

Etude de variabilité des caractères
morpho-physiologiques dans une
collection marocaine d'écotypes
de melon

*Boujghagh M., Quariouh N. et Hamouch L.
INRA. Centre Régional du Sous Sahara d'Agadir.
BP. 124 Inezgane. Maroc.*

Résumé

Cinquante cinq écotypes marocains de melon (*Cucumis melo L.*), provenant de 4 localités différentes (Saïs - Meknès, Doukkala - El Jadida, Haouz-Marrakech et Massa -Tiznit), ont été évalués, au printemps 1994 au plein champ et en hiver 1995 sous-serre, au Domaine Expérimental Melk Zhar, dans le but d'étudier les liaisons existantes entre différents caractères morphologiques et de regrouper les écotypes en groupes de ressemblances.

Les résultats obtenus, sous-serre et plein champ, ont montré que la précocité de floraison, la précocité de maturité et la durée floraison-maturité sont très fortement corrélées entre elles. Exceptée la couleur de la graine, les autres caractères ne sont pas révélateurs de la précocité. Les graines de couleurs claires : blanche et jaune claire correspondent généralement aux écotypes tardifs. Le poids et les dimensions du fruit (longueur, diamètre et diamètre du creux), le poids des graines par fruit et le poids de mille grains ont montré des corrélations positives très hautement significatives entre eux. La taille de la graine (PMG) est un bon indicateur de la taille du fruit ($r= 0,766^{***}$ au plein champ et $r= 0,796^{***}$ sous-serre). Quant à la teneur en sucre, elle est pratiquement indépendante génétiquement des autres caractères.

L'analyse en composantes principales a permis de grouper les écotypes en plusieurs groupes de ressemblances. Cependant, l'origine géographique n'est pas corrélée avec les caractères étudiés excepté avec la résistance aux maladies au plein champ. La diversité génétique n'est probablement pas liée à la région de culture. Il semble ainsi exister un brassage génétique dû à l'introduction de semences à partir des régions voisines.

Mots clés : Variabilité - melon (*Cucumis melo L.*) - ressemblances - corrélations - Maroc

ملخص

في هذا البحث تمت معاينة 55 صنفا من الشمام المجمع من 4 مناطق مختلفة بالمغرب : السائس _ مكناس، دكالة- الجديدة، الحوز- مراكش، وماسة- تيزنيت وذلك من أجل معرفة المميزات المورفولوجية الأكثر ارتباطا فيما بينهما وتصفية الأصناف الى مجموعات متشابهة. تمت التجربة بميدان التجارب الفلاحية " ملك الزهر"، التابع للمعهد الوطني للبحث الزراعي بأكادير، في ربيع 1994 في الحقل المفتوح ثم في شتاء 1995 داخل البيت البلاستيكي.

من خلال دراسة الروابط بين الخاصيات تبين أن ت بكر الإزهار، تبكر النضج ومدة الإزهار إلى النضج، أظهرت ترابطا ملموسا. فيما لم تسجل أية علاقة بين الخاصيات الأخرى والتبكير ما عدا لون البذرة. ففي غالب الأحيان الأصناف ذات البذور البيضاء تكون متأخرة. أما الخاصيات المتعلقة بشكل الثمرة (الطول، القطر والقطر الفارغ) وزنها، وزن بذورها ووزن ألف بذرة، فقد أظهرت ترابطا إيجابيا عاليا. فيما لم تسجل نسبة السكرية علاقة مع باقي الخاصيات المدروسة.

أظهرت نتائج التحاليل الإحصائية الخاصة بتصفية الأصناف وجود عدة مجموعات متشابهة داخلها وكثرة الاختلاف فيما بينهما. أما فيما يخص ارتباط خاصيات الأصناف بناحية معينة فقد تبين أنه لا توجد أي علاقة بين التغير الملحوظ ومصدر الأصناف. ومن المفترض أن استعمال بذور المناطق المجاورة كان السبب الرئيسي في غياب هذا الارتباط.

الكلمات المفتاحية : الشمام - التغير - التشابه - الروابط.

Abstract

Fifty five Moroccan ecotypes of muskmelon (*Cucumis melo L.*) originating from four different geographical areas (Saïs - Meknès, Doukkala - El Jadida, Haouz - Marrakech and Massa - Tiznit), were evaluated for different morphological criteria in order to identify groups of ecotypes presenting similar characters. Experiments were undertaken in spring 1994 in open field and winter 1995 under plastic-house at Melk Zhar Experimental Station.

Results showed high correlations between earliness to flowering, ripening and the period from flowering to ripening. Earliness could not be predicted by morphological parameters measured, except for seed colour under both open field and plastic-house. Seeds with white and light yellow colours were generally those of late ecotypes. Also significant and positive correlation were found between fruit and seed parameters. Seed size was found to be a good indicator for fruit size ($r = 0,766^{***}$ and $r = 0,796^{***}$ in open field and plastic-house, respectively). Sugar content showed no correlation with the other parameters.

Principal Component Analysis allowed a distinction between several groups. The geographical area was correlated only with disease resistance in open field. It seemed that genetic diversity is not related to geographical area which might be due to genetic flux coming from neighbouring regions.

Key words : Variability - muskmelon (*Cucumis melo L.*) - correlations - Morocco.

Introduction

La culture du melon (*Cucumis melo L.*) occupe une place de plus en plus importante dans notre pays. Elle est pratiquée sur une superficie moyenne d'environ 15.000 ha, dont 660ha sous serre en culture de primeur destinée essentiellement à l'exportation (MAMVA, 1996 et 1997). La production annuelle est de l'ordre de 230.000 T. Cependant, le rendement moyen national de cette culture est encore extrêmement bas : 15 T/ha en culture de saison et 36 T/ha en culture de primeur (MAMVA, 1996 et 1997). Ceci est dû certes aux techniques culturales employées (fertilisation, structure de peuplement, taille, etc.) mais il n'en reste pas moins vrai que le potentiel génétique des variétés utilisées est très limité. En effet, exception faite pour les semences sélectionnées, d'origine étrangère, utilisées en culture intensive de primeur, la majorité des agriculteurs utilisent leurs propres semences locales non améliorées.

En dépit des rendements faibles et de la qualité médiocre, les agriculteurs continuent toujours à le cultiver aussi bien dans les zones intérieures (Haouz, Tadla, Vallée de Sebou, Gharb, Saïss, Doukkala) comme culture de saison, que dans les zones côtières (régions de Casablanca, El Jadida, Souss-Massa et Moulouya) comme culture de primeur. D'où la nécessité d'entamer un programme d'amélioration génétique du melon, où le matériel végétal local serait le matériel génétique de base. En effet, le melon marocain offre un matériel variable adapté aux conditions locales. Cependant, son utilisation traditionnelle, par le choix de la semence à partir de chaque récolte et son remplacement progressif par des semences hybrides réutilisées, risquent de conduire irréversiblement à sa dégénérescence. Aussi afin de sauvegarder ce patrimoine génétique en vue de l'améliorer, une première prospection a été effectuée, par Qariouh en 1990, dans les principales régions de culture traditionnelle du melon au Maroc. Mais avant tout travail d'amélioration, l'évaluation de ce matériel est une condition essentielle à son utilisation ultérieure. L'existence, dans le matériel collecté, d'une variabilité génétique considérable a été déjà démontrée. Cette variabilité pourrait facilement être exploitée par un programme de sélection. L'héritabilité et le gain génétique étaient généralement élevés pour l'ensemble des caractères étudiés (Boujghagh et al., 1996).

La connaissance de la variabilité présente dans le matériel végétal, ainsi que les corrélations existantes entre les différents caractères, est d'une importance primordiale pour le sélectionneur. Les corrélations élevées lui permettent de réduire le nombre de caractères à observer sans toutefois affecter le progrès génétique ni le but du programme (Lippert et Hall, 1982). En outre, l'existence d'une corrélation significative entre deux caractères indique que la sélection pour l'un améliore simultanément l'autre (Swamy et Dutta, 1991). Enfin l'évaluation des accessions sur la base des régions géographiques, constitue un moyen de rationaliser et d'orienter les prospections ultérieures.

Dans la présente étude nous nous proposons d'identifier les écotypes collectés sur la base de leur origine géographique et de leur caractères agronomiques et morphologiques, notamment les liens existants entre eux, en vue de (1) dégager les groupes de ressemblances et de dissemblances entre écotypes, (2) de définir l'idéotype à prendre en considération dans une optique de sélection et enfin (3) de rationaliser les prospections ultérieures.

MATERIEL ET METHODES

Cinquante cinq écotypes de melon d'origine marocaine diverses (Saïs - Meknès, Doukkala-El Jadida, Haouz-Marrakech et Massa Rasmouka -Tiznit) ont été cultivés, au Domaine Expérimental Melk Zhar, selon un dispositif aléatoire complet à 4 répétitions, durant le printemps 1994 au plein champ et en hiver 1995 sous serre.

Les semis ont été effectués, respectivement, le 8/03/1994 et le 22/12/1995, en mottes de 6x6 cm. La plantation a été réalisée un mois après semis, à raison de 16 plants/parcelle élémentaire en lignes jumelées. L'espacement entre les lignes, lignes jumelées et entre plants étaient respectivement ; 2,20 - 0,45 et 0,50 m au plein champ et 1,50 - 0,30 et 0,30m sous serre. Les plants ont subi un étêtage de l'axe primaire au dessus de la 2^{ème} feuille lorsque la 4^{ème} feuille vraie est apparue.

Un paillage plastique a été installé avant plantation pour éviter le développement des adventices et les souillures des fruits. Des traitements préventifs ont été appliqués tout au long du cycle de la culture. Un produit à effet insecticide/nématocide a été incorporé dans le sol, un mois avant plantation, à proximité de l'emplacement des lignes jumelées.

La fumure de fond a été apportée lors de la préparation de la parcelle et incorporée à une profondeur de 25 à 30 cm par un labour profond suivi d'un covercropping croisé : soit 40T/ha de fumier, 80 u/ha d'Azote, 150 u/ha de P205 et 250 u/ha de K20. La fumure de couverture a été apportée tout au long du cycle de la culture depuis le stade 5-6 feuilles jusqu'au début de la récolte. Elle a été appliquée à chaque irrigation, en goutte à goutte, avec une solution fertilisante, à raison de 160, 50, 150 et 25 mg/l d'eau consommé respectivement pour N, P, K et Mg.

Les caractères observés, au nombre de 17, sont; la vigueur (VG) de la plante (notation de 1 à 5; 1= très vigoureuse, 5 = très chétive), et la résistance aux maladies (RM : notation de 1 à 5 : 1= très résistant, 5 = très sensible), la date d'apparition de la 1^{ère} fleur femelle (Fl), la date de maturité du 1^{er} fruit (Mat), la durée 1^{ère} fleur - 1^{er} fruit mûr (FM), le poids du fruit (PF), la longueur du fruit (LF), le diamètre total du fruit (DF), la longueur/ le diamètre (L/D), le diamètre du creux du fruit (DCF), la teneur en chair calculée par la formule $[(DF - DCF)/DF] \times 100$, le poids des graines (PG), l'auto fertilité (ATF) en pourcentage de grains pleins par rapport au nombre total de grains, le poids de mille grains (PMG), la teneur en sucre (IR), mesurée par un réfractomètre à main, l'origine de collecte (OR) (1 pour la région du Saïs-Meknès, 2 pour la région de Doukkala-El Jadida, 3 pour la région du Haouz-Marrakech et 4 pour la région de Massa Rasmouka- Tiznit) et la couleur de la graine (CG) (1 pour la couleur blanche, 2 pour la couleur jaune claire, 3 pour la couleur jaune et 4 pour la couleur jaune moutarde).

Les moyennes des 4 répétitions relatives à chacun des caractères étudiés ont été utilisées dans les analyses statistiques réalisées à l'aide du logiciel " STATITCF ". Le classement des moyennes par les méthodes statistiques classiques aurait permis de dégager des groupes d'écotypes homogènes pour chaque caractère. Mais dans le souci de mieux interpréter ces résultats, non pas par caractère pris isolément mais pour l'ensemble des caractères considérés simultanément, il nous a semblé préférable de les traiter par une Analyse en Composantes Principales (ACP). Cette méthode, selon Philippeau (1986), nous permettra en effet de voir la structure des variables mesurées, notamment les liens existants entre elles (corrélations) et

de regrouper les écotypes en groupes de ressemblances et/ou de dissemblances compte tenu de l'ensemble des variables.

RESULTATS ET DISCUSSION

Les résultats obtenus aussi bien sous serre qu'au plein champ sont présentés respectivement dans le tableau 1 et 2. L'analyse de la variance a révélé des différences significatives entre écotypes pour l'ensemble des caractères analysés.

Tableau 1 : Caractéristiques de 55 écotypes de melon marocain. Melk Zhar. Printemps 1994. Plein champ.

	VG	RM	FL	MAT	FM	PF	ATF	PG	PMG	LF	DF	L/D	DCF	TC	IR
Moy.	2,2	2,7	62,7	108,6	45,9	1,30	93,1	17,6	30,8	13,8	12,6	1,10	6,10	51,8	8,7
Max.	5,0	5,0	79,0	122,0	66,0	3,85	100	39,4	60,0	20,0	19,0	1,63	10,0	66,7	14,0
Min.	1,0	1,0	50,0	92,0	30,0	0,45	20,0	7,0	17,5	9,5	8,0	0,95	4,0	36,8	5,0
CV%	20,6	17,2	1,2	2,8	6,7	1,30	9,8	15,8	10,3	7,1	7,5	5,6	9,7	6,4	13,7
Tst F	14,3	15,4	24,9	18,7	20,1	58,1	3,0	14,3	27,8	17,4	20,1	8,55	10,5	5,96	9,11

OR= Origine, VG= Vigueur de la plante, RM= Résistance aux maladies, FI= Floraison, MAT= Maturité, FM= Floraison-maturité, PF= Poids du fruit, ATF= Autofertilité, PG= Poids des graines, PMG= Poids de mille graines, CG= Couleur de la graine, LF= Longueur du fruit, DF= Diamètre du fruit, L/D= Longueur/Diamètre, DCF= Diamètre du Creux du Fruit, TC= Teneur en Chair et IR= Indice Réfractométrique.

Tableau 2 : Caractéristiques de 55 écotypes de melon marocain. Melk Zhar. Hiver 1995. Sous serre.

	VG	RM	FL	MAT	FM	PF	ATF	PG	PMG	LF	DF	L/D	DCF	TC	IR
Moy.	2,0	2,4	72,9	128	55,1	1,50	83,4	18,1	34,8	14,9	13,0	1,20	6,4	51,1	9,7
Max.	5,0	5,0	90,0	149	68,0	3,75	100	44,0	67,5	25,0	19,0	1,84	12,0	73,7	15,0
Min.	1,0	1,0	60,0	115	43,0	0,34	35,0	6,7	17,5	9,0	8,0	0,90	3,5	27,3	4,0
CV%	26,8	20,5	1,8	1,8	4,1	9,4	11,4	16,2	6,8	11,4	8,9	9,6	14,4	10,6	13,6
Tst F	8,7	22,8	98,5	25,7	25,4	75,4	4,0	15,3	55,9	7,7	8,7	4,2	5,5	3,8	8,1

OR= Origine, VG= Vigueur de la plante, RM= Résistance aux maladies, FI= Floraison, MAT= Maturité, FM= Floraison-maturité, PF= Poids du fruit, ATF= Autofertilité, PG= Poids des graines, PMG= Poids de mille graines, CG= Couleur de la graine, LF= Longueur du fruit, DF= Diamètre du fruit, L/D= Longueur/Diamètre, DCF= Diamètre du Creux du Fruit, TC= Teneur en Chair et IR= Indice Réfractométrique.

L'analyse en composantes principales, réalisée sur des données centrées et réduites (matrice des corrélations), a montré que 57,5% et 52,2% de la variabilité totale est expliquée par les 3 premiers axes principaux 1, 2 et 3 respectivement sous serre et plein champ. Il semble ainsi que les caractères discriminants entre les écotypes ne seront pas les mêmes selon les conditions de culture.

Les variables les plus liées à l'axe 1, que nous qualifierions biologiquement d'axe "productivité", aussi bien sous serre qu'au plein champ, sont (Tableaux 3 et 4) : le poids du fruit (PF), le poids des graines par fruit (PG), le poids de mille graines (PMG), la longueur du fruit (LF), le diamètre du fruit (DF) et le diamètre du creux du fruit (DCF). Ces variables, très significativement corrélées entre elles (Tableaux 5 et 6). La très forte liaison existant entre ces caractères indique que la sélection pour le poids du fruit élevé contribue pour autant à accroître le poids des graines et la forme du fruit. Des corrélations significatives entre le poids du fruit, la longueur et le diamètre du fruit ont été aussi mises en évidence par Lippert et Hall (1982) et Molina et al., (1989). Cependant contrairement à Davis et al., (1967) : Deol et al., (1981) et Swamy et Dutta (1991) nous n'avons trouvé aucune liaison entre le poids du fruit avec la teneur en chair et l'indice de forme (L/D).

Tableau 3 : Coefficients de détermination de 3 axes et les variables explicatives mesurées à Melk Zhar au printemps 1994 en plein champ.

Variables	Axe 1	Axe 2	Axe 3
OR	0,0003	0,1365	0,0889
VG	0,1505	0,0399	0,4432
RM	0,0976	0,0050	0,6279
FL	0,0236	0,0794	0,0317
MAT	0,0165	0,6921	0,0024
FM	0,0625	0,3235	0,0099
PF	0,7247	0,0129	0,0010
ATF	0,0094	0,3179	0,1188
PG	0,5683	0,0166	0,0213
PMG	0,5526	0,0035	0,0037
CG	0,0172	0,2403	0,0314
LF	0,7379	0,0006	0,0062
DF	0,7701	0,0561	0,0136
L/D	0,0307	0,1825	0,1183
DCF	0,6483	0,0049	0,1691
TC	0,0054	0,0682	0,3561
IR	0,0062	0,1646	0,0699

Tableau 4 : Coefficients de détermination de 3 axes et les variables explicatives mesurées à Melk Zhar en hiver 1995 sous serre.

Variables	Axe 1	Axe 2	Axe 3
OR	0,0015	0,0285	0,1358
VG	0,0843	0,3258	0,3667
RM	0,0326	0,2766	0,3894
FL	0,0404	0,4537	0,1880
MAT	0,0317	0,5152	0,0104
FM	0,1652	0,0003	0,3461
PF	0,7546	0,0000	0,0218
ATF	0,3178	0,0978	0,0037
PG	0,7687	0,0011	0,0001
PMG	0,5339	0,0001	0,0372
CG	0,0355	0,4760	0,0310
LF	0,7406	0,0816	0,0017
DF	0,7008	0,0040	0,0092
L/D	0,0892	0,1440	0,0379
DCF	0,7610	0,0729	0,0363
TC	0,0918	0,2245	0,0393
IR	0,2153	0,0100	0,0220

OR= Origine, VG= Vigueur de la plante, RM= Résistance aux maladies, FL= Floraison, MAT= Maturité, FM= Floraison-maturité, PF= Poids du fruit, ATF= Auto fertilité, PG= Poids des graines, PMG= Poids de mille graines, CG= Couleur de la graine, LF= Longueur du fruit, DF= Diamètre du fruit, L/D= Longueur/Diamètre, DCF= Diamètre du Creux du Fruit, TC= Teneur en Chair et IR= Indice Réfractométrique.

Les variables les plus liées à l'axe 2, et qui contribuent à sa formation, sont pour le plein champ (Tableau 3) : la précocité de maturité (Mat), la durée floraison maturité (FM) et l'auto fertilité (ATF). Sous serre, ce sont surtout (Tableau 4), la précocité de floraison (FI), la précocité de maturité (Mat) et la couleur de la graine (CG). Ces variables, très fortement corrélées entre elles dans chaque situation, et pratiquement indépendantes des précédentes (tableaux 5 et 6), caractérisent à notre sens "la précocité" des écotypes étudiés.

Tableau 5 : Matrice des corrélations linéaires entre 17 variables relatives à 55 écotypes de melon marocain. Melk Zhar, printemps 1994, plein champ.

Variable	OR	VG	RM	FL	MAT	FM	PF	ATF	PG	PMG	CG	LF
VG	0,159											
RM	0,383**	0,759***										
FL	0,100	-0,001	0,146									
MAT	-0,225	0,203	0,153	0,381**								
FM	-0,299*	0,196	0,027	-0,456***	0,649***							
PF	-0,039	-0,253	-0,169	0,033	-0,089	-0,113						
ATF	-0,138	-0,049	-0,183	0,213	0,306*	0,120	0,008					
PG	-0,010	-0,138	-0,117	0,064	0,069	0,013	0,655***	-0,089				
PMG	0,040	-0,249	-0,207	0,160	-0,120	-0,246	0,766***	0,127	0,554**			
CG	-0,067	-0,065	-0,095	-0,303*	-0,335*	-0,073	0,005	-0,385*	0,200	-0,076		
LF	0,066	-0,255	-0,222	0,122	-0,039	-0,138	0,660***	-0,161	0,561**	0,483***	0,051	
DF	-0,044	-0,191	-0,182	0,164	0,058	-0,080	0,693***	-0,026	0,595**	0,500***	0,028	0,843**
L/D	0,185	-0,181	-0,130	-0,043	-0,143	-0,102	0,094	-0,273*	0,075	0,076	0,056	0,498**
DCF	-0,034	-0,126	-0,044	0,158	-0,026	-0,156	0,571***	-0,159	0,563***	0,453***	0,173	0,661**
TC	0,004	-0,095	-0,221	-0,043	0,144	0,174	0,059	0,251	-0,096	-0,046	-0,286*	0,152
IR	0,213	-0,110	-0,115	-0,011	-0,166	-0,152	-0,089	0,019	-0,136	0,018	-0,043	-0,000

*, **, *** = Significativement différent de zéro respectivement aux niveaux de probabilité : 0,05, 0,01 et 0,001.

OR= Origine, VG= Vigueur de la plante, RM= Résistance aux maladies, FI= Floraison, MAT= Maturité, FM= Floraison-maturité, PF= Poids du fruit, ATF graines, CG= Couleur de la graine, LF= Longueur du fruit, DF= Diamètre du fruit, L/D= Longueur/Diamètre, DCF= Diamètre du Creux du Fruit, TC= Tei

Tableau 6 : Matrice des corrélations linéaires entre 17 variables relatives à 55 écotypes de melon marocain. Melk Zhar hiver 1995 sous-serre.

Variable	OR	VG	RM	FL	MAT	FM	PF	ATF	PG	PMG	CG	LF
VG	-0,038											
RM	0,028	0,797***										
FL	0,202	-0,208	-0,168									
MAT	0,028	-0,270*	-0,184	0,566***								
FM	-0,196	-0,044	-0,001	-0,537***	0,392**							
PF	0,035	-0,105	-0,003	0,124	-0,128	-0,269*						
ATF	0,085	0,037	0,030	-0,012	0,257	0,276*	-0,295*					
PG	0,064	-0,211	-0,077	0,143	-0,053	-0,214	0,823***	-0,394**				
PMG	0,059	-0,151	0,031	0,155	-0,123	-0,299*	0,796***	-0,299*	0,622***			
CG	-0,067	0,210	0,198	-0,339**	-0,361**	0,009	0,084	-0,446***	0,128	-0,080		
LF	0,026	-0,310*	-0,234	0,272*	0,010	-0,293*	0,742***	-0,398**	0,756***	0,507***	0,011	
DF	0,031	-0,250	-0,132	0,076	-0,047	-0,132	0,776***	-0,336*	0,805***	0,563***	0,103	0,797**
L/D	-0,001	-0,169	-0,194	0,318*	0,065	-0,288*	0,197	-0,193	0,162	0,083	-0,126	0,594**
DCF	-0,033	-0,210	-0,133	-0,019	-0,277*	-0,262	0,723***	-0,467***	0,761***	0,591***	0,322*	0,612**
TC	0,049	0,049	0,069	0,123	0,356**	0,226	-0,142	0,276*	-0,148	-0,214	-0,369**	0,040
IR	0,049	0,116	0,052	-0,073	0,049	0,132	-0,207	0,455***	-0,273*	-0,154	-0,217	-0,389*

*, **, *** = Significativement différent de zéro respectivement aux niveaux de probabilité : 0,05, 0,01 et 0,001.

OR= Origine, VG= Vigueur de la plante, RM= Résistance aux maladies, FI= Floraison, MAT= Maturité, FM= Floraison-maturité, PF= Poids du fruit, mille graines, CG= Couleur de la graine, LF= Longueur du fruit, DF= Diamètre du fruit, L/D= Longueur/Diamètre, DCF= Diamètre du Creux du Fruit,

Sur l'axe 3, les variables : VG (vigueur de la plante) et RM (résistance aux maladies), apparaissent essentiellement et contribuent à sa formation dans les deux situations : plein champ et sous serre (Tableaux 3 et 4). Ces paramètres caractérisent ainsi un axe que l'on peut baptiser axe "vigueur". Le fait que cet axe est pratiquement non corrélé aux autres par construction nous amène à penser que ces variables VG et RM, très significativement corrélées entre elles ($r = 0,759^{***}$ au plein champ et $r = 0,797^{***}$ sous serre), sont indépendantes génétiquement de la précocité, de la taille, de la forme et de la qualité du fruit.

Quant à la teneur en sucre, n'entrant en jeu dans la formation d'aucun axe, elle est pratiquement indépendante des autres caractères excepté avec le rapport longueur sur diamètre du fruit (L/D) au plein champ ($r = 0,335^*$) et la longueur du fruit ($r = -0,389^{**}$), le diamètre du fruit ($r = -0,337^*$), le diamètre du creux ($r = -0,391^{**}$) et l'auto fertilité ($r = 0,455^{***}$) sous serre. Le manque de liaison entre la teneur en sucre et les autres caractères a été aussi mis en évidence par Davis et al., (1964) ; Lippert et Hall (1982) ; Molina et al., (1989) et Swamy et Dutta (1991). Les corrélations négatives entre la teneur en sucre et la longueur du fruit, le diamètre du fruit et la longueur sur le diamètre ont été aussi rapportées par Molina et al., (1989) et concluent que les corrélations négatives trouvées sont dues à la présence, dans la collection étudiée, de cultivars à fruits allongés et à faible teneur en sucre. Dans notre cas où ni la longueur ni le diamètre du fruit au plein champ ne sont corrélés à la teneur en sucre, et où seul l'indice de forme du fruit, sa longueur sur son diamètre, lui est corrélé positivement ($r = 0,335^{**}$), il semble que les gènes contrôlant la teneur en sucre d'une part et la longueur et le diamètre du fruit d'autre part sont indépendants. Les corrélations très hautement significatives, enregistrées, dans ce cas, entre la longueur et le diamètre du fruit d'un côté

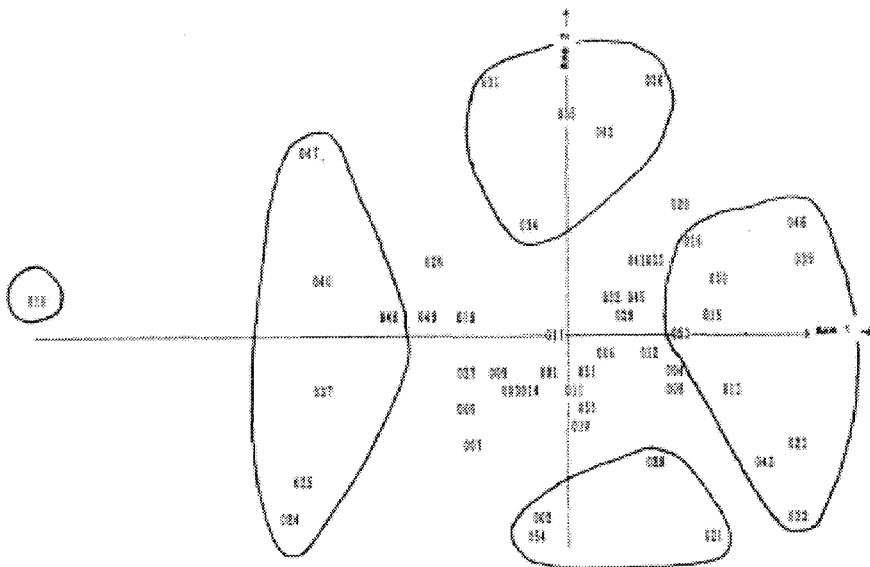
($r = 0,843^{***}$) et leur rapport (L/D) et la teneur en sucre d'un autre ($r = 0,335^*$) indiquent tout simplement, à notre sens, que quand le fruit est bien formé l'accumulation du sucre dans celui-ci s'exprime correctement. Par contre, sous serre, où le palissage a causé une élongation et donc une déformation du fruit chez certains écotypes à fruits génétiquement ronds (Boujghagh et al, 1997), l'accumulation du sucre ne s'effectue pas normalement dans le fruit ($r = -0,389^{**}$) et au diamètre du fruit ($r = -0,337^*$) mais indépendamment de leur rapport; longueur sur diamètre. En effet, selon Veschambre et Zuang (1976), le fruit a pratiquement terminé sa croissance à environ trente jours après la fécondation (98% de son volume final est acquis). Entre le 30 et le 40^{ème} jours la croissance est très lente et la maturité se produit progressivement accompagnée d'une augmentation des sucres dans le fruit. Ainsi, biologiquement, les corrélations entre le poids du fruit et ses dimensions (longueur et diamètre) avec la teneur en sucre n'ont aucune raison d'être, du moins génétiquement. Les corrélations observées dans ce cas seraient dues au milieu. On distingue en effet, selon Falconer (1974), deux causes de corrélations entre les caractères : les causes génétiques et les causes dues au milieu. La corrélation négative trouvée entre l'indice de forme et la teneur en sucre a ainsi induit Swamy et Dutta (1991) à conclure que la sélection pour l'augmentation de la teneur en sucre tend à diminuer l'indice de forme. Selon ces mêmes auteurs, un indice de forme compris entre 1 (fruit rond) et 1,2 (fruit légèrement ovale) est désirable. Ce qui n'est pas tout à fait vrai car cela revient tout simplement, à notre avis, à sélectionner sous serre les fruits bien formés et non les mal formés, autrement dit, les plants adaptés au palissage.

La corrélation très hautement significative décelée entre l'auto fertilité et la teneur en sucre sous serre, $r = 0,455^{***}$, indique que seuls les écotypes ne nécessitant pas l'activité des insectes pollinisateurs, principalement les abeilles (McGregor et Todd, 1952 et Whitaker et Bohn, 1952), expriment de meilleurs teneurs en sucre. Ce qui n'est pas le cas au plein champ

($r = 0,019$) où l'activité de ces insectes n'est pas limitante et où les deux types de pollinisation sont possibles. Il semble que les écotypes à grains de couleurs claires, blanche et jaune claire, sont plus auto fertiles que ceux de couleurs plus foncées; jaune et jaune moutarde ($r = -0,385^{**}$ au plein champ et $r = 0,446^{***}$ sous serre).

L'origine géographique n'est pas corrélée avec les caractères étudiés excepté avec la résistance aux maladies au plein champ ($r = 0,383^{**}$). Cela laisse supposer, à première vue, que la diversité génétique n'est pas en relation avec la diversité géographique. Il semble ainsi exister un brassage génétique dû à l'introduction de semences à partir des régions voisines, ou au développement local d'écotypes par sélection dû aux exigences, presque communes, du consommateur marocain. L'infrastructure du réseau routier des régions prospectées rend la première hypothèse plus vraisemblable.

La représentation graphique des écotypes selon l'espace à deux dimensions délimité par les deux premiers axes principaux : 1 et 2 sont données par les figures 1 et 2, respectivement pour les cultures plein champ et sous serre. Une fois répertoriés les écotypes mal représentés (dont la somme du cosinus carré de l'angle formé avec chacun des axes est inférieure à 0,35) soit : 1, 3, 6, 7, 9, 11, 20, 26, 29, 33, 41, 44, 45, 49, 51 et 52 au plein champ 6, 10, 12, 19, 20, 31, 35, 42, 49 et 50 sous serre, nous pourrions ainsi regrouper les écotypes en groupes de ressemblance.



POINTS CACHÉS

Points cachés	Points cachés
017	028
034	038
033	044
047	052

Figure 1: Distribution de 55 écotypes de melon marocain dans l'espace à deux dimensions délimité par les 2 premiers axes principaux 1 et 2. L'ACP. Melk Zhar, printemps 1994.

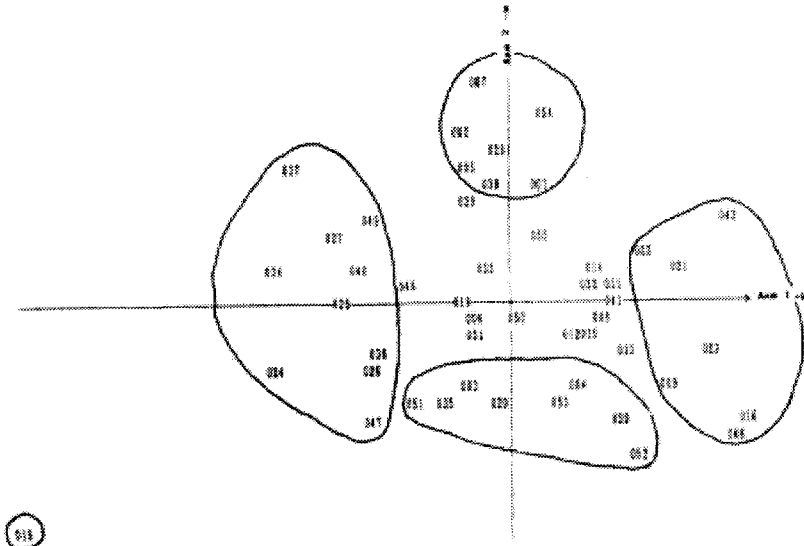


Figure 2: Répartition de 50 écotypes de melon marocain dans l'espace à dimensions définies par les 2 premiers axes principaux 1 et 2, l'ACP. Melk Zhar, hiver 1995.

POINTE CROISÉE

Pointe croisée	Pointe croisée
001	013
002	017
003	028
004	042
005	014
006	045

A gauche de l'axe 1 les écotypes; 24, 25, 37, 40, 47 et 48 au plein champ et 24, 25, 26, 27, 34, 36, 37, 40 et 47 sous serre, sont les plus productifs par rapport aux écotypes; 13, 15, 16, 22, 23, 39, 43, 46 et 53 au plein champ et 9, 16, 21, 22, 23, 43 et 46 sous serre, dans le sens opposé. L'écotype 18 est, de toute évidence, totalement différent des autres dans les deux situations. Il présente en effet le fruit de loin le plus gros (3,5kg). Le long de l'axe 2 la situation est complètement inversée en comparant la culture sous serre au plein champ. Dans le premier cas, les écotypes tardifs : 1, 2, 5, 7, 28, 30, 38, 44 et 54 sont situés à l'aval de l'axe 2 et les précoces : 3, 4, 10, 20, 35, 39, 51, 52 et 53 à son amont. Dans le second cas, les écotypes tardifs; 2, 21, 28 et 54 sont placés à l'amont et les précoces : 31, 34, 35, 36 et 42 à l'aval. Quant à l'axe 3, il permet de distinguer les écotypes selon leur vigueur. En haut de l'échelle, les écotypes; 16, 17, 18, 24, 26 et 46 sous serre 23, 37, 38, 39 et 46 au plein champ, sont les moins vigoureux (figures 3 et 4). Alors que, dans le sens opposé, les écotypes : 3, 4 et 25 sous serre et 27, 30, 31, et 32 au plein champ, sont les plus vigoureux.

Ainsi à l'aide des figures 1 et 2 on peut être tenté de voir, à travers ces représentations, 5 noyaux de ressemblance bien concentrés avec quelques éléments de transition. L'écotype 18, totalement différent des autres, forme à lui seul un noyau à part.

CONCLUSION

Cette étude porte sur des corrélations phénotypiques qui ne sont pas toujours de bons indicateurs des corrélations génétiques. Néanmoins, elles permettent de distinguer les tendances et de déterminer les caractères importants pour un programme de sélection du melon sous serre et plein champ. En effet le melon comparé aux autres espèces végétales est extrêmement sensible aux variations environnementales (Andrus et Bohn, 1967 ; Ng et al, 1980 et Molina et al., 1989).

Les résultats obtenus ont permis de dégager des informations précieuses pour la réduction du nombre de caractères à prendre en considération dans un programme d'amélioration du melon sous serre et au plein champ. Il paraît, en effet, dans les conditions de cette étude que les durées des phases : floraison, maturité et floraison-maturité sont très fortement corrélées entre elles. La durée floraison-maturité peut se réduire en sélectionnant une floraison tardive ($r = -0,456^{***}$ au plein champ et

$r = -0,537^{***}$ sous serre) et/ou une maturité précoce ($r = 0,649^{***}$ au plein champ et $r = 0,392^{**}$ sous serre). Il semble qu'en choisissant les graines de couleurs claires; blanche et jaune claire, on améliore la tardiveté aussi bien pour la floraison ($r = -0,303^*$ au plein champ et $r = -0,339^*$ sous serre) que pour la maturité

($r = -0,335^*$ et $r = -0,361^{**}$). Inversement le choix de graines de couleurs foncées; jaune et jaune moutard, favorise la précocité.

Le poids et les dimensions du fruit; longueur, diamètre et diamètre du creux, le poids des graines par fruit et le poids de mille graines ont montré des corrélations positives très hautement significatives entre eux. Il semble ainsi qu'en sélectionnant pour la taille des graines on peut prévoir, à priori, le poids et les dimensions des fruits souhaités. Cependant, contrairement à Davis et al., (1967), Deol et al., (1981) et Swamy et Dutta (1991), nous n'avons pas trouvé de liaisons entre le poids du fruit, la teneur en chair et l'indice de forme (L/D).

Quant à la teneur en sucre, elle est pratiquement indépendante génétiquement des autres caractères. Les corrélations négatives enregistrées sous serre avec la longueur du fruit ($r = -0,389^{**}$) et le diamètre du fruit ($r = -0,337^*$) sont dues au fait que le palissage sous serre a causé une élongation du fruit chez certains écotypes à fruits ronds (Boujghagh et al, 1997).

L'origine géographique n'est corrélée avec aucun des caractères étudiés excepté avec la résistance aux maladies au plein champ. La diversité génétique n'est probablement pas liée à la diversité géographique. Il semble ainsi exister un brassage génétique dû à l'introduction de semences à partir des régions voisines.

La variabilité génétique décelée dans ces écotypes (Boujghagh et al, 1996) peut d'ores et déjà être exploitée dans un programme d'amélioration génétique. Cependant d'autres prospections, étendues à d'autres régions, sont nécessaires. Aussi, d'autres essais d'évaluation s'imposent en y incluant d'autres caractères. Ils peuvent être aussi approchés en analysant le polymorphisme enzymatique par la technique d'électrophorèse.

Références bibliographiques

- Andrus C.F., et Bohn G.W., 1967. Cantaloup breeding : shifts in population means and variability under mass selection. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 90: 209-222.
- Boujghagh M., Hammouch L., et Qariouh N., 1997. Variabilité génétique et environnementale des écotypes de melon d'origine marocaine. Al Awamia 97 : 79-88.
- Davis R.M.Jr., Baker G.A. et Kasmire, R.F. 1964. Muskmelon quality characteristics-their variability and inter-relationships. Hilgardia, 35: 479-489.
- Davis R.M.Jr., Davis G.N., Meinert U., Kimble K.A., Brown L.C., May D.M., May G.E., Hendricks L.C.Jr., Scheuerman R.W., Scweers V.H. et Wright D.N., 1967. Developmental aspects of field to field variations in selected cantaloup characteristics (*Cucumis melo* L. var. *Reticulatus* Naud.). Hilgardia., 38: 165-180.
- Deol S.S., Nandpuri K.S. et Sukhija B.S., 1981. Genetic variability and correlation studies in muskmelon (*Cucumis melo* L.). Punjab Vag. Gr., 15-16: 18-26.
- Falconer D.S., 1974. Introduction à la génétique quantitative. Masson et Cie. Paris. 283p.
- Khidir M.O., 1974. Genetic variability and inter-relationship of some quantitative characters in safflower. J. Agric. Sci., Camb. 83: 197-202.
- Lippert L.F. et Hall M.O., 1982. Heritabilities and Correlations in Muskmelon from Parent-offspring Regression Analyses. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 107 (2): 217-221.
- McGregor S.E. et Todd F.E., 1952. Cantaloup production with honey bees. Jour. Econ. Ent. 45: 43-47.
- Molina R.V., Nuez F., Cuartero J., Gomez - Guilamon M.L. et Abadia J., 1989. Variability and correlations in muskmelon in relation to the cultivation method. Theor. Appl. Genet. 78: 411-416.
- Ng T.G., McClurg C.A., Angell F.F., and Anderson J.I., 1980. Evaluation of muskmelon cultivar performance by joint regression analysis. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 105: 220-223.
- Philippeau G., 1986. Comment interpréter les résultats d'une analyse en composantes principales ? Bultin. ITCF 64p.
- Swamy K.R.M. et Dutta O.P., 1991. Coheritable variation in Muskmelon (*Cucumis melo* L.). Indian J. Agric. Res., 25 (3): 149-153.
- Veschambre D. et Zuang H., 1976. Le melon cantaloup. INVUFLEC. Paris.
- Whitaker T.W. et Bohn G.W., 1952. Natural Cross Pollination in Muskmelon. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 60: 391-396.