

# Effet des radiations gamma sur la maturation des abricots après la récolte <sup>(1)</sup>

par Sylvia GUELFAT-REICH <sup>(2)</sup>, Ruth BEN-ARIE <sup>(2)</sup>, R. S. KAHAN <sup>(3)</sup>  
et E. EISENBERG <sup>(3)</sup>

## EFFET DES RADIATIONS GAMMA SUR LA MATURATION DES ABRICOTS APRÈS LA RÉCOLTE

par Sylvia GUELFAT-REICH, Ruth BEN-ARIE, R. S. KAHAN  
et E. EISENBERG.

*Fruits*, vol. 24, n° 3, mars 1969, p. 137 à 142.

**RÉSUMÉ.** — L'irradiation gamma accélère la maturation des abricots 'Canino', maintenus à 20° C. Le degré de ramollissement est proportionnel à la dose d'irradiation. Dans les neuf jours suivant la cueillette, les fruits irradiés tendent à devenir blets et farineux, avec brunissement interne de la pulpe proportionnel à la dose appliquée, mais les fruits verts sont moins sensibles que les fruits vert-clair. L'irradiation accroît généralement l'intensité respiratoire des fruits.

La durée de conservation des fruits à 0° C n'a pas été prolongée par des irradiations de 25 et de 200 krads, bien que cette dernière dose ait réduit la respiration des fruits. Les fruits ont montré un ramollissement excessif et un brunissement interne défavorable.

## INTRODUCTION

La maturation précoce des abricots (*Prunus armeniaca*, variété 'Canino') est obtenue commercialement en Israël par des pulvérisations de 2,4,5-TP (acide 2,4,5-trichlorophénoxy propionique). Mais une maturation encore plus précoce serait souhaitable pour promouvoir les exportations vers les marchés européens. Des essais sur l'application des radiations gamma pour empêcher la pourriture ont montré que des doses de 100 à 600 kilorads (krads) causent un ramollissement des abricots, proportionnel à la dose appliquée (11). Des lésions de l'épiderme ayant été observées à des doses dépassant 200 krads, on a étudié l'action de doses plus faibles, entre 25 et 200 krads, sur l'accélération de la maturation des abricots 'Canino'. Le stade de maturité auquel les fruits sont irradiés a une grande influence sur les résultats du traitement — un fruit en phase préclimactérique étant plus sensible qu'un fruit près du maximum climactérique.

SALUNKHE (10) a noté un léger prolongement de la période de conservation de deux variétés d'abricots à 40° F (4,5° C) irradiées à des doses de 200 et 300 krads. Il recommande la dose inférieure pour préserver la qualité du fruit. Notre travail décrit également un essai pour prolonger la conservation des abricots 'Canino' à 0° C au moyen de radiations gamma.

(1) Contribution de l'Institut Volcani de Recherches agronomiques, Bet-Dagan, Israël, 1968, séries : n° 1317 E.

(2) Institut Volcani de Recherches agronomiques, Bet-Dagan, Israël.

(3) Centre de Recherches nucléaires Soreq, Yavné, Israël.

## MATÉRIEL ET MÉTHODES

## A. Essai d'accélération de la maturation.

Des abricots 'Canino' ont été cueillis tout au début de la saison de maturation, sur des arbres âgés de huit ans et déjà pulvérisés avec 2,4,5-TP au moment du durcissement du noyau pour accélérer la maturation. Les fruits ont été répartis en deux groupes de maturité, selon leur couleur de fond (tableau 1), emballés dans des casiers et irradiés le même jour avec Co 60, dans l'irradiateur à plaques de SOREQ (4). Les doses appliquées furent de 25, 50, 100 et 200 krads, à raison de 150 + 10 p. cent krads par heure, les casiers étant intervertis à la mi-dose pour atteindre une plus grande uniformité.

TABLEAU 1  
Données sur la récolte des abricots 'Canino'.

Date de cueillette	Essai	couleur de fond	Fermeté (lb) *	S. S. (%)
31/5/66	accélération de la maturation	291** vert	22,0	12,5
		277		
8/6/66	prolongation de la durée de conservation	277 vert clair	19,9	12,5
		322		
		277 vert clair	15,8	12,0
		322		
	216 jaune-vert	12,2	14,0	
	217			

\* - P. P. D. (5 %) = 1,0 lb

\*\* - le nombre correspondant au code des couleurs de Séguy (1936). Le premier chiffre indique la couleur dominante vert 291 277 322 217 216 jaune-vert.

Cinq répétitions de 24 fruits par traitement et par date d'observation ont été conservées à 20° C et examinées ensuite au 5<sup>e</sup>, 9<sup>e</sup> et 12<sup>e</sup> jour après la cueillette. Les propriétés suivantes des fruits ont été examinées :

fermeté, déterminée au pénétromètre de Magness Taylor (extrémité 7/16") (3); couleur de fond suivant le code des couleurs de SÉGUY (12), déterminée sur 30 fruits fermes, choisis au hasard parmi les cinq répétitions; sucres solubles (S. S.) obtenus au réfractomètre à main sur une partie aliquote du jus combiné de ces fruits (lorsqu'il n'y avait pas de jus à extraire, la pulpe des fruits était mélangée au mixeur et examinée telle quelle; dans ce cas, le fruit était considéré comme farineux); l'intensité de respiration des fruits traités avec 0,25, 50 et 200 krads fut mesurée par la quantité de CO<sub>2</sub> produite à 20° C sur trois répétitions supplémentaires de 20 fruits chacune. La première mesure était prise un jour après la cueillette et l'irradiation; la qualité de conservation des fruits était déterminée selon leur apparence extérieure, l'apparition de pourritures et l'état de la pulpe. (L'état de la pulpe était observé en coupant le fruit le long de la suture et défini comme saine ou pulpe avec brunissement interne léger, moyen ou fort.)

## B. Essai de prolongation de la durée de conservation.

Des abricots 'Canino' non traités avec 2,4,5-TP étaient cueillis en pleine saison à deux stades de maturation: vert clair et jaune-vert (tableau 1). Les fruits furent irradiés le jour de la cueillette, avec des doses de 25 et 200 krads, entreposés pour 3 et 4 semaines et examinés comme décrit au paragraphe A. La respiration des fruits était mesurée comme précédemment à 20° C, au moment de la sortie de la chambre froide.

## RÉSULTATS ET DISCUSSION

## A. Accélération de la maturation.

L'accélération de la maturation était indiquée par une respiration accrue, un ramollissement plus rapide et une coloration plus intense.

*Fermeté du fruit et S. S.* : Cinq jours après le traitement, les fruits irradiés étaient bien plus mous que les témoins correspondants, et le degré de ramollissement était directement proportionnel à la dose d'irradiation (fig. 1), comme il a été trouvé pour beaucoup de fruits après l'irradiation (7). Les fruits traités étaient plus mous que les fruits non traités tout au long de l'expé-

rience, mais la différence entre eux était moins marquée le neuvième jour, quand tous les fruits étaient déjà trop mous pour être commercialisés. Les fruits irradiés avec 200 krads étaient trop mous même cinq jours après la récolte.

Le pourcentage de S. S. n'a pas été influencé par des doses d'irradiation de 25-200 krads.

*Couleur de fond* : Les fruits irradiés, quelle que soit leur état de maturité, ont viré du vert-jaune au jaune-orange plus rapidement que les fruits non traités. Les doses élevées (100 et 200 krads) ont causé un changement légèrement plus rapide et plus intense. Des résul-

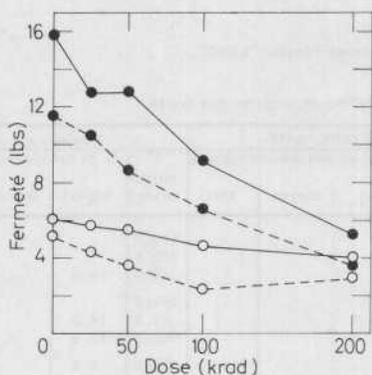


Figure 1- FERMETÉ DES ABRICOTS CANINO CONSERVES A 20°C APRES L'IRRADIATION.

- fruits verts après 5 jours
- fruits verts après 9 jours
- fruits vert clair après 5 jours
- fruits vert clair après 9 jours

tats similaires ont été rapportés par MERCIER et MAC QUEEN (9) avec d'autres variétés d'abricots irradiés avec des doses de 0 à 300 krads.

**Respiration :** La respiration des fruits a été influencée différemment par les rayons gamma suivant leur stade de maturation (fig. 2). Pour les fruits verts, récoltés 12 jours avant le maximum climactérique, on a constaté une différence nette entre témoins et fruits irradiés, mais toutes les doses appliquées quelles qu'elles soient ont causé une augmentation presque en même temps que pour les témoins. Les fruits vert clair, cueillis 8 jours avant leur phase climactérique, n'ont

pas été affectés par de faibles doses (20 et 50 krads), mais ont montré un accroissement considérable du taux respiratoire et un maximum climactérique immédiat lorsque irradiés avec 200 krads.

Les données ci-après se rapportent à des fruits récoltés et irradiés à deux stades de maturité situés avant le minimum climactérique. Pour des fruits plus mûrs, plus proches du maximum climactérique, l'action des radiations semble différente. Les résultats décrivant une influence plus marquée de l'irradiation quand elle est appliquée plus loin du maximum climactérique (10), ainsi que les données de MAXIE et NELSON (5) sur l'action de l'irradiation sur la respiration des abricots, se rapportent tous à des fruits traités après le minimum climactérique.

**Qualité des fruits :** Au cinquième jour après la récolte, tous les fruits, irradiés et non irradiés, étaient dans un état satisfaisant ou presque, sauf les fruits traités avec 200 krads qui étaient trop mous pour être commercialisés. Cependant, l'irradiation eut deux effets défavorables sur l'apparence extérieure : un pourcentage plus élevé de fruits blets d'une part et une peau fissurée surtout autour du pédoncule. Les deux types de dégâts furent particulièrement marqués au 12<sup>e</sup> jour, mais apparaissaient plus tôt et à cadence accélérée au fur et à mesure que des doses étaient plus élevées. Les fruits irradiés avaient un pourcentage plus grand de ces dégâts que les lots témoins (différence significative) et le pourcentage de fruits sains était réduit d'une manière significative à mesure que les doses étaient augmentées. Les fruits vert clair étaient plus sensibles

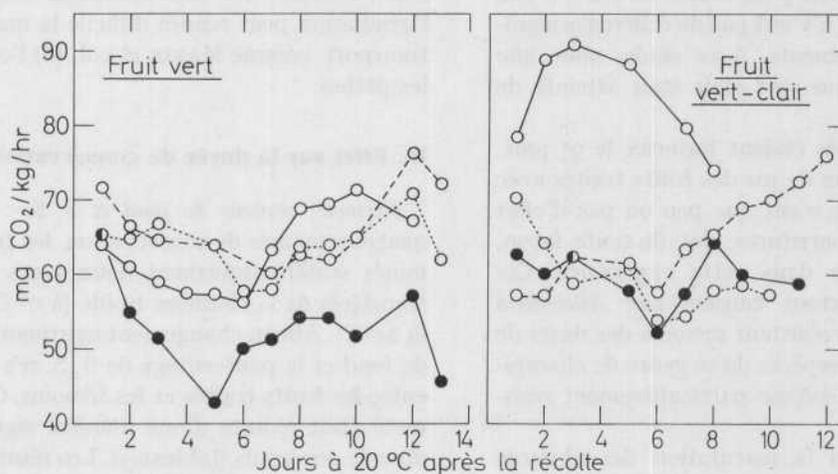


Figure 2- EFFET DES RADIATIONS SUR LA RESPIRATION DES ABRICOTS CANINO CUEILLIS A DEUX STADES DE MATURITE.

- témoin
- - -○ 25 krad
- .....○ 50 krad
- 200 krad

TABLEAU 11

Effet des radiations gamma sur la qualité de conservation des abricots 'Canino' à 20°C.

a - Apparence extérieure des fruits		b - Etat intérieur de la pulpe des fruits																
Radiation dose (krad)	Jours après la récolte	Fruits verts :				Fruits vert-clair				Fruits verts				Fruits vert-clair				
		% sains	% blets	% fissurés	% pourris	% sains	% blets	% fissurés	% pourris	% pulpe saine	% de brunissement interne			% pulpe saine	% de brunissement interne			
											léger	moyen	fort		léger	moyen	fort	
0	5	93.7	0.0	0.0	6.2	100.0	0.0	0.0	0.0	100.0					100.0			
	9	98.7	0.0	0.0	1.2	97.4	1.2	0.0	1.2	100.0					100.0			
	12	97.5	0.0	0.0	2.5	86.2	11.2	0.0	2.5	100.0					86.0	10.0	4.0	
25	5	100.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	100.0					100.0			
	9	93.7	**3.7	0.0	2.5	**84.9	11.2	0.0	3.7	94.0	6.0				83.2	16.7		
	12	**91.2	**6.2	**1.2	1.2	**61.2	**8.7	**15.0	5.1	96.0	4.0				**56.3	**25.6	9.0	9.0
50	5	93.7	0.0	0.0	6.2	88.8	2.5	0.0	8.7	100.0					98.0	2.0		
	9	97.5	**2.5	0.0	0.0	**73.7	**8.7	1.2	6.2	100.0					82.9	17.1		
	12	**73.7	**6.2	**4.9	*5.0	**36.2	**6.2	**23.7	*14.9	86.7	11.1	2.2			**56.0	**34.0	8.0	2.0
100	5	100.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	100.0					100.0			
	9	80.0	**8.7	**1.2	0.0	**74.9	**3.7	0.0	1.2	88.0	12.0				92.0	8.0		
	12	**77.4	**3.7	**4.9	3.7	**63.7	**3.7	**21.2	4.9	88.0	12.0				**63.1	**25.8	6.5	4.5
200	5	98.7	0.0	1.2	0.0	88.7	8.7	0.0	2.5	100.0					96.0	2.0	2.0	
	9	84.9	**6.2	**8.7	0.0	**69.9	**24.9	**13.7	4.9	94.0	6.0				96.0	4.0		
	12	**71.2	**1.2	**23.7	3.7	**56.2	**8.7	**23.7	6.2	**71.0	**24.7	4.0			**42.6	**25.1	14.0	13.0

NB. un total dépassant 100 p. cent est dû au fait que certains fruits étaient blets et fissurés ou fissurés et pourris en même temps.

\* - différence significative d'autres traitements à 5 %.

\*\* - différence significative du témoin à 1 %.

\*\* - différence significative du témoin à 1 %.

que les fruits verts (tableau 2 a) (différence significative).

L'irradiation avait aussi une action beaucoup plus marquée sur l'état intérieur de la pulpe des fruits vert clair que sur des fruits verts (tableau 2 b). Le brunissement interne des fruits verts irradiés était léger au 12<sup>e</sup> jour sauf pour les fruits irradiés avec 200 krads. Les fruits non traités ne présentaient pas de brunissement. Sur les fruits vert clair, le pourcentage et l'étendue du brunissement interne étaient relativement faibles du 9<sup>e</sup> jour, mais au 12<sup>e</sup> jour de conservation, ils augmentèrent pour toutes les doses d'une manière significative. Il n'y eut pas de différence significative entre les traitements. A ce stade, seule une infime partie des témoins vert clair était atteinte de brunissement interne.

Tous les fruits irradiés étaient farineux le 9<sup>e</sup> jour, et on ne pouvait extraire de jus des fruits traités avec 200 krads. L'irradiation n'eut que peu ou pas d'effet sur les incidences de pourritures, qui, de toute façon, furent peu nombreuses dans cette expérience. Ces pourritures étaient surtout causées par *Alternaria tenuis*, qui d'ailleurs est résistant même à des doses de 300 krads (1). D'autres espèces de ce genre de champignon ont été signalées comme particulièrement résistantes à l'irradiation.

L'irradiation accéléra la maturation des abricots 'Canino' au point que cinq jours après la cueillette, le fruit était plus mou et plus jaune et avait une respiration plus intense que les fruits non irradiés. Les

phénomènes défavorables qui ont accompagné cette accélération (ramollissement excessif, consistance farineuse, peau fissurée et brunissement interne) n'ont apparu que sur les fruits vert clair au 5<sup>e</sup> jour avec le dosage de 200 krads, et au 9<sup>e</sup> jour, sur ces fruits traités avec de plus faibles doses. Les fruits verts, avec une intensité respiratoire plus basse et une plus grande fermeté, étaient en meilleur état à toutes les doses. Douze jours après la cueillette, les signes internes et externes de la sénescence qui sont presque absents sur les fruits non irradiés deviennent marqués sur tous les fruits irradiés. Le ramollissement excessif causé par l'irradiation peut rendre difficile la manipulation et le transport, comme MAXIE et col. (8) l'ont montré pour les pêches.

## B. Effet sur la durée de conservation.

*Fermeté, couleur de fond et S. S.* : Après trois ou quatre semaines de conservation, les fruits furent examinés systématiquement deux jours après avoir été transférés de la chambre froide (à 0°C) au laboratoire (à 24°C). Aucun changement marquant dans la couleur de fond et le pourcentage de S. S. n'a pu être observé entre les fruits traités et les témoins. Cependant la fermeté était réduite d'une manière significative par la dose de 200 krads (tableau 3). Les résultats de MERCIER et MACQUEEN (9) signalant une fermeté plus élevée sur d'autres variétés d'abricots irradiés avec 100 et 200 krads et conservées durant trois semaines à 34° F

TABLEAU III

Effet des radiations gamma sur la fermeté des abricots 'Canino' après entreposage à 0°C (examinés après deux jours au laboratoire).

Etat de maturation	Fruits vert-clair			Fruits jaune-vert			P. P. D. (5 %)
	Dose (krad)	0	25	200	0	25	
Fermeté (lbs)							
à la récolte	15,8	-	-	12,2	-	-	1,0
après 3 semaines à 0°C	2,9	2,1	2,0	3,1	1,7	1,9	0,5
après 4 semaines à 0°C	3,1	3,8	1,9	2,8	2,3	2,0	0,5

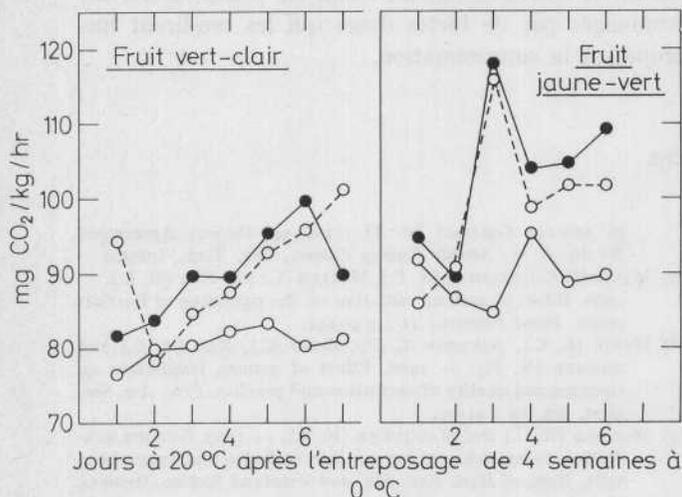


Figure 3 - RESPIRATION A 20°C D'ABRICOTS CANINO, IRRADIÉS APRES ENTREPOSAGE DE 4 SEMAINES A 0°C.

● —● témoin    ○ —○ 25 krad    ○ —○ 200 krad

(20°C) plus trois jours au laboratoire, n'ont pas été confirmés dans ce travail où la variété 'Canino' était conservée à 0°C, sauf dans un cas non expliqué, de fruit vert clair irradié à 25 krads.

**Respiration :** La respiration des fruits à 20°C, après trois et quatre semaines de conservation frigorifique, fut influencée par l'irradiation gamma, d'une manière différente de la respiration qui suivit immédiatement l'irradiation. La figure 3 présente les résultats de quatre

semaines. Aux deux stades de maturation, la dose de 25 krads n'a entraîné presque aucun changement par rapport aux fruits non traités. L'irradiation à 200 krads produisit un abaissement d'intensité respiratoire (contrairement à ce qui se produit immédiatement après l'irradiation).

L'action de l'irradiation gamma sur la production d'éthylène ne fut pas étudiée dans ce travail, mais il est possible que la combinaison d'une dose élevée (200 krads) et d'une conservation à 0°C ait un effet semblable à celui signalé par MAXIE et col. (7) pour les poires, inhibant la production d'éthylène dans les abricots en phase préclimactériques. Ces auteurs ont trouvé que des doses d'irradiation de 300 et 400 krads sur des poires préclimactériques ont causé un accroissement initial brusque dans la production d'éthylène, suivi d'une production réduite par rapport au témoin et aux fruits traités à des doses inférieures. Des phénomènes analogues pourraient expliquer l'accroissement de la respiration observé immédiatement après l'irradiation dans l'essai d'accélération de la maturation et sa réduction dans le cas des fruits conservés à 0°C pendant trois ou quatre semaines.

**Qualité des fruits :** L'irradiation n'améliora pas la qualité des fruits conservés et ne prolongea pas la durée de conservation des abricots 'Canino' quel que soit le stade de maturation avant le traitement (tableau 4, a et b). Des fruits irradiés à 25 krads se sont maintenus aussi bien que les témoins, mais pas mieux. Des fruits irradiés à 200 krads ont souffert de ramollissement excessif, de brunissement interne et étaient farineux. On n'a pas observé d'épiderme fissuré dans cet essai.

SALUNKE (II) et MERCIER et MACQUEEN (9) ont proposé de prolonger la durée de conservation des abricots en empêchant la pourriture à l'aide de radiations gamma. La qualité interne des fruits n'est pas détaillée dans ces travaux. Comme les abricots 'Canino' sont assez résistants aux pourritures, le contrôle

TABLEAU IV

Effet des radiations gamma sur la qualité de conservation d'abricots 'Canino' après 4 semaines de conservation à 0°C et 2 jours d'entreposage au laboratoire (à 27°C).

Dose (krad)	a - Apparence extérieure des fruits						b) Etat intérieur de la pulpe du fruit							
	Fruits vert-clair			Fruits jaune-vert			Fruits vert-clair			Fruits jaune-vert				
	% sains	% blets	% pourris	% sains	% blets	% pourris	pulpe saine	% de brunissement interne			pulpe saine	% de brunissement interne		
								léger	moyen	fort		léger	moyen	fort
0	89,9	10,1	0,0	66,7	33,3	0,0	81,6	9,0	7,6	1,7	73,6	10,5	5,4	10,4
25	90,8	8,0	0,9	82,2	16,2	1,5	86,7	10,4	0,0	2,8	68,6	17,4	8,8	5,0
200	28,3**	69,9**	1,7	43,6**	56,3**	0,0	14,1**	8,6**	15,1**	62,0**	18,7**	31,2**	19,7**	30,2**

\*\* - différence significative du témoin à 1 %.

\*\* - différence significative du témoin à 1 %.

de leur développement ne paraît pas être de première importance.

Malgré l'apparence extérieure satisfaisante des fruits irradiés après la conservation, l'irradiation à haute dose était préjudiciable à l'état interne des fruits, les rendant invendables.

Il est reconnu (1,10) que l'état de maturité auquel les fruits sont traités après le minimum climactérique est d'une importance capitale. Dans ce travail on a pu montrer que les fruits réagissent à une irradiation effectuée même avant le minimum climactérique, bien que l'effet fut différent de celui où les fruits furent

traités durant l'augmentation climactérique. Cependant, on n'a pas trouvé de corrélation entre les variations de la respiration résultant de l'irradiation et la qualité de conservation des fruits. Il semble que la maturation pouvait être quelque peu accélérée par l'irradiation gamma à faible dose avec des fruits vert clair. La conservation des fruits plus mûrs à 10° C ne pouvait être prolongée par une irradiation à haute dose. Bien qu'un tel traitement abaissât la respiration durant la conservation au froid, les fruits furent endommagés par de fortes doses qui les rendirent impropres à la consommation.

## REFERENCES

- (1) ABDEL-KADER (A. E.), MORRIS (L. L.) and MAXIE (E. C.). — 1964. The effect of gamma irradiation on the post-harvest behaviour of tomato fruits. In « Radiation Technology in Conjunction with Post-Harvest Procedures as a Means of Extending the Shelf-life of Fruits and Vegetables », p. 7-47. U. S. Atomic Energy Comm. Research Develop. Rept. N° UCD-34 P 80-2.
- (2) BIALE (J. B.). — 1960. Respiration of fruits. In « Handbuch der Pflanzenphysiologie » 12 (2) : 536-592 Springer, Berlin.
- (3) HALLER (M. H.). — 1941. Fruit pressure testers and their practical application U. S. D. A. Circ. N° 627.
- (4) LAPIDOT (M.), HARAM (S.), BAR-ON (I.), SATCHY (C.) and KAHAN (R. S.). — 1966. A versatile Cobalt-60 irradiation facility within a swimming-pool research reactor. *Food Irrad.* IAEA Vienna 1966 STI/TUB/127 : 755.
- (5) MAXIE (E. C.) and NELSON (K. E.). — 1959. Physiological effects of ionizing radiation on some deciduous fruits. *Univ. of Calif., Davis, Contract QMRF and E (Natick)*, N° 115, Final Rept. N° 2 Cited in « Preservation of Food by Low-Dose Ionizing Energy » 1961 U. S. Dept. of Commerce.
- (6) MAXIE (E. C.) and SOMMER (N. F.). — 1963. Radiation technology in conjunction with post-harvest procedures as a means of extending the shelf-life of fruits and vegetables Ann. Rept. p. 119-125 Contract N° At (11-1)-34. Project Agreement N° 80, U. S. Atomic Energy Comm., Div. Tech. Inform.
- (7) MAXIE (E. C.), SOMMER (N. F.), MULLER (C.) and RAE (H. L.). — 1966. Effect of gamma radiation on the ripening of Bartlett pears. *Plant Physiol.*, 41 : 437-442.
- (8) MAXIE (E. C.), JOHNSON (C. F.), BOYD (C.), RAE (H. L.) and SOMMER (N. F.). — 1966. Effect of gamma irradiation on ripening and quality of nectarines and peaches. *Proc. Am. Soc. Hort. Sci.* 89 : 91-99.
- (9) MERCIER (R. G.) and MACQUEEN (K. F.). — 1965. Gamma irradiation to extend post-harvest life of fruits and vegetables, 1965. *Rept. of Hort. Exp. Sta. and Vineland Station, Ontario, Canada*, p. 52-72.
- (10) ROMANI (R. J.), VAN KOOY (J.) and ROBINSON (B. J.). — 1961. Gamma irradiation of fruit — preliminary physiological studies. *Food Irrad.* 2 (2) : All-A 13.
- (11) SALUNKHE (D. K.). — 1961. Gamma radiation effects on fruits and vegetables. *Econ. Bot.* 15 : 28-56.
- (12) SÉGUY (E.). — 1936. « Code universel des couleurs. » Éd. Paul Lechevalier, libraire pour les Sciences naturelles, Paris, VI°.
- (13) SOMMER (N. E.), MAXIE (E. C.) and FORTLAGE (R. J.). — 1964. Quantitative dose — response of Prunus fruit decay fungi to gamma irradiation. *Rad. Bot.* 4 : 309-316.



Contre la moisissure des agrumes

**SUPER-PENTABOR N**



**S. A. BORAX FRANÇAIS, 8, rue de Lorraine, 78 - SAINT-GERMAIN-EN-LAYE**