

ST 24 10 03

LES LIGNÉES HYBRIDES ISSUES DU CROISEMENT ENTRE *Gossypium hirsutum* L. ET *G. barbadense* L.

II. — Les facteurs induisant des anomalies de fertilité

par

J. SCHWENDIMAN *

RÉSUMÉ

Les analyses du contenu des capsules obtenues selon diverses modalités de pollinisation ont permis de mettre en évidence plusieurs mécanismes importants qui agissent pour amoindrir la fertilité des lignées hybrides stabilisées à partir du croisement entre *Gossypium hirsutum* et *G. barbadense*. On a montré que le taux d'utilisation de leurs ovules est généralement inférieur à celui des variétés d'origine et qu'il s'ensuit une étroite corrélation avec le rendement. L'avortement des ovules est la conséquence de divers mécanismes qui entraînent des échecs à la fécondation.

Il s'agit essentiellement d'un apport pollinique insuffisant pouvant, en premier lieu, être dû à des particularités morphologiques ou à des caractères génétiques. Mais, même en établissant artificiellement un régime de surpollinisation, la fertilité n'est pas restaurée pour autant de par l'intervention, dans le stigmate et dans le style, de cribles polliniques agissant à différents niveaux selon le type de pollen utilisé. Le degré d'efficacité de ces cribles est en étroite relation avec le génotype de la lignée femelle, et il dépend ensuite de la quantité et de la nature du pollen. Le meilleur niveau d'utilisation des ovules est toutefois atteint en utilisant le pollen propre à la lignée qui sert comme parent femelle.

Cette préférence semble une situation commune aux croisements interspécifiques de cotonnier. C'est de l'apport pollinique trop restreint en autofécondation que provient l'apparente supériorité de la fécondation libre. Un bref inventaire de nos connaissances actuelles sur les problèmes de barrages chez *Gossypium* termine la discussion des résultats.

Dans un article précédent (SCHWENDIMAN, 1974), nous avons exposé la méthode qui a conduit à l'obtention, à partir du croisement entre *Gossypium hirsutum* var. Allen 151 et *G. barbadense* var. Mono, de lignées hybrides stables. Huit d'entre elles, aussi représentatives que possible de la dispersion de la collection, ont été choisies visuellement, décrites et comparées, entre elles et avec les parents d'origine.

Bien que stables, les lignées hybrides n'en sont pas moins inutilisables en tant que variétés agronomiques : leur fertilité est faible et héréditaire. Pour tenter de surmonter cet important obstacle, il était au préalable nécessaire de définir la ou les causes

s'opposant à un rendement correct.

Nous allons ainsi rechercher les composantes de la productivité, ce qui nous amènera à en trouver une essentielle : le poids capsulaire. Nous montrerons ensuite que celui-ci est en grande partie déterminé par le taux d'avortement des ovules. Ceci nous amènera à tenter de préciser chez une lignée particulière le moment où ces ovules avortent, puis à généraliser aux autres lignées hybrides les phénomènes observés. Nous conclurons finalement en comparant nos propres observations avec ce que l'on sait déjà sur ce sujet dans le domaine des croisements interspécifiques de cotonniers.

RÉSULTATS EXPÉRIMENTAUX

A - Les composantes du degré de fertilité

1 - Bien que susceptibles de variations entre les huit lignées hybrides considérées (HB 57, HB 58, HB 59, HB 63, HB 64, HB 66, HB 67 et HB 68), les principaux facteurs du rendement, tels le nombre de branches fructifères, le taux de la floraison, le nombre de capsules par plante, etc., ne sont pas

très différents des valeurs constatées sur les lignées parentales. Ces facteurs, quoique non négligeables, ne paraissent pas capables d'expliquer les baisses considérables de rendement observées chez certaines des lignées hybrides. Par contre, les variations importantes du poids capsulaire nous ont amenés à analyser le contenu des capsules à leur maturité.

2 - La décomposition du poids capsulaire en ses éléments constitutifs pour les parents d'origine et les huit lignées hybrides fait l'objet du tableau I.

* Laboratoire de Cytogénétique, I.R.C.T., B.P. 604, Bouaké (Côte d'Ivoire).

Tableau 1. — Analyse du contenu des capsules mûres autofécondées.

Facteurs de l'analyse	Parents d'origine		Lignées hybrides							
	Allen 151	Mono	HB 57	HB 58	HB 59	HB 63	HB 64	HB 66	HB 67	HB 68
Nombre de capsules étudiées	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
Nombre de loges	125	98	137	140	97	109	109	114	96	134
Nombre de loges par capsule	4,17	3,27	4,57	4,66	3,23	3,63	3,63	3,80	3,20	4,46
Nombre d'ovules par loge	3,43	7,41	7,21	7,02	7,08	7,62	7,19	8,08	4,98	7,63
Nombre de graines mûres loge	6,77	5,31	3,07	4,62	2,56	3,61	0,97	5,93	1,91	1,99
Nombre de graines avortées loge	1,71	2,10	4,14	2,40	4,52	4,01	6,22	2,15	3,07	5,73
Taux d'utilisation des ovules	79,7	71,6	42,6	65,9	36,1	47,3	13,5	73,4	38,4	24,9
Rendement en grammes de coton-graine par pied	93,1	74,0	53,6	65,3	10,8	36,7		58,9	13,6	12,8

3 - Les faibles valeurs du poids capsulaire constatées pour certaines des lignées hybrides ne viennent pas d'une diminution du nombre de loges par capsule qui est au moins égal à celui du parent d'origine le plus faible (variété Mono) et dépasse même, pour trois d'entre elles (HB 57, HB 58 et HB 63), le parent *hirsutum*.

De même, le nombre d'ovules par capsules est intermédiaire entre les valeurs parentales (excepté pour HB 67). En supposant donc une production équivalente de capsules par plant et une utilisation normale des ovules, il n'y a jusqu'à présent rien qui puisse s'opposer à un rendement correct des lignées hybrides.

Par contre, celles-ci, exception faite de HB 58 et HB 66, accusent une nette diminution du nombre de graines mûres par capsule, diminution qui atteint des proportions considérables, notamment pour HB 59, HB 64, HB 67 et HB 68. Le taux d'avortement des ovules incite bien à penser qu'il s'agit ici du mécanisme principal expliquant les variations constatées dans les poids capsulaires.

4 - On fera remarquer, et ceci est particulièrement vrai dans le cas des dernières lignées citées, qu'elles sont capables d'amener à maturité des capsules ne contenant qu'une proportion de graines mûres très faible par rapport au potentiel d'ovules. Or, on sait que chez les parents d'origine, si le nombre d'ovules fécondés n'est pas au moins égal à environ 50% des ovules présents, les jeunes capsules chutent quelques jours après l'anthèse. Il existe donc ici des mécanismes particuliers qui permettent à la plante de conserver des capsules même très insuffisamment fournies en graines.

5 - Les résultats exposés sur le tableau 1 portent sur le contenu de capsules autofécondées. Or, dans les conditions actuelles de culture à la station de Bouaké, l'utilisation de marqueurs génétiques tels la bractée *frego*, a permis d'estimer à environ 3% le taux d'allogamie. Nos résultats doivent donc être pratiquement identiques à ceux que l'on obtiendrait en fécondation libre.

6 - Cette extrapolation autorise à calculer diverses corrélations entre des séries de données obtenues les unes en fécondation libre, les autres en régime d'autofécondation. Les calculs, qui ont porté sur sept lignées hybrides (HB 64 a été éliminé pour des raisons que nous verrons ultérieurement) et les deux variétés parentales, ont révélé des liaisons hautement significatives entre :

- le nombre de graines mûres par capsule et le taux d'avortement des ovules (complément à 1 du taux d'utilisation des ovules), $r = -0,920$;
- le nombre de graines mûres par capsule et le rendement par pied en régime de pollinisation libre, $r = +0,931$;
- le taux d'avortement des ovules et le rendement par pied, $r = 0,915$.

Ces corrélations montrent que la productivité des lignées hybrides est en étroite relation avec leurs taux respectifs d'avortement des ovules.

7 - En conclusion, la comparaison entre lignées parentales et hybrides montre que les différences de productivité portent essentiellement sur le poids capsulaire. Pour ce dernier, la composante principale est le taux d'avortement, susceptible de fortes variations dont nous allons maintenant rechercher les éléments causaux possibles, et leur moment d'action.

B. Eléments causaux de l'avortement des ovules et leurs moments d'interventions

1 - Il est pratique de considérer séparément les deux groupes de mécanismes susceptibles d'entraîner une stérilité partielle ou totale chez les plantes supérieures. On rattache au premier groupe les divers phénomènes antérieurs à la fécondation et capables de faire échec à celle-ci, par suite d'une constitution anormale du pollen, ou de son incapacité à germer, ou encore par inhibition de la croissance des tubes polliniques dans le style. On considère dans le second groupe tous les phénomènes qui font suite à la pénétration du tube pollinique dans le sac embryonnaire, avec entre autres la non-fusion

des gamètes mâle et femelle ou toutes les nombreuses autres causes qui peuvent intervenir à n'importe quel stade du développement de la graine. OAKES (1966, a et b) a fait la synthèse des connaissances acquises sur ce sujet chez *Gossypium*.

2 - En dépit de la chronologie des événements, signalons tout de suite que les divers phénomènes qui suivent la formation du zygote ne semblent pas être suffisamment en cause pour expliquer les taux d'avortement observés.

L'un des caractères retenus pour le tracé du dendrogramme (SCHWENDIMAN, 1974) était la longueur de l'embryon au vingt-et-unième jour suivant l'anthesis. Lors de cette étude, nous avons pu constater que rares étaient les graines en voie de maturation possédant un embryon nain ou même dépourvues d'embryon, ou encore avec un embryon malformé. Même en incluant les diverses anomalies dans l'embryogénèse du nucelle et de l'albumen, on peut estimer à environ 5% les accidents de fertilité liés à des phénomènes postérieurs à la fécondation de l'ovule.

KAMMACHER (1965) estime qu'environ 1/8 des graines obtenues par autofécondation de la F_1 entre *G. hirsutum* et *G. barbadense* sont incapables de germer, par suite de tels accidents, tandis que OAKES (*op. cit.*) trouve que ces phénomènes sont prépondérants en tant que mécanismes explicatifs de la stérilité, mais il s'agit, dans ce dernier cas, de croisements interspécifiques mettant en présence des génomes parfois très éloignés l'un de l'autre.

3 - Nous sommes donc en présence de phénomènes agissant avant la formation du zygote et entraînant des échecs à la fécondation dont il convient de préciser l'élément causal majeur.

a - Constitution du pollen

L'hypothèse d'une constitution anormale des grains de pollen a été testée par coloration de ces derniers à l'aide du lactophénol contenant 1% de bleu d'aniline et 3% de fuchsine basique. Les grains de pollen normalement constitués apparaissent, au bout d'une trentaine de minutes, colorés en vert clair, tandis que les stériles sont roses. Le tableau 2 résume les comptages effectués.

Tableau 2. — Comptage de viabilité pollinique.

Lignées	Pollen normal	Pollen stérile	Pourcentage de viabilité
HB 57	612	31	95,2
HB 58	603	14	97,7
HB 59	802	30	96,4
HB 63	560	41	93,2
HB 64	688	37	94,9
HB 66	875	99	89,8
HB 67	522	144	78,4
HB 68	844	226	78,9
Allen	746	4	99,5
Mono	843	12	98,6

Ce tableau est suffisamment explicite pour que l'on puisse admettre que, pour l'ensemble des lignées hybrides, la constitution du pollen n'offre pas d'obstacle particulier à une fécondation normale.

b - Germination du pollen

Bien que ce pollen soit parfaitement constitué, on peut se demander s'il est apte à germer correctement. Il est, à l'heure actuelle, assez difficile de répondre à cette question, les techniques de germination pollinique *in vitro* chez le cotonnier, bien qu'en progrès, n'étant malheureusement pas encore parfaitement au point. BRONCKERS *et al.* (1972) ont récemment fait une mise au point de ce que l'on sait actuellement sur ce sujet pour le genre *Gossypium*. Toutefois, nous verrons plus loin que le pollen des lignées hybrides utilisé sur différents géniteurs femelles, présente un comportement tout à fait normal, en ce sens qu'il ne semble pas être la cause de niveaux élevés d'avortement.

4 - Etude particulière de la lignée hybride HB 63

Parvenu à ce stade, il faut admettre qu'il existe des barrages dans le stigmate et/ou dans le style qui s'opposent à la pénétration des tubes polliniques.

Pour tenter d'analyser cette hypothèse, nous nous sommes plus particulièrement attachés à l'étude de la lignée HB 63. En effet, chez celle-ci, le taux d'utilisation des ovules demeure très faible et constant (voir tableau 4), quel que soit le régime de pollinisation adopté (autofécondation, surpollinisation, apport de pollen Allen ou Mono). Deux voies d'approche ont été suivies : la première consiste à évaluer le taux de pénétration des tubes polliniques dans les ovules, la seconde à effectuer des colorations de ces mêmes tubes polliniques dans le stigmate et dans le style.

a - La première méthode consiste à recueillir, 36 heures après l'anthesis, les jeunes capsules dont on enlève les carpelles sous la loupe binoculaire. Il suffit alors, à l'aide d'une aiguille fine, de soulever délicatement les ovules un par un pour apercevoir près du micropyle le tube pollinique, si celui-ci est effectivement parvenu jusqu'à l'ovule. Afin de nous placer dans des conditions expérimentales comparables, les fleurs d'HB 63 ont été émasculées la veille de l'anthesis, puis surpollinisées par du pollen d'une autre fleur appartenant à la même plante. On trouvera les résultats des comptages effectués sur le tableau 3.

L'examen de ce tableau montre :

- que 22,5% seulement des ovules de la lignée HB 63 sont autofécondés, avec des cas extrêmes où 2 ovules sur 40 présents dans l'ovaire reçoivent un tube pollinique. De telles capsules n'ayant malgré tout que peu de chances de se maintenir ultérieurement sur la plante, on conçoit aisément que le taux final de graines mûres puisse atteindre des valeurs de l'ordre de 25% ;
- que les taux de pénétration des tubes polliniques dans les ovules sont peu différents lorsque, soit

Tableau 3. — Pénétration des tubes polliniques dans les ovules.

Croisements	Ovules fécondés	Ovules non fécondés	Pourcentage de pénétration des tubes polliniques
HB 68 × HB 68	175	603	22,5
HB 68 × Allen	88	284	23,7
HB 68 × Mono	100	268	27,2
Allen × HB 68	187	157	54,4
Mono × HB 68	142	194	57,7

l'Allen, soit le Mono servent de parent mâle, mais que, par contre, le pollen de la lignée HB 68 est nettement mieux utilisé par les deux variétés parentales.

Cette première méthode d'approche a permis de préciser qu'il existe un obstacle à la fécondation qui peut résulter soit d'une non-germination du pollen sur le stigmate, soit de phénomènes de barrage dans le stigmate ou le style.

b - Les colorations des tubes polliniques ont été faites selon la méthode préconisée par COGNET (1968). Elle consiste à fixer les styles, 36 heures après l'anthèse, dans un mélange à volume égal d'alcool éthylique à 95 % et d'acide acétique (pendant 2 heures à 60°). Après rinçage, on porte à ébullition dans l'eau durant 15 minutes, puis on laisse macérer les styles 3 heures dans le lactophénol, à la température de 60°. Les styles sont ensuite placés sur une lame, coupés en petits tronçons d'environ 1 mm, recouverts de quelques gouttes de bleu d'aniline à 1 % dans le lactophénol, puis écrasés fortement à l'aide d'une seconde lame. On laisse à nouveau plusieurs heures à chaud avant l'observation, sans risque de surecoloration. Les tubes polliniques apparaissent alors bleu foncé sur un fond de tissus où la coloration bleue est nettement moins intense.

Nous avons alors constaté les faits suivants :

- lorsque HB 68 est pris comme femelle et fécondé par ses propres grains de pollen, très peu d'entre eux sont capables de germer sur les papilles stigmatiques, mais dans ce cas, on trouve les tubes polliniques jusqu'au bas du style ;
- lorsque HB 68 est fécondé par du pollen Allen, la germination est correcte, mais les tubes polliniques sont très courts et s'arrêtent fréquemment dans le stigmate ;
- si l'on utilise du pollen Mono, HB 68 étant toujours le parent femelle, on observe une excellente germination. Mais, soit à la limite stigmate-style, soit vers le milieu du style, il y a manifestement un arrêt de croissance des tubes polliniques qui permet de bien voir le renflement terminal caractéristique du genre.

5 - Au cours du second chapitre, et plus particulièrement grâce à l'étude de la lignée HB 68, nous

avons vu que le taux d'avortement parfois élevé des ovules est en relation avec des échecs à la fécondation. Ceux-ci sont dus à un taux insuffisant de pénétration des tubes polliniques dans les ovules, à la suite de phénomène de barrage à divers niveaux : papilles stigmatiques, ou stigmate, ou limite style-stigmate. On peut supposer que ces résultats s'appliquent, au moins partiellement, aux autres lignées hybrides. C'est le point que nous allons maintenant examiner.

C - Généralisation à l'ensemble des lignées hybrides

1 - Trois techniques ont été utilisées : la surpollinisation, la fécondation par un pollen étranger, en l'occurrence celui des espèces parentales Allen 151 et Mono, et les croisements réciproques.

La fécondation par un pollen étranger équivalant à une surpollinisation en ce qui concerne la quantité de grains de pollen apportée sur les stigmates, nous avons toujours procédé, sauf bien sûr dans le cas de l'autofécondation stricte, à une castration, la veille de l'anthèse, pour nous placer dans des conditions expérimentales aussi identiques que possible.

2 - Dans le cas d'une identité entre les phénomènes de barrage observés chez HB 68 et ceux susceptibles de se manifester chez les autres lignées hybrides, la surpollinisation doit en théorie augmenter les chances pour le pollen de franchir les barrages. Comme conséquence directe, on s'attend à une diminution du taux d'avortement par rapport à celui observé en autofécondation.

Dans cette même optique, la fécondation par un autre pollen peut se révéler très efficace ou très néfaste du point de vue de l'utilisation des ovules, selon sa compatibilité avec la lignée utilisée comme femelle.

Il en serait de même dans le cas des croisements réciproques.

3 - Les déterminations des taux d'avortement dans les capsules mûres, en fonction des diverses modalités de pollinisations signalées précédemment, sont consignées sur les tableaux 4 et 5.

4 - a - La comparaison entre l'autofécondation et la surpollinisation (tableau 4) permet de dégager quatre types de réponses, selon les variations observées dans le taux d'avortement des ovules :

α. Celui-ci reste faible et inchangé chez HB 66.

β. Il diminue légèrement chez HB 59, HB 67 et HB 68 (diminution significative à $P = 0,05$ pour HB 59 et HB 68), dont le taux d'utilisation des ovules, même en régime de surpollinisation, ne dépasse guère 50 % au maximum. Aussi, dans la suite de l'analyse, pourra-t-on considérer qu'il s'agit là de trois lignées semi-steriles.

γ. Il diminue de façon considérable (respectivement — 34,8 % et — 47,8 %) chez HB 57 et HB 64. Ces variations importantes peuvent néanmoins s'expliquer sans intervention de phénomènes complexes,

Tableau 4. — Analyse du contenu des capsules mûres des lignées hybrides en fonction de divers modes de pollinisation : autofécondation, surpollinisation, croisements.

Parent femelle \ Parent mâle	Autofécondation			Surpollinisation			Allen			Mono		
	G.M. (a)	G.A. (b)	% avort. (c)	G.M.	G.A.	% avort.	G.M.	G.A.	% avort.	G.M.	G.A.	% avort.
HB 57	547	737	57,4	558	163	22,6	657	254	27,9	620	321	34,1
HB 58	689	357	34,1	503	108	17,7	748	211	22,0	545	293	35,1
HB 59	248	439	63,9	201	271	57,4	105	141	57,3	154	340	68,8
HB 63	393	438	52,7	375	172	31,4	281	174	38,2	187	194	50,9
HB 64	106	678	86,5	337	213	38,7	258	177	40,7	151	179	54,2
HB 66	676	245	26,6	188	67	26,3	573	239	28,4	402	184	31,4
HB 67	233	374	61,6	196	183	48,3	121	132	52,2	55	80	59,3
HB 68	306	922	75,1	156	358	69,6	264	440	62,5	151	471	75,7

(a) G.M. : graines mûres

(b) G.A. : graines avortées

(c) % avort. : pourcentage d'avortement des ovules

Tableau 5. — Variations des taux d'avortement en fonction de l'utilisation de différents pollens.

Parent mâle \ Parent femelle	Allen			Mono		
	G.M.	G.A.	% avort.	G.M.	G.A.	% avort.
Allen	1 205	183	13,2	684	155	18,5
HB 57	483	249	34,0	223	114	33,8
HB 58	332	172	34,1	303	130	30,0
HB 59	382	188	33,0	310	144	31,7
HB 63	496	264	34,7	140	80	36,4
HB 64	191	125	39,6	134	73	35,3
HB 66	381	209	35,4	175	94	34,9
HB 67	178	98	35,5	173	109	38,6
HB 68	335	187	35,8	183	83	31,2

mais par la simple constatation que l'apport de pollen est insuffisant pour assurer une fécondation normale des ovules :

- l'une des caractéristiques morphologiques de la lignée HB 57 est la présence d'un très long style, d'où un stigmate surplombant les anthères et un apport pollinique trop restreint ;
- chez HB 64, l'obstacle à la fécondation semble résider essentiellement dans la présence d'une stérilité mâle par non-déhiscence des anthères, comparable à l'action du gène *ms*, (le test d'allélisme n'a pas été effectué). La stérilité mâle chez HB 64 se manifeste à l'état récessif, puisque les F_1 de cette lignée avec d'autres variétés sont très fertiles. Mais les manifestations de ce caractère, notamment dans les F_2 , risquent de fausser considérablement les ségrégations de

fertilité et, pour cette raison, les croisements où cette lignée intervient ont été ultérieurement éliminés de l'analyse.

δ. Les diminutions moins importantes, bien que très significatives, observées chez HB 58 et HB 63, entrent dans un cadre identique et découlent elles aussi d'un apport insuffisant de pollen sur les stigmates, dans le cas de l'autofécondation. Chez HB 58, le style est très surplombant sur les anthères, mais la morphologie de l'appareil reproducteur chez HB 63 est tout à fait normale et ne permet pas de trouver l'explication de cet apport restreint.

b - La comparaison entre la surpollinisation et l'apport de pollen étranger sur une même lignée hybride (tableau 4), va mettre en évidence deux notions intéressantes :

2. La fécondation par un pollen étranger se traduit, pour la presque totalité des comparaisons faites, par une augmentation souvent significative du taux d'avortement des ovules.

3. Le potentiel d'ovules d'une lignée est utilisé différemment, selon le pollen qui sert à effectuer la fécondation: le pollen de la variété Mono, par exemple, semble nettement plus défavorable que celui de la variété Allen 151.

5 - La vérification de ces deux notions a été tentée à l'aide des croisements réciproques, qui font l'objet du tableau 5. On voit que :

- toute utilisation d'un pollen étranger entraîne automatiquement une augmentation du taux d'avortement des ovules et qu'en conséquence c'est bien avec leur propre pollen que les lignées hybrides ou parentales sont susceptibles d'utiliser au mieux leur potentiel d'ovules ;
- les pollens étrangers se comportent d'une manière pratiquement identique et ne présentent

entre eux que des différences minimales en tant qu'agent pollinisateur d'un génotype donné. Dans les croisements, la nature du pollen est une notion importante, mais non primordiale.

6 - En conclusion de ce dernier chapitre expérimental, nous pouvons dire qu'il est très plausible de supposer que les phénomènes de barrage observés chez HB 63 peuvent être présents, à des degrés divers, chez les autres lignées hybrides. Plusieurs notions se sont dégagées, et nous les rappellerons brièvement ici :

- l'avortement des ovules est, en premier lieu, fonction du génotype de la lignée hybride ;
- une même lignée utilise au mieux son potentiel d'ovules à l'aide de son propre pollen ;
- la quantité et, à un degré moindre, la nature du pollen utilisé, sont susceptibles de modifier, parfois considérablement, les taux d'avortement des ovules.

DISCUSSION

Les observations que nous rapportons ici ne peuvent être rapprochées du phénomène de l'auto-incompatibilité abondamment décrit chez diverses plantes supérieures: en effet, le meilleur taux d'utilisation des ovules dans les lignées hybrides *hirsutum* × *barbadense* est obtenu par fécondation par leur propre pollen.

Cette préférence, décelée chez nos lignées hybrides, semble correspondre à une situation commune aux croisements interspécifiques de cotonniers. Elle a déjà été relevée, dans des cas de concurrence pollinique naturelle ou artificiellement provoquée, par BALLS (1911), HARLAND (1930), KEARNEY et HARRISON (1932), MARANI et PALEVITZ (1961), ARUTUNOVA (1968).

Il y a donc là une contradiction avec la morphologie de la fleur, qui paraît bien adaptée à la pollinisation croisée, mais surtout avec le fait que l'auto-fécondation, chez les hybrides entre *G. hirsutum* et *G. barbadense*, tend à diminuer le rendement (KAMMACHER, *op. cit.*; ISMAILOV, 1968; MCKENZIE, 1970). Cette contradiction peut être levée, ainsi que nous l'avons signalé, par le fait que dans toutes nos expériences, l'autofécondation se caractérise essentiellement par un apport pollinique insuffisant et, inversement, c'est là que réside l'apparente supériorité de la fécondation libre. Chez le cotonnier, dans des conditions parfaites de pollinisation, on remarquera que, même chez les variétés commerciales, tous les

ovules ne sont pas utilisés et qu'il y a là un niveau potentiel de rendement que l'on ne sait pas atteindre jusqu'à présent.

Divers résultats, notamment ceux de VLASOVA (1962), SHARIF et MIRZA (1968), BELJAEVA (1969), auxquels s'ajoute notre analyse de la lignée HB 63, suggèrent l'idée qu'une partie des échecs constatés dans les croisements interspécifiques de cotonniers sont attribuables à l'existence dans le pistil de barrières qui s'opposent à la pénétration de certains tubes polliniques. Ces mécanismes peuvent vraisemblablement être attribués à des réactions enzymatiques qui se produisent entre le pollen, d'une part, et les tissus du pistil, d'autre part. Pour que la fécondation se déroule normalement, ces réactions doivent avoir lieu successivement à différents niveaux: papilles stigmatiques, puis stigmat, puis limite style-stigmat.

Ces barrières ne seraient efficaces qu'à partir du jour de l'ouverture de la fleur: LODEN *et al.* (1950) ont montré que l'application d'un pollen étranger sur le stigmat avant la réceptivité normale augmentait de manière significative le nombre de graines par capsule, par rapport à la pollinisation le jour de l'anthèse. Elles s'accroîtraient au fur et à mesure du vieillissement du pistil, la fertilisation devenant alors de plus en plus difficile (IGNAMOVA, 1963; CAPAU, 1967).

BIBLIOGRAPHIE

ARUTUNOVA L.G., 1968. — Interspecific hybridization in cotton breeding. *Khlop.* 1, 34-38.
 BALLS W.L., 1911. — Cotton investigations in 1909-1910. *Cairo Sci. J.*, 5, 221-234.
 BELJAEVA N.S., 1969. — Growth of pollen tubes and spermatogenesis in crosses of heterochromosomal cotton species. *Turkm. SSR Ylyml. Akad. Habarlary, Biol. Ylyml. Ser.* 1, 3-8.

BRONCKERS F., B. de KEYSER et F. STAINIER, 1972. — Etude de la germination du pollen de cotonnier (*Gossypium hirsutum* L.) *in vitro*. *Cot. Fib. trop.*, 27, 395-402.
 CAPAU A., 1967. — Influence of age of reproductive organs on making crosses, on boll set and on heritability in fine linted cotton. *Izv. Akad. Nauk Turkmen. SSR, Ser. biol. Nauk.* 72-76.

- COGNEE M., 1968. — Rôle de la pénétration des tubes polliniques dans les ovules et de la fécondation dans l'abscission des jeunes capsules de cotonnier. *Cot. Fib. trop.*, 23, 275-277.
- HARLAND S.C., 1930. — Natural crossing and the preservation of pure lines in cotton. *Trop. Agric.*, 7, 152.
- IGANAMOVA L., 1963. — Fertilization selectivity of cotton in relation to the age of generative elements. *Uzbek. biol. Z.*, 1, 34-39.
- ISMAILOV N., 1968. — Effect of self pollination on yield and other economically valuable characters of cotton varieties and hybrids. *Plt Breed. Abstr.*, 43, 2, 105.
- KAMMACHER P.A., 1965. — Etude des relations génétiques et caryologiques entre génomes voisins du genre *Gossypium*. Thèse Univ. Paris, 1-133.
- KEARNEY T.H. et G.J. HARRISON, 1932. — Pollen antagonism in cotton. *J. agr. Res.*, 44, 191-226.
- LODEN H.D., C.F. LEWIS et T.R. RICHMOND, 1950. — The effects of time and method of pollination on seed set in American Upland cotton. *Agr. J.*, 42, 560-564.
- McKENZIE W.H., 1970. — Fertility relationships among interspecific hybrid progenies of *Gossypium*. *Crop Sci.*, 10, 571-574.
- MARANI A. et D. PALEVITZ, 1961. — Natural cross fertilization of cotton in Israel. *Sadeh/Hassadeh*, 41, 1413-1415.
- OAKES A.J., 1966. — a) Sterility in certain *Gossypium* hybrids. I. Prefertilization phenomena. *Can. J. Genet. Cytol.*, 8, 818-829. b) Sterility in certain *Gossypium* hybrids. II. Postfertilization phenomena. *Can. J. Genet. Cytol.*, 8, 830-845.
- SCHWENDIMAN J., 1974. — Les lignées hybrides issues du croisement entre *Gossypium hirsutum* et *G. barbadense*. I. L'obtention de lignées stables; la description et la comparaison de quelques lignées-types. *Cot. Fib. trop.*, 29, 283-287.
- SHARIF A. et A.H. MIRZA, 1968. — Investigations into the cause of failure of cross *G. armourianum* x *G. hirsutum*. *Proc. 20th Pakistan. Sci. conf. Dacca: part. III: abstracts C 10*.
- VLASOVA M.I., 1962. — Behaviour of pollen tubes in interspecific pollination in cotton. *Uzbek. biol. Z.*, 3, 5-12.

SUMMARY

The analyzes of bolls contents obtained according to diverse modalities of pollinization have permitted to set forth several important mechanisms exerting an action which result in reducing the fertility of hybrid strains stabilized from the cross *Gossypium hirsutum* x *G. barbadense*. It has been proved that the rate of utilization of their ovules is generally lower than that of the varieties of origin and that it results in a close correlation with the yield. The ovules abortion is the consequence of diverse mechanisms entailing failures at fertilization.

It is essentially caused by an insufficient addition of pollen which may firstly be due to morphological particularities or to genetic characters. But even by establishing artificially a pattern of overpollinization, the fertility is not inasmuch restored owing to the

action exerted in the stigma or in the style of pollinic screens acting on different levels according to the type of pollen utilized. The degree of efficacy of these screens is closely related with the genotype of the female line and it depends then upon the quantity and the nature of the pollen. The best level of utilization of the ovules is however reached by using the pollen proper to the line that is utilized as female parent.

This preference seems a common situation to cotton interspecific crosses. The apparent superiority of free fertilization results from the pollinic addition too restricted in selfing. A brief inventory of our present knowledge on the problems of barrages in *Gossypium* ends the results discussion.

RESUMEN

Los análisis del contenido de las cápsulas obtenidas según diversas modalidades de polinización, han permitido poner en evidencia varios mecanismos importantes que actúan para disminuir la fertilidad de las razas híbridas estabilizadas a partir del cruce entre *Gossypium hirsutum* y *G. barbadense*. Se ha mostrado que la tasa de utilización de sus óvulos es generalmente inferior al de las variedades de origen y que de ello se deduce una estrecha correlación con el rendimiento. El abortamiento de los óvulos es la consecuencia de diversos mecanismos que ocasionan fracasos en la fecundación.

Se trata esencialmente de un aporte polínico insuficiente pudiendo, en primer lugar, ser debido a particularidades morfológicas o a caracteres genéticos. Pero, incluso estableciendo artificialmente un régimen de sobrepollinización, la fertilidad no se restaura a pesar de ello, por la intervención, en el estigma

y en el estilo, de cribas polínicas actuando a diferentes niveles según el tipo de polen utilizado. El grado de eficacia de esas cribas se encuentra en estrecha relación con el genotipo de la raza hembra, y depende a continuación de la cantidad y de la naturaleza del polen. El mejor nivel de utilización de los óvulos se alcanza, sin embargo, utilizando el polen propio a la raza que sirve como pariente hembra.

Esta preferencia parece una situación común a los cruces interespecíficos del algodón. Es del aporte polínico demasiado restringido en autofecundación, que proviene la aparente superioridad de la fecundación libre. Un breve inventario de nuestros conocimientos actuales sobre los problemas de barreras relativos al *Gossypium*, termina la discusión de los resultados.