

Effets de l'irradiation gamma des graines sur le comportement et la résistance à la sécheresse de l'arachide

J. GAUTREAU (1)

Résumé. — A la suite de travaux récents faisant état d'une amélioration très nette de résistance à la sécheresse obtenue sur orge et ray-grass après irradiation modérée des graines, trois lots de graines d'arachide, var. 55-437, ont été irradiés à différentes doses (1 500-16 800 r). Le comportement des plantes en serre sous deux types d'alimentation hydrique a été étudié. L'expérimentation a porté d'une part sur des plantes jeunes (1 mois) dont on a déterminé les poids secs, les surfaces foliaires, les longueurs de rameaux, la résistance à la chaleur, calculé les vitesses de croissance relative et les taux d'assimilation nette, d'autre part sur des plantes adultes (3 mois) dont on a étudié l'appareil végétatif, la floraison, la fructification et le rendement en gousses.

La comparaison avec des plantes témoins non irradiées a montré que les conséquences de l'irradiation étaient peu marquées : on a relevé quelques modifications de croissance et d'aspect, parfois transitoires et de sens variable selon les expériences, que l'alimentation en eau soit satisfaisante ou déficitaire. Ces changements légers n'ont induit aucune amélioration notable de résistance à la sécheresse. La résistance à la chaleur n'est pas modifiée ou très légèrement dans un sens défavorable. Il est possible que la variété utilisée soit peu radiosensible. Etant donné les résultats peu marquants obtenus, il est improbable que des conséquences notables se manifestent sur des variétés d'arachide relativement plus sensibles.

Mots clés : Arachide, Irradiation, Croissance, Résistance à la sécheresse, Résistance à la chaleur, Production de gousses.

I. — INTRODUCTION

Depuis les années 50, de nombreuses études ont été réalisées sur les possibilités d'amélioration des plantes grâce à l'action des radiations ionisantes. Les espoirs mis dans cette voie de recherche ont été plus ou moins concrétisés selon l'approche adoptée, les espèces étudiées, les caractères ou les aptitudes à améliorer, etc.

Un fort pourcentage de travaux de ce type ont été menés dans le domaine des mutations génétiques induites par des doses d'irradiation relativement élevées. On a trouvé très généralement dans les populations irradiées des espèces étudiées une augmentation sensible de la variabilité génétique en particulier sur mil, riz [1], arachide [1-7], avoine [3], soja [9], etc. Mais l'obtention de résultats pratiques est contrariée par le grand nombre de gènes intervenant dans les mutations provoquées et par le fait que la plupart d'entre elles sont souvent défavorables [9].

Depuis quelques années, des travaux ont été entrepris à partir de niveaux d'irradiation inférieurs au seuil de mutation génétique afin d'étudier les conséquences sous l'angle morphologique et physiologique et en tirer éventuellement des applications pratiques. C'est ainsi que des études récentes font état d'améliorations substantielles du comportement à la sécheresse d'espèces comme l'orge [4] et le ray-grass pérenne [6]. Pour ce faire, des doses d'irradiation modérées ont été utilisées : 1 200 r sur ray-grass, 3 000 r sur orge.

Dans cet ordre d'idée, il a été jugé intéressant de soumettre des graines d'arachide à des doses variables d'irradiation gamma afin d'en étudier les effets du double point de vue du comportement des plantes en culture et de leur résistance à la sécheresse, laquelle est d'actualité dans les pays de la zone sahélo-soudanienne.

II. — MATÉRIEL ET MÉTHODES

Les travaux réalisés à Bambey ont porté sur une seule variété, la 55-437 de type Spanish (cycle court de 90 jours) et cultivée dans le Nord-Sénégal. Deux lots

de graines à teneur en eau réduite (6 p. 100) et provenant des récoltes de Bambey et de Tivaouane 1972 et 1973 ont été utilisés.

Huit expériences ont été effectuées en deux ans dont quatre en 1973 et quatre en 1974. Les sept premières étaient de courte durée (3 semaines à 1 mois), seule la dernière a été poussée jusqu'à la récolte des gousses.

1. — Modes d'irradiation.

On a utilisé pour les expériences de 1973 des graines irradiées au laboratoire de génétique de l'ORSTOM à Bondy avec un appareil à rayons X fonctionnant sous 140 kV, 15 mA sans filtre. Les doses reçues ont été de 2 800 et 16 800 r (100 r/mn). Les irradiations suivantes ont eu lieu au C. E. N. de Cadarache avec une source au cobalt 60. Une première irradiation a été faite en novembre 1973 à des niveaux de 1 500 et 3 000 r (1 000 r/mn) sur des graines 1972, une deuxième a eu lieu sur un nouveau lot de graines (1973) en décembre 1973, 5 doses ont été appliquées : 1 000, 2 500, 5 000, 7 500, 10 000 r (A, B, C, D, E).

2. — Types d'expériences.

Les tests courts ont essentiellement pour but de caractériser l'aptitude des plants vis-à-vis de la sécheresse pendant la phase de croissance active des plantes, c'est-à-dire du semis jusqu'au 25-30^e jour. L'expérience de longue durée réalisée en 1974 permet de comparer la floraison, la fructification et le rendement en gousses des diverses catégories de plantes sous deux régimes hydriques différents.

a) Contrôles de croissance et comportement à la chaleur.

En ce qui concerne les essais de courte durée, on a eu recours à deux types de tests déjà utilisés classiquement à Bambey en vue de repérer les variétés les plus résistantes à la sécheresse et à la chaleur. Il s'agit du test de vitesse de croissance relative ou TCR et du test de résistance à la chaleur ou TRC [5]. Initialement des mesures portant sur l'activité de la catalase et les taux de photosynthèse et de respiration étaient prévues mais n'ont pu être réalisées.

(1) Ingénieur de recherches I. R. H. O.-I. S. R. A. Bambey (Sénégal).

Les TCR sont conduits en 2 phases ; à l'issue de la première qui dure une quinzaine de jours, le tiers des plantes est récolté afin de disposer d'une base initiale de mesures. Les plantes restantes pendant les 10 jours de la 2^e phase sont séparées en deux moitiés, l'une arrosée normalement (N), l'autre n'étant arrosée que lorsque la teneur en eau du sol est descendue au voisinage du point de flétrissement (S). Après la 2^e récolte, il est possible de calculer la vitesse de croissance relative moyenne (VCR) et le taux d'assimilation nette (TAN) à partir des poids secs et des surfaces foliaires déterminées à la fin de chaque phase [6]. Dans le cas présent on compare les caractéristiques des plantes irradiées à celles de plantes témoins non irradiées. La figure 1 montre l'ensemble du TCR 1974 III, avant la 1^{re} récolte (plantes de 14 jours).

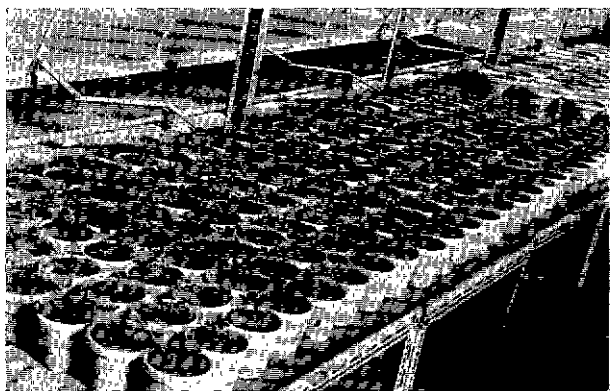


FIG. 1. — Test de croissance relative 1974 III, avant 1^{re} récolte.

Les tests de résistance à la chaleur permettent d'apprécier le comportement des plantes de 15-20 jours lorsqu'on les soumet à une température élevée pendant un temps donné et en atmosphère humide. Les dommages foliaires sont évalués au cours de deux examens, faits le lendemain et six jours après l'épreuve. On calcule ainsi une « résistance instantanée à la chaleur » basée sur le pourcentage de surface foliaire intacte et un « pouvoir de régénération » obtenu à partir de la proportion de feuilles nouvellement apparues en six jours.

Ces deux types d'expériences sont conduits simultanément soit en enceinte climatique, soit en serre. On utilise des pots en polyéthylène de 125 cm de diamètre, remplis de 1 300 g de terre sèche. Ce sol type « dior » est très sableux, sa teneur en eau à la capacité au champ est voisine de 9 p. 100 (humidité pondérale) et de 2 p. 100 au PFP. On sème une graine

prégermée par pot et on compte 8 à 10 répétitions par traitement. Les mesures de poids et de surface foliaire permettent l'interprétation statistique mais les valeurs de VCR et de TAN obtenues à partir de moyennes ne peuvent être comparées statistiquement. Les enseignements retirés de cette expérimentation ne s'appliquent évidemment qu'au premier tiers du cycle des plantes étudiées.

b) Expérimentation jusqu'à la récolte.

L'expérience de longue durée menée en 1974 est le complément de ce qui précède car elle permet de caractériser l'aptitude de plantes diversement irradiées à produire des gousses malgré une période de sécheresse artificielle placée au moment de la pleine floraison. A l'instar des TCR, la moitié des plantes subit une période de stress hydrique avec alternances de dessèchements jusqu'au voisinage du PFP et de réarrosages à la CC.

On utilise des pots en polyéthylène de 185 mm de diamètre contenant 4 kg de sol dior sec. Les plantes sont arrosées 2 ou parfois 3 fois par jour en ajustant jusqu'à complément à la CC. Les répétitions sont limitées à six étant donné le nombre important de traitements (6 catégories de plantes, 2 régimes d'alimentation hydrique). Le test compte ainsi 72 plantes. Une fumure NPK a été appliquée 20 jours après le semis. L'aspect d'ensemble des plantes quatre jours avant récolte apparaît dans la figure 2.

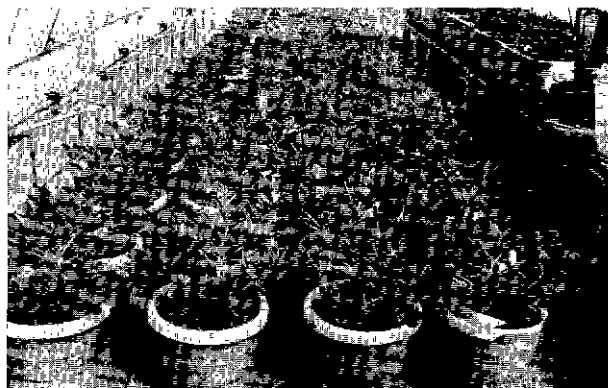


FIG. 2. — Vue d'ensemble du test 1974 IV Longue durée. Plantes de 88 jours.

3. — Caractéristiques principales des diverses expériences.

Le tableau I récapitule l'année de récolte des graines, les doses d'irradiation, les types de tests et leur numéro, les dates de réalisation.

TABLEAU I. — Chronologie de l'expérimentation

Année d'expérimentation	Année de récolte des graines	Doses d'irradiation (Kcr)	Types d'expérimentation	N° d'ordre	Dates de début et de fin
1973	1972	dose 1 : 2,8 dose 2 : 6,8	TCR	I	24/1-19/2
			TRC	II	31/1-27/2
			TCR	III	8/3-29/3
			TRC	IV	21/3-11/4
1974	1972	dose 1 : 1,5 dose 2 : 3,0	TCR	I	19/12-14/1
			TRC	II	19/12-9/1
	1973	doses A à E 1,0-2,5-5,0-7,5-10,0	TCR	III	18/1-11/2
			longue durée	IV	26/9-27/12

On note que la dose 1 de 1973 (2 800 r) est voisine de la dose 2 de 1974 (3 000 r) bien que les modes et les vitesses d'irradiation aient été différents (cf. § 1).

III. — RÉSULTATS ET DISCUSSION

Dans ce qui suit, sont présentés d'abord les résultats obtenus au cours des TCR et TRC, dans l'ordre : les 3 premiers TCR regroupés, le TCR 1974 III (5 doses d'irradiation), les 3 tests de résistance à la chaleur. L'expérimentation de longue durée (1974 IV) fait l'objet de la dernière partie de ce chapitre.

1. — Influence de l'irradiation sur le développement, la vitesse de croissance relative et le taux d'assimilation nette.

a) TCR 73 I et III, 74 I.

Les principaux résultats de mesure obtenus au cours des trois premiers tests sont récapitulés dans le tableau II. Aucune anomalie apparente de végétation due éventuellement à l'irradiation n'a été décelée. La croissance a été normale malgré des difficultés de levée imputables à l'âge des graines et à l'époque des tests. Les différences qui apparaissent sur les témoins d'un test à l'autre proviennent de la relative diversité des conditions d'expérience (âge des plantes, enceinte climatique ou serre, températures, etc.).

Les doses d'irradiation utilisées stimulent la croissance de la partie aérienne dans deux tests sur trois au cours des 15 premiers jours, mais il n'y a aucune influence sur les racines. Sur les plantes récoltées à 25 jours, on n'obtient des effets attribuables à

l'irradiation que lorsque l'alimentation hydrique est normale, encore ne relève-t-on rien de systématique, les résultats variant selon les tests et les doses. Quand les plantes sont placées en conditions de sécheresse, les valeurs relevées baissent sensiblement mais aucune différence n'apparaît entre les traitements.

En ce qui concerne la dynamique de la croissance, les traitements sont caractérisés par les rapports S/N de VCR et de TAN obtenus en conditions normales et de sécheresse, exprimés en p. 100. Les valeurs obtenues permettent de chiffrer les conséquences réelles du manque d'eau durant la 2^e phase des tests. Dans le tableau III, on n'a fait figurer que ces rapports calculés à partir des VCR et TAN ainsi que l'expression de ces rapports en p. 100 des témoins. Les valeurs inférieures à 100 traduisent un moins bon comportement, pour une dose et un paramètre donnés, que celui des témoins.

Les doses d'irradiation 1 500, 2 800 et 3 000 r ne conduisent pas à des rapports S/N supérieurs à ceux des témoins sauf pour la surface foliaire dans un test sur trois. Le niveau 16 800 r (dose 2 de 1973) amène des valeurs S/N inférieures de 15 à 20 p. 100 à celles des témoins dans le premier test et à peu près égales dans le deuxième. Les valeurs très élevées relatives à la SF au cours de ce 2^e test sont dues à la faiblesse anormale de la VCR en conditions N.

L'irradiation n'améliore pas le comportement à la sécheresse des plantes jeunes dans les conditions d'expérience. Les doses faibles, jusqu'à 3 000 r, auraient même un effet plutôt sensibilisateur. On note la variabilité des résultats obtenus selon les critères étudiés mais aussi selon les tests. Les différences constatées sont peu reproductibles et en tout cas mineures.

TABLEAU II. — Mensurations et poids secs moyens de plantes irradiées et témoins aux 15^e et 25^e jours dans des conditions hydriques normales (N) et déficitaires (S)

Traits	Doses gamma	Long. totale (cm)			PS partie aérienne (g)			Surface foliaire (cm)		
		73 I	73 III	74 I	73 I	73 III	74 I	73 I	73 III	74 I
R 1 (15 j)	Témoin	10,1 a	8,9 a	13,3 a	0,50 a	0,38 a	0,53 a	75 a	61 a	93 a
	Doses 1.....	12,9 b	14,0 b	12,1 a	0,63 b	0,48 b	0,59 a	90 b	76 ab	92 a
	Doses 2.....	14,1 b	13,4 b	14,3 a	0,68 b	0,52 b	0,60 a	102 c	86 b	99 a
R 2 N (25 j)	Témoin	18,7 a	12,7 a	13,7 a	1,32 a	0,99 a	1,22 a	198 a	106 a	128 a
	Doses 1.....	24,5 a	14,8 a	15,1 a	1,61 b	1,03 a	1,41 b	224 a	116 a	150 b
	Doses 2.....	22,7 a	12,2 a	15,6 a	1,55 b	0,97 a	1,37 b	224 a	99 a	152 b
R 2 S (25 j)	Témoin	14,5 a	11,2 a	11,6 a	0,93 a	0,66 a	0,81 a	134 a	83 a	111 a
	Doses 1.....	16,0 a	11,8 a	9,8 a	1,01 a	0,71 a	0,78 a	143 a	99 a	100 a
	Doses 2.....	13,1 a	11,5 a	11,8 a	1,01 a	0,76 a	0,86 a	136 a	99 a	111 a

Dans chaque colonne de 3 nombres, les moyennes suivies par une même lettre ne sont pas significativement différentes (test de Keuls).

TABLEAU III. — Rapports S/N des vitesses de croissance relatives (VCR) et des taux d'assimilation nette (TAN) entre le 15^e et le 25^e jour

		VCR (partie aérienne)			VCR (surface foliaire)			TAN (partie aérienne)		
		73 I	73 III	74 I	73 I	73 III	74 I	73 I	73 III	74 I
S/N p. 100	Témoin	63	56	50	59	55	55	64	52	44
	Doses 1.....	49	50	33	35	63	18	55	46	28
	Doses 2.....	49	59	41	49	100	28	50	53	39
S/N p. 100 de T	Doses 1.....	78	89	66	59	114	33	86	88	64
	Doses 2.....	78	105	82	83	182	51	78	102	89

b) TCR 74 III. 5 doses.

Au cours de cette expérience, les graines utilisées étaient irradiées depuis peu (6 semaines au lieu de 3 à 5 mois dans les tests précédents). Les résultats relatifs aux mensurations, les poids secs et les surfaces foliaires n'ont pas été reproduits car on ne relève que très peu de différences dues aux traitements : celles-ci concernent uniquement la surface de feuilles et la longueur des rameaux des plantes S. La corrélation entre les doses croissantes d'irradiation et les divers facteurs mesurés ont été systématiquement calculés. On ne relève que 2 coefficients significatifs sur 18, l'un concerne le PS de partie aérienne ($R = 0,996^{**}$) à l'issue de la 1^{re} phase R 1, l'autre la longueur de tige principale ($R = 0,89^*$) des plantes R 2 N. La plupart des autres coefficients sont négatifs. La relation entre le PS de partie aérienne et les doses est pratiquement linéaire mais la pente de la droite de régression est très faible ($b = 0,043$ cg/100 r) tandis que le PS des plantes témoins se situe entre ceux des doses 7 500 et 10 000 r.

Ces résultats confirment donc ceux du paragraphe précédent. La progressivité des doses permet de déceler souvent un effet dépressif léger.

Le traitement des semences s'est cependant manifesté d'une manière directe, visuelle au cours de la présente expérience : des anomalies de distribution chlorophyllienne sont apparues au bout de 7 à 8 jours sur certaines plantes irradiées. La figure 3 représente côte à côte une plante (B) normale et une plante (D) modifiée dont les folioles sont ponctuées ou panachées (âge : 15 jours). La figure 4 montre les mêmes symptômes 10 jours plus tard. Ces modifications sont assez classiques et sans doute transitoires, elles sont en rapport direct avec l'intensité d'irradiation reçue. On observe en effet les pourcentages suivants de plantes modifiées selon les doses :

Témoins non irradiés	1 000 (A)	2 500 (B)	5 000 (C)	7 500 (D)	10 000 (E)
0	0	8,3	16,7	16,7	21,8

Un dosage de chlorophylle (densité optique à 6 630 A rapportée à la surface foliaire) sur 3 plantes (B) normales et 3 plantes (E) modifiées ne montre qu'une faible différence : moy. (B) = 5,76 ($DO/SF \times 100$), moy. (E) = 5,48 ($DO/SF \times 100$).

Il s'agit plutôt d'une redistribution de la chlorophylle que d'une modification plus profonde affectant les quantités de pigment et donc les capacités de photosynthèse.

— Vitesses de croissance et taux d'assimilation nette.

Le tableau IV regroupe les valeurs des rapports S/N



FIG. 3. — T. C. R. 1974 III. Plantes de 15 jours. A gauche, plante panachée irradiée à 7 500 r (D), A droite, aspect normal, irradiation à 2 500 r (B).



FIG. 4. — Plante panachée et plante normale, à 25 jours.

pour les 5 doses d'irradiation, exprimés en fonction du témoin non irradié.

Les valeurs obtenues sont analogues aux précédentes : aucune tendance nette selon la progressivité des doses n'apparaît. Les coefficients de corrélation pour ces six séries sont très faibles ($-0,04$ à $0,42$). On observe cependant quelques valeurs supérieures aux témoins ce qui suggère que l'irradiation améliore dans une certaine mesure la résistance à la sécheresse de l'arachide à condition que le traitement soit récent, mais le fait qu'il n'existe aucune progressivité tempère cette assertion.

2. — Influence de l'irradiation sur le comportement à la chaleur.

La température de 60 °C utilisée au cours des 2 TRC de 1973 a provoqué la destruction totale des limbes foliaires sans tuer les plantes. Les feuilles nouvelles ont été dénombrées 12 jours après le passage à la chaleur (plantes de 27 jours). Les résultats indicatifs du tableau V-A renseignent sur la faculté de récupération. Celle-ci est meilleure chez les plantes non irradiées.

TABLEAU IV. — Rapports S/N relatifs aux VCR et TAN exprimés en p. 100 des témoins selon les doses d'irradiation

Doses	VCR (PA)	VCR (racines)	VCR (PA + SR)	VCR (feuilles)	TAN (PA)	TAN (PA + SR)
1 000 r	112	75	94	65	133	106
2 500 r	124	101	104	82	111	115
5 000 r	117	100	112	90	123	116
7 500 r	95	60	78	55	116	90
10 000 r	126	101	113	72	149	131

TABLEAU V. — Résultats des expériences de résistance à la chaleur

A. — TRC 1973 II, faculté de récupération après passage à 60 °C pendant 60 mn				
	Nombre de feuilles nouvelles	Nombre de rameaux n + 1 vivants	Nombre de plantes vivantes	p. 100 de plantes vivantes
Témoin	13	16	8	67
Dose 1	6	6	3	25
Dose 2	7	11	6	50

B. — TRC 1973 II, faculté d'endurcissement		
	p. 100 SF intacte au 27 ^e j	p. 100 SF intacte au 30 ^e j
Témoin	62 (100)	39 (100)
Dose 1	60 (97)	34 (87)
Dose 2	42 (68)	26 (67)

C. — TRC 1973 IV, faculté de récupération				
	Nombre moyen initial de feuilles (15 ^e j)	Nombre de rameaux n + 1 vivants au 23 ^e j	Nombre moyen de feuilles nouvelles au 23 ^e j	Nbre feuilles nouvelles / Nbre initial de feuilles
Témoin	7,0	1,7	2,4	0,35
Dose 1	6,8	1,2	1,8	0,26
Dose 2	7,2	1,8	2,9	0,40

D. — TRC 1974 II, résistance à la chaleur et pouvoir de régénération			
	p. 100 de SF intacte à J + 1 (15 ^e j)	p. 100 de SF intacte à J + 7 (22 ^e j)	Feuilles nouvelles en p. 100 de feuilles initiales
Témoin	73 (100)	3,1 (100)	31 (100)
Dose 1	66 (91)	3,0 (97)	29 (91)
Dose 2	64 (88)	2,3 (74)	36 (115)

L'expérience a été complétée par une phase d'« endurcissement » pratiquée sur 15 plantes de chaque catégorie qui ont été soumises à 50 °C pendant 30 mn au 21^e jour, puis à 60 °C pendant le même temps le lendemain, enfin à 60 °C pendant 1 h le 26^e jour. Les lésions observées aux 27^e et 30^e jours ont été relativement légères, ce qui traduit un endurcissement sensible. Les pourcentages de limbe intact rapportés à la surface foliaire initiale sont donnés dans la partie B du tableau V. Ce sont les plantes témoins qui subissent le moins de dommages. On remarque le mauvais comportement des plantes irradiées à 16 800 r (dose 2).

Bien que la durée d'exposition des plantes à 60 °C ait été réduite à 30 mn lors du TRC 73 IV, la totalité des limbes a été détruite comme précédemment. A l'issue d'une phase de régénération de 8 jours, on a relevé les données figurant au tableau V-C. Les différences obtenues sont faibles, mais dans ce cas c'est l'irradiation à 2 800 r qui conduit aux moins bons résultats tandis que les plantes irradiées à forte dose sont légèrement supérieures aux témoins.

La température de passage a été limitée à 50 °C pendant 1 h pour le 3^e et dernier test de résistance à la chaleur (TRC 1974 II) sur des plantes de 15 jours. Les dommages relevés le lendemain sont apparemment réduits, mais ils se sont beaucoup aggravés lors du 2^e comptage fait sept jours après le test (Tabl. V, D). Les différences qui apparaissent sont peu accentuées. Les irradiations à 1 500 et 3 000 r aboutiraient plutôt à une résistance légèrement moindre à la chaleur. Les

résultats sont en accord avec ceux relatifs à la dose 1 (2 800 r) des TRC de 1973 (Tabl. V, A-B-C).

Au total, l'irradiation des graines à des doses variant de 1 500 r à 16 800 r ne provoque aucune modification spectaculaire de l'aptitude des plantes à supporter une élévation brutale mais momentanée de la température. L'irradiation conduit au contraire à des dommages directs plus importants. On peut toutefois noter à l'actif de la dose élevée de 16 800 r une faculté de récupération quelque peu meilleure que celle du témoin au cours du TRC 1973 IV (Tabl. V, C) mais ce fait n'est pas confirmé lors du TRC 1973 II (Tabl. V, A).

3. — Incidence de l'irradiation sur des plantes poussées jusqu'à la récolte.

La période de sécheresse appliquée aux plantes S a duré 2 semaines et a débuté 39 jours après le semis, une fois la majeure partie de la floraison émise (cf. *Floraison* dans le § b de ce 3^e). Le manque d'eau s'est traduit par un retard de végétation et des nécroses de feuilles (Fig. 5).

a) Organes végétatifs.

Les modifications de distribution chlorophyllienne constatées au cours du TCR 1974 III ne sont pas apparues dans le cas présent : ou le phénomène n'est pas reproductible ce qui ne serait pas inhabituel dans le domaine de l'irradiation, ou il est transitoire et s'efface avec le temps (les graines ayant 9 mois de plus).



FIG. 5. — Effets de la sécheresse (plante de gauche).
Plantes non irradiées de 88 jours.

On a représenté dans la figure 6 les longueurs moyennes des différents rameaux mesurées à la récolte. La sécheresse réduit significativement les longueurs sauf pour la tige principale. On ne remarque aucune tendance nette des doses d'irradiation si ce n'est une légère réduction de longueur lorsque les doses s'accroissent. De fait, sept coefficients de corrélation sur huit sont négatifs et aucun n'atteint le seuil de signification.

On a regroupé dans la figure 7 les poids secs (PS) des différents organes. La sécheresse diminue significativement les poids des diverses parties. Au point de vue doses, le seul effet significatif est obtenu sur les racines des plantes N dont le PS à 7 500 et 10 000 r est inférieur à celui des plantes témoins. La corrélation PS racines-doses est négative et à la limite du seuil 0,05 ($R = -0,875$). Les autres coefficients sont négatifs et non significatifs. La figure 7 montre la tendance des poids secs à décroître lorsque les doses d'irradiation augmentent.

b) Organes reproducteurs.

— *Floraison.*

Les fleurs sont émises en 40 jours (20^e-60^e jours).

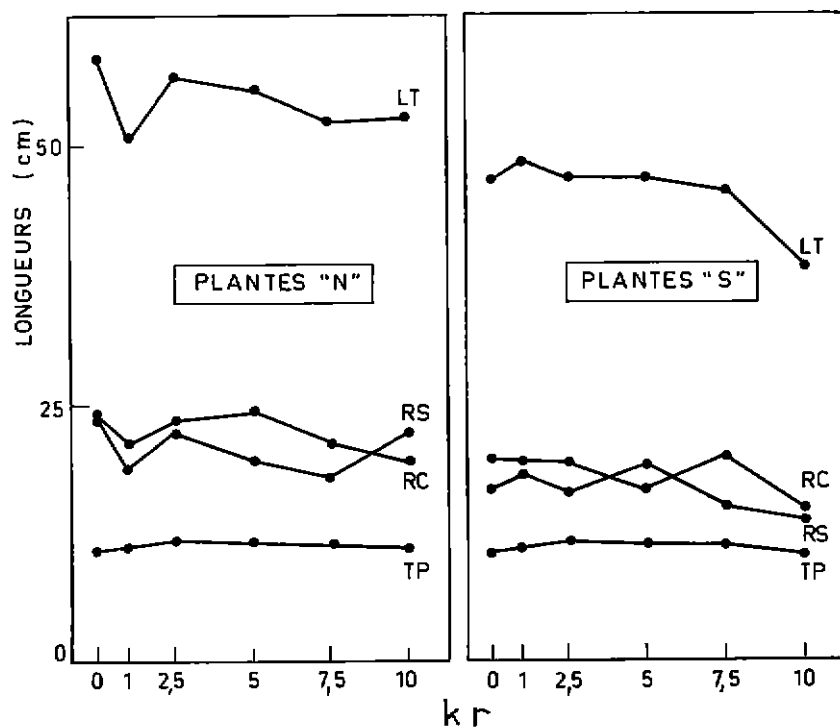


FIG. 6. — Longueurs des rameaux à la récolte.
TP : tige principale
RC : rameaux cotylédonaire
RS : rameaux secondaires
LT : longueur totale

Selon les traitements le total oscille entre 60 et 70 fleurs comme le montrent les graphiques de la figure 8. On note le peu d'influence du traitement de sécheresse sur la floraison car le stress hydrique n'intervient que lorsque la plus grande partie des fleurs a déjà été émise (de 64 à 80 p. 100 selon les situations). Pour certaines doses d'irradiation, telles que D et E, on observe une floraison plus importante en S qu'en N parce que les plantes S avaient émis plus de fleurs à la date d'application de la sécheresse. Si on égale à 100 la floraison totale des plantes témoins, on obtient les valeurs suivantes pour les différentes doses :

	T	A	B	C	D	E
N	100	98,7	92,6	89,6	83,7	73,8
S	100	96,0	102,3	94,2	99,7	88,7

Il y a décroissance légère du nombre de fleurs lorsque les doses augmentent. La corrélation floraison N-doses est négative et très significative ($r = 0,983^{**}$). En condition S, le coefficient est beaucoup plus faible ($r = -0,564$).

— *Floraisons cumulées selon les traitements.*

L'irradiation diminue donc la floraison totale chez les plantes bien alimentées en eau. La pente de la droite de régression est toutefois faible (—0,2 fleur pour 100 r) bien que très significative. Lorsqu'il y a sécheresse l'effet de l'irradiation est beaucoup moins net. Cette interaction a déjà été relevée à plusieurs reprises. Le coefficient de régression est alors 3,4 fois plus petit que dans le cas précédent.

— *Fructification.*

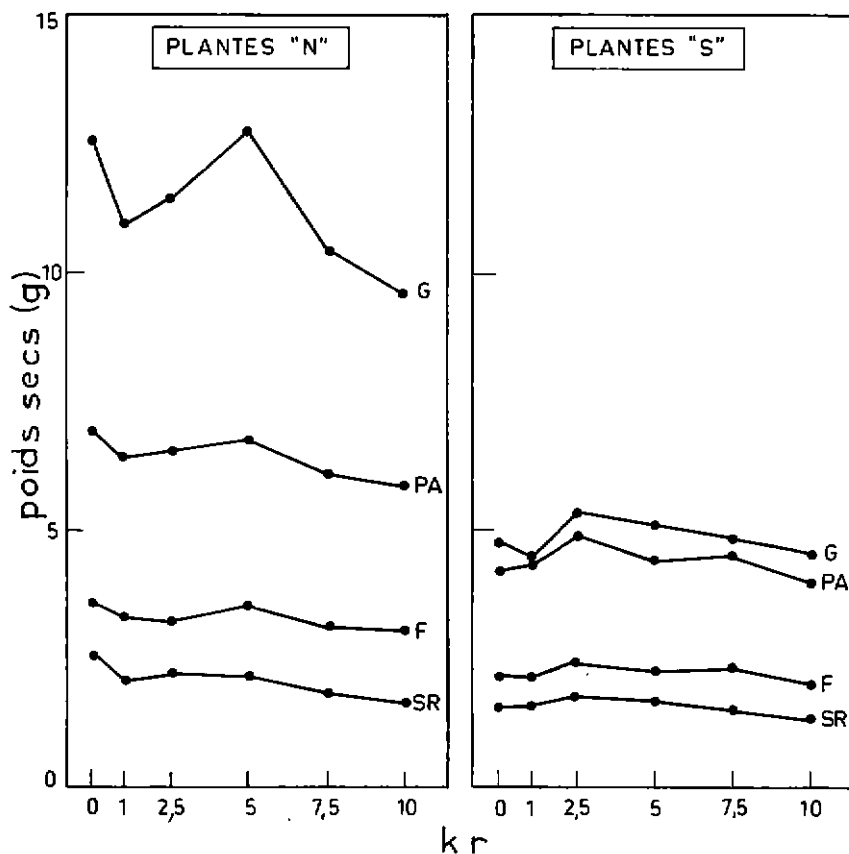
L'étude de la fructification dans l'optique de l'expérience consiste essentiellement à examiner les 4 rapports définis ci-dessous :

- 1) Taux de fertilisation = $\frac{\text{nombre de gynophores}}{\text{nombre de fleurs}}$
- 2) Taux d'utilisation des fleurs = $\frac{\text{nombre de gousses}}{\text{nombre de fleurs}}$
- 3) Taux de fructification = $\frac{\text{nombre de gousses}}{\text{nombre de gynophores}} = \frac{(2)}{(1)}$
- 4) Taux utile de fructification = $\frac{\text{nombre de gousses formées}}{\text{nombre de gynophores}}$

Chez les plantes N, le taux de fertilisation s'élève quelque peu avec les doses jusqu'à 7 500 r (corrélation positive ns). En conditions sèches, la tendance s'inverse : corrélation négative ns.

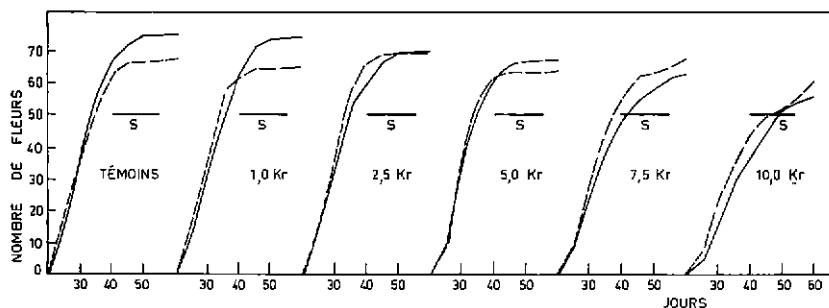
Les taux de fructification sont très élevés chez les plantes N (près de 1) et S (0,9). Là encore, il n'y a aucune progressivité selon les doses (R négatif ns).

Le taux de fructification utile constitue la donnée la plus intéressante car il ne tient compte que des gousses formées. Ainsi ses valeurs sont ramenées à 0,66-0,76 chez les plantes N et à 0,41-0,54 chez les plantes S. La sécheresse s'est donc traduite par un retard sensible dans la formation des gousses. La tendance selon les doses est peu nette en N (R négatif ns), quant aux plantes S, leur taux fléchit brusquement à 1 000 r puis augmente régulièrement ensuite, la dose extrême seule dépassant le témoin non irradié. Le coefficient de corrélation est hautement significatif ($R = 0,984$) ce qui laisse penser que le retard de formation et de maturation des gous-



▲ FIG. 7. — Poids secs à la récolte.

G : gousses
PA : partie aérienne
F : feuilles
SR : système racinaire.



◀ FIG. 8. — Floraisons cumulées des plantes N (—) et S (---)

Plantes N: $Y = -0,19 X + 75,5$
 $r = -0,983^{**}$
Plantes S: $Y = -0,056 X + 68$
 $r = -0,564$.

ses provoqué par le manque d'eau est compensé dans une certaine mesure par l'irradiation.

La sécheresse abaisse significativement le nombre de gousses mais non celui des gynophores. Les différentes doses sont équivalentes pour ces deux paramètres et dans les deux situations N et S. Par contre, il existe une corrélation négative et très significative chez les plantes S entre le nombre de gynophores et les niveaux d'irradiation, mais la pente de la droite de régression est très faible (moins de 0,04 gyn. par 100 r) ce qui explique l'absence de différence statistique entre doses.

c) Rendements en gousses.

Le tableau VI récapitule les données quantitatives et qualitatives du rendement en gousses : poids secs de gousses, rapports S/N, rapports gousses/PA + SR, rendement au décortiquage, poids de graines et maturité (On a représenté dans la figure 7 l'évolution des poids secs de gousses).

La sécheresse réduit le rendement en gousses de plus de 50 p. 100 dans tous les cas (seuil 1 p. 100). Aucune action significative des doses à l'intérieur de chaque série bien qu'en situation N les différences arithmé-

tiques soient assez fortes : 31 p. 100 entre T et E, 33 p. 100 entre C et E, mais la variabilité est forte : CV de 17 p. 100 pour N et de 14 p. 100 pour S. Les coefficients de corrélation sont négatifs et ns dans les 2 séries.

L'élévation des rapports S/N avec les doses provient d'une baisse plus rapide des poids de gousses en conditions N qu'en conditions S. Elle ne procure aucun avantage tangible.

Le rendement au décortiquage des plantes N irradiées est un peu meilleur que celui des plantes témoins. En conditions S la variabilité est élevée avec une pointe pour la dose 2 500 r. Dans les deux situations, il n'y a aucune liaison avec les doses. Il en résulte qu'il n'existe aucune différence statistique induite par des niveaux d'irradiation de 1 000 à 10 000 r sur les poids de graines totales et (ou) saines.

La somme des pourcentages de gousses mûres et incomplètement mûres sert à préciser le degré de maturité de la récolte. On admet que les gousses ont une maturité satisfaisante lorsque cette somme est égale ou supérieure à 70 p. 100. C'est le cas pour toutes les plantes N, mais aucune catégorie de plantes S n'approche de ce chiffre : la sécheresse provoque un

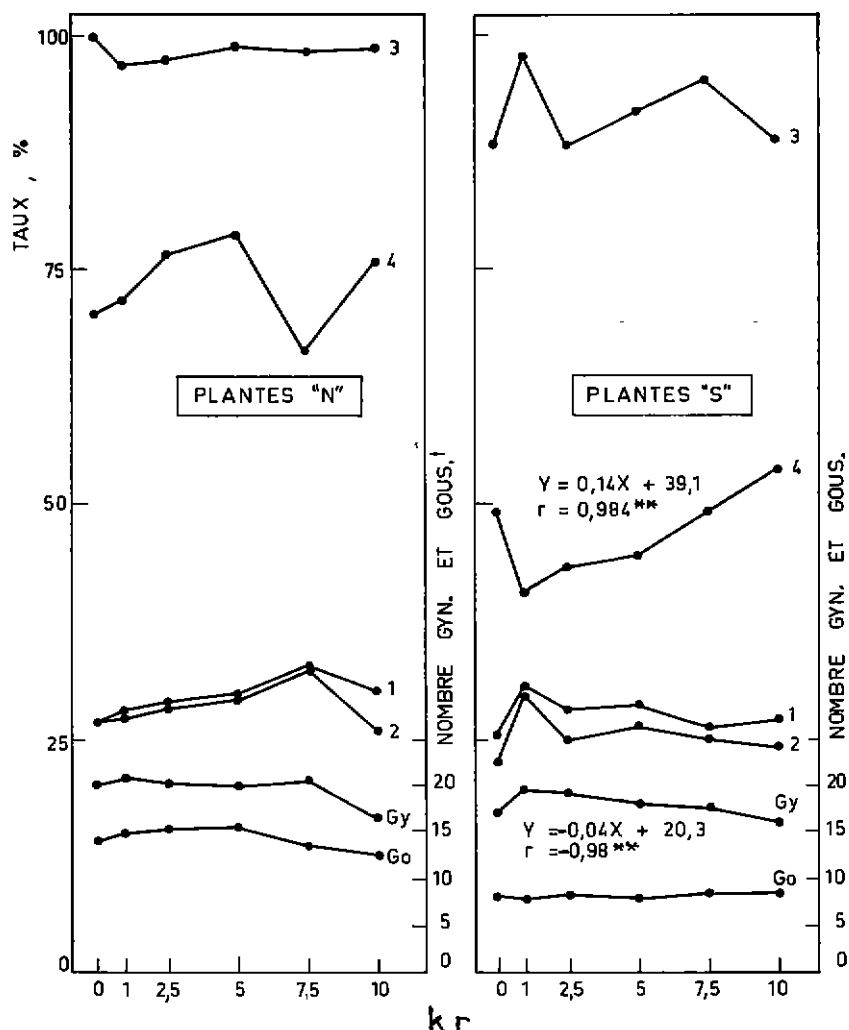


FIG. 9. — Rapports fleurs, gynophores, gousses. Nombres de gynophores et de gousses.
1 : Taux de fertilisation
2 : Taux d'utilisation des fleurs
3 : Taux de fructification
4 : Taux utile de fructification
Gy : gynophores
Go : gousses

retard sensible de formation et de maturation des fruits comme on l'a déjà vu plus haut. L'interprétation statistique de ces pourcentages après transformation angulaire montre qu'il n'existe aucune différence significative due aux doses d'irradiation quelle que soit l'alimentation hydrique. Les calculs de corrélation donnent des valeurs positives mais très en dessous du seuil de signification. On ne peut donc retenir qu'une certaine tendance des doses d'irradiation à améliorer la maturité surtout chez les plantes S ce qui contre-carre dans une certaine mesure les conséquences du manque d'eau ($r = 0,68$ pour S, $r = 0,27$ pour N). Un résultat analogue avait été obtenu à propos du taux de fructification utile (cf. § *Fructification* ci-dessus).

Les graines issues de chaque traitement ont été mises à germer en étuve pendant 38 h à 29 °C. On a obtenu 100 p. 100 de germination dans tous les cas.

TABLEAU VI. — Caractéristiques de récolte des plantes N et S

Doses variables	Eau	T	A	B	C	D	E
Poids sec gousses (g).	N	12,6	11,0	11,5	12,8	10,5	9,6
	S	4,8	4,5	5,4	5,2	4,9	4,6
S/N gousses × 100...	—	38,4 (100)	41,0 (107)	47,3 (123)	40,7 (107)	46,1 (120)	47,3 (123)
Poids sec (g)	N	1,31	1,27	1,29	1,41	1,30	1,27
PA + SR	S	0,81	0,74	0,80	0,83	0,78	0,84
Rdt au décortilage	N	71,9	74,5	74,0	72,4	72,8	74,4
(p. 100).....	S	73,5	64,0	77,1	68,4	65,3	70,1
PS de graines (g)....	N	8,0	7,6	7,8	8,4	7,1	6,7
	S	3,3	2,6	3,6	3,4	3,5	3,0
PS de graines saines..	N	7,4	7,2	7,2	8,0	6,7	6,1
	S	3,0	2,3	3,5	3,3	3,1	2,6
Maturité	N	75,9	73,4	76,3	83,9	71,9	80,3
	S	62,6	46,0	51,2	60,4	50,0	61,7

IV. — CONCLUSION

Les résultats pratiques issus de la présente expérimentation sont peu nombreux. Un éventail assez large de doses d'irradiation gamma a été utilisé mais les études n'ont porté que sur une seule variété dont le comportement est bien connu au Sénégal [6].

L'enseignement principal qui se dégage de ces travaux, c'est que, au moins dans les conditions expérimentales évoquées, l'irradiation des graines d'arachide ne provoque pas de modifications spectaculaires de comportement des plantes, que l'alimentation hydrique soit satisfaisante ou non. En effet, on ne peut

mettre le plus souvent en évidence que des tendances plutôt que des actions nettes, encore celles-là sont-elles variables ou transitoires selon les divers tests pratiqués.

Sur plantes jeunes, l'influence de l'irradiation sur la croissance, la vitesse de développement et le taux d'assimilation semblent dépendre, entre autres facteurs, du temps écoulé entre le traitement d'irradiation des graines et le semis. Les résultats varient avec les tests et les doses. Les effets observés ne sont jamais marqués. La seule manifestation visible consiste en un changement de distribution chlorophyllienne qui n'a affecté qu'une fraction restreinte des plantes et qu'on n'a pu reproduire par la suite.

Dans le domaine de la résistance à la chaleur, aucune amélioration imputable à l'irradiation n'a pu être mise en évidence sur plantes jeunes.

Sur plantes adultes, on ne relève pas non plus d'influence nette de l'irradiation comprise entre 1 000 et 10 000 r. On note plutôt une tendance à la régression des divers organes végétatifs et floraux lorsque les doses s'accroissent. Quant au rendement en gousses, l'irradiation n'a entraîné aucune amélioration significative quel que soit le régime hydrique pratiqué dans les conditions expérimentales.

Dans une certaine mesure, ce faible impact de l'irradiation est peut-être propre à la variété étudiée. A. Bilquez *et al.* ont signalé sur arachide des différences intervariétales notables de radiosensibilité [1]. D'après Bowen et Thick [2], le taux d'acide linoléique des graines serait un des facteurs éventuels de cette sensi-

bilité. Celle-ci serait d'autant plus grande que la teneur des acides gras des graines en acide linoléique serait plus faible. Or le taux de la variété hâtive 55-437 utilisée est presque deux fois plus élevé que celui de diverses variétés tardives comme 59-127, 28-206, 70-112. On devrait donc, pour être complet, étudier l'action de l'irradiation sur des variétés de cycle et de type différents. Toutefois, étant donné le peu d'ampleur des effets obtenus, il est improbable qu'on parvienne à des améliorations spectaculaires grâce à l'irradiation dans le domaine de la culture de l'arachide et de sa résistance à la sécheresse.

Remerciements : L'auteur tient à remercier ici MM. A. Bilquez du laboratoire de radiogénétique de l'ORSTOM à Bondy et P. Pereau-Leroy du laboratoire de radio-agronomie, C. E. N. de Cadarache, qui ont bien voulu se charger des irradiations de graines.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] BILQUEZ A. F., MAGNE C., MARTIN J. P. (1964). — Bilan de 6 années de recherches sur l'emploi des rayonnements ionisants pour l'amélioration des plantes au Sénégal : * *The use of induced mutations in plant breeding* . F. A. O. I. A. E. A., Rome 1964, p. 585-601.
- [2] BOWEN H. J. M., THICK J. (1961). — Effects of seed extracts on radiosensitivity. *Symposium on the effects of ionizing radiations on seeds*. I. A. E. A., p. 75-82.
- [3] FREY K. J. (1955). — Agronomic mutations in oats induced by X-ray treatment. *Agronomy journal*, 47, 5, p. 207-210.
- [4] GARG O. K., MISRA B. C., SINGH B. P. (1972). — Effects of pre-sowing exposure of seeds to gamma radiation on the drought resistance behaviour of barley plant. *Plant and soil*, 36, p. 39-45.
- [5] GAUTREAU J. P. (1966). — Recherches variétales sur la résistance à la sécheresse de l'arachide II. *Oléagineux*, 21, 12, p. 741-745.
- [6] GAUTREAU J. P. (1973). — Influence des facteurs climatiques sur la croissance et le développement d'une arachide hâtive. *Oléagineux*, 28, 12, p. 567-577.
- [7] GREGORY W. C. (1955). — X-ray breeding of peanuts. *Agronomy journal*, 47, 9, p. 396-399.
- [8] RAGAZZINI R., ROTINI O. T. (1974). — Irradiation with gamma rays and strong resistance of *Lolium perenne* against drought. *Agrochimica*, 18, (3), p. 217-221.
- [9] RAWLINGS J. O., HANWAY D. G., GARDNER C. O. (1958). — Variations in quantitative characters of soybeans after seed irradiation. *Agronomy journal*, 50, 9, p. 524-528.
- [10] WATSON D. J. (1952). — The physiological basis of variation in yield. *Adv. Agron.*, 4, p. 101-104.

SUMMARY

Effects of Gamma Irradiation of the seeds on the performance and drought resistance of groundnuts.

J. GAUTREAU, *Oléagineux*, 1976, 31, N° 3, p. 119-127.

Following recent work showing a very marked improvement in drought resistance in barley and ray-grass after moderate irradiation of the seeds, three lots of groundnut seeds, var. 55-437, were irradiated at different rates (1,500-16,800 r). The performance of the plants under glass with two types of watering was studied. The experiment concerned, firstly, young plants (1 month) whose dry weight, leaf surfaces, branch lengths and heat resistance were determined and whose relative growth rate and net rate of assimilation were calculated, and secondly, adult plants (3 months), in which the foliage, flowering, fruiting and pod yield were studied. The comparison with non-irradiated control plants showed that the effects of irradiation were not very marked; a few modifications in growth and appearance were noted, sometimes transitory and varying in sense according to the experiment, whether the water supply was satisfactory or deficient. These slight changes did not induce any notable improvement in drought resistance. There was little or no unfavourable modification in heat resistance. It is possible that the variety used is not very radio-sensitive. Given the rather modest results obtained, it is unlikely that there would be any very appreciable effects on relatively more sensitive groundnut varieties.

RESUMEN

Efectos de la irradiación gamma de las semillas en el comportamiento y en la resistencia a la sequía del maní.

J. GAUTREAU, *Oléagineux*, 1976, 31, N° 3, p. 119-127.

A consecuencia de los recientes trabajos que mencionan una mejora muy nítida de la resistencia a la sequía sobre cebada y ray-grass después de una irradiación moderada de las semillas, se irradió tres lotes de semillas de maní, var. 55-437, en diferentes dosis (1 500-16 800 r). Se estudió el comportamiento de las plantas en invernadero bajo dos tipos de alimentación hídrica. La experimentación se efectuó por una parte en plantas jóvenes (1 mes) con determinación del peso seco, de las superficies foliares, de la longitud de los ramos, de la resistencia al calor, y con cálculo de la velocidad de crecimiento relativa y de los porcentajes de asimilación neta, y por otra parte en plantas adultas (3 meses) en las que se estudió el aparato vegetativo, la florescencia, la fructificación y el rendimiento de vainas. La comparación con plantas textigo sin irradiar mostró que las consecuencias de la irradiación eran poco acentuadas: se señaló algunas modificaciones de crecimiento y aspecto, a veces transitorias y de sentido variable según las experiencias, tanto en el caso de un suministro de agua satisfactorio o deficitario. Estas leves variaciones no indujeron ninguna mejora notable de resistencia a la sequía. No hubo modificaciones de la resistencia al calor, o sólo eran muy leves y de sentido desfavorable. Puede ser que la variedad utilizada sea poco radiosensible. Considerando los resultados logrados que eran poco notables, hay poca probabilidad de que aparezcan consecuencias dignas de notar en variedades de maní relativamente más sensibles.

