

وزارة التعليم و البحث العلمي

MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

15A



ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE

DEPARTEMENT GENIE CHIMIQUE

PROJET DE FIN D'ETUDES

SUJET

Détermination des Propriétés
Physiques des Corps Purs et
des Fractions Pétrolières par
des Méthodes Numériques

Proposé par : Pr. S.E.
CHITOUR

Etudié par : Y. BERRAH

Dirigé par : Pr. S.E. CHITOUR

PROMOTION : JUIN 1985

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE
DEPARTEMENT : Génie Chimique
Promoteur : Professeur S.E CHITOUR
Eleve ingénieur : BERRAH Yacine

وزارة التعليم العالي
المدرسة الوطنية المتعددة التقنيات
فرع : الكيمياء الصناعية
الموجه : الاستاذ شيتور
التلميذ المهندس : براح ياسين

العنوان : اسهام في تحديد الخواص الفيزيائية للاجسام الاصافية والاجزاء البترولية بواسطة طرق الأعداد

الموضوع :

لا يمكن دائما القياس تجريبيا بعض الخواص الفيزيائية او الكيماوية للاجسام الاصافية والاجزاء البترولية ، لهذا نعرض ، بفضل معونة الكمبيوتر، معادلات تسمح بتعيين مختلف الخواص عن معرفة واحدة منها ، كما نقترح معادلات عشوية تعطينا تركيب بعض الاجزاء البترولية ما بين 40 و 200 د م ،

Titre : Détermination des propriétés physiques des corps purs et des fractions pétrolières par des méthodes numériques.

Résumé : Il n'est pas toujours possible de mesurer expérimentalement certaines propriétés physiques ou chimiques de corps purs ou de fractions pétrolières ; c'est pourquoi nous proposons, grâce à l'appui d'un ordinateur VAX 750, des équations permettant, connaissant l'une des propriétés, de retrouver les autres grandeurs. Nous proposons également des corrélations permettant de situer la composition de quelques fractions pétrolières dans un intervalle allant de 40 à environ 200°C.

Title: Determination of the physical properties of pure bodies and petroleum fraction by numerical methods.

Summary : Object : It is not always, possible to measure some physicals or chemicals properties of pures bodies and petroleum fractions, therefore we propose, with the help of a computer, equations permitting with the knowledge of one of the properties to find again the others. We even propose correlations to know the composition of some petroleum fractions between 40 and about 200°C

D E D I C A C E S

A MON PERE ET A MA MERE
A MES FRERES ET A MES BEAUX FRERES
A MES SOEURS ET A MA BELLE SOEUR
A MON NEVEU ET A MES NIECES

JE DEDIE CE MODESTE TRAVAIL

R E M E R C I E M E N T

Je tiens à remercier le Professeur S.E. CHITOUR pour avoir proposé et suivi ce travail malgré ses nombreuses responsabilités et préoccupations.

J'adresse également mes remerciements les plus vifs à Monsieur BELABBES, pour l'amabilité avec laquelle il a bien voulu assurer la présidence du Jury , ainsi qu'à Madame MEFTI et Messieurs TYCZKOWSKI et HAFERSSAS d'avoir accepter de juger ce travail.

Enfin, que tous ceux qui m'ont aidé, trouvent ici l'expression de ma profonde gratitude.

S O M M A I R E

Introduction Générale

PARTIE THEORIQUE

I. - Corrélations sur le pétrole brut et les fractions pétrolières..I

I - Introduction

2 - Critères physiques de la nature chimique

a) Le facteur de caractérisation Kuop

b) Indice de corrélation

c) Réfractivité intercept R_i et facteur de caractérisation

II. Détermination des compositions des fractions pétrolières.....2

1. Méthode n.d.PA

2. Méthode Riazi-Daubert

3. Analyse par chromatographie

III. - Propriétés physico-chimiques des hydrocarbures purs et de leurs mélanges 4

Introduction

1. Chaleur spécifiques

2. Chaleur latente de vaporisation

3. Viscosité

4. Pouvoir calorifique

5. Tension superficielle

6. Point de congélation et point d'écoulement.

PARTIE CALCUL

IV . Détermination d'équations représentant la variation de l'enthalpie standard de vaporisation valable pour toute température..... 8

1 - Hydrocarbures éthyléniques

2 - Hydrocarbures isoparaffiniques

3 - Hydrocarbures aromatiques.

V - Détermination des propriétés physiques et chimiques des corps purs et des fractions pétrolières 22

A - Applications des équations obtenues par la méthode du polynome de Newton..... 23

1. Application aux ^{d'interpolation} corps purs

2. Applications aux fractions pétrolières

3. Conclusion.

B. Equations permettant la détermination de quelques propriétés connaissant certains paramètres.....	27
1. - Equations des paraffines	
2. - Equations des nahtènes	
3. - Equations des aromatiques	
4. - Applications	
5. - Conclusion.	
C. Construction de Nomogrammes	3E
VI . Corrélations sur les compositions des fractions légères du pétrole.....	32
1. - Introduction	
2. - Méthode de calcul	
3. - Corrélations	
<u>CONCLUSION GENERALE</u>	56
Annexe	
Bibliographie.	

INTRODUCTION GÉNÉRALE

Après une présentation de la partie théorique, nous tentons d'améliorer pour certains hydrocarbures de différentes familles (oléfiniques, iso-paraffiniques et aromatiques) l'équation de WATSON relative à la détermination des variations de l'enthalpie standard de vaporisation en fonction de la température.

Puis, nous proposons des équations des différentes propriétés physico-chimiques permettant de retrouver les valeurs expérimentales des propriétés à partir de la connaissance de l'une d'entre elles. Nous devons ensuite vérifier ces équations pour des corps purs, des mélanges de corps purs connus qualitativement et quantitativement, et des fractions pétrolières. Nous présentons également une construction de monogrammes pour chaque famille (P.N.A.).

Enfin, vue l'importance de la connaissance de la composition des fractions pétrolières, nous proposons des corrélations valables entre 40 et environ 200°C.

Nous reprenons dans cette étude les mêmes hydrocarbures de références et leurs 9 propriétés auxquelles nous ajoutons 7 autres.

PARTIE THEORIQUE.

I Corrélations sur le pétrole brut et les fractions pétrolières. [4]

I - Introduction.

L'étude d'un pétrole brut ou d'une fraction pétrolière diffère assez de l'étude d'un corps pur ou d'un mélange d'hydrocarbures de composition qualitative et quantitative connue.

La fraction pétrolière est un mélange complexe d'hydrocarbures contribuant de par sa nature et sa concentration à la grandeur physique globale.

Outre, certaines grandeurs physiques accessibles expérimentalement et d'autres pondérables, nous avons presque toujours recours à des abaques et à des corrélations empiriques souvent bien discutables mais permettant tout de même de se faire une idée sur le comportement de la fraction pétrolière.

2. Critères physiques de la nature chimique.

Il existe de nombreux critères physiques d'identification de la nature chimique d'une fraction pétrolière.

Parmi ces critères nous citons :

a) le facteur de caractérisation K_{uop}

$$K_{uop} = \frac{\sqrt[3]{T \text{ (}^\circ\text{R)}}}{\text{Sp.Gr. (60}^\circ\text{F/60}^\circ\text{F)}}$$

T : Température d'ébullition en $^\circ\text{Rankine}$

Sp.Gr : Specific gravity.

b) Indice de corrélation.

$$C.I = \frac{48640}{T (^{\circ}K)} + 473,7 \text{ Sp.Gr } \frac{60^{\circ}F}{60^{\circ}F} - 456,8$$

T : Température d'ébullition en ° K.

CI = 0 pour les hydrocarbures paraffiniques

CI = 100 pour les hydrocarbures aromatiques.

c) Réfractivité intercept Ri et facteur de caractérisation I

On définit Ri et I par :

$$R_i = n - \frac{d}{2}$$

n : indice de réfraction

d : densité.

$$I = \frac{n^2 - 1}{n^2 + 2}$$

L'avantage de ces deux relations est qu'elles ne font intervenir que des propriétés facilement accessibles expérimentalement.

D'autre part, Ri sépare bien les paraffines, les naphtènes et aromatiques. Et, en combinaison avec d'autres relations, il nous permet d'avoir les compositions de nos fractions pétrolières.

II. Détermination des compositions des fractions pétrolières. [6]

Comme il n'est pas possible de connaître individuellement les constituants d'une fraction pétrolière, on se contente de connaître la composition globale en chacune des familles d'hydrocarbures.

I) Méthode n.d.PA

Elle est basée sur la mesure de l'indice de réfraction n, de la densité d, et du point d'aniline PA (n et d étant mesurés à 20 °C)

.../...

$$\% \text{ Ca} = 1039,4 \text{ n} - 470,4 \text{ d} - 0,315 \text{ PA} - 1094,3$$

$$\% \text{ Cn} = - 1573,3 \text{ n} + 840,15 \text{ d} - 0,4619 \text{ PA} + 1662,2$$

$$\% \text{ Cp} = 100 - (\% \text{ Ca} + \% \text{ Cn}).$$

2) Méthode Riazi - Daubert.

Cette méthode, applicable aux fractions légères fait intervenir un nouveau facteur de caractérisation VGF (Viscosity Gravity fonction) défini par :

$$\text{VGF} = -1,816 + 3,484 \text{ s} - 0,1156 \ln \sqrt{100}$$

où : S est la specific gravity à 60/60 °F.

et $\sqrt{100}$ la viscosité cinématique à 100 ° F en cst.

la composition des fractions pétrolières est alors déterminée à partir des équations :

$$\text{Xp} = - 23,94 + 24,21 \text{ Ri} - 1,092 \text{ VGF}$$

$$\text{Xn} = 41,14 - 39,43 \text{ Ri} + 0,627 \text{ VGF}$$

$$\text{Xa} = - 16,20 + 15,22 \text{ Ri} + 0,465 \text{ VGF}$$

3) Analyse par chromatographie.

L'Utilisation de la technique de chromatographie permet dans certaines conditions, d'approcher à la composition d'une fraction pétrolière.

- Principe de la chromatographie.

Le mélange gazeux (gaz ou liquide vaporisé) est introduit dans un courant de gaz porteur (CO_2 - H_2 - He ...) qui l'amène dans une colonne remplie d'une phase stationnaire (solide ou liquide déposé à la surface d'un solide). Les constituants du mélange y sont adsorbés avec une affinité qui leur est propre et le gaz porteur les entraîne le long de la colonne d'autant plus rapidement que leur affinité pour la phase stationnaire est plus faible.

Il en résulte une séparation des constituants du mélange qui se présentent les uns à la suite des autres à la sortie de la colonne où il ne reste plus qu'à les différencier du gaz porteur et à mesurer leur concentration, par exemple par conductibilité thermique (catharomètre).

Les concentrations en poids sont proportionnelles à l'aire sous-tendue par les pics et calculées au moyen d'un intégrateur.

Parmi les techniques d'analyse les plus récentes et les plus utilisées : la chromatographie en phase gazeuse (C.P.G.)

Il existe d'autres techniques d'analyse des produits pétroliers :

- La spectrométrie de masse (S.M.)
- La spectrométrie Infra-Rouge.
- La Résonance magnétique nucléaire.
- Le jumelage S.M. - C.P.G

Remarque :

La méthode n.d.M donne également la composition des fractions pétrolières, mais elle n'est utilisée que si le poids moléculaire est supérieur à 200, pourcentage de carbones aromatiques C_a inférieur à $1,5 C_n$ et le pourcentage de carbones paraffiniques C_p supérieur à 25 %.

III. PROPRIETES PHYSICO-CHIMIQUES DES HYDROCARBURES PURS ET DE LEURS MELANGES. [6]

Introduction :

La matière première traitée par l'ingénieur se présente sous trois formes :

- Hydrocarbures purs : les principales propriétés physico-chimiques sont données dans des tableaux, tels que ceux figurant en annexe.
- Fractions pétrolières : la complexité de leur composition n'en permet pas l'analyse. Seules seront connues, en général, la densité et la courbe de distillation ASTM qui permettent, par l'intermédiaire du facteur de caractérisation de se faire une idée de la structure moléculaire moyenne. Dans ce domaine, la règle générale consiste à trouver une équivalence entre la fraction complexe et un hydrocarbure fictif qui aurait les mêmes caractéristiques physico-chimiques que la fraction.
- Mélanges d'hydrocarbures purs ou de fractions pétrolières : la plupart des produits pétroliers sont des mélanges, relativement simples dans le cas des gaz, mais très complexe quand il s'agit de fractions liquides.

Il est donc nécessaire de connaître les lois d'additivité des diverses propriétés en mélange. Si certaines caractéristiques telles que densité, poids moléculaire, pouvoir calorifique et enthalpie se pondèrent selon une formule mathématique très simple, correspondant généralement à une loi thermodynamique, d'autres, au contraire, telles que viscosité, indice d'octane, point de congélation, tension de vapeur Reid, font appel à des corrélations empiriques, résultats de tests nombreux.

I. Chaleur spécifique.

C'est la quantité de chaleur qu'il faut fournir à l'unité de poids pour augmenter sa température d'un degré.

L'unité de chaleur spécifique est :

$$K \text{ cal/Kg } ^\circ\text{C} = \text{th/t } ^\circ\text{C} = \text{Btu/lb.}^\circ\text{F}$$

On définit les chaleurs spécifiques à volume constant et pression constante par :

$$C_v = \left(\frac{\partial U}{\partial T} \right)_v ; \quad C_p = \left(\frac{\partial H}{\partial T} \right)_p$$

où U et H sont respectivement l'énergie interne et l'enthalpie du système. On peut accéder aux chaleurs spécifiques de n'importe quel hydrocarbure par des méthodes d'estimation.

Citons à titre d'exemple, la corrélation de MISSENARD.

La chaleur spécifique est donnée par :

$$C_p = A + BT + C T^2 \quad (\text{Cal/g. mole } ^\circ\text{K})$$

Les coefficients A, B, C varient selon les groupes et sont tabulés.

2. - Chaleur latente de vaporisation.

C'est la quantité de chaleur fournie à l'unité de poids d'une substance pour la transformer en vapeur. Dans le cas des hydrocarbures purs, cette transformation s'effectue à pression et températures constantes, alors que pour les mélanges elle peut se réaliser selon deux voies : soit à pression constante et température variable, ce qui est le cas le plus fréquent, soit encore à température constante et pression variable.

La chaleur latente de vaporisation s'exprime en cal/Kg ou en Cal/mole et dans le système Anglo-Saxon, en Btu/lb = 5/9 cal/kg. La chaleur de vaporisation des hydrocarbures purs est fonction de la température ou encore de la pression, c'est à dire de la tension de vapeur à la température considérée.

Corrélations (PRAUSNITZ, SHERWOOD, The properties of gases and liquids). [3]

Il est possible d'estimer l'enthalpie de vaporisation en faisant appel à la loi des états correspondants.

$$\frac{d \left(\frac{\ln P_{vr}}{T_r} \right)}{d \left(\frac{1}{T_r} \right)} = - \frac{\Delta H_v}{R T_c} \frac{1}{\Delta Z_v}$$

où P_{vr} est la pression de vapeur réduite

ΔZ_v : incrément

l'enthalpie réduite - $\frac{\Delta H_v}{R T_c}$ est une fonction de $\frac{d(\ln P_{vr})}{d \left(\frac{1}{T_r} \right)}$ et de ΔZ_v

Pour un corps pur, il existe un certain nombre de corrélations qui permettent d'atteindre

$$\frac{\Delta H_v}{R T_c}$$

.../...

- CORRELATION DE PITZER.

Elle fait intervenir le facteur acentrique w

$$\frac{\Delta H_v}{R T_c} = 7,08 (I-Tr)^{0,354} + 10,95 w (I-Tr)^{0,456}$$

- CORRELATION DE RIEDEL

$$\Delta H_{vb} = 1,093 R \bar{T}_c \left[T_{br} \frac{\ln(P_c - I)}{0,930 - T_{br}} \right]$$

T_{br} est la température réduite rapportée à la température d'ébullition normale.

ΔH_{vb} est prise à la température normale d'ébullition. L'erreur varie de 1 à 4% selon la famille d'hydrocarbure considérée.

- Relation de WATSON-THEISSEN

Elle décrit la variation de ΔH_v avec la température.

La chaleur latente de vaporisation décroît avec la température et s'annule au point critique.

$$\Delta H_{v_2} = \Delta H_{v_1} \left[\frac{I - Tr_2}{I - Tr_1} \right]^{0,38}$$

(Voir partie calcul, paragraphe IV)

3. Viscosité.

La viscosité est une grandeur physique qui mesure la résistance interne à l'écoulement d'un fluide, résistance due au frottement des molécules qui glissent l'une contre l'autre. La viscosité dynamique ou absolue μ s'exprime en poises ou centipoises dans le système CGS ; la poise correspond à une force d'une dyne qui déplace une surface plane d'un centimètre carré à la vitesse de 1 cm/s, par rapport à une autre surface plane d'un centimètre carré, distante de 1 cm par rapport à la première.

La viscosité cinématique ν est le rapport de la viscosité absolue à la densité mesurée à la même température. Elle s'exprime en stokes et en centistokes.

$$\nu = \frac{\mu}{\rho}$$

La détermination de la viscosité cinématique est effectuée par mesure du temps d'écoulement du produit entre les deux traits-repères d'un tube capillaire calibré.

La viscosité des liquides est une fonction décroissante de la température alors qu'elle est croissante pour les gaz. En plus des formules semi-empiriques, de nombreux abaques permettent d'estimer la viscosité des fluides courants en fonction de la température.

La viscosité n'est pas une propriété additive. La base fluide a une action prédominante qui donne au mélange une viscosité inférieure à celle calculée par pondération en volume.

4. Pouvoir calorifique.

La quantité de chaleur libérée par la combustion de l'unité de volume ou de poids du combustible est appelée pouvoir calorifique.

Le bilan thermique de la réaction établi pour un combustible pris à 15°C et les produits de la combustion gazeux à la même température, donne alors le pouvoir calorifique inférieur I alors que, si l'on condense la vapeur d'eau dans les fumées à 15°C, on obtient le pouvoir calorifique supérieur P. La différence entre ces valeurs représente la chaleur de condensation de l'eau à 15°C, soit 588 K cal/Kg d'eau.

5. Tension superficielle. [5]

Pour augmenter la surface d'un liquide d'une quantité ΔS , il est nécessaire, pour vaincre les forces de cohésion entre molécules de fournir une énergie ΔG_s

La grandeur qui caractérise une surface sera donc logiquement le travail à fournir pour augmenter sa surface libre d'une aire unité. Cette grandeur est appelée tension superficielle, on la désigne par γ et elle s'exprime en erg/cm^2 ou en dyn/cm .

$$\gamma = \left(\frac{\Delta G_s}{\Delta S} \right) \quad \text{t, P}$$

Une des méthodes de détermination de la tension superficielle consiste à mesurer la force nécessaire pour "arracher" un anneau rigide immergé dans le fluide. L'anneau est relié par l'intermédiaire d'un fil de torsion à une balance de mesure.

6 - Point de congélation et point d'écoulement.

Il n'y a pas de règle générale pour prévoir ces points de congélation ou d'écoulement à partir des paramètres classiques, tels que densité, K uop; point d'aniline, car la composition des distillats est très complexe. Toutefois, en première approximation, W.L. Nelson propose que ces points soient estimés à partir du facteur de caractérisation et du point 50% ASTM pour les carburateurs et les gasoils moteur.

En général, le point d'écoulement d'un mélange est toujours nettement supérieur à celui que l'on pourrait calculer par une moyenne volumétrique.

PARTIE
CALCULS

V DETERMINATION D'EQUATIONS REPRESENTANT LA VARIATION DE L'ENTHALPIE STANDARD DE VAPORISATION D'HYDROCARBURES VALABLES POUR TOUTE TEMPERATURE. [1],[2]

Depuis une trentaine d'années déjà les physico-chimistes se sont efforcés de déterminer les grandeurs thermodynamiques et notamment l'enthalpie de vaporisation des liquides. Etant donné l'importance de l'utilisation de ces grandeurs, beaucoup d'auteurs ont essayé ensuite d'établir des équations représentatives de ces fonctions.

Nous citerons tout particulièrement l'équation de Watson appelée aussi Equation de Theisen ;

$$\Delta H_{v,T} = \Delta H_{v,T_1} \left(\frac{T_c - T}{T_c - T_1} \right)^{0,38} \quad (1)$$

Qui nécessite la connaissance d'une enthalpie à une température T_1 pouvant être par exemple la température d'ébullition T_e et dans laquelle T_c est la température critique du corps considéré.

La loi empirique de Watson n'est pas valable dans le domaine des températures voisin de la température critique et fournit des valeurs approximatives lorsque la température réduite tend vers 1.

Pour cela, nous remplaçons l'exposant constant 0,38 par un polynôme au plus de degré 2 exprimé en fonction de la température réduite.

L'équation (1) devient alors ;

$$\Delta H_{v,T}^0 = \Delta H_{v,T_e}^0 \left(\frac{1 - Tr}{1 - Tre} \right)^{A + BTr + CTr^2} \quad (2)$$

Tr et Tre étant respectivement la température réduite et la valeur de la température d'ébullition exprimée sous la forme réduite A, B et C étant des coefficients caractéristiques de chaque composé.

Nous avons réuni dans les tableaux 1, 2 et 3 les valeurs des coefficients A, B et C pour différents hydrocarbures éthyléniques, isonaraffiniques et aromatiques.

Tableau I.

Composés	A.	B.	C.
I. butène	0,4718	- 0,4309	0,3545
Cis 2 Butène	0,5160	- 0,4963	0,3704
Trans-2-butène	0,6225	- 0,8889	0,6754

Tableau 2.

Composés	A.	B.	C.
3- Méthylpentane	0,5732	-0,5388	0,3448.
3- Méthylhexane	0,2964	0,2517	-0,1889.
2- Méthylheptane	0,3633	0,0100	0,0074

Tableau 3.

Composés	A.	B.	C.
n propylbenzène	0,4009	-0,0935	0,0964
isopropylbenzene	0,3083	0,2557	- 0,1967.

Afin de préciser ces résultats, et ainsi d'apprécier les possibilités offertes par une équation de la forme de la relation (2), nous avons représenté ci-après la variation de l'enthalpie de vaporisation (en Btu/lb) des différents hydrocarbures éthyléniques, isoparaffiniques et aromatiques avec la température, tout en comparant les valeurs de l'écart moyen entre les valeurs de l'enthalpie de vaporisation calculées (à partir de notre équation et de l'équation de Watson) et expérimentales.

..../...

I. Hydrocarbures éthyléniques.a) I. butène.

T (°F)	Tr	n	ΔH_v (exp)	ΔH_v (Wats).	ΔH_v (équat)	Ecart/ Wats.	Ecart/équat
-250	0,2777	0,3795	218	218,0	217,9	0	$2,5 \cdot 10^{-4}$
-200	0,3439	0,3655	210	210,2	208,4	$9,6 \cdot 10^{-4}$	$7,5 \cdot 10^{-3}$
-150	0,4101	0,3547	202	201,9	199,4	$6,2 \cdot 10^{-4}$	$12,7 \cdot 10^{-3}$
-100	0,4763	0,3470	193	192,9	190,6	$2,7 \cdot 10^{-4}$	$12,2 \cdot 10^{-3}$
- 50	0,5425	0,3423	183	183,3	181,7	$1,6 \cdot 10^{-3}$	$7,0 \cdot 10^{-3}$
0	0,6087	0,3408	173	172,7	172,2	$1,6 \cdot 10^{-3}$	$4,4 \cdot 10^{-3}$
50	0,6749	0,3424	162	161,0	161,6	$6,3 \cdot 10^{-3}$	$2,1 \cdot 10^{-3}$
100	0,7411	0,3472	149	147,6	149,3	$9,2 \cdot 10^{-3}$	$1,9 \cdot 10^{-3}$
125	0,7742	0,3507	142	140,2	142,1	$130 \cdot 10^{-3}$	$8,7 \cdot 10^{-4}$
150	0,8073	0,3550	135	131,9	134,1	$22,5 \cdot 10^{-3}$	$6,8 \cdot 10^{-3}$
175	0,8404	0,3600	126	122,8	124,9	$25,1 \cdot 10^{-3}$	$8,9 \cdot 10^{-3}$
200	0,8735	0,3659	115	112,5	114,1	$22,2 \cdot 10^{-3}$	$7,5 \cdot 10^{-3}$
225	0,9066	0,3725	102	100,2	101,2	$17,6 \cdot 10^{-3}$	$7,6 \cdot 10^{-3}$
250	0,9397	0,3799	85	84,8	84,8	$1,8 \cdot 10^{-3}$	$1,6 \cdot 10^{-3}$
275	0,9728	0,3880	61	62,7	61,4	$27,6 \cdot 10^{-3}$	$6,2 \cdot 10^{-3}$
ECART MOYEN						$10,0 \cdot 10^{-3}$	$5,8 \cdot 10^{-3}$

...../.....

b) Cis -2- butène.

-II-

T (°F)	Tr	n	ΔH_v (exp)	ΔH_v (wats)	ΔH_v (equat)	Ecart/wats	Ecart/equat.
- 200	0,3313	0,3922	225	225,4	227,1	$20 \cdot 10^{-3}$	$9,5 \cdot 10^{-3}$
- 150	0,3950	0,3778	217	217,0	216,8	0	$9,7 \cdot 10^{-4}$
- 100	0,4588	0,3662	208	208,0	206,9	0	$5,2 \cdot 10^{-3}$
- 50	0,5226	0,3578	198	198,4	197,2	$1,8 \cdot 10^{-3}$	$4,2 \cdot 10^{-3}$
0	0,5864	0,3523	187	187,8	187,2	$4,5 \cdot 10^{-3}$	$98 \cdot 10^{-4}$
50	0,6501	0,3498	175	176,3	176,5	$7,2 \cdot 10^{-3}$	$8,4 \cdot 10^{-3}$
100	0,7139	0,3504	163	163,3	164,5	$1,7 \cdot 10^{-3}$	$8,9 \cdot 10^{-3}$
125	0,7458	0,3518	156	156,1	157,7	$7,6 \cdot 10^{-4}$	$10,9 \cdot 10^{-3}$
150	0,7777	0,3540	149	148,4	150,3	$4,2 \cdot 10^{-3}$	$8,6 \cdot 10^{-3}$
175	0,8095	0,3569	141	139,9	142,0	$7,8 \cdot 10^{-3}$	$7,0 \cdot 10^{-3}$
200	0,8414	0,3606	132	130,5	132,6	$11,5 \cdot 10^{-3}$	$4,5 \cdot 10^{-3}$
225	0,8733	0,3650	122	119,8	121,7	$17,9 \cdot 10^{-3}$	$2,3 \cdot 10^{-3}$
250	0,9052	0,3702	109	107,3	108,7	$15,5 \cdot 10^{-3}$	$2,5 \cdot 10^{-3}$
275	0,9370	0,3762	92	91,8	92,4	$1,9 \cdot 10^{-3}$	$4,8 \cdot 10^{-3}$
300	0,9690	0,3828	69	70,2	69,7	$17,3 \cdot 10^{-3}$	$10,0 \cdot 10^{-3}$
ECART MOYEN						$6,3 \cdot 10^{-3}$	$5,9 \cdot 10^{-3}$

T (°F)	Tr	n	ΔH_v (Exp)	ΔH_v (Wats)	ΔH_v (equat)	Ecart/ Wats	Ecart/ equat.
- 150	0,4015	0,3745	211	211,5	210,9	$2,3 \cdot 10^{-3}$	$4,7 \cdot 10^{-4}$
- 100	0,4663	0,3548	202	202,5	200,5	$2,4 \cdot 10^{-3}$	$7,4 \cdot 10^{-3}$
- 50	0,5311	0,3409	193	192,8	190,8	$1,2 \cdot 10^{-3}$	$1,4 \cdot 10^{-3}$
0	0,5959	0,3326	182	182,2	181,2	$8,8 \cdot 10^{-4}$	$4,5 \cdot 10^{-3}$
25	0,6284	0,3306	177	176,5	176,2	$3,0 \cdot 10^{-3}$	$4,5 \cdot 10^{-3}$
50	0,6607	0,3300	171	170,5	171,0	$3,2 \cdot 10^{-3}$	0
75	0,6932	0,3308	165	164,1	165,4	$5,6 \cdot 10^{-3}$	$2,3 \cdot 10^{-3}$
100	0,7255	0,3331	159	157,3	159,3	$10,9 \cdot 10^{-3}$	$1,8 \cdot 10^{-3}$
125	0,7580	0,3368	153	149,9	152,5	$20,0 \cdot 10^{-3}$	$3,0 \cdot 10^{-3}$
150	0,7904	0,3418	145	142,0	144,9	$21,0 \cdot 10^{-3}$	$5,0 \cdot 10^{-4}$
175	0,8228	0,3483	137	133,2	136,2	$27,9 \cdot 10^{-3}$	$5,7 \cdot 10^{-3}$
200	0,8552	0,3563	128	123,3	126,0	$36,4 \cdot 10^{-3}$	$15,3 \cdot 10^{-3}$
225	0,8876	0,3656	116	112,0	113,9	$34,3 \cdot 10^{-3}$	$17,9 \cdot 10^{-3}$
250	0,9200	0,3764	103	98,4	99,0	$44,2 \cdot 10^{-3}$	$39,0 \cdot 10^{-3}$
275	0,9524	0,3885	83	80,8	79,4	$26,3 \cdot 10^{-3}$	$13,0 \cdot 10^{-3}$
300	0,9848	0,4021	48	52,4	48,8	$90,8 \cdot 10^{-3}$	$17,0 \cdot 10^{-3}$
ECART MOYEN						$20,6 \cdot 10^{-3}$	$10,8 \cdot 10^{-3}$

2 - Hydrocarbures isonaraffiniques. -13-

a) 3 - Méthylpentane

T (°F)	Tr	n	ΔH_v (exp.)	ΔH_v (Wats)	ΔH_v (equat)	ECART/ Wats	ECART/ Equat.
0	0,5064	0,3888	163	162,7	163,3	1,6 10^{-3}	1,8 10^{-3}
25	0,5339	0,3838	159	159,2	159,2	1,4 10^{-3}	2,7 10^{-3}
50	0,5614	0,3794	156	155,6	155,6	2,6 10^{-3}	2,8 10^{-3}
75	0,5890	0,3754	152	151,8	151,7	1,3 10^{-3}	2,3 10^{-3}
100	0,6165	0,3720	148	147,8	147,7	1,0 10^{-3}	2,1 10^{-3}
125	0,6440	0,3692	144	143,7	143,6	1,0 10^{-3}	2,6 10^{-3}
150	0,6716	0,3668	140	139,4	139,4	4,3 10^{-3}	4,2 10^{-3}
175	0,6991	0,3650	135	134,8	135,0	1,3 10^{-3}	0
200	0,7267	0,3637	131	130,0	130,6	7,6 10^{-3}	4,4 10^{-3}
225	0,7542	0,3629	126	124,8	125,5	9,0 10^{-3}	3,0 10^{-3}
250	0,7817	0,3627	120	119,3	120,2	5,4 10^{-3}	1,8 10^{-3}
275	0,8093	0,3630	115	113,4	114,5	4,0 10^{-3}	4,6 10^{-3}
300	0,8368	0,3638	108	106,8	106,1	10,5 10^{-3}	9,8 10^{-4}
325	0,8643	0,3650	101	99,6	100,9	13,7 10^{-3}	4,2 10^{-4}
350	0,8919	0,3669	92	91,4	92,7	6,7 10^{-3}	8,0 10^{-3}
375	0,9194	0,3693	82	81,7	83,0	3,3 10^{-3}	11,9 10^{-3}
400	0,9469	0,3721	70	69,7	70,7	4,0 10^{-3}	10,4 10^{-3}
425	0,9745	0,3756	54	52,8	53,4	22,4 10^{-3}	11,2 10^{-3}
ECART MOYEN						6,2 10^{-3}	4,2 10^{-3}

T (°F)	Tr	n	ΔH_v (exp).	ΔH_v (Wats).	ΔH_v (équat).	Ecart/Wats	Ecart/ équat.
0	0,4772	0,3735	159	159,7	159,2	$4,3 \cdot 10^{-3}$	$1,0 \cdot 10^{-3}$
25	0,5032	0,3752	156	156,6	156,3	$3,9 \cdot 10^{-3}$	$1,8 \cdot 10^{-3}$
50	0,5291	0,3767	154	153,5	153,3	$3,5 \cdot 10^{-3}$	$4,8 \cdot 10^{-3}$
75	0,5550	0,3779	150	150,2	150,1	$1,2 \cdot 10^{-3}$	$5,5 \cdot 10^{-4}$
100	0,5810	0,3788	147	146,8	146,7	$1,4 \cdot 10^{-3}$	$1,7 \cdot 10^{-3}$
125	0,6070	0,3796	144	143,3	143,3	$5,0 \cdot 10^{-3}$	$5,1 \cdot 10^{-3}$
150	0,6329	0,3800	140	139,6	139,6	$2,8 \cdot 10^{-3}$	$2,8 \cdot 10^{-3}$
175	0,6589	0,3802	137	135,8	135,8	$9,0 \cdot 10^{-3}$	$9,0 \cdot 10^{-3}$
200	0,6848	0,3802	133	131,7	131,7	$9,4 \cdot 10^{-3}$	$9,4 \cdot 10^{-3}$
225	0,7108	0,3798	129	127,5	127,5	$11,5 \cdot 10^{-3}$	$11,5 \cdot 10^{-3}$
250	0,7367	0,3793	124	123,0	123,0	$7,8 \cdot 10^{-3}$	$7,6 \cdot 10^{-3}$
275	0,7627	0,3785	120	118,3	118,3	$14,3 \cdot 10^{-3}$	$13,9 \cdot 10^{-3}$
300	0,7886	0,3774	115	113,2	113,3	$15,8 \cdot 10^{-3}$	$14,7 \cdot 10^{-3}$
325	0,8146	0,3760	109	107,7	107,9	$12,0 \cdot 10^{-3}$	$9,9 \cdot 10^{-3}$
350	0,8405	0,3743	103	101,7	102,1	$12,7 \cdot 10^{-3}$	$8,9 \cdot 10^{-3}$
375	0,8665	0,3726	97	95,1	95,7	$20,0 \cdot 10^{-3}$	$13,8 \cdot 10^{-3}$
400	0,8924	0,3706	89	87,6	88,5	$16,2 \cdot 10^{-3}$	$6,1 \cdot 10^{-3}$
425	0,9184	0,3682	80	78,8	80,1	$14,5 \cdot 10^{-3}$	$1,3 \cdot 10^{-3}$
450	0,9444	0,3656	70	68,2	69,9	$26,2 \cdot 10^{-3}$	$1,5 \cdot 10^{-3}$
475	0,9703	0,3628	55	53,7	55,9	$23,8 \cdot 10^{-3}$	$16,8 \cdot 10^{-3}$
ECART MOYEN						$10,8 \cdot 10^{-3}$	$7,1 \cdot 10^{-3}$

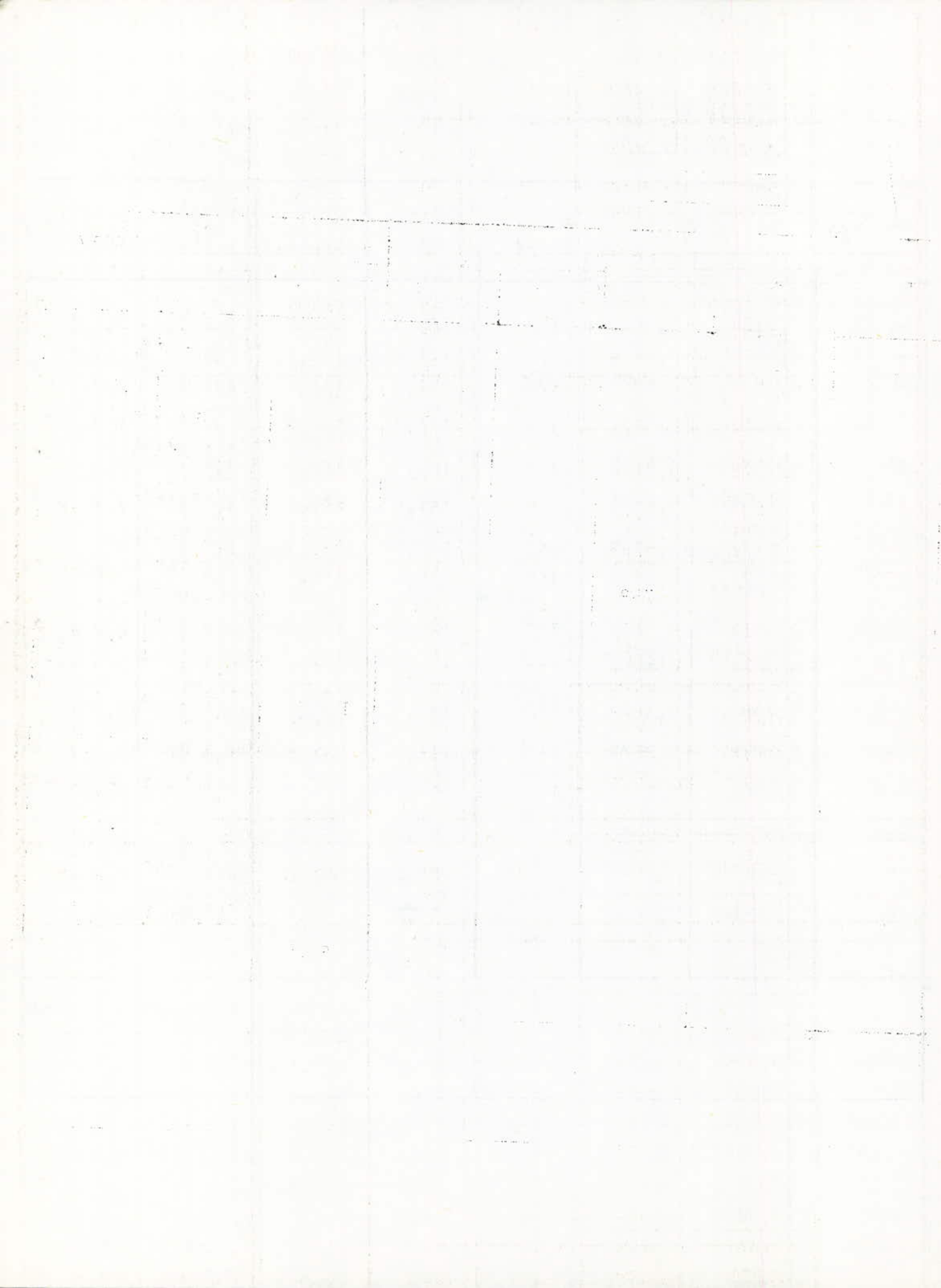
T (°F)	Tr	n	ΔH_v (Exp)	ΔH_v (Wats)	ΔH_v (Equat)	Ecart/ Wats	Ecart/ Equat.
- 150	0,3075	0,3670	173	174,6	172,7	9,1 10^{-3}	1,6 10^{-3}
- 100	0,3572	0,3678	168	169,7	168,2	10,2 10^{-3}	9,6 10^{-4}
- 50	0,4068	0,3686	163	164,6	163,4	9,9 10^{-3}	2,1 10^{-3}
0	0,4564	0,3694	158	159,2	158,2	7,8 10^{-3}	1,5 10^{-3}
50	0,5060	0,3702	152	153,6	152,8	10,2 10^{-3}	5,3 10^{-3}
100	0,5557	0,3711	146	147,5	147,0	10,2 10^{-3}	6,7 10^{-3}
150	0,6053	0,3720	140	141,0	140,7	7,1 10^{-3}	4,9 10^{-3}
200	0,6550	0,3730	133	134,0	133,8	7,3 10^{-3}	6,4 10^{-3}
250	0,7046	0,3740	126	126,3	126,3	2,3 10^{-3}	2,5 10^{-3}
300	0,7542	0,3750	117	117,8	117,9	6,5 10^{-3}	7,6 10^{-3}
350	0,8039	0,3761	108	108,1	108,3	8,4 10^{-4}	2,5 10^{-3}
400	0,8535	0,3772	97	96,7	96,9	2,6 10^{-3}	6,5 10^{-4}
425	0,8783	0,3786	90	90,2	90,3	1,7 10^{-3}	2,9 10^{-3}
450	0,9032	0,3783	83	82,7	82,8	4,0 10^{-3}	2,2 10^{-3}
475	0,9280	0,3789	75	73,9	74,0	15,1 10^{-3}	13,6 10^{-3}
500	0,9528	0,3795	64	62,9	63,0	17,1 10^{-3}	16,3 10^{-3}
525	0,9776	0,3799	47	47,4	47,4	7,7 10^{-3}	7,9 10^{-3}
				ECART	MOYEN	7,6 10^{-3}	5,0 10^{-3}

150	0.0023	0.3730	100	101.7	100.7	100	150
200	0.0050	0.3730	133	130.0	133.8	133	200
250	0.0048	0.3740	150	150.3	156.3	150	250
300	0.0038	0.3750	117	117.0	117.8	117	300
350	0.0030	0.3761	108	108.1	108.3	108	350
400	0.0033	0.3775	97	97.7	99.0	97	400
450	0.0033	0.3786	90	90.3	90.3	90	450
500	0.0033	0.3793	83	83.7	83.9	83	500
550	0.0030	0.3786	77	77.0	78.0	77	550
600	0.0028	0.3786	72	72.0	73.0	72	600
650	0.0028	0.3786	72	72.0	73.0	72	650
700	0.0028	0.3786	72	72.0	73.0	72	700
750	0.0028	0.3786	72	72.0	73.0	72	750
800	0.0028	0.3786	72	72.0	73.0	72	800
850	0.0028	0.3786	72	72.0	73.0	72	850
900	0.0028	0.3786	72	72.0	73.0	72	900
950	0.0028	0.3786	72	72.0	73.0	72	950
1000	0.0028	0.3786	72	72.0	73.0	72	1000
1050	0.0028	0.3786	72	72.0	73.0	72	1050
1100	0.0028	0.3786	72	72.0	73.0	72	1100
1150	0.0028	0.3786	72	72.0	73.0	72	1150
1200	0.0028	0.3786	72	72.0	73.0	72	1200
1250	0.0028	0.3786	72	72.0	73.0	72	1250
1300	0.0028	0.3786	72	72.0	73.0	72	1300
1350	0.0028	0.3786	72	72.0	73.0	72	1350
1400	0.0028	0.3786	72	72.0	73.0	72	1400
1450	0.0028	0.3786	72	72.0	73.0	72	1450
1500	0.0028	0.3786	72	72.0	73.0	72	1500
1550	0.0028	0.3786	72	72.0	73.0	72	1550
1600	0.0028	0.3786	72	72.0	73.0	72	1600
1650	0.0028	0.3786	72	72.0	73.0	72	1650
1700	0.0028	0.3786	72	72.0	73.0	72	1700
1750	0.0028	0.3786	72	72.0	73.0	72	1750
1800	0.0028	0.3786	72	72.0	73.0	72	1800
1850	0.0028	0.3786	72	72.0	73.0	72	1850
1900	0.0028	0.3786	72	72.0	73.0	72	1900
1950	0.0028	0.3786	72	72.0	73.0	72	1950
2000	0.0028	0.3786	72	72.0	73.0	72	2000

3 - Hydrocarbures aromatiques. -I6-

a) n. propylbenzène

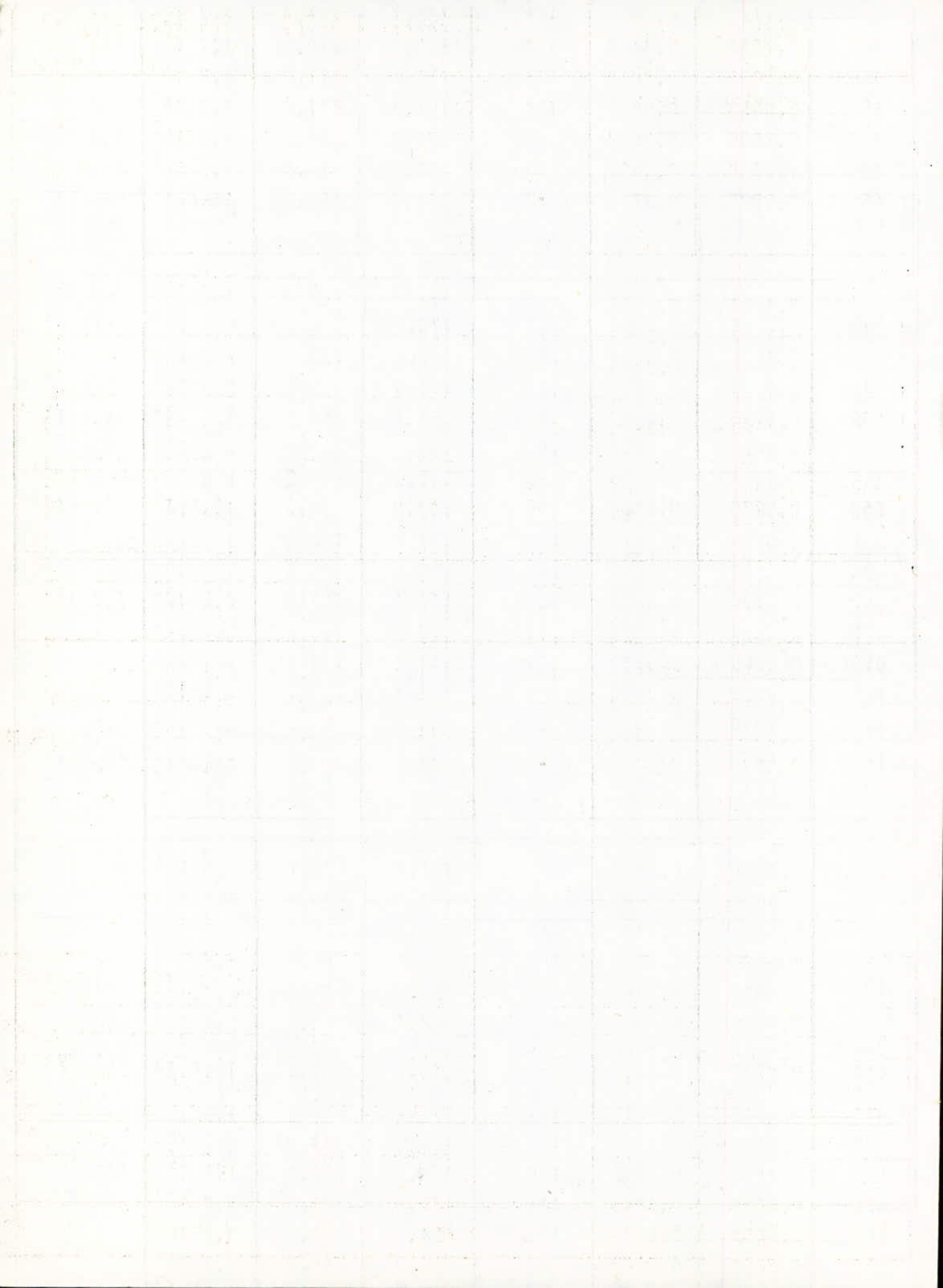
T (°F)	Tr	n	ΔH_v (exp.)	ΔH_v (Wats)	ΔH_v (equat.)	ECART/ WATS.	ECART/ EQUAT.
- 100	0,3131	0,3810	182	182,4	182,6	2,2 10^{-3}	3,0 10^{-3}
- 50	0,3566	0,3798	178	177,9	177,9	4,4 10^{-4}	5,7 10^{-4}
- 0	0,4002	0,3789	173	173,3	173,1	1,4 10^{-3}	7,7 10^{-4}
50	0,4437	0,3784	168	168,4	168,2	2,1 10^{-3}	1,2 10^{-3}
100	0,4872	0,3782	163	163,2	163,1	1,4 10^{-3}	5,8 10^{-4}
150	0,5307	0,3784	158	157,8	157,7	1,1 10^{-3}	1,7 10^{-3}
200	0,5742	0,3789	152	152,1	152,1	5,9 10^{-4}	3,1 10^{-4}
250	0,6177	0,3799	146	146,0	146,0	0	0
300	0,6613	0,3812	139	139,4	139,4	3,1 10^{-3}	3,2 10^{-3}
350	0,7048	0,3829	132	132,3	132,3	2,5 10^{-3}	2,2 10^{-3}
400	0,7483	0,3849	123	124,6	124,4	12,6 10^{-3}	11,4 10^{-3}
450	0,7918	0,3873	114	115,9	115,5	16,5 10^{-3}	13,2 10^{-3}
500	0,8353	0,3900	105	106,0	105,3	9,5 10^{-3}	2,7 10^{-3}
550	0,8788	0,3932	93	94,3	93,1	14,3 10^{-3}	1,3 10^{-3}
600	0,9224	0,3966	78	79,7	77,8	21,2 10^{-3}	2,8 10^{-3}
650	0,9659	0,4005	55	58,3	55,6	59,5 10^{-3}	11,7 10^{-3}
ECART MOYEN						9,3 10^{-3}	3,5 10^{-3}



b) Isopropylbenzene.

-17-

T (°F).	Tr	n _D ²⁰	ΔH_v (exp.).	ΔH_v (Wats).	ΔH_v (équat).	Ecart/ Wats.	Ecart/ équat.
- 100	0,3167	0,3695	177	178,0	176,7	5,8 10 ⁻³	1,9 10 ⁻³
- 50	0,3607	0,3749	173	173,6	173,0	3,4 10 ⁻³	0
0	0,4048	0,3796	168	168,9	168,9	5,6 10 ⁻³	5,3 10 ⁻³
50	0,4488	0,3834	163	164,1	164,4	6,6 10 ⁻³	8,4 10 ⁻³
100	0,4928	0,3865	158	159,0	159,4	6,1 10 ⁻³	9 10 ⁻³
150	0,5368	0,3888	153	153,6	154,0	3,8 10 ⁻³	6,9 10 ⁻³
200	0,5809	0,3905	148	147,9	148,2	9,3 10 ⁻⁴	1,7 10 ⁻³
250	0,6249	0,3913	142	141,8	142,0	1,7 10 ⁻³	0
300	0,6689	0,3913	135	135,2	135,2	1,4 10 ⁻³	1,6 10 ⁻³
350	0,7129	0,3906	128	128,1	127,9	4,2 10 ⁻⁴	9,1 10 ⁻⁴
400	0,7569	0,3892	120	120,2	119,9	1,7 10 ⁻³	9,7 10 ⁻⁴
450	0,8009	0,3869	111	111,4	111,0	3,7 10 ⁻³	0
500	0,8450	0,3839	101	101,3	101,0	3,1 10 ⁻³	0
550	0,8890	0,3802	89	89,2	89,2	2,7 10 ⁻³	2,5 10 ⁻³
600	0,9330	0,3756	73	73,6	74,1	8,8 10 ⁻³	15,8 10 ⁻³
650	0,9770	0,3704	50	49,0	50,3	19,8 10 ⁻³	5,6 10 ⁻³
ECART MOYEN						4,7 10 ⁻³	3,8 10 ⁻³



RAPPELONS AUSSI, LES VARIATIONS DE L'ENTHALPIE DE VAPORISATION DE QUELQUES HYDROCARBURES NAPHTENIQUES ET ISOPARAFFINIQUES (PROJET DE FIN D'ETUDE - PROMOTION . JANV. 1985). [10]

DANS LE TABLEAU CI-DESSOUS NOUS AVONS REPRIS LES VALEURS DES COEFFICIENTS A, B et C DES DIFFERENTS COMPOSES.

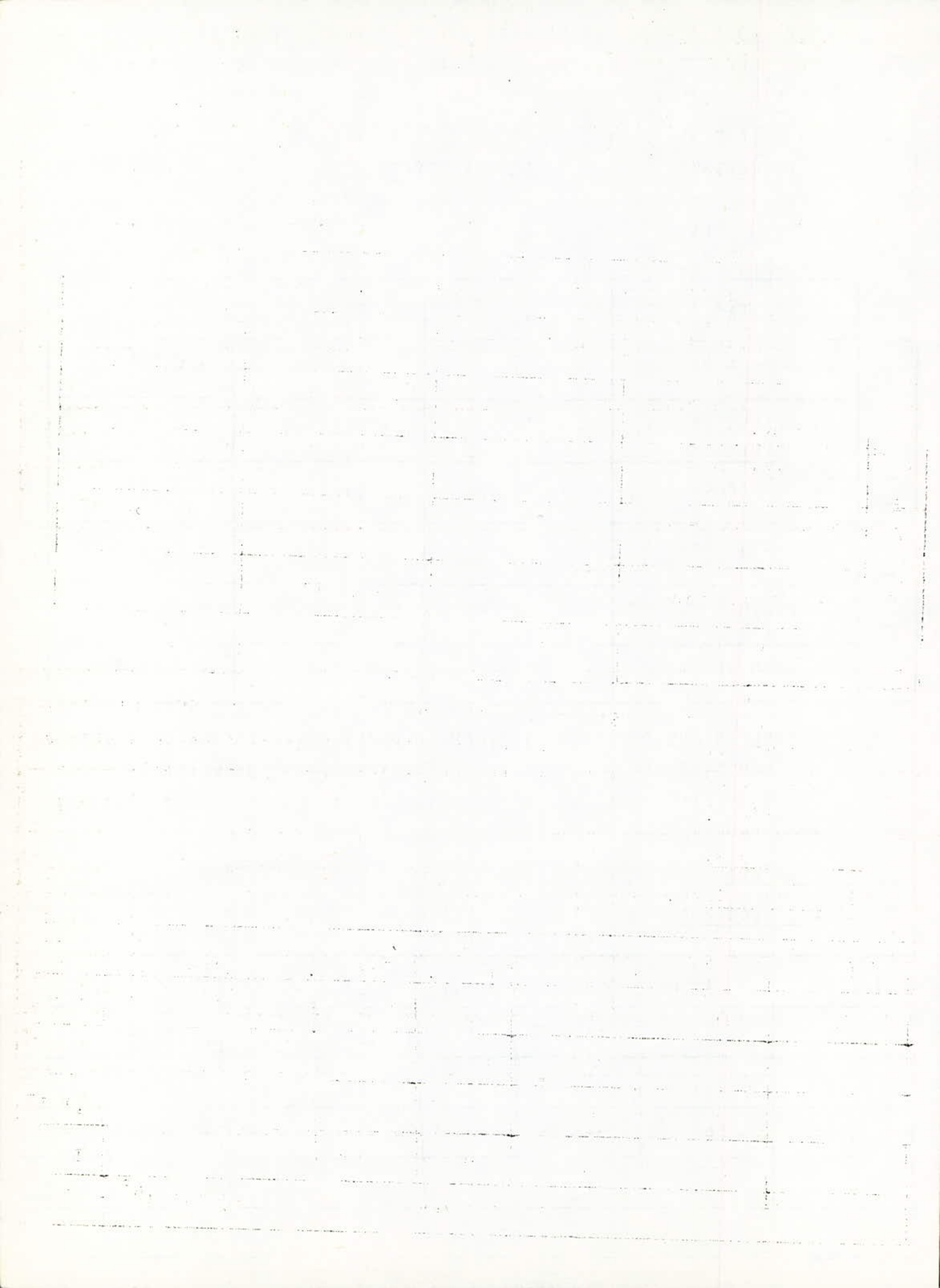
	COMPOSES	A.	B.	C.
Naphténiques.	Cyclopentane	0,3330	0,1010	- 0,0672
	2- Méthylcyclopentane.	0,4600	- 0,5130	0,5000
	Cyclohexane	0,3744	0,0795	- 0,0783
Isoparaaffiniques	2- Méthylpentane	0,1066	0,4876	- 0,2328
	2- Méthylhexane	0,4953	-0,6517	0,6233
	3- Méthylheptane	0,3757	0,0574	- 0,0654.

REPRESENTONS AUSSI LES TABLEAUX DONNANT LA VARIATION DE L'ENTHALPIE DE VAPORISATION (en Btu/lb) des différents hydrocarbures obtenue expérimentalement, avec l'équation de MATSON et avec l'équation modifiée.

Naphténiques.

1) Cyclopentane.

T (°C)	Tr	n	ΔH_v (exp).	ΔH_v (équat.)	ΔH_v (Wats).	Ecart/ équat.	Ecart/ Wats.
37,7	0,158	0,3472	171	170,97	171,30	$0,17 \cdot 10^3$	$1,7 \cdot 10^3$
93,3	0,392	0,3622	152	152,08	151,37	$0,52 \cdot 10^3$	$4,1 \cdot 10^3$
148,8	0,625	0,3699	127	126,93	125,97	$0,55 \cdot 10^3$	$8,1 \cdot 10^3$
204,4	0,859	0,3702	88	88,35	86,86	$3,9 \cdot 10^3$	$12,9 \cdot 10^3$
ECART MOYEN						$5,5 \cdot 10^3$	$8,6 \cdot 10^3$



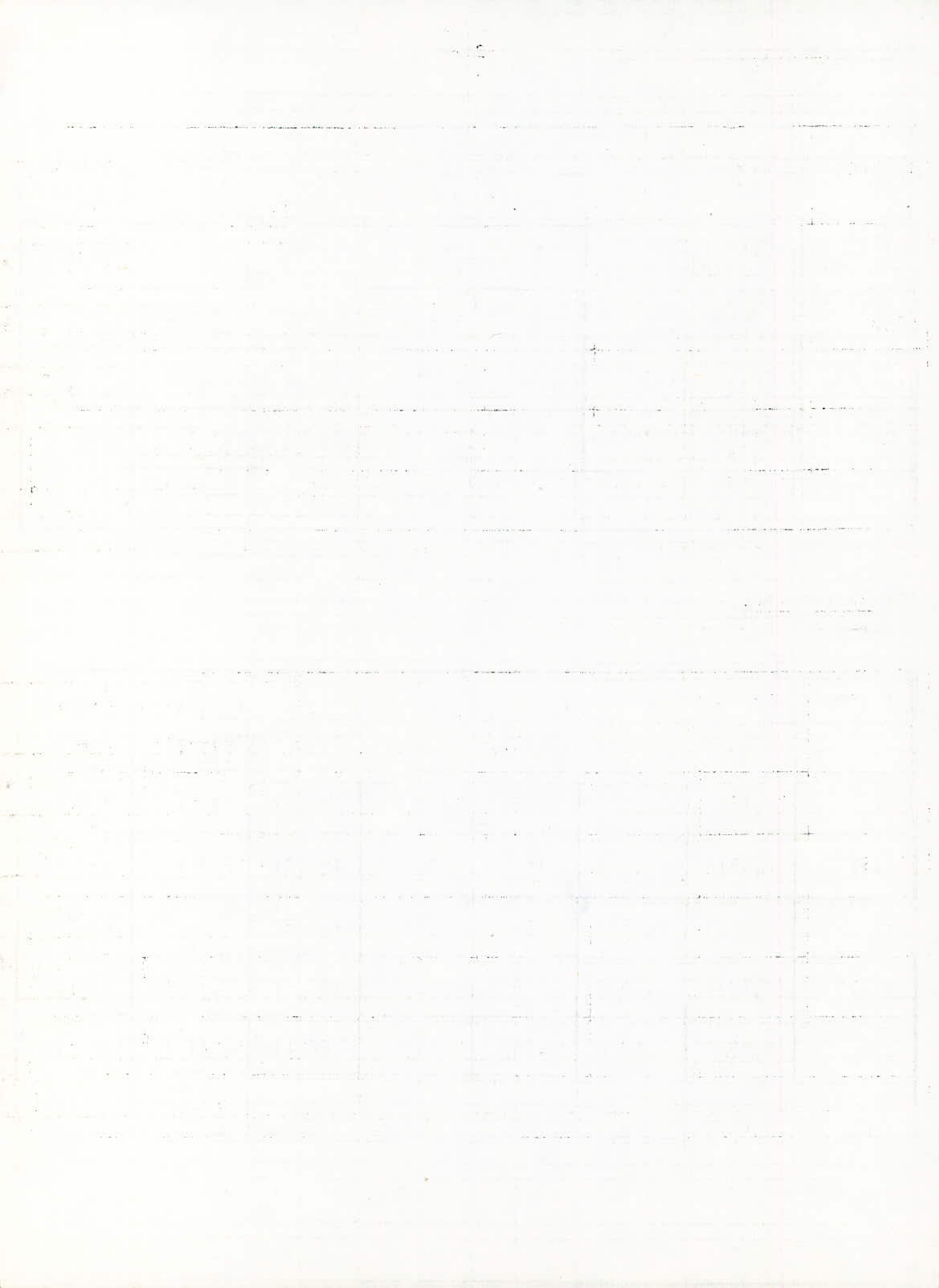
2) Methylcyclopentane.

-20-

T (°C)	Tr	n	ΔH_v (exp).	ΔH_v (équat).	ΔH_v (Wats).	Ecart/ équat.	Ecart/ Wats
37,7	0,145	0,3961	158	157,99	157,56	$0,06 \cdot 10^{-3}$	$2,7 \cdot 10^{-3}$
93,3	0,358	0,3404	142	141,98	141,31	$0,14 \cdot 10^{-3}$	$4,8 \cdot 10^{-3}$
148,8	0,572	0,3301	122	124,35	121,13	$19 \cdot 10^{-3}$	$7,1 \cdot 10^{-3}$
204,4	0,786	0,3656	95	94,73	93,08	$2,8 \cdot 10^{-3}$	$20 \cdot 10^{-3}$
ECART MOYEN						$5,5 \cdot 10^{-3}$	$8,6 \cdot 10^{-3}$

3) Cyclohexane.

T (°C)	Tr	n	ΔH_v (exp).	ΔH_v (équat)	ΔH_v (Watts)	Ecart/ équat.	Ecart/ Wats.
97,7	0,1341	0,3836	165	164,99	164,87	$0,6 \cdot 10^{-4}$	$7,8 \cdot 10^{-4}$
93,3	0,3318	0,3921	149	149,29	149,41	$1,9 \cdot 10^{-3}$	$2,7 \cdot 10^{-3}$
148,8	0,5293	0,3945	130	130	130,78	0	$6 \cdot 10^{-3}$
204,4	0,7271	0,3908	105	105,22	106,31	$2,09 \cdot 10^{-3}$	$1,2 \cdot 10^{-2}$
260	0,9249	0,3809	65	64,98	65,11	$3,07 \cdot 10^{-4}$	$1,69 \cdot 10^{-3}$
ECART MOYEN						$8,7 \cdot 10^{-4}$	$46,1 \cdot 10^{-4}$

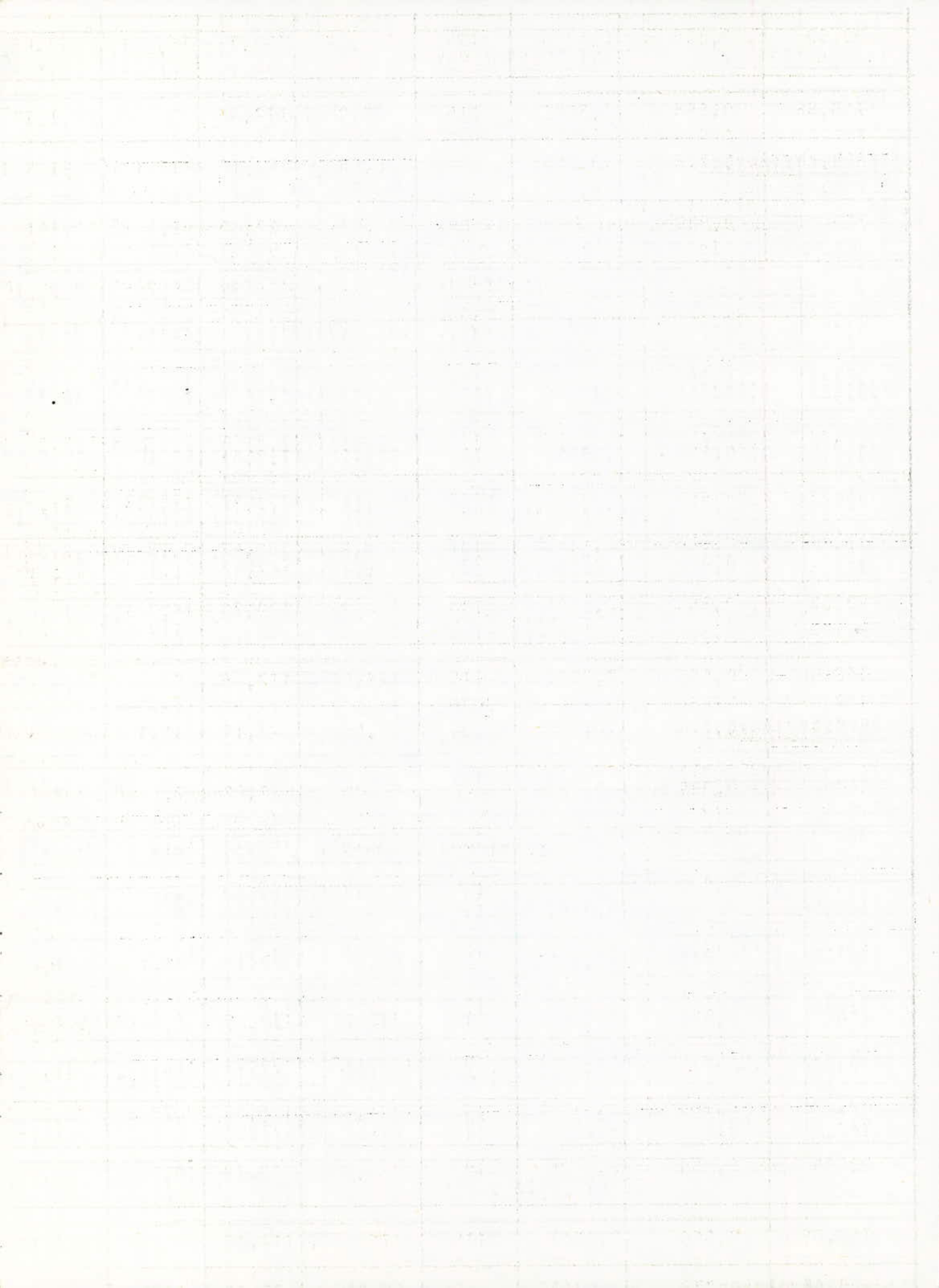


Isoparaffines.1) 2- Méthylpentane.

T (°C)	Tr	n	ΔH_v (exp).	ΔH_v (équat)	ΔH_v (Wats)	Ecart/ équat.	Ecart/ Wats.
37,77	0,1643	0,1804	148	151,43	145,62	23. 10^{-3}	16 10^{-3}
93,33	0,4067	0,2664	131	131,017	127,84	0,12 10^{-3}	24 10^{-3}
148,88	0,5488	0,3249	109	109,11	104,75	1. 10^{-3}	38,9 10^{-3}
204,44	0,8910	0,3562	70	70,27	67,15	3,8 10^{-3}	40,7 10^{-3}
ECART MOYEN						6,9 10^{-3}	29,9 10^{-3}

2) 2- Méthylhexane.

T (°C)	Tr	n	ΔH_v (exp).	ΔH_v (équat).	ΔH_v (Wats).	Ecart/ équat.	Ecart/ Wats.
37,77	0,143	0,4148	147	146,98	145,63	0,13 10^{-3}	9,32 10^{-3}
93,33	0,355	0,3429	133	130,82	130,73	16,3 10^{-3}	17,06 10^{-3}
148,88	0,566	0,3261	115	115,00	112,45	0	22,1 10^{-3}
204,44	0,778	0,3655	90	88,55	87,16	16,1 10^{-3}	31,5 10^{-3}
260	0,989	0,4604	20	20,02	27,82	1,4 10^{-3}	0,391 10^{-3}
ECART MOYEN						6,7 10^{-3}	94,1 10^{-3}



T (°C)	Tr	n	ΔH_v (Exp.)	ΔH_v (Equat)	ΔH_v (WATS)	ECART/ EQUAT	ECART/ WATS.
37,77	0,1299	0,3820	148	147,97	147,85	$0,2 \cdot 10^{-3}$	$1,01 \cdot 10^{-3}$
93,33	0,3212	0,3873	134	134,68	134,54	$5,07 \cdot 10^{-3}$	$4,02 \cdot 10^{-3}$
148,88	0,5120	0,3879	118,5	118,51	118,68	$0,7 \cdot 10^{-3}$	$1,51 \cdot 10^{-3}$
204,44	0,7036	0,3837	99	97,95	98,20	0,010	$8,08 \cdot 10^{-3}$
260	0,894	0,3747	67	67,04	66,43	$5,97 \cdot 10^{-3}$	$8,5 \cdot 10^{-3}$
ECART MOYEN						$4,26 \cdot 10^{-3}$	$4,62 \cdot 10^{-3}$

Nous avons représenté sur les figures (I à 8) la variation de l'enthalpie standard de vaporisation avec la température pour les différents hydrocarbures étudiés.

En examinant ces courbes, on constate qu'au voisinage du point critique la décroissance est très rapide et l'enthalpie s'annule au point critique. De plus les valeurs d'enthalpie de vaporisation sont plus proches des valeurs expérimentales que celles obtenues à partir de l'équation de Watson.

CONCLUSION :

En comparant les valeurs de l'écart moyen entre les valeurs de l'enthalpie de vaporisation calculées et expérimentales nous pouvons apprécier que notre équation permet d'obtenir une bien meilleure précision que l'équation plus simple de WATSON-THEISEN dans un domaine très large de température comprenant notamment la température critique.

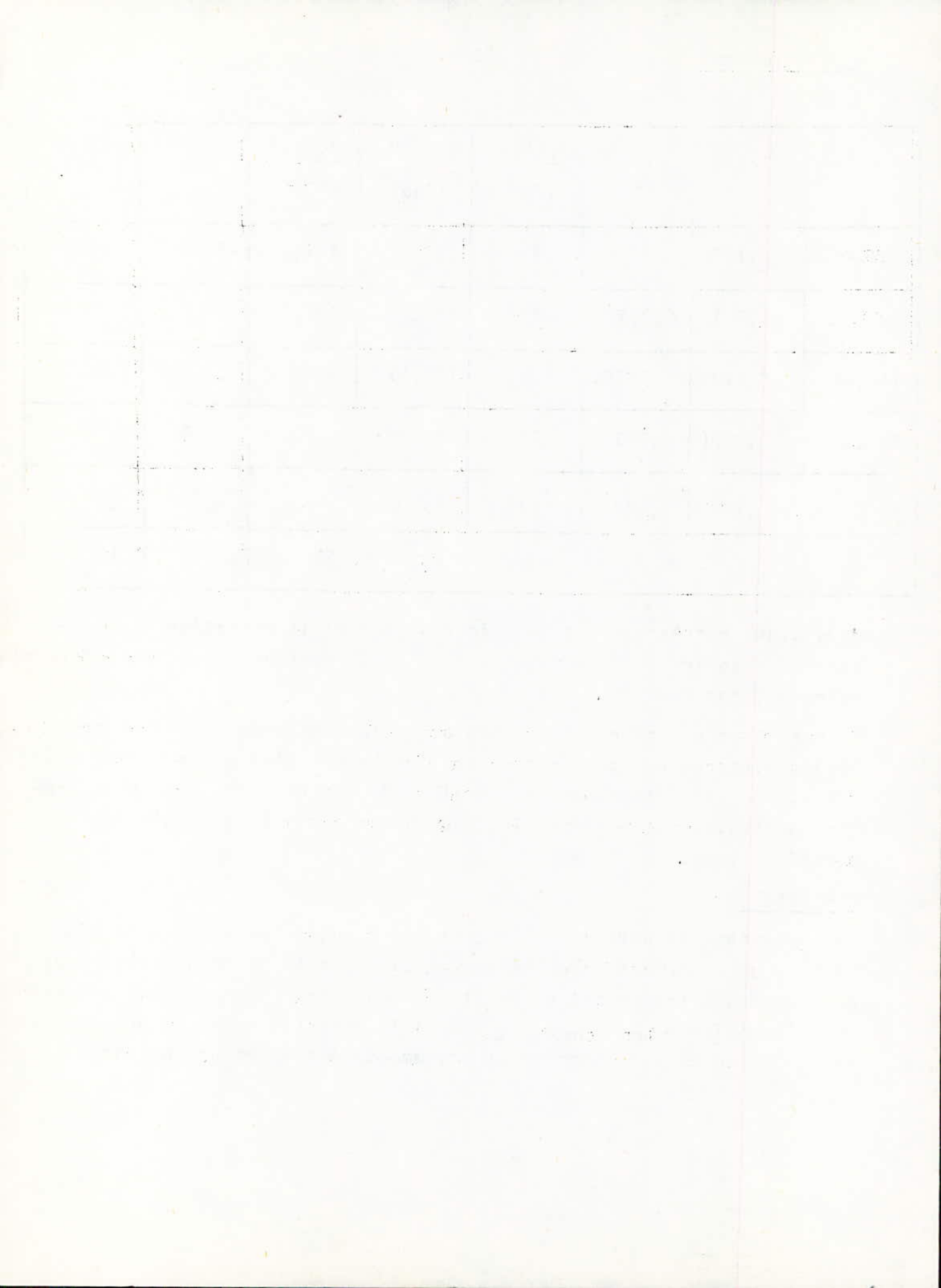


FIG.1. CHALEUR DE VAPORISATION
DU 1.BUTENE

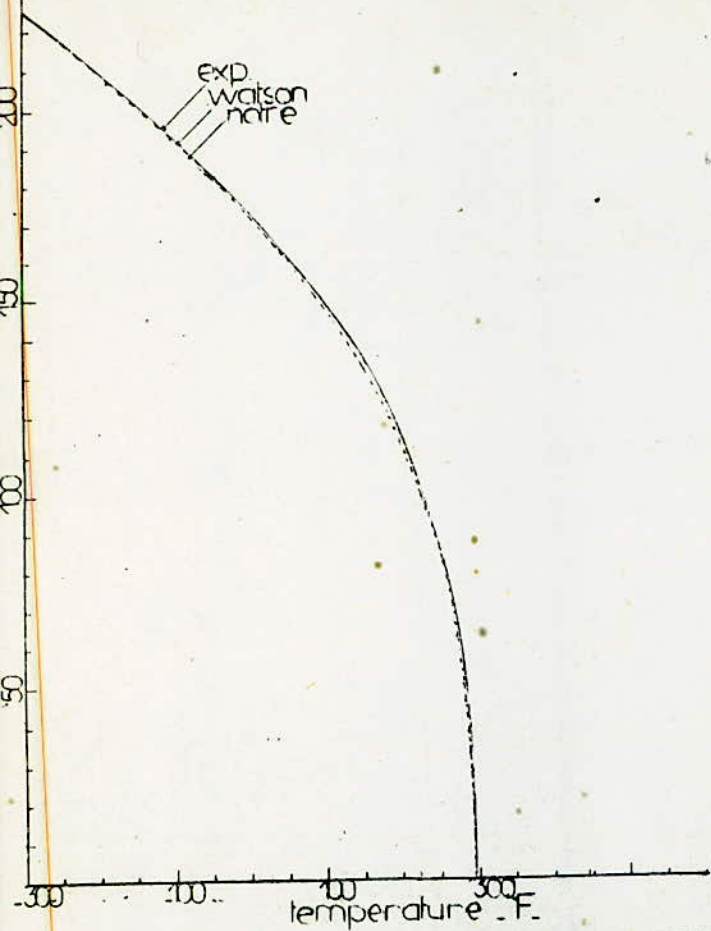


FIG.2. CHALEUR DE VAPORISATION
DU CIS.2.EUTENE

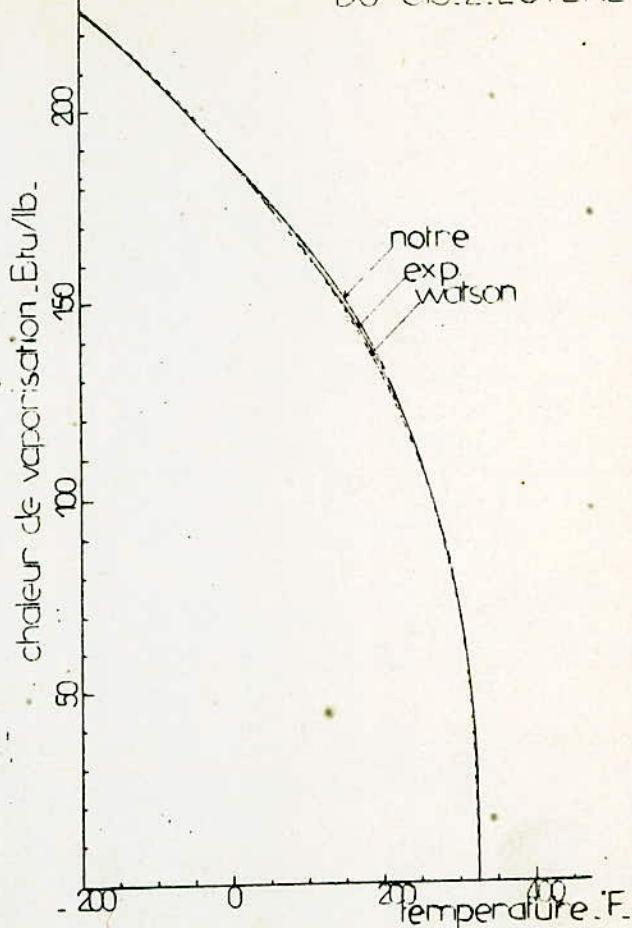


FIG.3. CHALEUR DE VAPORISATION
DU TRANS 2 BUTENE

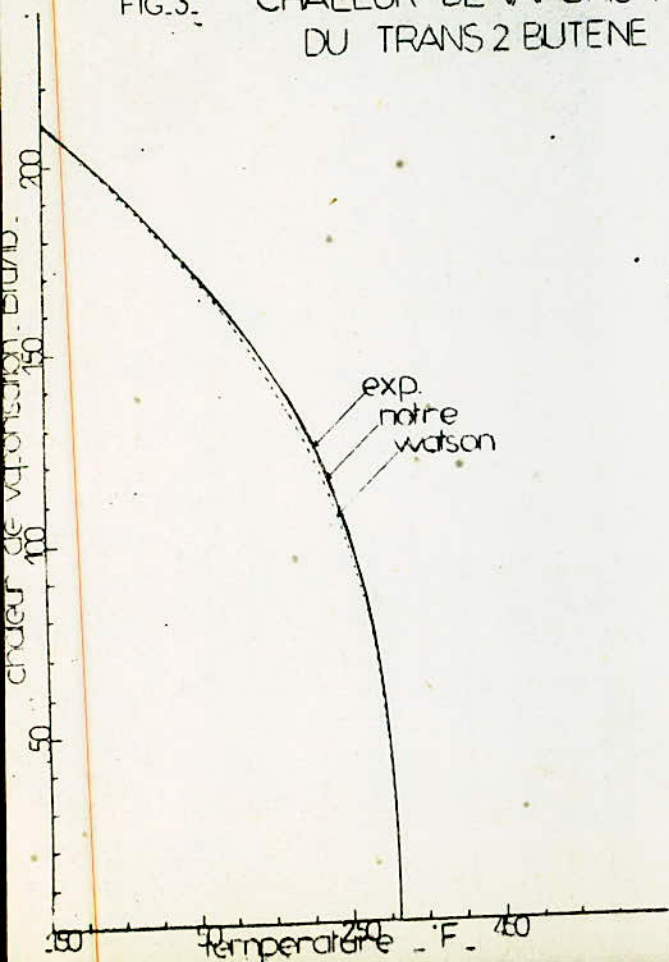


FIG.4. CHALEUR DE VAPORISATION
DU 3.METHYLPENTANE

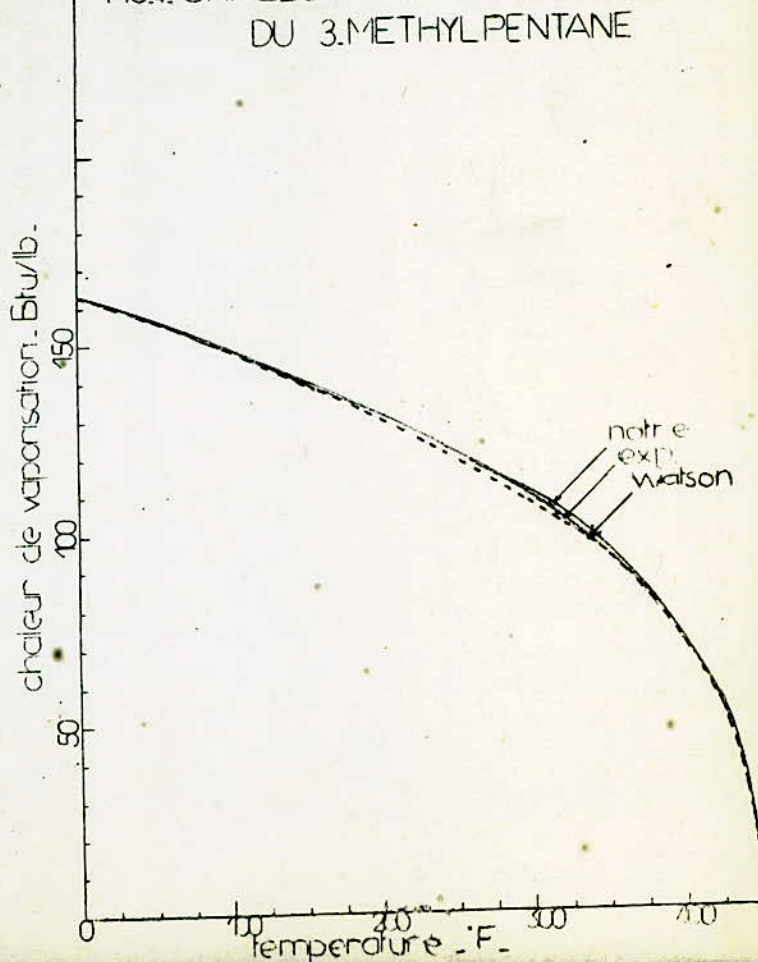


FIG.5. CHALEUR DE VAPORISATION
DU 3.METHYLHEXANE

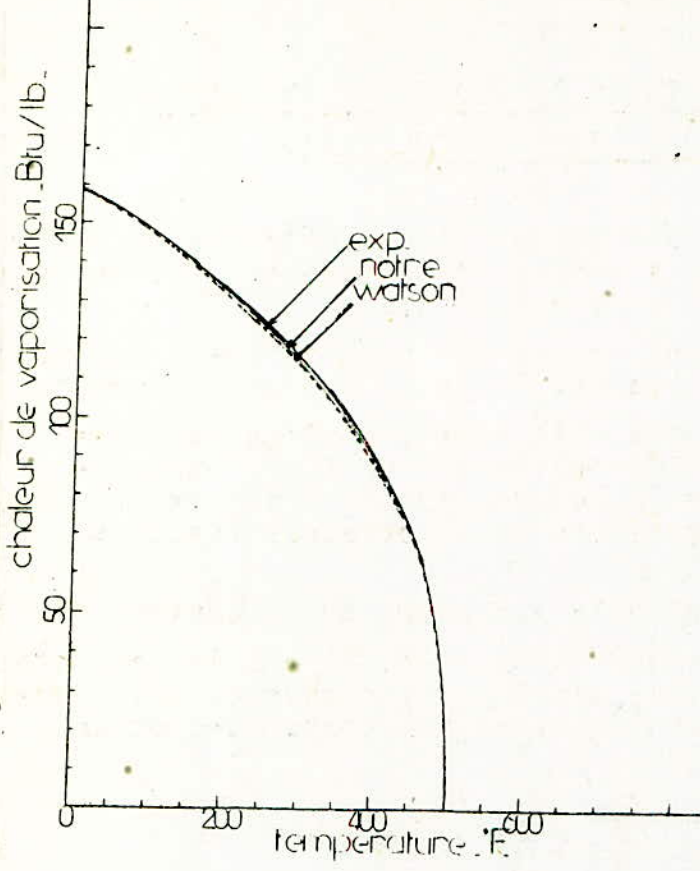


FIG.6. CHALEUR DE VAPORISATION
DU 2.METHYLHEPTANE

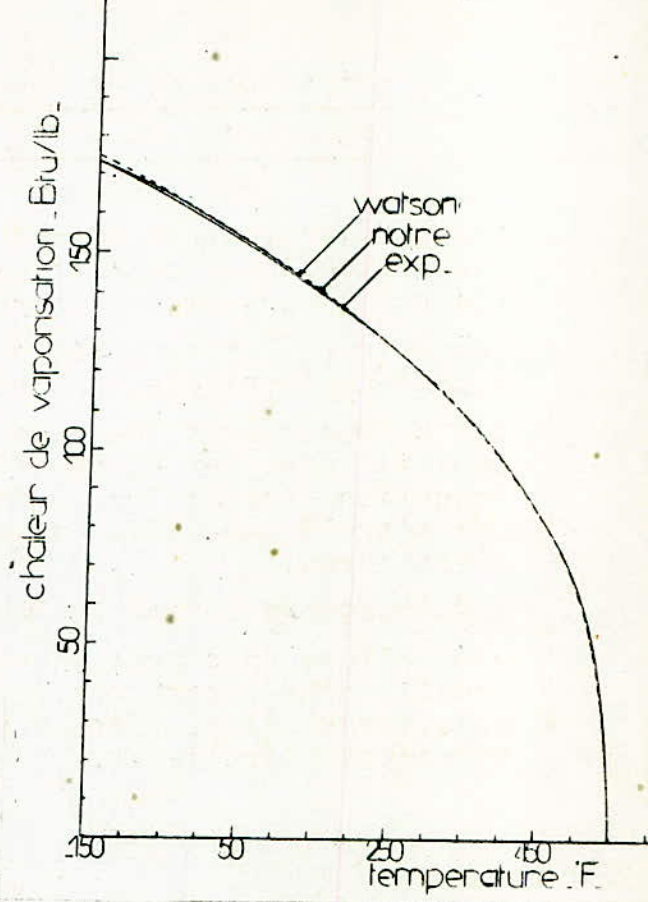


FIG.7. CHALEUR DE VAPORISATION
DU N.PROPYLBENZENE

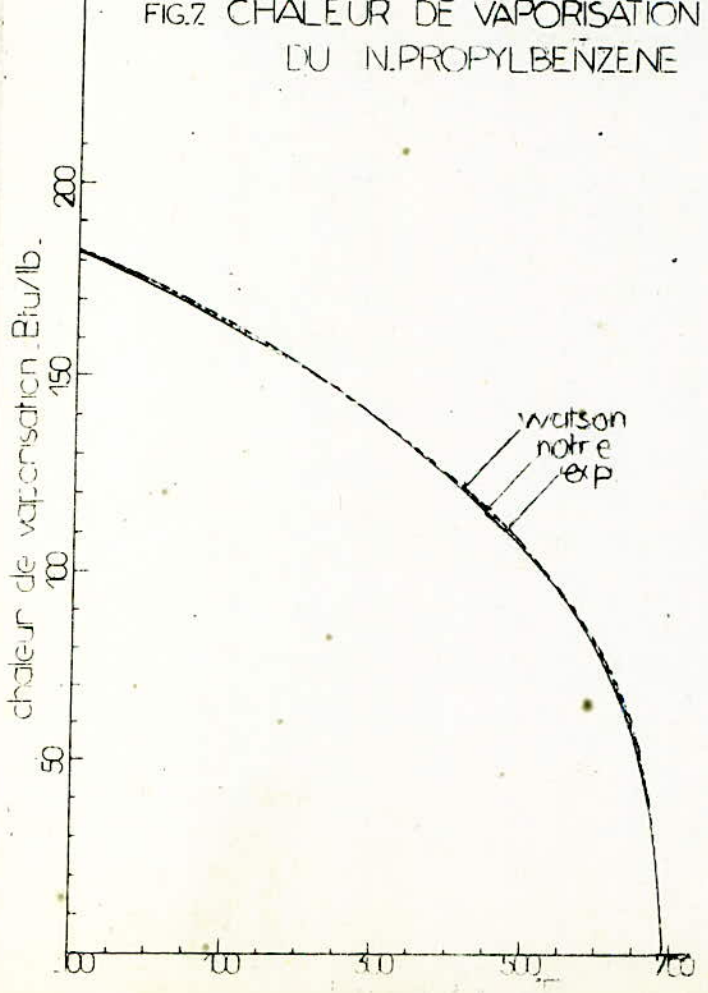
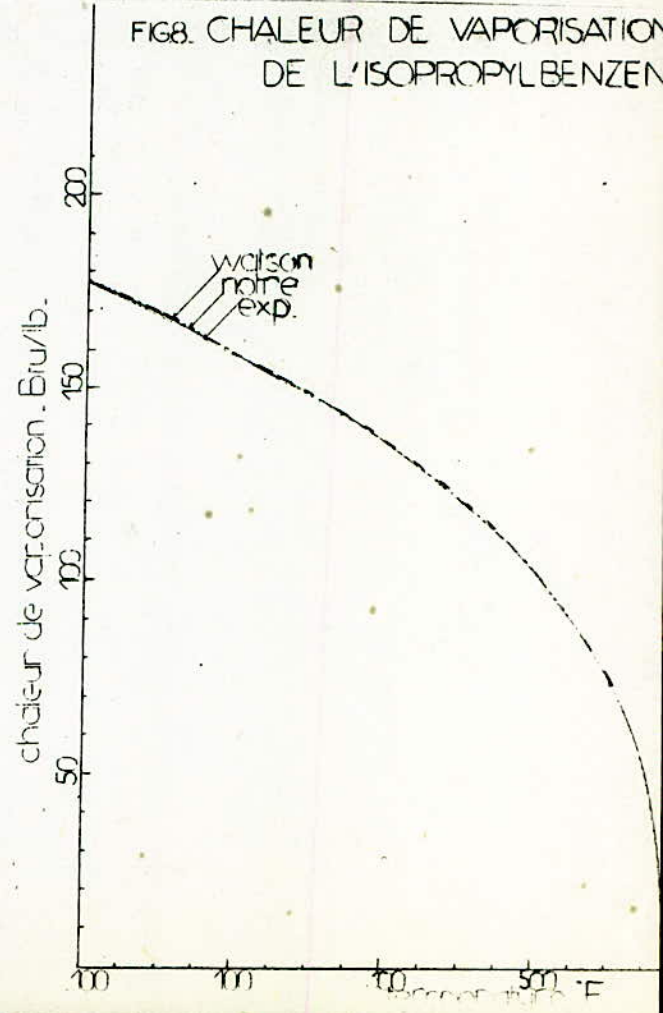


FIG.8. CHALEUR DE VAPORISATION
DE L'ISOPROPYLBENZENE



V . DETERMINATION DES PROPRIETES PHYSIQUES ET CHIMIQUES
DES CORPS PURS ET DES FRACTIONS PETROLIERES.

Nous choisissons la méthode du Polynome d'interpolation de NEWTON pour déterminer les différentes propriétés physiques et chimiques des corps purs et des fractions pétrolières.

Les valeurs des propriétés sont prises sur des tables : American Petroleum Institute Research Project 44 (voir tableaux en annexe).

Les hydrocarbures que nous avons pris sont les mêmes que ceux déjà choisis dans une étude antécédente (Projet de fin d'études - Promotion Janvier 1985), dans le but de pouvoir utiliser des équations qui s'appliquent bien aux corps purs et à certaines fractions pétrolières.

Nos équations seront également valables entre 40 et environ 200 °C.

Nous allons donc présenter ces équations (231 au total) pour chaque famille d'hydrocarbures (P,N,A), ainsi que les courbes s'y reportant, puis, nous allons faire des applications aux corps purs et aux fractions pétrolières.

.../...

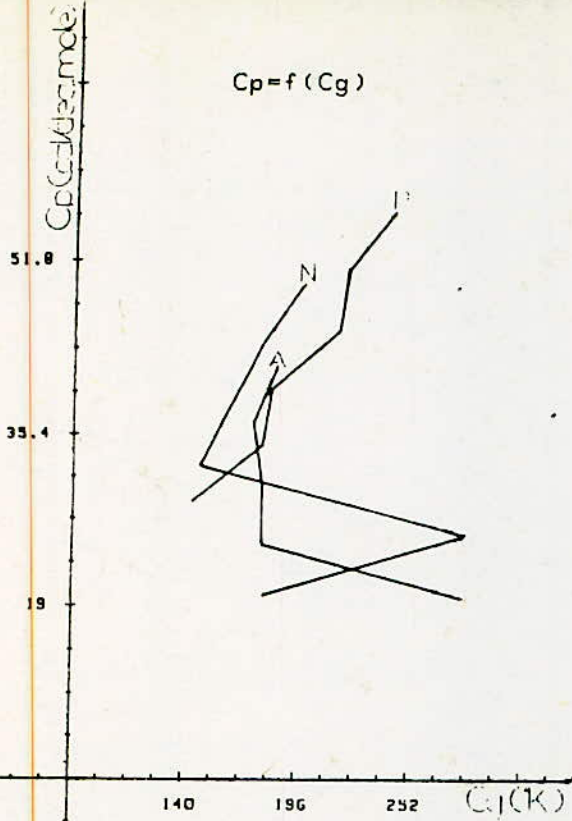
V. DETERMINATION DES PROPRIÉTÉS PHYSIQUES ET CHIMIQUES
DES CORPS PURS ET DES FRACTIONS ÉLÉMENTAIRES.

Nous cherchons à établir le tableau de l'association de MENON
pour déterminer les différents groupes chimiques et chimiques
des corps purs et des fractions élémentaires.
Les résultats sont résumés dans le tableau ci-dessous.

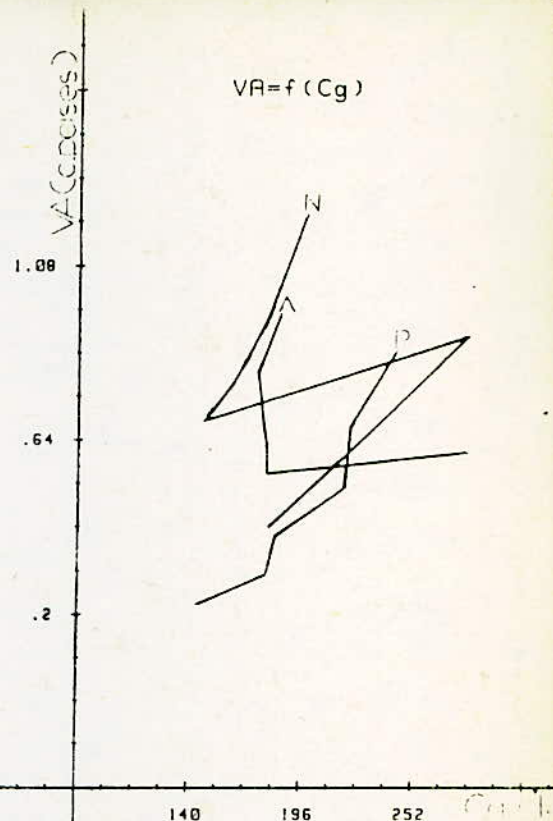
V. DETERMINATION DES PROPRIÉTÉS PHYSIQUES ET CHIMIQUES
DES CORPS PURS ET DES FRACTIONS ÉLÉMENTAIRES.

Nous cherchons à établir le tableau de l'association de MENON
pour déterminer les différents groupes chimiques et chimiques
des corps purs et des fractions élémentaires.
Les résultats sont résumés dans le tableau ci-dessous.

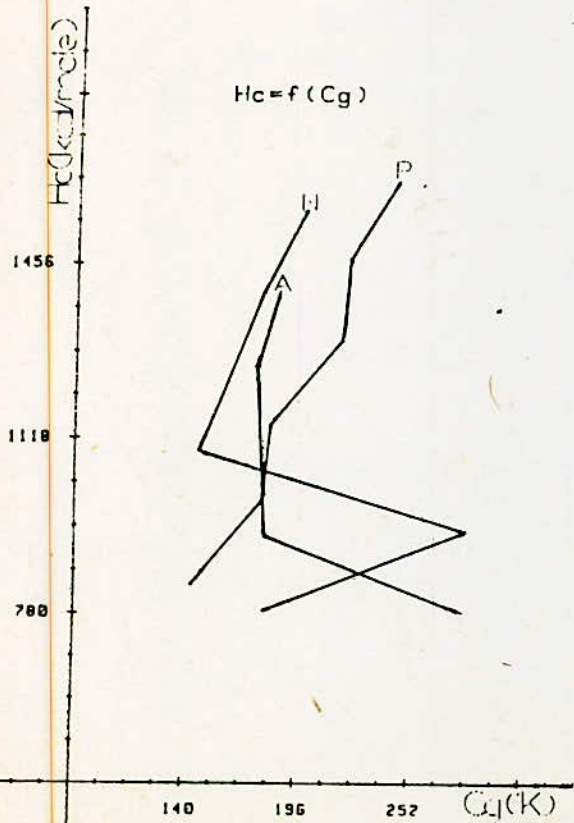
$C_p = f(C_g)$



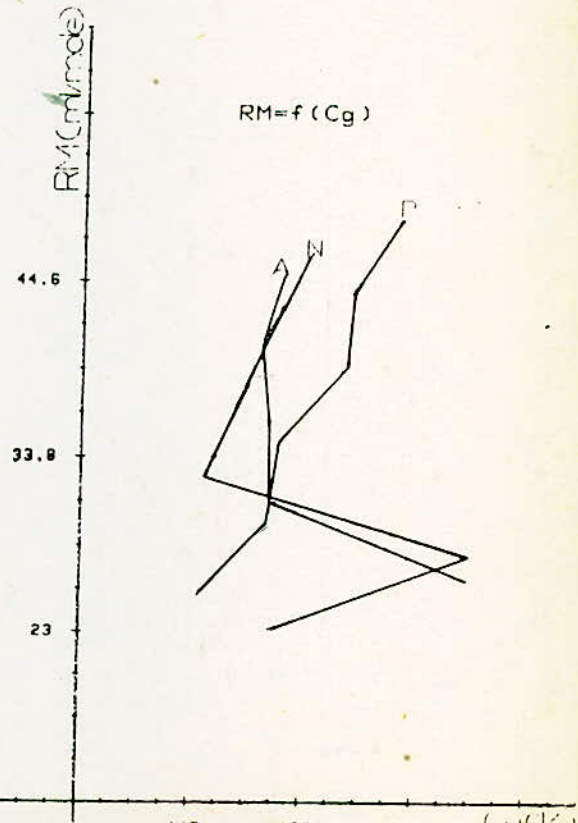
$VR = f(C_g)$

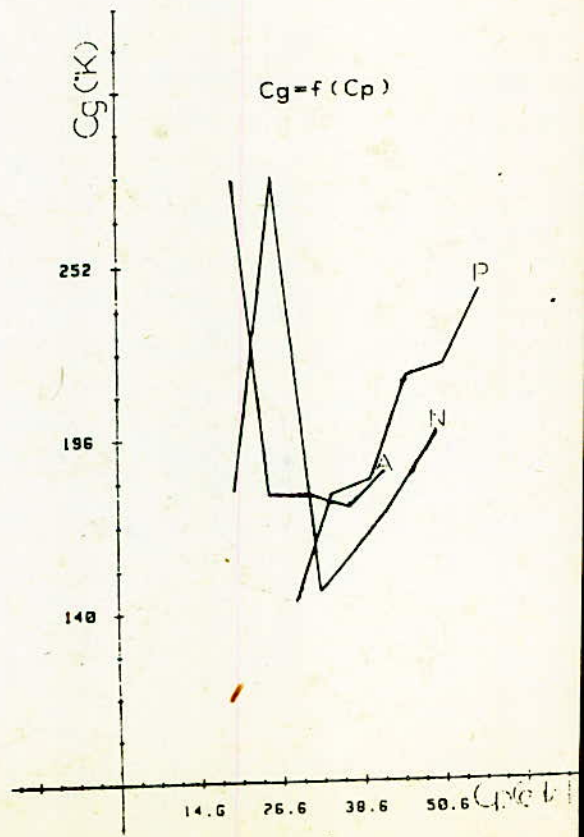
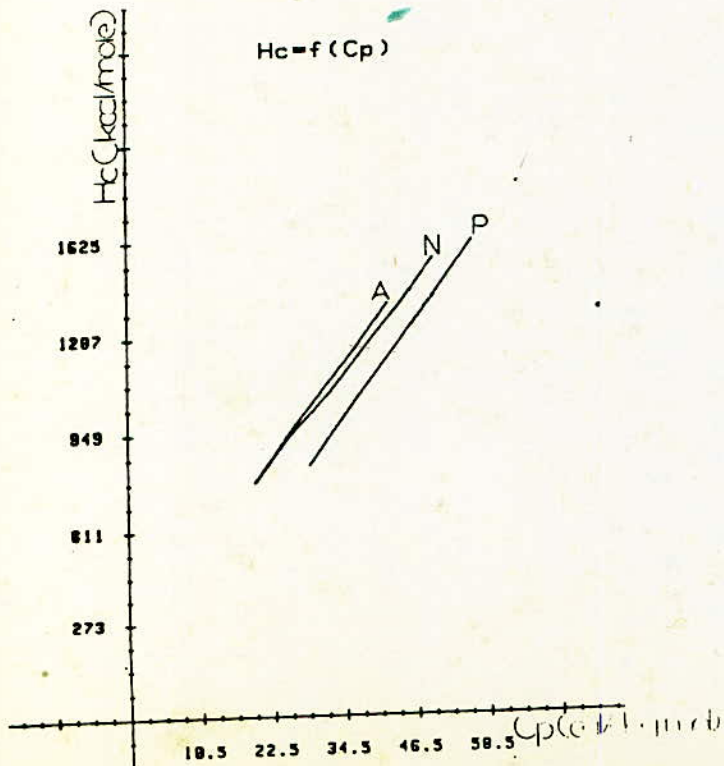
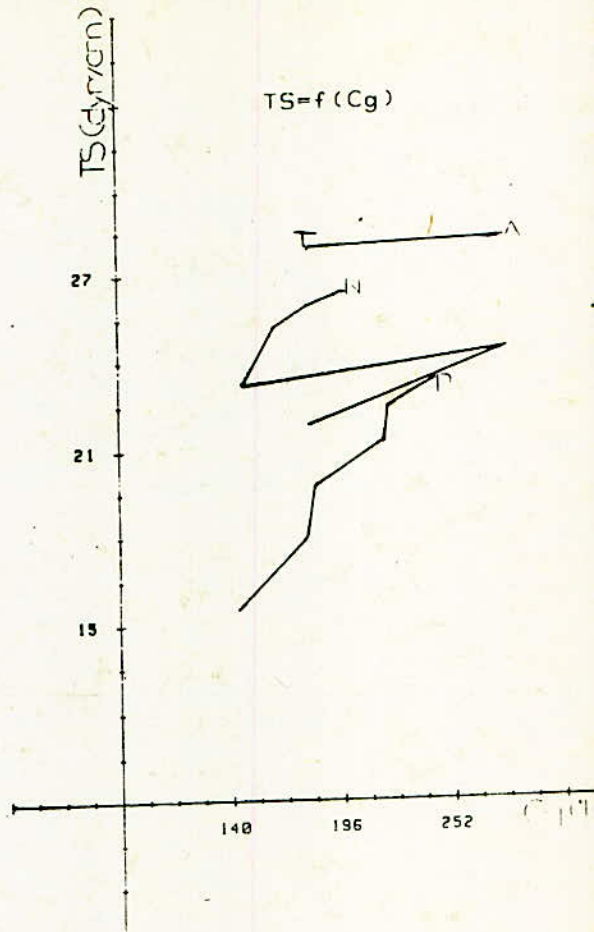
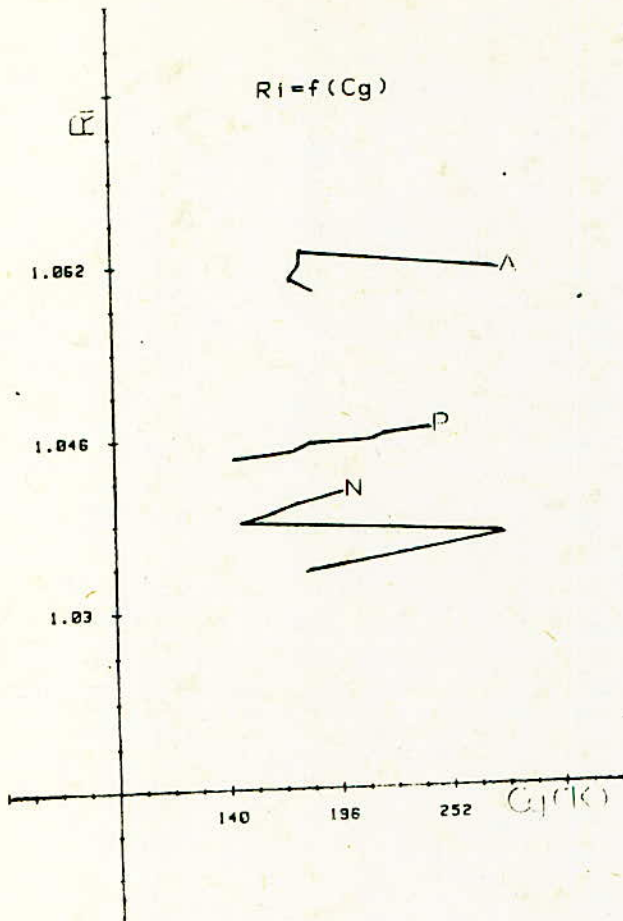


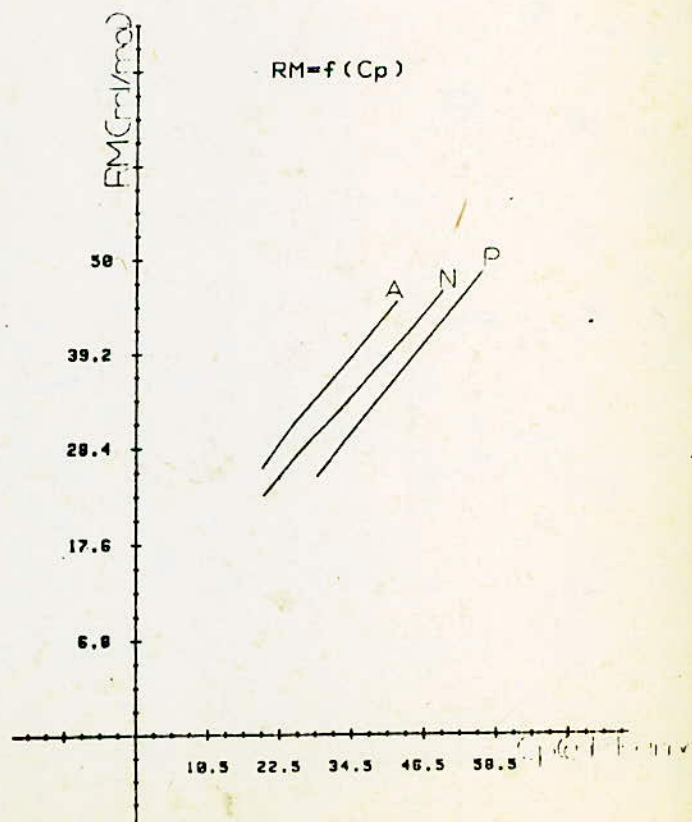
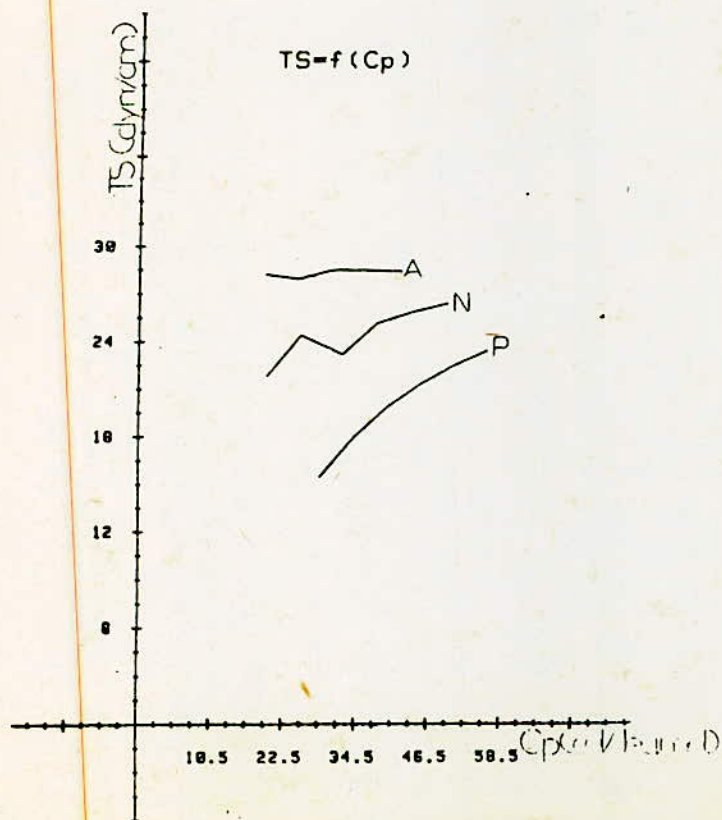
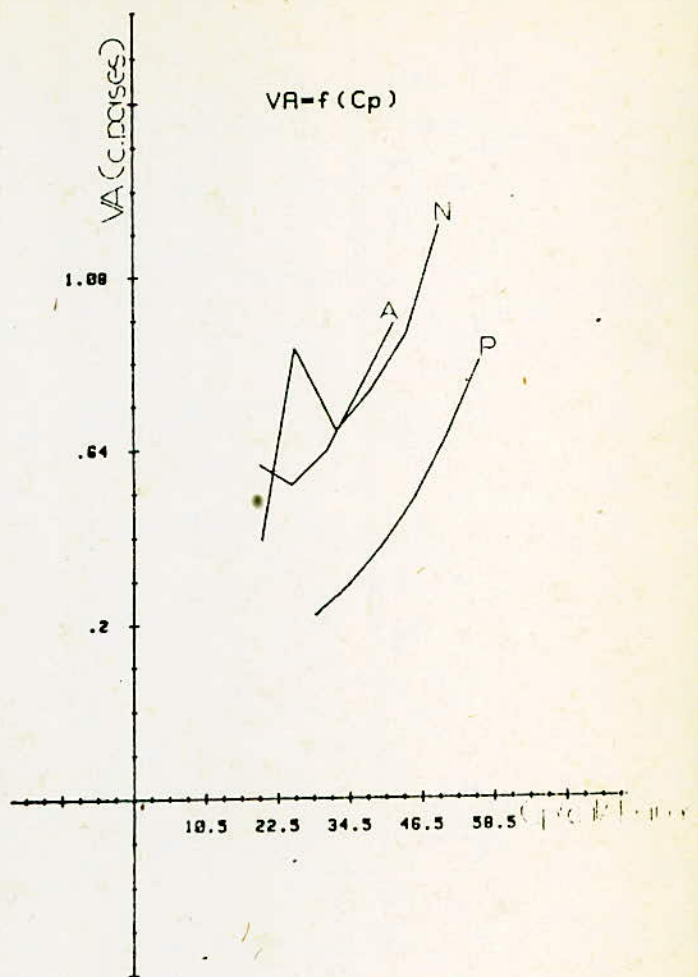
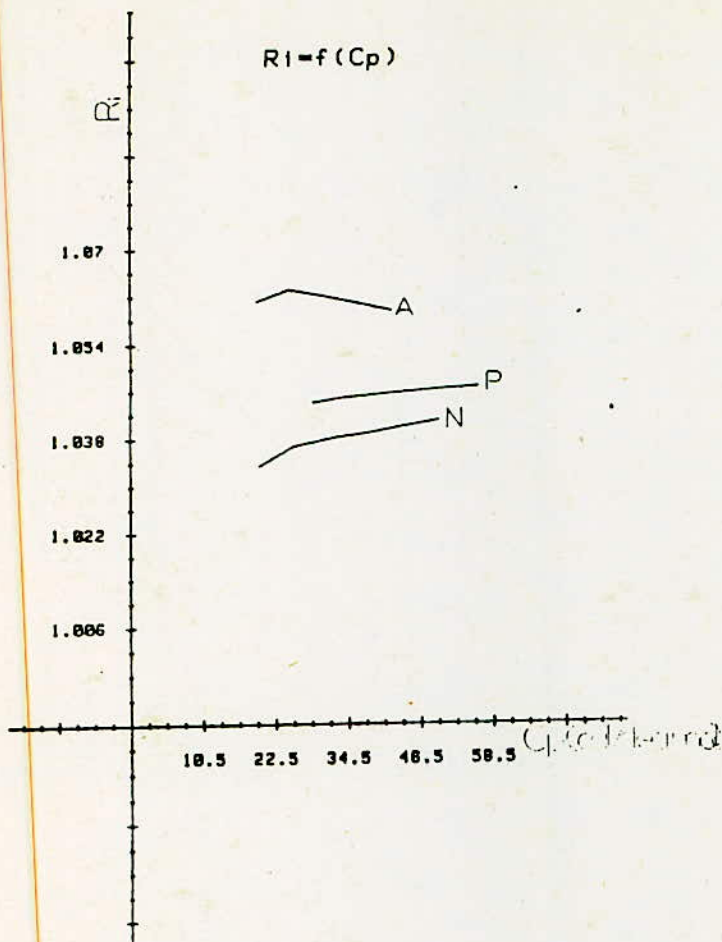
$H_c = f(C_g)$

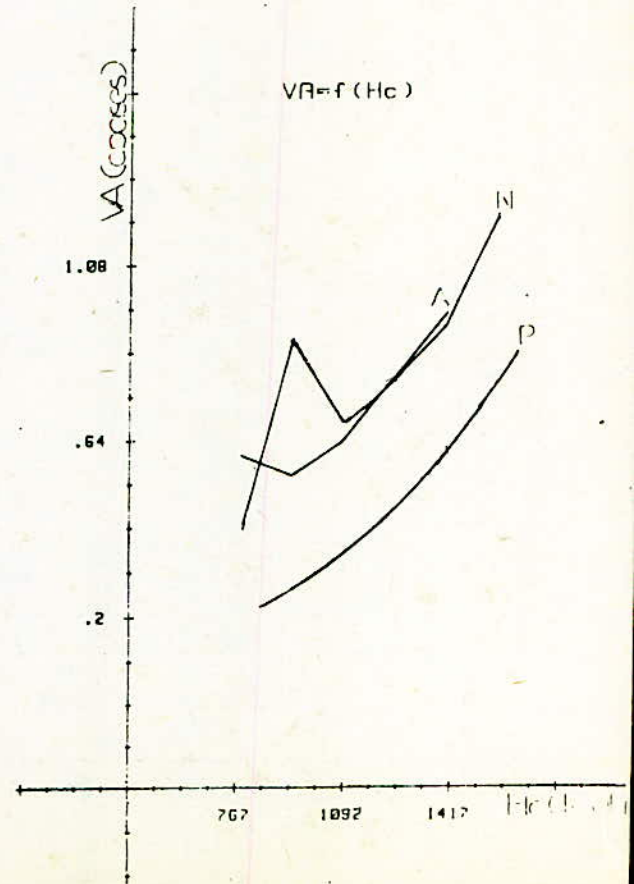
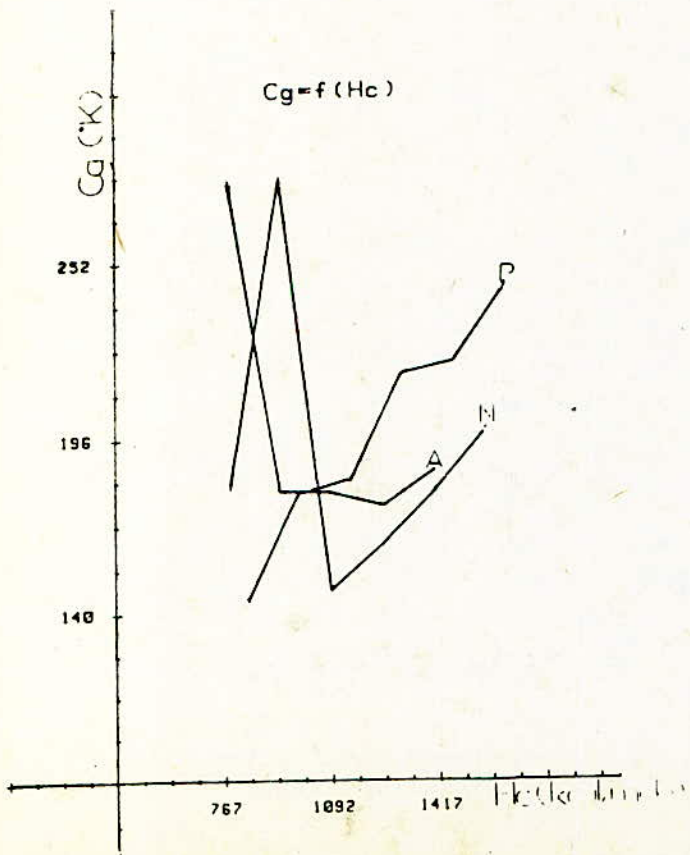
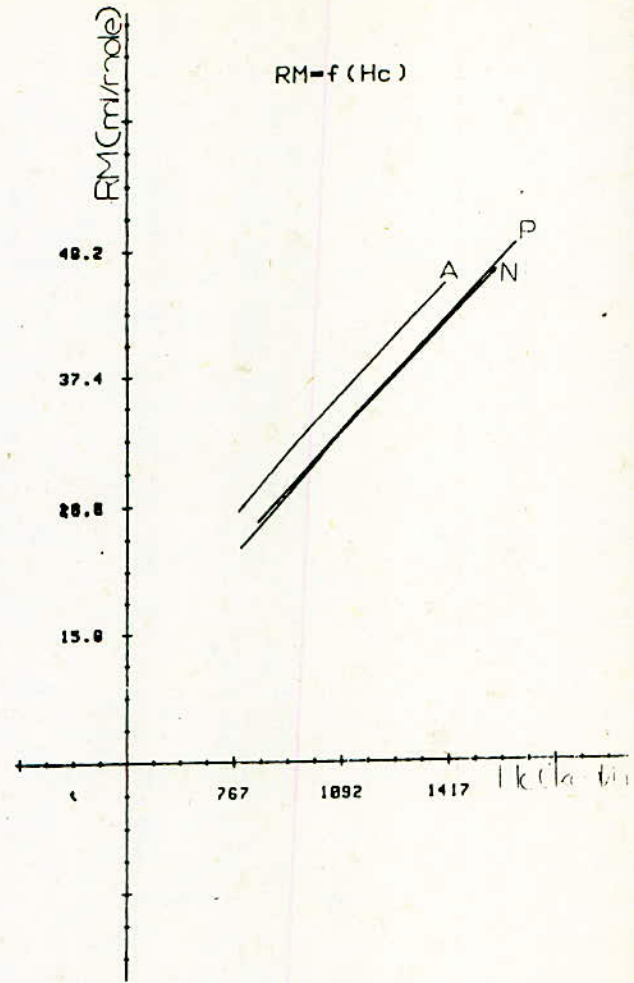
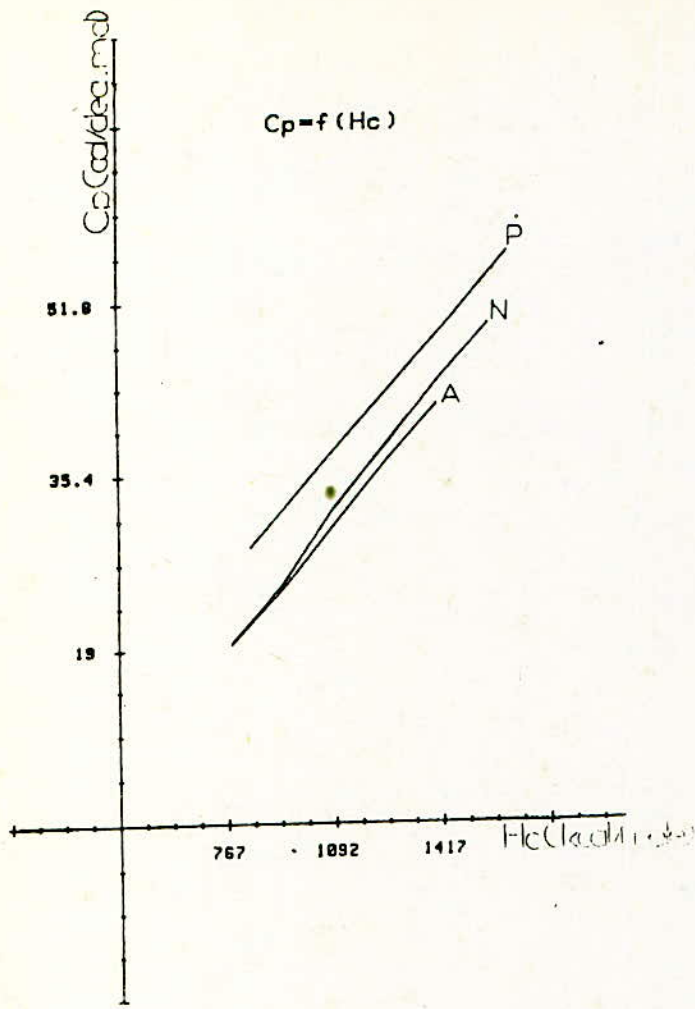


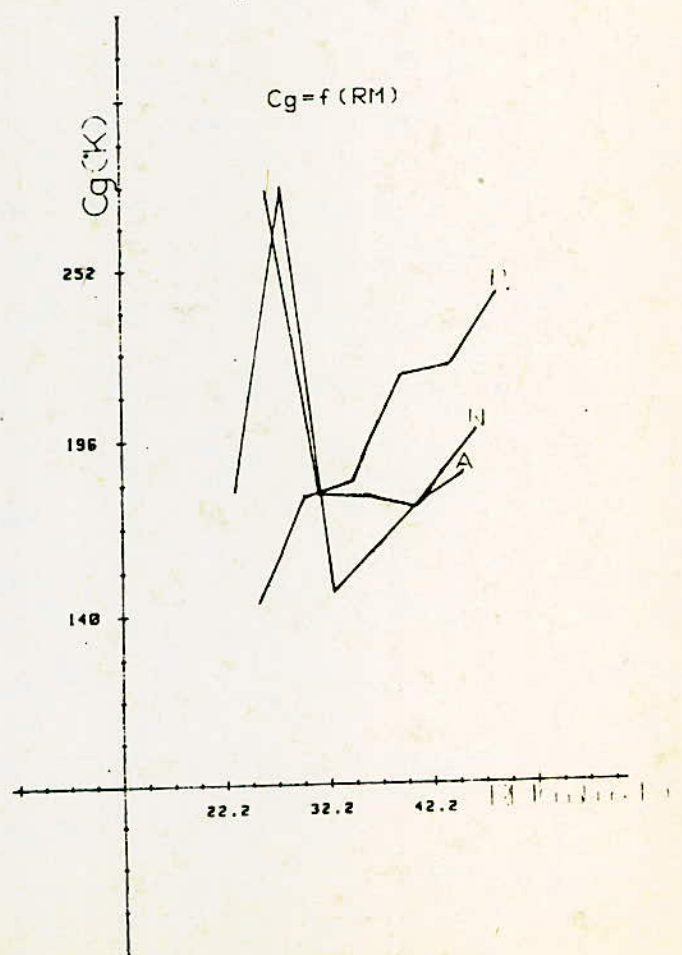
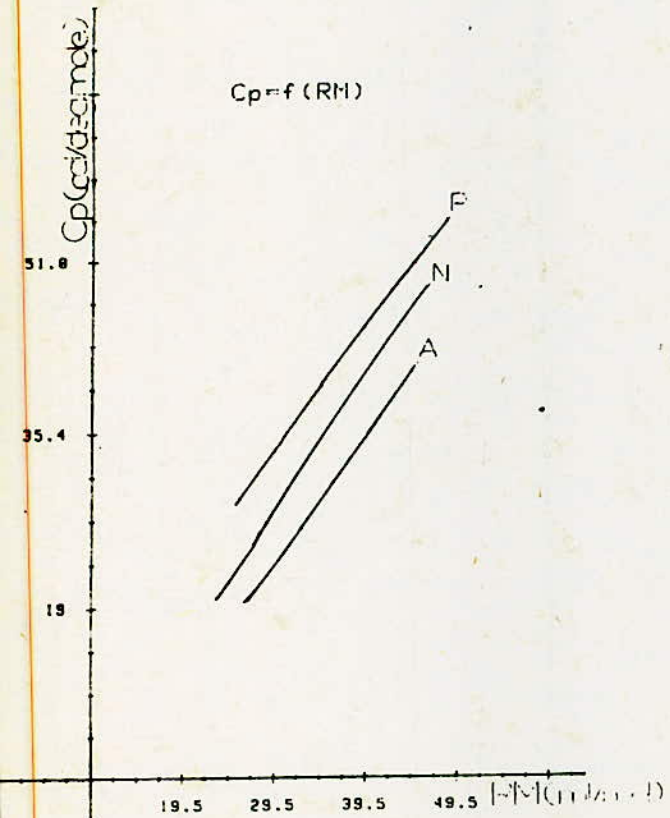
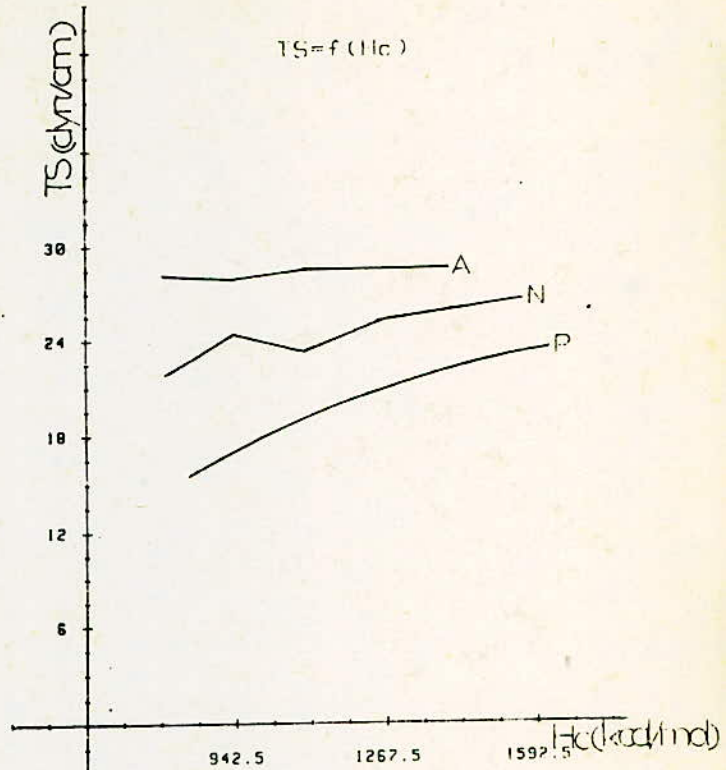
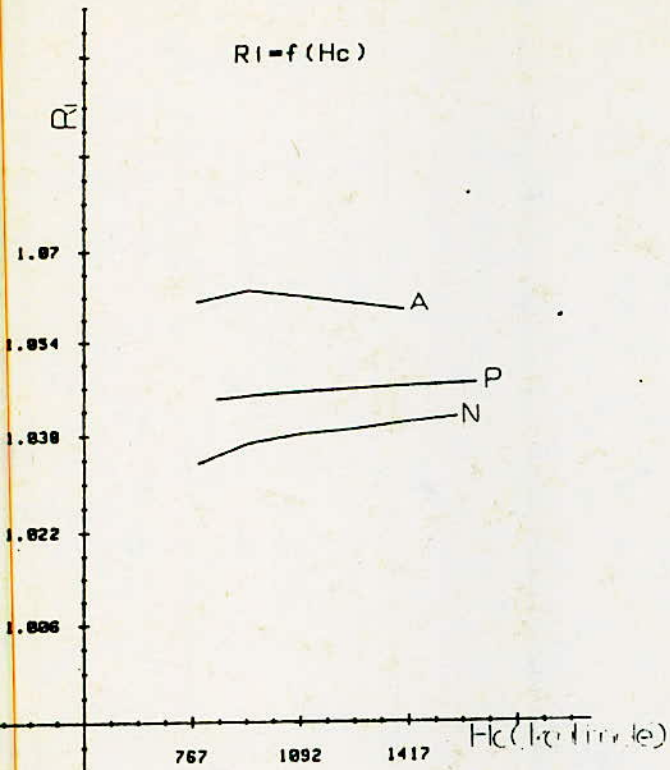
$RM = f(C_g)$

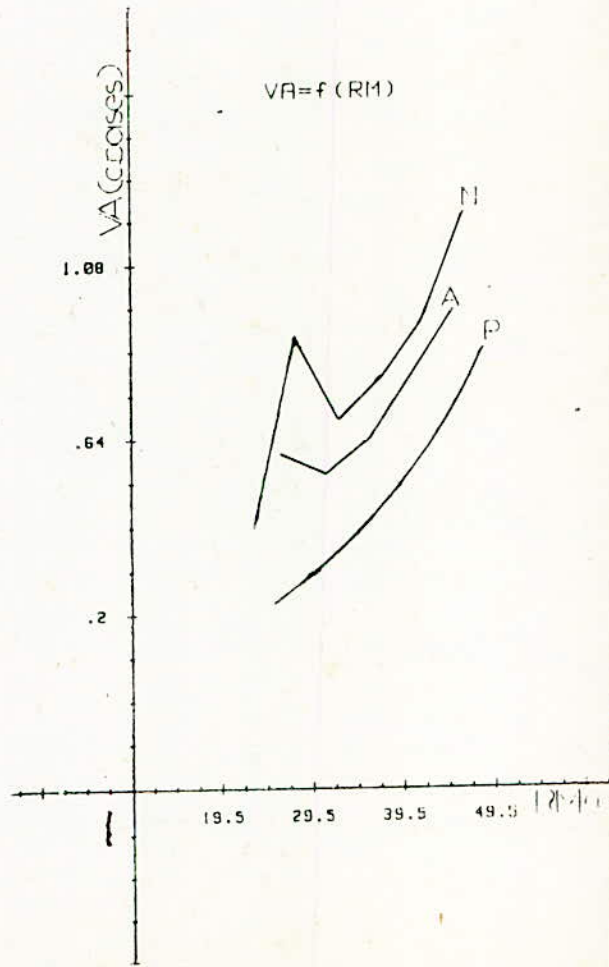
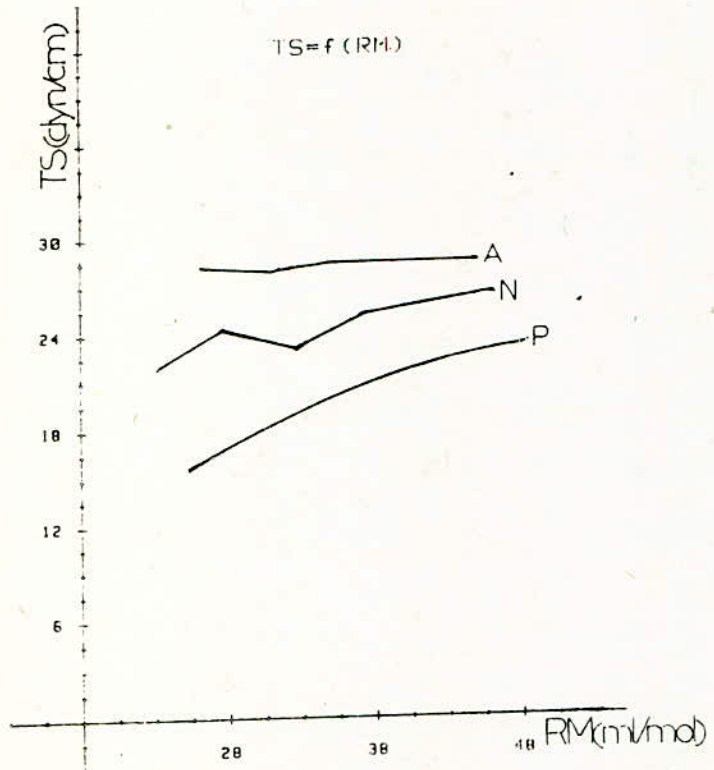
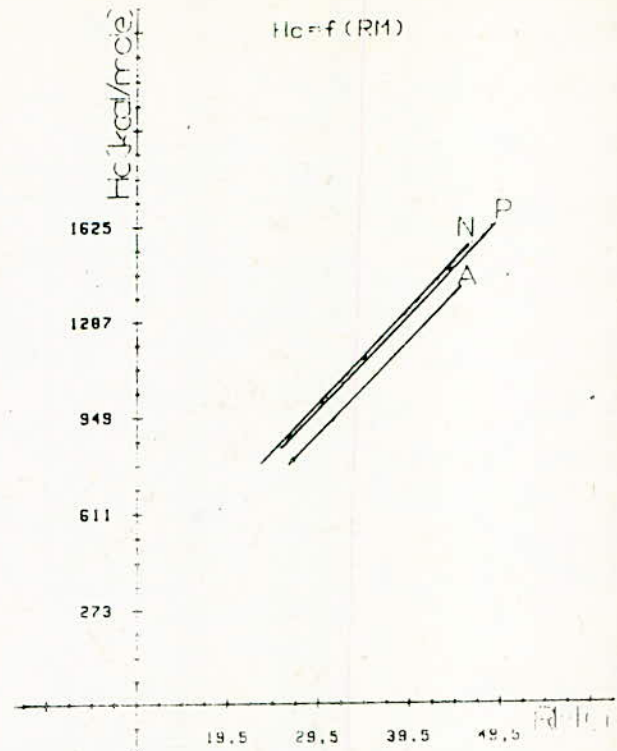
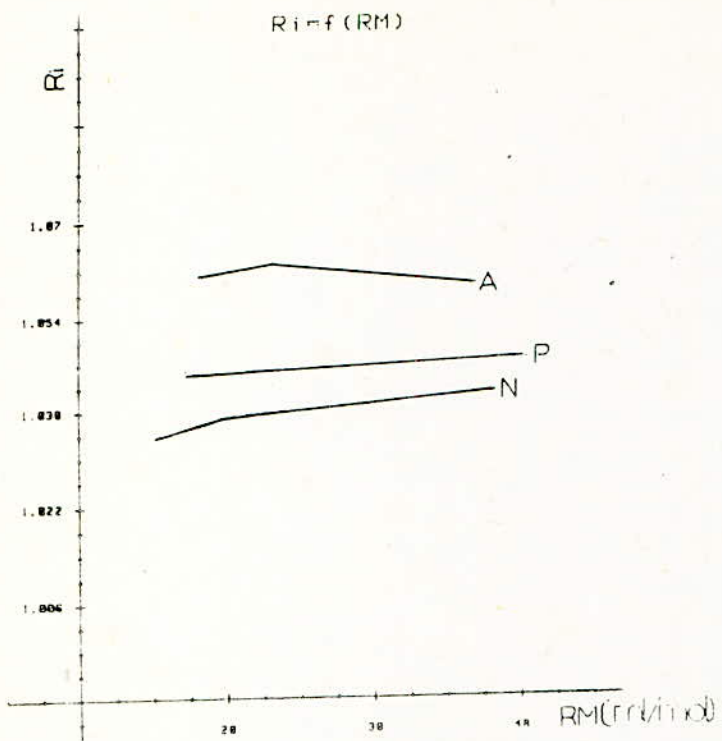


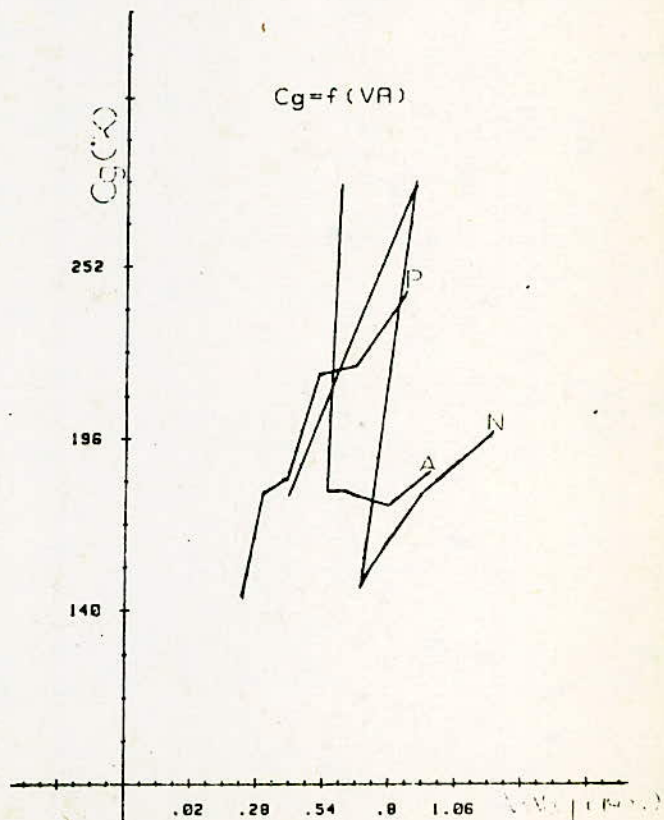
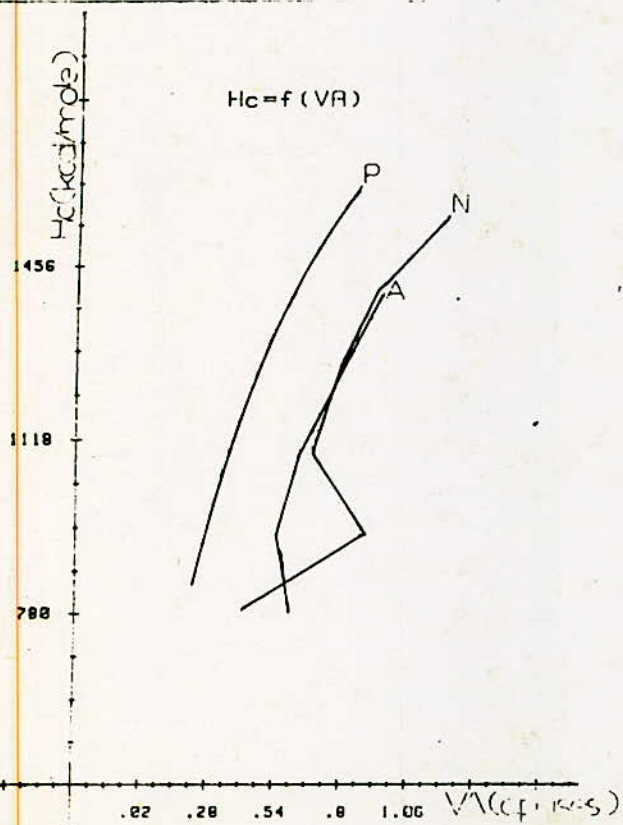
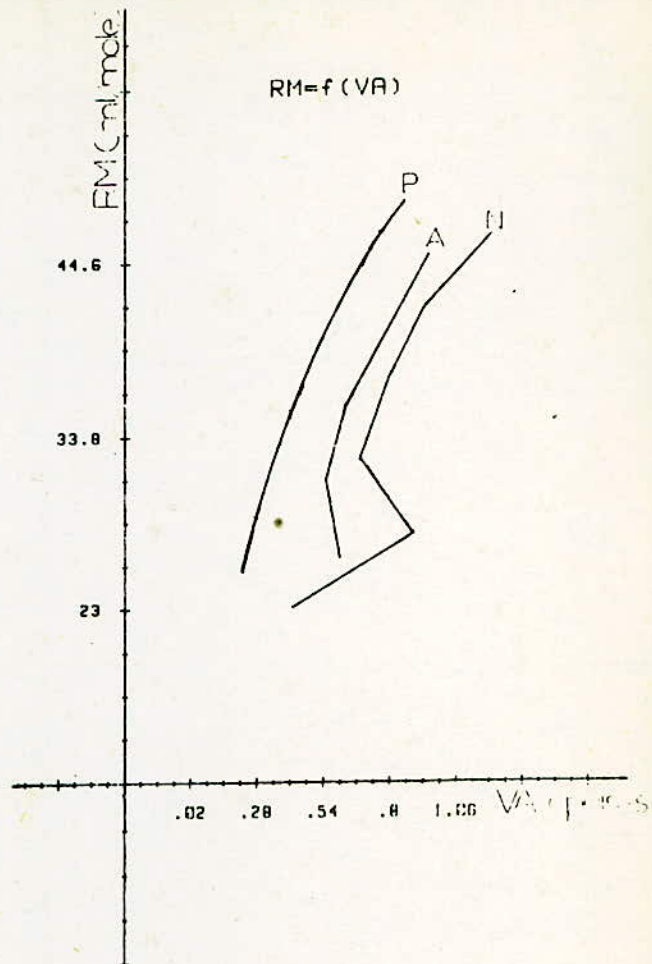
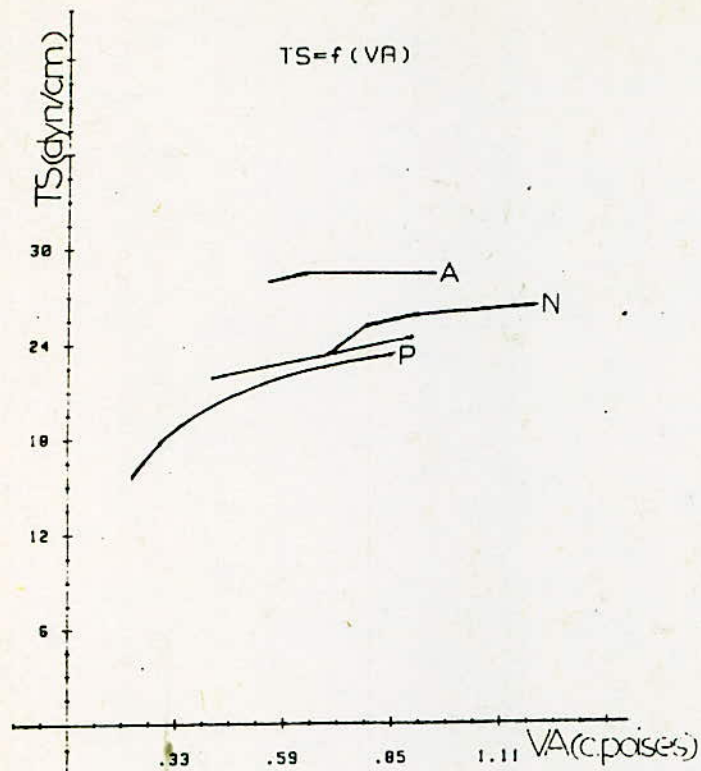


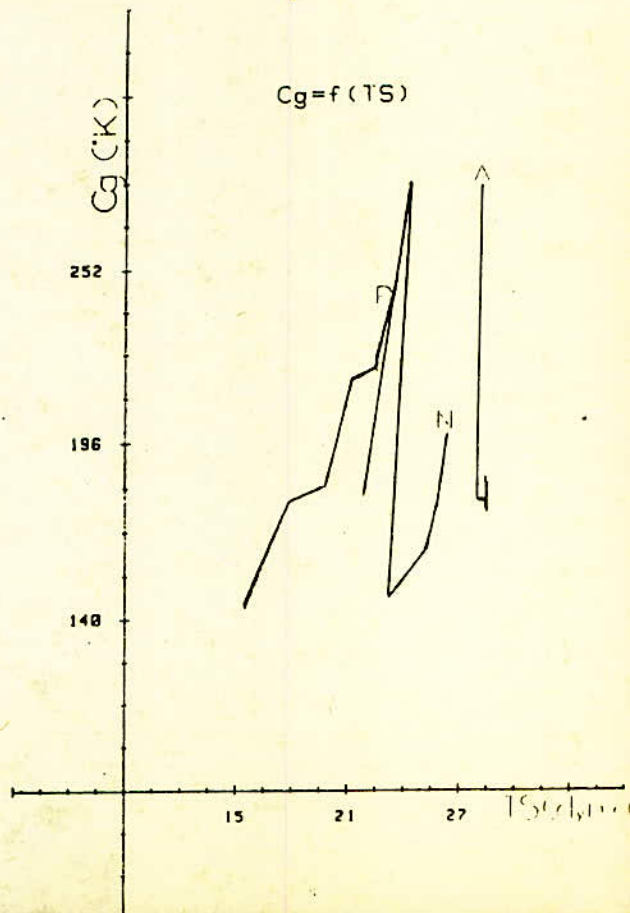
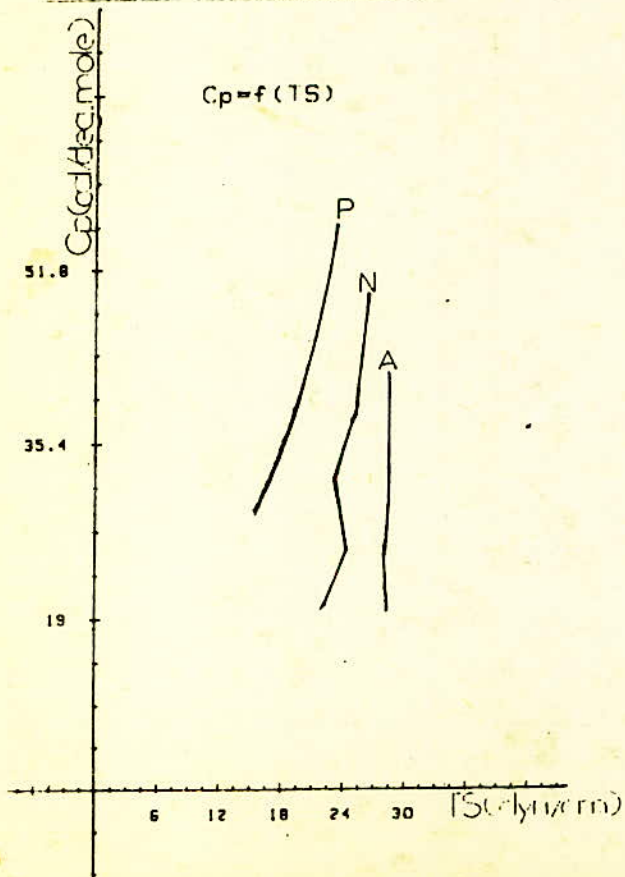
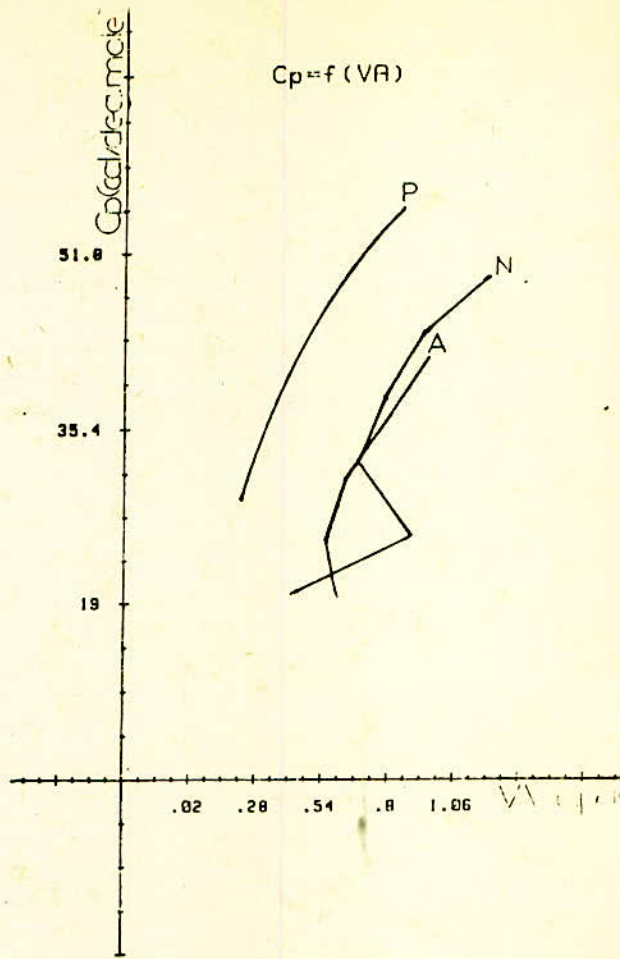
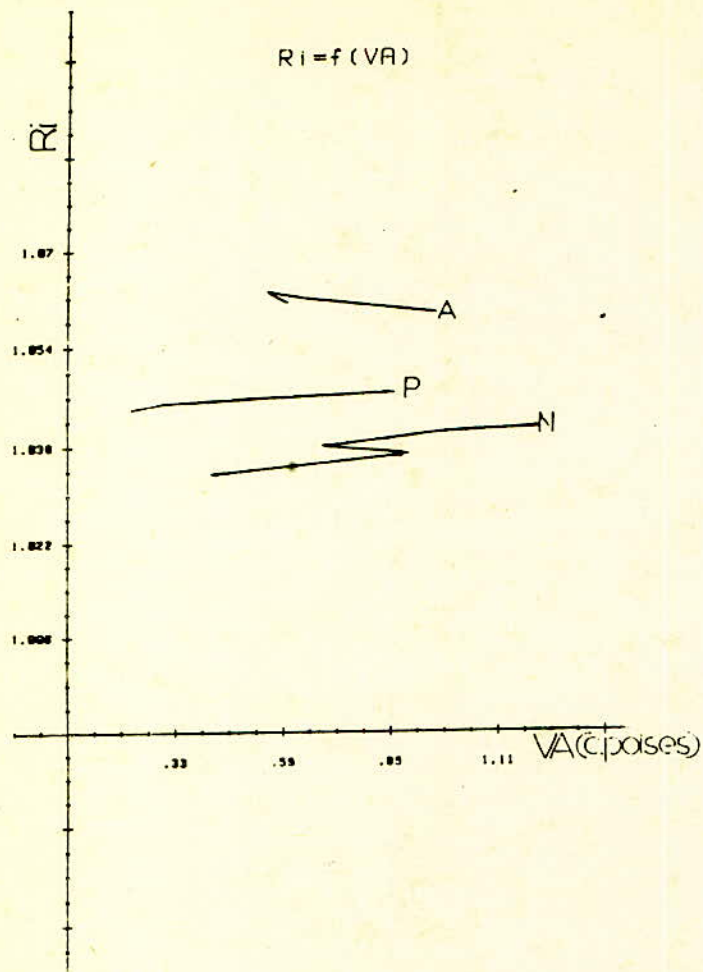


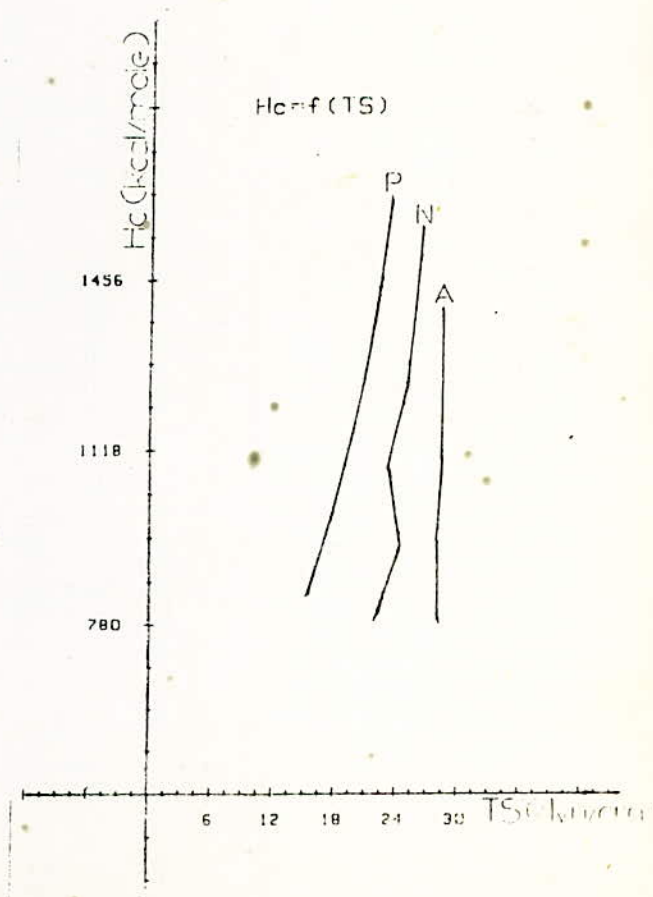
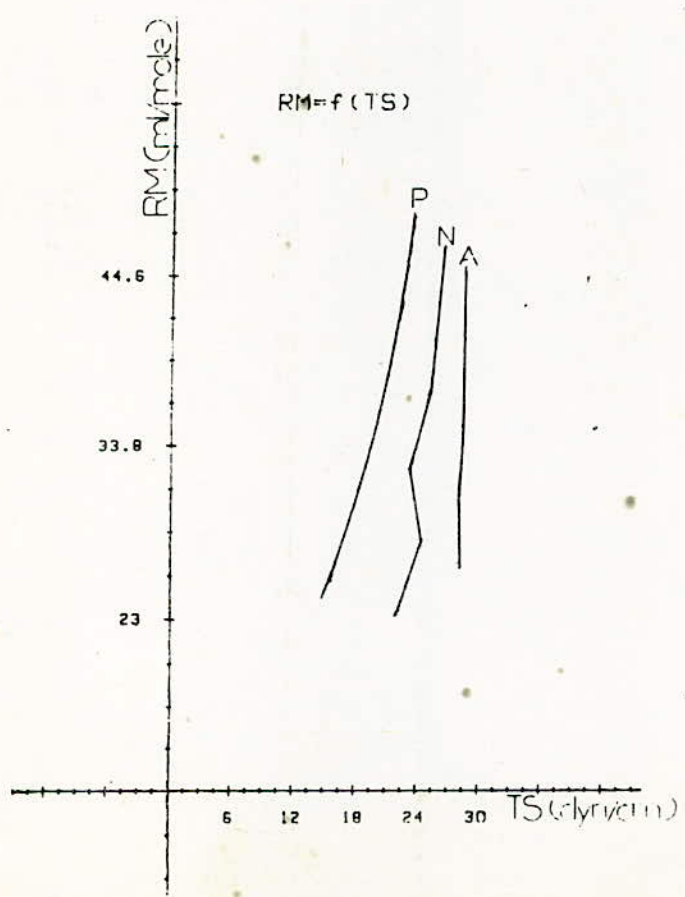
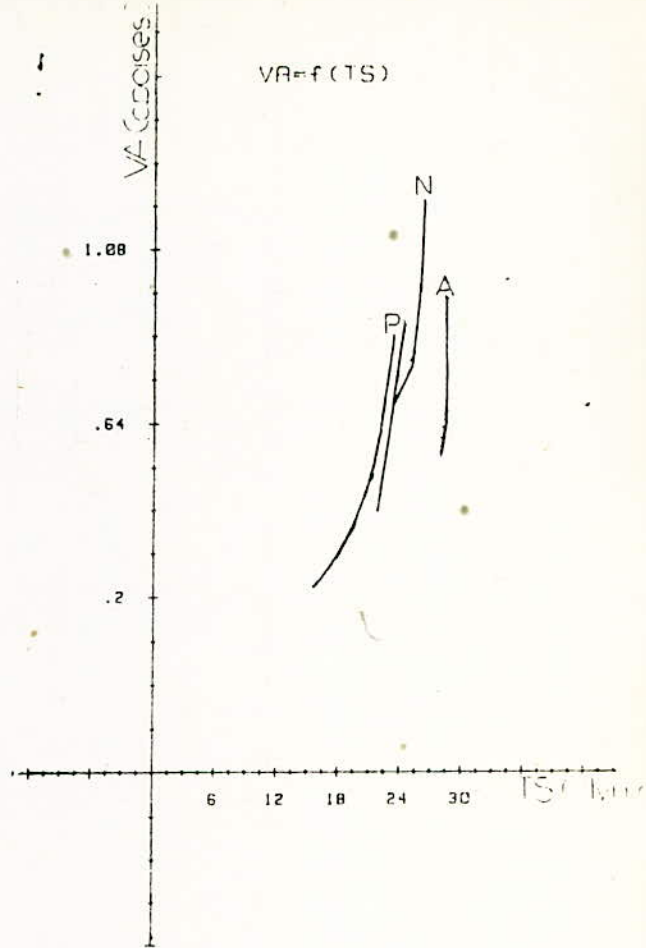
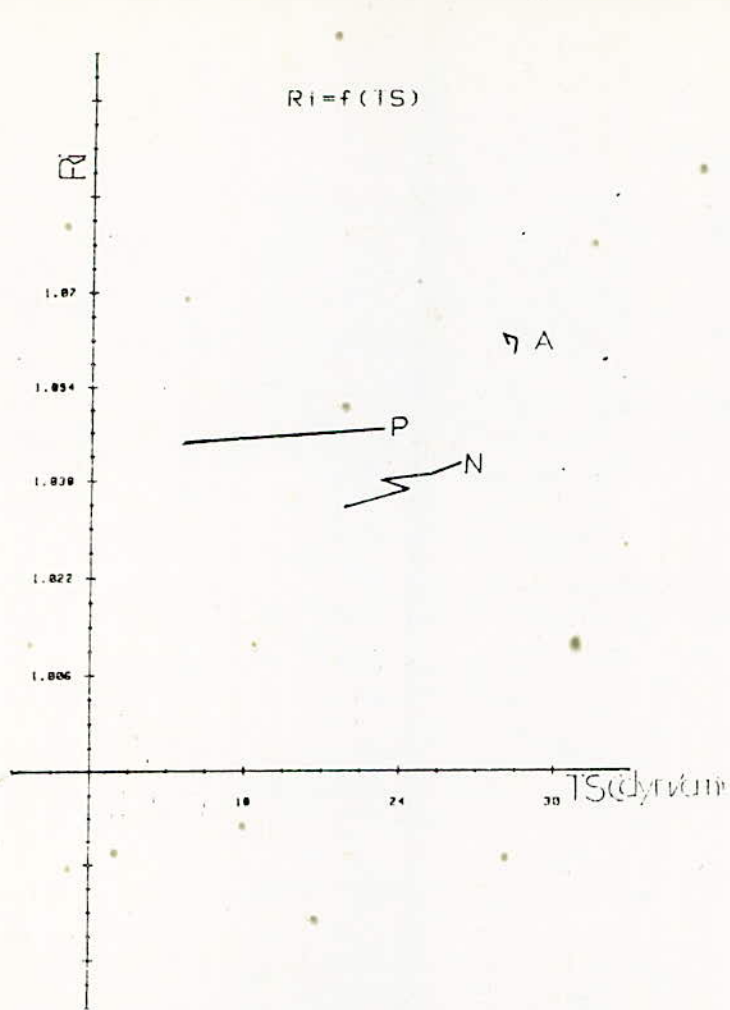


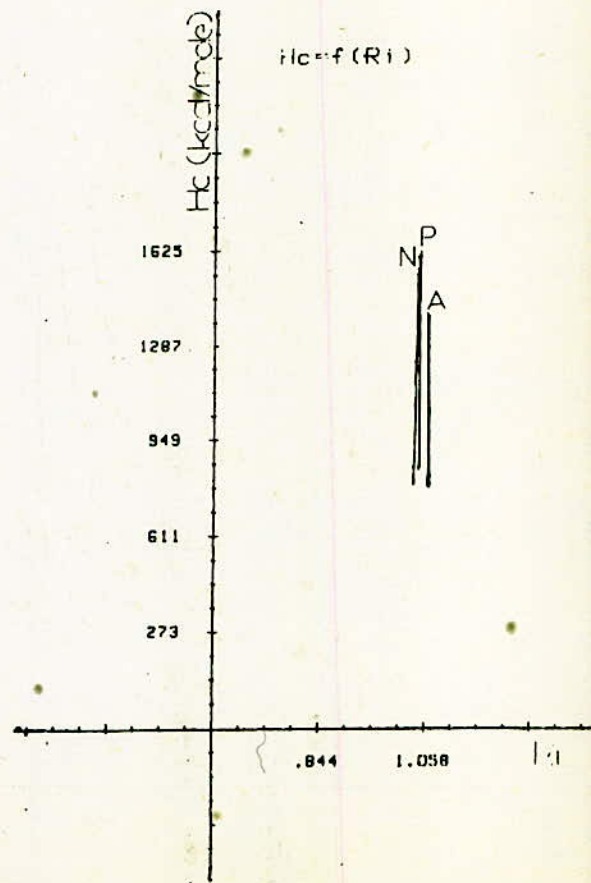
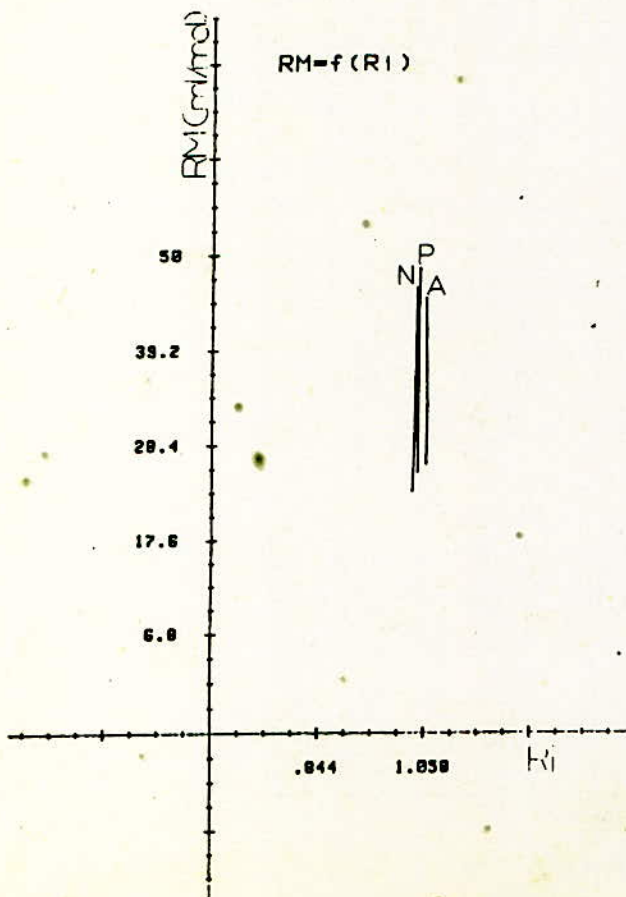
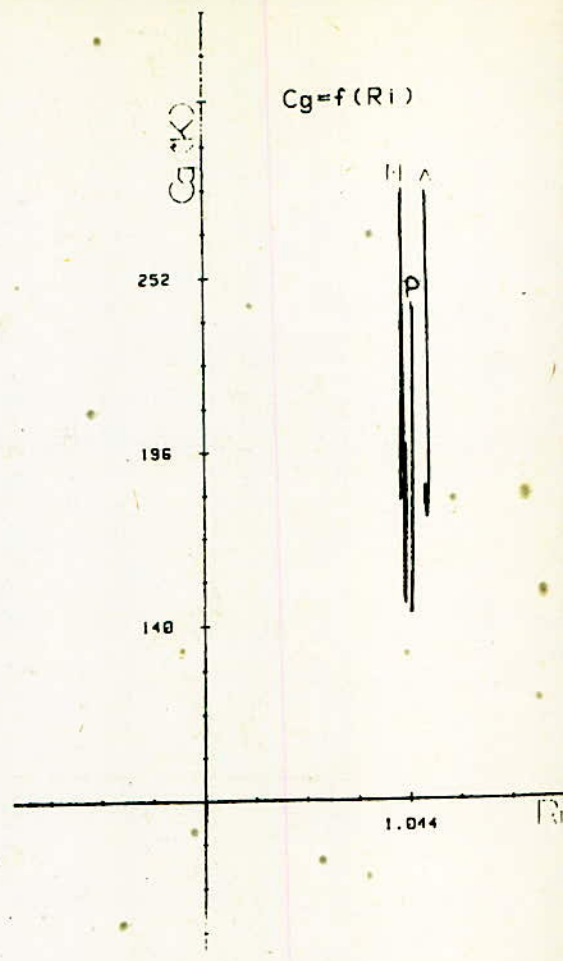
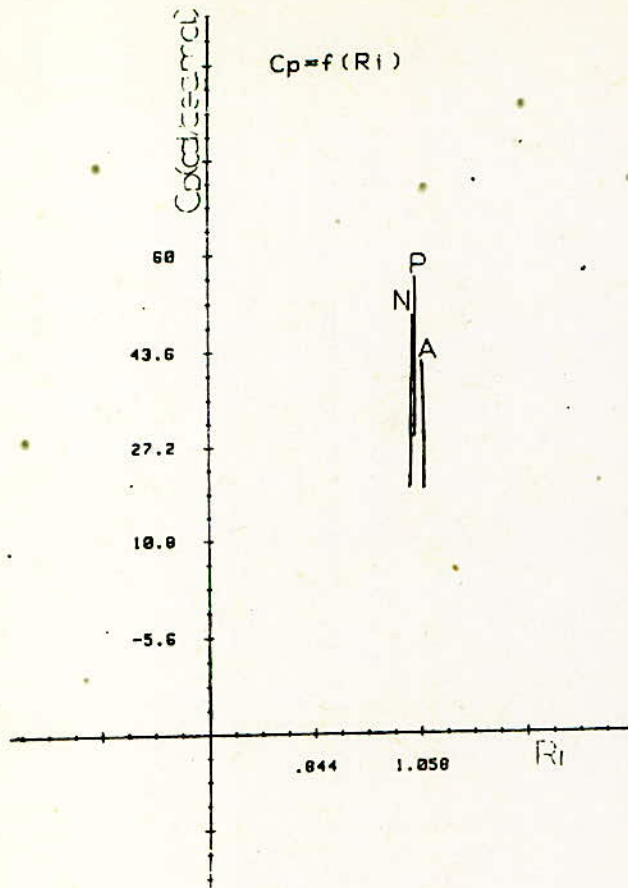


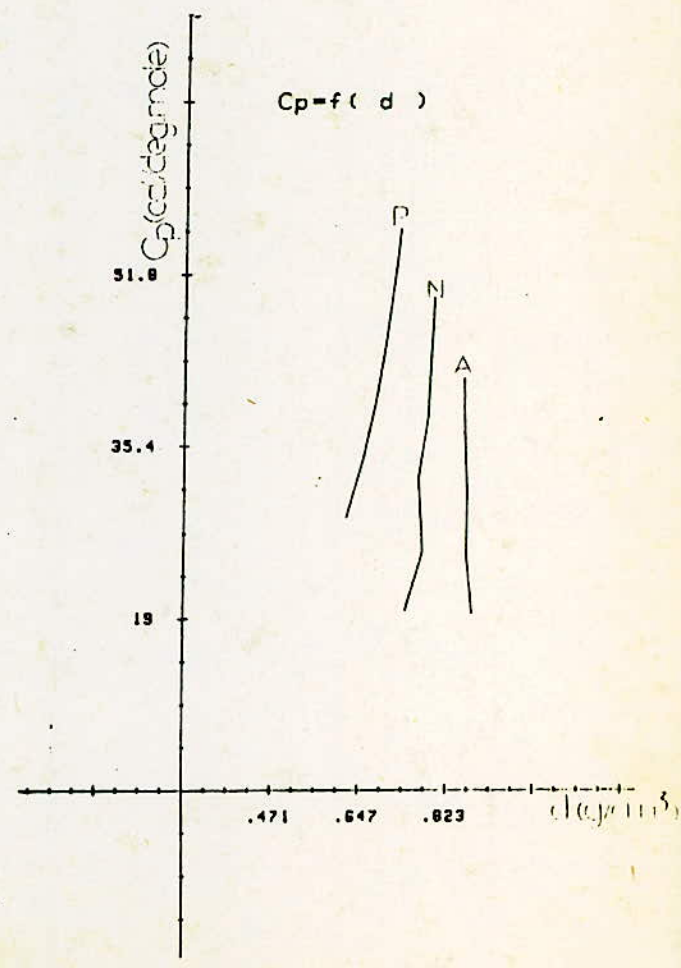
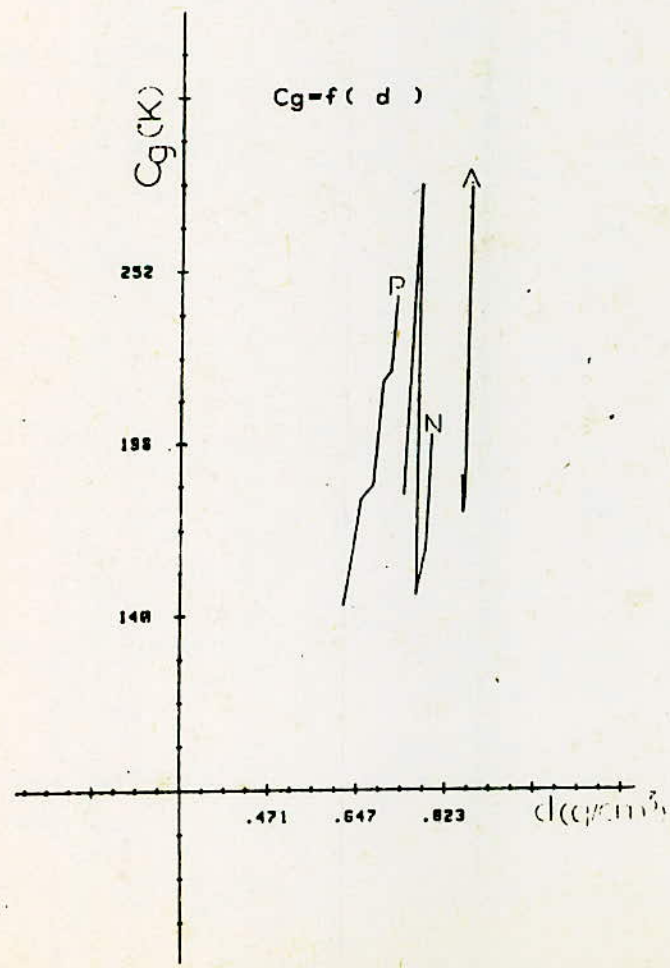
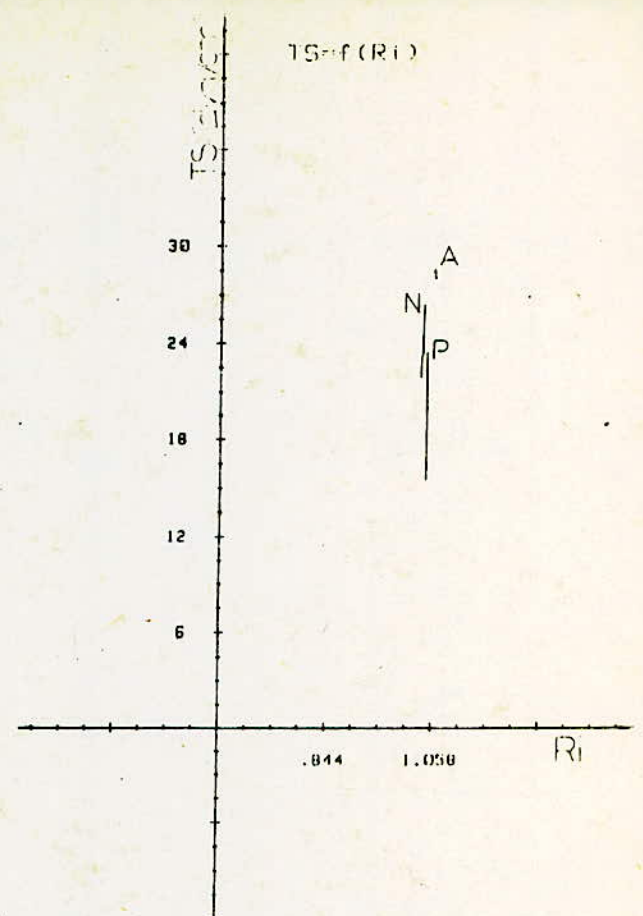
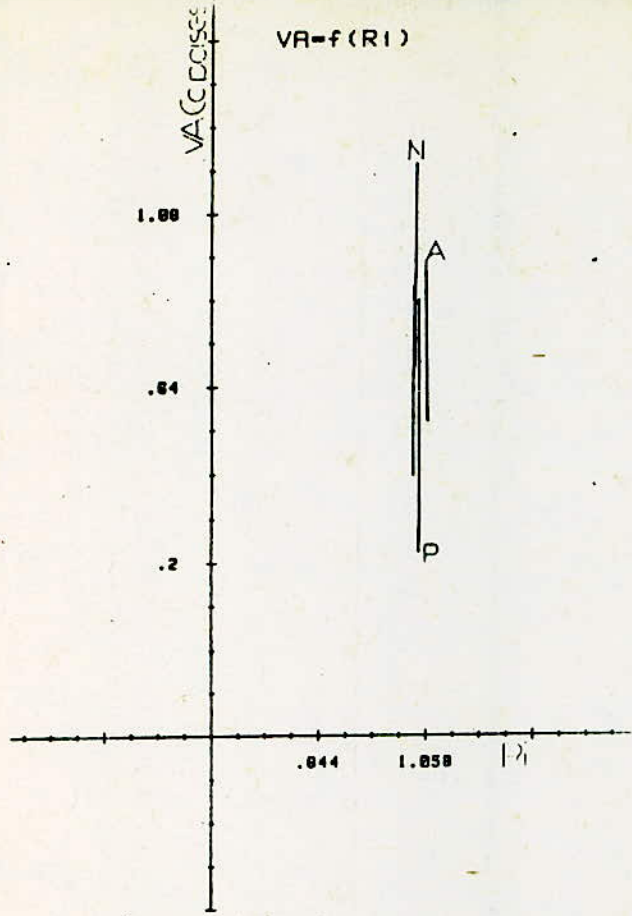


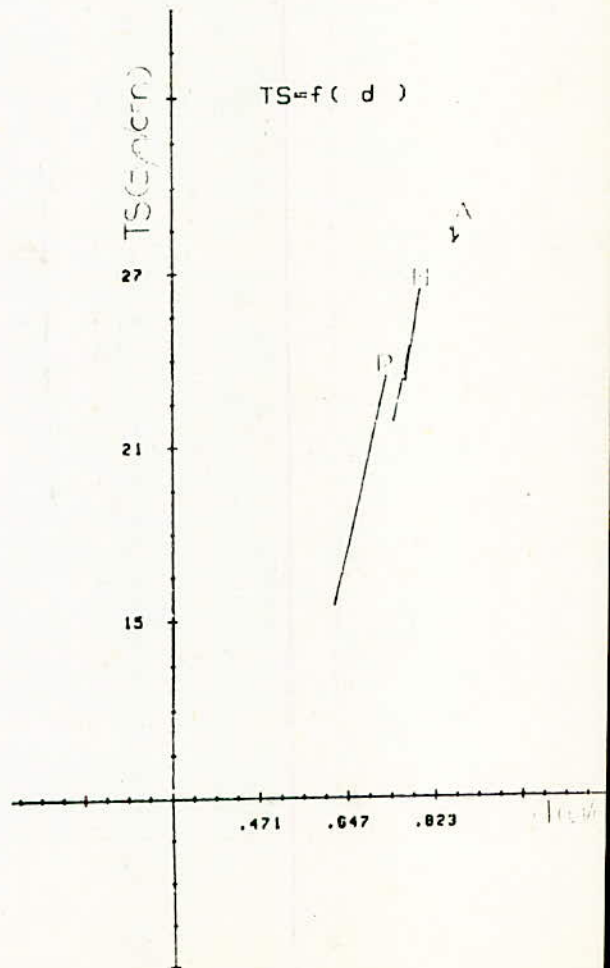
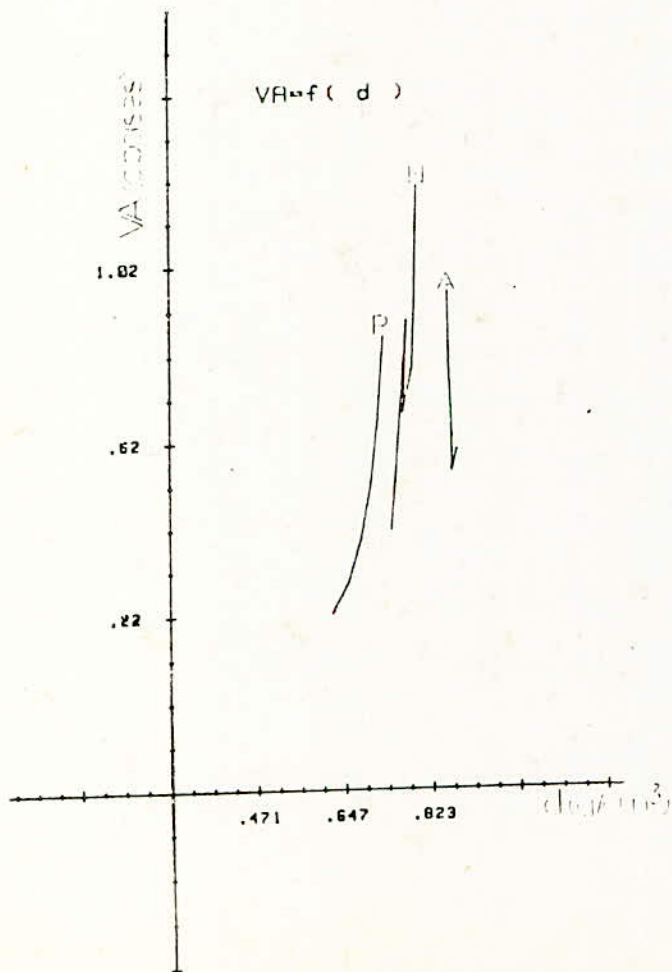
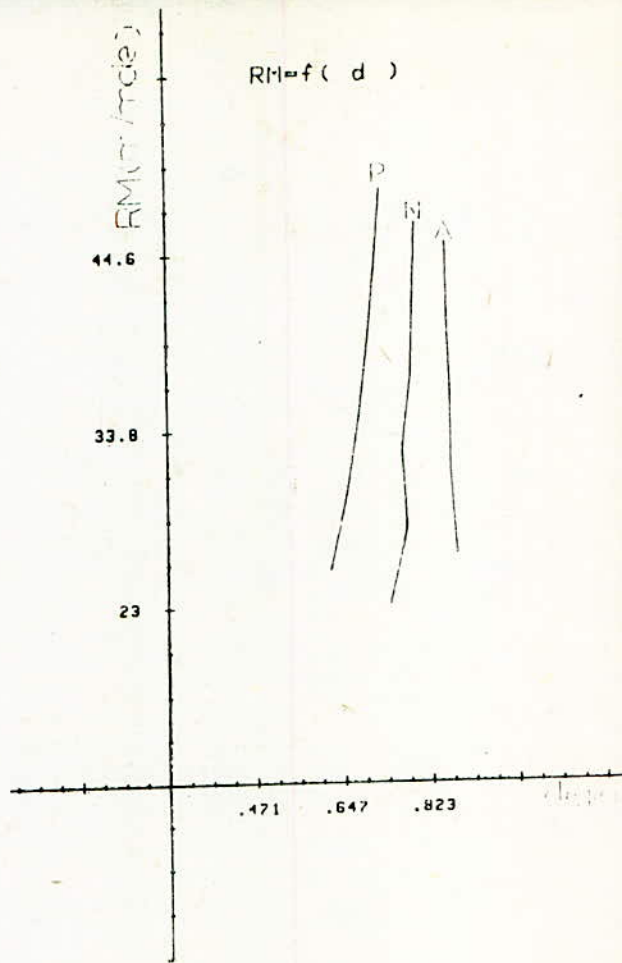
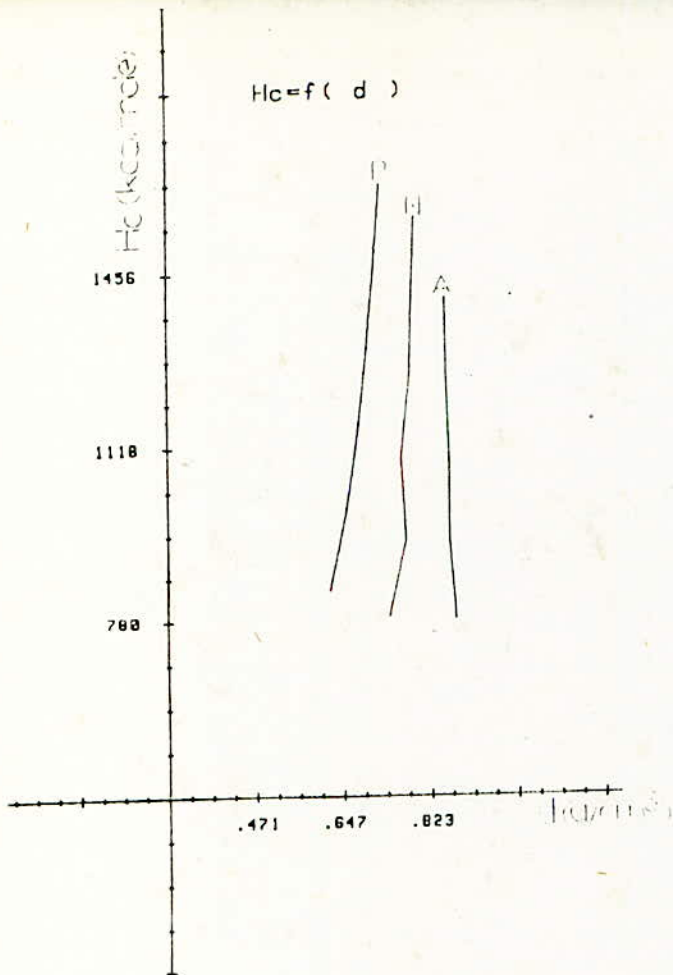


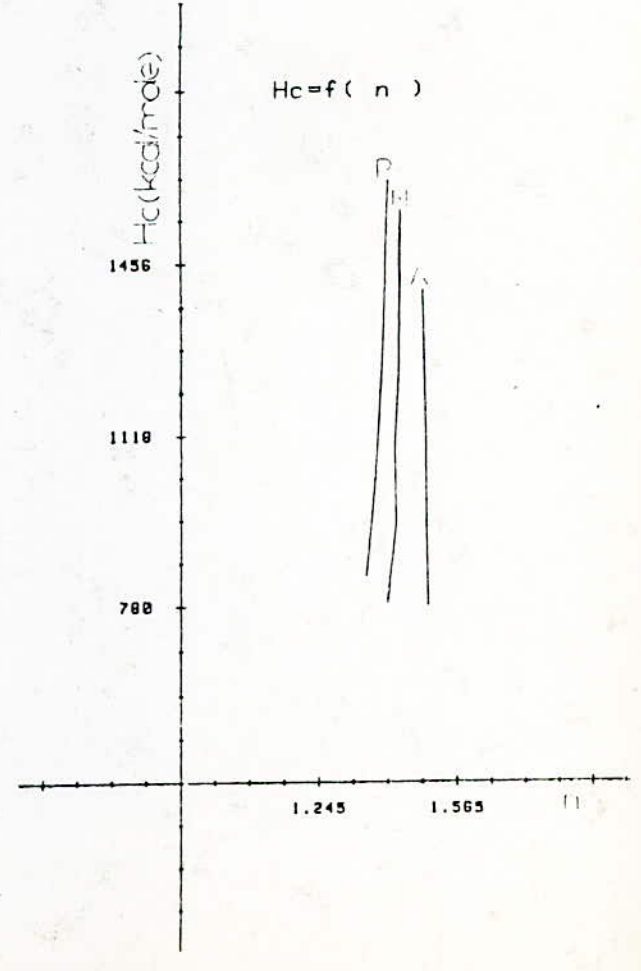
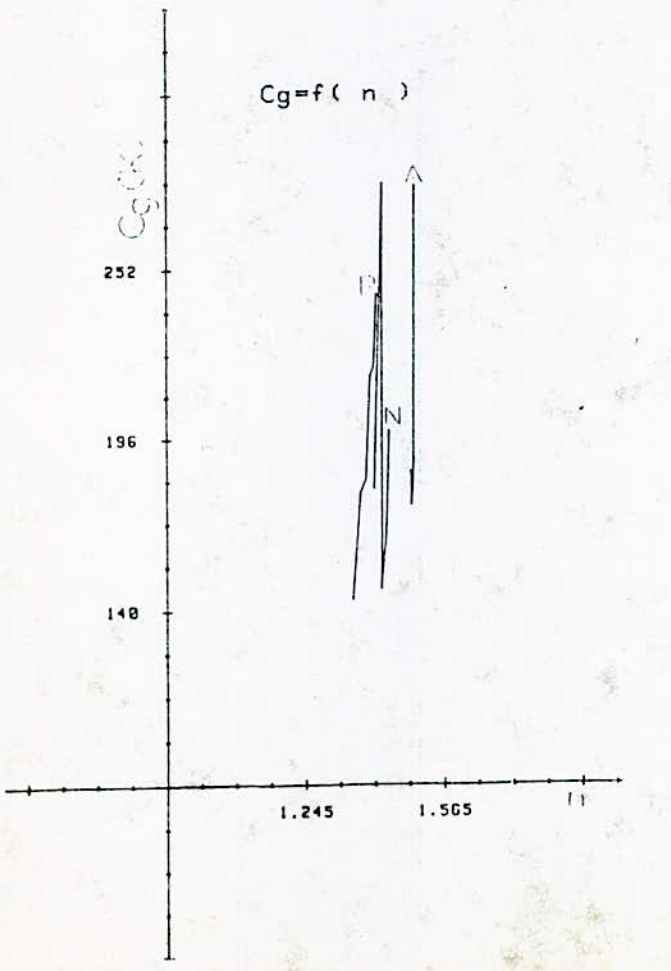
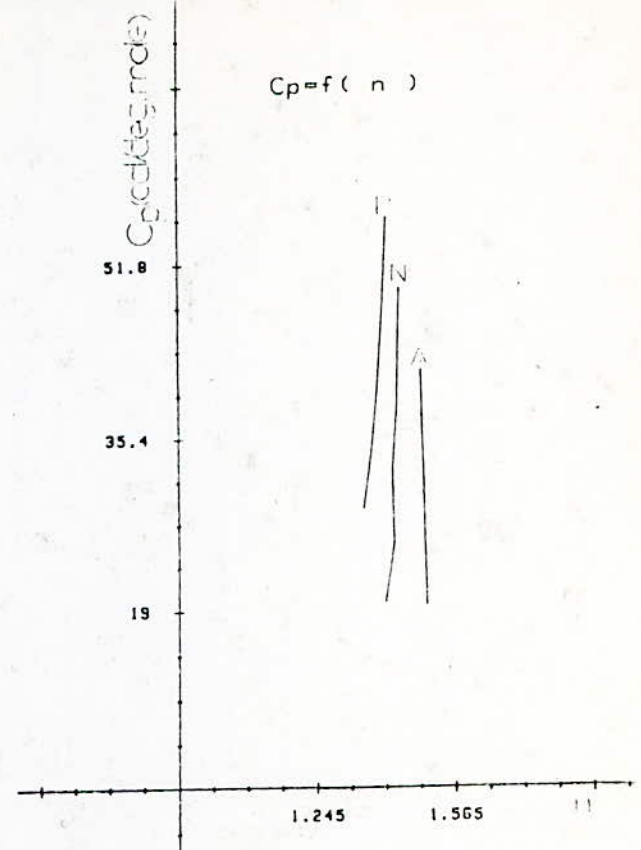
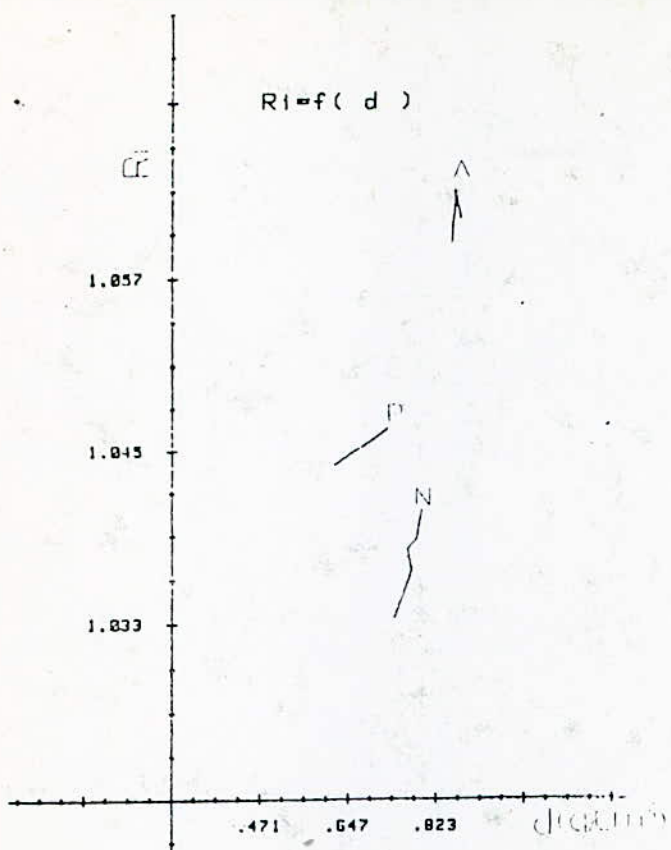


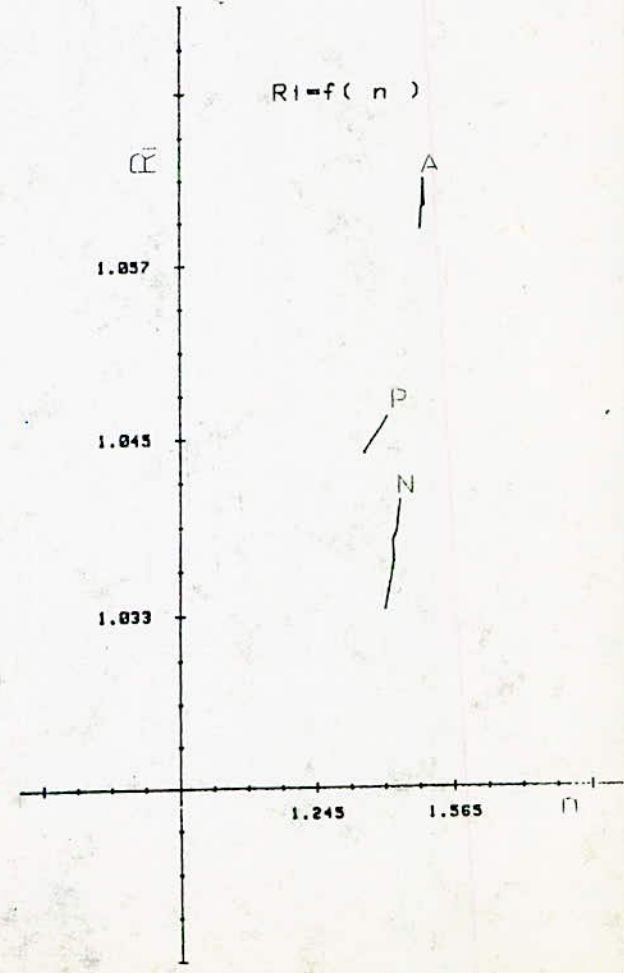
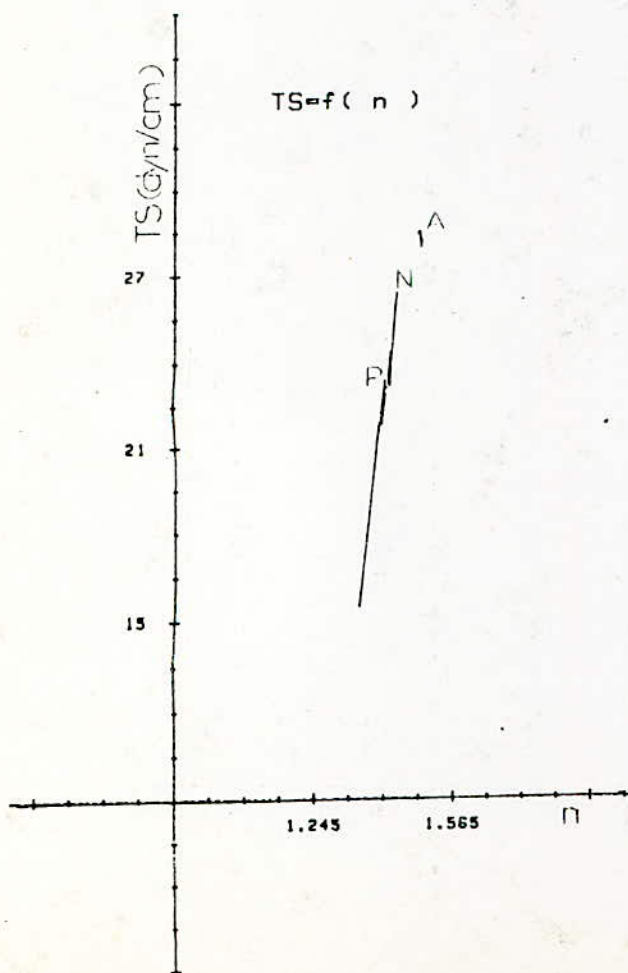
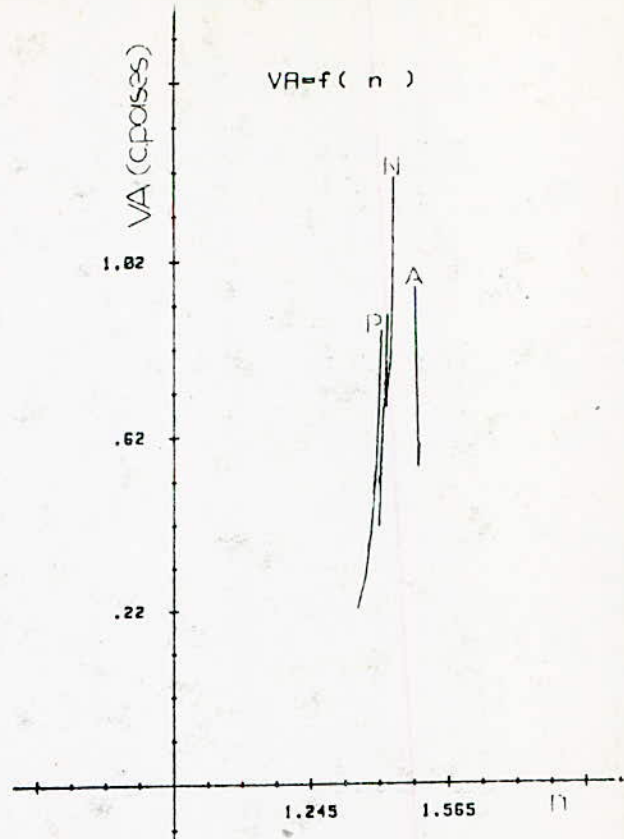
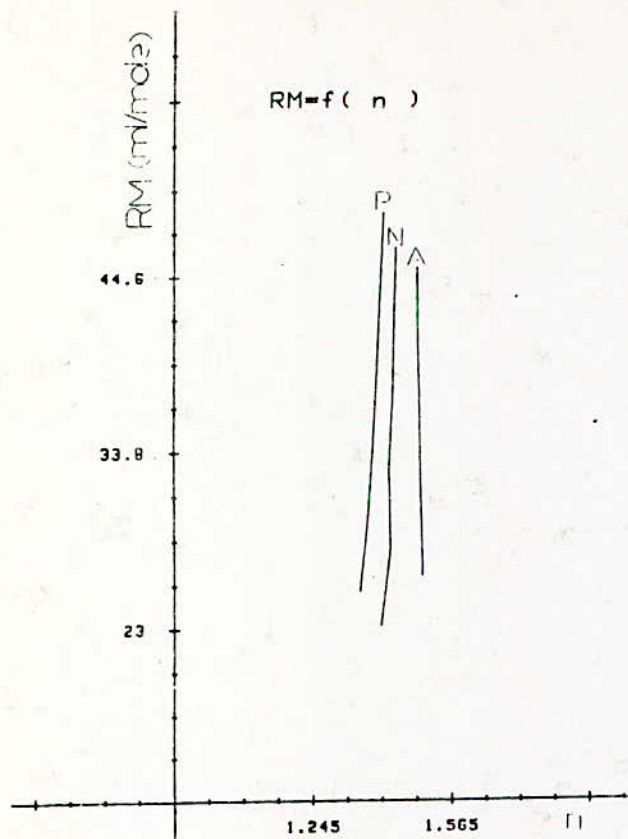


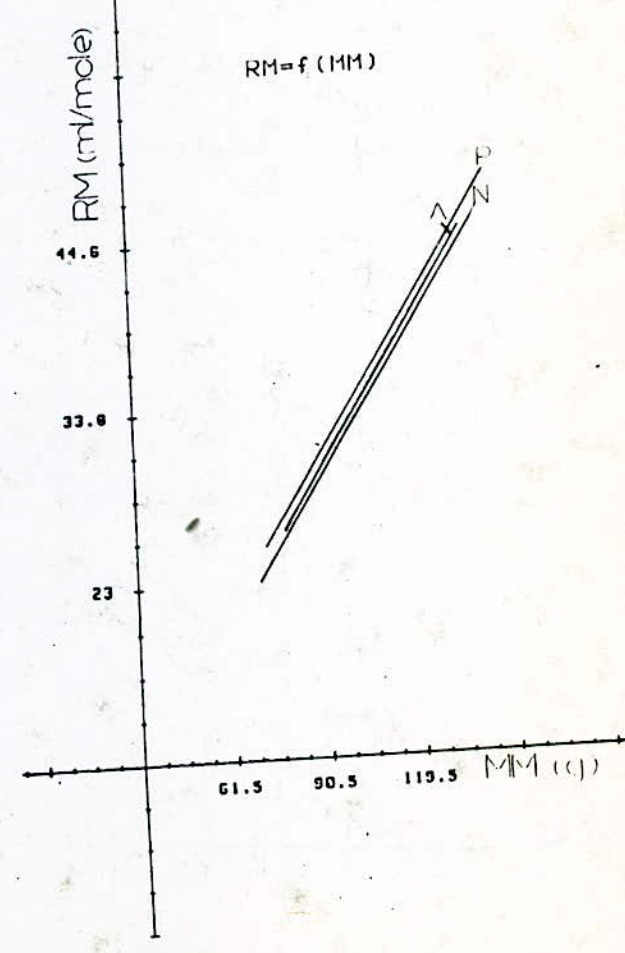
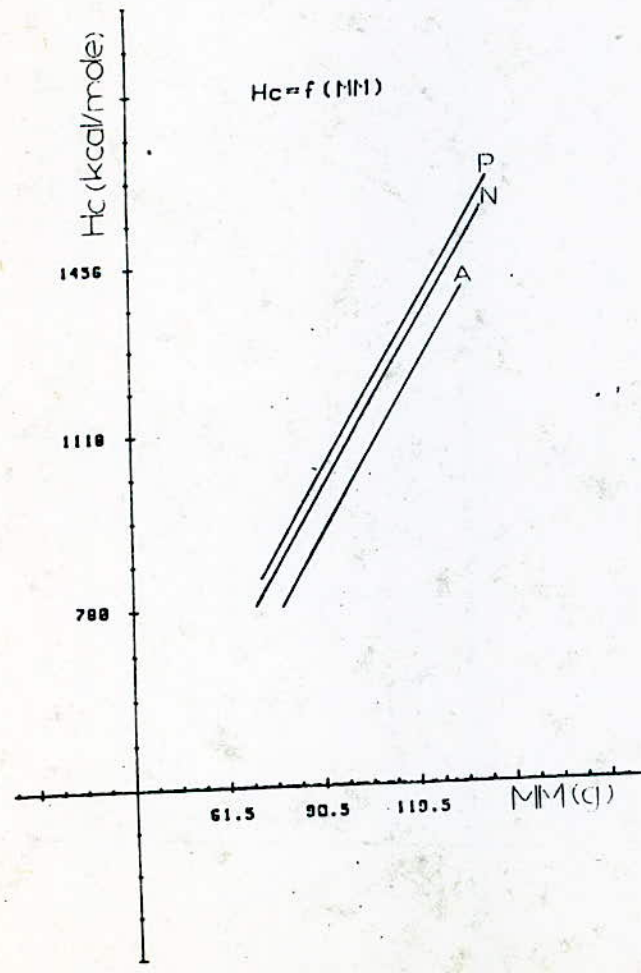
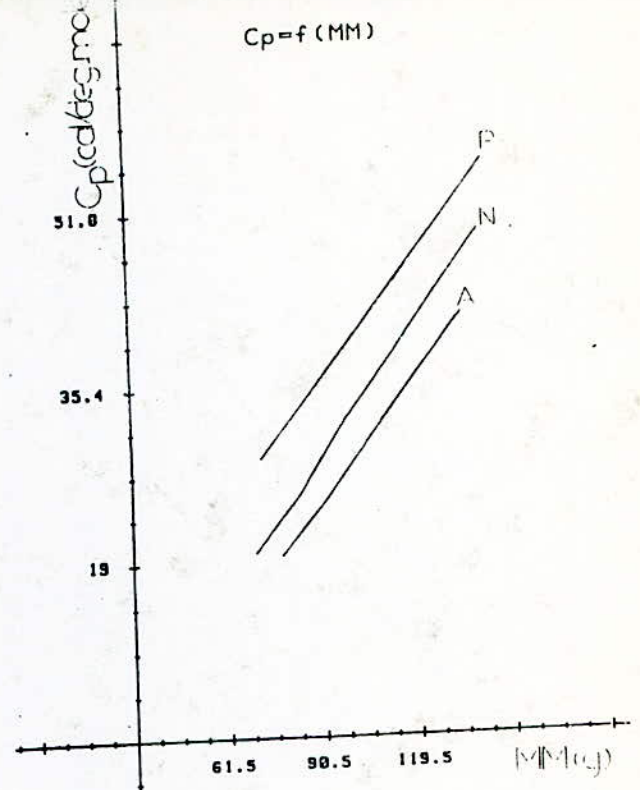
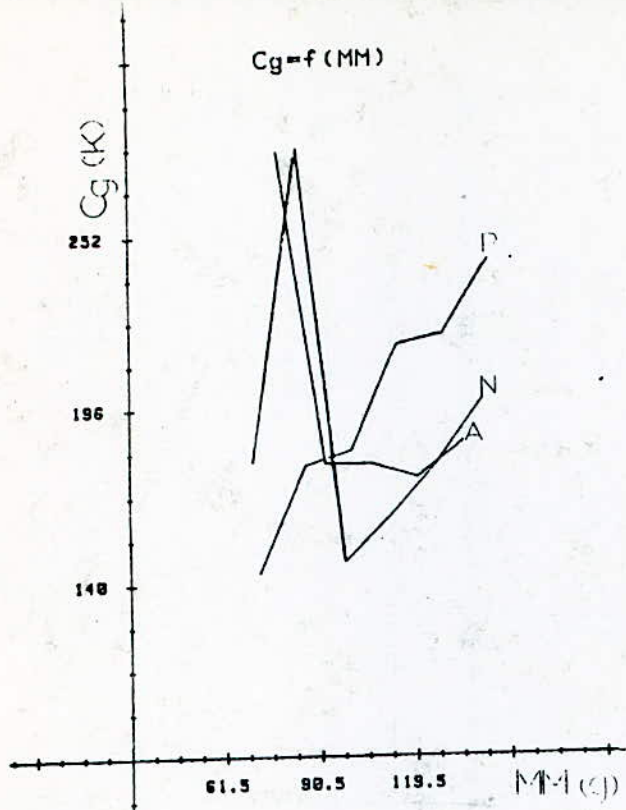


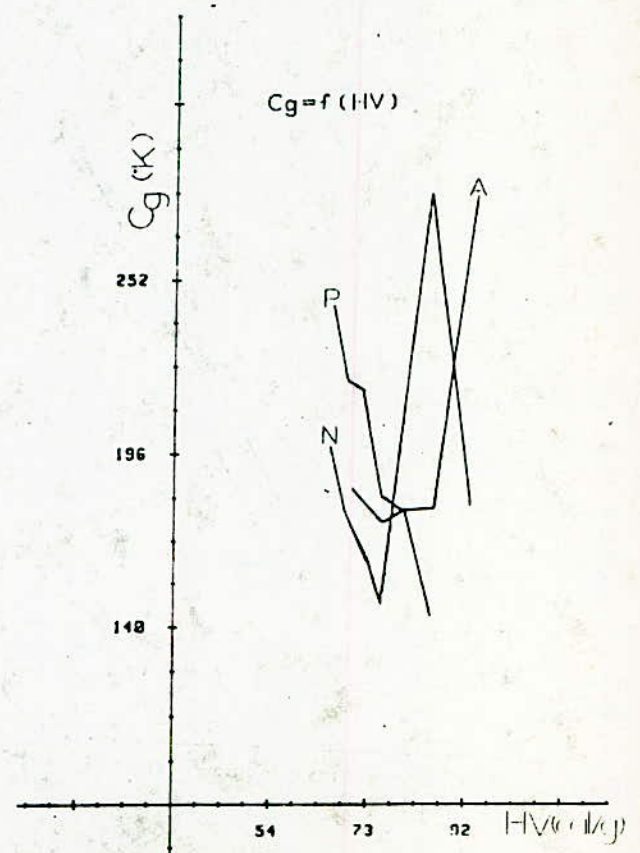
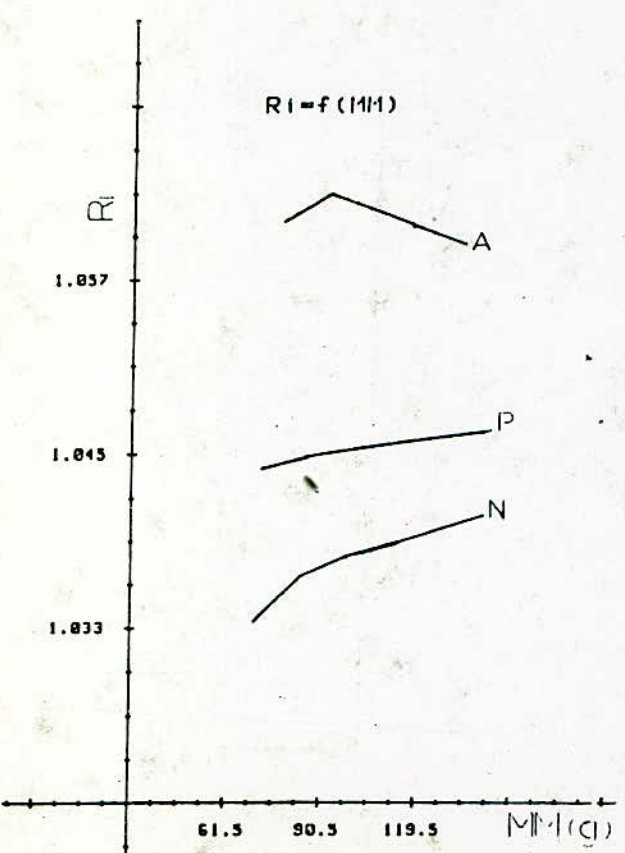
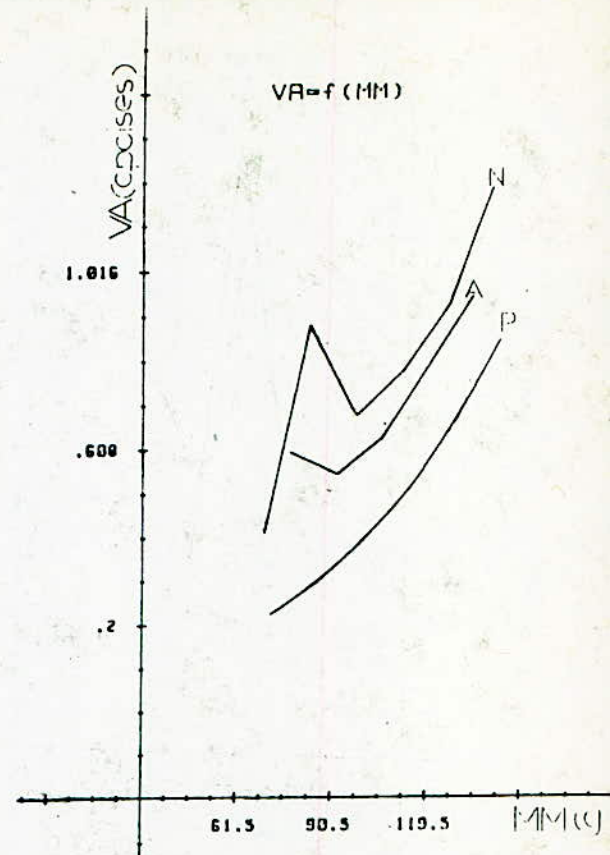
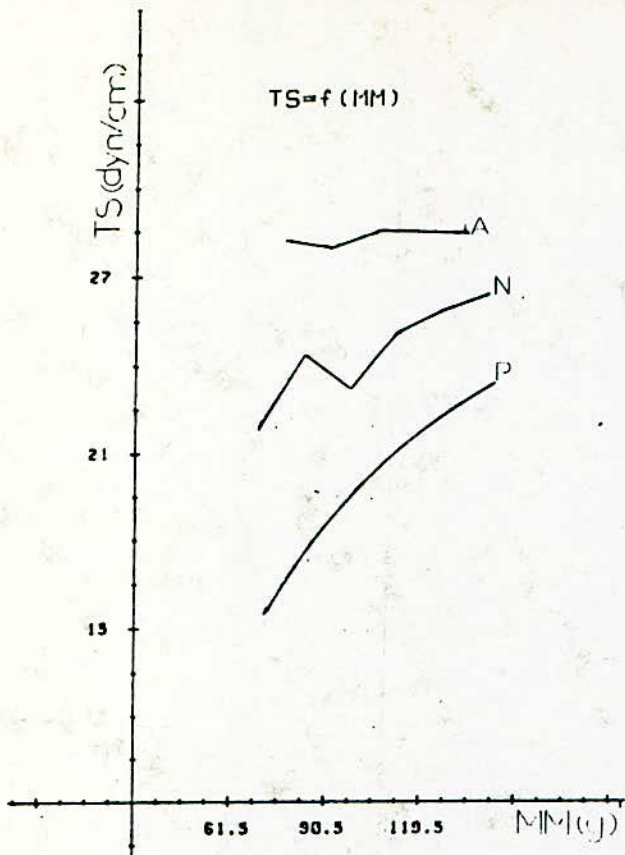


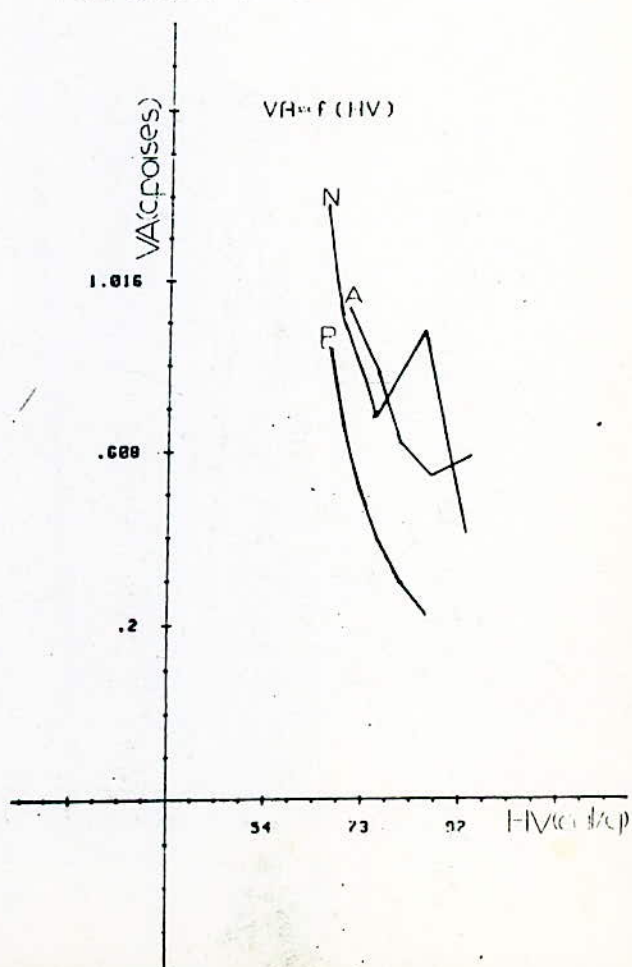
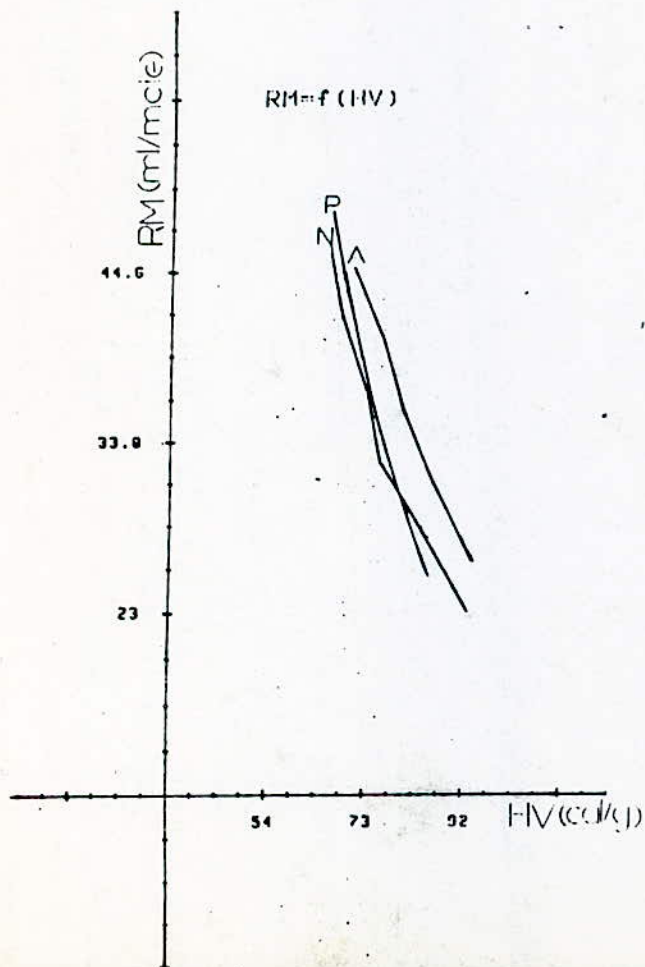
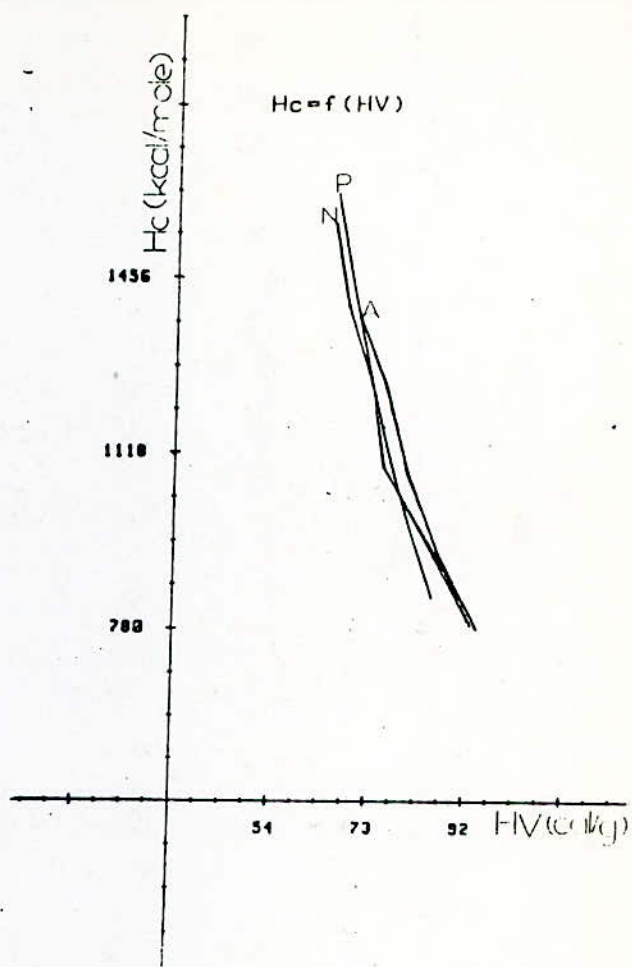
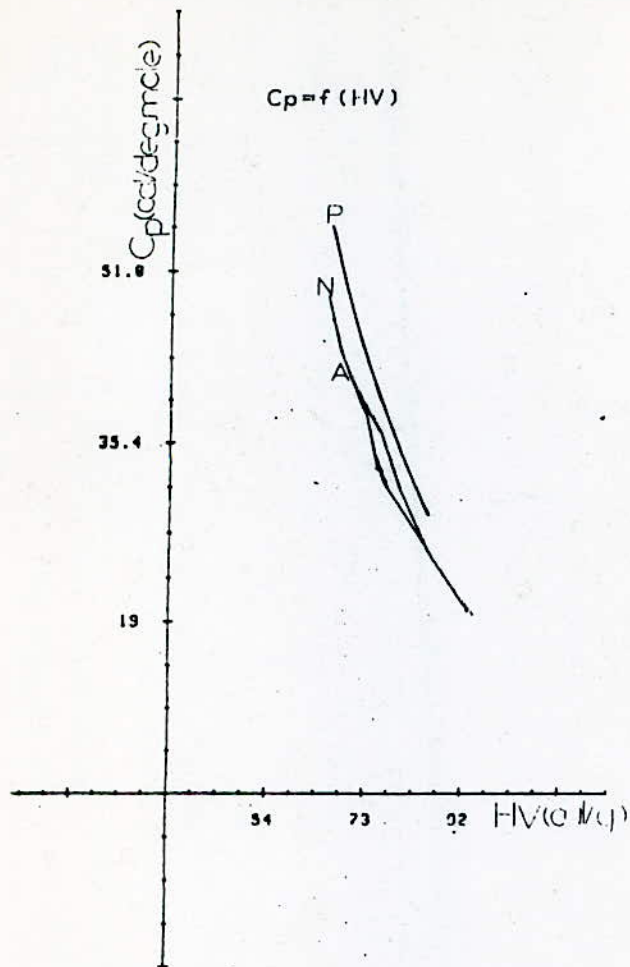


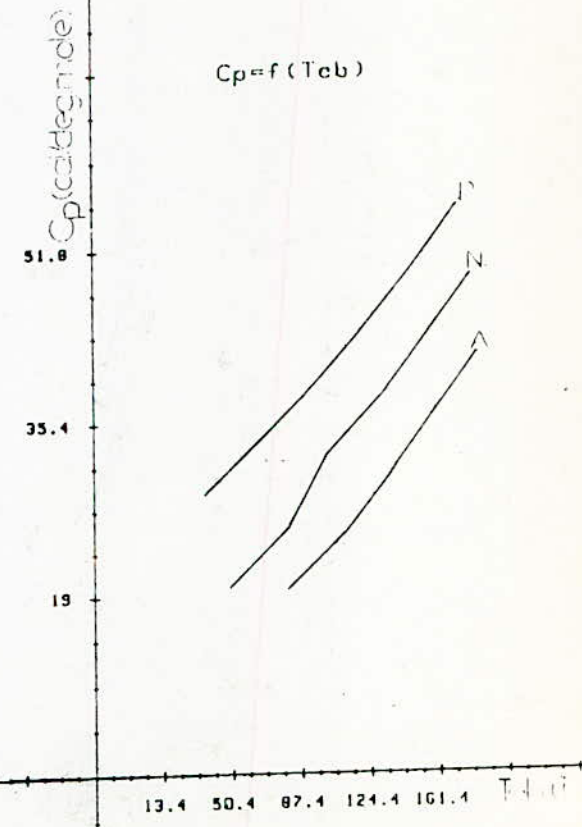
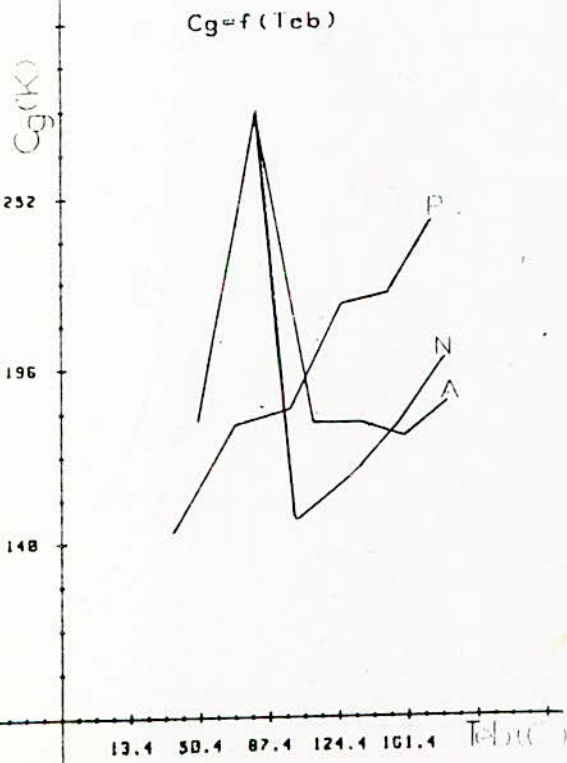
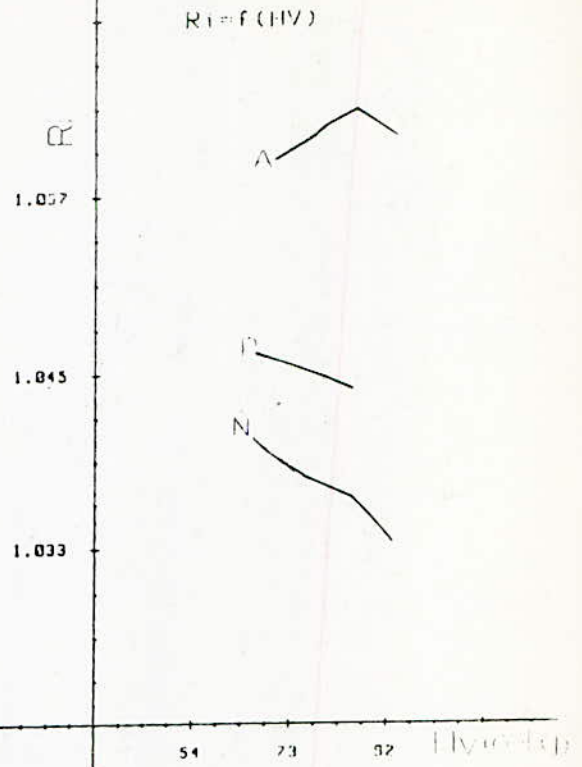
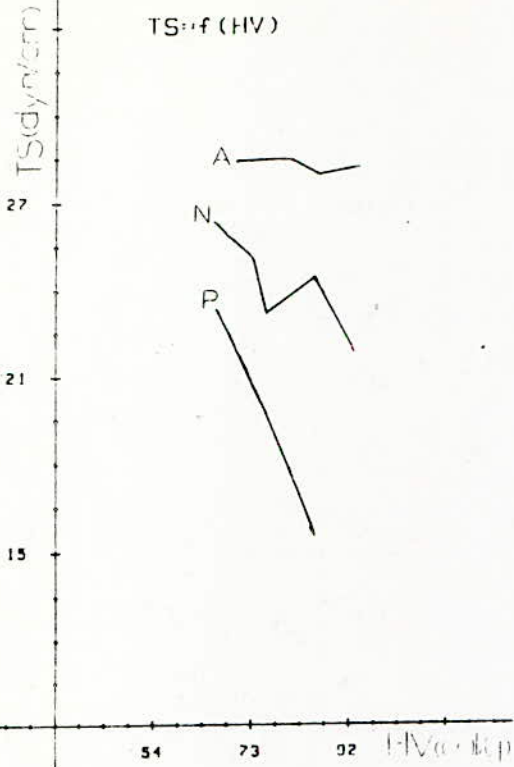


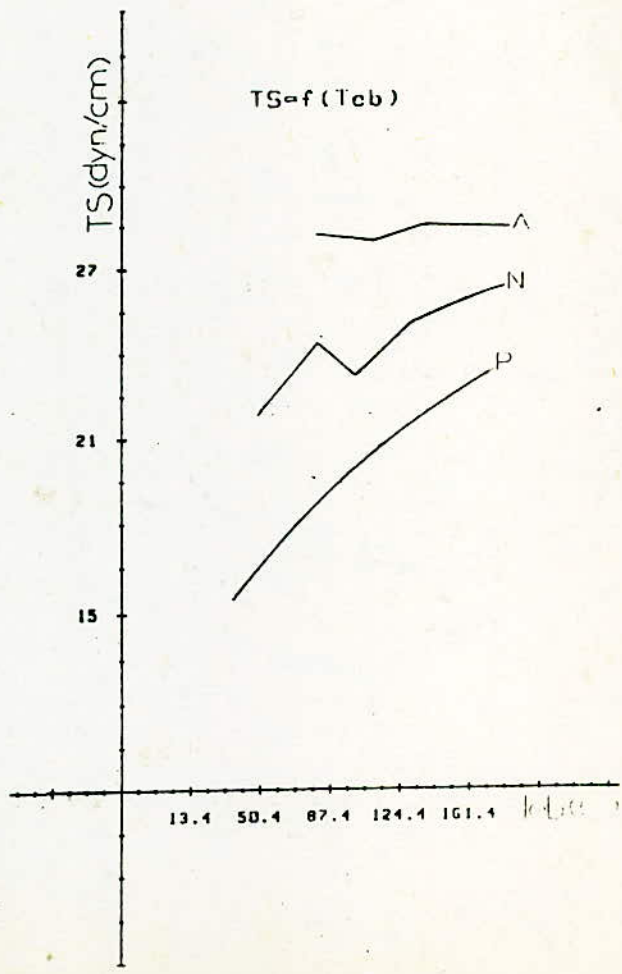
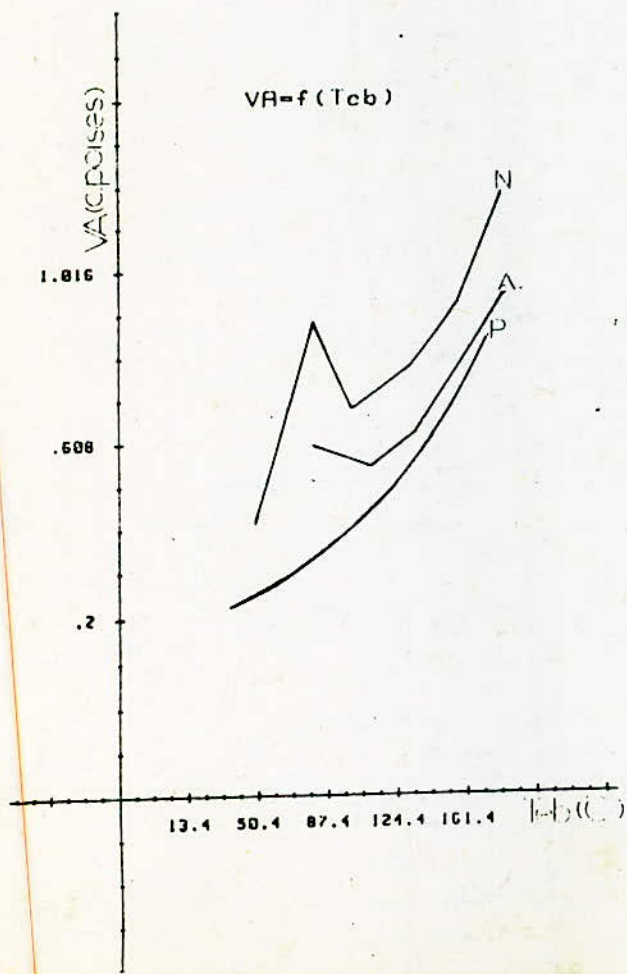
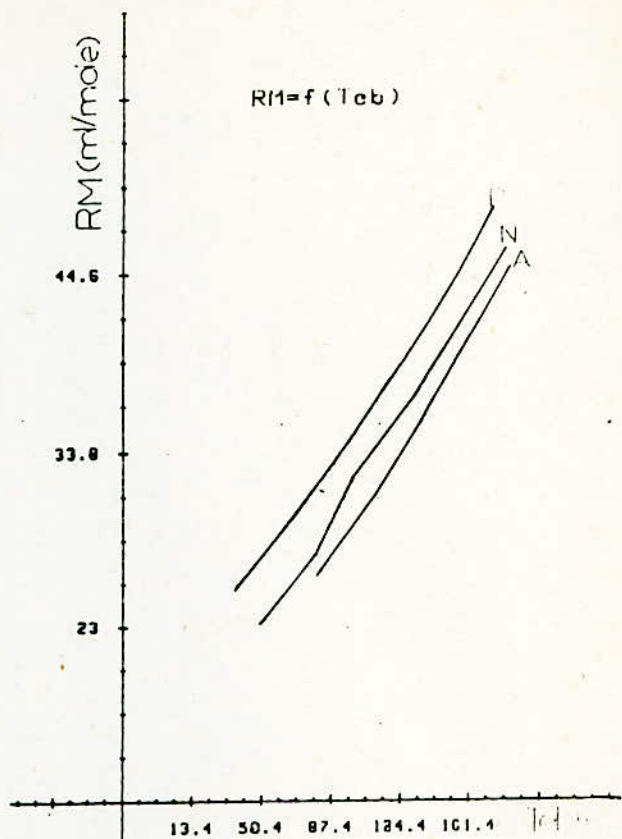
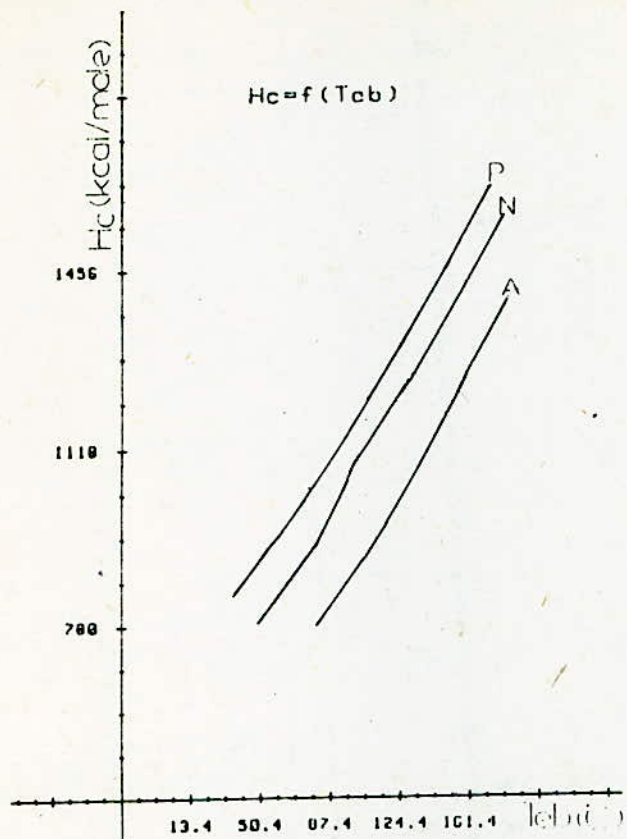


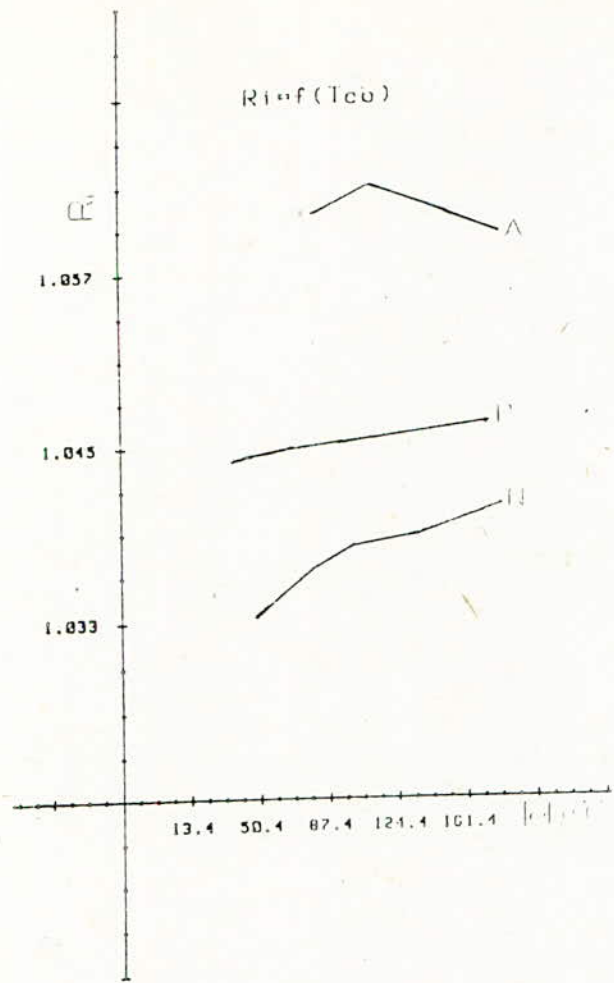












PARAFFINES

$$Cp = -7.74787872611E-7 * Cg^{5+} - .000300033329952 * Cg^{4+} - .0442399073493 * Cg^{3+} - 3.08632962552 * Cg^{2+} - 100.553380622 * Cg^{1+} - 1151.16937617$$

$$Hc = -2.21640380189E-5 * Cg^{5+} - .0085833606708 * Cg^{4+} - 1.26568543972 * Cg^{3+} - 88.3034193053 * Cg^{2+} - 2877.09472776 * Cg^{1+} - 32923.6607698$$

$$RM = -6.58476286287E-7 * Cg^{5+} - .000255017090207 * Cg^{4+} - .0376062294947 * Cg^{3+} - 2.62381158388 * Cg^{2+} - 85.492142613 * Cg^{1+} - 977.983415094$$

$$VA = -1.91310318732E-8 * Cg^{5+} - 7.47652464961E-6 * Cg^{4+} - .00111300579452 * Cg^{3+} - .0783204560424 * Cg^{2+} - 2.56745392067 * Cg^{1+} - 30.0863140385$$

$$TS = -2.03531327245E-7 * Cg^{5+} - 7.79181337217E-5 * Cg^{4+} - .014345598975 * Cg^{3+} - .781991777311 * Cg^{2+} - 25.2344200351 * Cg^{1+} - 277.558505392$$

$$Ri = -6.14805405526E-11 * Cg^{5+} - 2.37097548385E-8 * Cg^{4+} - 3.47950481836E-6 * Cg^{3+} - .000241643089321 * Cg^{2+} - .00784632857748 * Cg^{1+} - .952543875302$$

$$Cp = .000390430902215 * Cp^{5+} - .0829504487679 * Cp^{4+} + 6.95944631799 * Cp^{3+} - 288.096066045 * Cp^{2+} + 5885.4881562 * Cp^{1+} - 47586.2727735$$

$$Hc = -2.05502933595E-6 * Cp^{5+} + .000422339084234 * Cp^{4+} - .0342284304805 * Cp^{3+} + 1.36818722468 * Cp^{2+} + 1.58207407367 * Cp^{1+} + 228.17714717$$

$$RM = -2.05838186159E-8 * Cp^{5+} + 3.68778578867E-6 * Cp^{4+} - .000250270581366 * Cp^{3+} + .00794276699474 * Cp^{2+} + .733410301617 * Cp^{1+} + 1.48439849901$$

$$VA = -6.03114809152E-8 * Cp^{5+} + 1.28992493773E-5 * Cp^{4+} - .00108263306488 * Cp^{3+} + .0450075902706 * Cp^{2+} - .914633572736 * Cp^{1+} + 7.41745046411$$

$$TS = -3.71776916036E-7 * Cp^{5+} + 7.75566387433E-5 * Cp^{4+} - .00627718277125 * Cp^{3+} + .239367956968 * Cp^{2+} - 3.81747119605 * Cp^{1+} + 30.8736654382$$

$$Ri = 3.69714286763E-10 * Cp^{5+} - 8.54024023058E-8 * Cp^{4+} + 7.83120574659E-6 * Cp^{3+} - .000357051234121 * Cp^{2+} + .00818725688568 * Cp^{1+} + .968753159808$$

$$Cg = 2.04903209908E-11 * Hc^{5+} - 1.26220288412E-7 * Hc^{4+} + .000307150278328 * Hc^{3+} - .736823574575 * Hc^{2+} + 218.776774348 * Hc^{1+} - 51357.0554231$$

$$Cp = 3.76546974626E-15 * Hc^{5+} - 2.24476790632E-11 * Hc^{4+} + 5.27945472172E-8 * Hc^{3+} - 6.1265537959E-5 * Hc^{2+} + .0700795095745 * Hc^{1+} - 8.57171793937$$

$$RM = 2.12753631994E-15 * Hc^{5+} - 1.34973737804E-11 * Hc^{4+} + 3.38573153279E-8 * Hc^{3+} - 4.18889987743E-5 * Hc^{2+} + .0552197388357 * Hc^{1+} - 5.74220438931$$

$$VA = -3.05475886998E-15 * Hc^{5+} + 1.89668110712E-11 * Hc^{4+} - 4.62290270821E-8 * Hc^{3+} + 5.58250742768E-5 * Hc^{2+} - .0329779139486 * Hc^{1+} + 7.77029192517$$

$$TS = 1.87277620884E-14 * Hc^{5+} + 1.13366072255E-10 * Hc^{4+} - 2.66303670368E-7 * Hc^{3+} + .000294037212378 * Hc^{2+} - .136856231032 * Hc^{1+} + 31.6512024782$$

$$Ri = 1.97013854975E-17 * Hc^{5+} - 1.31591217969E-13 * Hc^{4+} + 3.49011426232E-10 * Hc^{3+} - 4.60347201715E-7 * Hc^{2+} + .000305238417545 * Hc^{1+} + .962865902987$$

Cq= .000884386643511 *RM^5+ -163474845048 *RM^4+ 11.9400665213 *RM^3+
-430.580286159 *RM^2+ 7667.68132522 *RM+ -54061.4754667

Cp= 5.3888550852E-8 *RM^5+ -8.40969130252E-6 *RM^4+ .000497887203925 *RM^3+
-.0130003819802 *RM^2+ 1.35378507537 *RM+ -1.84154178619

Hc= -3.09823050729E-6 *RM^5+ .000589632770085 *RM^4+ - .044378605565 *RM^3+
1.64790571167 *RM^2+ 3.52848067287 *RM+ 204.374582433

VA= 1.33737983914E-7 *RM^5+ 2.49204937576E-5 *RM^4+ - .00182382536124 *RM^3+
.0661354700776 *RM^2+ -1.17413367214 *RM+ 8.30860227257

TS= 8.48239608864E-7 *RM^5+ .000154434785639 *RM^4+ - .0109283092387 *RM^3+
.365999959575 *RM^2+ -5.23224167668 *RM+ 36.0852210225

Ri= 8.41966539022E-10 *RM^5+ -1.68709053598E-7 *RM^4+ 1.34235670494E-5 *RM^3+
-.000531395539055 *RM^2+ .010571719008 *RM+ .259677707704

Cq= 86825.9671327 *VA^5+ -222408.268347 *VA^4+ 217304.208607 *VA^3+ -101169.01
*VA^2+ 22608.2578753 *VA+ -2049.10972731

Cp= 823.862327803 *VA^5+ -2195.26119336 *VA^4+ 2285.97844291 *VA^3+ -1201.6048
*VA^2+ 370.576745353 *VA+ -14.6183180131

Hc= 23317.9227218 *VA^5+ -62200.5057251 *VA^4+ 64849.3763573 *VA^3+ -34134.143
*VA^2+ 10547.2759532 *VA+ -396.526874885

RM= 705.724693095 *VA^5+ -1882.0015753 *VA^4+ 1960.74072838 *VA^3+ -1030.21911
*VA^2+ 316.907122439 *VA+ -11.706769407

TS= 355.242166079 *VA^5+ -1009.54706212 *VA^4+ 1140.14671973 *VA^3+ -656.17468
*VA^2+ 205.463473994 *VA+ -8.09289114122

Ri= .344517288986 *VA^5+ - .945614228527 *VA^4+ 1.00888650549 *VA^3+ - .52714019
*VA^2+ .139284704909 *VA+ 1.03011712673

Cq= 274847914244 *TS^5+ -27.2865704201 *TS^4+ 1078.283633 *TS^3+ -21195.51672
*TS^2+ 207200.015879 *TS+ -805809.905044

Cp= .00137026383294 *TS^5+ .133226857419 *TS^4+ 5.17880505456 *TS^3+
-100.350575134 *TS^2+ 769.971177112 *TS+ -3717.82015634

Hc= .0368860980982 *TS^5+ -3.58406307363 *TS^4+ 139.271799856 *TS^3+
-2698.13314832 *TS^2+ 26079.1973941 *TS+ -99919.7531296

RM= .00111221705594 *TS^5+ -1.08127287048 *TS^4+ 4.20380879001 *TS^3+
-31.4821023272 *TS^2+ 787.951340321 *TS+ -3020.24072262

VA= 2.9454337015E-5 *TS^5+ .00263106386944 *TS^4+ .0942370294198 *TS^3+
-1.68659375831 *TS^2+ 15.0780275381 *TS+ -53.6941792818

Ri= 6.02272046646E-8 *TS^5+ -6.50958622256E-6 *TS^4+ .000280752788384 *TS^3+
-.00602575428686 *TS^2+ .0645454234507 *TS+ .767674232528

PARAFFINES

$$Cg = 2.07423185361E+16 * Ri^5 - 4.74318172342E+17 * Ri^4 + 9.21721137727E+17 * Ri^3 - 1.03676255462E+18 * Ri^2 + 5.41724721471E+17 * Ri - 1.13307460538E+17$$

$$Cp = 2.36326333413E+14 * Ri^5 - 1.23470236399E+15 * Ri^4 + 2.58031206331E+15 * Ri^3 - 2.67619728246E+15 * Ri^2 + 1.40864426512E+15 * Ri - 2.9438175827E+14$$

$$Hc = 6.09850760013E+15 * Ri^5 - 3.18606526576E+16 * Ri^4 + 6.65802673256E+16 * Ri^3 - 6.95674656388E+16 * Ri^2 + 3.63443252462E+16 * Ri - 7.59498298702E+15$$

$$RM = 1.87792806704E+14 * Ri^5 - 9.81114752975E+14 * Ri^4 + 2.05031429554E+15 * Ri^3 - 2.14235218098E+15 * Ri^2 + 1.11926026054E+15 * Ri - 2.3390046297E+14$$

$$VA = 6.2202612388E+11 * Ri^5 - 3.22888703003E+12 * Ri^4 + 6.70406365384E+12 * Ri^3 - 6.95943875458E+12 * Ri^2 + 3.61210704896E+12 * Ri - 7.47873069506E+11$$

$$TS = -1.16074662673E+14 * Ri^5 + 6.06968308002E+14 * Ri^4 - 1.26956378316E+15 * Ri^3 + 1.32773779081E+15 * Ri^2 - 6.94290708537E+14 * Ri + 1.45221079791E+14$$

$$Cg = 1.77758871207E+10 * n^5 - 1.23131478265E+11 * n^4 + 3.41150290993E+11 * n^3 - 4.72575464914E+11 * n^2 + 3.27299456267E+11 * n - 9.06688263252E+10$$

$$Cp = 4.35424430651E+7 * n^5 - 3.00704288688E+8 * n^4 + 8.30680426332E+8 * n^3 - 1.1473710357E+9 * n^2 + 7.92405710336E+8 * n - 2.18903919571E+8$$

$$Hc = 1.09647253114E+9 * n^5 - 7.57023354429E+9 * n^4 + 2.07070145013E+10 * n^3 - 2.88704641788E+10 * n^2 + 1.9933913218E+10 * n - 5.50549834864E+9$$

$$RM = 3.35998290802E+7 * n^5 - 2.32013345829E+8 * n^4 + 6.4085472633E+8 * n^3 - 8.85084576848E+8 * n^2 + 6.11204579304E+8 * n - 1.68831442919E+8$$

$$VA = 351082.859316 * n^5 - 2.32060082163E+6 * n^4 + 6.12665376281E+6 * n^3 - 8.07481831619E+6 * n^2 + 5.31210215554E+6 * n - 1.39522420446E+6$$

$$TS = -9.6413104894E+6 * n^5 + 6.68235460467E+7 * n^4 - 1.85256767611E+8 * n^3 + 2.56790950728E+8 * n^2 - 1.77969671619E+8 * n + 4.93358163836E+7$$

$$Ri = 269.354194932 * n^5 - 2090.97001513 * n^4 + 6422.58695687 * n^3 - 9775.90843342 * n^2 + 7384.51399311 * n - 2216.05272375$$

$$Cg = 7.031895703E+8 * d^5 - 2.39046461696E+9 * d^4 + 3.24812092825E+9 * d^3 - 2.20509103403E+9 * d^2 + 7.47928775926E+8 * d - 1.01395586957E+8$$

$$Cp = 1.76051484394E+6 * d^5 - 5.91973435642E+6 * d^4 + 7.96462237847E+6 * d^3 - 5.3582088236E+6 * d^2 + 1.80220289566E+6 * d - 242401.052977$$

$$Hc = 4.44287017079E+7 * d^5 - 1.49255245697E+8 * d^4 + 2.00657878094E+8 * d^3 - 1.34902383011E+8 * d^2 + 4.5347238453E+7 * d - 6.09616336446E+6$$

$$RM = 1.36006711316E+6 * d^5 - 4.5714793905E+6 * d^4 + 6.11906667832E+6 * d^3 - 4.1360359512E+6 * d^2 + 1.39099861784E+6 * d - 187085.353393$$

$$VA = 16362.3400663 * d^5 - 47117.4843704 * d^4 + 53257.0673784 * d^3 - 27337.5005297 * d^2 + 7780.39845422 * d - 778.092361854$$

$$TS = -356983.667148 * d^5 + 1.2137191117E+6 * d^4 - 1.65006931424E+6 * d^3 + 1.1212715691E+6 * d^2 - 380764.84035 * d + 51691.7584779$$

$$Ri = 12.2145987572 * d^5 - 59.0827323625 * d^4 + 104.979363912 * d^3 - 88.503461932 * d^2 + 36.0922731057 * d - 4.6977201041$$

Cg= 1.24323148628E-7 *Teb^5+-6.71767211881E-5 *Teb^4+ .0137888233523 *Teb^3
-1.32012142325 *Teb^2+ 59.8231318886 *Teb+-1100.34137643
Cp= 8.77498253363E-11 *Teb^5+-4.71241810313E-8 *Teb^4+ 9.82107442971E-6 *Teb^3
-.000707332484318 *Teb^2+ .183248890875 *Teb+ 22.6516577506
Hc= 1.71460041245E-9 *Teb^5+-9.41315761139E-7 *Teb^4+ .000204626246776 *Teb^3
-.0131731006856 *Teb^2+ 4.94012889802 *Teb+ 669.631957088
Rm= 6.13512058002E-11 *Teb^5+-3.39642544102E-8 *Teb^4+ 7.40570911409E-6 *Teb^3
-.000520722963851 *Teb^2+ .153207919548 *Teb+ 20.1547171410
VA=-1.55355686589E-11 *Teb^5+ 8.90082387593E-9 *Teb^4+-1.82057768487E-6 *Teb^3
.000186246091573 *Teb^2+- .00670290229421 *Teb+ .294785440386
TS=-1.00265417628E-10 *Teb^5+ 5.4434485539E-8 *Teb^4+-1.10489073853E-5 *Teb^3
.000874142532767 *Teb^2+ .0465784290873 *Teb+ 13.0955630349
Rj= 6.45047761235E-14 *Teb^5+-4.32477181422E-11 *Teb^4+ 1.11952923663E-8 *Teb^3
-1.40698133291E-6 *Teb^2+ .000102357409646 *Teb+ 1.04170262339

Cg=-.00267530280979 * HV^5+ 1.00218336982 * HV^4+-149.856523313 * HV^3+
11180.9147849 * HV^2+-416262.051225 * HV+ 6.18655548589E+6
Cp=-1.31145436306E-5 * HV^5+ .00490266122934 * HV^4+- .731841225586 * HV^3+
54.5596395251 * HV^2+-2034.05365 * HV+ 30440.2712604
Hc=-.000355415289514 * HV^5+ .132786939039 * HV^4+-19.8100913572 * HV^3+
1476.07351865 * HV^2+-55007.2626133 * HV+ 823144.991005
Rm=-1.07387867903E-5 * HV^5+ .00401142841687 * HV^4+- .598350013112 * HV^3+
44.5758426252 * HV^2+-1660.82510134 * HV+ 24846.5258539
VA= 2.92621765145E-8 * HV^5+-8.46474336927E-6 * HV^4+ .000821039597213 * HV^3+
-.0210327360286 * HV^2+-1.07396716261 * HV+ 51.2823418687
TS=-1.09863581572E-6 * HV^5+ .00040913509403 * HV^4+- .0606789551617 * HV^3+
4.47574665157 * HV^2+-164.428516112 * HV+ 2436.87726048
Rj=-1.39247084048E-9 * HV^5+ 5.02093992E-7 * HV^4+-7.22435605429E-5 * HV^3+
.00518512884064 * HV^2+- .185769022962 * HV+ 3.70734222381

Cg= 3.51522805113E-6 *MM^5+- .00188857245519 *MM^4+ .400526566125 *MM^3+
-41.8948431039 *MM^2+ 2161.73038437 *MM+-44137.2087392
Cp= 6.13839399494E-10 *MM^5+-3.18311791702E-7 *MM^4+ 6.50440325381E-5 *MM^3+
-.00655022426263 *MM^2+ .715167041109 *MM+-5.77568267002
Hc=-9.20759099234E-10 *MM^5+ 4.93612047406E-7 *MM^4+- .000104791887576 *MM^3+
.0110217182295 *MM^2+ 10.5652082412 *MM+ 46.8865955949
Rm= 3.37611669722E-10 *MM^5+-1.87448827993E-7 *MM^4+ 4.11127325456E-5 *MM^3+
-.00444154864178 *MM^2+ .566745401911 *MM+-3.50584091329
VA=-5.24832686567E-10 *MM^5+ 2.84264851798E-7 *MM^4+-6.03737920711E-5 *MM^3+
.00635118528378 *MM^2+- .326136326928 *MM+ 6.69136798922
TS=-3.22265684734E-9 *MM^5+ 1.70073489951E-6 *MM^4+- .000347683215015 *MM^3+
.0333459811091 *MM^2+-1.3120000976 *MM+ 27.3522863636
Rj= 3.37611669724E-12 *MM^5+-1.97135443908E-9 *MM^4+ 3.56897898926E-7 *MM^3+
-5.26502823734E-5 *MM^2+ .00305276691941 *MM+ .973055894956

NAPHTHENES

$Cq = 1.5355110184 \times 10^{-5} * Cq^5 + 1.1595130724309 \times 10^{-4} * Cq^4 + 1.420917545834 \times 10^{-4} * Cq^3$
 $Hc = -0.000552587115091 * Cq^5 + 0.221581857282 * Cq^4 + 32.5317354257 * Cq^3 + 2030.66511907 * Cq^2 + 40477.7325088 * Cq + 363100.588549$
 $RM = -1.65883079489E-5 * Cq^5 + 0.00665168499523 * Cq^4 + 0.976564909431 * Cq^3 + 30.9577001782 * Cq^2 + 1215.07139014 * Cq + 10899.2831674$
 $VA = -4.6485159672E-7 * Cq^5 + 0.00186425259019 * Cq^4 + 0.273750898537 * Cq^3 + 1.70917535185 * Cq^2 + 34.077051259 * Cq + 305.770115808$
 $TS = -3.57472576846E-6 * Cq^5 + 0.0143370671672 * Cq^4 + 210520168909 * Cq^3 + 13.1417132151 * Cq^2 + 261.928834222 * Cq + 2367.98135816$
 $Ri = -5.77806952907E-9 * Cq^5 + 2.31674625701E-6 * Cq^4 + 0.00340102797214 * Cq^3 + 0.212268522926 * Cq^2 + 4.23014410724 * Cq + 4.8216743257$

$Cq = 0.000634680794095 * Cp^5 + 1.1594650474 * Cp^4 + 8.30150500037 * Cp^3 + 290.203406337 * Cp^2 + 4932.55966033 * Cp + 32539.5674447$
 $Hc = 0.00177946342706 * Cp^5 + 0.313994364112 * Cp^4 + 2.16842166546 * Cp^3 + 73.0368041655 * Cp^2 + 1221.42704237 * Cp + 7312.89297286$
 $RM = 3.58408931365E-6 * Cp^5 + 0.00063344644625 * Cp^4 + 0.439029060578 * Cp^3 + 1.48721601842 * Cp^2 + 25.3060930295 * Cp + 149.231879849$
 $VA = 1.66137029934E-6 * Cp^5 + 0.00302632975542 * Cp^4 + 0.216744052038 * Cp^3 + 1.76037232284 * Cp^2 + 13.0285727312 * Cp + 86.2479193371$
 $TS = 1.74315855108E-5 * Cp^5 + 0.0312369477783 * Cp^4 + 218866579233 * Cp^3 + 7.47683436561 * Cp^2 + 124.343479886 * Cp + 780.882212299$
 $Ri = -5.14339586563E-10 * Cp^5 + 5.62858736858E-8 * Cp^4 + 9.31638140731E-7 * Cp^3 + 9.30512463083E-5 * Cp^2 + 0.0426614104653 * Cp + 0.985549565082$

$Cq = 6.41792511931E-11 * Hc^5 + 3.82904883022E-7 * Hc^4 + 0.00935767810612 * Hc^3 + 1.10757387047 * Hc^2 + 345.549334545 * Hc + 148078.046185$
 $Cp = -6.37134894199E-13 * Hc^5 + 3.78407824159E-9 * Hc^4 + 8.87373082138E-6 * Hc^3 + 0.102585713307 * Hc^2 + 5.8006953758 * Hc + 1297.28930343$
 $RM = 1.57280426878E-13 * Hc^5 + 9.30757947242E-10 * Hc^4 + 2.17004938243E-6 * Hc^3 + 0.0240858482234 * Hc^2 + 1.3722200369 * Hc + 309.945344219$
 $VA = 1.5445068783E-13 * Hc^5 + 9.39102170486E-10 * Hc^4 + 2.25940287368E-6 * Hc^3 + 0.0268512621099 * Hc^2 + 1.57448109574 * Hc + 363.316848713$
 $TS = 1.55128880549E-12 * Hc^5 + 9.30626381119E-9 * Hc^4 + 2.2031529979E-5 * Hc^3 + 0.25706112921 * Hc^2 + 14.7749905688 * Hc + 3321.91105984$
 $Ri = -1.56621238782E-16 * Hc^5 + 8.54466163093E-13 * Hc^4 + 1.79544294264E-9 * Hc^3 + 1.7925696613E-6 * Hc^2 + 0.00823625904141 * Hc + 1.16602717858$

$Cq = 0.0256783778727 * RM^5 + 4.62706779762 * RM^4 + 32.9304629343 * RM^3 + 1155.48923242 * RM^2 + 19957.1472073 * RM + 135592.49943$
 $Cp = -1.77789336714E-5 * RM^5 + 0.0313357598092 * RM^4 + 218241163329 * RM^3 + 7.47881362679 * RM^2 + 125.648487582 * RM + 835.643719611$
 $Hc = 0.00022809643413 * RM^5 + 0.390750286375 * RM^4 + 2.69902875718 * RM^3 + 91.6668679745 * RM^2 + 1562.36970335 * RM + 10000.1304028$
 $VA = 6.26698823694E-6 * RM^5 + 0.0112954139272 * RM^4 + 0.805437169071 * RM^3 + 2.83625230435 * RM^2 + 49.2629226633 * RM + 336.533879981$
 $TS = 6.53267586922E-5 * RM^5 + 0.116106136526 * RM^4 + 814076659885 * RM^3 + 28.121119189 * RM^2 + 478.312224181 * RM + 3179.91705173$
 $Ri = -5.65675654048E-9 * RM^5 + 9.03980890455E-7 * RM^4 + 5.57441790039E-5 * RM^3 + 1.181086673E-3 * RM^2 + 0.0001181086673 * RM + 0.0001181086673$

Cq= 838455.85252 *VA^5+ -3.36660049738E+6 *VA^4+ 5.26272598664E+6 *VA^3+
-3.97595340895E+6 *VA^2+ 1.46890378882E+6 *VA+ -208093.360022

Cp= -139795.260535 *VA^5+ 561914.376117 *VA^4+ -879594.015866 *VA^3+ 668978.082163
*VA^2+ -246333.438738 *VA+ 34954.6144357

Hc= -3.51525952311E+6 *VA^5+ 1.41333958642E+7 *VA^4+ -2.21300476271E+7 *VA^3+
1.68362777573E+7 *VA^2+ -6.20148347233E+6 *VA+ 880537.517656

Rm= -104811.668702 *VA^5+ 421352.730159 *VA^4+ -659662.043426 *VA^3+ 501786.231816
*VA^2+ -184798.096587 *VA+ 26234.7391573

TS= -12267.7807118 *VA^5+ 49645.3591673 *VA^4+ -78299.9973428 *VA^3+ 60031.5351588
*VA^2+ -22281.1576308 *VA+ 3204.39134813

Ri= -24.1658878531 *VA^5+ 96.9955544721 *VA^4+ -151.571964248 *VA^3+ 115.044977392
*VA^2+ -42.2602841634 *VA+ 7.0116076704

Cq= -19.1402858192 *TS^5+ 2341.92484572 *TS^4+ -114481.826501 *TS^3+
2.79456652992E+6 *TS^2+ -3.40649712236E+7 *TS+ 1.6580059367E+8

Cp= 1.38339134449 *TS^5+ 169.409205644 *TS^4+ 8288.78744188 *TS^3+ -202535.80749
*TS^2+ 2.47147325607E+6 *TS+ -1.20483795256E+7

Hc= 34.3064605111 *TS^5+ -4199.01845627 *TS^4+ 205346.929926 *TS^3+
-5.01524373577E+6 *TS^2+ 6.11709412285E+7 *TS+ -2.98073217168E+8

Rm= 1.03200657627 *TS^5+ -126.325772454 *TS^4+ 6178.31912325 *TS^3+ -150908.060353
*TS^2+ 1.84078957775E+6 *TS+ -8.97058671088E+6

VA= -0.0197382138143 *TS^5+ 2.42443714573 *TS^4+ -118.927078143 *TS^3+
2712.20430871 *TS^2+ -35598.1625658 *TS+ 173772.994551

Ri= 0.0024977926515 *TS^5+ -0.0306400918296 *TS^4+ 1.50176741396 *TS^3+
-36.7612341022 *TS^2+ 449.406304823 *TS+ -2193.92846534

Cq= 1.27477395602E+15 *Ri^5+ -6.6167404935E+15 *Ri^4+ 1.37372101432E+16 *Ri^3+
-1.42611298515E+16 *Ri^2+ 7.40223400753E+15 *Ri+ -1.53684866364E+15

Cp= 6.4921958265E+13 *Ri^5+ -3.37243544873E+14 *Ri^4+ 6.92982085206E+14 *Ri^3+
-7.26439537903E+14 *Ri^2+ 3.76947866669E+14 *Ri+ -7.82308323142E+13

Hc= 2.28589185535E+15 *Ri^5+ -1.18616365986E+16 *Ri^4+ 2.46202710354E+16 *Ri^3+
-2.55511432944E+16 *Ri^2+ 1.32585837893E+16 *Ri+ -2.7519669615E+15

Rm= 6.11184216287E+13 *Ri^5+ -3.17144664872E+14 *Ri^4+ 6.5826682621E+14 *Ri^3+
-6.8314960217E+14 *Ri^2+ 3.54485896477E+14 *Ri+ -7.35768819327E+13

VA= 4.01081854876E+12 *Ri^5+ -2.08150317509E+13 *Ri^4+ 4.32076293171E+13 *Ri^3+
-4.48490672812E+13 *Ri^2+ 2.32753221796E+13 *Ri+ -4.83167132538E+12

TS= 6.32599600711E+13 *Ri^5+ -3.28295285788E+14 *Ri^4+ 6.81470281058E+14 *Ri^3+
7.07333107437E+14 *Ri^2+ 3.6707736393E+14 *Ri+ -7.61972167344E+13

Cq= 1.04222257042E-5 *MM^5+ -0.00568638687811 *MM^4+ 1.22538148712 *MM^3+
-130.192026156 *MM^2+ 6809.14090088 *MM+ -140091.112

Cp= -1.00823121367E-7 *MM^5+ 5.38360586675E-5 *MM^4+ -0.113522861869 *MM^3+
1.18037047329 *MM^2+ -60.0138304698 *MM+ 1207.64

Hc= 1.20159062451E-7 *MM^5+ -6.18867127825E-5 *MM^4+ 0.124540746647 *MM^3+
-1.21835307938 *MM^2+ 68.6880777548 *MM+ -1040.93

Rm= -2.27120577813E-8 *MM^5+ 1.21276431241E-5 *MM^4+ -0.0255340762997 *MM^3+
26.4717757124 *MM^2+ -13.1701005204 *MM+ 270.764

VA= 2.49986095444E-8 *MM^5+ -1.36462892412E-5 *MM^4+ 0.0294715585264 *MM^3+
-31.4325759773 *MM^2+ 16.5357203964 *MM+ -342.149

TS= 2.55971029589E-7 *MM^5+ -0.00137840544453 *MM^4+ 0.0292845050976 *MM^3+
-3.06537800799 *MM^2+ 158.003742782 *MM+ -3183.46

Ri= -2.77762328271E-11 *MM^5+ 1.37334687844E-8 *MM^4+ -2.62433394223E-6 *MM^3+
0.00239703788394 *MM^2+ -0.102015398874 *MM+ 1.19002

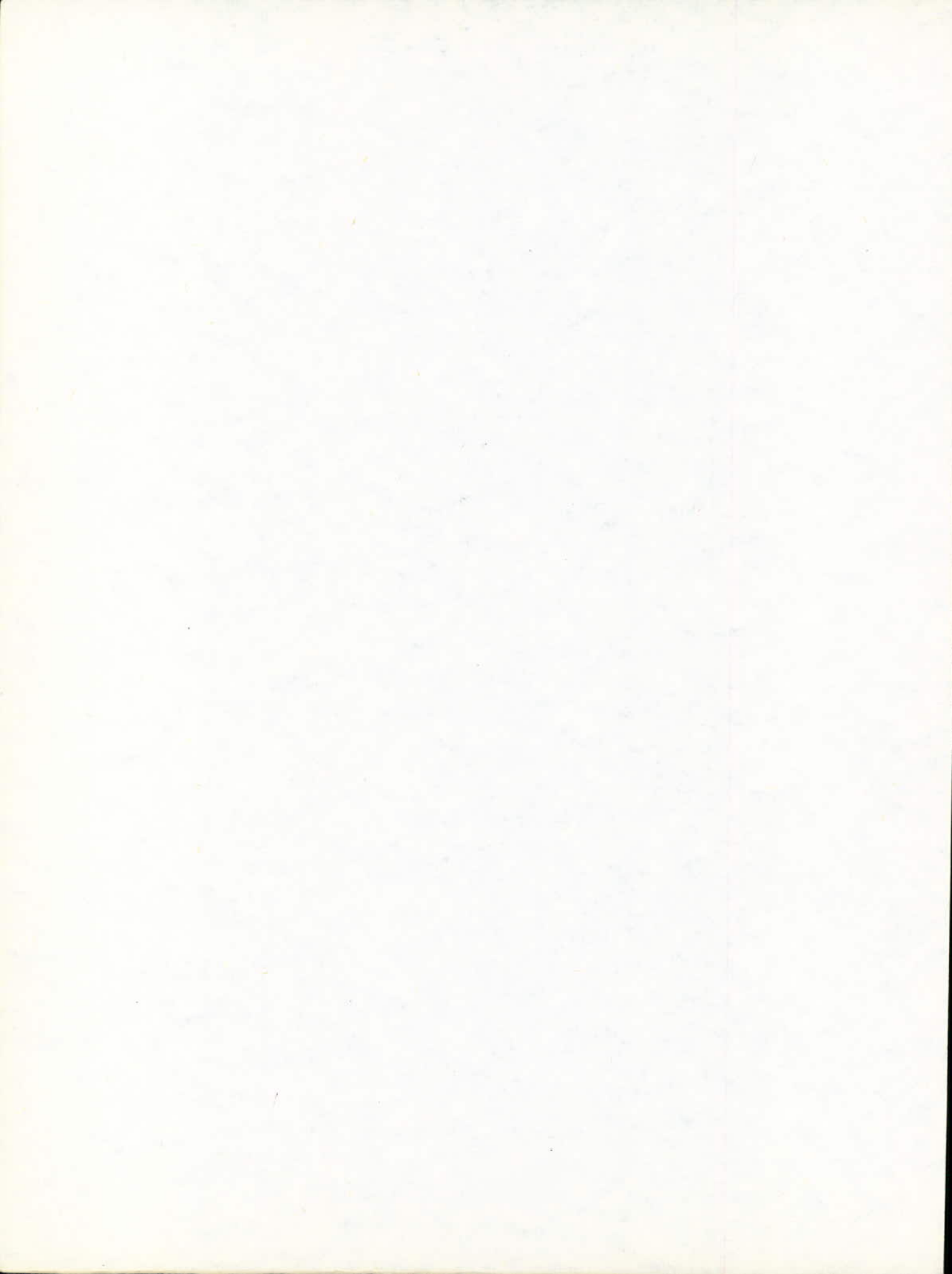
NAPHTENES

$Cq = -1.85269786176E+12 * n^5 + 1.32064602532E+13 * n^4 - 3.76547561829E+13 * n^3 + 5.36802845092E+13 * n^2 - 3.82623198283E+13 * n + 1.09088571321E+13$
 $Cp = 9.53243901614E+10 * n^5 - 6.79679664E+11 * n^4 + 1.93845658417E+12 * n^3 - 2.76419966434E+12 * n^2 + 1.97080758012E+12 * n - 5.62044188249E+11$
 $Hc = 2.26203921018E+12 * n^5 - 1.61279917494E+13 * n^4 + 4.59951582232E+13 * n^3 - 6.55851579602E+13 * n^2 + 4.67585032677E+13 * n - 1.3334205801E+13$
 $KM = 6.90032303396E+10 * n^5 - 4.91985442812E+11 * n^4 + 1.40309392198E+12 * n^3 - 2.0007040929E+12 * n^2 + 1.42639746368E+12 * n - 4.06770805613E+11$
 $VA = -2.7008234447E+9 * n^5 + 1.92548126357E+10 * n^4 - 5.49076933871E+10 * n^3 + 7.8286681559E+10 * n^2 - 5.58088814373E+10 * n + 1.59136372815E+10$
 $TS = -9.51016402964E+9 * n^5 + 6.77872287965E+10 * n^4 - 1.93267937256E+11 * n^3 + 2.75507722708E+11 * n^2 - 1.96367557178E+11 * n + 5.59831898712E+10$
 $Ri = 1.79367999563E+7 * n^5 - 1.27909117127E+8 * n^4 + 3.64846029472E+8 * n^3 - 5.20330520981E+8 * n^2 + 3.71031246769E+8 * n - 1.05826178899E+8$

$Cq = -1.31331928749E+11 * d^5 + 5.08834819082E+11 * d^4 - 7.8844336883E+11 * d^3 + 6.10745795755E+11 * d^2 - 2.36508007415E+11 * d + 3.66282057451E+10$
 $Cp = 6.18540565641E+9 * d^5 - 2.40003858334E+10 * d^4 + 3.72438611635E+10 * d^3 - 2.88925847423E+10 * d^2 + 1.12050057925E+10 * d - 1.73788294143E+9$
 $Hc = 1.50576717378E+11 * d^5 - 5.84136093984E+11 * d^4 + 9.06271085976E+11 * d^3 - 7.02908565129E+11 * d^2 + 2.72542936251E+11 * d - 4.2262496108E+10$
 $KM = 4.55862650698E+9 * d^5 - 1.76848259385E+10 * d^4 + 2.74381872457E+10 * d^3 - 2.12817169562E+10 * d^2 + 8.25188730601E+9 * d - 1.27962886221E+9$
 $VA = -1.8814543185E+8 * d^5 + 7.29345946356E+8 * d^4 - 1.13070877614E+9 * d^3 + 8.76303573971E+8 * d^2 - 3.39503555324E+8 * d + 5.26028470402E+7$
 $TS = -4.80124872267E+8 * d^5 + 1.85797116461E+9 * d^4 - 2.87553196832E+9 * d^3 + 2.22485218956E+9 * d^2 - 8.605716716E+8 * d + 1.3312665855E+8$
 $Ri = 1.0852316198E+6 * d^5 - 4.21378046418E+6 * d^4 + 6.54346371358E+6 * d^3 - 5.07970642208E+6 * d^2 + 1.9713486304E+6 * d - 305963.391991$

$Cq = 5.42304283405E-7 * Teb^5 - .000335253843938 * Teb^4 + .0800011968854 * Teb^3 - 9.13091184715 * Teb^2 + 492.119325558 * Teb - 9924.78549483$
 $Cp = -1.45177513088E-8 * Teb^5 + 8.74016825623E-6 * Teb^4 - .0020251765892 * Teb^3 + .22412254005 * Teb^2 - 11.5029171276 * Teb + 237.426837653$
 $Hc = -2.41653354617E-7 * Teb^5 + .000145999594365 * Teb^4 - .0339209688112 * Teb^3 + 3.76355238393 * Teb^2 - 191.800260533 * Teb + 4367.20834751$
 $KM = -8.43227367053E-9 * Teb^5 + 5.08582145615E-6 * Teb^4 - .00117910238642 * Teb^3 + .130438126155 * Teb^2 - 6.64704368384 * Teb + 147.501413721$
 $VA = 1.15010638773E-9 * Teb^5 - 7.11447117863E-7 * Teb^4 + .000170709621012 * Teb^3 - .0196864889539 * Teb^2 + 1.08101794286 * Teb - 21.6148272846$
 $TS = 1.06146479944E-8 * Teb^5 - 6.4623349632E-6 * Teb^4 + .00151427879639 * Teb^3 - .169445377845 * Teb^2 + 8.99636398139 * Teb - 156.201278265$
 $Ri = 3.36671379604E-12 * Teb^5 + 1.95196216278E-9 * Teb^4 - 4.2954151149E-7 * Teb^3 + 4.4125274135E-5 * Teb^2 - .00201806472047 * Teb + 1.06657502325$

$Cq = -.00078333948777 * HV^5 + .298363619999 * HV^4 - 45.2786527369 * HV^3 + 3423.10577438 * HV^2 - 128956.017192 * HV + 1.93703021937E+6$
 $Cp = -9.25028496563E-5 * HV^5 + .0357920578955 * HV^4 - 5.51612744169 * HV^3 + 423.328079567 * HV^2 - 16181.6453341 * HV + 246583.770369$
 $Hc = .00288636834593 * HV^5 + 1.11701911695 * HV^4 - 172.190275327 * HV^3 + 13218.239369 * HV^2 - 505424.152943 * HV + 7.70443217052E+6$
 $KM = -8.072294259942E-5 * HV^5 + .0312497942009 * HV^4 - 4.81849186405 * HV^3 + 370.00053175 * HV^2 - 14152.1851238 * HV + 215807.767457$
 $VA = -3.84070318461E-6 * HV^5 + .00148361563899 * HV^4 - .228484582862 * HV^3 + 17.5395566187 * HV^2 - 671.285868907 * HV + 10250.7240282$
 $TS = -5.13221723428E-5 * HV^5 + .0197343857548 * HV^4 - 3.02176949481 * HV^3 + 230.347113811 * HV^2 - 8742.94199123 * HV + 132232.558344$
 $Ri = -7.93874993065E-9 * HV^5 + 3.05518618875E-6 * HV^4 - .000468702056209 * HV^3 + .0358350886325 * HV^2 - 1.3658834995 * HV + 21.8118597075$



AROMATIQUES

Cp= .115697727169 *Cg^4+ 32.0355561466 *Cg^3+ 2891.42140442 *Cg^2+ 79159.9807263
*Cg+ .532025.750994
Hc= 3.07459980577 *Cg^4+ 851.323400102 *Cg^3+ 76837.3070114 *Cg^2+
2.10360673797E+6 *Cg+ -1.41378657061E+7
RM= .091632112208 *Cg^4+ 25.3719269415 *Cg^3+ 2289.97523782 *Cg^2+ 62693.5642877
*Cg+ -421346.369345
VA= .00167765779426 *Cg^4+ .464491612096 *Cg^3+ 41.9201472185 *Cg^2+
1147.56954343 *Cg+ -7712.49993131
TS= .0109988045403 *Cg^4+ 3.04571937496 *Cg^3+ 274.920817229 *Cg^2+
7527.42023646 *Cg+ -50563.702427
Ri= -2.16077378565E-5 *Cg^4+ .00598287993305 *Cg^3+ .539986515458 *Cg^2+
-14.7832853612 *Cg+ 100.421861001

Cg= .00556575692959 *Cp^4+ -725113489695 *Cp^3+ 35.044514235 *Cp^2+
-744.627899232 *Cp+ 5772.77086441
Hc= -.00058765982783 *Cp^4+ .0824273886193 *Cp^3+ -4.1840499377 *Cp^2+
118.44933655 *Cp+ -464.653219754
RM= 3.81097674717E-5 *Cp^4+ .00512672394939 *Cp^3+ .252778783397 *Cp^2+
6.2272524867 *Cp+ -31.6367362521
VA= -1.13436656376E-7 *Cp^4+ -4.59919130783E-5 *Cp^3+ .00604167521699 *Cp^2+
-.204342695619 *Cp+ 2.64625136876
TS= 7.80698616202E-5 *Cp^4+ -.00997510665363 *Cp^3+ .465875317553 *Cp^2+
-9.3784784221 *Cp+ 96.592716986
Ri= -1.15122848841E-7 *Cp^4+ 1.55544448395E-5 *Cp^3+ -.000780423298773 *Cp^2+
.0170091312838 *Cp+ .927441270869

Cg= 9.28440783985E-9 *Hc^4+ -4.13920898882E-5 *Hc^3+ .0705717356666 *Hc^2+
-93.1253866987 *Hc+ 14808.4608506
Cp= 3.79255148578E-11 *Hc^4+ -1.83263068499E-7 *Hc^3+ .000324337980278 *Hc^2+
-.213109227519 *Hc+ 61.2923988775
RM= -3.38874241369E-11 *Hc^4+ 1.54387476996E-7 *Hc^3+ .000261585546467 *Hc^2+
.225291852992 *Hc+ -.51.133400224
VA= -8.91326269493E-13 *Hc^4+ 8.6154275554E-10 *Hc^3+ 5.11495962718E-6 *Hc^2+
-.00874552770853 *Hc+ 4.23251244662
TS= 1.38617689878E-10 *Hc^4+ -6.24240029177E-7 *Hc^3+ .00103772413771 *Hc^2+
-.753120406327 *Hc+ 229.197709074
Ri= -1.89213457713E-13 *Hc^4+ 8.94119670033E-10 *Hc^3+ -1.57404106705E-6 *Hc^2+
.00121539075163 *Hc+ .716411139931

Cg= .010076633532 *RM^4+ -1.50289747624 *RM^3+ 83.597195608 *RM^2+ -2055.57871388
*RM+ 18758.3753451
Cp= 8.89102182905E-5 *RM^4+ -.0135819534485 *RM^3+ .768231940422 *RM^2+
-17.8429454161 *RM+ 162.032452588
Hc= .00127736181539 *RM^4+ .189691521793 *RM^3+ 10.4890803195 *RM^2+
-222.557035515 *RM+ 2221.47391338
VA= -1.4828928787E-6 *RM^4+ .000107343657202 *RM^3+ .00160451300192 *RM^2+
-.226831117152 *RM+ 4.21079721795
TS= .000164319373472 *RM^4+ -.0241589543135 *RM^3+ 1.31395347465 *RM^2+
-31.2772533895 *RM+ 302.759125808
Ri= -2.11564477491E-7 *RM^4+ 3.25693047232E-5 *RM^3+ .00187002066042 *RM^2+
.0471926379357 *RM+ .622217882406

Cq= -819868.289268 *VA^4+ 2.41031046639E+6 *VA^3+ -2.61730160731E+6 *VA^2+
1.24434527923E+6 *VA+ -218743.489503
Cp= 75011.2103861 *VA^4+ -220107.949974 *VA^3+ 238491.759075 *VA^2+ -113067.5
VA+ 19824.659556
Hc= 2.10052201558E+6 *VA^4+ -6.16398866426E+6 *VA^3+ 6.67943352305E+6 *VA^2+
-3.16711675285E+6 *VA+ 555642.794672
RM= 65324.7503486 *VA^4+ -191711.909396 *VA^3+ 207763.42519 *VA^2+ 98125.112
*VA+ 17289.9337088
TS= 1188.36964154 *VA^4+ -3426.74096072 *VA^3+ 3633.52205774 *VA^2+ -1677.864
*VA+ 312.985765353
Ri= 9.85280579459 *VA^4+ -29.0012790088 *VA^3+ 31.5422705409 *VA^2+ -15.03480
*VA+ 3.71408185465

Cq= -2072.31544167 *TS^4+ 228407.105921 *TS^3+ 9.43396739978E+6 *TS^2+
-1.73053841275E+8 *TS+ 1.18750877188E+9
Cp= 780.902816383 *TS^4+ -90051.9093086 *TS^3+ 3.89236248856E+6 *TS^2+
-7.47398201842E+7 *TS+ 5.37935692682E+8
Hc= 34691.3005694 *TS^4+ -3.9702269891E+6 *TS^3+ 1.7035276938E+8 *TS^2+
-3.24795774125E+9 *TS+ 2.32174527814E+10
RM= 1025.96540452 *TS^4+ -117453.224694 *TS^3+ 5.04118583613E+6 *TS^2+
-9.61444739748E+7 *TS+ 6.87473127383E+8
VA= -29.950141059 *TS^4+ 3347.28136769 *TS^3+ -140273.109785 *TS^2+
2.61234954875E+6 *TS+ -1.82421554193E+7
Ri= .567457284711 *TS^4+ 63.8965826211 *TS^3+ 2698.03797909 *TS^2+ -50632.165
*TS+ 356320.50625

Cq= 8.65981711624E+13 *Ri^4+ -3.67598103609E+14 *Ri^3+ 5.85152195612E+14 *Ri^2+
-4.13982196598E+14 *Ri+ 1.09831148501E+14
Cp= -1.2378143685E+13 *Ri^4+ 5.25432725443E+13 *Ri^3+ 8.36391771512E+13 *Ri^2+
5.9172461157E+13 *Ri+ -1.5698586462E+13
Hc= -3.41520624878E+14 *Ri^4+ 1.44970110359E+15 *Ri^3+ 2.30765582558E+15 *Ri^2+
1.63260398373E+15 *Ri+ -4.33133426441E+14
RM= 1.04806767211E+13 *Ri^4+ 4.44888278794E+13 *Ri^3+ 7.08179965483E+13 *Ri^2+
5.01018263057E+13 *Ri+ -1.32921279023E+13
VA= -1.10597342149E+11 *Ri^4+ 4.694744108E+11 *Ri^3+ 7.47326165154E+11 *Ri^2+
5.28719942086E+11 *Ri+ -1.40272397996E+11
TS= 2.68404811206E+11 *Ri^4+ 1.13927942452E+12 *Ri^3+ 1.81343198737E+12 *Ri^2+
1.28287042712E+12 *Ri+ -3.40336804685E+11

Cq= 1.01326103876E-5 *Teb^4+ -0.00521881545608 *Teb^3+ 1.1983317244 *Teb^2+
-110.539838897 *Teb+ 3693.13545955
Cp= -3.17509037479E-8 *Teb^4+ 7.16094208458E-6 *Teb^3+ .000969773293355 *Teb^2+
.0961111048875 *Teb+ 18.6240848274
Hc= -1.86767069961E-6 *Teb^4+ .0008322222249908 *Teb^3+ -.118029163171 *Teb^2+
11.2849708776 *Teb+ 283.542811214
RM= -9.56110901757E-8 *Teb^4+ 4.71856339244E-5 *Teb^3+ -.00815307644631 *Teb^2+
757680517235 *Teb+ -2.4917877818
VA= -9.0530067052E-9 *Teb^4+ 4.21888770743E-6 *Teb^3+ -.000637765530813 *Teb^2+
.0360935739983 *Teb+ .00628164646804
TS= 1.8387082283E-7 *Teb^4+ -.000102270933151 *Teb^3+ .0207304906925 *Teb^2+
-1.80251782986 *Teb+ 84.5444575165
Ri= -1.55330601125E-10 *Teb^4+ 9.61480965204E-8 *Teb^3+ -2.21237980342E-5 *Teb^2+
.00218924752664 *Teb+ .984640722345

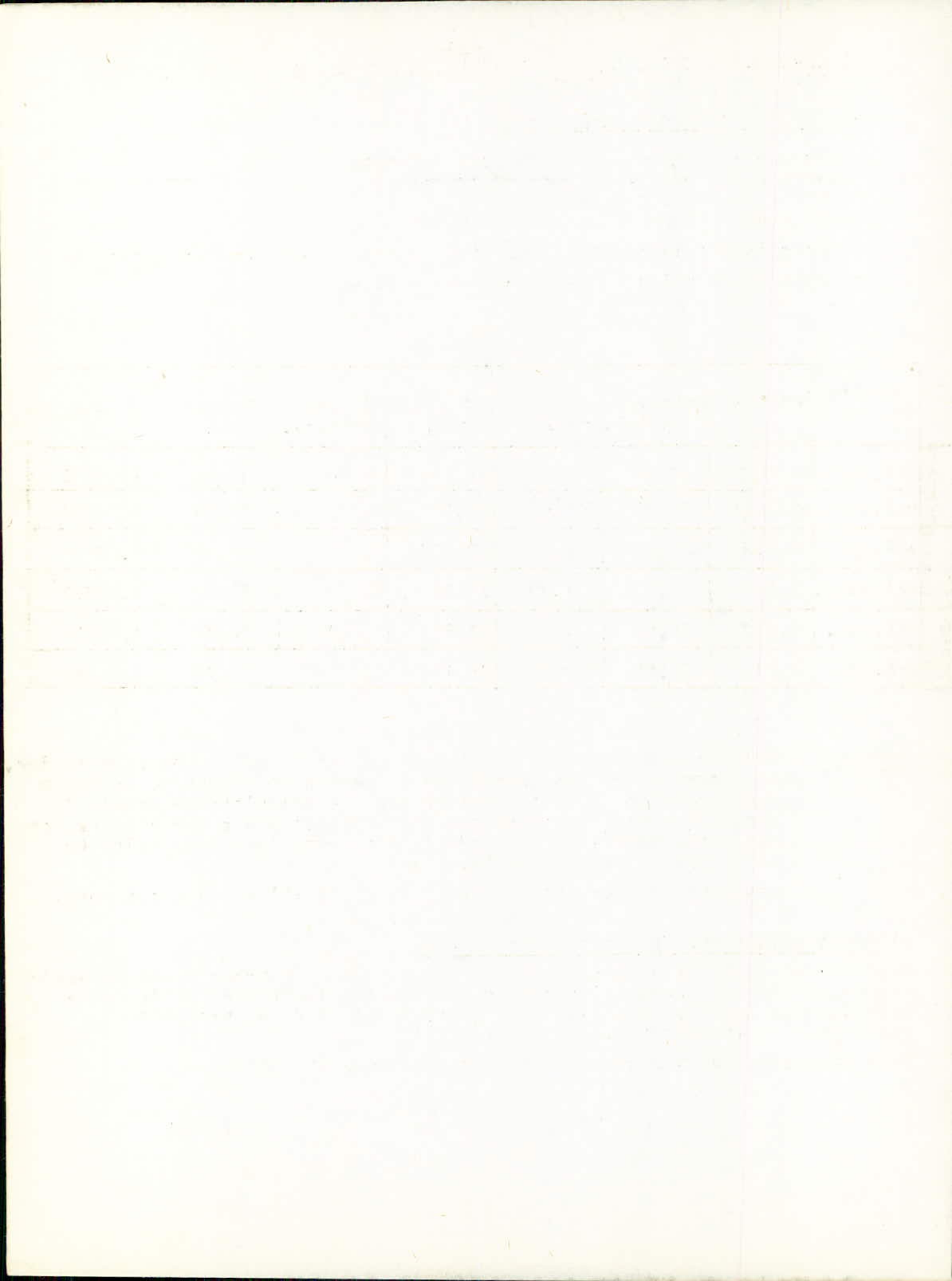
AROMATIQUES

$Cg = 8.71038608668E+10 * n^4 + -5.197240427706E+11 * n^3 + 1.16289129979E+12 * n^2 + -1.156438951381E+12 * n + 4.31257711527E+11$
 $Cp = 4.08570373682E+10 * n^4 + -2.43863433089E+11 * n^3 + 5.4582917187E+11 * n^2 + -5.42979291603E+11 * n + 2.0255363578E+11$
 $Hc = 1.082218058E+12 * n^4 + -6.45953081167E+12 * n^3 + 1.44583064336E+13 * n^2 + -1.438302866E+13 * n + 5.36554108752E+12$
 $RM = 3.1938830917E+10 * n^4 + -1.9063678607E+11 * n^3 + 4.26701969971E+11 * n^2 + -4.24481778897E+11 * n + 1.58352057457E+11$
 $VA = 6.01028008102E+8 * n^4 + -3.58710393991E+9 * n^3 + 8.02830219058E+9 * n^2 + -7.98583217015E+9 * n + 2.97883983435E+9$
 $TS = 4.91779960534E+9 * n^4 + -2.93500678668E+10 * n^3 + 6.56867205727E+10 * n^2 + -6.53374911036E+10 * n + 2.4371233952E+10$
 $Ri = -9.2789286363E+6 * n^4 + 5.5375295203E+7 * n^3 + -1.23926644931E+8 * n^2 + 1.23262213949E+8 * n + -4.59754138768E+7$

$Cg = 1.57784383129E+10 * d^4 + -5.44741908054E+10 * d^3 + 7.05251585016E+10 * d^2 + -4.05798175255E+10 * d + 8.75593714352E+9$
 $Cp = -5.98324709626E+10 * d^4 + 2.06413471468E+11 * d^3 + -2.67030594237E+11 * d^2 + 1.53529614337E+11 * d + -3.31013179769E+10$
 $Hc = -1.5047000582E+12 * d^4 + 5.4669350064E+12 * d^3 + -7.07233154594E+12 * d^2 + 4.06620663154E+12 * d + -8.76674240554E+11$
 $RM = -4.72805189232E+10 * d^4 + 1.6310948294E+11 * d^3 + -2.11007579284E+11 * d^2 + 1.21317941933E+11 * d + -2.61561600223E+10$
 $VA = -8.65627365552E+8 * d^4 + 2.98611873798E+9 * d^3 + -3.86282226436E+9 * d^2 + 2.22080385581E+9 * d + -4.78781476403E+8$
 $TS = -5.64113418717E+9 * d^4 + 1.94628232324E+10 * d^3 + -2.51806757777E+10 * d^2 + 1.44789587015E+10 * d + -3.12197571329E+9$
 $Ri = 1.10950467947E+7 * d^4 + -3.82766783076E+7 * d^3 + 4.95177707141E+7 * d^2 + -2.8470554998E+7 * d + 6.13836490846E+6$

$Cg = .00330532999355 * HV^4 + -1.05641956799 * HV^3 + 126.407515248 * HV^2 + -8710.78252895 * HV + 133259.999424$
 $Cp = -.000280019514428 * HV^4 + .0931089179626 * HV^3 + -11.5506583949 * HV^2 + 632.583925207 * HV + -12853.8854745$
 $Hc = -.00797057850009 * HV^4 + 2.64027132111 * HV^3 + -326.335618173 * HV^2 + 17808.9030983 * HV + -360414.815614$
 $RM = .000252295171029 * HV^4 + .0834260399835 * HV^3 + -10.295151724 * HV^2 + 561.085896074 * HV + -11342.1559716$
 $VA = -1.20831350473E-5 * HV^4 + .0040054801978 * HV^3 + -.494763673975 * HV^2 + 26.9708337762 * HV + -546.422183347$
 $TS = 6.74000978376E-5 * HV^4 + -.0216228647345 * HV^3 + 2.58952565373 * HV^2 + -137.234396027 * HV + 2744.46866526$
 $Ri = 2.14318148287E-8 * HV^4 + -8.14996283422E-6 * HV^3 + .00112237083957 * HV^2 + -.0667005136886 * HV + 2.50966117776$

$Cg = .00013525131461 * MM^4 + -.052988216476 * MM^3 + 9.92131553559 * MM^2 + -725.228371594 * MM + 19675.0314555$
 $Cp = 7.24657550376E-7 * MM^4 + -.000334664355935 * MM^3 + .0570067654502 * MM^2 + -3.837520382 * MM + 103.972963397$
 $Hc = 4.25019712912E-6 * MM^4 + -.0018938456607 * MM^3 + .313924158692 * MM^2 + -11.7974854953 * MM + 531.458851812$
 $RM = -3.81343070191E-7 * MM^4 + .000167913805841 * MM^3 + -.0275363952919 * MM^2 + 2.32693182239 * MM + -53.3790473423$
 $VA = -1.54825154E-8 * MM^4 + 2.45626856116E-6 * MM^3 + .000459393043177 * MM^2 + -.0969068288907 * MM + 4.77335535946$
 $TS = 2.10986634523E-6 * MM^4 + -.000921972944816 * MM^3 + .149047451476 * MM^2 + -10.547087861 * MM + 303.488825615$
 $Ri = -2.83082105008E-9 * MM^4 + 1.29426540164E-6 * MM^3 + -.000220655579265 * MM^2 + .0165354614269 * MM + .604318251304$



A) APPLICATIONS DES EQUATIONS OBTENUES PAR LA METHODE DU POLYNOME D'INTERPOLATION DE NEWTON

1) Applications aux corps purs.

Prenons par exemple les corps purs suivants :

Paraffine : pentane ; MM.72,151

Naphtène : cyclohexane ; MM.84,162

Aromatique: Benzène ; MM.78,114

et connaissant la masse moléculaire de chaque hydrocarbure, nous calculons les valeurs des autres propriétés.

propriétés.	Cg(°c)	Cp(cal/°mole).	Hc(Kcal/mole).	PM (ml/mole)	VA (c. poises).	TS (dyn/cm)	Ri
val.exp.	-129,721	28,73	838,77	25,286	0,224	15,48	I,04402
val.calc.	-127,48	28,75	838,80	25,28	0,2235	15,51	I,04401
val.exp.	6,555	25,40	936,86	27,722	0,895	24,38	I,03660
val.calc.	7,09	25,48	936,77	27,73	0,853	26,32	I,03658
val.exp.	5,533	19,52	780,98	26,201	0,6010	28,18	I,06107
val.calc.	3,56	19,55	780,99	26,19	0,6004	28,18	I,06140

Remarque : Si nous examinons les équations donnant le point de congélation, on constate que les termes des polynomes sont grands, de sorte que lorsqu'on fait l'opération sur une calculatrice simple de poche, les chiffres décimaux n'apparaissent pas sur l'écran, ce qui donne parfois des grands écarts entre la valeur calculée et la valeur expérimentale.

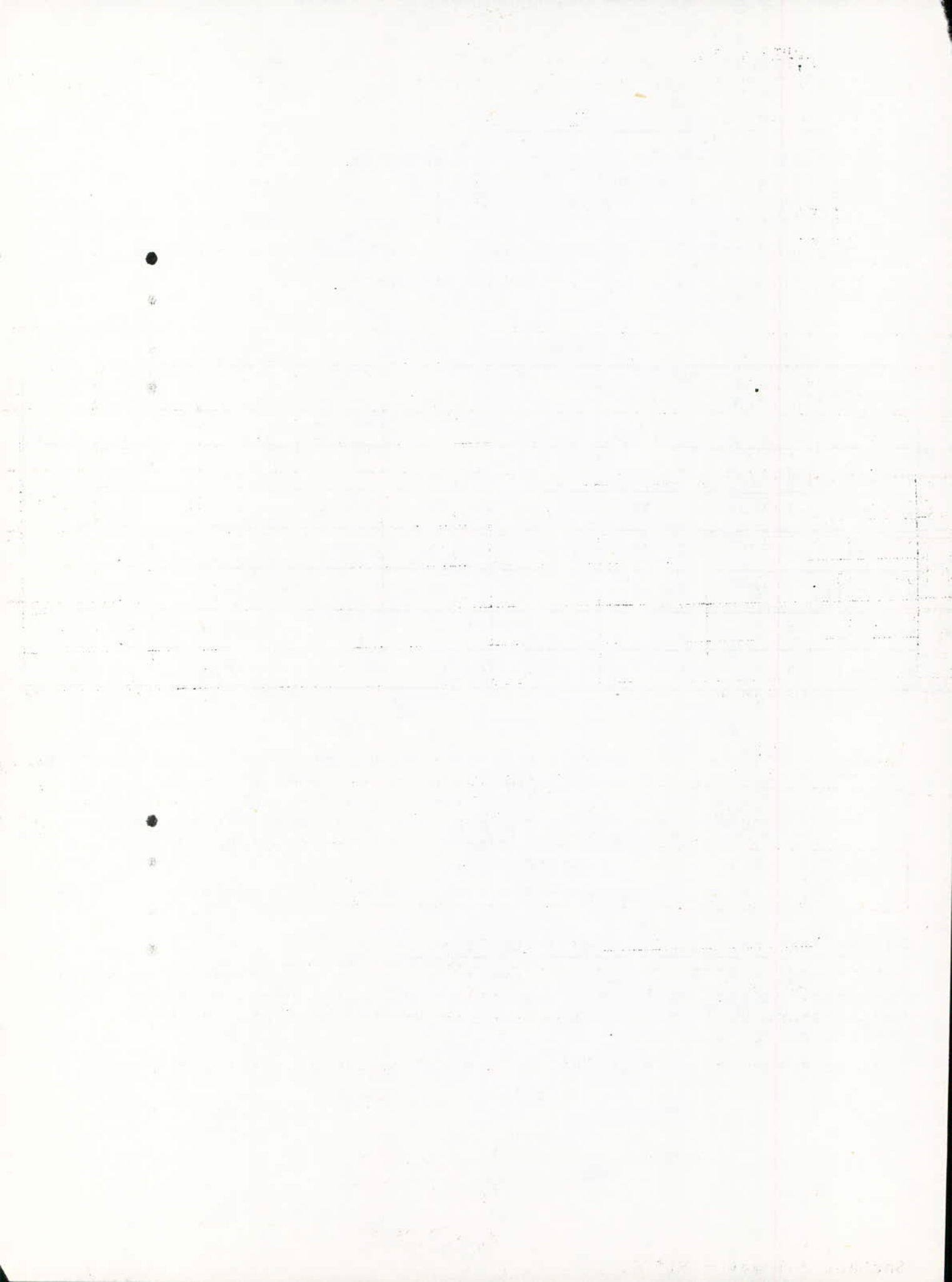
Les équations proposées sont donc applicables aux corps purs.

2) Applications aux fractions pétrolières.

Nous devons vérifier si ces équations permettent de retrouver les valeurs des propriétés de quelques fractions pétrolières légères à partir de la connaissance de la composition (en % molaire) et d'une propriété quelconque de la fraction.

Nous supposons que les propriétés sont additives en poids.

.../...



a) A la fraction 5 (I) (projet de fin d'étude, promotion Janvier 1985, p:67)

On donne. $X_p = 70,6 \%$
 $X_n = 29,4 \%$
 $X_a = 0 \%$

sachant : MM = 90,8

les autres propriétés sont calculées.

Propriétés	Cp(cal/ °C mol)	Hc (Kcal/ mol).	RM (ml/mol)	Ri	Pc (atm)	Tc (°C)	Vc(cm ³ / mole)	d(g/cm ³)	n
val.exp.	33,14 (*)	-	30,98	1,0425	31,7	249,6	371	0,693	1,389
val.calc.	33,9	1035,5	31,04	1,0428	29,9	258,9	373,6	0,683	1,376
écart(%)	2,3	-	0,2	0,03	5,7	3,7	0,7	1,4	0,9

(*) valeur lue sur abaque (MUTHIER, Raffinage et Génie- Chimique, p:88)

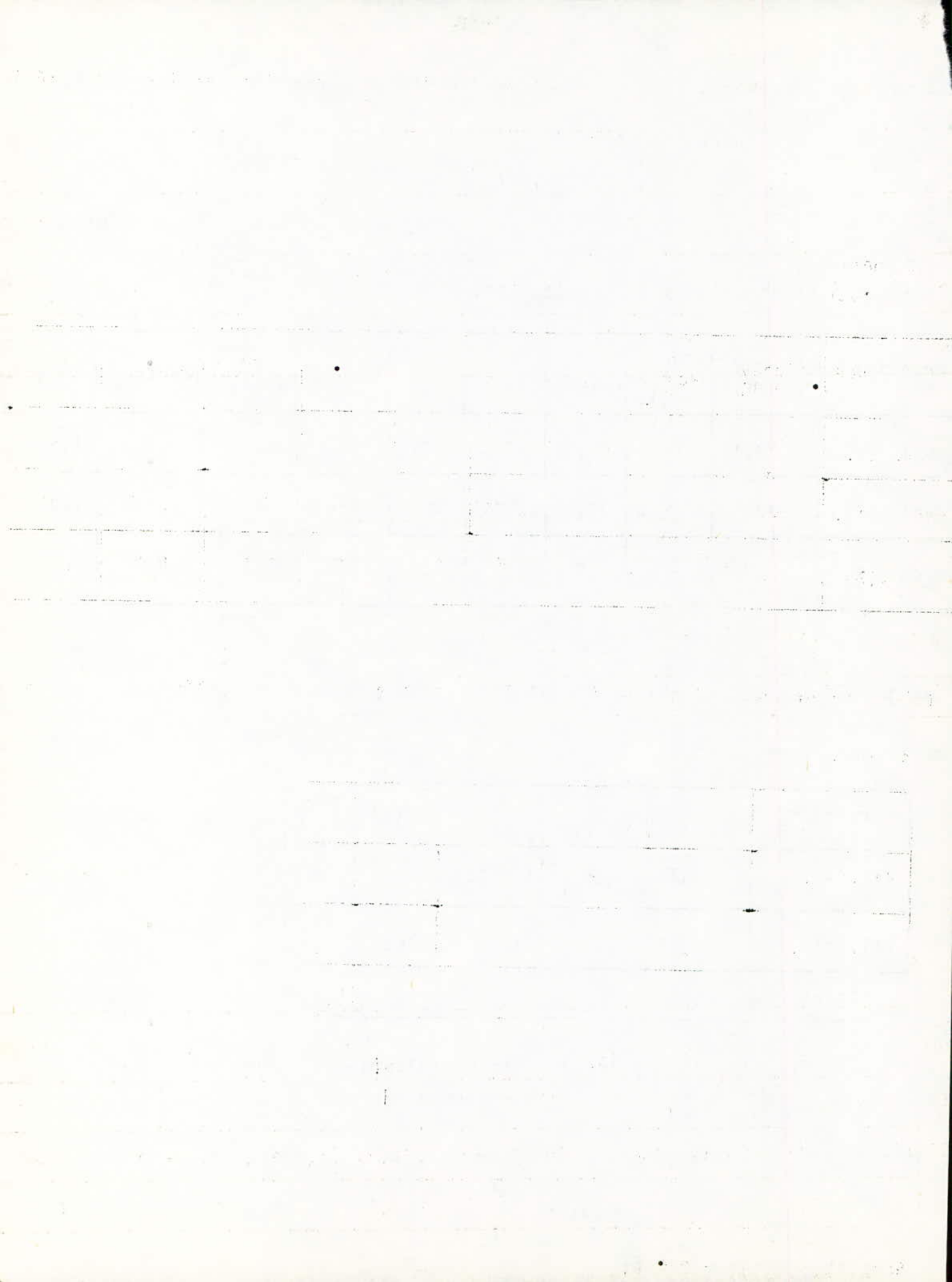
Sachant : RM = 30,98

Propriétés	Cp(cal/ °C mole)	Hc (Kcal/mole)	Ri	MM(g)	Teb (°C)
Val.exp.	33,14	-	1,0425	90,8	76
Val.calc.	33,87	1033	1,0429	90,62	80,12
écart	2,2	-	0,04	0,2	5,4

b) A la fraction II (2)(issue de la distillation d'un pétrole brut de Hassi-Messaoud Nord).

On donne : $X_p = 71,18 \%$
 $X_n = 19,04 \%$
 $X_a = 9,78 \%$

Sachant : T mav = 81° C.



Propriétés	Cp(cal/ °C mole)	Hc (Kcal/ mole)	RM	TS(dyn/ cm).	Ri	Pc(atm)	Tc(°C)	MM(g)	ΔHV (cal /g)
Val.exp.	34,41	-	32,11	20,2	1,0473	30,25	252	93	76,5 9
Val.calc.	32,68	1007,6	30,5	20,71	1,0450	32,66	258,3	89	80,9 6
écart (%)	5	-	5,3	2,5	0,2	8	2,5	4,2	5,7

(*) même référence bibliographique, p:78

Sachant Cp = 34,41 cal/°C mole.

propriétés	Hc (Kcal/mol)	RM ml/ml	TS (dyn/cm)	Ri	MM (g)	Teb(°C)
val.exp	-	32,11	20,2	1,0473	93	81
Val.calc.	1047,3	31,74	20,13	1,0452	96,29	85,76
écart(%)	-	1,1	0,3	0,2	3,5	5,8

c) A la fraction 30 (2)

On donne

$$X_p = 57,1 \%$$

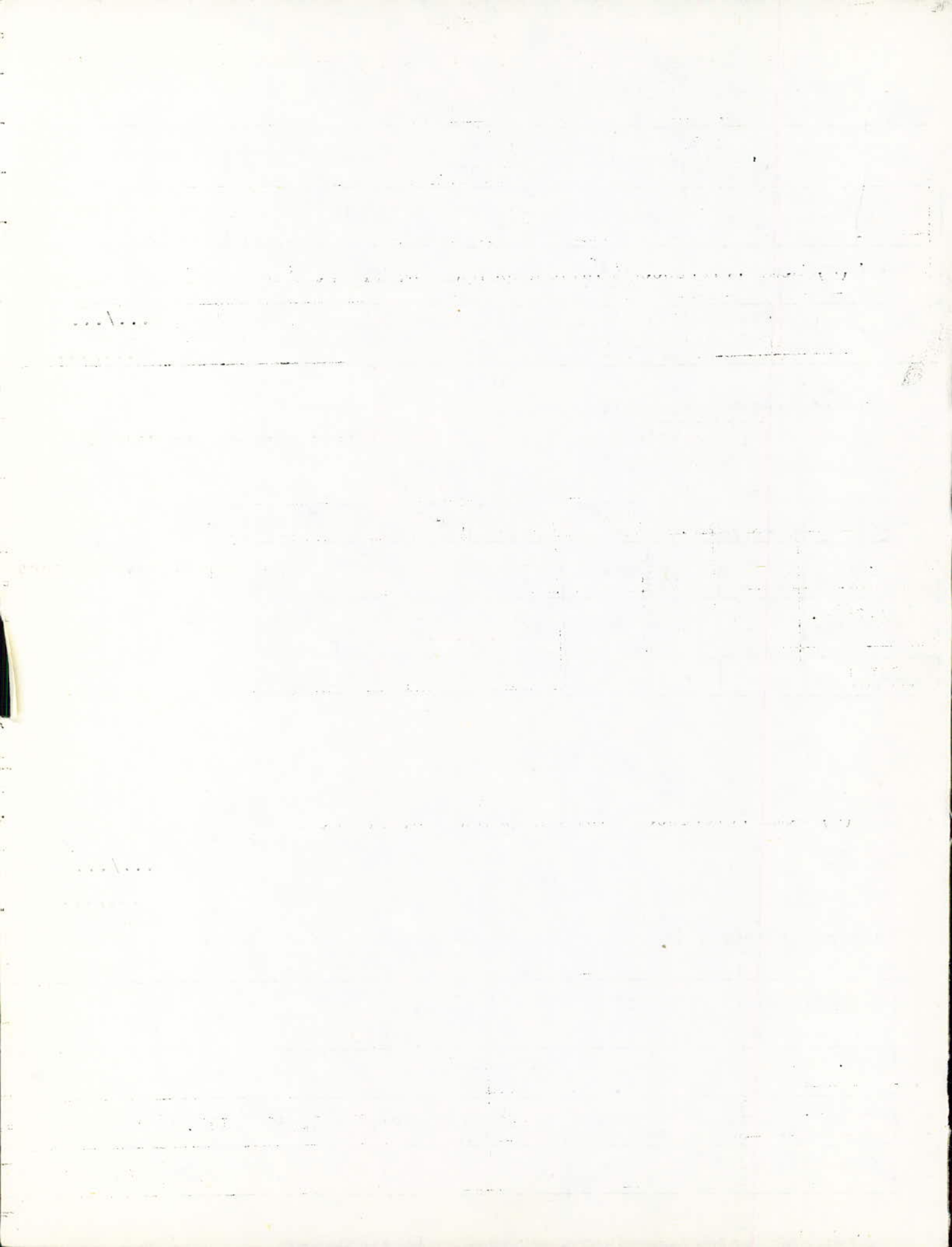
$$X_n = 0 \%$$

(Composition connue par C.P.G.)

$$X_A = 42,9 \%$$

Sachant : T_{max} = 175 °C.

Cg (°C)	Propriétés	Cp(cal/ °Cmole)	Hc(Kcal/ mole).	RM(ml/ mole)	γ (est)	TS(dyn/ cm).	Ri	MM(g)	Pc(atm)	Tc (°C)
-56 *	val.exp.	40,7	1520,7	46,25	1,0505	24,7	1,0501	137	24,7	356
-57,12	val.calc.	40,34	1508,4	46,52	1,135	25,67	1,0522	137,16	24,35	360
2	écart (%)	0,7	0,8	0,6	8	3,9	0,2	0,1	1,4	1,1



Remarques : La viscosité n'est pas une propriété additive, on la calcule de la façon suivante :

$$\ln \nu = \frac{\sum x_i \ln \nu_i}{\sum x_i}$$

On rappelle que : $\nu = \frac{VA}{d}$, VA (viscosité absolue) et d étant prises à la même température.

L'écart relativement grand qui existe entre la valeur expérimentale et la valeur calculée de la viscosité résulte du fait que nous avons comparé les viscosités à des températures différentes : la viscosité calculée est donnée à 25°C alors que la valeur expérimentale est mesurée à 100°F (\approx 38°C)

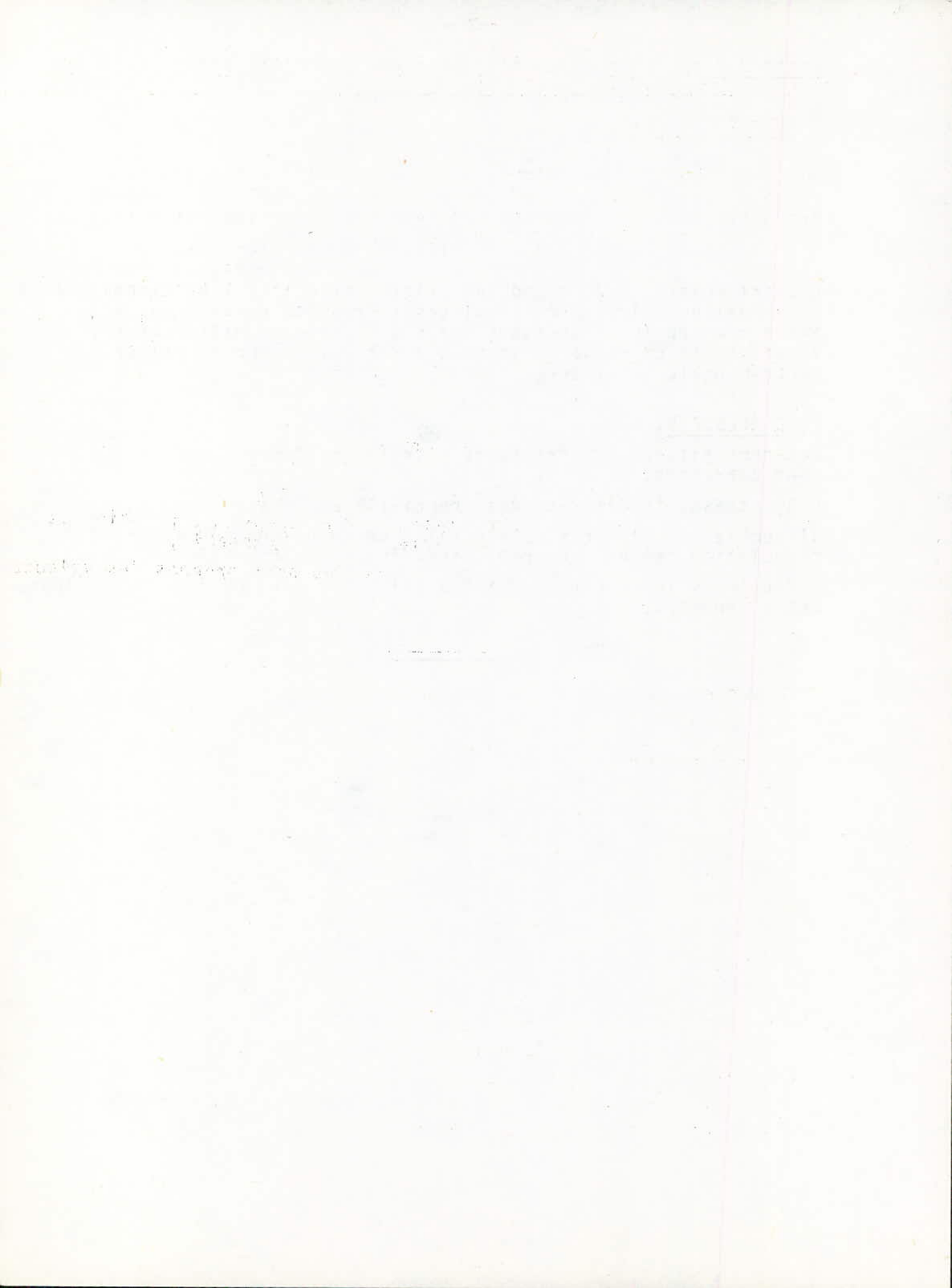
3) CONCLUSION.

Les compositions des fractions pétrolières données par la C.P.G. sont correctes.

L'hypothèse d'additivité des propriétés est juste.

Il semble que l'approximation faite en supposant que le point de congélation est une propriété additive est acceptable.

Enfin les valeurs des propriétés calculées sont proches des valeurs expérimentales.



B) EQUATIONS PERMETTANT LA DETERMINATION DES PROPRIETES CONNAISSANT CERTAINS PARAMETRES.

Nous proposons des équations pour chaque famille d'hydrocarbures, permettant la détermination de certaines propriétés à partir de la connaissance des paramètres : densité, masse moléculaire, température d'ébullition, facilement accessibles.

puis nous donnons des applications de ces équations pour les corps purs, les mélanges de corps purs et les fractions pétrolières, en supposant que les propriétés soient additives en poids.

1) Equations des Paraffines.

- . Cg = 313,7 d + 0,468 MM + 0,237 Teb - 92,9
- . Cp = 88,54 d + 0,129 MM + 0,066 Teb - 39,1
- . Hc = 2531,1 d + 3,713 MM + 1,891 Teb - 1102
- . RM = 75,2 d + 0,110 MM + 0,056 Teb - 32,4
- . VA = 2,160 d + 3,0710⁻³ MM + 1,5810⁻³ Teb - 1,483
- . TS = 25,2 d + 0,038 MM + 0,019 Teb - 3,34
- . Ri = 7,67 10⁻³ d + 1,15 10⁻⁵ MM + 5,83 10⁻⁶ Teb + 1,0383.
- . Pc = -39,634 d - 0,0588 MM - 0,030 Teb + 62,93
- . Tc = 468,92 d + 0,6994 MM + 0,3568 Teb - 157,27
- . Vc = 941,3 d + 1,4184 MM + 0,7212 Teb - 414,8
- . n = 0,1745 d + 2,55 10⁻⁴ MM + 1,31 10⁻⁴ Teb + 1,225
- . HV = - 61,45 d - 0,0911 MM - 0,0466 Teb + 131,43
- . ∇ = 2,04 d + 3,18 10⁻³ MM + 1,59 10⁻³ Teb - 1,286

2) Equations des Naphtènes.

- . Cg = 74,91 d - 0,1312 MM - 0,0601 Teb + 153,5
- . Cp = 168,8 d + 0,1444 MM + 0,076 Teb - 120
- . Hc = 5306,5 d + 3,6874 MM + 1,9731 Teb - 3558
- . RM = 131,15 d + 0,1102 MM + 0,059 Teb - 85,3
- . VA = 4,759 d + 3,99 10⁻³ MM + 2,1 10⁻³ Teb - 3,54
- . Ri = 0,0463 d + 0,35 10⁻⁴ MM + 1,85 10⁻⁵ Teb + 0,996
- . Pc = -92,66 d - 0,0738 MM - 0,0396 Teb + 118,8
- . Tc = 895,3 d + 0,727 MM + 0,366 Teb - 494
- . Vc = 1588,8 d + 1,330 MM + 0,710 Teb - 1054
- . n = 0,2084 d + 1,48 10⁻⁴ MM + 8 10⁻⁵ Teb + 1,2388
- . HV = - 157,1 d - 0,129 MM - 0,069 Teb + 220,2
- . ∇ = 3,883 d + 2,71 10⁻³ MM + 1,47 10⁻³ Teb - 2,577
- . TS = 28,69 d + 0,0239 MM + 0,0125 Teb - 1,75

.../...

3) Equations des Aromatiques.

- . $C_g = 2437,5 d - 0,999 MM - 0,5185 Teb - 1728$
- . $C_p = - 474,5 d + 0,1337 MM + 0,0736 Teb + 416,1$
- . $H_c = - 13068,6 d + 3,7017 MM + 2,0363 Teb + 11697,3$
- . $RN = - 393,7 d + 0,1122 MM + 0,0617 Teb + 355,2$
- . $VA = - 5,638 d + 2,27 \cdot 10^{-3} MM + 1,2 \cdot 10^{-3} Teb + 5,16$
- . $TS = - 31,18 d + 5,7 \cdot 10^{-3} MM + 3,17 \cdot 10^{-3} Teb + 54,15$
- . $Ri = 0,1946 d - 3,1 \cdot 10^{-5} MM - 1,8 \cdot 10^{-5} Teb + 0,899$
- . $P_c = 363,9 d - 0,1156 MM - 0,064 Teb - 256$
- . $T_c = - 1746,3 d + 0,5784 MM + 0,3183 Teb + 1743$
- . $V_c = - 4195,8 d + 1,4258 MM + 0,7809 Teb + 3740$
- . $n = 0,1886 d - 6,1 \cdot 10^{-5} MM - 3,3 \cdot 10^{-5} Teb + 1,3395$
- . $HV = 424,9 d - 0,1392 MM - 0,0767 Teb - 260,2$
- . $\nu = - 5,786 d + 2,27 \cdot 10^{-3} MM + 1,22 \cdot 10^{-3} Teb + 5,293$

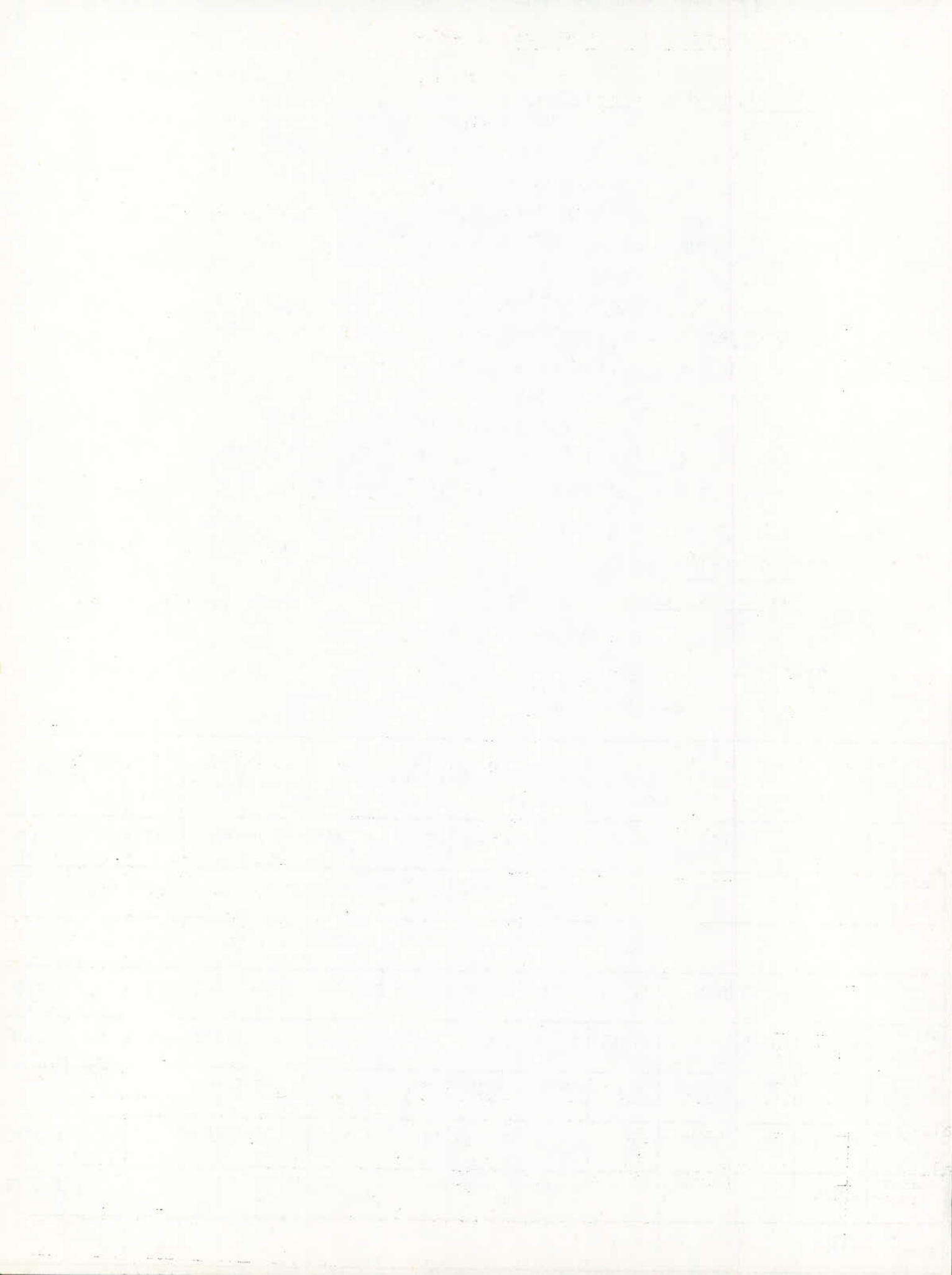
4) Applications :

a) Aux corps purs.

Prenons par exemple les corps purs suivants :

- paraffine : n.décane.
- naphtène : propylcyclohexane
- aromatique : ethylbenzene.

Propriétés	C_g (°K)	C_p (cal/deg/mol)	H_c (Kcal/mol)	RM ml/mole	VA c.poise	ν (cst)	TS (dyn/cm)	Ri	Pc (atm)	Tc (°C)	Vc cm ³ /mole	HV cal/g	n
valeurs exp.	243,49	56,07	1520,06	48,503	0,8588	1,004	23,37	1,04654	20,70	344,5	603	65,98	1,40967
valeur calc.	242,78	55,05	1593,8	47,6	0,797	0,925	23,67	1,04652	20,55	344,9	596,2	65,72	1,4108
écart	0,3	1,8	1,6	1,8	7,1	7,9	1,3	0,002	0,7	0,1	1,1	0,4	0,08
valeur exp.	178,26	44,03	1404,34	41,69	0,931	1,000	25,85	1,03990	27,70	366	477	68,30	1,43478
valeur calc.	186,6	43,45	1407,6	41,43	1,051	1,062	25,88	1,03988	30	362,2	479,9	69	1,4346
écart (%)	4,7	1,3	0,2	0,6	12,9	6,2	0,1	$1,510^{-3}$	8,6	1	0,6	1	0,01
valeur exp.	178,185	30,69	1091,03	35,77	0,6354	0,6428	28,48	1,06188	35,62	344,02	374	80,07	1,49320
valeur calc.	197,9	31	1094,4	35,9	0,701	0,709	28,3	1,06112	36,9	341,4	378,3	81,1	1,4912
écart	11	1	0,3	0,3	10,3	10,3	0,6	0,07	3,6	0,8	1,1	1,3	0,1



b) Aux mélanges de corps purs. -29-

- A un mélange de 3 hydrocarbures C_7 , C_8 , C_9 , de chaque famille (P,N,A) de composition :

$$X_p = X_n = X_A = 0,33$$

Propriétés	C_g (°k)	C_p /mole cal/deg	H_c Kcal/mol	RM ml/mol	VA c.poise	TS (dyn/cm)
valeurs calculées à partir des données exp.	181,69	37,95	1215,4	37,36	0,6619	24,72
val.calculées à partir des équat.proposées.	197,5	38,3	1229	37,7	0,7237	24,73
écart (%)	8,7	1	1,1	0,9	9,3	0,06

Propriétés	R_i	P_c (atm)	T_c (°C)	V_c (cm ³ /mole)	n	H_v (cal/g)
Val.cal.à partir données exp	1,048764	30,427	323,68	433	1,43846	75,08
val.cal.à partir équations proposées.	1,04830	31,43	323,77	434,8	1,4371	75,58
Ecart (%)	0,04	3,3	0,03	0,4	0,09	0,7

- A un mélange de 3 hydrocarbures C_7 , C_8 , C_9 de chaque famille (P,N,A) de composition : $X_p = 0,6$; $X_n = 0,2$; $X_A = 0,2$

Propriétés	C_g (°k)	C_p (cal/dg:mole)	H_c (kcal/mole)	RM(ml/mole)	VA(c. poises)	TS(dyn/cm)
val.cal à partir don.exp.	191,48	40,82	1252,3	38,09	0,6074	23,3
val.cal à partir équat.pro.	202	41,25	1266,7	38,4	0,6627	23,22
écart (%)	5,5	1	1,1	0,9	9,1	0,3

Propriétés	R_i	P_c (atm)	T_c (°C)	V_c (cm ³ /mole)	n	H_v (cal/g)
al.cal.à partir don.exp.	1,04757	28,142	312,116	456,06	1,42085	73,9
al.cal.à partir équat.prop.	1,0426	28,79	311,93	458,4	1,41914	74,29
écart (%)	0,03	2,3	0,06	0,5	0,1	0,5

c) Aux fractions pétrolières.

. Prenons la fraction 5 de composition : $X_D = 70,6\%$
 $X_n = 29,4\%$
 $X_A = 0$

et dont les caractéristiques sont :

$d = 0,693$; $T_{eb} = 76\text{ }^\circ\text{C}$; $MM = 90,8$

Propriétés	$P_c(\text{atm})$	$T_c(^\circ\text{C})$	V_c (cm^3/mol)	C_p ($\text{cal}/^\circ\text{C mol}$)	ΔHV (cal/g)	ν_{cst} (100°F)	n	$\rho_M/\text{ml}/\text{mole}$	R_i
valeurs exp.	31,7	249,6	371	33,14	77,92	0,451	1,389	30,98	1,0425
valeurs calc.	32,8	247	362,5	32,9	82	0,505	1,386	29,9	1,0414
écart(%)	3,6	1	2,3	0,7	5,4	12	0,2	3,5	0,1

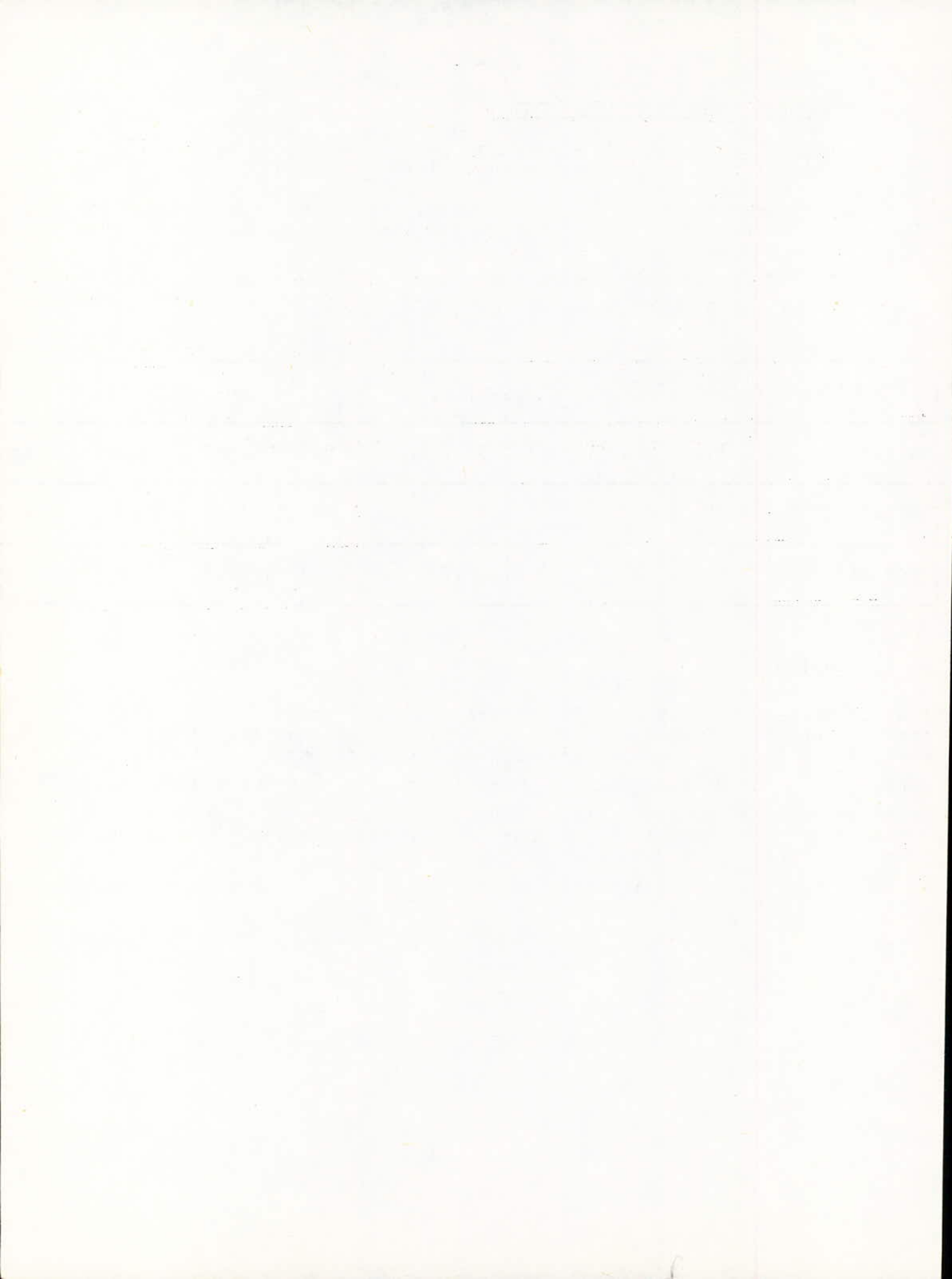
5) Conclusion.

Nous constatons que ces équations donnent des valeurs des propriétés assez proches des valeurs expérimentales aussi bien pour les corps purs, les mélanges de corps purs ou pour les fractions pétrolières.

Seules, le point de congélation et la viscosité donnent de grands écarts.

En effet quand on approxime les courbes des paramètres C_p et VA (ou ν) à des droites (approximation au sens des moindres carrés), l'erreur que l'on commet est très grande.

Enfin, l'hypothèse d'additivité des propriétés semble correcte.



C. CONSTRUCTION DE NOMOGRAMMES

Un nomogramme sert à déterminer graphiquement les propriétés physiques et chimiques d'un composé dont une seule propriété est connue.

La construction est basée sur la recherche de points qui coupent des axes de propriétés gradués (ces axes pouvant avoir une forme quelconque).

Si les points pivots sont difficiles à trouver pour les paraffines ; pour les naphthènes et aromatiques, la recherche est encore beaucoup plus complexe.

Enfin, l'utilité du nomogramme est qu'il permet un gain formidable de temps, si nous n'avons pas de possibilité de mesurer expérimentalement ces propriétés.

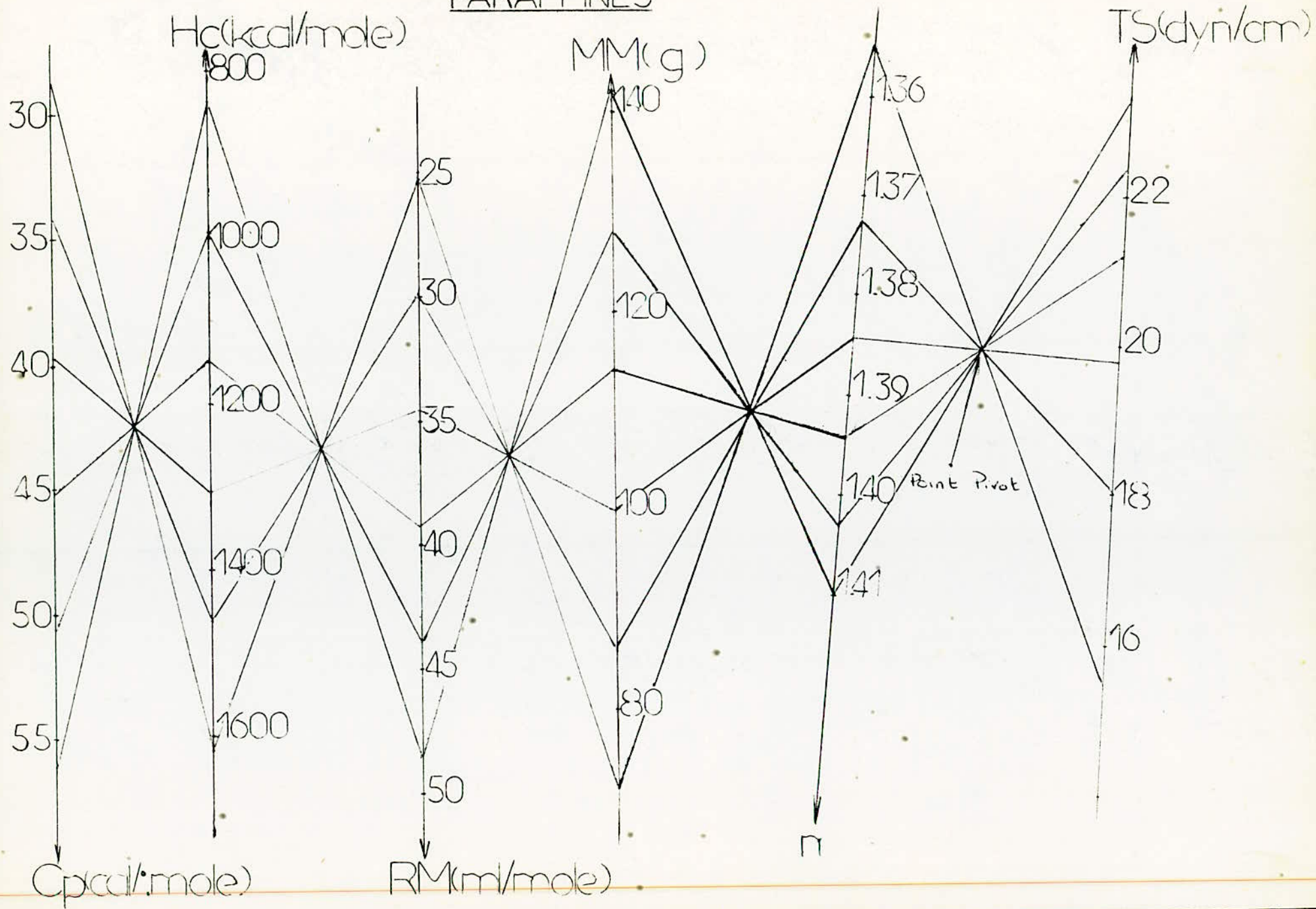
A la précision du graphique près, les valeurs des propriétés lues sur le nomogramme peuvent être d'une grande utilité.

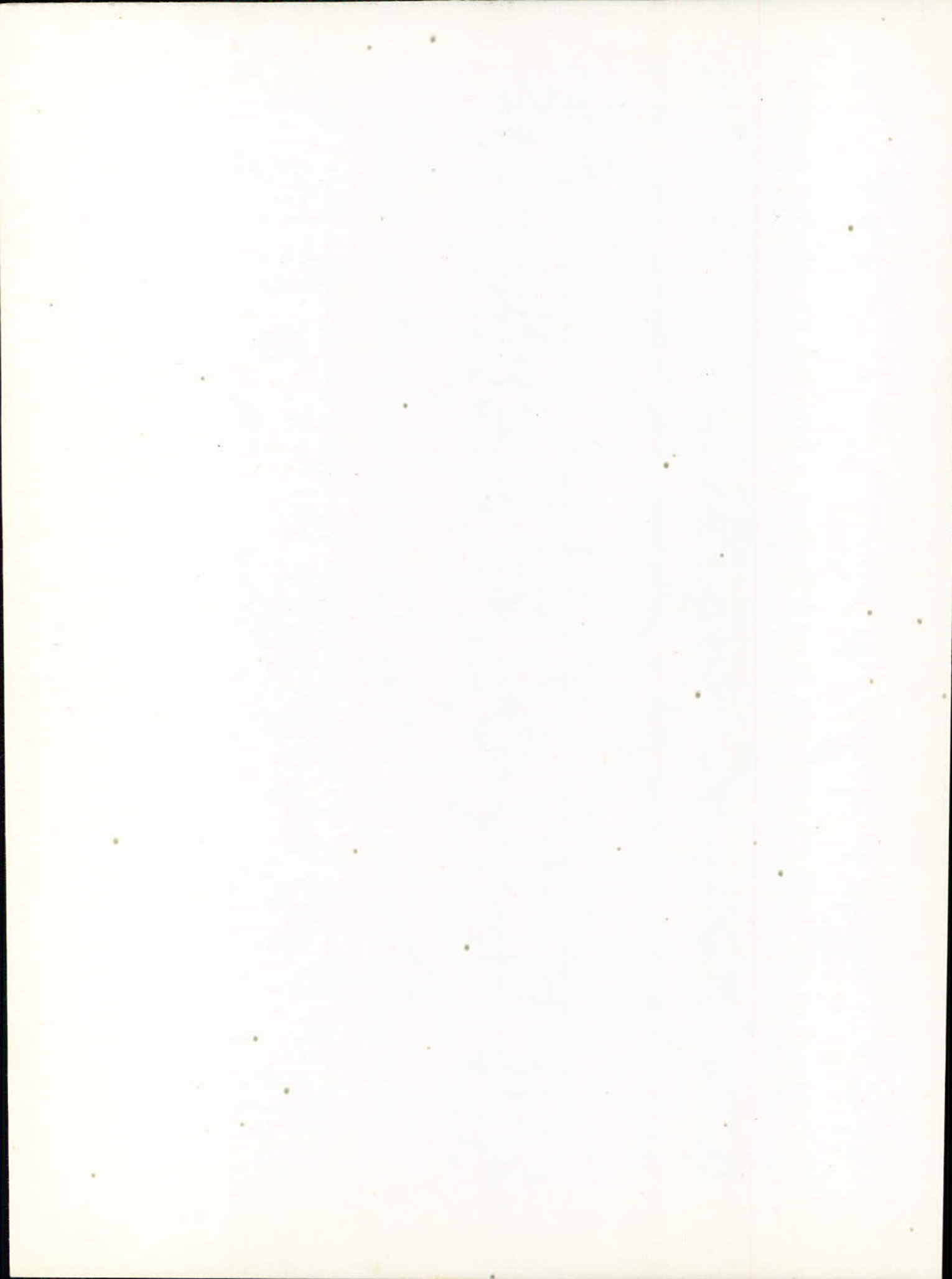
→ pivots par lesquels on fait passer des droites qui

.../...

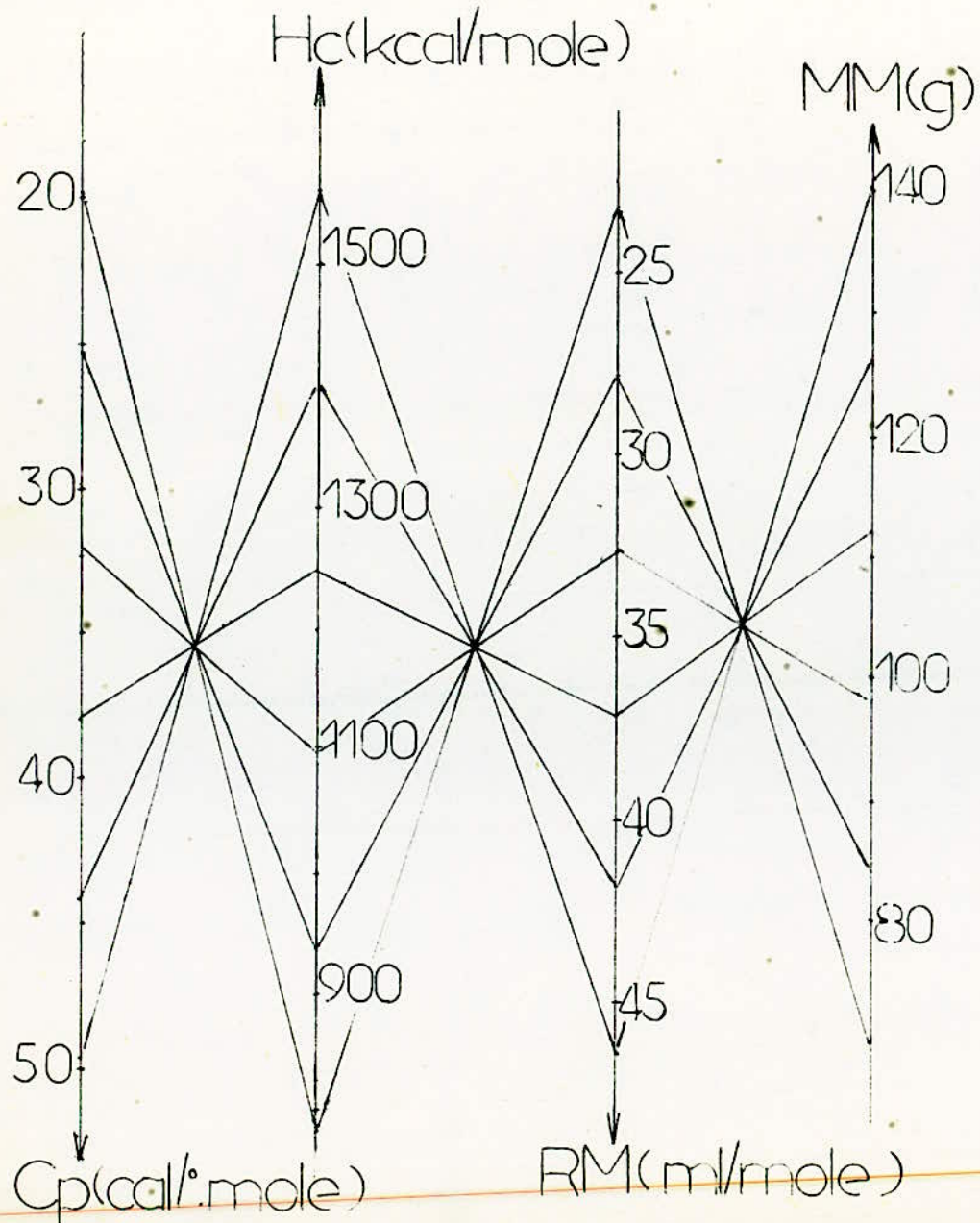


PARAFFINES





NAPHTENES



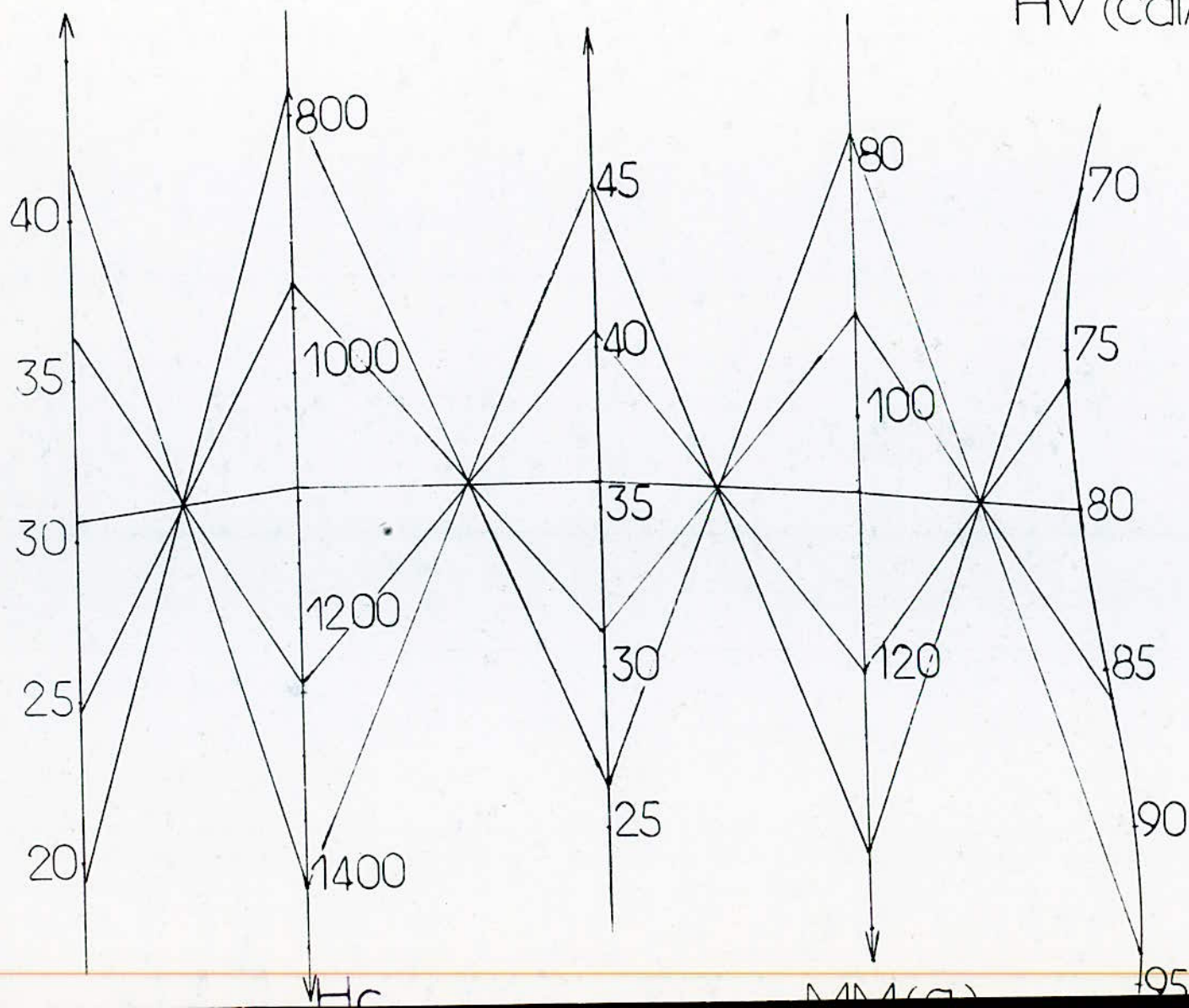


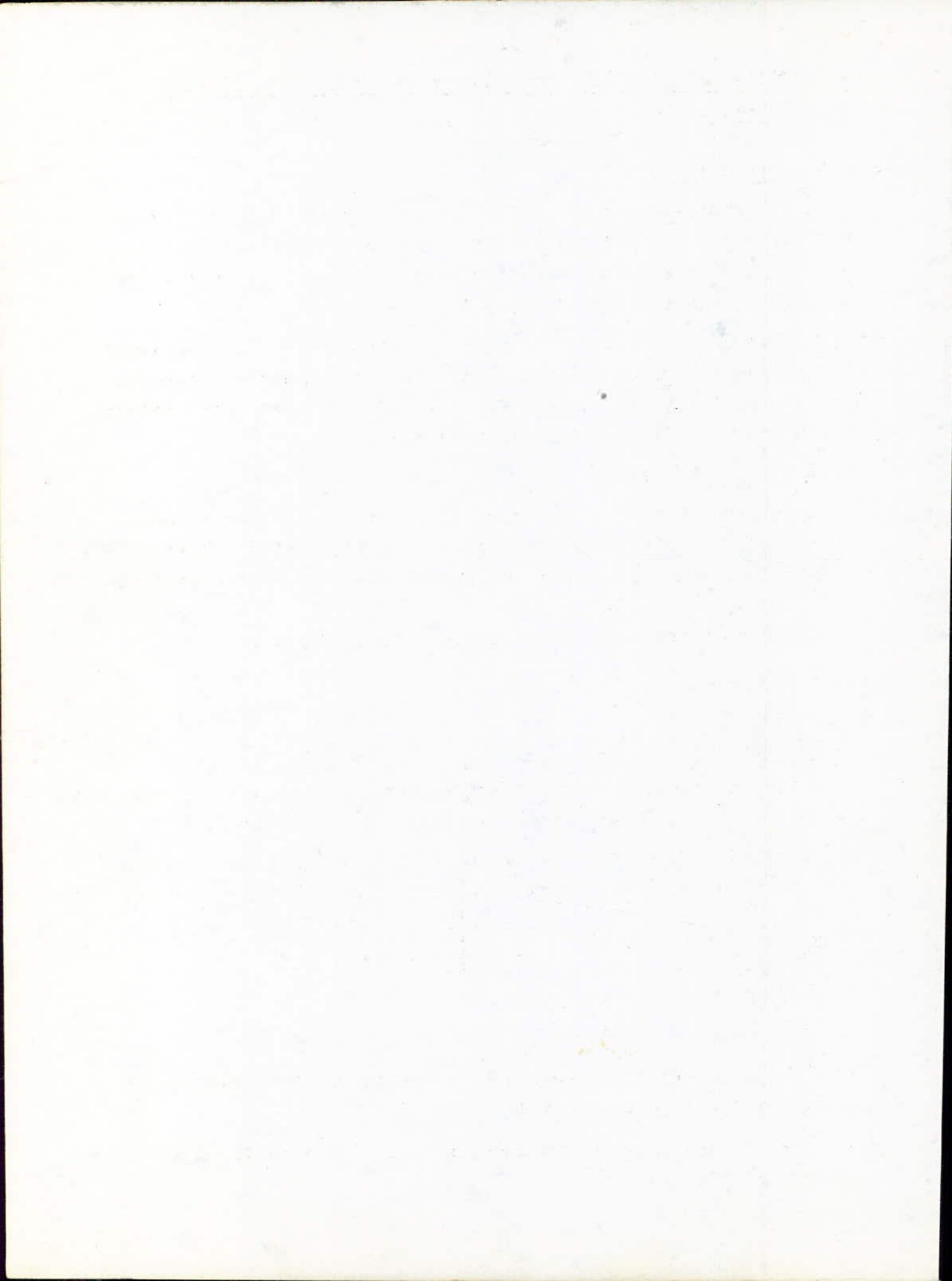
AROMATIQUES

C_p (cal/deg.mole)

RM (ml mole)

HV (cal/g)





VI CORRELATIONS SUR LES COMPOSITIONS DES FRACTIONS LEGERES DU PETROLE.

I - Introduction.

Dans la prédiction des propriétés physiques et thermodynamiques des fractions pétrolières, il est important de déterminer la proportion des hydrocarbures paraffiniques, naphténiques et aromatiques présents dans la fraction.

Puisque la composition des fractions pétrolières n'est habituellement pas déterminée expérimentalement, plusieurs méthodes et corrélations ont été développées pour prévoir cette composition (voir chapitre II de la partie théorique)

2. - Méthode de Calcul.

Il s'agit de trouver 2 paramètres séparant bien les 3 grandes familles d'hydrocarbures qui, associés à l'équation : $X_P + X_N + X_A = I$, nous permettront de trouver les compositions en différentes familles.

Nous devons alors résoudre le système d'équations :

$$\begin{cases} X_P + X_N + X_A = I \\ aX_P + bX_N + cX_A = A \\ a' X_P + b' X_N + c' X_A = B \end{cases}$$

où a, b, c et a', b', c' sont respectivement les valeurs moyennes des paramètres A et B, pour chaque famille d'hydrocarbures.

La résolution se fait en utilisant le système de Cramer, c'est à dire, par inversion de la matrice $\begin{bmatrix} I & I & I \\ a & b & c \\ a' & b' & c' \end{bmatrix}$ et sa multiplication par

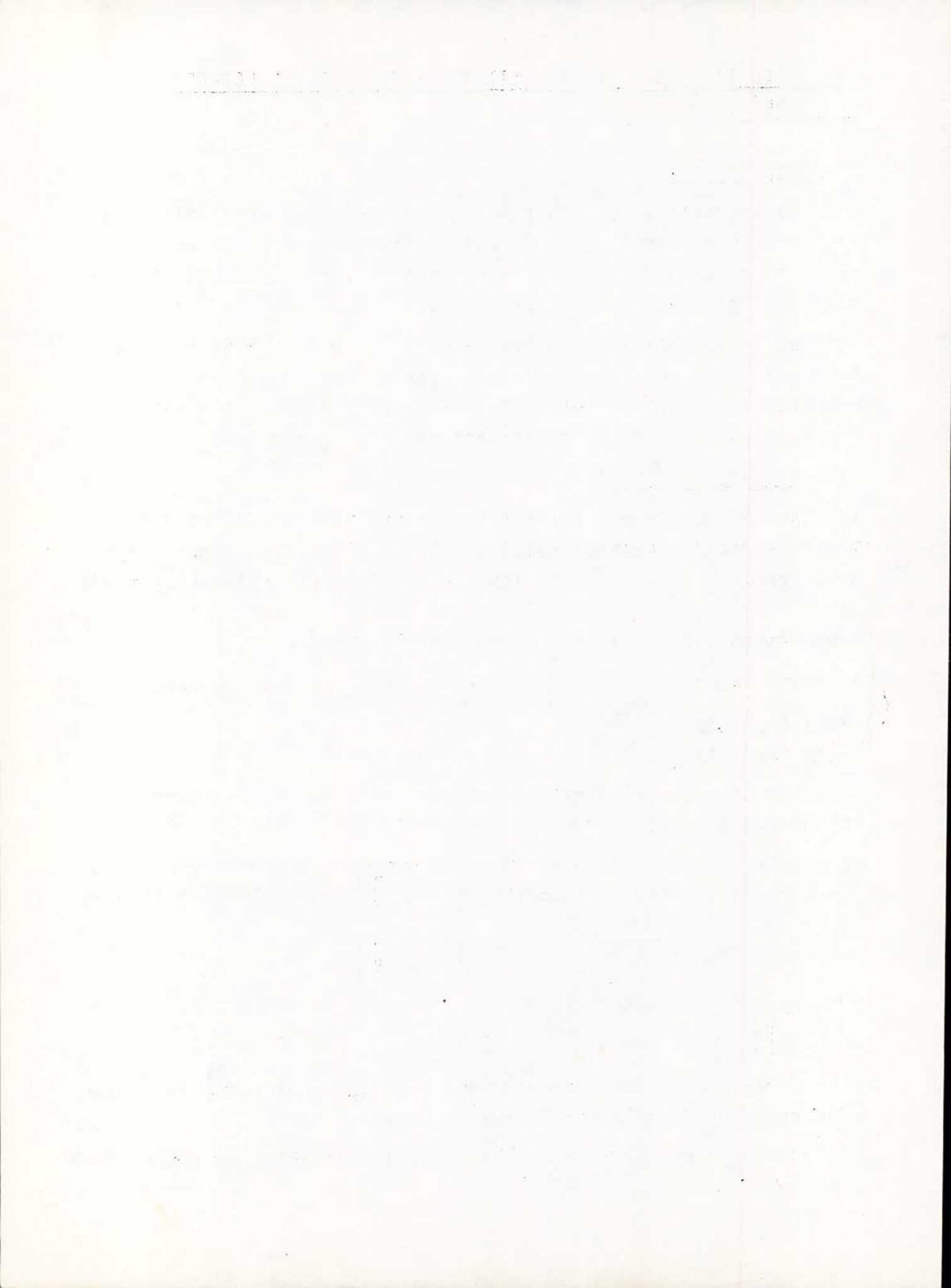
le vecteur

$$\begin{bmatrix} I \\ a \\ a' \end{bmatrix}$$

Colonne $\begin{bmatrix} I \\ A \\ B \end{bmatrix}$

Nous avons choisi 5 hydrocarbures : C_6 à C_{10} de chaque familles pour connaître les fractions molaires X_P , X_N et X_A

Les corrélations que nous proposons sont donc valables entre 40 et environ 200°C.



3. Corrélations

Corrélation 1.

Elle nécessite la connaissance des paramètres : densité, indice de réfraction, température d'ébullition.

$$A = T_{eb}^3 / (d.n)^{17}$$

$$B = n^{23}$$

Le système d'équations donnant X_p , X_N , X_A est :

$$X_p = 8,276 \cdot 10^{-7} A + 2,0917 \cdot 10^{-5} B - 0,1443$$

$$X_N = -1,0245 \cdot 10^{-6} A - 2,5454 \cdot 10^{-4} B + 1,6721$$

$$X_A = 1,9696 \cdot 10^{-7} A + 2,3363 \cdot 10^{-4} B - 0,5278$$

Nous avons appliqué cette corrélation aux fractions pétrolières issues de la distillation de coupes pétrolières légères fournie par la raffinerie d'Alger (projets de fin d'études 1984, 1977).

Les valeurs des compositions des fractions sont données sur le listing ci-joint :

Corrélation 2 :

$$A = d^{10} / T_{eb}$$

$$B = n^{22}$$

De la même manière, nous obtenons le système d'équations suivant :

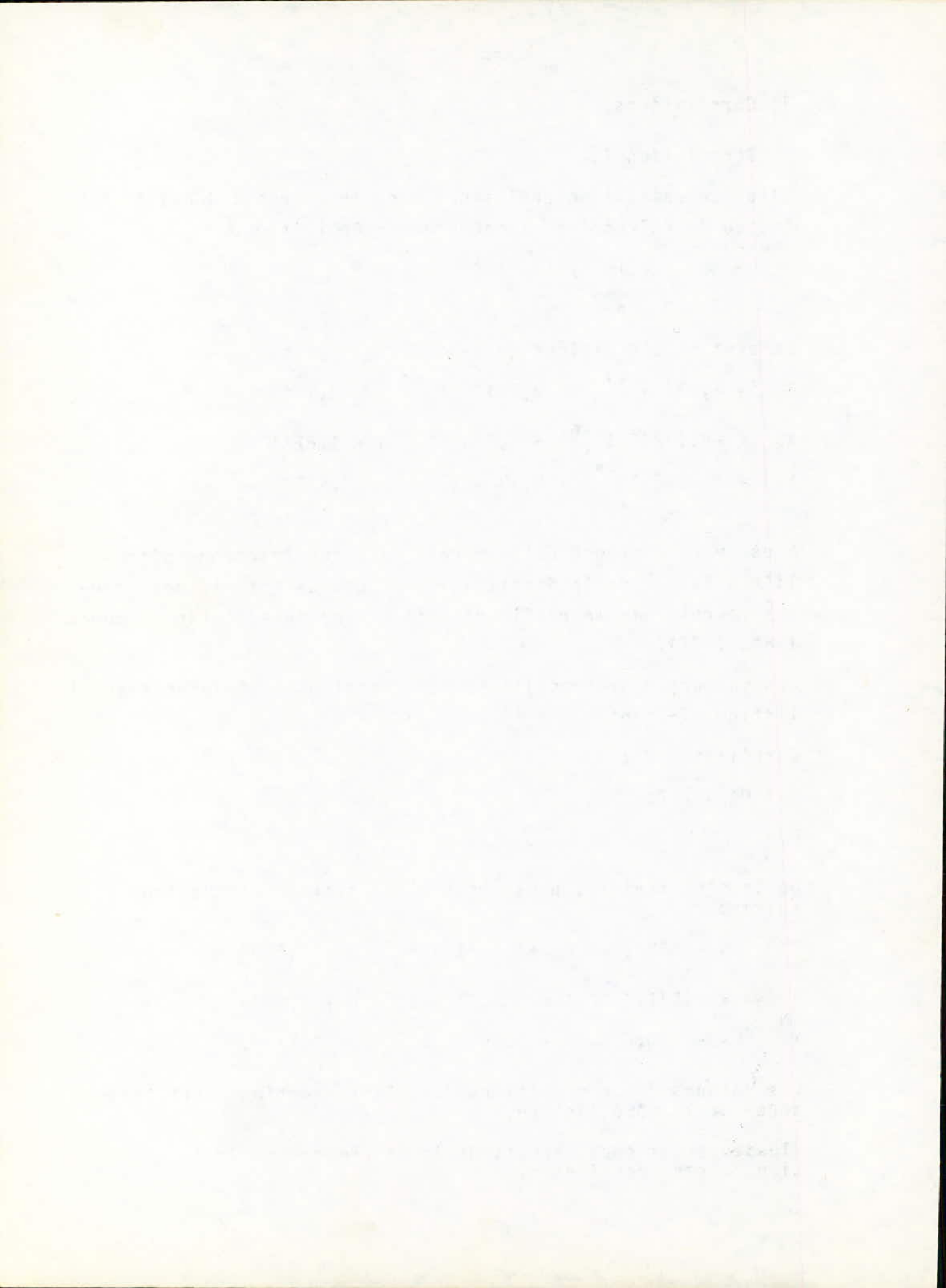
$$X_p = -3630,946 A + 3,8155 \cdot 10^{-4} B + 1,1908$$

$$X_N = 4531,644 A - 8,2727 \cdot 10^{-4} B + 0,0444$$

$$X_A = -900,698 A + 4,4572 \cdot 10^{-4} B - 0,2352.$$

Les valeurs des compositions des mêmes fractions sont présentées sur le même listing.

Plusieurs méthodes permettent la détermination de la composition de ces fractions :.



CORRELATION 1

$$A = Teb^3 / (d.n)^{17}$$

$$B = n^{23}$$

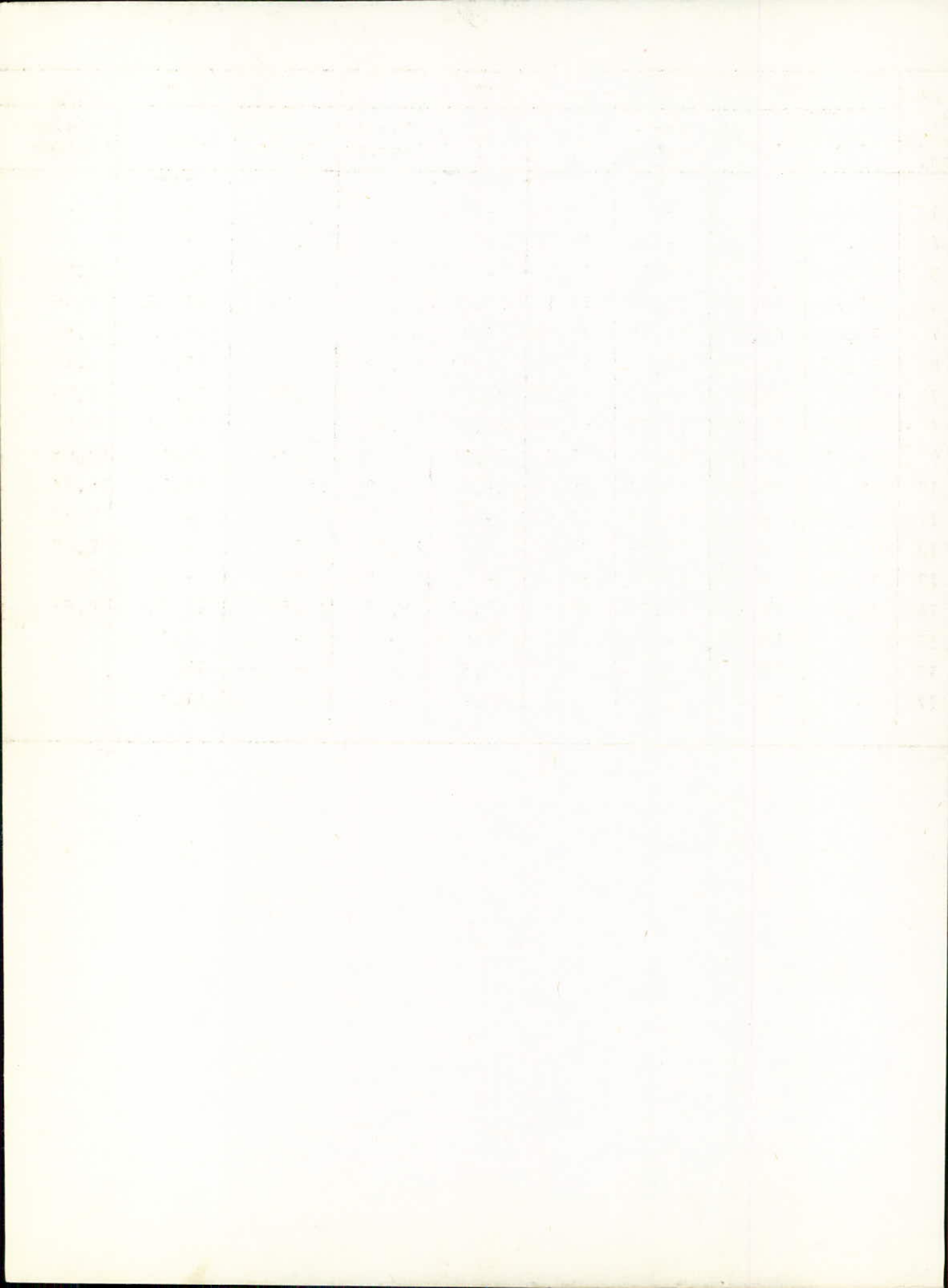
X_P	X_N	X_A
.591262853205	.487382339397	-.0786451931024
.722069588345	.285890526128	-.00792011447241
.892938157452	.0411675440966	.0658942984512
.922539512157	-.038448465741	.115908953584
.782341959669	.0942726819442	.123385358387
.610823841443	.220873077108	.16830308145
.564398314013	.22493246094	.210669225047
.594218014771	.149512601205	.256269384024
.666156975451	.0299551976169	.303887826933
.618395501442	.000439220956665	.381165277602
.542310647369	.384235558355	.0734537942767
.592315914545	.284606279243	.123077806211
.672906693641	.152438490513	.174654815846
.749805602204	.0227363535028	.227458044293
.651378906961	.146364532128	.202256560912
.522457009944	.219202626608	.258340363448
.679089735594	.0474143944735	.273495869933

CORRELATION 2

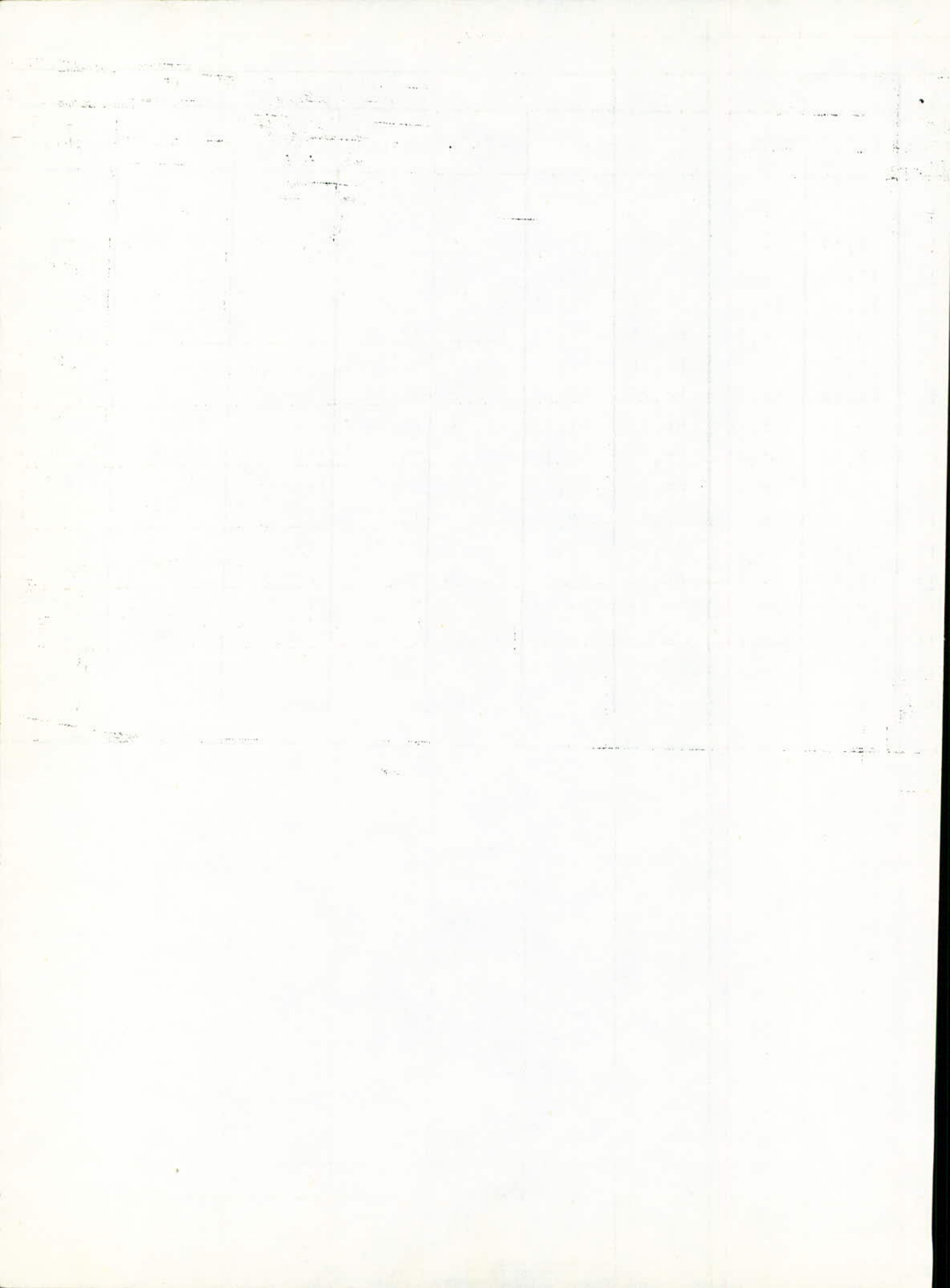
$$A = d^{10} / Teb$$

$$B = n^{22}$$

X_P	X_N	X_A
.710807049287	.33431306093	-.0451201102166
.726544682833	.272116968428	-.00133834873948
.763204109821	.190838072287	.0459578178919
.758553711411	.150865241666	.0905810469231
.654711165829	.237161090784	.108127743387
.582815092751	.23654310729	.180641799959
.533007830332	.242754604786	.224237564882
.542894513416	.190226447455	.266879039129
.588907877229	.101044826768	.310047296003
.615434412158	-.0239946736144	.408560261457
.587109022473	.313924617223	.0989663603039
.592943292787	.266830084925	.140226622288
.624586162729	.193255795841	.182158041431
.660709964137	.1119784344	.227311601464
.504899663908	.308300932169	.186799403923
.444862120959	.292630960201	.26250691884
.497388107778	.25011931189	.252492580332



N° de ract- on.	xp			xn			xa		
	C.P.G. %	N.D.P.A. %	Riazi- Daubert %	C.P.G. %	N.D.P.A. %	Riazi- Daubert %	C.P.G. %	N.D.P.A. %	Riazi- Daubert %
I	100	-	-	0	-	-	0	-	-
2	85,72	-	-	12,08	-	-	2,20	-	-
3	73,33	-	89,55	15,00	-	3,60	3,34	-	6,85
4	71,26	66,35	83,95	18,10	19,60	8,00	10,64	14,05	7,96
5	70,63	68,69	68,05	29,37	23,08	27,44	0	8,23	4,51
6	70,56	66,30	66,28	29,44	22,47	24,62	0	11,23	9,10
7	63,78	64,94	59,66	28,29	24,43	30,98	7,93	10,53	9,36
8	58,33	64,83	55,72	41,67	25,05	34,52	0	10,12	9,76
9	54,68	63,75	55,05	42,10	25,65	34,90	3,22	10,60	10,05
10	58,23	63,55	59,50	26,22	21,92	24,69	15,55	14,53	15,81
11	90,43	-	76,74	9,57	-	14,79	0	-	8,47
12	77,26	-	70,83	22,74	-	20,74	0	-	8,43
13	64,65	-	66,28	35,35	-	24,28	0	-	8,84
14	59,20	66,29	64,92	21,26	22,43	25,41	19,54	11,28	9,67
15	-	58,7	-	-	34,8	-	-	6,5	-
16	-	52,6	-	-	35,5	-	-	11,9	-
17	-	58,4	-	-	30,2	-	-	11,4	-



Remarques sur les corrélations proposées :

Certes, ces corrélations donnent des résultats différents en comparaison aux méthodes CPE, N.D.P.A. et RIAZI-Daubert, mais permettent tout de même de séparer un grand nombre de fractions.

Nous nous sommes basés, sur la recherche de paramètres A et B, séparant bien les paraffines des naphtènes et des aromatiques.

Le tableau ci-dessous montre cette séparation.

	Corrélation 1		Corrélation 2	
	A	B	A	B
Paraffines	$1,72 \cdot 10^6$ - $3,16 \cdot 10^6$	1513-2790	$2,26 \cdot 10^{-4}$ - $2,47 \cdot 10^{-4}$	1100-1976
Naphtènes	$0,88 \cdot 10^5$ - $5,4 \cdot 10^5$	3346- 4442	$0,58 \cdot 10^{-3}$ - $1,02 \cdot 10^{-3}$	2351-3083
Aromatiques	$0,46 \cdot 10^4$ - $9,11 \cdot 10^4$	9591-11417	$1,2 \cdot 10^{-3}$ - $3,40 \cdot 10^{-3}$	6437-7606

.../...



CORRELATION 1

$$A = T_{eb}^3 / (d \cdot n)^{17}$$

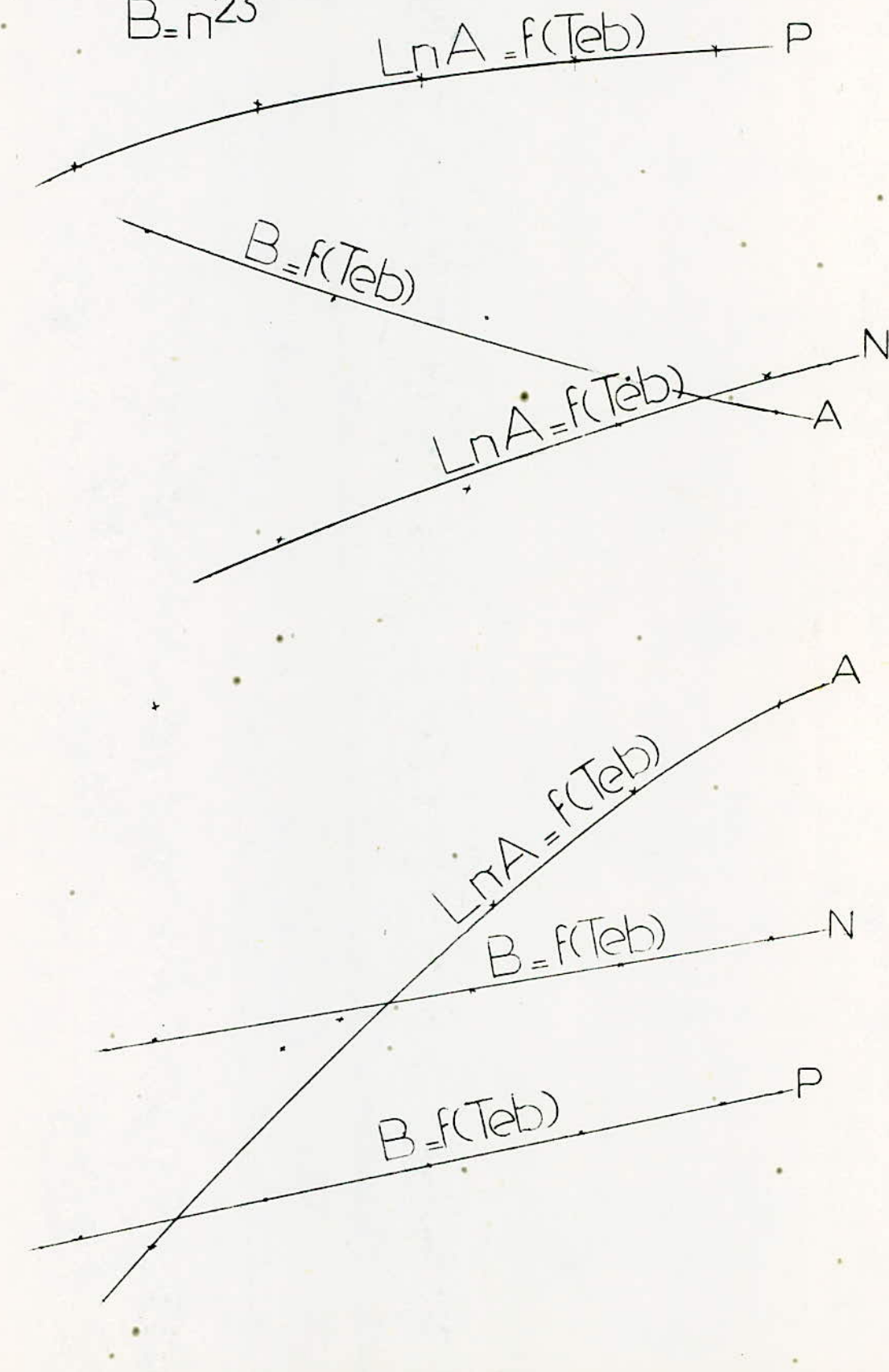
$$B = n^{23}$$

Ln A

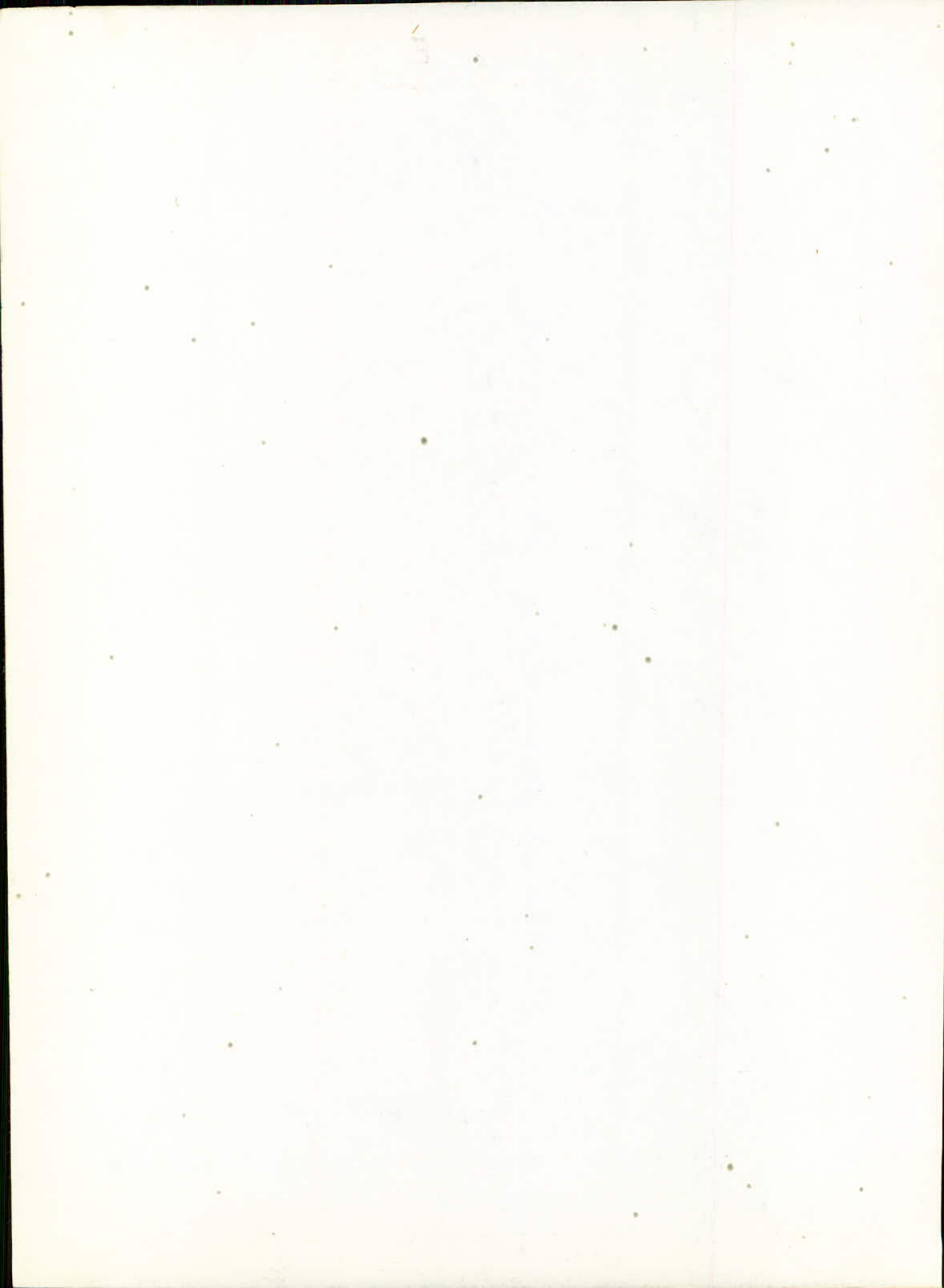
B

15
14
13
12
11
10
9
8

12000
8000
4000
1000



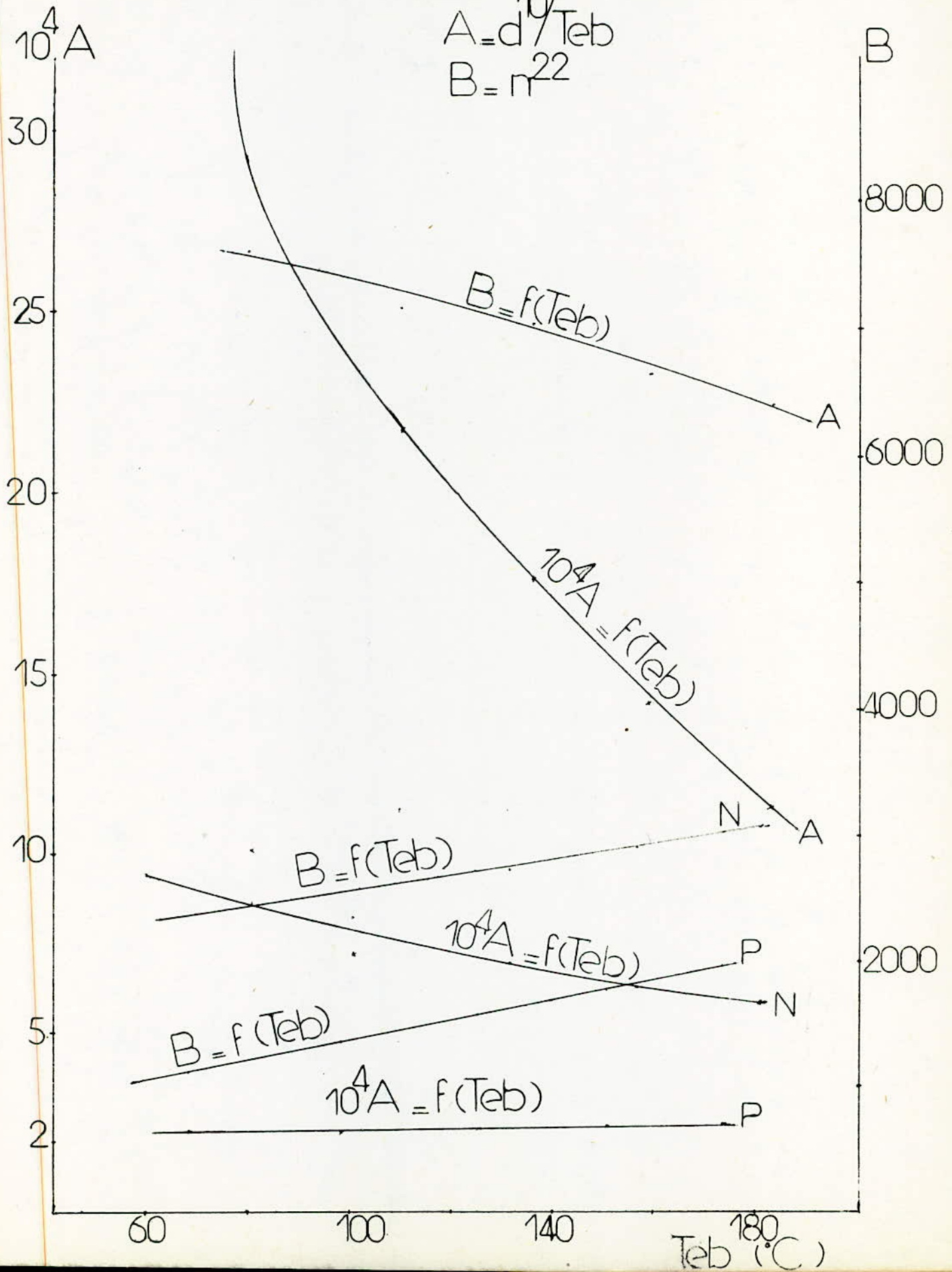
60 100 140 180 Teb(°C)



CORRELATION 2

$$A = d^{10} / T_{eb}$$

$$B = n^{22}$$





CONCLUSION GENERALE

Nous avons proposé des équations représentant la variation de l'enthalpie standard de vaporisation, de quelques hydrocarbures, valables pour toute température.

Puis, à partir des équations obtenues par la méthode du polynôme ^{d'interpolation} de Newton, nous avons pu déterminer à partir de la connaissance d'une propriété toutes les autres grandeurs avec une précision acceptable (en général inférieure à 5%). Nous avons présenté également des équations permettant la détermination des propriétés physiques et chimiques des corps purs, des mélanges de corps purs et des fractions pétrolières, à partir de la connaissance de paramètres facilement accessibles expérimentalement.

La construction de nomogrammes par famille d'hydrocarbures reste incomplète ; elle nécessite à mon sens plus de temps de recherche.

Même si les corrélations proposées séparent bien les fractions pétrolières, il reste encore à les simplifier d'avantage et à voir comment on pourrait approcher les compositions obtenues par C.P.G. ou mieux encore par utilisation et confrontation de plusieurs techniques d'analyse.

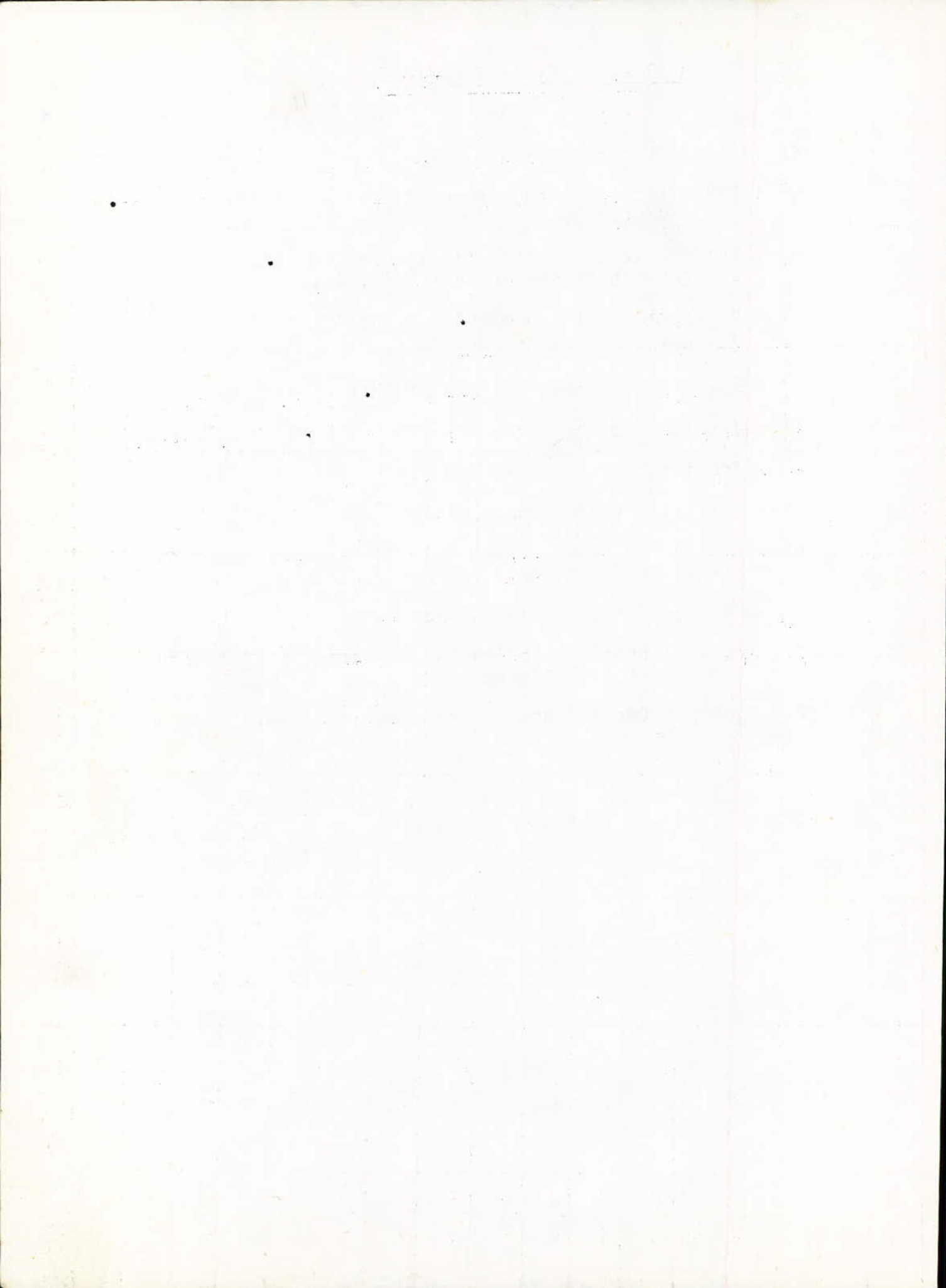


A N N E X E

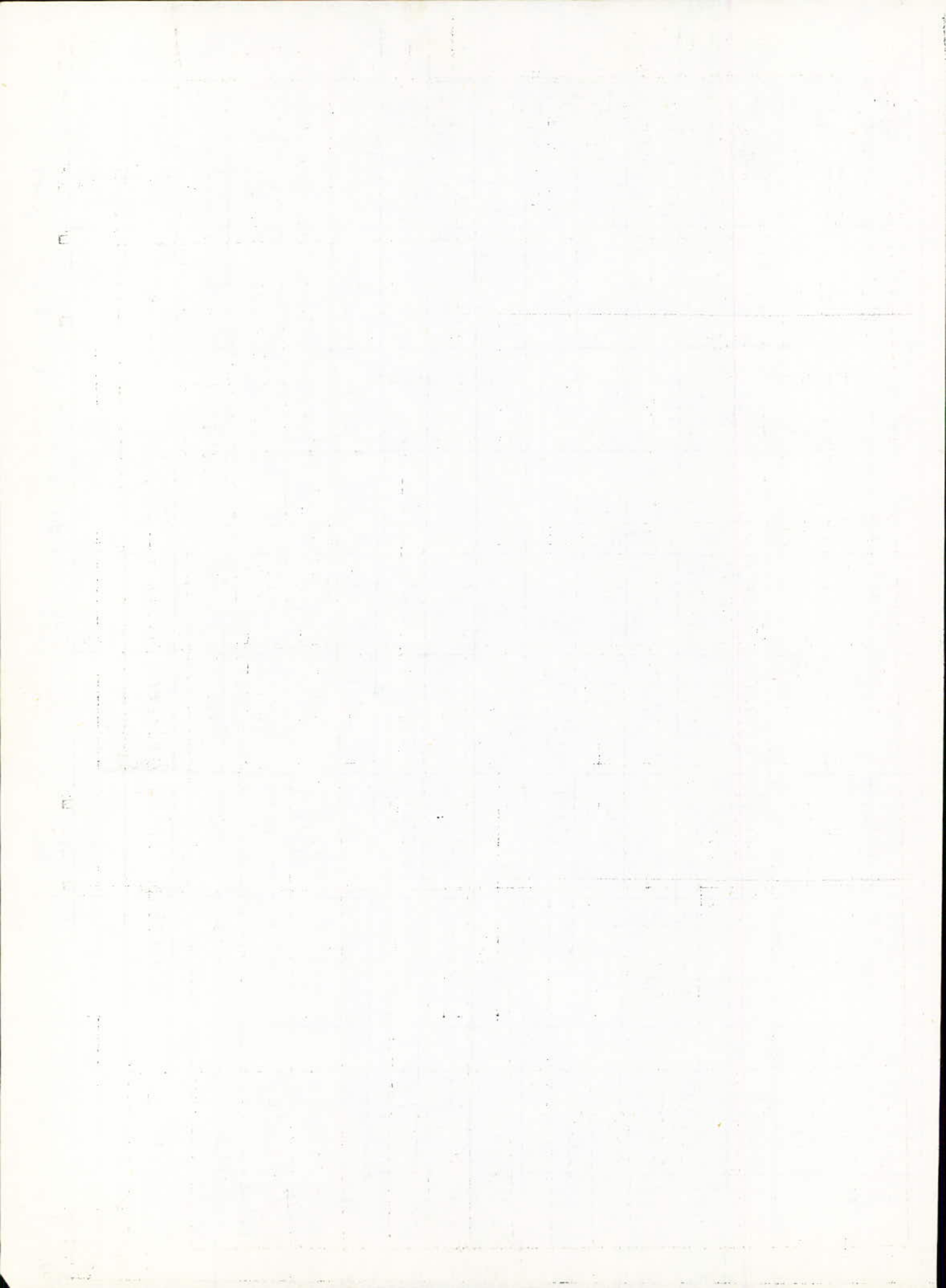


NOTATIONS ET ABREVIATIONS.

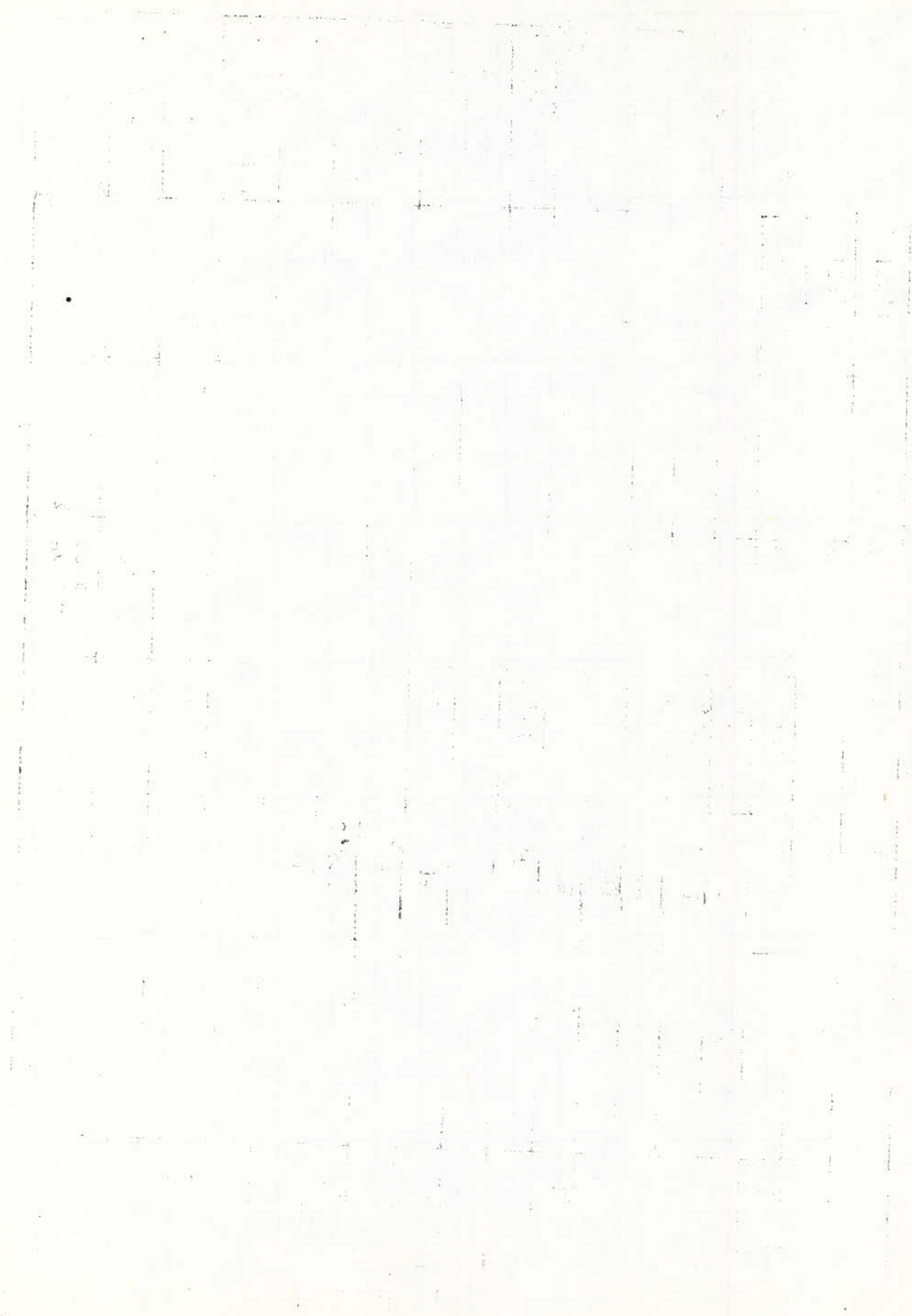
- Cg : Point de congélation à 1 atm
- Cp : Capacité calorifique (pour l'état idéal du gaz) à 25°C
en cal/deg.mole
- Hc : Chaleur de combustion (du liquide) à 25°C
et pression constante en K cal/mole.
- RM : Réfraction molaire à 25°C $v (n^2-1)(n^2+2)$
(V: volume molaire) en Ml/mole.
- VA : Viscosité absolue à 1 atm et 25°C en C. poises.
- ν : Viscosité cinématique à 1 atm et 100°F en C. Stokes.
- TS : Tension superficielle à 1 atm et 25°C en dyn/cm
- Ri : Réfractivité Intercept à 25°C
- BV : Chaleur de vaporisation à la température normale
d'ébullition en Cal/g
- P, N, A : Paraffine, Naphtène, Aromatique
- Xp, Xn, Xa : Fractions molaires des paraffines, naphtènes
et aromatiques
- C.P.G. : Chromatographie en phase gazeuse.



	Proprietés Composés	Pc (atm)	Tc (°C)	Vc (cm ³ /mole)	d(g/cm ³) à 25°C	MM(g)	Teb (°C) à 1 atm	n à 25°C	TV (mm Hg) à 25°C	HV (cal/g) à Teb, 1 atm
P A R A F F I N E S	n. pentane (C ₅)	33,25	196,50	304	0,62137	72,151	36,064	1,35472	512,48	85,38
	n. hexane (C ₆)	29,73	234,30	370	0,65479	86,178	68,732	1,37226	151,26	80,03
	n. heptane (C ₇)	27,00	267,10	432	0,67949	100,205	98,500	1,38511	45,71	75,61
	n. octane (C ₈)	24,54	295,68	492	0,69847	114,232	125,675	1,39505	14,02	72,01
	n. nonane (C ₉)	22,60	321,49	548	0,71379	128,259	150,818	1,40311	4,34	68,80
	n. décane (C ₁₀)	20,70	344,5	603	0,72623	142,286	174,154	1,40967	1,36	65,98
N A P H T H E N E S	cyclopentane (C ₅)	44,49	238,60	260	0,74043	70,135	49,252	1,40363	317,470	93,03
	cyclohexane (C ₆)	40,20	280,40	308	0,77387	84,162	80,710	1,42354	97,580	85,08
	méthylcyclohexane (C ₇)	34,26	299,04	368	0,76504	98,189	100,034	1,42052	46,330	75,78
	éthylcyclohexane (C ₈)	30,0	335,00	450	0,78388	112,216	131,795	1,43073	12,780	73,08
	n. propylcyclohexane (C ₉)	27,70	366,00	477	0,78975	126,243	156,740	1,43478	4,123	68,30
n. butylcyclohexane (C ₁₀)	31,10	394,00	534	0,79549	140,270	180,981	1,43855	1,520	65,60	
A R O M A T I O U E S	Benzène (C ₆)	48,34	289,01	259	0,87368	78,114	80,094	1,49792	95,170	94,13
	toluène (C ₇)	40,55	318,64	316	0,86231	92,143	110,629	1,49413	28,440	86,08
	éthylbenzène (C ₈)	35,62	344,02	374	0,86262	106,168	136,200	1,49320	9,580	80,07
	n. propylbenzène (C ₉)	31,58	365,23	440	0,85778	120,195	159,241	1,48951	3,360	76,00
	n. butylbenzène (C ₁₀)	28,49	387,40	497	0,85605	134,222	183,305	1,48742	1,026	69,89



propriétés composés		C_p ($^{\circ}K$)	C_p (cal/deg mole). U	H_c (Kcal/ mole)	RM/ml/mole	VA(c. poises)	TS/dyn/cm	Rf
PARAFFINES.	n. pentane (5)	143,439	28,73	838,77	25,286	0,224	15,48	I,04402
	n. hexane (6)	177,812	34,20	995,01	29,928	0,2976	17,90	I,04486
	n. heptane (7)	182,55	39,67	1151,27	34,565	0,3955	19,80	I,04536
	n. octane (8)	216,365	45,14	1307,53	39,209	0,5136	21,26	I,04580
	n. nonane (9)	219,641	50,60	1463,80	43,855	0,6676	22,44	I,04620
	n. decane (10)	243,499	56,07	1620,06	48,503	0,8588	23,37	I,04654
NAPHTHÉNES	cyclopentane (5)	179,293	19,82	786,55	23,144	0,415	21,82	I,03341
	cyclohexane (6)	279,715	25,40	936,86	27,722	0,895	24,38	I,03660
	méthylcyclohexane (7)	146,565	32,27	1091,13	32,515	0,683	23,17	I,03805
	éthylcyclohexane (8)	161,838	37,96	1248,23	37,032	0,785	25,12	I,03878
	n. propylcyclohexane	178,260	44,03	1404,34	41,690	0,931	(25,85)	I,03990
	n. butylcyclohexane	198,438	49,50	1560,78	46,334	1,204	(26,35)	I,04080
AROMATIQUES	Benzène (6)	278,693	19,52	780,98	26,201	0,6010	28,18	I,06107
	Toluène (7)	178,169	24,80	934,50	31,112	0,5500	27,92	I,06298
	éthylbenzène	178,185	30,69	1091,03	35,777	0,6354	28,48	I,06188
	n. propylbenzène	173,660	36,41	1247,19	40,474	0,7962	28,45	I,06061
	n. butylbenzène (10)	185,190	41,85	1403,46	45,124	0,957	(28,38)	I,05938



PROGRAMME "COURBES"

```

10  GINIT
20  GRAPHICS ON
30  PLOTTER IS 805,"HPGL"
40  PEN 2
50  DIM Etiquette$(140)
60  FOR Ii=1 TO 3
70  READ N(Ii)
80  FOR I=1 TO N(Ii)
90  FOR J=1 TO 7
100 READ A(Ii,I,J)
110 NEXT J
120 NEXT I
130 FOR I=1 TO N(Ii)
140 FOR J=1 TO 7
150 PRINT USING "IX,DDDD,DDD";A(Ii,I,J)
160 NEXT J
170 NEXT I
180 !PARAFFINES
190 DATA 6
200 DATA 143.439 ,28.73,838.77,25.286, .224,15.48,1.04402
210 DATA 177.812,34.20,995.01,29.928, .2976,17.90,1.04486
220 DATA 182.550,39.67,1151.27,34.565, .3955,19.80,1.04536
230 DATA 216.365,45.14,1307.53,39.209, .5136,21.26,1.04580
240 DATA 219.641 ,50.60,1463.80,43.855, .6676,22.44,1.04620
250 DATA 243.499,56.07,1620.06,48.503, .8580,23.37,1.04654
270 !NAPHTENES
280 DATA 6
290 DATA 179.293,19.82,786.55,23.144, .415,21.82,1.03341
300 DATA 279.715,25.40,936.86,27.722, .895,24.38,1.03660
310 DATA 146.565 ,32.27,1091.13,32.515, .683,23.17,1.03805
320 DATA 161.838 ,37.96,1248.23,37.032, .785,25.12,1.03878
330 DATA 178.260,44.03,1404.34,41.690, .931,25.85,1.03990
340 DATA 198.438,49.30,1560.78,46.334,1.204,26.35,1.04080
360 !AROMATIQUES
370 DATA 5
380 DATA 278.693,19.52,780.98,26.201, .6010,28.18,1.06107
390 DATA 178.169,24.80,934.50,31.112, .5500,27.92,1.06298
400 DATA 178.185,30.69,1091.03,35.777, .6354,28.38,1.06488
410 DATA 173.660,36.41,1247.19,40.474, .7962,28.45,1.06661
420 DATA 185.190,41.85,1403.46,45.124, .957,28.38,1.05938
440 Xmin=1.03
450 Xmax=1.07
460 Ymin=140
470 Ymax=280
480 Etiquette$=" Cg=f(Ri)"
490 IF Ii>1 THEN S10
500 GOSUB 560

```

```

510   FOR J=1 TO N(Ii)
520   PLOT A(Ii,I,7),A(Ii,I,1)
530   NEXT I
540   MOVE 0,0
550   GOTO 860
560   Dx=(Xmax-Xmin)/.2
570   Dy=(Ymax-Ymin)/2.5
580   Xg=Xmin-2*Dx
590   Xd=Xmax+Dx
600   Yg=Ymin-2*Dy
610   Yd=Ymax+Dy
620   VIEWPORT 0,65,0,100
630   WINDOW Xg,Xd,Yg,Yd
640   Sdx=Xmax/20
650   Sdy=(Ymax-Ymin)/10
660   AXES Sdx,Sdy,Xg+Dx,Yg+Dy,4,4,1
670   CSIZE 2
680   LORG 6
690   Xini=4*Sdx+Xg+Dx
700   FOR J=Xini TO Xmax STEP 4*Sdx
710   MOVE J,Yg+Dy-(Dy/10)
720   LABEL J
730   NEXT J
740   LORG 8
750   Yini=4*Sdy+Yg+Dy
760   FOR J=Yini TO Ymax STEP 4*Sdy
770   MOVE Xg+Dx-Dx/10,J
780   LABEL J
790   NEXT J
800   LORG 5
810   CSIZE 3
820   MOVE Xg+Sdx+((Xd-(Xg+Sdx))/2),Yd-2*Sdy
830   LABEL Etiquette#
840   MOVE 0,0
850   RETURN
860   NEXT Ii
870   END

```

PROGRAMMES EQUATIONS

```

10 DIM X(6),Y(6),U(6),P(6),T(6,6),V(4,6)
20 PRINT "RECUEIL DES POINTS"
30 PRINT "-----"
40 FOR N=1 TO 3
50 READ M(N)
60 FOR I=1 TO M(N)
70 FOR J=1 TO 7
80 READ A(N,I,J)
90 NEXT J
100 NEXT I
110 FOR I=1 TO M(N)
120 X(I)=A(N,I,1)
130 Y(I)=A(N,I,3)
140 PRINT "X{" ; I ; "}=" ; X(I) , "Y{" ; I ; "}=" ; Y(I)
150 NEXT I
160 GOSUB 290
170 FOR I=1 TO M(N)
180 NEXT I
200 IF N=3 THEN
210 PRINT "Hc=" ; P(5) ; "*Cg^4+" ; P(4) ; "*Cg^3+" ; P(3) ; "*Cg^2+" ; P(2) ; "*Cg+" ; P(1)
220 PRINT
230 PAUSE
240 END IF
241 PRINT
242 PRINT
250 PRINT "Hc=" ; P(6) ; "*Cg^5+" ; P(5) ; "*Cg^4+" ; P(4) ; "*Cg^3+" ; P(3) ; "*Cg^2+" ; P(1) ;
260 PRINT
270 PRINT
280 GOTO 950
290 REM CALCUL DES DIFFERENCES DIVISEES
300 FOR I=1 TO M(N)
310 T(I,1)=Y(I)
320 NEXT I
330 FOR I=2 TO M(N)
340 T(I,2)=(Y(I)-Y(I-1))/(X(I)-X(I-1))
350 NEXT I
360 FOR J=3 TO M(N)
370 FOR I=J TO M(N)
380 T(I,J)=(T(I,J-1)-T(I-1,J-1))/(X(I)-X(I-J+1))
390 NEXT I
400 NEXT J
410 REM CLASSEMENT DES DIFFERENCES DIVISEES DANS LE VECTEUR U(M(N))
420 FOR I=1 TO M(N)
430 U(I)=T(I,I)
440 NEXT I
450 REM IL EST POSSIBLE DE RETIRER LA MATRICE T(M(N),M(N))
460 REM INITIALISATION DE LA MATRICE DE CALCUL DES COEFFICIENTS
470 V(1,1)=-X(1)
480 V(1,2)=1
490 REM INITIALISATION DU PORTEUR DES COEFFICIENTS P(M(N))
500 FOR I=1 TO M(N)
510 P(I)=0
520 NEXT I
530 P(1)=U(2)*(-X(1))+Y(1)
540 P(2)=U(2)
550 REM CALCUL DES COEFFICIENTS DU POLYNOME DE NEWTON
560 FOR J=3 TO M(N)
570 V(2,1)=0
600 FOR I=2 TO M(N)
610 V(2,I)=V(1,I-1)
620 NEXT I
630 FOR I=1 TO M(N)
640 V(3,I)=V(1,I)*(-X(J-1))
650 V(4,I)=V(2,I)+V(3,I)
660 P(I)=P(I)+U(J)*V(4,I)
670 V(1,I)=V(4,I)
680 V(2,I)=0
690 V(3,I)=0
700 V(4,I)=0
710 NEXT I
720 NEXT J
730 RETURN

```

740 !PARAFFINES
750 DATA 6
760 DATA -129.721,28.73,838.77,25.286,224,15.48,1.04402
770 DATA -95.348,34.20,995.01,27.928,2976,17.70,1.04486
780 DATA -90.610,39.67,1151.27,34.565,3955,19.80,1.04536
790 DATA -56.795,45.14,1307.53,39.209,5136,21.26,1.04580
800 DATA -53.519,50.60,1463.80,43.855,6676,22.44,1.04620
810 DATA -27.661,56.07,1620.06,48.503,8588,23.37,1.04654
820 !NAPHTENES
830 DATA 6
840 DATA -93.867,19.82,786.55,23.144,415,21.82,1.03331
850 DATA 6.555,25.40,936.86,27.722,895,24.38,1.03660
860 DATA -126.595,32.27,1091.13,32.515,683,23.17,1.03805
870 DATA -111.322,35.96,1248.23,37.032,785,25.12,1.03878
880 DATA -94.900,44.03,1404.34,41.690,931,25.85,1.03990
881 DATA -74.722,49.50,1560.78,46.334,1204,26.35,1.04080
890 !AROMATIQUES
900 DATA 5
910 DATA 5.533,19.52,780.98,26.201,6010,28.18,1.06107
920 DATA -94.971,24.00,934.50,31.112,5500,27.92,1.06298
930 DATA -94.975,30.69,1091.03,35.777,6354,28.48,1.06388
940 DATA -99.500,36.41,1247.19,40.474,7962,28.45,1.06061
941 DATA -87.970,41.85,1403.46,45.124,957,28.38,1.05938
950 NEXT N
960 END

PROGRAMME "CORRELATIONS"

```

10  DIM Tebul(4,2), Dens(4,2), Inrf(4,2)
30  DIM Ract(16,2)
40  DIM A(4,2), B(4,2)
50  DIM C(2,2)
60  FOR I=0 TO 4
70  FOR J=0 TO 2
130 READ Tebul(I,J)
140 NEXT J
150 NEXT I
160 FOR I=0 TO 4
170 FOR J=0 TO 2
180 READ Dens(I,J)
190 NEXT J
200 NEXT I
210 FOR I=0 TO 4
220 FOR J=0 TO 2
230 READ Inrf(I,J)
240 NEXT J
250 NEXT I
460 FOR I=0 TO 16
470 FOR J=0 TO 2
480 READ Ract(I,J)
490 NEXT J
500 NEXT I
510 FOR I=0 TO 2
520 FOR J=0 TO 2
530 B(I,J)=Inrf(I,J)^23
531 IF I=0 AND J=2 THEN 550
540 A(I,J)=Tebul(I,J)^3.0/(Dens(I,J)*Inrf(I,J))^17
550 A(0,2)=0
560 NEXT J
570 NEXT I
580 FOR J=0 TO 2
590 C(0,J)=1
600 C(1,J)=0
610 C(2,J)=0
620 FOR I=0 TO 4
630 C(1,J)=C(1,J)+A(I,J)
640 C(2,J)=C(2,J)+B(I,J)
650 NEXT I
660 C(1,J)=C(1,J)/5
670 C(2,J)=C(2,J)/5
690 NEXT J
700 FOR I=0 TO 2
710 FOR J=0 TO 2
720 NEXT J
730 NEXT I
740 MAT C= INV(C)
750 FOR K=0 TO 16
760 X2=Ract(K,2)^23
770 X1=Ract(K,0)^3.0/(Ract(K,1)*Ract(K,2))^17
780 Xp=C(0,0)+X1*C(0,1)+X2*C(0,2)
790 Xn=C(1,0)+X1*C(1,1)+X2*C(1,2)
800 Xa=C(2,0)+X1*C(2,1)+X2*C(2,2)
801 PRINT Xp,Xn,Xa
810 NEXT K
820 PRINT
830 PRINT "C(0,0)=",C(0,0)
840 PRINT "C(0,1)=",C(0,1)
850 PRINT "C(0,2)=",C(0,2)
860 PRINT
870 PRINT "C(1,0)=",C(1,0)
880 PRINT "C(1,1)=",C(1,1)
890 PRINT "C(1,2)=",C(1,2)
900 PRINT
910 PRINT "C(2,0)=",C(2,0)
920 PRINT "C(2,1)=",C(2,1)
930 PRINT "C(2,2)=",C(2,2)

```

990	DATA	68.732, 30.719, 80.094
1000	DATA	98.500, 100.934, 110.629
1010	DATA	125.675, 131.795, 136.200
1020	DATA	150.818, 156.749, 159.241
1030	DATA	174.154, 180.981, 183.305
1040	DATA	.65937, .7786, .87901
1050	DATA	.68376, .7694, .86696
1060	DATA	.70252, .7879, .86702
1070	DATA	.71763, .7936, .86204
1080	DATA	.73005, .7992, .86013
1090	DATA	1.37486, 1.42623, 1.50112
1100	DATA	1.38764, 1.42312, 1.49693
1110	DATA	1.39743, 1.43304, 1.49588
1120	DATA	1.40542, 1.43705, 1.49202
1130	DATA	1.41189, 1.44075, 1.48979
1340	DATA	35, .616, 1.361
1350	DATA	45, .634, 1.369
1360	DATA	55, .647, 1.375
1370	DATA	65, .662, 1.382
1380	DATA	75, .682, 1.388
1390	DATA	85, .701, 1.399
1400	DATA	95, .715, 1.405
1410	DATA	105, .724, 1.409
1420	DATA	115, .730, 1.412
1430	DATA	125, .740, 1.42
1440	DATA	65, .677, 1.389
1450	DATA	75, .689, 1.394
1460	DATA	85, .698, 1.398
1470	DATA	95, .706, 1.402
1498	DATA	101.25, .7193, 1.4018
1499	DATA	109.25, .7330, 1.4109
1500	DATA	119.25, .7355, 1.4087
1508	END	

B I B L I O G R A P H I E

1. M.H. GUERMOUCHE ET J.M VERGNAUD.
EXTRAIT DU JOURNAL DE CHIMIE PHYSIQUE, 1974-71, n°7-8
2. S.E. CHITOUR ET J.M VERGNAUD.
EXTRAIT DU JOURNAL DE CHIMIE PHYSIQUE, 1975, 72, n°09
3. R.C. REID, J.M PRAUSNITZ ET T.K SHERWOOD,
The Properties of Gases and Liquids, 3 ed,
Mc Graw - Hill, 1977.
4. S.E CHITOUR, Corrélations sur le pétrole Brut et les Fractions
Pétrolières,
O.P.U, 1983.
5. S.E CHITOUR, Chimie des surfaces. Introduction à la Catalyse
2 ed, O.P.U, 1981, P: 6,9
6. P. WUITHIER, le pétrole - Raffinage et Génie Chimique, Ed.
Technip, Tome I, 1972.
7. J.C. LARRECHE, le Basic. Une Introduction à la programmation
Ed. Eyrolles, 1978.
8. Selected Values of Properties Of Hydrocarbons
And Related Compounds.
AMERICAN Petroleum Institute Research Project 44
9. Projet de fin d'études de Y. BOUMGHAR,
proposé par S.E CHITOUR. Promotion Juin 1984.
10. Projet de fin d'études de O. DERMOUNE;
proposé par S.E CHITOUR. Promotion Janvier 1985.

