

Ann. Inst. Nat. Agron. El-Harrach, 1989,
Vol. 13, N°2, 481 - 498.

**BIOLOGIE FLORALE CHEZ QUELQUES POPULATIONS
SPONTANÉES DE *Trifolium stellatum* L. et
Trifolium squarrosum L.**

Par CHOUAKI S. et BERREKIA R.
departement de phytotechnie
I.N.A EL HARRACH ALGER

R E S U M E

Dans le but de préciser l'analyse de la variabilité morphologique, sur les légumineuses spontanées d'intérêt fourrager, une étude biométrique a été entreprise sur 6 populations de *T. stellatum* et 29 populations de *T. squarrosum*.

A partir des différences morphologiques, il a été possible de scinder *T. squarrosum* en deux catégories d'individus:

- des individus avec marqueur, et vigoureux
- des individus sans marqueurs, et moins vigoureux

Les résultats obtenus sont interprétés en fonction de l'origine des populations, et suggèrent des analyses plus fines (électrophorese, hybridations,...) afin de mieux saisir la portée scientifique des différences observées.

I N T R O D U C T I O N

Afin de poser les premiers jalons d'une étude sur la biologie florale des espèces spontanées de trèfles, nous avons procédé à l'ensachage de 10 inflorescences par population, pour les deux espèces. L'ensachage a été réalisé au stade bouton floral bien développé, et avant l'apparition des premières fleurs.

Ceci nous a permis de compter le nombre de fleurs et le nombre de graines obtenues dans chaque inflorescence ensachée. Le même travail a été effectué sur des inflorescences non ensachées (10 inflorescences / population et par espèce).

MATERIEL ET METHODES

Nous utilisons les inflorescences du matériel végétal étudié en biométrie par CHOUAKI et BERREKIA (1989) et dont l'origine des semences rappelle le, provient d'une prospection réalisée par ABDELGUERFI et BERREKIA R. en 1986.

RESULTATS ET DISCUSSION

Pour le nombre de fleurs par inflorescence, nous remarquons que la plus faible moyenne, avec ensachage est légèrement supérieure à celle que l'on peut noter, en absence d'ensachage (21,1 contre 19,8 fleurs par inflorescence).

Nous pouvons expliquer cela par la présence du sachet, qui aurait un effet "protecteur", ce qui se comprend aisément si l'on se réfère à la nature de l'inflorescence de *Trifolium stellatum*. Cette espèce se caractérise par des fleurs qui se détachent très facilement, à maturité (au moindre souffle d'air, aux plus légères secousses sur la plante, ...). Le sachet permettrait donc le maintien des fleurs sur l'inflorescence, cependant sa présence ne saurait augmenter indéfiniment le nombre de fleur par inflorescence non ensachée).

Dans les deux situations (ensachage et absence d'ensachage), la variabilité du nombre de fleurs par inflorescence est faible, voir très moyenne, puisqu'elle n'excède pas 16,5 %). Les populations B₇ et B₁₀ sont stables pour ce caractère, que leurs inflorescences soient ou non protégées.

L'analyse de la variance indique qu'il existe des différences très hautement significatives entre populations, aussi bien pour le nombre de fleurs par inflorescence (modification du comportement des populations en présence ou en absence d'ensachage).

Pour mieux préciser l'effet de la présence du sachet sur l'inflorescence, nous avons comparé statistiquement, les moyennes obtenues (test de STUDENT) avec ou sans ensachage, pour une même population.

Nous enregistrons des différences (Tab.1).

- Significatives pour les populations B₉ et B₁₄
- Hautement significatives pour les populations B₃, B₁₀ et B₁₂
- Très hautement significatives pour la population B₈

Dans les autres cas, les différences sont non significatives.

Lorsque l'on observe des différences (quel que soit leur degré de signification), il apparaît que le nombre moyen de fleurs obtenu avec ensachage est supérieur à celui obtenu sans ensachage (Tab. 8). Ceci rejoint donc la notion d'effet "protecteur" que nous avons suggéré plus haut.

Que les inflorescences soient protégés ou non, le nombre moyen le plus élevés de graines par inflorescence est toujours du même ordre (entre 24,4 et 25,4 graines). La population qui fournit le moins de graines (par inflorescence ensachée et non ensachée) est la B₇; le test de STUDENT montre que les valeurs moyennes obtenues dans les 2 situations, pour cette population, peuvent être considérées comme égales (Tab. 1). La variabilité observée dans les populations est moyenne, aussi bien en absence qu'en présence de sachet.

L'analyse de la variation met en évidence des différences très hautement significatives entre populations, pour

Tableau 1: Etude sur les inflorescences - Comparaison
des moyennes de *T. stellatum*

POP	NOMBRE MOYEN DE FLEURS/INFLORESCENCE			SIGNIFICATION
	NON ENSACHEES	ENSACHEES	T _{obs.}	
B ₃	21,2	24,8	3,07	HS
B ₄	21,3	21,5	0,19	NS
B ₅	25,9	23,2	1,99	NS
B ₆	21,6	21,9	0,25	NS
B ₇	22,9	24,7	1,97	NS
B ₈	21,5	26,3	5,42	THS
B ₉	21,2	24,9	2,53	S
B ₁₀	20,3	22,5	3,06	HS
B ₁₂	19,8	23,1	3,33	HS
B ₁₃	23,1	21,1	1,62	NS
B ₁₄	20,4	24,4	2,85	S

NS = Non significatif

S = Significatif

HS = Hautement significatif

THS = Très hautement significatif

t_{theo} à 5% = 2,101

t_{théo} à 1% = 2,878

t_{theo} à 0,1% = 3,922

ddl : degrés de liberté

Tableau 1 (suite)

POP	NOMBRE MOYEN DE GRAINES/INFLORESCENCE		t_{obs}	SIGNIFICATION
	NON ENSACHEES	ENSACHEES		
B ₃	20,7	21,9	0,54	NS
B ₄	21,1	21,0	0,09	NS
B ₅	25,4	17,2	3,35	HS
B ₆	20,4	16,9	2,48	S
B ₇	16,0	12,4	1,22	NS
B ₈	21,1	23,6	1,26	NS
B ₉	19,1	22,1	1,17	NS
B ₁₀	20,2	17,8	1,19	NS
B ₁₂	19,2	22,5	2,98	HS
B ₁₃	21,8	20,7	0,93	NS
B ₁₄	20,1	24,4	2,96	HS

NS = Non significatif

S = Significatif

HS = Hautement significatif

THS = Très hautement significatif

$t_{théo}$ à 5% = 2,101

$t_{théo}$ à 1% = 2,878

$t_{théo}$ à 0,1% = 3,922

ddl : degrés de liberté

Le nombre de graines observé par inflorescence non ensachée et ensachée.

La comparaison des moyennes nous amène à constituer des groupes de populations, différents selon que les inflorescences sont ensachées ou non ensachées. Ceci souligne l'effet de l'ensachage; c'est pourquoi nous avons, là encore procédé à la comparaison des moyennes propres à chaque population et observées dans les deux situations (Tab. 1).

Nous relevons des différences significatives pour la population B₆ et hautement significatives pour les populations B₅, B₁₂, B₁₄ (Tab. 1).

Pour les populations B₅, B₆, le nombre de graines obtenues après ensachage est inférieur à celui obtenu sans ensachage. Ceci peut s'expliquer par le fait que la présence du sachet crée des conditions particulières, dans l'environnement immédiat des fleurs (température, humidité relative, lumière), comme le souligne WELSH (1981). Il est donc possible que le processus de pollinisation ait été défavorisé, réduisant ainsi le nombre de graines par inflorescence.

Nous pouvons également songer à l'intervention de facteurs propres à la plante, et plus particulièrement aux taux d'allogamie présent dans chaque espèce et dû à plusieurs raisons (entre autre, l'incompatibilité). En effet, WELSH (1981) affirme que l'autogamie n'exclue pas les possibilités de fécondation croisée, même chez les espèces où l'autopollinisation est de vigueur.

Par ailleurs, il est possible qu'une conjugaison des facteurs environnants et des spécificités du matériel végétal, soit intervenue dans la réduction du nombre de graines par inflorescence ensachée.

Pour les populations B₁₂ et B₁₄, au contraire, le nombre moyen de graines obtenues après ensachage est supérieur à celui obtenu sans ensachage.

La perte de fleurs, sur les inflorescences non ensachées, à maturité, est l'une des justifications que l'on peut invoquer. Pourtant, celles-ci semblaient être complètes.

C O N C L U S I O N

Une variabilité très évidente apparaît, entre populations, puisque le pourcentage des fleurs ayant donné des graines varie de 74 à 100 pour cent, pour les inflorescences ensachées. La présence fréquente de nombreuses graines, dans les inflorescences ensachées, révèle qu'il existe un certains taux d'autogamie chez *Trifolium stellatum*. Cependant, nous ne pouvons pas conclure que c'est là le mode préférentiel de pollinisation, pour cette espèce, dans la mesure, où comme le montre ALLARD (1960), de nombreuses espèces allogames sont fortement autofertiles; c'est le cas bien connu du Maïs. La même situation peut se présenter chez la Luzerne pérenne, pour laquelle il existe une compétition entre auto et allopollen, mais capable d'accepter l'autopollen, lorsqu'on la prive d'allopollen (DEMARLY, 1977).

II. *Trifolium squarrosum* L.

Lorsque les inflorescences sont ensachées, le nombre moyen de fleurs le plus élevés, est supérieur à celui enregistré lorsque les inflorescences ne sont pas ensachées (101,7 contre 94,4 fleurs). Pour la moyenne la plus faible, par contre c'est la situation inverse qui se produit (25 contre 33,5 fleurs) (Tab.2).

Tableau 2: Etude sur les inflorescences: moyenne par population et taux de nouaison de *T. fulvum* *quadratum*

PARAMETRES		POPULATION																		
		SH ₁	M ₂	SH ₃	M ₄	M ₅	M ₆	M ₇	M ₈	SH ₉	SH ₁₀	M ₁₂	SH ₁₃	SH ₁₄	SH ₁₅	SH ₁₆	M ₁₇	SH ₁₈	M ₂₁	
INFLORESCENCES ENSACHES	Nombre de fleurs par inflorescences	11,00	14,40	20,00	15,00	20,00	24,00	26,70	26,40	36,40	17,40	12,00	37,20	36,40	32,50	30,86	101,70	35,80	80,00	
	Nombre de graines par inflorescences	16,00	25,60	29,00	21,00	21,00	30,00	33,00	63,30	22,70	7,00	11,30	25,00	12,20	25,10	10,80	84,00	18,30	22,10	
	Taux de nouaison (%)	45,80	70,90	91,80	0,00	86,20	73,10	75,50	73,80	37,60	35,40	18,40	67,20	8,90	86,90	35,20	82,50	51,10	27,70	
INFLORESCENCES NON ENSACHES	Nombre de fleurs par inflorescences	42,80	70,80	38,40	55,10	50,10	84,90	84,30	90,30	48,10	17,50	70,00	-	44,40	33,50	41,30	88,00	42,50	94,40	
	Nombre de graines par inflorescences	11,80	10,40	16,70	15,10	15,10	7,70	14,60	67,30	17,00	11,90	64,40	-	11,90	31,90	17,00	82,50	40,20	84,10	
	Taux de nouaison (%)	11,00	11,20	95,50	24,10	30,10	20,80	64,80	44,20	35,80	67,10	82,20	-	84,40	95,20	65,40	93,90	94,60	89,10	

La variabilité qui existe au sein des populations apparait du même ordre (intensité moyenne) avec et sans ensachage; on enregistre une exception pour laquelle le coefficient de variation est élevé et atteint 63,1 pour cent (population M₂, nombre de fleurs par inflorescence ensachée).

L'analyse de la variance fait ressortir des différences très hautement significatives, aussi bien pour le nombre de fleurs par inflorescence (ensachée que non ensachée).

La comparaison des moyennes nous permet de distinguer nettement d'une part les populations avec marqueurs, caractérisées par un nombre important de fleurs par inflorescence (ensachée ou non ensachée); d'autre part les populations sans marqueurs, caractérisées par un nombre réduit de fleurs par inflorescence (ensachée ou non ensachée). De manière à déterminer l'effet de la présence du sachet sur le nombre de fleurs par inflorescence, nous avons comparé les moyennes obtenues pour une même population avant et après ensachage (Test de STUDENT).

Les différences mises en évidence sont illustrées dans le (tableau 3). Pour les populations (SM₉, SM₁₀, SM₁₄ et SM₁₆), nous remarquons que le nombre de fleurs par inflorescences non ensachée est significativement supérieur au nombre de fleurs par inflorescence ensachée.

A première vue, la conclusion la plus évidente est que la présence du sachet a influencé le nombre de fleurs formées par inflorescence. La question qui reste posée est de savoir quel rôle a pu jouer le sachet, dans ce phénomène.

La question est d'autant plus fondamentale que l'effet de l'ensachage ne semble apparent que sur les quatre populations. En effet dans les autres cas, les moyennes prises deux à deux ne diffèrent pas, au plan statistique, ce qui signifie que le nombre de fleurs par inflorescence non ensachée équivaut au nombre de fleurs par inflorescence ensachée. Il faut souligner que l'égalité des moyennes (au plan statistique) concerne 13 populations (sur les 17 populations prises en compte).

Tableau 3 : Etude des inflorescences - Comparaison des moyennes de *Trifolium squarrosum*

POP.	Nombre de fleurs par inflorescences		t _{obs.}	ddl	Signification
	N.E.	E.			
SM ₁	42,80	37,38	1,39	16	NS
M ₂	70,8	54,40	1,47	18	NS
SM ₃	38,4	43,11	2,03	17	NS
M ₄	66,7	75,90	2,10	18	NS
M ₅	82,1	84,20	0,38	18	NS
M ₆	84,9	95,80	1,37	18	NS
M ₇	84,3	86,75	1,04	12	NS
M ₈	90,3	86,44	0,83	17	NS
SM ₉	43,1	36,40	2,25	18	S
SM ₁₀	37,5	25,40	3,08	13	HS
M ₁₂	73,0	72,30	0,14	18	NS
M ₁₄	44,4	36,11	2,93	17	HS
SM ₁₅	33,5	32,50	0,73	16	NS
SM ₁₆	41,3	30,88	3,74	16	HS
M ₁₇	88,0	101,70	1,72	18	NS
SM ₁₈	42,5	35,80	2,08	18	NS
M ₂₁	94,4	80,00	1,87	16	NS

Tableau 3 (suite)

POP	Nombre de graines/inflorescences			ddl	Signification
	N.E.	E.	t _{obs}		
SM ₁	31,8	16,38	2,85	16	S
M ₂	50,4	38,60	1,03	18	NS
SM ₃	36,7	39,56	1,20	17	NS
M ₄	56,2	00	12,3	18	THS
M ₅	72,2	72,60	0,07	18	NS
M ₆	73,7	70,00	0,35	18	NS
M ₇	54,6	65,50	1,34	12	NS
M ₈	67,3	63,80	0,39	17	NS
SM ₉	37,0	13,70	4,63	18	THS
SM ₁₀	25,9	9,00	2,35	13	S
M ₁₂	64,4	13,30	5,92	18	THS
M ₁₄	37,9	3,22	11,90	17	THS
SM ₁₅	31,9	28,25	1,77	16	NS
SM ₁₆	27,0	10,83	2,94	16	HS
M ₁₇	82,6	84,20	0,18	18	NS
SM ₁₈	40,2	18,30	4,22	18	THS
M ₂₁	84,1	22,13	5,85	10	THS

Tableau 3 (suite)

POP = population
N.E. = non ensachée
E. = ensachée

t.théorique: 5 % 2.179 (12 ddl)
2.160 (13 ddl)
2.120 (16 ddl)
2.110 (17 ddl)
2.101 (18 ddl)

t.théorique: 1 % 3.012 (13 ddl)
2.921 (16 ddl)
2.898 (17 ddl)
2.878 (18 ddl)

t.théorique: 0,1 %
4.015 (16 ddl)
3.965 (17 ddl)
3.922 (18 ddl)

Que les inflorescences soient protégées ou non, on rencontre dans le meilleur des cas, une moyenne de 84 graines par inflorescence. Cependant les valeurs sont très différentes, pour ce qui est de la moyenne la plus faible (3,22 graines avec ensachage et 25,9 graines sans ensachage).

On note une importante variabilité associée à l'ensachage des inflorescences, dans les populations, ce qui signifie que le nombre de graines produites dans cette situation, n'est pas constant.

Les différences entre populations sont très hautement significatives avec et sans la présence du sachet.

Les comparaisons des moyennes permettent de dissocier les populations avec marqueurs, des populations sans marqueurs (Fig. 1), les premières ayant généralement un nombre de graines par inflorescence plus élevé que les secondes.

La comparaison des moyennes observées pour une même population, avant et après ensachage (tableau 3) indique:

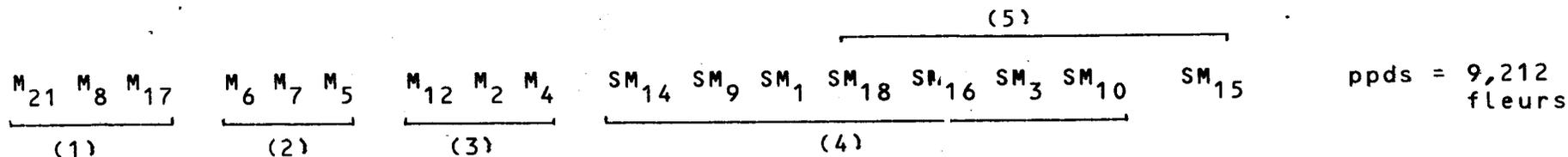
- des différences significatives pour les populations SM_1 et SM_{10} ;
- des différences hautement significatives pour la population SM_{16}
- des différences très hautement significatives pour les populations M_4 , M_{12} , M_{21} , SM_9 , SM_{14} et SM_{18}

Pour toutes les populations citées, le nombre de graines par inflorescence ensachée est nettement inférieur au nombre de graines par inflorescence non ensachée. Nous signalerons le cas des populations M_4 (aucune graine dans les inflorescences ensachées (Tableau 2)).

Par conséquent, il apparait que l'ensachage a influencé le nombre de graines obtenues, au niveau des inflorescences, pour la moitié de l'effectif des populations considérées.

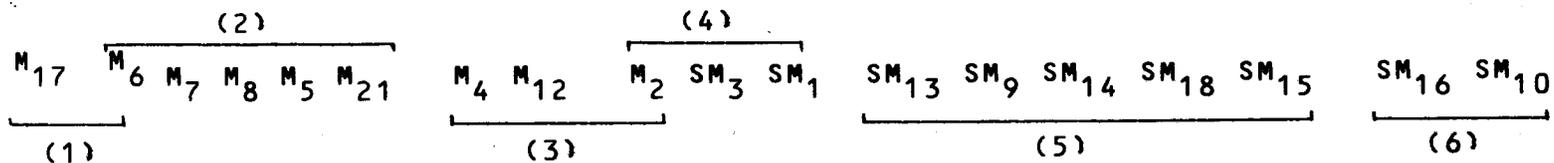
FIGURE 1 : Groupes de moyennes pour *Trifolium squarrosum*

Nombre de fleurs par inflorescence non ensachée



Nombre de fleurs par inflorescence ensachée

494



Nombre de graines par inflorescence non ensachée

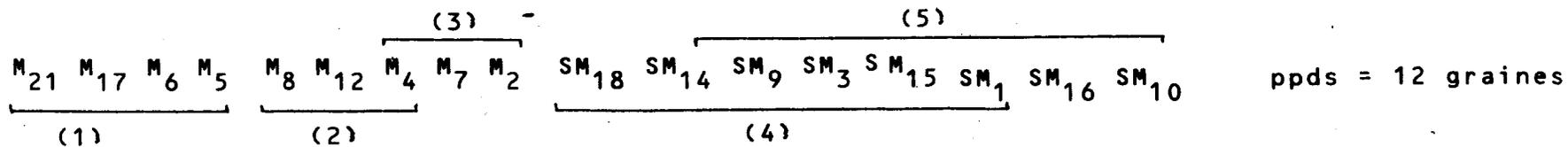
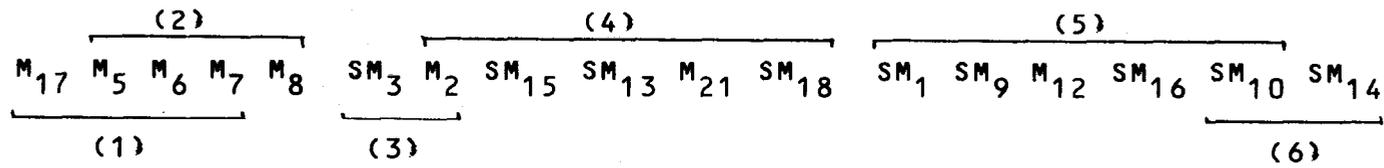


Figure 1 (Suite)

Nombre de graines par inflorescence ensachée



Les ppds ne figurent pas, quand les effectifs sont inégaux

C O N C L U S I O N

L'une des conclusions les plus importantes à tirer de cette étape de notre travail, est qu'il existe des possibilités d'autofécondation, chez les populations de *Trifolium squarrosum*. Ces possibilités ne sont pas identiques pour toutes les populations prises en compte, puisque dans certains cas, le taux de nouaison est nul (population M_4) très faible (population SM_{14}), moyen (population SM_{18}) ou au contraire élevé (population M_7) et et même très élevé (population SM_3) (tableau 2).

Une variation similaire, quoi que de moindre intensité, se manifeste en absence d'ensachage; le taux de nouaison étant moyen (population M_7 : 64,8 pour cent) à très élevé (population SM_3 : 95,6 p.cent) (Tableau 2).

L'ensachage a cependant réduit le nombre de graines obtenues, pour 9 populations, cette influence peut s'expliquer de deux manières au moins:

- Le sachet a joué le rôle d'écran, empêchant l'arrivée de l'allopollen et réduisant ainsi les possibilités de fécondation. Ceci suggérerait donc une prépondérance de l'allogamie, au sein des populations concernées. Selon ALLARD (1960), une réduction de la quantité de graines obtenues en isolement, indique un certains taux de fécondation croisée:

- Le sachet a créé un "microclimat" dans les environs immédiats des fleurs, amenant ainsi des conditions défavorables, à la germination de l'autopollen et plus généralement, au processus de pollinisation/fécondation. En effet les grains de pollen, même viables, ne germent pas si les conditions du milieu ne s'y présentent pas (MESQUIDA, RENARD et MESQUIDA, 1987).

Il est également possible que soit produite une conjugaison des éléments cités à savoir, modification de l'environnement immédiat de l'inflorescence et barrière à l'allopollen.

Seule une étude plus fine permettrait de résoudre la question.

CONCLUSION GENERALE

L'étude du système de pollinisation a été ébauchée et a montré, pour *Trifolium squarrosum* et *Trifolium stellatum* qu'il existait des possibilités d'autofécondation.

Chez le genre *Trifolium* le système de reproduction est très variable. C'est ainsi que *Trifolium pratense* et *Trifolium repens* sont des espèces allogames (VILLAX, 1963; FREE, 1970; PESSON et LOUVEAUX, 1984).

Trifolium incarnatum est une espèce autocompatible, mais qui s'autopollinise difficilement, et de ce fait, doit être visitée par des abeilles (FREE, 1970; PESSON et LOUVEAUX, 1984); elle présente une autogamie fréquente (VILLAX, 1963); évaluée à 70 p.cent environ (PESSON et LOUVEAU, 1984). *Trifolium subterraneum* est, quant à elle, une espèce autogame (VILLAX, 1963; FREE, 1970).

En tout état de cause, il apparaît difficile de définir avec précision le mode de pollinisation adopté par une espèce. Comme le souligne DEMARLY (1977), des régulations biologiques imposent souvent la prédominance de l'auto ou de l'allogamie, bien qu'il existe tous les intermédiaires possibles, avec des proportions d'auto et d'allofécondations variables.

Les aspects se rapportant à la reproduction des espèces étudiées, sont fondamentaux, si l'on envisage de procéder à la production de semences de notre matériel végétal local.

B I B L I O G R A P H I E

- ALLARD R.W., 1960. Principales of plant breeding. J. Wiley and Sons ed., 27 - 50.
- CHOUAKI S. et BERREKIA A., 1989. Analyse de la variabilité chez quelques populations spontanées de *Trifolium stellatum* et *Trifolium squarrosum* L. Deuxième séminaire, ressources phytogénétiques, Mai 1989 Alger (S/Presse).
- DEMARLY Y., 1977. Génétique et amélioration des plantes. MASSON, 183 - 185.
- FREE B., 1970. Insect pollination of crops. Academic Press Inc., 215 - 241.
- MESQUIDA J., RENARD M. et MESQUIDA B., 1987. Etude préliminaire sur la germination "in vitro" du pollen de Colza (*Brassica napus* L. var. Ouleifer Metzger) et sur l'évolution dans le temps de son aptitude à germer. Agron. 7(6), 409 - 416.
- PESSON P. et LOUVEAUX J., 1984. Pollinisation et productions végétales. I.N.R.A., Paris, 1 - 663.
- VILLAX E.J., 1963. La culture des plantes fourragères dans la région méditerranéenne occidentale. I.N.R.A., Rabat, 1 - 641.
- WELSH J.R., 1981. Fundamentals of plant genetics and breeding. J. Wiley and sons ed., 69 - 97.