

Stérilité mâle *Ms8* chez *Phaseolus vulgaris* L. : phénologie, incidences sur la vigueur et le rendement

Joseph Martin Bell, Jean-Baptiste Noubissié Tchiagam

La stérilité mâle (SM) se traduit par l'impossibilité pour une plante de transmettre ses gènes par le pollen qui est soit absent, soit non fonctionnel. Elle est utilisée chez les plantes autogames comme *Phaseolus vulgaris* L. pour faciliter les croisements contrôlés [1]. Selon le déterminisme génétique, elle peut être nucléo-cytoplasmique, génique récessive ou rarement dominante [2]. Chez le haricot, cinq cytoplasmes stérilisants (Da, Sp, Mo, Hq, Ci), dérivant surtout des situations d'alloplasmie, et quelques mainteneurs ont été répertoriés. Mais les lignées restauratrices sont rares [2, 3]. Au moins sept cas de SM nucléaires contrôlés par des gènes récessifs ont été signalés [4], mais leur utilisation est peu commode car il faut attendre une génération supplémentaire d'autofécondation pour avoir 25 % de descendants mâles stériles (*ms*) [1, 2, 5].

Apparue spontanément au début des années 80 à Versailles (France), la SM due à l'allèle dominant *Ms8* a fait l'objet

de plusieurs travaux [2, 4-6], en vue de l'amélioration génétique de cette légumineuse : déterminisme génétique, stabilité environnementale, applications en sélection, caractéristiques cytologiques et cartographie génétique du gène d'intérêt. Ils montrent que cette stérilité est monogénique, se traduit par une absence totale de pollens sur le stigmate et le développement de petites gousses parthénocarpiques [2] chez les plantes mâles stériles. Tant à Versailles [2, 4] qu'à Yaoundé [5], il est apparu que les individus mâles stériles hétérozygotes (*Ms8 ms8*) sont légèrement tardifs et peu vigoureux par rapport aux mâles fertiles homozygotes (*ms8 ms8*). Or, depuis l'expérience désastreuse du gène *opaque-2* chez le maïs [7], il convient d'analyser les effets pléiotropiques et les traits associés à une nouvelle mutation avant son utilisation à grande échelle en amélioration des plantes. En vue de rationaliser une éventuelle utilisation de *Ms8* dans les schémas d'intercroisements du haricot pour la sélection récurrente [1, 8] ou pour la production d'hybrides commerciaux lorsque l'hétérosis est élevée [9], nous avons vérifié les incidences de *Ms8* sur la phénologie de la floraison, sur la vigueur et sur les composantes du rendement.

Matériel et méthode

L'expérimentation a été conduite de 1994 à 1998 à Yaoundé (3° 50' latitude Nord et

11° 32' longitude Est, 760 m d'altitude). Le climat est de type équatorial à quatre saisons, avec une pluviométrie annuelle variant entre 1 300 et 1 600 mm, une humidité relative mensuelle comprise entre 68 à 98 % et une température moyenne annuelle qui oscille autour de 23,5 °C. Les variations annuelles de la durée du jour sont faibles bien que la photopériode soit légèrement supérieure à 12 heures en juin et juillet [10].

Le matériel végétal est constitué originellement de deux lots :

- 1^{er} lot : 4 variétés fixées, fournies par le Dr H. Bannerot de l'Institut national de la recherche agronomique de Versailles, ayant reçu l'allèle *Ms8* à la suite d'au moins 10 rétro-croisements à partir de la descendance (*Valja* × *Starnel*) où le gène est apparu : 193 Fortex (10 rétro-croisements), MM3 (24 rétro-croisements), S102 (14 rétro-croisements), et Maxidor (12 rétro-croisements) ;

- 2^e lot : 6 lignées pures fournies par l'Institut de recherche agricole pour le développement (IRAD) de Dschang comprenant les principales acquisitions, introduites du pool andin ou méso-américain, à la période coloniale [11] en particulier *Pan meko* ou GR (Gros Rouge vineux), *Marengué* ou PR (Petit Rouge), *Zizi fho meko* ou PB (Petit Blanc), *Maya meko* ou GB (Gros Blanc). Elles comprennent aussi AND 671 (PH 671) et Porrillo 693 (PH 237) qui sont des cultivars du CIAT en cours de développement [11]. Nous avons introduit *Ms8* dans ce matériel par rétro-croisements à partir des plantes mâles stériles issues du matériel reçu de Versailles.

J.M. Bell : Unité de génétique et amélioration des plantes, Département de biologie et physiologie végétales, Faculté des sciences, Université de Yaoundé I, BP 12, 558 Yaoundé, Cameroun.
<jbell@uycdc.uninet.cm>

J.-B. Noubissié Tchiagam : Département des sciences biologiques, Faculté des sciences, Université de Ngaoundéré, BP 454, Ngaoundéré, Cameroun.

Tirés à part : J.M. Bell

Thèmes : Génétique et amélioration des plantes.

Pour l'étude de la phénologie de la floraison, les essais englobent cinq populations de la première génération de rétro-croisements ou RC₁ [S102 × (AND 671)²; 193 Fortex × (AND 671)²; (PR × AND 671) × PR; PB × (Maxidor)²; MM3 × (Maxidor)²]. Elles sont, pour la plupart, issues de croisements entre génotypes à croissance indéterminée (S102, 193 Fortex, PR, PB, MM3) et ceux à croissance déterminée (AND 671, Maxidor). Deux répétitions sont menées en champ sur billons d'environ 2,5 m² (4 m × 0,6 m) avec un écartement de 20 cm entre plantes dans la ligne. Les blocs sont constitués par les populations RC₁. L'expérimentation est conduite pendant la période de mars à juillet (grande saison des pluies). Les cultures sont désherbées, arrosées et tuteurées en cas de besoin. Du premier au neuvième jour de floraison de chaque famille, on note le nombre de plantes mâles stériles et mâles fertiles en se fondant sur la présence ou non du pollen sur le stigmate des fleurs ouvertes. Ces phénotypes sont confirmés par la formation des gousses parthénocarpiques ou pleines.

Les paramètres du rendement et de la vigueur sont mesurés sur des plantes cultivées dans des pots de 15 litres contenant une terre noire homogène et placés dans une serre d'ombrage pour faciliter le suivi de l'essai. Le matériel biologique est constitué de quatre populations, cultivées en deux répétitions. Elles sont issues soit des rétro-croisements initiés à Versailles [S102 (RC₁₄), 193 Fortex (RC₁₀)], soit des rétro-croisements initiés à Yaoundé en utilisant comme parent récurrent les lignées reçues de Dschang [GR (RC₄) et Porrillo 693 (RC₄)]. Quatre graines sont semées par pot et les plantes sont arrosées et tuteurées dès la floraison. Les individus mâles fertiles et mâles stériles sont identifiés et étiquetés. Les croisements sont réalisés entre 6 h et 8 h du matin, sans émasculations, juste après l'anthèse. Toutes les fleurs des plantes mâles stériles sont systématiquement fécondées par l'allopollen recueilli sur le parent récurrent. Pour S102 et 193 Fortex, 25 plantes mâles fertiles et 25 plantes mâles stériles ont été choisies et évaluées. Pour GR et Porrillo 693, 20 plantes de chaque catégorie ont été retenues.

Les principales composantes du rendement [12] mesurées à la maturité sont : le nombre moyen de gousses pleines par plante (NGP), le nombre moyen de graines par gousse (NGG) et le poids

moyen de 100 graines (PG), obtenu après passage de cinq lots de 100 graines à l'étuve à 105 °C pendant 24 h.

Les caractéristiques de la vigueur [8] évaluées au cours de la floraison sont : le nombre moyen de nœuds sur la tige principale (NNT), la longueur moyenne du 5^e entre-nœud (LEN) et la surface moyenne de la 5^e feuille trifoliolée (S) évaluée selon la formule de Raunkier adaptée à une feuille trifoliolée [13] soit $S = 2/3 [(L_1 \times l_1) + (L_2 \times l_2) + (L_3 \times l_3)]$, où L₁, L₂, L₃ sont les longueurs et l₁, l₂, l₃ les largeurs des trois folioles. Ces caractères ont été décrits par le Conseil international des ressources phylogénétiques ou IPBGR [8] et sont utilisés comme descripteurs par le Centre international d'agronomie tropicale, Cali, Colombie (CIAT).

Les résultats sont analysés par le test χ^2 de Karl Pearson pour la comparaison des pourcentages (floraison), la comparaison des moyennes (t de Student-Fischer) ainsi que par l'analyse de la variance [14] (composantes du rendement et de la vigueur).

Résultats et discussion

Phénologie de floraison

Les nombres et fréquences des plantes mâles stériles et mâles fertiles obtenues au cours des différents jours montrent trois phases distinctes (figure 1).

Pendant les trois premiers jours de floraison, les phénotypes mâles fertiles sont prépondérants (avec des fréquences successives de 74,7, 67,6 et 58,1 %), la différence avec les plantes mâles stériles étant significative au seuil de 5 %.

Au 4^e jour, les fréquences des deux classes mâles fertiles et mâles stériles sont de 47,8 et 52,2 % (différence non significative ; $\chi^2 = 0,38$; $0,5 < p < 0,9$).

À partir du 5^e jour, on observe dans toutes les populations RC₁ que les classes mâles stériles deviennent plus nombreuses ($\chi^2 > 4,00$; $p < 0,05$) avec, du 5^e au 9^e jour, des pourcentages élevés.

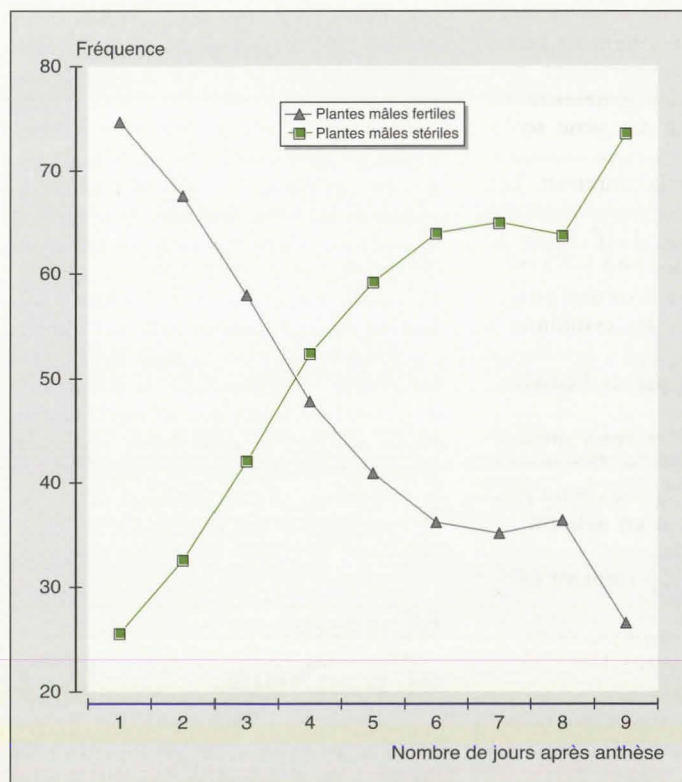


Figure 1. Évolution des fréquences des descendants mâles stériles et mâles fertiles au cours de neuf jours de floraison du haricot.

Figure 1. Time-course variations in frequencies of male-sterile and male-fertile progenies during nine days of bean flowering.

Tableau 1

Fréquences et comparaison des plantes mâles stériles (*ms*) et mâles fertiles (*mf*) de 5 populations RC₁ de haricot en ségrégation pendant 9 jours de floraison

	Jour de floraison									Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Effectifs <i>mf</i>	62	96	115	100	70	42	31	20	8	544
%	74,7 ± 4,1	67,6 ± 3,1	58,1 ± 4,2	47,8 ± 2,8	40,9 ± 3,6	36,2 ± 3,9	35,2 ± 2,9	36,4 ± 4,3	26,6 ± 3,6	49,8 ± 1,8
Effectifs <i>ms</i>	21	46	83	109	101	74	57	35	22	548
%	25,3 ± 4,1	32,4 ± 3,1	41,9 ± 4,2	52,2 ± 2,8	59,1 ± 3,6	63,8 ± 3,9	64,8 ± 2,9	63,6 ± 4,3	73,4 ± 3,6	50,2 ± 1,8
$\chi^2(1:1)$	20,25	17,6	5,17	0,38	5,61	8,82	7,68	4,09	6,53	0,014
	***	***	*	NS	*	**	**	*	*	NS
P	< 0,001	< 0,001	< 0,05	0,5-0,9	< 0,02	< 0,01	< 0,01	< 0,05	< 0,02	> 0,9

% : pourcentage ; *** : différence significative au seuil de 0,1 % ; ** : différence significative au seuil de 1 % ; * : différence significative au seuil de 5 % ; NS : différence non significative ; P : probabilités.

Frequencies and comparison in five segregant BC₁ progenies of male-sterile (*ms*) and male-fertile (*mf*) bean populations during nine days of flowering

Ceci suggère que les individus mâles stériles sont plus tardifs que les mâles fertiles. L'analyse de la variance précise que les effets génotypes et répétitions sont négligeables.

Plusieurs hypothèses peuvent être avancées pour expliquer ces résultats en considérant que les plantes mâles stériles et mâles fertiles d'une même population ont un fond génétique commun.

La mutation *Ms8* serait fortement liée à un gène de tardivité provenant par exemple du parent Valja généralement considéré comme tardif. Ce gène serait impliqué dans le complexe hormonal qui contrôle généralement la floraison. En effet, la mise à fleur est déclenchée par un complexe hormonal (florigène) constitué surtout par les gibbérelines et les anthésines [15]. Plusieurs autres phytohormones comme les cytokinines, les inhibiteurs phénoliques et terpéniques, l'acide abscissique et l'éthylène activent ou retardent la mise à fleur en agissant soit sur certaines voies métaboliques, soit sur la synthèse ou le transport des inducteurs [15]. L'expression du gène lié affecterait la floraison en agissant sur le métabolisme de ces phytohormones.

Les mutants polyploïdes présentent généralement, par rapport aux plantes ayant une garniture chromosomique normale, une floraison plus tardive [16]. Cette dernière hypothèse ne semble pas devoir être retenue dans la mesure où la SM *Ms8* est due à une mutation non pas chromosomique mais génique.

Nos résultats confirment les conclusions antérieures obtenues tant en climat tempéré [4] que tropical [5].

La floraison tardive des plantes mâles stériles dans les populations en ségrégation constitue pour le sélectionneur un avantage en ce qui concerne la disponibilité du pollen dans les schémas d'intercroisements [1, 9]. En effet, dans ce type de stérilité, le sélectionneur dispose du pollen fertile permettant de féconder toutes les fleurs des plantes mâles stériles. Pour s'assurer de cette disponibilité en pollen, il suffit d'éliminer les premières fleurs des descendants mâles fertiles.

Chez *Iris douglasiana* [17] et *Gingidia decipiens* [18], les génotypes mâles stériles fleurissent précocement. Ceci réduit considérablement l'efficacité des hybridations naturelles car le pollen des plantes mâles fertiles est disponible quand certaines fleurs de plantes mâles stériles ne sont plus réceptives.

Mesure des incidences de l'allèle *Ms8* sur les composantes du rendement

Le tableau 2 et la figure 2 regroupent les résultats comparatifs des individus mâles fertiles autopollinisés et mâles stériles artificiellement fécondés pour les principales composantes du rendement (NGG, NGP, PG). Nous avons observé une variation importante entre les diverses

populations pour ces composantes, les répétitions étant comparables. Tant globalement qu'au niveau de chaque population RC, on n'observe pas de différence significative entre les composantes du rendement des plantes mâles stériles et mâles fertiles ($p > 0,05$). Ceci suggère que l'allèle *Ms8* n'a pas d'effets néfastes sur la mégasporogénèse et donc sur la productivité en graines. Convenablement allopollinisées, les plantes mâles stériles forment des gousses et des graines viables comme leurs homologues mâles fertiles. Ceci constitue un atout important pour

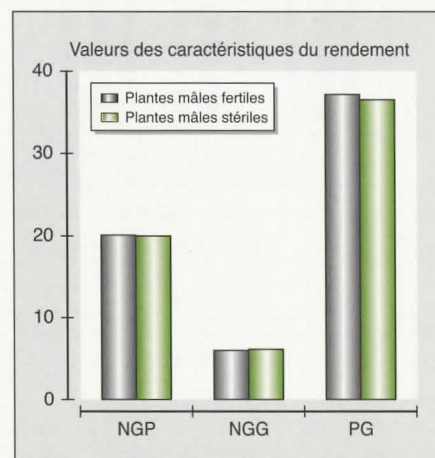


Figure 2. Comparaison des descendance mâles stériles et mâles fertiles du haricot pour trois caractéristiques du rendement.

Figure 2. Comparaison for yield characteristics of male-sterile and male-fertile progenies in bean.

Tableau 2

Comparaison des plantes mâles stériles (*ms*) et mâles fertiles (*mf*) de quatre populations de haricot pour trois composantes du rendement

	Populations et effectifs observés					
	S102	193 Fortex	GR	Porrillo 693	Σ populations	
	<i>mf</i>	25	20	25	20	90
	<i>ms</i>	25	25	20	20	90
NGP	<i>mf</i>	23,1 ± 2,3	26,6 ± 4,0	12,2 ± 2,2	18,5 ± 2,4	20,1 ± 2,8
	<i>ms</i>	22,6 ± 2,1	24,7 ± 3,7	12,5 ± 2,0	19,9 ± 4,5	19,9 ± 2,9
	d	0,5 ^{NS}	1,9*	0,3 ^{NS}	1,4 ^{NS}	0,2 ^{NS}
NGG	<i>mf</i>	6,6 ± 0,3	7,0 ± 0,4	4,5 ± 0,4	5,9 ± 0,5	6,0 ± 0,4
	<i>ms</i>	6,8 ± 0,3	7,0 ± 0,2	4,2 ± 0,5	6,2 ± 0,7	6,1 ± 0,4
	d	0,2 ^{NS}	0 ^{NS}	0,3 ^{NS}	0,3 ^{NS}	0,1 ^{NS}
PG	<i>mf</i>	24,1 ± 2,1	48,9 ± 2,6	42,7 ± 1,4	33,0 ± 2,8	37,1 ± 2,2
	<i>ms</i>	23,1 ± 2,2	47,4 ± 3,0	41,9 ± 2,6	36,5 ± 2,1	36,5 ± 2,1
	d	1,0 ^{NS}	1,2 ^{NS}	0,8 ^{NS}	0,6 ^{NS}	0,6 ^{NS}

NGP : nombre moyen de gousses par plante ; NGG : nombre moyen de graines par gousse ; PG : poids moyen de 100 graines (en mg) ; d : différence ; * : différence significative au seuil de 5 % ; ^{NS} : différence non significative.

Comparison of male-sterile (*ms*) and male-fertile (*mf*) plants of 4 back-cross bean populations for three main yield components

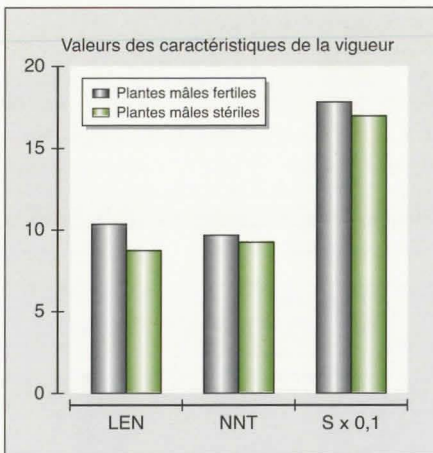


Figure 3. Comparaison des descendance mâles stériles et mâles fertiles pour trois caractéristiques de la vigueur chez le haricot.

Figure 3. Comparison for vigour characteristics of male-sterile and male-fertile progenies in bean.

l'utilisation de cette SM en sélection et contraste avec les cas de certains gènes délétères reportés chez le haricot comme *Ga* (*Gametophyte factor*), *gas* (*gamete sterile*), *uni* (*unifoliata*) et *aph* (*aphyllus*) qui entraînent une stérilité femelle [19]. Chez *Glycine max* (L) Merr, les mutants *ms-1* et *ms-2* fécondés montrent une réduction de NGG [20]. De plus, chez

l'obtention des composites affecte négativement le rendement [21], ce qui se traduit par une diminution de l'ordre de 15 % de PG et une réduction considérable du nombre de graines par panicule.

Incidences de *Ms8* sur les caractéristiques de la vigueur

Le *tableau 3* rassemble les résultats obtenus et les comparaisons entre les plantes mâles stériles fécondées et mâles fertiles en autofécondation pour les trois constituants de la vigueur (NNT, LEN, S), qui varient énormément en fonction des génotypes, mais non entre répétitions. Les analyses comparatives des plantes mâles stériles et mâles fertiles montrent que le gène *Ms8* n'a pas d'effet sur NNT et S au seuil de 5 %. Cependant, dans les populations plus ou moins fixées génétiquement, on note pour LEN une diminution significative au seuil de 5 % chez les individus mâles stériles. Nos résultats indiquent que la SM étudiée ici est associée à une réduction de la longueur des entre-nœuds de l'ordre de 15 à 20 %, sans affecter la productivité en graines. Ces observations sont identiques pour toutes les populations testées, qu'elles soient pratiquement fixées (S102

Eleusine coracana, la SM INFM obtenue par traitement mutagène et recommandée pour l'étude de l'hétérosis ou

Tableau 3

Comparaison des plantes mâles stériles (*ms*) et mâles fertiles (*mf*) de quatre populations de haricot pour trois caractéristiques de la vigueur

	Populations et effectifs observés					
	S102	193 Fortex	GR	Porrillo 693	Σ populations	
	<i>mf</i>	25	25	20	20	90
	<i>ms</i>	25	25	20	20	90
LEN	<i>mf</i>	7,9 ± 0,8	16,6 ± 1,8	6,4 ± 0,5	10,6 ± 0,8	10,4 ± 0,9
	<i>ms</i>	6,6 ± 0,6	13,3 ± 1,9	5,9 ± 0,3	9,0 ± 0,9	8,7 ± 0,9
	d	1,3**	3,3**	0,5 *	1,6**	1,7**
NNT	<i>mf</i>	7,4 ± 1,1	14,6 ± 2,4	5,8 ± 1,3	11,1 ± 2,5	9,7 ± 1,8
	<i>ms</i>	7,2 ± 1,5	13,8 ± 2,5	6,0 ± 1,0	10,1 ± 2,0	9,3 ± 1,7
	d	0,2 ^{NS}	0,8 ^{NS}	0,2 ^{NS}	1,0 ^{NS}	0,4 ^{NS}
S	<i>mf</i>	96,2 ± 7,8	275,4 ± 13,2	194,3 ± 9,8	146,3 ± 9,6	178,1 ± 10,1
	<i>ms</i>	99,1 ± 8,9	252,6 ± 14,8	189,1 ± 10,2	137,4 ± 8,4	169,6 ± 10,6
	d	2,9 ^{NS}	22,8 ^{NS}	5,2 ^{NS}	8,9 ^{NS}	8,5 ^{NS}

LEN : longueur moyenne du 5^e entre-nœud (en cm) ; NNT : nombre moyen de nœuds ; S : surface foliaire moyenne (en cm²) ; d : différence ; ** : différence significative au seuil de 1 % ; * : différence significative au seuil de 5 % ; ^{NS} : non significative.

Comparison of male-sterile (*ms*) and male-fertile (*mf*) plants of 4 back-cross bean populations for three main vigour characteristics

Summary

The *Ms8* male sterility in *Phaseolus vulgaris* L.: phenology, incidences on vigor and yield

J.M. Bell, J.B. Noubissié Tchiagam

A new male sterility that occurred in the common bean (*Phaseolus vulgaris*) around the early 80s in Versailles (France) could be used to facilitate hybridisation processes in the improvement program of this autogamous species. The *Ms8* dominant gene controls this new male sterility and the resulting male sterile plants are heterozygous (*Ms8ms8*). Cytological characteristics and mapping of this *Ms8* gene have already been described. The present work was carried out to study the effects of the *Ms8* gene on phenology expression at flowering, on three yield parameters: NGP, number of pods per plant; NGG, number of seeds per pod; PG, weight of 100 seeds. The effects of *Ms8* on three major characteristics of vigor were also studied: LEN, internodes length; NNT, number of nodes on main stem; S, leaf area. Concerning phenology expression at flowering, the results presented herein were obtained from 1 092 plants resulting from five first backcrossed populations. Male sterile plants have delayed flowering compared to fertile plants. During the first three days of flowering, the male fertile plants are dominant. On the fourth day, anthesis is found equally in fertile or male sterile plants. As of the 6th to the 9th day, only male sterile plants appear at high frequency. These results suggest that the *Ms8* gene has a pleiotropic effect, with a tendency to delay the flowering period.

Parameters of total yield were measured in four populations resulting from backcrossing and allowed to grow in pots placed in a greenhouse. Results show no effect of *Ms8* on the three yield parameters (Table 2, Figure 2). Fertile and male sterile plants fertilized from the same population produce the same number of pods per plant, the same number of seeds per pod and the same weight for each 100 seeds.

These *Ms8* characteristics differ from the phenotypic expression of several other genes of male sterility observed in the common bean (*P. vulgaris*). Genes such as *Ga* (gametophyte factor), *gas* (sterile gamete), *uni* (unifoliolate) and *aph* (aphyllus), cause female sterility as well. Observations made on the vigor characteristics and carried out on the same populations, show that internode length decreases by 15 in male sterile plants compared to the male fertile plants. This reduction occurs without any eventual decrease in the dry weight of the seeds.

On the basis of the overall results given above, *Ms8* gene appears suitable for integration in the cross-pollination program of *P. vulgaris*.

Cahiers Agricultures 2001 ; 10 : 153-8.

et 193 Fortex) ou en cours de ségrégation (GR et Porrillo 693). Les différences mesurées peuvent ainsi être attribuées à l'expression phénotypique différente du gène d'intérêt.

La taille des entre-nœuds chez *P. vulgaris* montre une variation plus ou moins continue, ce qui suggère un déterminisme polygénique. Le contrôle génétique de ce trait a été antérieurement attribué au gène majeur *li* (*long internode*) ou aux gènes complémentaires *cry* (*cryptodwarf*) et *la* (*lamn*) [19].

Nos résultats montrent que le gène *Ms8* a aussi un effet pléiotropique sur le raccourcissement des entre-nœuds et le

décalage de la floraison chez les plantes mâles stériles chez le haricot. Cette pléiotropie pourrait s'expliquer par une même perturbation métabolique, notamment hormonale. Ceci est suggéré par le fait que virage floral et allongement des entre-nœuds dépendent de phénomènes tant hormonaux que nutritifs.

Chez *Lycopersicon esculentum*, une réduction marquée de la longueur a été signalée chez les génotypes mâles stériles [22]. *A contrario*, pour d'autres SM, notamment chez *Vigna unguiculata* (L) Walp, ce sont plutôt les plantes mâles stériles qui sont plus vigoureuses [23].

Conclusion

L'étude menée indique l'intérêt de l'utilisation de la SM dominante *Ms8* dans les schémas de sélection variétale, comme la SRFSM (sélection récurrente facilitée par la stérilité mâle) chez le haricot. Les plantes mâles stériles sont plus tardives d'environ trois jours, ce qui constitue un atout dans les programmes d'intercroisements, surtout pour les génotypes à croissance indéterminée. Par ailleurs, l'atout majeur de ce gène est l'absence d'effets néfastes de *Ms8* sur la fertilité femelle, les individus mâles stériles convenablement pollinisés formant des gousses et des graines normales. Cependant, on observe une légère baisse de vigueur, en particulier une diminution de la longueur des entre-nœuds sans incidence notable sur le rendement en graines.

Les travaux futurs devront utiliser des couples plus isogéniques et être axés en priorité sur la cartographie physique du gène *Ms8* et sur la recherche de ses produits d'expression. On pourrait envisager le transfert de cette stérilité dans d'autres cytoplasmes du genre *Phaseolus* ou chez d'autres légumineuses autogames, par des techniques de transgénèse ■

Références

1. Sorrells ME, Fritz SE. Application of a dominant male sterile allele to the improvement of self-pollinated crops. *Crop Sci* 1982 ; 22 : 1033-5.
2. Bell JM. Étude génétique, cytoplasmique et physiologique de différentes stérilités mâle géniques et cytoplasmique chez *Phaseolus vulgaris* L. Thèse de 3^e cycle, Paris XI Orsay, 1986 ; 177 p.
3. Hervieu F, Charbonnier L, Bannerot H, Peltier G. The cytoplasmic male sterility (CMS) determinants of common bean is widespread in *Phaseolus coccineus* L. and *Phaseolus vulgaris* L. *Currents Genetics* 1993 ; 24 : 149-55.
4. Bannerot H, Bell JM, Bosc B, Camut R. Un gène de stérilité mâle dominante chez le haricot (*Phaseolus vulgaris* L.). *Agronomie* 1987 ; 7 : 563-6.
5. Noubissié Tchiagam JB. Contribution à la cartographie génétique d'un gène de stérilité mâle dominante (*Ms8*) chez *Phaseolus vulgaris* L. Thèse de 3^e cycle, Yaoundé I, Université, 1997 ; 138 p.
6. Bell JM, Noubissié Tchiagam JB, Ngalle HB. Cartographie génétique de la stérilité mâle (*Ms8*) chez *Phaseolus vulgaris* L. *Cahiers Agricultures* 1997 ; 6 : 11-4.
7. Rives M. L'amélioration des plantes. *La Recherche* 1984 ; 155 : 752-63.

8. IBPGR. *Descriptors for Phaseolus vulgaris L.* Rome : IBPGR secretariat, 1982 ; 32 p.
9. Gallais A. *Théorie de la sélection en amélioration des plantes.* Paris : Masson, 1990 ; 588 p.
10. Suchel JB. *Les climats du Cameroun.* Thèse d'État, Bordeaux III, Université, 1988 ; 1 188 p.
11. Pasquet RS, Fotso M. Le niébé face aux haricots américains (Cameroun). In : Chastenet M, éd. *Plantes et paysages d'Afrique. Une histoire à explorer.* Paris : Karthala-CRA, 1988 : 231-49.
12. Singh SP, Teran H, Molina A, Gutiérrez JA. Genetics of seed yield and its components in common bean (*Phaseolus vulgaris L.*) of Andean origin. *Plant Breeding* 1991 ; 101 : 254-7.
13. Noubissié Tchiagam JB. *Contribution à l'étude de quelques variétés de Phaseolus vulgaris L. introduites au Cameroun : suivi de la matière sèche.* Mémoire de Maîtrise, Université de Yaoundé, 1989 ; 56 p.
14. Spiegel MR. *Théories et applications de la statistique.* Paris : Schaum Ediscience, 1974 ; 512 p.
15. Dumas C. Déterminisme du sexe floral, parthénogenèse et stérilité mâle. In : Pesson P, Louveaux J, eds. *Pollinisation et production végétale.* Paris : Inra, 1984 : 73-90.
16. Demarly Y. *Génétique et amélioration des plantes.* Paris : Masson, 1977 ; 287 p.
17. Uno EG. Comparative reproductive biology of hermaphroditic and male sterile *Iris douglasiana* Herb (Iridaceae). *Am J Bot* 1982 ; 69 : 818-23.
18. Webb CJ. Flowering periods in the gynodioecious species *Gingidia decipiens* (Umbelliferae). *N Z J Bot* 1976 ; 14 : 207-10.
19. Basset MJ. List of genes. *Annu Rept Bean Improv Coop* 1993 ; 36 : 6-24.
20. Graybosch AR, Palmer GR. Male sterility in soybean (*Glycine max*). I. Phenotypic expression of the *ms-2* mutant. *Am J Bot* 1985 ; 72 : 1738-50.
21. ICRISAT. Finger millet, genetic male sterile INFM 95001. Pantacheru : *ICRISAT plant material description* 1997 ; 71 ; 4 p.
22. Corneau G, Craciun N, Craciun Y. The ultrastructural expression of the male sterility in *Lycopersicon esculentum* Mill. In : *Livre de résumés des posters.* Angers : III^e congrès Eucarpia, 1992 : 73-4.
23. Laleinde TAO, Watt E, Anajole AAO. Segregation pattern of three different sources of male sterile gene in *Vigna unguiculata*. *J Hered* 1982 ; 71 : 431-43.

Résumé

La phénologie de la stérilité mâle dominante *Ms8* apparue chez le haricot et son incidence sur trois principales composantes de la vigueur et du rendement ont été étudiées. S'agissant de la phénologie de floraison, nos résultats montrent que les mâles stériles sont tardifs, car ils apparaissent faiblement pendant les trois premiers jours, mais plus fréquents à partir du 5^e jour. L'allèle *Ms8* retarderait la mise à fleur.

Par ailleurs, la comparaison des individus mâles stériles et mâles fertiles montre chez ces derniers une réduction de la longueur des entre-nœuds mais aucune différence notable pour les autres composantes de la vigueur et du rendement.

Ces résultats, qui contrastent avec ceux de nombreux cas de gènes de stérilité mâle rapportés chez un grand nombre d'espèces, constituent des atouts indéniables pour l'utilisation rationnelle du gène *Ms8* en sélection chez le haricot.
