

Utilisation Des Caractères Biochimiques, Agronomiques Et Morphologiques Pour L'évaluation De La Diversité Génétique Des Variants D'orangers Dans La Région Du Gharb, Maroc

Yacoubi R.

Institut National de Recherche Agronomique, INRA Kenitra Maroc.
Département de Biologie Université Ibn Tofail,
Faculté de Sciences, Kenitra, Maroc

N. Handaji

N. Arsalane

Institut National de Recherche Agronomique,
INRA Kenitra Maroc

M. Ibriz

Département de Biologie, Université Ibn Tofail,
Faculté de Sciences, Kenitra, Maroc

H. Benyahia

Institut National de Recherche Agronomique,
INRA Kenitra Maroc

Doi: 10.19044/esj.2018.v14n9p127 [URL:http://dx.doi.org/10.19044/esj.2018.v14n9p127](http://dx.doi.org/10.19044/esj.2018.v14n9p127)

Abstract

20 clones of orange trees, identified at the level of the collection of nucellar citrus varieties, have been the subject of several tests of behavior at the level of different citrus fruit sites in Morocco. Indeed, the present work aims to evaluate these variants on a clay soil at the Gharb region (INRA/Kenitra). The variants grafted on Citrange troyer were divided into three groups. Each group contains variants, genetically similar, from seedlings of the same parent variety. Clonal selection is based on the synthesis of the results of the study of the variability of the criteria of fruit quality and production. The average yield varies from 44.25 kg / tree to 217.30 kg / tree. While the average weight of a fruit varies from 95 g to 360 g. The results showed a predominance of juicy and medium-sized fruits with an equatorial diameter greater than 56 mm, acceptable for the fresh fruit market or the juice industry. The maturity coefficient study of the variants within each group, or between the three groups, showed that the harvest period extends over four months, from December to March. The final selection was focused on six

productive and good quality variants. These promising variants have been described according to UPOV, and then presented for registration in the official catalog.

Keywords: Citrus fruits, Selection, Variants, Quality, Production

Résumé

20 clones d'orangers, repérés au niveau de la collection des variétés nucellaires d'agrumes, ont fait l'objet de plusieurs essais de comportement au niveau des différents sites agrumicoles au Maroc. En effet, le présent travail vise l'évaluation de ces variants sur un sol argileux au niveau la région du Gharb (INRA /Kénitra). Les variants greffés sur le *Citrangue troyer* ont été répartis en trois groupes. Chaque groupe contient les variants, génétiquement proches, issus des semis de la même variété mère. La sélection clonale est basée sur la synthèse des résultats de l'étude de la variabilité des critères de la qualité des fruits et de la production. Le rendement moyen varie de 44.25 Kg /arbre à 217.30 kg /arbre. Tandis que le poids moyen d'un fruit varie de 95 g à 360 g. Les résultats ont montré une prédominance des fruits juteux et de calibre moyen avec un diamètre équatorial supérieur de 56 mm, acceptable pour le marché des fruits frais ou l'industrie du jus. L'étude de coefficient de maturité des variants au sein de chaque groupe, ou entre les trois groupes, a montré que la période de récolte s'étend sur quatre mois, de Décembre à Mars. La sélection finale a été portée sur six variants productifs et de bonne qualité. Ces variants prometteurs ont été décrits selon l'UPOV, et ensuite présentés pour l'inscription au catalogue officiel.

Mot clés : Agrumes, Sélection, Variants, Qualité, Production

Introduction

La culture des agrumes représente un intérêt économique de premier ordre en occupant ainsi la première place des productions fruitières mondiales. Le bassin méditerranéen est considéré comme la seconde zone de diversification des agrumes et a constitué un tremplin pour l'expansion des espèces agrumicoles cultivées à travers le monde. La diversité des variétés d'agrumes est souvent le résultat de modifications ou de croisements dus au hasard. Ces variétés sont apparues spontanément et se sont maintenues et propagées grâce à la capacité de reproduction non sexuée (apomixie) (Loussert, 1989). Chez ces espèces, l'apomixie se manifeste par le développement dans la graine d'embryons supplémentaires (polyembryonie) à celui issu de la fécondation. Ces embryons, provenant de cellules non reproductrices, ont tous la même constitution génétique et reproduisent à l'identique les caractères morphologiques de l'arbre initial. Ainsi, les

variations de couleur, de forme et de goût du fruit des variétés d'oranges, de citrons, de pomelos sont quasiment toutes issues de modifications naturelles (mutations) des gènes impliqués dans l'expression de ces caractères. La sélection concerne donc ou bien les mutations spontanées identifiées en verger, ou les génotypes obtenus par hybridation, la mutagenèse induite, ou encore après avoir eu recours aux différentes approches biotechnologiques (hybridation somatique, transformation) (Ollitrault et Navarro, 2012). Par ailleurs, les orangers proches des mandariniers ont clairement introgressé des fragments du génome nucléaire de pamplemoussier dont l'implication comme parent femelle est démontrée par l'analyse du génome chloroplastique (Green et al., 1986 ; Nicolosi et al, 2000). Une étude récente a fourni une nouvelle idée sur l'origine de l'oranger (*C. Sinensis*), contredisant l'hypothèse attestant que *C. sinensis* est un hybride interspécifique direct entre un pamplemoussier (*C. maxima*) et un mandarinier (*C. reticulata*) (Nicolosi et al, 2000), soit qu'il est issu de rétrocroisement ($C. maxima \times C. reticulata$) $\times C. reticulata$) (Athani et al, 2009 ; Garcia-Lor et al., 2013) entre les pools de gènes *C. maxima* et *C. Reticulata* (Garcia-Lor et al., 2013). De plus, la polyembryonie permet d'obtenir des jeunes plants, exempts de virus similaires, au plant-mère et également de sélectionner des mutants améliorés qui peuvent être obtenus par graine. L'amélioration des agrumes par voie de sélection nucellaire prend beaucoup de temps en raison de la phase juvénile très longue et du nombre important d'épines. L'attente est souvent récompensée avec l'isolement de certains jeunes plants plus performants que le plant-mère sur le plan du rendement et qualité des fruits (Nicotra, 2001). Plusieurs variants nucellaires performants ont été obtenus, tels que les variants de la variété Valencia late (Valencia Cutter, Frost, Olinda, Delicia et Lue Gim Gong (Papadakis et al, 2008). La mandarine marocaine Nadorcott, obtenue également à partir de semis des graines de la variété Murcott honney, est très appréciée au niveau du marché d'exportation (Nadori et Nhami, 2005 ; Handaji et al, 2005). De même, des variants issus de semis apomictique de trois variétés d'orangers de l'espèce *Citrus Sinensis* (L) Obsbeck (Sanguinilli, Grosse sanguine, Salustiana) ont fait l'objet de plusieurs essais de comportement (Handaji et al, 2007 et 2013). Leur comportement dans les conditions pédoclimatiques du Gharb sur un sol argileux a fait l'objet de la présente étude.

Matériel et méthodes

Matériel végétal

Le matériel végétal, objet de notre expérimentation, est constitué de **20** variants issus de semis apomictique, de trois variétés d'orangers de l'espèce *Citrus Sinensis* (L) *Obsbeck* (*Sangunilli*, *Grosse Sanguine*, *Salustiana*). Ils ont été préalablement repérés au niveau de la collection d'agrumes d'Afourer (Beni mellal). Trois groupes ont été mis en évidence et chaque groupe contient

des variants issus de la même variété mère. Le nom provisoire de chaque variant porte le nom de la plante mère suivi par la lettre V et un numéro, comme *Sangunilli V1* (Tableau 1). Ces variants d'orangers, installés en 1996 au domaine expérimental *Sidi Allal Tazi*, ont fait l'objet d'un essai de comportement variétal. *Les arbres greffés sur Citrange troyer ont été plantés à un écartement de 6m x 6m.*

Tableau 1 : liste des variants d'orangers plantés au domaine expérimental de l'INRA (Sidi Allal Tazi)

Variétés mères	<i>Sangunilli</i>	<i>Grosse Sanguine</i>	<i>Salustiana</i>
Variants	V7	V17	V28
	V8	V18	V29
	V10	V19	V30
	V11	V20	V31
	V12	V21	V32
	V13	V22	V33
	V16	V23	
Nombre	7	7	6

Caractéristiques du site expérimental

L'expérimentation est conduite au niveau du domaine *Sidi Allal Tazi*. Il s'étend sur une superficie de 200 ha dont 167 ha représentent la surface agricole utile (S.A.U). La superficie irriguée est de l'ordre de 70 ha avec une altitude approximative de 10,5m. Les sols du domaine expérimental sont de deux types « Dehs » léger représentant 80% et le « Dehs » lourd 20%. Le climat est caractérisé par une pluviométrie moyenne annuelle de l'ordre de 400 à 700 mm et des températures moyennes de 4-7°C (minima), et de 32-34°C (maxima). Le nombre de journées gélives varie de 2 à 10 selon les années.

Critères de qualité du jus du fruit

Les paramètres étudiés sont liés, d'une part, à la qualité du fruit, et d'autre part au rendement en kg par arbre et à ses composantes. Au stade de maturité, des échantillons de 10 fruits ont été prélevés durant chaque année pour les analyses du jus.

Teneur en jus : L'extraction du jus a été effectuée par un extracteur à toupie tournante. Le jus recueilli est filtré à travers un filtre en plastique puis pesé. La teneur minimale en jus des orangers est fixée à 35 % par l'Etablissement Autonome de Contrôle et de Coordination des Exportations (EACCE, 2010). La teneur en jus, exprimée en pourcentage massique, est donnée par la formule suivante :

Teneur en jus = (poids de jus extrait de fruits) x 100/poids total de ces fruits

Teneur en sucre : Elle a été déterminée par un réfractomètre à main dont les avantages sont bien connus : la précision, la rapidité de la mesure, la

possibilité d'opérer avec une faible quantité de jus. Une goutte de jus déposée sur le prisme permet la lecture de l'extrait sec soluble. En fait, sa détermination est basée sur la capacité des sucres d'un jus à faire dévier la lumière. La teneur minimale en sucre des orangers est fixée à 9,5% (EACCE, 2010).

Dosage de l'acidité : Pour le titrage de l'acidité du jus, 10 ml de jus décanté a été utilisé et auquel trois gouttes de phénophtaléine sont ajoutées. La solution de NaOH (0,1 M), mise dans une burette de Mohr est versée lentement pour réaliser la titration.

Pendant le titrage, il est important d'utiliser un agitateur magnétique, pour homogénéiser continuellement la solution dans le bécher. Cette opération est essentielle, en particulier lorsque la solution s'approche à la neutralité, la fin du titrage est atteinte lorsque la couleur du jus devient rosâtre et persiste. La normalisation de l'acidité varie de 0.9 à 1.5% (EACCE, 2010).

Coefficient de maturité E/A : Le rapport E/A est un critère très utilisé dans la détermination de la date de cueillette et d'export des fruits d'agrumes. Il s'agit d'une augmentation de la teneur en sucre et d'une diminution de l'acidité. Le coefficient de maturité est déterminé par le rapport :

Coefficient de Maturité= extrait sec soluble de sucre (E) /acidité du jus (en %) (A)

Caractères agronomiques et morphologiques

Les caractères morphologiques mesurés ont porté sur un échantillon de 30 fruits par variant et par an.

Poids moyen d'un fruit (g): Cette moyenne est déterminée en mesurant le poids total engendré par 10 fruits à l'aide d'une balance électrique

Rendement moyen (kg/arbre): Poids total de l'arbre en kg. L'indice moyen d'alternance ABI (Alternate bearing index) est calculé sur le rendement moyen des arbres obtenus chaque année suivant la formule de Pearce et Dobersek-Urbanc (1997) :

$$I = \frac{\sum \frac{|a_{i+1} - a_i|}{a_{i+1} + a_i}}{n - 1}$$

a : Rendement des années correspondantes

n : Nombre d'années d'évaluation de rendement

L'indice de l'alternance varie de 0 à 1. Si l'indice tend vers 0, il y a une faible alternance ou vers 1, une forte alternance.

Diamètre moyen (mm) : Il est mesuré à l'aide d'un pied à coulisse électronique et gradué de 0 à 150mm, les diamètres équatorial (DE) et polaire (DP) sont exprimés en mm pour déterminer la forme du fruit (rapport DE/DP= F; si F≥1; le fruit aplatie alors si F<1; le fruit ovale).

Nombre de pépins par fruit : Le comptage des pépins a été réalisé manuellement

Épaisseur de l'écorce du fruit: L'écorce du fruit d'orange est constituée par le mésocarpe (albédo) et l'épicarpe (flavedo). L'épaisseur est mesurée en utilisant une règle graduée puis elle est classée en trois classes : mince ($E < 2\text{mm}$), moyennement épaisse ($2\text{mm} < E < 6\text{mm}$) ou épaisse ($E > 6\text{mm}$). L'adhérence (forte, moyenne, légère) et la texture de la peau (lisse, rugueuse, semi rugueuse ou grêle).

Calibre des fruits : Il a été mesuré à l'aide d'un pied à coulisse. Le pourcentage de 3 catégories de calibre (1-4, 5-7, 8-11) a été déterminé.

-Analyses statistiques des données : les données obtenues ont été analysées à l'aide d'un logiciel de statistique SAS (Statistical Analysis System version 9.1 et version 5.5). L'analyse de la variance et la classification des moyennes ont été réalisées selon le test de Duncan avec une marge d'erreur de 5%. De même, les données ont été traitées par les analyses de classification ou Cluster (UPGMA) et par l'indice de dissimilarité selon le logiciel DARWIN 5.0.

Résultats et discussion

L'évaluation des performances des différents variants a montré des différences dans le rendement et la qualité des fruits.

Mise à fruit et niveau de rendement

Le rendement moyen est de 148 kg/arbre et varie de 86 kg/arbre à 216 kg/arbre. Les rendements obtenus ont différé selon les variants et les années d'étude (Tableau 2). L'analyse de la production annuelle de chaque groupe a montré que les trois groupes ont présenté une production relativement élevée pendant les années 2 et 3. De même les variants du groupe Salustiana présentent les meilleurs rendements moyens pour les cinq années d'étude. Au sein du même groupe variants, le variant Sanguinilli V13, le variant Grosse sanguine V20 et le variant V31 ont donné relativement les meilleures moyennes de rendement, respectivement 139 kg/arbre, 206 kg/arbre et 252 kg/arbre. Par ailleurs, l'indice d'alternance a varié de 0.07 à 0.5 et aucune tendance vers l'alternance de la production n'a été constatée. La conduite du verger avec la pratique de la taille permet de réduire les effets de l'alternance. En effet, une taille annuelle sévère des arbres avec suppression jusqu'à 20% des branches favorise de rétablir l'équilibre entre la production des fruits et l'induction florale (Verreynne et Lovatt, 2009). Aussi, une nutrition équilibrée de l'arbre peut influencer l'indice d'alternance de manière significative, telle que l'application de l'urée, pendant l'hiver, ou de l'auxine peuvent augmenter la mise à fruit chaque année (Akhlaghi et Kangarshahi, 2011). Les variables environnementales, en particulier la température, affectent la croissance et le

développement de la plante et aussi la productivité Kaleem et al, 2010). Le rendement dépend aussi du porte greffe utilisé (Abd El Motty et al., 2006 ; Bowman and McCollum , 2006 ; Bassal, 2009 ; Castle et al, 2010 ; Shafieizargar et al., 2012).

Etude de la variation intragroupe des critères de sélection avec comparaison entre les groupes variants sélectionnés et leurs plantes mères

L'étude statistique de la variabilité des critères de qualité du fruit selon les variants et leurs plantes mères sont résumés dans les tableaux 2, 3, 4 et 6 et selon les années dans la figure1.

Variété Sanguinilli et ses variants

La valeur moyenne du poids du fruit est de 145 g. Elle varie de 124 g à 175 g.

A cet effet, Les analyses statistiques ont montré qu'il n'existe pas un effet significatif entre la plante mère et ses variants pour tous les caractères étudiés à l'exception du poids moyen du fruit et la teneur en sucre (Tableau 3).

Ces mêmes analyses statistiques mettent en évidence trois groupes homogènes distincts : le groupe (a) inclus le variant V10 et la plante mère, le groupe (b) contenant le variant V7 et le groupe (ab) comprend les autres variants (V8, V11, V12, V13, V16). De même, la valeur moyenne du taux du sucre est de 10,77. Elle varie de 9,60 à 11,45. Statistiquement, il existe trois groupes : le groupe (a) contient le variant V7. Le groupe (b) comprend la plante mère (PM) et le groupe (ab) inclus les variants V8 V10 V11 V12 V13 et V16. Par ailleurs, le variant V11 est caractérisé par un taux de jus très élevé (50%). Les analyses statistiques ont montré que l'effet de l'année est très significatif pour tous les caractères étudiés (Figure 1). Par ailleurs, Selon les années d'études, le nombre de pépins varie de 0 à 3 pépins en fonction des années. En général, le nombre de pépins par fruit serait aux facteurs climatiques. En effet, les basses températures pendant la floraison réduisent la capacité de germination du pollen et diminuent le nombre d'ovules susceptibles de devenir des graines (Pardo et al., 2010). Le pourcentage de jus le plus élevé a été obtenu la première année. Le poids du fruit varie d'une année à l'autre, cette variation est d'autant plus élevée que les années progressent, ici en l'occurrence, les années 2 et 3. La teneur en sucre varie selon le porte greffe, la variété, l'espèce et les conditions climatiques elle est élevée au stade de maturité. La valeur d'acidité la plus basse a été enregistrée en année 4.

Tableau 2: Rendements moyens des variants d'orangers selon les années d'étude

Rendement moyen (Kg/arbre) par année							
Années/ Variants	1	2	3	4	5	Moyenne	Indice d'alternance
V7	50,00	155,00	62,50	86,75	25,00	75,85	0,39
V8	90,00	210,00	175,00	98,75	75,00	129,75	0,20
V10	90,00	255,00	75,00	112,50	143,75	135,25	0,33
V11	62,50	232,50	143,75	72,75	106,25	123,55	0,26
V12	80,00	207,50	125,00	88,25	111,50	122,45	0,19
V13	95,00	260,00	131,25	135,00	75,00	139,25	0,16
V16	45,00	167,50	183,33	126,50	81,25	120,72	0,20
Moyenne	73,21	212,50	127,98	102,93	88,25	120,97	0,25
<i>Sanguinilli</i>	62,50	102,50	100,75	70,75	96,25	86,55	0,22
V17	77,50	130,20	177,50	145,00	106,25	127,29	0,08
V18	65,00	137,50	172,50	146,75	100,00	124,35	0,27
V19	75,00	190,00	167,50	96,25	100,00	125,75	0,15
V20	120,00	307,50	287,50	130,00	187,50	206,50	0,20
V21	90,00	175,00	150,00	162,50	106,25	136,75	0,21
V22	85,00	210,00	150,00	224,50	105,00	154,90	0,22
V23	100,00	200,00	225,00	133,75	112,75	154,30	0,14
Moyenne	87,50	192,89	190,00	148,39	116,82	147,12	0,18
<i>Grosse sanguine</i>	45,00	112,23	118,75	119,00	200,00	120,69	0,50
V28	176,50	297,50	273,75	187,50	156,25	218,30	0,11
V29	100,00	200,00	202,50	200,00	205,00	181,50	0,07
V30	150,00	263,33	197,50	197,50	143,75	190,42	0,06
V31	105,00	375,50	250,00	171,25	362,50	252,85	0,33
V32	40,00	85,00	222,50	75,00	243,75	145,31	0,33
V33	80,00	175,00	62,50	37,25	56,25	82,20	0,34
Moyenne	108,58	262,27	201,46	144,75	194,58	178,43	0,21
<i>Salustiana</i>	145,00	282,50	325,00	138,00	263,75	252,31	0,40
Moyenne	86,13	216,74	173,02	128,91	137,03	148,20	0,23

Tableau 3: Etude statistique de la qualité du jus des variants de Sanguinilli

Variants	PMF (g)	NPF	% jus	Acidité	E	E/A	DE/DP
V7	124,00 b	1,82 a	45,39 a	1,26 a	11,45 a	11,18a	0,93a

V8	144,25 ab	1,17a	45,92 a	1,14 a	10,97 ab	10,89a	0,90a
V10	175,00 a	1,42a	42,83 a	1,04 a	10,07 ab	9,87a	1,05a
V11	145,00 ab	2,1 a	50,02 a	1,08 a	10,97 ab	11,55	0,91a
V12	133,75 ab	1,45a	45,78 a	1,21 a	10,45 ab	9,75a	0,93a
V13	145,00 ab	2,12 a	43,99 a	1,07 a	10,50 ab	13,21a	0,83a
V16	151,50 ab	1,90 a	45,90 a	1,30 a	11,00 ab	9,23a	0,92a
PM1	171,25 a	0,67 a	42,42 a	1,22 a	9,60 b	8,02a	0,92a
Moyenne	145,50	1,710	45,69	1,16	10,77	11,08	0,94
Dunnett	S	NS	NS	NS	S	NS	NS
CV%	18.53	14.2	12.01	21.63	8.12	25.36	4.13

PM1 : Variété Sanguinilli

Tableau 4 : Etude statistique de la qualité du jus des variants de Gross sanguine

Variants	PMF (g)	NPF	% jus	A	E	E/A	DE/DP
V17	188,75 a	0,67 a	39,73 a	1,46 a	11,10ab	7,82a	0,90a
V18	180,00 a	0,57 a	40,87 a	1,28 a	11,04ab	8,96a	0,95a
V19	176,67 a	0,63 a	42,67 a	1,33 a	11,06ab	8,53a	0,95a
V20	210,00 a	0,37 a	42,48 a	1,39 a	11,87a	8,61a	0,96a
V21	201,25 a	0,20 a	42,50 a	1,31 a	11,75a	9,09a	0,98a
V22	186,67 a	1,00 a	39,34 a	1,47 a	11,93a	8,28a	0,94a
V23	206,50 a	0,80 a	42,05 a	1,59 a	11,20ab	7,35a	0,91a
PM2	172,50 a	0,60 a	42,69 a	1,15a	10,26b	9,66a	0,95a
Moyenne	192,83	0,61	41,38	1,40	11,47	8,38	0,94
Dunnett	NS	NS	NS	NS	S	NS	NS
CV%	10.86	16.68	6.81	17.55	6.95	21.52	3.45

PM2 : Variété Gross sanguine

Tableau 5 : Etude statistique de la qualité du jus des variants de Salustiana

Variants	PMF (g)	NPF	% jus	A	E	E/A	DE/DP
V28	197,00a	0,40 a	47,31abc	1,07a	11,15a	10,68a	1,16a
V29	186,25a	0,60 a	48,18ab	1,11a	10,18a	9,55a	1,00a
V30	211,67 a	0,80 a	43,44abc	1,01a	10,13a	10,37a	1,06a
V31	210,50a	0,35 a	49,86a	1,06a	10,10a	9,76a	1,04a
V32	188,33 a	0,70 a	48,15abc	0,92a	10,87a	12,10a	1,14a
V33	202,75 a	0,40 a	42,37bc	0,83a	10,80a	13,28a	1,06a
PM3	167,50 a	0,05 a	41,23c	0,93a	9,80a	11,38a	1,06a
Moyenne	194,38	0,45	45,79	0,99	10,43	11,02	1,08
Dunnett	NS	NS	NS	NS	NS	S	NS
CV(%)	13,23	10,78	12,56	14,11	5,96	28,13	4,56

PM3 : Variété Salustiana

cv : coefficient de variation PMF : poids moyen de fruit (g) NPF: nombre de pépins par fruit E : teneur en sucre A : Acidité E/A: coefficient de maturité DE : diamètre équatorial DP : Diamètre polaire Coefficient DE/DP (forme du fruit), *Au sein de chaque colonne, les valeurs portant les mêmes lettres sont significativement indifférentes avec P>5%, S : significativement différentes de la plante mère selon le test de Dunnett, NS : pas de différence avec la plante mère*

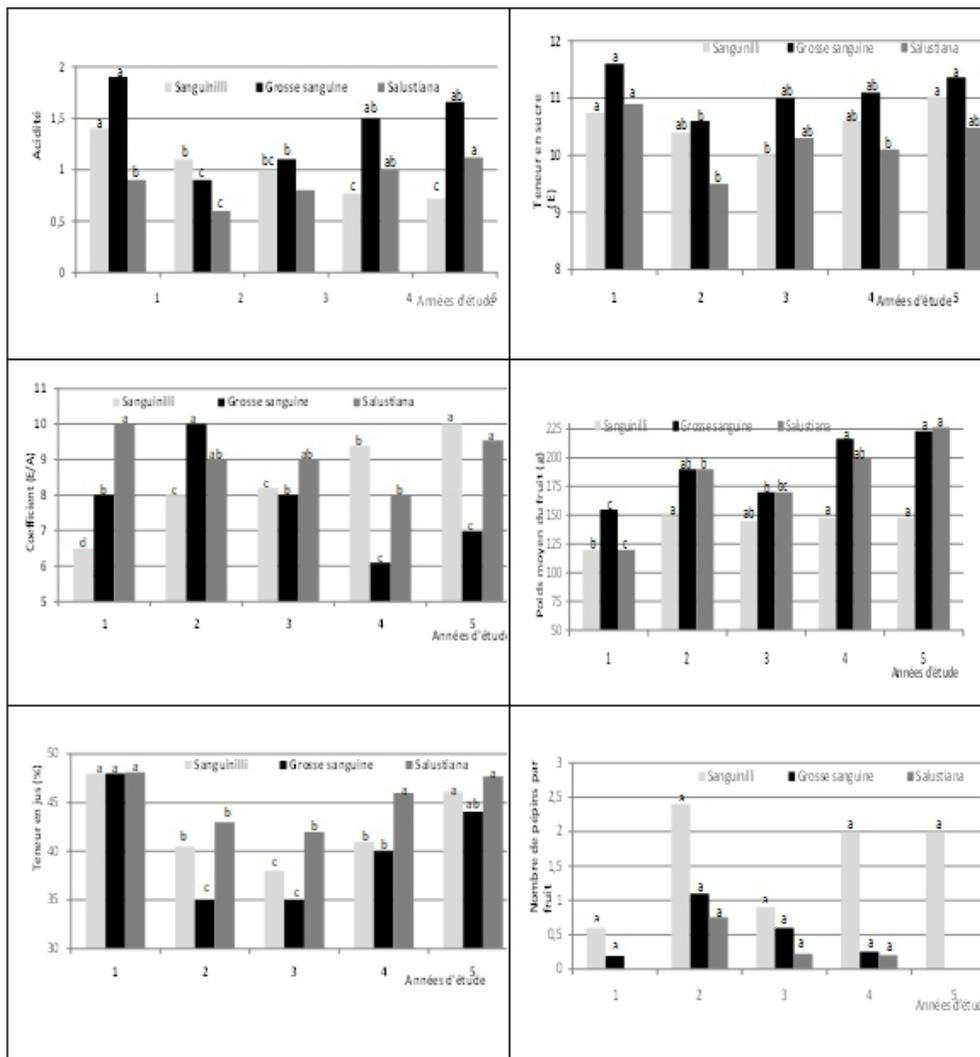


Figure 1: Evolution de la qualité du fruit des variants d’orangers selon les cinq années d’étude

(Au sein de chaque groupe des variants, les valeurs portant les mêmes lettres sont significativement indifférentes avec P>5)

Variété Grosse Sanguine et ses variants

Les analyses statistiques ont montré qu’il n’existe pas un effet significatif entre la plante mère et ses variants pour tous les caractères étudiés, à l’exception de la teneur en sucre (Tableau 4), La valeur moyenne est de 11. Elle varie entre 10,26 et 11,93. Statistiquement, il existe trois groupes : le groupe (a) inclut les variants les plus sucrés (V20, V21 et V22), le groupe (b) contenant la plante mère (PM) et le groupe (ab) comprend les variants V17, V18, V19, V23. Par ailleurs, selon les années, il existe une différence hautement significative pour tous les critères étudiés sauf le variable le nombre

de pépins par fruit (Fig. 1), Il varie de 0,90 à 1,9 pour l'acidité ; de 35% à 48% (Teneur en jus) ; 0 à 1,1 (Nombre de pépins par fruit) ; 10,6 à 11,60 (Teneur en sucre) et de 155g à 223g (Poids moyen du fruit).

Variété Salustiana et ses variants

Les analyses statistiques ont montré qu'il n'existe pas un effet significatif entre la plante mère et ses variants pour tous les caractères étudiés, à l'exception du coefficient de la teneur en jus (Tableau 5), Statistiquement, il existe cinq groupes : le groupe (a) inclut le variant 1 V31, le groupe (ab) contient le variant V29, le groupe (abc) comprend V28, V30 et V32, le groupe bc V33 et en fin le groupe c renferme la plante mère. La valeur moyenne du nombre de pépins par fruit est de 0,47. Elle varie de 0,05 à 0,80, Les fruits de tous les variants de Salustiana sont presque aspermes, Le variant V31 est caractérisé par les valeurs relativement élevées en poids moyen du fruit et la teneur en jus. En revanche, l'effet d'année est significatif pour tous les critères étudiés sauf le nombre de pépins par fruit. Il varie de 0,60 à 1,12 pour l'acidité ; de 42% à 48% (Teneur en jus) ; 0 à 0,75 (Nombre de pépins par fruit) ; 9,5 à 10,48 (Teneur en sucre) et de 120g à 227g (Poids moyen du fruit).

Par ailleurs, L'analyse statistique des variables de la qualité du fruit selon les années pour tous les clones d'orangers a montré que qu'il n'existe pas un effet significatif entre les années d'étude pour tous les variables à l'exception de la teneur en jus et le poids moyen du fruit (Tableau 6). Par conséquent, chaque génotype a un comportement différent selon les années.

L'étude de comportement de ces variants dans les autres sites ont montré qu'il existe une variabilité phénotypique entre les variants et la plante mère pour tous les critères étudiés (Handaji et al, 2007 et 2013). De même, des résultats similaires ont été signalés par (Mohar et al., 2011) qui ont montré que tous les caractères physico-chimiques de la maturité des fruits des orangers sont variables et que la variété Salustiana présente des valeurs maximales en poids moyen de fruits. De plus, le rendement et la qualité sont influencés par les conditions climatiques qui reposent essentiellement sur la température ayant sévi durant le cycle de vie des cultures (Killi et Altunbay, 2005 ; Dorji et Yap wattanaphun, 2011 ; Chelong et Sdoodé, 2012). De nombreuses Navel Orange ont été abandonnées à cause de stress hydrique survenu pendant la maturation des fruits (Kallsen et Sanden, 2011) confirmant ainsi le lien des conditions climatiques avec la qualité des agrumes rapportés par Reuther (1973) et Chelong and Sdoodé (2012).

Tableau 6 : Evolution de la qualité du fruit de tous les clones d'orangers étudiés selon les années cinq d'étude

Années	acidité	% jus	NPF	E	E/A	PMF (g)
1	1,40a	48,03a	0,26a	11,08a	8,17a	131,67c
2	0,87a	39,50b	1,42a	10,17a	9,00a	176,67ab

3	0,97a	38,33b	0,57a	10,43a	8,40a	161,67b
4	1,09a	42,33ab	0,82a	10,60a	8,23a	188,14a
5	1,17a	45,95a	0,67a	10,96a	9,18a	199,29a
Moyenne	1,10	42,83ab	0,75a	10,65a	8,60a	171,49ab

Conclusion

Sur la base des critères de qualité et de production, trois groupes de variants Salustiana, Sanguinilli et Grosse sanguine ont présenté des clones intéressants en terme de qualité et de production durant les années d'expérimentation. Ces clones sont principalement issus de la Sanguinilli (V11 et V13), la Grosse sanguine (V20 et V21) et Salustiana (V28, V31).

Ainsi, cette étude montre que les clones précités ont présenté des performances meilleures que les plantes mères et que, par conséquent, sont à valoriser dans les systèmes de production d'agrumes.

References:

1. Abd El Motty EZ, Shahin MFM, Hagagg LF (2006) Response of 'Valencia' orange trees budded on 'Troyer' citrange and Sour orange to foliar application of some macro and micronutrients, J Appl Sci Res 2: 952-965.
2. Akhlaghi Amiri N, Asadi Kangarshahi A. 2011. Evaluation the effects of auxin sucrose and nutrition on alternate bearing patterns of Satsuma mandarin (citrus unshiu). Plant Production Research Journal. 17(3): 39-52, Gorgan university publication (in Persian).
3. Alireza Shafieizargar, Yahya Awang, Abdul Shukor Juraimi, Radziah Othman, 2012. Yield and fruit quality of Queen Orange [Citrus sinensis (L) Osb.] grafted on different rootstocks in Iran. Australian Journal of Crop Science. 6 (5): 777-783.
4. Athani, S, I.; Revanappa; Allolli, T, B, 2009, Variability of physical characters, quality and yield of kagzi lime (Citrus aurantifolia), Journal of Ecobiology Vol,25 No,3 pp,259-262 ref,6.
5. Bassal MA (2009) Growth, yield and fruit quality of 'Marisol' clementine grown on four rootstocks in Egypt, Sci Hortic 119: 132-137.
6. Bowman KD, McCollum G, 2006, Performance of 'Hamlin' orange trees on 14 rootstocks in central Florida, Proc Fla State Hort Soc 119: 124-127.
7. Castle WS, Baldwin JC, Muraro RP (2010) Performance of 'Valencia' sweet orange trees on 12 rootstocks at two locations and an economic interpretation as a basis for rootstock selection, HortScience 45: 523-533.

8. Chellong I., Sdoodee S., 2012, Pollen viability, pollen germination and pollen tube growth of shogun (Citrus reticulata Blanco) under climate variability in southern Thailand. J. Agric. Technol. 8: 2297-2307.
9. Etablissement Autonome de Contrôle et de Coordination des Exportations, 2010, revue trimestrielle- Campagne 2010-2011 - N° 30. <http://web2.eacce.org.ma/Portals/0/Regl543-Norme%20Agrumes.pdf>.
10. Garcia-Lor A., Curk F., Morillon R., Snoussi H., Ancillo G., Luro F., Navarro L., Ollitrault P. 2013. A nuclear phylogenetic analysis; SNPs, indels and SSRs deliver new insights into the relationships in the “true citrus fruit trees” group (Citrinae, Rutaceae) and the origin of cultivated species. Annals of Botany 111: 1–19.
11. Green RM, Vardi A Galum E, 1986, The Plastone of Citrus ; physical Map, variation Among Citrus Cultivars And Spacies, And comparison With Related Genera Theor, Appl, Genet, 72:761-769.
12. Handaji N., Benyahia H., Arsalane N., Ben Azouz A., Gaboun F., 2013, Evaluation pomologique et organoleptique de 34 variants d'orangers (Citrus sinensis (L.) Osbeck) issus de semis apomictique en essai dans la région du Gharb, "Revue de la recherche agronomique marocaine." Al Awamia, 127, 47-70.
13. Handaji N, Ait Haddou M, Ben Azouz A, Kabbage T, Srairi I, Arsalane N, Ben Yahia H, Essagide A, Gaboun F, 2007. Caractérisation et comportement de 35 variants d'agrumes dans la région de Souss Massa. Al Awamia ; 121-122: 110-134.
14. Handaji N, Arsalane N, Lamarti A, Dambier D, Benyahia H, Miaghizo H, Cheikh OY, Ollitrault P, 2005. Induction de l'embryogenèse somatique et régénération des plantules chez les mandariniers (Citrus reticulata L). El Awamia ; 114: 2 (2): 109-118.
15. Kaleem S, Hassan FU, Razzaq A (2010a). Growth rhythms in sunflower (Helianthus annuusL.) in response to environmental disparity. Afr. J. Biotechnol. 9:2442-2251.
16. Kallsen, C.E. and B. Sanden. 2011. Early Navel orange fruit yield, quality, and maturity in response to late-season water stress. Hort. Sci., 46: 1163-1169.
17. Killi F., Altunbay S.G., 2005. Seed yield, oil content and yield components of confection and oilseed sunflower (*Helianthus annuus L.*) cultivars planted in different dates. Int. J. Agri. Biol. 7(1):21-24.
18. Loussert R., 1989. Techniques agricoles méditerranéennes, les agrumes, Vol. 1 :03-41.
19. Mohar TA, Abbas MM, Awan MZ, Javed MA, Aamer Farooq, 2011. Performance of different sweet orange varieties under Faisalabad

- conditions. *Journal of Agricultural Research (Lahore)*. 49 (3): 363-367.
20. Nadori et Nhami, 2005. la culture du Clementine au Maroc : évolution et perspectives.
 21. Nicolosi E., Deng Z.N., Gentile A., La Malfa S., Continella G., Tribulato E. (2000) : citrus phylogeny and genetic origin of important species as investigated by molecular markers. *Theoretical and Applied Genetics*, 100: 1155–1166.
 22. Nicotra A, 2001. Hybrides de type mandarine présentant un intérêt récent pour la consommation à l'état frais. Problèmes et moyens de contrôle. Symposium sur les agrumes Chine/FAO.
 23. Papadakis IE, Protopapadakis EE, Therios IN, 2008. Yield and fruit quality of two late- maturing Valencia orange tree varieties as affected by harvest date. *Fruits (Paris)* 63 (6): 327-334.
 24. Pardo J, Cano A, Bermejo A, Zaragoza S, 2010, Temperature, pollen viability and seed formation in citrus crops. *Ediciones y Promociones L. A. V., Valencia, Spain, Levante Agricola*, 49 (399) : 20-29.
 25. Reuther, W. 1973. Climate and citrus behavior. In *The Citrus Industry*. 2nd Ed., Vol. 3, (ed.) W. Reuter. pp. 280-337. Berkeley: University of California Press.
 26. Verreyne JS, Lovatt CJ, 2009. Influences Return Bloom in Alternate Bearing 'Pixie' Mandarin. *SOC. HORT. SCI.* 134(3) : 299–307.

Annexe1: Diamètre moyen du fruit des variants d'orangers et leurs plantes mères

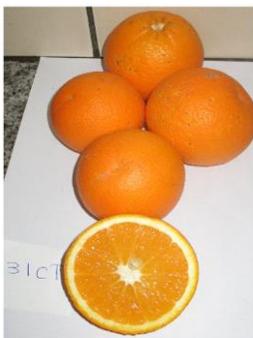
Goupe de variants	Codes	Diamètre moyen (mm)		
		Equatorial	Polaire	DE/DP
Sanguinilli	V7	55,81	60,01	0,93
	V8	61,84	68,71	0,9
	V10	73,3	69,81	1,05
	V11	67,26	73,91	0,91
	V12	61,51	66,14	0,93
	V13	57,36	69,11	0,83
	V16	67,54	73,41	0,92
	Moyenne	63,52	69,04	0,92
	PM1	66,54	70,79	0,94
Grosse sanguine	V17	69,12	76,80	0,9
	V18	74,68	78,61	0,95
	V19	72	75,79	0,95
	V20	75,5	78,65	0,96
	V21	74,36	75,88	0,98
	V23	73,75	81,04	0,91
	Moyenne	73,23	77,90	0,94
	PM2	69,49	73,15	0,95
Salustiana	V28	75,27	64,89	1,16
	V29	75,05	75,05	1
	V30	81,54	76,92	1,06
	V31	77,31	74,34	1,04
	V32	71,22	62,47	1,14
	V33	82,54	77,87	1,06
	Moyenne	77,15	71,44	1,08
	PM3	71,15	67,12	1,06



Sanguinilli



Grosse Sanguine



Salustiana

Figure 2 : Les Variants d'orangers sélectionnés