



**HAL**  
open science

# Instabilité phénotypique de la stérilité mâle nucleocytoplasmique chez *Vicia faba* L. I. Hétérogénéité interplantes et intraplante

J. Le Guen, P. Berthelem

► **To cite this version:**

J. Le Guen, P. Berthelem. Instabilité phénotypique de la stérilité mâle nucleocytoplasmique chez *Vicia faba* L. I. Hétérogénéité interplantes et intraplante. *Agronomie*, 1983, 3 (3), pp.265-272. hal-02717619

**HAL Id: hal-02717619**

**<https://hal.inrae.fr/hal-02717619v1>**

Submitted on 1 Jun 2020

**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.

# Instabilité phénotypique de la stérilité mâle nucléocytoplasmique chez *Vicia faba* L.. I. Hétérogénéité interplantes et intraplante

Joël LE GUEN & Pierre BERTHELEM

avec la collaboration technique de Robert ENSAULT & Gérard MORIN

I.N.R.A. - Station d'amélioration des plantes, Centre de Recherches de Rennes, B.P. 29, F 35650 Le Rheu

## RÉSUMÉ

Deux cytoplasmes induisant une stérilité mâle de type nucléocytoplasmique ont été antérieurement découverts chez la féverole (*Vicia faba* L.). Il s'agit du cytoplasme PBI 447 et du cytoplasme REN 350. Ces déterminismes s'accompagnent d'une instabilité qui les rend inutilisables en sélection.

Cette instabilité se manifeste par des réversions progressives ou brutales de la stérilité vers la fertilité au cours des générations de rétrocroisement ou de multiplication.

Le travail exposé ici a été entrepris afin d'étudier les aspects phénotypiques de cette instabilité au niveau des plantes et des étages florifères, dans des conditions de serre régulée. Les premières observations peuvent être résumées de la façon suivante :

- L'instabilité se caractérise par une hétérogénéité pollinique entre plantes-sœurs.
- A l'intérieur de chaque plante, pour les deux premières ramifications, l'hétérogénéité pollinique se traduit par une augmentation de la fertilité depuis la base jusqu'au sommet des tiges selon un *gradient*.
- En considérant séparément les deux orthostiques, on constate que le comportement de chacune des ramifications qu'elles constituent est différent et qu'elles ne jouent pas le même rôle dans l'expression de l'hétérogénéité pollinique.

**Mots clés additionnels :** Féverole, phénotype pollinique.

## SUMMARY

*Instability of nucleocytoplasmic male sterility in Vicia faba L.. I. Between- and within-plant heterogeneity.*

Two kinds of CMS have been found in field beans *Vicia faba* L., PBI 447 and REN 350, but their phenotypic instability makes them unsuitable for breeding purposes. This instability is expressed by progressive or sudden reversions from sterile phenotype to fertile after a variable number of generations of backcross or multiplication. The aim of the present study was to work out the phenotypic features of this instability. The first observations can be summarized as follows : 1) instability is characterized by a phenotypic heterogeneity of the pollen between the sib-plants with the same maternal origin ; 2) within each plant, this pollen heterogeneity increases from the first flower node to the uppermost flower node. It is therefore possible to define an *intratiller fertility gradient* ; 3) when the odd and even « orthostichies » (helical flower series) of a stem are considered separately, the first two tillers behave differently, so that the orthostichies do not have the same role in the expression of pollen heterogeneity.

**Additional key words :** Field bean, pollen phenotype.

## I. INTRODUCTION

La réponse au problème posé par l'optimisation du rendement chez la féverole (*Vicia faba* L.) passe, en partie, par la définition de la meilleure structure génétique des variétés commerciales.

La nature mixte de la biologie florale de cette espèce — une fraction variable des graines d'une plante est produite par autogamie, le reste par allogamie — avait permis d'envisager deux types de schéma de sélection :

- Le premier, cherchant à exploiter la nature partielle-

ment autogame des plantes, qui, chez les types d'hiver peut représenter 40 à 50 p. 100 de l'ensemble des fécondations, a consisté en la création de variétés lignée-pure (BERTHELEM, 1964). L'autofécondation forcée sous isolement et la sélection généalogique dans les descendances de croisements initiaux entre une population de type hiver (Côte-d'Or) et des cultivars de printemps, avaient permis de créer un grand nombre de lignées fixées. Toutefois, le faible rendement de celles-ci, lié à un phénomène important de dépression consanguine, n'avait pas permis à l'époque d'envisager la commercialisation de variétés de ce type.

— La seconde méthode de sélection possible chez cette espèce fait appel à sa nature partiellement allogame et consiste à exploiter la vigueur hybride potentielle, que des essais préliminaires (BERTHELEM, 1966) avaient montré être très importante. L'opportunité d'un tel schéma pour l'utilisation maximale de l'hétérosis avait été rendue possible par la découverte, dans un premier temps, de la stérilité mâle génique puis cytoplasmique chez *Vicia faba* L. (BOND *et al.*, 1966a ; BERTHELEM, 1966). Un programme de conversion du matériel lignée sur deux cytoplasmes induisant la stérilité-PBI Cambridge 447 et I.N.R.A. Rennes 350 avait été engagé ainsi qu'un début de création et d'expérimentation d'hybrides (BOND *et al.*, 1966b ; BERTHELEM, 1970 ; BERTHELEM & LE GUEN, 1974).

Ce programme n'a pu aboutir, car les deux types de cytoplasme « stérile » utilisés se sont révélés instables au cours des cycles de récurrence du programme de conversion ainsi que pendant les générations de multiplication des lignées stériles.

De nombreux travaux ont été entrepris pour tenter d'expliquer cette instabilité des déterminismes et de dégager d'éventuelles méthodes de sélection permettant d'y pallier (BENEVENT, 1976 ; DUC, 1976, 1978 ; THIELLEMENT, 1977a,b ; BERTHELEM *et al.*, 1978). De ces différentes recherches il ressortait que l'un des effets primaires de cette instabilité se caractérisait par une grande variabilité phénotypique du pollen des différentes plantes d'une même descendance et des différentes fleurs d'une même plante.

Nous rapportons dans cette note quelques résultats préliminaires sur les modalités d'expression inter et intraplantes de l'instabilité cytoplasmique pour le cytoplasme PBI 447. Ces résultats ont été obtenus par une méthode d'observation et d'analyse développée dans notre laboratoire et que nous présentons également.

## II. MATÉRIEL ET MÉTHODES

Nous avons utilisé dans ces expériences une lignée stérile d'hiver — la lignée 972A — ayant subi 10 rétrocroisements de conversion dans le cytoplasme « stérile » PBI 447.

La descendance complète, soit 15 plantes, d'une plante-mère de cette lignée 972A croisée par le mainteneur correspondant, a été cultivée en serre pendant les mois d'hiver et de printemps. Les conditions de culture étaient les suivantes :

— Les températures, régulées par « cooling system », étaient de 15 °C la nuit et de 22 °C le jour.

— Les jours étaient de 16 h, l'éclairage d'appoint étant réalisé au moyen de lampes HLRG Philipps de 400 watts à raison d'une lampe par m<sup>2</sup> environ.

— Les plantes ont été cultivées dans des containers (diamètre 16 cm) contenant un mélange terre-sable-terreau (1 : 1 : 1).

Nous avons prélevé une fleur, à une période correspondant sensiblement à l'anthèse, sur chacun des étages florifères des deux premières ramifications (la première étant la tige principale) des 15 plantes étudiées. Le nombre total de fleurs ainsi prélevées pour la totalité de la période de floraison a été de 366. Le pollen a été examiné au microscope après coloration selon la technique décrite par ALEXANDER (1969) et, pour chaque fleur, 250 grains de pollen environ, répartis sur 5 champs microscopiques, ont été comptés.

### A. Analyse descriptive des individus

Les phénotypes polliniques ont été classés en fonction de leurs « densités cytoplasmiques », selon une méthode décrite antérieurement (NOUY, 1977), en 5 classes allant depuis des grains entièrement vides de contenu cytoplasmique (grains stériles notés S) jusqu'à des grains parfaitement pleins et normalement colorés (grains fertiles F). Les 3 classes intermédiaires (P, M et C) possèdent des grains ayant des « quantités de cytoplasme » représentant, environ, 25, 50 et 75 p. 100 de celle des grains fertiles. Pour chaque individu-fleur, la fréquence de chaque classe est exprimée en p. 1000.

L'ensemble des données a, dans un premier temps, été analysé selon une méthode statistique d'analyse multivariée — l'analyse factorielle des correspondances (AFC) — décrite par BENZECRI (1973) et LEY *et al.* (1976).

Selon cette technique d'analyse, l'ensemble  $N_i$  des individus (les 366 fleurs étudiées) ou l'ensemble  $N_j$  des variables (les 5 classes de densité cytoplasmique caractérisant chaque individu) peut être projeté sur un plan défini par les deux premiers axes perpendiculaires absorbant le maximum d'inertie du nuage des variables à  $N_j$  dimensions (fig. 1). Sur ce graphe, chacun des individus-fleur analysés est représenté par un symbole (●, ■ et ○), l'ensemble des symboles identiques correspondant à la descendance d'une même plante-mère. (Pour des raisons de clarté du graphe nous n'avons représenté que les descendance de 3 plantes parmi les 15 étudiées).

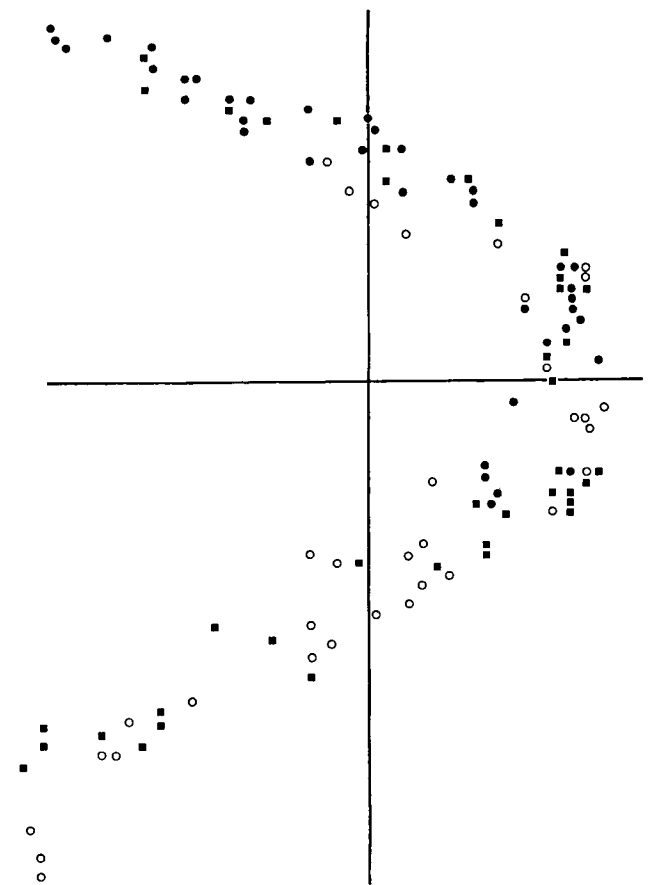


Figure 1  
Representation en AFC de trois des plantes analysées (voir explications dans le texte).

FAC scheme for three of the studied plants (see explanations in the text).

Les règles d'interprétation de ce graphe sont, en première approche, très simples : les individus les plus stériles sont situés dans la partie la plus élevée de la parabole décrite par la projection des individus sur le plan. La partie moyenne de la parabole correspond à des fleurs possédant de nombreux grains de pollen ayant des contenus cytoplasmiques intermédiaires entre les grains stériles et les grains fertiles. Enfin la partie inférieure correspond à des individus fertiles.

La simple observation de ce graphe permet de constater que nous avons schématiquement 3 types de descendance :

— Les individus (●) sont, en majorité situés dans les 2 cadrans supérieurs de la parabole et la plante à laquelle ces individus correspondent est de « *tendance stérile* ».

— Les individus (■) sont très dispersés sur l'ensemble de la parabole, ce qui signifie que la plante à laquelle ils appartiennent possède, à la fois, des fleurs stériles et des fleurs fertiles. Nous qualifions de telles plantes de plantes à « *tendance intermédiaire* ».

— Enfin, les individus (○) sont en majeure partie répartis dans les 2 cadrans inférieurs de la parabole. Une plante de ce type est dite de « *tendance fertile* ».

## B. Analyse discriminante des individus

Afin de pouvoir comparer les individus entre eux, nous les avons caractérisés par la valeur de leur projection sur l'axe vertical. La variable  $S_j$  ainsi obtenue est une grandeur sans unité représentant chaque individu en tenant compte d'un coefficient de pondération lié à l'ensemble des valeurs des classes polliniques qui lui sont attachées. Cette grandeur, que nous avons appelée *indice de stérilité*, a pour origine l'intersection des 2 axes principaux du graphe. Les individus situés au-dessus de l'axe horizontal ont des valeurs positives et sont d'autant plus stériles que cette valeur est élevée ; les individus situés au-dessous de ce même axe ont des valeurs négatives et sont d'autant plus fertiles que la valeur absolue de la variable est élevée. (Pour des raisons pratiques d'interprétation, nous avons fait la transformation de variable  $S_i \rightarrow \hat{S}_i$  pour ne travailler que sur des valeurs positives en posant  $\hat{S}_i = S_i + 2000$ ).

L'analyse de la variance des  $\hat{S}_{ij}$  [indices de stérilité de la  $i$ -ième fleur ( $i$ -ième étage) de la  $j$ -ième plante] a été faite selon le schéma classique avec quelques modifications en raison des effectifs variables d'individus-fleur (étages florifères) par plante. La somme des carrés des écarts totale a été décomposée, dans une analyse de variance à 2 voies, en 3 sommes des carrés.

— Une somme des carrés des écarts due aux plantes (<sup>1</sup>).

— Une somme des carrés des écarts due aux étages florifères pour l'ensemble des plantes (<sup>2</sup>). Nous avons, pour cela, fait l'hypothèse d'absence d'interaction étage-plante, ce qui s'est confirmé, du moins en partie, par la comparaison de la variance résiduelle et de la variance totale.

Nous avons, selon la méthode décrite par SOKAL & ROHLF (1969) pour des effectifs variables, décomposé la somme des carrés des écarts-rangs (étages florifères) en une régression affectée d'un seul degré de liberté et un écart à la régression. Le calcul de la somme des carrés expliquée par la régression selon cette méthode tient compte du fait qu'à chaque valeur de la variable  $x$  (étages) correspondent plusieurs valeurs de  $y$  (indices de stérilité) et que l'on pondère les sommes des carrés de  $y$  et celles des produits  $x \cdot y$  par les effectifs réels selon la relation

$$\text{SCE régression} = \frac{\left[ \sum_i^i x \left( \sum_j^j y \right) - \frac{\left( \sum_i^i \text{nix} \right) \left( \sum_j^j \sum_i^i y \right)}{\sum_i^i \text{ni}} \right]^2}{\sum_i^i \text{nix}^2 - \frac{\left( \sum_i^i \text{nix} \right)^2}{\sum_i^i \text{ni}}}$$

— Enfin, une somme des carrés des écarts résiduelle qui, en l'absence d'interaction comme nous en avons fait l'hypothèse, correspond à l'erreur expérimentale (<sup>3</sup>).

Cette technique a été utilisée pour analyser séparément les 2 premières ramifications des plantes et, dans chaque ramification, les 2 orthostiques. Les différentes régressions calculées ont ensuite été comparées selon la méthode classique de covariance décrite par SNEDECOR & COCHRAN (1957).

## III. RÉSULTATS

### A. Analyse inter-ramifications

Les moyennes des indices de stérilité  $\hat{S}_1 = 1488$  et  $\hat{S}_2 = 1464$  des 185 individus pour la ramification 1 et des 181 individus pour la ramification 2 sont statistiquement identiques.

Les analyses de la variance des effets principaux, plantes et étages, ainsi que la décomposition de l'effet étage en un effet dû à la régression et une déviation sont présentés dans le tableau 1.

Pour les 2 premières ramifications, l'effet plante est significatif au seuil 1 p. 100. Il existe donc une hétérogénéité phénotypique de l'*indice de stérilité* parmi les descendants d'une même plante-mère, ce qui confirme ce que nous avons observé, pour 3 plantes choisies dans les descendance (Cf. fig. 1). Or la plante-mère, comme nous l'avons indiqué au chapitre II, est issue de la 10<sup>e</sup> génération d'un rétrocroisement par la lignée homozygote 972A. On peut donc penser que, pour ce qui concerne la partie nucléaire, la plante femelle ayant donné la descendance étudiée ainsi que le mainteneur ayant servi à la polliniser sont homogènes et fixés. En conséquence, la descendance de ces 2 individus doit, théoriquement, être homogène au plan des gènes nucléaires.

Dans les ramifications, l'*effet étage*, c'est-à-dire l'effet de la position de la fleur sur la tige, est également hautement significatif, avec toutefois un carré moyen 2 fois plus fort pour la ramification 1 que pour la ramification 2 alors que les carrés moyens résiduels sont comparables pour les 2 ramifications.

La décomposition orthogonale de l'*effet étage* en 2 composantes fait apparaître un effet *régression linéaire* hautement significatif lorsque l'on teste son carré moyen par rapport à celui de la déviation. Ce résultat traduit, à l'intérieur de chaque ramification, l'existence d'un *gradient de fertilité* constituant un nouvel élément de la nature de l'hétérogénéité phénotypique de la stérilité mâle chez *V. faba*.

Les paramètres des droites de régression sont les suivants :

$$\begin{aligned} \hat{S}_1 &= 2098,1 - 83,4 E_1 \\ \hat{S}_2 &= 1862,2 - 55,3 E_2 \end{aligned}$$

TABLEAU 1

*Analyse de variance des indices de fertilité des deux premières ramifications.*  
*Analysis of variance of the fertility indices for the first two tillers.*

## Première ramification

Source de variation	d.d.l.	S.C.E.	C.M.	F
Etages	15	25 849 944	1 723 330	3,82 **
Régression	1	20 763 232	20 763 232	46,03 **
Déviation	14	5 086 712	363 337	0,81 NS
Plantes	14	21 716 212	1 551 158	3,44 **
Résiduelle	155	69 923 529	451 120	
Total	184	117 489 685		

## Seconde ramification

Source de variation	d.d.l.	S.C.E.	C.M.	F
Etages	14	12 750 646	910 760	1,80 *
Régression	1	7 664 588	7 664 588	15,15 **
Déviation	13	5 086 058	391 235	0,77 NS
Plantes	14	33 057 939	2 361 281	4,67 **
Résiduelle	152	76 904 468	505 950	
Total	180	122 713 053		

\*\* Significatif au seuil de 1 p. 100.

\* Significatif au seuil de 5 p. 100.

Dans ces équations,  $\hat{S}_1$  et  $\hat{S}_2$  sont, respectivement, les indices de stérilité des ramifications 1 et 2,  $E_1$  et  $E_2$  les niveaux des étages floraux correspondants. Les pentes négatives des droites de régression indiquent une décroissance de l'indice de stérilité en fonction de l'augmentation du niveau de l'étage concerné. Ce résultat traduit donc une diminution de la stérilité pollinique de la féverole depuis la base des tiges jusqu'à leur sommet. Cette variation de la fertilité pollinique se produit de la même façon sur chacune des ramifications, ainsi qu'en atteste l'analyse de la covariance (tabl. 2) dans laquelle on ne peut mettre en évidence de différence significative entre pentes ou origines des droites de régression.

## B. Analyse intra-ramification

La phyllotaxie distique de la féverole (MILLET, 1970) permet de distinguer chez cette espèce 2 « hélices » florifères ou *orthostiques* sur chacune des tiges de la plante.

Nous avons analysé, selon la même méthode statistique que précédemment, chacune de ces orthostiques sur chaque ramification. Les résultats sont rapportés dans les tableaux 3 et 4.

### 1. Ramifications primaires

La décomposition de la variance de chaque orthostique de la 1<sup>re</sup> ramification (tabl. 3) permet de mettre en évidence un effet étage hautement significatif aussi bien dans l'orthostique de rang pair que dans celle de rang impair. En revanche, dans l'une et l'autre, l'effet plante n'est pas significatif au seuil de 5 p. 100.

La décomposition orthogonale de l'effet étage permet de mettre en évidence un effet hautement significatif de la régression ainsi qu'on l'avait observé globalement précédemment. Le gradient de fertilité se manifeste donc également au niveau de chaque orthostique dans la 1<sup>re</sup> ramification. Les paramètres des droites de régression sont les suivantes :

$$\hat{S}_{11} = 2\,233,1 - 84,5 E_{11}$$

$$\hat{S}_{12} = 2\,002,5 - 85,5 E_{12}$$

Dans ces relations  $\hat{S}_{1j}$  et  $\hat{E}_{1j}$  ( $j = 1,2$ ) sont respectivement l'indice de stérilité et l'étage de la  $j$ -ième orthostique de la 1<sup>re</sup> ramification.

L'analyse de la covariance (tabl. 5) entre les orthostiques de cette 1<sup>re</sup> ramification permet de vérifier que les pentes des droites de régression ne sont pas statistiquement différentes. Par contre, les ordonnées à l'origine ne sont pas identiques, la seconde orthostique étant plus fertile que la première. Il faut toutefois noter ici que, d'un point de vue morphologique, les orthostiques, sur les différentes plantes, n'ont sans doute pas la même signification. En effet, on a toujours pris comme première orthostique celle commençant avec le 1<sup>er</sup> étage fleuri.

### 2. Ramifications secondaires

Le comportement de cette ramification, lorsqu'on la décompose selon ses 2 orthostiques, est très différent de celui observé sur la 1<sup>re</sup> ramification. Le tableau 4 résume l'analyse de la variance réalisée sur ces indices de stérilité.

L'effet étage n'est pas significatif dans ce cas qu'il soit testé sur la 1<sup>re</sup> ou la 2<sup>e</sup> orthostique. Nous n'avons donc pas

TABLEAU 2

*Analyse de covariance des indices de fertilité entre les ramifications 1 et 2.*  
*Covariance analysis of the fertility indices between tillers 1 and 2.*

Source de variation	d.d.l.	$\sum x^2$	$\sum xy$	$\sum y^2$	Coefficients régression	d.d.l.	S.C.E.	C.M.
Intra								
— Ramification 1	15	2 983	- 248 871	25 849 944	- 83,43	14	5 086 694	363 335
— Ramification 2	14	2 504	- 138 536	12 750 646	- 55,33	13	5 086 020	391 232
						27	10 272 714	380 471
Commune	29	5 487	- 387 407	38 600 590		28	11 247 905	401 711
						1	975 191	975 191
Inter	1							
	30	5 488	- 387 152	38 654 456		29	11 342 745	391 129
						1	94 840	94 840
Comparaison des pentes : F = 2,56 NS.								
Comparaison des origines : F = 0,24 NS.								

TABLEAU 3

*Analyse de variance des indices de fertilité des deux orthostiques de la première ramification.*  
*Analysis of variance of the fertility indices of the odd and even orthostichies of the first tiller.*

Orthostique de rang pair

Source de variation	d.d.l.	S.C.E.	C.M.	F
Etages	7	12 819 455	1 831 351	3,03 **
Régression	1	10 310 238	10 310 238	24,65 **
Déviation	6	2 509 217	418 203	0,69 NS
Plantes	12	3 712 981	309 415	0,51 NS
Résiduelle	66	39 931 996	605 030	
Total	85	56 464 432		

Orthostique de rang impair

Source de variation	d.d.l.	S.C.E.	C.M.	F
Etages	7	11 377 914	1 625 416	3,39 **
Régression	1	9 907 618	9 907 618	40,43 **
Déviation	6	1 470 296	245 049	0,41 NS
Plantes	12	7 362 818	613 568	1,28 NS
Résiduelle	66	31 211 710	480 180	
Total	85	49 952 442		

\*\* Significatif au seuil de 1 p. 100.

\* Significatif au seuil de 5 p. 100.

TABLEAU 4

*Analyse de variance des indices de fertilité des deux orthostiques de la seconde ramification.*  
*Analysis of variance of the fertility indices of the odd and even orthostichies of the second tiller.*

Orthostique de rang pair

Source de variation	d.d.l.	S.C.E.	C.M.	F
Etages	7	6 384 676	912 097	1,54 NS
Plantes	13	17 263 337	1 327 949	2,24 *
Résiduelle	66	39 192 306	593 823	
Total	86	62 840 319		

Orthostique de rang impair

Source de variation	d.d.l.	S.C.E.	C.M.	F
Etages	6	5 758 716	959 786	2,09 NS
Plantes	13	16 484 609	1 268 047	2,76 **
Résiduelle	66	30 364 233	460 064	
Total	85	52 607 558		

\*\* Significatif au seuil de 1 p. 100.

\* Significatif au seuil de 5 p. 100.

TABLEAU 5

*Analyse de covariance des indices de fertilité entre les deux orthostiques de la première ramification.*  
*Analysis of covariance of the fertility indices between the odd and even orthostichies of the first tiller.*

Source de variation	d.d.l.	$\sum x^2$	$\sum xy$	$\sum y^2$	Coefficients régression	d.d.l.	S.C.E.	C.M.
Intra								
— Orthostique 1	7	1 444	- 122 016	12 819 455	- 84,50	6	2 509 272	418 212
— Orthostique 2	7	1 356	- 115 908	11 377 914	- 85,48	6	1 470 344	245 057
						12	3 979 616	331 635
Commune	14	2 800	- 237 924	24 197 369	- 84,97	13	3 980 287	306 176
						1	671	671
Inter	1							
	15	2 805	- 241 578	27 207 800		14	6 402 121	
						1	2 421 834	2 421 834

Comparaison des pentes :  $F = 0,002^{NS}$ .

Comparaison des origines :  $F = 7,91^*$ .

poussé plus loin la décomposition et n'avons pas calculé les paramètres des régressions. En revanche, on retrouve un effet plante significatif au seuil de 5 p. 100 pour la première orthostique et au seuil de 1 p. 100 pour la seconde.

#### IV. CONCLUSIONS - DISCUSSION

L'instabilité phénotypique de la stérilité mâle cytoplasmique chez la féverole est un phénomène qui, malgré le

nombre et la diversité des recherches qu'il a suscitées, reste encore mal connu.

D'un point de vue purement pratique, la simple observation en pépinière des disjonctions apparaissant dans les descendances de rétrocroisements de conversion, suggérait un événement aléatoire et, de ce fait, généralement non contrôlable et difficilement prévisible (BERTHELEM & LE GUEN, 1974). Cette situation rendait hypothétique l'utilisation de cette stérilité mâle, dans la mesure où le niveau de stérilité d'une lignée ne pouvait être précisé qu'*a posteriori*

par contrôle de sa descendance. C'est la raison pour laquelle nous avons entrepris une série de recherches sur ce phénomène dont l'un des éléments préliminaires fait l'objet de cette note.

L'une des premières difficultés rencontrées dans ce travail a été de pouvoir quantifier la stérilité d'une fleur ou d'une plante. En effet, la très grande hétérogénéité phénotypique du pollen ne nous permettait pas de classer les individus — que ce soit des fleurs ou des plantes — en 2 groupes, l'un complètement fertile, l'autre complètement stérile. Or, il est vraisemblable que tous les phénotypes intermédiaires entre ces extrêmes ne doivent pas avoir la même signification.

C'est la raison pour laquelle nous avons développé dans cette application une méthode d'analyse multivariée nous permettant une bonne intégration de cette hétérogénéité par la définition de l'indice de stérilité  $\hat{S}_i$ . Cet indice nous a permis ultérieurement de considérer le niveau de stérilité d'une fleur ou d'une plante comme une variable discrète susceptible d'être analysée de façon classique.

Cette méthodologie nous a permis d'apporter la confirmation statistique que la descendance d'une même plante-mère homozygote est constituée d'individus phénotypiquement très différents quant à l'expression de la stérilité, du moins pour ce qui concerne le déterminant PBI 447.

Il est difficile, dans l'état actuel, de donner une explication à cette hétérogénéité. Il est vraisemblable que le nombre de gènes nucléaires en jeu dans les phénomènes de maturation du pollen soit important. Dans ces conditions, et bien que le milieu dans lequel les plantes ont été cultivées ait été assez stable et homogène, on ne peut pas exclure le rôle des différentes interactions entre le génome, le cytoplasme et l'environnement dans l'expression de ce phénomène, l'hétérogénéité étant, dans ce cas, l'expression phénotypique de ces interactions. Nous ne pouvons cependant pas exclure l'hypothèse que les différences entre individus-frères observées puissent provenir d'une hétérogénéité de déterminants cytoplasmiques allant dans le sens de

l'hypothèse formulée par THIELLEMENT (1977c). Sans pouvoir, pour le moment, préciser la nature et la cause de cette hétérogénéité, des analyses génétiques (THIELLEMENT, 1977c ; DUC, 1980) suggèrent qu'elle doit être considérée comme l'un des éléments de l'instabilité de la stérilité mâle chez *V. faba*.

Nous avons montré que, dans les conditions expérimentales qui étaient les nôtres, il existe une hétérogénéité à l'intérieur de chaque plante s'établissant, dans chaque ramification, selon un gradient entraînant une augmentation de la fertilité depuis la base jusqu'au sommet des tiges.

Il n'apparaît pas, dans cette analyse, contrairement à ce qui avait été observé antérieurement (NOUY, 1977) de différence du niveau de stérilité entre ramifications. Il faut cependant noter que les situations ne sont pas identiques. En effet, dans notre cas, les deux ramifications étudiées sur chaque plante avaient un développement pratiquement synchrone alors que dans l'expérimentation rapportée par NOUY, il y avait eu formation d'un grand nombre de ramifications dont les phases de développement étaient très désynchronisées.

Cependant, si on tient compte de la répartition des étages florifères selon 2 orthostiques, celles-ci ne se distinguent pas et l'analyse de la variance montre, dans ces conditions, un comportement différent des deux premières ramifications, semblant indiquer qu'elles ne jouent pas le même rôle dans l'expression de l'instabilité phénotypique de la stérilité.

En conclusion, les résultats exposés ici constituent un préalable à l'étude des modalités de l'instabilité de la stérilité chez la féverole ainsi qu'à celle des facteurs pouvant l'influencer. Ce sont ces aspects que nous pensons présenter dans une prochaine communication, dans laquelle nous analyserons l'hétérogénéité des phénotypes polliniques non plus uniquement en fonction de la position des fleurs sur la plante, mais également en fonction des températures qu'elles auront subies au cours de leur développement.

Reçu le 23 septembre 1982.

Accepté le 17 novembre 1982.

#### RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Alexander M. P., 1969. Differential staining of aborted and non aborted pollen. *Stain technol.*, **44**, 117-122.
- Benevent E., 1976. *Problèmes posés par l'utilisation de la stérilité mâle cytoplasmique en production de féverole hybride*. Mémoire de D.A.A.-E.N.S.A./I.N.R.A. Rennes. 67 p.
- Benzecri V. P., 1973. *L'analyse des données*, Tome II. *L'analyse des correspondances*. Dunod Ed. Paris, 619 p.
- Berthelem P., 1964. Problèmes posés par l'amélioration de la féverole d'hiver. *Fourrages*, **20**, 94-106.
- Berthelem P., 1966. *Rapport d'activité de la Station de Rennes*, I.N.R.A., 1965-1966.
- Berthelem P., 1970. *Rapport d'activité de la Station de Rennes*, I.N.R.A., 1968-1970.
- Berthelem P., Le Guen J., 1974. *Rapport d'activité de la Station de Rennes*. I.N.R.A. 1971-1974.
- Berthelem P., Le Guen J., Françoise Bourgeois, 1978. Compte rendu scientifique du 2<sup>e</sup> semestre 1978 du contrat CEE Productions végétales. 31 p.
- Bond D. A., Fyfe J. L., Toynbee-Clarke G., 1966a. Male sterility with a cytoplasmic type of inheritance in field beans. *J. agric. Sci.*, **66**, 359-367.
- Bond D. A., Fyfe J. L., Toynbee-Clarke G., 1966b. Use of cytoplasmic male sterility in production of  $F_1$  hybrids and their performances in trials. *J. agric. Sci.*, **66**, 369-377.
- Bouverat J. P., 1978. *Contribution à l'étude de l'évolution de la stérilité mâle cytoplasmique chez la féverole*. Mémoire de D.A.A. E.N.S.A./I.N.R.A. Rennes. 39 p.
- Duc G., 1976. *Etude sur l'instabilité phénotypique de la stérilité mâle cytoplasmique d'origine anglaise chez la féverole*. Mémoire de D.A.A. E.N.S.A. Rennes/I.N.R.A. Dijon. 51 p.
- Duc G., 1978. *Modalités d'expression et hypothèses explicatives du manque de stabilité de la stérilité mâle cytoplasmique chez la féverole*. Thèse Docteur-Ingénieur — Université Paris Sud, 46 p.
- Duc G., 1980. Effect of the environment on the instability of two sources of cytoplasmic male sterility in faba bean. *Fabis*, **2**, 29.
- Ley J. P., Monget M., Thevenin L., 1976. L'amélioration de l'asperge (*Asparagus officinalis* L.). Application conjointe de méthodes statistiques descriptives et inférentielles à l'utilisation raisonnée des différences de production entre plantes mâles et femelles. *Ann. Amélior. Plant.*, **26**, 675-716.
- Millet B., 1970. *Analyse des rythmes de croissance de la fève* (*Vicia faba* L.) Thèse Docteur es Sciences. Faculté des Sciences de Besançon, 132 p.
- Nouy B., 1977. *Contribution à l'étude de la stérilité mâle cytoplasmique chez Vicia faba L.* Mémoire D.A.A. E.N.S.A./I.N.R.A. Rennes. 42 p.
- Snedecor G. W., Cochran W. G., 1957. *Méthodes statistiques* A.C.T.A. Ed. Paris, 649 p.



**Sokal R., Rohlf F. J.**, 1969. *Biometry*. Emerson et al. Ed. W. H. Freeman and C° San Francisco. 776 p.

**Thiellement H.**, 1977a. La stérilité mâle cytoplasmique chez *Vicia faba* L. I. - Historique et hypothèse. *Ann. Amélior. Plant.*, **27**, 203-207.

**Thiellement H.**, 1977b. La stérilité mâle cytoplasmique chez *Vicia faba* L. II. - Hétérogénéité phénotypique d'une lignée M. S. *Ann. Amélior. Plant.*, **27**, 547-553.

**Thiellement H.**, 1977c. La stérilité mâle cytoplasmique chez *Vicia faba* L. III. - Hérité des phénotypes polliniques. *Ann. Amélior. Plant.*, **27**, 555-562.