

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR

17/88

2ex

ÉCOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE

DEPARTEMENT : GENIE-CHIMIQUE



PROJET DE FIN D'ETUDES

SUJET

**EXTRACTION ET ÉTUDE DE LA PARTIE
ORGANIQUE DES COMBUSTIBLES
FOSSILLES SOLIDES
DE LA REGION DE BECHAR**

PROPOSE PAR : MM.

R. BELABBES

M. BOURKIZA

O. HADJADJ-AOUL

ETUDIE PAR :

Mohammed SAIDI

Hachemi BENTEMAM

DIRIGE PAR :

R. BELABBES

M. BOURKIZA

O. HADJADJ-AOUL

PROMOTION : JANVIER 1988

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR

ÉCOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE

DEPARTEMENT : GENIE-CHIMIQUE

الجامعة الوطنية المتعددة التقنيات
المكتبة — BIBLIOTHEQUE
Ecole Nationale Polytechnique

PROJET DE FIN D'ETUDES

SUJET

EXTRACTION ET ÉTUDE DE LA PARTIE
ORGANIQUE DES COMBUSTIBLES
FOSSILES SOLIDES
DE LA REGION DE BECHAR

PROPOSE PAR : MM.

R. BELABBES

M. BOURKIZA

O. HADJADJ-AOUL

ETUDIE PAR :

Mohammed SAIDI

Hachemi BENTEMAM

DIRIGE PAR :

R. BELABBES

M. BOURKIZA

O. HADJADJ-AOUL

PROMOTION : JANVIER 1988

DEDICACES

المدرسة الوطنية المتعددة التقنيات
المكتبة — BIBLIOTHEQUE
Ecole Nationale Polytechnique

Au terme de toutes ces années de travail, je dédie ce modeste travail
en signe de respect et de reconnaissance

à

- La mémoire de mon père
- Ma mère pour son soutien moral durant toute ma formation
- Mon oncle OMAR
- Mes amis (es)
- Tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à ma formation.

SAIDI Mohammed

Je dédie ce modeste travail à

- La mémoire de mon père
- Ma mère
- Mes frères et soeurs
- Mes amis (es)
- Tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à ma formation.

BENTEMAM Hachemi

REMERCIEMENTS

الدرعة الوطنية المتعددة التقنيات
BIBLIOTHEQUE - المكتبة
Ecole Nationale Polytechnique

A Monsieur R. BELABES Professeur à l'E.N.P

Nous sommes très honorés d'être vos élèves. Vous nous avez toujours communiqué votre savoir et votre expérience avec beaucoup d'aisance. Permettez-nous de vous exprimer notre admiration pour votre large esprit animé d'une compréhension exemplaire. Veuillez accepter notre plus profond respect et notre considération distinguée.

A Monsieur M. BOURKIZA Maître assistant à l'E.N.P

Nous saurons vous remercier pour votre compréhension et vos qualités humaines qui nous ont été d'un grand secours. Nous vous prions d'accepter nos sincères remerciements pour n'avoir jamais cessé de ménager vos efforts à chaque moment.

A Monsieur O. HADJADJ - AOUL Maître assistant stagiaire à l'E.N.P

Nous tenons à vous remercier pour votre disponibilité permanente. Vous avez facilité l'aboutissement de ce modeste travail. Votre sens des relations humaines resteront pour nous un exemple.

Nos remerciements vont également à l'ensemble des enseignants ayant contribué à notre formation.

Nous tenons à remercier Melle BOURAS .S qui a bien voulu accepter la dactylographie du manuscrit de ce modeste travail.

Nous n'oublierons pas d'adresser notre plus profond respect aux membres du jury qui nous font l'honneur d'apprécier ce travail.

T A B L E D E M A T I E R E S

I N T R O D U C T I O N

C H A P I T R E I : Généralités sur les propriétés du charbon

- I.1 - Constitution macerale.
 - I.1.1 - Groupe de la vitrinite.
 - I.1.2 - Groupe de l'exinite.
 - I.1.3 - Groupe de l'inertinite.
- I.2 - Indice de matières volatiles.
- I.3 - Constitution et propriétés chimiques des charbons.
 - I.3.1 - Partie organique.
 - I.3.2 - Oxydation.
- I.4 - Conception actuelles sur la constitution chimique des charbons.
 - I.4.1 - Aromaticité.
 - I.4.2 - Distribution d'hydrogène .
 - I.4.3 - Distribution d'oxygène.
 - I.4.4 - Soufre organique.
 - I.4.5 - Azote organique.
- I.5 - Méthodes d'analyse.

C H A P I T R E II : Extraction et Distillation

- II.A- Extraction.
 - A.1- Définition.
 - A.2- Utilisations de l'extraction.
 - A.3- Théorie de l'extraction.
 - A.4- Etage idéal et état idéal.
 - A.5- Méthode d'extraction.
 - A.6- Détermination des éléments nécessaires de l'extraction.
 - A.7- Action des solvant sur les charbons.
- II.B.8- Distillation fractionnée.

PARTIE EXPERIMENTALE

CHAPITRE III : Extraction et Distillation

- III.1 -Caracteristiques des charbons Algeriens.
- III.2 - Extraction.
 - III.2.1-Conditions operatoires.
 - III.2.2-Resultats experimentaux.
 - III.2.3-Discussion des resultats.
- III.3. -Distillation fractionnée.
 - III.3.1-Conditions operatoires.
 - III.3.2-Resultats experimentaux.
 - III.3.3-Discussions des resultats.

PARTIE ANALYTIQUE

CHAPITRE IV : Analyse Spectroscopique (Infra - rouge)

- IV.1 - Principe.
- IV.2 - Conditions operatoires.
- IV.3 - Resultats d'analyses.
- IV.4 - Discussions des resultats.
 - IV.4.1- Analyse qualitative.
 - IV.4.2- Analyse quantitative.

CONCLUSION

PROMOTEURS : M^r: R. BELABBES

M^r: M. BOURKIZA

M^r: O. HADJADJ - AOUL

Résumé: Notre travail consiste à faire une étude approfondie sur la partie organique des charbons de la région de BECHAR.

Cela permettra de rendre compte de la constitution chimique de leur matières organiques.

Pour cet effet, nous avons procédé à l'extraction à l'aide des solvants appropriés puis au fractionnement des extraits résultants.

Enfin nous avons analysé les fractions obtenues par spectroscopie Infra - rouge.

Synopsis: The main aim of our Work Was to study the organic part of the Coals from the area of Bechar.

Thus we will be able to give an account of the chemical constitution of the organic materials.

For this purpose, we carried out, first the extraction with different solvents then the fractionating of the resulting extract product.

Finally the fractions obtained were analyzed by Infrared spectroscopy.

المخلص :

يشمل هذا العرض دراسة مقربة للمكونات العضوية للمحروقات الصلبة (الفحم الحجري) المستخرجة من نواحي بشار (الجزائر).
و الغاية المرجوة هي معرفة التركيب الكيميائي لمجمع هذه العناصر العضوية.
ليبلغ هذا الغرض شرعنا بإستخلاص المادة العضوية بمختلف المذيبات ثم تجزئتها بالتقطير
و تحليلها أخيرا بالأشعة ما تحت الحمراء.

INTRODUCTION

Le charbon est la matière première du passé, mais aussi de l'avenir grâce à l'étendue de ses ressources et de ses réserves. Il a été le moteur de la révolution industrielle du XIX^{ième} siècle. En effet, il assumait la demande énergétique globale des pays développés de l'époque.

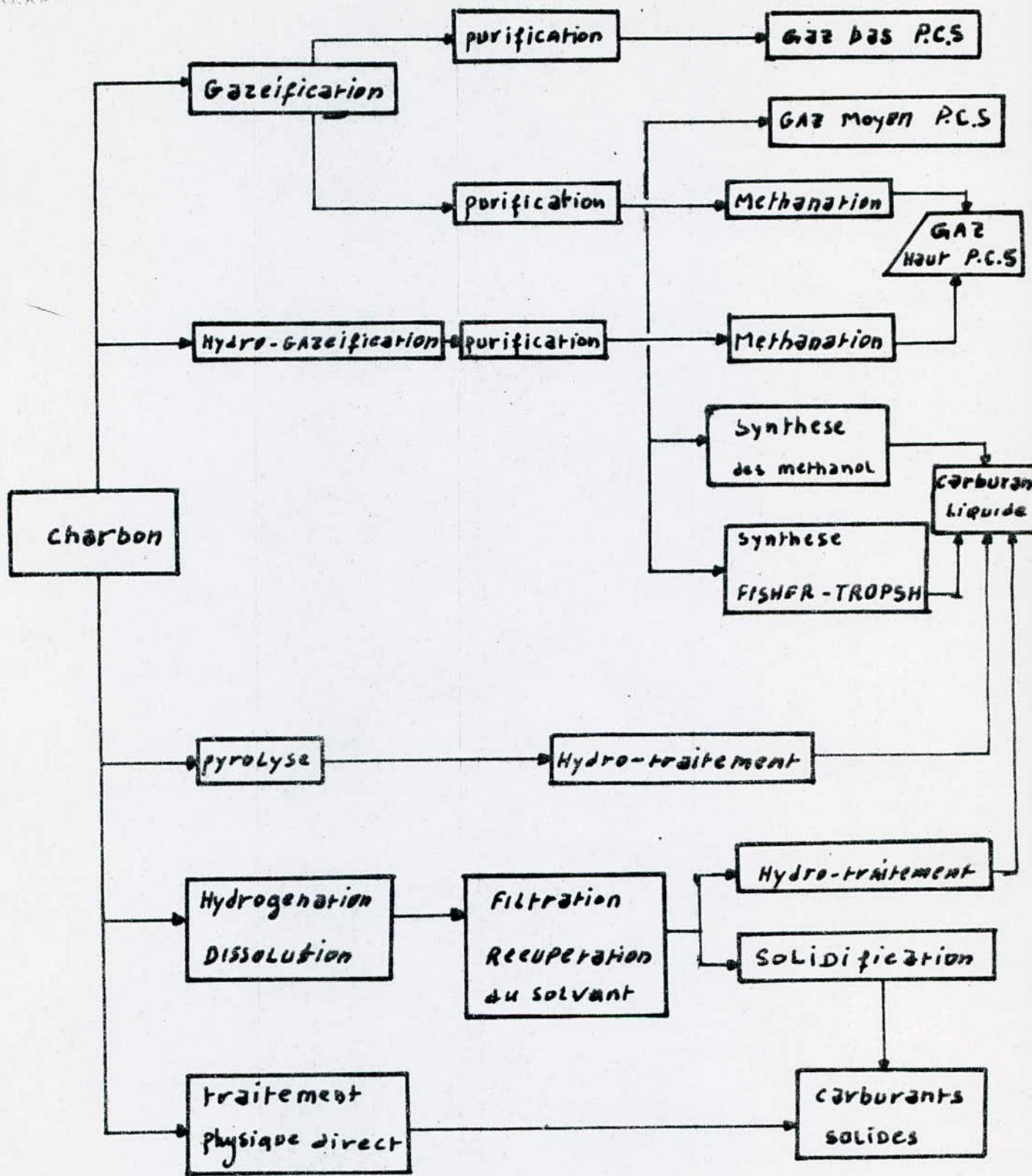
Le développement, en 1910, de la consommation du pétrole et du gaz assura une grande partie des nouveaux besoins énergétiques. Il faut préciser que l'accélération de la demande énergétique a entraîné une baisse de consommation de la part mondiale du charbon.

Cependant la crise de 1973 a brusquement inversé cette tendance. Il en résulta un accroissement notable de la production du charbon.

En Algérie, les réserves du charbon sont estimées à 300 millions de tonnes.

En vue d'une éventuelle valorisation, nous avons choisi d'étudier de façon approfondie la nature de la constitution chimique de la matière organique des combustibles fossiles solides de la région de Bechar.

Il faut noter, à cet égard, que le charbon continuera à exiger, pendant longtemps, un effort soutenu de recherche visant une meilleure compréhension de sa structure macromoléculaire et de ses propriétés. En outre cela permettra d'améliorer les moyens traditionnels d'utilisation et les procédés de reconversion en liquides et en gaz naturel de synthèse en vue de donner un essor nouveau à la carbo chimie. [1,2,3,7]



«Utilisations du charbon.»

C H A P I T R E I

Généralités sur les propriétés du charbon

Le charbon est un matériau hétérogène. Il est constitué essentiellement de carbone, d'hydrogène et d'oxygène avec des quantités moindres de soufre et d'azote.

Les composés minéraux sont répartis en particules discrètes dans la matrice du charbon. [7].

Les charbons proviennent des transformations progressives des débris végétaux sous les effets prédominants du temps, de la température, de la couverture sédimentaire et de la pression.

Ces transformations convertent le lignite en charbon bitumineux, subbitumineux, semi anthracite et anthracite.

Les constituants pétrographiques, appelés macéraux, appartiennent aux trois groupes principaux de la vitrinite, de l'exinite et de l'inertinite, et le degré de houillification peut être déterminé par plusieurs paramètres de rang tels que le pouvoir réflecteur de la vitrinite. [7, 4]

I-1. Constitution macérale :

La mise au point des techniques microscopiques a permis de grouper les macéraux en trois familles. [4]

I-1-1. Groupe de la vitrinite :

Les macéraux de la vitrinite forment des plages relativement

homogènes, dont la brillance, ou le pouvoir réflecteur augmente de manière continue avec le degré de fossilisation. Cette variation du pouvoir réflecteur au cours de la houillification est notamment en relation avec le réarrangement de la phase carbonnée (aromatisation et condensation).

La vitrinite est issue des tissus lignocellulosiques.

Ce macéral contient moins d'oxygène . [6]

I-1-2. Groupe de l'exinite :

Les macéraux de l'exinite sont les moins abondants, mais les plus réactifs.

La structure à dominante paraffinique confère à ce groupe une fusibilité élevée au cours du chauffage.

En dépit de l'abondance relativement faible de l'exinite dans les houilles, elle peut avoir un rôle actif sur la thermoplasticité.

[6].

I-1-3. Groupe de l'inertinite :

Ces macéraux dérivent également des tissus lignocellulosiques.

La structure de l'inertinite est rigidifiée par une aromatisation précoce et par l'existence de liaisons oxygénées pontées de types hydroxyle qui offrent une grande stabilité au cours de la fossilisation.

C'est la partie inerte du charbon. Elle ne peut ni se cokéfier ni se volatiser . [6].

La plupart de ces macéraux sont très finement divisés, de sorte qu'un grain de charbon à l'échelle du millimètre est rarement constitué d'un seul macéral, mais beaucoup plus souvent par une association de deux ou plusieurs macéraux . [6] .

I-2 . Indice de matières volatiles :

L'indice de matières volatiles constitue un paramètre important de qualification des charbons.:

Il est utilisé comme critère de rang pour les houilles.

Les matières volatiles sont essentiellement constituées de gaz combustibles, hydrogène, oxyde de carbone, méthane, vapeur d'eau, gaz carbonique et autres hydrocarbures. [6] .

I-3 . Constitution et propriétés chimiques du charbon :

Tous les charbons à l'état brut contiennent de l'humidité, une fraction minérale (cendres) et une fraction organique. [7] .

I-3-1 Matière organique :

L'étude de la constitution chimique de la matière organique du charbon est une tâche très complexe en raison de son caractère macromoléculaire et de sa faible solubilité dans des solvants usuels.

[8] .

L'analyse élémentaire vise la détermination des concentrations massiques en éléments carbone, hydrogène et oxygène de la matière organique. Ils varient en fonction du rang.

L'azote et le soufre sont toujours présents en teneurs indépendantes du rang.

Les possibilités d'étude directe du charbon solide sont relativement limitées.

L'analyse macérale, la mesure du pouvoir réflecteur ou les déterminations de texture poreuse ne renseignent guère sur la structure du charbon. Seules à l'heure actuelle, la spectroscopie infrarouge, la résonance paramagnétique électronique et surtout la résonance magnétique nucléaire de proton et de carbone 13 (C^{13}) semblent donner

des recoupements de résultats d'analyse de structure de charbon qui peuvent être jugés performants.

Aussi, on doit avoir recours à des dégradations ménagées de façon à décomposer la macromolécule du charbon en fragements de masse moléculaire suffisamment réduite pour être rendus accessibles aux techniques analytiques disponibles, mais encore représentatifs de la structure initiale [7].

I-3-2. Oxydation :

L'oxydation est capable d'engendrer des feux de mine ou des incendies de stocks de charbon.

La réaction est très lente à température ambiante mais elle peut détériorer les propriétés du charbon.

Elle s'accélère quand la température croît. La réaction est d'autant plus rapide que le rang du charbon est plus bas. Ce sont donc les charbons les plus riches en oxygènes qui s'oxydent le plus facilement. Cela a été attribué aux fonctions hydroxyles - O H, qui serviraient de point de fixation préférentiel de l'oxygène.

La vitesse d'oxydation est limitée par la diffusion de l'oxygène vers l'intérieur des grains. Elle dépend donc de la granulométrie.

Globalement, le phénomène est exothermique.

I-4 . Conceptions actuelles sur la constitution chimique des charbons:

On s'accorde, généralement, à considérer les charbons comme formés de systèmes aromatiques condensés relativement petits, contenant en moyenne 2 à 3 puis 3 à 5 cycles condensés.

La fraction non aromatique est essentiellement constituée de cycles hydroaromatiques et de cycles naphténiques, à côté de

quelques chaînes, le plus souvent réduites à des groupes méthyles.

Ces systèmes condensés forment des unités monomères reliées entre elles, dans la macromolécule de charbon, soit par des liaisons directes C - C, ou surtout par des ponts. Il faut signaler que les deux types de ponts prépondérants sont de nature éthyléniques (- CH₂-) et étheriques (- O -). [7].

La répartition du carbone varie en fonction du rang. (voir fig.1). La teneur en groupes méthylènes diminue et la teneur en carbone aromatique non hydrogéné (condensé ou substitué) augmente. Cependant la concentration en groupes C H aromatiques commence par croître puis diminue lorsque la condensation polyaromatiques l'emporte sur l'aromatization des cycles naphthéniques.

Cette évolution apparait aussi clairement dans une représentation où l'on porte en fonction du rang le rapport du carbone aromatique non lié à un atome d'hydrogène au carbone des groupes C - H aromatiques (C ar / C c-H ar) (voir fig.2) .

La partie réellement paraffinique ne représente au plus que 1 à 2% du charbon, mais jusqu'à 15% de l'exinite.

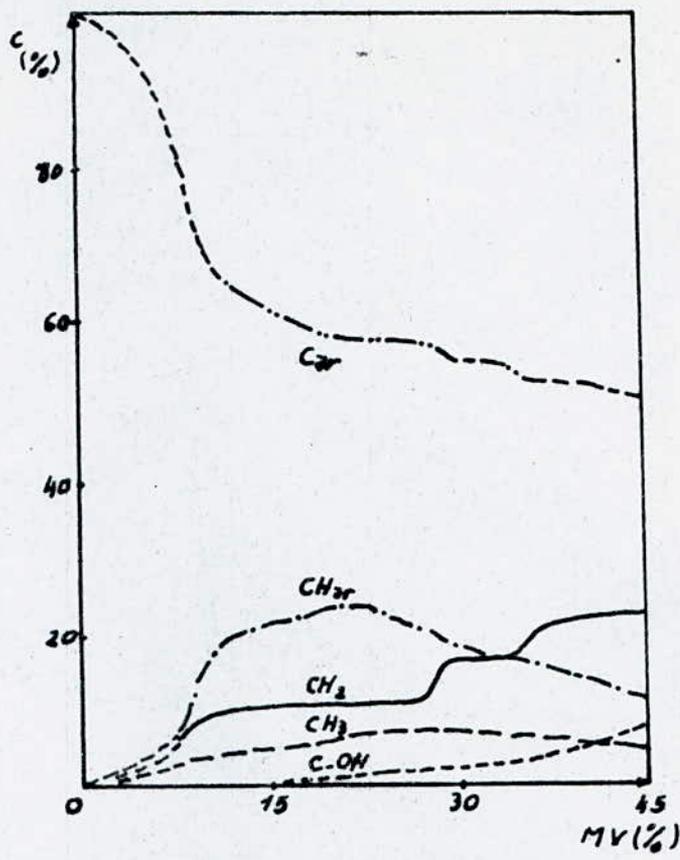
On y trouve surtout des groupements méthyles, mais aussi quelques chaînes longues avec prédominance des structures ramifiées.

On peut donc conclure que la masse moléculaire est un concept assez ambigu . [7, 10]

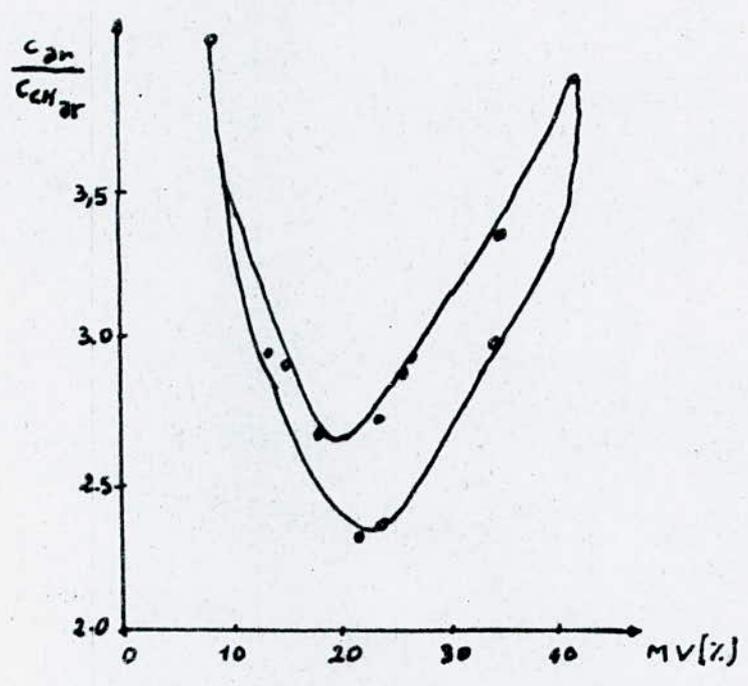
I-4-1. Aromaticité :

L'aromaticité est définie comme la proportion de carbone aromatique C ar / C . Elle augmente avec le rang.

Elle est de 65 - 75% pour les charbons de bas rang 75 - 100% pour les anthracites.



Distribution du carbone en fonction du rang.



Evolution du carbone aromatique en fonction du rang.

L'aromaticité varie également d'un groupe de macéral à un autre [20, 16].

I-4-2. Distribution d'hydrogène dans le charbon :

La distribution de l'hydrogène est liée en majorité aux atomes de carbone des cycles (hydrogène aromatique ou naphténiq ue) ou de groupes - CH₃ ou - CH₂ - directement rattachés aux carbones cycliques. On a pu également préciser que pour un charbon de rang bas a 79% de carbone, l'hydrogène se répartit à raison d'environ 2/3 aliphatique (y compris naphténiq ue) et 1/3 aromatique. Les proportions sont inversées dans le cas du charbon de rang élevé (à 93 % C).

Mais il se trouve que l'hydrogène soit lié à d'autres atomes que le carbone (oxygène, soufre, ou azote) . [20]

I-4-3. Distribution d'oxygène :

Tous les charbons contiennent aussi de l'oxygène, à une concentration décroissante en fonction du rang.

L'oxygène se rencontre essentiellement sous forme de groupes hydroxyles phénoliques -O H , carbonyles c = o (y compris quinonique) et ethers (- O -) (y compris les formes hétérocycliques penta ou hexagonales) [7] (Voir tableau 1)

Charbon	Bitumineux (71,5 % C)	Subbitumineux (69,3% C)
oxygène sous forme:		
hydroxylique - OH	2,4	5,6
carboxylique - COOH	0,7	4,4
carbonylique = C=O	0,4	1,0
éthérique - O -	2,8	0,9
Total	6,3	11,9

Tableau 1 " Répartition de l'oxygène dans deux charbons "

On a constaté en outre que, si la proportion de l'oxygène sous forme phénolique rapportée à la teneur totale en cet élément varie au hasard avec le rang. Mais la proportion d'oxygène phénolique dans la matière organique du charbon est au contraire un bon paramètre de rang.

Il faut préciser aussi que la variation du rang en fonction de la teneur du soufre et de l'azote demeure encore incompris [7] .

I-4-4. Le soufre organique :

Le soufre organique résulte vraisemblablement des structures végétales amino - acides sulfurées. On considère généralement qu'il existe surtout dans les charbons sous forme de thio-éthers soit

aliphatiques (pontsulfures - S - ou disulfures - S - S -), soit hétérocycliques, dans ce cas, il est d'une très grande stabilité [7].

I-4-5. L'Azote organique :

On est très pauvre en connaissance sur le mode de combinaison de l'azote, pratiquement présent sous forme organique. Une partie, au moins, doit provenir d'alcaloïdes et de composés apparentés, où l'azote est engagé dans des hétérocycles suffisamment résistants pour avoir survécu au processus de houillification. [20]

Plusieurs modèles de structures ont été proposés, dont les plus généralement acceptés sont des modèles :

(aromatiques - hydroaromatiques) tel que celui de Wiser (fig.3) où l'on retrouve bien à la fois des unités monomères polycycliques et les différents types de liaisons qui les relient entre elles pour former la macromolécule .

Un tel modèle ne peut prétendre représenter réellement une fraction d'un charbon existant, mais a pour seul objet de visualiser les types de structures probables, d'en expliquer et d'en prévoir le comportement dans la houillification ou la carbonisation [7].

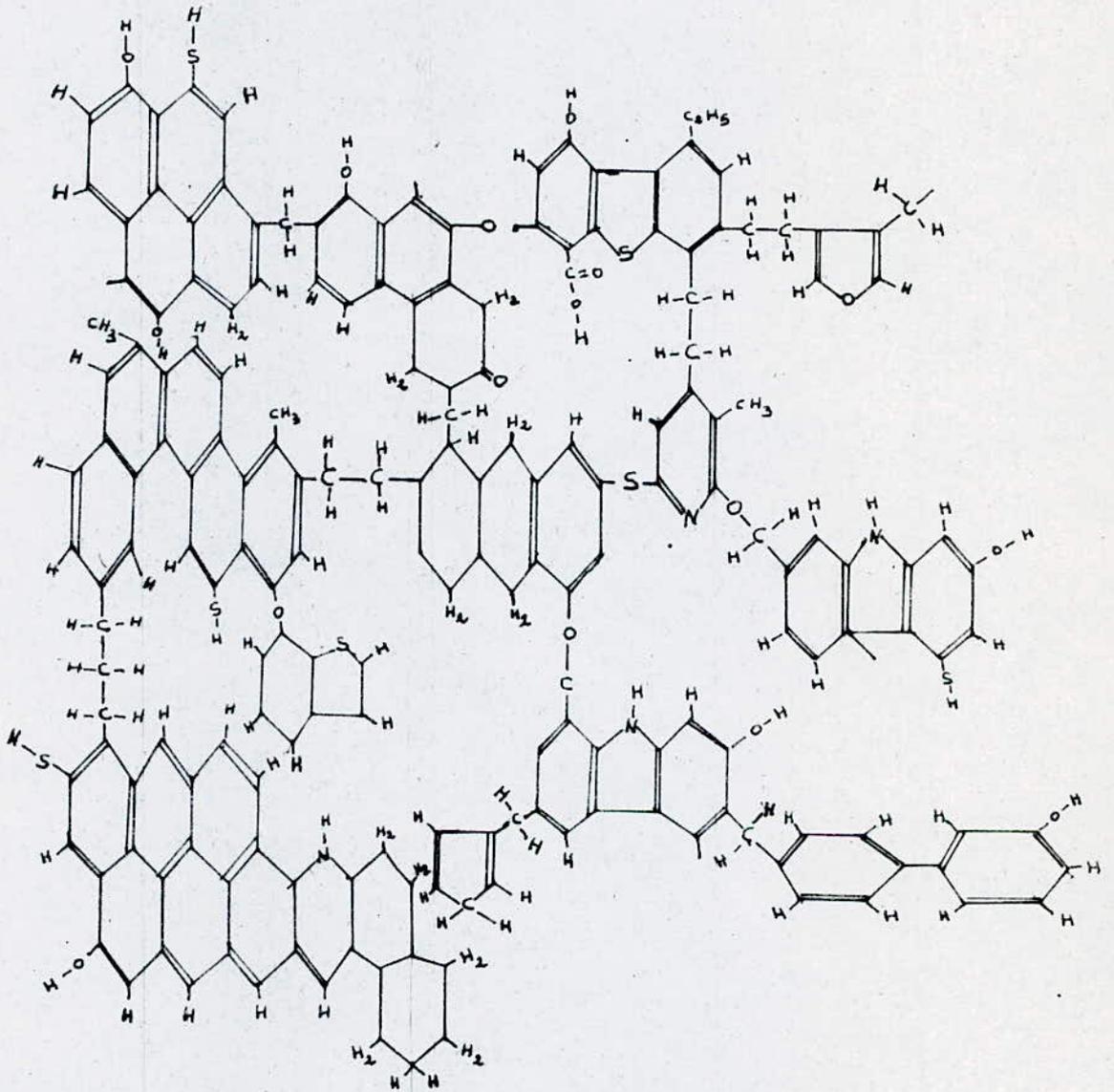
I-5. Méthodes d'analyse :

Les mélanges complexes qui résultent de l'extraction et la distillation fractionnée sont analysés par application de plusieurs techniques complémentaires.

Ces techniques analytiques sont encore incapable de séparer parfaitement en constituants ou en groupes de constituants identifiés.

Citons par exemple :

«Modèle de WISER de la structure chimique du charbon»



l'analyse élémentaire , spectroscopie, d'infra - rouge, résonance magnétique nucléaire de proton et de carbone 13 , résonance paramagnétique électronique, chromatographie sous différentes formes, spectroscopie de masse etc.... [7]

C H A P I T R E II

Extraction solide - liquide et distillation

A. Extraction solide - liquide :

Les analyses chimiques détaillées ont été réalisées sur la fraction la plus légère des produits de l'extraction. Bien qu'elle ne soit que très peu représentative de la fraction du charbon.

Les informations qu'elle fournit sont précieuses. Il y a lieu de penser à la masse moléculaire près. Elles donnent une assez bonne image des fractions plus complexes .

Il faut encore préciser que seuls les charbons de rang faible ou moyen sont ainsi dans une certaine mesure analysables. Ceux de rang élevé ont atteint un tel degré de condensation aromatique qu'aucune méthode chimique n'est plus capable de les dissoudre (partie organique) sélectivement [- 12 -]

II-A-1 Définition :

L'extraction solide - liquide est une opération de transfert de matière entre une phase solide, la matière à extraire, et une phase liquide, le solvant d'extraction.

Les constituants recherchés par extraction solide-liquide peuvent être soit le soluté, soit le résidu.

Il faut rappeler que l'opération a pour but d'enlever par dissolution un corps utile d'un solide sans valeur ou d'éliminer un produit indésirable, soluble d'un solide intéressant. [11]

II-A-2. Utilisations de l'extraction :

L'extraction solide - liquide est une opération très ancienne, utilisée depuis l'origine de toute les civilisations pour retirer des plantes et de certains organes animaux, les produits alimentaires, pharmaceutiques et de la parfumerie .Très nombreux sont les cas d'extraction des produits naturels par l'eau, l'alcool et des solvants organiques tels que le benzène, l'éther, le pétrole, l'essence et les solvants chlorés .

Les emplois de l'extraction solide - liquide ne sont pas rares non plus dans l'industrie minérale.

En sépare fréquemment un produit utile de la gangue d'un minéral par dissolution dans un solvant.

Les domaines d'emploi de cette opération sont donc très vastes et on limitera l'étude de quelques notions théoriques . [11]

II-A-3. Théorie de l'extraction :

Processus de transfert de matière:

L'extraction solide - liquide est un processus de transfert d'un constituant d'une phase solide dans une phase liquide. Elle est réalisée en principe par contact intime du solide avec le solvant et séparation mécanique de la solution du solide .Toutefois ,une certaine quantité de solution est retenue à la surface du solide ce qui oblige parfois à procéder à un lavage par élution.

Ces trois processus sont réalisés soit dans des appareils distincts soit dans un appareil unique, ils constituent l'étage de l'extraction solide - liquide.

Ce transfert de matière n'est pas instantané et exige un certain temps pour être complet. Il est important dans ces conditions

de déterminer la vitesse du phénomène.

Celle - ci est réglée par la cinétique des trois processus élémentaires de l'échange de matière. Ce sont la dissolution du soluté au sein des particules par solvant, la diffusion de la solution de l'intérieur du solide vers la surface extérieure de celui - ci et, enfin, la diffusion du soluté, contenu dans la solution du solide vers la masse restante de solvant.

Il est, très important de distinguer entre le cas d'un soluté cristallisé et celui d'un soluté liquide. Lorsque le soluté est formé de cristaux, la dissolution exothermique ou endothermique, ne peut être totale que lorsque le solvant est saturé.

Cependant la dissolution complète du soluté exige un temps beaucoup trop long et l'opération est souvent arrêtée lorsqu'on atteint une concentration déterminée de soluté dans le solvant.

Au cas où le soluté est un liquide, la dissolution propre du liquide est rapide et la vitesse de transfert dépend surtout de la vitesse de diffusion . [11]

II-A-4. Etage idéal et état idéal :

Le transfert du soluté du solide dans la masse du solvant devait aboutir théoriquement, à température et pression constantes, à un état d'équilibre du soluté dans le solide et dans le solvant, appelé encore état idéal ou état parfait.

Ces conditions sont rarement réalisées dans la pratique, si elles l'étaient, l'extraction se ferait en un seul étage avec une efficacité parfaite . [13]

II-A-5. Méthodes d'extraction :

A-5-1. Extraction à étage unique :

L'extraction solide - liquide la plus simple est l'opération à étage unique ou à simple contact. Elle consiste à mettre une certaine quantité de matière à extraire (charge) en contact avec la totalité du solvant nécessaire et à séparer le solide épuisé de la solution contenant le soluté. Cette méthode demande un temps trop long et ^{est} incomplète. [11], [13]

A-5-2. Extraction à plusieurs étages à Co - courant :

Après avoir effectué une extraction à étage unique, on remet en contact le solide avec une nouvelle charge de solvant frais (ou peu chargé en soluté) et l'on sépare le solide de la solution.

On extrait ainsi une autre fraction de soluté en un temps relativement court. L'opération peut être répétée , un certain nombre de fois, jusqu'à élimination du soluté du solide, les extraits sont réunis et le solvant ^{est} séparé par distillation [11]

A-5-3. Extraction à plusieurs étages à contre courant :

Cette méthode est utilisée lorsqu'on veut employer une quantité minimale de solvant dans des opérations continues.

Le principe consiste à traiter dans divers étages des charges successives de solide par des fractions de solvant plus au moins riches en soluté, de sorte que les teneurs en soluté des charges diverses des solides décroissent successivement lors de l'extraction avec les charges de solvant . Les teneurs de ces charges en soluté augmentent corrélativement. [11]

II-A-6. Détermination des éléments nécessaires à la mise en oeuvre
d'une extraction :

Dans une extraction solide - liquide, le calcul se résume à déterminer la quantité extraite de soluté par rapport à celle du solvant.

Cela vise à connaître la solubilité d'une matière solide dans un solvant. Cette solubilité est fonction du nombre d'étage nécessaire à l'extraction .

A-6-1. Facteurs intervenants dans l'extraction :

La mise en oeuvre de l'extraction solide - liquide est liée à l'état du solide et du soluté, à la nature du solvant, à la température, et à la dispersion des phases.

A-6-2. Nature et état du solide et du soluté :

La nature et l'état physique du soluté et du solide ont une importance primordiale.

Les solides à traiter se présentent sous forme de particules compactes de diverses grosseurs, gros grains ou fines particules (dans le cas des minerais), de fragments de consistance et de taille, variées, pour la matière première d'origine végétale.

Le soluté contenu dans un corps est soit un solide, soit un liquide stable ou non par rapport à la chaleur. Il est réparti plus ou moins régulièrement à des teneurs variables dans le solide.

Si le soluté est dispersé uniformément dans le solide, les parties superficielles se dissolvent en laissant un solide poreux.

Le solvant doit ensuite pénétrer dans cette couche extérieure avant d'atteindre le solvant situé en profondeur .Ce qui rend le

cheminement du solvant de plus en plus difficile (diminution de la vitesse d'extraction).

Plus la matière est finement divisée, plus la surface de contact, entre le solide et le liquide, est grande et plus le parcours du soluté, à l'intérieur du solide, est petit. Ces conditions se manifestent par une vitesse de transfert relativement importante.

Donc la fragmentation fine s'impose lorsque le soluté est occlus dans un réseau inerte, comme le cas des composés minéraux. [11]

A-6-3. Nature du solvant :

Le solvant doit être sélectif. En outre il doit posséder une grande capacité de dissolution, un point d'ébullition peu élevé, une faible viscosité. Il doit être aussi ni inflammable ni explosif.

Il faut préciser qu'un bon solvant sélectif, est volatil. Il fournit des solutions riches en soluté désiré.

L'emploi d'un solvant de bas point d'ébullition peut exiger l'opération sous pression.

Le choix d'un solvant de basse viscosité et de faible densité est à recommander en vue de faciliter la diffusion du solvant.

Il faut signaler que les principaux solvants sont l'eau, l'alcool, l'acétone, les hydrocarbures et les solvants halogénés [11]

A-6-4. Influence de la température :

L'élévation de la température a une influence favorable.

En effet elle accroît souvent la solubilité et facilite la diffusion du soluté et diminue la viscosité du liquide. Cependant, des températures trop hautes sont à éviter. Cela peut résulter sur l'extraction de composés nuisibles pouvant détruire les substances extraites [11]

II-A-7. Action des solvants sur les charbons

A-7-1. Extraction par solvant :

La dissolution partielle des charbons dans certains solvants est connue depuis longtemps et a été l'une des méthodes les plus importantes pour l'étude de leur constitution. [4]

L'extraction simple fait généralement appel à des solvants tels que le chloroforme, le benzène et surtout la pyridine. En effet la pyridine peut extraire 25 - 30% de la matière soluble des charbons bitumineux et fournit de meilleurs résultats comme le montre le tableau pour une série de vitrains de différents rangs. [7]

Teneurs en Carbone %	Soluble dans la pyridine %
81,7	28,3
82,8	30,1
84,3	22,3
84,7	31,4
87,1	37,1
89,0	37,9
90,9	0,6

" Tableau 2 "

On peut s'interroger sur la représentativité de tels extraits par rapport à la totalité du charbon. Pour ce point, il a été bien établi dans certains cas que la composition des extraits ne variait pas significativement en fonction du taux d'extraction.

Dans la crainte du manque de représentativité des fractions

extraites peut être moins fondée qu'on aurait pu le croire.

On met en évidence, par analyses chimiques des produits obtenus, des groupements aromatiques, des groupes méthyles substitués, de chaînes paraffiniques longues. On peut également montrer dans certains cas que ces structures existaient avant l'extraction. [12].

A-7-2. Mécanisme d'extraction par solvant :

Quand un échantillon est mis en présence de certains liquides (ou vapeurs) organiques, il y'a absorption d'une petite quantité de ce liquide par cet échantillon. Ce dernier se met à gonfler, les molécules du liquide pénètrent dans la porosité fine et glissent entre les micelles du charbon pour enfin les écarter. Cela se produit même avec des liquides qui ne peuvent dissoudre de quantités notables, comme l'eau et méthanol .

Avec certains liquides l'écartement des micelles va jusqu'à la mise en suspension d'une fraction d'entre elles. Ce sont apparemment les plus petites et les hydrogénées qui se dissolvent les premières.

Il n'ya pas un équilibre entre une fraction soluble et une fraction insoluble dans des conditions déterminées.

Dans une moindre mesure, un broyage poussé du charbon accroît la solubilité. [4], [12].

On suppose que l'hydrogénation partielle du charbon augmente la proportion de matière soluble, en faisant disparaître des fonctions oxygénées qui renforcent la cohésion inter-micellaire. [7].

A-7-3. Propriétés des extraits de charbon :

La fraction, qui peut se dissoudre même dans de mauvais solvants représente environ 1% de la structure du charbon. Cette dernière

est constituée en grande partie par des hydrocarbures bien déterminés

Une dissolution plus poussée fournit une sorte^{de} suspension colloïdale dont la masse moléculaire moyenne est de l'ordre de 1000 ou davantage.

La composition élémentaire et les propriétés chimique, en général, sont voisines de celles du charbon initial. Cette suspension est relativement instable. Il est pratiquement impossible d'évaporer totalement le solvant sans carboniser l'extrait.

Ce n'est que lorsque la dissolution est presque totale que le résidu peut être considéré comme une substance à peu près inerte.

Les matières minérales et l'inertinite s'y trouvent concentrées . [12]

B. Distillation fractionnée :

L'extraction conduit le plus souvent à des mélanges forts complexes.

La distillation fractionnée est une technique de séparation des constituants de la fraction soluble du charbon obtenue en fonction de leurs différences de volatilités et de leurs températures d'ébullitions.

Les fractions obtenues sont dans une certaine mesure accessibles aux techniques analytiques. [7]

La distillation a pour but donc la séparation plus au moins poussée de divers constituants d'un mélange simultanément présents dans deux phases liquide et gazeuse.

La simplicité du procédé et son prix de revient, relativement modique, en font une opération de base dans les processus d'élaboration des produits chimiques et pétroliers.

C'est ainsi que dans les procédés de raffinage et de pétro-

chimie, les colonnes de distillation sont largement représentatives, aussi bien pour la préparation de la charge que pour son fractionnement. [13].

Thermodynamiquement, le contact des deux phases conduit à un échange de constituants. Les plus volatils s'accumulent dans la vapeur et sont éliminés au sommet de la colonne. Alors que les éléments lourds passent en phase liquide.

Cette répartition des constituants, entre les deux phases, se traduit entre la tête et le fond de la colonne, par un gradient de température qui dérive directement de celui de la concentration.

L'échange réciproque de constituants, d'une phase à une autre par diffusion, conduit à un équilibre théorique. Un tel système en équilibre constitue un étage théorique.

La T.B.P (True Boiling Point) consiste à séparer les divers hydrocarbures d'un mélange de constituants complexe en fonction de leurs températures d'ébullition.

Les températures trop hautes sont à éviter. Il ya risques d'altération du résidu du craquage. Cela conduit à une modification de la composition des fractions lourdes. Il faut alors avoir recours à la distillation sous vide . [13]. [14].



C H A P I T R E III

Extraction et Distillation

Pour l'effet de cette étude, nous avons choisi trois (03) échantillons:

K-I (Charbon KENADSA - BECHAR), SK-II (Schiste KENADSA - BECHAR)
et A-III (ABADLA -GHORASSA).

Il faut préciser que ces échantillons sont finement broyés dans une granulométrie comprise entre 40 - 60 μ m

III.1- Caracteristiques des charbons Algériens (Thèse en cours de réalisation de M.HADJADJ - AOUL) (MAGISTER)

Les analyses élémentaire et immédiate permettent de préciser les caracteristiques du charbon.

Les paramètres qu'elles fournissent servent à d'éterminer la classification et l'utilisation éventuelle du charbon.

Pour nos échantillons, les résultats sont contenus dans les tableaux suivants:

Tableau -3 Analyse élémentaire

Echantillons	W _t (%)	A/sec (%)	C _t (%)	H (%)	O (%)	N (%)	S (%)
K - I	4,18	11,11	69,57	3,60	21,42	1,21	4,2
SK -II	1,27	71,29	25,16	1,77	71,92	0,92	0,63
A -III	6,98	6,78	70,30	3,88	23,26	1,38	1,18

Tableau -4 Analyse Immédiate

Echantillons	W _t (%)	A/sec (%)	MV/sec (%)	Cf (%)
K -I	4,18	11,11	25,75	56,20
SK -II	1,27	71,29	11,46	15,80
A- III	6,98	6,78	36,73	45,51

W_t: Humidité totale en pourcentage (%)

A/sec: Taux de cendres sur sec en pourcentage (%)

MV/sec: Matières volatiles sur sec en pourcentage (%)

Cf : Carbone fixe en pourcentage (%)

Ct : Carbone total " " "

III.2- Extraction :

Nous avons procédé à l'extraction de la partie organique, de nos échantillons, par des extracteurs de laboratoire de type SOXHLET ou KUMAGAWA.

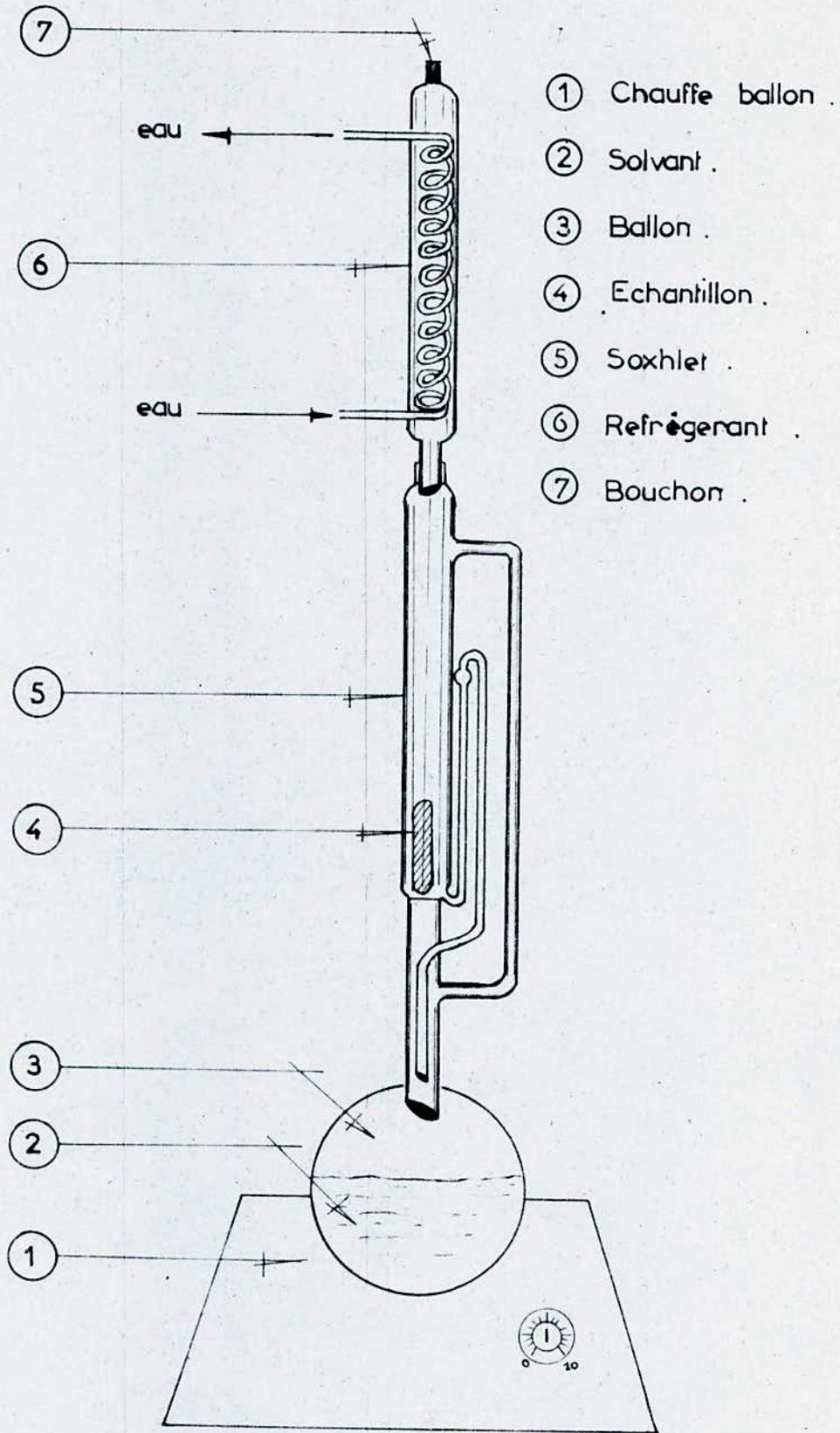
Les solvants appropriés que nous avons utilisé sont le Benzène et la pyridine purs. Ce choix a été dicté par la littérature en vue de comparer la solubilité des échantillons en fonction des solvants avec lesquels nous avons opéré.

III.2.1- Conditions opératoires

Des échantillons K-I, SK-II et A-III, nous avons opéré des prises de pesées respectives de 15g, 20g et 15g.

Chaque prise a été enveloppée dans du papier filtre en vue d'éviter l'entraînement de la partie solide de l'échantillon dans la

APPAREILLAGE D'EXTRACTION



SCHEMA :-1-

solution durant l'extraction. Ensuite, chacune de ces prises est introduite à l'intérieur d'un soxhlet.

L'extracteur soxhlet est fixé sur la partie supérieure d'un ballon à fond rond contenant 400 ml de solvant. Il est sur monté par un réfrigérant.

Le ballon est chauffé à la température d'ébullition du solvant (T_{eb} pyridine = 115,5°C et T_{eb} Benzène = 80,1°C).

La vapeur du solvant en provenance du ballon est condensée pour traverser par percolation le lit du solide.

Il en résulte une solution qui s'écoule périodiquement dans le ballon par un siphon.

Il y a enrichissement progressif de la solution en soluté au fur et à mesure que l'extraction continue.

En vue d'éviter l'oxydation de la solution, on a isolé l'ensemble de l'installation de l'air ambiant. (voir Schema 1).

Les conditions opératoires sont identiques pour les deux solvants.

A la fin de l'extraction et après séchage à l'étuve, on pèse de nouveau les échantillons pour déterminer les solubilités.

III.2.2- Resultats experimentaux:

Les resultats obtenus sont donnés dans les tableaux suivants:

Tableau -5 Extraction à la Pyridine

Echantillon	solvant	mi (g)	mf (g)	Δm (g)	v_s (ml)	t (h)	s (%)	Cs
K- I	Pyridine	15	13,1309	1,8691	400	50	12,46	marron
SK -II		20	18,2482	1,7518		48	11,68	nègre
A - III		15	12,6855	2,3145		72	15,43	

Tableau -6 Extraction au benzène

Echantillons	Solvant	mi(g)	mf(g)	$\Delta m(g)$	$v_s(ml)$	t(h)	s(%)	Cs
K - I	BENZENE	15	14,1273	0,8727	400	50	5,20	JAUNE
SK - II		20	19,3854	0,6146		48	3,07	
A -III		15	13,5732	1,4268		72	9,51	

mi = masse d'échantillon avant l'extraction en gramme (g)

mf = " " après " " " (g)

Δm = Difference de masse $m = (mi - mf)$ en gramme (g)

V_s = Volume du solvant utilisé en millilitre (ml)

t = Durée de l'extraction en heure (h)

s = Solubilité en pourcentage $S = \frac{\Delta m}{mi} \cdot 100$

(solubilité en g/l, $S = 2,5 \Delta m$)

Cs = Couleur de la solution

III.2.3 - Discussions des Resultats:

Les resultats permettent de constater que la pyridine dissout 12,46 % de K - I, 11,68 % de SK -II et 15,43 % de A -III.

Dans le cas du benzène, la solubilité est 5,20%, 3,07 % et 9,51 % respectivement pour K -I, SK - II et A - III .

Il faut signaler que l'ordre de variation de la solubilité est décroissant dans le cas des échantillons suivant :

$$S (A - III) > s (K - I) > s (SK-II) .$$

De ces resultats, on peut conclure que la pyridine est plus appropriée que le benzène.

De même, il apparait que le charbon A -III est plus riche en

matière organique. Cela peut résulter certainement de la durée relativement élevée de l'extraction.

III.3- Distillation fractionnée :

La distillation fractionnée permet d'obtenir des fractions composées de constituants plus au moins purs de la matière organique du charbon.

Ces fractions peuvent être accessibles aux techniques d'analyses.

III.3.1- Conditions opératoires :

L'ensemble de l'installation de distillation fractionnée T.B.P. comporte un bouilleur équipé d'un chauffage électrique et un thermomètre.

Une colonne à garnissage munie d'un système de réchauffage pour compenser les pertes thermiques, et, enfin un condenseur (réfrigérant).

Les fractions sont recueillies à l'état liquide, en tête, à l'aide de deux ballons de recettes par prélèvement de températures initiales et finales de formation de chacune des fractions.

Avant de commencer la distillation, on a créé le vide dans l'installation pour éviter l'oxydation des extraits du charbon.

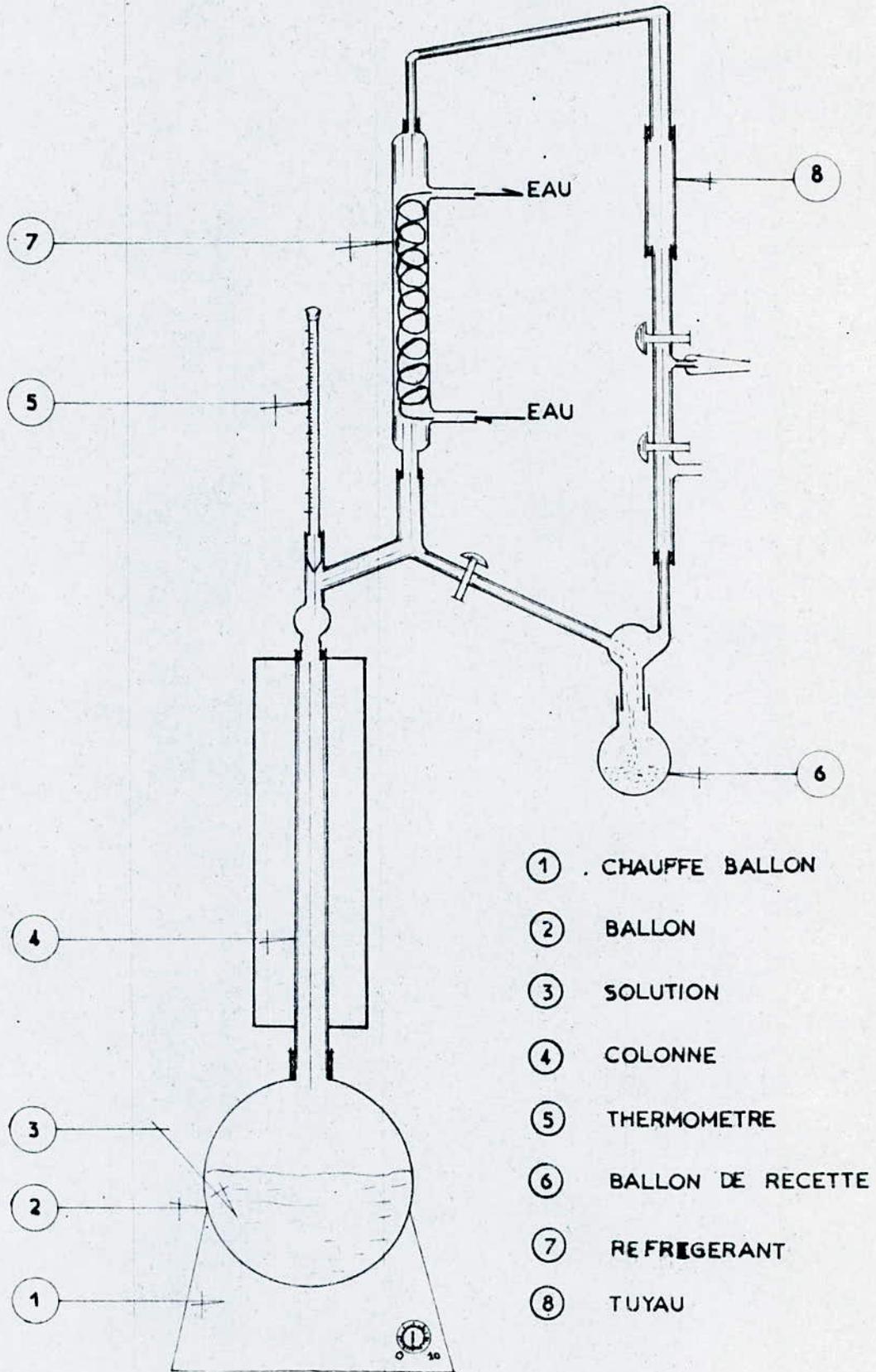
(Voir Schema - 2 -)

III.3.2- Résultats expérimentaux:

Les résultats de fractionnement à la T.B.P des extraits de charbon sont donnés par les tableaux suivants:

APPAREILLAGE DE LA DISTILLATION

FRACTIONNEE. (T B P)



SCHEMA : - 2 -

Tableau -7 - Fractionnement de K-I- pyridinique, volume distillé=100ml

Fractions	Ti (°C)	Tf(°C)	V (ml)	V (%)
1	98	113	9,5	9,5
2	1 13	115	9	9
3	1 15	118	28,5	28,5
4	1 18	120	26,5	26,5
5	1 20	124	10	10
6	1 24	127	8,5	8,5
7	1 27	159	6	6

Tableau -8- Fractionnement de SK -II- Pyridinique, Volume distillé=200ml

Fractions	Ti (°C)	Tf(°C)	V (ml)	V (%)
1	98	110	10	5,0
2	1 10	112	9	4,5
3	1 12	114	10	5,0
4	1 14	124	11	5,5
5	1 24	126	12	6,0
6	1 26	129	75	37,5
7	1 29	132	55	27,5
8	1 32	151	12	6,0

Tableau -9- Fractionnement de A- III-Pyridinique, volume distillé =200 ml

Fractions	Ti (°C)	T _f (°C)	V (ml)	V (%)
1	84	104	13	6,5
2	104	111	17	8,5
3	111	113	17	8,5
4	113	114	60	30,0
5	114	116	28	14,0
6	116	119	47	23,5
7	119	137	10	5,0

Tableau -10- Fraction de K-I- benzénique, volume distillé = 200 ml

Fractions	Ti (°C)	T _f (°C)	V (ml)	V (%)
1	77	80	12	6,0
2	80	82	70	35,0
3	82	84	20	10,0
4	84	86	24	12,0
5	86	88	11	5,5
6	88	90	19	9,5
7	90	92	12,5	6,25
8	92	98	13,5	6,75
9	98	114	12	6,0
10	114	161	6	3,0

Tableau -11- Fractionnement de SK-II- benzénique, volume distillé= 200 ml

Fractions	T _i (° C)	T _f (° C)	V(ml)	V (%)
1	76	80	8	4,00
2	80	82	21,5	10,75
3	82	84	43	21,50
4	84	89	26	13,00
5	89	92	13,5	6,75
6	92	94	25,5	12,75
7	94	96	25	12,50
8	96	98	25	12,50
9	98	105	8	4,00
10	105	147	4,5	2,75

Tableau -12- Fractionnement de A-III- benzénique, volume distillé=200ml

Fractions	T _i (° C)	T _f (° C)	V(ml)	V (%)
1	77	80	21,5	10,75
2	80	88	29,5	14,75
3	88	92	9,5	4,75
4	92	95	10,5	5,25
5	95	98	12,5	6,25
6	98	101	24,5	12,25
7	101	105	26	13,00
8	105	112	11,5	5,75
9	112	118	16	8,00
10	118	126	12	6,00
11	126	130	15,5	7,75
12	130	167	10,5	5,25

III.3.3- Discussions des resultats:

Au cours de la distillation fractionnée, nous avons constaté que du chauffage des extraits resulte des vapeurs lourdes.

Elles n'ont pas pu franchir la colonne et le garnissage en raison de la longueur relativement élevée de la colonne. Ceci nous a conduit à éliminer le garnissage.

Il en resulta une mauvaise séparation des constituants des extraits.

Chaque fraction renferme une quantité de solvant. Les températures d'ébullition initiales et finales de différentes fractions sont par conséquent un peu diminuées. En effet, les températures des deux solvants utilisés sont relativement basses. Il faut signaler aussi que les températures d'ébullition de formation des fractions sont très proches les unes des autres.

Le nombre de fractions benzeniques est relativement plus élevé que dans le cas des fractions pyridiniques. Le fractionnement des extraits pyridiniques a donné lieu à des résidus, tandis que celui des extraits benzeniques n'a abouti à la formation d'aucun résidu.

Cela peut s'expliquer par la solubilité relativement élevée de nos échantillons dans la pyridine par rapport au benzène

Note:

La temperature maximale de chauffage du ballon a été fixée et contrôlée à 400 °C. Cette précaution permet d'éviter le craquage des extraits et la décomposition de la macromolécule principale de nos échantillons.

CHAPITRE IV

Analyse Spectroscopique

Spectroscopie Infra - rouge

IV.1- Principe

La spectroscopie permet de renseigner sur la composition qualitative et quantitative, ainsi que la structure des molécules peuvent être déterminées au moyen de la spectroscopie.

Notons au passage que parmi les méthodes de spectroscopie d'absorption, la spectroscopie infra - rouge demeure la plus importante.

A partir des spectres d'absorption dans l'infra-rouge des extraits de charbons, on peut obtenir des informations sur la structure organique du charbon et la concentration de quelques liaisons fonctionnelles [5, 7, 20]

- OH, - O - , C = O , C- H aliphatique, = C- H aromatique

IV.2- Conditions opératoires

Nous avons appliqué la méthode différentielle en utilisant deux cellules identiques en NaCl, c'est à dire de même épaisseur. ($e=0,05\text{mm}$)

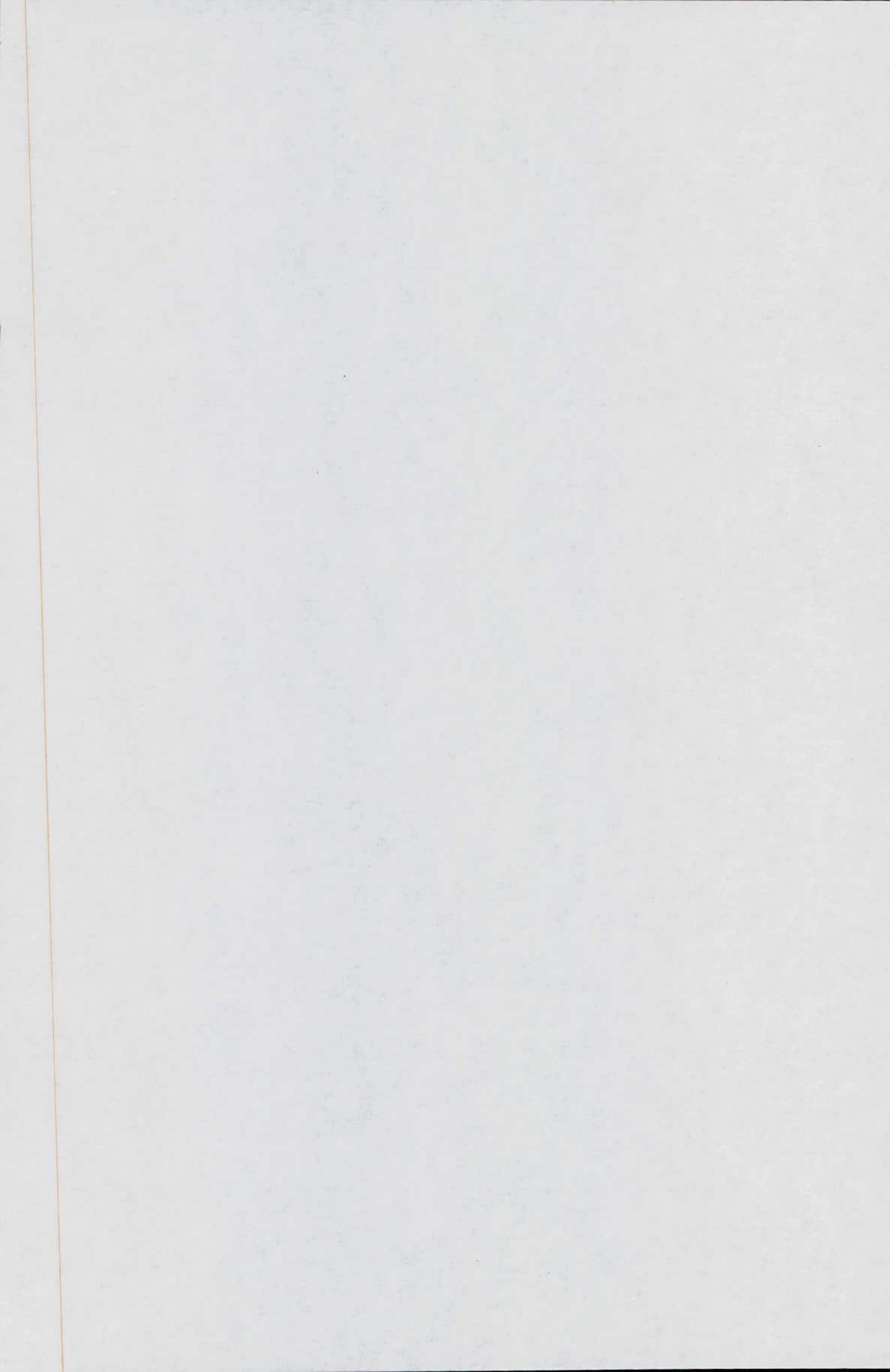
La première cellule a pour composition 10% de solvant pur
90% d'huile de Nujol

La deuxième cellule renferme: 10% d'échantillon à analyser
90% d'huile de Nujol

Avec cette méthode, les intensités des faisceaux de l'échantillon et de celui de référence sont comparées en permanence.

L'absorption due au solvant et au Nujol est complètement éliminée.

L'appareil utilisé est un spectrophotomètre du type PERKINELMER 983 G.



IV - 3 - Résultats d'analyses Infra - Rouge :

Les résultats sont donnés par les tableaux suivants:

A- Extraits pyridiniques:

A-1- Echantillons K -I et ses fractions :

échantillon	$\bar{\nu}(\text{cm}^{-1})$	% T	R	Type de vibration	Liaisons
K-1 brut	3077	42,21	2,25	=C-H valence	Aromatiques , alcènes
	3025	45,57	2,43	" "	" "
	1597	44,75	2,39	vibration de cycle	aromatiques
	1579	28,30	1,51	-N-H déf	amines primaires et secondaires
	1481	47,63	2,54	vibration de cycle	aromatiques
	1435	27,36	1,46	-CH ₃ et -CH ₂ déf .	esters, hydrocarbures (H C)
	1216	51,48	2,75	-C-O valence	esters saturés, éthers, alcools
	1146	48,93	2,61	-C-N, -C-O -C-C valence	amides, amines ou éthers, alcools alcanes, cycloalcanes, aromatiques substitués
	1069	48,12	2,57	-C-N valence ou -O valence	amides, amines ou esters saturés
	1030	39,07	2,08	-C -N valence	amides, amines
	991	40,92	2,10	= C-H déformat	alcènes monosubstitués
	745	29,64	1,58	= C-H déformat	benzènes mono ou disubstitués
	701	18,74	1,00	= C-H déformat	benzène monosubstitué
	602	45,98	2,45	C-C valence	cycloalcanes polysubstitués

Tableau - 14 -

Echantillon	$\bar{\nu}(\text{cm}^{-1})$	% T	R	Type de vibration	Liaisons
Fraction F-1	2949	22,83	1,70	-C-H valence	alcanes, cycloalcanes
	2901	13,41	1,00	" "	" "
	2845	15,57	1,16	" "	" "
	1579	61,85	4,61	-N-H déformation	amines priaires et secondaires
	1459	32,60	2,43	-CH ₃ et -CH ₂ - déf.	esters, hydrocarbures
	1376	49,85	3,72	-CH ₃ déformation	Hydrocarbures
	743	64,04	4,77	=C-H déformation	ben zènes 1,2 disubstitués " monosubstitués
	701	42,07	3,14	=C-H déformation	" "
	597	72,21	5,38	C-C valence	cycloalcanes polysubstitués
	Fraction F - 2	2945	10,09	1,14	-C-H valence
2875		14,58	1,00	" "	" "
1579		61,45	4,21	-N-H déformation	amines primaires et secondaires
1457		34,13	2,34	-CH ₃ et -CH ₂ - déformation	esters, hydrocarbures
1449		47,40	3,25	" " "	" " "
1376		48,73	3,34	-CH ₃ déformation	Hydrocarbures
743		63,14	4,33	= C-H déformation	benzènes 1,2 disubstitués " monosubstitués
701		46,42	3,18	= C-H déformation	" "
595		72,09	4,98	C-C valence	cycloalcanes polysubstitués

Tableau - 15 -

Echantillon	$\bar{\nu}$ (cm ⁻¹)	% T	R	Type de vibration	Liaisons
F -3	3077	41,62	3,30	=C-H valence	aromatiques, alcènes
	2860	12,59	1,00	-C-H valence	alcanes, cycloalcanes
	2833	20,87	1,66	" "	" "
	1596	47,81	3,79	Vibration de cycle	aromatiques
	1579	29,41	2,33	-N-H déformation	amines primaires et secondaires
	1463	18,55	1,47	-CH ₃ et -CH ₂ - déformation	esters, H C
	1437	20,14	1,60	" "	" "
	1377	27,66	2,19	-CH ₃ déformation	Hydrocarbures
	1216	52,03	4,13	-C-O valence	esters saturés, éthers, alcools
	1145	50,99	4,05	-C-C valence squelette	alcanes, alcènes, cycloalcanes aromatiques substitués
	1069	52,54	4,17	-C-O valence	éthers, alcools
	1030	43,04	3,42	-C-N valence	amides, amines
	990	47,13	3,74	=C-H déformation	alcènes monosubstitués
	744	35,22	2,80	=C-H déformation	benzène mono ou disubstitué
	700	22,13	1,76	=CH déformation	benzène monosubstitué
	602	60,50	4,80	C-C valence	cycloalcanes polysubstitués

Echantillon	$\tilde{\nu}(\text{cm}^{-1})$	%T	R	type de vibration	liaisons
F-4	3077	47.87	2.55	=C-H valence	aromatiques, alcènes
	2830	34.50	1.84	-C-H valence	alcanes, cycloalcanes
	1579	36.06	1.92	-N-H déformation	amines primaire et secondaires
	1437	22.05	1.17	-CH ₃ et -CH ₂ - défor.	esters, hydrocarbures
	1376	34.69	1.85	-CH ₂ déformation	hydrocarbures
	1216	53.66	2.86	-C-O valence	esters, éthers, alcools
	1145	53.71	2.86	-C-C valence squelet.	alcanes, cycloalcanes alcènes aromatiques substitués
	1070	55.11	2.93	-C-O valence	éthers, alcools
	1030	47.19	2.51	-C-N valence	amides, amines
	991	50.52	2.69	-C-H déformation	alcènes monosubstitués
	744	40.25	2.14	=C-H déformation	benzènes 1.2 disubstitués ou benzènes monosubstitués
	700	18.78	1.00	=C-H déformation	benzènes monosubstitués
602	59.12	3.15	C-C valence	cycloalcanes polysubstitués	

Tableau - 17 -

Echantillon	$\bar{\nu}(\text{cm}^{-1})$	% T	R	Type de vibration.	Liaisons
F - 5	3078	46,12	3,29	=C-H valence	aromatiques, alcènes
	3024	48,57	3,50	=C-H valence	" "
	2999	52,98	3,78	-C-H valence	alcanes, cycloalcanes
	2960	36,56	2,61	" "	" "
	1597	48,32	3,45	vibration de cycle	aromatiques
	1579	28,35	2,02	-N-H déformation	amines, primaires et secondaires
	1481	52,27	3,73	vibration de cycle	aromatiques
	1437	19,94	1,42	-CH ₃ et -CH ₂ -déf.	esters, Hydrocarbures
	1216	56,06	4,00	-C-O valence	esters saturés, éthers, alcools
	1145	55,60	3,97	-C-C val squelette	alcanes, cycloalcanes, alcènes, aromatiques subs.
	1069	56,40	4,03	-C-O valence	éthers, alcools
	1031	43,85	3,13	-C-N valence	amines, amides
	991	48,07	3,43	=C-H déformation.	alcènes monosubstitués
	744	35,02	2,50	=C-H déformation.	benzènes 1,2 disubstitués " monosubstitués
	701	14,00	1,00	=C-H déformation.	" "
	602	56,68	4,05	C-C valence	cycloalcanes polysubstitués

Tableau -18 -

Echantillon	$\bar{\nu}$ (cm ⁻¹)	% T	R	Type de Vibration	Liaisons
F - 6	2831	41,73	1,57	-C-H valence	alcanes, cycloalcanes
	1579	45,49	1,72	-N-H déformation	amines primaires et secondaires
	1437	31,36	1,18	-CH ₃ et- CH ₂ déf.	esters, Hydrocarbures
	1377	45,28	1,71	-CH ₃ déformation	Hydrocarbures
	1145	60,46	2,28	-C-C val squelette	alcanes, cycloalcanes alcènes, aromatiques sub.
	1069	61,22	2,31	-C-O valence	éthers, alcools
	1030	55,15	2,08	-C-N valence	amines, amides
	991	58,11	2,19	=C-H déformation	alcènes monosubstitués
	744	49,05	1,85	" "	benzènes 1,2disubstitués " monosubstitués ^{es}
	700	26,50	1,00	" "	" "
	602	65,03	2,45	C-C valence	cycloalcanes polysubstitués

Tableau -17-

Echantillon	$\bar{\nu}(\text{cm}^{-1})$	% T	R	Type de vibration	Liaisons
F - 7	3077	58,68	2,75	= C - H Valence	aromatiques, alcènes
	2835	50,65	2,37	- C - H Valence	alcanes, cycloalcanes
	1596	64,75	3,04	Vibration de cycle	aromatiques
	1579	48,72	2,28	- N - H Déformation	amines primaires, secondaires
	1461	21,32	1,00	- C H ₃ et - CH ₂ déformation	esters, Hydrocarbures
	1437	39,42	1,85	" " "	" "
	1377	45,62	2,14	- C H ₃ déf	Hydrocarbures
	1030	60,57	2,84	- C - N Valence	amines, amides
	991	62,99	2,95	= C - H déf	alcènes monosubstitués
	744	53,97	2,53	" "	Benzènes 1,2 disubstitués " monosubstitués
701	26,36	1,25	" "	" "	
599	70,50	3,31	C - C Valence	cycloalcanes polysubstitués	

Tableau -20-

A-2 - SK - II et des fraction :

Tableau -21-

Echantillon	$\bar{\nu}(\text{cm}^{-1})$	% T	R	Type de vibration	Liaisons
SK - II BRUT	3392	54,13	1,33	O-H valence	alcools, phenols, acides
	2832	49,74	1,22	-C-H valence	alcanes, cycloalcanes
	1589	52,73	1,30	vibration de cycle	aromatiques
	1439	40,55	1,00	-CH ₃ et -CH ₂ -déf.	esters, hydrocarbures
	1376	51,09	1,26	-CH ₃ déformation	Hydrocarbures
	1031	57,86	1,43	C-N valence	amides, amines
	997	57,88	1,43	C-C Val squelette	alcanes, cycloalcanes, alcènes, aromates, substitués
	748	55,46	1,37	=C-H déf.	benzènes monosubstitués ou benzènes disubstitués
	701	48,80	1,20	=C-H déf.	benzène monosubstitués
F -1	2854	14,63	1,00	-C-H valence	alcanes, cycloalcanes
	1579	57,76	3,95	-N-H déformation	amines primaires et secondaires
	1459	37,92	2,59	-CH ₃ et CH ₂ déform.	esters, Hydrocarbures
	1377	48,49	3,31	-CH ₃ et déf.	Hydrocarbures
	744	60,35	4,12	=C-H déformation	benzènes 1,2 disubstitués ou " monosubstitués
	699	52,81	3,61	=C-H déformation	benzènes monosubstitués
	598	68,27	4,67	C-C valence	cycloalcanes polysubstitués

Echantillon	$\bar{\nu}(\text{cm}^{-1})$	% T	R	Type de vibration	Liaisons
F- 2	3077	51,53	2,48	=C-H valence	aromatiques ,alcènes
	2860	20,81	1,00	-C-H valence	alcanes,cycloalcanes
	1579	43,77	2,10	-N-H déformation	amines primaires et secondaires
	1461	33,19	1,59	-CH ₃ et -CH ₂ - déf.	esters,Hydrocarbures
	1437	33,70	1,62	" " "	" "
	1376	45,18	2,17	-CH ₃ déformation	Hydrocarbures
	1145	58,49	2,81	-C-C val squelette	alcanes,cycloalcanes,alcènes aromatiques substitués
	1030	53,45	2,57	-C-N valence	amines, amides
	991	55,14	2,65	= C-H déformation	alcènes monosubstitués
	744	48,98	2,35	= C-H déformation	benzènes 1,2 disubstitués " monosubstitués
F - 3	701	31,08	1,08	= C-H déformation	benzènes monosubstitués
	602	65,35	3,14	C-C valence	cycloalcanes polysubstitués
	2880	28,81	1,00	-C-H valence	alcanes,cycloalcanes
	1579	59,45	2,06	-N-H déformation	amines primaires et secondaires
	1457	34,95	1,21	-CH ₃ et - CH ₂ déf.	esters,Hydrocarbures
	1377	43,38	1,50	-CH ₃ déformation	Hydrocarbures
	743	60,76	2,11	=C-H déformation	benzènes 1,2 disubstitués " monosubstitués
	701	54,34	1,89	=C-H déformation	benzènes monosubstitués

Tableau - 25 -

Echantillon	$\bar{\nu}(\text{cm}^{-1})$	% T	R	Type de vibration	Liaisons
F- 4	2969	42,40	1,21	-C-H valence	alcanes, cycloalcanes
	2829	43,04	1,23	" "	" "
	1579	58,83	1,68	-N-H déformation	amines primaires et secondaires
	1460	35,00	1,00	-CH ₃ et -CH ₂ - déf.	esters, hydrocarbures
	1376	40,59	1,16	-CH ₃ déf.	Hydrocarbures
	722	59,50	1,70	=C-H déformation	alcanes avec plus de 4 groupes de (- CH ₂ -)
	700	54,34	1,55	=C-H déformation	benzenes monosubstitués
F - 5	2834	45,15	1,08	-C-H valence	alcanes, cycloalcanes
	1454	41,64	1,00	-CH ₃ et -CH ₂ - déf.	esters, hydrocarbures
	1377	48,91	1,17	-CH ₃ déformation	Hydrocarbures
	722	64,88	1,56	=C-H déformation	alcanes avec plus de 4 groupes de (- CH ₂ -)
	699	62,19	1,49	=C-H "	benzènes monosubstitués

Tableau - 26 -

Echantillon	$\bar{\nu}(\text{cm}^{-1})$	% T	R	Type de vibration	Liaisons
F -6	3077	51,16	2,02	=C-H valence	aromatiques, alcènes
	3024	52,02	2,05	" "	" "
	2833	49,17	1,91	-C-H valence	alcanes, cycloalcanes
	1597	52,40	2,07	vibration de cycle	aromatiques
	1579	35,19	1,39	-N-H déformation	amines primaires et secondaires
	1436	30,00	1,18	-CH ₃ et -CH ₂ -déf.	esters, Hydrocarbures
	1377	55,35	2,18	-CH ₃ déf.	Hydrocarbures
	1216	58,26	2,29	-C-O valence	esters saturés, éthers, alcools
	1145	57,11	2,25	-C-C valence squelette	alcanes, cycloalcanes, alcènes, aromatiques substitués
	1069	58,29	2,29	-C-O valence	ethers, alcools
	1030	48,83	1,92	-C-N "	amides, amines
	991	51,07	2,01	=C-H déformation	alcènes, monosubstitués
	744	41,32	1,63	=C-H "	benzènes 1,2 disubstitués " monosubstitués
	701	25,36	1,00	=C-H "	benzènes monosubstitués
	602	61,25	2,41	C-C valence	cycloalcanes polysubstitués

Tableau -28-

Echantillon	$\bar{\nu}(\text{cm}^{-1})$	% T	R	Type de Vibration	Liaisons
F - 7	3077	51,00	2,01	=C-H valence	aromatiques, alcènes
	3024	51,60	2,03	" "	" "
	2831	49,32	1,94	-C-H valence	alcanes, cycloalcanes
	1597	52,94	2,07	vibration de cycle	aromatiques
	1579	34,10	1,34	-N-H déformation	amines, primaires et secondaires
	1437	29,29	1,15	-CH ₃ et -CH ₂ -déf	esters, Hydrocarbures
	1377	57,77	2,28	-CH ₃ déformation	Hydrocarbures
	1216	58,26	2,30	-C-O valence	esters saturés, éthers, alcools
	1145	57,11	2,30	-C-O val squelette	alcanes, cycloalcanes, alcènes, aromatiques substitués
	1069	58,29	2,30	-C-O valence	éthers, alcools
	1030	48,83	1,92	-C-N valence	amines, amides
	991	51,07	2,01	=C-H déformation	alcènes monosubstitués
	744	41,32	1,63	=C-H "	benzènes 1,2 disubstitués " monosubstitués
	701	25,36	1,00	=C-H "	" "
	602	61,25	2,41	C-C valence	cycloalcanes polysubstitués
F - 8	2832	34,82	1,11	-C-H valence	alcanes, cycloalcanes
	1579	53,47	1,71	-N-H déformation	amines primaires et secondaire
	1460	31,28	1,00	-CH ₃ et -CH ₂ -déf	esters, Hydrocarbures
	1377	38,16	1,22	-CH ₃ déformation	Hydrocarbures
	1029	58,98	1,88	-C-N valence	amides, amines
	990	59,92	1,91	=C-H déf	alcènes monosubstitués
	743	54,78	1,75	=C-H déf	benzènes 1,2 disubstitués " monosubstitués
	701	44,26	1,41	=C-H déf	" "
	598	68,17	2,18	C-C valence	cycloalcanes polysubstitués

Tableau -29-

A-3 Extrait A- III et ses fractions:

Echantillon	$\bar{\nu}(\text{cm}^{-1})$	% T	R	Type de vibration	Liaisons
A - III ERUT	2971	50,25	1,09	-C-H valence	alcanes, cycloalcanes
	1579	54,12	1,18	-N-H déformation	amines primaires et secondaires
	1461	45,97	1,00	-CH ₃ et-CH ₂ -déf.	esters, Hydrocarbures
	1377	52,30	1,14	-CH ₃ déformation	Hydrocarbures
	744	56,88	1,24	=C-H déformation	benzènes 1,2 disubstitués " monosubstitués
	700	49,77	1,08	=C-H déformation	" "
E - I	3077	49,81	1,89	=C-H valence	aromatiques, alcènes
	2831	38,51	1,46	-C-H valence	alcanes, cycloalcanes
	1597	53,47	2,03	vibration de cycle	aromatiques
	1579	37,31	1,42	-N-H déformation	amines, primaires et secondaires
	1436	28,65	1,09	-CH ₃ et-CH ₂ -déf.	esters, Hydrocarbures
	1377	43,85	1,67	-CH ₃ déformation	Hydrocarbures
	1216	57,58	2,19	-C-O valence	esters saturés, éthers, alcools
	1145	55,00	2,09	-C-C valence squelette	alcanes, cycloalcanes, alcènes, aromatiques monosubstitués
	1069	57,64	2,19	-C-O valence	ethers, alcools
	1030	49,47	1,88	-C-N valence	amines, amides
	991	51,37	1,95	-C-H déformation	alcènes monosubstitués
	744	42,80	1,63	=C-H déformation	benzènes 1,2 disubstitués " monosubstitués
	701	26,30	1,00	=C-H déformation	" "
602	62,68	2,38	C-C valence	cycloalcanes polysubstitués	

Tableau -32-

Echantillon	$\bar{\nu}$ (cm ⁻¹)	% T	R	Type de vibrati	Liaisons
F - 2	2833	48,26	1,07	- C-H Valence	alcaneş, Cycloalcanes
	1579	55,81	1,24	-N-H déformation	amines primaires et secondaires
	1459	45,04	1,00	-CH ₃ et-CH ₂ -déf	esters, Hydrocarbures
	1377	52,30	1,16	-CH ₃ déformation	Hydrocarbures
	744	58,64	1,30	=C-H déformation	benzènes 1,2 disubstitués " monosubstitués
	701	47,12	1,05	=C-H déformation	" " " "
	598	69,80	1,55	C-C Valence	Cyclaalcanes polysubstitués
F - 3	2889	4,54	1,00	- C-H Valence	alcanes, Cycloalcanes
	1596	58,55	12,90	Vibration de cycle	aromatiques
	1579	47,39	10,44	-N- H déf	amines primaires et secondaires.
	1456	45,21	9,96	-CH ₃ et-CH ₂ -déf	esters , Hydrocarbures
	1437	38,67	8,52	- " - " "	Hydrocarbures , esters
	1376	52,96	11,66	-CH ₃ déformation	Hydrocarbures
	1145	58,54	12,89	-C-C val squelet	alcanes, cycloalcanes alcènes, aromatiques substitués
	1029	56,31	12,40	-C-N Valence	amines , amides
	991	57,47	12,66	=C-H déformation	alcènes monosubstitués
	744	50,96	12,25	=C-H déformation	benzènes 1,2disubstitués " monosubstitués
	701	34,27	7,55	" "	Benzenes monosubstitués.
	602	66,72	14,70	C - C valence	Cycloalcanes polysubstitués

Tableau -33-

Tableau -34-

Echantillon	$\bar{\nu}(\text{cm}^{-1})$	% T	R	Type de vibration	Liaisons
F - 4	2834	33,12	1,00	C-H Valence	alcanes, cycloalcanes
	1579	56,60	1,71	N-H déformation	amines primaires et secondaires
	1461	33,62	1,01	-CH ₃ et -CH ₂ - déf	esters, Hydrocarbures
	1376	41,03	1,24	-CH ₃ déformation	Hydrocarbures
	743	57,33	1,73	=C-H déformation	benzènes 1,2 sbs " monosubstitués
	701	45,04	1,36	=C-H déformation	" " "
F- 5	2834	46,29	1,07	-C-H Valence	alcanes, cycloalcanes
	1179	54,47	1,32	-N-H déformation	amines primaires et secondaires
	1459	43,40	1,00	-CH ₃ et -CH ₂ - déf	esters, Hydrocarbures
	1377	50,65	1,17	-CH ₃ déformation	Hydrocarbures
	744	59,55	1,37	=C-H déformation	benzènes 1,2 disubs " monosubstitués
	701	46,49	1,07	" "	" " "
F - 6	2835	44,23	1,07	-C-H Valence	alcanes, cycloalcanes
	1460	41,16	1,00	-CH ₃ et -CH ₂ - déf	esters, hydrocarbures
	1376	48,99	1,19	-CH ₃ déformation	Hydrocarbures
	699	62,08	1,51	=C-H déformation	benzènes monosubstitués
F - 7	2835	45,43	1,06	-C-H Valence	alcanes, cycloalcanes
	1459	42,68	1,00	-CH ₃ et -CH ₂ def	esters, hydrocarbures
	1377	49,08	1,15	-CH ₃ déformation	Hydrocarbures

Tableau -35-

Tableau -36-

Tableau -37-

B - Extraits benzeniques:

B - 1-K -I et ses fractions

Tableau -38-

Echantillon	$\bar{\nu}$ (cm ⁻¹)	% T	R	Type de vibration	Liaisons
K - I B R U T	3033	60,20	1,16	= C-H Valence	Aromatiques, alcènes
	2834	59,49	1,45	-C-H Valence	alcènes, cyclo alcènes
	1479	56,30	1,09	-CH ₃ et-CH ₂ déf	esters, hydro carbures
	1376	62,03	1,20	-CH ₃ déformation	Hydrocarbures
	1037	62,04	1,20	-C-N Valence	amines, amides
	670	51,83	1,00	=C-H déformation	benzènes
F - 2	3091	49,92	1,19	=C-H Valence	aromatiques alcènes
	3035	43,60	1,04	" "	" "
	2871	47,09	1,12	- C-H Valence	alcènes, cyclo alcènes
	1479	43,09	1,02	-CH ₃ et-CH ₂ déf	esters, hydro carbures
	1457	43,77	1,04	" " "	" "
	1377	52,53	1,25	-CH ₃ déformation	Hydrocarbures
	1037	55,90	1,33	-C - N Valence	amides
	702	55,97	1,33	=C-H déformation	benzènes mono-substitués
	670	42,04	1,00	= C-H déformation	Benzènes

Tableau -39-

Echantillon	$\bar{\nu}(\text{cm}^{-1})$	% T	R	Type de vibration	Liaisons
F - 3	3090	54,98	1,48	=C-H Valence	aromatiques, alcènes
	3035	48,15	1,29	" "	" "
	2835	42,89	1,15	-C-H Valence	alcanes, cycloalcanes
	1460	37,24	1,00	-CH ₃ et -CH ₂ déf	estres, hydrocarbures
	1377	48,39	1,30	-CH ₃ déformation	Hydrocarbures
	1036	56,68	1,52	-C-H Valence	amines, amides
	669	50,93	1,37	= C-H déformation	Benzènes

Tableau-40-

Echantillon	$\bar{\nu}(\text{cm}^{-1})$	% T	R	Type de vibration	Liaisons
F- 4	3035	51.19	1.17	=C-H valence	aromatiques,alcenes
	2833	54.28	1.04	-C-H valence	alcanes,cycloalcanes
	1454	43.67	1.00	-CH ₃ et-CH ₂ déformat.	esters,hydrocarbures
	1376	48.69	1.11	-CH ₃ déformation	Hydrocarbures
	669	54.79	1.25	=C-H déformation	benzènes
F- 5	3090	36.55	1.49	=C-H valence	aromatiques,alcenes
	3071	41.58	1.69	" "	" "
	3033	28.70	1.17	" "	" "
	1955	53.05	2.16	C= O valence	substances carbonylés
	1810	49.03	1.99	=CH ₂ déformation	alcènes substitués
	1478	24.53	1.00	-CH ₃ etCH ₂ déformat.	esters,hydrocarbures
	1036	39.06	1.59	-C-N valence	amines,amides
667	26.50	1.10	=C-H déformation	benzènes	
F- 6	2834	45.70	1.09	-C-H valence	alcanes,cycloalcanes
	1463	41.96	1.00	-CH ₃ etCH ₂ déformat.	esters,hydrocarbures
	1377	49.44	1.18	-CH ₃ déformation	hydrocarbures

Tableau-41-

Tableau -42-

Tableau -43-

Tableau -44-

Echantillon	$\bar{\nu}(\text{cm}^{-1})$	% T	R	Type de vibration	Liaisons
F - 7	3090	45.58	1.52	=C-H valence	aromatiques, alcènes
	3072	48.05	1.60	" "	" "
	3034	38.87	1.30	" "	" "
	2832	48.30	1.61	-C-H valence	alcanes, cycloalcanes
	1809	53.34	1.78	=CH ₂ déformation	alcènes, substitués
	1479	34.01	1.13	-CH ₃ et -CH ₂ déformat.	esters, hydrocarbures
	1376	50.49	1.68	-CH ₃ déformation	hydrocarbures
	1037	48.07	1.60	-C-N valence	amines, amides
	670	29.98	1.00	=C-H déformation	benzènes

Tableau -45-

Echantillon	$\bar{\nu}(\text{cm}^{-1})$	% T	R	Type de vibration	Liaisons
F -8	2834	54,06	1,10	-C-H valence	alcanes, cycloalcanes
	1460	48,90	1,00	-CH ₃ et -CH ₂ - déf.	esters, Hydrocarbures
	1376	62,29	1,27	-CH ₃ déformation	Hydrocarbures
	722	83,92	1,72	=C-H déformation	alcanes avec plus de 4 groupes (-CH ₂ -)
F -9	2835	45,75	1,05	-C-H valence	alcanes, cycloalcanes
	1462	43,57	1,00	-CH ₃ et -CH ₂ - déf.	esters, Hydrocarbures
	1376	52,85	1,21	-CH ₃ déformation	Hydrocarbures
F -10	3090	45,52	1,35	=C-H valence	aromatiques, alcènes
	3035	36,58	1,09	" "	" "
	2832	45,16	1,34	-C-H valence	alcanes, cycloalcanes
	1809	52,47	1,57	=CH ₂ déformation	alcènes substitués
	1479	54,41	1,02	-CH ₃ et -CH ₂ - déf.	Hydrocarbures, esters
	1461	38,39	1,14	" "	" "
	1376	46,34	1,3	-CH ₃ déformation	Hydrocarbures
	1037	47,27	1,40	-C-N valence	amines, amides
	669	33,68	1,00	=C-H déformation	benzènes

Tableau -46-

Tableau -47-

B- 2 - SK -II et ses fractions :

Echantillon	$\bar{\nu}(\text{cm}^{-1})$	%	R	Type de vibration	Liaisons
SK - II BRUT	3090	47,83	1,68	=C-H valence	aromatiques,alcènes
	3071	50,49	1,77	" "	" "
	3034	37,33	1,31	" "	" "
	2831	34,48	1,21	-C-H valence	alcanes,cycloalcanes
	1953	61,10	2,14	C=O valence	Substances Carbonylées
	1809	57,46	2,02	=CH ₂ déf.	alcènes substituées
	1452	28,48	1,00	CH ₃ et -CH ₂ -déf.	esters,Hydrocarbures
	1376	34,42	1,21	-CH ₃ déformation	Hydrocarbures
	1036	47,51	1,67	-C-N valence	amines,amides
	722	54,93	1,93	=C-H déformation	alcanes avec plus de 4groupes de(-CH ₂ -)
	668	31,77	1,11	=C-H déformation	Benzènes
F -2	2834	41,81	1,19	-C-H valence	alcanes,cycloalcanes
	1460	35,09	1,00	-CH ₃ et -CH ₂ -défor.	esters,Hydrocarbures
	1376	45,09	1,28	-CH ₃ déformation	Hydrocarbures
	668	54,72	1,56	=C-H déformation	Benzènes
F -3	3034	42,29	1,16	=C-H valence	aromatiques,alcènes
	2831	36,40	1,00	-C-H valence	alcanes,cycloalcanes
	1479	36,58	1,00	-CH ₃ et -CH ₂ -déf.	esters,Hydrocarbures
	1377	45,64	1,25	-CH ₃ déformation	Hydrocarbures
	1037	50,77	1,39	-C-N valence	amines,amides

Tableau -48-

Tableau -49-

Tableau -50-

Tableau-51-

Echantillon	$\bar{\nu}(\text{cm}^{-1})$	% T	R	Type de vibration	Liaison
F- 4	3090	44.55	1.48	=C-H valence	aromatiques, alcènes
	3034	38.23	1.27	=C-H valence	" "
	2838	41.25	1.37	-C-H valence	alcanes, cycloalcanes
	1809	51.34	1.70	=CH ₂ déformation	alcènes substitués
	1479	34.16	1.15	-CH ₂ et -CH ₂ défor.	esters, hydrocarbures
	1461	37.24	1.23	-CH ₂ et CH ₂ déformat.	" "

Tableau-52-

F- 5	1376	45.97	1.52	-CH ₃ déformation	Hydrocarbures
	1037	46.96	1.56	-C-N valence	amines, amides
	670	30.15	1.00	=C-H déformation	benzènes
	2834	37.49	1.20	-C-H valence	alcanes, cycloalcanes
	1461	31.25	1.00	-CH ₃ et -CH ₂ déformat.	esters, hydrocarbures
	1376	42.14	1.35	-CH ₃ déformation	hydrocarbures

Tableau-53-

F- 6	3032	52.41	1.06	=C-H valence	aromatiques, alcenes
	1479	49.18	1.00	-CH ₃ et -CH ₂ déformat.	esters, hydrocarbures
	1376	50.55	1.03	-CH ₃ déformation	hydrocarbures
	674	54.48	1.11	=C-H déformation	Benzènes

Tableau-54-

F - 7	3090	42.78	1.49	=C-H valence	aromatiques, alcenes
	3072	45.24	1.58	" "	" "
	3034	35.70	1.24	" "	" "
	2831	44.15	1.54	-C-H valences	alcanes, cycloalcanes
	1809	50.39	1.76	=CH ₂ déformation	alcènes substitués
	1479	30.90	1.08	-CH ₃ et -C-H déform.	hydrocarbures, esters
	1377	47.70	1.66	-CH ₃ déformation	hydrocarbures
	1037	45.19	1.57	-C-N valence	amines, amides
669	28.68	1.00	=C-H déformation	benzènes	

Tableau-55-

F- 8	2835	34.79	1.13	-C-H valence	alcanes, cycloalcanes
	1461	30.72	1.00	-CH ₃ et -CH ₂ déformat.	esters, hydrocarbures
	1377	39.28	1.28	-CH ₂ déformation	hydrocarbures

Tableau -56-

Echantillon	$\bar{\nu}(\text{cm}^{-1})$	% T	R	Type de vibration	Liaisons
F - 9	3090	39,99	1,70	=C-H Valence	aromatiques alcènes
	3072	43,08	1,83	" "	" "
	3036	30,56	1,30	" "	" "
	2834	45,96	1,95	- C-H Valence	alcanes, cycloalcanes
	1953	51,70	2,20	C = O Valence	substances carbonylées
	1809	48,96	2,08	=CH ₂ déformation	alcènes substitués
	1479	27,57	1,17	-CH ₃ et -CH ₂ déf	esters Hydrocarbures
	1377	50,43	2,14	-CH ₃ déformation	Hydrocarbures
	1037	42,93	1,83	-C-N Valence	amines, amides
	669	23,51	1,00	= C-H déformation	Benzènes
F - 10	2835	36,85	1,17	-C-H Valence	alcanes, cycloalcanes
	1460	31,40	1,00	-CH ₃ et -CH ₂ déf	esters, Hydrocarbures
	1377	41,25	1,31	-CH ₃ déformation	Hydrocarbures

Tableau -57-

B-3- A-III et ses fractions

Tableau -58-

Echantillon	$\bar{\nu}(\text{cm}^{-1})$	% T	R	Type de vibration	Liaison
A-III BRUT	3034	59.17	1.38	=C-H valence	alcènes, aromatiques
	2832	50.79	1.19	-C-H valence	alcènes, cycloalcènes
	1479	50.90	1.19	-CH ₃ et -CH ₂ déform.	esters, HC
	1461	42.71	1.00	" " "	" "
	1377	50.64	1.18	-CH ₃ déformation	HC
	1037	61.08	1.43	-C-N valence	amines, amides
	722	61.53	1.44	=C-H déformation	alcènes avec plus de 4 groupes-CH ₂
	669	56.07	1.31	=C-H déformation	Benzènes
F-2	3091	39.69	1.51	=C-H valence	alcènes-aromatiques
	3071	43.68	1.65	" "	" "
	3036	31.59	1.19	" "	" "
	2832	44.79	1.69	-C-H valence	alcènes-acycloalcènes
	1954	51.51	1.95	C=O valence	substances carbonysées
	1809	49.10	1.85	=CH ₂ déformation	alcènes substitués
	1479	29.73	1.12	-CH ₃ et -CH ₂ déform.	esters- HC
	1377	49.95	1.89	-CH ₃ déformation	HC
	1037	43.29	1.64	-C-N valence	amines- amides
	669	26.46	1.00	=C-H déformation	benzènes
F-3	3034	45.65	1.33	=C-H valence	alcènes-aromatiques
	2833	44.99	1.14	-C-H valence	alcènes-cycloalcènes
	1458	34.17	1.00	-CH ₃ et -CH ₂ déform.	esters- HC
	1377	42.61	1.25	-CH ₃ déformation	HC
	1037	51.39	1.50	-C-N valence	amines-amides
	670	50.93	1.49	=C-H déformation	benzènes
F-4	3035	49.42	1.18	=C-H valence	alcènes-aromatiques
	2833	45.51	1.10	-CH valence	alcènes-cycloalcènes
	1463	41.91	1.00	-CH ₃ et -CH ₂ déform.	esters-HC
	1377	47.98	1.14	-CH ₃ déformation	HC
	669	52.05	1.24	=C-H déformation	benzènes

Tableau -59-

Tableau -60-

Tableau -61-

Tableau-62-

Echantillon	$\bar{\nu}$ (cm ⁻¹)	% T	R	Type de vibration	Liaisons
F - 5	2833	35.43	1.08	-C-H valence	alcane, cycloalcanes
	1460	32.88	1.00	-CH ₃ , -CH ₂ déform.	esters, HC
	1376	39.98	1.21	-CH ₃ déformation	HC
F - 6	2834	35.43	1.15	-CH valence	alcane, cycloalcanes
	1460	30.73	1.00	-CH ₃ , -CH ₂ déform.	esters-HC
	1376	40.11.	1.31	-CH ₂ déformation	HC

Tableau-63-

F - 7	3091	41.90	1.48	=C-H valence	aromatiques-alcenes
	3072	45.23	1.55	" "	" "
	3035	33.74	1.56	" "	" "
	2832	46.20	1.58	-CH valence	alcane-Cycloalcanes
	1809	50.13	1.72	=CH ₂ déformation	alcènes substitués
	1479	31.63	1.08	-CH ₃ et -CH ₂ déforma.	esters-HC
	1376	49.54	1.67	-CH ₂ déformation	HC
	1036	44.86	1.54	-C-N valence	amines-amides
	669	29.13	1.00	=C-H déformation	benzènes

Tableau-64-

Tableau -65-

Echantillon	$\bar{\nu}(\text{cm}^{-1})$	% T	R	Type de vibration	Liaisons
F - 8	3091	38,88	1,73	=C-H valence	aromatiques ,alcènes
	3072	42,72	1,91	" "	" "
	3038	30,62	1,37	" "	" "
	2834	43,08	1,92	- CH valence	alcanes,cycloalcanes
	1954	51,31	2,29	-C = O valence	substances carbonylées
	1809	48,71	2,17	=CH ₂ déformation	alcènes substitués
	1479	27,97	1,25	-CH ₃ et -CH ₂ -déf.	esters, HC
	1376	47,68	2,13	- CH ₃ déformation	HC
	1037	42,52	1,90	- C-N valence	amines, amides
	669	22,41	1,00	= C-H déf	benzènes
F - 9	2834	34,85	1,12	- CH valence	alcanes,cycloalcanes
	1462	31,00	1,00	-CH ₃ et -CH ₂ - déf	esters,Hydrocarbures
	1377	38,68	1,25	-CH ₃ déf.	Hydrocarbures
	597	59,28	1,91	C-C valence	cycloalcanes Polycsubstitués

Tableau -66-

Echantillon	$\bar{\nu}(\text{cm}^{-1})$	% T	R	Type de vibration	Liaisons
F - 10	3091	39,43	1,69	= C-H valence	alcènes, aromatiques
	3072	43,26	1,85	" "	" "
	3036	31,20	1,33	" "	" "
	2835	39,85	1,70	-CH valence	alcanes, cycloalcanes
	1954	51,31	2,19	-C=O valence	substances carbonylées
	1809	48,73	2,08	= CH ₂ déformation	alcènes substitués
	1479	27,91	1,19	-CH ₃ et -CH ₂ - déf	esters, Hydrocarbures
	1376	44,94	1,92	-CH ₃ déf.	Hydrocarbures
	1037	42,51	1,82	-C-N déformation	amines, amides
670	23,38	1,00	=C-H déformation	benzènes	
F - 11	2835	31,67	1,09	-C-H valence	alcanes, cycloalcanes
	1457	28,84	1,00	-CH ₃ et -CH ₂ - déf.	esters, Hydrocarbures
	1377	37,72	1,31	-CH ₃ déformation	Hydrocarbures

Echantillon	$\bar{\nu} (\text{cm}^{-1})$	% T	R	Type de vibration	Liaisons
F- 12	3091	43,48	1,37	=C-H valence	alcènes, aromatiques
	3035	35,89	1,13	" "	" "
	2834	40,53	1,27	-C-H valence	alcanes, cycloalcanes
	1810	51,00	1,60	= CH ₂ déformation	alcènes substitués
	1479	32,98	1,04	-CH ₃ et -CH ₂ -déf	esters, Hydrocarbures
	1460	35,83	1,12	" "	" "
	1376	43,44	1,36	- CH ₃ déf.	Hydrocarbures
	1036	45,56	1,43	-C-N valence	amines, amides
	669	31,83	1,00	= C-H déf.	benzènes

Tableau - 69 -

IV.3- Discussions et Interprétations des résultats :

IV.3.I. Analyse qualitative [18,19,20,23,5]

I.1 Extrait pyridinique de K-I

- a- Les bandes 3077 cm^{-1} et 3025 cm^{-1} peuvent être attribuées aux aromatiques puisque les charbons sont riches en noyaux aromatiques [20]
- b- Les bandes 1481 cm^{-1} et 1597 cm^{-1} représentent les vibrations de cycles aromatiques.
- c- Les amines primaires et secondaires sont absorbées à 1579 cm^{-1} .
- Elles correspondent à la vibration de la liaison de déformation -N-H**
- d- Les vibrations de déformation des groupements (-CH₃) et de (-CH₂) à 1435 cm^{-1} correspondent aux hydrocarbures cycliques
- e- La vibration (-C-O) de valence est absorbée à 1216 cm^{-1} . Elle est attribuée aux éthers ou aux alcools.
- f- La bande 1146 cm^{-1} correspond aux vibrations de valence- C-N ou de valence -C-O ou de la liaison de valence squelette (-C-C). Elle indique (1146 cm^{-1}) l'existence de composés éthers ou alcools, alcanes et cycloalcanes ou aromatiques substitués.
- g- Les bandes 1069 cm^{-1} et 1030 cm^{-1} correspondent aux amines ou aux amides.
- h- La vibration de déformation de type =C-H à 991 cm^{-1} correspond aux alcènes substitués. La bande 602 cm^{-1} correspond aux cycloalcanes polysubstitués selon la vibration de la liaison de valence (C-C)
- i- Les benzènes disubstitués et monosubstitués apparaissent à 745 cm^{-1} et à 701 cm^{-1} selon la vibration de la liaison de déformation= C-H.

I.1.1. Fractions de distillation

La fraction une (F-1) est constituée d'alcanes et de cycloalcanes qui s'absorbent à 2949 cm^{-1} et 2845 cm^{-1} . Ces bandes correspondent à la vibration de la liaison de valence -C-H.

Elle contient aussi les amines primaires et secondaires, les hydrocarbures, le benzène monosubstitué et disubstitué et les cycloalcanes **polysubstitués**. Il apparait qu'elle ne renferme pas d'aromatiques.

Les fractions (F-3), (F-4) et (F-5) contiennent les mêmes composés de l'extrait brut K-I- pyridinique.

Dans la fraction (F-7) toutes les fonctions apparaissent aux mêmes nombres d'ondes que l'extrait brut.

La fraction (F-6) ne contient ni d'aromatiques, puisque l'absorption n'apparait pas autour de $[3000 \text{ cm}^{-1} - 3100 \text{ cm}^{-1}]$, ni autour de $\nu = [1590 - 1610 \text{ cm}^{-1}]$ spécifique à la vibration cyclique.

I.1.2- Extrait benzenique de K-I

- a- Les aromatiques apparaissent à 3033 cm^{-1} suivant la vibration de valence = C - H.
- b- Ainsi, il contient les alcanes et les cycloalcanes car la vibration de la liaison de valence -C-H est absorbée à 2834 cm^{-1} .
- c- Les hydrocarbures sont absorbés à 1479 cm^{-1} et 1376 cm^{-1} d'après les vibrations des groupements méthyléniques et éthyléniques de déformation ($-\text{CH}_3$) et ($-\text{CH}_2$).

d- Les amides et les amines sont absorbés à 1037 cm^{-1} correspondant à la vibration de la liaison de valence - C-N.

e- La vibration de la liaison de déformation = C-H est absorbée à 670 cm^{-1} correspondant aux benzènes.

I.1.3- Fractions de distillation

Les fractions (F-2), (F-3) et (F-4) contiennent les mêmes composés que l'extrait brut K-I- benzenique.

La fraction (F-5) ne renferme pas d'alcanes et de cycloalcanes mais il ya apparition de deux nouvelles bandes 1955 cm^{-1} et 1840 cm^{-1} .

Elles peuvent être attribuées aux vibrations des liaisons de valence C=O et de déformation de =CH₂ correspondant aux substances carbonylées et aux alcènes substitués d'un noyau aromatique. La fraction (F-6) est constituée d'alcanes et de cycloalcanes et d'hydrocarbures correspondant aux vibrations de valence -C-H et de (-CH₃) ou de (-CH₂) de déformation qui s'absorbent à 2834 cm^{-1} et $(1463 - 1377) \text{ cm}^{-1}$.

La fraction (F-8) est constituée de cycloalcanes et d'alcanes avec plus de 4 groupes éthyléniques (-CH₂-). Ces groupes donnent lieu à la vibration de liaison de déformation = C-H qui est absorbée à 720 cm^{-1} .

Note

Les nouvelles fonctions qui apparaissent dans les fractions sont dues probablement au fractionnement. Ces fonctions semblent être masquées par d'autres composés du mélange constituant l'extrait brut.

I.1.4- Comparaison qualitative entre les extraits pyridiniques et benzeniques K-I

Nous pouvons constater qu'il existe quelques différences entre l'extrait pyridinique de K-I et son extrait benzenique. Elles se resument globalement à l'absence de:

- Composés étheriques dans l'extrait benzenique (1146 cm^{-1})
- Cycloalcanes polysubstitués dans l'extrait benzenique (602 cm^{-1})
- Substances carbonylées dans l'extrait pyridinique (1954 cm^{-1})
- alcènes substitués d'un noyau aromatique dans l'extrait pyridinique (1610 cm^{-1}).

I.2- Extrait pyridinique de SK-II-

- a- La bande 3392 cm^{-1} correspond à la liaison de valence -OH.
Elle est spécifique aux phénols ou aux alcools.
- b- Les alcanes et cycloalcanes apparaissent à 2832 cm^{-1} et à 997 cm^{-1} correspondant aux vibrations de liaison de valence (-C-H) et à la valence squelette (-C-C-)
- c- La vibration des cycles aromatiques est absorbée à 1589 cm^{-1}
- d- Les hydrocarbures sont absorbés respectivement à 1939 cm^{-1} et à 1376 cm^{-1} , correspondant aux vibrations des groupements méthyléniques et éthyléniques (-CH₂) et (-CH₃).
- e- La bande 1031 cm^{-1} est attribuée aux amines ou aux amides.
Elle donne lieu à des vibrations de valence -C-N.
- f- La bande 997 cm^{-1} est attribuée aussi aux aromatiques substitués donnant lieu à la vibration de liaison de valence squelette.
- g- Les benzènes monosubstitués et disubstitués s'absorbent à 748 cm^{-1} et à 701 cm^{-1} selon les vibrations de liaisons de déformation = C-H.

I.2.1- Fractions de distillation

Les fractions (F-2), (F-2), (F-6), (F-7) et (F-8) contiennent aussi des cycloalcanes polysubstitués qui s'absorbent à 602 cm^{-1} selon les vibrations de liaison de valence C-C.

Cependant, il est à remarquer que ces derniers n'apparaissent pas dans l'extrait brut.

Les bandes 1579 cm^{-1} et 991 cm^{-1} se rencontrent dans les fractions (F-2), (F-6), (F-7) et (F-8). Elles renseignent quant à la possibilité d'existence d'amines primaires et secondaires et d'alcènes substitués.

Les alcanes avec plus de quatre (4) groupes de $(-\text{CH}_2-)$ sont contenus dans les fractions (F-4) et (F-5). Ils s'absorbent à 722 cm^{-1} selon les vibrations de déformation de liaison = C -H.

Les bandes 1216 cm^{-1} et 1069 cm^{-1} donnent lieu à l'existence des éthers ou alcools qui s'absorbent selon la vibration de valence - C-O dans les fractions (F-6) et (F-7).

I.2.2- Extrait benzenique de SK-II-

a- Les aromatiques sont absorbés aux nombres d'ondes 3090 cm^{-1} , 3071 cm^{-1} et 3034 cm^{-1} . Ces bandes peuvent correspondre aux vibrations de valence =C-H.

b- Les alcanes et les cycloalcanes correspondent à la bande 2831 cm^{-1} d'après les vibrations de valence des liaisons - C-H.

c- La bande 1953 cm^{-1} , nous indique la probabilité d'existence des composés carbonylés correspondant aux vibrations des liaisons de valence C=O.

d- La bande 1810 cm^{-1} signale la possibilité d'existence des alcènes monosubstitués de noyaux aromatiques.

e- Les hydrocarbures sont absorbés aux nombres d'ondes 1452 cm^{-1} et 1376 cm^{-1}

Ils correspondent aux vibrations des groupements de déformations méthyléniques ($-\text{CH}_2$) et éthyléniques ($-\text{CH}_2-$).

f- La vibration de liaison $-\text{C}-\text{H}$ est absorbée à 1036 cm^{-1} . Elle nous indique la présence d'amines ou d'amides.

g- Les alcanes avec plus de quatre(4) groupes ($-\text{CH}_2$) s'absorbent à 722 cm^{-1} selon les liaisons de déformation $=\text{C}-\text{H}$.

Le benzène est absorbé à 668 cm^{-1} selon la vibration de la liaison de déformation $=\text{C}-\text{H}$.

I.2.3- Fractions de distillation

Les groupements fonctionnels de l'ensemble des fractions de distillation sont identiques à ceux donnés par l'extrait brut.

I.2.4- Comparaison entre les extraits pyridiniques et benzeniques de SK-II

Nous avons constaté que les bandes 3392 cm^{-1} , 997 cm^{-1} , 1589 cm^{-1} , 1939 cm^{-1} , 748 cm^{-1} , 701 cm^{-1} et 602 cm^{-1} n'apparaissent pas dans l'extrait benzenique de SK-II.

Enfin, il est de même pour les bandes 3090 cm^{-1} , 3034 cm^{-1} , 1954 cm^{-1} , 1809 cm^{-1} , 722 cm^{-1} et 668 cm^{-1} dans le cas de l'extrait pyridinique de SK-II.

I.3- Extrait pyridinique de A-III

a- Les alcanes et les cycloalcanes s'absorbent à 2971 cm^{-1} . Cette bande correspond à la vibration des liaisons de valence $-\text{C}-\text{H}$.

b- Les vibrations de déformation de -N-H sont absorbées à 1579 cm^{-1} .

Elles indiquent la possibilité de présence des amines primaires et secondaires.

c- Les bandes d'absorption 1461 cm^{-1} et 1377 correspondent aux vibrations de groupements des hydrocarbures méthyléniques ($-\text{CH}_2$) et éthyléniques ($-\text{CH}_2$).

d- Le benzène disubstitué et monosubstitué s'absorbent dans les bandes 744 cm^{-1} et 700 cm^{-1} . Elles peuvent correspondre aux vibrations des liaisons de déformation = C-H.

I.3.1- Fractions de distillation

Pour la fraction (F-1) nous remarquons l'apparition des aromatiques à 3077 cm^{-1} et à 1597 cm^{-1} . Cela peut correspondre à la liaison de valence = C-H et de la vibration de cycles aromatiques. Ainsi que pour les éthers, les alcools ou les phénols apparaissent à 1216 cm^{-1} et 1069 cm^{-1} selon la vibration de la liaison de valence -C-O

Pour les fractions (F-1) et (F-3), nous constatons l'apparition de la bande 1145 cm^{-1} . Celle-ci correspond à la vibration de valence squelette -C-C. Il y a lieu de croire à l'existence des alcanes et cycloalcanes ou des aromatiques substitués.

Les alcènes monosubstitués sont contenus dans les fractions (F-1) et (F-3). Ils résultent de l'absorption à 991 cm^{-1} de la vibration de la liaison de déformation = C-H.

La vibration de la liaison de valence C-C apparaît dans les fonctions (F-1), (F-2) et (F-3) et s'absorbe à 602 cm^{-1} . Elle peut correspondre aux cycloalcanes polysubstitués. Il faut signaler que le reste

des groupements fonctionnels figure dans l'extrait brut pyridinique de A -III.

I.3.2- Extrait benzenique de A-III

Les aromatiques s'absorbent à 3034 cm^{-1} selon la vibration de la liaison de valence $=\text{C}-\text{H}$. Cependant les cycloalcanes et les alcanes sont absorbés à 2832 cm^{-1} ($\text{C}-\text{H}$ de valence).

Les vibrations des groupements éthyléniques ($-\text{CH}_2-$) et méthyléniques ($-\text{CH}_3-$) à 1479 cm^{-1} et à ($1461 - 1377$) cm^{-1} indiquent la présence probables des hydrocarbures.

Les amines ou les amides s'absorbent à 1037 cm^{-1} selon les vibrations des liaisons de valence $-\text{C}-\text{N}$

La bande 722 cm^{-1} correspond aux alcanes ayant plus de quatre (4) groupes éthyléniques ($-\text{CH}_2-$)

Le benzène est absorbé à 670 cm^{-1} selon la vibration de liaison de déformation $= \text{C}-\text{H}$.

I.3.3- Fractions de distillation

Les fractions (F-2), (F-8) et (F-10) renferment des substances carbonylées qui donnent lieu aux vibrations des liaisons de valence $\text{C}=\text{O}$ à 1954 cm^{-1} .

Les fractions (F-2), (F-7), (F-8), (F-10) et (F-12) peuvent contenir des alcènes substitués aux noyaux aromatiques correspondant aux vibrations de liaisons $= \text{CH}_2$ à 1610 cm^{-1} .

La fraction (F-9) montre qu'il ya lieu de croire qu'elle renferme des cycloalcanes polysubstitués. En effet, ils s'absorbent à 597 cm^{-1} selon la vibration de liaison de valence C-C.

Les autres fonctions sont contenues dans l'extrait benzenique de A-III

I.3.4- Comparaison entre l'extrait pyridinique et benzenique de A-III

Nous avons relevé des différences notables entre les deux extraits:

- a- Les bandes 722 cm^{-1} , 669 cm^{-1} , 1954 cm^{-1} et 1809 cm^{-1} apparaissent uniquement pour l'extrait benzenique.
- b- Par contre, les bandes 700 cm^{-1} , 744 cm^{-1} , 1216 cm^{-1} , 1145 cm^{-1} , 1070 cm^{-1} et 991 cm^{-1} s'absorbent seulement dans le cas de l'extrait pyridinique.

Ces différences entre les extraits pyridiniques et benzeniques peuvent être attribuées aux différences de solubilités et de températures d'ébullitions de chaque fraction benzenique et pyridinique.

En conclusion, nous remarquons ces échantillons sont composés de plusieurs hydrocarbures tels que les alcanes, les cycloalcanes, les aromatiques, les alcènes, d'amines, d'amides, d'éthers, d'alcools et de phénols...

NOTE :

Les premières fractions de K-I, SK-II et A-III benzeniques n'ont donné lieu à la formation d'aucun pic. Cela conduit à conclure que ces fractions sont essentiellement constituées du benzène. D'ailleurs leurs points d'ébullitions sont autour de 80°C .

IV-3.II- Analyse quantitative : [18,20,21]

Nous avons procédé à l'analyse quantitative en supposant les hypothèses suivantes:

- a- Les intensités (largeurs) des pics sont identiques.
- b- Le pic de référence a une grande absorbance (ou faible transmittance, notée: Tref).

Enfin, nous définissons R comme étant le rapport de la transmittance T à la référence Tref.

$$R = \frac{T}{T_{ref}} \dots (1)$$

D'après l'équation de Beer-Lambert

$$A = \text{Log} \frac{1}{T} = \epsilon c l \dots (2)$$

A= Absorbance (%)...avec $A = 100 - T$... (3)

T= Transmittance (%)

c= Concentration de la substance (mole/l)

l= Epaisseur de la cellule (cm)

ϵ = Coefficient d'extinction molaire (l/cm . mole)

Si A augmente \Rightarrow T diminue \Rightarrow C augmente.

Donc si $R > 1 \Rightarrow T > T_{ref} \Rightarrow$ la concentration diminue

II.1- Extrait pyridinique de K-I

-Sur la base de ces équations, nous pouvons conclure, dans le cas de l'extrait pyridinique de K-I, que le taux des aromatiques est faible par rapport aux benzènes monosubstitués (composé de référence) cependant, ils apparaissent dans trois (03) bandes d'absorptions 3077 cm^{-1} , 3025 cm^{-1} et 1597 cm^{-1} dans des rapports $R=2,25$, $R=2,43$ et $R=2,39$ élevés. Cela amène à supposer que leurs concentrations sont faibles.

-D'autres parts, les hydrocarbures ($R=1,46$), les amines primaires et secondaires ($R=1,51$) et le benzène disubstitué ($R=1,58$) sont en proportions importantes par rapport à la référence.

-Les autres composés d'alcools, d'éthers et d'alcanes sont en faibles quantités car leurs rapports sont plus grandes que celui de référence.

II.1.1- Fractions de distillation:

Pour les fractions (F-1), (F-2) et (F-3) issues de K-I, les alcanes et cycloalcanes ($R=1,00$) sont majoritaires.

Les amines primaires et secondaires sont présents dans des rapports élevés ($R_{F-1} = 4,61$, $R_{F-2} = 4,21$ et $R_{F-3} = 2,33$). on peut donc conclure que la teneur en amines est très faible dans ces fractions.

Dans les fractions (F-4), (F-5) et (F-7), le benzène monosubstitué est dans une teneur très grande ($R=1,00$).

Mais les concentrations des aromatiques, des alcanes et cycloalcanes, les éthers et les alcools sont en quantités faibles au cas où l'on prend comme référence le benzène monosubstitué.

II.1.2- Extrait benzenique de K-I

Le benzène ($R=1,00$) et les hydrocarbures ($R=1,09$) sont présents en grandes quantités dans l'extrait benzenique de K-I.

Les aromatiques ($R=1,16$), les amines ou les amides ($R=1,20$), et les alcanes sont dans des concentrations moyennes par rapport au benzène.

II.1.3- Fractions de distillation:

Nous trouvons que les teneurs en benzène ($R=1,00$), en hydrocarbures ($R_{F-2}=1,02$, $R_{F-7}=1,13$ et $R_{F-10}=1,02$) et en aromatiques ($R_{F-2}=1,04$, $R_{F-7}=1,30$ et $R_{F-10}=1,09$) sont très élevés dans le cas des fractions (F-2), (F-7) et (F-10) (leurs rapport sont en effet très proches de celui de référence).

Les autres composés sont en concentration légèrement faible par rapport à celui du benzène.

Les fractions (F-3), (F-4), (F-5), (F-6), (F-8) et (F-9) sont constituées d'alcane et de cycloalcanes ($R=1,00$). Il semble que leurs concentrations sont en grandes proportions dans ces mélanges par rapports aux hydrocarbures aromatiques.

II.1.4- Comparaison quantitatives des extraits pyridiniques et benzeniques de K-I.

Les aromatiques sont en concentrations plus importantes dans l'extrait pyridinique ($A=57,79\%$) par rapport à l'extrait benzenique ($A=39,80\%$).

D'autre part, le taux en amines est plus important dans le cas de l'extrait pyridinique ($A=60,93\%$) que celui dans l'extrait benzenique ($A=37,96\%$).

II.2 - Extrait pyridinique de SK-II:

Les hydrocarbures sont en teneur importante dans l'extrait pyridinique brut de SK-II ($R=1,00$).

Le benzène monosubstitué ($R=1,20$), les alcane et cycloalcanes ($R=1,22$) et les aromatiques ($R=1,30$) sont en concentrations non négligeables.

II.2.1- Fractions de distillation:

Les fractions (F-1), (F-2) et (F-3) sont constituées principalement d'alcane et de cycloalcanes ($R=1,00$) et en moindres teneurs d'hydrocarbures ($R_{F-1}=3,33$, $R_{F-2}=2,17$ et $R_{F-3}=1,50$)

Les fractions (F-4), (F-5) et (F-8) sont dans des taux élevés d'hydrocarbures ($R=1,00$) et d'alcane ou cycloalcanes ($R_{F-4}=1,21$, $R_{F-5}=1,08$ et $R_{F-8}=1,11$) par rapport à d'autres composés.

Les fractions (F-6) et (F-7) sont constituées essentiellement de benzène monosubstitué ($R=1,00$), d'alcane ($R_{F-7}=1,94$ et $R_{F-6}=1,94$) et d'amines primaires et secondaires ($R_{F-6}=1,39$ et $R_{F-7}=1,34$).

II.2.2- Extrait benzenique de SK-II:

Cet échantillon renferme des hydrocarbures paraffiniques ($R=1,00$), du benzène ($R=1,11$), des cycloalcanes ($R=1,21$) et des aromatiques ($R=1,31$).

La teneur des autres composés est négligeable par rapport aux hydrocarbures paraffiniques.

II.2.3- Fractions de distillation:

Les fractions (F-2), (F-3), (F-5), (F-6), (F-8) et (F-10) sont composées en majorité d'hydrocarbures paraffiniques ($R=1,00$), de benzène, de cycloalcanes et d'aromatiques.

En effet leurs rapports sont proches de celui de référence. Les fractions (F-4), (F-7) et (F-9) sont composées de benzène ($R=1,00$), d'hydrocarbures paraffiniques ($R_{F-4}=1,13$, $R_{F-7}=1,08$ et $R_{F-9}=1,179$). Les autres constituants sont contenus, dans ces fractions, dans des rapports importants. Ce qui amène à conclure que leurs concentrations sont faibles.

II.2.4- Comparaison entre l'extrait pyridinique et benzenique de SK-II:

Les aromatiques ($A=62,67\%$), les alcanes et cycloalcanes ($A=65,52\%$) et les amines ($A=52,48\%$) dans l'extrait benzenique sont dans des concentrations plus importantes que dans l'extrait pyridinique ($A=47,27\%$, $A=50,26\%$ et $A=42,14\%$). Cette constatation peut être liée à la nature de notre échantillon qui est pour la circonstance un schiste bitumineux.

II.3- Extrait pyridinique de A-III.:

A-III renferme des alcanes et des cycloalcanes ($R=1,09$), du benzène monosubstitué ($R=1,08$) et dans une moindre concentration en amines primaires et secondaires ($R=1,18$).

II.3.1- Fractions de distillation:

La fraction F-1 est composée essentiellement de benzène monosubstitué ($R=1,00$), d'hydrocarbures ($R=1,09$), d'amines primaires ou secondaires ($R=1,42$) et d'alcanes ou cycloalcanes ($R=1,46$). Les autres composés sont mineurs par rapport aux benzènes monosubstitués.

Pour les fractions (F-2), (F-5), (F-6) et (F-7), les taux d'hydrocarbures ($R=1,00$), d'alcane ou cycloalcanes ($R=1,07$) et de benzènes monosubstitués ($R=1,05$) sont plus importants.

Les autres constituants sont en quantités très faibles par rapport aux hydrocarbures tels que les amines ou secondaires et les cycloalcanes polysubstitués.

Pour les fractions (F-3) et (F-4), nous avons constaté que le taux d'alcane est plus élevé ($R=1,00$) par rapport aux composés de benzènes monosubstitués ou disubstitués et d'amines primaires et secondaires.

II.3.2- Extrait de benzenique de A-III :

Les alcane ou cycloalcanes ($R=1,19$), le benzène ($R=1,31$) et les aromatiques ($R=1,38$) sont dans des taux élevés dans le cas de l'extrait benzenique par rapport aux autres composés, à savoir les amines, les alcane avec plus de quatre (4) groupements ($-CH_2^-$)

II.3.3- Fractions de distillation:

Le taux en benzène ($R=1,00$) dans les fractions F-2, F-7, F-8, F-10 et F-12 est plus grand que dans le cas des autres composés. Cependant les proportions en hydrocarbures et en aromatiques sont aussi considérables.

Par contre dans les fractions (F-3), (F-4), (F-5), (F-6), (F-9) et (F-11), les taux d'hydrocarbures ($R=1,00$), d'alcane sont relativement plus élevés par rapport aux aromatiques, benzène, amines et alcène substitués de noyaux aromatiques.

II.3.4- Comparaison entre les extraits pyridiniques et benzeniques de A-III

La proportion des cycloalcanes ou alcane soluble dans la pyridine est plus grande ($A=49,75\%$) par rapport à celle soluble dans le benzène ($A=49,25\%$).

Les hydrocarbures ont une proportion ($A=54,03\%$) dans le cas de l'extrait pyridinique que dans celui du benzène ($A=49,10\%$).

En conclusion, nous pouvons dire que les échantillons choisis sont riches en hydrocarbures aromatiques, paraffiniques, et naphthéniques, en amines et en amides.

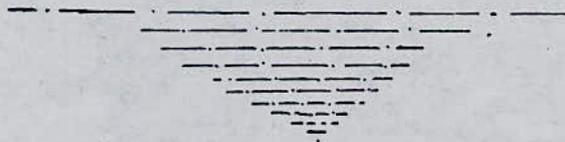
C O N C L U S I O N

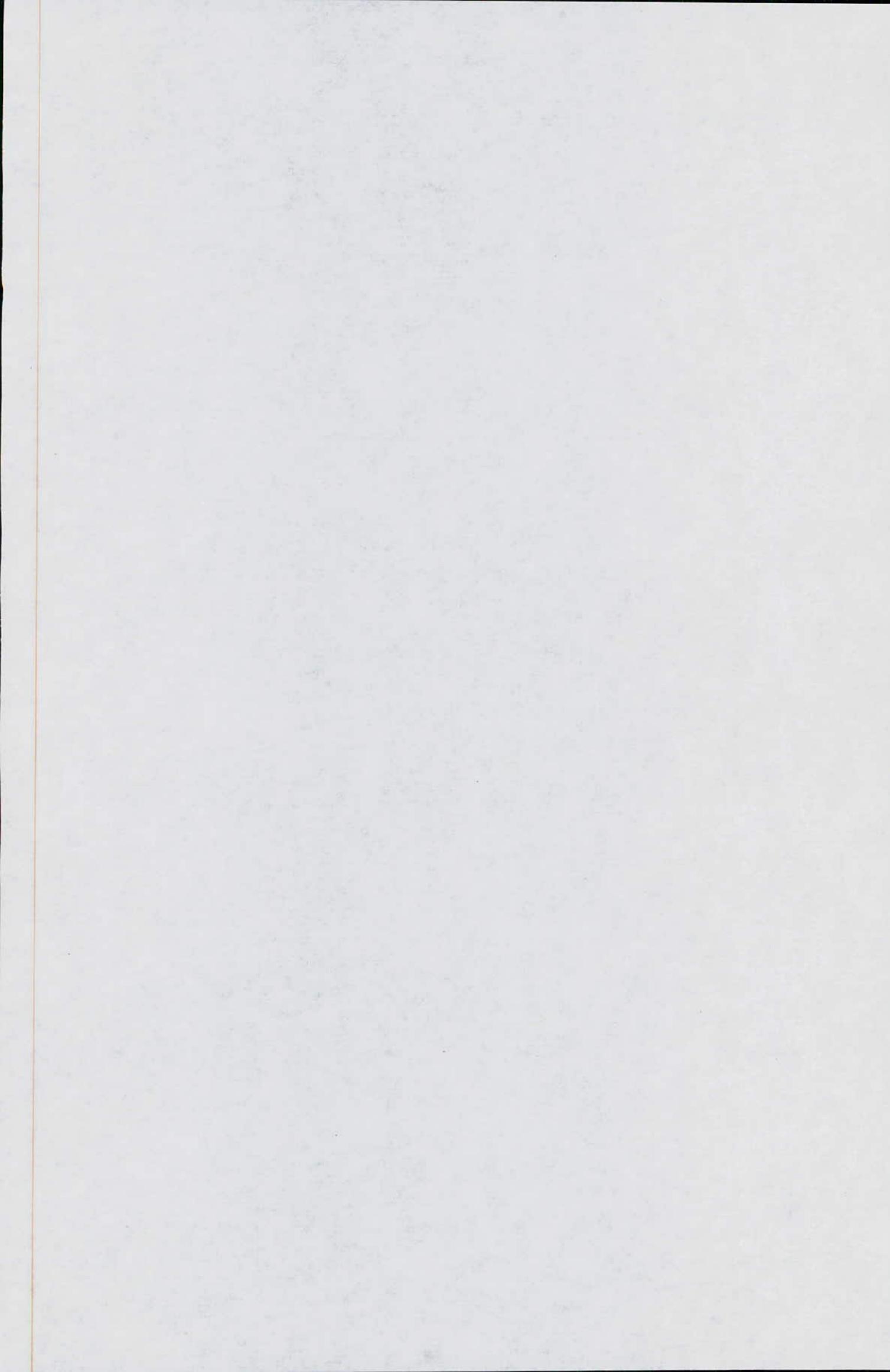
Il apparait à la lumière de cette étude que les combustibles fossiles solides de la région de BECHAR sont constitués principalement et en teneurs relativement importantes, d'hydrocarbures aromatiques, paraffiniques et naphténiques. En outre, ils renferment des proportions non négligeables en amines, amides, éthers, alcools et phénols.

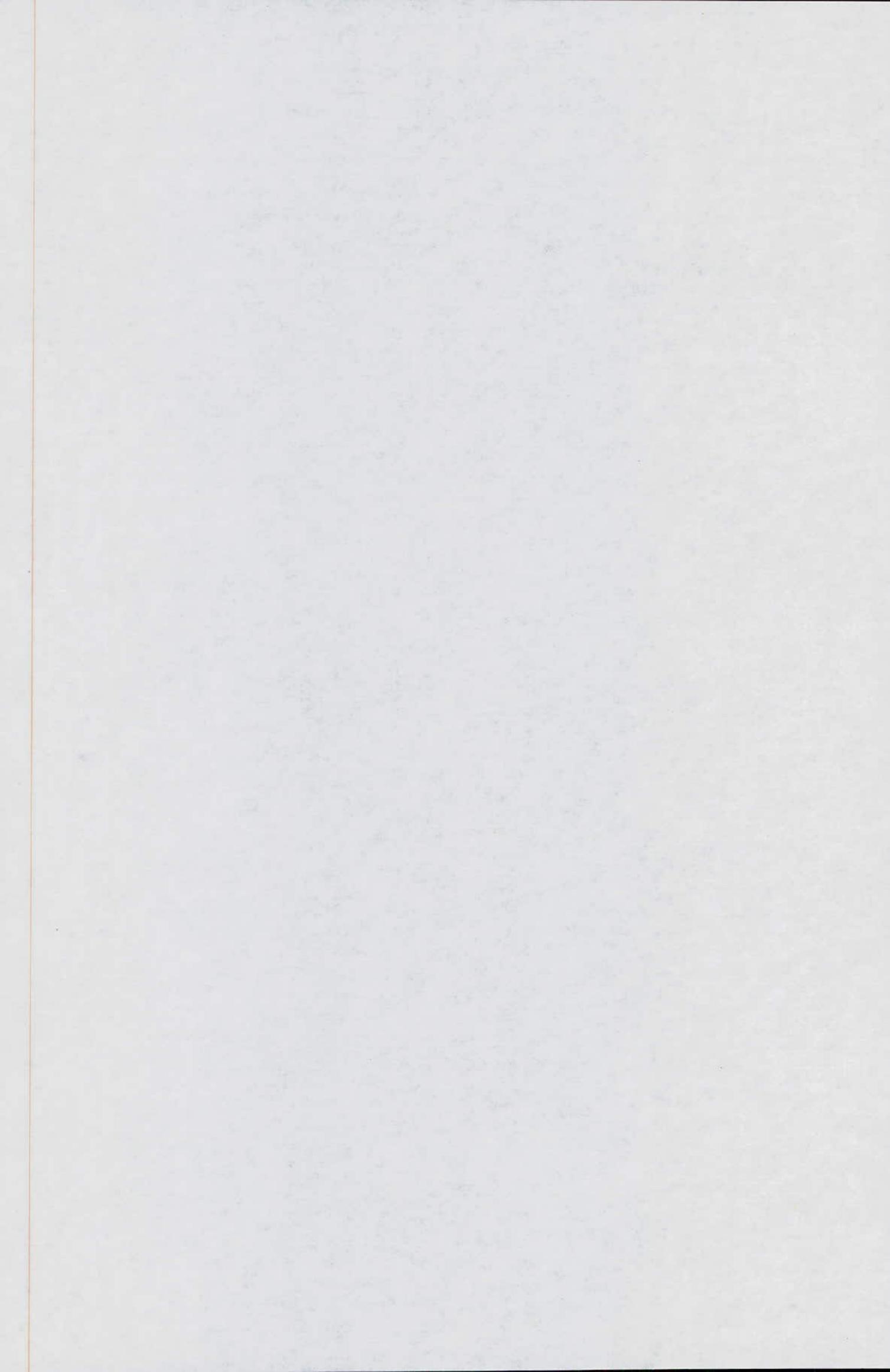
De l'examen des résultats obtenus, il convient de signaler, dans l'ordre décroissant des taux de concentrations des composés de chaque échantillon:

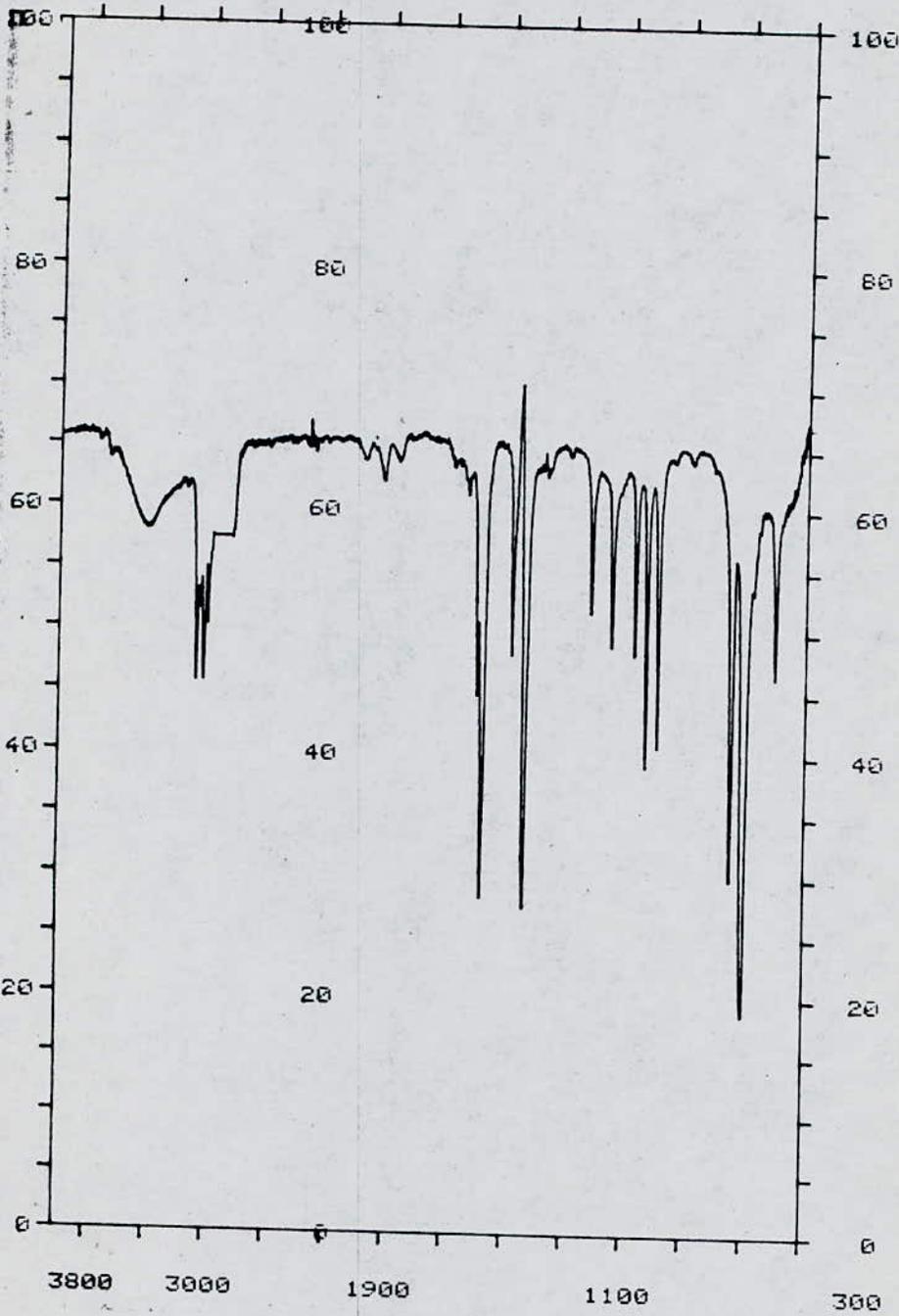
- K-I est composé d'aromatiques (benzènes monosubstitués et disubstitués) paraffines, naphténes, amines primaires et secondaires et enfin d'amides.
- SK-II est formé de paraffines, naphténes, aromatiques (benzènes monosubstitués et disubstitués) et phénols.
- A-III est de constitution d'apparence identique à K-I.

Il convient de préciser que l'ordre de composition dans le cas de l'échantillon SK - II se trouve inversé par rapport à K - I et A -III. Pour plus de précisions, le recours à d'autres méthodes d'analyses spectroscopiques (Résonance magnétique nucléaire, Résonance paramagnétique électronique et spectrométrie de masse) permettra d'élucider encore mieux la constitution chimique de la matière organique de nos échantillons. Entre autres la chromatographie en phase liquide nous renseignera, probablement et de façon efficace, sur la nature de la structure de la macromolécule principale et celle des différentes fractions obtenues par distillation.









PERKIN-ELMER 983

DATE 08-12-87

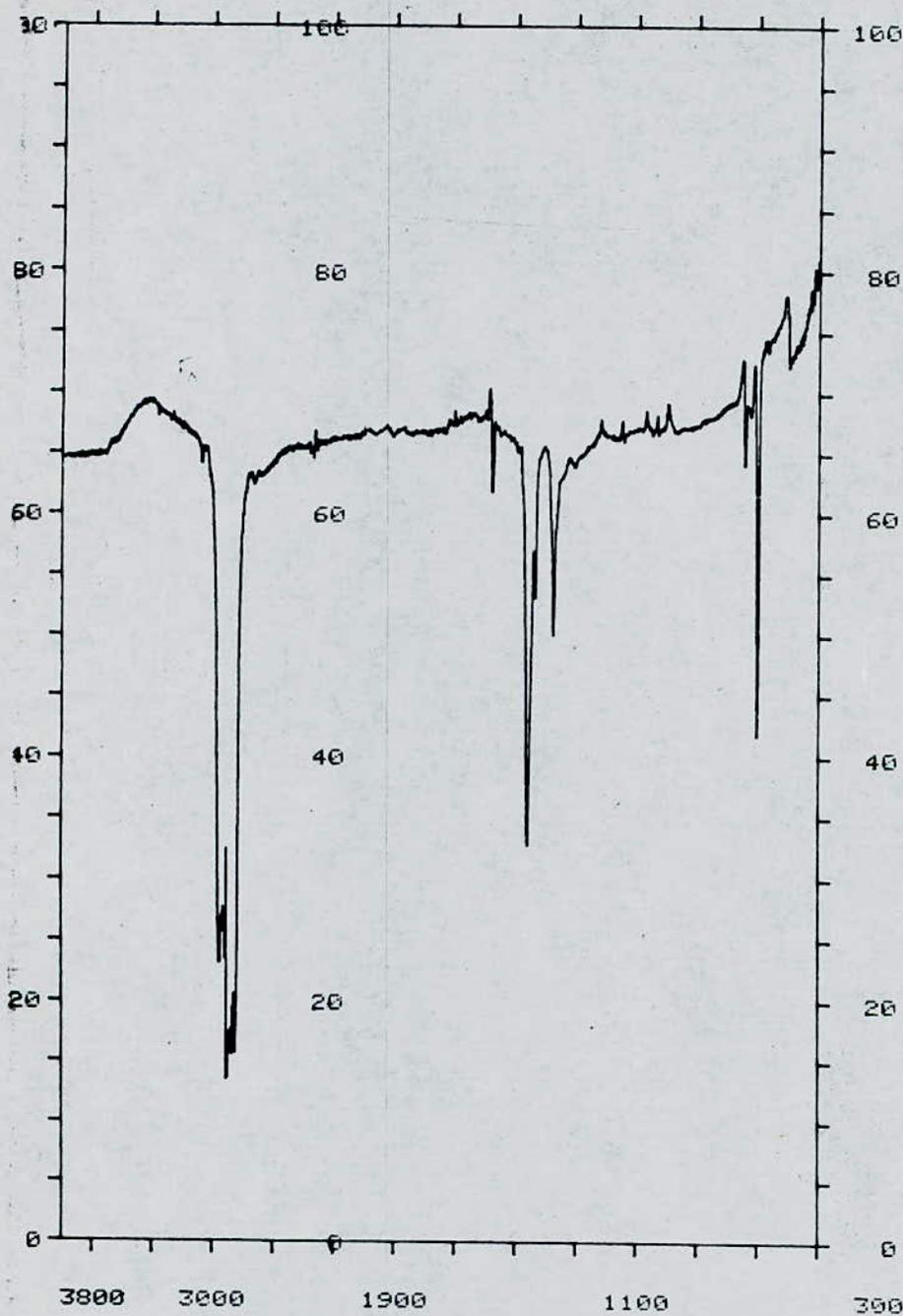
SAMPLE K-1 oxalate
pyridine
10% (nuj+Et.)

OPERATOR Sord
Bostenam

REPLOTTED SPECTR

SCAN MODE
NOISE FILTER
RESOLUTION 3
ORDINATE MODE :
RANGE 4000.0- 500
ABSC. SCALE 0.1

PEAK THRESHOLD 5	
CM-1	%T
3077.0	45.21
3025.0	45.57
1597.0	44.75
1579.0	28.30
1481.0	47.63
1435.0	27.36
1216.0	51.48
1146.0	48.93
1069.0	48.12
1030.0	39.07
991.0	48.92
745.0	29.64
701.0	18.74
602.0	45.98



PERKIN-ELMER 983

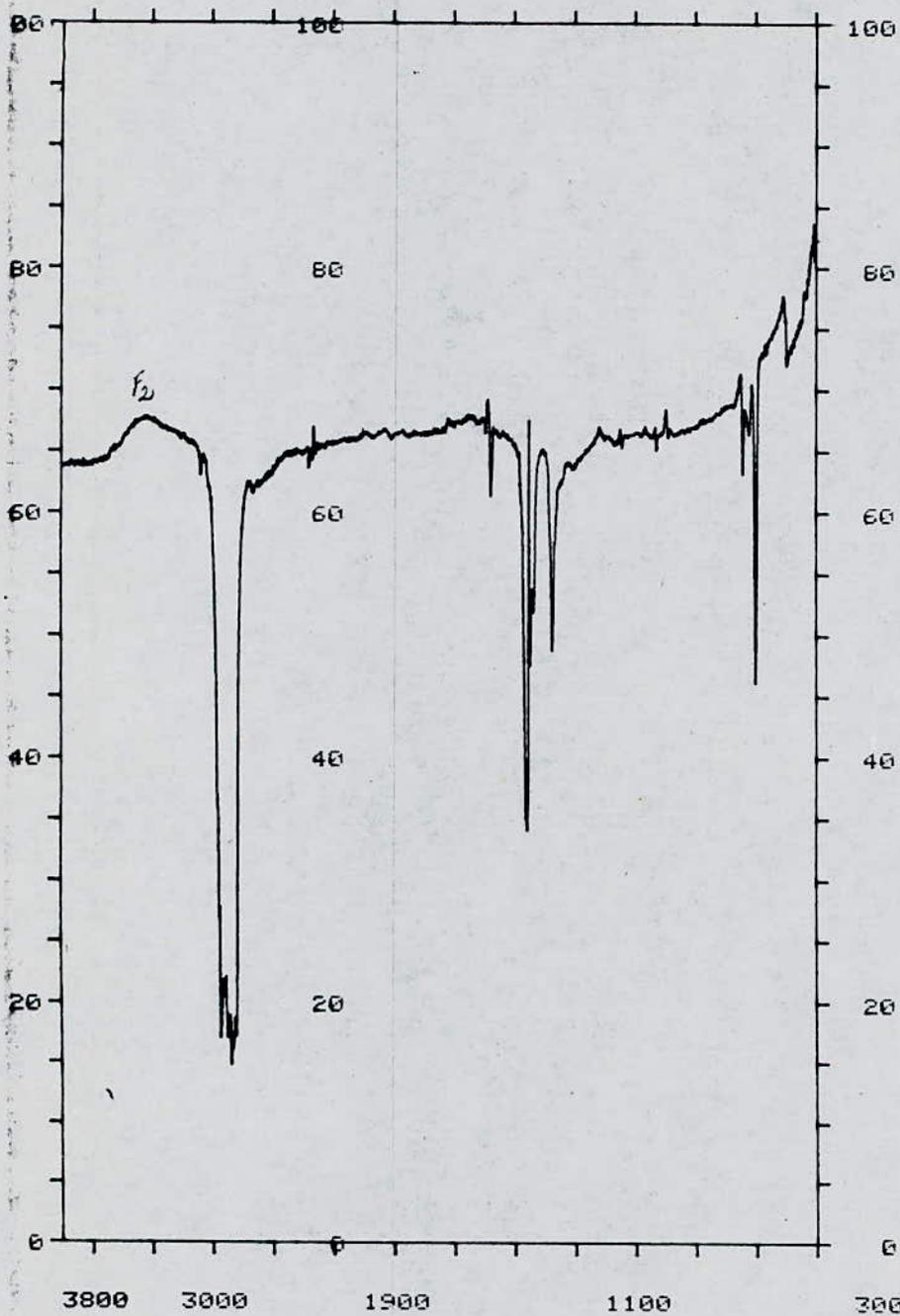
DATE 10/12/87

SAMPLE K-I F
F₃

OPERATOR SAIDI
BENTEMAM
REPLOTTED SPECTRUM

SCAN MODE
NOISE FILTER 1
RESOLUTION 3.0
ORDINATE MODE %T
RANGE 4000.0- 500.0
ABSC. SCALE 0.25

PEAK THRESHOLD 5 :	
CM-1	%T
2949.0	22.83
2901.0	13.41
2845.0	15.57
1579.0	61.85
1459.0	32.60
1376.0	49.85
743.0	64.04
701.0	42.07
597.0	72.21



PERKIN-ELMER 983

DATE

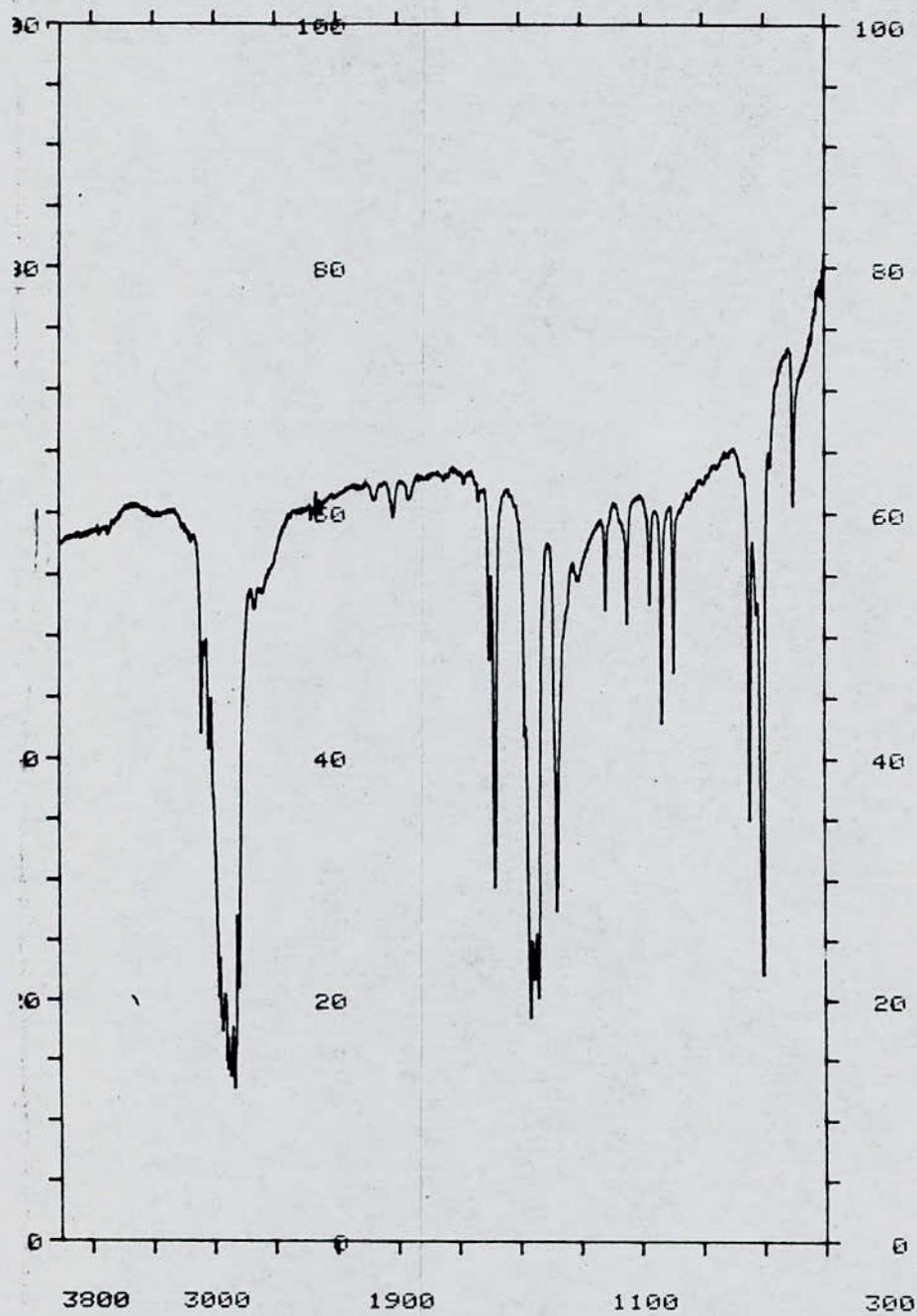
SAMPLE K-I.P
F₂

OPERATOR *CALLI*
Beuteman

REPLOTTED SPECTRUM

SCAN MODE 4
NOISE FILTER 1
RESOLUTION 3.0
ORDINATE MODE %T
RANGE 4000.0-500.0
ABSC. SCALE 0.25

CM-1	%T
2945.0	16.59
2875.0	14.58
1579.0	61.45
1457.0	34.13
1449.0	47.40
1376.0	48.73
743.0	63.14
701.0	46.42
595.0	72.09



PERKIN-ELMER 983

DATE 10/12/87

SAMPLE K-I P
F₃

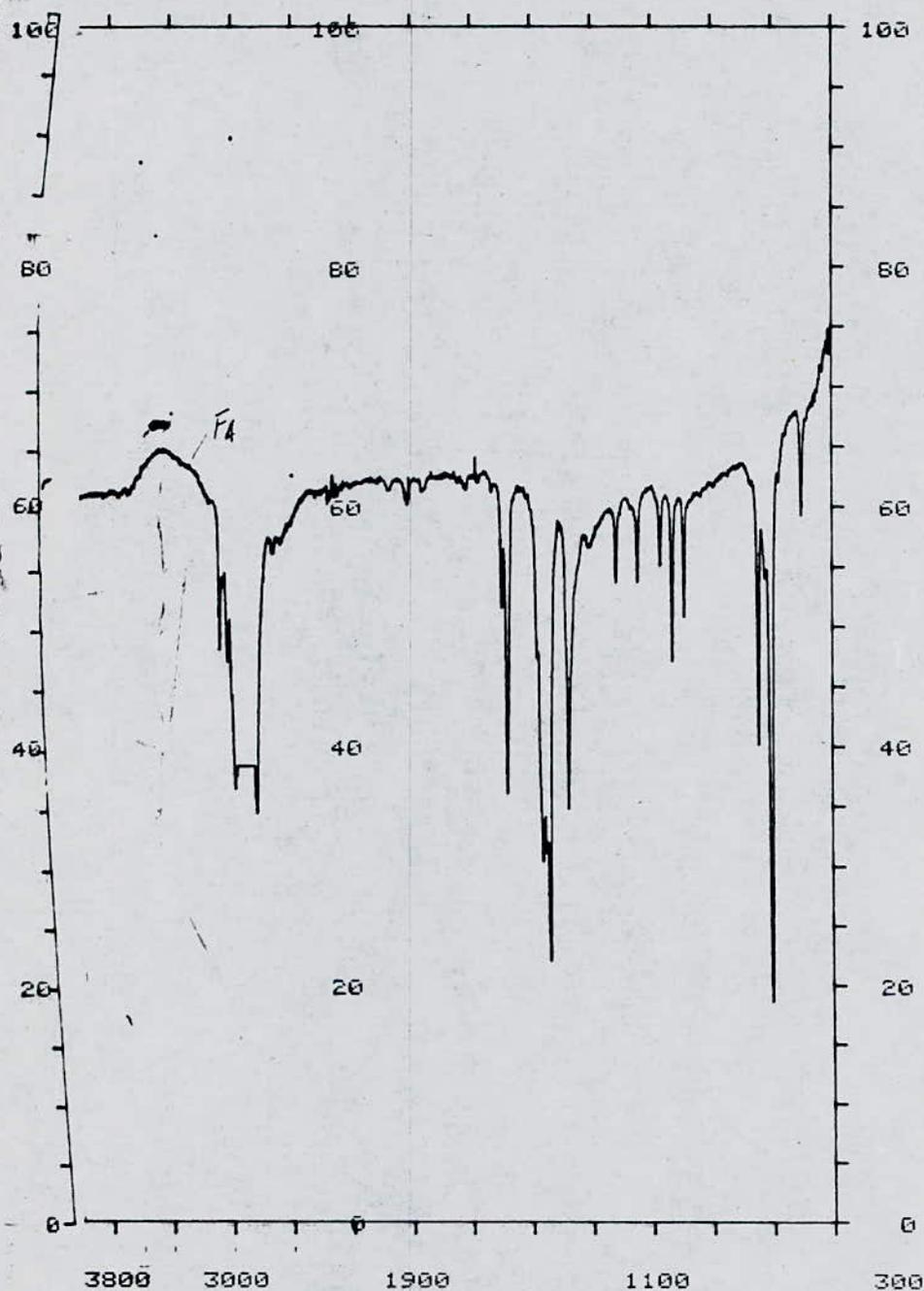
OPERATOR SAIDI
BENTEMAM

REPLOTTED SPECTRUM

SCAN MODE 4
NOISE FILTER 1
RESOLUTION 3.0
ORDINATE MODE %T
RANGE 4000.0- 500.0
ABSC. SCALE 0.25

PEAK THRESHOLD 5 %T

CM-1	%T
3077.0	41.62
2860.0	12.59
2833.0	20.87
1596.0	47.81
1579.0	29.41
1463.0	18.55
1437.0	20.14
1377.0	27.66
1216.0	52.03
1145.0	50.99
1069.0	52.54
1030.0	43.04
990.0	47.13
744.0	35.22
700.0	22.13
602.0	60.50



PERKIN-ELMER 9836

DATE 10-12-87

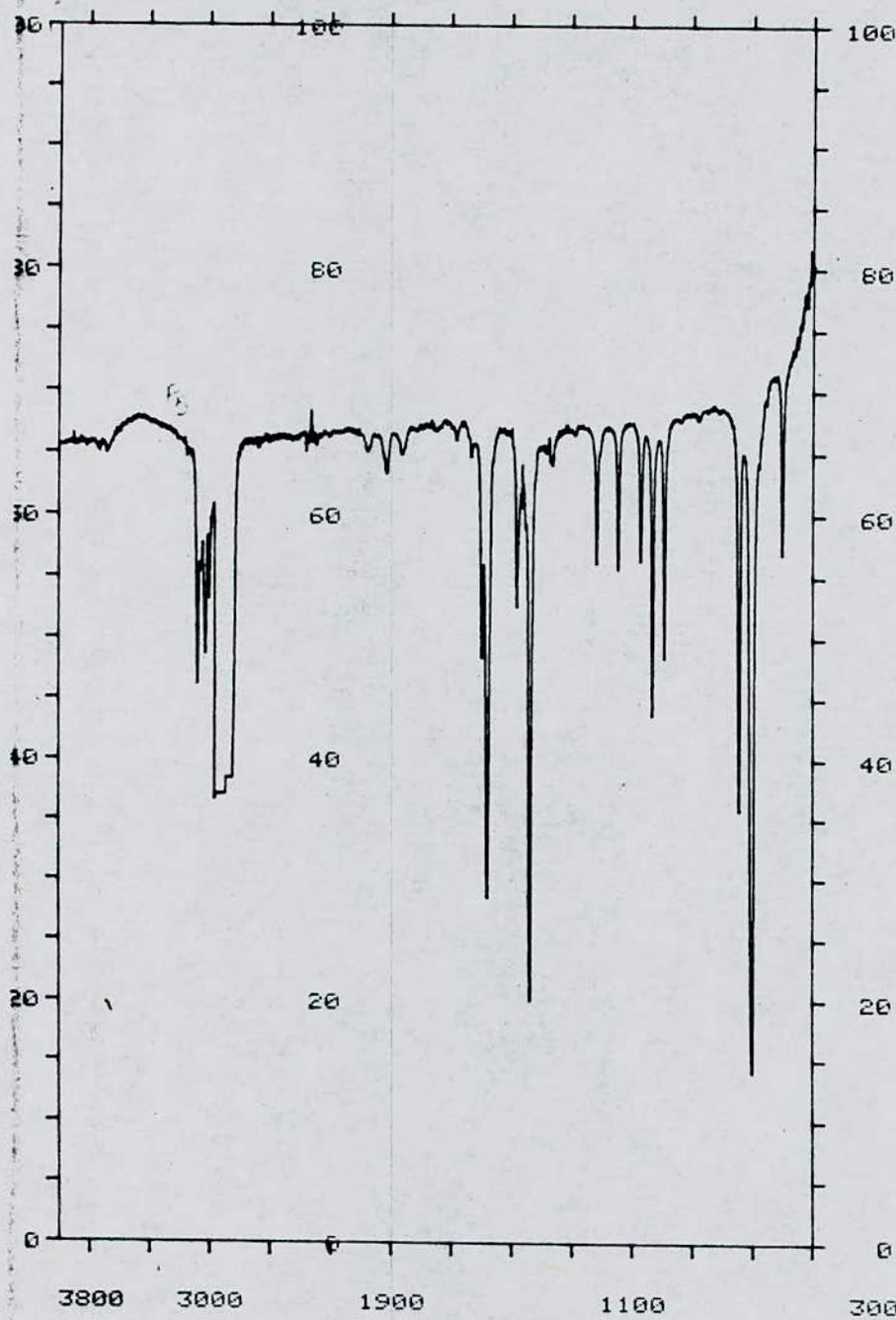
SAMPLE $K_1 - P$
 F_4

OPERATOR Bentman-565

REPLOTTED SPECTRUM

SCAN MODE 4
 NOISE FILTER 1
 RESOLUTION 3.8
 ORDINATE MODE %T
 RANGE 4000.0- 500.0
 ABSO. SCALE 0.25

PEAK THRESHOLD	5 %
CM-1	%T
3077.0	47.87
2830.0	34.50
1579.0	36.06
1437.0	22.05
1376.0	34.69
1216.0	53.66
1145.0	53.71
1070.0	55.11
1030.0	47.19
991.0	50.52
744.0	40.25
700.0	18.78
602.0	59.12



PERKIN-ELMER 983G

DATE 10-12-87

SAMPLE K-I P
F5

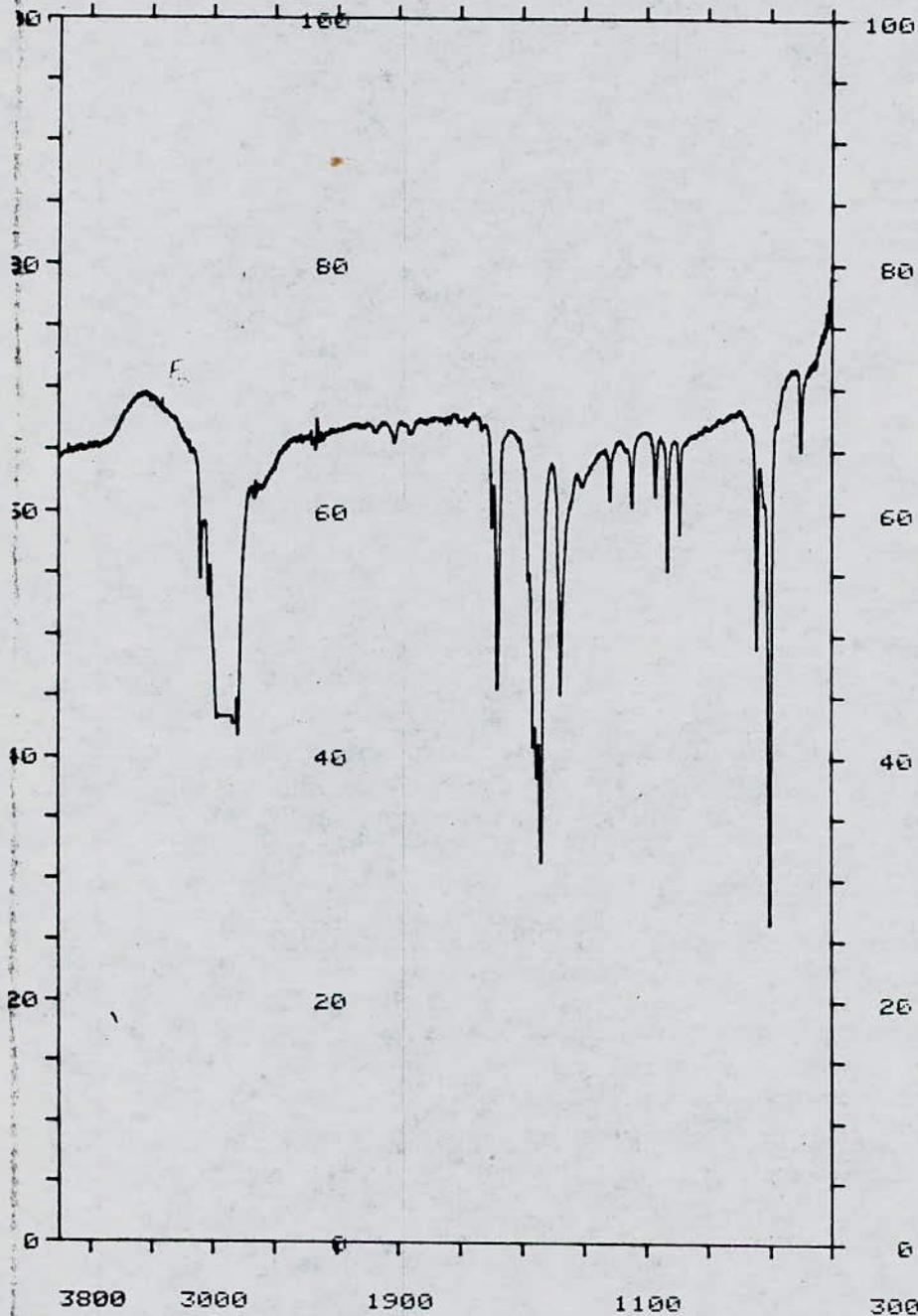
OPERATOR SAIDI
Bentmann

REPLOTTED SPECTRUM

SCAN MODE 4
NOISE FILTER 1
RESOLUTION 3.0
ORDINATE MODE %T
RANGE 4000.0-500.0
ABSC. SCALE 0.25

PEAK THRESHOLD 5 %

CM-1	%T
3078.0	46.12
3024.0	48.57
2999.0	52.98
2960.0	36.56
1597.0	48.32
1579.0	28.35
1481.0	52.27
1437.0	19.94
1216.0	56.06
1145.0	55.60
1069.0	56.40
1031.0	43.85
991.0	48.07
744.0	35.02
701.0	14.00
602.0	56.68



PERKIN-ELMER 983 J

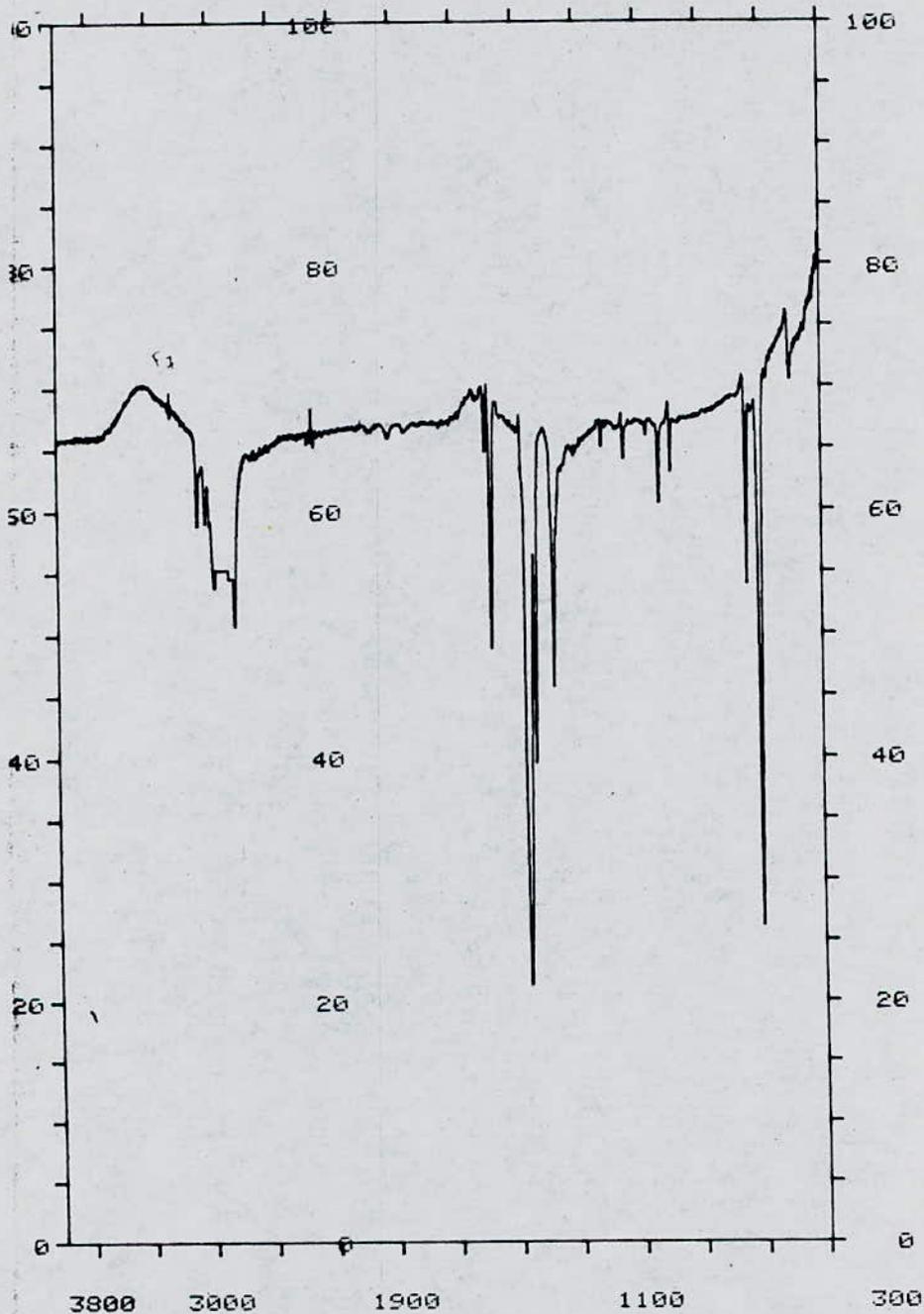
DATE 10/12/87

SAMPLE K-3 P
F₆

OPERATOR SAIDI
BENTHAM
REPLOTTED SPECTRUM

SCAN MODE 4
NOISE FILTER 1
RESOLUTION 3.0
ORDINATE MODE %T
RANGE 4000.0- 500.0
ABSC. SCALE 0.25

PEAK THRESHOLD 5 %	
CM-1	%T
2831.0	41.73
1579.0	45.49
1437.0	31.36
1377.0	45.28
1145.0	60.46
1069.0	61.22
1030.0	55.15
991.0	58.11
744.0	49.05
700.0	26.50
602.0	65.03



PERKIN-ELMER 983

DATE 10/12/87

SAMPLE K-I P

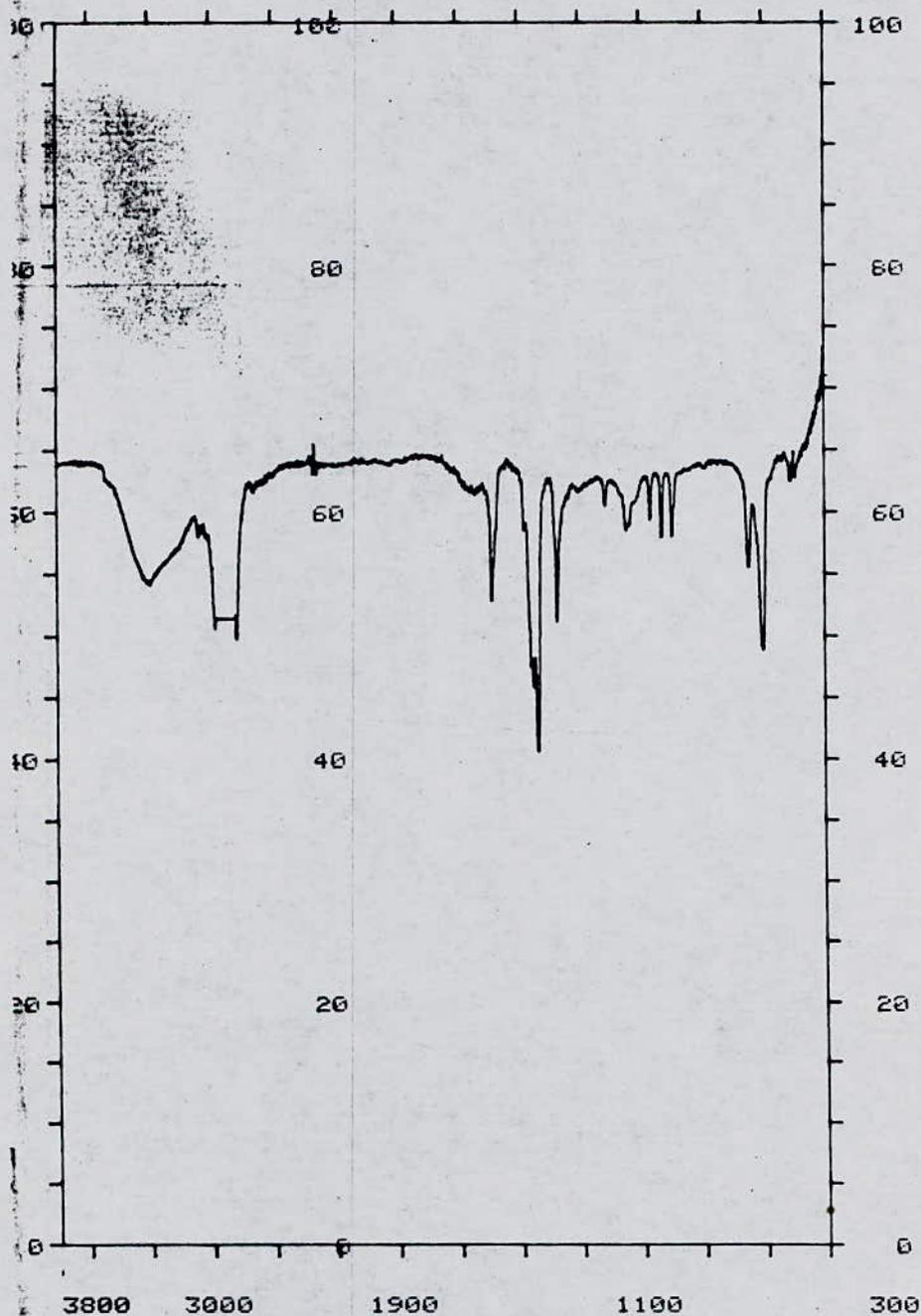
F₇

OPERATOR SAIDI
BENTIMAM

REPLOTTED SPECTRUM

SCAN MODE 4
NOISE FILTER 1
RESOLUTION 3.0
ORDINATE MODE %T
RANGE 4000.0-500.0
ABSC. SCALE 0.25

PEAK THRESHOLD 5 %	
CM-1	%T
3077.0	58.68
2833.0	50.65
1596.0	64.75
1579.0	48.72
1461.0	21.32
1437.0	39.42
1377.0	45.62
1030.0	60.57
991.0	62.99
744.0	53.97
701.0	26.36
595.0	70.50



PERKIN-ELMER 983

DATE 08/14/87

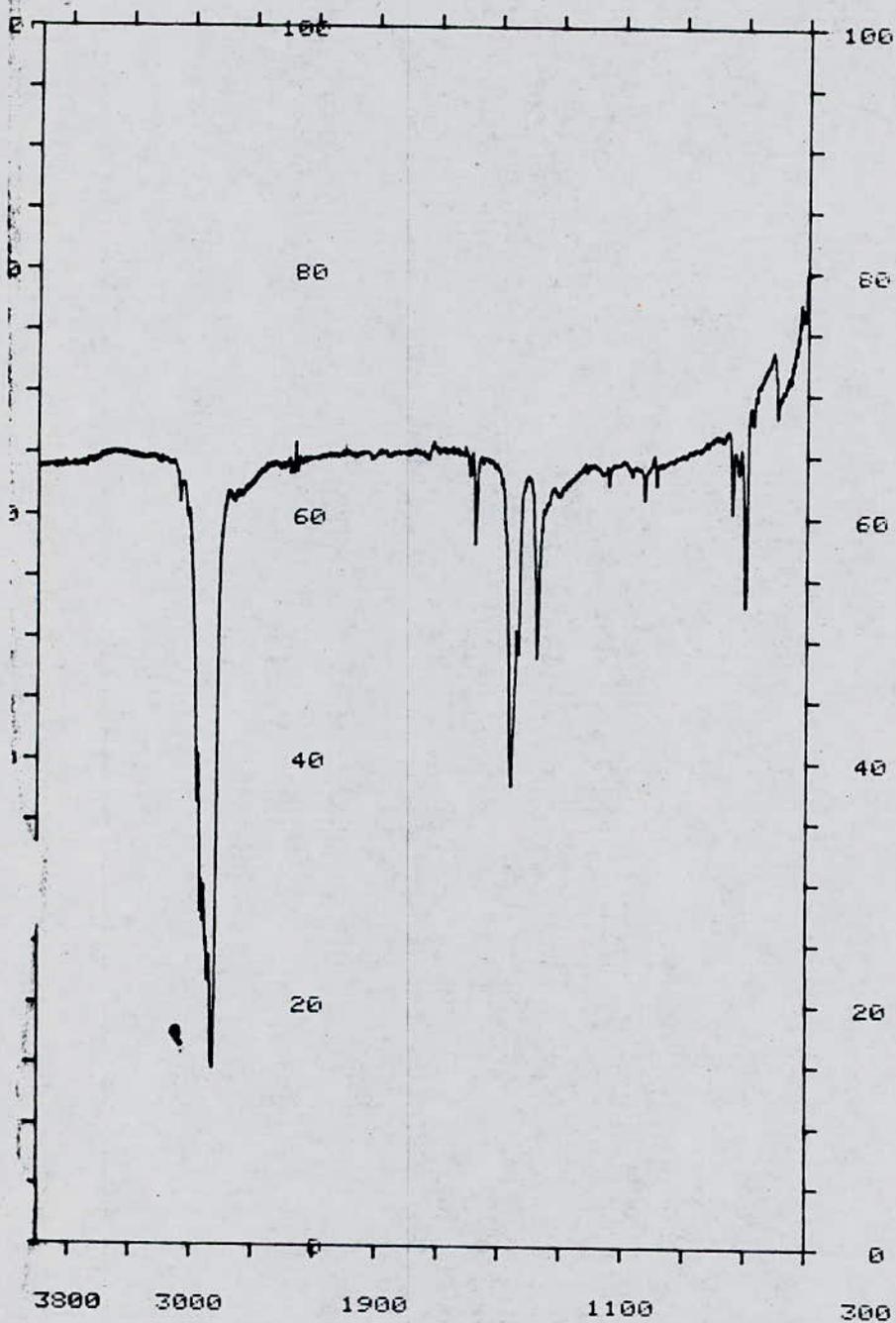
SAMPLE SK-II extract
 2 (upside)
 10% (wt-Ng)

OPERATOR SAID
 Benham

REPLOTTED SPECTR

SCAN MODE
 NOISE FILTER
 RESOLUTION
 ORDINATE MODE
 RANGE 4000.0- 500
 ABSO. SCALE 0

PEAK THRESHOLD	
CM-1	%T
3392.0	54.13
2832.0	49.74
1589.0	52.73
1439.0	40.55
1376.0	51.09
1031.0	57.86
997.0	57.88
748.0	55.46
701.0	48.80



PERKIN-ELMER 983 10

DATE 10-12-87

SAMPLE SK-II.P

F1

OPERATOR SAIDI 8
butemam

REPLOTTED SPECTRUM

SCAN MODE 4
 NOISE FILTER 1
 RESOLUTION 3.0
 ORDINATE MODE %T
 RANGE 4000.0- 500.0 6
 ABSO. SCALE 0.25

PEAK THRESHOLD 5 %T	
CM-1	%T
2854.0	14.63
1579.0	57.76
1459.0	37.92
1377.0	48.49
743.0	60.35
699.0	52.81
598.0	68.27

PERKIN-ELMER 983 10

DATE 10/12/87

SAMPLE SK-II P

F₂

OPERATOR SAIDI 6

BENTEMAM

REPLOTTED SPECTRUM

SCAN MODE 4

NOISE FILTER 1

RESOLUTION 3.0

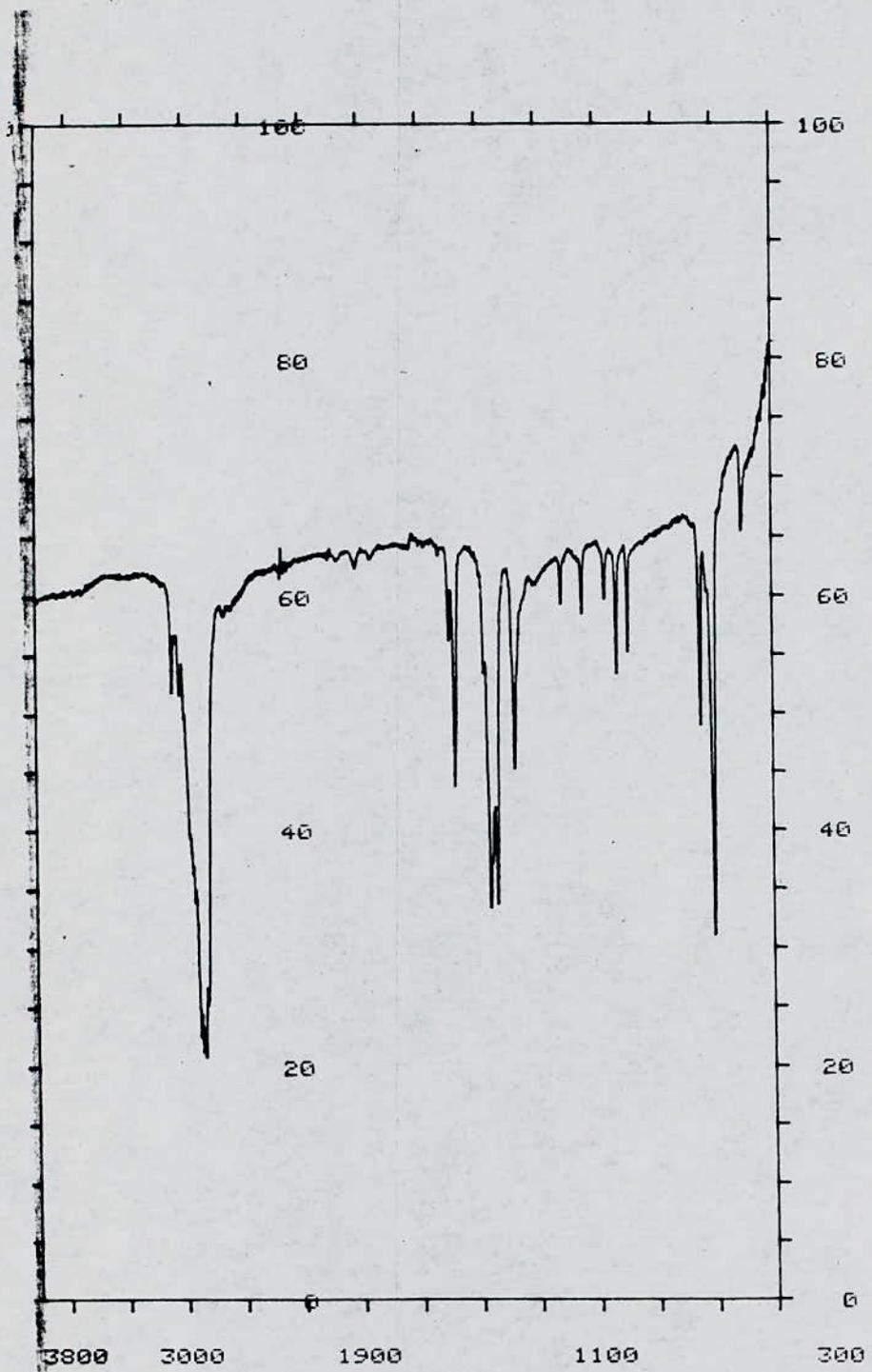
ORDINATE MODE %T

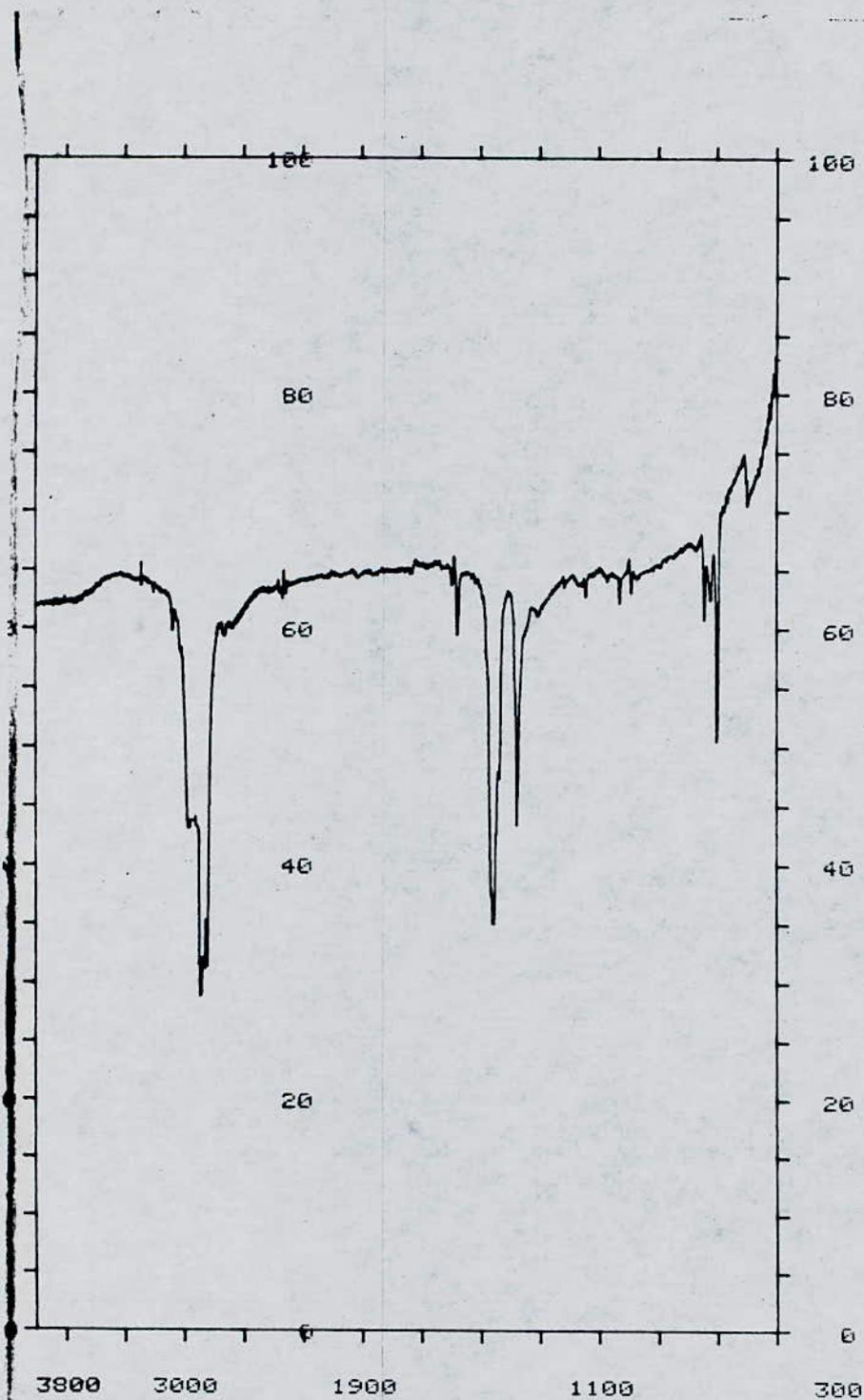
RANGE 4000.0- 500.0 6

ABSC. SCALE 0.25

PEAK THRESHOLD 5 %T

CM-1	%T
3077.0	51.53
2860.0	20.81
1579.0	43.77
1461.0	33.19
1437.0	33.70
1376.0	45.18
1145.0	58.49
1030.0	53.45
991.0	55.14
744.0	48.98
701.0	31.08
602.0	65.35





PERKIN-ELMER 983 1

DATE 10-12-87

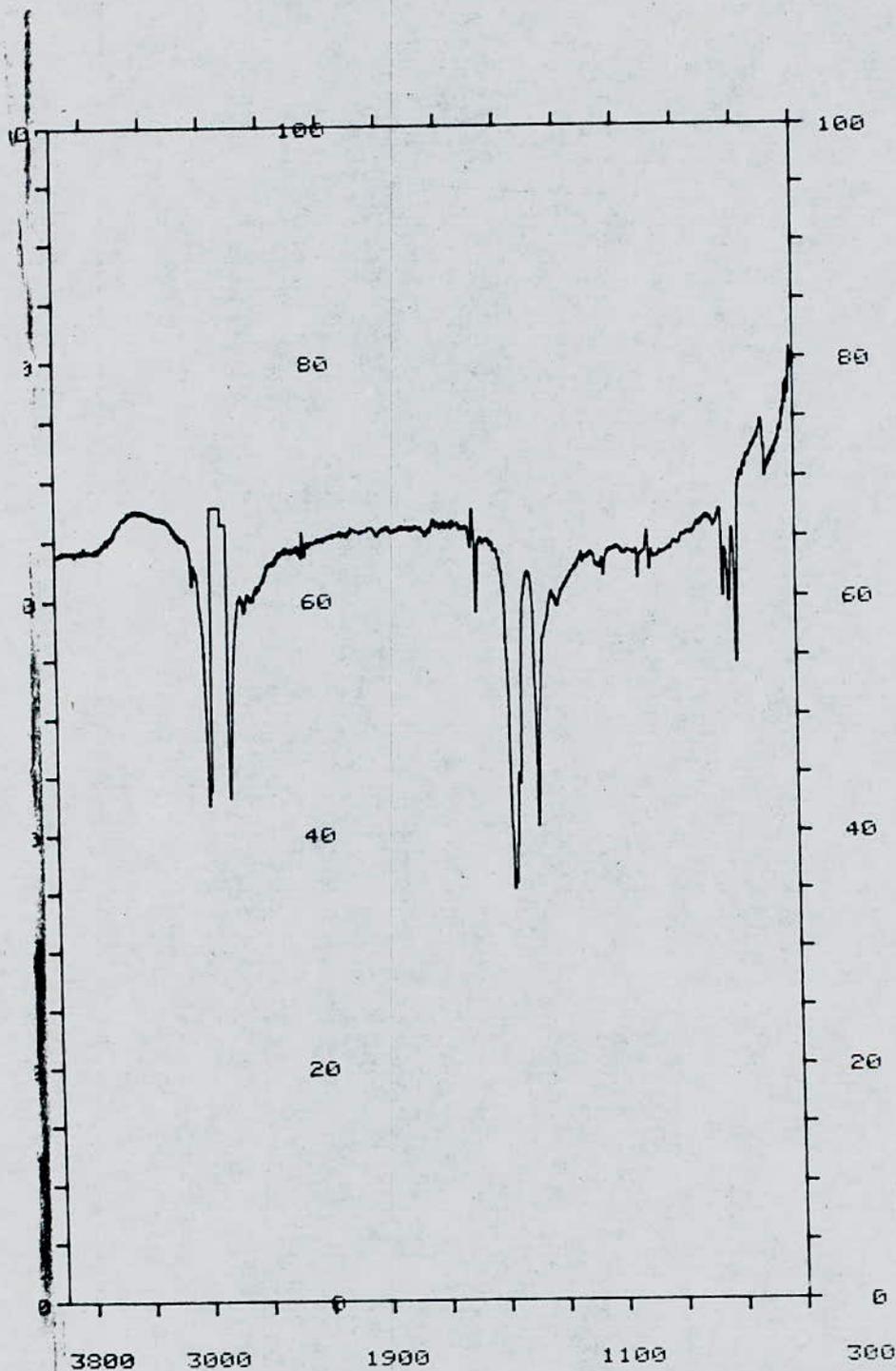
SAMPLE SK II P
F3

OPERATOR Sentimani-Sark

REPLOTTED SPECTRUM

SCAN MODE 4
NOISE FILTER 1
RESOLUTION 3.0
ORDINATE MODE %T
RANGE 4000.0- 500.0
ABSC. SCALE 0.25

PEAK THRESHOLD 5 %T	
CM-1	%T
2980.0	28.81
1579.0	59.45
1457.0	34.95
1377.0	43.38
743.0	60.76
701.0	50.61



PERKIN-ELMER 983 10

DATE 10-12-87

SAMPLESK-II.P

F₄

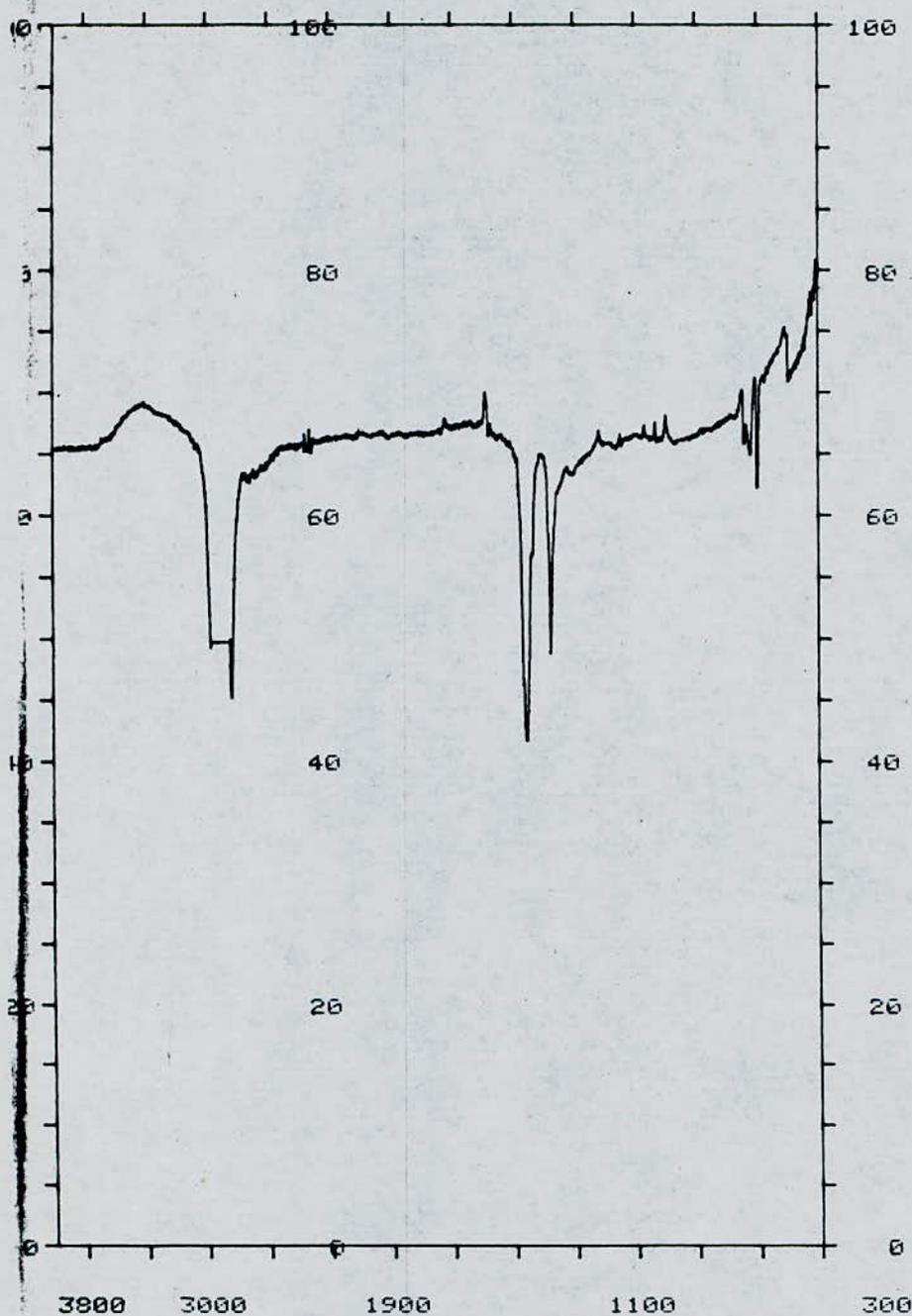
OPERATOR SADI
Klentemam

REPLOTTED SPECTRUM

SCAN MODE 4
 NOISE FILTER 1
 RESOLUTION 3.0
 ORDINATE MODE %T
 RANGE 4000.0-500.0
 ABS. SCALE 0.25

PEAK THRESHOLD 5 %T

CM-1	%T
2969.0	42.40
2829.0	43.04
1579.0	58.83
1460.0	35.00
1376.0	40.59
722.0	59.50
700.0	54.34



PERKIN-ELMER 983 1

DATE 10-12-87

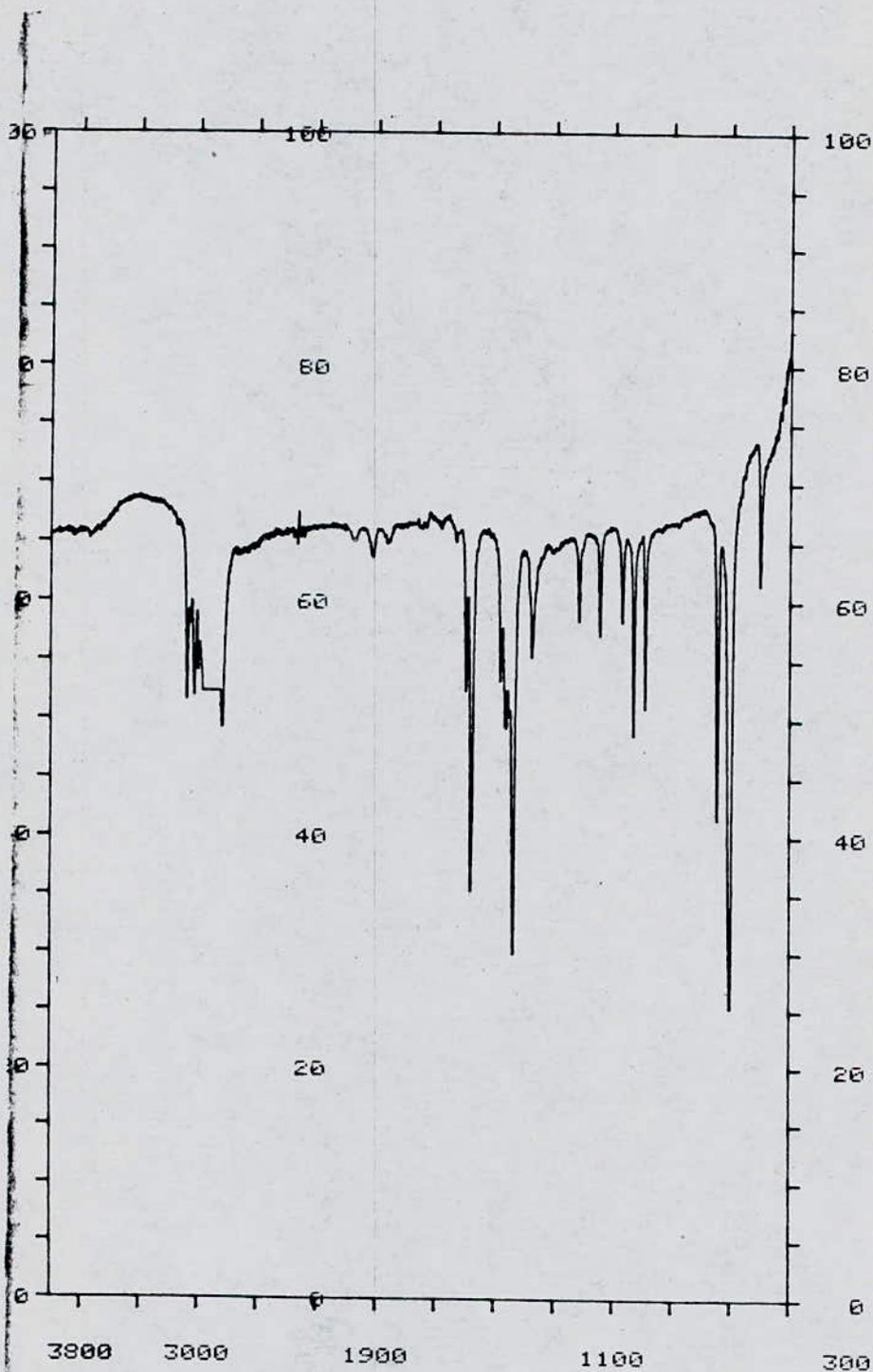
SAMPLE SK-II.F
FS

OPERATOR SALLI
Buckner

REPLOTTED SPECTRUM

SCAN MODE 4
NOISE FILTER 1
RESOLUTION 3.0
ORDINATE MODE %T
RANGE 4000.0-500.0
ABSC. SCALE 0.25

PEAK THRESHOLD 5 %T	
CM-1	%T
2834.0	45.15
1454.0	41.64
1377.0	48.91
722.0	64.88
699.0	62.19



PERKIN-ELMER 983

DATE 10-12-87

SAMPLE 8X-I.Py
F6

OPERATOR SAIDI
Benferam

REPLOTTED SPECTRUM

SCAN MODE 4
NOISE FILTER 1
RESOLUTION 3.0
ORDINATE MODE %T
RANGE 4000.0-500.0
ABSC. SCALE 0.25

PEAK THRESHOLD 5 %T	
CM-1	%T
3077.0	51.16
3024.0	52.02
2833.0	49.17
1597.0	52.40
1579.0	35.19
1436.0	30.00
1377.0	55.35
1216.0	58.26
1145.0	57.11
1069.0	58.29
1030.0	48.83
991.0	51.07
744.0	41.32
701.0	25.36
602.0	61.25

PERKIN-ELMER 983 1

DATE 10-12-87

SAMPLE SK-II R_g
F₇

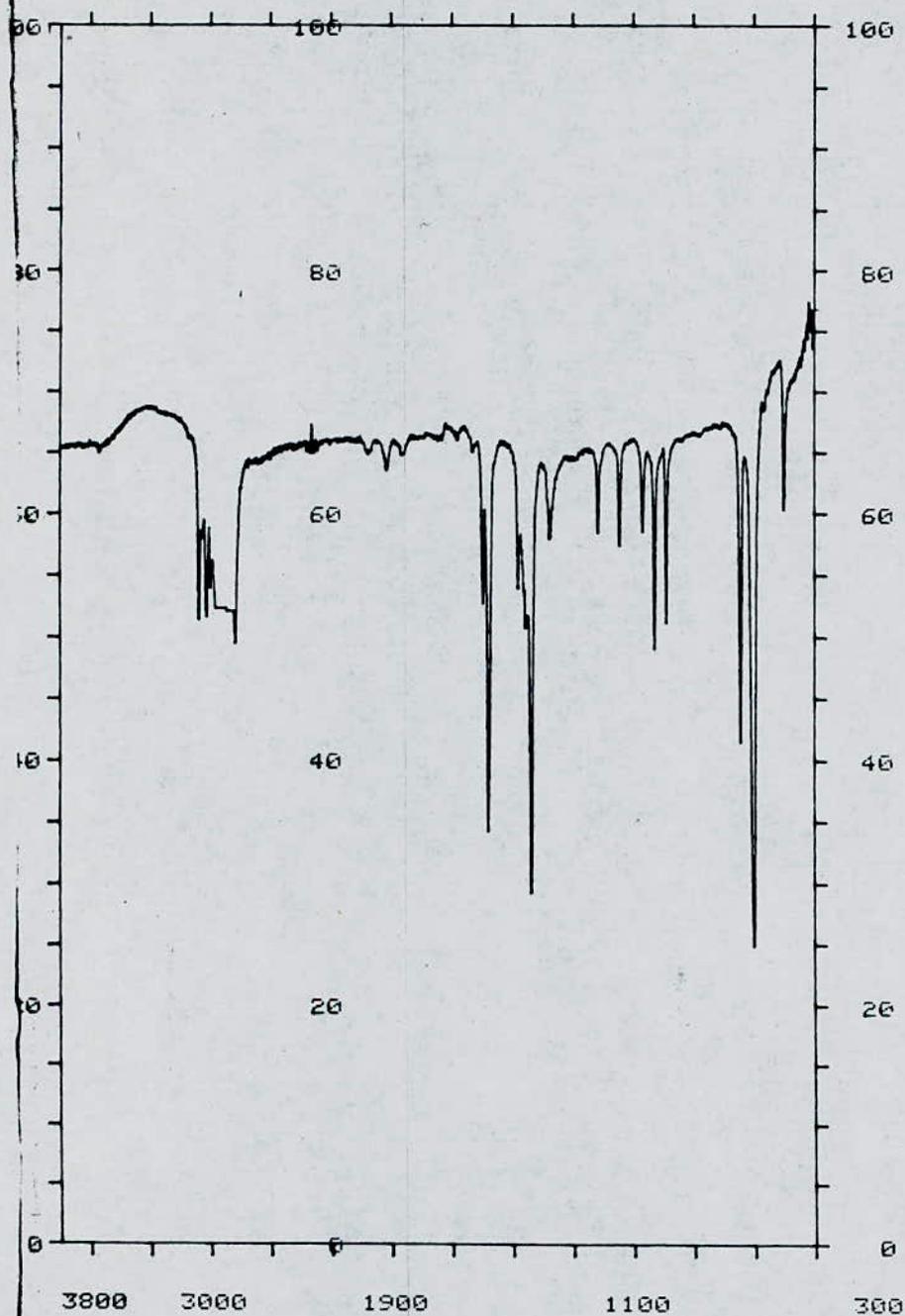
OPERATOR SAIDI
Bouteman

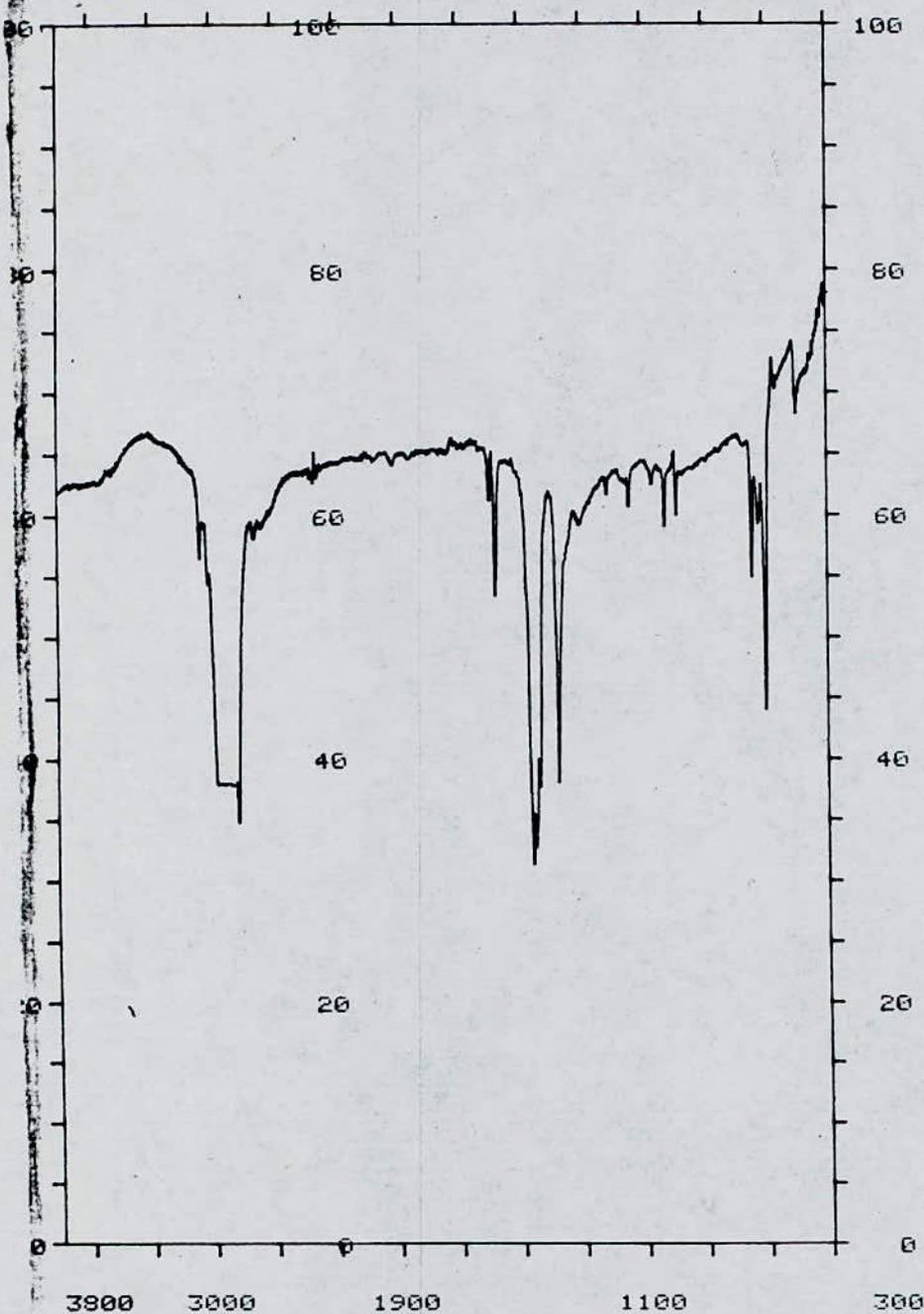
REPLOTTED SPECTRUM

SCAN MODE 4
NOISE FILTER 1
RESOLUTION 3.0
ORDINATE MODE %T
RANGE 4000.0-500.0
ABSC. SCALE 0.25

PEAK THRESHOLD 5 %T

CM-1	%T
3077.0	51.00
3024.0	51.60
2831.0	49.32
1597.0	52.64
1579.0	34.10
1437.0	29.29
1377.0	57.77
1216.0	58.29
1145.0	57.31
1069.0	58.38
1030.0	49.19
991.0	51.20
744.0	41.20
701.0	24.93
602.0	60.16





PERKIN-ELMER 983

DATE 10-12-87

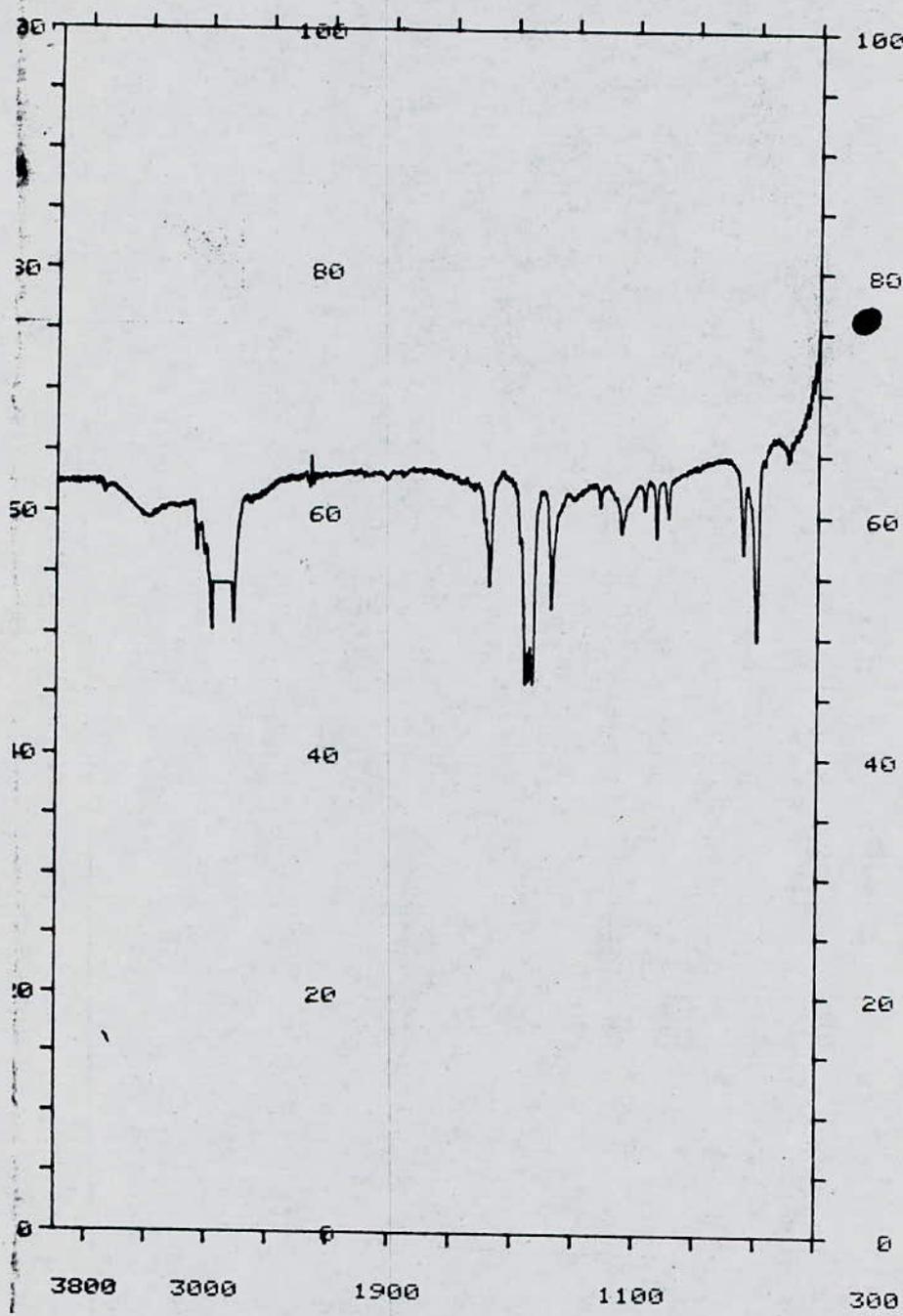
SAMPLE SK-II-Py
F₈

OPERATOR Bentenam
SA'DI

REPLOTTED SPECTRUM

SCAN MODE 4
NOISE FILTER 1
RESOLUTION 3.0
ORDINATE MODE %T
RANGE 4000.0-500.0
ABSC. SCALE 0.25

PEAK THRESHOLD	5 %T
CM-1	%T
2832.0	34.82
1579.0	53.47
1460.0	31.28
1377.0	38.16
1029.0	58.98
990.0	55.92
743.0	54.78
701.0	44.26
598.0	69.17



PERKIN-ELMER 983

DATE 08-12-87

SAMPLE A-III extract
 5 to pyridine
 10% (no) + extract

OPERATOR SAIDI
 Benteram

REPLOTTED SPECTRUM

SCAN MODE 4
 NOISE FILTER 1
 RESOLUTION 3.0
 ORDINATE MODE %T
 RANGE 4000.0-500.0
 ABSO. SCALE 0.25

PEAK THRESHOLD 5 %	
CM-1	%T
2971.0	50.25
1579.0	54.12
1461.0	45.97
1377.0	52.30
744.0	56.89
700.0	49.77

PERKIN-ELMER 983

DATE 10-12-87

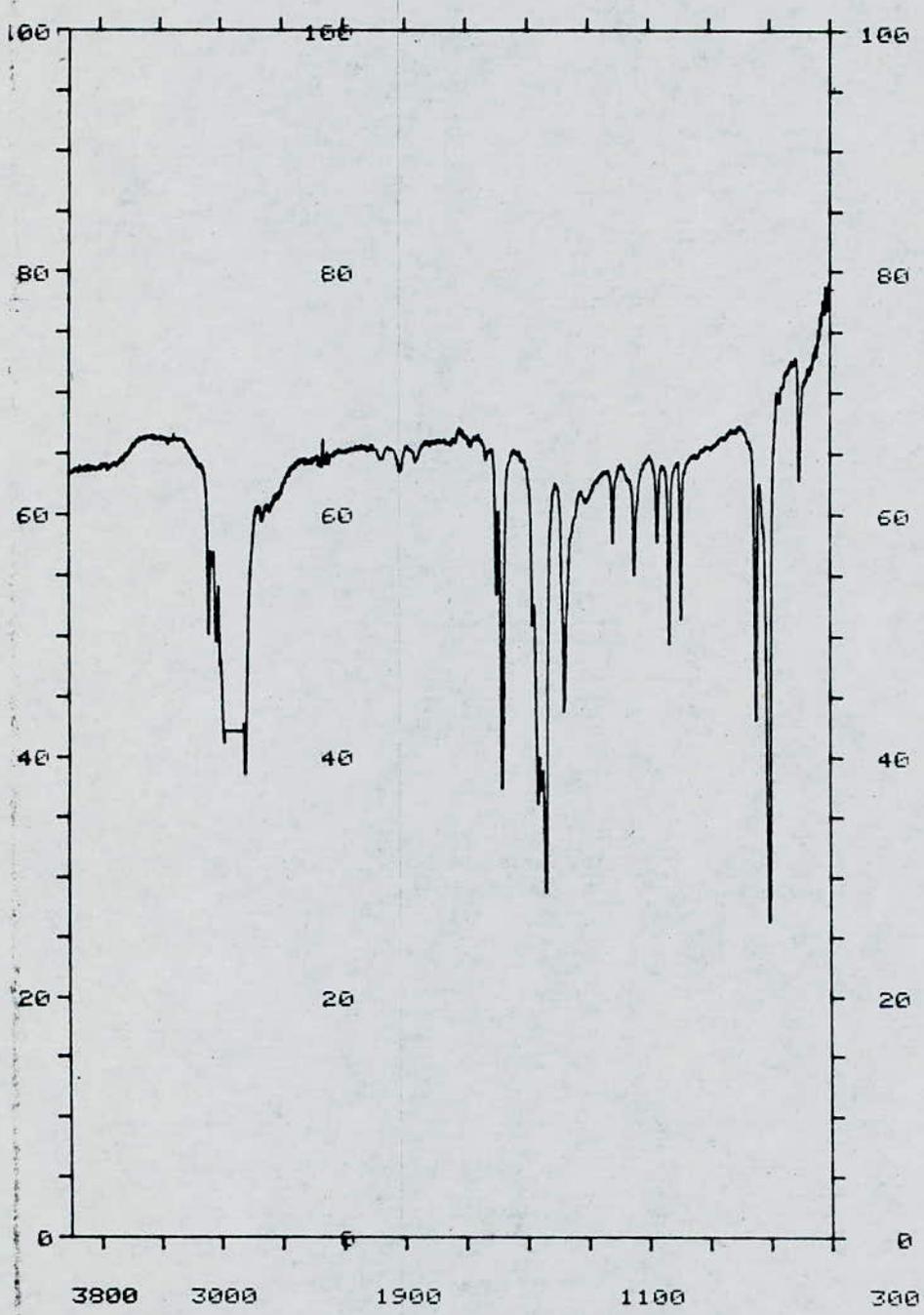
SAMPLE A-III - R₁
F₁

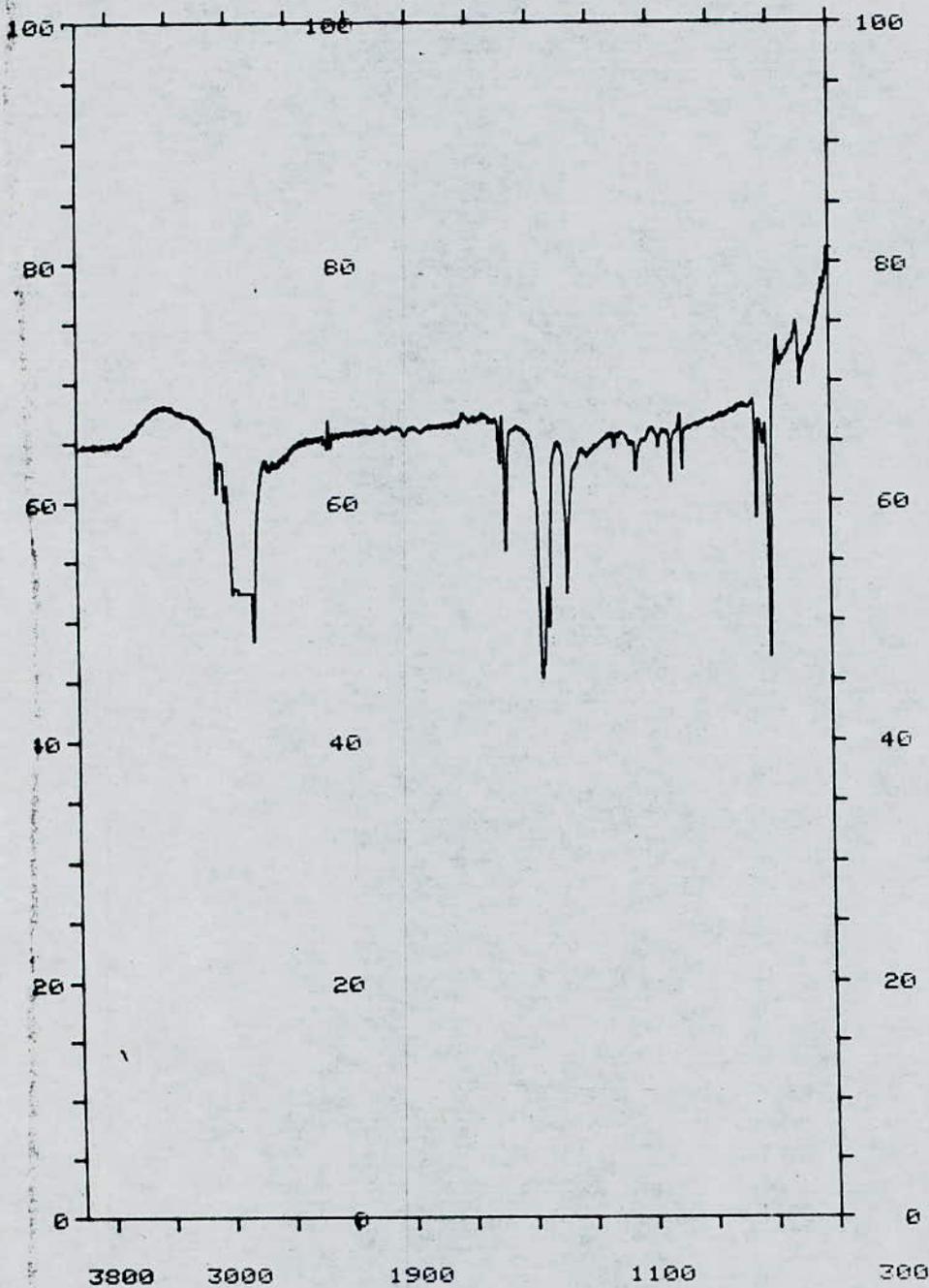
OPERATOR SAJJ
Bertensom

REPLOTTED SPECTRUM

SCAN MODE 4
NOISE FILTER 1
RESOLUTION 3.0
ORDINATE MODE %T
RANGE 4000.0-500.0
ABSC. SCALE 0.25

CM-1	%T
3077.0	49.81
2831.0	38.51
1597.0	53.47
1579.0	37.31
1436.0	28.65
1377.0	43.85
1216.0	57.58
1145.0	55.00
1069.0	57.64
1030.0	49.47
991.0	51.37
744.0	42.80
701.0	26.30
602.0	62.68





PERKIN-ELMER 983G

DATE 10-12-87

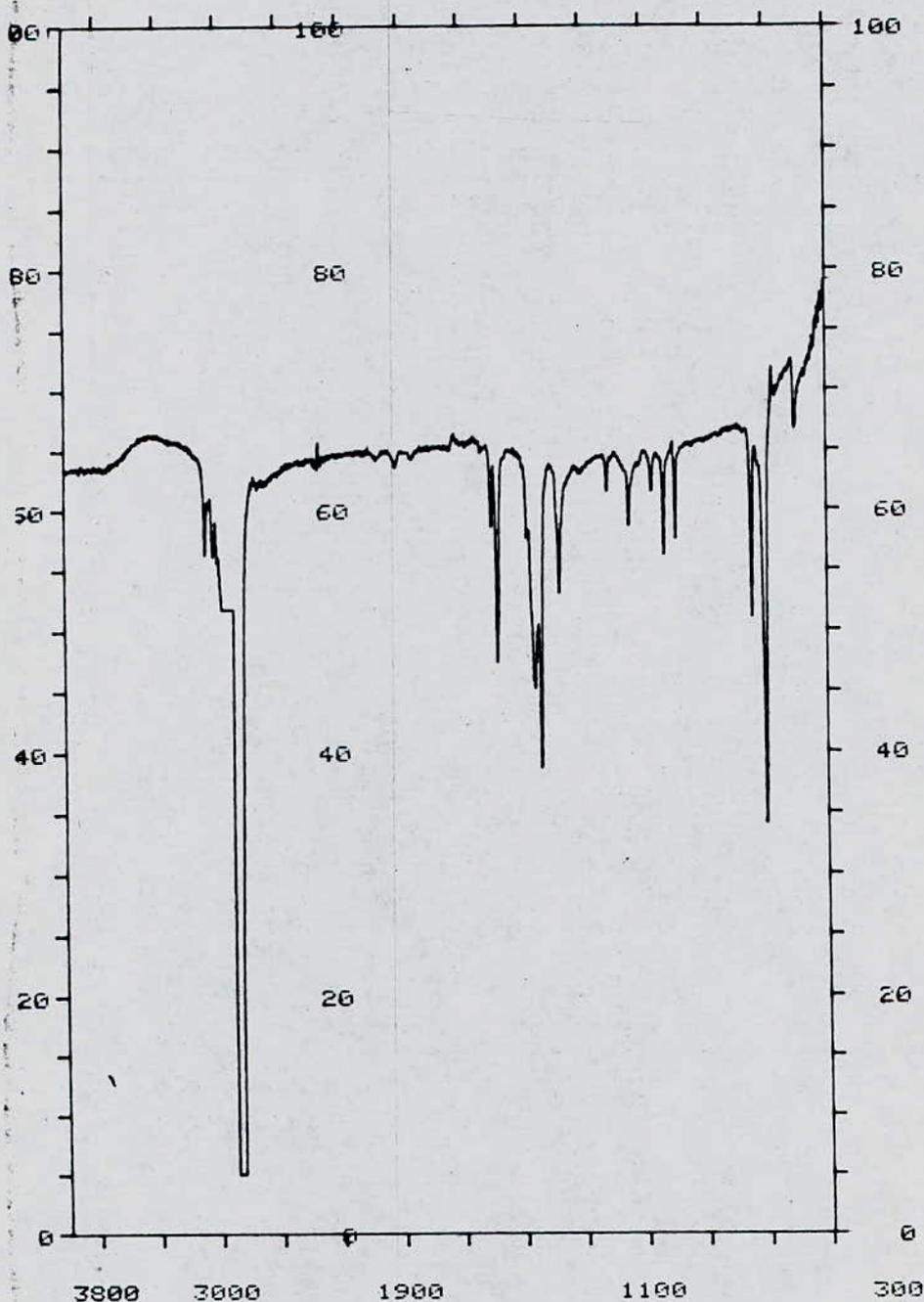
SAMPLE A-III - F₂

OPERATOR SAJJU BENTENAH

REPLOTTED SPECTRUM

SCAN MODE 4
 NOISE FILTER 1
 RESOLUTION 3.0
 ORDINATE MODE %T
 RANGE 4000.0- 500.0
 ABSC. SCALE 0.25

CM-1	%T
2833.0	48.26
1579.0	55.81
1459.0	45.64
1377.0	52.30
744.0	58.64
701.0	47.12
598.0	69.80



PERKIN-ELMER 983G

DATE 10-12-87

SAMPLE A-III-Py.
F₃

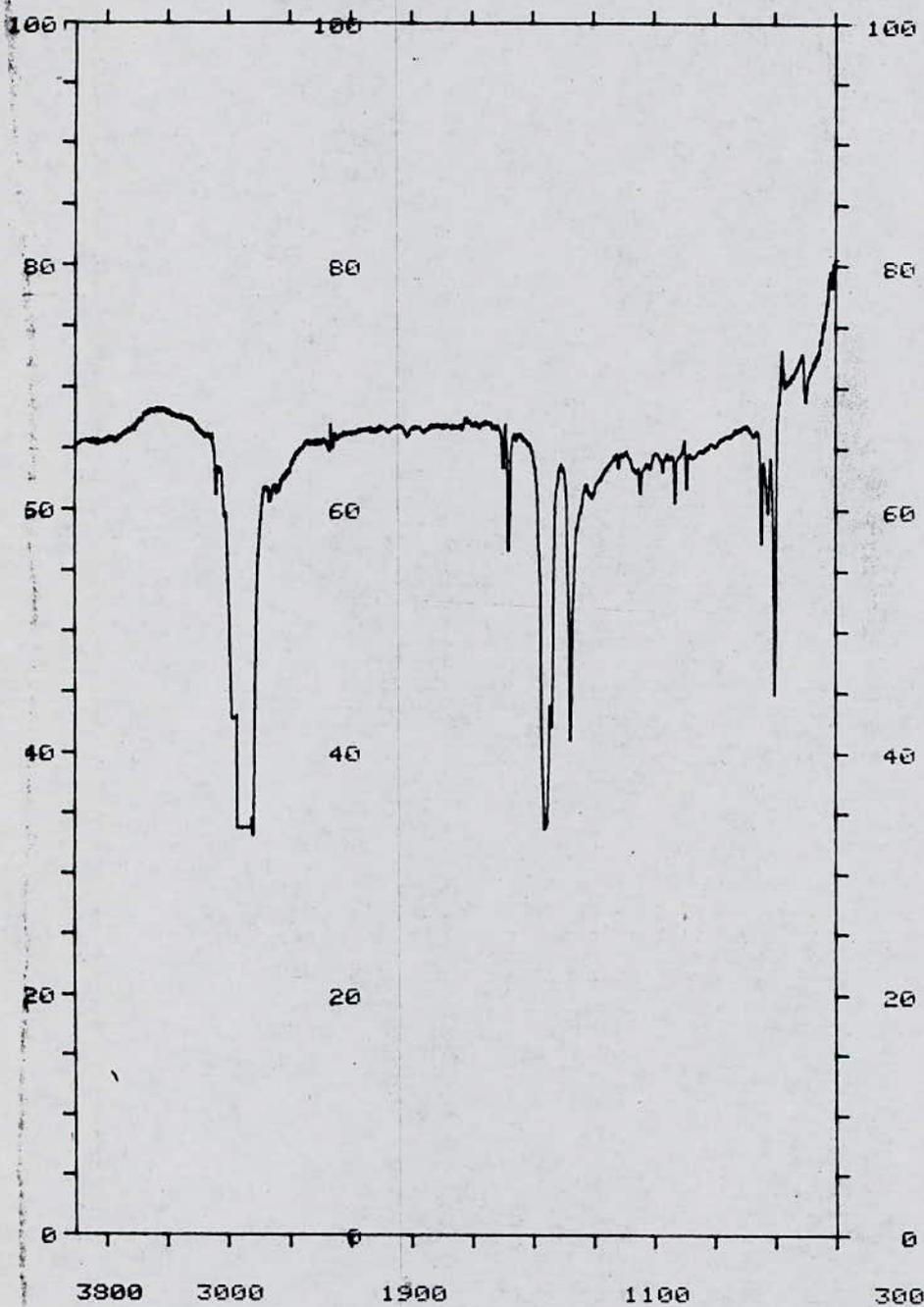
OPERATOR SAJJ
BENTHAM

REPLOTTED SPECTRUM

SCAN MODE 4
NOISE FILTER 1
RESOLUTION 3.9
ORDINATE MODE %T
RANGE 4000.0-500.0
ABSC. SCALE 0.25

PEAK THRESHOLD 5 %

CM-1	%T
2889.0	4.54
1596.0	58.55
1579.0	47.39
1456.0	45.21
1437.0	38.67
1376.0	52.96
1145.0	58.54
1029.0	56.31
991.0	57.47
744.0	50.96
701.0	34.27
602.0	66.72



PERKIN-ELMER 983

DATE 10-12-87

SAMPLE A-III F₄

F₄

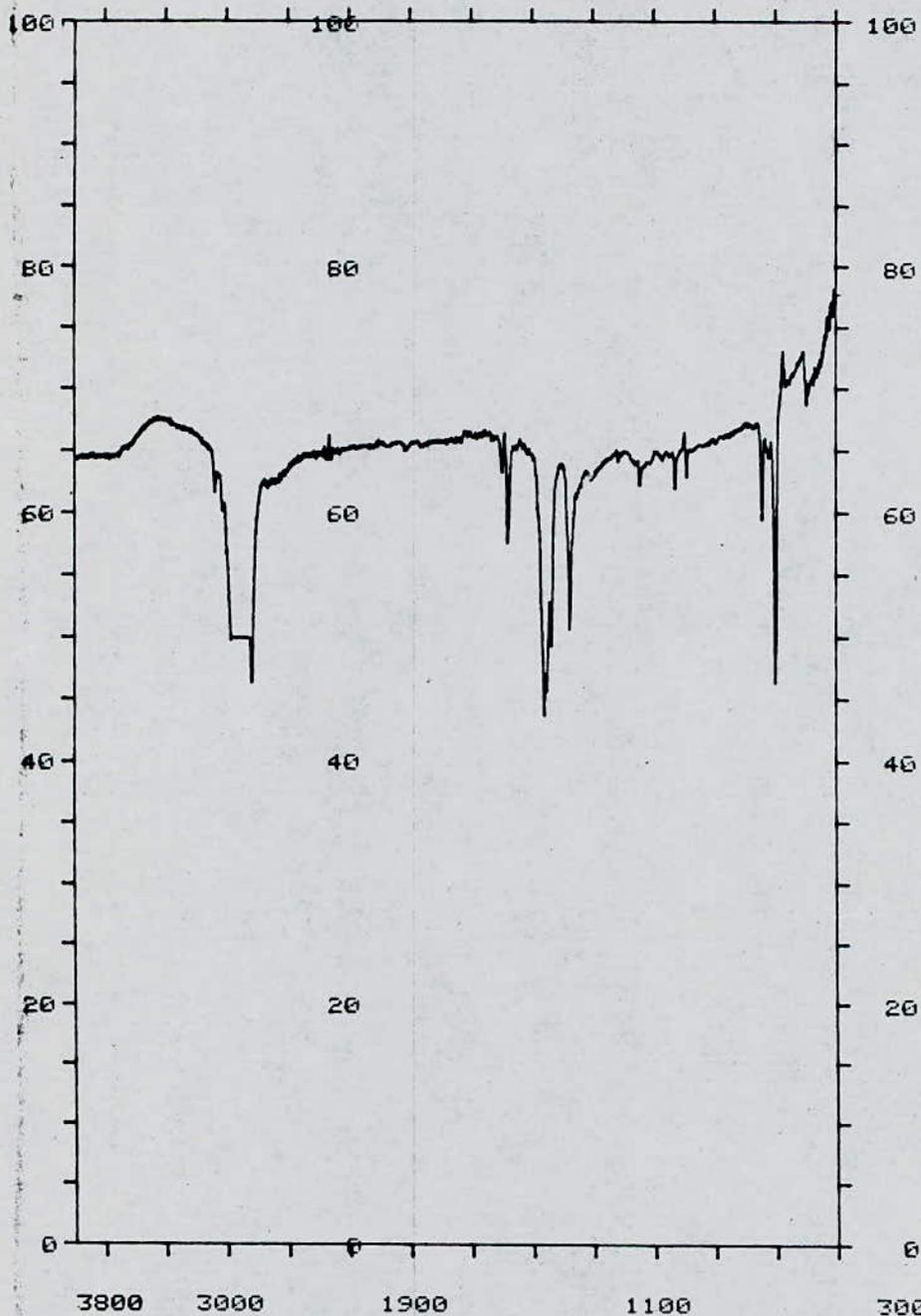
OPERATOR SALLI
BENTENAY

REPLOTTED SPECTRUM

SCAN MODE 4
NOISE FILTER 1
RESOLUTION 3.0
ORDINATE MODE %T
RANGE 4000.0-500.0
ABSC. SCALE 0.25

PEAK THRESHOLD 5 %

CM-1	%T
2834.0	33.12
1579.0	56.60
1461.0	33.62
1376.0	41.03
743.0	57.33
701.0	45.04



PERKIN-ELMER 983

DATE 10-12-87

SAMPLE A-II R.
F5

OPERATOR SAJI
BLAZEMAN

REPLOTTED SPECTRUM

SCAN MODE 4
NOISE FILTER 1
RESOLUTION 3.0
ORDINATE MODE %T
RANGE 4000.0-500.0
ABSC. SCALE 0.25

CM-1	%T
2834.0	46.29
1579.0	57.47
1459.0	43.40
1377.0	50.65
744.0	59.55
701.0	46.49

PERKIN-ELMER 983

DATE 10-12-87

SAMPLE A-III Py.
F₆

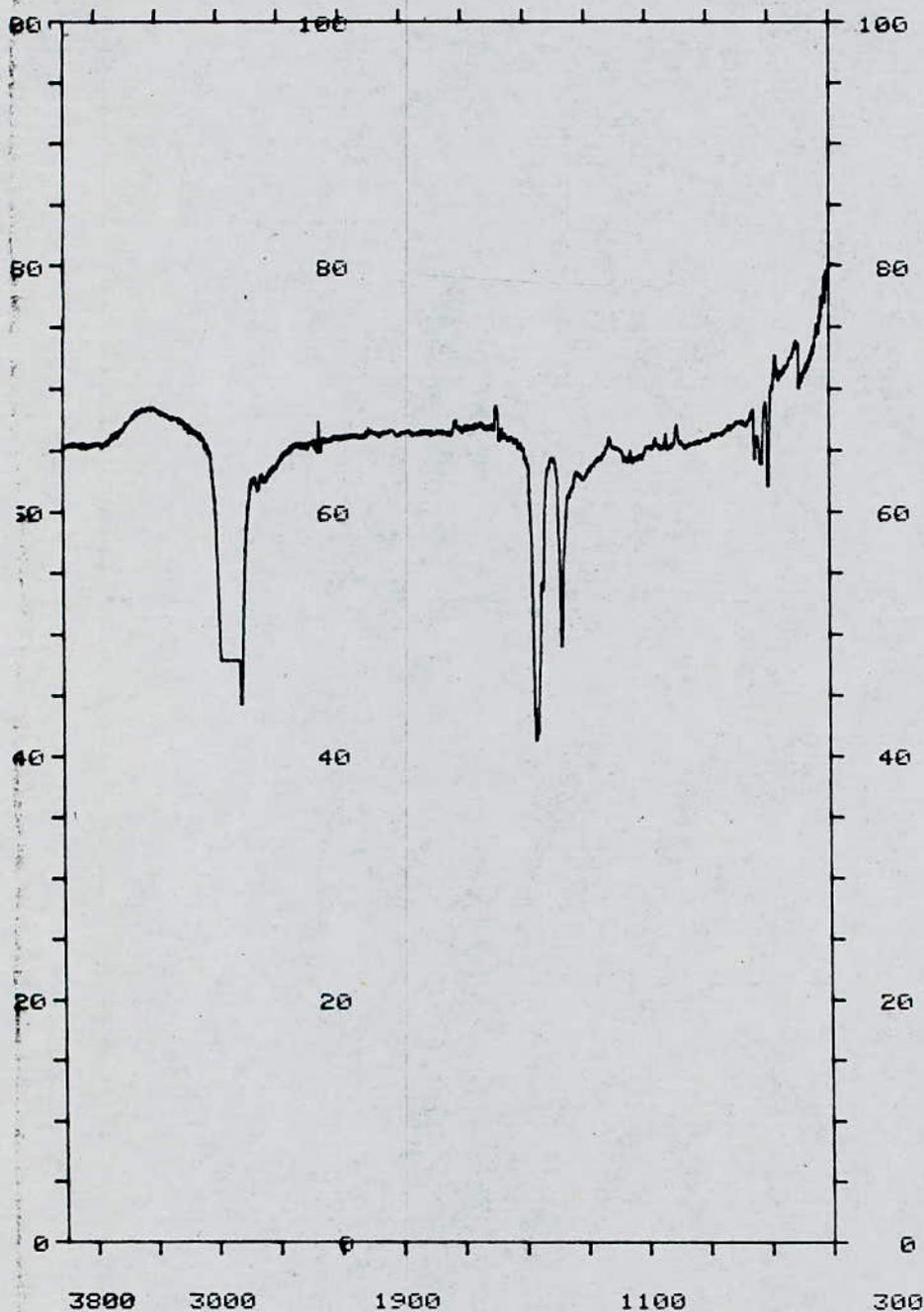
OPERATOR SAIDI
BENTEMAN

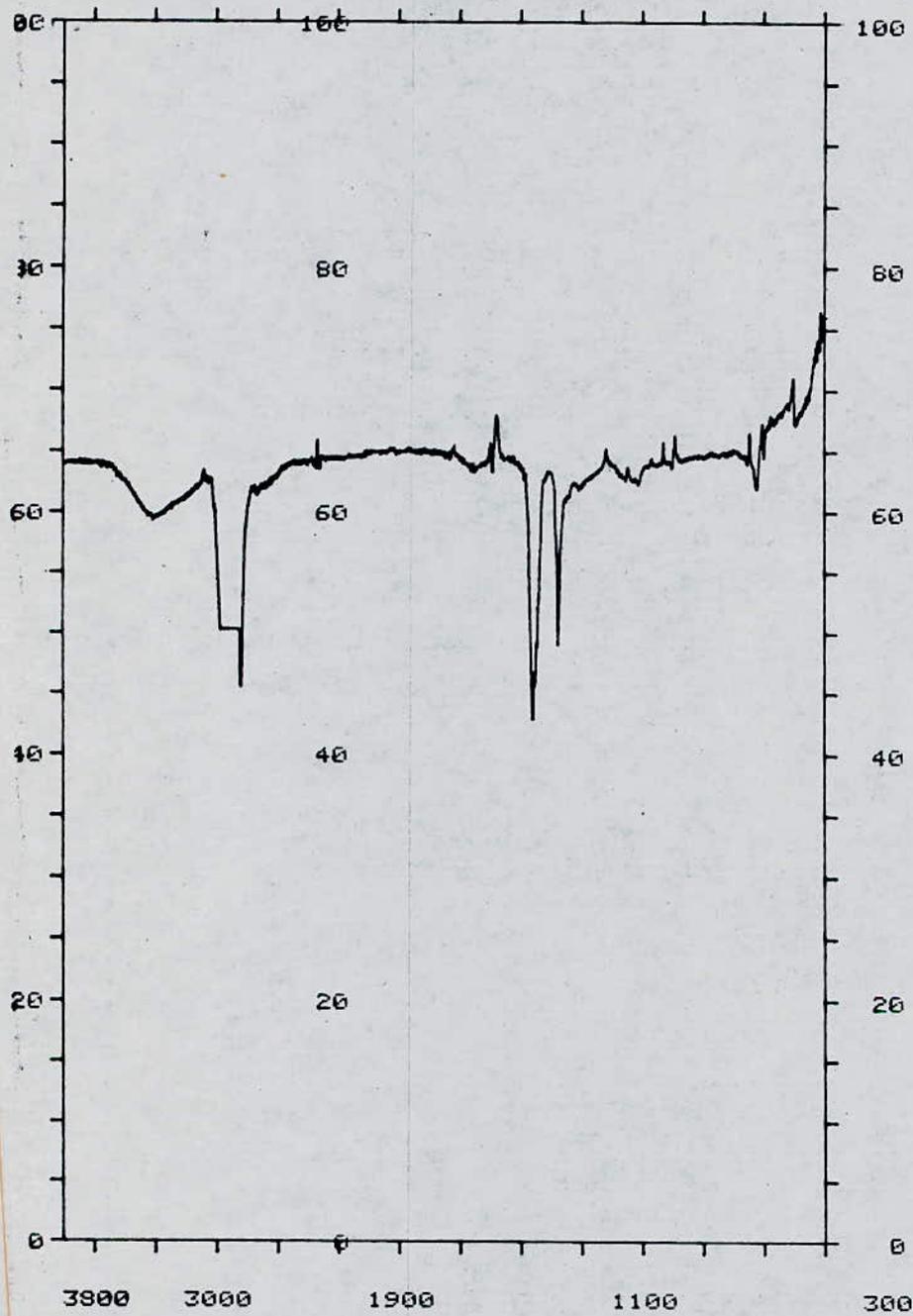
REPLOTTED SPECTRUM

SCAN MODE 4
NOISE FILTER 1
RESOLUTION 3.0
ORDINATE MODE %T
RANGE 4000.0-500.0
ABSC. SCALE 0.25

PEAK THRESHOLD 5 %

CM-1	%T
2835.0	44.23
1460.0	41.16
1376.0	48.99
699.0	62.08





PERKIN-ELMER 983

DATE 10-12-87

SAMPLE A-III - F₇

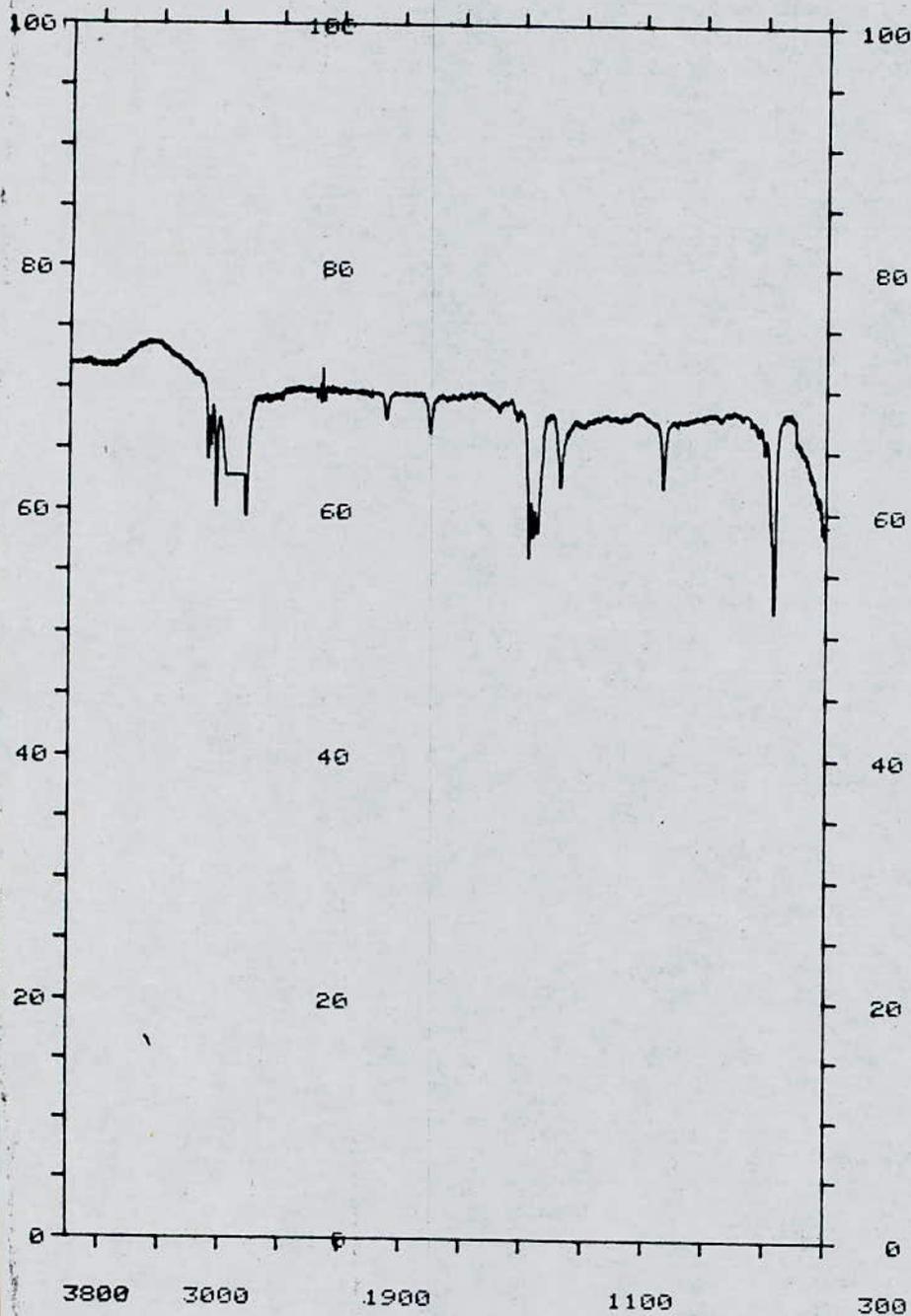
F₇

OPERATOR: SAIDI
BENTEMAH

REPLOTTED SPECTRUM

SCAN MODE 4
NOISE FILTER 1
RESOLUTION 3.0
ORDINATE MODE %T
RANGE 4000.0- 500.0
ABSC. SCALE 0.25

CM-1	%T
2835.0	45.43
1459.0	42.68
1377.0	49.08



PERKIN-ELMER 983

DATE 10-12-87

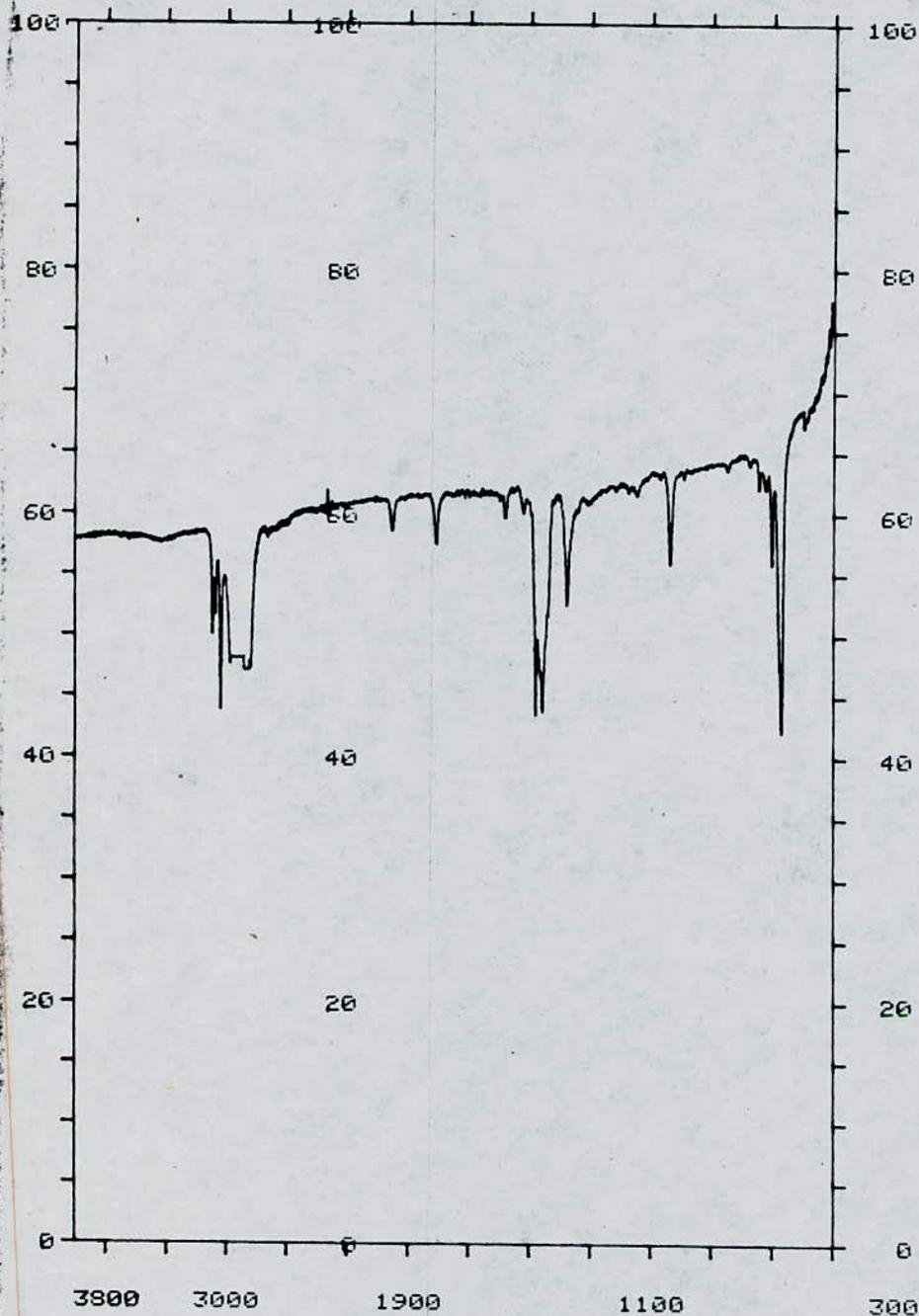
SAMPLE K-I er:oit brul
in 10%
10% (ny) extract

OPERATOR SAJDI
BENTHAM

REPLOTTED SPECTRUM

SCAN MODE 4
NOISE FILTER 1
RESOLUTION 3.0
ORDINATE MODE %T
RANGE 4000.0- 500.0
ABSC. SCALE 0.25

PEAK THRESHOLD 5 %T	
CM-1	%T
3033.0	60.20
2834.0	59.49
1479.0	56.30
1376.0	62.03
1037.0	62.04
670.0	51.83



PERKIN-ELMER 983G:

DATE 11-12-87

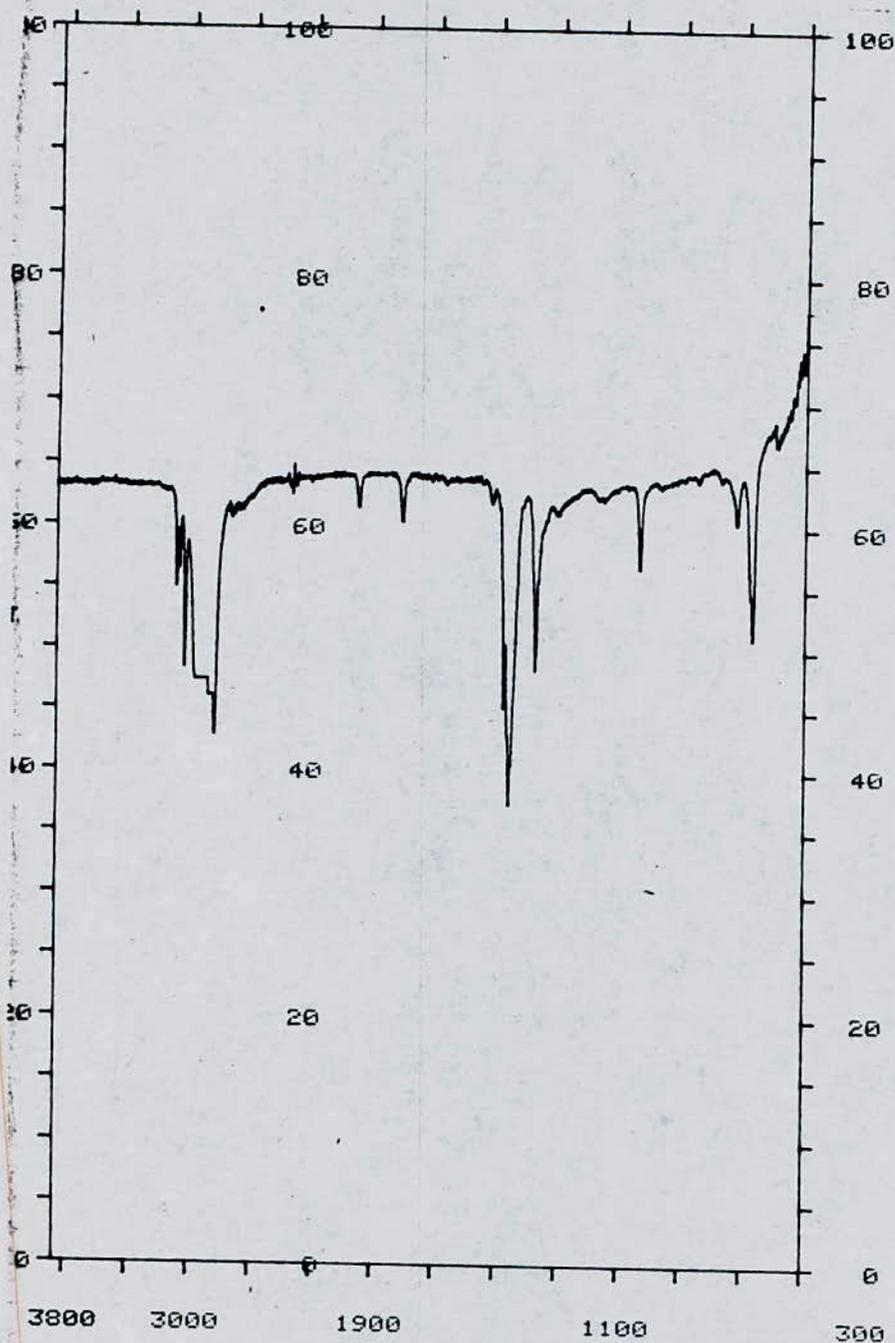
SAMPLE K-1 benzeneque
-F₂ à 10%

OPERATOR SAIDI
BENTEMAH

REPLOTTED SPECTRUM

SCAN MODE 4
NOISE FILTER 1
RESOLUTION 3.0
ORDINATE MODE 27
RANGE 4000.0-500.0
ABSC. SCALE 0.25

CM-1	%T
3091.0	49.92
3035.0	43.60
2877.0	47.09
1479.0	43.09
1457.0	43.77
1377.0	52.53
1037.0	55.90
702.0	55.97
670.0	42.04



FREEMAN DECEMBER 28 1983

DATE 11-12-87

SAMPLE K-I benzique
-F3 @ 10%

OPERATOR SAIDI
Benleman

REPRODUCED SPECTRUM

SCAN MODE 04
NOISE FILTER 0.1
RESOLUTION 0.20
ORDINATE MODE %T
RANGE 3864.0- 500.0
ABSC. SCALE 0.25

CM-1	%T
3090.0	54.98
3035.0	48.15
2835.0	42.89
1460.0	37.24
1377.0	48.39
1036.0	56.68
669.0	50.93

PERKIN-ELMER 983

DATE 11-12-87

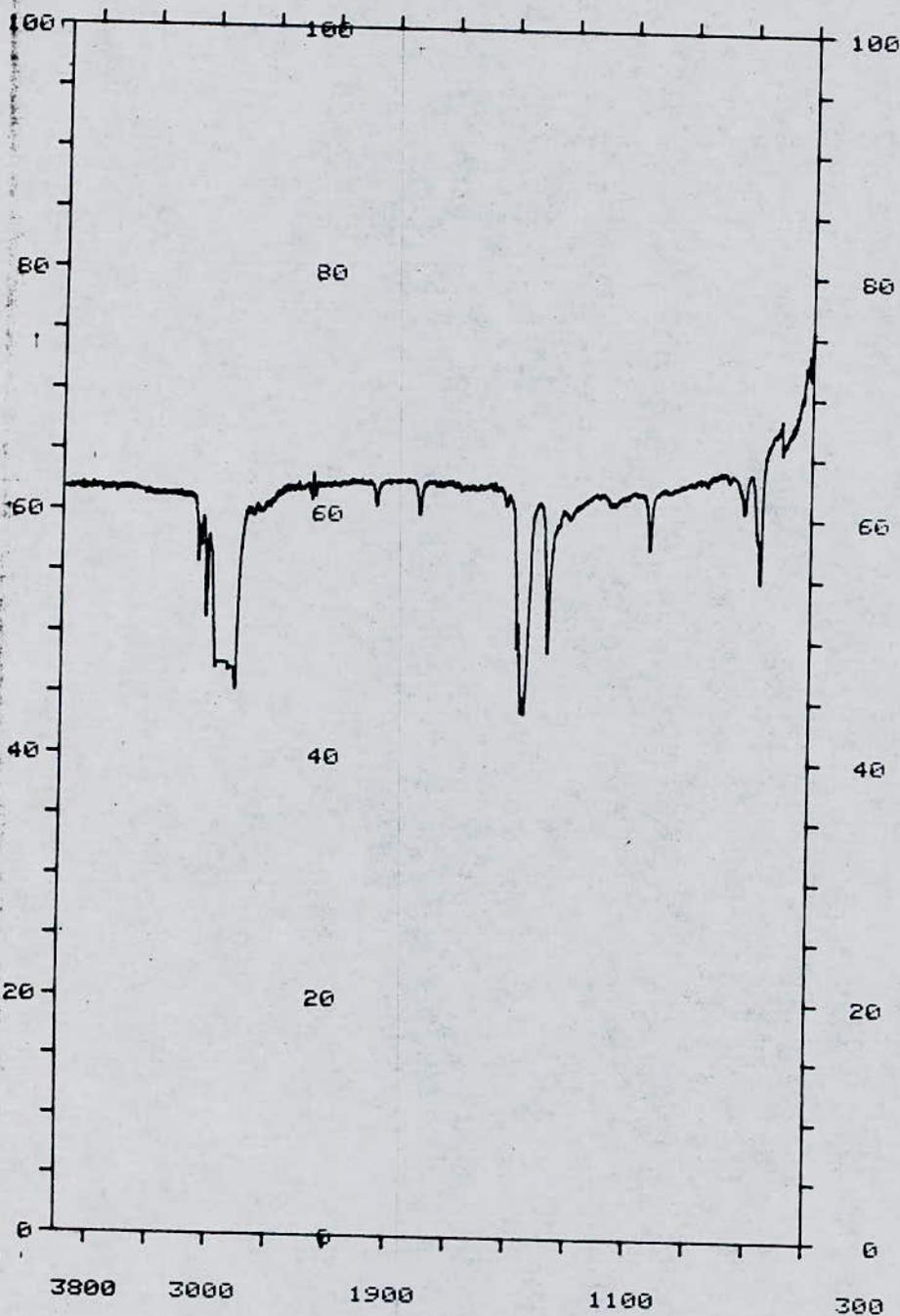
SAMPLE K-I benzenique
F₄ à 10%

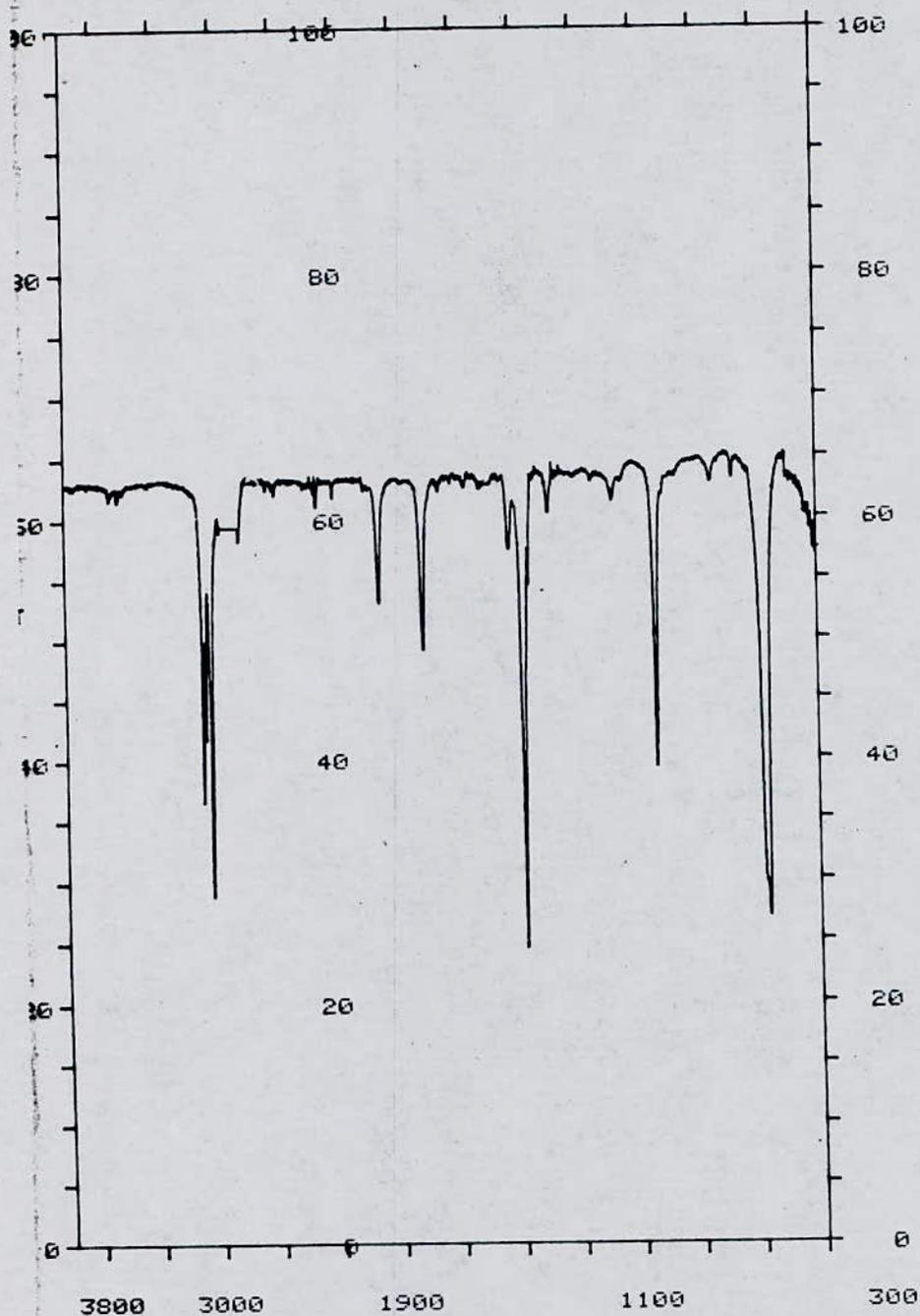
OPERATOR BENTEMAM
SADI

REPLOTTED SPECTRUM

SCAN MODE 4
NOISE FILTER 1
RESOLUTION 3.0
ORDINATE MODE %T
RANGE 4000.0-500.0
ABSC. SCALE 0.25

PEAK THRESHOLD 5 %
CM-1 %T
3035.0 51.19
2633.0 45.28
1454.0 43.67
1376.0 48.69
669.0 54.78





PERKIN-ELMER 983 1

DATE 11-12-87

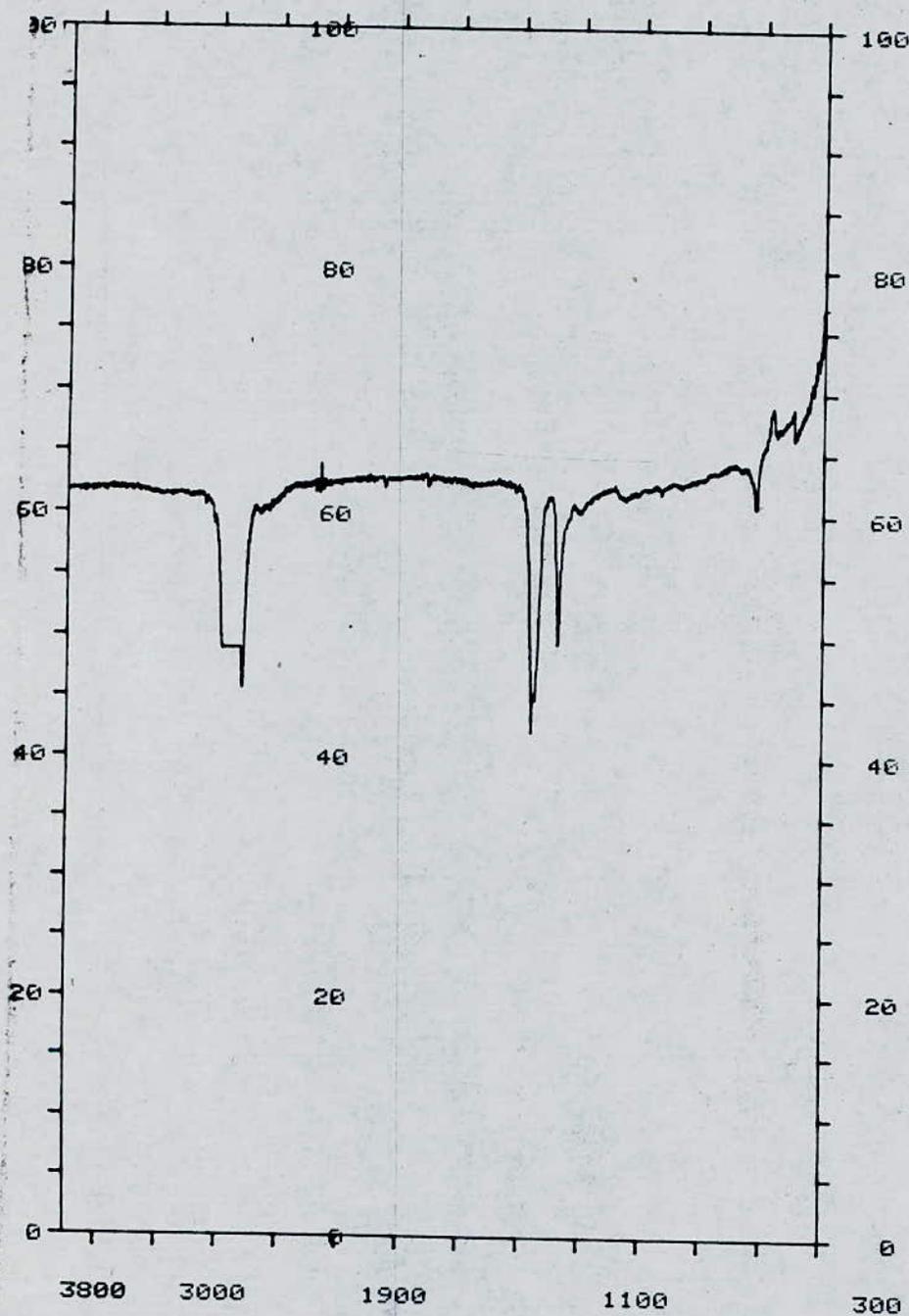
SAMPLE K-I: benzénique
F₅ ≈ 10%

OPERATOR BENTEMAM
SADJ

REPLOTTED SPECTRUM

SCAN MODE 4
NOISE FILTER 1
RESOLUTION 3.0
ORDINATE MODE %T
RANGE 4000.0- 500.0
ABSC. SCALE 0.25

PEAK THRESHOLD 5 %	
CM-1	%T
3090.0	36.55
3071.0	41.58
3033.0	28.70
1955.0	53.05
1810.0	49.03
1478.0	24.53
1036.0	39.06
667.0	26.90



PERKIN-ELMER 983

DATE 11-12-87

SAMPLE K-I benzenique
F₆ à 10%

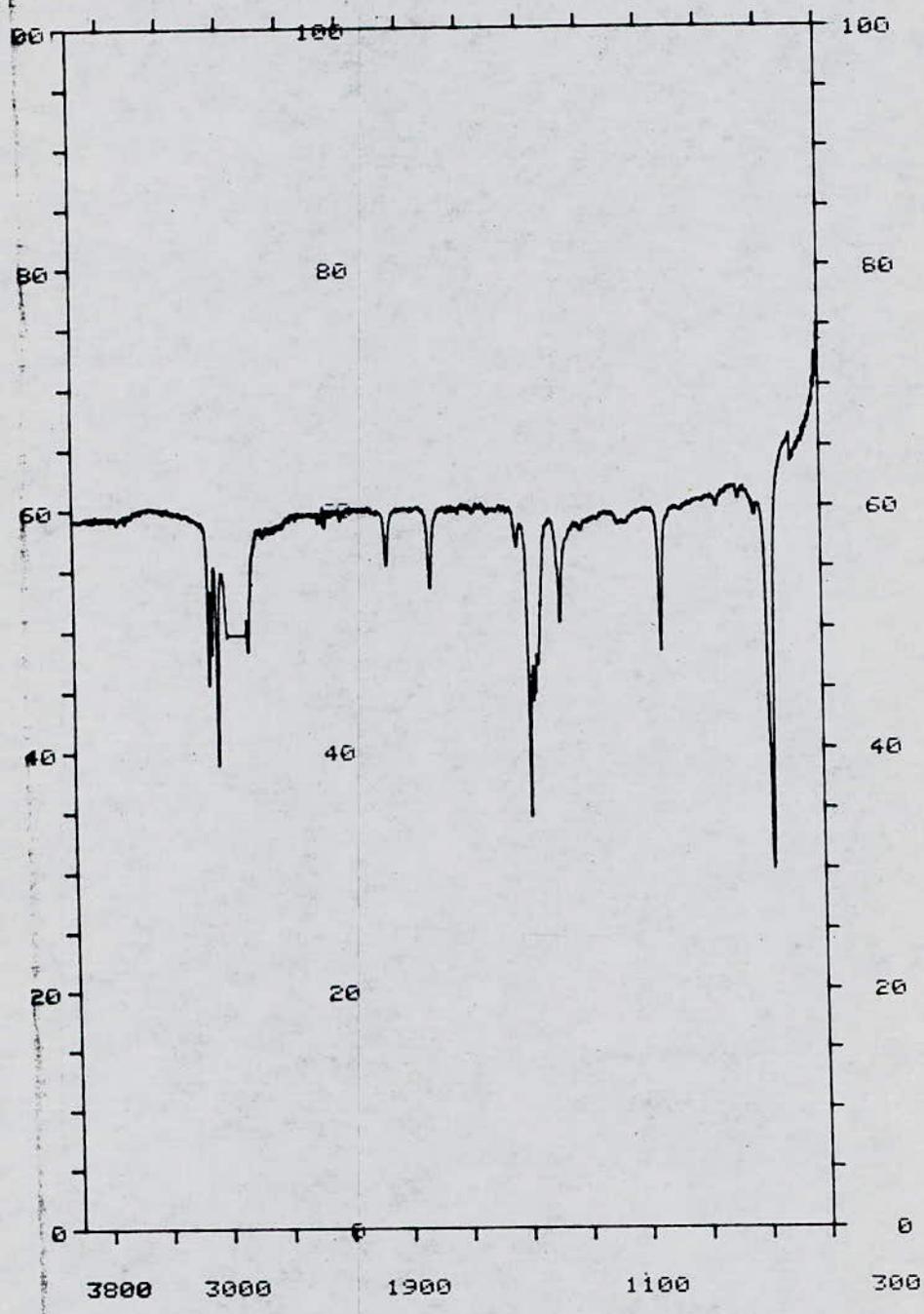
OPERATOR SAISI
BENTENAM

REPLOTTED SPECTRUM

SCAN MODE 4
NOISE FILTER 1
RESOLUTION 3.2
ORDINATE MODE %T
RANGE 4000.0- 500.0
ABSC. SCALE 0.25

PEAK THRESHOLD 5 %

CM-1	%T
2834.0	45.78
1463.0	41.96
1377.0	49.44



PERKIN-ELMER 983

DATE 11-12-87

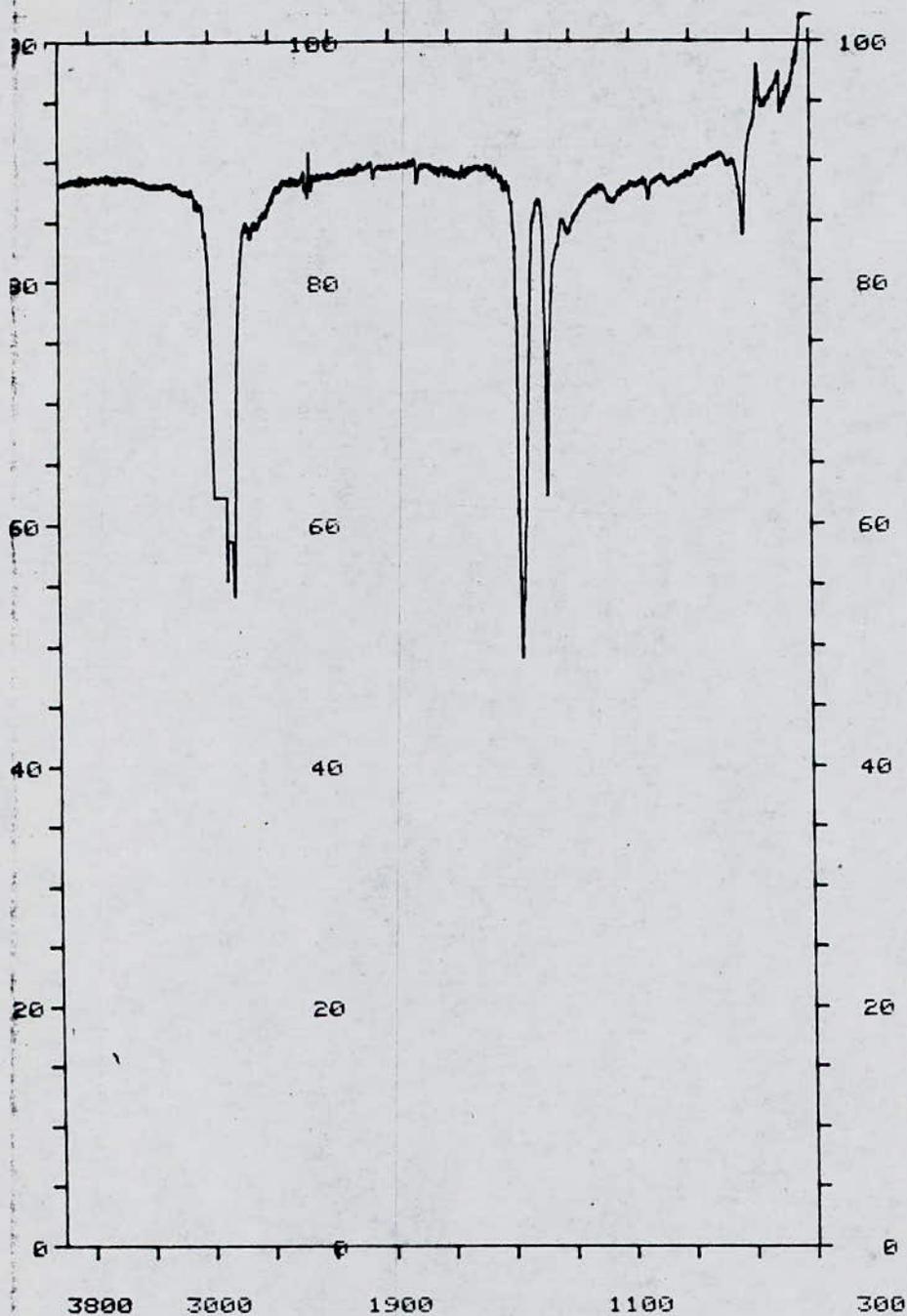
SAMPLE K-I benzoin
 10%

OPERATOR SALI
 BENTHAM

REPLOTTED SPECTRUM

SCAN MODE 4
 NOISE FILTER 1
 RESOLUTION 3.0
 ORDINATE MODE %T
 RANGE 4000.0- 500.0
 ABSC. SCALE 0.25

PEAK THRESHOLD 5 %	
CM-1	%T
3090.0	45.58
3072.0	48.05
3034.0	38.87
2832.0	48.30
1809.0	53.34
1479.0	34.01
1376.0	50.43
1037.0	48.07
670.0	29.98



PERKIN-ELMER 983 1

DATE 11-12-87

SAMPLE K-I benzénique
F8 à 10%

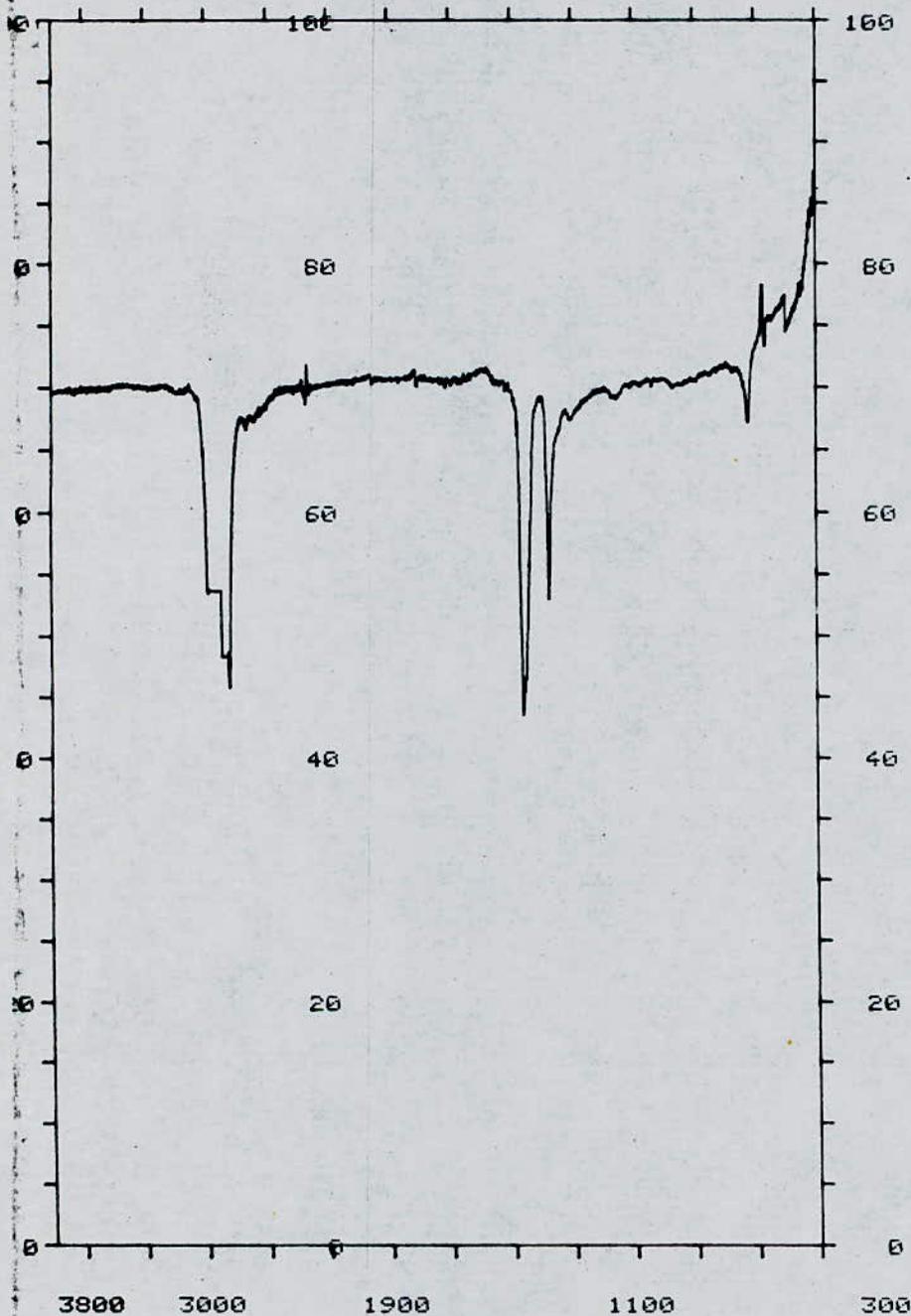
OPERATOR SAIDI
BENTHAM

REPLOTTED SPECTRUM

SCAN MODE 4
NOISE FILTER 1
RESOLUTION 3.0
ORDINATE MODE %T
RANGE 4000.0- 500.0
ABSC. SCALE 0.25

PEAK THRESHOLD 5 %T

CM-1	%T
2834.0	54.06
1460.0	48.90
1376.0	62.29
722.0	83.92



PERKIN-ELMER 983

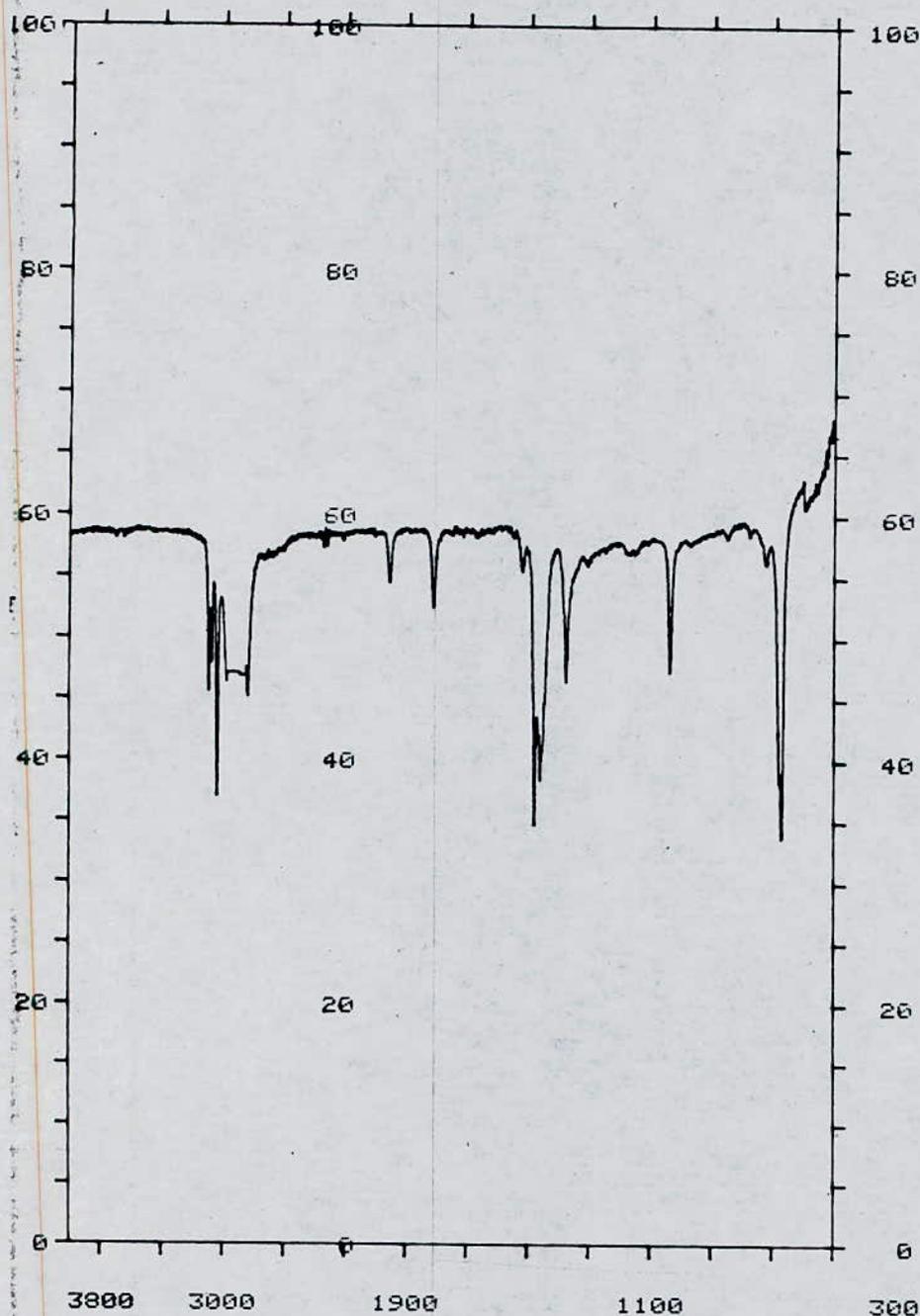
DATE 11-12-87

SAMPLE K-1 *benzoinique*
Fg à 10%

OPERATOR *SADJ*
Centemou
 REPLOTTED SPECTRUM

SCAN MODE
 NOISE FILTER
 RESOLUTION 3.0
 ORDINATE MODE %
 RANGE 4000.0- 500.0
 ABSC. SCALE 0.25

PEAK THRESHOLD 5 :
 CM-1 %T
 2835.0 45.75
 1462.0 43.57
 1375.0 52.85



PERKIN-ELMER 983

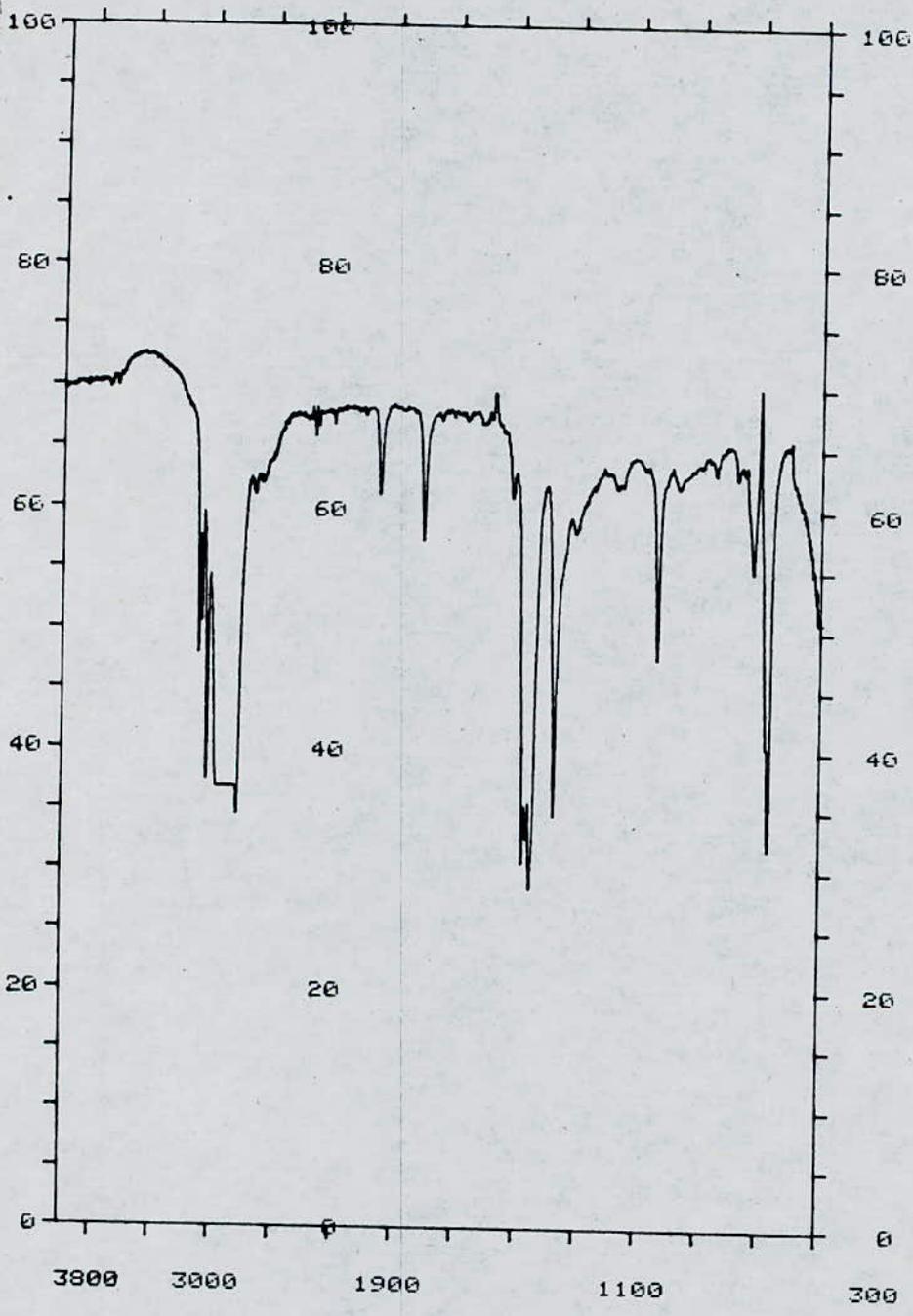
DATE 11-12-87

SAMPLE K-I benzoinique
F10 à 10%

OPERATOR SAIDI
BENTENAM
REPLOTTED SPECTRUM

SCAN MODE 4
NOISE FILTER 1
RESOLUTION 3.0
ORDINATE MODE %T
RANGE 4000.0- 500.0
ABSC. SCALE 0.25

CM-1	%T
3090.0	45.52
3035.0	36.58
2832.0	45.16
1809.0	52.47
1479.0	34.41
1461.0	38.39
1376.0	46.34
1037.0	47.27
669.0	33.68



PERKIN-ELMER 983

DATE 11-12-67

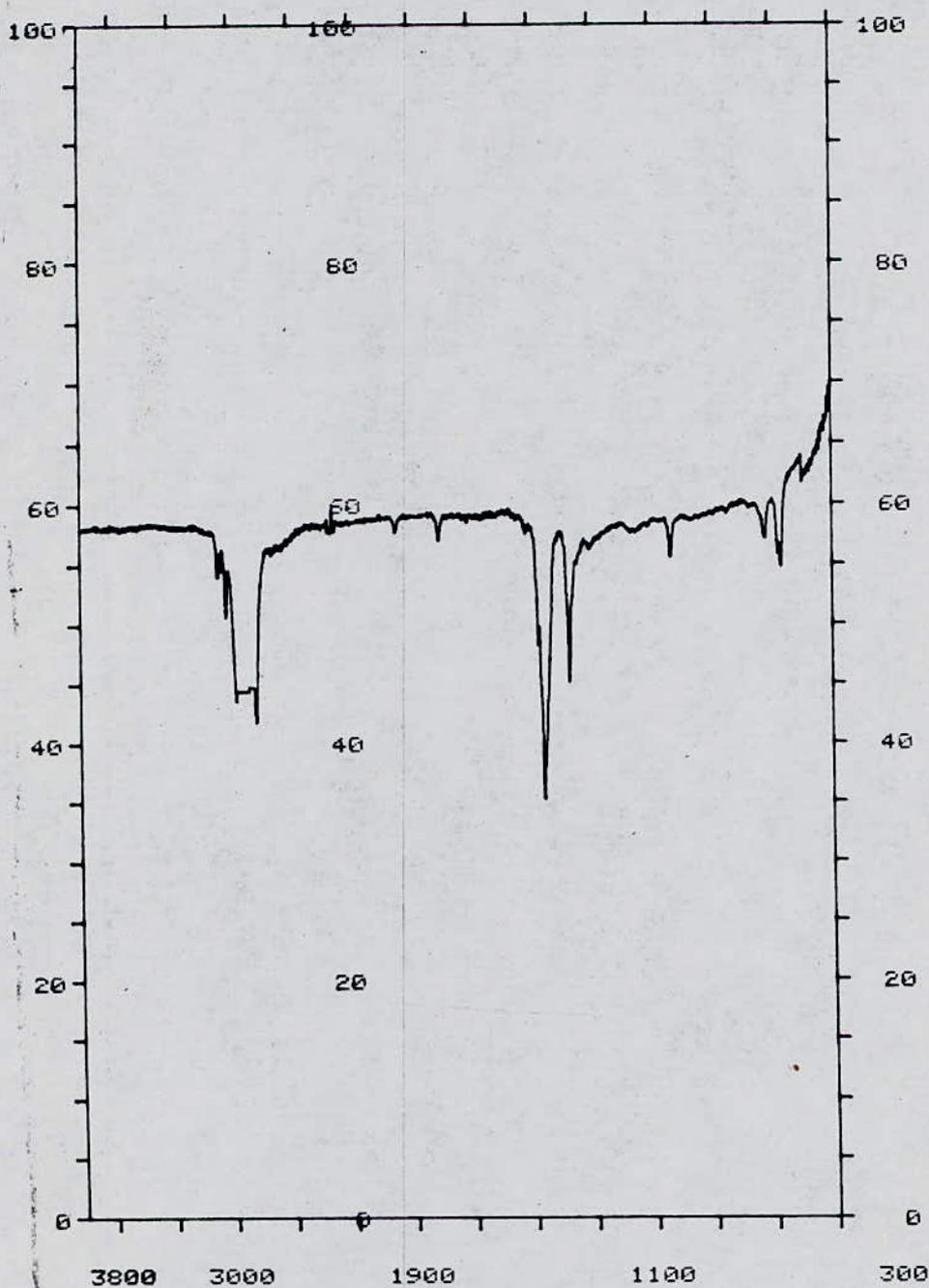
SAMPLE SK-II - extracted
 Au Benzène
 10% (Nuj) + Extra

OPERATOR BENTEMAN
 SATBI

REPLOTTED SPECTRUM

SCAN MODE 4
 NOISE FILTER 1
 RESOLUTION 3.0
 ORDINATE MODE %T
 RANGE 4000.0 - 500.0
 ABSC. SCALE 0.25

CM-1	%T
3090.0	47.88
3071.0	50.49
3034.0	37.33
2831.0	34.48
1953.0	61.10
1809.0	57.46
1452.0	28.48
1376.0	34.42
1036.0	47.51
722.0	54.93
668.0	31.77



PERKIN-ELMER 983

DATE 11-12-87

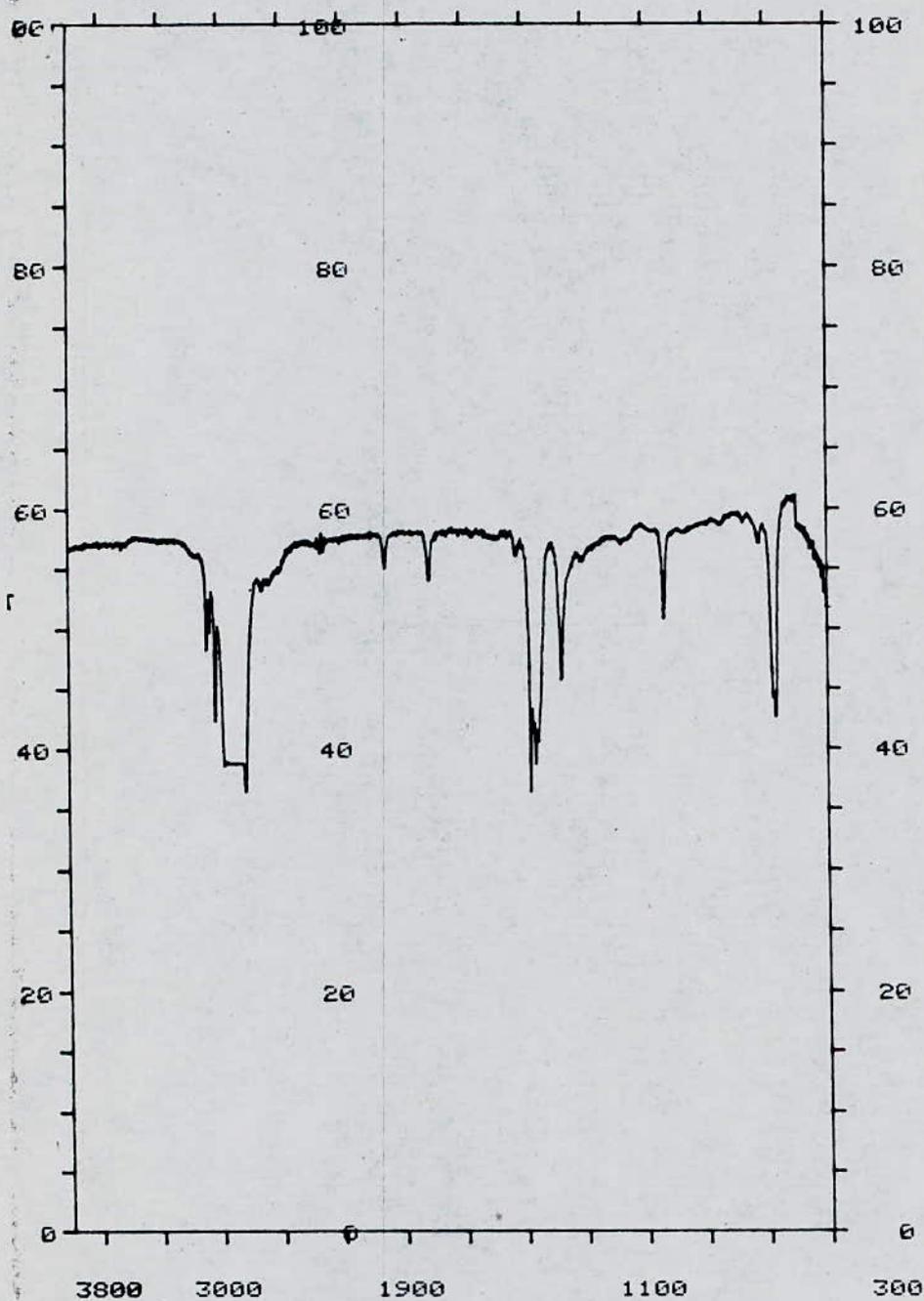
SAMPLE SK-II benzique
F₂

OPERATOR SAIB
Beulmon

REPLOTTED SPECTRUM

SCAN MODE 4
NOISE FILTER 1
RESOLUTION 3.0
ORDINATE MODE %T
RANGE 4000.0- 500.0
ABSC. SCALE 0.25

PEAK THRESHOLD 5 %	
CM-1	%T
2834.0	41.81
1460.0	35.09
1376.0	45.09
668.0	54.72



PERKIN-ELMER 983

DATE 11-12-87

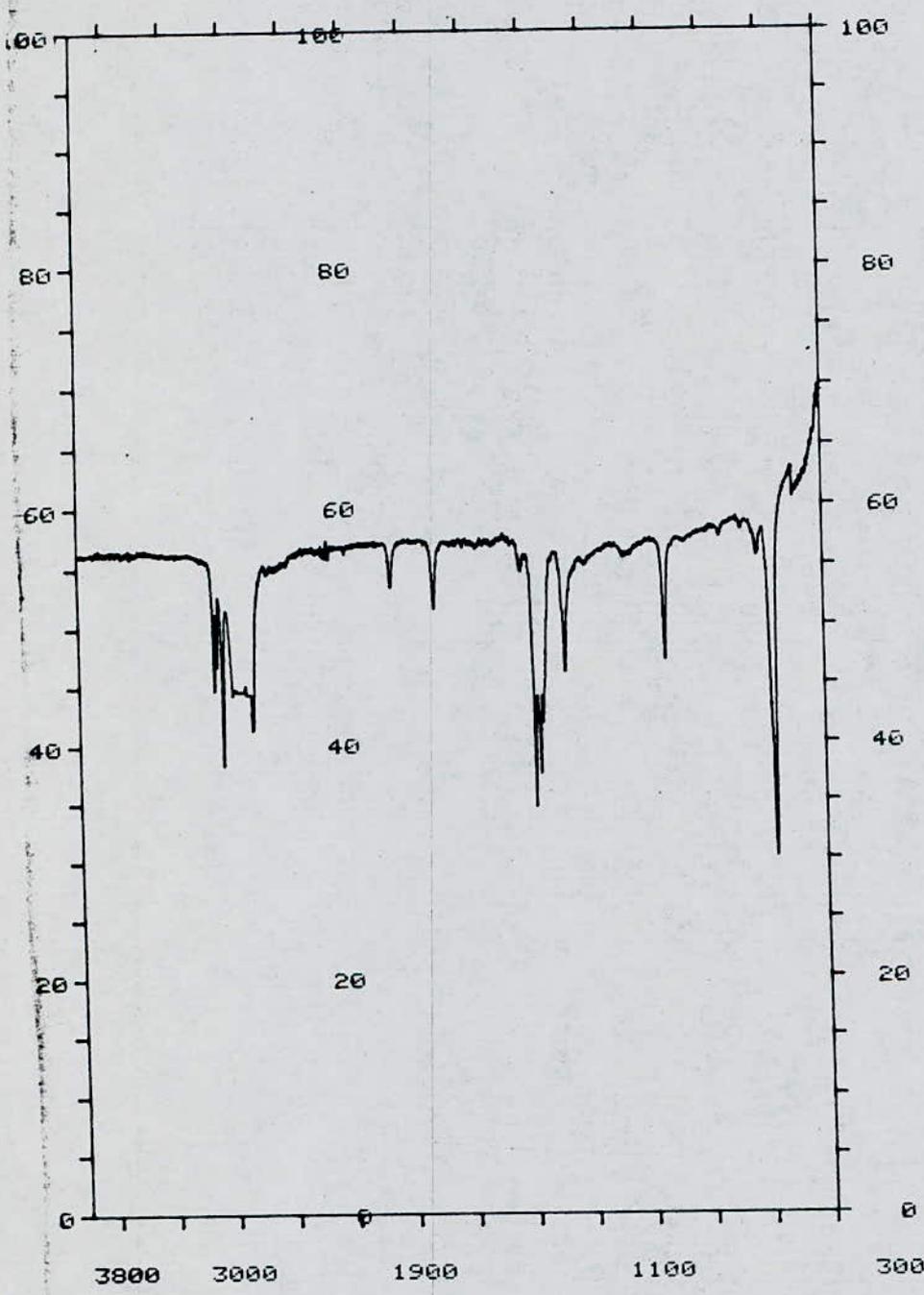
SAMPLE *SMI benzique*
F30 10%

OPERATOR *SATW*
Buteman

REPLOTTED SPECTRU

SCAN MODE
 NOISE FILTER
 RESOLUTION 3.
 ORDINATE MODE %
 RANGE 4000.0-500
 ABSC. SCALE 0.2

PEAK THRESHOLD 5	
CM-1	%T
3034.0	42.29
2831.0	36.40
1479.0	36.58
1377.0	45.64
1037.0	50.77
668.0	42.61



PERKIN-ELMER 983

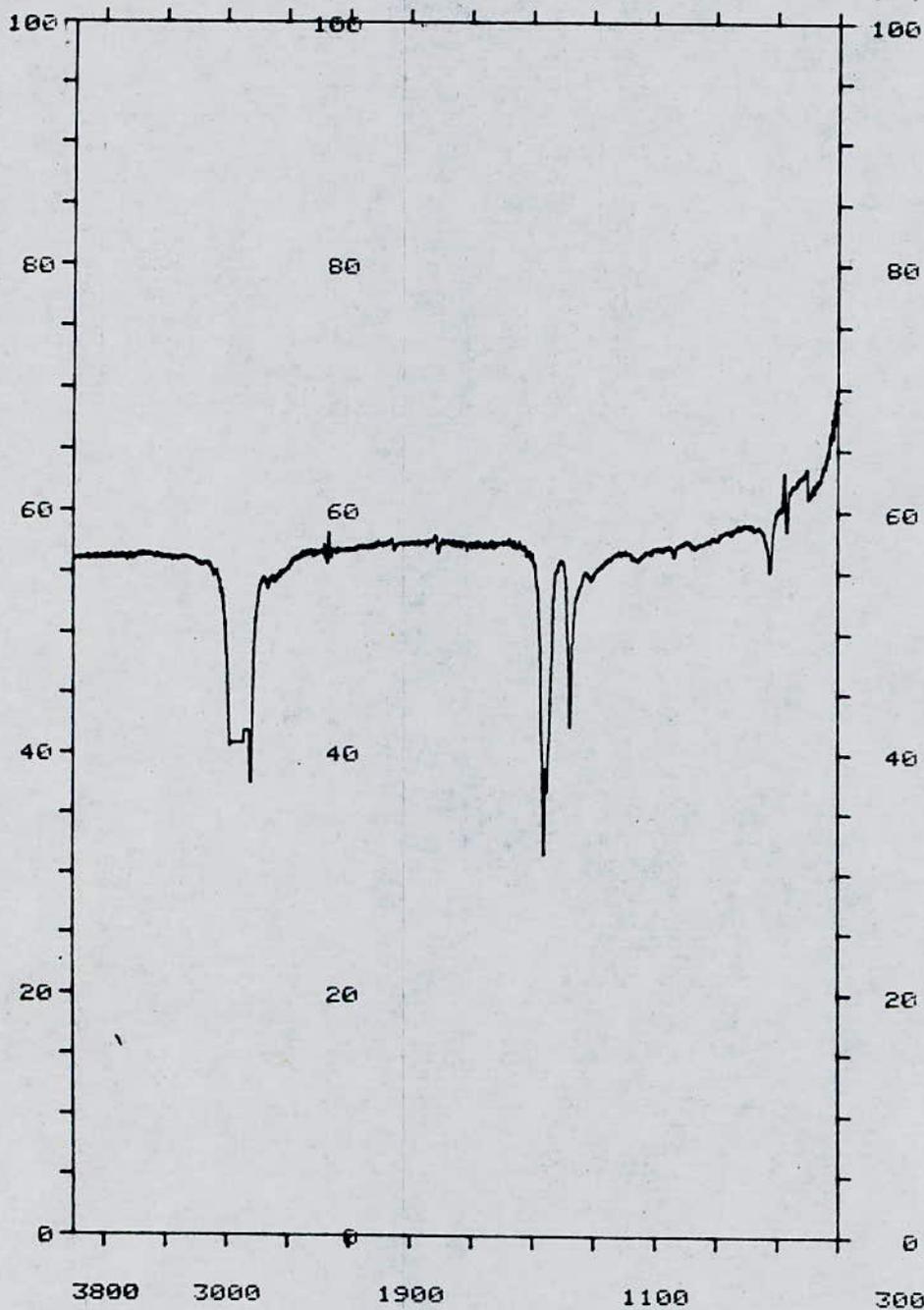
DATE 11-12-87

SAMPLE SK-II Benzuique
F4. 2 10%

OPERATOR SAIDI
BENTEMAH
REPLOTTED SPECTRUM

SCAN MODE 4
NOISE FILTER 1
RESOLUTION 3.0
ORDINATE MODE %T
RANGE 4000.0- 500.0
ABSC. SCALE 0.25

CM-1	%T
3090.0	44.65
3034.0	38.23
2838.0	41.25
1809.0	51.34
1479.0	34.16
1461.0	37.24
1376.0	45.97
1037.0	46.96
670.0	30.15



PERKIN-ELMER 983

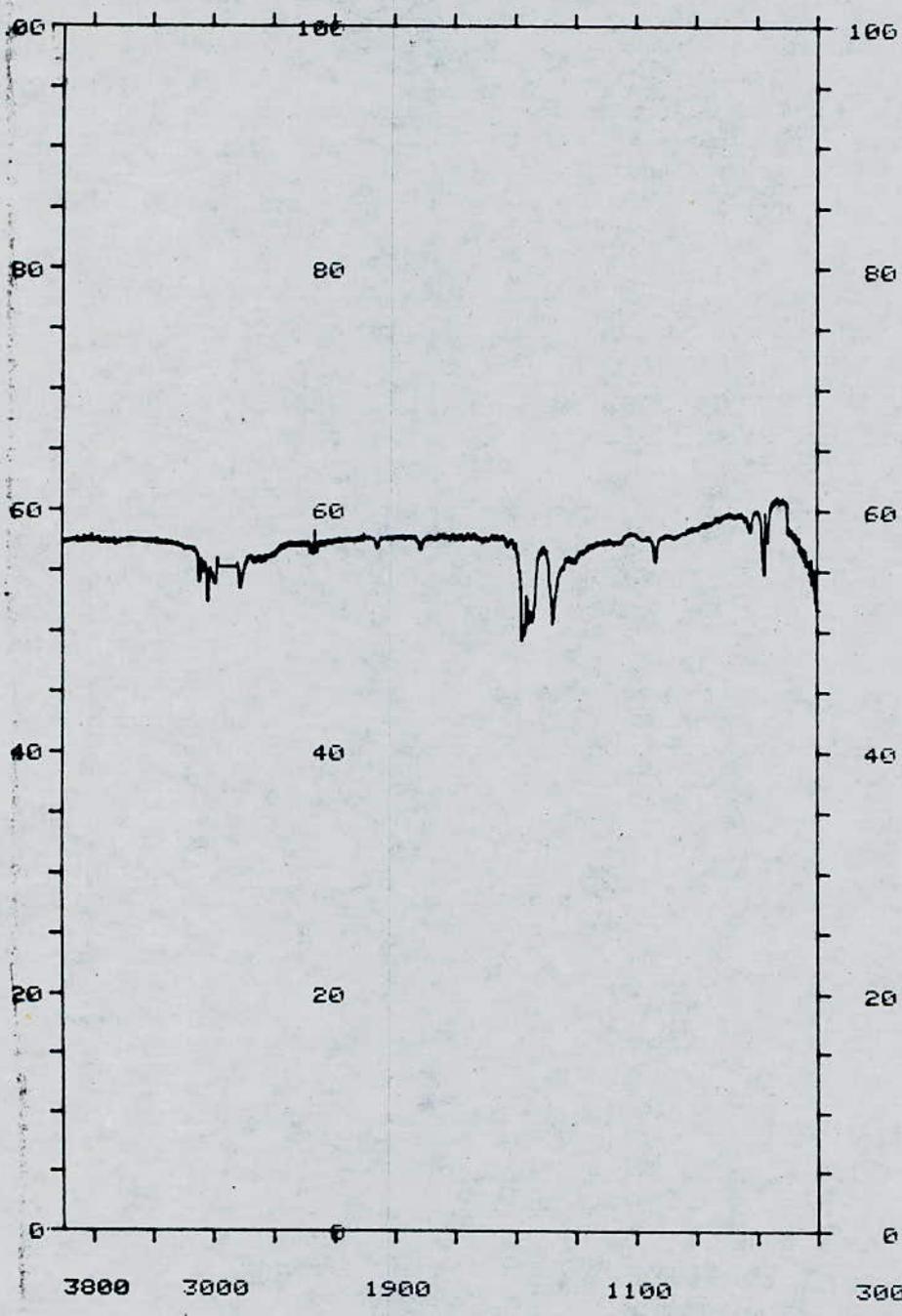
DATE 11-12-87

SAMPLE SK-II Benzénique
F5 à 10%

OPERATOR SAIDI
BENTENAH
REPLOTTED SPECTRUM

SCAN MODE .
NOISE FILTER 1
RESOLUTION 3.0
ORDINATE MODE 2.7
RANGE 4000.0- 500.0
ABSC. SCALE 0.25

PEAK THRESHOLD 5 :
CM-1 %T
2834.0 37.49
1461.0 31.28
1376.0 42.14



PERKIN-ELMER 983

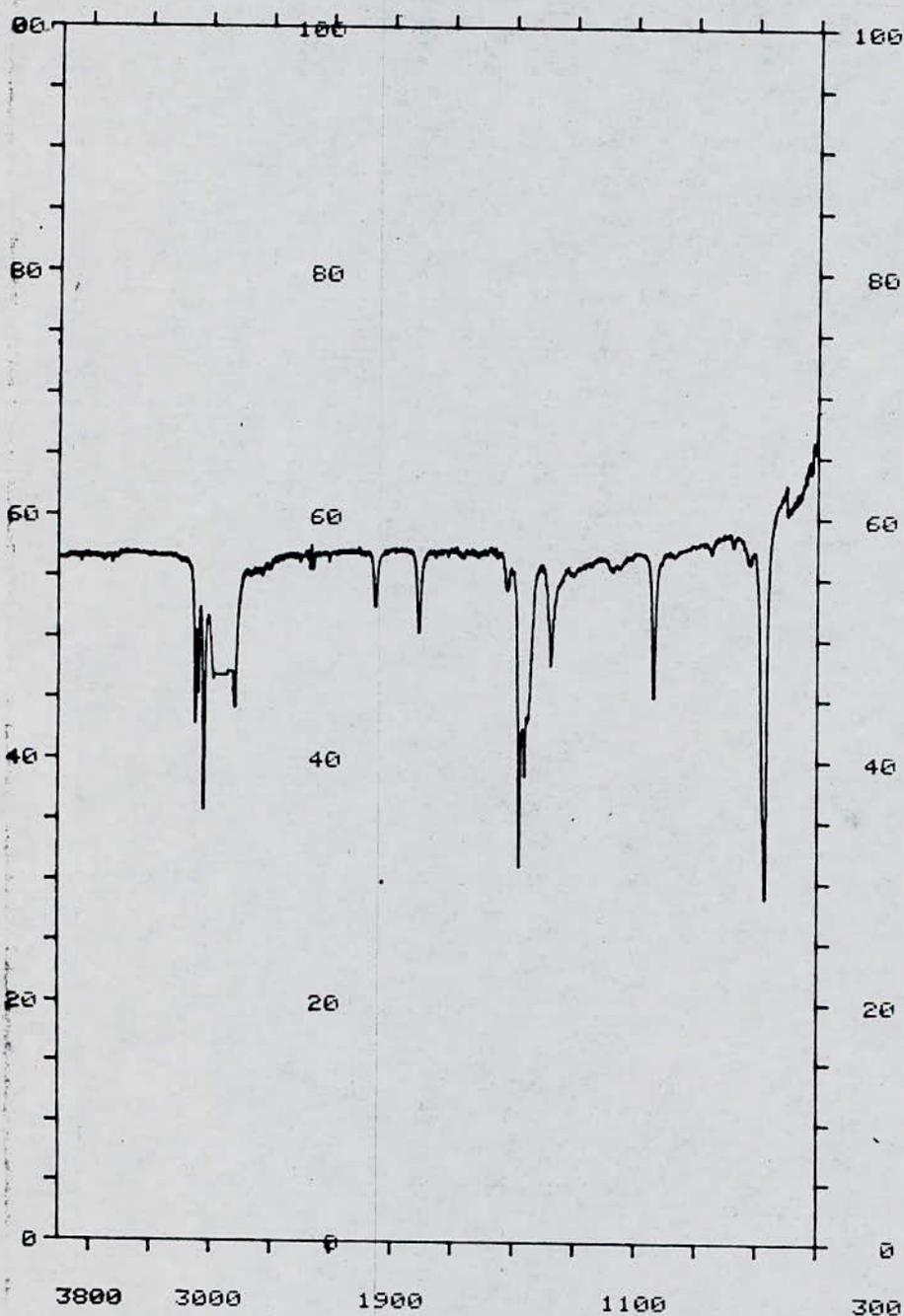
DATE 11-12-87

SAMPLE SK-II Benzéniqu
F₆ à 10%

OPERATOR SAIDI
BENTENAM
REPLOTTED SPECTRUM

SCAN MODE 4
NOISE FILTER 1
RESOLUTION 3.0
ORDINATE MODE %T
RANGE 4000.0- 500.0
ABSC. SCALE 0.25

PEAK THRESHOLD 5 %	
CM-1	%T
3032.0	52.41
1479.0	49.18
1376.0	50.55
674.0	54.48



PERKIN-ELMER 983

DATE 11-12-87

SAMPLE SK-II Benzoinique
F₂ à 10%

OPERATOR SAIDI

BENTHAM

REPLOTTED SPECTRUM

SCAN MODE

NOISE FILTER

RESOLUTION 3.1

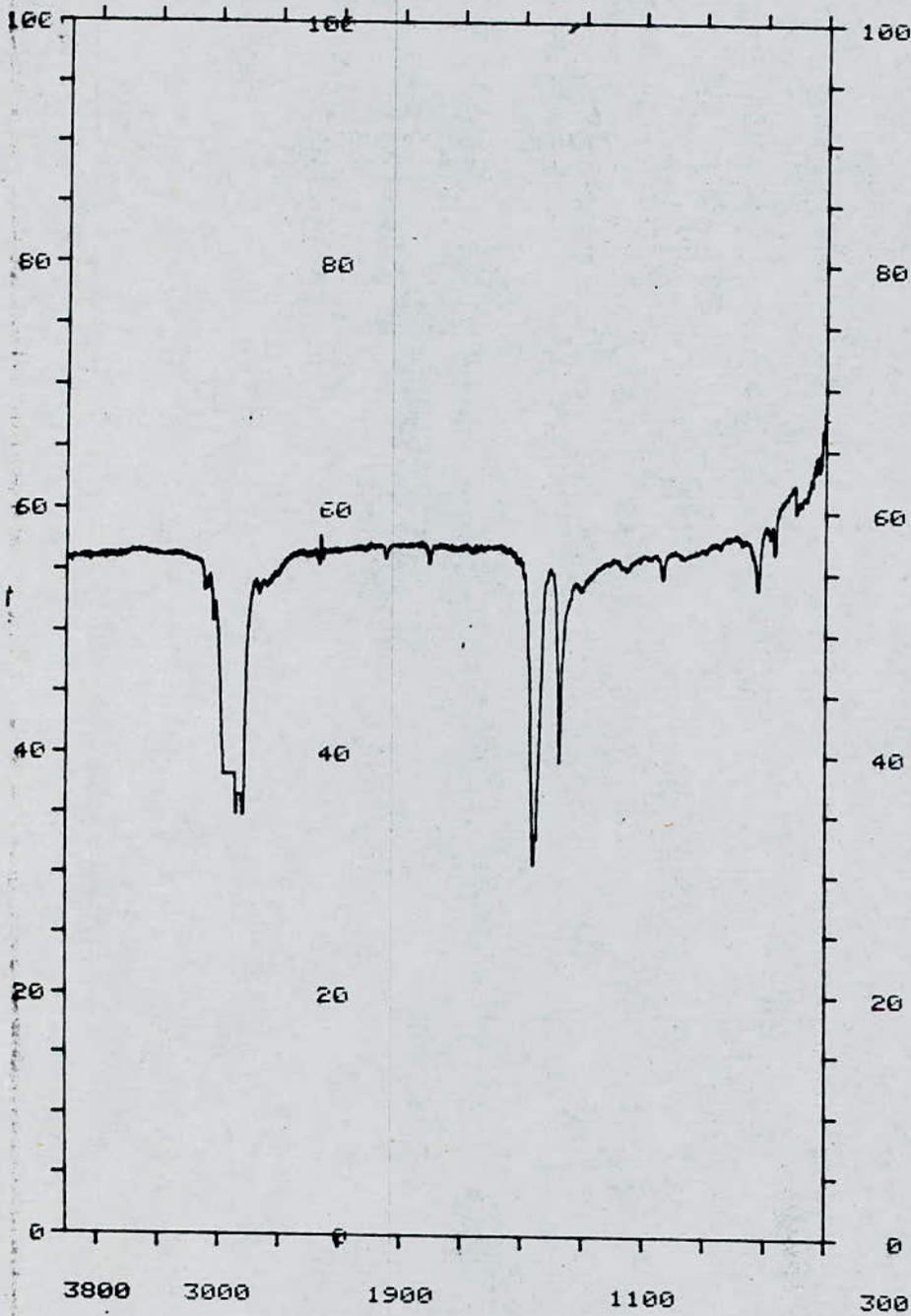
ORDINATE MODE %

RANGE 4000.0-500.0

ABSC. SCALE 0.25

PEAK THRESHOLD 5

CM-1	%T
3090.0	42.78
3072.0	45.24
3034.0	35.70
2831.0	44.15
1809.0	50.39
1479.0	36.90
1377.0	47.70
1037.0	45.19
669.0	28.68



PERKIN-ELMER 983

DATE 11-12-87

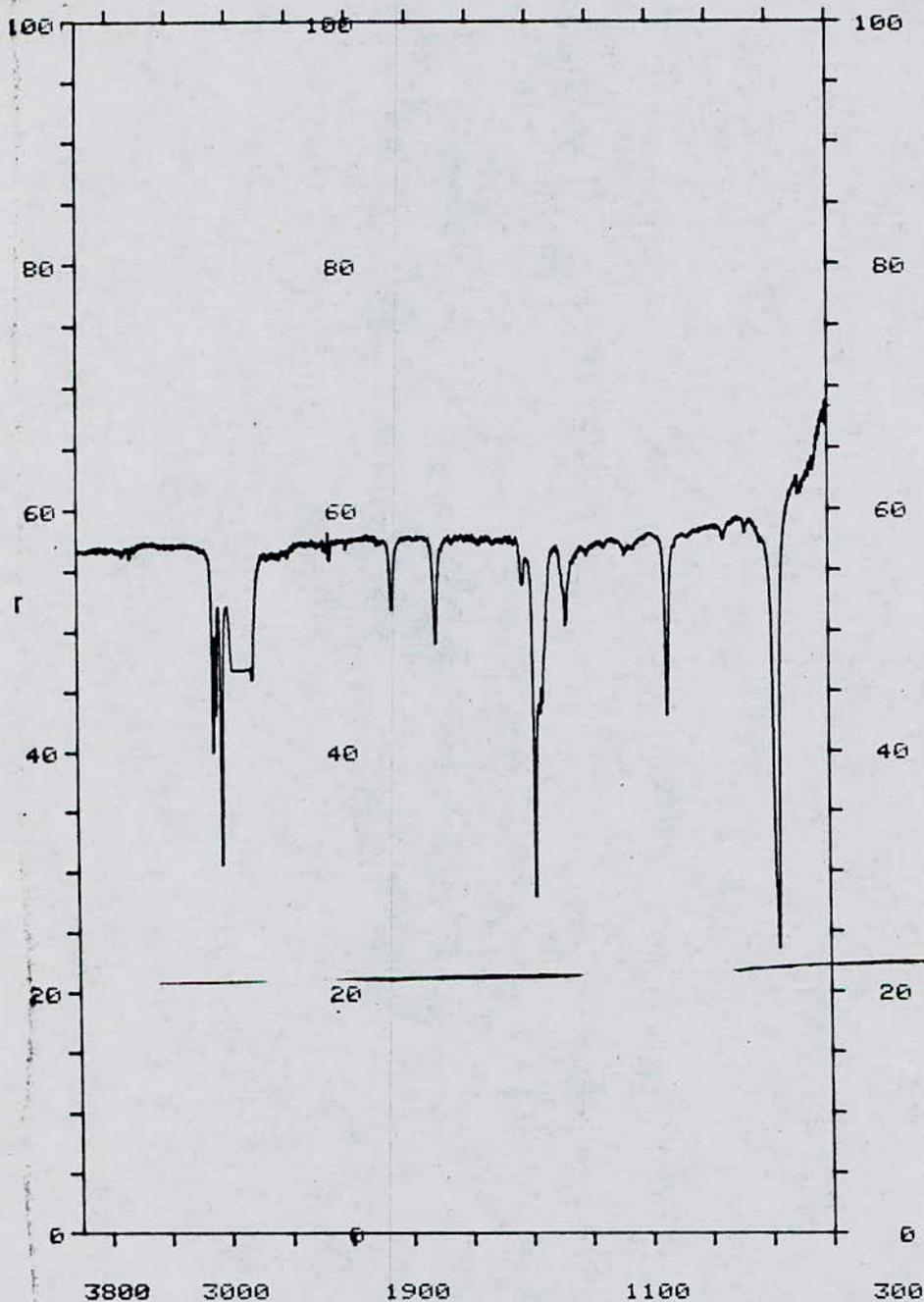
SAMPLE 8K-II Benzoin
Fg 2 10%

OPERATOR SAIDI
BENTENAM

REPLOTTED SPECTRUM

SCAN MODE 4
NOISE FILTER 1
RESOLUTION 3.0
ORDINATE MODE %T
RANGE 4000.0- 500.0
ABSC. SCALE 0.25

PEAK THRESHOLD 5 %	
CM-1	%T
2835.0	34.79
1461.0	30.72
1377.0	39.38



PERKIN-ELMER 983

DATE 11-12-87

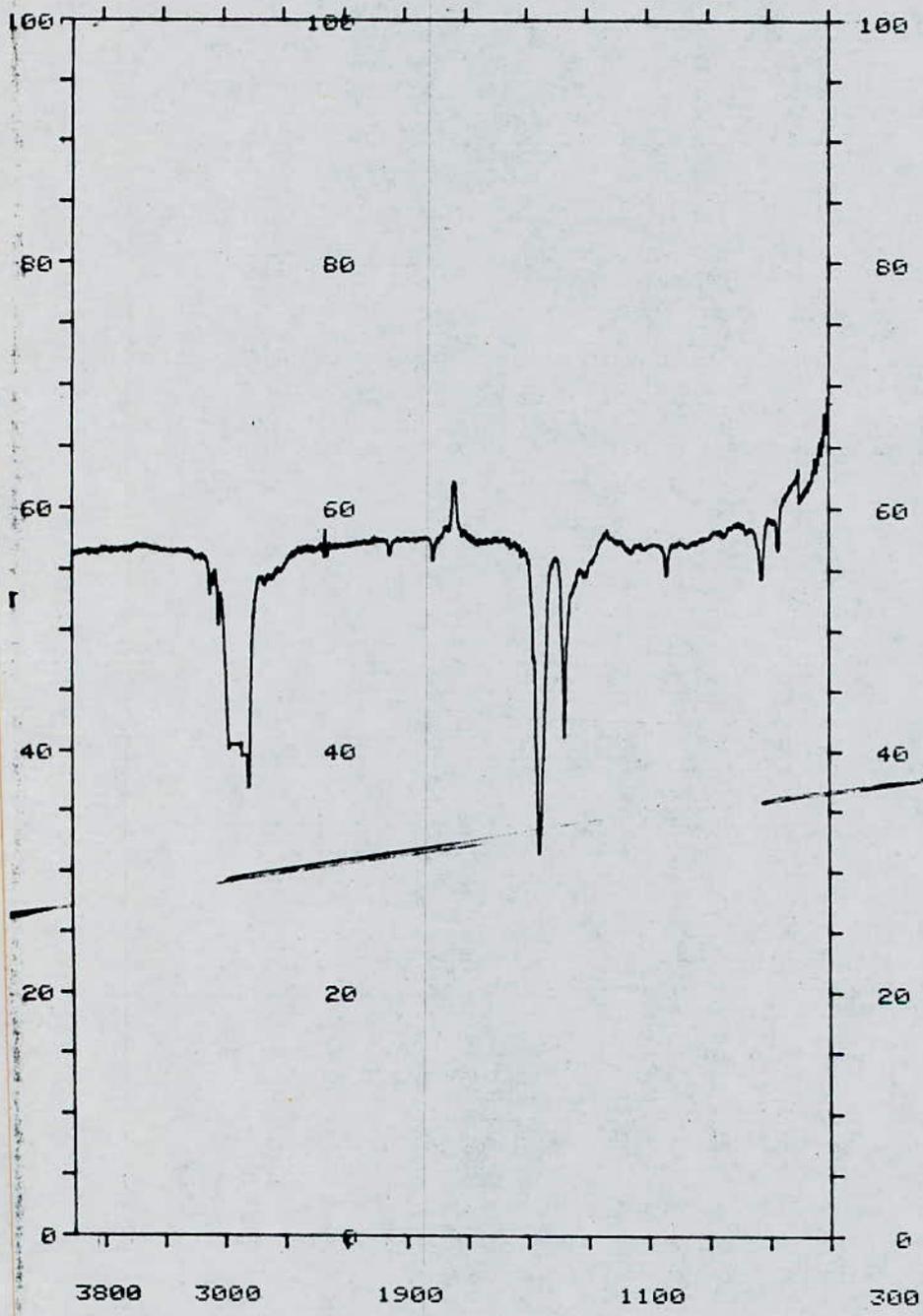
SAMPLE 8K-II Benzique
 Fg à 10%

OPERATOR SAIBI
 BENTENAH

REPLOTTED SPECTRUM

SCAN MODE
 NOISE FILTER
 RESOLUTION 3.
 ORDINATE MODE %
 RANGE 4000.0- 500.
 ABSC. SCALE 0.2

PEAK THRESHOLD 5	
CM-1	%T
3090.0	39.99
3072.0	43.08
3036.0	30.56
2834.0	45.96
1953.0	51.70
1809.0	48.96
1479.0	27.57
1377.0	50.43
1037.0	42.93
669.0	23.51



PERKIN-ELMER 983

DATE 11-12-87

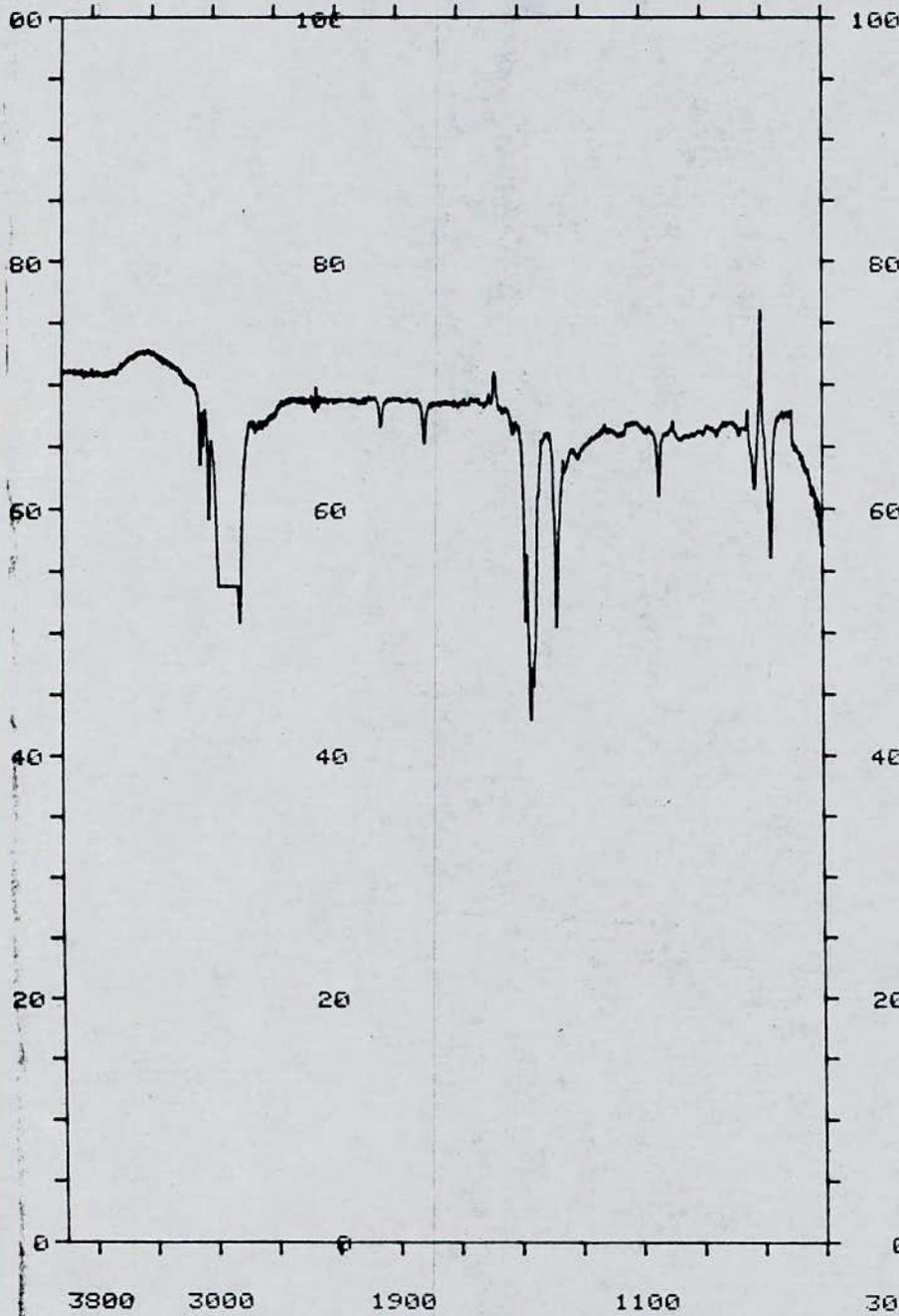
SAMPLE SA-II Benzique
FD à 10%

OPERATOR SAZDI
BENTENAM

REPLOTTED SPECTRUM

SCAN MODE 4
NOISE FILTER 1
RESOLUTION 3.0
ORDINATE MODE %T
RANGE 4000.0-500.0
ABSC. SCALE 0.25

PEAK THRESHOLD 5 %T	
CM-1	%T
2835.0	36.85
1460.0	31.40
1377.0	41.25



PERKIN-ELMER 983

DATE 11-12-87

SAMPLE A-III extrait brut
 au benzene
 10% (Nuj+extrait)

OPERATOR SAIDI
 BENTEMAM

REPLOTTED SPECTRUM

SCAN MODE 4
 NOISE FILTER 1
 RESOLUTION 3.0
 ORDINATE MODE %T
 RANGE 4000.0-500.0
 ABSO. SCALE 0.25

CM-1	%T
3034.0	59.17
2832.0	50.79
1479.0	50.90
1461.0	42.71
1377.0	50.64
1037.0	61.08
722.0	61.53
669.0	56.07

PERKIN-ELMER 983

DATE 11-12-87

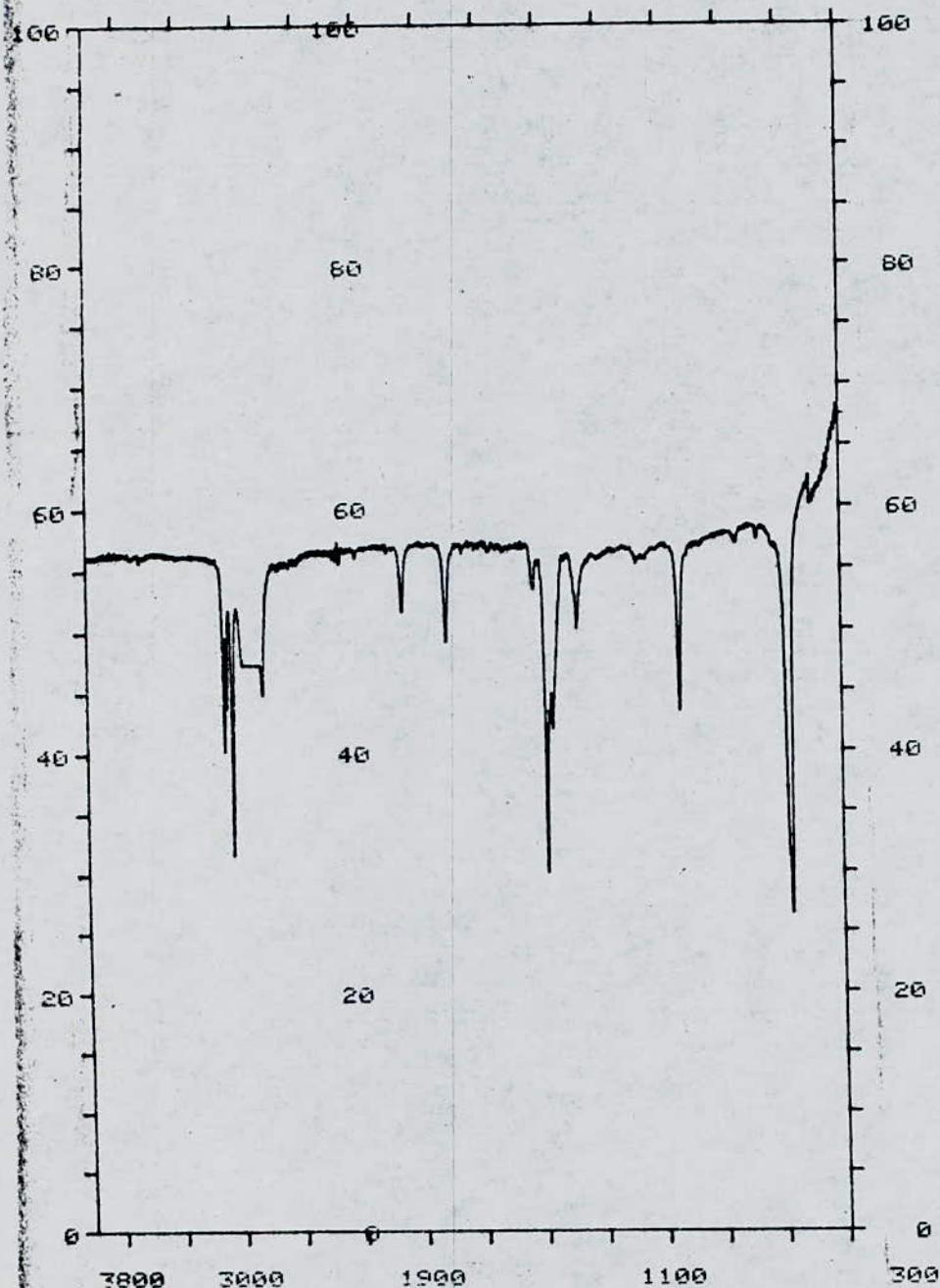
SAMPLE A-III Benzpinac
Fe 10%

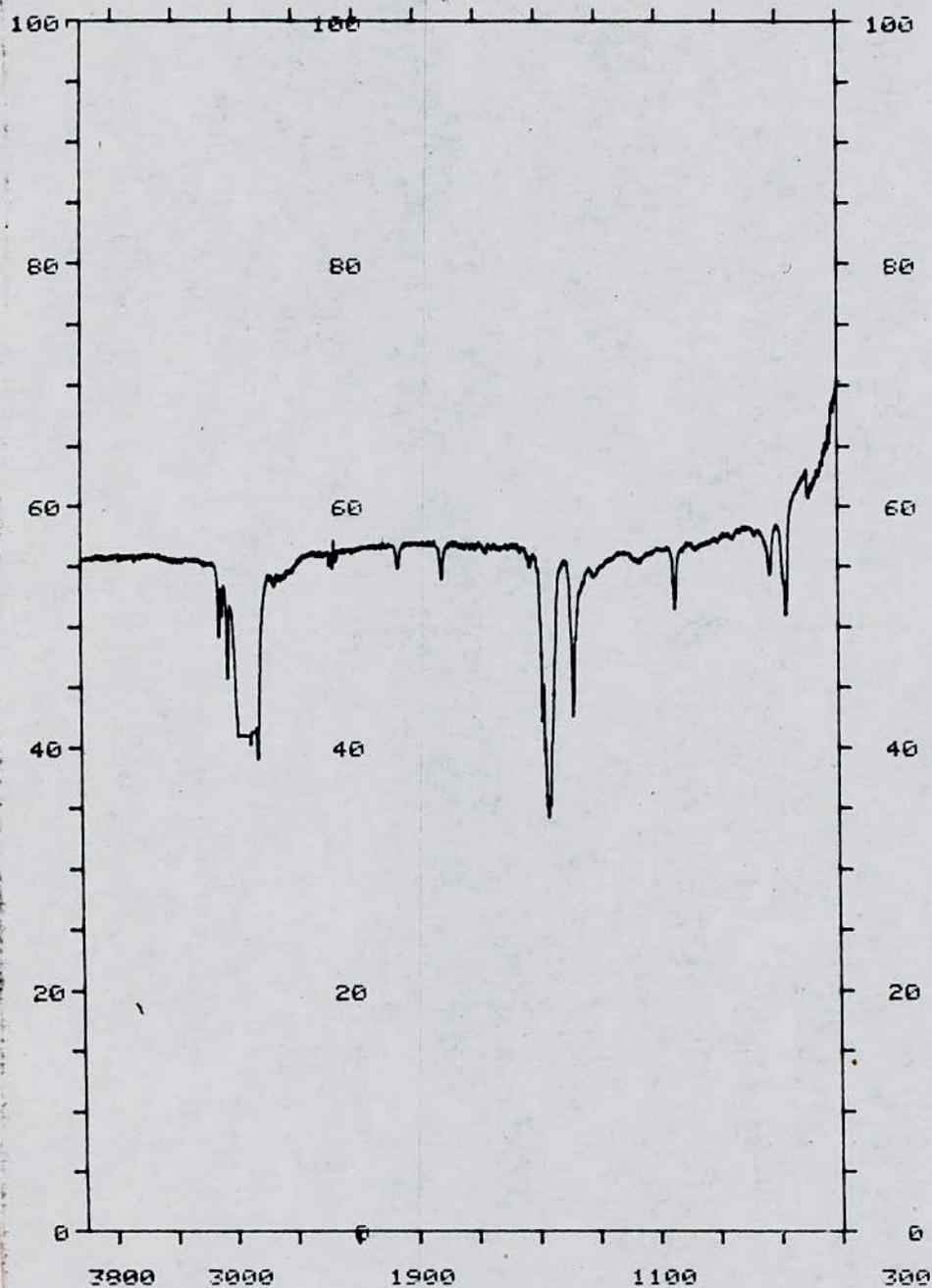
OPERATOR SAIDI
BENTEMAM
REPLOTTED SPECTRUM

SCAN MODE 4
NOISE FILTER 1
RESOLUTION 3.0
ORDINATE MODE %T
RANGE 4000.0- 500.0
ABSC. SCALE 0.25

PEAK THRESHOLD 5 %T

CM-1	%T
3091.0	39.89
3072.0	43.68
3036.0	31.59
2832.0	44.79
1954.0	51.51
1809.0	49.10
1479.0	29.73
1377.0	49.95
1037.0	43.29
669.0	26.46





PERKIN-ELMER 983 1

DATE 11-12-87

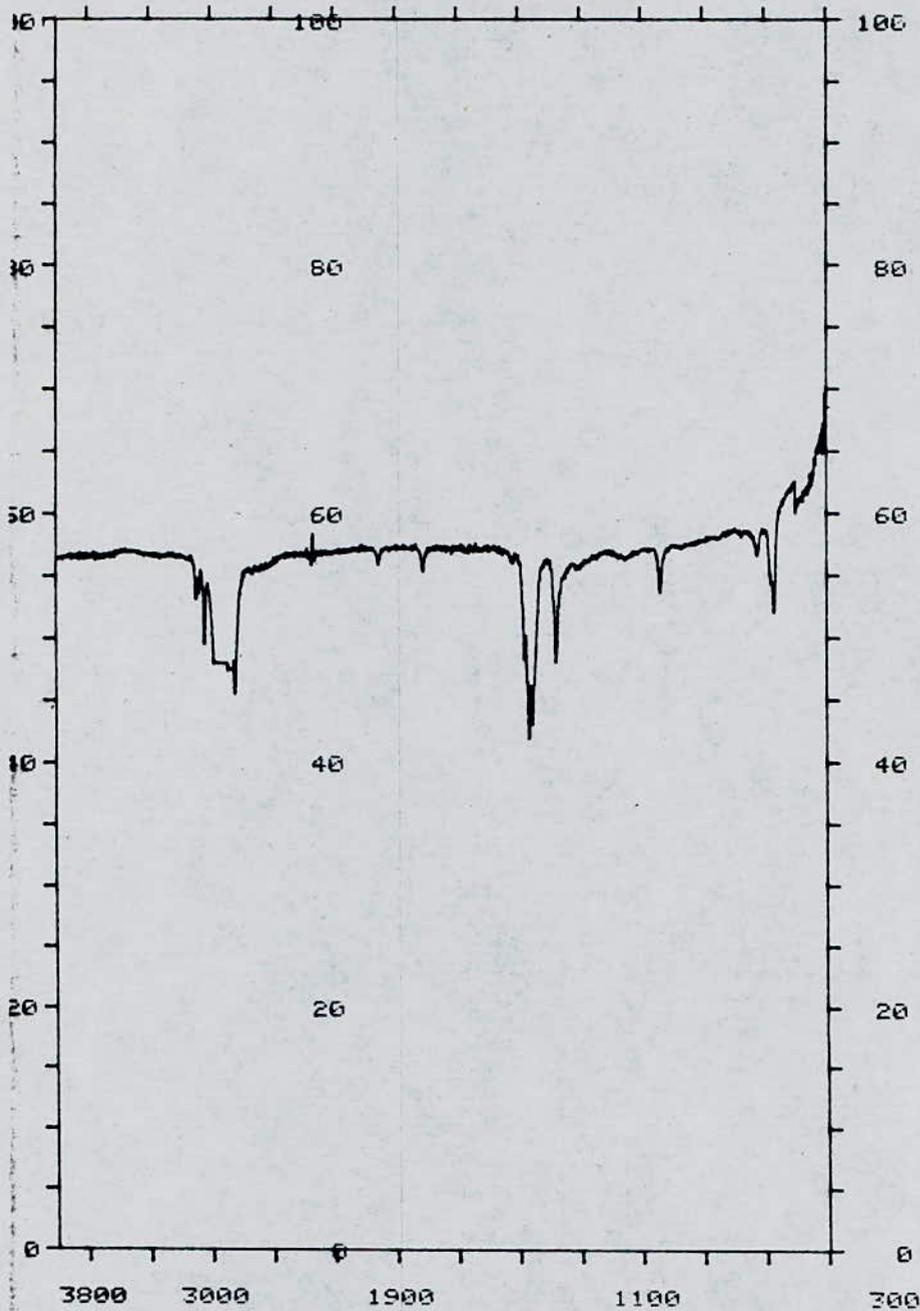
SAMPLE A-III Benzoinique
F₃ à 10%

OPERATOR SAIDI
BENTEMAH

REPLOTTED SPECTRUM

SCAN MODE 4
NOISE FILTER 1
RESOLUTION 3.0
ORDINATE MODE %T
RANGE 4000.0-500.0
ABSC. SCALE 0.25

CM-1	%T
3034.0	45.65
2833.0	38.99
1458.0	34.17
1377.0	42.61
1037.0	51.39
670.0	50.93



PERKIN-ELMER 983

DATE 11-12-87

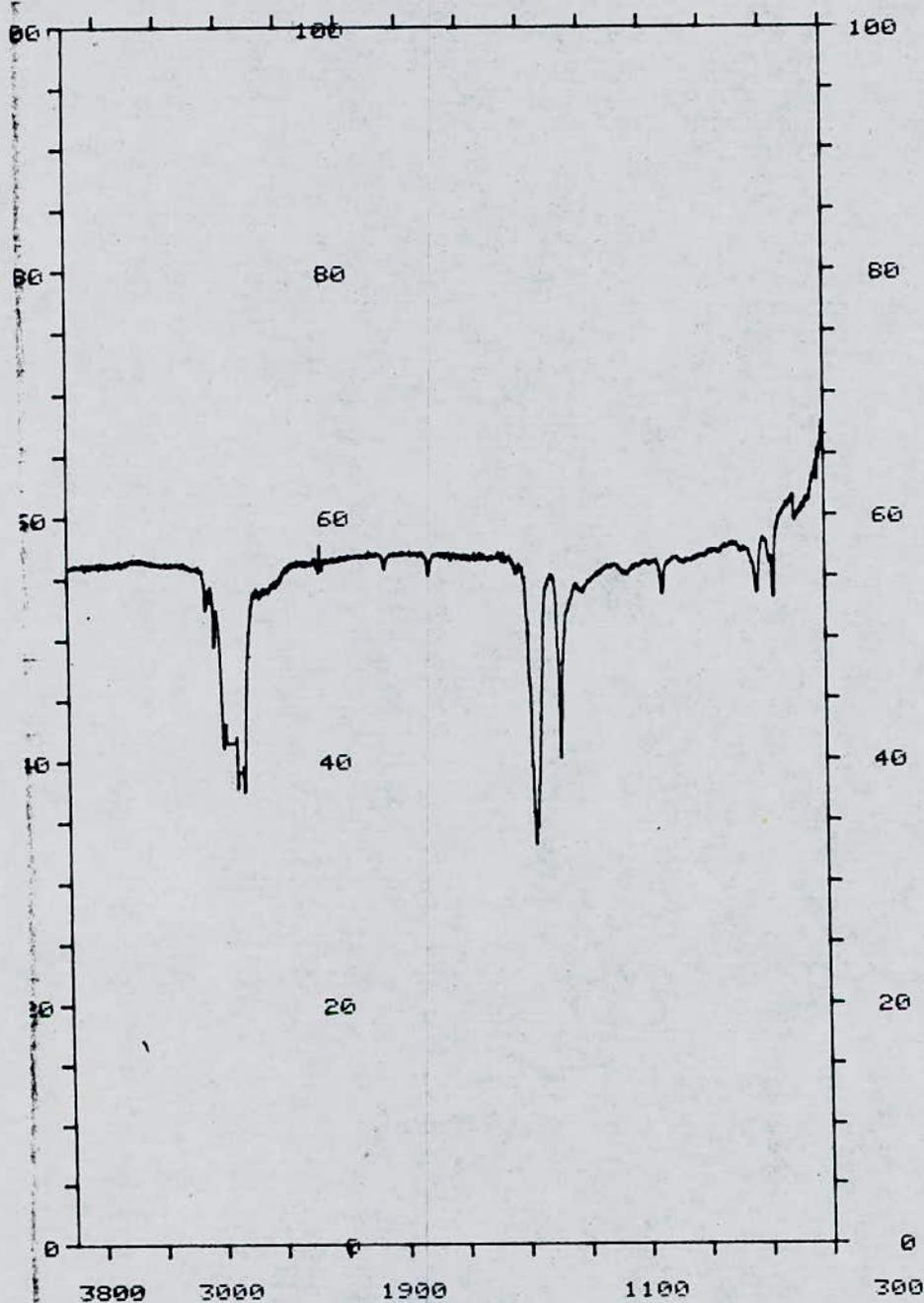
SAMPLE A-II Benzine
F4 à 10%

OPERATOR SAIDI
BENTENAH

REPLOTTED SPECTRUM

SCAN MODE 4
NOISE FILTER 1
RESOLUTION 3.0
ORDINATE MODE %T
RANGE 4000.0- 500.0
ABSC. SCALE 0.25

PEAK THRESHOLD 5 %	
CM-1	%T
3035.0	49.42
2837.0	45.51
1463.0	41.91
1377.0	47.98
669.0	52.05



PERKIN-ELMER 983

DATE 11-12-87

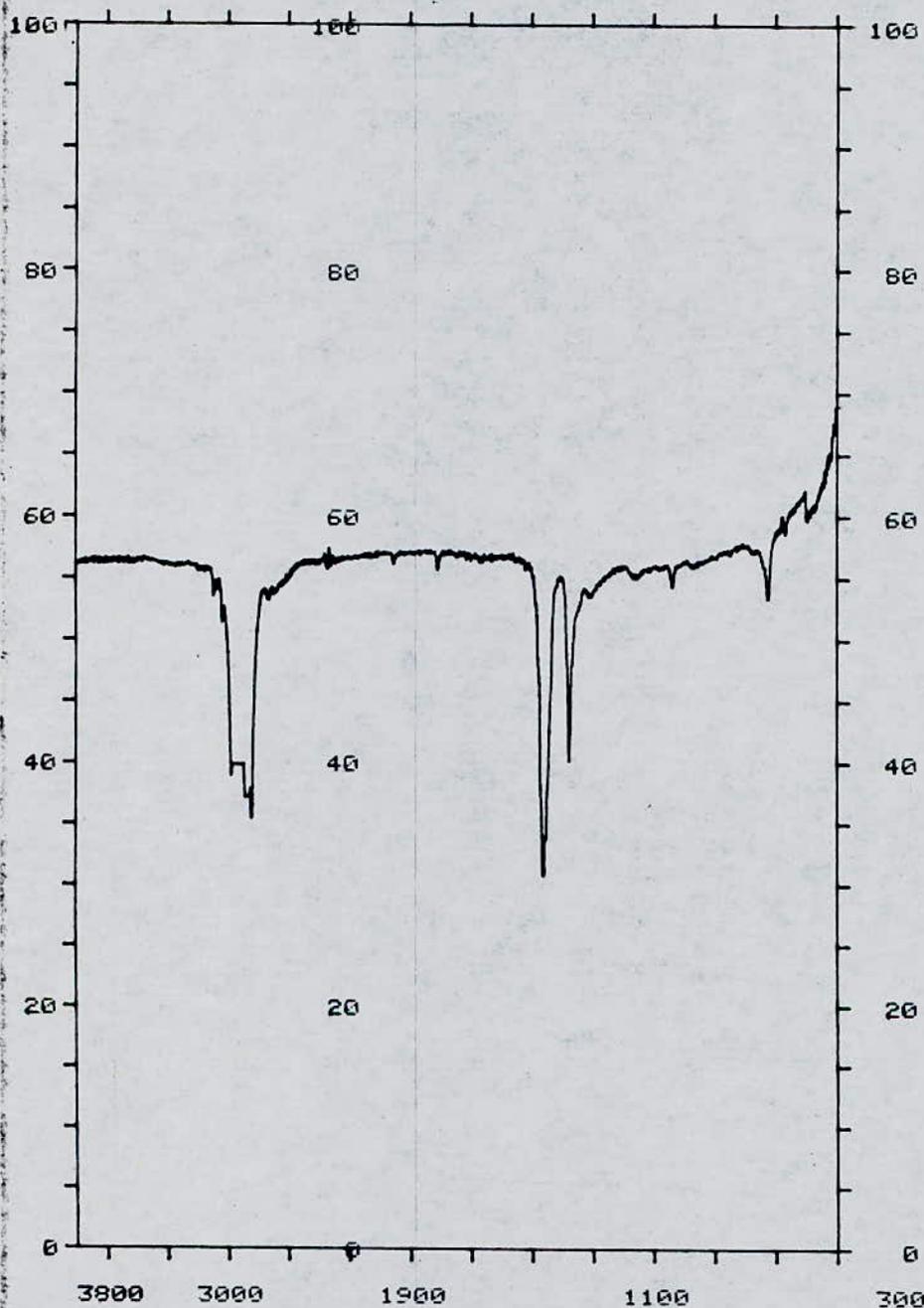
SAMPLE A-III Benzoinique
F5 à 10%

OPERATOR SAADI
BENTENAN.

REPLOTTED SPECTRUM

SCAN MODE 4
NOISE FILTER 1
RESOLUTION 3.0
ORDINATE MODE %T
RANGE 4000.0- 500.0
ABSC. SCALE 0.25

CM-1	%T
2833.0	37.43
1460.0	32.88
1376.0	39.98



PERKIN-ELMER 983

DATE 11-12-87

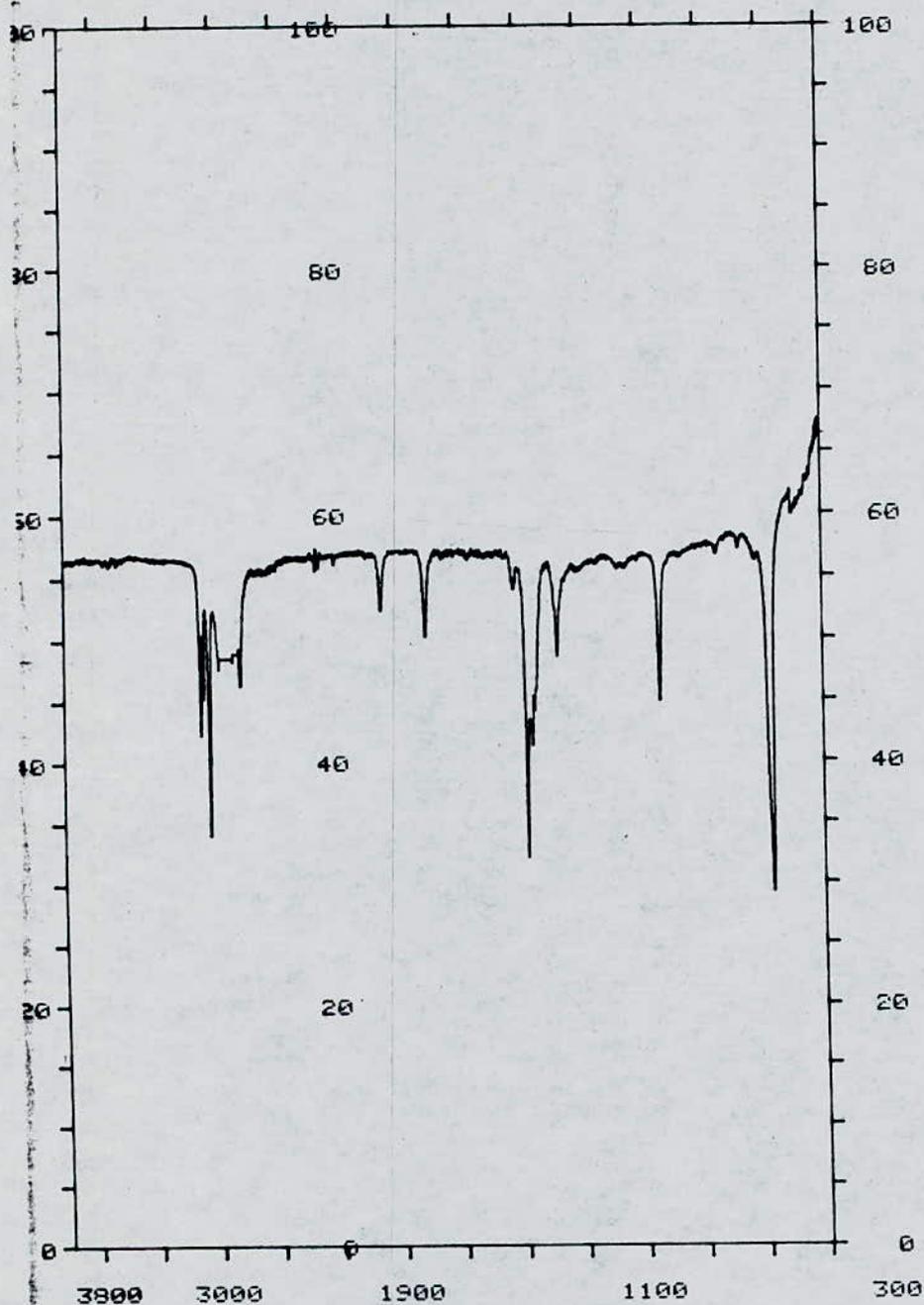
SAMPLE A-III Benzique
F6 à 10%

OPERATOR SAIDI
BENTEMAI

REPLOTTED SPECTRUM

SCAN MODE 4
NOISE FILTER 1
RESOLUTION 3.0
ORDINATE MODE %T
RANGE 4000.0-500.0
ABSC. SCALE 0.25

PEAK	THRESHOLD	5 %
CM-1	%T	
2834.0	35.43	
1460.0	30.73	
1376.0	40.11	



PERKIN-ELMER 983 1

DATE 11-12-87

SAMPLE A-III Benzoin
F₇ à 10%

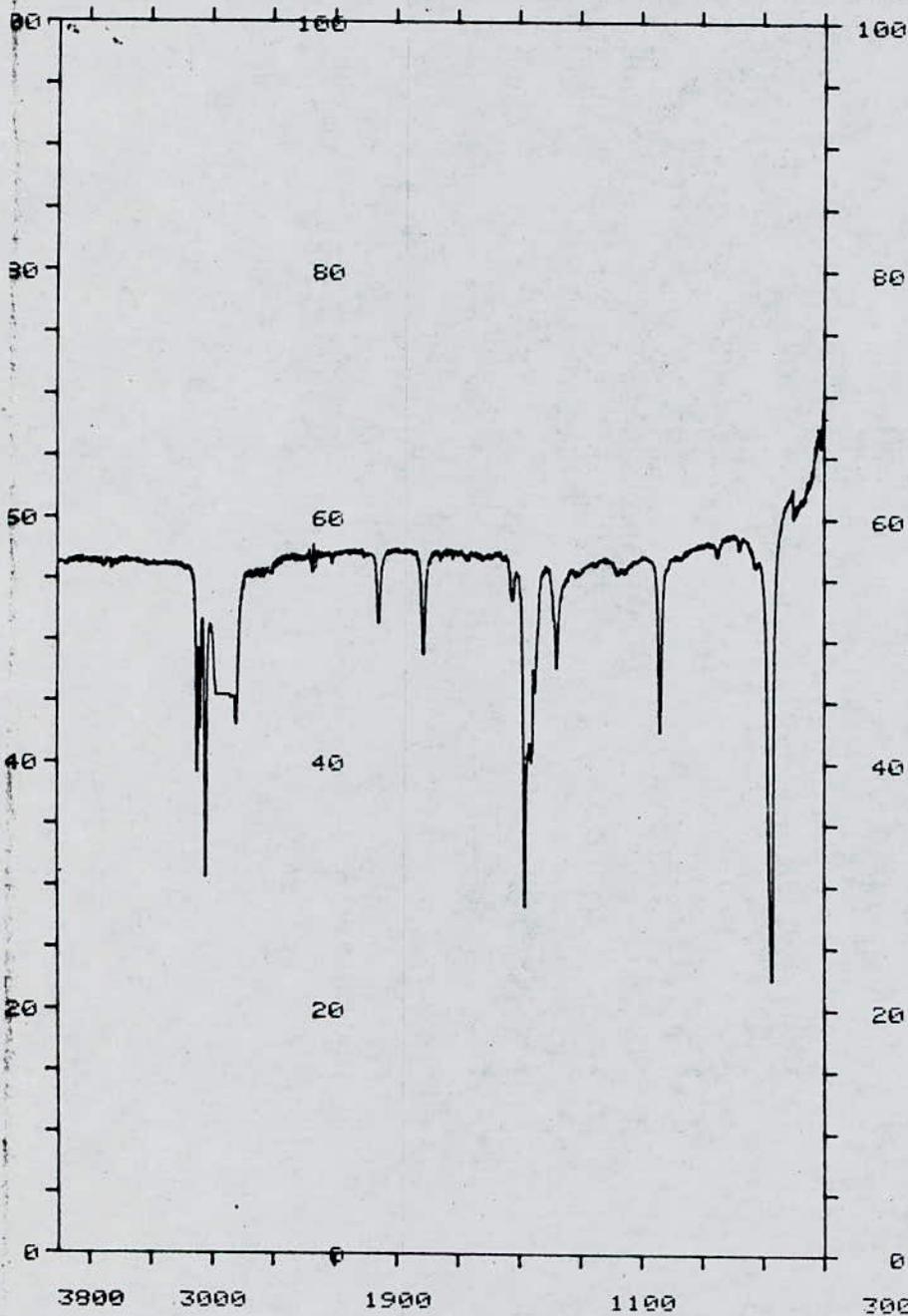
OPERATOR SAIDI
BENTHAM

REPLOTTED SPECTRUM

SCAN MODE 4
NOISE FILTER 1
RESOLUTION 3.0
ORDINATE MODE %T
RANGE 4000.0- 500.0
ABSC. SCALE 0.25

PEAK THRESHOLD 5 %

CM-1	%T
3091.0	41.90
3072.0	45.23
3035.0	33.74
2832.0	46.20
1809.0	50.13
1479.0	31.63
1376.0	48.54
1036.0	44.86
669.0	29.13



PERKIN-ELMER 983 1

DATE 4-12-87

SAMPLE A-III *Benzique*
F8 à 10%

OPERATOR SAIDI
 BENTHAM

REPLOTTED SPECTRUM

SCAN MODE 4
 NOISE FILTER 1
 RESOLUTION 3.0
 ORDINATE MODE %T
 RANGE 4000.0-500.0
 ABSC. SCALE 0.25

PEAK THRESHOLD 5 %

CM-1	%T
3091.0	38.88
3072.0	42.72
3036.0	30.62
2834.0	43.08
1954.0	51.31
1809.0	48.71
1479.0	27.97
1376.0	47.68
1037.0	42.52
669.0	22.41

PERKIN-ELMER 983

DATE 11-12-87

SAMPLE A-III *benzique*
Fig à 10%

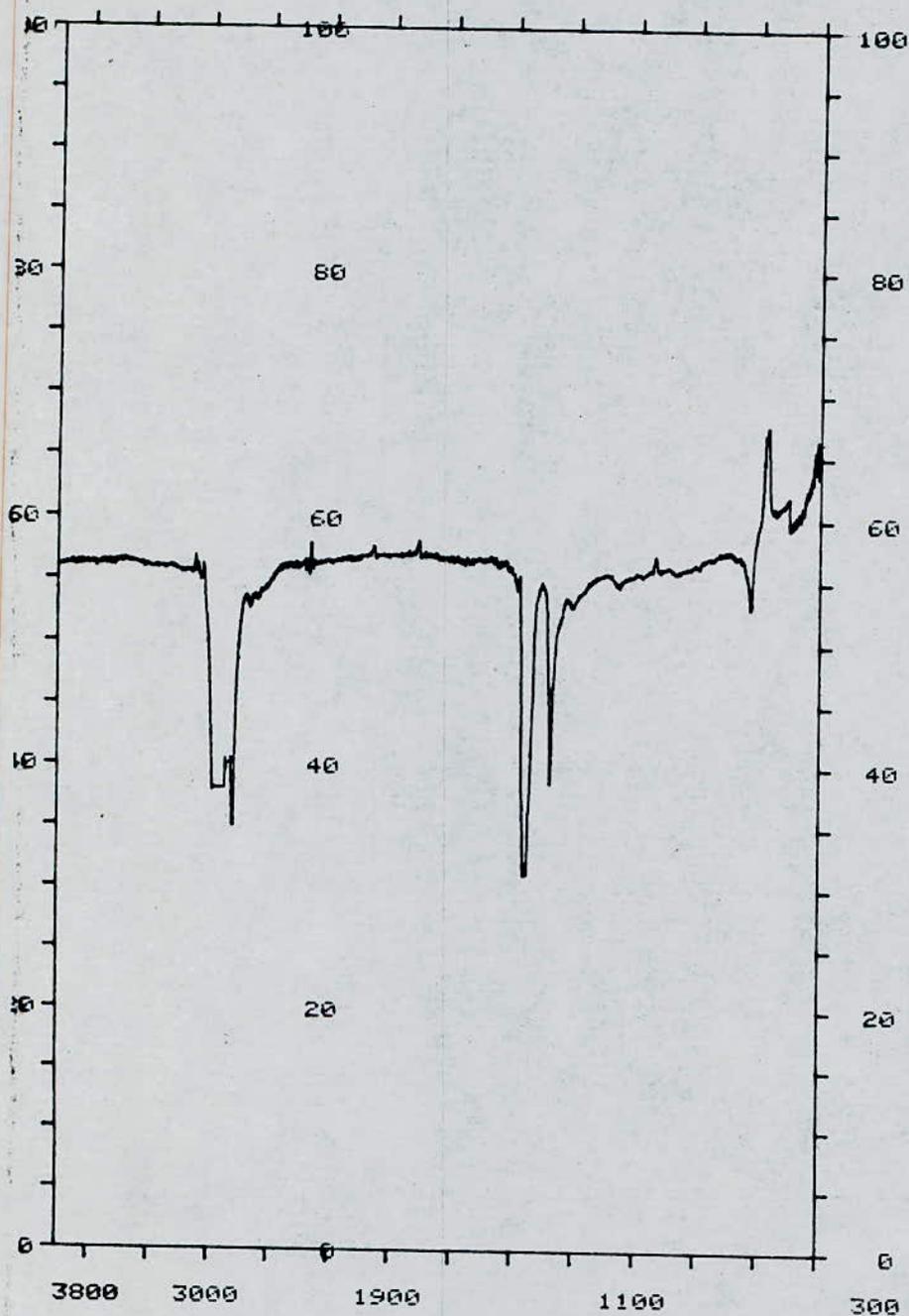
OPERATOR SAJJ
BENTHAM

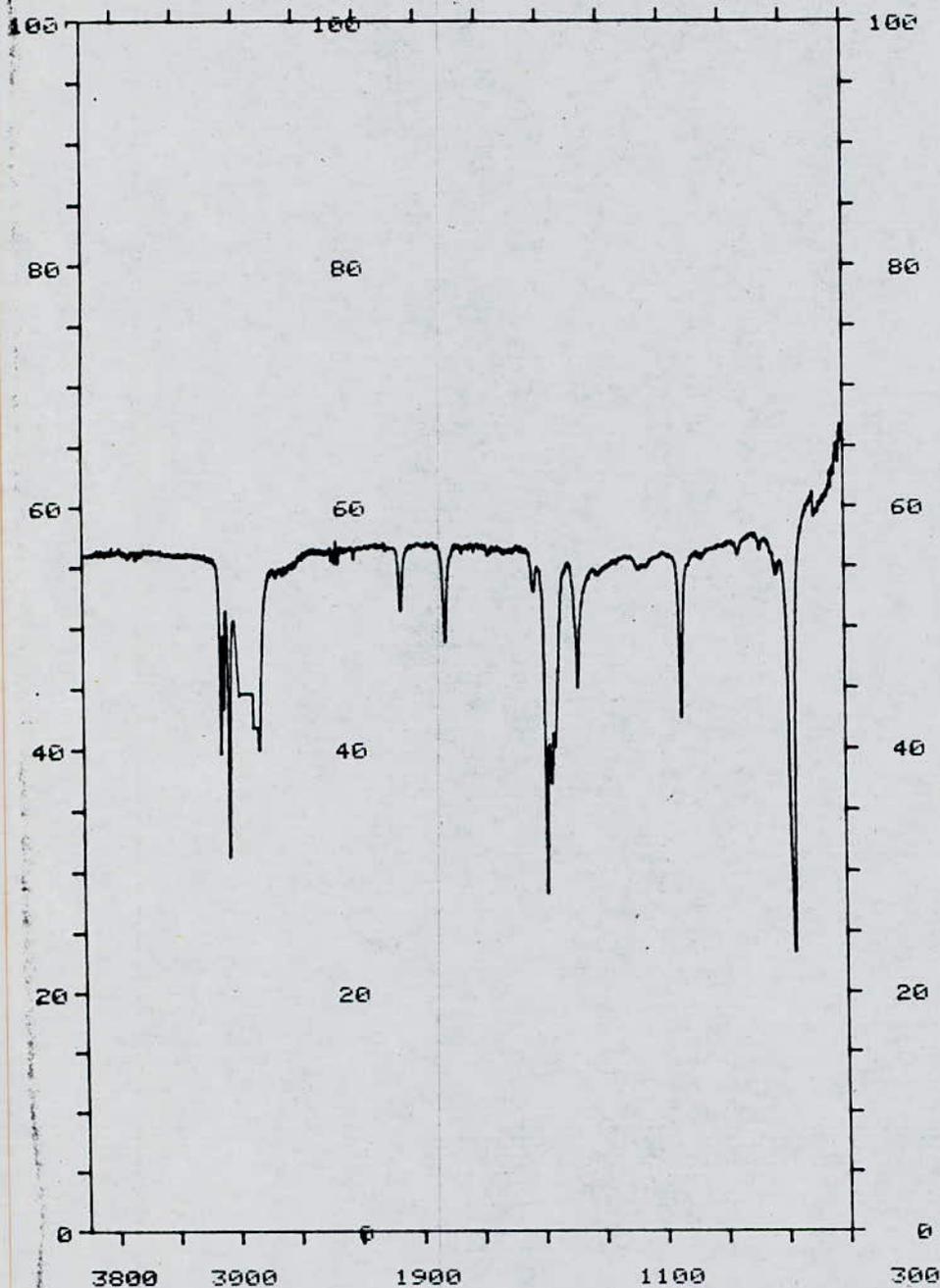
REPLOTTED SPECTRUM

SCAN MODE 4
NOISE FILTER 1
RESOLUTION 3.0
ORDINATE MODE %T
RANGE 4000.0-500.0
ABSC. SCALE 0.25

PEAK THRESHOLD 5 %T

CM-1	%T
2834.0	34.85
1462.0	31.00
1377.0	38.68
597.0	59.28





PERKIN-ELMER 983

DATE 11-12-87

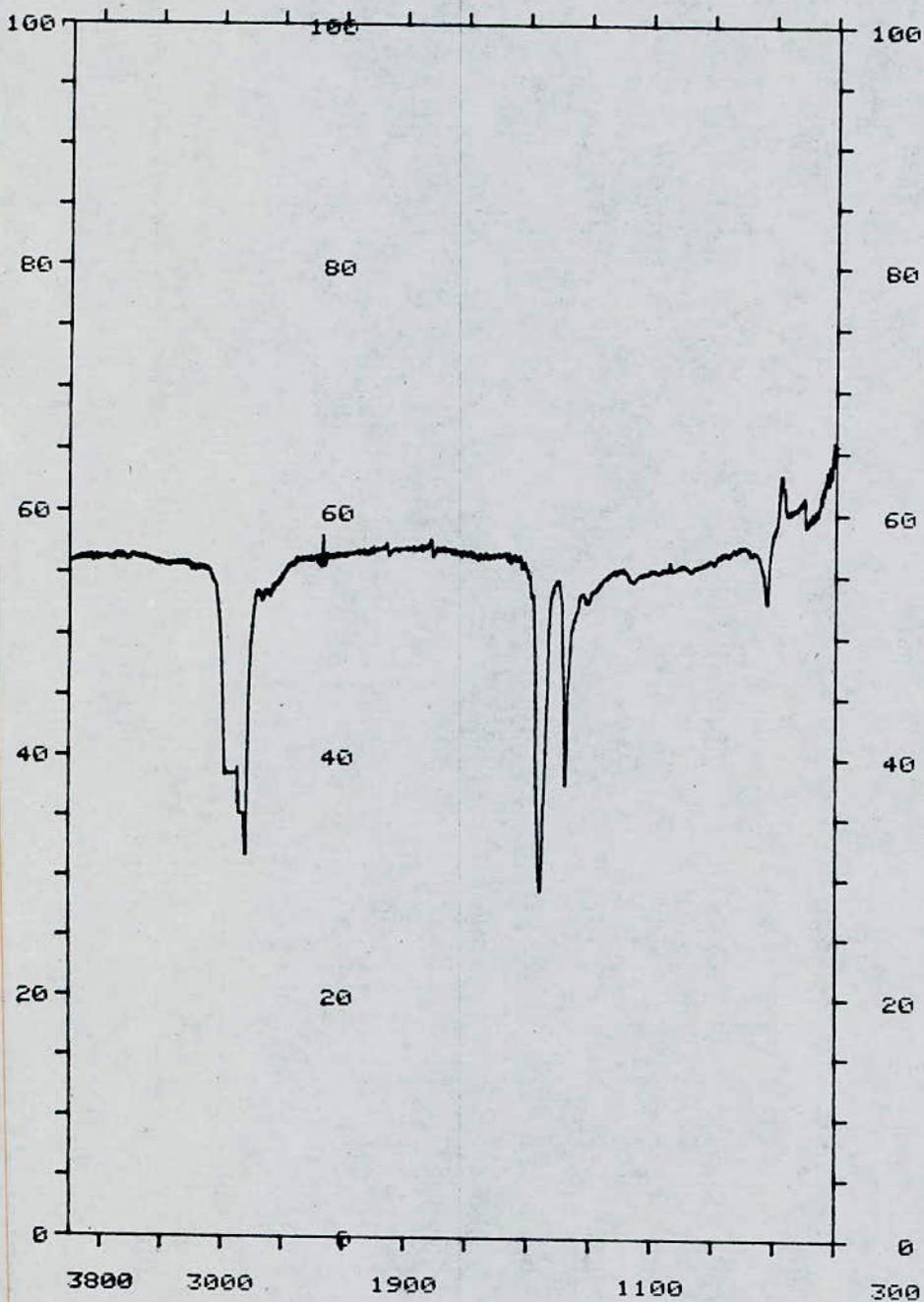
SAMPLE A-III échantillon
F10 à 10%

OPERATOR SAIDI
BENTHAM

REPLOTTED SPECTRUM

SCAN MODE 4
NOISE FILTER 1
RESOLUTION 3.0
ORDINATE MODE %T
RANGE 4000.0- 500.0
ABSC. SCALE 0.25

PEAK THRESHOLD	5 %T
CM-1	%T
3091.0	39.43
3072.0	43.26
3036.0	31.20
2835.0	39.85
1954.0	51.31
1809.0	48.73
1479.0	27.91
1376.0	44.94
1037.0	42.51
670.0	23.38



PERKIN-ELMER 983

DATE 11-12-87

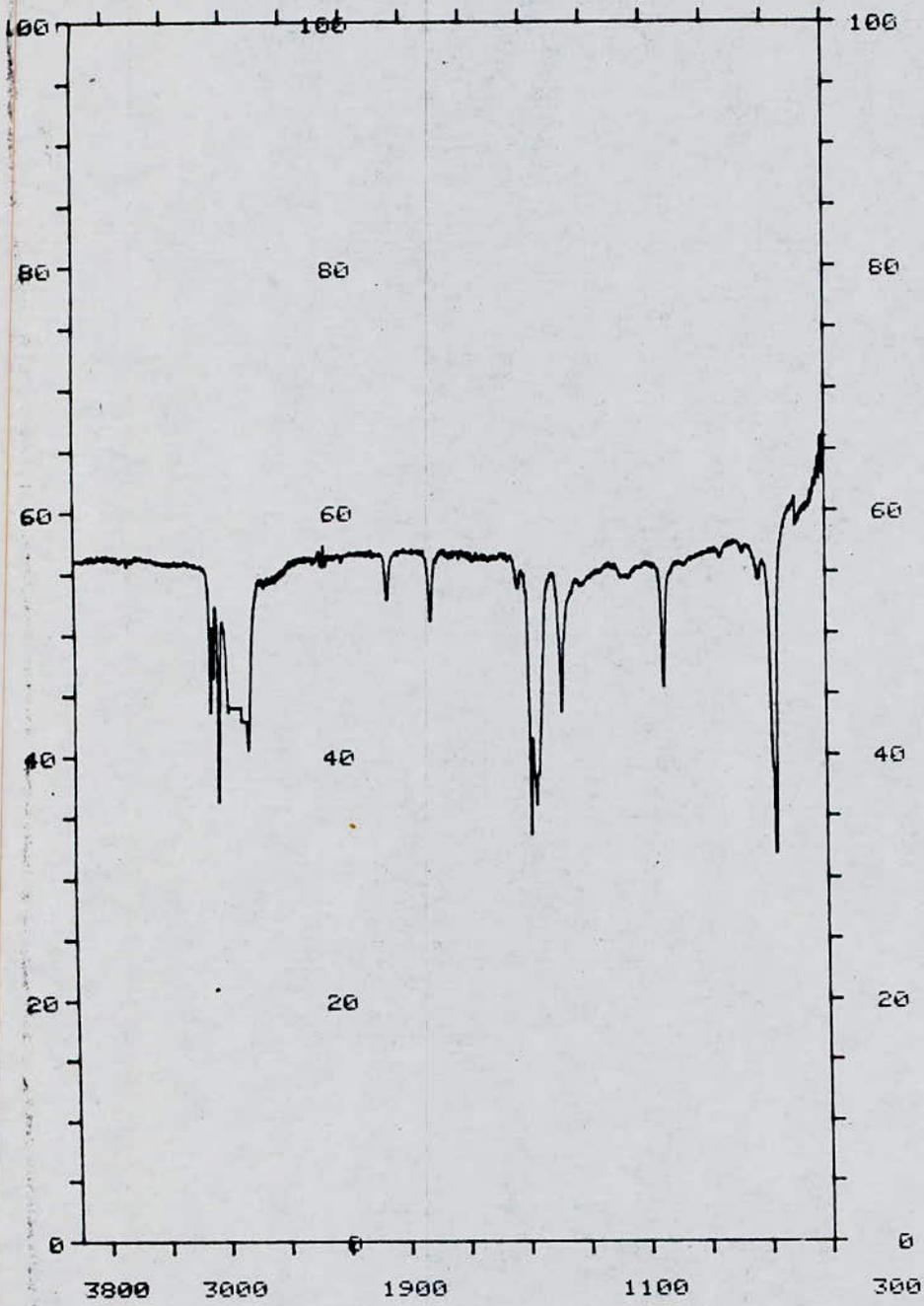
SAMPLE A-III benzique
FM à 10%

OPERATOR SAIDI
BENTENAM

REPLOTTED SPECTRUM

SCAN MODE 4
NOISE FILTER 1
RESOLUTION 3.0
ORDINATE MODE %T
RANGE 4000.0- 500.0
ABSC. SCALE 0.25

CM-1	%T
2835.0	31.67
1457.0	28.84
1377.0	37.72



PERKIN-ELMER 983

DATE 11-12-87

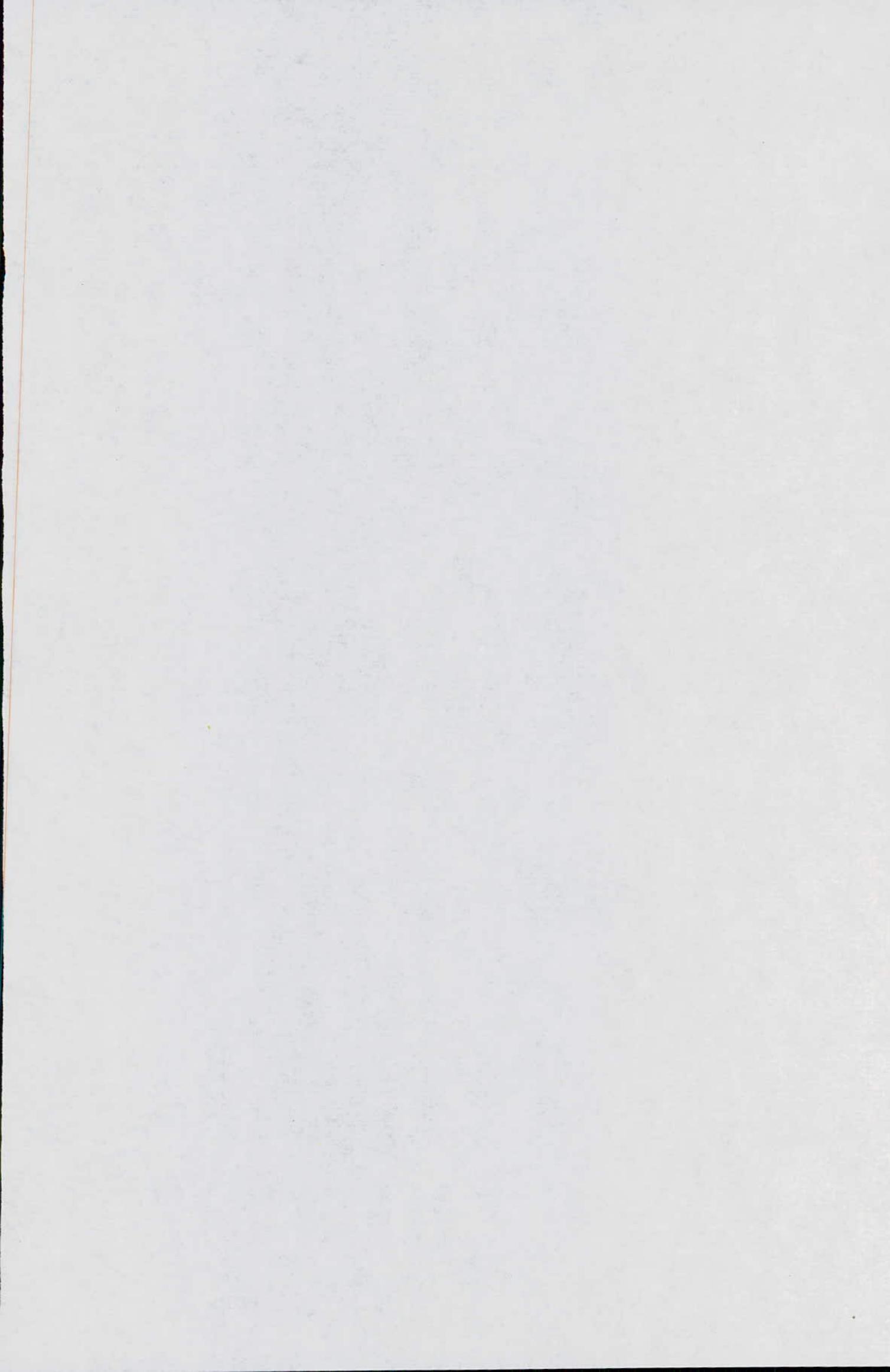
SAMPLE A-11 Benzène
Flu à 10%

OPERATOR SAIDI
BENTHAM

REPLOTTED SPECTRUM

SCAN MODE 4
NOISE FILTER 1
RESOLUTION 3.0
ORDINATE MODE %T
RANGE 4000.0- 500.0
ABSC. SCALE 0.25

PEAK THRESHOLD 5 %T	
CM-1	%T
3091.0	43.48
3035.0	35.89
2834.0	40.53
1610.0	51.00
1479.0	32.98
1460.0	35.83
1376.0	43.44
1036.0	45.56
669.0	31.83



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

- 1 - PAUL BAUD
Industrie des houilles et des charbons
Traité de chimie industrielle Tome 1
Edition MASSON 1970
- 2 - RICHARD BALZHISER et KURT YEAGER
Les futures centrales au charbon PP (92 - 100)
Revue pour la science
Edition française de scientific American
Nov 1987
- 3 - FRANCOIS POT
Combustibles solides -charbon - Economie et Ressources
Généralités - Sciences fondamentales - HGenie industriel
Edition Technique de l'ingenieur Tome 4 1982
- 4 - R.LOISON - P.FOCH - A. BOYER
Principe de la fabrication - recherche de la qualité
le coke
Edition DUNOD 1970
- 5 - BIRKHAUSER
Guide pratique du laboratoire de chimie, Tome 4
Edition DELTA et SPES. 1984
- 6 - GEORGES PRUDHON
Combustibles solides (caracteristiques, propriétés-Analyse)
Généralités - sciences fondamentales - Genie industriel
Edition technique de l'ingenieur Tome 4, 1987
- 7 - P.CHICHE
Propriétés du charbon, ressources et utilisations. PP (19-30)
Revue Entropie N° 113 1987
- 8 - B.DURAND - G.NICAISE - J.ROUCACHE - M.VANDEN BROUCKE et H.W.HAGEMANN
Etude Geochimique d'une serie de charbons PP (601 - 631)
Revue de l'IFP. 1973
- 9 - A.B.SZWILSKI
Evaluation of structural properties of Coal seams PP (115-118)
Revue Mining engineering Fev 1987

- 10 - G. ANGELOVA
Investigation of the chemical composition of coal
Communication of the department of Inorganic chemistry volume 2
PP (427 - 434) 1969
- 11 - ANDRE ETIENNE
Extraction solide-liquide
Genie chimique transfert de matière - transfert de chaleur
Edition technique de l'ingenieur 1967
- 12 - HELENA WA CHOWSKA - ANTONI ANDRZEJAK et JACEL THIEL
Structural studies of coal extracts.PP (644 - 649)
Revue Fuel Mai 1985
- 13 - P.WUTHIER
Raffinage et Genie chimique Tome 1
Edition technip 1965
- 14 - JEAN CHARLES CICILE - PIERRE COPIGNEAUX
Distillation - absorption (technologie et colonnes garnies)
Genie chimique transfert de chaleur et de matière
Edition technique de l'ingenieur 1967
- 15 - PENG.CHEN - PAUL W.J.Yang and PETER R.G RIFFITHS
Chemical structure of yanzhou coal PP (307 - 312)
Revue Fuel Mars 1985
- 16 - A.M.MASTRAL - VICENTE.L.CEBOLLA and JOSE . M.GAVILAN
Alkyl aryl ethers in lignite solubilization.PP (316 -320)
Revue Fuel Mars 1985
- 17 - PETER.R. SOLOMEN
Relation between coal aromatic carbon concentration and
proximate analysis fixed carbon. PP (3-6)
Revue Fuel Jan 1981
- 18 - M.AVRAM - G.H.D. MATEESCU
Spectroscopie Infra - rouge
Edition DUNOD 1970
- 19 - B.F.MENTZEN
Spectroscopie Infra-rouge et RAMAN
Edition MASSON 1974

20 - R.A.FRIEDEL

Infrared In coal structure research.PP (312 -340)

Revue Applied Infrared spectroscopy 1983

21 - P.R.SOLOMEN and F.P.MIKNIS

Use of Ftir of determing oil shale properties

Revue Fuel PP (893 -896) Dec 1980

22 - SHIH - HSIEN WANG et PETER .R.GRIFFITHS

Resolution enhancement of I.R Spectra

Revue Fuel PP (229 - 236) Fev 1985

23 - H.A.SZYMANSKI

A systematic approach to the interpretation of IR Spectra

HERTILLON Press

1967

