

EUR 4828 f

COMMISSION DES COMMUNAUTÉS EUROPÉENNES

ETUDE PAR ABSORPTION DIFFÉRENTIELLE
DANS L'INFRAROUGE DES LIPIDES
ET DES POLYMERES IRRADIES

par

A.R. DESCHREIDER (Ministère des Affaires Economiques)

et

J.M. VIGNERON (CENATRA)

1972



Rapport établi par
le Ministère des Affaires Economiques
Laboratoire Central, Bruxelles - Belgique
et
le Centre National d'Assistance Technique
et de Recherche Appliquée (CENATRA), Anvers - Belgique
Contrat Euratom N° 033-67-4 PSTN

AVERTISSEMENT

Le présent document a été élaboré sous les auspices de la Commission des Communautés européennes.

Il est précisé que la Commission des Communautés européennes, ses contractants, ou toute personne agissant en leur nom :

ne garantissent pas l'exactitude ou le caractère complet des informations contenues dans ce document, ni que l'utilisation d'une information, d'un équipement, d'une méthode ou d'un procédé quelconque décrits dans le présent document ne porte pas atteinte à des droits privatifs;

n'assument aucune responsabilité pour les dommages qui pourraient résulter de l'utilisation d'informations, d'équipements, de méthodes ou procédés décrits dans le présent document.

Ce rapport est vendu dans les bureaux de vente indiqués en 4^e page de couverture

au prix de FB 50,—

**Commission des
Communautés européennes
D.G. XIII - C.I.D.
29, rue Aldringen
L u x e m b o u r g**

Juillet 1972

Le présent document a été reproduit à partir de la meilleure copie disponible.

EUR 4828 f

COMMISSION DES COMMUNAUTÉS EUROPÉENNES

ETUDE PAR ABSORPTION DIFFÉRENTIELLE
DANS L'INFRAROUGE DES LIPIDES
ET DES POLYMERES IRRADIES

par

A.R. DESCHREIDER (Ministère des Affaires Economiques)
et
J.M. VIGNERON (CENATRA)

1972



Rapport établi par
le Ministère des Affaires Economiques
Laboratoire Central, Bruxelles - Belgique
et
le Centre National d'Assistance Technique
et de Recherche Appliquée (CENATRA), Anvers - Belgique
Contrat Euratom N° 033-67-4 PSTN

RÉSUMÉ

Lors de l'examen en spectrophotométrie infrarouge de substances irradiées aux rayons gamma, l'absorption différentielle permet d'éliminer les difficultés auxquelles on se heurte lors de l'interprétation des spectres infrarouges classiques. Cette technique a été appliquée, après irradiation, à des œufs surgelés, des graisses animales et des matières plastiques pour emballage d'aliments.

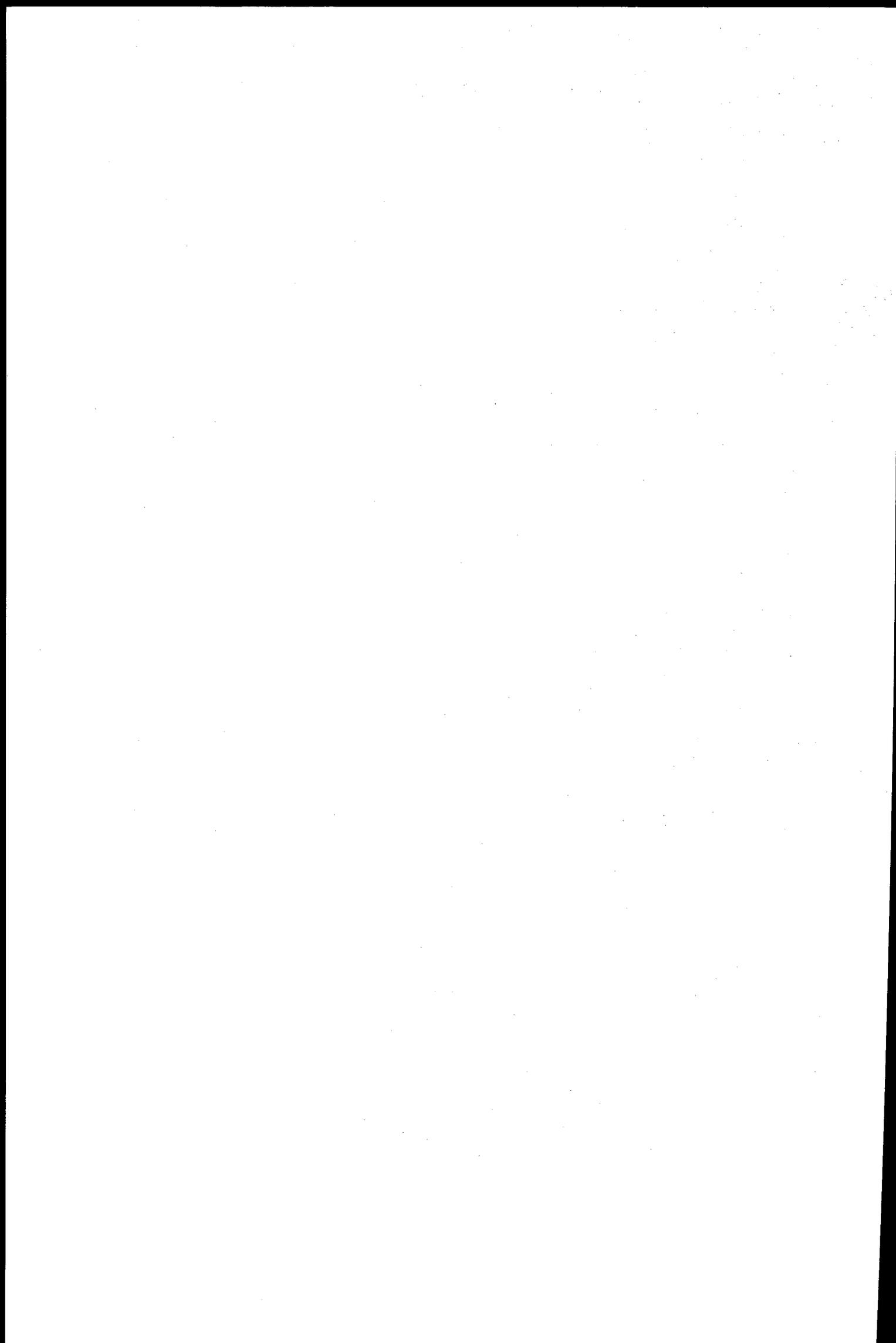
Dans tous les cas, on observe des bandes d'absorption différentielle dues à l'apparition de groupes fréquentiels caractéristiques et, en particulier pour les polymères irradiés, leur nombre est fonction de la dose appliquée.

MOTS CLÉS

SPECTRO PHOTOMETRY	RADIATION DOSES
INFRARED SPECTRA	POLYETHYLENES
GAMMA RADIATION	POLYPROPYLENE
EGGS	POLYSTYRENE
FATS	CELLOPHANE
FOOD	PVC
PACKAGING	POLYAMIDES
RADIATION EFFECTS	

TABLE DES MATIERES.

	Pages
I. INTRODUCTION	5
II. PARTIE EXPERIMENTALE	
II. 1. Irradiation des échantillons	7
II.1.1. Oeufs surgelés	7
II.1.2. Graisses animales	7
II.1.3. Matières plastiques	8
II. 2. Préparation des échantillons	8
II. 3. Absorption différentielle en infrarouge	9
III. RESULTATS ET DISCUSSION	
III. 1. Oeufs irradiés	10
III. 2. Graisses animales irradiées	16
III. 3. Polymères irradiés	23
IV. CONCLUSIONS	30
V. BIBLIOGRAPHIE.	31



1. INTRODUCTION

L'irradiation, par les rayons gamma d'aliments contenant des matières grasses, y provoque une induction des phénomènes d'autoxydation lesquels conduisent, entre autre chose, à la dénaturation des caroténoïdes et à la formation d'aldéhydes et de peroxydes.

Ceci donnait à penser qu'il devrait être possible de déceler, par spectrophotométrie infrarouge (1), les groupes fonctionnels caractéristiques des composés engendrés par l'irradiation.

D'autre part, les denrées irradiées doivent se trouver dans un emballage approprié de façon à éviter la recontamination des aliments. Ces emballages auront les propriétés adéquates de résistance au rayonnement, de façon à conserver les propriétés physiques et mécaniques qui justifient leur choix.

Ce qui n'exclut nullement des altérations qui seraient spécifiques et proportionnelles à la dose. Il s'agit ici d'un mode d'approche du problème de la détection de l'irradiation des aliments suggéré par A. Lafontaine et L. Buggy (2).

Suite à différentes études des effets de l'irradiation gamma sur les matières plastiques, la législation des Etats-Unis d'Amérique (3) donne les divers usages pouvant être faits des matières plastiques disponibles. Selon la dose appliquée, des limitations sont imposées quant au choix du matériau d'emballage à usage alimentaire. L'irradiation peut provoquer des changements (4) (5) (6) dans le degré de saturation, dans la cristallinité, le pontage et donner lieu, selon les cas, à des phénomènes de scission.

Parmi les diverses méthodes ayant permis la détection des effets du rayonnement gamma sur les plastiques, il faut citer (7) la résistance à la traction, la constante diélectrique, la perméabilité aux gaz, la viscosité.

Il convient de citer en particulier la spectrophotométrie infrarouge (8) (9), reconnue comme une bonne méthode d'identification d'un film plastique et de l'irradiation des polymères. Cependant, les spectres en infrarouge des lipides et des polymères sont très complexes, ce qui rend aléatoire la mise en évidence des modifications sous l'influence des rayons gamma à faibles doses.

Nous avons surmonté cette difficulté par l'emploi de l'absorption différentielle infrarouge qui permet de mettre en évidence uniquement les zones spectrales indicatrices des modifications. Dans le présent travail, nous avons appliqué cette technique aux lipides d'oeufs irradiés, à des graisses animales ainsi qu'aux matières plastiques utilisées pour l'emballage des denrées alimentaires.

2. PARTIE EXPERIMENTALE.

2. 1. Irradiation des échantillons.

2. 1.1. Oeufs surgelés

Des oeufs de poule, frais, provenant de la même batterie de volailles sont débarassés de leurs coquilles et soigneusement mélangés. Des quantités identiques d'oeufs battus sont mises dans des récipients en polyéthylène et surgelés à -35° C, puis conservées à -20° C. C'est à l'état congelé que les échantillons ont été envoyés au C.E.N. de Mol, qu'ils y furent irradiés et qu'ils en revinrent.

L'irradiation a été effectuée dans une cellule gamma possédant une source de cobalt 60 de 3.100 curies (flux d'environ 400.000 rad/heure). Les doses appliquées furent de 0.5 ou 1 Mrad, des échantillons témoins non-traités furent chaque fois joints aux lots à irradier.

2. 1.2. Graisses animales.

On a examiné des échantillons de graisses de porc, boeuf et mouton achetés dans le commerce.

Des quantités identiques de graisse sont réparties dans des récipients en polyéthylène et envoyées au C.E.N. de Mol où elles furent traitées dans les mêmes conditions que celles décrites pour les oeufs surgelés.

Toutefois, dans ces cas - ci, l'irradiation, aux doses de 0.5, 1 ou 5 Mrad, a été effectuée à la température ordinaire.

Après irradiation, les échantillons fondus à + 60°C sont répartis en deux parts égales dans des flacons en polyéthylène : une série est conservée à + 20° C et l'autre à + 5° C, les lots témoins sont traités de façon identique.

2. 1.3. Matières plastiques.

Nous avons choisi des polymères couramment utilisés pour l'emballage des denrées alimentaires.

Ils nous ont été fournis par une firme de la région gantoise et comprenaient les types suivants : polyéthylène, polypropylène, polystyrène, cellophane 340 X S, chlorure de polyvinyle et polyamide.

Chaque feuille de polymère est découpée en quatre échantillons, l'un servant de témoin et les autres recevant une dose de rayonnement de 0, 1, 1 ou 5 Mrad. L'irradiation fut exécutée au C.E.N. de Mol dans la cellule gamma précitée et à la température ambiante.

2. 2. Préparation des échantillons

En ce qui concerne les oeufs surgelés, avant chaque analyse, la température est ramenée progressivement de -20° C à + 3° C, puis maintenue quelques heures à + 15° C. Immédiatement après le prélèvement de la quantité nécessaire à l'examen, on surgèle à -35° C et on conserve à -20°C. L'extraction des lipides s'effectue en ajoutant 50 ml d'un mélange chloroforme-éthanol (v/v) à 6 g d'oeufs battus. Après filtration sur papier filtre "Ederol" n° 15, le filtrat jaune est évaporé au Rotavapor et le résidu soigneusement séché sous vide et y conservé en présence

de pentoxyde de phosphore. Pour le relevé des courbes en absorption différentielle infrarouge on dissout 200 mg des lipides extraits, dans 5 ml de chloroforme (E. Merck A. G. qualité : uvasol). La solution de référence est préparée au départ d'un échantillon témoin.

Pour les graisses animales, la concentration la plus favorable pour les mesures d'absorption différentielle en infrarouge est de 2 g dans 10 ml de chloroforme.

L'examen des matières plastiques se fait par comparaison entre deux films de polymères ; chaque film étant accolé à un anneau dont la partie centrale reçoit le rayonnement infrarouge.

2. 3. Absorption différentielle en infrarouge.

Nous avons utilisé la spectrophotométrie infrarouge d'absorption différentielle pour la mise en évidence de modifications provoquées par l'irradiation.

Normalement, l'examen de l'absorption en infrarouge d'un échantillon en solution se fait par comparaison avec un solvant pur. Dans le cas qui nous occupe, nous comparons deux solutions de concentrations rigoureusement identiques, constituées l'une d'un échantillon témoin et l'autre d'un échantillon irradié. Dans ces conditions, on mesure uniquement la différence en pourcent de transmission ou en absorbance des rayonnements infrarouge entre les deux échantillons.

De ce fait, la méthode est rendue beaucoup plus sensible pour la détection de petites différences entre deux solutions.

Nous utilisons un appareil Grubb-Parsons du type spectromaster ;

le différence d'absorption entre deux solutions ou films est mesurée pour le spectre entier, l'enregistreur de l'appareil nous donne directement la courbe d'absorption différentielle entre les deux échantillons.

3. Resultats et discussion.

3. 1. Oeufs irradiés.

On s'assure pour chaque série d'échantillons que la comparaison entre deux témoins ne donne lieu à aucune absorption différentielle en principe, on obtient un relevé se confondant avec la ligne de base.

Après irradiation, apparaissent deux zones d'absorption différentielle, l'une de 2,4 à 3 microns et l'autre de 5,5 à 6,5 microns. Elles sont représentées par les figures 1 et 2 pour des oeufs conservés à -20°C pendant 1 mois et par les figures 3 et 4 pour des échantillons conservés 10 mois à -20°C .

Nous observons que les oeufs témoins conservés de longs mois à cette température ne donnent lieu à aucune absorption différentielle par rapport à des oeufs frais.

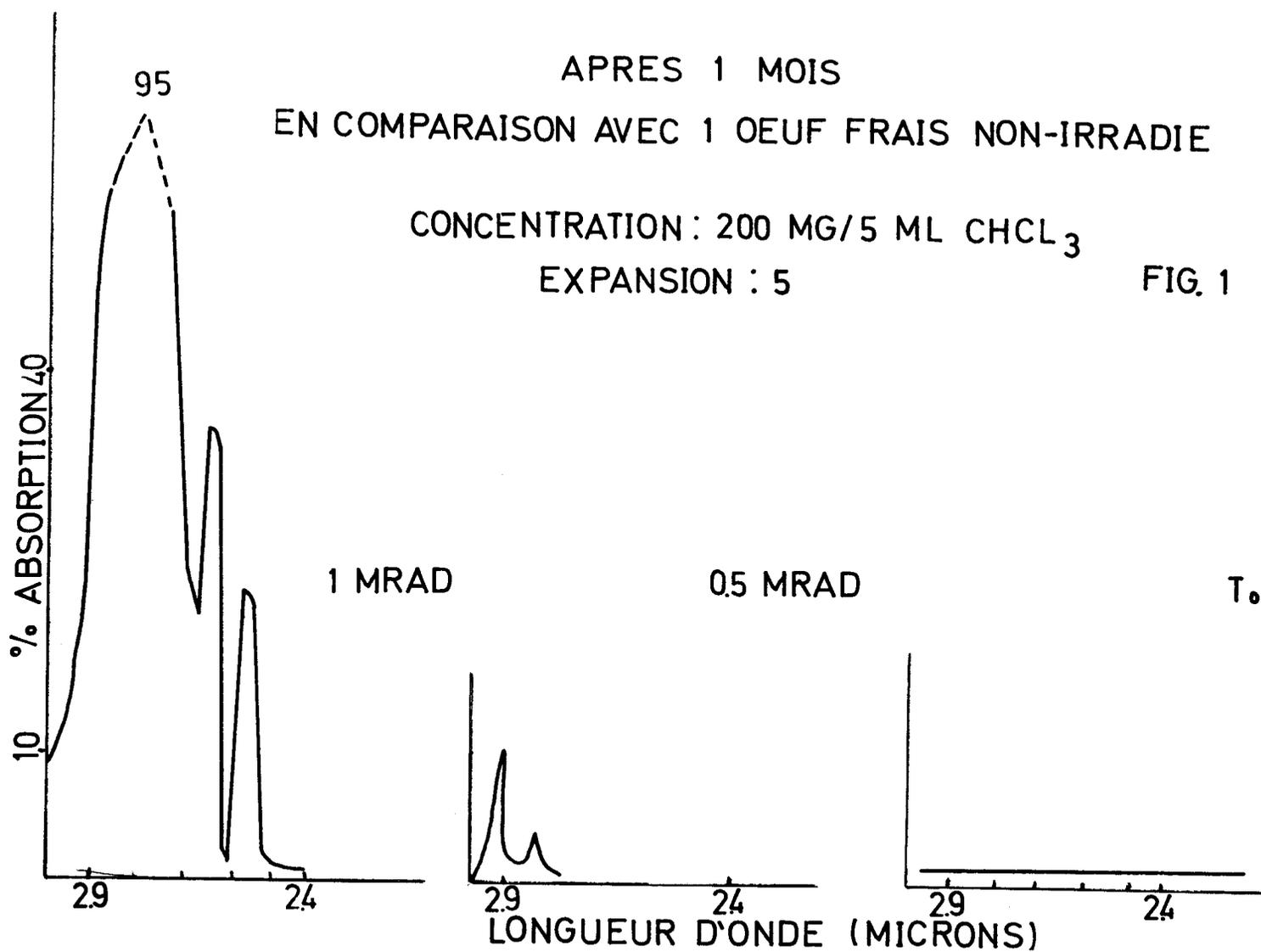
Les principales bandes d'absorption différentielles observées pour des oeufs irradiés sont présentées dans le tableau I.

ABSORPTION DIFFERENTIELLE IR DE 24 A 3 MICRONS
LIPIDES D'OEUF BATTUS

APRES 1 MOIS
EN COMPARAISON AVEC 1 OEUF FRAIS NON-IRRADIE

CONCENTRATION : 200 MG/5 ML CHCL₃
EXPANSION : 5

FIG. 1



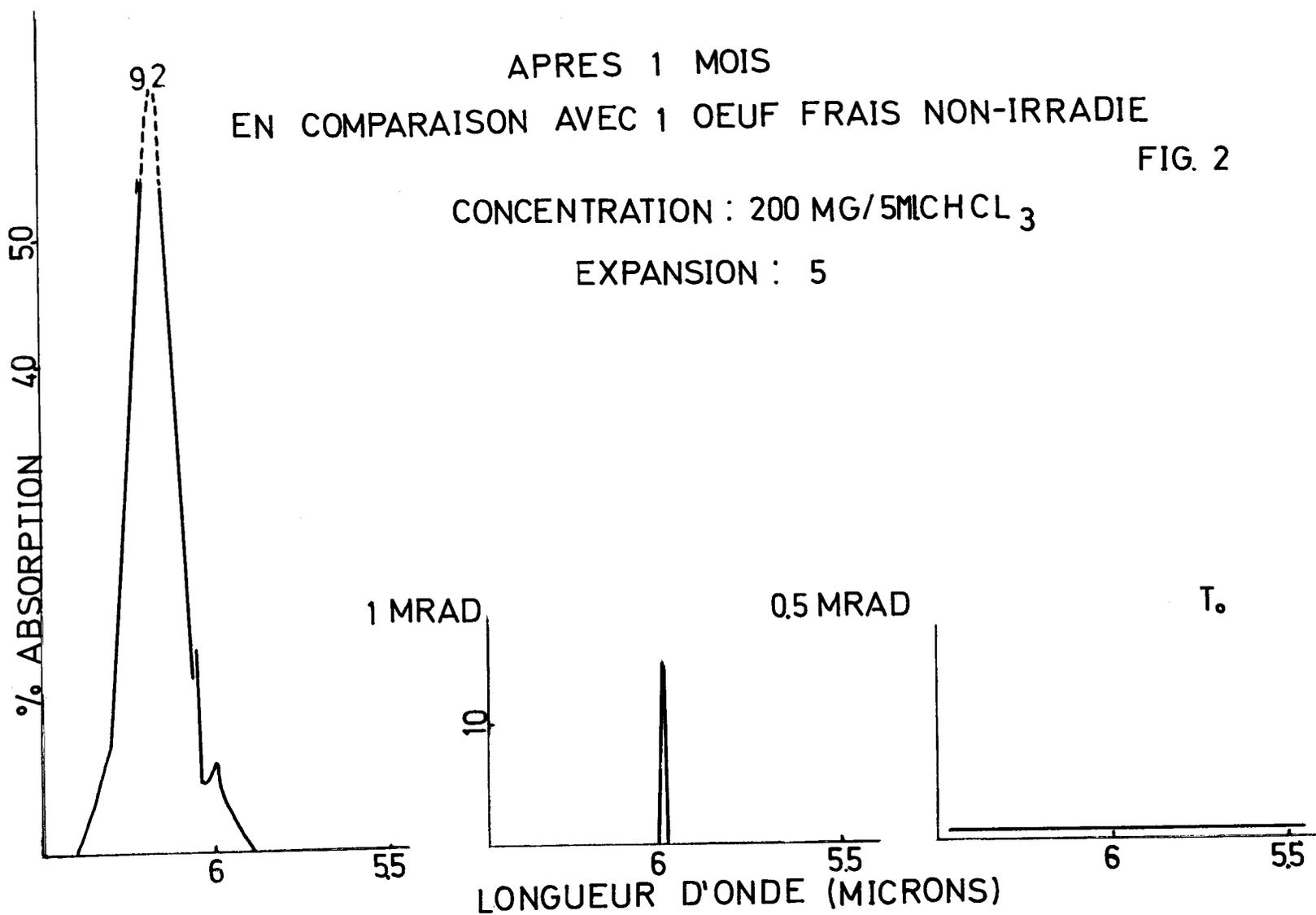
ABSORPTION DIFFERENTIELLE I.R. DE 55 A 65 MICRONS
LIPIDES D'OEUF BATTUS

APRES 1 MOIS
EN COMPARAISON AVEC 1 OEUF FRAIS NON-IRRADIE

FIG. 2

CONCENTRATION : 200 MG/5MICHCL₃

EXPANSION : 5



ABSORPTION DIFFERENTIELLE I.R. DE 24 A 3 MICRONS
LIPIDES D OEUF BATTUS

APRES 10 MOIS
EN COMPARAISON AVEC 1 OEUF FRAIS NON-IRRADIE

CONCENTRATION : 200 MG/ 5 ML CHCL₃
EXPANSION : 5

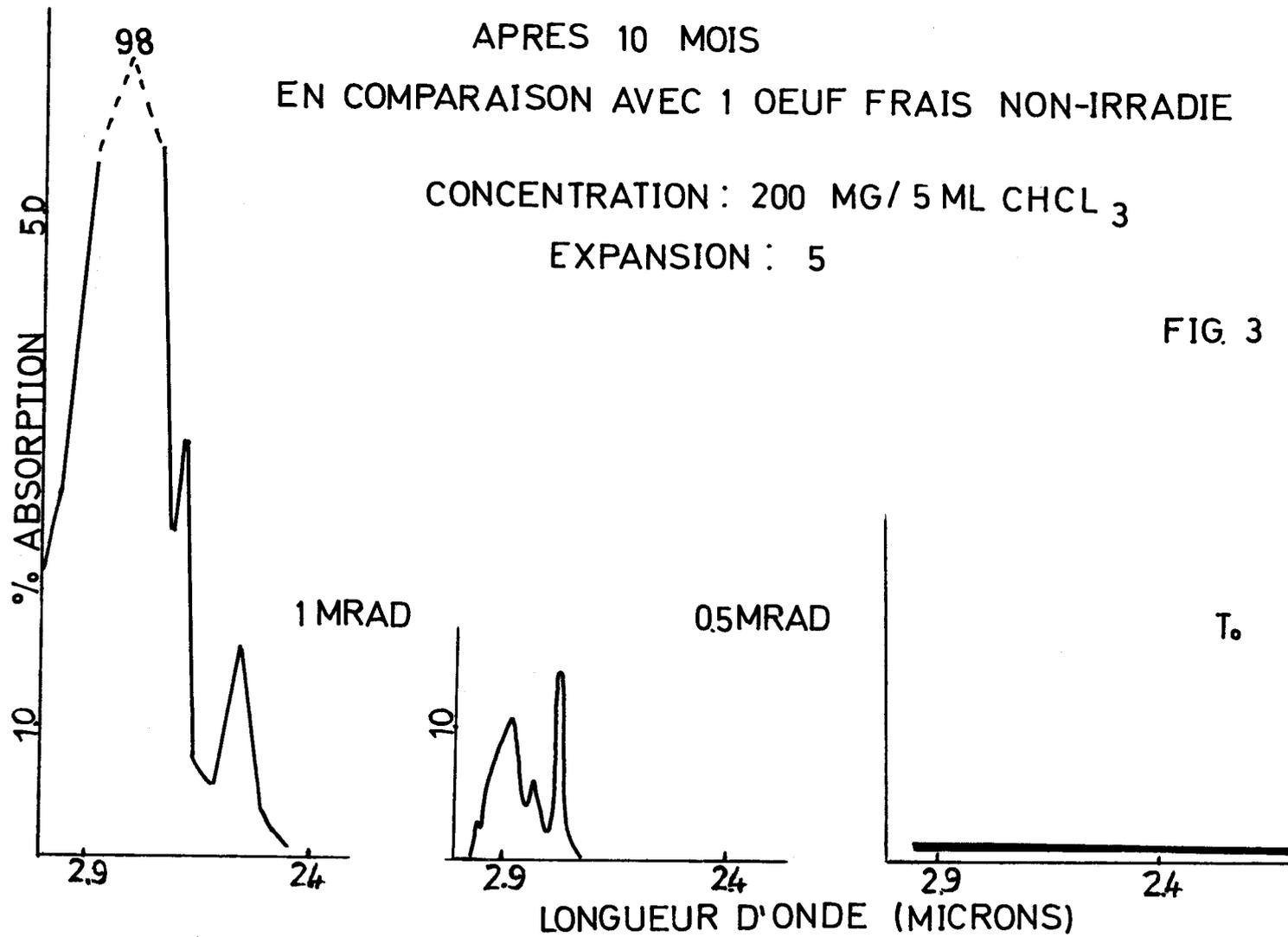


FIG. 3

ABSORPTION DIFFERENTIELLE I.R. DE 55 A 65 MICRONS
LIPIDES D'OEUF BATTUS

APRES 10 MOIS
EN COMPARAISON AVEC 1 OEUF FRAIS NON-IRRADIE

CONCENTRATION : 200 MG/5 ML CHCL₃
EXPANSION : 5

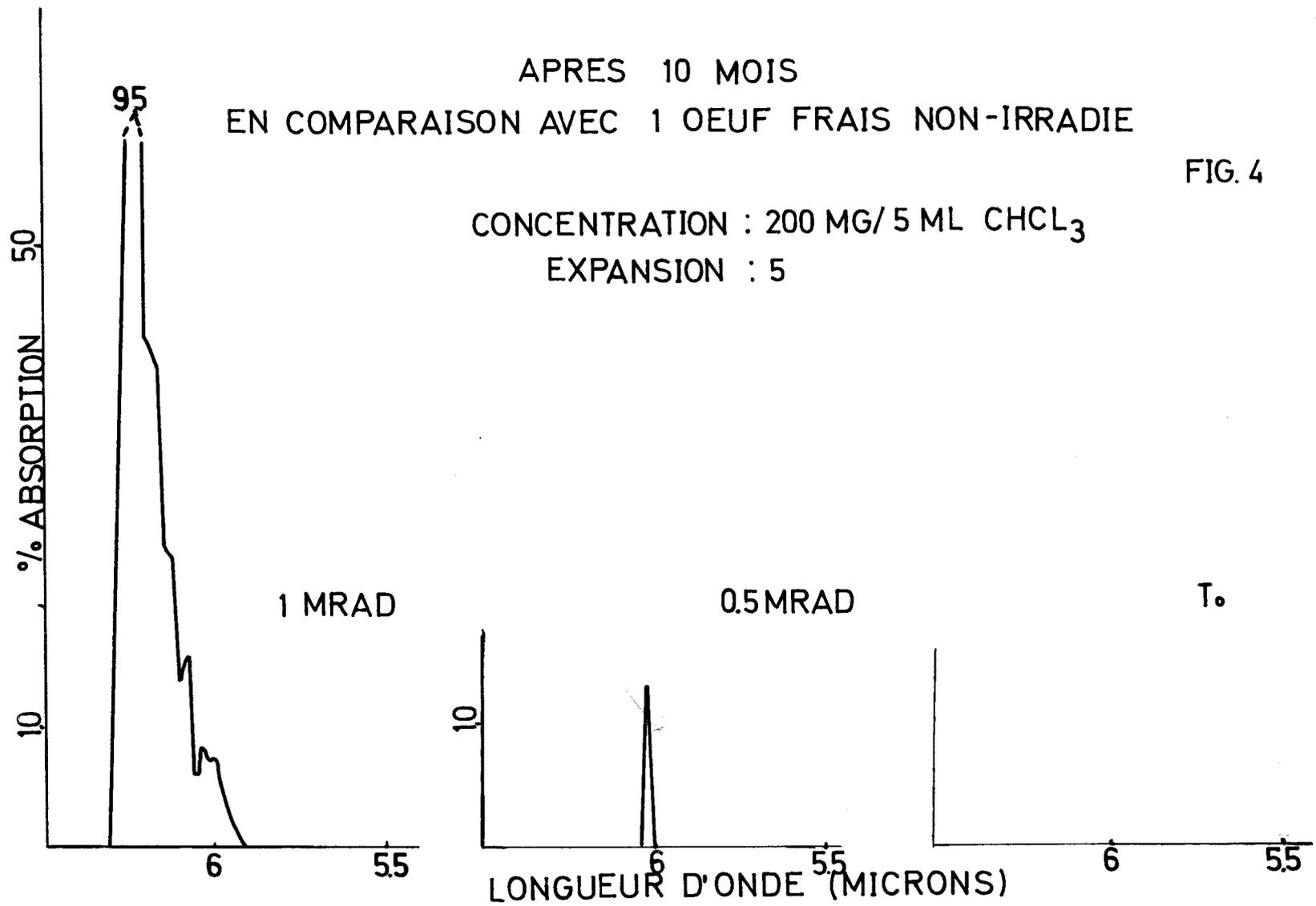


FIG. 4

3. 2. Graisses animales irradiées.

Dans le cas des graisses animales, la température de conservation joue un rôle important dans l'évolution des phénomènes dus à l'autoxydation avec, entre autre, formation de peroxydes.

Cela se traduit par l'absence de bandes d'absorption différentielle pour les échantillons non irradiés conservés jusqu'à 10 mois à + 5° C et ce, dans le cas des trois espèces de graisses. Les échantillons non irradiés conservés à + 20° C ressentent, après cette période de stockage, des bandes de 2.5 à 3.5 microns, de 5.5 à 6.5 microns et de 9 à 11 microns : ces bandes sont dues au rancissement des graisses et leur intensité dépend de la nature de la graisse.

Pour la graisse de porc conservée à + 20° C, les bandes dues à l'autoxydation naturelle sont très faibles et ne provoquent pas d'interférence avec celles qui apparaissent par suite de l'irradiation, ces dernières peuvent être utilisées pour la détection, cela ressort de l'examen des figures 5 et 6.

Par contre, dans le cas de la graisse de boeuf irradiée et conservée à la même température, bien que les bandes dues à la rancidité sont nettement plus faibles que celles engendrées par l'irradiation, elles risquent d'interférer dans certains cas.

Heureusement, comme on peut le voir à la figure 7, une bande d'absorption apparaît entre 15 et 16 microns, alors qu'elle est inexistante dans le témoin. L'intensité de toutes ces bandes citées est proportionnelle à la dose d'irradiation reçue, cela ressort de la figure 8. La figure 9 donne les bandes d'absorption apparaissant dans la graisse de boeuf irradiée conservée à + 5° C.

TABLEAU I . ABSORPTION DIFFERENTIELLE I.R. D'OEUFS IRRADIES

lot A. 1 mois à -20°C			lot B. 10 mois à -20°C				
	DOSE (Mrad)	BANDES D' ABSORPTION (Microns)		DOSE (Mrad)	BANDES D' ABSORPTION (Microns)		
Compa- raison avec des oeufs frais.	0	nihil	Compa- raison avec des oeufs frais.	0	nihil		
	0,5	2.85		6.0	0,5	2.79	6.0
		2.92				2.90	
	1	2.56		6.03	1	2.58	6.03
2.65		6.06	2.68	6.06			
	2.72	6.15		2.83	6.22		
Compa- raison avec des oeufs conservés 1 mois.	0	nihil	Compa- raison avec des oeufs conservés 10 mois.	0	nihil		
	0,5	2.89		6.04	0,5	2.94	6.0
		1		2.65		6.03	1
		2.72		6.06		2.68	6.06
	2.82	6.22		2.83	6.22		

Il ressort de l'examen des figures et du tableau I que l'absorption différentielle infrarouge est une technique valable pour la détection de l'irradiation des oeufs surgelés.

Il s'avère en effet :

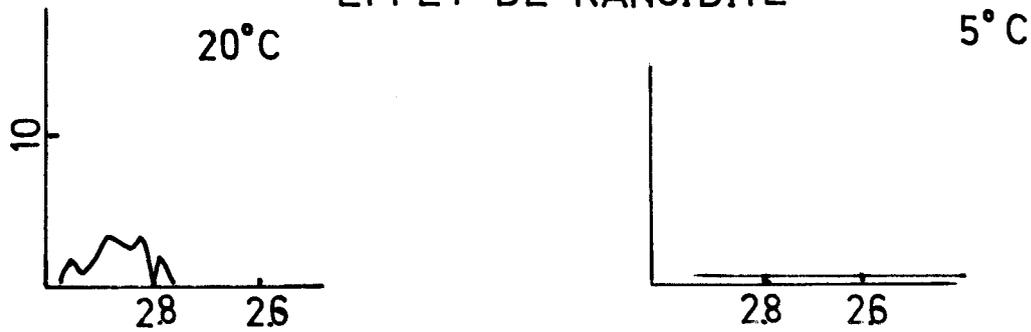
- a) qu'il n'y a pas d'absorption différentielle lorsque des oeufs non-irradiés sont conservés, à -20°C, durant de longs mois
- b) que des bandes d'absorption différentielles caractéristiques apparaissent après l'irradiation vers 2,7 et 6,0 microns.
- c) que ces bandes persistent pendant de longs mois de conservation
- d) qu'il y a augmentation de l'intensité des bandes d'absorption lorsque la dose passe de 0,5 à 1 Mrad.

ABSORPTION DIFFERENTIELLE IR. DE 26 A 3 MICRONS

FIG. 5

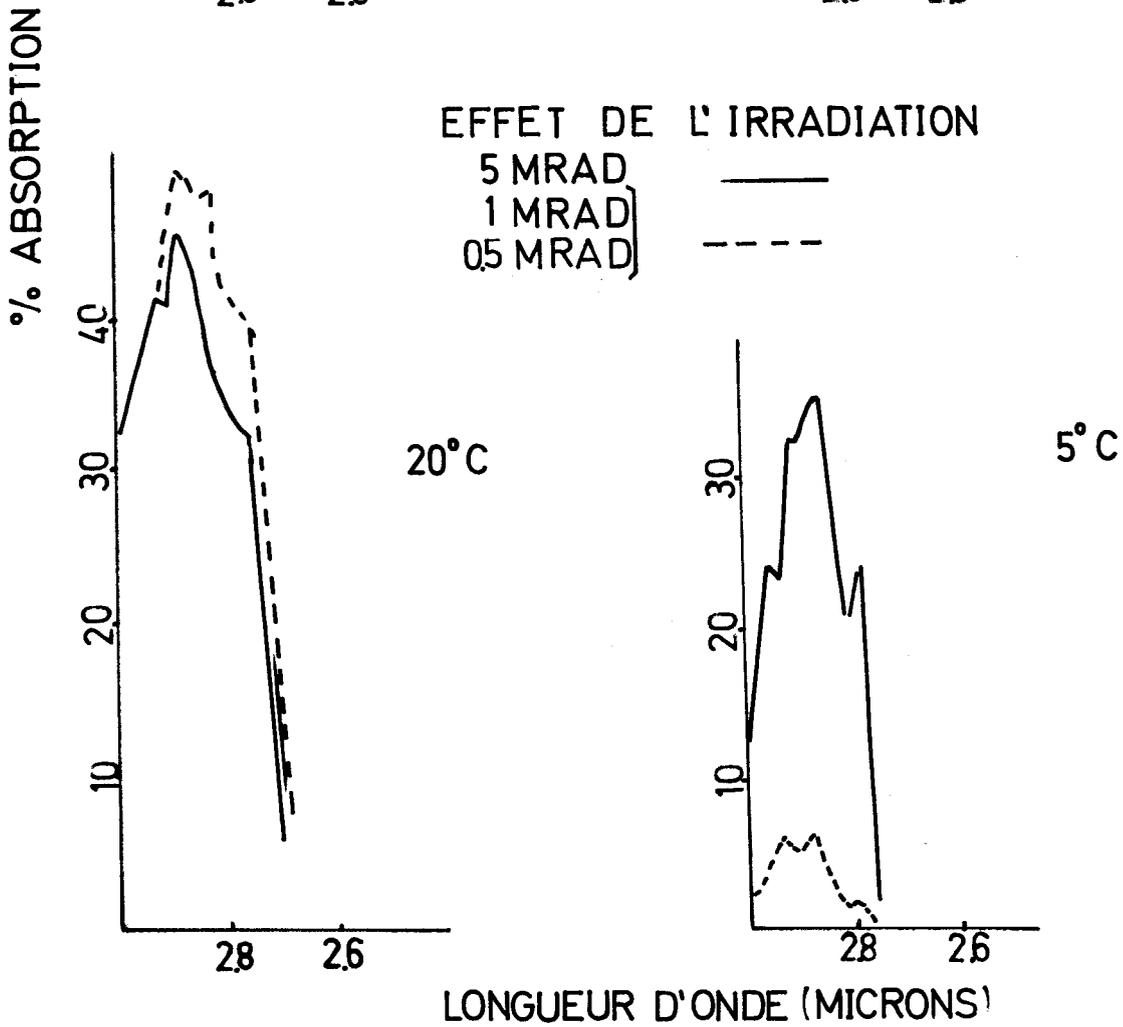
GRAISSE DE PORC
APRES 9 MOIS
EXPANSION : 5

EFFET DE RANCIDITE



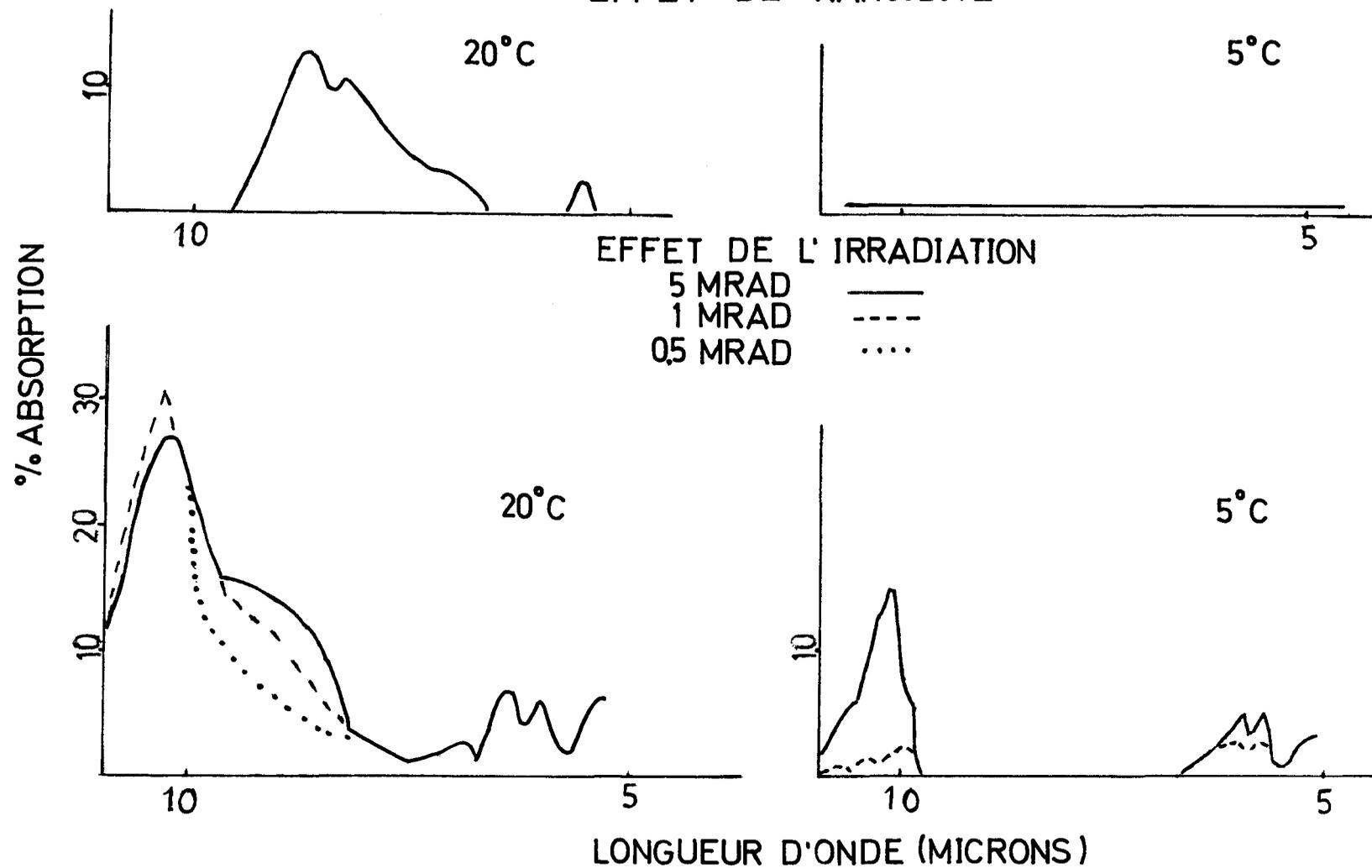
EFFET DE L'IRRADIATION

5 MRAD ———
1 MRAD ———
05 MRAD - - - -



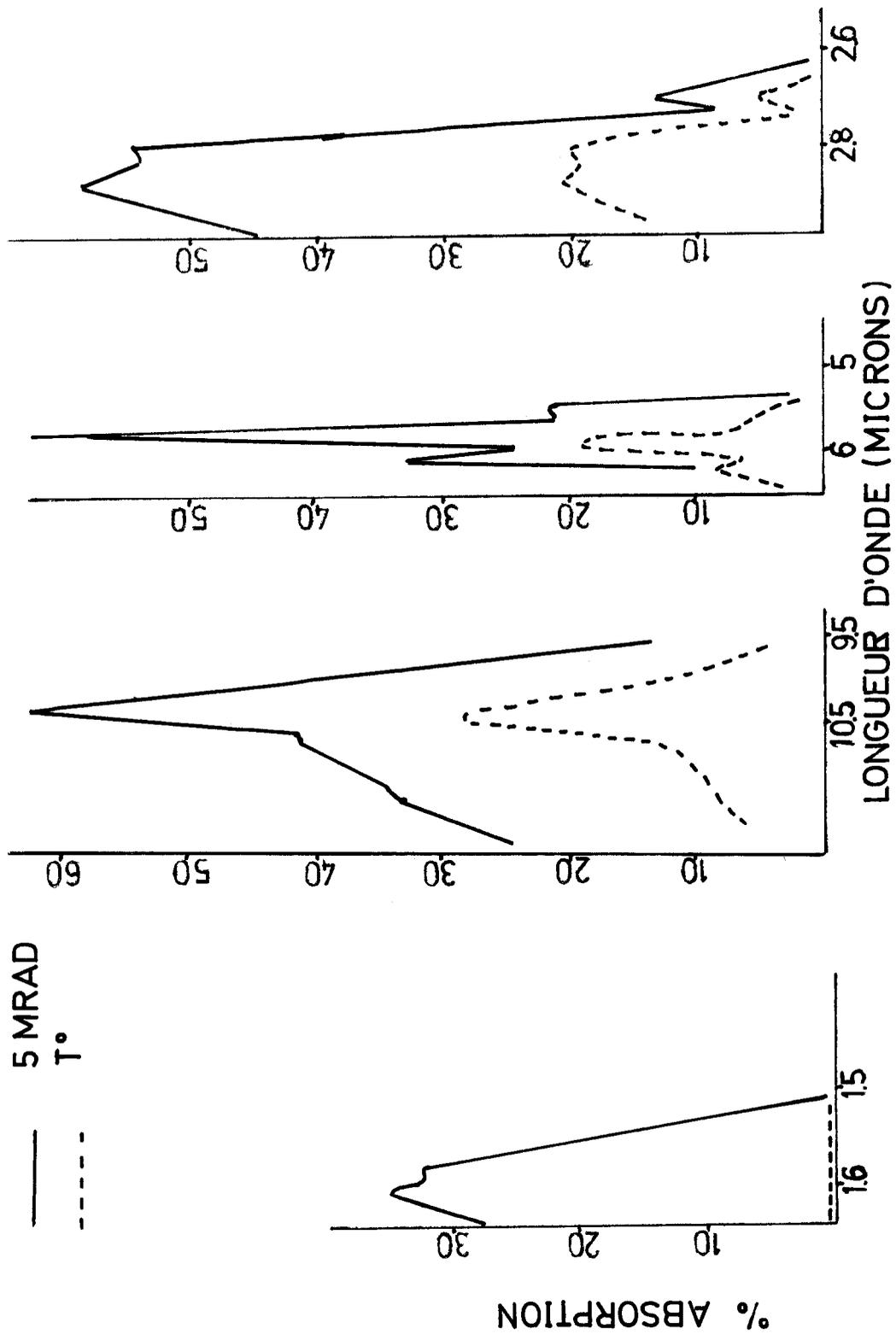
ABSORPTION DIFFERENTIELLE IR DE 5 A 11 MICRONS
 GRAISSE DE PORC
 APRES 9 MOIS
 EFFET DE RANCIDITE

FIG. 6



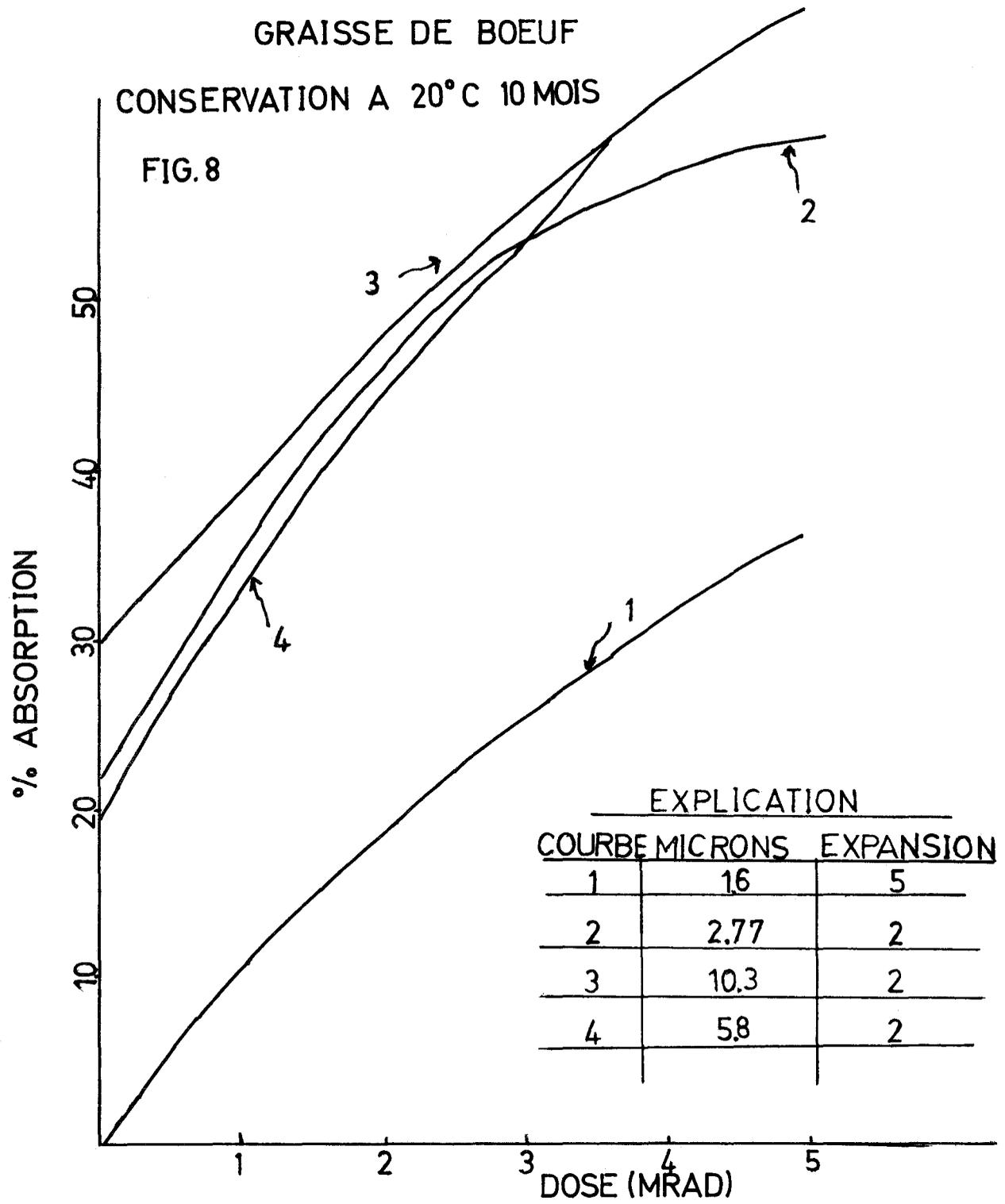
ABSORPTION DIFFERENTIELLE I.R.
GRAISSE DE BOEUF
CONSERVATION A 20°C 10 MOIS

FIG. 7



ABSORPTION DIFFERENTIELLE I.R.
GRAISSE DE BOEUF
CONSERVATION A 20°C 10 MOIS

FIG. 8



ABSORPTION DIFFERENTIELLE I.R.
GRAISSE DE BOEUF
CONSERVATION A 5°C 10 MOIS

FIG. 9

EXPANSION : 5

—— 5 MRAD - - - - T₀

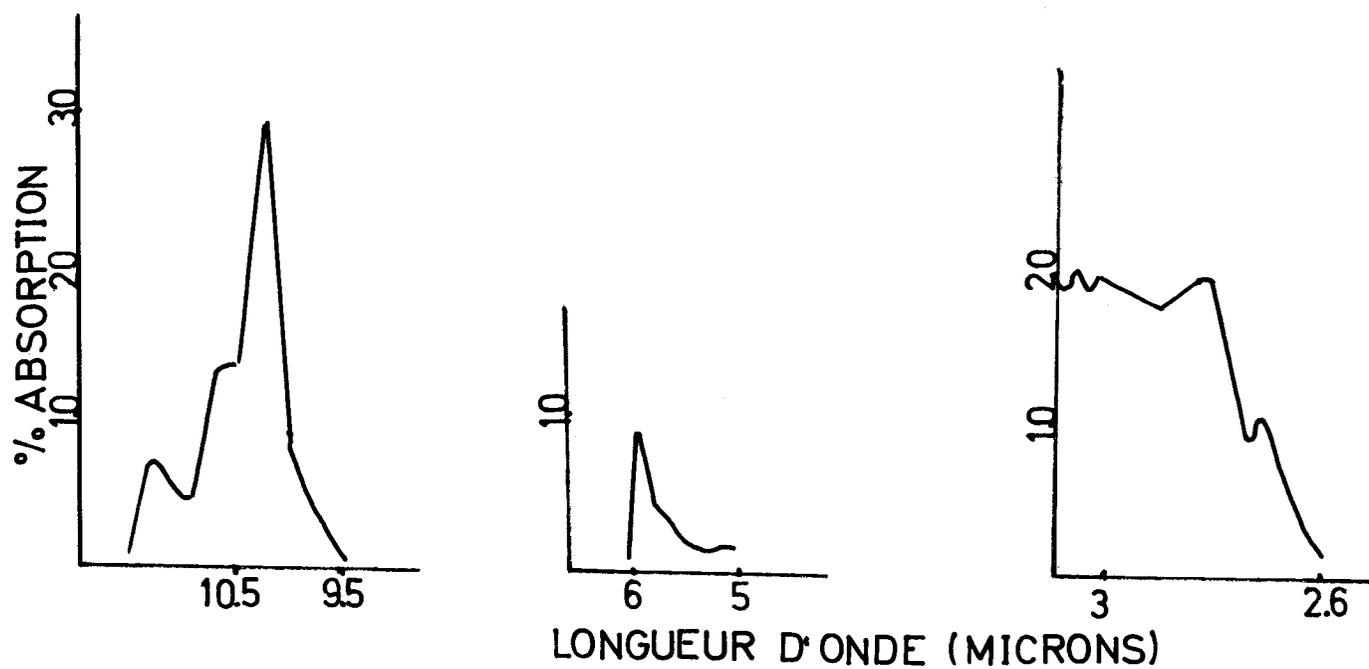
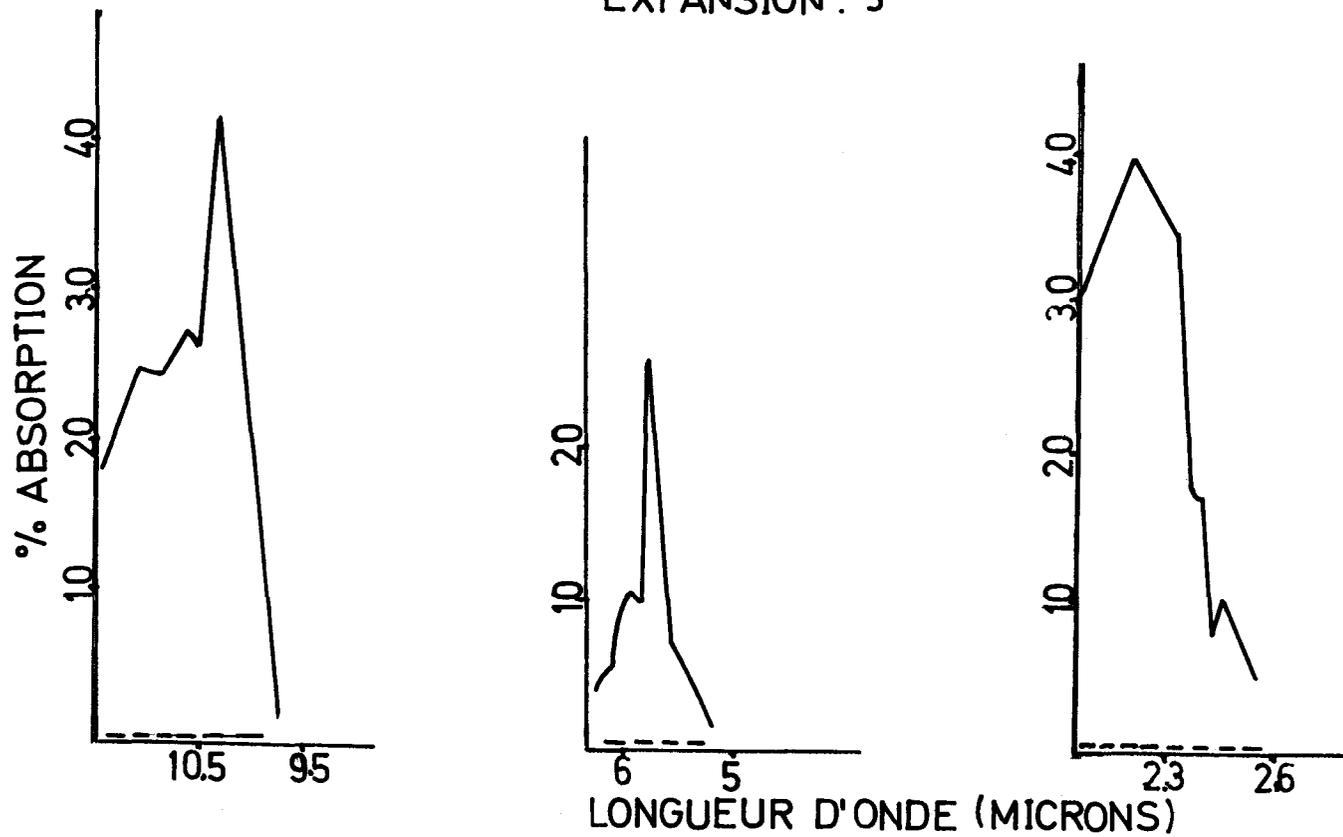


FIG.10

ABSORPTION DIFFERENTIELLE I.R.
GRAISSE DE MOUTON
CONSERVATION A 5°C 10 MOIS

—— 5 MRAD - - - - T₀
EXPANSION : 5



Quant à la figure 10, elle nous montre que la graisse de mouton irradiée conservée à + 5°C accuse des bandes d'absorption différentielle dans des gammes de longueur d'onde identiques à celles relevées pour les deux autres graisses. On trouve ici la confirmation du fait que l'irradiation des graisses a comme effet d'exalter les processus d'autoxydation et de ce fait être décelée par la présence de bandes d'absorption différentielle à certaines longueurs d'onde.

On peut admettre que ces bandes correspondent aux groupes fréquentiels suivants :

de 2.5 à 3.5 microns	O - OH	, peroxydes
de 5.5 à 6.5. microns	C = O	, aldéhydes
de 9 à 11 microns	- C-C -	, alca
de 15 à 20 microns	CH	, alcènes

3. 3 Polymères irradiés.

Un premier groupe comprenant les résultats obtenus pour les différentes épaisseurs de polyéthylène, ainsi que pour le polypropylène et le polystyrène, est présenté dans le tableau II.

Pour le polyéthylène, on constate que le nombre de bandes supérieures à 10 % en absorption est croissant en fonction de la dose ; ceci est vrai dans le cas de chaque épaisseur du polymère.

Il faut noter que le nombre de bandes est le plus important pour une épaisseur de 80 microns et pour une dose de 1 ou 5 Mrad.

Pour le polypropylène et le polystyrène également, il y a un accroissement du nombre de bandes avec l'augmentation de la dose.

ABSORPTION DIFFERENTIELLE INFRAROUGE

FILM DE POLYETHYLENE

EPAISSEUR : 80 MICRONS

EXPANSION : 5

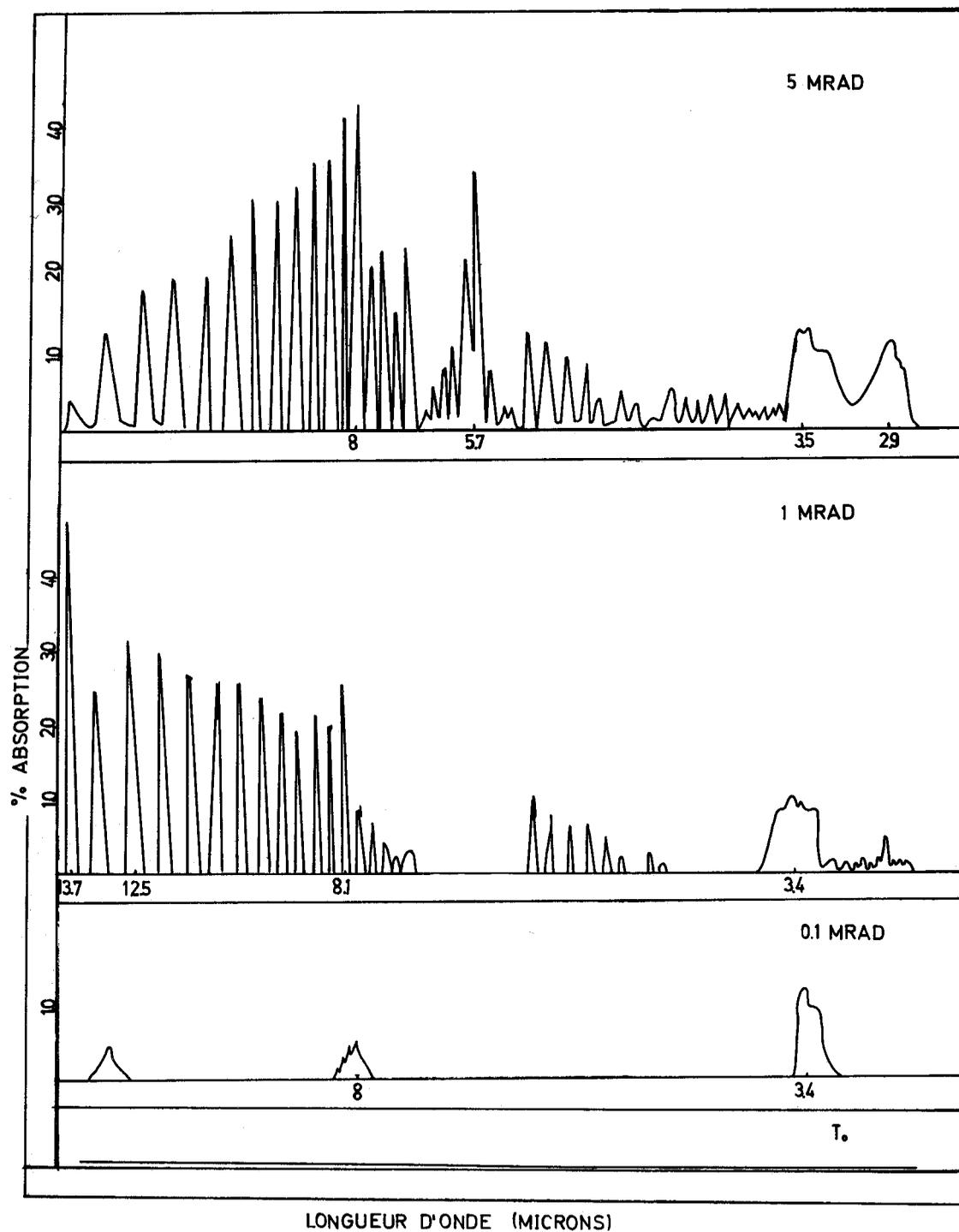


FIG. 11

ABSORPTION DIFFERENTIELLE INFRAROUGE

FILM DE CHLORURE DE POLYVINYLE

EPAISSEUR : 30 MICRONS

EXPANSION : 1

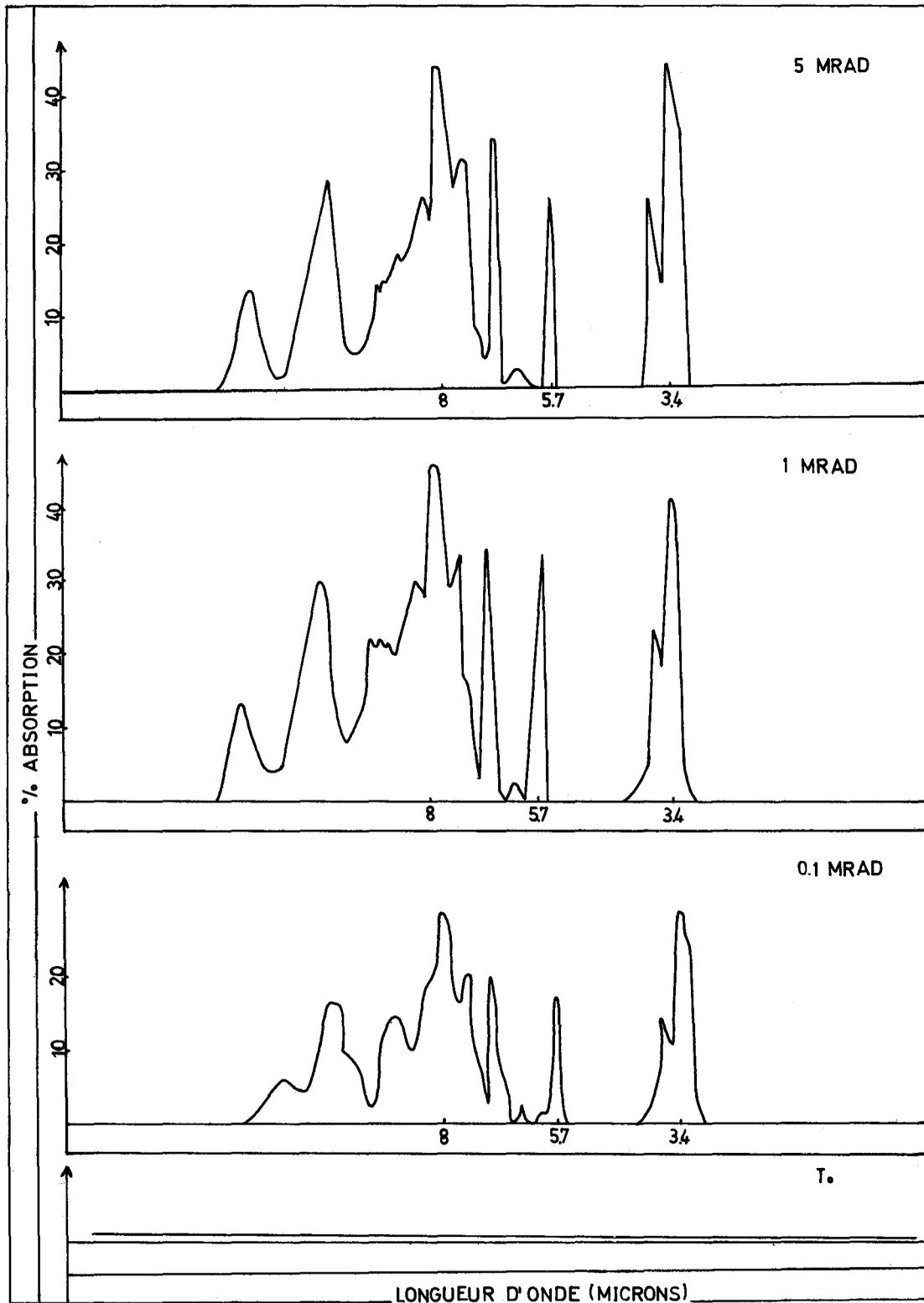


FIG. 12

ABSORPTION DIFFERENTIELLE INFRAROUGE

FILM DE CELLOPHANE 340 XS

EXPANSION : 5

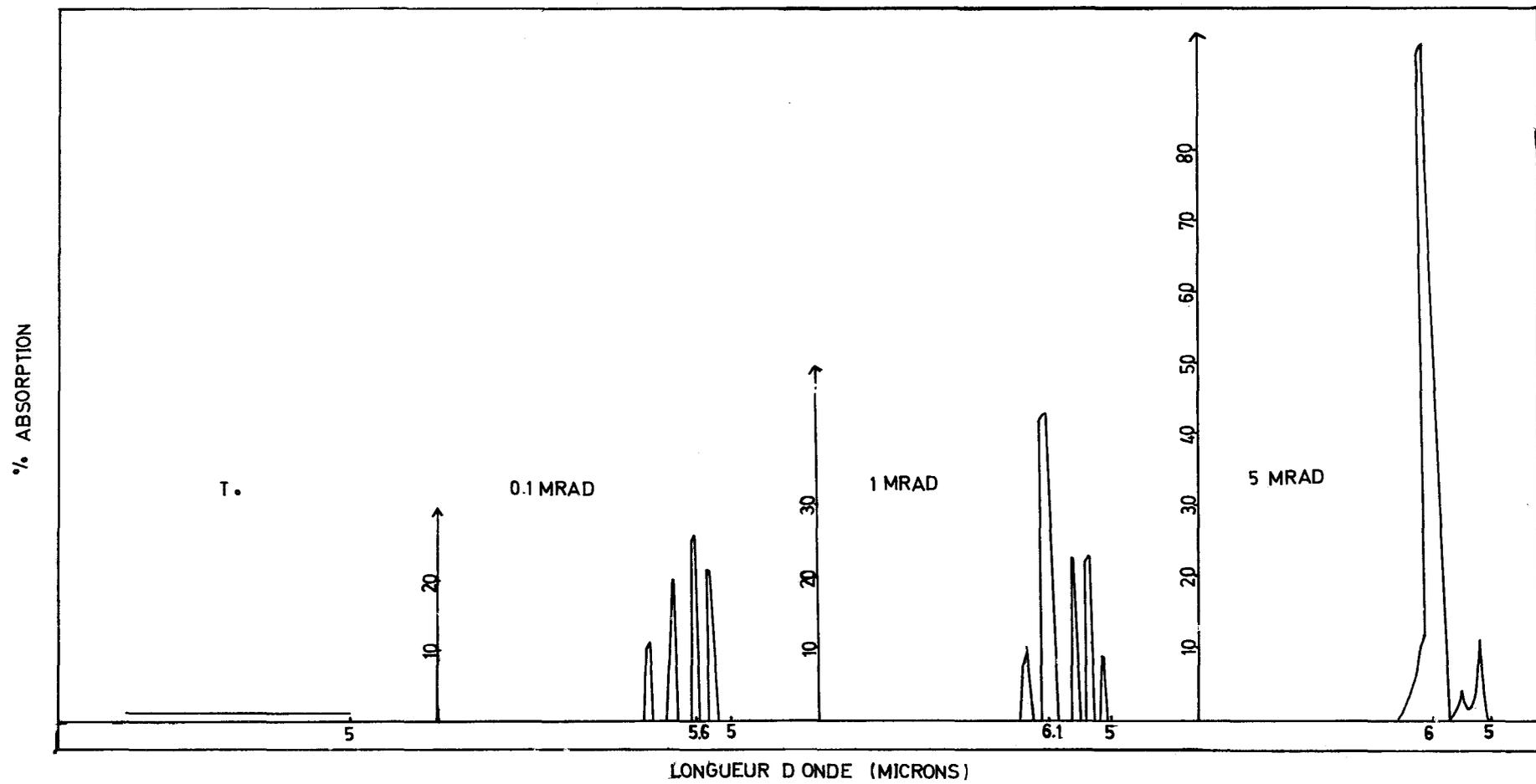


FIG. 13

On a noté l'emplacement des bandes d'absorption différentielle caractéristiques du spectre de chaque échantillon irradié dans le tableau II.

Un deuxième groupe est présenté dans le tableau III où l'on donne la position des bandes d'absorption différentielle des différentes épaisseurs du chlorure de polyvinyle et du polyamide.

Ici on observe que les bandes et leur nombre ne varie pratiquement pas avec l'accroissement de la dose d'irradiation reçue par l'échantillon.

Enfin, les résultats observés pour la cellophane 340 X S sont notés dans un troisième groupe au tableau III : le pic situé aux environs de 6 microns permet d'identifier un échantillon irradié à une dose déterminée, l'intensité de ce pic étant en rapport avec la dose d'irradiation.

A titre d'exemple nous donnons aux figures 11, 12 et 13 les spectres d'absorption différentielle obtenus après irradiation de polyéthylène, du chlorure de polyvinyle et de la cellophane 340 X S. Il en résulte qu'une matière plastique utilisée comme emballage à usage alimentaire peut être identifiée, si elle a subi l'influence du rayonnement gamma, par l'absorption différentielle infrarouge. En ce qui concerne la détection de la dose reçue par un polymère irradié, une étude complémentaire de divers paramètres afférents aux bandes observées serait nécessaire.

TABLEAU II ABSORPTION DIFFERENTIELLE INFRAROUGE DE POLYMERES IRRADIES.				
<u>GROUPE A</u> NOM DU POLYMERE	EPAISSEUR (Microns)	DOSE (Mrad)	NOMBRE DE BANDES SUP. A 10 % ABSORPTION	EMPLACEMENT DES BANDES D'ABSORPTION DIFFEREN- TIELLE CARACTERISTIQUES(*) (Microns)
Polyethylene	50	0	nihil	nihil
		0.1	8	8.3
		1	9	3.4, 8.2, <u>13.6</u>
		5	9	2.5, 8.5, <u>14.1</u>
	80	0	nihil	nihil
		0.1	1	34
		1	13	3.45, <u>8.1</u> , 12.5, <u>13.7</u>
		5	23	2.9, 3.5, <u>5.7</u> , <u>8</u>
	100	0	nihil	nihil
		0.1	nihil	13.2
		1	1	8.2
		5	21	2.5, 3.3, 5.7, 8.1, 13.6
Polypropylène	50	0	nihil	nihil
		0.1	2	<u>3.8</u>
		1	4	3.7, 6.7, 8.4
		5	7	3, 3.6, <u>8</u> , 10.5
Polystyrène	50	0	nihil	nihil
		0,1	4	6,1
		1	11	<u>5.8</u> , <u>8.7</u>
		5	17	<u>6.2</u> , 7.2, 8.5, <u>13.5</u>

(*) Les valeurs soulignées indiquent les pics les plus importants.

TABLEAU III ABSORPTION DIFFERENTIELLE INFRAROUGE DE POLYMERES IRRADIES			
GROUPE B NOM DU POLYMERE	EPAISSEUR (Microns)	DOSE (Mrad)	BANDE D'ABSORPTION DIFFERENTIELLE(*) (Microns)
Chlorure de poly- vinyle	15	0	nihil
		0.1	3.2, 5.8, 7.5, <u>8.6</u> , 13,1
		1	(idem)
		5	(idem)
	30	0	nihil
		0.1	3.4, 5.7, <u>8</u>
		1	(idem)
		5	(idem)
Polyamide	19	0	nihil
		0.1	3.1, 3.56, <u>6.5</u>
		1	(idem)
		5	<u>3.2</u> , <u>6</u>
=====			
GROUPE C			
Cellophane 340 X S		0	nihil
		0.1	<u>5.6</u>
		1	<u>6.1</u>
		5	<u>6</u>

(*) Les valeurs soulignées indiquent les pics les plus importants

4. Conclusions.

Les effets de l'irradiation gamma des oeufs surgelés, des graisses animales et des emballages en matière plastique couramment utilisés dans l'industrie alimentaire peuvent être déterminés par l'absorption différentielle en spectrophotométrie infrarouge. L'analyse des lipides d'oeufs surgelés, irradiés aux doses de 0.5 ou 1 Mrad, révèle des bandes d'absorption différentielle dans les zones de 2.5 à 3.0 microns et de 5.5 à 6.5 microns. Les graisses de porc, boeuf et mouton, conservées à + 5°C et à + 20°C, fournissent des bandes d'absorption différentielle de 2.5 à 3.0, 5.5 à 6.5 et 9.0 à 11 microns. Il est même possible, au cours du temps, surtout pour la graisse de boeuf, de différencier les effets dus à la rancidité de ceux dus à l'irradiation.

Les effets observés sur les matières plastiques employés couramment dans l'industrie alimentaire sont très bien mis en évidence par la technique d'absorption différentielle en infrarouge. On a classé dans un premier groupe, le polyéthylène, le polypropylène et le polystyrène : les bandes d'absorption différentielle y deviennent plus nombreuses et plus importantes avec l'augmentation de la dose d'irradiation.

Dans un second groupe, on a réuni le chlorure de polyvinyle et le polyamide ; l'absorption différentielle permet de distinguer un échantillon irradié d'un témoin.

Pour certains polymères faisant partie de ces deux groupes, on a également étudié l'influence de l'épaisseur des échantillons de polymères irradiés sur les modifications observées. Cette épaisseur jouant un rôle sur le nombre de bandes d'absorption.

Dans le cas du cellophane 340 X S faisant partie d'un troisième groupe, l'irradiation ne fait apparaître qu'une seule bande d'absorption différentielle située vers 6 microns et dont l'intensité augmente avec la dose reçue.

5. Bibliographie.

- (1) M. AVRAM et GH.D. MATEESCU
Spectroscopie infrarouge
Ed. Dunod Paris (1970) 642 pages
- (2) A. LAFONTAINE et L. BUGYAKI
Etude sur les méthodes d'identification des denrées alimentaires irradiées
(1965) Contrat euratom n° 016-63-12-PSTB
- (3) U.S.A. Federal register (February 27, 1969), 34 FR 2655
Subpart F. Food Additives page 39
d 121 2543 Packaging materials for use during the irradiation of prepackaged foods.
- (4) W.C. SEARS
Infrared spectra of plastics and elastomers after nuclear irradiation.
(Sept. 18, 1968) Contract AT (40-1)-2418 U.S.A.
- (5) B.N. NAZULLAEV
Investigation of the effect of gamma-radiation on the process of oxidation of polyethylene as determined by I.R.
Dokl. Akad. Navd Tadzk S.S.R.
10 : n°3 (1967) 21-4
- (6) SAKAKIBARA
Effects of γ -ray irradiation on electric properties of polystyrene
Electrotech. J. Jap. 8 (1963) 163-9

(7) H.G. LECLAIR

Effects of radiation on plastic packaging films.
Industrial and engineering chemistry
Vol. 50 n° 3 (march 1958) 323-326

(8) J. WARD

The identification of transparent flexible packaging films.
Packaging 2 (1970) 40-47

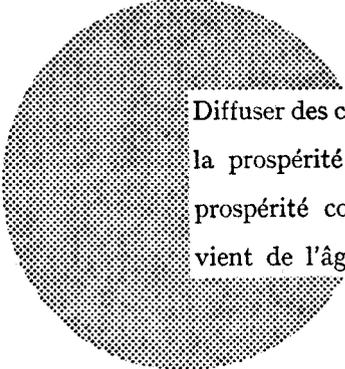
(9) V.J. KRASNANSKY

Effect of gamma radiation on chemical structure of plastics.
Society of plastics engineers reprints
Section 21-3 (1961) 1-5

AVIS AUX LECTEURS

Tous les rapports scientifiques et techniques publiés par la Commission des Communautés européennes sont signalés dans le périodique mensuel «euro-abstracts». Pour souscrire un abonnement (1 an : FB 1 025,—) ou recevoir un numéro spécimen, prière d'écrire à :

Office des publications officielles
des Communautés européennes
Case postale 1003
Luxembourg 1
(Grand-Duché de Luxembourg)



Diffuser des connaissances c'est distribuer de la prospérité — j'entends la prospérité collective et non la richesse individuelle — et cette prospérité contribue largement à la disparition du mal qui nous vient de l'âge des ténèbres.

Alfred Nobel

BUREAUX DE VENTE

Les documents publiés par la Commission des Communautés Européennes sont vendus par l'Office des Publications aux adresses ci-après et aux prix indiqués en page de couverture. Lors de la commande, bien indiquer la référence exacte et le titre du document.

FRANCE

*Service de vente en France des publications
des Communautés européennes*
26, rue Desaix
75 Paris-15° — Tél. (1) 306.5100
CCP Paris 23-96

BELGIQUE — BELGIË

Moniteur belge — Belgisch Staatsblad
Rue de Louvain 40-42 — Leuvenseweg 40-42
1000 Bruxelles — 1000 Brussel — Tél. 12 00 26
CCP 50-80 — Postgiro 50-80

Sous-dépôt :
Librairie européenne — Europese Boekhandel
Rue de la Loi 244 — Wetstraat 244
1040 Bruxelles — 1040 Brussel

GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG

*Office des publications officielles
des Communautés européennes*
Case postale 1003 — Luxembourg 1
et 29, rue Aldringen, Bibliothèque
Tél. 4 79 41 — CCP 191-90
Compte courant bancaire : BIL 8-109/6003/200

ALLEMAGNE (RF)

Verlag Bundesanzeiger
5 Köln 1 — Postfach 108 006
Tél. (0221) 21 03 48
Télex : Anzeiger Bonn 08 882 595
Postscheckkonto 834 00 Köln

ITALIE

Libreria dello Stato
Piazza G. Verdi 10
00198 Roma — Tél. (6) 85 09
CCP 1/2640

Agences :
00187 Roma — Via del Tritone 61/A e 61/B
00187 Roma — Via XX Settembre (Palazzo
Ministero delle finanze)
20121 Milano — Galleria Vittorio Emanuele 3
80121 Napoli — Via Chiaia 5
50129 Firenze — Via Cavour 46/R
16121 Genova — Via XII Ottobre 172
40125 Bologna — Strada Maggiore 23/A

PAYS-BAS

Staatsdrukkerij- en uitgeverijbedrijf
Christoffel Plantijnstraat
's-Gravenhage — Tél. (070) 81 45 11
Postgiro 42 53 00

GRANDE-BRETAGNE ET COMMONWEALTH

H.M. Stationery Office
P.O. Box 569
London S.E. 1

ÉTATS-UNIS D'AMÉRIQUE

European Community Information Service
2100 M Street, N.W.
Suite 707
Washington, D.C., 20 037

IRLANDE

Stationery Office
Beggars Bush
Dublin 4

SUISSE

Librairie Payot
6, rue Grenus
1211 Genève
CCP 12-236 Genève

SUÈDE

Librairie C.E. Fritze
2, Fredsgatan
Stockholm 16
Post Giro 193, Bank Giro 73/4015

ESPAGNE

Librería Mundi-Premsa
Castello 37,
Madrid 1

AUTRES PAYS

*Office des publications officielles
des Communautés européennes*
Case postale 1003 — Luxembourg 1
Tél. 4 79 41 — CCP 191-90
Compte courant bancaire : BIL 8-109/6003/200