

Résultats d'un essai de stimulation de croissance chez le radis par application de faibles doses de rayons X aux graines avant le semis

Par A. F. BILQUEZ
O.R.S.T.O.M., Paris.



Beaucoup d'auteurs ont signalé que l'application de faibles doses de radiations ionisantes à des graines ou à des plantules avait un effet stimulant sur la croissance et sur le développement ultérieur de ces plantes. MALDINEY et THOUVENIN indiquaient déjà en 1898 à l'Académie des Sciences de Paris, soit trois ans à peine après la découverte des rayons X par ROENTGEN, que l'application quotidienne de petites doses de rayons X à des graines de liseron (*Convolvulus arvensis*), de cresson alénois (*Lepidium sativum*), et de millet (*Panicum miliaceum*) semblait activer la germination de ces graines. MIEGE et COUPE (1914), SHULL et MITCHELL (1933), JOHNSON (1936), WORT (1941), SPARROW et GUNCKEL (1955), KOUZINE (1955), SPENCER et CABANILLAS (1956), ont trouvé que des plantes soumises à des doses faibles de radiations, ou issues de graines irradiées avec de petites doses, pouvaient acquérir une taille et une vigueur plus grandes que la normale.

HASKINS et MOORE (1935), ont trouvé que des plantes de « grape-fruits » provenant de graines irradiées étaient arrivées à fleurs plus vite que les plantes provenant de graines non irradiées.

SPARROW et GUNCKEL (1955) ont constaté qu'une plante hybride provenant du croisement *Nicotiana glauca* × *Nicotiana Langsdorffii*, et que l'on avait cultivée sous une irradiation continue de 15 roentgens par jour, avait fleuri beaucoup plus tôt que le témoin ou que n'importe laquelle des autres plantes hybrides cultivées sous d'autres doses de radiations.

SAX (1955) et SPENCER (1955) ont trouvé qu'il y avait, chez de nombreuses plantes bulbeuses (glaïeuls de différentes variétés, *Crocus speciosum*, *Hymenocallis calathina*, *Sternbergia lutea*, *Tritonia crocosmaeflora*, *Zephyranthes candida*) une avance de la floraison au cours de la première année de végétation, après l'irradiation des bulbes. Ce phénomène, toutefois, n'a pu être mis en évidence chez les autres espèces de plantes bulbeuses faisant partie des mêmes séries expérimentales, telles que *Allium albopilosum*, *Colchicum luteum*, *Lilium henryi*, *Lilium regale*, *Narcissus pseudo narcissus*, ou différentes sortes de tulipes.

Des résultats encore beaucoup plus contradictoires ont été obtenus au sujet de l'effet des radiations sur le rendement des récoltes. Le problème a été revu au cours de ces dernières années, principalement par BRESLAVETS (1946), KOUZINE (1955) et SAX (1955). Les chercheurs russes

ont, dans leur ensemble, obtenu des résultats qui sont nettement en faveur de l'action stimulante des radiations sur le rendement, ainsi qu'en témoignent les exemples cités par KOUZINE (1955) à la première Conférence Internationale de Genève sur l'utilisation pacifique de l'énergie atomique (Tableau I).

Il existe, en regard de ces faits, de nombreux exemples négatifs : les résultats fournis par le gigantesque programme d'expérimentation établi par le Département de l'Agriculture des Etats-Unis, en coopération avec les Stations Expérimentales de onze Etats, l'Université de Georgie et la Commission Américaine de l'Energie Atomique, constituent certainement l'échec le plus marquant enregistré dans le domaine de l'étude de l'action stimulante des radiations sur le rendement des récoltes.

Ce travail destiné à contrôler les répercussions possibles de l'emploi d'engrais radioactifs sur le rendement, comportait l'observation des effets produits par des doses différentes de trois substances radioactives (actinium, bromure de radium, nitrate d'uranyle) sur seize espèces différentes de plantes : maïs, blé, orge, avoine, trèfle, soja, haricot, betterave, navet, carotte, pomme de terre, épinard, tomate, coton, tabac, arachide.

Il ne fut observé, en aucun cas, de différences significatives entre le rendement des plantes cultivées sans engrais radio-actifs et celui des plantes ayant reçu de l'engrais radio-actif (ALEXANDER, 1950).

SPARROW et CHRISTENSEN (1950) n'ont pu, de même, trouver aucune différence de rendement chez des pommes de terre dont les tubercules avaient été irradiés avant la plantation. Ils ont constaté, cependant, que les graines récoltées sur les plantes provenant de tubercules ayant reçu des doses de rayons X de 18 à 75 roentgens avaient une germination nettement supérieure à celle des autres graines.

SAX (1955) ne trouva, lui non plus, aucune différence mathématiquement significative de rendement entre des plantes de betterave, de carotte, de chou, de navet et de salade provenant les unes de graines irradiées, les autres de plantes témoins, bien que certaines cultures, en particulier celles des choux et des salades, aient donné l'impression que les plantes provenant de graines irradiées étaient plus vigoureuses que les plantes témoins.

KOUZINE (1955) pense que les résultats contradictoires obtenus par les auteurs proviennent, pour une grande part, des différences qui peuvent exister d'une expérience à l'autre. Différences qui seraient dues au fait que nous connaissons encore trop insuffisamment la sensibilité exacte des différentes plantes à l'irradiation, et aussi l'influence possible du milieu extérieur sur cette sensibilité.

KOUZINE rappelle à ce propos que des résultats contradictoires ont été enregistrés parfois par le même auteur, travaillant avec le même matériel, dans des conditions apparemment identiques. C'est le cas de E. JOHNSON (1936-1948) qui a trouvé dans une expérience que les faibles doses de rayons X stimulaient la croissance de *Mesembryanthemum*, et qui ne put, par la suite, obtenir que des résultats négatifs. C'est aussi le cas de BOULD, NICHOLAS et THOMAS (1951) qui, ayant observé, au cours d'une de leurs expériences, une augmentation significative du poids de matière sèche chez l'orge, par adjonction au sol de certaines doses de phosphore radioactif, ne purent confirmer par la suite ce premier résultat.

MATÉRIEL ET MÉTHODES.

Des graines de radis appartenant à deux variétés commerciales : *Radis à forcer rond rose à bout blanc* (désigné dans nos expériences sous le N° 84) et *Radis à forcer demi-long rose à bout blanc, race de Dijon* (désigné dans nos expériences sous le N° 85) ont été irradiées avant leur semis à l'aide de rayons X non filtrés fournis par un appareil Majorix Philips fonctionnant sous 140 KV, 15 mA.

Les graines ont été placées à une distance de 25 cm du foyer émetteur de rayons X, ce qui correspond à un débit de 255 roentgens par minute.

La teneur en eau des graines au moment de leur irradiation était, pour chacune des deux variétés, de l'ordre de 8 %.

Les graines de chaque variété ont été divisées en 4 lots : l'un de ces lots a été conservé comme témoin, les trois autres ont été irradiés durant respectivement 3, 4 et 5 minutes. Ce qui correspond, pour chacun des trois lots, à des doses totales de 765, 1020 et 1275 roentgens.

On a comparé, dans une première expérience, les effets produits par les différentes doses sur chacune des deux variétés.

Le matériel irradié et le matériel témoin ont, dans cette première expérience, été semés sous châssis en essai comparatif, selon la disposition d'un essai bloc à 4 répétitions, avec distribution au hasard des parcelles à l'intérieur du bloc.

Une deuxième expérience a consisté à étudier l'effet produit par une dose donnée de radiations (765 r) sur la croissance des plantes de la variété 85 en fonction du temps. On a utilisé à cet effet un schéma par couples avec 4 répétitions et 3 dates d'arrachage successives.

La parcelle élémentaire était constituée, dans chacun des essais, par trois rangées de 1,20 m de long chacune.

Dans la première expérience, tous les radis existant sur la parcelle ont été récoltés, quel que soit le stade de leur croissance, et pesés. Les radis de chaque parcelle ont été ensuite triés de façon à déterminer le poids moyen des radis de valeur marchande fournis par chaque parcelle. Le tri des radis marchands a été effectué par un jardinier maraîcher.

Dans la deuxième expérience, seuls les radis de valeur marchande fournis par chaque parcelle ont été récoltés et pesés. On a pesé séparément les feuilles et les racines.

RÉSULTATS EXPÉRIMENTAUX.

Les résultats fournis par les différents essais sont rassemblés dans les tableaux 2 et 3.

Ces résultats ont été rapportés, pour la commodité de la lecture, au poids en grammes de 100 radis.

DISCUSSION DES RÉSULTATS.

Les résultats fournis par la deuxième expérience montrent indiscutablement que l'application d'une dose de rayons X de 765 roentgens aux graines de radis de la variété *demi-long rose à bout blanc, race de Dijon*, faite avant leur semis, produit une stimulation de la croissance des plantes issues de ces graines. Le phénomène se traduit par l'obtention de racines d'un poids moyen supérieur à celui des racines fournies par les plantes témoins du même âge, et ceci quel que soit l'âge considéré.

Cependant, la différence de poids entre les racines provenant des graines irradiées et celles provenant des graines témoins n'acquiert une valeur suffisante pour paraître mathématiquement significative, dans les conditions de l'expérience, qu'à partir d'un certain stade de croissance : le 3^e arrachage dans le cas considéré ($P < 0,05$).

Ceci permet de comprendre qu'une interprétation basée sur l'observation d'un seul essai puisse fournir à certains auteurs des résultats mathématiquement significatifs, et à d'autres auteurs des résultats non significatifs : cela dépend essentiellement du stade de croissance, ou peut-être de développement, atteint dans chaque expérience par le matériel récolté pour l'analyse mathématique.

ALEXANDER (1950) et SAX (1955) notent que, bien qu'ils n'aient pas observé dans leurs expériences de différences mathématiquement significatives entre matériel traité et matériel témoin, les chiffres sont, dans plusieurs cas, en faveur du matériel traité.

Peut-être ces différences fussent-elles devenues significatives si l'arrachage avait eu lieu un peu plus tôt ou un peu plus tard.

On remarquera que, dans le cas de notre expérience, la stimulation de croissance produite par l'irradiation des graines intéresse seulement le système racinaire. Le poids des feuilles des plantes issues de graines irradiées demeure sensiblement identique, dans chacun des essais, à celui des plantes provenant de graines témoins.

Ceci ne signifie nullement qu'il en soit de même chez toutes les espèces, ni même chez les radis à d'autres stades du développement des plantes.

Il est évidemment difficile de tirer des conclusions de nature physiologique avec aussi peu de résultats que nous en avons.

Rappelons que, selon GALSTON et SIEGEL (1954), la stimulation de croissance produite chez les plantes par de faibles doses de radiations, pourrait être la conséquence d'une activation de la synthèse des hormones de croissance par suite, en particulier, d'une réduction de la peroxydogenèse.

Les résultats de la première expérience nous indiquent que les deux variétés de radis mises en essais diffèrent nettement l'une de l'autre dans leur sensibilité vis-à-vis des radiations : il faut appliquer aux graines de la variété de *radis rond rose à bout blanc* une dose de rayons X de 1020 roentgens pour noter une stimulation de croissance. Il suffit d'appliquer une dose de rayons X de 725 roentgens aux graines de la variété de radis *demi long rose à bout blanc, race de Dijon* pour produire le même phénomène.

Ceci confirme les observations faites par les chercheurs russes qui avaient noté que la sensibilité vis-à-vis des radiations variait d'une variété à l'autre, à l'intérieur d'une même espèce.

D'où l'intérêt de ne travailler qu'avec du matériel biologiquement normalisé.

RÉSUMÉ.

1. Des études ont été entreprises en vue de vérifier dans quelle mesure l'application de faibles doses de rayons X à des graines de radis avant leur semis pouvait provoquer une stimulation ultérieure de la croissance des plantes issues de ces graines, et aboutir à l'obtention d'une augmentation de rendement.

2. Les résultats obtenus permettent de conclure qu'il y a bien une stimulation de la croissance des plantes, à la suite de l'application aux graines de certaines doses de radiations.

3. La stimulation de croissance se manifeste seulement sur le système racinaire. Elle n'intéresse pas le système foliaire.

4. La stimulation semble pouvoir être induite seulement par des doses bien précises, situées dans une marge assez étroite.

5. La sensibilité diffère d'une variété à l'autre au sein de la même espèce.

6. Les différences de poids entre matériel provenant de graines irradiées et matériel provenant de graines témoins non traitées ne deviennent mathématiquement significatives qu'à partir d'un stade déterminé de croissance ou de développement des plantes. Tout essai récolté en dehors de cette phase optimum ne permet pas de conclure mathématiquement, bien qu'il y ait indéniablement dans tous les cas une différence en faveur du matériel irradié, ainsi que le prouve la succession des résultats dans le temps.

TABLEAU 1.

Culture	Rendement en % du témoin non irradié	Mode d'application du rayonnement
Pois	110 à 121	Irradiation des graines avant le semis, soit à l'aide de R. X, soit à l'aide de rayons gamma émis par le Co 60.
Lentille	170	
Chou	119	
Radis	119	
Seigle	170	
Haricot	130	Trempage des graines avant leur semis dans des solutions de produits de fission radioactifs.
Luzerne	116 à 143	
Pois	86 à 116	
Vesce en grain	86 à 116	
Vesce en foin	113 à 124	
Navet	107 à 108	
Blé	91 à 132	
Avoine	91 à 120	
Pomme de terre (tubercules)	121 à 137	
Chou	113 à 138	
Betterave potagère	110 à 120	
Blé de printemps	133 à 135	
Avoine	123 à 133	
Trèfle et Fléole		
foin 1 ^{re} coupe	110 à 118	
regain	112 à 168	

TABLEAU 2.

Résultats de la 1^{re} expérience.

Résultats exprimés en produits marchands.

	1 ^{er} Bloc	2 ^e Bloc	3 ^e Bloc	4 ^e Bloc	Moyenne	Différence	P
<i>Variété n° 84</i>							
Témoin non irradié	482	573	600	410	516		
Dose 1 (765 r)	506	586	537	587	554	+ 38	0,60 > P > 0,50
Dose 2 (1020 r)	683	629	631	526	617	+101	0,05 > P > 0,02
Dose 3 (1275 r)	612	468	481	400	490	- 26	0,60 > P > 0,50
<i>Variété n° 85</i>							
Témoin non irradié	390	431	396	376	398		
Dose 1 (765 r)	527	441	460	403	457	+ 59	0,2 > P > 0,1
Dose 2 (1020 r)	395	392	386	400	393	- 5	P > 0,90
Dose 3 (1275 r)	400	361	428	404	398		
Dose 3 (1275 r)	400	361	428	404	398	0	

TABLEAU 3.

Résultats de la 2^e expérience : Matériel utilisé : Variété n° 85.

Dose d'irradiation : 765 r.

	1 ^{er} Rep	2 ^e Rep	3 ^e Rep	4 ^e Rep	Moyenne	Différence	P
<i>1^{er} Arrachage</i>							
Témoin feuilles	275	205	300	247	256		
R X feuilles	295	243	261	237	259	+ 3	0,9 > P > 0,8
Témoin racines	310	195	322	247	268		
R X racines	345	280	250	284	289	+21	0,6 > P > 0,5
<i>2^e Arrachage</i>							
Témoin feuilles	254	262	257	305	269		
R X feuilles	244	278	265	268	263	- 6	0,7 > P > 0,6
Témoin racines	388	355	395	368	376		
R X racines	416	513	415	428	443	+67	0,2 > P > 0,1
<i>3^e Arrachage</i>							
Témoin feuilles	317	402	362	480	390		
R X feuilles	385	372	407	372	384	- 6	0,9 > P > 0,8
Témoin racines	569	580	540	642	582		
R X racines	704	688	784	720	724	+ 142	0,5 > P > 0,02

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ALEXANDER L. T. 1950. — *Agron. Jour.* 42 : 252-255.
BOULD C., NICHOLAS J. D., THOMAS W. D. E. 1951. — *Nature* (London) 167 : 140-142.
BRESLAVETS 1946. — Acad. Sc. U.R.S.S., Moscou.
GALSTON A. W., SIEGEL S. M. 1954. — *Science* 120 : 1070-1071.
HASKINS C. P., MOORE C. N. 1935. — *Plant Physiology* 10 : 179-185.
JOHNSON E. L. 1936. — *Plant Physiology* 11 : 319-342.
JOHNSON E. L. 1948. — *Plant Physiology* 23 : 544-556.
KCUZINE 1955. — 1^{re} Conf. Int. sur l'utilisation de l'Energie Atomique à des fins pacifiques (Genève), vol. XII, 169-178.
MALDINEY, THOUVENIN. 1898. — *C. R. Ac. Sc.*, Paris.
MIÈGE et COUPE. 1914. — *C. R. Ac. Sc.*, Paris, 159, 4, 338.
SAX K. 1955. — *Amer. J. Bot.* 42 : 360-364.
SHULL C. A., MITCHELL J. W. 1933. — *Plant Physiology* 8 : 287-296.
SPARROW A. H., CHRISTENSEN E. 1950. — *Amer. J. Bot.* 37 : 667.
SPARROW A. H., GUNCKEL J. E. 1955. — 1^{re} Conf. Int. sur l'utilisation de l'Energie Atomique à des fins pacifiques (Genève), vol. XII, 52-59.
SPENCER J. L., CABANILLAS E. 1956. — *Amer. J. Bot.* 43 : 289-296.
SPENCER J. L. 1955. — *Amer. J. Bot.* 42 : 917-920.
WORT D. J. 1941. — *Plant Physiology* 18 : 373-383.
-