12,068
23	9,278	8,853	9,508	9,475	49	12,387	11,933	13,074	12,154
24	9,358	8,934	9,592	9,547	50	12,664	12,198	13,411	12,382
25	9,383	8,960	9,620	9,570	51	12,746	12,276	13,512	12,449
26	9,427	9,005	9,667	9,610					

Tableau (B-31): résultats de calcul de l'enthalpie de vaporisation du pétrole simulé.

Toutes les valeurs de l'enthalpie de vaporisation sont données en (Kcal/mole).

H<sub>v1</sub>: corrélation de Nerst-Bingham.

H<sub>v2</sub>: corrélation de Zidelkier-Chitour.

H<sub>v3</sub>: corrélation de Chitour et al.

L'expression de H<sub>v</sub> simulée est :

$$H_v = a + b \cdot T_{eb} + c / T_{eb} + d / T_{eb}^{1.5} + e / T_{eb}^2 \quad (B-41)$$

T<sub>eb</sub> : la température d'ébullition en °C.

a=4,933102995 ; b=0,01952533 ; c=279,26690 ; d=-2558,55681 ; e=6642,72369 ;

R<sup>2</sup>=0,999998377.

## CHAPITRE I : CALCUL DES PROPRIETES PHYSICO-CHIMIQUES DU P.A.S

✓ L'enthalpie de vaporisation du HRS162 :

Teb(°C)	Hv1	Hv2	Hv3	e(%)	Teb(°C)	Hv1	Hv2	Hv3	e(%)
36,4	6,759	6,767	6,767	0,120	170,0	9,381	9,383	9,383	0,017
45,0	6,936	6,932	6,925	0,156	174,0	9,464	9,462	9,463	0,012
55,0	7,140	7,141	7,130	0,137	178,0	9,545	9,542	9,543	0,017
70,0	7,439	7,446	7,431	0,114	182,0	9,625	9,621	9,623	0,019
74,0	7,495	7,525	7,509	0,198	186,0	9,706	9,701	9,704	0,025
78,0	7,583	7,603	7,587	0,055	190,0	9,787	9,781	9,784	0,028
82,0	7,664	7,681	7,665	0,018	194,0	9,868	9,861	9,865	0,030
86,0	7,742	7,758	7,742	0,006	198,0	9,949	9,941	9,946	0,034
90,0	7,820	7,835	7,819	0,011	202,0	10,032	10,022	10,027	0,050
94,0	7,897	7,912	7,897	0,009	206,0	10,115	10,102	10,108	0,070
98,0	7,973	7,988	7,974	0,009	210,0	10,181	10,183	10,189	0,085
102,0	8,048	8,065	8,051	0,032	216,0	10,308	10,304	10,312	0,038
106,0	8,127	8,141	8,128	0,008	225,0	10,493	10,487	10,495	0,022
110,0	8,207	8,218	8,205	0,021	235,0	10,698	10,690	10,701	0,030
114,0	8,286	8,295	8,282	0,042	245,0	10,906	10,895	10,907	0,012
118,0	8,364	8,371	8,360	0,048	255,0	11,113	11,100	11,114	0,012
122,0	8,439	8,448	8,437	0,024	265,0	11,316	11,306	11,323	0,058
126,0	8,514	8,525	8,515	0,017	275,0	11,533	11,512	11,532	0,007
130,0	8,590	8,602	8,593	0,041	285,0	11,744	11,719	11,743	0,011
134,0	8,668	8,679	8,671	0,040	295,0	11,939	11,927	11,955	0,134
138,0	8,748	8,757	8,750	0,014	305,0	12,167	12,135	12,169	0,021
142,0	8,826	8,834	8,828	0,022	315,0	12,380	12,344	12,384	0,035
146,0	8,905	8,912	8,907	0,024	325,0	12,593	12,553	12,602	0,068
150,0	8,982	8,990	8,986	0,040	335,0	12,812	12,763	12,821	0,070
154,0	9,061	9,069	9,065	0,043	345,0	13,033	12,973	13,042	0,070
158,0	9,139	9,147	9,144	0,058	355,0	13,245	13,183	13,265	0,151
162,0	9,219	9,226	9,224	0,045	365,0	13,499	13,394	13,491	0,059
166,0	9,297	9,304	9,303	0,063	-	-	-	-	-

Tableau (B-31) : calcul de Hv pour HRS162.

H<sub>v1</sub> : enthalpie de vaporisation moyenne.

H<sub>v2</sub> : enthalpie de vaporisation simulée.

$$H_{v3} = H_{v2} + \Delta H_v.$$

$$\text{Où : } \Delta H_v = a + b \cdot T_{eb} + c \cdot T_{eb}^2 + d \cdot T_{eb}^{2.5} + e \cdot T_{eb}^3 \quad (\text{B-42})$$

T<sub>eb</sub> : température d'ébullition en °C.

$$a=0,062729104 ; b=-0,002934257 ; c=5,78 \cdot 10^{-5} ; d=-4,75 \cdot 10^{-6} ; e=1,13 \cdot 10^{-7} ;$$

$$R^2=0,960081468.$$

## CHAPITRE I : CALCUL DES PROPRIETES PHYSICO-CHIMIQUES DU P.A.S

---

Les figures (B-52 à 54) respectivement les résultats obtenus pour le calcul de l'enthalpie de vaporisation.

### Commentaire :

Les résultats obtenus pour ces propriétés sont très encourageants, puisque les erreurs commises sont de l'ordre de 0,05%.



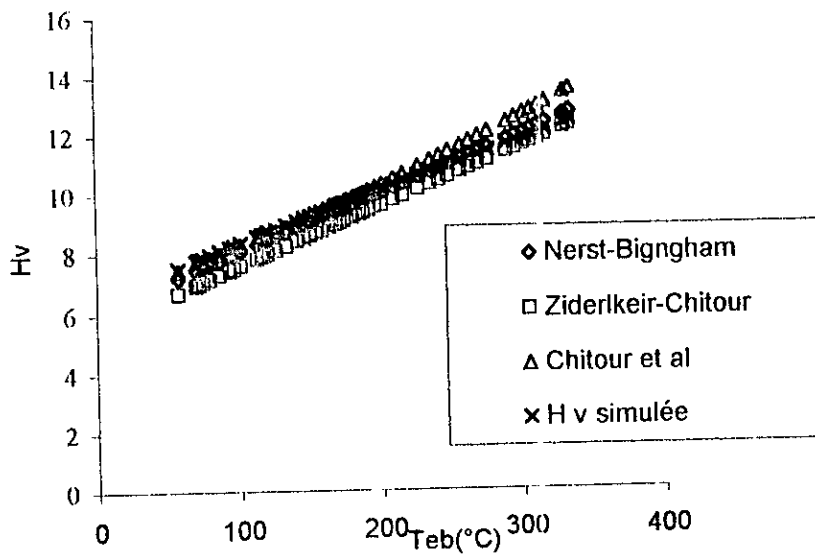


figure (B-52) : calcul de l'enthalpie de vaporisation du P.A.S

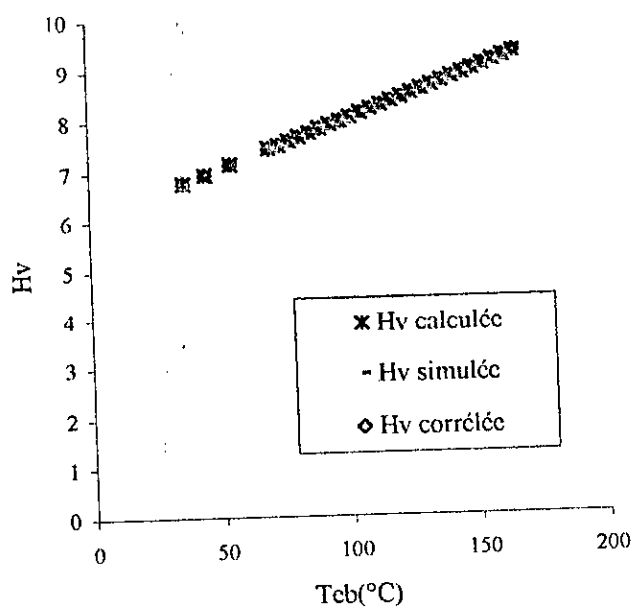
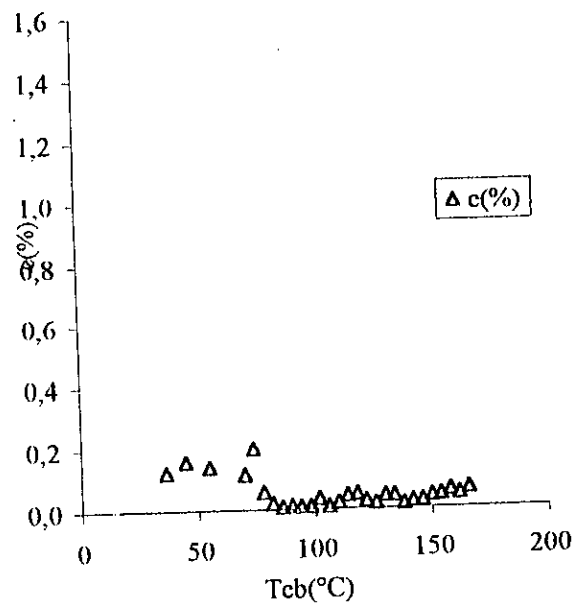


figure (B-53) : calcul de l'enthalpie de vaporisation pour HRS162



figure(B-54) : calcul des écarts enregistrés.

## CHAPITRE II : CALCUL DES PROPRIETES PHYSICO-CHIMIQUES DU P.A.S

### IV-3- la conductivité thermique :

✓ *Conductivité thermique du pétrole simulé :*

FP	$\lambda_1$	$\lambda_2$	$\lambda_{\text{simulé}}$	FP	$\lambda_1$	$\lambda_2$	$\lambda_{\text{simulé}}$
1	0,1033	0,1407	0,1220	28	0,0861	0,1337	0,1099
2	0,1001	0,1407	0,1204	29	0,0858	0,1333	0,1096
3	0,0996	0,1404	0,1200	30	0,0856	0,1330	0,1093
4	0,0995	0,1402	0,1198	31	0,0853	0,1328	0,1091
5	0,0989	0,1400	0,1195	32	0,0850	0,1324	0,1087
6	0,0979	0,1399	0,1189	33	0,0847	0,1319	0,1083
7	0,0966	0,1397	0,1182	34	0,0843	0,1313	0,1078
8	0,0954	0,1394	0,1174	35	0,0839	0,1307	0,1073
9	0,0949	0,1393	0,1171	36	0,0833	0,1299	0,1066
10	0,0942	0,1385	0,1163	37	0,0828	0,1293	0,1060
11	0,0926	0,1383	0,1155	38	0,0825	0,1286	0,1055
12	0,0922	0,1382	0,1152	39	0,0822	0,1278	0,1050
13	0,0919	0,1381	0,1150	40	0,0818	0,1265	0,1041
14	0,0916	0,1380	0,1148	41	0,0815	0,1254	0,1034
15	0,0915	0,1375	0,1145	42	0,0812	0,1246	0,1029
16	0,0909	0,1373	0,1141	43	0,0809	0,1236	0,1022
17	0,0901	0,1369	0,1135	44	0,0803	0,1214	0,1009
18	0,0894	0,1364	0,1129	45	0,0800	0,1203	0,1002
19	0,0889	0,1360	0,1124	46	0,0798	0,1191	0,0994
20	0,0885	0,1357	0,1121	47	0,0796	0,1179	0,0987
21	0,0881	0,1353	0,1117	48	0,0793	0,1167	0,0980
22	0,0878	0,1350	0,1114	49	0,0791	0,1156	0,0974
23	0,0873	0,1348	0,1111	50	0,0786	0,1126	0,0956
24	0,0870	0,1347	0,1108	51	0,0785	0,1115	0,0950
25	0,0869	0,1345	0,1107	-	-	-	-
26	0,0867	0,1343	0,1105	-	-	-	-
27	0,0865	0,1339	0,1102	-	-	-	-

Tableau (B-32): calcul de la conductivité thermique du pétrole simulé.

$\lambda_1$  : corrélation de Kern.

$\lambda_1$  : corrélation de Sato- Reidel.

$\lambda_{\text{simulée}}$  est calculée comme étant la valeur moyenne entre les deux corrélations précédents.

L'expression le  $\lambda_{\text{simulée}}$  est :

$$\lambda_{\text{simulée}} = a + b \cdot \theta + c \cdot \theta^2 + d \cdot \theta^{2.5} + e \cdot \theta^3 \quad (\text{B-43})$$

$$\theta = T_{\text{eb}} \cdot d$$

$T_{\text{eb}}$  : température d'ébullition en °C.

$d$  : la densité.

## CHAPITRE II : CALCUL DES PROPRIETES PHYSICO-CHIMIQUES DU P.A.S

Avec :  $a=0,130684945$  ;  $b=-0,0002974$  ;  $c=2,41 \cdot 10^{-6}$  ;  $d=-1,29 \cdot 10^{-7}$  ;  $e=1,31 \cdot 10^{-9}$  ;  
 $R^2=0,99985$ .

✓ *Conductivité thermique du HRS162.*

Teb(°C)	$\lambda_1$	$\lambda_2$	$\lambda_3$	c(%)	Teb(°C)	$\lambda_1$	$\lambda_2$	$\lambda_3$	c(%)
36,4	0,1224	0,1249	0,1218	0,5153	162,0	0,1093	0,1113	0,1090	0,3194
45,0	0,1213	0,1236	0,1211	0,1297	166,0	0,1090	0,1110	0,1087	0,3015
55,0	0,1202	0,1222	0,1198	0,2852	170,0	0,1089	0,1107	0,1084	0,3860
62,0	0,1186	0,1211	0,1183	0,2362	174,0	0,1086	0,1104	0,1082	0,4305
70,0	0,1172	0,1199	0,1170	0,1739	178,0	0,1084	0,1102	0,1079	0,4335
74,0	0,1153	0,1190	0,1164	0,9388	182,0	0,1081	0,1099	0,1076	0,4048
78,0	0,1156	0,1187	0,1160	0,2927	186,0	0,1078	0,1096	0,1073	0,3989
82,0	0,1156	0,1184	0,1155	0,0393	190,0	0,1074	0,1093	0,1071	0,3514
86,0	0,1154	0,1180	0,1151	0,2034	194,0	0,1071	0,1090	0,1068	0,3256
90,0	0,1150	0,1176	0,1147	0,2560	198,0	0,1068	0,1088	0,1065	0,3228
94,0	0,1147	0,1172	0,1143	0,3225	202,0	0,1066	0,1085	0,1062	0,3361
98,0	0,1143	0,1167	0,1140	0,3292	206,0	0,1063	0,1082	0,1060	0,3365
102,0	0,1139	0,1163	0,1136	0,3110	210,0	0,1057	0,1078	0,1055	0,1483
106,0	0,1138	0,1159	0,1132	0,4583	216,0	0,1053	0,1074	0,1051	0,2214
110,0	0,1135	0,1156	0,1129	0,5599	225,0	0,1047	0,1068	0,1044	0,2869
114,0	0,1132	0,1152	0,1125	0,5976	235,0	0,1039	0,1060	0,1037	0,2714
118,0	0,1129	0,1149	0,1122	0,5718	245,0	0,1032	0,1052	0,1029	0,3315
122,0	0,1125	0,1145	0,1119	0,4856	255,0	0,1024	0,1044	0,1021	0,3431
126,0	0,1120	0,1141	0,1116	0,3637	265,0	0,1015	0,1035	0,1012	0,2673
130,0	0,1116	0,1137	0,1113	0,3001	275,0	0,1007	0,1026	0,1004	0,3234
134,0	0,1113	0,1134	0,1110	0,3031	285,0	0,0998	0,1016	0,0995	0,2607
138,0	0,1111	0,1131	0,1107	0,3517	295,0	0,0984	0,1004	0,0987	0,2124
142,0	0,1108	0,1128	0,1104	0,3325	305,0	0,0975	0,0994	0,0976	0,0957
146,0	0,1105	0,1125	0,1101	0,3551	315,0	0,0980	0,0982	0,0966	1,4179
150,0	0,1102	0,1122	0,1098	0,3377	325,0	0,0966	0,0969	0,0955	1,0735
154,0	0,1099	0,1118	0,1095	0,3436	335,0	0,0951	0,0955	0,0944	0,7587
158,0	0,1096	0,1115	0,1093	0,3003	345,0	0,0936	0,0940	0,0932	0,3909
-	-	-	-	-	365,0	0,0904	0,0907	0,0905	0,1215

Tableau (B-33) : conductivité thermique du HRS162.

$\lambda_1$  : conductivité thermique moyenne.  
 $\lambda_2$  : conductivité thermique simulée.  
 $\lambda_3$  : conductivité thermique corrigée.  
 $\lambda_3 = \lambda_2 + \Delta\lambda$

$\Delta\lambda = a+b \cdot \alpha+c \cdot \alpha^3+d \cdot \exp(\alpha)+e \cdot \ln(\alpha)$   
 $\alpha$  représente la densité.

(B-44)

$A=-2090,460905$  ;  $b=-4143,604145$  ;  $c=-1176,762816$  ;  $d=2726,430809$  ;  $e=268,16159$  ;  
 $R^2=0,8199024$ .

*Commentaires:*

Nous représentons en figures (B-55 à 57) la variations de facteur acentrique pour le P.A.S , pour le pétrole HRS12 , ainsi que les écarts enregistrés.

De toutes les corrélations données par l'outil informatique, nous avons retenu celle qui donne les écarts les plus faibles, la déviation la plus élevée est enregistrée pour les fractions légères et l'écart moyen reste égal à 2,87%.

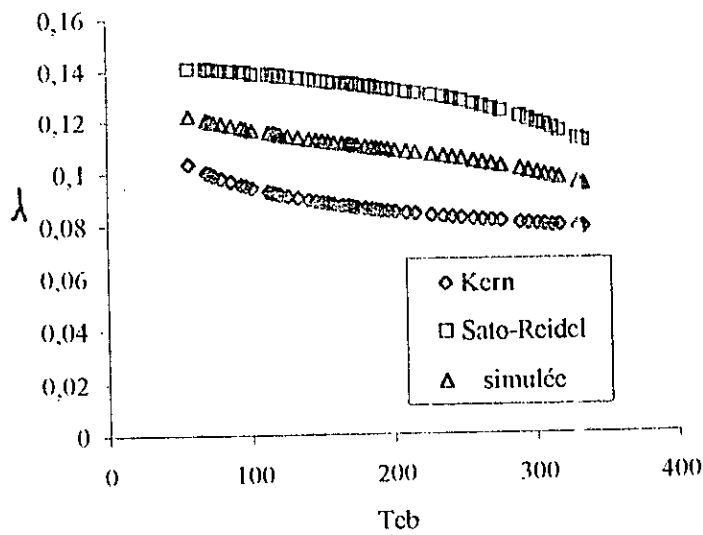


figure (B-55) : calcul de la conductivité thermique du P.A.S

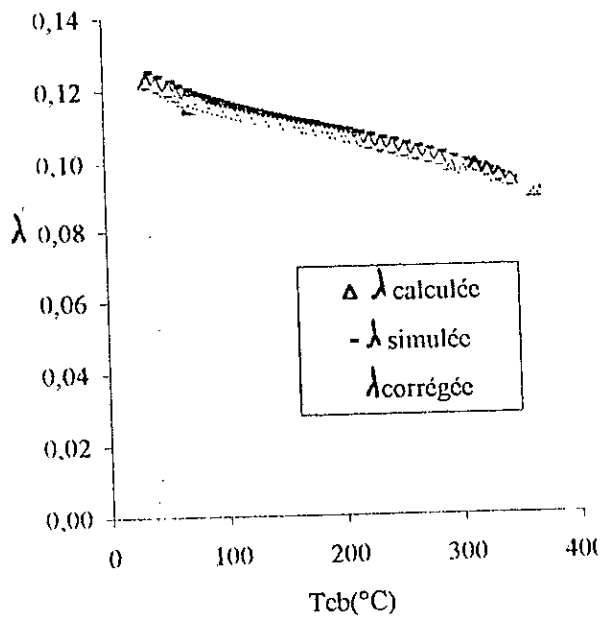


figure (B-56) : calcul de  $\lambda$  du HRS162

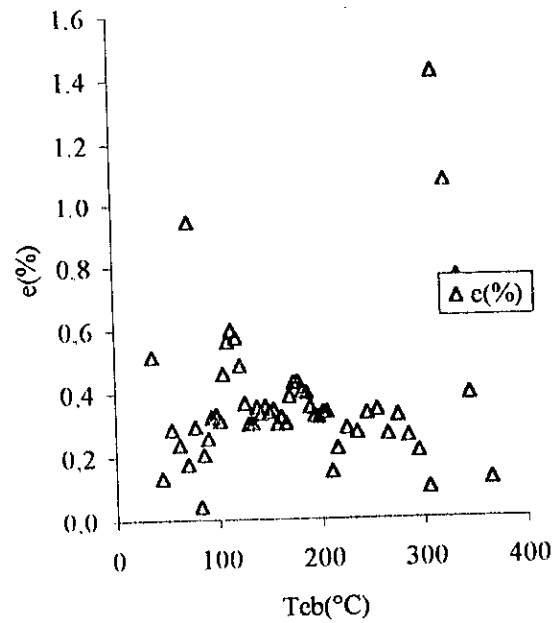


figure (B-57) : calcul des écarts enregistrés.

## CHAPITRE II : CALCUL DES PROPRIETES PHYSICO-CHIMIQUES DU P.A.S

### VI-4- Le facteur acentrique :

✓ Facteur acentrique du pétrole simulé :

Teb(°C)	W1	W2	W3	W simulé	Teb(°C)	W1	W2	W3	W simulé
57,097	0,254	0,247	0,334	0,278	172,304	0,538	0,551	0,619	0,569
69,729	0,375	0,371	0,354	0,367	175,123	0,516	0,528	0,630	0,558
71,667	0,391	0,388	0,358	0,379	180,929	0,537	0,551	0,654	0,580
72,273	0,371	0,368	0,359	0,366	185,652	0,562	0,578	0,674	0,605
74,825	0,348	0,344	0,363	0,352	188,678	0,563	0,579	0,687	0,610
80,024	0,343	0,338	0,372	0,351	192,196	0,558	0,575	0,704	0,612
86,600	0,347	0,343	0,384	0,358	196,820	0,564	0,581	0,726	0,623
93,795	0,395	0,393	0,398	0,395	201,740	0,542	0,558	0,750	0,617
96,993	0,387	0,385	0,404	0,392	209,760	0,568	0,587	0,792	0,649
101,541	0,333	0,330	0,414	0,359	216,322	0,533	0,549	0,829	0,637
113,095	0,425	0,426	0,439	0,430	227,364	0,568	0,587	0,895	0,683
116,297	0,441	0,443	0,447	0,444	235,984	0,599	0,622	0,952	0,724
118,341	0,443	0,446	0,452	0,447	242,219	0,600	0,624	0,995	0,740
120,478	0,458	0,461	0,457	0,459	248,562	0,575	0,597	1,041	0,738
121,484	0,422	0,424	0,459	0,435	257,202	0,600	0,625	1,161	0,795
126,581	0,412	0,414	0,472	0,433	263,430	0,595	0,619	1,216	0,810
133,831	0,421	0,424	0,492	0,445	269,783	0,586	0,609	1,275	0,823
141,577	0,459	0,465	0,514	0,479	276,320	0,489	0,504	1,340	0,777
146,578	0,475	0,482	0,529	0,495	290,100	0,561	0,582	1,491	0,878
150,867	0,483	0,491	0,543	0,505	295,641	0,537	0,556	1,557	0,883
155,158	0,493	0,501	0,557	0,517	301,880	0,536	0,555	1,637	0,909
159,279	0,489	0,497	0,571	0,519	306,801	0,513	0,531	1,703	0,916
164,747	0,512	0,523	0,590	0,542	312,168	0,501	0,517	1,778	0,932
168,769	0,545	0,559	0,605	0,570	317,090	0,372	0,379	1,851	0,868
170,068	0,539	0,552	0,610	0,567	330,192	0,448	0,460	2,064	0,991

Tableau (B-34) : calcul de facteur acentrique du pétrole simulé.

W1 : corrélation de Edmister.

W2 : corrélation de Lee-Kesler.

W3 : corrélation de Chitour et al.

W simulé : cette valeur est calculer à partir de la moyenne des trois corrélations précédentes, elle à pour expression :

$$W \text{ simulé} = a + b \cdot d / \ln(d).$$

(cor-45)

d représente la densité.

$$a = 0.035935345 ; b = -0.17388492 ; R^2 = 0.987016655.$$

## CHAPITRE II : CALCUL DES PROPRIETES PHYSICO-CHIMIQUES DU P.A.S

✓ Facteur acentrique du HRS162 :

Teb(°C)	W1	W2	W3	e(%)	Teb(°C)	W1	W2	W3	e(%)
36,4	0,2799	0,2672	0,2763	1,2969	174	0,5810	0,5511	0,5827	0,2971
45	0,2829	0,2803	0,2521	10,9050	178	0,5919	0,5580	0,5911	0,1374
55	0,2971	0,2983	0,2471	16,8294	182	0,6036	0,5656	0,5999	0,6069
70	0,3108	0,3753	0,3148	1,2809	186	0,6147	0,5724	0,6077	1,1463
74	0,3606	0,4583	0,3985	10,5209	190	0,6261	0,5801	0,6160	1,6244
78	0,3645	0,4214	0,3633	0,3129	194	0,6378	0,5878	0,6242	2,1364
82	0,3706	0,4111	0,3556	4,0335	198	0,6505	0,5954	0,6320	2,8472
86	0,3794	0,4099	0,3576	5,7621	202	0,6628	0,6009	0,6375	3,8256
90	0,3849	0,4090	0,3604	6,3586	206	0,6664	0,6058	0,6421	2,7812
94	0,3905	0,4145	0,3700	5,2428	210	0,6711	0,6422	0,6781	1,0415
98	0,3971	0,4240	0,3839	3,3291	216	0,6660	0,6467	0,6817	2,3549
102	0,4095	0,4345	0,3990	2,5461	225	0,6824	0,6636	0,6966	2,0818
106	0,4191	0,4356	0,4049	3,3880	235	0,7112	0,6876	0,7177	0,9172
110	0,4276	0,4361	0,4102	4,0507	245	0,7362	0,7062	0,7332	0,4022
114	0,4350	0,4386	0,4176	3,9879	255	0,7580	0,7282	0,7521	0,7803
118	0,4407	0,4444	0,4283	2,8180	265	0,7886	0,7597	0,7810	0,9678
122	0,4470	0,4556	0,4442	0,6194	275	0,8062	0,7662	0,7857	2,5496
126	0,4564	0,4698	0,4631	1,4570	285	0,8180	0,7850	0,8040	1,7158
130	0,4671	0,4807	0,4784	2,4313	295	0,8527	0,8392	0,8595	0,7950
134	0,4787	0,4874	0,4894	2,2282	305	0,8619	0,8299	0,8536	0,9637
138	0,4860	0,4898	0,4959	2,0344	315	0,8800	0,8513	0,8813	0,1444
142	0,4960	0,4980	0,5080	2,4220	325	0,9036	0,8784	0,9178	1,5781
146	0,5046	0,5053	0,5190	2,8521	335	0,9313	0,8991	0,9518	2,1951
150	0,5153	0,5151	0,5321	3,2736	345	0,9706	0,9229	0,9931	2,3142
154	0,5244	0,5228	0,5430	3,5314	355	1,0411	0,9760	1,0686	2,6451
158	0,5367	0,5325	0,5555	3,5050	365	1,1261	0,9546	1,0751	4,5323
162	0,5450	0,5378	0,5633	3,3569	-	-	-	-	-
166	0,5605	0,5482	0,5761	2,7750	-	-	-	-	-
170	0,5712	0,5482	0,5781	1,2011	-	-	-	-	-

Tableau (B-35) : résultats de calcul de facteur acentrique du HRS162.

W1 : facteur acentrique moyen.

W2 : facteur acentrique simulé.

W3 = W2 + ΔW.

$$\Delta W = a + b \cdot T_{eb} + c \cdot T_{eb}^{2.5} + d \cdot T_{eb}^3 + e \cdot T_{eb}^{0.5}$$

T<sub>eb</sub> : température d'ébullition en °C.

(cor-46)

$$a = 1,25834699 ; b = 0,02538034 ; c = -5,15 \cdot 10^{-6} ; d = 1,9 \cdot 10^{-7} ; e = -0,3609051 ; R^2 = 0,7322710.$$

## CHAPITRE I : CALCUL DES PROPRIETES PHYSICO-CHIMIQUES DU P.A.S

---

Nous représentons en figures (B-55 à 57) les variations du facteur acentrique pour le pétrole simulé, pour le pétrole HRS162, ainsi pour les déviations enregistrées.

### Commentaire :

De toutes les corrélations données par l'outil informatique, nous avons bien sur retenue celle qui donne les écarts les plus faibles. La déviation la plus élevée est enregistrée pour les fractions légères et l'écart moyen reste égal à 2,86%.



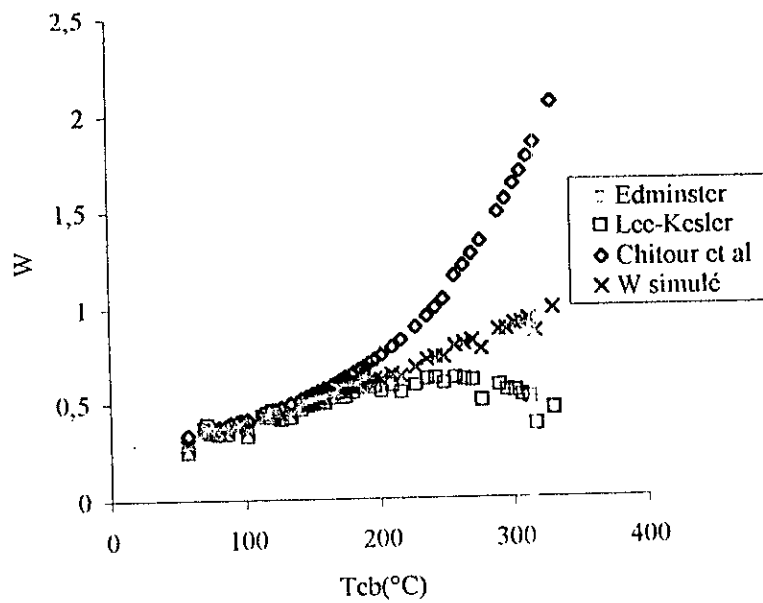


figure (B-58) : calcul de facteur acentrique du P.A.S

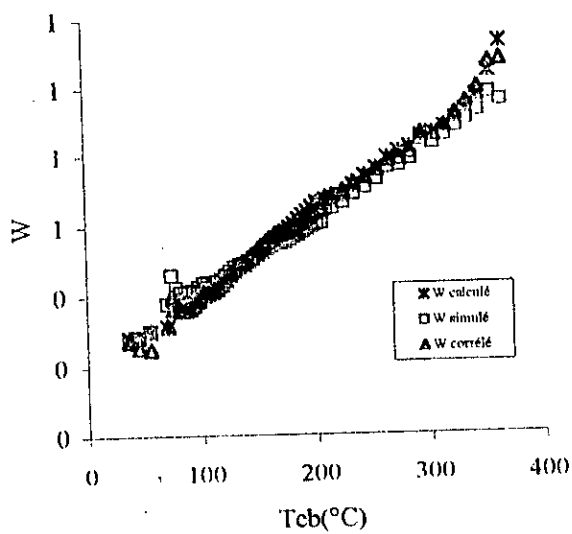


figure (B-59) : calcul de facteur acentrique du HRS162

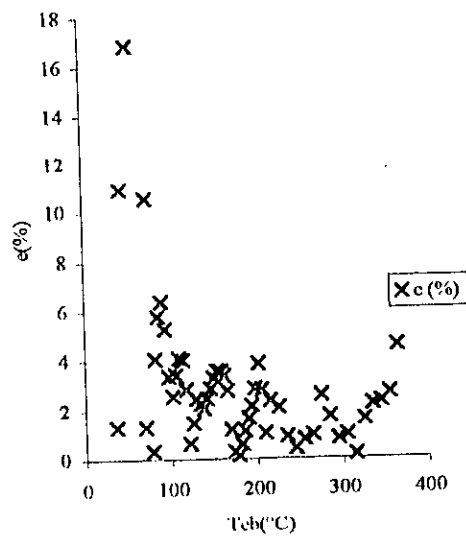


figure (B-60) : calcul de la déviation

## CHAPITRE II : CALCUL DES PROPRIETES PHYSICO-CIMIQUES DU P.A.S

### V- les propriétés spécifiques :

#### V-1 - le point d'aniline :

✓ *Point d'aniline du pétrole simulé :*

FP	PA1	PA2	PA3	PA simulé	FP	PA1	PA2	PA3	PA simulé
1	112,473	60,130	76,925	83,176	27	80,417	52,666	65,051	66,045
2	106,300	57,875	72,576	78,917	28	79,720	52,868	65,418	66,002
3	105,510	57,573	72,017	78,367	29	79,237	53,060	65,749	66,015
4	105,304	57,480	71,848	78,211	30	78,995	53,195	65,974	66,055
5	104,238	57,103	71,161	77,501	31	78,677	53,365	66,249	66,097
6	102,102	56,387	69,891	76,127	32	78,298	53,607	66,630	66,178
7	99,602	55,581	68,512	74,565	33	77,990	53,887	67,059	66,312
8	97,079	54,816	67,262	73,052	34	77,438	54,392	67,804	66,545
9	96,033	54,513	66,785	72,444	35	77,074	54,849	68,452	66,792
10	94,799	54,120	66,185	71,701	36	76,404	55,700	69,610	67,238
11	91,379	53,308	65,027	69,905	37	75,885	56,435	70,565	67,628
12	90,536	53,128	64,790	69,484	38	75,705	57,002	71,278	67,995
13	90,027	53,022	64,657	69,235	39	75,551	57,611	72,021	68,394
14	89,507	52,920	64,531	68,986	40	75,534	72,479	73,057	73,690
15	89,426	52,874	64,477	68,926	41	75,642	73,650	73,818	74,370
16	88,207	52,670	64,248	68,375	42	75,521	74,867	74,604	74,997
17	86,689	52,454	64,047	67,730	43	75,531	76,140	75,422	75,698
18	85,206	52,314	63,976	67,165	44	75,401	78,892	77,165	77,153
19	84,340	52,270	64,003	66,871	45	75,546	80,022	77,870	77,813
20	83,658	52,262	64,068	66,662	46	75,626	81,311	78,666	78,534
21	83,050	52,278	64,169	66,499	47	75,850	82,338	79,295	79,161
22	82,436	52,317	64,297	66,350	48	75,977	83,470	79,979	79,809
23	81,595	52,403	64,513	66,170	49	76,121	84,518	80,606	80,415
24	81,033	52,490	64,703	66,075	50	76,343	87,353	82,267	81,988
25	80,901	52,522	64,769	66,064	51	76,636	88,200	82,753	82,530
26	80,658	52,582	64,890	66,043	-	-	-	-	-

Tableau (B-36) : résultats de calcul de point d'aniline du pétrole simulé.

Les valeurs de PA sont données en °C.

PA1 : corrélation de M-Robert.

PA2 : corrélation de Chitour et al.

PA3 : corrélation de Walsh-Mortimer.

## CHAPITRE II : CALCUL DES PROPRIETES PHYSICO-CHIMIQUES DU P.A.S

L'expression de point d'aniline simulé est :

### 1. Fractions légères :

$$\text{PA simulé} = a + b \cdot \text{Teb} + c \cdot \text{Teb}^2 + d \cdot \text{Teb}^3 + e \cdot \text{Teb}^{0.5} \quad (\text{cor-47})$$

Teb : température d'ébullition en °C.

$$a = 141,7586152 ; \quad b = 0,140109639 ; \quad c = 0,00093347 ; \quad d = -1,38 \cdot 10^{-6} ; \quad e = -9,180221147 ;$$

$$R^2 = 0,999984366.$$

### 2. Fractions lourds :

$$\text{PA} = a + b \cdot \text{Teb} + c \cdot \text{Teb}^{2.5} + d \cdot \text{Teb}^3 + e \cdot \exp(-\text{Teb}) \quad (\text{cor-48})$$

Avec :

Teb : température d'ébullition en °C.

$$a = 73,8580879 ; \quad b = -0,100593829 ; \quad c = 4,96 \cdot 10^{-5} ; \quad d = -1,58 \cdot 10^{-6} ; \quad e = -4,01 \cdot 10^{108} ; \quad R^2 = 0,9999543.$$

### ✓ Point d'aniline du HRS162 :

Teb(°C)	PA1	PA2	PA3	c(%)	Teb(°C)	PA1	PA2	PA3	c(%)
36,4	87,882	92,642	90,299	2,750	166,0	69,039	66,148	69,430	0,567
45,0	85,801	88,245	83,690	2,461	170,0	69,818	66,079	69,520	0,428
55,0	83,130	83,976	78,371	5,725	174,0	70,371	66,034	69,611	1,080
62,0	76,574	81,420	75,713	1,125	178,0	70,614	66,012	69,703	1,290
70,0	72,043	78,860	73,456	1,961	182,0	70,821	66,011	69,795	1,448
78,0	70,258	76,634	71,829	2,236	186,0	71,111	66,032	69,888	1,719
82,0	69,562	75,633	71,202	2,358	190,0	71,369	66,072	69,981	1,945
86,0	68,853	74,700	70,678	2,651	194,0	71,626	66,130	70,074	2,167
90,0	70,151	73,832	70,244	0,132	198,0	71,908	66,207	70,166	2,422
94,0	67,062	73,025	69,887	4,212	202,0	72,358	69,392	73,351	1,373
98,0	69,580	72,276	69,598	0,026	206,0	72,875	69,648	73,591	0,982
102,0	68,943	71,581	69,368	0,616	210,0	71,251	69,915	73,828	3,617
106,0	69,418	70,939	69,189	0,330	216,0	72,252	70,338	74,181	2,669
110,0	69,999	70,346	69,054	1,350	225,0	73,138	71,018	74,708	2,146
114,0	70,363	69,800	68,957	1,999	235,0	73,922	71,835	75,306	1,872
118,0	70,372	69,299	68,893	2,103	245,0	75,084	72,715	75,934	1,132
122,0	69,804	68,841	68,857	1,357	255,0	76,144	73,654	76,610	0,612
126,0	68,979	68,424	68,845	0,195	265,0	76,795	74,649	77,354	0,728
130,0	68,560	68,046	68,853	0,428	275,0	78,800	75,694	78,186	0,780
134,0	68,598	67,706	68,878	0,409	285,0	80,235	76,788	79,123	1,385
138,0	69,073	67,401	68,918	0,224	295,0	82,990	77,925	80,188	3,377
142,0	68,998	67,130	68,970	0,041	305,0	80,177	79,102	81,398	1,523
146,0	69,029	66,893	69,031	0,003	315,0	83,371	80,315	82,776	0,713
150,0	68,861	66,686	69,101	0,349	325,0	84,690	81,559	84,339	0,414
154,0	68,915	66,510	69,177	0,380	335,0	86,334	82,830	86,109	0,260
158,0	68,829	66,362	69,258	0,623	345,0	87,919	84,125	88,106	0,212
162,0	69,145	66,242	69,343	0,286	365,0	91,821	86,764	92,854	1,125

Tableau (B-37): résultats de calcul de point d'aniline du HRS162.

## CHAPITRE II : CALCUL DES PROPRIETES PHYSICO-CHIMIQUES DU P.A.S

---

PA1 : point d'aniline moyen.

PA2 : point d'aniline simulé.

$$PA3 = PA2 + \Delta PA.$$

$$\text{Où : } \Delta PA = a + b \cdot T_{eb} + c \cdot T_{eb}^{2.5} + d \cdot T_{eb}^3 + e \cdot \exp(-T_{eb}) \quad (\text{cor-50})$$

T<sub>eb</sub> : température d'ébullition en °C.

$$a = 73,8580879 ; b = -0,1005938 ; c = 4,96 \cdot 10^{-5} ; d = -1,58 \cdot 10^{-6} ; e = -4,01 \cdot 10^{108} ; R^2 = 0,9999543.$$

### Commentaire :

Pour cette grandeur, le facteur correctif est exprimé en fonction de la température d'ébullition, les résultats obtenus par cette corrélation sont donnés dans le tableau (B-38 et 39) est représentés en figures (B-61 à 63). Les écarts obtenus sont satisfaisants et de l'ordre de 1,35%.

## CHAPITRE II : CALCUL DES PROPRIETES PHYSICO-CIMIQUES DU P.A.S

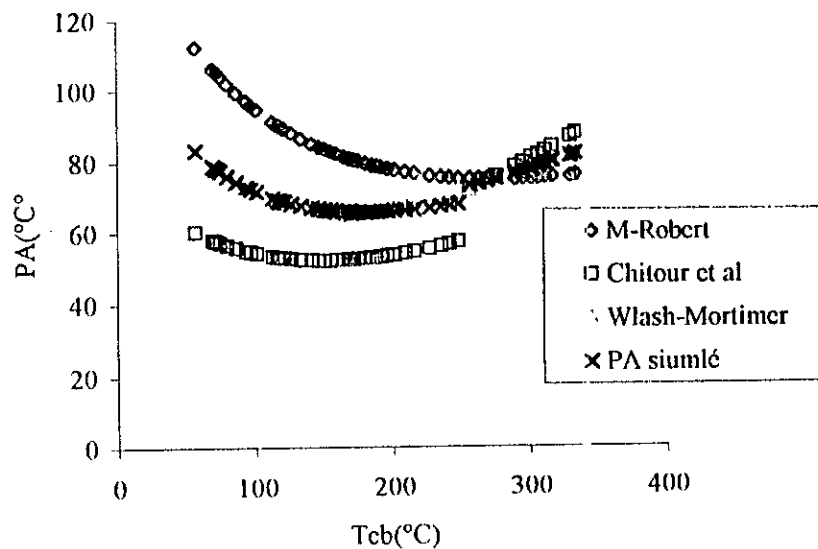


figure (B-61) : calcul de point d'aniline du P.A.S

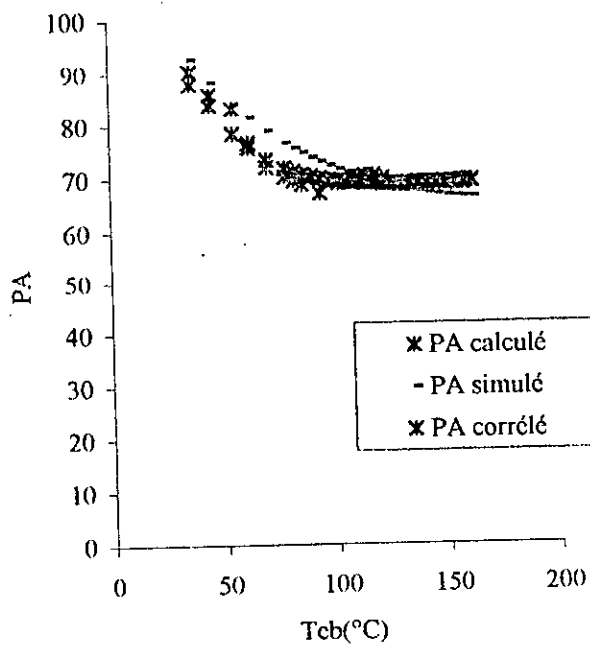


figure (B-62) : calcul de point d'aniline pour HRS162

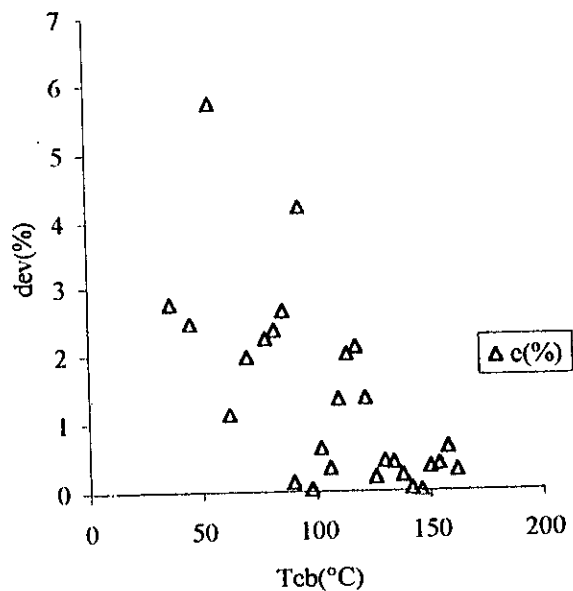


figure (B-63) : calcul de la déviation

## CHAPITRE II : CALCUL DES PROPRIETES PHYSICO-CHIMIQUES DU P.A.S

✓ *Kuop* du HRS162 :

Teb(°C)	Kuop1	Kuop2	Kuop3	c(%)	Teb(°C)	Kuop1	Kuop2	Kuop3	c(%)
36,4	13,265	13,582	13,303	0,288	170	12,370	12,026	12,360	0,084
45	13,080	13,111	12,982	0,753	174	12,377	12,020	12,358	0,159
55	12,922	12,785	12,770	1,178	178	12,374	12,014	12,356	0,151
62	12,694	12,632	12,675	0,153	182	12,367	12,009	12,354	0,102
70	12,548	12,502	12,598	0,394	186	12,356	12,004	12,352	0,026
74	12,277	12,450	12,568	2,368	190	12,336	11,999	12,351	0,118
78	12,406	12,405	12,542	1,096	194	12,308	11,995	12,349	0,336
82	12,457	12,365	12,520	0,510	198	12,269	11,991	12,348	0,642
86	12,477	12,330	12,501	0,195	202	12,221	11,987	12,347	1,029
90	12,495	12,299	12,484	0,085	206	12,159	11,983	12,346	1,541
94	12,491	12,271	12,470	0,170	210	12,324	11,979	12,345	0,169
98	12,473	12,246	12,457	0,132	216	12,338	11,974	12,343	0,045
102	12,453	12,223	12,445	0,059	225	12,345	11,967	12,342	0,031
106	12,461	12,202	12,435	0,205	235	12,350	11,960	12,340	0,081
110	12,470	12,183	12,426	0,352	245	12,369	11,953	12,338	0,245
114	12,472	12,166	12,418	0,434	255	11,614	11,948	11,613	0,014
118	12,464	12,150	12,411	0,428	265	11,612	11,942	11,618	0,052
122	12,441	12,136	12,404	0,292	275	11,630	11,938	11,624	0,052
126	12,411	12,123	12,398	0,098	285	11,636	11,933	11,628	0,074
130	12,391	12,110	12,393	0,014	295	11,616	11,929	11,629	0,111
134	12,384	12,099	12,388	0,033	305	11,631	11,926	11,627	0,033
138	12,388	12,089	12,384	0,038	315	11,624	11,922	11,624	0,001
142	12,380	12,079	12,380	0,001	325	11,622	11,919	11,623	0,016
146	12,375	12,070	12,376	0,011	335	11,634	11,916	11,630	0,038
150	12,365	12,061	12,373	0,058	345	11,658	11,914	11,649	0,084
154	12,363	12,053	12,370	0,056	355	11,674	11,911	11,687	0,117
158	12,357	12,046	12,367	0,080	365	11,760	11,909	11,754	0,048
162	12,361	12,039	12,364	0,023	375	11,569	11,907	11,858	2,491
166	12,356	12,032	12,362	0,050	-	-	-	-	-

Tableau (B-39) : calcul de *Kuop* du HRS162.

*Kuop*1 : *kuop* calculé par même méthode que précédemment.

*Kuop*2 : *Kuop* simulé.

*Kuop*3 = *Kuop*2 + Δ*Kuop*.

Avec :

1- fractions légères

$$\Delta Kuop = a + b/Teb.$$

Teb : température d'ébullition en °C.

$$a = 0,500764525 ; b = -28,3684458 ; R^2 = 0,996838$$

(B-50)

## CHAPITRE II : CALCUL DES PROPRIETES PHYSICO-CHIMIQUES DU P.A.S

---

2- fractions lourdes :

$$\Delta Kuop = a + b.Teb + c.Teb^2 + d.Teb^{2.5} + e.Teb^3 \quad (B-53)$$

$$a=66,9523593 ; b=-1,18888782 ; c=0,01251495 ; d=-0,00078881 ; e=1,45 \cdot 10^{-5} ; \\ R^2=0,97623225.$$

Commentaire :

Les figures (B-64 à 66) représentent les résultats obtenus qui sont bons puisque les déviations sont de l'ordre de 0,37%. D'autre part, nous faisons remarquer que les différentes tendances des fractions pétrolières déduites du calcul du Kuop confirmant les résultats déjà obtenus par le facteur de corrélation.

## CHAPITRE II : CALCUL DES PROPRIETES PHYSICO-CIMIQUES DU P.A.S

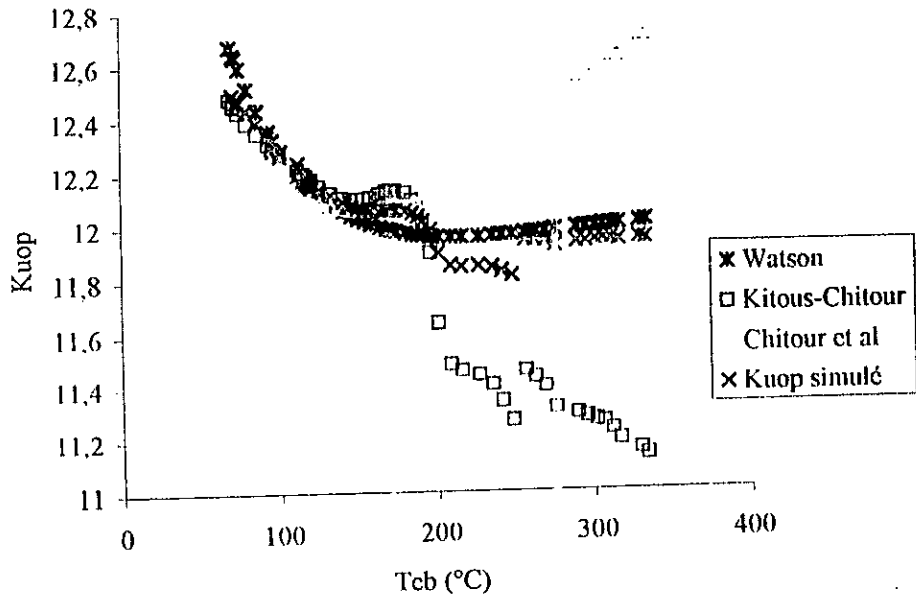


figure (B-64) : calcul de facteur de caractérisation du P.A.S

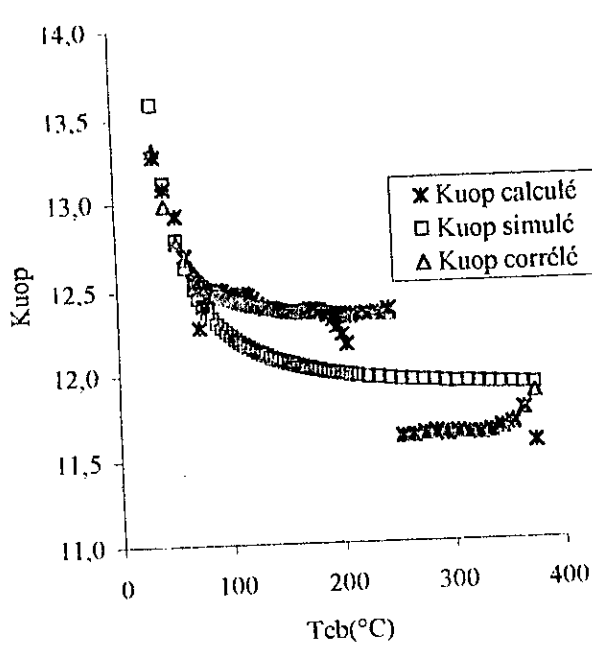


figure (B-65) : calcul de  $Kuop$  du HRS162

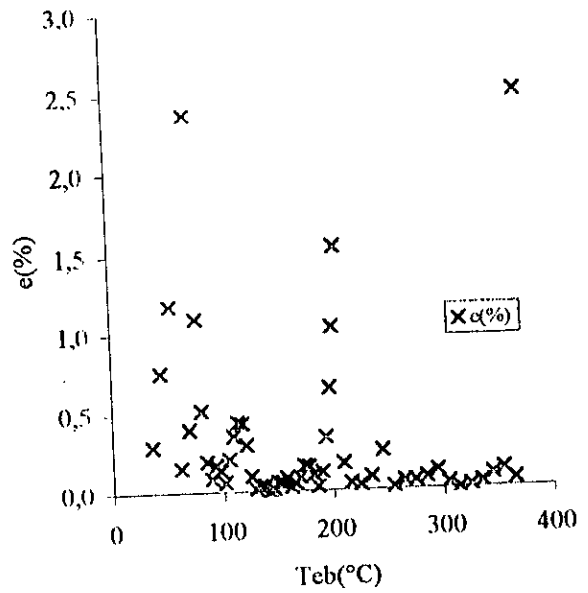


figure (B-66) : calcul des écarts enregistrés.



## CHAPITRE II : CALCUL DES PROPRIETES PHYSICO-CHIMIQUES DU P.A.S

### V-3- le rapport C/H :

✓ Rapport C/H du pétrole simulé :

FP	C/H1	C/H2	C/H simulé	FP	C/H1	C/H2	C/H simulé
1	5,919	4,948	5,433	27	7,127	5,973	6,550
2	6,165	5,112	5,638	28	7,148	5,999	6,574
3	6,199	5,136	5,667	29	7,163	6,020	6,592
4	6,209	5,143	5,676	30	7,173	6,033	6,603
5	6,252	5,174	5,713	31	7,183	6,047	6,615
6	6,336	5,236	5,786	32	7,196	6,066	6,631
7	6,433	5,311	5,872	33	7,208	6,084	6,646
8	6,529	5,388	5,958	34	7,227	6,114	6,670
9	6,568	5,420	5,994	35	7,241	6,136	6,689
10	6,622	5,465	6,044	36	7,262	6,172	6,717
11	6,742	5,572	6,157	37	7,276	6,198	6,737
12	6,772	5,599	6,186	38	7,286	6,217	6,751
13	6,791	5,616	6,203	39	7,296	6,235	6,765
14	6,810	5,633	6,221	40	7,308	6,258	6,783
15	6,818	5,641	6,230	41	7,316	6,275	6,795
16	6,860	5,681	6,270	42	7,324	6,291	6,808
17	6,913	5,734	6,324	43	7,333	6,307	6,820
18	6,965	5,787	6,376	44	7,350	6,340	6,845
19	6,995	5,819	6,407	45	7,358	6,352	6,855
20	7,018	5,845	6,432	46	7,366	6,366	6,866
21	7,041	5,870	6,455	47	7,372	6,377	6,874
22	7,061	5,893	6,477	48	7,379	6,388	6,884
23	7,086	5,922	6,504	49	7,386	6,398	6,892
24	7,103	5,942	6,522	50	7,405	6,424	6,914
25	7,108	5,948	6,528	51	7,410	6,431	6,921
26	7,117	5,959	6,538	-	-	-	-

Tableau (B-40) : résultats de calcul de C/H pour le pétrole simulé.

C/H1 : corrélation de El-hadi-Chitour.  
 C/H2 : corrélation de Riazi-Deubert.

L'expression de C/H simulé est :

$$C/H = a + b \cdot x + c \cdot x^{1.5} + d \cdot x^{2.5} + e \cdot x^3$$

Où :  $x = \text{Teb}(C^\circ) \cdot d$

(cor-52)

$$a=4,1181377242 ; b=0,63568058 ; c= -0,004972104 ; d=1,11 \cdot 10^{-5} ; e=-2,83 \cdot 10^{-10} ;$$

$$R^2=0,999999526.$$

## CHAPITRE II : CALCUL DES PROPRIETES PHYSICO-CHIMIQUES DU P.A.S

### V-3- le rapport C/H :

✓ Rapport C/H du pétrole simulé :

FP	C/H1	C/H2	C/H simulé	FP	C/H1	C/H2	C/H simulé
1	5,919	4,948	5,433	27	7,127	5,973	6,550
2	6,165	5,112	5,638	28	7,148	5,999	6,574
3	6,199	5,136	5,667	29	7,163	6,020	6,592
4	6,209	5,143	5,676	30	7,173	6,033	6,603
5	6,252	5,174	5,713	31	7,183	6,047	6,615
6	6,336	5,236	5,786	32	7,196	6,066	6,631
7	6,433	5,311	5,872	33	7,208	6,084	6,646
8	6,529	5,388	5,958	34	7,227	6,114	6,670
9	6,568	5,420	5,994	35	7,241	6,136	6,689
10	6,622	5,465	6,044	36	7,262	6,172	6,717
11	6,742	5,572	6,157	37	7,276	6,198	6,737
12	6,772	5,599	6,186	38	7,286	6,217	6,751
13	6,791	5,616	6,203	39	7,296	6,235	6,765
14	6,810	5,633	6,221	40	7,308	6,258	6,783
15	6,818	5,641	6,230	41	7,316	6,275	6,795
16	6,860	5,681	6,270	42	7,324	6,291	6,808
17	6,913	5,734	6,324	43	7,333	6,307	6,820
18	6,965	5,787	6,376	44	7,350	6,340	6,845
19	6,995	5,819	6,407	45	7,358	6,352	6,855
20	7,018	5,845	6,432	46	7,366	6,366	6,866
21	7,041	5,870	6,455	47	7,372	6,377	6,874
22	7,061	5,893	6,477	48	7,379	6,388	6,884
23	7,086	5,922	6,504	49	7,386	6,398	6,892
24	7,103	5,942	6,522	50	7,405	6,424	6,914
25	7,108	5,948	6,528	51	7,410	6,431	6,921
26	7,117	5,959	6,538	-	-	-	-

Tableau (B-40) : résultats de calcul de C/H pour le pétrole simulé.

C/H1 : corrélation de El-hadi-Chitour.  
 C/H2 : corrélation de Riazi-Deubert.

L'expression de C/H simulé est :

$$C/H = a + b \cdot x + c \cdot x^{1.5} + d \cdot x^{2.5} + e \cdot x^3$$

Où :  $x = \text{Teb}(C^\circ) \cdot d$

(cor-52)

$$a=4,1181377242 ; b=0,63568058 ; c= -0,004972104 ; d=1,11 \cdot 10^{-5} ; e=-2,83 \cdot 10^{-10} ;$$

$$R^2=0,999999526.$$

## CHAPITRE II : CALCUL DES PROPRIETES PHYSICO-CIMIQUES DU P.A.S

✓ C/H du HRS162 :

Teb(°C)	c/h1	c/h 2	c/h 3	c(%)	Teb(°C)	c/h1	c/h 2	c/h 3	c(%)
36,4	5,049	5,254	5,176	1,483	178,0	6,568	6,464	6,393	1,104
45,0	5,218	5,330	5,436	1,986	182,0	6,584	6,476	6,399	1,180
55,0	5,400	5,443	5,662	4,010	186,0	6,600	6,482	6,405	1,186
62,0	5,541	5,818	5,808	0,162	190,0	6,615	6,492	6,411	1,247
70,0	5,679	6,099	5,936	2,674	194,0	6,629	6,503	6,418	1,313
82,0	5,851	6,303	6,069	3,715	198,0	6,643	6,512	6,424	1,358
86,0	5,895	6,249	6,097	2,436	202,0	6,656	6,511	6,429	1,262
94,0	5,981	6,208	6,147	0,971	206,0	6,669	6,507	6,434	1,123
98,0	6,025	6,248	6,173	1,204	210,0	6,687	6,639	6,445	2,915
102,0	6,068	6,295	6,196	1,561	216,0	6,703	6,618	6,453	2,506
106,0	6,104	6,265	6,213	0,835	225,0	6,728	6,629	6,465	2,477
110,0	6,138	6,231	6,227	0,068	235,0	6,755	6,658	6,479	2,691
114,0	6,171	6,215	6,241	0,425	245,0	6,780	6,665	6,491	2,606
118,0	6,205	6,224	6,256	0,513	255,0	6,804	6,682	6,504	2,666
122,0	6,240	6,272	6,271	0,009	265,0	6,828	6,724	6,515	3,107
126,0	6,274	6,339	6,287	0,817	275,0	6,848	6,691	6,523	2,517
130,0	6,305	6,380	6,300	1,246	285,0	6,870	6,694	6,529	2,458
134,0	6,333	6,390	6,311	1,245	295,0	6,895	6,783	6,537	3,622
138,0	6,358	6,372	6,319	0,842	305,0	6,913	6,714	6,535	2,670
142,0	6,384	6,393	6,328	1,005	315,0	6,934	6,719	6,532	2,788
146,0	6,409	6,406	6,337	1,078	325,0	6,956	6,735	6,526	3,113
150,0	6,433	6,434	6,346	1,370	335,0	6,977	6,737	6,514	3,309
154,0	6,455	6,449	6,354	1,465	345,0	6,998	6,743	6,497	3,651
158,0	6,478	6,474	6,362	1,724	355,0	7,022	6,797	6,476	4,714
162,0	6,497	6,473	6,369	1,607	365,0	7,038	6,727	6,441	4,243
166,0	6,518	6,501	6,377	1,908	-	-	-	-	-
170,0	6,534	6,470	6,381	1,377	-	-	-	-	-
174,0	6,551	6,457	6,387	1,085	-	-	-	-	-

Tableau (B-41) : résultats de calcul de C/H pour HRS162 .

C/H1 : rapport moyen.

C/H2 : rapport simulé.

C/H3 = C/H 2 + Δ C/H.

Avec :

$$\Delta C/H = a + b \cdot T_{eb} + c \cdot T_{eb} \cdot \ln(T_{eb}) + d \cdot T_{eb}^{1.5} + e \cdot T_{eb}^2 \quad (\text{cor-53})$$

Teb: température d'ébullition en °C.

A = -2,89831515 ; b = 0,43879168 ; c = -0,1470798 ; d = 3,14 · 10<sup>-2</sup> ; e = -0,00045103 ;

R<sup>2</sup> = 0,91950368

## CHAPITRE II : CALCUL DES PROPRIETES PHYSICO-CHIMIQUES DU P.A.S

---

### Commentaire :

Les figures (B-67 à 69) illustrent les résultats obtenus, dans ce cas aussi, les résultats obtenus sont bons et donnent un écart moyen de l'ordre de 1,6%, nous remarquons, comme pour l'indice de réfraction, que ces résultats confirment ceux obtenus par le Kuop.

## CHAPITRE II : CALCUL DES PROPRIETES PHYSICO-CHIMIQUES DU P.A.S

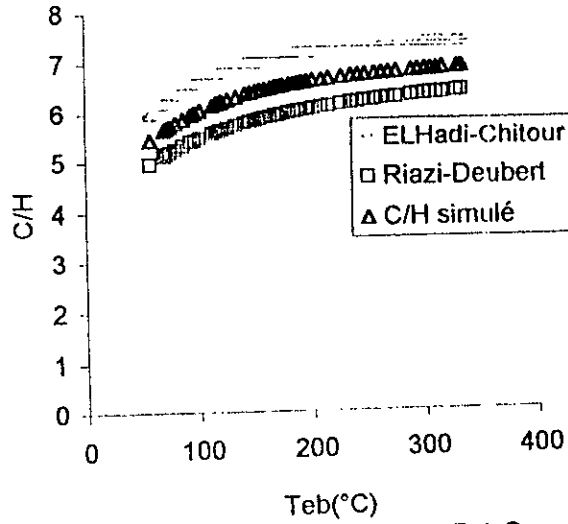
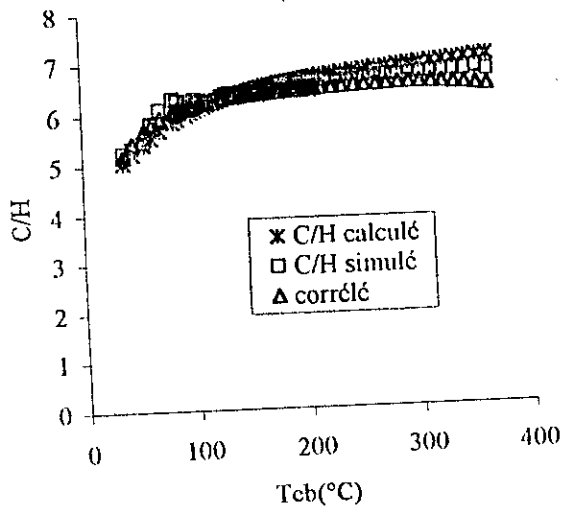


figure (B-67) : calcul de C/H du P.A.S



figure(B-68) : calcul de rapport C/H pour HRS162.

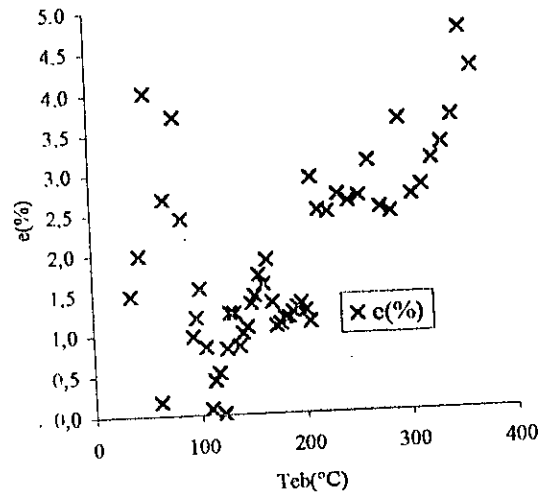


figure (B-69) : calcul des écarts enregistrés.

## CHAPITRE III : VERIFICATION DES CORRELATIONS PROPOSEES

### INTRODUCTION :

Dans le chapitre précédent, nous avons élaborer des méthodes numériques qui permettre d'estimer les propriétés physico-chimiques des pétroles algériens, dans ce chapitre nous allons tester la validité de ces corrélations par l'application sur des autres pétroles de densité différentes, pour cela nous proposons d'étudier le pétrole HBK, et un autre pétrole de densité 0.78.

### III-1- application de la méthode sur le pétrole HBK :

Le brut de Haoud Berkaoui (HBK) est de densité de 0.8128.

Par l'application de la même méthode que précédemment, on obtient les résultats suivants :

#### 1-propriétés classique :

- la densité :

Teb(°C)	d	d1	c1	d2	c2
70	0.6893	0.6703	2.7560	0.7239	5.0133
75	0.6937	0.6774	2.3519	0.7265	4.7297
80	0.6958	0.6841	1.6791	0.7284	4.6823
85	0.7009	0.6905	1.4800	0.7313	4.3384
90	0.7075	0.6966	1.5352	0.7349	3.8771
95	0.7166	0.7025	1.9715	0.7393	3.1712
100	0.7222	0.7080	1.9595	0.7425	2.8088
105	0.7237	0.7134	1.4254	0.7437	2.7596
110	0.7255	0.7185	0.9654	0.7452	2.7210
115	0.7285	0.7234	0.7003	0.7473	2.5778
120	0.7338	0.7281	0.7763	0.7500	2.2034
125	0.7414	0.7326	1.1835	0.7535	1.6297
130	0.7466	0.7370	1.2893	0.7560	1.2560
135	0.7483	0.7412	0.9541	0.7575	1.2251
140	0.7537	0.7452	1.1286	0.7599	0.8180
145	0.7484	0.7491	0.0914	0.7592	1.4428
150	0.7515	0.7528	0.1782	0.7610	1.2600
155	0.7612	0.7565	0.6217	0.7650	0.4952
160	0.7678	0.7600	1.0190	0.7673	0.0597
165	0.7704	0.7634	0.9123	0.7690	0.1861
170	0.7732	0.7667	0.8457	0.7707	0.3265
175	0.7781	0.7699	1.0601	0.7730	0.6579
180	0.7824	0.7729	1.2083	0.7747	0.9895
185	0.7843	0.7760	1.0642	0.7760	1.0548
190	0.7844	0.7789	0.7041	0.7769	0.9546
195	0.7876	0.7817	0.7464	0.7784	1.1662
200	0.7955	0.7845	1.3837	0.7812	1.8034
205	0.7963	0.7872	1.1436	0.7821	1.7852
210	0.7945	0.7898	0.5879	0.7823	1.5300

### CHAPITRE III : VERIFICATION DES CORRELATIONS PROPOSEES

215	0,7935	0,7924	0,1383	0,7829	1,3388
220	0,8029	0,7949	0,9942	0,7857	2,1440
230	0,8198	0,7998	2,4412	0,7912	3,4906
240	0,8113	0,8045	0,8430	0,7908	2,5241
250	0,8194	0,8090	1,2739	0,7938	3,1192
260	0,8288	0,8133	1,8693	0,7969	3,8486
270	0,83	0,8175	1,5044	0,7986	3,7797
280	0,8381	0,8216	1,9694	0,8013	4,3917
290	0,8334	0,8256	0,9407	0,8016	3,8104
300	0,8363	0,8294	0,8225	0,8034	3,9398
310	0,84	0,8332	0,8115	0,8052	4,1437
320	0,8452	0,8369	0,9876	0,8071	4,5115
330	0,8518	0,8404	1,3346	0,8090	5,0197
340	0,8619	0,8439	2,0857	0,8115	5,8512
350	0,8611	0,8473	1,5995	0,8125	5,6394
360	0,8623	0,8506	1,3522	0,8137	5,6398
370	0,8647	0,8539	1,2534	0,8148	5,7712
380	0,867	0,8570	1,1548	0,8161	5,8688
			1,21		2,81

Tableau (B -42) : calcul de la densité du HBK.

d1 : corrélation proposée.

d2 : corrélation de Chitour et al (1997).

Commentaire :

Nous avons calculé la densité de pétrole HBK par la corrélation la plus récente (Chitour et al,1997) et par notre corrélation qui donne un écart moyen de 1.21% par rapport aux données expérimentales, ce qui confirme la validité de notre corrélation.

### CHAPITRE III : VERIFICATION DES CORRELATIONS PROPOSEES

- la masse molaire et le volume molaire :

d	T <sub>cb</sub> (°C)	MM calculée	MM corrélée	e(%)	V <sub>m</sub> calculé	V <sub>m</sub> corrélé	e(%)
0.6893	70	90.775	92.901	2.342	131.0610021	133.6198288	1.952393683
0.6937	75	93.107	94.867	1.891	133.4157104	134.2883383	1.952393683
0.6958	80	95.722	96.727	1.050	136.552133	134.8640176	0.654066787
0.7009	85	98.032	98.982	0.969	138.6845853	136.4240093	1.236242421
0.7075	90	100.191	101.651	1.458	140.2286157	138.650679	1.630012421
0.7166	95	102.070	105.124	2.992	140.8750183	141.8781861	1.12526011
0.7222	100	104.375	108.193	3.657	142.7370607	144.582224	0.712097791
0.7237	105	107.205	110.355	2.938	146.184506	146.3119208	1.292700972
0.7255	110	110.039	112.623	2.348	149.5191453	148.2587404	0.087160292
0.7285	115	112.759	115.266	2.223	152.3982719	150.6963981	0.842972231
0.7338	120	115.208	118.695	3.027	154.3940338	154.0627998	1.116727711
0.7414	125	117.368	123.106	4.889	155.4740859	158.6034945	0.214538054
0.7466	130	119.867	126.896	5.864	157.5095748	162.4875621	2.012816874
0.7483	135	122.875	129.428	5.333	160.9202881	164.8735296	3.16043468
0.7537	140	125.397	133.518	6.476	162.8979053	169.1709309	2.456645858
0.7484	145	129.503	133.216	2.867	169.3523334	168.0215159	3.850893991
0.7515	150	132.437	136.364	2.965	172.3494398	171.0510168	0.785827659
0.7612	155	134.395	142.539	6.060	172.3387546	177.9333878	0.753366543
0.7678	160	136.832	147.629	7.891	173.8632792	183.6281682	3.246300096
0.7704	165	139.913	150.868	7.830	177.0335779	186.7942262	5.616418257
0.7732	170	142.997	154.256	7.874	180.0824462	190.1329116	5.513444587
0.7781	175	145.771	158.853	8.974	182.1888907	195.2299709	5.581035555
0.7824	180	148.668	163.247	9.807	184.718545	200.0633717	7.157999682
0.7843	185	151.997	166.313	9.418	188.2614853	202.8259015	8.307139233
0.7844	190	155.681	168.312	8.114	192.7043085	203.8612192	7.736269662
0.7876	195	158.868	172.205	8.395	195.7410812	207.7983167	5.789652942
0.7955	200	161.242	179.287	11.191	196.4223572	216.9265068	6.159787944
0.7963	205	164.917	181.776	10.222	200.6507637	218.5483616	10.4388064
0.7945	210	169.131	182.478	7.892	206.3316933	217.1672293	8.919775631
0.7935	215	173.265	183.723	6.036	211.6357517	216.6446749	5.251513155
0.8029	220	175.426	192.305	9.622	211.5049625	228.2341041	2.366766118
0.8198	230	180.133	210.365	16.783	211.914949	253.5093213	7.909574057
0.8113	240	190.078	206.579	8.681	226.2629062	241.1564648	19.62786131
0.8194	250	196.803	217.541	10.537	231.6563245	254.0943893	6.582412804
0.83	270	211.869	235.732	11.263	236.4083091	270.7092792	9.685928009
0.8381	280	218.958	248.952	13.699	245.7776764	273.4018792	14.50920665
0.8334	290	229.322	246.605	7.537	251.2817954	289.4568373	11.23950849
0.8363	300	238.058	253.455	6.467	265.1399003	281.1109447	15.19212398
0.84	310	246.776	261.419	5.934	274.3014404	287.7188008	6.023629162
0.8452	320	255.262	271.712	6.444	283.0762497	296.4154379	4.891465519
0.8518	330	263.507	284.803	8.082	291.0058379	308.8198837	4.712224425
0.8619	340	270.868	305.650	12.841	298.065577	324.8729362	6.121542399
0.8611	350	281.582	306.738	8.934	302.4761045	348.2921989	8.993778977
0.8623	360	291.954	311.551	6.712	314.9619802	350.5850973	15.14701286



### CHAPITRE III : VERIFICATION DES CORRELATIONS PROPOSEES

0.8647	370	302.183	318.673	5.457	326.3900288	357.6204026	11.31029117
0.867	380	312.668	325.602	4.137	337.3253138	367.8387485	9.568421542
-	-	-	-	c moy=6,65%	-	-	c moy=5,4 %

Tableau (B-43) : calcul de la masse molaire et volume molaire du HBK.

- calcul de la tension superficielle :

Teb(°C)	d	Ts calculée	Ts corrélée	c(%)
70	0.6893	20.907	21.028	0.578
75	0.6937	21.016	21.197	0.861
80	0.6958	21.070	21.331	1.241
85	0.7009	21.203	21.462	1.219
90	0.7075	21.378	21.586	0.975
95	0.7166	21.615	21.713	0.456
100	0.7222	21.766	21.818	0.236
105	0.7237	21.791	21.898	0.490
110	0.7255	21.839	21.976	0.629
115	0.7285	21.917	22.057	0.642
120	0.7338	22.043	22.147	0.469
125	0.7414	22.236	22.245	0.039
130	0.7466	22.360	22.331	0.130
135	0.7483	22.406	22.401	0.022
140	0.7537	22.531	22.487	0.196
145	0.7484	22.421	22.525	0.463
150	0.7515	22.502	22.601	0.440
155	0.7612	22.740	22.706	0.151
160	0.7678	22.884	22.797	0.381
165	0.7704	22.960	22.872	0.383
170	0.7732	23.038	22.948	0.388
175	0.7781	23.167	23.035	0.571
180	0.7824	23.268	23.120	0.636
185	0.7843	23.334	23.197	0.588
190	0.7844	23.365	23.268	0.415
195	0.7876	23.454	23.354	0.426
200	0.7955	23.642	23.464	0.756
205	0.7963	23.693	23.545	0.628
210	0.7945	23.701	23.617	0.355
215	0.7935	23.728	23.695	0.139
220	0.8029	23.945	23.827	0.493
230	0.8198	24.359	24.100	1.060
240	0.8113	24.352	24.261	0.373
250	0.8194	24.634	24.537	0.396
260	0.8288	24.951	24.856	0.379
270	0.83	25.188	25.151	0.146
280	0.8381	25.531	25.543	0.044
290	0.8334	25.796	25.850	0.207
300	0.8363	26.186	26.272	0.329

### CHAPITRE III : VERIFICATION DES CORRELATIONS PROPOSEES

310	0,84	26,636	26,754	0,443
320	0,8452	27,144	27,318	0,643
330	0,8518	27,705	27,979	0,990
340	0,8619	28,294	28,805	1,806
350	0,8611	29,029	29,474	1,533
360	0,8623	29,870	30,257	1,294
370	0,8647	30,827	31,154	1,061
380	0,867	31,898	32,136	0,746
-	-	-	-	Ts moy=0,596%

Tableau (B-44) : calcul de la tension superficielle du HBK.

#### Commentaire :

Par l'application de notre méthode sur le pétrole HBK, nous constatons que :

- ✓ Les erreurs moyennes commises lors du calcul la masse molaire et le volume molaire sont respectivement de l'ordre de 6,65% et 5,4% ce ci peut être expliquer par les données expérimentales de ce pétrole qui ont été mises à notre disposition. En effet nous remarquons que pour certains fractions la densité diminue lorsque la température d'ébullition augmente (130-145°C) et (195-215°C),
- ✓ Lorsqu'on calcul la tension superficielle, l'erreur moyenne est de l'ordre de 0,59%, ceci traduit la fiabilité de notre corrélation.

## CHAPITRE III : VERIFICATION DES CORRELATIONS PROPOSEES

### 2- les propriétés optiques :

T <sub>cb</sub> (°C)	d	n1	e1	n exp	n2	e2	n 3	c3	l calculé	l corrélé	e%
65	0.6385	1.372	1.264	1.355	1.367	0.897	1.398	3.13	0,256	0,246	4,051
70	0.6893	1.396	2.374	1.364	1.388	1.766	1.407	3.20	0,263	0,258	1,763
75	0.6937	1.398	1.833	1.373	1.390	1.235	1.409	2.60	0,264	0,259	1,736
80	0.6958	1.399	1.312	1.381	1.391	0.740	1.410	2.07	0,265	0,260	1,839
85	0.7009	1.402	0.150	1.400	1.394	0.419	1.411	0.83	0,267	0,262	1,780
90	0.7075	1.405	0.269	1.402	1.397	0.319	1.413	0.84	0,268	0,264	1,633
95	0.7166	1.410	0.295	1.406	1.401	0.335	1.416	0.70	0,270	0,266	1,328
100	0.7222	1.413	0.565	1.405	1.404	0.080	1.417	0.89	0,271	0,268	1,220
105	0.7237	1.414	0.664	1.404	1.405	0.038	1.418	0.98	0,272	0,269	1,344
110	0.7255	1.415	0.658	1.405	1.406	0.050	1.419	0.96	0,273	0,269	1,458
115	0.7285	1.416	0.562	1.408	1.408	0.041	1.420	0.83	0,274	0,270	1,494
120	0.7338	1.419	0.615	1.410	1.410	0.004	1.421	0.80	0,276	0,272	1,373
125	0.7414	1.423	0.868	1.411	1.414	0.211	1.423	0.90	0,277	0,274	1,096
130	0.7466	1.426	1.033	1.411	1.416	0.357	1.425	0.97	0,279	0,276	0,960
135	0.7483	1.426	1.082	1.411	1.417	0.419	1.425	1.01	0,279	0,277	1,060
140	0.7537	1.429	1.254	1.412	1.420	0.570	1.427	1.07	0,281	0,278	0,894
145	0.7484	1.427	0.964	1.413	1.418	0.353	1.426	0.95	0,281	0,277	1,488
150	0.7515	1.428	0.929	1.415	1.419	0.316	1.427	0.87	0,282	0,278	1,487
155	0.7612	1.433	1.240	1.416	1.424	0.566	1.429	0.97	0,284	0,281	0,994
160	0.7678	1.437	1.143	1.421	1.427	0.436	1.431	0.72	0,285	0,283	0,709
165	0.7704	1.438	1.139	1.422	1.428	0.434	1.432	0.68	0,286	0,284	0,723
170	0.7732	1.440	1.236	1.422	1.430	0.528	1.432	0.74	0,287	0,285	0,710
175	0.7781	1.442	1.283	1.424	1.432	0.555	1.434	0.69	0,288	0,286	0,531
180	0.7824	1.444	1.379	1.425	1.434	0.634	1.435	0.69	0,289	0,288	0,393
185	0.7843	1.445	1.300	1.427	1.435	0.560	1.435	0.59	0,290	0,288	0,442
190	0.7844	1.446	1.212	1.428	1.435	0.491	1.436	0.53	0,290	0,289	0,636
195	0.7876	1.447	1.196	1.430	1.437	0.468	1.437	0.45	0,291	0,290	0,572
200	0.7955	1.451	1.418	1.431	1.440	0.640	1.438	0.48	0,293	0,292	0,104
205	0.7963	1.452	1.313	1.433	1.441	0.548	1.439	0.38	0,293	0,293	0,237
210	0.7945	1.451	1.247	1.433	1.440	0.514	1.439	0.39	0,294	0,292	0,603
215	0.7935	1.450	1.181	1.433	1.440	0.474	1.439	0.38	0,294	0,292	0,894
220	0.8029	1.455	1.488	1.434	1.444	0.717	1.440	0.44	0,296	0,295	0,265
230	0.8198	1.464	2.019	1.435	1.452	1.132	1.443	0.55	0,298	0,301	0,989
240	0.8113	1.460	1.644	1.436	1.449	0.864	1.443	0.48	0,298	0,298	0,161
250	0.8194	1.464	1.883	1.437	1.452	1.061	1.445	0.53	0,300	0,301	0,199
260	0.8288	1.469	2.150	1.438	1.457	1.273	1.446	0.56	0,302	0,304	0,680
270	0.83	1.470	2.110	1.440	1.457	1.249	1.447	0.54	0,304	0,305	0,406
280	0.8381	1.474	2.330	1.441	1.461	1.421	1.449	0.55	0,305	0,308	0,820
290	0.8334	1.472	2.117	1.441	1.460	1.274	1.449	0.53	0,306	0,306	0,112
300	0.8363	1.473	1.937	1.445	1.461	1.092	1.450	0.31	0,308	0,307	0,233
310	0.84	1.475	2.020	1.446	1.463	1.163	1.451	0.32	0,309	0,309	0,264
320	0.8452	1.478	2.089	1.448	1.465	1.207	1.452	0.26	0,311	0,311	0,124
330	0.8518	1.482	2.135	1.451	1.468	1.213	1.453	0.13	0,313	0,313	0,180
340	0.8619	1.487	2.346	1.453	1.473	1.347	1.454	0.05	0,314	0,317	0,932
350	0.8611	1.487	2.069	1.457	1.473	1.098	1.455	0.15	0,315	0,317	0,438
360	0.8623	1.488	2.018	1.458	1.474	1.052	1.455	0.20	0,317	0,317	0,162

### CHAPITRE III : VERIFICATION DES CORRELATIONS PROPOSEES

370	0,8647	1,489	1,998	1,460	1,475	1,026	1,456	0,27	0,318	0,318	0,003
380	0,867	1,490	2,003	1,461	1,476	1,024	1,457	0,31	0,320	0,319	0,126
-	-	-	em =1,46%	-	-	em =0,744%	-	em =0,81%	-	-	em =0,78%

Tableau (B-45) : calcul de l'indice de corrélation du HBK.

n1 : corrélation proposée.

n2 : corrélation de Lipkin-Martin.

n3 : corrélation de Kitous-Bouamra-Chitour.

n4 : corrélation de Chitour et al.

n exp : données expérimentales.

em : l'erreur moyenne.

Commentaire :

Nous remarquons que notre corrélation donne des écarts de l'ordre de 1,4%, qui restent acceptables. La corrélation de Lipkin-Martin possède l'écart le plus faible. La corrélation de facteur de caractérisation donne un bon écart moyen de 0,78%.

### CHAPITRE III : VERIFICATION DES CORRELATIONS PROPOSEES

#### 1- les propriétés thermiques :

Teb(°C)	Hv calculée	Hv corrélée	c(%)	Cp calculée	Cp corrélée	c(%)	λ calculée	λ corrélée	e(%)
70	7.443	7.431	0,162	220,850	202,280	8,408	0,1186	0,1171	1,4640
75	7.539	7.529	0,129	197,133	205,367	4,177	0,1182	0,1165	1,6739
80	7.635	7.626	0,113	201,352	208,585	3,592	0,1179	0,1159	1,7917
85	7.731	7.723	0,100	206,916	211,930	2,423	0,1174	0,1153	1,8385
90	7.826	7.819	0,084	210,779	215,400	2,192	0,1169	0,1148	1,7707
95	7.919	7.916	0,045	213,754	218,991	2,450	0,1163	0,1142	1,7831
100	8.014	8.012	0,025	215,229	222,702	3,472	0,1158	0,1138	1,9197
105	8.112	8.108	0,040	218,759	226,531	3,553	0,1155	0,1133	2,0355
110	8.210	8.205	0,057	224,782	230,474	2,532	0,1152	0,1129	2,0976
115	8.307	8.302	0,065	230,704	234,531	1,659	0,1149	0,1125	2,0634
120	8.402	8.398	0,048	235,931	238,698	1,173	0,1144	0,1121	1,9342
125	8.495	8.496	0,007	239,703	242,975	1,365	0,1139	0,1117	1,8882
130	8.590	8.593	0,035	241,968	247,360	2,228	0,1134	0,1113	1,9626
135	8.690	8.691	0,013	245,784	251,851	2,468	0,1131	0,1109	1,9022
140	8.785	8.789	0,049	251,941	256,446	1,788	0,1127	0,1105	2,2164
145	8.895	8.887	0,083	255,642	261,145	2,153	0,1127	0,1102	2,2250
150	8.994	8.986	0,086	266,835	265,945	0,334	0,1124	0,1099	2,0057
155	9.083	9.085	0,022	272,261	270,846	0,520	0,1117	0,1095	1,9099
160	9.176	9.184	0,087	272,898	275,846	1,080	0,1112	0,1091	1,9383
165	9.276	9.283	0,082	275,759	280,945	1,880	0,1109	0,1087	1,9602
170	9.376	9.383	0,079	281,539	286,140	1,634	0,1106	0,1084	1,9275
175	9.472	9.483	0,120	287,217	291,431	1,467	0,1101	0,1080	1,9150
180	9.569	9.583	0,151	291,336	296,817	1,881	0,1097	0,1076	1,9606
185	9.671	9.684	0,132	295,915	302,297	2,157	0,1094	0,1073	2,0468
190	9.777	9.784	0,075	302,380	307,869	1,815	0,1092	0,1070	2,0591
195	9.877	9.885	0,084	310,362	313,534	1,022	0,1088	0,1066	1,9696
200	9.967	9.986	0,197	315,927	319,289	1,064	0,1083	0,1061	2,0336
205	10.072	10.088	0,155	317,646	325,135	2,358	0,1080	0,1058	2,1518
210	10.184	10.189	0,057	325,216	331,070	1,800	0,1079	0,1055	2,2506
215	10.294	10.291	0,023	335,132	337,094	0,585	0,1077	0,1052	2,1202
220	10.380	10.393	0,126	344,565	343,205	0,395	0,1070	0,1047	1,7923
230	10.554	10.598	0,413	344,832	355,688	3,148	0,1057	0,1038	2,1881
240	10.794	10.804	0,092	347,001	368,512	6,199	0,1055	0,1032	2,0622
250	10.991	11.011	0,174	372,175	381,673	2,552	0,1046	0,1024	1,7675
260	11.185	11.218	0,303	382,410	395,166	3,336	0,1035	0,1017	1,7914
270	11.401	11.427	0,232	391,397	408,985	4,494	0,1027	0,1009	1,3362
280	11.598	11.638	0,344	408,678	423,126	3,535	0,1015	0,1002	1,6892
290	11.832	11.849	0,145	419,122	437,585	4,405	0,1008	0,0991	1,5096
300	12.045	12.062	0,141	443,539	452,357	1,988	0,0997	0,0982	1,2244
310	12.256	12.277	0,164	460,235	467,438	1,565	0,0985	0,0973	0,7409
320	12.465	12.493	0,227	476,315	482,825	1,367	0,0971	0,0964	0,0391
330	12.669	12.711	0,328	490,836	498,513	1,564	0,0956	0,0956	1,7225
340	12.863	12.931	0,524	503,778	514,500	2,128	0,0939	0,0955	1,5654

### CHAPITRE III : VERIFICATION DES CORRELATIONS PROPOSEES

350	13,099	13,153	0,413	512,376	530,782	3,592	0,0925	0,0939	1,7818
360	13,334	13,378	0,330	535,034	547,356	2,303	0,0910	0,0926	2,2120
370	13,571	13,605	0,246	555,663	564,218	1,540	0,0893	0,0913	2,5864
380	13,819	13,834	0,109	575,101	581,367	1,090	0,0877	0,0899	2,5864
-	-	-	cmoy=0,149%	-	-	c moy=2,4%	-	-	moy=1,947%

Tableau (B-46) : calcul des propriétés thermiques du HBK.

Commentaire :

Nous constatons d'après le tableau précédent, que les erreurs sont faibles, ce qui confirme la validité des corrélations proposées.

### 3- les propriétés critique :

✓ *pression, température et volume critique :*

Teb (°C)	d	Pc calculée	Pc corrélée	e(%)	Tc calculée (°R)	Tc corrélée	e(%)	Vc calculé	Vc corrélé	e(%)
70	0,6893	30,210	30,350	0,462	900,712	900,102	0,068	352,403	332,424	0,268
75	0,6937	29,520	29,941	1,424	910,293	910,221	0,008	315,941	311,836	0,312
80	0,6958	28,670	29,530	2,998	918,957	919,743	0,086	320,724	315,830	0,307
85	0,7009	28,084	29,065	3,495	928,677	929,731	0,114	327,861	319,613	0,297
90	0,7075	27,633	28,536	3,269	938,927	939,945	0,108	331,730	325,019	0,295
95	0,7166	27,389	27,886	1,816	950,119	950,653	0,056	333,477	331,385	0,298
100	0,7222	26,896	27,298	1,495	959,941	960,510	0,059	332,211	338,947	0,307
105	0,7237	26,122	26,848	2,780	968,108	969,293	0,122	334,778	345,458	0,308
110	0,7255	25,401	26,390	3,893	976,332	978,014	0,172	343,359	350,602	0,297
115	0,7285	24,794	25,886	4,403	984,990	986,921	0,196	351,107	355,950	0,289
120	0,7338	24,372	25,282	3,735	994,557	996,336	0,179	357,291	361,820	0,283
125	0,7414	24,127	24,565	1,814	1005,070	1006,316	0,124	360,736	368,718	0,283
130	0,7466	23,735	23,952	0,915	1014,588	1015,609	0,101	360,775	376,993	0,290
135	0,7483	23,131	23,512	1,645	1022,617	1023,863	0,122	364,305	384,498	0,290
140	0,7537	22,795	22,900	0,464	1032,209	1033,112	0,087	372,273	390,033	0,281
145	0,7484	21,796	22,813	4,666	1037,171	1039,144	0,190	375,716	398,164	0,282
150	0,7515	21,361	22,328	4,523	1045,741	1047,585	0,176	393,609	398,712	0,257
155	0,7612	21,352	21,536	0,862	1057,238	1058,062	0,078	400,219	404,922	0,253
160	0,7678	21,164	20,915	1,176	1067,418	1067,622	0,019	396,604	416,928	0,265
165	0,7704	20,750	20,491	1,252	1075,848	1075,920	0,007	398,847	427,807	0,269
170	0,7732	20,369	20,071	1,465	1084,395	1084,287	0,010	405,840	434,697	0,264
175	0,7781	20,128	19,584	2,703	1093,938	1093,397	0,049	412,508	441,975	0,260
180	0,7824	19,867	19,145	3,632	1103,265	1102,367	0,081	415,892	452,665	0,262
185	0,7843	19,486	18,807	3,486	1111,546	1110,546	0,090	421,275	463,189	0,261
190	0,7844	19,026	18,537	2,566	1119,050	1118,105	0,084	429,450	469,802	0,255
195	0,7876	18,753	18,183	3,038	1128,069	1126,881	0,105	440,561	472,989	0,244

### CHAPITRE III : VERIFICATION DES CORRELATIONS PROPOSEES

350	13,099	13,153	0,413	512,376	530,782	3,592	0,0925	0,0939	1,7818
360	13,334	13,378	0,330	535,034	547,356	2,303	0,0910	0,0926	2,2120
370	13,571	13,605	0,246	555,663	564,218	1,540	0,0893	0,0913	2,5864
380	13,819	13,834	0,109	575,101	581,367	1,090	0,0877	0,0899	2,5864
-	-	-	emoy=0,149%	-	-	c moy=2,4%	-	-	moy=1,947

Tableau (B-46) : calcul des propriétés thermiques du HBK.

Commentaire :

Nous constatons d'après le tableau précédent, que les erreurs sont faibles, ce qui confirme la validité des corrélations proposées.

### 3- les propriétés critique :

✓ pression, température et volume critique :

Teb (°C)	d	Pc calculée	Pc corrélée	c(%)	Tc calculée (°R)	Tc corrélée	c(%)	Vc calculé	Vc corrélé	c(%)
70	0,6893	30,210	30,350	0,462	900,712	900,102	0,068	352,403	332,424	0,268
75	0,6937	29,520	29,941	1,424	910,293	910,221	0,008	315,941	311,836	0,312
80	0,6958	28,670	29,530	2,998	918,957	919,743	0,086	320,724	315,830	0,307
85	0,7009	28,084	29,065	3,495	928,677	929,731	0,114	327,861	319,613	0,297
90	0,7075	27,633	28,536	3,269	938,927	939,945	0,108	331,730	325,019	0,295
95	0,7166	27,389	27,886	1,816	950,119	950,653	0,056	333,477	331,385	0,298
100	0,7222	26,896	27,298	1,495	959,941	960,510	0,059	332,211	338,947	0,307
105	0,7237	26,122	26,848	2,780	968,108	969,293	0,122	334,778	345,458	0,308
110	0,7255	25,401	26,390	3,893	976,332	978,014	0,172	343,359	350,602	0,297
115	0,7285	24,794	25,886	4,403	984,990	986,921	0,196	351,107	355,950	0,289
120	0,7338	24,372	25,282	3,735	994,557	996,336	0,179	357,291	361,820	0,283
125	0,7414	24,127	24,565	1,814	1005,070	1006,316	0,124	360,736	368,718	0,283
130	0,7466	23,735	23,952	0,915	1014,588	1015,609	0,101	360,775	376,993	0,290
135	0,7483	23,131	23,512	1,645	1022,617	1023,863	0,122	364,305	384,498	0,290
140	0,7537	22,795	22,900	0,464	1032,209	1033,112	0,087	372,273	390,033	0,281
145	0,7484	21,796	22,813	4,666	1037,171	1039,144	0,190	375,716	398,164	0,282
150	0,7515	21,361	22,328	4,523	1045,741	1047,585	0,176	393,609	398,712	0,257
155	0,7612	21,352	21,536	0,862	1057,238	1058,062	0,078	400,219	404,922	0,253
160	0,7678	21,164	20,915	1,176	1067,418	1067,622	0,019	396,604	416,928	0,265
165	0,7704	20,750	20,491	1,252	1075,848	1075,920	0,007	398,847	427,807	0,269
170	0,7732	20,369	20,071	1,465	1084,395	1084,287	0,010	405,840	434,697	0,264
175	0,7781	20,128	19,584	2,703	1093,938	1093,397	0,049	412,508	441,975	0,260
180	0,7824	19,867	19,145	3,632	1103,265	1102,367	0,081	415,892	452,665	0,262
185	0,7843	19,486	18,807	3,486	1111,546	1110,546	0,090	421,275	463,189	0,261
190	0,7844	19,026	18,537	2,566	1119,050	1118,105	0,084	429,450	469,802	0,255
195	0,7876	18,753	18,183	3,038	1128,069	1126,881	0,105	440,561	472,989	0,244

### CHAPITRE III : VERIFICATION DES CORRELATIONS PROPOSEES

200	0,7955	18,745	17,746	5,333	1139,390	1137,628	0,155	447,367	482,119	0,241
205	0,7963	18,372	17,493	4,781	1147,480	1145,727	0,153	446,408	502,592	0,252
210	0,7945	17,882	17,300	3,259	1154,442	1152,826	0,140	456,851	507,173	0,243
215	0,7935	17,455	17,101	2,029	1161,899	1160,311	0,137	471,817	505,223	0,227
220	0,8029	17,564	16,751	4,625	1174,450	1172,535	0,163	485,532	505,188	0,214
230	0,8198	17,703	16,460	7,021	1199,141	1197,382	0,147	482,325	531,975	0,229
240	0,8113	16,653	16,009	3,868	1212,494	1210,812	0,139	477,173	593,501	0,261
250	0,8194	16,449	15,817	3,843	1234,655	1233,699	0,077	516,011	566,046	0,213
260	0,8288	16,341	15,853	2,985	1258,459	1259,072	0,049	527,168	598,780	0,215
270	0,83	15,909	15,699	1,325	1279,687	1281,001	0,103	536,348	640,998	0,223
280	0,8381	15,826	15,975	0,940	1305,511	1309,422	0,300	559,326	648,855	0,207
290	0,8334	15,263	15,590	2,142	1327,411	1329,968	0,193	570,958	689,836	0,212
300	0,8363	15,091	15,691	3,978	1354,711	1358,103	0,250	607,015	668,524	0,181
310	0,84	15,042	15,922	5,853	1384,642	1389,192	0,329	629,178	684,021	0,173
320	0,8452	15,183	16,371	7,819	1417,718	1424,414	0,474	649,993	703,821	0,167
330	0,8518	15,592	17,096	9,648	1454,101	1464,511	0,716	668,828	732,218	0,164
340	0,8619	16,492	18,459	11,928	1494,541	1513,077	1,240	685,387	769,821	0,164
350	0,8611	17,931	18,581	3,626	1535,696	1550,801	0,984	694,906	830,656	0,172
360	0,8623	21,498	19,026	11,498	1581,927	1594,217	0,777	727,176	825,824	0,156
-	-	-	-	cmoy =3,56%	-	-	cmoy= 0,2%	-	-	cmoy =0,24%

Tableau (B-47) : calcul de température, pression et volume critique du HBK.

Commentaire :

Nous remarquons que les erreurs obtenues sont de même ordre de grandeur que celles obtenues pour le HRS162.

✓ *Facteur de compressibilité critique :*

Teb(°C)	Zc calculé	Zc corrélé	c(%)	Teb(°C)	Zc calculé	Zc corrélé	c(%)
70	0,261760	0,2643	0,9858	190	0,241332	0,2413	0,0274
75	0,260789	0,2633	0,9477	195	0,241203	0,2407	0,2244
80	0,260339	0,2622	0,7199	200	0,239329	0,2403	0,3937
85	0,259841	0,2611	0,4945	205	0,237763	0,2397	0,8045
90	0,259536	0,2600	0,1674	210	0,236636	0,2390	0,9861
95	0,258595	0,2587	0,0261	215	0,237371	0,2383	0,3961
100	0,257382	0,2575	0,0350	220	0,241209	0,2382	1,2380
105	0,256515	0,2565	0,0046	230	0,236053	0,2389	1,2023
110	0,255766	0,2555	0,0896	240	0,236744	0,2366	0,0547
115	0,255224	0,2545	0,2755	250	0,235992	0,2365	0,2173
120	0,254802	0,2534	0,5565	260	0,233980	0,2370	1,2882
125	0,253832	0,2521	0,6729	270	0,234320	0,2361	0,7714
130	0,252559	0,2510	0,6067	280	0,232309	0,2369	1,9641
135	0,252116	0,2501	0,7799	290	0,233197	0,2347	0,6435
140	0,249724	0,2491	0,2526	300	0,233629	0,2343	0,2943



### CHAPITRE III : VERIFICATION DES CORRELATIONS PROPOSEES

145	0,249566	0,2486	0,3785	310	0,234251	0,2342	0,0182
150	0,249642	0,2477	0,7733	320	0,234908	0,2346	0,1191
155	0,248601	0,2465	0,8380	330	0,235378	0,2357	0,1320
160	0,247229	0,2456	0,6755	340	0,234398	0,2384	1,7058
165	0,246253	0,2448	0,5984	350	0,233095	0,2371	1,7223
170	0,245608	0,2440	0,6466	360	0,229397	0,2366	3,1528
175	0,244642	0,2433	0,5627	370	0,221559	0,2367	6,8199
180	0,243344	0,2426	0,3146	-	-	-	emoy=0,81%
185	0,241971	0,2419	0,0197	-	-	-	-

Tableau (B-48) : facteur de compressibilité critique du pétrole HBK .

#### Commentaire :

Nous remarquons que l'erreur obtenue est très faible 0,81%, donc les corrélations proposées donnent de bons résultats.

#### 3- les propriétés spécifiques :

Teb(°C)	d	PA calculé	PA corrélé	e(%)	C/H calculé	C/H corrélé	e(%)
70	0,6893	73,211	73,456	0,649	5,667	5,923	1,437
75	0,6937	72,849	72,376	2,446	5,736	5,979	1,506
80	0,6958	73,295	71,502	2,754	5,799	6,025	1,065
85	0,7009	72,805	70,800	2,006	5,863	6,069	0,139
90	0,7075	71,682	70,244	0,027	5,926	6,110	0,479
95	0,7166	69,790	69,809	0,508	5,988	6,150	0,211
100	0,7222	69,125	69,476	0,817	6,043	6,181	0,761
105	0,7237	69,800	69,229	1,955	6,090	6,203	0,936
110	0,7255	70,431	69,054	2,293	6,134	6,223	0,454
115	0,7285	70,556	68,938	1,322	6,178	6,243	0,673
120	0,7338	69,794	68,872	0,575	6,222	6,263	1,193
125	0,7414	68,452	68,846	1,476	6,266	6,284	0,821
130	0,7466	67,851	68,853	0,738	6,305	6,300	1,444
135	0,7483	68,382	68,887	1,780	6,338	6,311	0,699
140	0,7537	67,737	68,943	2,495	6,373	6,326	0,625
145	0,7484	70,782	69,015	2,642	6,396	6,328	1,169
150	0,7515	70,976	69,101	0,715	6,425	6,339	2,164
155	0,7612	68,705	69,197	2,308	6,460	6,355	2,144
160	0,7678	67,737	69,300	1,890	6,489	6,368	2,188
165	0,7704	68,120	69,408	1,897	6,514	6,376	2,771
170	0,7732	68,226	69,520	2,789	6,537	6,384	3,207
175	0,7781	67,744	69,634	3,188	6,561	6,394	3,050
180	0,7824	67,594	69,749	2,484	6,583	6,403	2,459
185	0,7843	68,171	69,865	0,947	6,602	6,410	2,645
190	0,7844	69,324	69,981	0,944	6,619	6,415	3,980

### CHAPITRE III : VERIFICATION DES CORRELATIONS PROPOSEES

195	0,7876	69,441	70,097	3,317	6,637	6,423	3,586
200	0,7955	67,959	70,213	1,956	6,658	6,434	2,578
205	0,7963	68,980	70,329	0,867	6,673	6,440	1,781
210	0,7945	71,063	70,446	2,895	6,686	6,444	3,467
215	0,7935	72,669	70,565	0,032	6,698	6,449	6,331
220	0,8029	70,707	70,685	5,377	6,717	6,461	3,310
230	0,8198	67,315	70,935	2,241	6,753	6,483	4,153
240	0,8113	72,836	71,203	1,432	6,770	6,487	5,282
250	0,8194	72,539	71,500	0,343	6,796	6,502	4,624
260	0,8288	72,084	71,836	5,108	6,823	6,517	5,495
270	0,83	73,979	77,758	6,608	6,843	6,525	3,714
280	0,8381	73,765	78,640	1,631	6,868	6,535	3,607
290	0,8334	78,361	79,638	0,907	6,884	6,535	3,727
300	0,8363	80,047	80,773	0,630	6,905	6,538	4,201
310	0,84	81,552	82,065	1,298	6,927	6,537	4,996
320	0,8452	82,463	83,533	2,693	6,950	6,534	6,483
330	0,8518	82,963	85,197	6,104	6,973	6,527	6,054
340	0,8619	82,069	87,078	4,684	7,000	6,518	6,118
350	0,8611	85,203	89,194	4,550	7,018	6,495	6,515
360	0,8623	87,582	91,566	5,005	7,037	6,467	7,029
370	0,8647	89,722	94,213	5,890	7,057	6,433	3,113
380	0,867	91,749	97,153	1,523	7,077	6,390	3,309
—	—	—	—	c moy=2,32%	—	—	c moy=2,9%

Tableau (B-49) : calcul des propriétés spécifiques du H3K.

Commentaire :

Nous remarquons que l'erreur est faible, donc les corrélations sont valables.

## CHAPITRE III : VERIFICATION DES CORRELATIONS PROPOSEES

### III- 2- applications de la méthode sur un pétrole algérien de densité 0,7801 :

#### 1- les propriétés classiques :

Teb (°C)	d	MM calculée	MM corrélée	c(%)	Vm calculé	Vm corrélé	c(%)	Ts calculée	Ts corrélée	c(%)
45	0.6358	82.564	84.814	2.725	129.322	127.618	1.317	19.359	19.155	1.055
55	0.6500	86.582	88.264	1.943	130.057	127.210	2.189	20.227	20.149	0.385
65	0.6686	90.186	90.965	0.863	132.509	129.643	2.162	20.592	20.755	0.793
70	0.6841	91.330	92.659	1.455	132.262	132.512	0.189	20.828	21.005	0.852
75	0.6915	93.346	94.697	1.447	133.812	133.823	0.008	20.994	21.187	0.919
80	0.6962	95.677	96.766	1.138	135.850	134.949	0.663	21.149	21.333	0.870
85	0.6994	98.204	98.799	0.606	138.056	136.096	1.420	21.320	21.455	0.634
90	0.7033	100.682	101.009	0.326	140.390	137.688	1.925	21.455	21.567	0.521
95	0.7124	102.567	104.262	1.653	141.811	140.794	0.718	21.572	21.694	0.567
100	0.7195	104.701	107.540	2.712	143.689	143.809	0.084	21.681	21.805	0.572
105	0.7234	107.242	110.277	2.830	146.278	146.222	0.038	21.769	21.897	0.586
110	0.7259	109.988	112.732	2.494	149.029	148.383	0.433	21.866	21.978	0.515
115	0.7272	112.928	114.894	1.741	151.898	150.275	1.069	21.992	22.051	0.268
120	0.7298	115.738	117.460	1.488	154.693	152.665	1.311	22.090	22.128	0.172
125	0.7352	118.204	120.978	2.346	157.024	156.149	0.557	22.176	22.217	0.183
130	0.7412	120.608	124.885	3.546	158.833	160.105	0.801	22.310	22.307	0.013
135	0.7452	123.310	128.225	3.985	162.391	163.429	0.639	22.291	22.387	0.431
140	0.7470	126.356	130.788	3.507	165.726	165.822	0.058	22.357	22.457	0.447
145	0.7484	129.503	133.216	2.867	168.327	168.022	0.181	22.515	22.525	0.044
150	0.7513	132.468	136.281	2.879	171.032	170.949	0.049	22.625	22.600	0.110
155	0.7548	135.374	139.659	3.166	173.922	174.232	0.178	22.709	22.678	0.137
160	0.7582	138.327	143.065	3.425	176.782	177.525	0.420	22.792	22.756	0.160
165	0.7604	141.503	145.976	3.161	179.797	180.147	0.194	22.897	22.829	0.298
170	0.7619	144.832	148.585	2.591	183.289	182.314	0.532	22.972	22.900	0.316
175	0.7637	148.156	151.353	2.158	186.900	184.627	1.216	23.036	22.973	0.274
180	0.7658	151.471	154.291	1.862	190.674	187.102	1.873	23.082	23.049	0.141
185	0.7679	154.826	157.256	1.570	194.126	189.555	2.355	23.160	23.126	0.144
190	0.7700	158.220	160.246	1.280	196.929	191.986	2.510	23.301	23.206	0.408
195	0.7723	161.619	163.368	1.082	200.674	194.547	3.053	23.362	23.287	0.318
200	0.7747	165.038	166.575	0.931	204.839	197.184	3.737	23.398	23.372	0.114
205	0.7765	168.610	169.477	0.514	209.097	199.338	4.667	23.442	23.456	0.059
210	0.7786	172.166	172.567	0.233	211.809	201.721	4.763	23.603	23.544	0.247
215	0.7856	174.800	178.637	2.195	211.594	208.581	1.424	23.870	23.658	0.886
220	0.7896	178.041	183.060	2.819	216.428	213.043	1.564	23.838	23.763	0.317
230	0.7938	185.387	189.615	2.281	223.374	218.347	2.250	24.068	23.965	0.425
240	0.7999	192.491	197.649	2.680	229.515	226.055	1.508	24.338	24.197	0.579
250	0.8039	200.197	204.343	2.071	237.641	231.607	2.539	24.545	24.440	0.427
260	0.8083	207.980	211.467	1.676	244.783	237.971	2.783	24.830	24.711	0.479
270	0.8129	215.881	218.912	1.404	254.249	245.043	3.621	25.057	25.014	0.171
280	0.8156	224.413	224.805	0.175	263.349	249.700	5.183	25.369	25.336	0.130
290	0.8180	233.219	230.428	1.197	272.620	254.210	6.753	25.730	25.690	0.157
300	0.8291	239.934	245.023	2.121	277.537	274.145	1.222	26.165	26.185	0.079

### CHAPITRE III : VERIFICATION DES CORRELATIONS PROPOSEES

310	0,8250	250,844	243,863	2,783	289,910	268,246	7,473	26,612	26,549	0,238
320	0,8285	259,939	250,700	3,555	297,823	276,282	7,233	27,128	27,054	0,274
330	0,8325	269,079	258,200	4,043	307,707	286,059	7,035	27,716	27,625	0,328
340	0,8356	278,674	264,755	4,995	318,003	295,043	7,220	28,393	28,245	0,519
350	0,8384	288,56749	270,96970	6,098	328,610	304,366	7,378	29,169	28,926	0,833
360	0,8412	298,67271	277,19370	7,191485	339,132	314,690	7,207	30,044	29,679	1,214
-	-	-	-	cmoy =2,37%	-	-	cmoy =2,41%	-	-	cmoy =0,435%

Tableau (B-50) : calcul des propriétés classiques du notre pétrole.

#### 2- les propriétés optiques :

Teb (°C)	d	n1	e1	n exp	n2	e2	n 3	c3	I calculé	I corrélé	c(%)
45	0,6358	1,371	0,521	1,3642	1,390	1,895	1,392	2,021	0,248	0,243	1,886
55	0,6500	1,377	0,452	1,3712	1,397	1,869	1,405	2,464	0,253	0,247	2,089
65	0,6686	1,386	0,367	1,3809	1,409	2,035	1,407	1,911	0,257	0,253	1,836
70	0,6841	1,393	0,345	1,3887	1,413	1,752	1,408	1,372	0,261	0,257	1,555
75	0,6915	1,397	0,263	1,3935	1,417	1,654	1,409	1,132	0,263	0,259	1,543
80	0,6962	1,400	0,332	1,3949	1,419	1,712	1,411	1,183	0,264	0,260	1,449
85	0,6994	1,401	0,347	1,3963	1,420	1,719	1,414	1,280	0,265	0,261	1,476
90	0,7033	1,403	0,381	1,3978	1,422	1,742	1,416	1,304	0,266	0,263	1,439
95	0,7124	1,408	0,341	1,4030	1,426	1,672	1,416	0,947	0,269	0,265	1,302
100	0,7195	1,411	0,373	1,4062	1,430	1,680	1,417	0,759	0,270	0,267	1,146
105	0,7234	1,413	0,367	1,4083	1,432	1,660	1,418	0,685	0,272	0,269	1,129
110	0,7259	1,415	0,352	1,4098	1,433	1,636	1,420	0,696	0,273	0,269	1,173
115	0,7272	1,415	0,357	1,4104	1,433	1,636	1,422	0,815	0,273	0,270	1,250
120	0,7298	1,417	0,339	1,4120	1,435	1,608	1,423	0,808	0,274	0,271	1,291
125	0,7352	1,420	0,297	1,4154	1,437	1,545	1,424	0,610	0,276	0,273	1,258
130	0,7412	1,423	0,299	1,4185	1,440	1,523	1,425	0,482	0,278	0,274	1,166
135	0,7452	1,425	0,277	1,4209	1,442	1,485	1,424	0,248	0,279	0,276	1,132
140	0,7470	1,426	0,266	1,4220	1,443	1,466	1,425	0,243	0,280	0,276	1,185
145	0,7484	1,427	0,268	1,4227	1,444	1,463	1,428	0,382	0,280	0,277	1,246
150	0,7513	1,428	0,291	1,4239	1,445	1,473	1,430	0,403	0,281	0,278	1,220
155	0,7548	1,430	0,272	1,4260	1,447	1,440	1,430	0,313	0,282	0,279	1,216
160	0,7582	1,432	0,264	1,4279	1,448	1,418	1,431	0,243	0,283	0,280	1,196
165	0,7604	1,433	0,282	1,4288	1,449	1,426	1,433	0,278	0,284	0,281	1,191
170	0,7619	1,434	0,295	1,4294	1,450	1,433	1,434	0,309	0,285	0,281	1,214
175	0,7637	1,435	0,263	1,4308	1,451	1,394	1,435	0,262	0,286	0,282	1,275
180	0,7658	1,436	0,264	1,4319	1,452	1,385	1,435	0,211	0,286	0,283	1,299
185	0,7679	1,437	0,292	1,4326	1,453	1,405	1,436	0,222	0,287	0,283	1,282
190	0,7700	1,438	0,299	1,4336	1,454	1,403	1,438	0,277	0,288	0,284	1,258
195	0,7723	1,439	0,293	1,4349	1,455	1,387	1,438	0,215	0,288	0,285	1,279
200	0,7747	1,440	0,319	1,4358	1,456	1,402	1,438	0,145	0,289	0,286	1,293

### CHAPITRE III : VERIFICATION DES CORRELATIONS PROPOSEES

145	0,748	21,80	22,81	4,666	1037,17	1039,14	0,190	386,64	398,71	0,267	0,250	0,247	1,210
150	0,751	21,35	22,34	4,629	1045,65	1047,52	0,179	391,01	404,78	0,265	0,249	0,246	1,248
155	0,755	20,96	21,84	4,201	1054,41	1056,06	0,156	397,51	411,37	0,260	0,248	0,245	1,180
160	0,758	20,59	21,36	3,757	1063,14	1064,55	0,133	403,84	418,03	0,256	0,247	0,244	1,029
165	0,760	20,16	20,94	3,893	1071,35	1072,64	0,120	408,90	423,72	0,253	0,245	0,243	0,863
170	0,762	19,71	20,57	4,355	1079,27	1080,49	0,113	416,09	428,72	0,248	0,244	0,243	0,715
175	0,764	19,30	20,19	4,605	1087,36	1088,43	0,099	424,39	433,96	0,241	0,243	0,242	0,561
180	0,766	18,93	19,81	4,645	1095,62	1096,50	0,080	434,24	439,49	0,233	0,242	0,241	0,400
185	0,768	18,58	19,44	4,640	1103,95	1104,59	0,059	441,85	445,03	0,228	0,241	0,241	0,211
190	0,770	18,25	19,08	4,595	1112,33	1112,73	0,036	445,01	450,59	0,228	0,240	0,240	0,071
195	0,772	17,94	18,73	4,406	1120,89	1121,01	0,011	454,55	456,45	0,221	0,239	0,240	0,246
200	0,775	17,65	18,38	4,135	1129,59	1129,42	0,015	466,58	462,52	0,212	0,238	0,239	0,414
205	0,777	17,35	18,07	4,159	1138,11	1137,67	0,038	478,25	467,78	0,205	0,237	0,238	0,538
210	0,779	17,08	17,76	4,004	1146,89	1146,16	0,063	480,67	473,53	0,205	0,237	0,238	0,564
215	0,786	17,06	17,30	1,429	1158,13	1156,89	0,107	473,44	488,27	0,218	0,236	0,239	1,401
220	0,790	16,91	16,98	0,452	1168,10	1166,57	0,131	492,15	498,65	0,206	0,238	0,237	0,671
230	0,794	16,44	16,49	0,288	1186,73	1184,83	0,161	506,37	512,20	0,200	0,237	0,237	0,183
240	0,800	16,12	16,04	0,490	1207,06	1204,91	0,178	518,39	531,30	0,198	0,235	0,237	0,748
250	0,804	15,75	15,70	0,300	1227,32	1224,99	0,189	538,73	545,82	0,188	0,234	0,236	0,798
260	0,808	15,43	15,42	0,056	1248,88	1246,52	0,189	553,71	562,16	0,183	0,233	0,237	1,482
270	0,813	15,17	15,23	0,381	1271,84	1269,60	0,176	580,51	580,00	0,172	0,233	0,235	0,802
280	0,816	14,88	15,09	1,386	1295,46	1292,97	0,192	602,40	591,73	0,163	0,233	0,234	0,729
290	0,818	14,64	15,00	2,479	1320,75	1317,73	0,229	624,09	602,44	0,155	0,234	0,234	0,147
300	0,829	14,81	15,30	3,340	1351,75	1351,78	0,002	636,31	650,02	0,161	0,233	0,235	0,842
310	0,825	14,48	15,09	4,249	1378,82	1374,82	0,290	663,90	633,21	0,144	0,234	0,236	0,780
320	0,829	14,59	15,26	4,588	1411,74	1406,80	0,350	680,54	649,31	0,140	0,234	0,238	1,737
330	0,833	14,96	15,53	3,830	1447,91	1441,95	0,412	706,13	668,26	0,134	0,235	0,237	0,992
340	0,836	15,78	15,85	0,441	1487,28	1478,93	0,561	732,74	683,49	0,127	0,235	0,237	0,848
350	0,838	17,60	16,22	7,866	1530,58	1518,51	0,788	760,65	697,54	0,121	0,233	0,237	1,600
360	0,841	21,88	19,85	9,283	1578,44	1561,26	1,088	789,60	711,82	0,114	-	-	-
-	-	-	-	- cmoy =3,45%	-	-	- cmoy =0,19%	-	-	- cmoy =0,24%	-	-	- cmoy =0,83%

Tableau (B-52) : calcul des propriétés critiques de notre pétrole.

## CHAPITRE III : VERIFICATION DES CORRELATIONS PROPOSEES

### 4- les propriétés thermiques :

Tcb (°R)	Hv calculée	Hv corrélée	c(%)	Cp calculée	Cp corrélée	c(%)	λ calculé	λ corrélé	c(%)	W calculé	W corrélé	c(%)
55	7,16	7,13	0,39	199,09	369,83	85,76	0,1211	0,1198	1,03	0,291	0,298	2,45
65	7,35	7,33	0,28	202,13	322,28	59,45	0,1198	0,1182	1,33	0,332	0,325	2,12
70	7,45	7,43	0,20	200,05	306,19	53,06	0,1189	0,1172	1,38	0,345	0,349	1,20
75	7,54	7,53	0,15	202,60	296,53	46,36	0,1183	0,1165	1,51	0,356	0,362	1,77
80	7,64	7,63	0,14	206,68	290,28	40,45	0,1179	0,1159	1,66	0,366	0,370	1,17
85	7,74	7,72	0,16	211,66	286,39	35,31	0,1175	0,1154	1,83	0,375	0,376	0,42
90	7,83	7,82	0,16	216,26	284,07	31,35	0,1171	0,1148	1,96	0,378	0,383	1,54
95	7,92	7,92	0,10	217,73	282,63	29,81	0,1165	0,1143	1,91	0,387	0,401	3,63
100	8,02	8,01	0,05	220,38	282,70	28,28	0,1159	0,1138	1,87	0,399	0,416	4,15
105	8,11	8,11	0,05	224,97	284,04	26,26	0,1156	0,1133	1,93	0,411	0,424	3,24
110	8,21	8,20	0,06	230,45	286,25	24,21	0,1152	0,1129	2,02	0,423	0,430	1,53
115	8,31	8,30	0,10	236,77	289,17	22,13	0,1149	0,1125	2,15	0,434	0,433	0,17
120	8,41	8,40	0,12	242,32	292,64	20,77	0,1146	0,1121	2,21	0,441	0,439	0,53
125	8,50	8,50	0,09	246,05	296,64	20,56	0,1141	0,1117	2,16	0,450	0,452	0,27
130	8,60	8,59	0,06	249,37	301,20	20,78	0,1137	0,1113	2,09	0,463	0,466	0,72
135	8,69	8,69	0,03	254,04	306,22	20,54	0,1133	0,1109	2,08	0,477	0,477	0,15
140	8,79	8,79	0,06	260,26	311,59	19,72	0,1130	0,1106	2,14	0,491	0,481	1,92
145	8,90	8,89	0,09	266,84	317,29	18,91	0,1127	0,1102	2,22	0,502	0,485	3,41
150	8,99	8,99	0,10	272,41	323,38	18,71	0,1124	0,1099	2,23	0,514	0,493	4,12
155	9,09	9,08	0,10	277,58	329,82	18,82	0,1120	0,1095	2,22	0,527	0,503	4,61
160	9,19	9,18	0,09	282,85	336,56	18,99	0,1116	0,1092	2,22	0,541	0,512	5,40
165	9,29	9,28	0,11	289,07	343,49	18,83	0,1113	0,1088	2,25	0,557	0,519	6,86
170	9,40	9,38	0,14	295,90	350,61	18,49	0,1111	0,1085	2,31	0,571	0,523	8,41
175	9,50	9,48	0,16	302,58	357,97	18,31	0,1108	0,1082	2,35	0,585	0,529	9,71
180	9,60	9,58	0,18	309,08	365,58	18,28	0,1105	0,1079	2,38	0,600	0,535	10,80
185	9,70	9,68	0,20	315,65	373,38	18,29	0,1102	0,1075	2,41	0,614	0,542	11,87
190	9,81	9,78	0,22	322,28	381,36	18,33	0,1099	0,1072	2,44	0,630	0,548	12,99
195	9,91	9,89	0,23	328,81	389,55	18,47	0,1096	0,1069	2,46	0,645	0,556	13,80
200	10,01	9,99	0,24	335,30	397,91	18,67	0,1092	0,1065	2,48	0,660	0,564	14,61
205	10,11	10,09	0,26	342,39	406,35	18,68	0,1089	0,1062	2,51	0,674	0,570	15,48
210	10,22	10,19	0,28	349,27	414,97	18,81	0,1086	0,1059	2,53	0,682	0,577	15,38
215	10,31	10,29	0,20	351,70	424,37	20,66	0,1080	0,1054	2,43	0,702	0,602	14,20
220	10,41	10,39	0,17	356,86	433,51	21,48	0,1076	0,1050	2,41	0,679	0,617	9,12
230	10,62	10,60	0,20	370,85	451,58	21,77	0,1069	0,1043	2,45	0,704	0,634	10,05
240	10,82	10,80	0,17	383,20	470,24	22,71	0,1061	0,1035	2,44	0,736	0,659	10,47
250	11,03	11,01	0,19	397,82	488,83	22,88	0,1053	0,1027	2,46	0,759	0,676	10,94
260	11,24	11,22	0,19	412,28	507,60	23,12	0,1044	0,1018	2,44	0,785	0,696	11,28
270	11,45	11,43	0,18	426,76	526,42	23,35	0,1034	0,1010	2,39	0,806	0,718	10,87
280	11,66	11,64	0,20	443,58	544,92	22,85	0,1025	0,1001	2,34	0,827	0,732	11,52
290	11,88	11,85	0,22	461,13	563,25	22,15	0,1014	0,0992	2,26	0,837	0,744	11,07
300	12,07	12,06	0,04	468,63	582,22	24,24	0,1000	0,0981	1,88	0,870	0,805	7,46
310	12,30	12,28	0,19	494,62	599,33	21,17	0,0990	0,0971	1,93	0,887	0,782	11,90

### CHAPITRE III : VERIFICATION DES CORRELATIONS PROPOSEES

320	12,51	12,49	0,17	511,81	616,73	20,50	0,0976	0,0960	1,71	0,914	0,802	12,33
330	12,73	12,71	0,14	528,64	633,57	19,85	0,0962	0,0948	1,43	0,940	0,826	12,17
340	12,95	12,93	0,15	546,97	649,68	18,78	0,0947	0,0936	1,17	0,974	0,845	13,25
350	13,18	13,15	0,18	566,06	665,03	17,48	0,0931	0,0922	0,91	1,028	0,863	16,01
-	-	-	- moy=	-	-	-	-	-	- moy=	-	-	- moy=
			0,16%						2,15%			7,51%

Tableau (B-53) : calcul des propriétés thermiques.

#### 5- propriétés spécifiques :

Teb(°C)	d	PA calculé	PA corrélé	c(%)	C/H calculé	C/H corrélé	e(%)
45	0,6358	84,691	83,690	1,183	5,327	5,436	2,037
55	0,65	78,089	78,371	0,361	5,443	5,662	4,010
65	0,6686	75,864	74,781	1,428	5,636	5,836	3,548
70	0,6841	73,707	73,456	0,340	5,840	5,916	1,302
75	0,6915	72,764	72,376	0,533	5,915	5,976	1,028
80	0,6962	71,998	71,502	0,689	5,947	6,026	1,329
85	0,6994	71,234	70,800	0,609	5,954	6,067	1,909
90	0,7033	70,888	70,244	0,909	5,973	6,105	2,195
95	0,7124	70,087	69,809	0,397	6,084	6,144	0,989
100	0,7195	69,684	69,476	0,298	6,162	6,177	0,245
105	0,7234	69,622	69,229	0,563	6,185	6,203	0,292
110	0,7259	69,392	69,054	0,487	6,183	6,224	0,654
115	0,7272	69,264	68,938	0,471	6,162	6,241	1,283
120	0,7298	69,162	68,872	0,420	6,164	6,258	1,517
125	0,7352	68,963	68,846	0,170	6,216	6,276	0,968
130	0,7412	68,190	68,853	0,972	6,280	6,294	0,230
135	0,7452	69,395	68,887	0,733	6,308	6,308	0,006
140	0,747	69,831	68,943	1,272	6,299	6,319	0,307
145	0,7484	69,191	69,015	0,253	6,284	6,328	0,699
150	0,7513	68,946	69,101	0,225	6,296	6,338	0,677
155	0,7548	69,144	69,197	0,076	6,318	6,349	0,482
160	0,7582	69,123	69,300	0,255	6,340	6,358	0,297
165	0,7604	69,174	69,408	0,338	6,341	6,367	0,407
170	0,7619	69,581	69,520	0,088	6,331	6,374	0,679
175	0,7637	70,177	69,634	0,774	6,327	6,381	0,860
180	0,7658	70,926	69,749	1,659	6,329	6,389	0,953
185	0,7679	71,263	69,865	1,963	6,331	6,396	1,035
190	0,77	70,956	69,981	1,374	6,334	6,404	1,106
195	0,7723	71,676	70,097	2,203	6,340	6,411	1,118
200	0,7747	72,901	70,213	3,688	6,349	6,419	1,097
205	0,7765	73,931	70,329	4,872	6,349	6,426	1,215
210	0,7786	73,475	70,446	4,122	6,353	6,433	1,250

### CHAPITRE III : VERIFICATION DES CORRELATIONS PROPOSEES

215	0,7856	70,978	70,565	0,582	6,437	6,443	0,107
220	0,7896	72,755	70,685	2,845	6,472	6,452	0,315
230	0,7938	73,251	70,935	3,163	6,483	6,465	0,272
240	0,7999	73,474	71,203	3,091	6,525	6,480	0,696
250	0,8039	74,764	76,265	2,007	6,535	6,492	0,662
260	0,8083	75,333	76,973	2,177	6,553	6,503	0,752
270	0,8129	77,912	77,758	0,198	6,574	6,514	0,921
280	0,8156	79,627	78,640	1,240	6,568	6,521	0,725
290	0,818	81,407	79,638	2,173	6,560	6,525	0,527
300	0,8291	80,987	80,773	0,264	6,676	6,533	2,151
310	0,825	83,887	82,065	2,172	6,578	6,527	0,775
320	0,8285	84,493	83,533	1,137	6,588	6,522	1,002
330	0,8325	86,550	85,197	1,563	6,606	6,513	1,399
340	0,8356	88,505	87,078	1,613	6,612	6,499	1,714
350	0,8384	90,571	89,194	1,520	6,615	6,478	2,075
-	-	-	-	-cmoy=1,32%	-	-	-cmoy=1,1%

Tableau (B-54) : calcul des propriétés spécifiques.

#### Commentaires :

D'après les résultats donnés dans les tableaux précédents, nous remarquons que les erreurs enregistrées sont faibles, sauf dans le cas de la chaleur spécifique, danc on peut accepter la méthode proposer pour les calculs des propriétés physico-chimiques des pétroles algériens, d'ailleurs on peut appliquer les corrélations développé pour les pétroles légères et moyennes.



## CONCLUSION

---

Notre étude a comporté trois principales étapes :

Tout d'abord, nous avons constitué une banque de données comportant cinq parties : pétroles légers, pétroles moyens, pétroles moyennement lourds, pétroles lourds et une partie spécifique aux pétroles algériens. Ceci nous a permis d'établir des équations de distillations TPB théoriques, propres à chaque catégorie de pétroles. De la TPB moyenne des pétroles algériens, nous avons déduit les propriétés moyennes du pétrole simulé.

La deuxième partie de notre travail, qui a concerné l'étude du pétrole HRS 162, a consisté à élaborer des corrélations donnant les facteurs correctifs et ainsi estimer les propriétés physico-chimiques des fractions pétrolières du brut connaissant sa courbe de distillation TPB et en utilisant les propriétés du pétrole simulé déjà calculées.

Et enfin, nous avons testé la validité de nos corrélations en les appliquant à deux autres pétroles: l'un de densité 0.7801 (CRD-Sonatrach) et l'autre pétrole (HBK de HAUD-BERKAOUI) de densité 0.8128.

Les écarts enregistrés sont faibles et encourageants.

Nous pouvons dire que cette étude sur l'identification des pétroles et de leurs fractions, permis de proposer une nouvelle technique de caractérisation nécessitant uniquement la connaissance de la distillation TPB du pétrole et de sa densité. Son avantage principal est d'éviter des méthodes expérimentales très souvent longues et coûteuses.

Notre travail peut être complété par l'application à d'autres pétroles (d'origines diverses) et par le calcul des propriétés que nous n'avons pas eu le temps de réaliser.

CONCLUSION

ANNEXE

**ANNEXE**  
**Base de données des pétroles algériens**

%Vd	Tcb(°C)	d	d globale	%Vd	Tcb(°C)	d	d globale
6,282	65	0,6495		8,43	20	0,5660	
7,505	70	0,6786		10,07	35	0,6278	
8,753	75	0,6849		11,70	46	0,6394	
10,436	80	0,6920		12,08	56	0,6593	
12,339	85	0,7000		12,59	60	0,6632	
14,303	90	0,7080		13,72	65	0,6690	
15,897	95	0,7152		15,25	70	0,6827	
17,420	100	0,7205		15,66	75	0,7035	
18,796	105	0,7248		16,07	80	0,7074	
19,957	110	0,7288		16,73	85	0,7058	
21,856	115	0,7322		17,76	90	0,7081	
23,242	120	0,7377		19,82	95	0,7178	
25,327	125	0,7395		21,10	100	0,7304	
25,876	130	0,7474		21,71	105	0,7332	
27,915	135	0,7519		22,45	110	0,7319	
29,775	140	0,7570		23,94	115	0,7368	
30,745	145	0,7601		24,62	120	0,7310	
31,777	150	0,7630		25,78	125	0,7375	
33,097	155	0,7682		26,77	130	0,7321	
34,648	160	0,7725		28,34	138	0,7544	
36,233	165	0,7770		30,34	143,5	0,7580	
37,919	170	0,7802		30,92	148,5	0,7548	
39,315	175	0,7862		31,58	154	0,7592	
40,583	180	0,7862		32,60	159	0,7686	
41,995	185	0,7892		33,86	164,5	0,7752	
43,254	190	0,7922		35,40	169,5	0,7769	
45,099	195	0,7945		36,75	175	0,7780	
45,791	200	0,7991		37,75	180	0,7830	
46,398	205	0,8009		38,66	185	0,7861	
47,610	210	0,8018		40,06	190,5	0,7888	
48,852	215	0,8029		40,69	195,5	0,7881	
50,456	220	0,8048		41,54	201	0,7932	
53,094	230	0,8193		42,73	206,5	0,7993	
55,297	240	0,8217		43,77	212	0,8001	
57,688	250	0,8305		44,97	217	0,7977	
59,485	260	0,8342		45,96	222,5	0,8022	
61,289	270	0,8408		47,01	228	0,8092	
63,134	280	0,8448		48,13	235,5	0,8242	
65,092	290	0,8431		50,59	248,5	0,8174	
67,121	300	0,8464		53,07	260,5	0,8229	
68,735	310	0,8513		55,05	273	0,8269	
70,718	320	0,8578		57,48	285,5	0,8321	
71,420	330	0,8718		59,97	297	0,8369	
73,274	340	0,8718		62,39	310	0,8387	
75,658	350	0,8753		64,58	322	0,8432	
76,726	360	0,8789		66,86	334	0,8491	
78,286	370	0,8808		69,13	347	0,8563	
100	380	0,9253		70,65	367	0,8633	
			0,80988634	72,13	380	0,8655	0,79799

**ANNEXE**  
**Base de données des pétroles algériens**

%Vd	Teb(°C)	d	d globale
4.4473212	15	0,5884	
6.66207	50	0,6348	
11.2634567	80	0,6782	
17.2549297	100	0,7121	
21.2194541	120	0,7318	
25.6557689	140	0,7474	
30.7396415	160	0,7609	
35.2841544	180	0,7761	
39.1920286	200	0,7840	
44.9794835	225	0,8032	
50.2738932	250	0,8166	
54.1102907	275	0,8325	
60.0064669	300	0,8449	
63.940287	325	0,8532	
68.783095	350	0,8659	
73.609379	380	0,8756	
100		0,9192	
			0,81267199
2.11416221	15	0,5717	
4.74185652	50	0,6278	
8.56336753	80	0,6753	
14.4212651	100	0,7124	
17.0920822	120	0,7308	
22.6457668	140	0,7426	
27.8486972	160	0,7597	
31.9921256	180	0,7746	
35.8552992	200	0,7864	
41.6383634	225	0,8007	
47.0412977	250	0,8132	
51.6656166	275	0,8265	
57.6137401	300	0,8334	
61.7849385	325	0,8458	
66.752056	350	0,8566	
71.5076881	380	0,8655	
100		0,9152	
			0,81666658

**ANNEXE**  
**Base de données des pétroles algériens**

%Vd	Tcb(°C)	d	d globale	%Vd	Tcb(°C)	d	d globale
2,52569001	15	0,5686		4,73457556	65	0,6574	
4,80095656	65	0,6532		5,55290629	70	0,6832	
5,33931573	70	0,6824		6,99538038	75	0,6884	
6,2048607	75	0,6849		8,85934099	80	0,6939	
6,84167383	80	0,6949		10,9288227	85	0,7016	
7,79317939	85	0,7020		12,6038628	90	0,7074	
9,07825604	90	0,7082		15,9217676	95	0,7042	
10,3967148	95	0,7156		16,5885943	100	0,7258	
12,2140799	100	0,7213		17,336003	105	0,7257	
13,3155617	105	0,7277		18,9778135	110	0,7268	
13,7592584	110	0,7339		21,2642996	115	0,7299	
14,132912	115	0,7374		23,139092	120	0,7344	
14,7987923	120	0,7398		24,6902463	125	0,7370	
15,7640479	125	0,7439		26,5086944	130	0,7388	
17,1234193	130	0,7432		28,1744491	135	0,7414	
17,7785839	135	0,7519		29,9441617	140	0,7450	
18,6302311	140	0,7549		31,5803442	145	0,7497	
20,0170386	145	0,7586		33,2076273	150	0,7538	
21,6149168	150	0,7629		34,2542743	155	0,7574	
22,3436999	155	0,7676		35,9522893	160	0,7568	
23,5562773	160	0,7712		36,4875452	165	0,7639	
24,8257483	165	0,7761		37,7636007	170	0,7651	
25,8439753	170	0,7790		39,3064697	175	0,7680	
26,526086	175	0,7834		41,2775334	180	0,7705	
27,6423241	180	0,7854		42,756639	185	0,7729	
28,8183046	185	0,7881		43,8209376	190	0,7762	
29,6223581	190	0,7892		45,0090378	195	0,7796	
30,1382769	195	0,7930		46,204774	200	0,7816	
30,6207835	200	0,7960		47,5903775	205	0,7829	
31,2168001	205	0,7985		48,8764408	210	0,7851	
32,0318915	210	0,7990		50,1796115	215	0,7876	
33,3347034	215	0,8011		51,2664687	220	0,7908	
34,1548047	220	0,8043		54,0518054	230	0,7996	
35,9051515	230	0,8157		56,4871814	240	0,8052	
37,45892	240	0,8168		58,9717773	250	0,8094	
39,903902	250	0,8230		58,9819997	260	0,8163	
41,3864129	260	0,8279		60,1633099	270	0,8194	
44,5207153	270	0,8338		61,9843762	280	0,8248	
45,2776747	280	0,8383		64,009502	290	0,8241	
47,0490741	290	0,8390		66,7016114	300	0,8276	
48,5411151	300	0,8394		68,3935438	310	0,8335	
50,2066453	310	0,8422		70,1910732	320	0,8356	
52,6263496	320	0,8454		70,4973126	330	0,8447	
55,1414237	330	0,8565		72,6984368	340	0,8454	
56,7852482	340	0,8584		75,2187292	350	0,8476	
58,4313208	350	0,8623		76,6117734	360	0,8506	
60,0716865	360	0,8653		77,6099464	370	0,8527	
61,5338042	370	0,8680		78,3429516	380	0,8538	
63,1055577	380	0,8712	0,834946	100		0,8704	0,7892

## ANNEXE

### Base de données des pétroles algériens

%Vd	Teb(°C)	d	d globale	%Vd	Tcb(°C)	d	d globale
3,36040115	65	0,6507		5,29606719	65	0,6458	
3,88823114	70	0,6799		7,50980028	70	0,6766	
5,18235085	75	0,6836		8,55198689	75	0,6903	
5,54131219	80	0,6975		9,95580861	80	0,6973	
6,21070158	85	0,6982		11,7679152	85	0,7029	
9,18966048	90	0,7004		14,2329364	90	0,7081	
9,77328645	95	0,7150		15,2734195	95	0,7141	
10,4796787	100	0,7207		20,5213597	100	0,7124	
11,2186584	105	0,7228		21,5542043	105	0,7308	
12,3598728	110	0,7240		23,8027827	110	0,7343	
14,6009097	115	0,7262		27,1678814	115	0,7395	
16,5447304	120	0,7299		28,0678094	120	0,7470	
17,9370262	125	0,7373		31,5909387	125	0,7465	
19,4595802	130	0,7400		33,6524114	130	0,7609	
20,7622157	135	0,7432		35,2792484	135	0,7612	
21,8142608	140	0,7457		36,4438758	140	0,7595	
22,9417769	145	0,7476		37,7286703	145	0,7619	
24,4275535	150	0,7527		38,0809982	150	0,7699	
25,7903209	155	0,7594		38,613965	155	0,7745	
27,6786707	160	0,7646		39,6474418	160	0,7760	
28,2299444	165	0,7721		42,6983459	165	0,7770	
29,0533699	170	0,7703		45,217936	170	0,7817	
30,5601543	175	0,7699		45,9266795	175	0,7821	
31,5665816	180	0,7795		47,0699555	180	0,7840	
32,6169134	185	0,7787		48,8714514	185	0,7856	
34,197648	190	0,7814		51,0247497	190	0,7887	
35,8659681	195	0,7854		51,8124889	195	0,7935	
36,9031143	200	0,7886		52,6709729	200	0,7968	
37,9390781	205	0,7895		54,3281111	205	0,7971	
39,2483968	210	0,7904		55,2317933	210	0,7961	
40,4571788	215	0,7940		56,6201673	215	0,7985	
41,5770761	220	0,7974		59,9786071	220	0,8112	
44,3965507	230	0,8081		63,1282421	230	0,8163	
45,8418985	240	0,8084		67,0178832	240	0,8217	
49,4304095	250	0,8140		69,2511791	250	0,8291	
51,6063502	260	0,8208		71,5099278	260	0,8302	
53,6093545	270	0,8250		73,5199119	270	0,8332	
55,4295727	280	0,8299		76,9060951	280	0,8359	
57,5690195	290	0,8309		79,5525897	290	0,8378	
59,8758886	300	0,8321		82,0204386	300	0,8411	
61,7817442	310	0,8364		84,6998948	310	0,8451	
63,8870755	320	0,8404		89,2264152	320	0,8546	
68,2144082	330	0,8486		91,5835294	330	0,8606	
69,3372123	340	0,8548		94,1408572	340	0,8624	
70,930785	350	0,8589		95,6239254	350	0,8668	
71,4059177	360	0,8607		97,6549879	360	0,8652	
73,7120974	370	0,8613		100	370	0,8751	
75,1201545	380	0,8713	0,817423		380		0,78310791

**ANNEXE**  
**Base de données des pétroles algériens**

%Vd	Tcb(°C)	d	d globale	%Vd	Tcb(°C)	d	d globale
7,1765709	19	0,5698		3,59187719	20,2	0,5620	
11,0071529	65	0,6443		6,66697722	65	0,6459	
11,5716675	70	0,6858		7,25477941	70	0,6896	
11,74703	75	0,6899		7,58275961	75	0,6921	
12,480046	80	0,6932		8,42467751	80	0,6933	
13,9473414	85	0,6981		10,0592871	85	0,6993	
15,7580113	90	0,7038		11,3676029	90	0,7064	
17,6883724	95	0,7103		12,3473658	95	0,7116	
18,5312215	100	0,7177		15,2781447	100	0,7109	
19,7155175	105	0,7219		15,6690841	105	0,7258	
22,6561236	110	0,7241		16,1950746	110	0,7244	
23,4559901	115	0,7361		17,2912154	115	0,7248	
23,9633902	120	0,7471		19,9034976	120	0,7293	
24,4915335	125	0,7483		20,3703096	125	0,7294	
24,7393051	130	0,7487		20,8713448	130	0,7443	
25,9866033	135	0,7501		21,6524256	135	0,7473	
27,740206	140	0,7543		22,9784077	140	0,7459	
29,5899457	145	0,7587		24,5694949	145	0,7490	
30,7727876	150	0,7637		25,9461092	150	0,7538	
31,7808443	155	0,7681		27,2393763	155	0,7585	
32,7841983	160	0,7717		28,8254296	160	0,7616	
33,7432603	165	0,7737		29,717706	165	0,7632	
35,0098215	170	0,7769		30,9672125	170	0,7656	
35,9377204	175	0,7823		32,0829468	175	0,7702	
36,2366336	180	0,7825		32,9847696	180	0,7731	
36,7505563	185	0,7847		33,9582338	185	0,7745	
37,3973571	190	0,7856		35,200481	190	0,7766	
38,7261056	195	0,7891		36,811481	195	0,7800	
39,8040823	200	0,7931		37,1730303	200	0,7848	
40,4936149	205	0,7954		37,6574899	205	0,7865	
41,2944881	210	0,7956		38,4722087	210	0,7861	
42,3458949	215	0,7978		39,8007134	215	0,7872	
43,4638655	220	0,8008		40,8966648	220	0,7915	
45,285683	230	0,8146		43,6333218	230	0,8028	
46,7772825	240	0,8165		46,1994549	240	0,8056	
49,2934521	250	0,8206		48,65429	250	0,8091	
51,2668432	260	0,8256		49,6510892	260	0,8133	
52,7013997	270	0,8321		52,268799	270	0,8176	
54,1682057	280	0,8358		53,6972961	280	0,8229	
56,1812104	290	0,8374		55,7102908	290	0,8256	
57,6448643	300	0,8376		57,506604	300	0,8259	
59,1507318	310	0,8409		59,1837732	310	0,8314	
60,7157372	320	0,8452		61,2340791	320	0,8343	
64,0759702	330	0,8545		61,70441	330	0,8446	
65,4547688	340	0,8599		63,317928	340	0,8441	
67,029623	350	0,8604		65,7525104	350	0,8458	
68,2902956	360	0,8637		66,6693074	360	0,8489	
69,6861944	370	0,8667		68,0969255	370	0,8518	
70,987082	380	0,8742	0.8065	69,1788669	380	0,8542	0.8085



**ANNEXE**  
**Base de données des pétroles légères**

williston0,8156		turner0,817		edmond 0,8179		southwest0,8156	
%Vd	Teb (°C)	%Vd	Teb (°C)	%Vd	Teb (°C)	%Vd	Teb (°C)
20,2	148,88	28,6	148,88	24,1	148,88	25	148,88
30,5	204,44	43	204,44	35,3	204,44	40,2	204,44
35,5	232,22	49,3	232,22	40,9	232,22	46,2	232,22
47,2	287,78	62,1	287,78	50,9	287,78	57,1	287,78
63,5	371,11	79,2	371,11	65,2	371,11	71,2	371,11
81,5	482,22	95	482,22	83,2	482,22	88,2	482,22
magali0,816		0,8184williston		scurry0,8156		fermers0,8137	
%Vd	Teb (°C)	%Vd	Teb (°C)	%Vd	Teb (°C)	%Vd	Teb (°C)
23,8	148,88	28,5	148,88	30,1	148,88	21,29	148,88
35,1	204,44	43	204,44	41,9	204,44	33,98	204,44
40,7	232,22	49,5	232,22	47,5	232,22	38,98	232,22
51,3	287,78	62	287,78	57,8	287,78	49,08	287,78
68	371,11	77	371,11	70,9	371,11	63,88	371,11
84	482,22	91	482,22	84,9	482,22	80,18	482,22
cl cubo0,8142		rodessa0,8118		seneca0,8067		cumarebo0,7896	
%Vd	Teb (°C)	%Vd	Teb (°C)	%Vd	Teb (°C)	%Vd	Teb (°C)
28	148,88	19,2	148,88	24,79	148,88	37,5	148,88
38	204,44	32,7	204,44	37,49	204,44	51,3	204,44
47	232,22	39,7	232,22	42,59	232,22	57,4	232,22
58	287,78	53	287,78	52,49	287,78	70	287,78
71,5	371,11	70,1	371,11	66,39	371,11	85,7	371,11
87	482,22	85,2	482,22	83,49	482,22	94,6	482,22
chase0,7879		luby0,7848		barco0,7852		cold water0,78	
%Vd	Teb (°C)	%Vd	Teb (°C)	%Vd	Teb (°C)	%Vd	Teb (°C)
40,6	148,88	41,7	148,88	36	148,88	28,3	148,88
51,6	204,44	59,5	204,44	51	204,44	44,1	204,44
56,9	232,22	66,8	232,22	57	232,22	51,8	232,22
67,4	287,78	78,8	287,78	66,5	287,78	65,1	287,78
78,9	371,11	89,1	371,11	76,5	371,11	77,6	371,11
88,7	482,22	95,1	482,22	88	482,22	89,6	482,22
caico0,7809		pagasus0,7699		caniri0,7599		grass o0,798	
%Vd	Teb (°C)	%Vd	Teb (°C)	%Vd	Teb (°C)	%Vd	Teb (°C)
31,3	148,88	31,1	148,88	40,7	148,88	38,7	148,88
53,9	204,44	46,2	204,44	54,5	204,44	52,1	204,44
59,4	232,22	53,8	232,22	63,2	232,22	57,7	232,22
69,3	287,78	68,2	287,78	73,6	287,78	68,4	287,78
86,9	371,11	83,2	371,11	87,8	371,11	80,4	371,11
97,5	482,22	93,7	482,22	97,9	482,22	90,9	482,22
djambi0,797		cumarebo0,79					
%Vd	Teb (°C)	%Vd	Teb (°C)				
40,6	148,88	40	148,88				
61,2	204,44	53,57	204,44				
68,4	232,22	60,71	232,22				
79,9	287,78	72,14	287,78				
91,7	371,11	85,65	371,11				
97,1	482,22	100	482,22				

## ANNEXE

### Base de données des pétroles moyens

%Vd	Teb(°C)	pétrole	Tcb(°C)	d	Pétrole
20	148,88	essider0,838	121,111111	0,75719347	spray0,838
31,42	204,44		135	0,76693767	
36,42	232,22		232,222222	0,82171893	
46,42	287,78		239,166667	0,82673631	
64,28	371,11		287,777778	0,84445539	
74,28	482,22		398,888889	0,88792113	
21,1	148,88	duhancel0,847	121,111111	0,73716852	illions0,837
32,4	204,44		135	0,76403888	
38	232,22		232,222222	0,81321839	
48,9	287,78		239,166667	0,81835723	
64,4	371,11		287,777778	0,84874196	
83	482,22		398,888889	0,88718181	
26	148,88	seria0,8448	121,111111	0,75912673	rincon0,8222
41,6	204,44		135	0,78263274	
49,6	232,22		232,222222	0,82507289	
66,5	287,78		239,166667	0,83170382	
85	371,11		287,777778	0,85582759	
96,4	482,22		398,888889	0,85744701	
20,7	148,88	gauf(d)0,8319	121,111111	0,76106988	san joaquin0,822
31,9	204,44		135	0,77832783	
37,2	232,22		232,222222	0,83137485	
47,7	287,78		239,166667	0,8367314	
62,3	371,11		287,777778	0,85598379	
77	482,22		398,888889	0,85927851	
25,2	148,88	spray0,838	121,111111	0,76237086	san roquc0,8203
35,3	204,44		135	0,78047435	
40,7	232,22		232,222222	0,82171893	
50,5	287,78		239,166667	0,82814954	
63,5	371,11		287,777778	0,85018051	
75,7	482,22		398,888889	0,86626452	
21,1	148,88	san roquc0,8203	121,111111	0,75081978	cranfeild0,822
33,7	204,44		135	0,7661072	
40	232,22		232,222222	0,80857143	
50,7	287,78		239,166667	0,8128649	
64,3	371,11		287,777778	0,83601083	
78,5	482,22		398,888889	0,87623796	
0	28	chailly0,848			
11,8	130				
26,1	215				
32,1	250				
58	360				

**ANNEXE**  
**Base de données des pétroles moyens**

%Vd	Teb(°C)	pétrole	Teb(°C)	d	pétrole
24.2	148,88	goldca0,8468	121,111111	0,75066313	agha0,8448
35.1	204,44		135	0,75463105	
40.2	232,22		232,222222	0,81462291	
50.2	287,78		239,166667	0,8169772	
64.4	371,11		287,777778	0,84874196	
79.1	482,22		398,888889	0,90681307	
20	148,88	agha0,8448	121,111111	0,74022731	oklahoma0,8382
30.4	204,44		135	0,80626781	
35	232,22		232,222222	0,80946947	
44.3	287,78		239,166667	0,8118187	
58.2	371,11		287,777778	0,8346198	
74.6	482,22		398,888889	0,87193564	
17	148,88	oklahoma0,8382	121,111111	0,74331159	kerkik0,8418
20.3	204,44		135	0,74434508	
31.3	232,22		232,222222	0,80949657	
42.6	287,78		239,166667	0,81082423	
59.3	371,11		287,777778	0,84091618	
79.2	482,22		398,888889	0,90373652	
24.2	148,88	kerkik0,841	121,111111	0,74455251	graham0,839
36.1	204,44		135	0,81560181	
42.3	232,22		232,222222	0,84445539	
52.7	287,78		239,166667	0,88792113	
67.4	371,11		287,777778	0,77111717	
82.8	482,22		398,888889	0,81088825	
23.4	148,88	graham0,839	135	0,77747253	maxia0,837
34	204,44		232,222222	0,81135321	
39	232,22		239,166667	0,8169772	
48.8	287,78		287,777778	0,83950879	
63	371,11		398,888889	0,88644372	
80	482,22		135	0,76776994	fadhili0,847
20.5	148,88	maxia0,837	232,222222	0,80811923	
33.3	204,44		239,166667	0,81088825	
39.1	232,22		287,777778	0,84162164	
50.8	287,78		398,888889	0,8901465	
67.8	371,11		121,111111	0,7495579	duhamcl0,847
85.8	482,22		135	0,77111717	
24.1	148,88	gowden0,849	232,222222	0,82507289	
35.3	204,44		239,166667	0,82814954	
40.1	232,22		287,777778	0,85671477	
49.4	287,78		398,888889	0,90373652	
63.3	371,11				
78.6	482,22				

**ANNEXE**  
**Base de données des pétroles moyens**

%Vd	Teb(°C)	pétrole	Teb(°C)	d	pétrole
22,8	148,88	ncw norway0,843	121,111111	0,74517452	ncw norway0,843
34	204,44		135	0,76902174	
39,3	232,22		232,222222	0,8221964	
50,5	287,78		239,166667	0,8253279	
64	371,11		287,777778	0,85525405	
84	482,22		398,888889	0,89764562	
22,8	148,88	w texas0,843	121,111111	0,75272059	w texas0,843
33,5	204,44		135	0,76569264	
39,5	232,22		232,222222	0,81321839	
51,8	287,78		239,166667	0,8169772	
67,2	371,11		287,777778	0,84659325	
83	482,22		398,888889	0,89689003	
19,1	148,88	salt creek0,844	121,111111	0,75848121	salt creek0,844
29,8	204,44		135	0,78176796	
35,1	232,22		232,222222	0,82028986	
45,7	287,78		239,166667	0,82603151	
60,5	371,11		287,777778	0,84946063	
79,5	482,22		398,888889	0,88644372	
19,7	148,88	abquak0,842	121,111111	0,72518204	abquak0,842
31,8	204,44		135	0,76198169	
37,8	232,22		232,222222	0,8021542	
49,9	287,78		239,166667	0,80677349	
66,1	371,11		287,777778	0,84232829	
82	482,22		398,888889	0,90297064	
20,7	148,88	talang0,842	121,111111	0,76171982	talang0,842
30,8	204,44		135	0,77407002	
35,8	232,22		232,222222	0,82076566	
46	287,78		239,166667	0,82814954	
60,8	371,11		287,777778	0,84802451	
78,3	482,22		398,888889	0,86485824	

## ANNEXE

### Base de données des pétroles moyennement lourds.

%Vd	Teb(°C)	pétrole	Teb(°C)	d	pétrole
11,2	148,88	talang djimar0,887	121,1111	0,7663	talang djimar0,887
20,3	204,44		135,0000	0,8348	
27,1	232,22		225,2778	0,8499	
43,8	287,77		232,2222	0,8550	
64,8	371,11		287,7778	0,8800	
85,3	482,22		398,8889	0,9429	
8	148,88	amelia0,886	121,1111	0,7777	amelia0,886
17	204,44		135,0000	0,8398	
22,8	232,22		225,2778	0,8544	
36,3	287,77		232,2222	0,8550	
57,7	371,11		287,7778	0,8769	
84	482,22		398,8889	0,9030	
14,1	148,88	howerd glasgow0,881			howerd glasgow0,881
22,4	204,44		121,1111	0,7796	
27	232,22		135,0000	0,8348	
37	287,77		225,2778	0,8396	
52,8	371,11		232,2222	0,8663	
70	482,22		287,7778	0,9107	
9,1	148,88	sugeland0,883	121,1111	0,7534	sugeland0,883
19,1	204,44		135,0000	0,8222	
25,8	232,22		225,2778	0,8555	
43,1	287,77		232,2222	0,8597	
63,6	371,11		287,7778	0,8925	
85	482,22		398,8889	0,9249	
9,7	148,88	qatif0,889	121,1111	0,7323	qatif0,889
20,3	204,44		135,0000	0,7758	
25,6	232,22		225,2778	0,8049	
36,4	287,77		232,2222	0,8108	
52,7	371,11		287,7778	0,8487	
74	482,22		398,8889	0,9099	
9	148,88	morel kan0,891	121,1111	0,7508	morel kan0,891
18,2	204,44		135,0000	0,7905	
23,3	232,22		225,2778	0,8142	
33,3	287,77		232,2222	0,8310	
48,8	371,11		287,7778	0,8597	
67,3	482,22		398,8889	0,9014	
4,4	148,88	cler lak0,892	121,1111	0,7540	cler lak0,892
12,4	204,44		135,0000	0,8324	
18,3	232,22		225,2778	0,8552	
36,2	287,77		232,2222	0,8560	
61,1	371,11		287,7778	0,8839	
82,6	482,22		398,8889	0,9201	

## ANNEXE

### Base de données des pétroles moyennement lourds.

%Vc	Teb(°C)	pétrole	%Vc	Teb(°C)	pétrole
12	148,88	steam boat0,887	12,85	148,88	pointe claire0,88
21,7	204,44		22,85	204,44	
27	232,22		26,42	232,22	
38	287,77		37,14	287,77	
55,6	371,11		51,42	371,11	
74,5	482,22		78,57	482,22	
8	148,88	limau0,898	10,71	148,88	coulommes0,862
15	204,44		18,57	204,44	
21,2	232,22		22,14	232,22	
34	287,77		36,2	287,77	
56,4	371,11		50	371,11	
78,4	482,22		78,57	482,22	
13,7	148,88	tia juana0,896	22,5	148,88	kalimentana0,865
21,5	204,44		37,4	204,44	
26	232,22		43,6	232,22	
34	287,77		59,4	287,77	
46,5	371,11		65,5	371,11	
61,5	482,22		80,1	482,22	
6,2	148,88	brook heven0,898	18	148,88	bahreïn0,8607
11,8	204,44		28,6	204,44	
13,6	232,22		33,6	232,22	
25,4	287,77		43,4	287,77	
51	371,11		57,3	371,11	
72	482,22		74,6	482,22	
12,85	148,88	mandji0,89	2,9	148,88	gwinville
20	204,44		7	204,44	
22,85	232,22		10,7	232,22	
32,14	287,77		25,3	287,77	
49,28	371,11		73,3	371,11	
75,71	482,22		93	482,22	
3,57	148,88	château renard0,892	4,4	148,88	clealake0,892
10	204,44		12,4	204,44	
13,57	232,22		18,3	232,22	
24,28	287,77		36,2	287,77	
44,28	371,11		61,1	371,11	
67,85	482,22		82,6	482,22	

## ANNEXE

### Base de données des pétroles moyennement lourds

%Vd	Teb(°C)	pétrole	Teb(°C)	d	pétrole
12.7	148,88	mara zulia0,878	121,1111	0,7341	mara zulia0,878
22	204,44		135,0000	0,7770	
27	232,22		225,2778	0,8108	
36.5	287,77		232,2222	0,8348	
50	371,11		287,7778	0,8466	
69	482,22		398,8889	0,8894	
18.5	148,88	clk bassin0,868	121,1111	0,7546	clk bassin0,868
29.7	204,44		135,0000	0,7861	
33.9	232,22		225,2778	0,8275	
44	287,77		232,2222	0,8331	
60.3	371,11		287,7778	0,8648	
79.7	482,22		398,8889	0,9265	
21.6	148,88	coalinga0,878	121,1111	0,7756	coalinga0,878
31.6	204,44		135,0000	0,7972	
35.6	232,22		225,2778	0,8358	
46.2	287,77		232,2222	0,8404	
59.6	371,11		287,7778	0,8656	
77.2	482,22		398,8889	0,9091	
20.7	148,88	westexas0,862	121,1111	0,7489	westexas0,862
31.7	204,44		135,0000	0,7879	
37.1	232,22		225,2778	0,8222	
45	287,77		232,2222	0,8267	
62.2	371,11		287,7778	0,8611	
76	482,22		398,8889	0,9107	
15.7	148,88	jusprien0,863	121,1111	0,7496	jusprien0,863
26	204,44		135,0000	0,7896	
31	232,22		225,2778	0,8236	
42	287,77		232,2222	0,8317	
56	371,11		287,7778	0,8574	
74.6	482,88		398,8889	0,8992	
17.9	148,88	logo mcr0,868	121,1111	0,7372	logo mcr0,868
26.9	204,44		135,0000	0,7587	
31.2	232,22		225,2778	0,8067	
40.2	287,77		232,2222	0,8115	
54.6	371,11		287,7778	0,8360	
72.9	482,22		398,8889	0,8762	
17	148,88	big vally0,868	121,1111	0,7446	big vally0,868
26.6	204,44		135,0000	0,7736	
31.2	232,22		225,2778	0,8222	
40.9	287,77		232,2222	0,8260	
56.1	371,11		287,7778	0,8509	
77	482,22		398,8889	0,8984	

**ANNEXE**  
**Base de données des pétroles lourds**

%Vd	Teb(°C)	pétrole	Teb(°C)	d	pétrole
12,14	148,88	tia juana(3)	135,0000	0,8706	kern0,9951
20,71	204,44		232,2222	0,8789	
24,28	232,22		287,7778	0,8997	
34,28	287,78		343,3333	0,9340	
50,71	371,11		398,8889	0,9556	
67,85	482,22				
2,14	148,88	bachaquero	121,1111	0,7496	quitman0,9817
4,28	204,44		135,0000	0,7753	
6,42	232,22		232,2222	0,8008	
13,57	287,78		287,7778	0,8466	
28,57	371,11		343,3333	0,8956	
55	482,22		398,8889	0,9225	
5	148,88	laguilas	135,0000	0,8251	tia juana(1)0,9772
7,42	204,44		232,2222	0,8499	
10,71	232,22		287,7778	0,8800	
20	287,78		343,3333	0,9188	
33,57	371,11		398,8889	0,9429	
59,28	482,22		121,1111	0,7676	gato0,9738
7,8	148,88	plastia	135,0000	0,8373	
15,7	204,44		232,2222	0,8590	
20,4	232,22		287,7778	0,8957	
29,4	287,78		343,3333	0,9315	
45,4	371,11		398,8889	0,9513	
70,4	482,22		121,1111	0,7591	bachaquero0,9725
6,42	148,88	moths	135,0000	0,8275	
12,5	204,44		232,2222	0,8499	
16,42	232,22		287,7778	0,8997	
23,25	287,78		343,3333	0,9248	
38,57	371,11		398,8889	0,9909	
60	482,22		121,1111	0,7527	leona0,9059
6,5	148,88	cabinas	135,0000	0,7972	
13,5	204,44		232,2222	0,8353	
15,7	232,22		287,7778	0,8648	
24	287,78		343,3333	0,8871	
37	371,11		398,8889	0,9107	
56	482,22		121,1111	0,7477	la roza0,9024
10,1	148,88	pedernals	135,0000	0,8331	
16,7	204,44		232,2222	0,8671	
20,2	232,22		287,7778	0,8883	
28	287,78		343,3333	0,9107	
39,7	371,11		398,8889	0,9881	
52,2	482,22				



**ANNEXE**  
**Base de données des pétroles lourds**

%Vd	Tcb(°C)	pétrole	Tcb(°C)	d	pétrole
0	148,88	vermillion	121,1111	0,7676	fuherman0,9188
1,8	204,44		135,0000	0,8375	
4	232,22		232,2222	0,8769	
14,2	287,78		287,7778	0,9154	
31,7	371,11		343,3333	0,8109	
54,8	482,22		398,8889	0,8956	
7	148,88	santmaria	135,0000	0,8753	goosc0,917
13,2	204,44		232,2222	0,8762	
17	232,22		287,7778	0,9104	
25	287,78		343,3333	0,9248	
37	371,11		398,8889	0,9379	
53	482,22		121,1111	0,7824	kalimentana0,9159
1,78	148,88	boscan	135,0000	0,8654	
3,57	204,44		232,2222	0,8841	
5,71	232,22		287,7778	0,9289	
11,42	287,78		343,3333	0,9574	
25	371,11		398,8889	0,9866	
47,85	482,22		121,1111	0,8043	refaigo0,9123
11	148,88	kalimentana	135,0000	0,8682	
27	204,44		232,2222	0,8708	
36	232,22		287,7778	0,8989	
55,3	287,77		343,3333	0,9013	
77,3	371,11		398,8889	0,9480	
94	482,22		121,1111	0,7372	talco0,9076
2,1	148,88	refaiugo	135,0000	0,7616	
6,8	204,44		232,2222	0,8129	
15,1	232,22		287,7778	0,8445	
48,7	287,77		343,3333	0,8976	
73,9	371,11		398,8889	0,9082	
93	482,22		135,0000	0,8590	thomp0,9024
12	148,88	talco	232,2222	0,8633	
19	204,44		287,7778	0,8910	
21,6	232,22		343,3333	0,9001	
29	287,77		398,8889	0,9201	
42,3	371,11		135,0000	0,8559	placedot0,903
58	482,22		232,2222	0,8576	
11,42	148,88	la rosa	287,7778	0,9006	
18,57	204,44		343,3333	0,9088	
22,14	232,22		398,8889	0,9513	
31,42	287,78		135,0000	0,8251	santa barbara0,9065
45,71	371,11		232,2222	0,8575	
61,42	482,22		287,7778	0,8956	
			343,3333	0,9185	
			398,8889	0,9888	

**ANNEXE**  
**Base de données des pétroles lourds**

%Vd	Teb(°C)	pétrole	Teb(°C)	d	pétrole
3,3	148,88	casabe	121,1111	0,7824	liod0,958
7,4	204,44		135,0000	0,8156	
10,5	232,22		232,2222	0,8575	
20,3	287,78		287,7778	0,8878	
39,3	371,11		343,3333	0,9170	
62,8	482,22		398,8889	0,9355	
9,1	148,88	langs dale	121,1111	0,7824	quirquire0,9516
16,3	204,44		135,0000	0,8575	
20,8	232,22		232,2222	0,9054	
29,8	287,78		287,7778	0,9371	
43,1	371,11		343,3333	0,9599	
57,3	482,22		398,8889	0,9923	
1,2	148,88	coalinga	121,1111	0,7299	miss maxter0,9478
9,6	204,44		135,0000	0,7909	
15,6	232,22		232,2222	0,8246	
29,3	287,78		287,7778	0,8589	
48	371,11		343,3333	0,8996	
69	482,22		398,8889	0,9185	
1,1	148,88	tia juana (2)	121,1111	0,7689	lost hills0,944
4	204,44		135,0000	0,8443	
7	232,22		232,2222	0,8729	
13,4	287,78		287,7778	0,9038	
29,5	371,11		343,3333	0,9340	
47	482,22		398,8889	0,9599	
0	148,88	tarakan kali	135,0000	0,8849	tarakan kali0,9465
2,1	204,44		232,2222	0,8871	
8,1	232,22		287,7778	0,9120	
32,7	287,78		343,3333	0,9490	
65,7	371,11		398,8889	0,9866	
89,8	482,22				
1	148,88	klamono	121,1111	0,7311	boscan1,0404
8	204,44		135,0000	0,8353	
13,3	232,22		232,2222	0,8800	
27,6	287,78		287,7778	0,8871	
50,2	371,11		343,3333	0,9347	
73,5	482,22		398,8889	0,9490	
12,14	148,88	tia juana(3)	135,0000	0,8706	kern0,9951
20,71	204,44		232,2222	0,8789	
24,28	232,22		287,7778	0,8997	
34,28	287,78		343,3333	0,9340	
50,71	371,11		398,8889	0,9556	
67,85	482,22				

**ANNEXE**  
**Base de données des pétroles lourds**

%Vd	Teb(°C)	pétrole	Teb(°C)	d	pétrole
4	148,88	lagunilas	121,1111	0,7723	lagunilas0,9561
8,5	204,44		135,0000	0,8095	
10	232,22		232,2222	0,8537	
17,9	287,78		287,7778	0,8878	
32,7	371,11		343,3333	0,8956	
52,8	482,22		398,8889	0,9281	
2,3	148,88	baxteville	121,1111	0,7656	tucupita0,9593
5,9	204,44		135,0000	0,8309	
8,1	232,22		232,2222	0,8499	
15,2	287,78		287,7778	0,8839	
31,1	371,11		343,3333	0,9042	
53,5	482,22		398,8889	0,9257	
7	148,88	liod	135,0000	0,8597	vermillion0,9725
11,7	204,44		232,2222	0,8665	
14,9	232,22		287,7778	0,8894	
22,7	287,78		343,3333	0,9129	
36,3	371,11		398,8889	0,9330	
55	482,22				
1	148,88	quirquire	121,1111	0,7496	santa maria0,9632
4,6	204,44		135,0000	0,8109	
8,2	232,22		232,2222	0,8485	
21,3	287,78		287,7778	0,8886	
43,5	371,11		343,3333	0,9170	
63,7	482,22		398,8889	0,9591	
4,7	148,88	mismixter			
9,3	204,44				
12,3	232,22				
20	287,78				
34,6	371,11				
56	482,22				
0,6	148,88	lost hills	121,1111	0,7656	tia juana(2)0,9587
14,4	204,44		135,0000	0,8309	
19,3	232,22		232,2222	0,8537	
29,1	287,78		287,7778	0,8816	
43	371,11		343,3333	0,9159	
59,4	482,22		398,8889	0,9347	
6	148,88	smak over	121,1111	0,7421	baxter vilco0,9580
11	204,44		135,0000	0,8095	
14,4	232,22		232,2222	0,8281	
24,1	287,78		287,7778	0,8589	
40,2	371,11		343,3333	0,8956	
59,2	482,22		398,8889	0,9201	
3,3	148,88	casabe	121,1111	0,7824	liod0,958
7,4	204,44		135,0000	0,8156	
10,5	232,22		232,2222	0,8575	
20,3	287,78		287,7778	0,8878	
39,3	371,11		343,3333	0,9170	
62,8	482,22		398,8889	0,9355	

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.

---

1. **P.Wuithier.** Raffinage du pétrole, Tome 1 et 2, Edition Technip, Paris (1972).
2. **C.E.Chitour.** Corrélations sur le pétrole brut et les fractions pétrolières, Tome 2, Edition OPU (1983).
3. **C.E.Chitour.** thermodynamique de pétrole, Tome 2, Edition OPU (1999).
4. **D.A.Goldhammer, Z.Physik.** chem. Eng 71, 577 (1910).
5. **K.Ichalamen, M.Irmal.** Etude corrélatrice et expérimentale du pétrole brut et contribution a la simulation de distillations TBP, PFE, Dpt G. Chimique, école nationale polytechnique (1998).
6. **M.R.Riazi et T.E.Daubert,** Ind. Eng. chem process 25, 1009 (1986).
7. **O.Kitous.** détermination des propriétés thermodynamiques des fractions pétrolières, Thèse de magister, Dpt de génie Chimique, école nationale polytechnique (1990).
8. **F.Bouamra.** contribution à la détermination des propriétés physiques et des fractions pétrolières lourdes. Thèse de magister, direction Pr.C.E.Chitour, Dpt de génie Chimique, école nationale polytechnique (1990).
9. **N.Skander, F.Souahi et C.E.Chitour,** "corrélacion à la détermination des propriétés physiques des mélanges et des fractions pétrolières par des méthodes de contribution de groupe", Algerien Journal of technology, série D, volume 12, N°1, 1996.
10. **B.Zeidelkeir.** approche à la détermination des propriétés physiques des corps purs et des fractions pétrolières par les méthodes numériques de contribution de groupe. Thèse de magister, direction Pr.C.E.Chitour, Dpt de génie Chimique, école nationale polytechnique (1993).
11. **S.A.Beg, M.B.Amin and Hussein.** Generalized Kinematic viscosity-temperature correlation for nundefined petroleum fractions, chem.eng journal, 38, 123-13 (1988).
12. **M.M.Abott, T.G.Kauffman and L.Domash.** a correlation for predicting liquid viscosities of petroleum fractions, the canadian journal of chemical engineering, vol 19, 379-384, june (1971).
13. **American Petroleum Institute,** projet 44. Selected values of physical and thermodynamic properties of hydrocarbon and related compounds.
14. **S.S.Kurtz, Albert Sankin.** Calculation of molecular volumes of hydrocarbons, industriel and engineering Chemistry, vol 46, N°2, October (1954).

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.

---

15. **T.Bentamin, S.Brooks, J.R.Kurtz, C.E.Boord Louis Scherling.** The chemistry of petroleum hydrocarbons, vol1, Reinhold Publicashing corporation (1954).
16. **W.C.Edmister, B.IK Lee.** Appleid hydrocarbon thermodynamics, vol 1 et 2, second edition (1984).
17. **C.A.Castillo.** an altenative method for the estimation of critical temperatures of mixters, Aiche journal, vol 33, N°6, 1025-1027 (1987).
18. **S.A.Newmen.** corrélations evaluated for coal-tar liquides, hydrocarbon processing, december (1981).
19. **R.L.Smith, A.S.Teja, W.B.Kay.** Aiche journal, vol 33, N°2 232-237, February (1987).
20. **R.C.Reid, J.M.Prausnitz, T.K.Sherwood.**The properties of gases and liquids, Edition Mc Graw (1977).
21. **C.E.Chitour.** corrélation sur le pétrole brut et les fractions pétrolières, Tome 2, Edition OPU (1983).
22. **American Petroleum Institute (API), RP 44** (1981).
23. **D.El.Hadi.** contibution à la détermination de la composition des fractions pétrolières. Thèse de magister, direction Pr.C.E.Chitour, Dpt de génie Chimique, école nationale polytechnique.
24. **J-P-Wauquir.** Pétrole brut, produits pétroliers, schéma de fabrication, Tome 1, Edition Technip (1994).
25. **S.Mergache.** Contribution à l'étude analytique complète de pétroles bruts à partir de corrélations. Application à un nouveau pétrole algérien HRS162. Thèse de magister, direction Pr.C.E.Chitour, Dpt G.Chimique, Ecole nationale polytechnique (1995).
26. **W.L.Nelson.** petroleum Refing Engineering. Edition Graw Hill (1958).
27. **J.P.Maxwell.** Data Book on hydrocarbon, Edition Van Norstand (1961).
28. **J.Vidal.** thermodynamique : méthodes appliquées au raffinage et au génie chimique Tome 1. Edition Technip (1973).
29. **F.Zemmouri.** Elaboration d'un logiciel permettant de calcul des propriétés physiques des fractions pétrolières, Thèse de magister, direction Pr.C.E.Chitour, Dpt Génie chimique. école nationale polytechnique (1995).
30. **J.Perret et P.Wuithier.** pétrole brut et fractions pétrolières. Edition Techniq . IFP (1958).
31. Etude complète du brut de Haoud Berkaoui – HBK. Centre de Recherche et Devloppement – Boumerdes.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.

---

32. **N.Skander.** contribution à la détermination des propriétés physiques des mélanges d'hydrocarbures et des fractions pétrolières par des méthodes de contribution des groupes. Thèse de magister, direction Pr.C.E.Chitour, Dpt de génie Chimique, école nationale polytechnique (1997).
33. **F-Gaour, F.Souahi et C.E.Chitour,** "établissement de quelques corrélations sur les propriétés des fractions pétrolières", premier congrès national de la physique et ses applications , Alger,12-15 juin 1995.
34. **N.Skander, F.Souahi et C.E.Chitour,** "corrélations à la détermination des propriétés physiques des mélanges et des fractions pétrolières par des méthodes de contribution de groupe", Troisième Conférence Maghrébin de Génie de procédés, Tamanrasset, 10-13 Mai 1998.