

Evaluation pomologique et organoleptique de 34 variants d'orangers (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck) issus de semis apomictique en essai dans la région du Gharb

Handaji N.¹, Benyahia H.¹, Arsalane N.¹, Ben Azouz A.¹, Gaboun F.²

1. BP. 257, Laboratoire d'amélioration génétique des agrumes, INRA Kenitra Maroc.

2. BP. 415, UR de Biotechnologie, CRRR Rabat, INRA Rabat Maroc

Email : nhandaji2002@yahoo.fr

Résumé

*La sélection clonale constitue une voie prometteuse de sélection largement utilisée chez les agrumes. Cette méthode a été utilisée par l'INRA Maroc sur l'espèce *Citrus Sinensis* (L.) Osbeck pour sélectionner des variants performants. Des variants (34), issus de semis apomictique de neuf variétés d'orangers (Pineapple, Pearson Brown, Hamlin, Washington Navel, Sanguinelli, Grosse Sanguine, Moro, Salustiana, Cadenera) ont été repérés au niveau des collections d'agrumes Afourer à Tadla. A partir de la même variété mère, plusieurs variants sœurs ont été sélectionnés pour constituer un groupe de variants génétiquement proches. Ces clones ont fait l'objet d'essai de comportement en comparaison avec leurs parents initiaux dans la région du Gharb sur un sol sablonneux. L'évaluation de ce matériel végétal a duré sept années et a porté sur les critères agronomiques et pomologiques et ceux liés à la qualité du jus. Le rendement moyen a varié de 23,3 kg/arbre à 119 kg/arbre, tandis que le poids moyen d'un fruit a varié de 168g à 320g. Les résultats de ces essais ont montré une prédominance des fruits juteux, de calibre moyen et avec un diamètre équatorial supérieur à 65 mm; critères acceptables pour le marché des fruits frais ou l'industrie du jus. Trois groupes d'orangers prometteurs sont sélectionnés pour le marché de fruits de table: Grosse Sanguine, Salustiana et Sanguinelli et au sein de chaque groupe un variant productif et de bonne qualité a été sélectionné. Ces variants prometteurs ont été décrits selon les descripteurs de l'UPOV et présentés pour l'inscription sur la liste provisoire des variétés d'agrumes.*

Mots clés : Agrumes, orangers, sélection, variants, qualité, production.

التقييم البمولوجي والحسي ل 34 متغيرات من البرتقال واعدة من الشتلات في منطقة الغرب (*Citrus Sinensis* (L.) Osbeck)

هندجي نجاة، ابن يحيى حميد، أرسلان نجاة، ابن عزوز عبد القادر، كابون فاطمة

ملخص

اختيار نسيلي هي طريقة واعدة، تستخدم على نطاق واسع في الحمضيات. وقد استخدمت من قبل المعهد الوطني للبحث الزراعي بالمغرب على البرتقال. في إطار هذا النشاط، تم تحديد أربعة وثلاثون متغيرات، نتيجة زرع بدور من تسعة أصناف من البرتقال، سبق تحديدها في مجموعات الحوامض في تادلة (أفوير).

من نفس الأم، تم اختيار العديد من الأخوات المتغيرات لتشكل مجموعة من المتغيرات قريبة وراثيا. تم اختبار هذه المتغيرات بالمقارنة مع آبائهم الأصليين في منطقة الغرب على التربة الرملية. وقسمت المتغيرات إلى عشرة مجموعات. كل مجموعة تحتوي على المتغيرات وراثيا مماثلة الأصل. استمرت التجربة سبع سنوات وركزت على معايير الجودة والمروية التي تتراوح من 23,3 إلى 119 كلغ/شجرة، في حين أن متوسط وزن الفاكهة يختلف من 168 غ إلى 320 غ. وكانت نتائج هذه الاختبارات قادرة على إنشاء هيمنة من الفاكهة متوسطة الحجم التي يفوق قطرها الاستوائي 65 ملم. وتم اختيار ثلاث مجموعات من البرتقال واعدة: *Grosse Sanguine*, *Salustiana*, *Sanguinelli*. وداخل كل مجموعة، تم اختيار نوعية جيدة. وقد وصفت هذه المتغيرات وفقا للصفات المتفق عليها من طرف الاتحاد الدولي لحماية الأصناف الجديدة من النباتات (UPOV) لإدراجها في القائمة المؤقتة لأصناف الحوامض.

الكلمات المفتاح : المفتاح : الحمضيات، البرتقال، الاختيار، المتغيرات، الجودة، الإنتاج.

Pomological and organoleptic evaluation of 34 oranges variants of (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck) from sowing apomictic under test in Gharb area

Abstract

Clonal selection is a promising selection widely used in citrus. This method was used by INRA Morocco on species Citrus sinensis (L.) Osbeck to select performance variants. 34 variants of apomictic seedlings from nine oranges varieties (Pineapple, Pearson Brown, Hamlin, Washington Navel, Sanguinelli, Grosse Sanguine, Moro, Salustiana, Cadenera) have been identified in citrus collections Afourer in Tadla. From the same mother, several variants sisters have been selected to form a group of genetically similar variants. These clones have been testing behavior in comparison with their initial parents in Gharb area on sandy soil. The evaluation of plant material lasted seven years and has focused on agronomic and pomological criteria and those related to juice quality. The average yield ranged from 23.3 kg / tree to 119 kg / tree, while the average fruit weight ranged from 168g to 320g. The results of these trials showed a predominance of juice fruits, medium-sized and with an equatorial diameter greater than 65 mm; acceptable criteria for the fresh market or juice industry. Three oranges groups promising are selected for table fruit market: Grosse Sanguine, Salustiana and Sanguinelli, and within each group, one variant productive and with good quality was selected. These variants have been described according to UPOV descriptors and submitted for registered in the provisional list of citrus varieties.

Keywords: Citrus, oranges, selection, variants, quality, production.

1. Introduction

La production mondiale des agrumes est de l'ordre de 122 millions de tonnes (Mt) et occupe la deuxième place après celle des bananes (125 Mt) et des pommes (70 Mt) (FAOSTA Data, 2011). La production des agrumes est très diversifiée avec 68 Mt d'oranges; 29 Mt des petits agrumes; 14 Mt de citrons et de limes et 5 MT de pomelos (Loeillet, 2010). Au niveau du bassin méditerranéen, cette production est de l'ordre de 18 Mt dont 80% est destiné au marché du fruit frais. L'orange reste la production majeure avec respectivement 8,02 Mt et 2,25 Mt pour le fruit frais et la transformation. La production agrumicole marocaine tient la cinquième position en méditerranée avec 1.300.000 tonnes en moyenne par an et dont 708.000 tonnes des orangers (50%) sont exportés (ASPAM, 2012). Ce secteur revêt une grande importance pour le développement socio-économique puisqu'il génère annuellement un chiffre d'affaire de 3 milliards de Dh et près de 21 millions de journées de travail dont 12 millions au niveau des vergers et 9 millions au niveau de l'industrie de conditionnement et de transformation et des autres activités liées au secteur (MAPM, 2011).

Le profil du matériel végétal cultivé est très diversifié et comprend plusieurs variétés et hybrides. L'orange, *Citrus sinensis* (L.) Osbeck, est un hybride naturel, issu du croisement entre le pomelo (*Citrus maxima*) et le mandarinier (*Citrus reticulata*) (Green *et al.*, 1986 et Nicolosi *et al.*, 2000). Ces deux groupes sont les plus consommés en fruits et certaines variétés servent à l'élaboration de jus. Les oranges douces sont classées en quatre groupes (Saunt, 1990): les Navels (Washington, Thomson, Navelina et Navelate); les oranges blondes (Salustiana, Hamlin, Cadenera, Valencia late); les demi-sanguines (Grosse sanguine, Maltaise); les sanguines (Sanguinelli, Moro et Tarocco). La majorité des variétés d'orangers sont dérivées des mutations somatiques (des bourgeons) (Barrett et Rhod, 1976). Des exemples significatifs de mutants ont joué un rôle fondamental dans le développement du profil variétal des orangers, telles que les variétés *Cara Cara*, *Navelina* et *Navelate* (issus *Washington Navel*), *Salustiana* (orange commune), *Tarocco* (*Sanguinelli*). Par ailleurs, 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 honey, est très appréciée au niveau du marché d'exportation (Nadori, 2005; Handaji *et al.*, 2005). De même, 34 variants issus de semis apomictique ont fait l'objet de plusieurs essais de comportement dans la région de Souss Massa (Handaji *et al.*, 2007). Leur comportement dans les conditions pédoclimatiques du Gharb n'est pas connu.

Le présent travail porte sur l'évaluation pomologique et organoleptique de ces variants dans la région du Gharb sur un sol sableux.

2. Matériel et Méthodes

2.1. Caractéristiques du site expérimental

L'expérimentation est conduite au niveau du domaine expérimental El Menzeh (INRA Kenitra; altitude de 25 m, latitude de 34°64). Le climat est de type méditerranéen appartenant à l'étage subhumide, sous étage à hiver tempéré et avec des gelées rares. Le sol est de type sablonneux en surface (98%) et sablo-argileux en profondeur, avec un pH de 6, une capacité de rétention de 3 à 6%, une capacité d'échange cationique de 5 meq/100g avec absence de calcaire. Le système d'irrigation 'micro jet' est compatible à l'exploitation et aux disponibilités en eau. Les quantités d'eau nécessaires pour irriguer correctement la parcelle sont définies en fonction de la zone climatique. Les besoins en eau des agrumes sont estimés à environ 1200 mm par an, répartis sur toute l'année. La période d'expérimentation est caractérisée par une pluviométrie moyenne annuelle de 523 mm. Le déficit de 577 à 677 mm a été comblé par l'irrigation de Mai à Septembre-Octobre avec des apports modulés d'après les valeurs de l'évapotranspiration potentielle. Sur sept ans d'observations, la température moyenne annuelle a été de 16°C avec une moyenne des maxima de 23°C et une moyenne des minima de 10°C, tandis que des températures maximales aux alentours de 45°C ont été notées en juillet de la septième année d'étude (Tableau 1).

Pour la conduite de l'essai, la fertilisation azotée (Amonirate 33,5%) a été réalisée sur la base de trois apports annuels répartis selon les proportions suivantes: 50% avant la floraison, 25% après la floraison et 25% après la chute physiologique. Les apports en sulfate de potassium et super phosphate triple ont été effectués en septembre et décembre respectivement. Les traitements sanitaires ont été réalisés contre les insectes par l'*Imdaclopride* et l'*Abamectin*. De même, le désherbage chimique est obtenu par glyphosate (Round up). La taille, a été pratiquée entre la cueillette et la floraison.

Tableau 1. Données climatiques de la station d'El Menzeh (INRA Kenitra)

(2002-2008)

	Année	Pluv. (mm)	T. M (°C)	T. M max. (°C)	T. M min (°C)	T. abs max (°C)	Tabs mim (°C)
1	2002	512	16,4	23,0	10,1	39,0	1,0
2	2003	552	14,2	22,7	5,7	45,4	-0,2
3	2004	408	16,7	23,4	10,9	43,0	-1,1
4	2005	395	16,2	22,7	9,7	40,0	-4,0
5	2006	602	17,4	22,9	11,9	39,0	1,0
6	2007	553	16,8	23,4	10,2	35,8	-2,0
7	2008	636	16,8	22,8	10,7	39,4	-0,9
	Moyenne	523	16,3	23,0	9,9	40,2	-0,9

Pluv. (Pluviométrie); **T.** (Température); **M** (Moyenne); **min** (minimale) ; **max** (maximale) ; **abs** (absolue)

2.2. Matériel végétal

Le matériel végétal, objet de l'expérimentation, est constitué de 34 variants, issus de semis apomictique de neuf variétés d'orangers de l'espèce *Citrus Sinensis* (L.) Osbeck (*Pineapple*, *Pearson Brown*, *Hamlin*, *Washington Navel*, *Sanguinelli*, *Grosse Sanguine*, *Moro*, *Salustiana*, *Cadenera*). Ils ont été préalablement repérés au niveau de la collection d'agrumes d'Afourer (Beni Mellal). Neuf 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 Sanguinelli V₁ (Tableau 2). Ces variants d'orangers ont fait l'objet d'un essai de comportement variétal installé en octobre 1995 au domaine expérimental d'EL Menzeh (INRA Kenitra). Les arbres greffés sur *Citrange troyer* ont été plantés à un écartement de 6x6m.

Tableau 2. Liste des variants d'orangers expérimentés au domaine expérimental d'El Menzeh (INRA, Maroc)

Genre espèce	N° du groupe	Variétés mères	Nombre de Variants	Codes des variants
<i>Citrus sinensis</i> (Oranges)	1	<i>Pineapple</i> (PM1)	1	V2
	2	<i>Pearson Brown</i> (PM2)	1	V3
	3	<i>Hamlin</i> (PM3)	1	V4
	4	<i>Washington Navel</i> (PM4)	2	V5 V6
	5	<i>Sanguinelli</i> (PM5)	10	V7 V8 V9 V10 V11 V12 V13 V14 V15 V16
	6	<i>Grosse Sanguine</i> (PM6)	7	V17 V18 V19 V20 V21 V22 V23
	7	<i>Moro</i> (PM7)	4	V24 V25 V26 V27
	8	<i>Salustiana</i> (PM8)	6	V28 V29 V28 V29 V30 V31 V32 V33
	9	<i>Cadenera</i> (PM9)	2	V34 V35

PM : Plante mère

L'évaluation qui a duré 7 années (2002 à 2008) a porté sur les caractères agronomiques et pomologiques des fruits.

2.3. Caractères évalués

Au stade de maturité, 30 fruits ont été récoltés, d'une manière aléatoire, au niveau de l'ensemble des arbres du même clone. Pour obtenir des échantillons représentatifs, les cueillettes ont été effectuées sur les quatre directions de l'arbre et de la strate intérieure et extérieure de la frondaison. Les fruits présentant des défauts tels que des brûlures dues au soleil et des dommages causés par des insectes, des cueillettes ou des maladies, ont été écartés. Les échantillons prélevés sont mis dans des sachets en plastique contenant le code de chaque variété pour les analyser au niveau du laboratoire de l'INRA à El Menzeh conformément aux standards suivants Nadori *et al.* (1988) :

a- 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'Établissement Autonome de Contrôle et de Coordination des Exportations (EACCE, 2010). La teneur en jus exprimée en pourcentage massique est donnée par la formule :

$$\text{Teneur en jus} = \frac{\text{Poids du jus extrait de 30 fruits} \times 100}{\text{Poids total de ces fruits}}$$

b- Teneur en sucre ou l'Extrait Sec Soluble (ESS)

La teneur en sucre 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 a été déposée sur le prisme et la lecture de l'extrait sec soluble a été faite. 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).

c- Acidité du jus

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) est mise dans une burette de Mohr et on commence à la verser lentement. 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 de 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).

d- Coefficient de maturité ($\frac{E}{A}$)

Le fruit d'agrumes se comporte comme un organe non-climactérique. S'il est récolté avant la maturité, il ne pourra jamais acquérir des qualités organoleptiques convenables (Pech *et al.*, 1994). Le rapport $\frac{E}{A}$ est un critère très utilisé dans la détermination de la date de cueillette des fruits d'agrumes ainsi que pour l'exportation. Au début du processus de maturation, le rapport sucres/acidité est bas, en raison d'un contenu en sucres bas et d'un contenu en acides élevé, ce qui rend le fruit aigre. Durant le processus de maturation, les acides sont dégradés, le contenu en sucres augmente et le rapport sucres/acidité prend une valeur plus élevée. Les fruits trop mûrs ont une faible acidité, d'où le manque de saveurs caractéristiques. Le coefficient de maturité est déterminé par le rapport :

$$\frac{E}{A} = \frac{\text{Extrait sec soluble}}{\text{Acidité}}$$

e- Poids moyen d'un fruit (g)

Cette moyenne est déterminée en mesurant le poids total engendré par 30 fruits. Il est apprécié à l'aide d'une balance électrique.

f- Rendement moyen (kg/arbre)

Le rendement moyen (kg/arbre) et l'indice moyen d'alternance: ABI (Alternate Bearing Index) est calculé sur le rendement moyen des arbres obtenu chaque année suivant la formule de Pearce et Dobersek-Urbanc (1967) :

$$\frac{E}{A} = \frac{\text{Extrait sec soluble}}{\text{Acidité}}$$

a: Rendement des années correspondantes,

n: Nombre d'années d'évaluation de rendement

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

Par ailleurs, d'autres critères pomologiques ont été pris en considération pour étudier ces variants d'orangers:

- Coloration du fruit

Le degré de coloration du fruit ne semble pas servir à la détermination de la maturité ainsi que la qualité intrinsèque du fruit récolté, dans la limite des normes officielles. A ce titre, il est rapporté que les fruits exposés au soleil sont plus colorés par rapport aux autres fruits (Loussert, 1989). L'analyse a consisté à un classement des fruits en trois catégories vert, jaune et orange.

- Forme du fruit

Après avoir mesuré les diamètres du fruit à l'aide d'un pied à coulisse, sa forme a été approchée par le rapport (Diamètre équatorial/Diamètre polaire). Le diamètre se fait à l'aide d'un pied à coulisse.

- Epaisseur de l'écorce du fruit

L'écorce du fruit de mandarinier est constituée par le mésocarpe et l'épicarpe. L'épaisseur est mesurée en utilisant une règle graduée puis elle est classée en trois fourchettes: 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) ont été évaluées.

- Calibre

Le calibre du fruit est déterminé par la mesure du diamètre de la section équatoriale du fruit. Les fruits sont classés selon trois catégories de calibre :

(Calibres : $C1 > 78\text{ mm}$; $68\text{ mm} < C2 < 78\text{ mm}$; $C3 < 68\text{ mm}$).

2.4. 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 Student-Newman-Kewls (SNK). Elle a permis de valider statistiquement la variance des paramètres étudiés sur sept années et selon deux voies d'analyse: la première concerne la variation inter groupes (entre les 9 groupes) et la deuxième, la variation intragroupe (entre les variants du même groupe).

3. Résultats et Discussion

L'évaluation des performances des différents variants a montré des différences significatives dans les rendements réalisés et la qualité des fruits obtenus. Pour chaque caractère étudié, les effets années, variants et leurs interactions sont très hautement significatifs (Tableaux 3 et 4).

3.1. Mise à fruit et niveau de production

Les arbres de tous les variants ne se sont entrés en production qu'à la 6^{ème} année d'âge. Cette période juvénile est relativement longue puisque les plants sont issus de semis. Les rendements obtenus ont différé statistiquement selon les variants et les années. Ils ont augmenté avec l'âge des arbres pour atteindre un maximum à partir de la cinquième année d'étude (11^{ème} année d'âge) (Figure 2A). Le rendement moyen sur sept années d'étude a été de 57,6kg/arbre tandis que le rendement moyen cumulé est de 474kg/arbre. Le groupe variant *Navel* est le moins productif avec un rendement moyen cumulé de 229 kg/arbre, suivi par le groupe de variants *Cadenera* (310Kg/arbre), tandis que le groupe variant *Salustiana* est le plus productif avec une valeur moyenne de 730kg/arbre (Figures 2B). Par ailleurs, les années 2003 et 2005 ont été marquées par une faible production des groupes variants. L'année 2003 a été caractérisée par une période sèche allant de septembre à novembre et avec des températures élevées (45°C). Les conditions idéales de la température pour la culture des agrumes se situent entre 22°C et 24°C comme moyennes estivales et 10°C et 20°C comme moyennes hivernales. En plus, les températures supérieures à 40°C peuvent causer des brûlures sur les feuilles et les fruits (Loussert, 1987; Ben-Mechlia et Carroll (1989)). L'année 2005 a été caractérisée par une période froide (32 journées de gelée qui ont oscillé entre -1°C et -7°C. De ce fait, il y a eu une diminution du taux de floraison et par conséquent une faible production généralisée sur tous les agrumes plantés dans la région de Gharb. De même, l'analyse de la production annuelle de chaque groupe a montré que la majorité des groupes présente une production relativement élevée au cours des trois dernières années d'évaluations.

L'indice d'alternance a varié de 0,10 à 0,38 et aucune tendance n'a été donc marquée vers l'alternance de la production (Tableau 5).

La conduite du verger avec la pratique de la taille a contribué à réduire les effets de l'alternance. En effet, une taille sévère des arbres à tous les ans avec la suppression jusqu'à 20% des branches permet 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 réduire l'indice d'alternance de manière significative, telle que l'application de l'urée pendant l'hiver ou de l'auxine peut augmenter la mise à fruit chaque année (Akhlaghi et Kangarshahi, 2010). Généralement, l'alternance biologique est très fréquente chez les agrumes à petits fruits, tels que les mandariniers et les clémentiniers (Moss *et al.*, 1971).

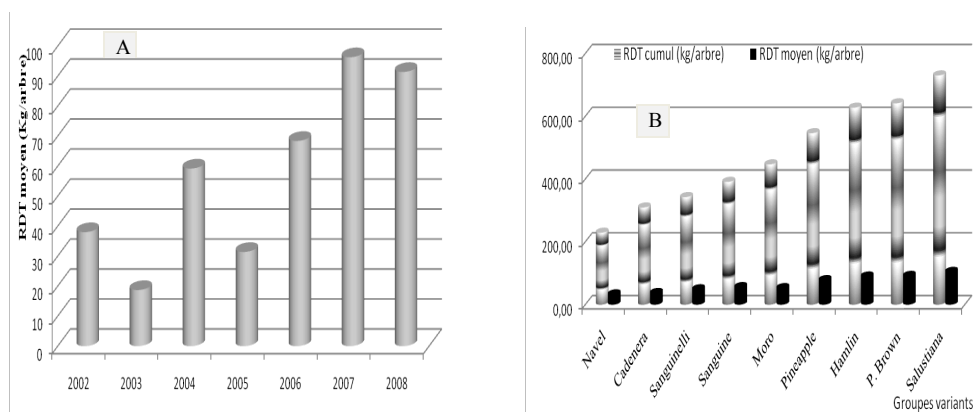


Figure 3. Rendement moyen obtenu sur les 34 variants d'agrumes dans les conditions du Gharb

Tableau 3. Synthèse des résultats de l'analyse statistique de certains caractères biochimiques par année d'étude et pour l'ensemble des variants

Année	PMF (g)	NPF	Jus %	E	A	E/A	RDT (Kg/arbre)
2002	190,7c	1,4a	40,1b	11,3b	1,0c	12,8b	38,0b
2003	219,2b	2,3a	40,4b	11,3b	0,9d	13,3a	18,7c
2004	155,9c	2,3a	43,1a	11,7a	1,2a	10,4c	59,2ab
2005	260,9a	2,1a	40,6b	10,0c	1,2b	9,3d	31,4b
2006	185,8c	3,1a	42,3b	11,7a	0,9e	13,2a	68,4ab
2007	201,3b	1,9a	42,3b	11,9a	1,0b	12,9b	96,3a
2008	155,5c	1,9a	36,3c	11,5ab	1,2a	10,1c	91,4a
Moyenne	195,6	2,2	40,7	11,3	1,1	13,28	57,6

PMF: Poids moyen d'un fruits NPF : nombre de pépin par fruit A: acidité E : teneur en sucre
E/A : coefficient de maturité RDT: Rendement moyen

Tableau 4. Synthèse des résultats de l'analyse statistique de certains caractères biochimiques selon le groupe variants

Groupes de variants	PMF(g)	NPF	% Jus	A(%)	E (%)	E/A
<i>P. Brown</i>	180,7 a	5,5 a	40,4abc	0,7b	10,5 b	15,0 a
<i>Cadenera</i>	180,9 a	0,6 c	42,1 abc	1,1 ab	10,6 b	11,1 cd
<i>Hamlin</i>	182,6 a	1,3bc	38,1 c	0,9 b	10,8 b	12,9abc
<i>Moro</i>	191,6a	1,4bc	43,7 ab	1,0 ab	11,2 b	11,3cd
<i>Navel</i>	180,2 a	2,1 bc	40,7 abc	0,8 b	11,1 b	14,4 a
<i>Pineapple</i>	171,5 a	4,2 ab	42,4 abc	0,7 b	10,5 b	13,7 ab
<i>Salustiana</i>	217,9 a	0,6 c	44,2 ab	0,8 b	11,0 b	13,6 ab
<i>Sanguinelli</i>	207,3 a	2,1 bc	44,3 ab	1,4 a	10,6 b	8,6 e
<i>G. Sanguine</i>	211,4 a	0,6 c	40,9 abc	1,1ab	12,5 a	11,8bcd
Moyenne	195,6	2,1	40,7	1,0	11,3	13,3

PMF: Poids moyen d'un fruits NPF : nombre de pépins par fruit A: acidité E : teneur en sucre E/A : coefficient de maturité

Tableau 5. Rendement moyen annuel de chaque variant d'agrumes

Groupe variants	Variants	Rendement annuel moyen (kg/arbre)									
		1	2	3	4	5	6	7	M _V	M _G	ABI
<i>Pineapple</i>	V ₂	61,1	11,4	98,1	34,0	97,3	110,1	134,3	78,1	78,1	0,2
	PM1	72,3	16,0	111,1	24,0	93,5	111,5	166,7	85,0	-	0,2
<i>P. Brown</i>	V ₃	66,9	14,4	89,9	16,4	177,0	119,3	157,8	91,7	91,7	0,2
	PM2	60,4	2,8	121,4	7,3	6,8	70,0	187,5	65,2	-	0,2
<i>Hamlin</i>	V ₄	66,7	20,5	91,1	22,1	171,4	106,1	149,7	89,7	89,7	0,2
	PM3	89,5	18,8	123,8	6,7	13,8	90,8	237,5	83,0	-	0,3
<i>Navel</i>	V ₅	9,9	11,5	14,3	22,0	43,1	39,1	38,4	25,5	-	0,3
	V ₆	23,7	26,9	47,6	10,3	60,5	44,4	66,8	40,0	32,8	0,3
	PM4	16,8	19,2	31,0	16,2	51,8	41,8	52,6	32,8	-	0,3
<i>Sanguinelli</i>	V ₇	24,9	16,5	42,2	18,6	26,1	57,0	66,5	36,0	-	0,3
	V ₈	51,6	30,2	38,8	25,2	24,0	144,0	95,0	58,4	-	0,1
	V ₉	28,8	36,6	34,3	20,2	19,1	85,5	55,0	39,9	-	0,2
	V ₁₀	66,1	53,2	66,1	20,5	75,2	57,9	63,1	57,5	-	0,1
	V ₁₁	34,1	26,8	45,6	27,1	26,1	85,1	83,8	47,0	49,0	0,2
	V ₁₂	50,5	41,6	73,6	24,1	93,3	114,5	88,8	69,5	-	0,2
	V ₁₃	54,5	22,5	56,2	43,2	89,5	99,1	87,5	64,7	-	0,2
	V ₁₄	39,9	39,6	49,5	43,0	42,0	65,1	70,8	50,0	-	0,2
	V ₁₅	16,6	28,6	48,7	25,1	32,1	44,4	54,1	35,7	-	0,3
	V ₁₆	6,3	14,0	25,9	14,3	23,6	55,8	23,1	23,3	-	0,3
	PM5	23,6	23,6	42,9	34,2	43,6	62,1	76,3	43,8	-	0,3

<i>Grosse Sanguine</i>	V ₁₇	37,2	31,7	48,2	27,7	46,9	81,4	69,7	49,0	55,9	0,2
	V ₁₈	23,1	19,6	48,2	81,0	80,1	94,3	104,1	64,3		0,3
	V ₁₉	46,0	14,4	32,3	29,9	27,0	94,3	58,1	43,1		0,1
	V ₂₀	18,5	16,4	55,4	20,9	19,5	41,3	80,0	36,0		0,3
	V ₂₁	36,8	50,4	45,5	65,9	72,3	109,4	93,9	67,7		0,3
	V ₂₂	21,0	18,0	22,5	24,9	24,4	107,9	69,4	41,2		0,3
	V ₂₃	30,8	13,4	32,6	48,8	88,5	94,4	191,9	71,5		0,4
	PM6	21,6	24,0	42,6	66,1	65,4	92,3	63,8	53,7		-
<i>Moro</i>	V ₂₄	26,1	43,2	33,9	48,0	48,0	94,9	54,1	49,7	-	0,2
	V ₂₅	29,3	26,1	36,8	52,1	57,9	98,2	90,8	55,9		0,3
	V ₂₆	11,0	36,3	74,9	17,4	44,3	68,0	80,0	47,4		0,4
	V ₂₇	52,7	16,3	57,8	9,2	8,5	120,8	136,3	57,4		0,2
	PM7	25,8	10,5	48,3	17,0	33,1	66,4	152,5	50,5		0,3
<i>Salustiana</i>	V ₂₈	40,8	19,1	54,6	25,1	62,5	240,3	158,8	85,9	104,3	0,3
	V ₂₉	68,4	52,8	130,4	57,2	95,6	124,6	303,8	119,0		0,3
	V ₃₀	82,9	33,5	112,4	66,6	123,0	156,3	217,5	113,2		0,3
	V ₃₁	70,3	38,4	98,2	53,3	112,7	175,1	267,5	116,5		0,3
	V ₃₂	27,0	37,4	115,5	42,4	111,8	178,3	167,5	97,1		0,4
	V ₃₃	23,1	19,6	48,2	81,0	80,1	94,3	104,1	64,3		0,3
	PM8	54,0	33,3	98,0	51,4	104,3	176,1	213,3	104,3		-
<i>Cadenera</i>	V ₃₄	63,5	13,8	114,8	57,7	98,2	103,3	210,0	94,5	37,0	0,3
	V ₃₅	26,1	6,9	35,0	13,9	13,4	86,8	23,9	29,4		0,2
	PM9	39,0	7,2	74,4	8,4	27,9	138,0	17,8	44,7		-

ABI : Indice moyen d'alternance M_v : Moyenne par variant, M_G : Moyenne par groupe de variants,

3.2. Caractères pomologique et organoleptiques des fruits

Les groupes de variants se sont différenciés significativement par certains paramètres pomologiques étudiés (la coloration de l'écorce et de la pulpe, l'épaisseur de l'écorce, le calibre, la forme du fruit...) et organoleptiques (la teneur en sucre, l'acidité, la teneur en jus) (Tableau 6).

- *Coefficient de maturité (E/A)*: Selon la date de maturité, six groupes ont été mis en évidence statistiquement : le groupe (a) contient les variants (*Navel et Pearson Brown*) à maturité précoce (Décembre), le groupe (e) de variants (*Sanguinelli*) à maturité tardive (Fin Janvier) et les autres variants à maturité intermédiaire. L'entrée en maturité a différé d'une année à une autre. Cette différence est liée à la variation climatique. Ces résultats joignent ceux trouvés par Hamanitene (1989) qui a constaté que le rapport E/A est faible chez les fruits à cueillette précoce comparés à ceux à cueillette tardive. En effet, des fruits cueillis tardivement sont moins acides que ceux à cueillette précoce (Naim, 1994). La maturation du fruit est associée à des changements aux niveaux de la texture et de la coloration de

l'écorce, de la teneur et de la composition en jus et au niveau organoleptique (Grierson, 2006; Wardowski *et al.*, 2006; Chen *et al.*, 2012). Le coefficient (E/A) est un indicateur de la maturité du fruit. La teneur en sucre des fruits augmente fortement durant cette phase.

Tableau 6. Résultats de l'analyse statistique de la variabilité de certains critères de qualité selon les variants d'orangers issus du même groupe

Groupes	Code	PMF (g)	NPF	% Jus	A	E	E/A	D E / DP
Pineapple	V ₂	170,8	4,7	41,9	0,8	10,9	14,8	0,9
P. Brown	V ₃	197,5	6,1	43,3	0,7	11,0	15,3	0,9
Hamlin	V ₄	179,4	1,4	36,6	1,0	11,2	12,6	0,9
Navel	V ₅	175 b	4,6 a	36,8 a	0,8 a	11,1 a	15,1 a	0,9
	V ₆	211 ab	0,5 a	45,7 a	0,8 a	11,3 a	14,2 a	0,9
	Moyenne	180,2	2,1	41,0	0,8	11,1	14,4	--
Sanguinelli	V ₇	182,5 b	1,1 b	43,4 ab	1,3 cd	10,5a	9,3 b	1,0
	V ₈	186,5 b	1,7 b	41,9 ab	1,2 cd	11,2a	9,2 b	--
	V ₉	319,7a*	6,9 ab	42,0 ab	1,5 c	10,4a	7,1 bc	1,0
	V ₁₀	253,0ab	2,6 b	41,7 ab	0,9 d	10,5a	12,7 a*	1,0
	V ₁₁	172,2 b	1,2 b	45,4 ab	1,2 cd	10,7a	9,3 b	1,0
	V ₁₂	168,2 b	1,6 b	47,1 a	1,3 cd	10,9a	8,6 b	1,0
	V ₁₃	183,0 b	1,2 b	44,2 ab	1,3 cd	10,7a	8,6 b	1,0
	V ₁₄	299,6a	10,5 a	38,06 b*	2,3 b*	10,9a	5,1 cd	--
	V ₁₅	243,5ab	0,0 b	48,9 a	2,7 a*	9,8a	3,6 d*	0,8
	V ₁₆	164,2 b	1,3 b	47,3 a	1,2 cd	9,0a	7,3 bc	--
	Moyenne	207,3	2,1	44,3	1,4	10,6	8,6	--
	SNK	125,7	8,6	8,7	0,6	2,5	4,0	--
	CV (%)	35,0	32,0	12,0	23,0	14,4	29,4	--
	PM5		190,0b	1,3b	42,6ab	1,2cd	10,7	8,8b
Grosse Sanguine	V ₁₇	241,0 a	0,6 a	42,1 a	1,1 a	11,8 ab	10,6 a	1,0
	V ₁₈	223,0 a	0,5 a	41,1 a	1,1 a	11,7 ab	10,7 a	1,0
	V ₁₉	220,0 a	0,6 a	45,9 a	1,0 a	11,7 ab	12,5 a	1,0
	V ₂₀	231 ;0 a	0,2 a	39,4 a	1,2 a	13,2 a*	11,0 a	1,0
	V ₂₁	218,9 a	0,4 a	40,3 a	1,2 a	12,8 ab	11,4 a	1,0
	V ₂₂	207,2 a	0,4 a	39,4 a	1,1 a	12,6 ab	11,5 a	1,0
	V ₂₃	216,2 a	0,6 a	41,0 a	1,1 a	12,7 ab	11,5 a	1,0
	Moyenne	211,4	0,6	40,9	1,1	12,5	11,8	--
	SNK	-	-	-	1,7	-	-	--
	CV (%)	27,4	30,0	18,6	8,6	19,3	24,3	--
PM5		220,0	0,4	41,8	1,1	11,5b	11,8	1,0

Moro	V ₂₄	189,3 a	3,6 a	42,3 a	1,0 a	11,7 a	11,8 a	0,9
	V ₂₅	208,7 a	3,4 a	43,3 a	1,1 a	11,3 a	10,8 a	0,9
	V ₂₆	182,8 a	1,7 a	45,7 a	1,0 a	11,2 a	11,7 a	0,9
	V ₂₇	203,4 a	1,6 a	43,8 a	1,0 a	10,6 a	11,1 a	0,9
	Moyenne	191,6	1,3b	43,7	1,0	11,2	11,3	--
Salustiana	V ₂₈	233,2 a	0,8 ab	43,3 ab	0,8a	10,9 a	13,6 a	1,0
	V ₂₉	237,5 a	0,6 ab	43,5 ab	0,8a	11,0 a	13,3 a	1,0
	V ₃₀	232 a	0,5 b	46,1 a	0,8a	11,0 a	13,4 a	1,0
	V ₃₁	237 a	0,4 b*	44,4 ab	0,9a	11,1 a	12,9 a	1,0
	V ₃₂	203,5 a	0,6 ab	45,7 a	0,9a	11,0 a	12,9 a	0,9
	V ₃₃	243 a	0,5 b*	38,7 b*	0,8a	11,2 a	14,2 a	0,9
	Moyenne	218,0	0,7	44,2	0,9	11,0	13,6	--
	SNK	-	0,7	7,3	-	-	-	--
	CV (%)	25,0	40,0	11,0	6,0	21,0	22,0	--
PM8	202,5	1,2a	47,5a	0,7	10,7	14,8	1,0	
Cadenera	V ₃₄	179,3 a	0,5 a	46,1 a	1,0 a	10,4 a	10,3 a	0,8
	V ₃₅	202,5 a	0,7 a	40,5a	1,0 a	10,7 a	11 a	0,8
	Moyenne	180,9	0,6	42,1	1,0	10,7	11,1	--

PMF (g) : Poids moyen d'un fruits en g. **NPF** : nombre de pépin par fruit. **A** : acidité. **E** : teneur en sucre. **E/A** : coefficient de maturité. **RDT** : Rendement moyen. (kg/arbre), **PM** : variété mère (1 :Sanguinelli, 2 : Grosse sanguine et 3 : Salustiana). **DE**: Diamètre équatorial **DP** : Diamètre polaire. Test de Dunnett est réalisé seulement pour les trois groupes de variants sélectionnés (Sanguinelli, Grosse sanguine et Salustiana). Au sein de chaque colonne, les valeurs portant les mêmes lettres sont significativement indifférentes avec $P > 5\%$, les valeurs portant * sont significativement différentes de la plante mère.

Les différents sucres présents ne subissent pas la même évolution. Arruda *et al.* (2011) ont étudié la qualité organoléptique de l'orange Valencia late sous deux systèmes de culture: bio et conventionnelle. Il a constaté une augmentation du coefficient (E/A) au cours des mois de récolte. Mais, aucune différence significative entre les deux systèmes de culture sur les dits critères. De même, Zhang *et al.* (2012) ont étudié la variabilité de la qualité chez trois mandarines d'origine chinoise (*C. reticulata*) au cours de la maturité des fruits. Ils ont montré qu'il n'existe pas de différence significative entre les variétés pour la teneur en chlorophylle et en caroténoïde de l'écorce, mais, la vitesse de changement de coloration et la vitesse de l'accumulation de sucre ou de la diminution de l'acidité permettent la différenciation entre les variétés. En effet, la maturation des fruits constitue une phase de développement génétiquement programmée mettant en œuvre l'expression de gènes spécifiques (Grierson, 1987). Egalement, la conservation des fruits d'orange sur l'arbre au cours de Décembre à Avril a montré une amélioration de la qualité des fruits. Ainsi, la capacité de concurrence sur le marché pour les fruits frais peut être renforcée par la récolte à un moment approprié (Chen *et al.*, 2005).

- *Pourcentage en jus*: Le pourcentage en jus est un indice de qualité chez les agrumes. En effet, les fruits les plus juteux sont les plus demandés et les plus appréciés par les consommateurs. Tous les variants d'orangers ont répondu aux normes d'exportation. Dans notre étude, il a varié de 37% chez les variants Hamlin (V4) et Navel (V5) à 47% chez le variant Sanguinelli (V12). Les groupes variants Salustiana et Sanguinelli se sont caractérisés par des valeurs moyennes maximales en teneur en jus (44%). Le pourcentage de jus a varié selon les variétés, l'état de maturité et les conditions climatiques (Russo et Fanizza, 1992; Etxeberria *et al.* 2005; Iglesias *et al.*, 2007; Iqbal *et al.*, 2012). Les variétés les plus importantes utilisées pour la fabrication de jus sont les variants Pineapple, Cadenera et Pearson Brown. Ces oranges appartiennent à la catégorie des oranges blondes. Néanmoins, la qualité du jus d'orange dépend également d'un grand nombre d'autres facteurs comme le climat (Ebel *et al.*, 2004), les conditions de culture (Cabezas *et al.*, 2010; Ashraf *et al.*, 2012); les porte-greffes (Alireza *et al.*, 2012; Bermejo *et al.*, 2012), l'apport hormonal (Rastegar et Rahemi, 2008; Samina *et al.*, 2012) et aussi l'exposition et le positionnement des fruits dans l'arbre (Marini et Trout, 1984).

c-Teneur en sucre (E): La teneur en sucres a montré une importante variabilité allant de 9% chez les variants Sanguinelli (V16) et (V15) à 13% chez le variant Grosse sanguine (V20). Les variations interannuelles sont des composantes importantes de la variation environnementale. Les différents critères ne sont pas tous sensibles de la même façon aux variations annuelles (Gonzales *et al.*, 1992). Les teneurs en sucres et en acides ont varié selon les années. Le saccharose semble être moins influencé par les conditions de l'année que les autres sucres (Brooks *et al.*, 1993). Les fruits d'agrumes exposés au soleil sud-est ou nord-est ont une coloration plus foncée et un taux de sucre soluble plus élevé, alors que les fruits ombragés ont une tendance à avoir une teneur en jus plus élevée (Liu et Liang, 2012). Les fruits exposés au sud-est présentent généralement la bonne qualité (Handaji *et al.*, 2007). La faible teneur en sucre a été causée par l'humidité excessive, les basses températures ou l'âge jeune de l'arbre (Blondel et Cassin, 1972). L'intensité de l'irrigation était inversement proportionnelle à la teneur en sucre. Bien que les techniques culturales n'ont pas d'effet significatif. La teneur en sucre est plus élevée dans les vergers de gazon permanent que dans ceux où le sol nu (Blondel et Cassin, 1972).

e-Acidité titrable (A): La mesure de l'acidité titrable a montré également une large variabilité génétique puisqu'elle a varié de 0,73 chez le variant Pearson Brown (V3) à 2,32 et 2,73 chez les variants Sanguinelli (V14) et (V15) respectivement. La normalisation de l'acidité varie de 0,9 à 1,5% (EACCE). Généralement, les niveaux d'acide organique diminuent avec la maturité du fruit et cette diminution est corrélée positivement avec les moyennes de température durant la saison (Normand, 1992). Les fortes pluies dans les 2 mois qui précèdent la récolte (Septembre et Octobre) réduisent significativement le taux de sucre et l'acidité des clémentines (Sanchez *et al.*, 1978). Également la position des fruits a un effet sur le pH du jus, l'épaisseur de l'écorce et le nombre de graines (Mars *et al.*, 1994). Les coefficients de corrélation calculés entre les critères sensoriels (Saveur, odeur) et chimiques (Teneur en sucre et l'acidité) étaient non significatifs (Obenland *et al.*, 2010). Au cours de la récolte, l'acidité diminue et l'indice de maturité augmente (Aular *et al.*, 2009).

- *Poids moyen du fruit* : Le poids moyen des fruits varie de 164g à 300g chez les variants Sanguinelli (V14) et (V15) respectivement. Le groupe Salustiana s'est caractérisé par des variants ayant un poids moyen élevé du fruit et statistiquement homogène. Des résultats similaires ont été trouvés par Mohar *et al.* (2011) qui ont montré que tous les critères physico-chimiques de la maturité des fruits des orangers sont variables et que la variété Salustiana présente des valeurs maximales aussi bien en poids moyen du fruit (254g) et qu'en diamètre et avec le nombre minimum de graines par fruit (1,33). La variation de la taille du fruit dépend des conditions de croissance et de type de l'inflorescence (Barry *et al.*, 2004); du nombre de graines par fruit (Cameron *et al.*, 1960); des régulateurs de croissance des plantes (Goodwin *et al.*, 1978) et du porte-greffe (Wutscher *et al.*, 1999). La date de récolte et la position des fruits dans l'arbre ont des effets sur le poids des fruits, le diamètre, la couleur de l'écorce, la couleur de la pulpe et le nombre de graines (Mars *et al.*, 1994)

- *Nombre de pépins par fruits* : Le nombre de pépins par fruit est variable. Les groupes variants de Salustiana, Grosse sanguine et Cadenera sont les moins pépinisés. Les mêmes résultats sont trouvés sur les variétés d'orangers par Mohar *et al.* (2011). 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). De même, l'application de l'acide gibbérellique (GA3) entraîne l'avortement de l'ovule et réduit la croissance du tube pollinique de la fleur chez les clémentiniers (Mesejo *et al.*, 2008). Aussi, le nombre de pépins par fruit d'oranger dépend de la variété pollinisatrice (Beridze, Mašuradze, 1991; Nadori *et al.*, 1996).

- *Forme du fruit*: La forme du fruit est obtenue par le rapport (Diamètre équatorial/Diamètre polaire). Il varie de 0,80 à 1,04. La forme du fruit a la tendance à être ronde à aplatie. Metha et Bajaj (1984) et Lodhi (1987) ont montré que l'aspect du fruit varie selon les facteurs pédologiques ou culturales (Koo et Reese, 1977; Cruse *et al.*, 1982), et le porte-greffe (Wutscher, 1977). Des études similaires sur des clones d'orangers ont révélé des différences significatives pour la majorité des critères de qualité et de production (Al Agamy *et al.*, 2000 and Hzun *et al.*, 2004). Egalement, il a été montré que la forme globulaire du fruit plus déprimé est plus acide à la mi-section (Moon et Mizutani, 2002).

Il ressort de ces résultats préliminaires que les paramètres de qualité des fruits sont variables d'une année à l'autre. Trois groupes de variants « Sanguinelli, Salustiana et Grosse sanguine » d'orangers sont prometteurs pour une destination au marché de fruits frais.

3.3. Etude comparative entre les variants d'orangers et leur plante mère correspondante

L'évaluation des performances des différents variants au sein du même groupe a montré des différences significatives dans les rendements obtenus et la qualité des fruits obtenus. Le test de Dunnett a été réalisé seulement pour les trois groupes de variants sélectionnés (Sanguinelli, Grosse sanguine et Salustiana) (Tableaux 4 et 5).

- Groupe de variants *Sanguinelli*

Les 10 variants *Sanguinelli* se distinguent entre eux par plusieurs critères entre autres, l'acidité, la coloration de la pulpe et le calibre. Mais avec une dominance de fruits à forme ellipsoïde et de calibre appartenant à la classe 2 ($68\text{mm} < C2 < 78\text{mm}$). En revanche, les variants V_9 , V_{14} et V_{15} sont de gros calibre (Classe 1 $> 78\text{mm}$), jaunâtres, très acides et avec un goût amère. Ils sont caractérisés par une chute de fruits à un stade précoce à cause du poids du fruit qui ressemble au Pomelo. En plus, ils présentent des fruits avec de nombreux pépins et une écorce très épaisse (9 mm). Les autres variants sont rougeâtres à l'exception du variant V_{10} , qui se distingue par sa coloration orange, sa précocité et sa faible acidité. Il existe une différence significative entre la variété *Sanguinelli* et ses clones variants pour tous les critères étudiés à l'exception de la teneur en sucre. Les variants *Sanguinelli* les plus juteux sont V_{12} , V_{15} et V_{16} . Le poids moyen d'un fruit a varié de 164g (V_{16}) à 320g (V_9) alors que le poids moyen par arbre a varié de 23 kg à 69 kg. Les variants V_{12} et V_{13} se sont avérés les plus productifs. Par ailleurs, le coefficient de maturité (E/A) a oscillé entre 3,6 (V_{15}) à 12,7 (V_{10}). Comme les variant V_7 , V_{11} et V_{12} présentent un rapport DE/DP égale à 1, ils ont des fruits de forme ronde. Les autres variants sont à fruits ellipsoïdales ($DE/DP < 1$). Sur la base des observations visuelles combinées à l'évaluation de critères de sélection sus mentionnés, les variants V_{12} et V_{13} pourraient être sélectionnés comme des clones prometteurs au niveau de ce groupe.

- Groupe de variants *Grosse sanguine*

Une différence significative a existé entre les variants et leur plante mère pour la majorité des paramètres étudiés. Les sept variants issus de la variété *Grosse Sanguine* se distinguent entre eux par plusieurs critères morphologiques entre autres : la surface, l'épaisseur et la couleur de l'écorce et finalement la couleur du jus. Le calibre le plus dominant est celui de la classe 2. Le poids moyen du fruit a varié de 207g (V_{22}) à 241g (V_{17}) alors que le poids moyen des fruits par arbre varie de 36 kg (V_{20}) à 71 kg (V_{23}). Ce variant est relativement le plus productif, mais, il présente des fruits avec une peau épaisse (6 mm). Tous les variants présentent des fruits de forme ronde à l'exception des variants V_{21} et V_{22} . Les variants V_{18} et V_{21} pourraient être sélectionnés comme étant des clones prometteurs au niveau du groupe.

- Groupe de variants *Salustiana*

Les variants de ce groupe n'ont pas différés statistiquement par les critères de sélection étudiés à l'exception de la teneur en jus. Les variants V_{30} et V_{32} sont relativement les plus juteux avec une valeur moyenne de 46% tandis que le variant V_{33} est le moins juteux (39%). La majorité des variants ont donné des fruits de calibre de classe 2. Le rendement a varié de 64 kg/arbre (V_{33}) à 118 kg/arbre (V_{29}). Le variant *Salustiana* (V_{30}) s'est caractérisé par une bonne qualité externe du fruit (Peau relativement mince et de belle coloration orange) et avec un rendement moyen de 113 kg/arbre. Tous les variants ont présenté des fruits de forme ellipsoïdale ($DE/DP < 1$). Le variant V_{30} pourrait être retenu comme clone prometteur au niveau de ce groupe.

- Autres groupes de variants d'orangers

Au sein du groupe *Moro*, les quatre variants ont été caractérisés par une teneur en jus qui a varié entre 42% et 45%, et une teneur en sucre moyennement élevée (E=11), avec une faible acidité (A=1%). Pour le coefficient de maturité (E/A), les groupes variants ont eu une maturité intermédiaire. Au sein du groupe variant *Moro*, il existe une différence significative entre les quatre variants analysés (V₂₄, V₂₅, V₂₆ et V₂₇). Le rendement moyen par arbre a varié de 52 kg (V₂₅) à 100 kg (V₂₇). En revanche, ils ont présenté des fruits à calibre hétérogène, de moyen à petit et à peau rugueuse et épaisse. Pour le groupe Variant *Cadenera*, le variant V₃₄ a été plus juteux (46%) que le variant V₃₅ bien qu'ils aient le même taux d'acidité (1%). La teneur en sucre a été moyenne (E=10). Pour le coefficient de maturité, les deux variants sont à maturité de saison (intermédiaire). Le rendement moyen par arbre a varié de 29 kg (V₃₅) à 94 kg (V₃₄). Les variants *Pineapple* (V₂) et *Pearson Brown* (V₃) sont moyennement juteux, moins acides et plus précoces, et présentent des rendements moyens de 78 kg/arbre et 92 kg/arbre respectivement. Le groupe de variants Navel contient un variant (V₅) avec un petit calibre et avec un goût très savoureux. Cependant, il s'est caractérisé par des fruits moins juteux et une production faible et irrégulière. Le variant *Hamlin* (V₄), a présenté une faible teneur (36%) avec un rendement moyen de 90 kg/arbre. La majorité de ces clones pourrait être sélectionnée pour un intérêt industriel.

4. Conclusion

L'évaluation de ces variants a permis de repérer de nombreux génotypes possédant des caractéristiques qualitatives et quantitatives intéressantes. Trois groupes de variants *Salustiana*, *Sanguinelli* et *Grosse sanguine* ont donné des clones prometteurs (*Sanguinelli* «V₁₂, V₁₃», *Grosse sanguine* «V₁₈, V₂₁» et *Salustiana* «V₃₀»). Ces clones d'orangers, productifs et de bonne qualité, seraient potentiellement plus rentables pour les producteurs d'agrumes par rapport aux variétés mères.

Remerciements

Nous exprimons notre reconnaissance à Monsieur Driss EZZOUBIR qui a conçu le présent essai et qui l'a installé et à Monsieur Ahmed OUKABLI (Coordonnateur de l'UR/ACRPHG Meknès) qui a enrichi cet article par ses remarques pertinentes. Aussi, nos remerciements à Monsieur Otman SEBBATA qui a mis à notre disposition des sites intéressants pour la bibliographie et aussi à Messieurs Mohamed STITOU et Aziz BOURHIL.

Références bibliographiques

- Al Agamy SZ, Husein MA, Mostapha FA, Shaaban MM**, 2000. Selection of some superior variants of orange and mandarin seedling trees. *Proc In. Soc Citriculture*; **9**: 153- 154.
- 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.
- Akhlaghi AN, Kangarshahi AA**, 2010. Alternance à Satsuma mandarin et les voies de la reduction de son nord de l’Iran. XXVIII Congrès international d’horticulture de la science et de l’horticulture pour les personnes (IHC2010): Colloque international sur les agrumes, les bananes et autres fruits tropicaux dans des conditions subtropicales.
- Arruda MC, Fischer IH, Zanette MM, Silva BL, Santos CA**, 2011. Physicochemical quality of Valencia sweet orange fruits from organic and conventional crops. *Citrus Research and Technology*, 32 (2): 103-108.
- ASPAM**, 2012. <http://www.lesoir-echos.com>
- Aular, J.; Aular Rodríguez, J.; Torrealba, C.** 2009. Relationship among harvest time and fruit quality of orange from an orchard at Durute, Venezuela. ; Universidad de Oriente Press, Maturin, Venezuela, *Revista Científica UDO Agrícola*, 9 (1): 9-14.
- Barrett HC, Rhodes AM**, 1976. A Numerical Taxonomic Study Of Affinity Relationships In Cultivated Citrus And Its Close Relatives. *Syst. Bot.* 1: 105-136.
- Barry GH, Davies FS, Castle WS**, 2004. Soluble solids in ‘Valencia’ Sweet orange as related to Rootstock selection and fruit size. *J. Am. Soc. Hort. Sci.* 594: 598-598.
- Ben-Mechlia N, Carroll JJ**, 1989. Agroclimatic modeling for the simulation of phenology, yield and quality of crop production. II. Citrus model implementation and verification. *International Journal of Biometeorology*. 33 (1): 52-65,
- Bermejo A, Cano A**, 2012. Analysis of nutritional constituents in twenty Citrus cultivars from the Mediterranean area at different stages of ripening. *Food and Nutrition Sciences* . 3 (5): 639-650.
- Beridze ND, Ma suradze NI**, 1991. Some factors affecting fruit and seed set in oranges. *Subtropicheskie Kul'tury*, 1(2): 138-142
- Blondel L, Cassin J**, 1972. Influence of ecological factors on Corsican clementine quality: fluctuations in the dry extract of the juice (preliminary note). *Fruits*, 27, 6, pp 425-432
- Cabezas GM, Rodríguez ECA**, 2010. Horticultural techniques for improving orange fruit (*Citrus sinensis* L.) size and quality. *Agromonía Colombiana*, 28, 1: 55– 62.
- Cameron JW, Cole DJr, Nauer EM.** 1960. Fruit size in relation to seed number in the Valencia orange and some other citrus varieties. *Am. Soc.Hortic. Sci. Proc.* 76 : 170-180.

Cassin J, 1969. Première observation sur les caractères pomologiques de trois hybrides cultivés en Corse Lee, Robinson, Osceola. *Rev. Fruit*, **24 (5) : 5-11**.

Chen KeLing; Liu JianJun; Luo Nan; Qing ShangMo; Yang QingYi; Chen ShaoBing; Li HongWen; Zeng DeYing, 2005, Study on quality development of naval orange (*Citrus sinensis* Osb.) during storage of fruit kept on tree. Editorial Department of Southwest China Journal of Agricultural Sciences, Chengdu, China, Southwest China Journal of Agricultural Sciences, 18 (6): 810-813.

Chen Si, Huang QingHua, You MingXia, Wu ShaoHui, Li RaoLing, Gan WeiFa, 2012. Analysis of polysaccharides compositions in ripe peel of *Citrus reticulata* 'Chachi'. The Journal Board of Medicinal Plant, Cranston, USA, Medicinal Plant, 3 (2): 26-29.

Cruse RR, Weigand CL, Swanson WA, 1982. The effect of rainfall and irrigation management on citrus juice quality in Texas. *J. Am. Soc. Hort. Sci.* 107: 767-770.

Dorji K, Yapwattanaphun C, 2011. Morphological identification of Mandarin (*Citrus reticulata* Blanco) in Bhutan. *Kasetsart Journal, Natural Sciences.* 45 (5): 793-802.

EACCE, 2010. Etablissement Autonome De Contrôle et de Coordination Des Exportations. Revue Trimestrielle - Campagne 2010-2011 - N° 30. <http://web2.eacce.org.ma/Portals/0/Regl543-Norme%20Agrumes.pdf>

Ebel RC, Dozier WA, Hockema B, Woods FM, Thomas R, Wilkins BS, Nesbitt M, McDaniel R, 2004. Fruit quality of Satsuma mandarin grown on the northern coast of the Gulf of Mexico. American Society for Horticultural Science, Alexandria, USA, *HortScience.* 39 (5): 979-982.

Ettxeberria E, Gongalez P, Pozueta Romero J, 2005. Sucrose transport into citrus juice cells. Evidence for endocytic transport system. *J Am Soc Hort Sci.* 130: 269-274.

FAOSTAT (2011) <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>. FAO-Statistique

Falconer DS, 1981. Introduction to Quantitative Genetics, Edition 2. Longmans Green, London/New York.

Gmitter FG, Sonzji JR, Nageswara Rao M, 2009. Citrus breeding. In: Jain SM. Priyadarshan PM (eds) Breeding plantation crops: temperate species. Spring Science and Business Media. New York, NY, USA, 105-134.

Green RM, Vardi A Galun E, 1986. The Plastone Of Citrus. Physical Map. Variation Among Citrus Cultivars And Species. And Comparison With Related Genera. *Theor. Appl. Genet.* 72: 761-769.

Grierson D, 1987. Senescence in fruits. *HortScience*, 22 : 859-862.

Grierson W, 2006. Anatomy and Physiology. In: Wardowski WF, Miller WM, Hall DJ and Grierson W (Eds) Fresh Citrus Fruits (2nd Edition). Florida Science Source, Longboat Key, 1: 1-22.

- Goodwin PB**, 1978. Phytohormones and fruit growth. *In* DS Letham, PB Goodwin, TJ Higgins, eds, *Phytohormones and Related Compounds : A Comprehension Treatise*, Vol 2.-Elsevier-North Holland Biomedical Press, Amsterdam, The Netherlands, pp 175-213.
- Hamanitene A**, 1989. Contribution à l'étude de l'effet du stade de récolte sur l'opération de diverdissage et de certains paramètres influençant la conservation des agrumes. Mémoire de fin d'étude. Horticulture. IAV. Hassan II, Agadir. 80 pp.
- Handaji N, Cabrita L, Ait Haddou MM, Leitao JM**, 2005. Identification de la mandarine "Afourer" d'origine marocaine par les isozymes comme un hybride de la mandarine Murcott honney. *Al Awamia* 112: 75-86.
- 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.
- Hzun A, Yesiloglu T, Tuzen O**, 2004. Determination of yield and fruit characters of some "Washington Naval Orange [*Citrus sinensis* (L) Obs] clones selected in Turkey. *Proc Int Soc Citriculture*; 10: 347-349.
- Iglesias DJ, Cercós M, Colmenero-Flores JM, Naranjo MA, Ríos G, Carrera E, Ruiz- Rivero O, Lliso I, Morillon1 R, Tadeo FR, Talo M**, 2007. Physiology of citrus fruiting. *Braz J Plant Physiol*; 19 (4): 333-362.
- Iqbal M, Khan MN, Zafar M, Munir M**, 2012. Effect of harvesting date on fruit size, fruit weight and total soluble solids of feutrell's early and kinnow cultivars of Mardan (*Citrus Reticulata*) on the economic conditions of farming community of Faisalabad. *Sarhad J. Agric.* 28 (1): 19-21.
- Koo RCJ, Reese RL**, 1972. A comparison of potash sources and rates for citrus. *Proceedings of the Florida State Horticultural Society* 85: 1-5.
- Lima H, Sigarroa A, Frometa E, Torres M, Martnez C, Cabrera AM**, 1992. Calculation of genetic parameters in Citrus. *Proc Int Soc Citriculture*; 7: 103-107.
- Loeillet D**, 2010. In; *Cyclope 2010: les marchés mondiaux*. « La renaissance du Palais d'Été. Paris : Economica, p. 421-424. (Cyclope)
- Loussert R**, 1987. *Les agrumes*. Edition Lavoisier France, Techniques Agricoles méditerranéennes; Volume 1 (Arboriculture).
- Liu FuWen, Liang YinChih, Wang YeeDing**, 2012. A simple method of spot-picking for higher quality 'Ponkan' mandarins by selecting locations of the tree. *Journal of the Taiwan Society for Horticultural Science*. 58 (1): 11-18.
- Mademba sy F, Lebergin S, Lyamnaz JP**, 1994. Caractérisation et comportement de 51 variétés d'agrumes en nouvelle calédonie. *Fruit* , 49: 5-6.

Mars M.; Abderrazak R, Marrakchi M. 1994. Study on quality variability in citrus fruits harvested from the same tree. I. Effects of harvest date, fruit orientation and position in the foliage. *Fruits (Paris)*, 49 (4): 269-278.

MAPM (2011) Rapport annuel de la campagne 2009/2010. Ministère d'Agriculture et de Pêche Maritime à Rabat.

Mesejo C, Martínez-Fuentes A, Reig C, Agustí M, 2008. Gibberellic acid impairs fertilization in Clementine mandarin under cross-pollination conditions. Elsevier, Oxford, UK, *Plant Science*, 175 (3): 267-271

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.

Moon DooGyung, Mizutani F. 2002. Relationship between fruit shape and acid content in different parts of citrus fruits. *Journal of the Japanese Society for Horticultural Science*. 71 (1): 56-58.

Moss GI, 1971. Effects of fruit on flowering in relation to biennial bearing in sweet orange (*Citrus sinensis*). *J. Hortic. Sci.*, 46: 177-184.

Nadori EB, Ouammou M et Kayaf M, 1988. Comportement de trois clones de clémentinier sur différents porte-greffes, p 44-54, Maroc.

Nadori EB, Ezzoubir D, Benazzouz A, Ouaïcha R, Aberbache A, Boudribila M, 1996. Evaluation des risques d'interpollinisation entre diverses variétés de mandariniers et d'orangers au Maroc. Acte des journées Nationales Scientifiques et Techniques sur les agrumes. ElOtmami et Oubahou (eds). IAV Agadir Maroc.

Nadori EB. 2005. La mandarine Nadorcott (Afourer): Une variété prometteuse. *Revue HTE N°132 - Sep/Déc 2005*.

Naim Z, 1994. Effet de la date de récolte, du stade de maturité et de l'enrobage à base de polysaccharides sur l'aptitude à la conservation de certaines variétés d'agrumes. Mémoire d'Ingénieur Agronome option Horticulture. Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, Complexe d'Agadir, 78 p.

Nicolosi E, Deng ZN, Gentile A, La Malfa S, Continella G and Tribulato E, 2000. Citrus phylogeny and genetic origin of important species as investigated by molecular markers. *Theoretical and Applied Genetics* 100:1155-1166.

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.

Normand F, 1992. Premiers résultats des travaux de sélection des agrumes au Nord Cameroun. *Fruit; spécial agrumes*: 57-163.

- Obenland D; Collin S; Sievert, J; Fjeld K; Arpaia ML; Erkan M; Aksoy U.** 2010. Relationship of soluble solids, acidity and aroma volatiles to flavor in late-season navel oranges. ; International Society for Horticultural Science (ISHS), Leuven, Belgium, *Acta Horticulturae*. 877: 749-755.
- Ollitrault P, De Rocca Serra D,** 1992. L'amélioration des agrumes: II Créations variétales et Biotechnologies. *Fruit* ; 47: 124-134.
- Ollitrault P, Dambier D, Sudahono Mademba-Sy F, Vanel F, Luro F, Aubert B,** 1998. Sélection de mandarins triploïdes à l'aide des biotechnologies. *Fruit* ; 53(5): 307- 317.
- 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 Agrícola*, 49 (399) : 20-29.
- 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.
- Pearce SC, Dobersek-Urbanc S,** 1967. Measurement of irregularity in grow and cropping. *J. Hort. Sc.* 42: 295-305.
- Pech JC, Balagué C, Latché A, Bouzayen M,** 1994. Postharvest physiology of climacteric fruits : recent developments in the biosynthesis and action of ethylene. *Sci Alim*, 14 : 3-15.
- Rastegar S, Rahemi M,** 2008. Evaluation of concentration and time of application of gibberellic acid and 2,4-D isopropyl ester on some fruit characteristics in Navel oranges and Clementine mandarin. *Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources*; 11, 42(A): 197-207.
- Russo G, Fanizza G,** 1991. Genotypic variability and interrelationships among Morphological and biochemical fruit Characters in Mandarins. *Proc In. Soc Citriculture*; 7: 96-97.
- Samina Khalid, Aman Ullah Malik, Basharat Ali Saleem, Ahmad Sattar Khan, Muhammad Shafique Khalid, Muhammad Amin.** 2012. Tree age and canopy position affect rind quality, fruit quality and rind nutrient content of 'Kinnow' mandarin (*Citrus nobilis* Lour × *Citrus deliciosa* Tenora). *Scientia Horticulturae* ; 135:137-144.
- Sanchez CD, Blondel L, Cassin J.** 1978. The influence of climate on the quality of Corsican clementines. *Fruits*, 33 (12): 811-813.
- Saunt J,** 1990. *Citrus varieties of the world : an illustrated guide.* Ed. Sinclair International.
- Starantino A,** 1997. Citrus breeding Conventional and modern technical. *Rivista di Frutticoltura ed orto floricultura*; 59 (12): 7-15.

Tazima, Z. H.; Auler, P. A. M.; Neves, C. S. V. J.; Yada, I. F. U.; Leite Junior, R. P.; 2008, Behaviour of Valencia orange clones in Northern Paraná, Brazil. Sociedade Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, Brazil, Revista Brasileira de Fruticultura, 30 (4): 970-974.

Verreynne JS, Lovatt CJ, 2009. Influences Return Bloom in Alternate Bearing 'Pixie' Mandarin. SOC. HORT. SCI. 134(3): 299–307.

Wardowski WF, Miller WM, Hall DJ, Grierson W, 2006. Fresh citrus fruits. Second edition. Florida Science Source, Longboat Key, FL, 602pp.

Wutscher HK, Dube D. 1977, Performance of young nucellar grapefruit on 20 rootstocks. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 102: 267–270.

Wutscher HK, Bowman KD, 1999. Performance of 'Valencia' Orange on 21 Rootstocks in Central Florida. HORTSCIENCE 34(4): 622–624.

Zhang Yi, Liu JiWu, Du Li.2012, Changes of color, sugar and acid content in flesh of *Citrus reticulata* during maturity period. Guizhou Agricultural Sciences, 2:142-144.