Comparaison de la variabilité de populations d'abricotiers issus de graines irradiées et non irradiées de même origine

Jean-Michel Legave, Gilbert Garcia, Jean Richarte, Gilles Le Fur

► To cite this version:

Jean-Michel Legave, Gilbert Garcia, Jean Richarte, Gilles Le Fur. Comparaison de la variabilité de populations d'abricotiers issus de graines irradiées et non irradiées de même origine. *Agronomie*, 1986, 5 (5), pp.445-453. hal-00884830

HAL Id: hal-00884830

<https://hal.science/hal-00884830>

Submitted on 1 Jan 1986

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Comparaison de la variabilité de populations d'abricotiers issus de graines irradiées et non irradiées de même origine

Jean-Michel LEGAVE

avec la collaboration technique de Gilbert GARCIA, Jean RICARTE & Gilles LE FUR

I.N.R.A., Laboratoire de recherches de la Chaire d'Arboriculture fruitière de l'E.N.S.A.M., F 34060 Montpellier Cedex

RÉSUMÉ

La variabilité d'abricotiers issus de graines irradiées à des doses croissantes d'un rayonnement gamma à faible débit de dose est comparée à celle d'une population témoin. Parmi les irradiés ont été observés, avec une fréquence non liée à la dose de traitement, quelques individus présentant un double phénotype et des individus plus nombreux à phénotype homogène mais « original » pour un ou plusieurs caractères par rapport à la variabilité phénotypique des témoins. Tous ces individus peuvent être considérés comme de présumés mutants. Pour une large majorité d'entre eux, la maturité des fruits est apparue relativement précoce par rapport à celle des témoins (aspect avantageux). Par contre, bien que dans une moindre mesure, beaucoup ont présenté une floraison précoce et/ou une faible productivité (aspects désavantageux). De même, à partir d'une dose de traitement à effet sublétal sur la germination (300 Gy), la vigueur et la productivité ont été excessivement diminuées pour presque tous les individus issus de ce traitement. Ces principaux résultats ainsi que diverses autres observations servent d'éléments de base à une discussion sur le problème du criblage de mutants en M1 dans le cas de graines d'arbres fruitiers, l'intérêt agronomique des résultats obtenus et la poursuite d'une telle étude.

Mots clés additionnels : *Mutations, rayons gamma, faible débit, abricots.*

SUMMARY

Comparison of the variability of apricot seedlings obtained from irradiated and non irradiated seeds of the same origin.

The variability of apricot seedlings obtained after increasing amounts of low intensity gamma-ray irradiation was compared with the variability of a control population. Some trees with a double phenotype and more numerous trees with homogeneous phenotype but « original » for one or several characters, compared with the variability of control seedlings, were observed among the irradiated seedlings with a frequency not connected with the amount of treatment. All these trees could be considered as supposed mutants. Most of them showed an earlier ripening time than control seedlings (favourable result). On the other hand many also showed an early blooming time and/or a low fruitfulness (unfavourable). In the same way vigour and fruitfulness were excessively low for most of the trees obtained after sublethal irradiation (300 Gy). These results, as well as other observations, have led us to discuss the problem of screening M1 mutants, the agronomical advantages of results and the continuation of such a study.

Additional key words : *Mutations, gamma rays, slow dose rate, apricots.*

I. INTRODUCTION

L'irradiation de graines comme moyen de création de nouveaux géniteurs ou cultivars n'a pratiquement pas été utilisée pour l'amélioration variétale des arbres fruitiers (BROERTJES & VAN HARTEN, 1978). Des raisons d'ordre méthodologique ne sont en effet pas favorables au choix des graines comme cibles d'un agent mutagène dans le cas des arbres fruitiers. Tout

d'abord, ce sont des plantes en général trop hautement hétérozygotes pour qu'il soit facile de reconnaître après traitement la part de variabilité d'une population revenant à la mutagenèse de celle résultant des recombinaisons génétiques. D'autre part, le nombre de mutations apparues en 1^{re} génération (M1) et capables de se transmettre dans des générations suivantes pourrait être très faible pour diverses raisons (élimination somatique en M1, non transmission gamétique...)

comme cela a été démontré pour le pétunia (CORNU, 1978). Il en découle que l'idée d'utiliser comme géniteurs de présumés mutants repérés en M1 pourrait être peu réaliste pour les arbres fruitiers dont la descendance d'un croisement ne dépasse pas très généralement quelques centaines d'individus (contrainte d'espace).

A ces raisons fondamentales on doit ajouter l'inconvénient pratique que peut représenter la durée de la période juvénile ainsi que celui de l'obtention de chimères, inconvénient également rencontré dans la technique classique d'irradiations de bourgeons.

Des irradiations à faible débit de graines d'abricotier ont cependant été réalisées en collaboration avec R. MARIE (Station d'Amélioration des Plantes de Montpellier). En effet, la plupart des cultivars européens d'abricotier sont relativement peu hétérozygotes du fait d'une autogamie préférentielle et de leur obtention par semis de hasard. Par conséquent l'effectif de la population témoin permettant d'estimer la variabilité d'arbres issus de graines non irradiées d'un même cultivar peut être relativement modeste. Inversement, on peut penser que l'hétérozygotie demeure suffisamment élevée pour que des mutations récessives puissent s'exprimer dès la M1, ces mutations représentant la quasi-totalité des mutations. D'autre part, d'un point de vue agronomique, on peut espérer sélectionner des cultivars dès la M1 compte tenu du fait que des irradiations à faible débit pourraient modifier le génome de chaque embryon sans en bouleverser les équilibres fondamentaux (DEMARLY, 1977) et dans la mesure où l'origine des graines traitées aura été bien « choisie ». Ce choix devra tenir compte des résultats par ailleurs obtenus à l'issue de l'important travail d'hybridation effectué par COURANJOU (1981). Ainsi dans l'attente d'un matériel de choix ces premières irradiations ont été entreprises avec une optique essentiellement prospective à 2 niveaux :

- au niveau méthodologique, en cherchant à préciser les limites des possibilités de criblage de mutants en M1 dans le cas d'une variété mère autogame préférentielle.

- au niveau agronomique, en précisant quels types de mutations pourraient s'exprimer en M1 et sous quelles formes (chimères).

II. MATÉRIELS ET MÉTHODES

A. Matériel végétal et traitement mutagène

Pour une étude préliminaire de radiosensibilité, des graines nous ont été fournies par un pépiniériste en tant que graines de « Canino » (cv. autogame préférentiel). Les jeunes abricotiers issus de cette étude ont été plantés au domaine I.N.R.A. de Fréjorgues, pendant l'hiver 1979, pour être observés à l'état adulte. Il est important de préciser pour l'interprétation des résultats que l'origine des graines n'est pas exactement connue (des hybridations naturelles n'étant pas à exclure).

Les caractéristiques du traitement mutagène ont été indiquées précédemment (LEGAVE, 1981). Rappelons

que 5 doses d'irradiation sont appliquées en 21 j à des lots égaux de graines dormantes (50, 100, 200, 300 et 400 Gy). Le débit moyen varie donc en fonction de la dose de traitement : environ 100 fois plus faible à la dose la plus faible (50 Gy) que le débit moyen couramment utilisé en mutagenèse de bourgeons (environ 10 Gy/h ; DECOURTYE & LANTIN, 1971). Le nombre d'arbres issus de chacun de ces traitements est d'autant plus élevé que la dose est plus faible, mais dépend aussi de pertes au cours de la stratification et de la germination (cas du traitement à 100 Gy). La population témoin est constituée d'un ensemble de plus de 100 arbres intercalés au hasard entre les arbres issus d'une irradiation, à raison d'un arbre témoin pour 4 irradiés sur un même rang (prise en compte d'éventuels effets « sol » ou « bordure »). Par ailleurs, l'abricotier étant une espèce particulièrement vulnérable d'un point de vue sanitaire, des précautions sont prises à ce sujet : taille réduite, protection des plaies, arrachage systématique des arbres dépérissants. Le pourcentage d'arbres perdus pour des raisons essentiellement sanitaires a évolué jusqu'en septembre 1983 dans des limites acceptables pour la poursuite de l'étude (mortalité < 10 p. 100) et sans relation avec l'origine des arbres.

B. Caractères étudiés

Divers aspects de la croissance et du développement végétatif font l'objet de mesures ou d'observations ponctuelles. Mais les notations portent essentiellement sur la floraison et la fructification.

1. Floraison

Des notations d'intensité et d'époque de la floraison sont effectuées pendant 4 années consécutives à la suite d'une 1^{re} initiation florale (2^e feuille après plantation).

2. Fructification

La 1^{re} fructification (4^e feuille après plantation) ainsi que celles des 2 années suivantes font l'objet de notations sur le terrain :

- détermination pour chaque arbre d'une date de maturité (jour où la majorité des fruits a atteint le stade de maturité de « consommation »). Afin de limiter l'imprécision de cette notation, le verger est suivi arbre par arbre pratiquement chaque jour ou tous les 2 j durant toute la période de récolte. Dans quelques cas, une date précise de maturité n'a pu être retenue en raison de son étalement marqué.

- Note d'abondance de la fructification et/ou une pesée de l'ensemble des fruits de chaque arbre.

- Notations diverses concernant l'importance des chutes de fruits, l'étalement de la maturité...

Un échantillon de fruits est prélevé sur tous les arbres considérés comme récoltables. Tous ces échantillons donnent lieu à un complément de notations au laboratoire : estimation du poids moyen par pesée de l'échantillon, description et qualités organoleptiques des fruits, notations diverses (fruits fendus, tachés...).

3. Croissance et développement végétatif

A la suite de la 1^{re} saison de croissance en verger, tous les arbres présentant à ce stade juvénile un phénotype « remarquable », y compris dans la population témoin, sont repérés afin d'établir d'éventuelles relations avec les caractéristiques des arbres à l'état adulte. Par la suite, les notations concernant l'appareil végétatif sont les suivantes :

- Observations ponctuelles sur l'époque du débourrement végétatif et le type de ramification.
- Notations de la taille et du port de l'arbre, de la forme et de l'époque de chute des feuilles.
- Mesures de la circonférence du tronc.

III. RÉSULTATS

Les résultats obtenus nous conduisent à distinguer 3 types de manifestation d'une modification de la variabilité naturelle à la suite des irradiations :

- L'existence d'individus à double phénotype, traduisant une modification partielle ou hétérogène du génotype initial (chimères).
- L'existence d'individus à phénotype homogène mais non observé dans la population témoin.
- Une répartition différente des fréquences des divers niveaux d'un caractère quantitatif entre une population d'irradiés et la population témoin.

Ce dernier type de manifestation se situe au niveau de la population alors que les deux premiers se situent au niveau individuel.

A. Manifestations au niveau individuel

1. Arbres ayant présenté un double phénotype

Trois arbres seulement ont montré jusqu'à présent un double phénotype d'une façon très nette, un tronc très court supportant 2 charpentières différant l'une de l'autre par leur phénotype :

- Dans un cas, pour la coloration des fruits principalement mais aussi pour leur saveur et leur sensibilité à l'oïdium ; une des charpentières portant essentiellement des fruits oranges très peu tachés de rouge, l'autre des fruits rouges vineux à chair plus orange, plus acide et sensibles à l'oïdium. Ce dernier phénotype n'a pas été observé dans la population témoin. L'ensemble de l'arbre s'est également caractérisé par une ramification annuelle acrotone, une forme et une coloration des feuilles particulières et non observées dans la population témoin (notamment un rougissement précoce et intense des feuilles en automne). En 1983, il s'est de plus distingué par une floraison sensiblement plus précoce que celle des arbres témoins les plus précoces, mais aussi par l'épanouissement très tardif (vers le 15 avril) de quelques fleurs présentant en outre des pétales anormalement grands et nombreux. Enfin en 1984 un décalage de maturité d'environ 5 j a été observé entre les 2 types de fruits. Il semble intéressant de souligner que cet arbre est issu d'une graine irradiée à une dose élevée (300 Gy) ayant eu un effet sublétal (LEGAVE, 1981).

— Dans deux autres cas, pour la date de maturité uniquement. Pour l'un de ces arbres issu d'une irradiation à 200 Gy, un décalage de maturité a été observé entre les fruits des 2 charpentières d'environ 1 semaine en 1983 et de 2 semaines en 1984 (conditions climatiques ayant favorisé la tardiveté ; fig. 1). Pour l'autre arbre, issu d'une irradiation à 50 Gy seulement, ce décalage a atteint environ 2 semaines tant en 1983 qu'en 1984. La maturité des fruits les plus tardifs a été relativement tardive puisqu'ils ont été récoltés à la même époque que ceux des témoins les plus tardifs. L'autre charpentièrre a par contre porté des fruits à maturité d'époque moyenne (fig. 7). Dans ce cas, il est assez probable que le génotype initial ait été modifié dans le sens de la tardiveté.

Pour ce même arbre il est intéressant d'indiquer que des graines prélevées en 1983 sur chacune des 2 charpentières ont présenté une germination de la radicule en stratification globalement plus tardive pour les graines des fruits les plus tardifs (test 2 $\bar{I}$ significatif à 0,01).

Trois autres arbres semblent également pouvoir présenter un double phénotype, un arbre pour l'époque de floraison et 2 pour la date de maturité dont un ayant présenté sur une charpentièrre des fruits très peu nombreux mais plus tardifs que les témoins les plus tardifs d'environ 1 semaine en 1983 et plus encore en 1984 (observation à confirmer ; fig. 7). Dans un autre travail concernant des irradiations de graines d'amandier, nous avons obtenu des résultats analogues pour l'époque de floraison (très net décalage de floraison entre 2 charpentières).

L'obtention d'arbres à double phénotype apparaît sans relation avec la dose de traitement et d'une fréquence très faible (de l'ordre de 1 p. 100).

2. Arbres à phénotype homogène non observé dans la population témoin

Dans toutes les populations d'irradiés ont été observés des arbres présentant un phénotype homogène et remarquable, souvent assez nettement, pour un ou parfois plusieurs caractères par rapport aux autres arbres du verger et notamment aux arbres de la population témoin. L'originalité de ces arbres a essentiellement porté sur la croissance et le développement végétatif, notamment le feuillage, mais aussi dans quelques cas sur la floraison et les caractères du fruit. Nous nous limiterons à en donner quelques exemples caractéristiques :

- Un arbre à débourrement végétatif très tardif, très nettement au-delà de l'époque de débourrement du témoin le plus tardif. Sa floraison très faible jusqu'en 1983 en raison de chutes de bourgeons, s'est également montrée nettement plus tardive que celle du témoin le plus tardif notamment en 1984 (pleine floraison au cours de la 1^{re} quinzaine d'avril ; ce qui est très tardif pour l'abricotier).

— Deux arbres ayant présenté une ramification annuelle nettement acrotone leur conférant un port érigé caractéristique.

— Trois arbres de taille réduite et de faible vigueur, remarquables par leur port très érigé dû à des angles de ramification très aigus (analogue au port pyramidal décrit chez le pêcher par MONET, 1983). Jusqu'à pré-

Figure 1

Echantillons de fruits prélevés en 1984 sur l'un des 2 arbres ayant présenté un net double phénotype pour l'époque de maturité (irradiation à 200 Gy) :

— à gauche, fruits les plus précoces récoltés à maturité le 2 juillet ;
— à droite, fruits les plus tardifs récoltés à la même date pour comparaison ; la différence de calibre atteste de l'importance du décalage de maturité (15 j) puisqu'à maturité les 2 types de fruits ont atteint le même calibre.

Samples of fruits taken in 1984 on one of 2 trees with an obvious double phenotype for ripening time :

— on the left, the earliest ripening fruits harvested on July 2 ;
— on the right, the latest ripening fruits at the same date. The obvious size difference between the 2 kinds of fruits express a 15-day difference of ripening time (same size at this stage).

sent ces arbres ont eu une mise à fleurs et à fruits très faible.

— Un arbre de taille réduite et de faible vigueur en liaison avec un faible allongement annuel des pousses terminales portant par contre un nombre relativement élevé de pousses anticipées courtes.

— Deux arbres nettement remarquables par la forme de leurs feuilles ; l'un par des limbes très ronds, l'autre au contraire par des limbes très allongés (fig. 2 ; caractère tout à fait original pour des feuilles d'abricotier).

En plus de ces principales caractéristiques, ces arbres ont présenté quelques autres particularités (sensibilité à l'oïdium, coloration pourpre des jeunes feuilles, adhérence du noyau ou défaut de nouaison...).

La fréquence de ces individus par rapport au nombre initial d'arbres issus d'une graine irradiée (406 individus) peut être estimée à environ 10 p. 100 compte tenu de la subjectivité de certaines notations qualitatives.

Comme dans le cas précédent, la fréquence de ces individus est apparue sans relation avec l'importance de la dose de traitement des graines. Par contre, il est intéressant de souligner qu'une très grande majorité de ces individus a présenté un phénotype remarquable dès la période juvénile.

B. Manifestations au niveau de la population

Ces résultats sont présentés pour chaque caractère sous forme d'histogrammes de pourcentages des indi-

vidus d'une population donnée par niveau du caractère étudié. Pour chaque population le nombre d'arbres considéré a pu varier en raison des dépérissements ou suivant la nature du caractère étudié.

1. Vigueur des arbres

Les irradiations aux doses les plus fortes (population 3-400 Gy) ont provoqué une nette diminution de la vigueur : cet effet est significatif au seuil de 0,05 par rapport à la population témoin d'après le test 2 $\hat{t}$ malgré le faible effectif de la population (fig. 3). Un plus faible pourcentage d'arbres vigoureux (classes V et IV) a été observé dans les populations 50, 100 et 200 Gy par rapport à la population témoin : cette différence apparaît particulièrement nette pour la population 100 Gy pour laquelle la répartition des arbres par classes de vigueur est également significativement différente de celle de la population témoin au seuil de 0,05 (fig. 3).

2. Rapidité de la mise à fruits

Les notations d'abondance de fleurs en 1981 et 1982 montrent que la durée de la période juvénile a été tout à fait comparable pour la population témoin et les populations 50, 100, 200 Gy.

Par contre, la population 3-400 Gy s'est caractérisée par une durée plus longue de la période juvénile : 55 p. 100 des arbres de cette population n'avaient pas encore fleuri en 1981 contre 29 p. 100 seulement pour la population témoin et 37 à 24 p. 100 pour les autres populations d'irradiés.

Figure 2

En haut, feuilles caractéristiques d'un abricotier témoin. En bas, feuilles de forme nettement différente tout à fait représentative de l'ensemble du feuillage d'un individu issu d'une irradiation à 200 Gy.

Above, typical control apricot leaves. Below, leaves very different in shape, quite representative of the foliage of an irradiated tree.

En 1982, le pourcentage d'arbres à mise à fleurs nulle a été pratiquement aussi faible dans toutes les populations, mais l'intensité de la floraison des individus florifères a été globalement plus faible pour la population 3-400 Gy que pour les autres populations notamment la population témoin (test 2 $\bar{I}$ significatif au seuil de 0,1 seulement ; fig. 4).

Figure 3

Répartition des individus de 3 populations selon 5 classes de circonférence du tronc à environ 10 cm du sol après 5 saisons de croissance : principales différences de vigueur observées (classe I : circonférence ≤ 20 cm ; classe V : > 50 cm).

Breakdown of trees of 3 populations into 5 trunk-girth groups after 5 years of growth (main results).

Figure 4

Répartition des individus des populations témoins et 3-400 Gy selon la note d'abondance de fleurs en 1982 (note 0 : floraison nulle ; notes 1 à 4 : assez faible à assez forte).

Breakdown of trees of control and 3-400 Gy populations into 5 flowering groups in 1982 (group 0 : no flowering).

Les pesées ou notations concernant la charge en fruits à maturité en 1982 et 1983 montrent d'autre part que la rapidité de la mise à fruits a été comparable pour la population témoin et les populations 50, 100, et 200 Gy. Toutefois les populations 100 et 200 Gy ont présenté en 1983, par rapport à la population témoin, une proportion relativement importante d'individus ayant porté un nombre nul ou très faible de fruits, bien que cette différence ne soit pas significative. Une remarque analogue peut être faite à partir des données de la récolte 1982 pour la population 200 Gy uniquement. La mise à fruits de la population 3-400 Gy est apparue par contre nettement plus lente que celle des autres populations, comme le montre par exemple la comparaison de l'allure des histogrammes 3-400 Gy et témoin pour l'année 1983 (fig. 5 ; différence de répartition hautement significative).

Par ailleurs les individus « remarquables », y compris les arbres à net double phénotype, dont il a été précédemment question, ont été regroupés en une population qui a présenté en 1982 une mise à fruits sensiblement moins rapide que celle de la population témoin (différence de répartition significative à 0,05). En 1983 la répartition par classes n'est pas apparue significativement différente entre ces 2 populations, mais la proportion « d'individus remarquables » non ou très peu fructifères (classe I) a été relativement élevée (fig. 5). D'autre part, on peut noter que ces individus se sont schématiquement répartis en 2 groupes : arbres à mise à fruits lente (classes I et II), arbres à mise à fruits rapide (classes IV et V) ; la classe III

Figure 5

Répartition des individus de 3 populations selon 5 classes de charge en fruits : principales différences observées en 1983 (classe I : aucun fruit ou moins d'1 kg ; classe V : environ 15 kg ou plus).

Breakdown of trees of 3 populations into 5 fruitfulness groups : main results in 1983 (group I : less than 1 kg).

étant relativement peu représentée. Cette répartition semble en relation avec l'importance de la dose de traitement des graines : les données du tableau 1 suggèrent en effet que plus la dose a été forte, plus la proportion d'individus à mise à fruits lente a été élevée (différence significative entre les traitements 50 et 200 Gy ; observation analogue en 1982).

3. Epoque de floraison

Le classement des individus suivant la précocité de la floraison à partir des notations phénologiques n'a pas révélé de différences significatives de répartition entre la population témoin et les diverses populations d'irradiés, quelle qu'ait été la dose de traitement, sur la période 1981-1984, bien que ces années aient présenté des caractéristiques climatiques différentes au cours de la période de floraison. Toutefois, les individus les plus tardifs ont toujours été des arbres issus d'irradiations, quelques-uns ayant fait partie de ce groupe chaque année depuis leur 1^{re} floraison. C'est le cas notamment de l'individu à débourrement et floraison très tardifs que nous avons classé, pour cette raison, dans la population rassemblant les « individus à phénotype remarquable » (voir précédemment). En ce qui concerne l'ensemble des individus de cette population, il est intéressant d'indiquer qu'une proportion relativement importante d'entre eux a présenté par contre une floraison précoce par rapport à la population témoin quelle que soit l'année d'observation. La figure 6 montre l'importance de cette différence pour l'année 1982, la répartition par classes de précocité étant significativement différente au seuil de 0,05 entre ces 2 populations.

4. Epoque de maturité des fruits

La période de récolte s'étendant du premier au dernier arbre récolté (témoin ou irradié) a été subdivisée en classes d'époque de maturité couvrant 6 ou 7 j pour les 3 années de récolte. La période de récolte a été plus ou moins longue suivant l'année mais surtout plus ou moins précoce : la maturité ayant été relativement précoce en 1982 et relativement tardive en 1984. Malgré ces différences très probablement liées aux conditions climatiques de ces 3 années, des observations analogues peuvent être dégagées des résultats de chacune des 3 années :

— Tout d'abord la répartition par classes de matu-

TABLEAU 1

Répartition des individus à phénotypes « remarquables », y compris les arbres à double phénotype, suivant l'importance de leur charge en fruits en 1983 et la dose de traitement dont ils sont issus.

Breakdown of trees with striking or double phenotype into fruitfulness groups in 1983, in relation to irradiation dose.

Dose de traitement en Gy	Classe de charge en fruits				
	I	II	III	IV	V
50	2	6	1	1	7
100	3	3	0	1	1
200	7	1	1	2	1
3-400	2	1	1	0	0

Figure 6

Répartition des individus des populations témoin et « individus remarquables » selon 5 classes de précocité de la floraison en 1982 (classes I à V : « précoce » à « tardive »).

Breakdown of trees of control and presumed mutant populations into flowering-time groups in 1982 (groups I to V : « early » to « late » flowering).

rité des individus de la population témoin a présenté une plus grande dispersion vers la précocité que vers la tardiveté comme le montre l'histogramme de la population témoin en 1983 (fig. 7).

— La comparaison de l'histogramme de la population témoin à celui de l'ensemble des individus issus d'irradiations suggère que cette tendance naturelle a été légèrement amplifiée par le traitement mutagène considéré sans distinction de la dose de traitement.

Par exemple en 1983 les classes I et II (maturité précoce) ont regroupé environ 17 p. 100 des irradiés contre 11 p. 100 des témoins. Les histogrammes témoin et « irradiés toutes doses » ne présentent pas cependant une allure significativement différente (fig. 7).

— La comparaison de l'histogramme de la population témoin aux histogrammes des différentes populations d'irradiés suivant la dose de traitement fait apparaître des différences de répartition plus ou moins marquées (mais en aucun cas significatives au seuil de 0,05). Ainsi en 1983 la répartition par classes des individus de la population 100 Gy a été comparable à celle de la population témoin alors que, comme le montre la figure 7, la répartition des individus de la population 50 Gy a présenté une sensible accentuation de la dispersion vers la précocité observée pour la population témoin : environ 22 p. 100 des individus en classes I et II et seulement 3 p. 100 en classe V (maturité tardive) contre respectivement environ 11 et 7 p. 100 pour les témoins.

— Une fréquence légèrement plus élevée d'individus à maturité précoce parmi l'ensemble des irradiés ou certaines populations d'irradiés s'explique par le fait qu'une grande majorité des « individus remarquables » a présenté une maturité précoce. La figure 7 met nettement en évidence ce résultat pour l'année 1983 puisqu'environ 65 p. 100 de ces individus se sont

Figure 7

Répartition des individus de 4 populations selon 5 classes de maturité des fruits : principales différences observées en 1983 (classes I à V : « précoce » à « tardive »).

(1) : arbre ayant nettement présenté 2 époques de maturité (même observation en 1984).

(2) : autre arbre ayant présenté un décalage de maturité plus important (en 1984 également) mais observation à confirmer.

Breakdown of trees of 4 populations into 5 ripening-time groups : main results in 1983 (groups I to V : « early » to « late »).

(1) : tree with an obvious double phenotype (also in 1984).

(2) : same observation to be confirmed.

situés en classes I et II, la différence d'allure entre l'histogramme de cette population et celui de la population témoin étant hautement significative.

IV. DISCUSSION ET CONCLUSION

A. Criblage de « mutants » dans la M1 étudiée

Il s'agit du principal problème fondamental posé par ce travail comme nous l'avons évoqué en introduction. L'observation d'individus à double phénotype confirme que des mutations peuvent s'exprimer dès la M1. Dans le cas, semble-t-il assez rare, de ces arbres, se pose le problème de savoir quelle partie de l'arbre exprime la ou les mutations (*) : une réponse ne peut être apportée qu'en termes de probabilité. Ainsi pour l'un des arbres ayant présenté un double phénotype pour l'époque de maturité, l'interprétation la plus probable est que le génotype initial a été muté (*) dans le sens d'une plus grande tardiveté de l'époque de maturité (voir résultats). Quant à l'arbre ayant présenté un double phénotype pour la coloration des fruits, il est encore plus probable que le génotype initial a été muté dans le sens d'une plus

(*) Les termes « mutations » ou « muter » sont employés dans un sens très général englobant de possibles manifestations de pléiotropie.

grande coloration des fruits, c'est-à-dire des fruits rouges à chair plus orange puisqu'aucun arbre témoin n'a porté de fruits aussi colorés. Pour une raison analogue, il est assez probable que le génotype initial a été conjointement muté dans le sens d'une plus grande sensibilité à l'oïdium. Par ailleurs l'originalité de cet arbre pour d'autres caractères conduit à penser que se sont produites d'autres mutations le concernant dans son ensemble.

Dans le cas plus fréquent des arbres dits à « phénotype remarquable », un autre problème se pose : celui de savoir si la variabilité observée dans la population témoin a été bien représentative de celle du lot de graines initial, et ceci d'autant plus que leur origine exacte n'est pas connue. Pour tous les arbres dont le phénotype est apparu très nettement original pour un ou plusieurs caractères, on a de fortes raisons de croire à une influence déterminante du traitement mutagène, surtout lorsque cette originalité a porté sur des aspects dont on sait qu'ils correspondent à des mutations chez des espèces fruitières particulièrement étudiées comme le pommier ou le pêcher. C'est le cas notamment de particularités concernant le feuillage, la vigueur, la ramification ou le port de l'arbre (DECOURTYE & LANTIN, 1971 ; MONET, 1983).

Dans l'analyse des résultats au niveau de la population, les individus pour lesquels l'originalité du phénotype nous a semblé suffisamment nette ont été regroupés avec les rares individus à double phénotype, constituant ainsi une population de présumés mutants. Cet ensemble d'individus s'est caractérisé par rapport à la population témoin par une répartition par classes originale pour 3 caractères quantitatifs essentiels :

- La rapidité de la mise à fruits ; la majeure partie de ces individus ayant présenté une mise à fruits lente.

- L'époque de floraison ; la répartition pour ce caractère a été significativement différente de celle de la population témoin, la fréquence d'individus à floraison précoce ayant été plus élevée parmi ces présumés mutants.

- L'époque de maturité ; la répartition pour ce caractère a été très différente de celle de la population témoin (hautement significative), puisqu'une large majorité de ces présumés mutants a présenté une maturité précoce.

On peut interpréter ces observations de 2 façons différentes :

- Soit certains génotypes ont été plus propices que d'autres à l'expression de diverses mutations en M1 du fait d'une plus grande hétérozygotie ou instabilité.

- Soit des mutations induisant une lenteur ou une diminution de la mise à fruits, une plus grande précocité de la floraison ou de la maturité, ont accompagné, pour beaucoup de ces présumés mutants, diverses autres mutations à l'origine du caractère remarquable de ces individus.

Cette 2^e interprétation semble la plus probable puisque des mutations défavorables à la mise à fruits ou modifiant la précocité de floraison ou de maturité ont été mises en évidence d'une façon très nette pour certains individus (arbres très peu productifs de la population 3-400 Gy, arbre remarquable par sa floraison très tardive, arbres en chimère pour l'époque de maturité).

B. Intérêt agronomique des présumés mutants et poursuite de l'étude

Le nombre d'individus qualifiables en M1 de présumés mutants apparaît en définitive assez faible. Hormis le problème du criblage, plusieurs explications sont possibles : faible efficacité du traitement, stabilité du matériel végétal ou homozygotie relativement élevée. CORNU (1970) a montré que les rayons gamma sont moins efficaces que le M.S.E. chez le pétunia. Après irradiations aux rayons gamma, DECOURTYE (1978) a obtenu nettement moins de mutants chez le weigela que chez certains cultivars de pommier. D'un point de vue qualitatif par contre, les résultats obtenus apparaissent assez variés et conformes aux résultats de nombreux travaux de mutagenèse (MARIE, 1974 ; GOTTSCHALK & WOLFF, 1983). Ainsi plusieurs caractères semblent avoir été modifiés chez la plupart de ces individus. De même, certains caractères semblent avoir muté dans des sens opposés ; un certain nombre de résultats conduisent à penser que cela a été le cas pour la forme des feuilles, le type de ramification, l'époque de floraison ou l'époque de maturité (plus fréquemment dans le sens de la précocité pour ce caractère). Enfin certaines modifications observées sont indésirables (diminution excessive de la vigueur, lenteur ou diminution de la mise à fruits, précocité de la floraison). D'autres, par contre, sont intéressantes comme une ramification acrotonie facilitant la taille, une floraison plus tardive, des fruits à maturité plus précoce ou plus tardive, des fruits plus colorés. Dans plusieurs cas malheureusement, ces modifications intéressantes ont été associées à des modifications indésirables (fruits plus colorés et sensibilité à l'oïdium).

A ce sujet se pose le problème du choix de la dose de traitement. Des résultats portant uniquement sur la germination nous ont conduit dans un premier temps à retenir une dose optimale se situant entre 100 et 200 Gy (LEGAVE, 1981). Les présents résultats confirment qu'une dose supérieure (300 Gy) est à exclure (trop de modifications indésirables). Dans la gamme 50-200 Gy, la dose de traitement s'est montrée sans influence sur la fréquence des présumés mutants et, de plus, la plupart de ces individus issus d'un traitement à 100 ou 200 Gy ont eu une mise à fruits lente contrairement à ceux issus du traitement à 50 Gy. La dose optimale semblerait donc plus faible.

En ce qui concerne l'homogénéité génétique des présumés mutants, on peut penser que l'on a au moins obtenu des chimères périclinales en raison de l'homogénéité phénotypique des arbres ou des charpentiers pour les individus à double phénotype. Dans ce dernier cas, les 2 charpentiers étant de vigueur comparable, on peut aussi penser que chacune d'elles s'est constituée à partir d'une seule cellule initiale (normale ou mutée).

En définitive, cette étude nous paraît devoir être poursuivie ; tout d'abord en testant l'aptitude à la combinaison des présumés mutants les plus caractéristiques et intéressants sur le plan agronomique (fruits très colorés, floraison très tardive) comme l'a fait GRASSELLY (1978), avec succès, pour un mutant naturel d'amandier à floraison très tardive. Par ailleurs, il serait judicieux tant au niveau méthodologique qu'agronomique de traiter des graines issus d'hybrida-

tions ou d'autofécondations contrôlées, dont les descendance ont donné des résultats intéressants mais encore à améliorer pour tel ou tel caractère mutant assez fréquemment.

*Reçu le 1^{er} mars 1984.
Accepté le 4 janvier 1985.*

REMERCIEMENTS

L'auteur tient à remercier MM. MARIE et HUGARD qui sont à l'origine de ce travail.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Broertjes C., Van Harten A. M.,** 1978. *Application of mutation breeding methods in the improvement of vegetatively propagated crops*. Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam, 316 p.
- Cornu A.,** 1970. Sur l'obtention de mutants somatiques après traitements de graines de pétunias. *Ann. Amélior. Plantes*, 20 (2), 189-214.
- Cornu A.,** 1978. Destinée de la mutation induite chez les plantes supérieures. *Ann. Amélior. Plantes*, 28 (6), 675-684.
- Couranjou J.,** 1981. Present status and first results of the work in progress on apricot breeding in France. Seventh Symposium on Apricot culture and decline. *Acta Hort.*, 121, 1982.
- Decourtye L.,** 1978. Amélioration du weigela par mutagenèse : recherche d'une méthode. *Ann. Amélior. Plantes*, 28 (6), 697-707.
- Decourtye L., Lantin B.,** 1971. Considérations méthodologiques sur l'isolement de mutants provoqués chez le pommier et le poirier. *Ann. Amélior. Plantes*, 19 (1), 227-238.
- Demarly Y.,** 1977. *Génétique et amélioration des plantes*. Collection Sciences Agronomiques, Masson, 287 p.
- Gottschalk W., Wolff G.,** 1983. *Induced mutations in plant breeding*. Springer Verlag Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo, 238 p.
- Grasselly C.,** 1978. Observations sur l'utilisation d'un mutant d'amandier à floraison tardive dans un programme d'hybridation. *Ann. Amélior. Plantes*, 28 (6) 685-695.
- Legave J. M.,** 1981. Capacité germinative de graines d'amandier et d'abricotier exposées à un rayonnement gamma à faible débit de dose. Application à la détermination d'un traitement mutagène optimal. *Agronomie*, 1 (5), 419-426.
- Marie R.,** 1974. La mutagenèse expérimentale. *L'Agronomie tropicale*, XXIX (9), 892-900.
- Monet R.,** 1983. *Le pêcher. Génétique et Physiologie*. I.N.R.A., Actualités Scientifiques et Agronomiques, Masson, 133 p.