Agronomie, 1982, **2** (9) 859-864.

Premiers résultats d'un programme d'introduction de l'androstérilité « Ogura » du radis chez le colza

Patrick ROUSSELLE

avec la collaboration technique de Michel BREGEON.

I.N.R.A., Station d'Amélioration des Plantes, Centre de Recherches de Rennes, BP 29, F 35650 Le Rheu

RÉSUMÉ

Stérilité mâle cytoplasmique, Colza, Restauration, Déficience chlorophyllienne, Brassica napus.

L'introgression de l'androstérilité découverte chez le radis par OGURA (1968) chez les *Brassica* (BANNEROT *et al.*, 1974) puis chez le colza est accompagnée de deux inconvénients majeurs : absence de restauration de la fertilité et déficience chlorophyllienne. Après un tri portant sur 148 lignées différentes, aucun gène de restauration n'a été trouvé, ce qui empêche l'utilisation de ce système pour la création d'hybrides de colza oléagineux.

Une importante déficience chlorophyllienne des plantes mâle-stériles obtenues limite leur utilisation. Les familles mâle-stériles analysées ont une teneur en chlorophylle a + b de l'ordre de 50 p. 100 des lignées fertiles.

Dans un premier temps, nous avons mis en évidence la très faible variabilité pour la teneur en chlorophylle des lignées mâle-stériles obtenues ainsi qu'une forte liaison chlorophylle a -chlorophylle b qui élimine tout effet de compensation. De plus, nous n'avons pas pu établir une relation entre les teneurs en chlorophylles des lignées fertiles et de leur version stérile, ce qui empêche le sélectionneur de pratiquer une prospection parmi des lignées non encore converties en lignées mâle-stériles.

Dans un second temps, nous avons montré que le nombre de rétrocroisements n'intervient pas sur la teneur en chlorophylles. Il en est de même lors de la réalisation d'intercroisements entre des origines diversifiées.

SUMMARY

Cytoplasmic male sterility, Rape, Restorers, Chlorophyll deficiency, Brassica napus.

First results in a programme of introduction of « Ogura » male sterility from radish to rape

Using interspecific crosses between *Raphanus sativus* and the genus *Brassica*, BANNEROT *et al.* (1974) transferred the cytoplasmic male sterility found by OGURA (1968) in radish into *Brassica* species. Two major problems arise with this cytoplasmic male sterility : absence of restoration and chlorophyll deficiency.

After trials with 148 lines of rape, no fertility-restoring genes could be found so we cannot use this system for hybrid seed production of oilseed rape.

The chlorophyll deficiency of the male sterile plants restricts their use : chlorophyll content of male sterile forms was about half that of fertile lines.

Variability in chlorophyll content was very low and the high degree of relation between chlorophyll a and chlorophyll b prevented compensation effects. There was no relationship between the chlorophyll content of fertile lines and of their sterile counterparts, which made it impossible to screen for chlorophyll content in the fertile lines before their introduction into male-sterile cytoplasm. In addition, chlorophyll content was not affected by the number of backcrosses. The same applied for intercrosses between diverse lines of oilseed rape.

I. INTRODUCTION

Devant l'absence de stérilité mâle cytoplasmique chez le chou (*Brassica oleracea* L.), BANNEROT *et al.* (1974) ont réalisé le transfert dans cette espèce de l'androstérilité découverte par OGURA (1968) chez le radis (*Raphanus sativus* L.) au moyen de croisements interspécifiques. Par fécondation non contrôlée, une plante de type « colza » est apparue dans les premières générations de rétrocroisements. Cette plante avait 38 chromosomes et une méiose très déséquilibrée (Y. CAUDERON, comm. pers., 1978) et était androstérile. Par la suite, des rétrocroisements répétés ont permis une régularisation de la méiose avec un minimum d'aberrations tout en conservant une très forte stérilité mâle. Les analyses morphologiques et histologiques (BARTKOWIAK-BRODA *et al.*, 1979 ; ROUSSELLE, 1981) ont confirmé la très grande stabilité de l'androstérilité jointe à une fertilité femelle normale qui sont 2 caractères intéressants de ce matériel. L'attrait d'un système d'androstérilité cytoplasmique réside dans son utilisation pour créer des variétés hybrides qui sont, chez le colza, d'intérêt économique puisque cette espèce présente un bon niveau d'hétérosis (BUSON, 1979). Dès les premières générations réalisées avec un nombre restreint de géniteurs, deux problèmes principaux sont apparus : difficulté de la restauration de la fertilité et présence d'une déficience chlorophyllienne

(MORICE & RENARD, comm. pers., 1976). Ce type de déficience a été observé par d'autres auteurs à la suite de croisements interspécifiques :

— La substitution du noyau de *Brassica campestris* L. var. *japonica* par celui de *Raphanus sativus* L. a entraîné une très forte déficience chlorophyllienne (KATO & TOKUMASU, 1980). Cependant ce matériel, issu d'un croisement à structure réciproque de celui que nous étudions, ne présente pas d'androstérilité cytoplasmique. Ces auteurs relient la déficience observée à une disharmonie entre le cytoplasme de *B. japonica* et le noyau de *R. sativus*.

— Chez le blé, GAUDILLÈRE (1979) a mis en évidence une différence de rendement photosynthétique entre 2 types de géniteurs : Noyau *Triticum aestivum,* cultivar « Capitole » — cytoplasme *Triticum aestivum,* cultivar « Capitole » et ce même noyau associé avec le cytoplasme de *Triticum timopheevi.* Bien que le second type de géniteurs ait un rendement inférieur au premier, il serait abusif de parler de déficience. Il convient cependant de noter que, dans ce cas aussi, une association cytoplasme-noyau de 2 espèces différentes induit une modification de la synthèse chlorophyllienne et de la fertilité mâle.

Notre étude a pour objectif, d'une part, de déterminer les possibilités de restauration de la fertilité par croisement avec des géniteurs variés et, d'autre part, d'analyser la variabilité de la teneur en chlorophylles des différentes familles obtenues.

II. MATÉRIEL ET MÉTHODES

La figure 1 donne la généalogie de la lignée androstérile et les différentes opérations effectuées. Nous avions à notre disposition l'ensemble des lignées de la collection entretenue à Rennes.

L'observation du caractère androstérile a été faite, sur la descendance du croisement par la lignée testée, par simple notation qualitative des étamines au champ.

Pour doser les chlorophylles, nous réalisons leur extraction par le mélange acétone-eau (80-20). Cette méthode est utilisée sur le blé par PLANCHON (1968). A l'aide d'un emporte-pièce de surface connue (9,075 cm^2), nous prélevons 2 fragments de limbe de feuille de part et d'autre de la nervure principale. L'échantillonnage de la feuille est réalisé en prenant les plus petites feuilles compatibles avec l'analyse. Une expérience préalable avait montré que les teneurs en chlorophylles ne variaient que dans les premiers stades de la feuille au-delà desquels se situe notre analyse. Ces fragments sont broyés dans le solvant additionné de carbonate de calcium (0,5 g) dans un broyeur de type « Warring ». On filtre sur papier. Le filtrat obtenu est complété à 50 ml par le mélange acétone-eau. La concentration en chlorophylles de ce filtrat est déterminée au spectrophotomètre après lecture à 2 longueurs d'onde : 645 et 663 nm. La régression linéaire de Mac KINNEY ARNON

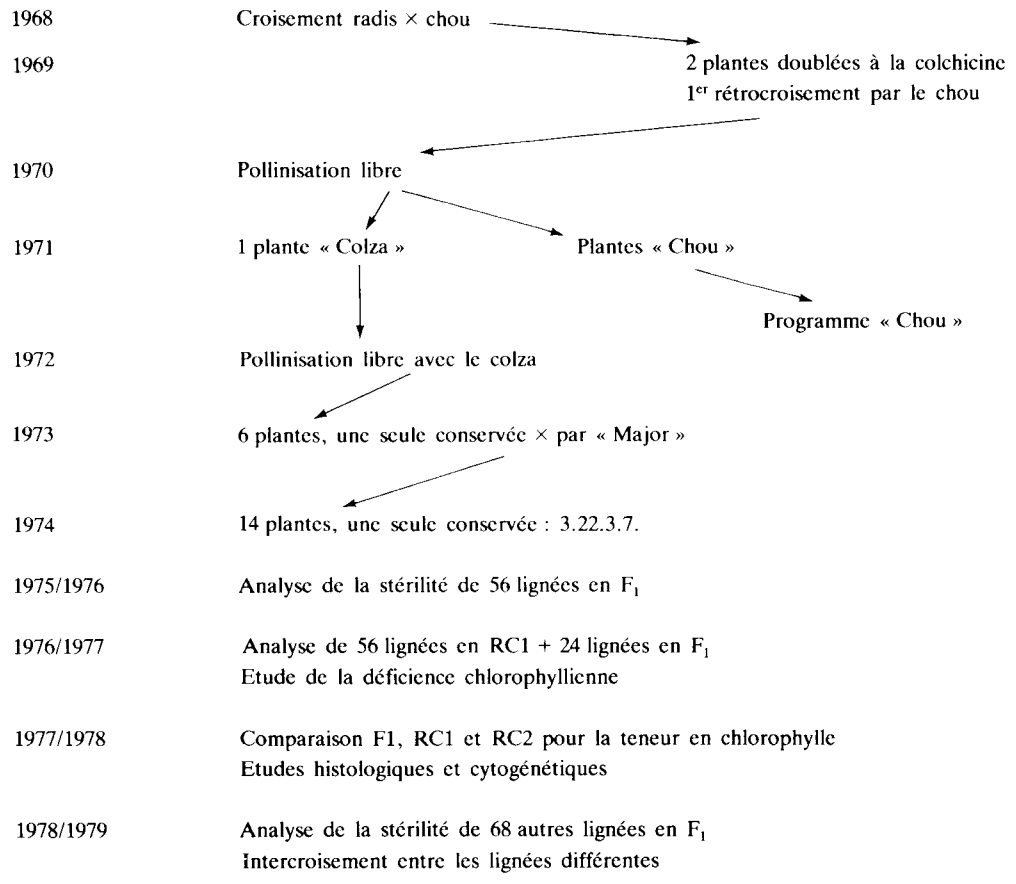

Figure 1
Généalogie succincte de la lignée androstérile et différentes études effectuées.
Concise pedigree of the male sterile line and the studies made on it.

(dans PLANCHON, 1968) donne les teneurs en chlorophylles a et b en mg par dm^2 :

— chlorophylle a = 12,7 D663 − 2,69 D645
— chlorophylle b = 29,9 D645 − 4,68 D663

Cette méthode permet l'analyse de grandes séries. Suivant la précision que nous voulons obtenir pour chaque échantillon, nous effectuons une ou plusieurs analyses de chaque famille à la même date. En pratique, il semble que la variation intragénotypique soit relativement faible par rapport à la variation intergénotypique. Nous limitons donc le nombre d'échantillons par famille à 4 au profit de l'étude d'un plus grand nombre de géniteurs.

Comme l'indique la figure 1, toutes les études décrites n'ont pas été effectuées la même année :

— En 1976-1977, nous avons surtout réalisé des études préliminaires : variabilité de la teneur en chlorophylles, relation entre la chlorophylle a et la chlorophylle b, recherche d'une liaison entre la teneur en chlorophylles de la lignée fertile et celle de la famille stérile, enfin importance de l'effet du milieu. 38 lignées et leur version mâle stérile en 1er rétrocroisement (RC_1) ont été retenues pour ces études. En fait, ces familles androstériles sont de la forme : Radis × Chou (variété « Express ») × Chou (inconnu) × Colza (inconnu) × Colza (inconnu) × Colza (« Major ») × Colza (lignées inbreds connues[2].

— En 1977-1978, nous avons comparé 3 niveaux successifs de croisement avec la même lignée : F_1, RC_1 et RC_2 ; ceci pour 28 séries correspondant chacune à une lignée différente.

— En 1978-1979, nous avons implanté des intercroisements réalisés de la manière suivante : 12 familles mâle-stériles présentant des teneurs élevées, faibles ou intermédiaires en chlorophylles ont été retenues avec le maximum de variation possible en ce qui concerne leur précocité, leur valeur oléagineuse ou fourragère et leur origine. Chaque famille RC_2 a été croisée par les 12 lignées inbreds fertiles correspondantes. Ces 12 lignées sont : « 61.3 », « Qued Linburger Platzfester », « Alsace 387 », « Early Giant », « B 12 », « Expender », « Dublianski », « Mesnij », « Qued Linburger », « 65 1A », « 61.4 K » et « Aphis Resistant Rape ».

III. RÉSULTATS ET DISCUSSIONS

A. Comportement des différents génotypes en ce qui concerne la restauration de la fertilité

Toutes les F_1 observées avec les 148 lignées (56 en 1976, 24 en 1977 et 68 en 1979) ont montré une très bonne stérilité manifestée par des étamines atrophiées. Si quelques aberrations morphologiques (étamines stigmatoïdes) observées dans les premières générations ont pu être éliminées au cours des rétrocroisements, il n'en est pas de même pour le caractère « étamines pétaloïdes » apparu dans les croisements avec le cultivar « Local d'Ukraine ». Aucune restauration de fertilité n'a été observée en F_1 et lors des différents rétrocroisements analysés. Cela met en évidence que l'ensemble des lignees testées ne possèdent pas les gènes de restauration dominants ou récessifs. Toutes les lignées sont ainsi, mainteneuses. Cela confirme les observations préliminaires réalisées sur ce matériel (MORICE & RENARD, comm. pers., 1976) et sur le chou fourrager (du CREHU, sous presse), le chou cabus (BOULIDARD, comm. pers., 1978) et le chou-fleur (HERVÉ, comm. pers., 1979). Cette absence de restauration de la fertilité est un inconvénient majeur pour la production d'hybrides de colza oléagineux alors qu'elle n'est pas gênante pour le colza fourrager et les différents types de chou.

Cette difficulté de restauration de la fertilité dans les systèmes d'androstérilité obtenus après croisement interspécifique est, à niveau moindre, signalée par AURIAU *et al.* (1973) chez le blé tendre. De même LECLERCQ (1971) signale, chez le tournesol, la présence d'un cytoplasme « coriace ».

B. Etude de la déficience chlorophyllienne

1. *Variabilité de la teneur en chlorophylles (1976-1977)*

La teneur moyenne en chlorophylle a est de l'ordre de 30 mg/dm^2 (tabl. 1) pour l'ensemble des 38 lignées fertiles examinées ; la teneur moyenne en chlorophylle b est de l'ordre de 10 mg/dm^2 dans les mêmes conditions. Cette teneur varie avec la date de prélèvement. En ce qui concerne les familles mâle-stériles correspondant à ces lignées, les teneurs sont de l'ordre de 16 mg/dm^2 et de 4,6 mg/dm^2 pour les chlorophylles a et b respectivement.

Dans tous les cas, l'écart-type de la teneur en chlorophylles est faible ; cela se traduit dans le tableau 1 par des intervalles de confiance réduits. L'échantillonnage réalisé permet de réduire grandement les effets intragénotypes et stades physiologiques de la variance. Le faible écart type est dû essentiellement à la variabilité intergénotype, laquelle est donc très limitée. Les valeurs maximales observées dans les familles mâle-stériles sont de 21,5 mg/dm^2 pour la chlorophylle a et 6 mg/dm^2 pour la chlorophylle b (cultivars « Mestnij » et « 61.3 » respectivement). Bien que ces valeurs soient de l'ordre des 2/3 de celles des lignées fertiles,

TABLEAU 1

Moyennes et intervalles de confiance pour la teneur en chlorophylles a et b chez les lignées fertiles et les familles mâle-stériles associées (1976-1977)

Means and confidence limits of chlorophyll a and b contents for fertile lines and associated male sterile backcrosses (1976-1977)

Mâle-fertile	Chlo a	Chlo b
Dates de prélèvements		
25 novembre 1976	31,65 ± 1,08	9,11 ± 0,39
13 janvier 1977	22,37 ± 1,42	10,02 ± 0,72
4 février 1977	32,55 ± 1,08	11,31 ± 0,50
22 février 1977	28,63 ± 2,37	9,98 ± 0,68
7 mars 1977	32,06 ± 1,35	10,85 ± 0,64
Mâle stérile	**Chlo a**	**Chlo b**
Dates de prélèvements		
25 novembre 1976	17,98 ± 1,40	4,56 ± 0,41
13 janvier 1977	15,20 ± 1,29	5,47 ± 0,88
4 février 1977	17,30 ± 1,27	5,92 ± 0,78
22 février 1977	12,51 ± 0,80	3,62 ± 0,36
7 mars 1977	16,11 ± 1,06	4,65 ± 0,37

Les teneurs sont exprimées en mg/dm^2 et l'intervalle de confiance est calculé au seuil 5 p. 100.
Contents are given in mg/dm^2 and confidence limits are calculated at the 5 % level.

elles restent nettement insuffisantes et les plantes apparaissent chlorotiques.

2. *Relation chlorophylle a chlorophylle b*

Nous avons reporté dans le tableau 2 les coefficients de corrélations entre la chlorophylle a et la chlorophylle b. Leur calcul a été effectué, sur 2 groupes de 38 lignées fertiles d'une part et androstériles d'autre part, à partir des mêmes données que précédemment. Ils sont tous positifs et significatifs au seuil de probabilité 1 p. 100. Il existe donc une relation très étroite entre ces 2 chlorophylles, qui ont une nature chimique et physiologique voisine. Cette relation montre qu'il n'existe pas, ou peu d'effets compensatoires.

TABLEAU 2

Corrélation entre les teneurs en chlorophylle a et en chlorophylle b (1976-1977)

Correlation between chlorophyll a and chlorophyll b contents (1976-1977)

Dates de prélèvement	Coefficients de corrélation	
	lignées fertiles	familles stériles
25 novembre	0,624	0,573
13 janvier	0,551	0,528
4 février	0,461	0,699
22 février	0,749	0,891
7 mars	0,832	0,903

Tous les coefficients sont significatifs au seuil 1 p. 100 (r ; 0,01 = 0,418)
All coefficients were significant at the 1 % level (r ; 0.01 = 0.418)

3. *Relation entre les teneurs en chlorophylles du parent récurrent et de la famille androstérile correspondante (1976-1977)*

Aucune liaison significative entre les parents récurrents et leurs descendants androstériles n'apparaît pour les teneurs en chlorophylle a, en chlorophylle b et pour la somme des deux. Cette absence de liaison est due en partie à la variabilité restreinte du caractère dans la population considérée mais montre surtout que la teneur en chlorophylles des parents n'a pas d'influence sur la teneur en chlorophylles des descendants.

Le sélectionneur ne peut donc s'appuyer sur une analyse de la teneur en chlorophylles des lignées non converties pour obtenir des familles androstériles moins déficientes.

4. *Influence du milieu sur les teneurs en chlorophylles (1976-1977)*

L'analyse précise de l'influence du milieu sur la teneur en chlorophylles n'a pas été réalisée. Nous avons observé cependant que les teneurs en chlorophylles variaient selon les dates de prélèvements (tabl. 1). La fig. 2 représente cette variation ainsi que l'évolution de la température moyenne par décade à 2 m sous abri. Dans tous les prélèvements, l'échantillonnage a été effectué de la même façon pour limiter une influence de l'âge de la feuille.

— De novembre 1976 à janvier 1977, l'abaissement de la température s'accompagne d'une diminution de la teneur en chlorophylle a ; la variation de la teneur en chlorophylle b n'est pas significative pendant cette période.

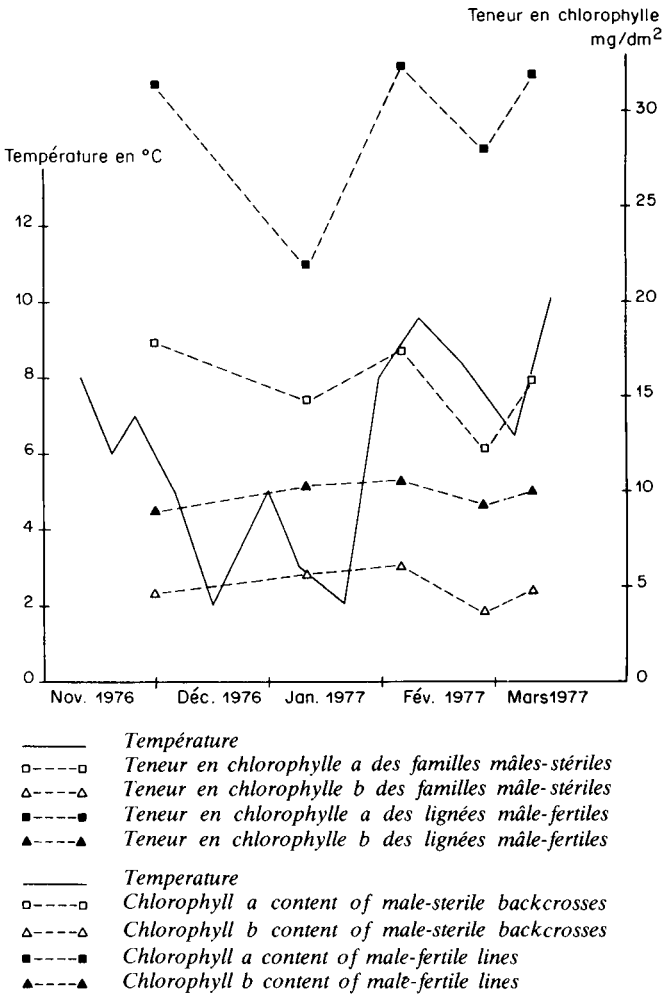

Figure 2

Teneurs en chlorophylle a et b de lignées fertiles et de familles mâle-stériles correspondantes

Chlorophyll a and b contents of fertile lines and associated male-sterile backcrosses

— De janvier 1977 à février 1977, une augmentation rapide et brusque de la température entraîne une hausse des teneurs en chlorophylles a et b.

— En février et mars 1977, les teneurs en chlorophylles suivent aussi la forte baisse de température puis le réchauffement.

En dehors de la température, d'autres facteurs sont susceptibles d'intervenir (ensoleillement, longueur du jour) mais ils n'ont pas pu être mis en évidence.

5. *Comparaison de différents niveaux de rétrocroisements (1977-1978)*

Pour éliminer l'effet milieu sur la comparaison de la teneur en chlorophylles, différents niveaux de rétrocroisements d'une même lignée ont été analysés la même année. De plus, compte tenu des corrélations mises en évidence l'année précédente entre la chlorophylle a et la chlorophylle b, les résultats présentés concernent la somme des teneurs en chlorophylles.

Les moyennes des 28 séries comprenant les lignées récurrentes, leur version F_1, 1er et 2^{e} rétrocroisements avec la lignée androstérile de départ, sont indiquées dans le tabl. 3 pour 4 dates de prélèvement. Deux faits mis en évidence l'année précédente se confirment : la déficience généralisée

TABLEAU 3

Teneurs moyennes en chlorophylles a + b, à différentes dates de prélèvement, des 28 lignées, de la F_1 et des 2 premiers rétrocroisements (RC_1 et RC_2)

Mean chlorophyll a + b contents for each sampling date, of 28 lines from the F_1 and from the first two backcrosses (RC_1 and RC_2)

	28/12/77	2/02/78	20/02/78	21/03/78
Parent récurrent	37,01 ± 1,62	42,55 ± 2,04	42,54 ± 3,22	44,15 ± 1,81
F_1	26,81 ± 1,48	23,37 ± 1,42	16,09 ± 2,13	22,06 ± 0,71
RC_1	25,20 ± 1,40	19,24 ± 1,51	16,65 ± 1,90	25,15 ± 0,64
RC_2	24,83 ± 1,68	21,78 ± 1,93	12,48 ± 2,48	19,72 ± 0,55

Les teneurs sont exprimées en mg/dm² et l'intervalle de confiance est calculé au seuil 5 p. 100.
Contents are given in mg/dm² and confidence limits are calculated at the 5 % level.

du matériel androstérile et les variations dues à la température.

La comparaison F_1, RC_1 et RC_2 ne fait apparaître aucune différence significative sauf pour le prélèvement du 21 mars pour lequel le niveau du RC_1 est supérieur à ceux de la F_1 et du RC_2. La teneur en chlorophylles ne s'améliore donc pas au cours des rétrocroisements successifs et la sélection ne peut pas s'entreprendre par cette voie. Comme pour la restauration de la fertilité, une possibilité de correction de la teneur par des gènes récessifs est à éliminer, de même qu'une hypothèse reposant sur une interaction noyau-cytoplasme spécifique.

6. *Etude des croisements entre génotypes différents (1978-1979)*

Sur l'ensemble des 144 combinaisons entre les 12 génotypes utilisés dans cette étude, 131 ont été obtenues. Les teneurs en chlorophylles sont indiquées dans le tabl. 4. Comme les croisements ont été réalisés à partir de RC_2, les teneurs en chlorophylles du RC_3 sont dans la diagonale du tableau. La variation de la teneur en chlorophylles des intercroisements est très réduite et les intervalles de confiance calculés au seuil de 5 p. 100 varient de 2,57 à 13,60. L'amplitude s'explique par le fait que les moyennes données confondent les différentes dates de prélèvements. Seules, 3 combinaisons (« Mestnij » × « 61.3 », « Mestnij » × « B12-231 » et « Mestnij » × « Dublianski ») ont une teneur en chlorophylles supérieure à 25 mg/dm², toutes faisant intervenir le cultivar « Mestnij » mais ce fait ne s'est pas confirmé dans les études effectuées plus récemment. Toutes les teneurs sont donc largement inférieures à celles d'un colza normal où elles dépassent toujours 35 mg/dm² dans les mêmes conditions. Une autre série d'intercroisements réalisée à partir des 8 autres cultivars et « Mestnij » l'année suivante a donné des résultats qui n'apportent pas d'amélioration par rapport à l'expérience citée.

Les résultats (tabl. 4), qui sont très homogènes entre eux à l'exception des combinaisons signalées, montrent clairement l'absence de variabilité dans les interactions entre les gènes chez le colza pour ce caractère.

TABLEAU 4

Teneurs moyennes en chlorophylles a + b des différents intercroisements
Means of chlorophyll a + b contents for different intercrosses

Parent mâle / Parent androstérile	« 61-3 »	« Qued Pflazfester »	« Alsace 387 »	« Early Giant 231 »	« B 12-231 »	« Expender »	« Dublianski »	« Mestnij »	« Qued Linburger »	« 65-1 A »	« A R R 2-1 »	« 61-4 K »	Moyennes des lignes sans diagonale
« 61-3 »	24,33	19,88	19,42	20,03	18,76	15,59	17,18	18,77	21,80	20,44	15,02	18,56	18,68
« Qued Platzfester »	20,14	19,63			22,37	15,37	13,12	20,71	21,26	19,58		23,54	20,26
« Alsace 387 »	19,20	21,59	19,62	16,11	21,97	20,37	19,97	22,20	24,18	20,60	21,27	20,83	20,75
« Early Giant 231 »	20,89		20,98	19,49		18,40		17,74	23,68	23,83			20,92
« B 12-231 »	21,59	24,95	19,43	19,45	17,36	15,05	17,25	20,53	19,67	15,00	18,44		19,14
« Expender »	21,06	18,18	19,62	20,08	19,51	16,19	15,19	19,86	23,60	19,91	21,71	20,73	19,95
« Dublianski »	18,64	19,41	16,49	19,95	24,66	17,56	16,59	20,01	20,68	18,44	18,04	19,54	19,40
« Mestnij »	28,12	20,94	21,31	19,85	26,57	21,86	25,78	21,30		24,58	19,62	17,04	22,57
« Qued Linburger »	21,35	22,40	19,98	19,42	19,55	18,99	18,52	20,32		18,56	21,22	24,83	20,47
« 65-1 A »	21,21	24,81	18,62	18,42	20,99	21,20	16,80	18,92	19,21	20,53	20,28	24,87	20,48
« A R R 2-1 »	18,01	23,05	16,74		21,68	14,42	16,84	19,63	22,44	17,18	23,94	15,69	18,57
« 61-4 K »	23,76	22,12	19,03		20,73	16,48	19,40	18,33	22,99	21,47	19,20	20,76	20,35
Moyenne des colonnes sans diagonale	21,27	21,73	19,16	19,16	21,68	17,75	18,61	19,73	21,95	19,96	19,42	20,63	

Moyenne générale des intercroisements : 20,10 mg/dm²
Overall mean for intercrosses : 20.10 mg/dm²

Moyenne générale du 3e rétrocroisement (RC3) : 19,98 mg/dm²
Overall mean for the third backcross : 19.98 mg/dm²

IV. CONCLUSION

Le système d'androstérilité cytoplasmique transféré chez le colza à partir du radis présente deux inconvénients importants mais il offre par rapport à d'autres types de stérilité mâle cytoplasmique étudiés chez le colza des avantages certains dont la très grande stabilité des lignées androstériles et une fertilité femelle normale (BARTKOWIAK-BRODA *et al.*, 1979 ; ROUSSELLE, 1981).

Nous n'avons pas trouvé de restaurateur de fertilité chez le colza ; l'absence de ce type de géniteur empêche, dans l'état actuel de la sélection, la création d'hybrides de colza oléagineux.

En ce qui concerne la déficience chlorophyllienne, aucune solution n'a pu être proposée à l'intérieur de cette espèce ; nous avons mis en évidence que, ni par rétrocroisements successifs, ni par intercroisements entre lignées, une amélioration de la teneur en chlorophylle ne pouvait être envisagée.

Dans la mesure où ces 2 caractères (déficience chlorophyllienne et absence de restauration de la fertilité) ne seraient pas liés, nous pourrions apporter une solution par l'intermédiaire des croisements interspécifiques par le radis restaureur ou les *Raphano-Brassica*. Cette étude est en cours.

L'utilisation de la mutagenèse envisagée au début du programme n'a pas été poursuivie faute de résultats concluants.

L'origine de cette androstérilité est très étroite, puisqu'elle repose sur un faible nombre de plantes obtenues à partir du croisement interspécifique qu'il paraît utile de refaire à partir d'autres géniteurs. Pour obtenir des combinaisons noyau-cytoplasme apportant à la fois une bonne restauration de la fertilité et un bon fonctionnement du système chlorophyllien, il convient d'élargir la base génétique de départ en réalisant de nombreux croisements entre *Brassica napus* et des radis de génotypes diversifiés d'une part, et, d'autre part, en travaillant sur des nombres plus élevés de plantes dans les premières générations de ces croisements. L'ensemble de ces croisements est en cours de réalisation.

Reçu le 14 janvier 1982.
Accepté le 16 juin 1982.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Auriau P., Pluchard P., de Buyser J., 1973. Hérédité de la restauration de la fertilité mâle chez les blés hybrides. I - Résultats préliminaires. *Ann. Amélior. Plantes,* **23,** 315-332.

Bannerot H., Boulidard L., Cauderon Y., Tempé J., 1974. Cytoplasmic male sterility transfer from *Raphanus* to *Brassica*. *Proc. EUCARPIA Crop Sect., Cruciferae,* 52-54.

Bartkowiak-Broda I., Rousselle P., Renard M., 1979. Investigations in two kinds of cytoplasmic male sterility in rape seed. *Genet. Polon.,* **20,** 487-496.

Buson M., 1979. *Hétérosis et paramètres génétiques de quelques caractères agronomiques chez le colza oléagineux.* Brassica napus *L.* Thèse 3e Cycle Univers. Paris VI, 78 p.

Du Crehu G., Perspectives offertes par la stérilité mâle cytoplasmique pour le contrôle de la pollinisation chez le chou fourrager. *Nouv. Fourrages INRA.* (sous presse)

Gaudillère J. P., 1979. *Variabilité du rendement quantique de la photosynthèse des plantes supérieures : recherche de facteurs limitants.* Thèse de Doctorat d'Etat, Paris XI, 99 p.

Kato M., Tokumasu S., 1980. Nucleus substitution of *Brassica japonica* with *Raphanus sativus* and its resultant chlorophyll deficiency. *Euphytica,* **29,** 97-106.

Leclercq P., 1971. La stérilité mâle cytoplasmique du tournesol. I - Premières études sur la restauration de la fertilité. *Ann. Amélior. Plantes,* **21,** 45-54.

Ogura H., 1968. Studies of the new male-sterility in Japanese radish, with special reference to the utilization of this sterility towards the practical raising of hybrid seeds. *Mem. Fac. Agric. Kagoshima Univer.,* **6,** 39-78.

Planchon C., 1968. *Productivité et hétérosis. Photosynthèse chez le blé tendre.* Thèse de Doctorat d'Etat, Université Paul Sabatier, Toulouse, 130 p.

Rousselle P., 1981. *Etude de systèmes d'androstérilité chez le colza,* Brassica napus. Thèse de Doctorat d'Ingénieur, ENSA Rennes, 109 p.