

Sélection de semis de *Prunus amygdalus* comme porte-greffe de l'amandier

Simard M.H., Olivier G., Vargas F.J., Romero M.A., Gomes Pereira J., Maia de Souza R., Isaakidis A.

in

Germain E. (ed.).
Amélioration d'espèces à fruits à coque : noyer, amandier, pistachier

Zaragoza : CIHEAM

Options Méditerranéennes : Série B. Etudes et Recherches; n. 16

1997

pages 53-72

Article available on line / Article disponible en ligne à l'adresse :

<http://om.ciheam.org/article.php?IDPDF=97606101>

To cite this article / Pour citer cet article

Simard M.H., Olivier G., Vargas F.J., Romero M.A., Gomes Pereira J., Maia de Souza R., Isaakidis A.
Sélection de semis de *Prunus amygdalus* comme porte-greffe de l'amandier. In : Germain E. (ed.). *Amélioration d'espèces à fruits à coque : noyer, amandier, pistachier*. Zaragoza : CIHEAM, 1997. p. 53-72 (Options Méditerranéennes : Série B. Etudes et Recherches; n. 16)



<http://www.ciheam.org/>
<http://om.ciheam.org/>

Sélection de semis de *Prunus amygdalus* comme porte-greffe de l'amandier

M.H. Simard*, G. Olivier*, F.J. Vargas**, M.A. Romero**, J. Gomes Pereira***,
R. Maia de Souza*** et A. Isaakidis****

*Station de Recherches Fruitières Méditerranéennes, Institut National de la Recherche Agronomique (INRA), Domaine Saint-Paul, Site Agroparc, 84914 Montfavet Cedex 9, France

**Departament d'Arboricultura Mediterrània, Centre Mas Bovè,
Institut de Recerca y Tecnología Agroalimentàries (IRTA), B.P. 415, 43280 Reus, Espagne

***Estação Nacional de Fruticultura de Viera Natividade,
Instituto Nacional de Investigação Agrária (INIA), Rue de Leira, 2460 Alcobaça, Portugal

****Institut d'Arboriculture Fruitière, National Agricultural Research Foundation (NAGREF),
B.P. 122, 59200 Naoussa, Grèce

RESUME - Les programmes de recherches menés dans le cadre du projet "Fruits secs" CT 90-0023 financé par l'Union Européenne, avaient notamment pour but de prospecter ou de créer de la variabilité au sein de l'espèce amandier afin de sélectionner des génotypes pouvant être utilisés comme porte-greffe de semis. Le semis d'amandier est, en effet, très bien adapté à une culture en sec sur terrain calcaire. Il pourrait permettre la production d'amandes dans des régions d'Europe du Sud où la pluviométrie est très déficitaire. La variabilité collectée ou créée a été suffisante pour isoler des génotypes présentant les adaptations recherchées. Des descendances à forte vigueur et peu ramifiées ont été sélectionnées en France, en Espagne et au Portugal. Par contre, les semis testés en Grèce se sont avérés sensibles à *Agrobacterium* et au *Phytophthora*. Trois génotypes ressortent de cette étude pour les caractéristiques intéressantes de leurs semis. Il s'agit des variétés espagnoles Garrigues et Atocha et du cultivar grec Drepanoto. Le programme d'hybridation mené entre ces génotypes a montré que la production de porte-greffe de semis par hybridation contrôlée entre Garrigues et Drepanoto était particulièrement intéressante.

Mots-clés : Porte-greffe de semis, *Prunus amygdalus*, sélection, culture en sec.

SUMMARY - "Selection of *Prunus amygdalus* seedlings rootstocks for almond". The aim of the research programme on nuts supported by the European Union was to prospect or create variability in the *Prunus amygdalus* species to select genotypes that can be used as seedling rootstocks. Almond seedlings are well adapted to dry culture in calcareous soils. Its use could allow the production of almond in very dry areas of South Europe. Sufficient variability has been collected or created to pinpoint genotypes with the desired characteristics. Progenies with great vigour, good characteristics of growth for plant production in nurseries have been selected in France, Spain and Portugal. Seedlings tested in Greece are sensitive to *Agrobacterium* and to *Phytophthora*. The progeny of three genotypes showed the best performances: Garrigues, Drepanoto and Atocha. The hybridation programme carried out in France shows that the creation of seedling rootstocks by cross-pollination between Garrigues and Drepanoto was very interesting.

Key words: Seedling rootstocks. *Prunus amygdalus*. selection, dry culture.

Introduction

Le semis d'amandier produit des arbres résistants à la sécheresse et à la chlorose ferrique, dotés d'un ancrage fort et d'une longévité importante. Le porte-greffe de semis est, de plus, un matériel végétal peu coûteux à produire et qui peut être greffé sur place en verger. L'amandier multiplié par graines constitue donc un porte-greffe privilégié pour des cultures fruitières en zone semi-aride sur sols calcaires.

En Espagne, des semis de quelques variétés sont utilisés comme porte-greffe de l'amandier. Il s'agit essentiellement des variétés Garrigues et Atocha. Aux USA, c'est le semis de Texas qui est employé. Néanmoins la variabilité observée chez *Prunus amygdalus* permet de penser que, par rapport aux porte-greffe commercialisés, une amélioration pourrait être réalisée quant aux caractéristiques de croissance, de tolérance à la sécheresse et de résistance aux parasites de ces

semis. Aussi, dans le cadre du projet CT 90-0023 sur l'amélioration génétique des fruits secs financé par l'Union Européenne, une stratégie de rassemblement et d'évaluation de la variabilité puis de création de variabilité a été élaborée par les différents partenaires au sein de l'espèce *Prunus amygdalus*.

Des prospections ont été réalisées au Portugal dans des régions sèches. La sélection a aussi été axée sur la tolérance à la sécheresse (en Espagne) et sur la résistance aux parasites du sol (en Grèce). En France, la création d'une large variabilité a été réalisée par croisements contrôlés, à partir de géotypes collectés dans toute l'Europe et l'Afrique du Nord. Ces travaux avaient pour but de sélectionner des amandiers qui, par interpollinisation, puissent produire des semences susceptibles d'être commercialisées comme porte-greffe. Les principaux critères recherchés étaient l'obtention d'un plant vigoureux, à port droit, peu ramifié, se greffant ainsi facilement et possédant les caractéristiques de tolérance au calcaire et de résistance à la sécheresse nécessaires à la survie en conditions de culture non irriguée. Les partenaires impliqués, dans ce projet, ont été l'INRA d'Avignon (M.H. Simard), l'IRTA de Reus (F.J. Vargas), l'INIA d'Alcobaça (J. Gomes Pereira et R. Maia de Souza) et le NAGREF de Naoussa (A. Isaakidis).

Matériel et méthodes

Matériel

Prospections-Introductions

Au Portugal, les prospections ont été réalisées par l'INIA d'Alcobaça au nord du pays dans la vallée du Douro dont les sols sont schisteux et au sud, dans la région sèche de l'Algarve, dont les sols sont calcaires. 38 géotypes issus de semis de vieilles variétés ont donc été récoltés et semés.

En France, la Station INRA de Recherches Fruitières Méditerranéennes d'Avignon a rassemblé une collection de 18 géotypes provenant de 7 pays européens et de l'Afrique du Nord qui ont été greffés sur du semis de la variété d'amandier Texas (Table 1). Les arbres (2 plants par géotype) sont conduits depuis 1987 en pieds-mères producteurs de semences et servent de géniteurs pour les hybridations.

Table 1. Liste des géotypes d'amandiers dont les descendances ont été étudiées comme porte-greffe à l'INRA d'Avignon (France)

Pays	Géotypes
Maroc	R905 - R906 - R909 - R910 R911 - R912 - R913
Tunisie	R777 : Tozeur n° 3 R904 : Haguiga R948 : Berhaïem
Grèce	R950 : Drepanoto
France	R800 : Ferrastar
Espagne	R882 : Garrigues
Europe de l'Est	R925 - R926 - R927
CEI (Moldavie)	R790 : Gorki R791 : Kichinev

Sélections

En Espagne, l'IRTA de Reus a testé un ensemble de géotypes d'origine étrangère représentatifs des semis utilisés dans le monde et des géotypes locaux qui ont été comparés entre eux pour leurs performances en pépinière ou en verger.

En Grèce, le NAGREF à Naoussa a étudié la résistance à *Agrobacterium tumefaciens* et *Phytophthora citrophthora* des semis des 4 géotypes les plus utilisés comme porte-greffe en Espagne et en Grèce.

Au total, 68 descendances issues de fécondation libre et 20 descendances provenant d'hybridation contrôlée ont été étudiées. Les témoins communs à ces différents essais correspondaient à des semis des variétés Desmayo Langueta, Marcona, Garrigues, Drepanoto et Texas.

Méthodes

Multiplication

Les descendances étudiées en Espagne, en Grèce et au Portugal sont issues de lots de semences obtenues en fécondation libre. Celles observées en France proviennent par contre d'hybridations contrôlées réalisées manuellement sous manchons avec du pollen conservé à 4°C.

Après stratification des graines réalisée dans de la perlite à 4°C pendant 40 jours, les pourcentages de germination ont été notés.

Sélection en pépinière

Les observations réalisées par les différents pays sur les semis en pépinière cultivés en sec ont porté sur leur vigueur (hauteur, diamètre du collet, poids du système aérien), leur homogénéité, leur type de port, leur degré de ramification et le pourcentage de reprise au greffage. Un an après greffage, ont été notés la hauteur et le diamètre des plants greffés. La morphologie des systèmes racinaires, leur développement exprimé en poids ou en nombre de racines d'un diamètre supérieur à 7 mm, ainsi que leur contamination éventuelle par *Agrobacterium tumefaciens* ont été observés après arrachage des plants.

Le dispositif statistique adopté a été le plus souvent une distribution aléatoire avec plusieurs répétitions et un nombre de semis variables par parcelle élémentaire.

Sélection en verger

La résistance à la sécheresse a été évaluée en verger sur des sélections (en Espagne) ou des semis issus de prospections (au Portugal) en comparaison avec des semis commercialisés dans d'autres pays.

Ainsi, un verger a été planté en 1985 à l'IRTA de Mas Bové en culture en sec. Les porte-greffe sont comparés selon un dispositif statistique de type "split-plot" à deux facteurs (variété : parcelle principale et porte-greffe : sub-parcelle), avec trois répétitions et 4 arbres par parcelle élémentaire. Les arbres sont conduits en axe vertical à une distance de 4,5 m sur 2,5 m et cultivés en sec. 10 porte-greffe sont testés après greffage avec deux variétés d'amandier Ferragnès et 155. Ces semis porte-greffe correspondent à cinq sélections espagnoles (Ayerbe, Atocha, Garrigues, Desmayo Langueta et Planeta de Elche) deux françaises (Ferrastar et Ardéchoise), une moldave (Kichinev), une californienne (Texas) et une tunisienne (Tozeur).

Au Portugal, les géotypes prospectés ont été greffés avec la variété Ferragnès et plantés dans le sud du Portugal à Ferreira de Alentejo. Cette région typique de la culture des céréales convient bien à une sélection pour la résistance à la sécheresse (400 mm de pluie par an).

En France, suite à la sélection réalisée après hybridation, les plants correspondants aux meilleurs croisements ont été greffés avec la variété Ferraduel et plantés en 1996 sur le Domaine INRA de l'Amarine dans la région de Nîmes pour évaluer leur comportement en culture irriguée par rapport à l'hybride amandier x pêcher GF 677.

Résistance aux parasites

Les tests de sélection, vis-à-vis des champignons du sol, ont été menés par le NAGREF de Naoussa essentiellement sur 4 génotypes : Garrigues, Marcona, Garfi d'origine espagnole et Drepanoto d'origine grecque.

La tolérance à *Agrobacterium tumefaciens* est évaluée sur des semis dont les racines, après section, sont immergées dans une solution renfermant trois souches d'*Agrobacterium* à 10^7 - 10^8 cfu/ml. Les plants sont ensuite repiqués en pépinière et les notations sont effectuées entre le huitième et le douzième mois après plantation. Le nombre de galles présentes sur la partie aérienne ou le système racinaire est reporté selon une échelle de 0 à 5. Les génotypes ne possédant pas de galles sont replantés en sol infecté et observés à nouveau au bout d'un an.

Les tests de résistance à *Phytophthora citrophthora* consistent en une inoculation à 10-15 cm au-dessus du sol, au printemps et à l'automne, de plants de deux ans par insertion sous l'écorce d'un disque de 3 mm de diamètre d'une culture sur agar de ce parasite. La sévérité des symptômes est estimée selon la méthode de Fritzpatrick qui mesure des longueurs des lésions.

Résultats et discussion

Sélection des génotypes prospectés ou introduits

INIA d'Alcobaça (J. Gomes Pereira, R. Maia de Souza)

Les 38 descendances observées montrent une variabilité importante pour de nombreux caractères (variation du pourcentage de germination de 39% à 100%, du nombre d'axillaires de 1 à 13, de l'indice d'infection par *Agrobacterium* de 0 à 8) (Table 2). Deux origines ont été repérées en pépinières comme particulièrement intéressantes : Pestaneta et M. Fuseta (Gomes Pereira et Maia de Souza, 1993).

Des observations complémentaires en verger étant nécessaires pour confirmer les performances de ces semis, ces descendances greffées par Ferragnès ont été plantées à Ferreira de Alentejo dans une région favorable à la culture de l'amandier. A 6 ans, certaines descendances commencent à se distinguer tant pour la vigueur que pour la productivité des arbres greffés. Il s'agit des semis suivants : Boa Casta 2, Boa Casta 3, Pestaneta, Duro da Estrada 3, Bonita de S. Bras 1, Bonita de S. Bras 3, Parada 1, Desmayo, Garrigues et Ferragnès (Table 2).

IRTA de Reus (F.J. Vargas García, M.A. Romero)

(i) Sélection en pépinière : le premier essai de sélection mené en pépinière sans irrigation (1992) montre qu'il existe des différences significatives de vigueur entre les 11 porte-greffe testés (Table 3). Les semis des génotypes Esperanza Forta, Alcano 1, Garrigues et Atocha sont les plus vigoureux ; celui de Desmayo Langueta est le plus faible (Vargas et Romero, 1993). Le deuxième essai planté en 1993 (Table 4) a confirmé la forte vigueur des descendances après 2 ans en pépinière d'Atocha, de Garrigues et la faible vigueur de celle de Desmayo Langueta. Le génotype français Ferrastar et les clones tunisien (R905) et moldave Kichinev (R791) donnent également des semis très vigoureux. L'ensemble de ces génotypes à forte croissance possèdent également un système racinaire bien développé (Table 5). Les semis des génotypes Drepanoto et Texas présentent une tige faiblement ramifiée (Table 6). Par contre, ceux de Garrigues et Marcona sont fortement ramifiés.

(ii) Sélection en verger cultivé en sec : le comportement en tant que porte-greffe de 10 sélections de semis d'amandier a été étudié durant 5 ans dans un essai non irrigué implanté à Mas Bové (Reus) (Vargas et Romero, 1991). Au terme de cet essai Atocha, Desmayo Langueta et Ayerbe sont les porte-greffe induisant la vigueur la plus forte (Table 7). Ardéchoise induit la plus faible vigueur. La production cumulée par arbre (Table 8) confirme l'intérêt des trois variétés : Ayerbe, Atocha et Desmayo Langueta. On peut noter que, pour la vigueur et la production, les semis de Texas, de Ferrastar et de Garrigues ont un comportement moyen. Il n'existe pas de différences significatives entre les porte-greffe pour certains caractères comme le rendement en amandons (Table 9) et le

Table 2. Comportement de 38 descendances d'amandier jusqu'à la 6ème année après plantation : essai porte-greffe implanté à Ferreira de Alentejo (Portugal) (source INIA-Alcobaça)

Variétés/ dénomination	Germination (%)	Nombre de ramifi- cations aériennes au-dessus du collet (0-0,20 m)	Réussite au greffage (%)	Ramification racinaire (1-10)	<i>Agrobacterium</i> (infections naturelles) (0-10)	Diamètre du scion (en mm) avant plantation, 20 cm au-dessus du collet	Diamètre du scion (en mm) 6 ans après plantation (0,20 m au-dessus du collet)	Production cumulée par arbre à la 6ème année (kg)
Amarga 1	97	3	91	4	0	11,08	106,96	11,950
Amarga 2	68	9	100	4	0	15,83	104,41	9,700
Virtude	99	2	100	3	4	10,05	109,18	4,880
Gama	100	1	95	5	0	11,56	103,77	7,080
N. Mula	62	7	96	6	0	13,44	101,86	6,450
Casa nova	86	8	100	4	0	12,13	113,00	9,500
Boa Casta 1	87	7	100	4	1	12,33	100,90	8,470
Boa Casta 2	69	4	94	2	7	13,66	112,88	12,030
Boa Casta 3	92	13	100	5	1	20,00	115,23	10,730
Pestaneta	75	4	100	4	4	11,70	111,09	11,610
D. Amarelo	74	3	100	6	0	10,57	91,35	4,700
D. Estrada 1	93	3	85	6	0	12,35	91,99	8,490
D. Estrada 2	85	9	95	3	0	17,90	107,91	6,460
D. Estrada 3	97	7	90	6	4	12,20	118,73	9,740
D. Italiano	50	1	100	3	0	10,18	100,26	7,680
B.S. Bras 1	62	6	80	2	0	10,70	113,00	14,080
B.S. Bras 2	39	1	100	3	0	10,36	106,96	7,480
B.S. Bras 3	69	9	100	5	0	17,40	113,00	13,940
Mourisca	94	2	92	2	4	10,16	98,88	8,880
Marcelina	76	6	85	7	4	10,38	95,81	4,250
Verdeal	56	4	70	2	0	9,90	-	-
Saia longa	83	5	86	5	0	8,85	98,68	4,970
Parada 1	95	6	89	5	0	10,88	119,68	10,430

Table 2 (cont.). Comportement de 38 descendances d'amandier jusqu'à la 6ème année après plantation : essai porte-greffe implanté à Ferreira de Alentejo (Portugal) (source INIA-Alcobaça)

Variétés/ dénomination	Germination (%)	Nombre de ramifi- cations aériennes au-dessus du collet (0-0,20 m)	Réussite au greffage (%)	Ramification racinaire (1-10)	<i>Agrobacterium</i> (infections naturelles) (0-10)	Diamètre du scion (en mm) avant plantation, 20 cm au-dessus du collet	Diamètre du scion (en mm) 6 ans après plantation (0,20 m au-dessus du collet)	Production cumulée par arbre à la 6ème année (kg)
Parada 2	85	4	100	7	4	9,50	102,18	7,000
Bonita	89	7	88	7	8	15,68	—	—
Romeira	88	5	100	2	0	12,30	116,82	9,100
Jose dias	74	3	100	5	4	10,23	93,63	5,320
M. Fuseta	84	4	100	5	0	15,95	113,95	9,140
Jose sales	61	7	100	3	0	18,08	113,64	9,900
Cacela 1	93	8	100	2	7	18,81	98,99	7,200
Cacela 2	89	5	100	5	0	13,11	98,99	6,820
Al 12	53	13	100	8	4	14,64	110,45	9,080
Desmayo	86	8	100	4	0	13,36	119,37	13,020
Marcona	76	9	92	4	1	15,08	96,77	8,080
Garrigues	90	12	86	3	0	13,72	115,55	9,570
Ferragnès	70	10	100	5	0	14,28	109,82	9,560
Ferraduel	82	9	100	6	0	18,68	111,09	8,840
Texas	42	6	100	4	0	10,90	97,08	6,170

Table 3. Essai en pépinière de 11 semis d'amandier, vigueur moyenne 1 an après plantation (IRTA-Reus, plantation printemps 1992)

Porte-greffe	H [†]	D ^{††}	P ^{†††}
Esperanza Forta	68,75 ab	10,52 ab	69,61 a
Alcano 1	66,44 abc	10,20 ab	69,41 a
Garrigues	67,36 abc	10,70 a	68,38 a
Atocha	75,11 a	9,20 ab	58,29 a
Marcona Fina 68	64,11 abc	10,43 ab	56,04 ab
A 205	64,40 abc	8,75 bc	56,03 ab
Alcano 7	56,23 cd	9,28 ab	52,77 ab
A 200	60,29 bdc	9,47 ab	52,24 ab
C 54	63,04 abc	9,01 abc	51,96 ab
Ramillote	61,19 bcd	8,77 bc	49,64 ab
Desmayo Langueta	50,33 d	7,47 c	36,17 b

[†]H : hauteur moyenne (cm)^{††}D : diamètre moyen au collet (mm)^{†††}P : poids moyen de la partie aérienne (g)

a,b,c,d Comparaison des moyennes : test de Duncan, pour chaque colonne, les porte-greffe avec la même lettre ne diffèrent pas significativement entre eux (P = 0,05)

Table 4. Essai en pépinière de 22 semis d'amandier, vigueur moyenne 2 ans après plantation (IRTA-Reus, plantation printemps 1993)

Porte-greffe	D [†]	H ^{††}	PA ^{†††}
905 LH08	25,2 a	170,8 a	1 299 a
Ferrastar	23,1 ab	162,1 ab	1 090 ab
791 Kichinev	22,2 bcd	157,2 abc	970 bc
Garrigues	23,0 abc	162,5 ab	968 bc
Atocha	21,7 bcde	156,5 abc	939 bcd
Alcano 7	20,9 bcdefg	134,7 defg	895 bcde
906 (DYOH) 2	20,9 bcdefg	148,8 bcd	868 bcde
C 54	21,4 bcde	148,1 bcd	863 bcde
Masbovera	21,7 bcde	144,2 cde	827 bcdef
Texas	20,0 cdefg	153,7 bc	826 bcdef
Glorieta	20,3 bcdefg	136,2 bcdefg	810 bcdef
854	21,1 bcdef	129,9 efg	798 bcdef
Marcona Fina 69	20,9 bcdefg	141,5 cdef	792 bcdef
Marcona	20,3 bcdefg	142,7 cdef	728 cdef
Alcano 6	20,1 cdefg	142,3 cdef	722 cdef
Alcano 5	18,8 efgh	121,1 g	670 cdef
Planeta de Elche	20,3 bcdefgh	143,3 cdef	631 def
Drepanoto	18,4 fgh	136,1 defg	606 ef
Esperanza Forta	19,0 efgh	127,5 fg	601 ef
Marcona Fina 85	19,4 defgh	136,3 defg	598 ef
Desmayo Langueta	18,0 gh	128,4 efg	542 f
A 258	16,6 h	121,1 g	531 f

[†]D : diamètre moyen du tronc au niveau du sol (mm)^{††}H : hauteur moyenne de l'arbre (cm)^{†††}PA : poids moyen de l'arbre (partie aérienne + partie racinaire) (g)

a,b,c,d,e,f,g,h Comparaison des moyennes : test de Duncan, pour chaque colonne, les porte-greffe avec la même lettre ne diffèrent pas significativement entre eux (P = 0,05)

Table 5. Essai en pépinière de 22 semis d'amandier, importance du système racinaire 2 ans après plantation (IRTA-Reus, plantation en 1993)

Porte-greffe	PR [†]	NR ^{††}
Garrigues	409 bc	9,44 a
905 LH08	524 a	8,60 ab
Ferrastar	470 ab	7,84 bc
906 (DYOH) 2	355 bcdef	7,79 bc
Atocha	381 bcde	7,61 bcd
C 54	374 bcdef	7,53 bcde
Texas	340 cdef	7,36 bcde
791 Kichinev	395 bcd	7,27 cdef
854	347 bcdef	7,09 cdefg
Marcona Fina 69	368 bcdef	7,07 cdefg
Alcano 7	396 bcd	7,04 cdefg
Masbovera	341 cdef	6,96 cdefg
Glorieta	341 cdef	6,76 cdefg
Planeta de Elche	293 cdef	6,70 cdefg
Marcona	337 cdef	6,60 cdefg
Esperanza Forta	299 cdef	6,60 cdefg
Marcona Fina 85	274 def	6,54 cdefg
Drepanoto	255 ef	6,30 defg
Alcano 6	316 cdef	6,22 efg
Desmayo Langueta	256 ef	6,02 fg
A 258	256 f	5,94 fg
Alcano 5	310 cdef	5,86 g

[†]PR : poids moyen du système racinaire

^{††}NR : nombre de racines (avec un diamètre supérieur à 7 mm à l'arrachage après 2 ans de végétation)

a,b,c,d,e,f,g Comparaison des moyennes : test de Duncan, pour chaque colonne, les porte-greffe avec la même lettre ne diffèrent pas significativement entre eux (P = 0,05)

Table 6. Essai en pépinière de 22 semis d'amandier, ramification des descendances à la fin de la première année de végétation (IRTA-Reus, plantation 1993)

Porte-greffe	N [†]	NA ^{††}
Drepanoto	46	6,56 i
Texas	53	7,32 i
1 258	42	10,45 h
791 Kichinev	116	11,17 h
Atocha	41	11,76 gh
Marcona Fina 85	20	12,55 fgh
Masbovera	58	12,66 fgh
Glorieta	51	14,00 efg
Gorki	36	14,08 defg
Ferrastar	53	14,70 cdef
Desmayo Langueta	97	14,75 cdef
854	23	14,96 cdef
Planeta de Elche	97	15,26 bcdef
Ramillite	29	15,66 bcde
C 54	105	15,94 abcde
Marcona Fina 69	100	16,10 abcde

Table 6. (cont.). Essai en pépinière de 22 semis d'amandier, ramification des descendance à la fin de la première année de végétation (IRTA-Reus, plantation 1993)

Porte-greffe	N [†]	NA ^{††}
906 (DYOH) 2	103	16,35 abcde
Alcano 7	71	17,00 abcd
Esperanza Forta	46	17,15 abc
Alcano 6	92	17,34 abc
Alcano 5	75	17,40 abc
905 LH08	48	17,58 abc
Marcona	54	18,00 ab
Garrigues	98	18,79 a

[†]N : nombre de semis observés

^{††}NA : nombre moyen de rameaux anticipés entre 0 et 40 cm au-dessus du sol

a,b,c,d,e,f,g,h,i Comparaison des moyennes : test de Duncan, pour chaque colonne, les porte-greffe avec la même lettre ne diffèrent pas significativement entre eux (P = 0,05)

Table 7. Essai porte-greffe mettant en comparaison 10 semis d'amandier (IRTA-Reus) : vigueur exprimée par la circonférence moyenne des troncs en cm, 9 ans après plantation

Porte-greffe	Ferragnès	155	Moyenne
Atocha	36,50 ab	36,00 a	36,25 a
Desmayo Langueta	36,00 abc	34,50 ab	35,25 a
Ayerbe	35,00 abc	34,00 ab	34,50 ab
Garrigues	33,33 abc	35,33 ab	34,33 ab
Tozeur	33,00 bc	35,50 ab	34,25 ab
Ferrastar	37,00 a	31,50 ab	34,25 ab
Planeta de Elche	34,50 abc	33,50 ab	34,00 ab
Texas	34,00 abc	33,33 ab	33,67 ab
Kichinev	35,33 abc	31,67 ab	33,50 ab
Ardéchoise	32,50 c	31,00 b	31,75 b

a,b,c Comparaison des moyennes : test de Duncan, pour chaque colonne, les porte-greffe avec la même lettre ne diffèrent pas significativement entre eux (P = 0,05)

Table 8. Essai porte-greffe mettant en comparaison 10 semis d'amandier (IRTA-Reus) : production cumulée durant la période 1989-1994 (en kg d'amandons par arbre)

Porte-greffe	Ferragnès	155	Moyenne
Ayerbe	6,56 ab	6,05 a	6,31 a
Atocha	6,63 a	5,83 a	6,23 a
Desmayo Langueta	5,55 abc	6,57 a	6,06 a
Tozeur	5,62 abc	5,98 a	5,80 a
Ardéchoise	5,40 abc	5,99 a	5,69 a
Ferrastar	5,80 abc	5,39 a	5,59 a
Planeta de Elche	5,17 abc	5,67 a	5,42 a
Garrigues	5,41 abc	5,21 a	5,31 a
Kichinev	5,10 bc	5,30 a	5,20 a
Texas	5,04 c	5,08 a	5,06 a

a,b,c Comparaison des moyennes : test de Duncan, pour chaque colonne, les porte-greffe avec la même lettre ne diffèrent pas significativement entre eux (P = 0,05)

Table 9. Essai porte-greffe mettant en comparaison 10 semis d'amandier (IRTA-Reus) : rendement au cassage moyen durant la période 1990-1994 (poids amandon/poids amandon et coque en %)

Porte-greffe	Ferragnès	155	Moyenne
Ardéchoise	30,1 a	25,8 a	27,9 a
Tozeur	30,7 a	25,0 a	27,8 a
Desmayo Langueta	28,9 a	25,9 a	27,4 a
Atocha	32,2 a	21,8 a	27,0 a
Ferrastar	28,2 a	25,3 a	26,7 a
Planeta de Elche	29,0 a	24,5 a	26,7 a
Texas	30,0 a	21,9 a	26,0 a
Garrigues	29,8 a	21,1 a	25,5 a
Kichinev	27,6 a	22,6 a	25,1 a
Ayerbe	26,2 a	23,1 a	24,6 a

^aComparaison des moyennes : test de Duncan, pour chaque colonne, les porte-greffe avec la même lettre ne diffèrent pas significativement entre eux (P = 0,05)

Table 10. Essai porte-greffe mettant en comparaison 10 semis d'amandier (IRTA-Reus) : poids moyen du fruit avec coque durant la période 1990-1994

Porte-greffe	Ferragnès	155	Moyenne
Kichinev	4,36 a	5,10 a	4,73 a
Desmayo Langueta	4,32 a	4,88 a	4,60 a
Texas	4,09 a	5,07 a	4,58 a
Ferrastar	4,42 a	4,74 a	4,58 a
Garrigues	3,96 a	5,07 a	4,52 a
Atocha	3,92 a	5,11 a	4,51 a
Ayerbe	4,13 a	4,90 a	4,51 a
Planeta de Elche	4,16 a	4,77 a	4,46 a
Tozeur	3,86 a	4,96 a	4,41 a
Ardéchoise	3,93 a	4,86 a	4,40 a

^aComparaison des moyennes : test de Duncan, pour chaque colonne, les porte-greffe avec la même lettre ne diffèrent pas significativement entre eux (P = 0,05)

Table 11. Essai porte-greffe mettant en comparaison 10 semis d'amandier (IRTA-Reus) : poids moyen de l'amandon sans coque durant la période 1990-1994

Porte-greffe	Ferragnès	155	Moyenne
Desmayo Langueta	1,22 ab	1,25 a	1,23 a
Ferrastar	1,21 ab	1,18 a	1,19 ab
Ardéchoise	1,11 ab	1,24 a	1,18 ab
Tozeur	1,15 ab	1,22 a	1,18 ab
Atocha	1,24 a	1,11 a	1,18 ab
Planeta de Elche	1,16 ab	1,16 a	1,16 ab
Kichinev	1,17 ab	1,15 a	1,16 ab
Texas	1,19 ab	1,11 a	1,15 ab
Garrigues	1,17 ab	1,08 a	1,12 ab
Ayerbe	1,08 b	1,13 a	1,10 b

^{a,b}Comparaison des moyennes : test de Duncan, pour chaque colonne, les porte-greffe avec la même lettre ne diffèrent pas significativement entre eux (P = 0,05)

poids des amandes en coque (Table 10). Par contre, les arbres greffés sur Desmayo Langueta produisent des amandons plus gros que ceux greffés sur Ayerbe (Table 11). Les amandons des arbres greffés sur Tozeur sont plus attractifs que ceux greffés sur Garrigues (Table 12). Cet essai permet donc de distinguer Atocha et Desmayo Langueta comme les meilleurs semis d'amandier pour une culture en sec. Les résultats obtenus avec ces deux porte-greffe sont significatifs. Ils montrent un progrès génétique par rapport aux deux témoins cultivés en Europe et en Amérique : Garrigues et Texas.

Table 12. Essai porte-greffe mettant en comparaison 10 semis d'amandier (IRTA-Reus) : aspect moyen de l'amandon durant la période 1990-1994 (note de 1 à 10)

Porte-greffe	Ferragnès	155	Moyenne
Tozeur	4,55 a	6,64 ab	5,60 a
Ardéchoise	3,98 a	6,91 a	5,44 ab
Ayerbe	4,51 a	5,53 ab	5,02 ab
Ferrastar	3,29 a	6,46 ab	4,88 ab
Desmayo Langueta	3,36 a	6,35 ab	4,86 ab
Atocha	4,56 a	5,06 ab	4,81 ab
Texas	3,59 a	5,72 ab	4,66 ab
Planeta de Elche	3,16 a	5,70 ab	4,43 ab
Kichinev	2,99 a	5,63 ab	4,31 ab
Garrigues	3,53 a	4,91 b	4,22 b

^{a,b} Comparaison des moyennes : test de Duncan, pour chaque colonne, les porte-greffe avec la même lettre ne diffèrent pas significativement entre eux (P = 0,05)

NAGREF de Naoussa (A. Isaakidis)

Drepanoto et Marcona donnent des semis vigoureux, homogènes et résistants à la sécheresse (Isaakidis et Stylianidis, 1996). Ils sont sensibles au *Phytophthora citrophthora* (Table 13) mais cette sensibilité affecte peu les semis de Drepanoto du fait de leur vigueur. Les semis de Garrigues sont également sensibles à ce parasite surtout au printemps (Isaakidis *et al.*, 1996a). Ils sont aussi sensibles à *Agrobacterium tumefaciens* (Tables 14 et 15). Les descendances de Drepanoto et Garfi s'avèrent légèrement moins sensibles, de même que celles de Marcona (Isaakidis *et al.*, 1996b).

Table 13. Evaluation de 3 semis d'amandier pour leur résistance à *Phytophthora* sp.

Porte-greffe	Date de l'inoculation	Date de l'évaluation	Nombre d'arbres	Index maladie [†]
Marcona	07/10/91	13/10/92	24	85,42
Marcona	05/05/92	13/10/92	22	94,32
Drepanoto	07/10/91	13/10/92	57	45,18
Drepanoto	05/05/92	13/10/92	52	77,41
Garrigues	05/05/92	29/10/92	34	77,21

[†]Echelle arbitraire définie en fonction de la longueur des lésions (cm) : 0 = non infecté, 1 = > 3 cm, 2 = 3-8 cm, 3 = > 8 cm, 4 = arbre tué

Index maladie = $[0(n_1) + 1(n_2) + 2(n_3) + 4(n_5)] \times 100 / 4 (n_1 + n_2 + n_3 + n_4 + n_5)$

n_1 à n_5 : nombre d'arbres correspondant aux différents degrés de l'échelle des symptômes

Table 14. Sensibilité de 7 porte-greffe après inoculation artificielle par *Agrobacterium tumefaciens* (observations réalisées entre 1991 et 1994)

Porte-greffe	Nombre total d'arbres	Répartition en fonction de la sévérité des symptômes						Pourcentage d'arbres sains
		0	1	2	3	4	5	
Drepanoto [†]	25	16	1	–	–	6	2	64
Garfi [†]	15	5	2	1	1	5	1	33
Marcona [†]	45	4	12	8	8	5	2	8
Garrigues [†]	35	8	12	9	9	–	–	23
R 162-84 ^{††}	40	8	9	9	9	6	3	20
GF 305 ^{†††}	45	4	6	12	12	10	1	8,8
Stylianidis C ^{††††}	63	59	3	1	–	–	–	93,6

[†]Semis d'amandier

^{††}Boutures racinées de pêcher

^{†††}Semis de pêcher utilisé comme témoin

^{††††}Boutures racinées d'un hybride amandier x pêcher

Table 15. Résultats après une seconde inoculation avec *Agrobacterium tumefaciens* des arbres notés sans symptôme après une première inoculation (observations réalisées entre 1992 et 1995)

Porte-greffe	Nombre total d'arbres	Répartition en fonction de la sévérité des symptômes					
		0	1	2	3	4	5
Drepanoto	16	–	6	4	5	1	–
Garfi	4	2 [†]	–	–	1	1	–
Marcona	4	–	1	2	1	–	–
Garrigues	8	–	4	4	1	–	–
R 162-84	8	2 [†]	3	3	–	–	–
GF 305	4	1 [†]	–	3	–	–	–
Stylianidis C	59	–	4	34	14	7	–

[†]Arbres sans symptôme gardés pour examen complémentaire

Création de variabilité

INRA d'Avignon (M.H. Simard, G. Olivier)

Caractérisation et intercompatibilité pollinique des géniteurs

Les caractères morphologiques et phénologiques des 18 géotypes en collection ont été observés afin de sélectionner ceux possédant des caractères complémentaires de croissance et des périodes de floraison concomitantes, leur permettant de s'interpolliniser. Ces observations ont permis de montrer l'existence d'une variabilité au sein de la collection pour les critères observés (Table 16).

Table 16. Caractéristiques des géotypes d'amandiers dont les descendances ont été étudiées comme porte-greffe par l'INRA d'Avignon (France)

	Vigueur		Port	Degré de ramification de fleur	Type	Floraison	Abondance							
	Epoque						Durée		Abondance					
	Précoce	Standard					Tardif	Longue	Standard	Courte	Forte	Standard	Faible	
Tunisie	R777	3	1/2 Ouvert	3	Rosacé	+				+				+
	R904	5	Erigé	4	Rosacé	++								+
	R948	5	Erigé	5	Rosacé	++			+					+
Maroc	R905	2,5	Evasé	2	Rosacé	+								+
	R906	3	Evasé	3	Rosacé	+				+				+
	R909	3	Erigé	4	Rosacé	+				+				+
	R910	4	1/2 Erigé	2	Rosacé					+				+
	R911	2	Evasé	3	Rosacé	+		+		+				+
	R912	4	1/2 Erigé	3	Rosacé	+				+				+
	R913	2	Evasé	3	Rosacé	+				+				+
Europe de l'Est	R925	5	Erigé	5	Rosacé			+			+		+	
	R926	3	1/2 Erigé	5	Rosacé			+			+		+	
	R927	3	1/2 Evasé	2	Rosacé	+				+				
Espagne	R882	4	Très érigé	3	Rosacé					+			+	
Grèce	R950	4	Très érigé	4	Rosacé		+			+			+	
France	R800	3	Erigé	2	Rosacé		+			+				+
CEI	R790	4	1/2 Evasé	4	Campanulé			+	+		+			+
	R791	4	1/2 Erigé	4	Campanulé			+		+		+		+

Une forte vigueur a été recherchée pour une implantation rapide du plant lui permettant de supporter de faibles précipitations ainsi qu'un port droit non ramifié, facilitant les opérations de greffage.

Plusieurs clones possèdent un port érigé : Haguiga (R904), R909, R925. Les génotypes les plus vigoureux sont tunisiens Haguiga (R904) et Berhaïem (R948) et de l'Europe de l'Est (R925). Le caractère peu ramifié est présent chez les génotypes marocains (R905 et R910), de l'Europe de l'Est (R927) et français Ferrastar (R800). Des génotypes très vigoureux et à port très érigé comme Drepanoto (R950), Garrigues (R882), Berhaïem (R948) et Haguiga (R904) peuvent être considérés comme des géniteurs correspondant aux critères recherchés.

Les observations phénologiques qui ont été réalisées de 1991 à 1995 sont reportées dans la Table 16. Au niveau de la précocité de floraison, 4 types de comportement ont pu être différenciés : les clones très précoces comme Berhaïem (R948) et Haguiga (R904), les clones précoces comme Tozeur (R777), R927 et l'ensemble des génotypes marocains, exception faite de R910, les variétés à époque intermédiaire comme R910, Garrigues (R882), Drepanoto (R950), les génotypes tardifs R925, R926 de l'Europe de l'Est, Gorki (R790) et Kichinev (R791) de Moldavie et Ferrastar (R800) originaire de France. On peut remarquer une évolution de la précocité de floraison des variétés en fonction de leur origine géographique : les génotypes les plus précoces proviennent d'Afrique du Nord, les variétés intermédiaires d'Europe du Sud et les génotypes tardifs d'Europe Centrale. Au sein de chaque classe de précocité la durée de floraison est globalement homogène : floraison longue pour Berhaïem (R948) et Haguiga (R904), floraison moyenne pour Tozeur (R777), les génotypes marocains, Garrigues (R882), Drepanoto (R950) et R927 et floraison courte pour R925, R926, Ferrastar (R800), Gorki (R790) et Kichinev (R791). La durée de floraison semble corrélée à sa précocité : elle est d'autant plus courte que les variétés sont à floraison tardive. Ces génotypes présentent donc une bonne adaptation aux conditions climatiques de leur zone de culture : variétés d'Afrique du Nord à floraison précoce et longue, génotypes d'Europe centrale à floraison tardive et de courte durée. L'abondance de floraison est globalement stable au sein de chaque classe de précocité. Les génotypes R925 et R926 d'Europe de l'Est et Garrigues (R882) sont les plus florifères. On peut remarquer deux types de comportement dans les groupes tunisiens, marocains et de l'Europe de l'Est : Tozeur (R777), R910, R927 ont une phénologie différente par rapport à l'ensemble des autres variétés du même groupe géographique, ce qui pourrait traduire une origine génétique différente. Les variétés tunisiennes très précoces ne recouvrent pas, malgré leur floraison très étalée, la période de floraison tardive et courte des variétés françaises et d'Europe Centrale (Europe de l'Est, CEI). Dans les croisements entre ces deux groupes, les variétés tunisiennes ne peuvent donc être utilisées que comme parent mâle et les génotypes tardifs que comme parent femelle. Néanmoins des croisements réciproques sont possibles entre Garrigues (R882), Drepanoto (R950) et les génotypes Tozeur (R777) et R910 (Maroc). On peut remarquer le caractère fleur campanulée chez les génotypes Gorki (R790) et Kichinev (R791) qui traduit une origine hybride possible par croisement d'un amandier avec une espèce *Prunus* proche.

Sur une période s'étalant sur 4 années, 16 000 fleurs ont été pollinisées. Ce sont essentiellement les 2 campagnes de pollinisation menées durant les printemps 1992 et 1994 qui ont permis, à partir de 1 946 fleurs et 6 434 fleurs, d'obtenir respectivement 215 et 238 hybrides soit des taux de nouaison de 11% et de 4%. Après germination, 420 plants correspondants à 23 croisements ont été plantés et observés. La première série d'hybridations avait pour but d'assurer un brassage génétique maximum et de repérer les génotypes intercompatibles. La deuxième, sur la base des premières observations recueillies en pépinière, a eu pour but de créer des hybrides entre génotypes possédant des caractéristiques complémentaires.

La Fig. 1 montre une intercompatibilité entre les génotypes suivants : (i) Drepanoto (R950) (Grèce) avec le génotype tunisien Haguiga (R904) et de l'Europe de l'Est (R927) ; (ii) Garrigues (R882) (Espagne) avec les génotypes nord-africains, de l'Europe de l'Est (R927) et grec Drepanoto (R950) ; et (iii) les génotypes de l'Europe de l'Est et de la Moldavie avec les génotypes tunisiens, grec Drepanoto (R950) et espagnol Garrigues (R882).

Les taux de nouaison obtenus avec comme parent femelle, Gorki (R790), Drepanoto (R950), Garrigues (R882) et Kichinev (R791) montrent que ces génotypes pourraient être utilisés comme géniteurs pour la production de semences. Par contre, des génotypes comme les variétés marocaines R909 et R910 ne pourront être utilisés car ils n'ont produit aucun fruit quand ils sont utilisés comme parent femelle. L'autoincompatibilité du génotype marocain R913 a été vérifiée pendant deux ans.

		Tunisie			Maroc		Europe de l'Est			Espagne		Grèce	
		♂ R777	R904	R948	R905	R913	R925	R926	R927	R882	R950		
Tunisie	R777												
	R948			0					19	40	0	20,5 0,5	
Maroc	R905									23	0	10 1	
	R906								12			3	
	R909	0	0	0	0						0	0	
	R910		0	0	0				0	0	0	0	
	R911		29	2	33	9							
	R912		9	1	9	0							
	R913		0	2	9	4	0		0		3	0	
Europe de l'Est	R925	0								5			
	R926		3,5	6	2			0	21,5		1	17,5	
	R927		24,5	0				0	0		0	0	
Espagne	R882	58	3	26	0	26	1	32	0	32	1	0	
Grèce	R950		4	20	0				0			0	
Moldavie	R790			12,5					38	7,5	0		
	R791		64		74				72	40	70	0	
France	R800		4		10	28			14,5	7	8,5	0	
												73	
												4	

Fig. 1. Taux de nouaison enregistrés pour 64 croisements contrôlés réalisés par l'INRA d'Avignon (France). Pourcentage de fruits récoltés par rapport au nombre de fleurs pollinisées.

Table 17. Caractéristiques de croissance en pépinière de 19 descendances d'amandier issues de croisements par hybridations contrôlées réalisés par l'INRA d'Avignon en 1992

Croisements	Nombre d'arbres observés en pépinière	Moyenne des circonférences à la plantation (mm)	Moyenne des circonférences un an et demi après plantation (mm)	Moyenne du degré de ramification [†]	Hauteur moyenne du plan à un an (mm)	Pourcentage d'arbres à port droit après 2 ans en pépinière
R950 x R927	27	2,4	5,9	2,2	79,4	80,0
R950 x R904	12	2,3	5,5	1,8	83,9	70,0
R950 FL ^{††}	10	2,0	4,1	2,4	58,0	75,0
R927 x R950	6	2,5	4,8	1,8	87,0	33,3
R927 x R904	12	2,2	4,7	1,2	59,0	50,0
R927 FL	19	2,1	5,1	1,0	63,4	52,6
R911 x R904	12	2,4	4,9	1,6	68,3	60,0
R882 x R950	8	3,0	6,0	1,5	82,8	87,5
R882 x R948	21	2,5	6,1	1,3	75,5	61,9
R882 x R927	16	3,2	7,2	1,0	89,2	87,5
R882 x R905	11	3,0	5,5	1,1	78,5	72,7
R882 x R777	7	2,2	5,8	1,6	71,9	71,4
R882 FL	39	2,7	6,3	1,6	75,9	65,7
R881 FL	61	2,4	6,2	2,1	72,7	76,4
R790 FL	106	2,5	6,2	1,5	74,7	61,6
R777 x R950	11	2,1	5,1	2,5	68,2	90,9
R777 x R927	7	2,4	5,9	1,0	84,3	85,7
R777 x R882	25	2,5	6,2	1,4	78,3	58,3
R777 FL	8	2,1	5,6	2,0	89,6	71,4

[†]Note de 0 à 5 (0 : non ramifié, 5 : très ramifié)^{††}FL : fécondation libre

Sélection des hybrides

(i) Hybrides réalisés en 1992

La recherche de plants vigoureux s'installant rapidement a conduit à ne pas retenir les croisements dont les individus possèdent une circonférence inférieure à 5 mm après un an et demi de croissance en pépinière (Table 17). Les témoins Atocha (R881) et Garrigues (R882) ont 6 mm de circonférence. Le meilleur croisement est celui réalisé entre Garrigues (R882) et R927 dont la circonférence moyenne des semis est de 7 mm. De 80% à 90% d'arbres à port droit sont observés dans les croisements Tozeur (R777) x Drepanoto (R950), Garrigues (R882) x Drepanoto (R950), Garrigues (R882) x R927 et Tozeur (R777) x R927. On peut noter dans ces différents croisements la présence répétée du génotype grec Drepanoto (R950). Les croisements montrant des individus à faible degré de ramification sont ceux dont l'un des parents est Drepanoto (R950) ou R927 (Table 17).

Trois croisements ressortent pour leur vigueur et leur port droit : Garrigues (R882) x Drepanoto (R950), Tozeur (R777) x Drepanoto (R950) et Garrigues (R882) x R927. Le génotype grec Drepanoto est présent dans deux de ces croisements. Il possède une forte vigueur, un port très droit et une ramification assez élevée.

On peut remarquer que les meilleurs croisements obtenus avec Drepanoto (R950) sont R950 x R927, Tozeur (R777) x R950 et Garrigues (R882) x R950.

Pour les variétés Garrigues (R882) et Tozeur (R777) le degré de ramification des hybrides obtenus varie en fonction du parent mâle utilisé.

La sélection effectuée au sein de cette population d'hybrides permet de retenir comme géniteurs potentiels les génotypes Drepanoto (R950), Garrigues (R882), Tozeur (R777) et R927. Les taux de nouaison avec ces génotypes sont satisfaisants pour l'obtention de graines. La sélection grecque Drepanoto (R950) est particulièrement intéressante pour le port droit et non ramifié qu'elle confère à ses descendance.

Ces hybrides ont ensuite été greffés par la variété Ferraduel pour suivre leur comportement comme porte-greffe en verger. La reprise au greffage ainsi que la vigueur des scions ont été notées. Il existe une hétérogénéité de comportement vis-à-vis de la reprise au greffage, les pourcentages de reprise variant de 100% à 18%. A l'arrachage des plants on a pu noter que les arbres n'ayant pas repris possédaient des galles d'*Agrobacterium tumefaciens* sur les racines. La non reprise observée pourrait donc être plus liée à un problème sanitaire qu'à une incompatibilité avec la variété greffée.

Les meilleures combinaisons greffées ont été plantées en verger de comportement durant l'hiver 1996. Il s'agit de : (i) Garrigues (R882) pollinisé par Drepanoto (R950) et par le génotype d'Europe de l'Est (R927) ; (ii) Drepanoto (R950) pollinisé par Haguiga (R904) et par R927, ainsi que le croisement réciproque R927 par R950 ; et (iii) Tozeur (R777) pollinisé par Garrigues (R882), Drepanoto (R950) et R927.

Les semis de Garrigues (R882) et d'Atocha (R881) obtenus en pollinisation libre sont utilisés comme témoins.

(ii) Hybrides 1994

Des croisements complémentaires ont été réalisés en 1994 afin de confirmer les résultats obtenus en 1992 (hybrides avec Kichinev qui avaient donné de bons résultats avec Garrigues) et également de tester de nouvelles combinaisons qui n'avaient pas pu être faites dans un premier temps (hybrides avec Ferrastar).

Des notations de port, de croissance et de vigueur ont été faites au terme d'un an de plantation (Table 18). Elle confirme le fait que Kichinev (R791) est un bon géniteur pour la vigueur et surtout le port droit non ramifié qu'il confère. Les meilleures descendance d'hybrides obtenues sont : Kichinev (R791) x Tozeur (R777) et Kichinev (R791) x Drepanoto (R950) pour lesquels les plants sont très vigoureux, droits et très peu ramifiés. Certains plants ne possèdent aucune ramification axillaire.

Table 18. Vigueur moyenne des descendances d'amandier issues des fécondations contrôlées réalisées en 1994 par l'INRA d'Avignon (France)

		R777		R904		R948		R925		R927		R882		R950	
		Plant†	Circ.††	Plant	Circ.	Plant	Circ.	Plant	Circ.	Plant	Circ.	Plant	Circ.	Plant	Circ.
Tunisie	R777													1	335
Maroc	R905													1	290
	R911			2	272,5	3	310								
	R912			1	305										
Europe de l'Est	R926	3	333	9	327	2	352,5			21	364	2	310	15	381
Espagne	R882	3	137												
Grèce	R950									3	300				
CEI	R791	19	296	31	336					24	265	24	307	20	355
France	R800			1	300	9	311	3	328	4	337,5	4	357,5		

†Plant : nombre d'arbres plantés

††Circ. : circonférences troncs à la fin de 1995, première année de végétation (mm)

Kichinev (R791) transmet donc comme Drepanoto (R950) un port droit non ramifié. C'est le croisement Kichinev (R791) x Garrigues (R882) qui produit les hybrides les plus beaux de la série. Les plants sont très gros, très peu ramifiés et droits.

La sélection a été poursuivie en 1996 et les meilleures descendance hybrides seront greffées pour observer ultérieurement leurs caractéristiques comme porte-greffe en verger.

(iii) Conclusion

Ce programme d'hybridation et de sélection a permis d'identifier 4 géniteurs qui, croisés entre eux, produisent des hybrides vigoureux à port droit non ramifié. Ce sont les génotypes grec Drepanoto (R950), espagnol Garrigues (R882), tunisien Tozeur (R777) et moldave Kichinev (R791). Les meilleures combinaisons hybrides sont :

- Garrigues (R882) x Drepanoto (R950)
- Tozeur (R777) x Drepanoto (R950)
- Tozeur (R777) x Garrigues (R882)
- Kichinev (R791) x Drepanoto (R950)
- Kichinev (R791) x Tozeur (R777)
- Kichinev (R791) x Garrigues (R882)

Compte tenu de l'époque et de la durée de floraison des parents, on peut envisager une pollinisation de Tozeur par Drepanoto ou Garrigues car la variété tunisienne bien que précoce possède une longue durée de floraison (d'où un recouvrement possible avec les floraisons de Drepanoto et Garrigues). Le génotype moldave Kichinev est trop tardif et trop peu florifère pour produire des fruits de qualité par interpollinisation avec les autres génotypes. De plus, la présence de fleurs campanulées montre qu'il doit être considéré comme un hybride interspécifique avec l'amandier.

Les deux génotypes réellement concordants au niveau époque de floraison sont Drepanoto et Garrigues. Leur durée de floraison est standard et suffisamment longue pour qu'il y ait possibilité d'intercroisement. La sélection a été faite sur les hybrides issus du croisement de Garrigues pollinisée par Drepanoto ; Garrigues sera donc utilisée comme parent femelle. Dans la perspective d'un verger de production de semences porte-greffe, Drepanoto pourrait aussi être récolté mais jusqu'à présent aucun fruit n'a été obtenu quand le croisement est effectué dans ce sens.

Conclusion

Dans les différents pays méditerranéens concernés, le programme "Fruits secs" conduit avec l'aide financière de l'Union Européenne a permis de mener pour les porte-greffes une sélection efficace au sein de l'espèce amandier. Au cours de ce programme, la sélection a principalement porté sur les caractéristiques en pépinière d'un nombre important de semis d'amandier obtenus en fécondation libre ou à partir de croisements contrôlés. Les descendance étudiées ont été greffées puis plantées en essais afin de poursuivre l'analyse de leur comportement en verger.

La sélection en pépinière sur les caractéristiques inhérentes au porte-greffe (vigueur, port, type de croissance, résistance aux parasites...) a permis de sélectionner : deux descendance issues de la prospection portugaise aux caractéristiques de vigueur et croissance intéressantes (INIA d'Alcobaça).

Cette sélection a également permis de montrer : (i) la forte vigueur des semis de Garrigues, d'Atocha, de Ferrastar et de Kichinev (R791) associée à un système racinaire bien développé (IRTA-Reus) ; et (ii) la sensibilité de Garrigues et dans une moindre mesure de Drepanoto à *Agrobacterium tumefaciens* et à *Phytophthora citrophthora* (NAGREF-Naoussa).

La sélection sur les caractéristiques conférées par le porte-greffe à la variété greffée montrent : (i) qu'il existe une variabilité parmi les différents génotypes prospectés au Portugal (INIA-Alcobaça) ; et (ii) une supériorité des semis d'Atocha et de Desmayo Langueta par rapport à ceux de Garrigues pour une culture en sec (IRTA-Reus).

La caractérisation morphologique et phénologique des génotypes en collection à l'INRA d'Avignon a montré qu'il existe des possibilités d'interpollinisation entre les génotypes. La sélection menée sur les semis obtenus par croisements contrôlés a permis de mettre en évidence les génotypes Garrigues, Drepanoto, Tozeur et Kichinev comme géniteurs. Ces résultats ont conduit à sélectionner les génotypes espagnol Garrigues et grec Drepanoto comme parents pour la production de porte-greffe de semis de l'amandier en fécondation contrôlée (interpollinisation de Garrigues par Drepanoto utilisé comme pollinisateur).

La sélection se poursuit dans les différents pays avec des échanges de matériel végétal. Ce programme aura cependant permis d'ores et déjà de sélectionner des génotypes pouvant être utilisés comme porte-greffe de semis. Certains génotypes sont résistants à la sécheresse et pourraient participer à la revalorisation des zones sèches par la culture de l'amandier.

Références

- Gomes Pereira, J. et Maia de Souza, R. (1993). Almond seedling selection for use as rootstocks. Dans : I International Congress on Almond, ISHS, Agrigento, Italie, 17-19 mai 1993. *Acta Hort.*, 373 : 141-143.
- Isaakidis, A., Aspromougos, I., Stylianidis, D. et Chitzanidis, A. (1996a). *Behaviour of some almond rootstocks to collar rot (Phytophthora sp.)*, (sous presse).
- Isaakidis, A., Psallidas, P. et Stylianidis, D. (1996b). *Behaviour of some almond rootstocks to crown gall (Agrobacterium tumefaciens)*, (sous presse).
- Isaakidis, A. et Stylianidis, D. (1996). *Preliminary results in almond rootstocks trial without irrigation*, (sous presse).
- Simard, M.H. et Olivier, G. (1996). Les porte-greffe de l'amandier. Dans : *L'amandier*. CTIFL, Paris.
- Vargas, F.J. et Romero, M.A. (1991). Ensayo de patrones francos de almendro. Dans : *Jornadas sobre Experimentación en Fruticultura*, SECH, Reus, Tarragona, Espagne, 1991. Travail polycopié.
- Vargas, F.J. et Romero, M.A. (1993). Comportamiento de patrones francos de almendro. Dans: II Congreso Ibérico de Ciencias Hortícolas, SECH-APH, Zaragoza, Espagne. *Actas de Horticultura*, 9(1) : 194-199.