

# Etude de la variation intra-arbre de la qualité des fruits d'agrumes récoltés sur un même arbre

## I. Effets de la date de récolte, de l'orientation des fruits et de leur position dans la frondaison

**M. MARS**

Institut des régions arides  
4119 Médenine  
Tunisie

**R. ABDERRAZAK**

Ecole Supérieure d'Horticulture  
4042 Chott-Mariem  
Sousse  
Tunisie

**M. MARRAKCHI**

Faculté des Sciences de Tunis  
Campus universitaire  
Tunis  
Tunisie

### Etude de la variation intra-arbre de la qualité des fruits d'agrumes récoltés sur un même arbre.

#### I. Effets de la date de récolte, de l'orientation des fruits et de leur position dans la frondaison.

##### RÉSUMÉ

La variation de la qualité des fruits récoltés sur un même arbre a été étudiée chez le clémentinier, la Thomson-navel et la Maltaise demi-sanguine de Tunisie. L'influence des facteurs date de récolte et emplacement des fruits dans la frondaison a été analysée. Le poids, le diamètre, le volume et la couleur externe du fruit, la couleur de la chair et le nombre de pépins sont significativement affectés par l'orientation (est, ouest, nord, sud). La position (périphérie ou intérieur de la frondaison) affecte surtout la couleur externe des fruits et le taux de sucres dans le jus. Chez le clémentinier, le pH du jus, l'épaisseur de l'écorce et le nombre de pépins sont aussi influencés par la position des fruits. Ces variations se maintiennent tout au long de la période de récolte.

##### MOTS CLÉS

Agrome, Tunisie, qualité, variété, fruits, propriété physicochimique, date de récolte, facteur du milieu, orientation.

### Study on Quality Variability in Citrus Fruits Harvested from the Same Tree.

#### I. Effects of Harvest Date, Fruit Orientation and Position in the Foliage.

##### ABSTRACT

Variations in the quality of fruits harvested from the same tree were investigated in clementine, Thomson navel and Malta half-blood oranges from Tunisia. The effects of harvest date and fruit position in the foliage were assessed. Fruit weight, diameter, volume, peel colour, flesh colour and seed number were all markedly affected by fruit orientation (east, west, north or south). The position of the fruit in the foliage (periphery or underneath) had effects on fruit peel colour and sugar content in the juice. In clementine, the fruit position also influenced juice pH, peel thickness and seed number. All of these variations were observed throughout the harvesting period.

##### KEYWORDS

Citrus fruits, Tunisia, quality, varieties, fruits, chemico-physical properties, harvesting date, environmental factors, orientation.

### Estudio sobre la variación de la calidad de los frutos de cítricos cosechados en un mismo árbol.

#### I. Efectos de la fecha de recolección, de la orientación de los frutos y de su ubicación en el follaje.

##### RESUMEN

Se estudió la variación de la calidad de los frutos cosechados en un mismo árbol (el mandarinerero, la Thomson-navel y la Maltaesa semi-sanguínea de Túnez). Se analizó la influencia de los factores fecha de recolección y ubicación de los frutos en el follaje. El peso, diámetro, volumen y color externo del fruto, así como el color de la pulpa y el número de semillas se ven afectados significativamente por la orientación (este, oeste, norte, sur). La posición (periferia o centro del follaje) afecta sobre todo el color externo de los frutos y la tasa de azúcares en el zumo. En el mandarinerero, el pH del zumo, el espesor de la corteza y la cantidad de semillas se ven también influenciados por la posición de los frutos. Dichas variaciones se mantienen a todo lo largo del período de recolección.

##### PALABRAS CLAVES

Frutas cítricas, Túnez, calidad, variedades, frutas, propiedades físico-químicas, fecha de recolección, factores ambientales, orientación.

## ● ● ● ● introduction

La citriculture est l'un des principaux secteurs de l'agriculture tunisienne. La production moyenne s'élève à plus de 200 000 t d'agrumes par an ; cela représente 17 % de la production fruitière totale du pays et 5 % de ses exportations agricoles (MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE, 1990). De nombreuses variétés et espèces y sont cultivées. Cependant l'étude de la variabilité au sein de ces espèces s'est souvent heurtée au problème de l'hétérogénéité des fruits produits par un même arbre, parfois plus différents les uns des autres que ceux récoltés sur des arbres appartenant à d'autres variétés ; le problème d'échantillonnage se pose alors de façon aiguë.

L'hétérogénéité observée peut constituer également un handicap pour une bonne commercialisation de ces produits. Ainsi, en 1989, la production d'oranges maltaises a été caractérisée par la prédominance de fruits de petit calibre (50 % de la récolte totale, pour 39 % d'oranges de moyen calibre et 11 % de fruits de gros calibre) (MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE, 1990). Les causes de cette variabilité restent mal définies et peu maîtrisées dans les conditions de culture adoptées en Tunisie. Les auteurs l'ont souvent attribuée au porte-greffe utilisé (BLONDEL, 1974), aux techniques de taille pratiquées (OREN, 1988), à la fertilisation apportée (KOO *et al.*, 1974) ou bien aux conditions climatiques (lumière, température, humidité) (BLONDEL *et al.*, 1972 ; GAILLARD *et al.*, 1976 ; ONO *et al.*, 1982 ; COHEN, 1988).

A partir de ces observations, une série d'expérimentations a été réalisée pour tenter de comprendre, en les analysant, les variations de la qualité des fruits récoltés sur un même arbre. Les résultats obtenus peuvent être considérés comme la première étape d'une étude plus globale qui viserait la compréhension de la variabilité constatée au sein des espèces d'agrumes cultivées en Tunisie. Ils devraient permettre, ultérieurement, de progresser dans la définition des méthodes d'échantillonnage et de conduite des arbres.

## ● ● ● ● matériel et méthodes

Trois variétés (clémentinier, Thomsonnavel et Maltaise demi-sanguine de Tunisie) exploitées dans un même verger constitué d'arbres adultes greffés sur bigaradier, ont été plus particulièrement étudiées. Les arbres, de vigueur moyenne et distants de 4 m sur la ligne et de 5 m entre les lignes, ont été choisis au milieu du verger ; ils avaient un état sanitaire satisfaisant.

Les échantillonnages de fruits ont été effectués sur trois arbres de chaque variété, à trois dates différentes qui ont été définies à partir d'une date de référence correspondant à la période de récolte habituellement adoptée pour les fruits commercialisés. Les deux autres dates de prélèvement permettent d'étudier la qualité des fruits sur une plus large période englobant cette date de récolte habituelle ; elles ont été fixées à dix jours avant et dix jours après la date de référence.

L'échantillonnage effectué sur chaque arbre, à chacune des trois dates de récolte déterminées, a été défini pour pouvoir étudier deux facteurs, l'exposition du fruit sur l'arbre par rapport aux quatre points cardinaux (exposition est, ouest, nord et sud) et son emplacement dans la frondaison (à l'intérieur ou en périphérie de l'ensemble du feuillage) (figure 1). En croisant ces deux facteurs, huit cas différents ont donc été définis : fruit situé à l'intérieur de la frondaison et à l'est (puis à l'ouest, au nord, au sud) de l'arbre et fruit situé à la périphérie de la frondaison et à l'est (puis à l'ouest, au nord, au sud) de l'arbre. Trois fruits ont été prélevés au hasard pour chacun de ces huit cas ; pour un même arbre d'une même variété, l'échantillon de base est donc constitué de 24 fruits récoltés à une même date.

Les observations faites pour chaque fruit sont présentées dans le tableau 1.

Les résultats obtenus ont été analysés statistiquement en utilisant un modèle hiérarchisé (Split-Split-Plot).

## résultats

Les résultats des observations ont été analysés indépendamment pour les fruits de chacune des trois variétés étudiées.

### clémentine

#### exposition du fruit

Pour une même date de récolte, les fruits développés aux expositions sud et ouest se révèlent plus gros que les autres fruits de l'arbre et ils contiennent un nombre de pépins significativement plus élevé. La couleur externe ne varie pas considérablement d'une exposition à l'autre (tableau 2). Cependant certaines différences peuvent apparaître visuellement sur l'arbre sans qu'elles soient statistiquement mises en évidence (tableaux 2 et 3).

Les caractéristiques de la chair significativement plus colorée dans les fruits situés au nord et à l'ouest de l'arbre est, en revanche, influencée par l'exposition du fruit sur l'arbre. Les fruits exposés au sud et à l'est ont tendance à donner un jus plus acide sans que la richesse en sucres du jus soit réellement affectée par l'orientation (tableau 4).

Tableau 1

Observations effectuées sur chaque fruit échantillonné.

|    |                                    |
|----|------------------------------------|
| CE | couleur externe du fruit*          |
| CC | couleur de la chair*               |
| DF | diamètre du fruit (mm)             |
| EE | épaisseur de l'écorce (mm)         |
| NP | nombre de pépins                   |
| PF | pois du fruit (g)                  |
| PH | pH du jus                          |
| TS | taux de sucres dans le jus** (g/l) |
| VF | volume du fruit (ml)               |
| VJ | volume du jus (ml)                 |

(\*) La couleur est estimée à partir d'une échelle de couleur allant du jaune verdâtre (correspondant à la note 1) à l'orangé sanguin (correspondant à la note 10).

(\*\*) Le taux de sucres, ou solides solubles totaux, a été déterminé par réfractométrie.

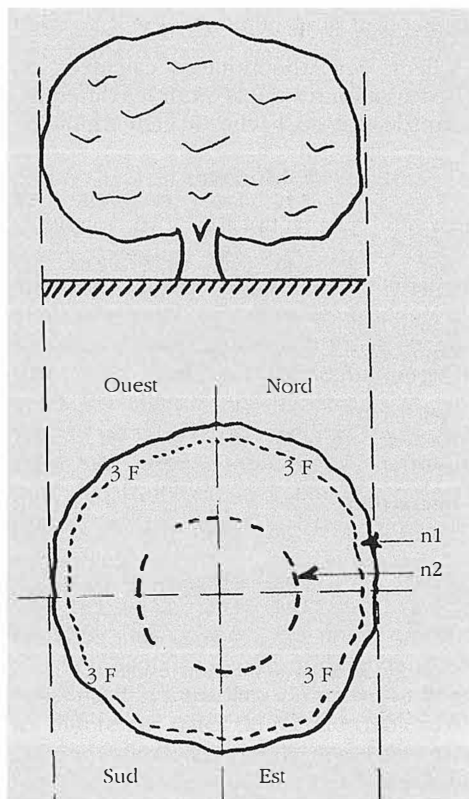


Figure 1

Schéma de répartition des fruits récoltés sur chaque arbre (3F : prélèvement de 3 fruits ; n1 : périphérie de la frondaison ; n2 : intérieur de la frondaison).

#### place du fruit dans la frondaison

Les fruits situés à la périphérie de l'arbre sont souvent plus gros, plus lourds et ils présentent une écorce plus colorée et plus épaisse que ceux qui se sont développés à l'intérieur de la frondaison (tableaux 3 et 4).

De plus, à une même date de récolte, les fruits de la périphérie présentent un jus plus sucré que celui des fruits de l'intérieur qui donnent, par ailleurs, un jus significativement moins acide que celui qui est extrait des fruits de la périphérie. Le nombre moyen de pépins est plus important dans les fruits situés à l'extérieur de l'arbre que dans ceux de l'intérieur (tableaux 2 et 4).

#### effet de la date de récolte

Le report de la date de récolte de 2 à 3 semaines permet d'observer une meilleure coloration des fruits (tableaux 2 et 4). Entre la première et la deuxième récolte, le volume du jus extrait des fruits situés à l'intérieur de l'arbre est, par

Tableau 2

Valeurs des F théoriques et calculées, et degré de signification avec les coefficients de variation résiduels, pour les différents paramètres de qualité des fruits (présentés dans le tableau 1) chez le clémentinier.

|                     | F théorique |      | PF   | DF   | VF   | F calculée |      |      | NP   | EE   | TS   | pH   |
|---------------------|-------------|------|------|------|------|------------|------|------|------|------|------|------|
|                     | 5 %         | 1 %  |      |      |      | CE         | CC   | VJ   |      |      |      |      |
| Facteur (A)         |             |      |      |      |      | **         |      |      |      | **   | *    | **   |
| date                | 4,46        | 8,65 | 1,39 | 0,84 | 3,63 | 13,34      | 1,35 | 4,22 | 1,21 | 9,24 | 5,52 | 20,1 |
| CVR (%)             | -           | -    | 16,0 | 7,0  | 11,7 | 10,4       | 8,1  | 14,5 | 46,4 | 22,5 | 7,2  | 5,0  |
| Facteur (B)         |             |      | *    |      |      |            | **   |      | *    |      |      | *    |
| Exposition          | 2,86        | 4,33 | 3,06 | 2,8  | 2,1  | 2,63       | 5,33 | 1,61 | 3,03 | 0,32 | 1,01 | 3,00 |
| CVR (%)             | -           | -    | 14,0 | 6,2  | 13,9 | 8,3        | 5,9  | 12,2 | 47,9 | 18,8 | 6,2  | 2,8  |
| Facteur (C)         |             |      | **   | **   | **   | **         | **   | **   | **   | **   | **   | **   |
| Position            | 4,08        | 7,31 | 87,7 | 91,6 | 46,3 | 185,7      | 13,8 | 22,8 | 24,7 | 79,9 | 90,5 | 6,4  |
| CVR (%)             | -           | -    | 12,6 | 5,2  | 15,6 | 8,6        | 6,9  | 12,1 | 43,4 | 10,0 | 5,2  | 2,8  |
| <b>Interactions</b> |             |      |      |      |      |            |      |      |      |      |      |      |
| A × B               | 2,86        | 3,33 | 0,45 | 0,81 | 0,80 | 0,62       | 1,66 | 0,57 | 0,53 | 0,26 | 0,23 | 1,23 |
|                     |             |      |      |      |      | **         | **   |      |      |      | **   |      |
| A × C               | 3,23        | 5,18 | 0,33 | 0,11 | 0,85 | 5,33       | 7,13 | 0,12 | 1,62 | 1,59 | 6,13 | 0,2  |
| B × C               | 2,84        | 4,31 | 1,08 | 1,31 | 0,95 | 0,61       | 0,26 | 1,00 | 0,28 | 0,73 | 1,41 | 2,5  |
| A × B × C           | 2,34        | 3,29 | 2,25 | 2,16 | 0,77 | 0,32       | 1,48 | 2,6  | 1,14 | 1,29 | 0,32 | 0,73 |

CVR : coefficients de variation résiduelle.  
 \* effet significatif au seuil de 5 %, \*\* effet significatif au seuil de 1 %.

Tableau 3

Variation de certaines caractéristiques de qualité (présentées dans le tableau 1) des clémentines en fonction de leur emplacement dans l'arbre (moyenne des 3 arbres, 2<sup>e</sup> date de récolte).

| Exposition des fruits | Position des fruits | PF   | DF   | VF   | CE  | CC  | VJ   | NP  | EE  | TS    | pH   |
|-----------------------|---------------------|------|------|------|-----|-----|------|-----|-----|-------|------|
| Sud                   | Périphérie          | 68,5 | 53,6 | 82,0 | 5,1 | 4,8 | 33,4 | 8,9 | 3,7 | 119,5 | 3,34 |
|                       | Intérieur           | 67,4 | 52,3 | 78,3 | 3,7 | 4,7 | 35,5 | 8,6 | 2,9 | 107,1 | 3,47 |
| Est                   | Périphérie          | 66,7 | 53,4 | 80,3 | 4,7 | 5,1 | 32,7 | 5,4 | 3,2 | 123,3 | 3,33 |
|                       | Intérieur           | 56,5 | 49,8 | 71,9 | 3,9 | 4,6 | 30,5 | 4,9 | 2,8 | 109,9 | 3,48 |
| Nord                  | Périphérie          | 72,9 | 54,9 | 88,9 | 5,1 | 5,0 | 28,7 | 5,2 | 2,8 | 105,6 | 3,64 |
|                       | Intérieur           | 52,1 | 47,7 | 61,9 | 4,1 | 5,1 | 32,5 | 6,8 | 3,1 | 112,8 | 3,48 |
| Ouest                 | Périphérie          | 74,3 | 55,0 | 90,3 | 5,1 | 4,6 | 34,8 | 8,4 | 3,3 | 122,5 | 3,43 |
|                       | Intérieur           | 57,4 | 49,1 | 67,3 | 3,9 | 3,3 | 31,2 | 7,3 | 2,7 | 103,1 | 3,47 |

Tableau 4

Variation des caractéristiques de la qualité (présentées dans le tableau 1) des clémentines en fonction de la date de récolte (exposition sud, moyenne des 3 arbres).

| Date de récolte         | Position des fruits | PF   | DF   | VF   | CE  | CC  | VJ   | NP  | EE  | TS    | pH   |
|-------------------------|---------------------|------|------|------|-----|-----|------|-----|-----|-------|------|
| 1 <sup>re</sup> récolte | Périphérie          | 73,7 | 54,2 | 88,0 | 4,3 | 4,5 | 33,3 | 8,3 | 3,2 | 111,3 | 3,25 |
|                         | Intérieur           | 62,6 | 50,5 | 74,7 | 3,8 | 4,5 | 31,2 | 6,1 | 2,7 | 107,2 | 3,35 |
| 2 <sup>e</sup> récolte  | Périphérie          | 68,5 | 53,6 | 82,0 | 5,1 | 4,8 | 33,4 | 8,9 | 3,7 | 119,5 | 3,34 |
|                         | Intérieur           | 67,4 | 52,3 | 78,3 | 3,7 | 4,7 | 35,5 | 8,6 | 2,9 | 107,1 | 3,47 |
| 3 <sup>e</sup> récolte  | Périphérie          | 76,8 | 55,9 | 93,0 | 5,2 | 5,2 | 36,5 | 9,9 | 2,9 | 119,5 | 3,53 |
|                         | Intérieur           | 62,3 | 49,9 | 76,3 | 4,1 | 4,1 | 30,8 | 5,1 | 2,3 | 113,2 | 3,61 |

ailleurs, augmenté de manière importante. De même, le taux de sucres dans le jus et son pH sont considérablement améliorés (tableau 4). Par ailleurs, les fruits récoltés tardivement paraissent avoir une écorce plus fine (tableau 4).

A part ces quelques changements, les différences mises en évidence, dès la première récolte, entre fruits de la périphérie et de l'intérieur de la frondaison et entre fruits de différentes expositions, se maintiennent, en général, jusqu'à la dernière récolte.

## thomson-navel

### exposition du fruit

Dans le cas de cette variété, l'exposition du fruit ne semble pas être un facteur qui influence significativement ses caractéristiques (tableau 5). Toutefois, les fruits orientés vers l'est et vers le sud seraient les plus juteux (tableau 6).

### place du fruit dans la frondaison

Dès la première récolte, les fruits situés à la périphérie de l'arbre présentent une écorce plus colorée que les autres fruits. Par ailleurs, le nombre de pépins semble, lui aussi, légèrement affecté par la position des fruits.

### effet de la date de récolte

Les fruits situés à l'intérieur de l'arbre présentent une coloration plus importante lors des dernières récoltes (tableaux 5 et 7). Conjointement leur taux de sucres dans le jus augmente considérablement (tableau 7).

Pour l'ensemble des autres caractéristiques toutefois, le report de la date de récolte de trois semaines ne semble pas avoir beaucoup d'effet sur les caractéristiques des Thomson-navel échantillonnées.

## maltaise demi-sanguine de Tunisie

### exposition du fruit

Les fruits orientés vers le nord et le nord-ouest de l'arbre sont bien colorés et souvent lavés de rouge, qu'ils soient à l'inté-

rieur ou à la périphérie de la frondaison. Les fruits exposés au sud présentent le nombre de pépins le plus élevé (tableaux 8 et 9).

### place du fruit dans la frondaison

Quelques caractéristiques sont affectées par la position des fruits dans l'arbre. Ainsi le volume du jus est significativement plus important dans les fruits développés à l'intérieur de la frondaison que dans ceux de la périphérie (tableaux 8 et 9). Par ailleurs ces derniers fruits présentent un taux de sucres dans le jus plus élevé, en général, que celui enregistré pour les fruits situés à l'intérieur de la frondaison (tableaux 8 et 10).

### effet de la date de récolte

L'analyse des données ne révèle aucune variation significative de calibre, de poids ou de coloration externe des fruits selon les différentes dates de récolte (tableau 8). Cependant, ce facteur a des effets très nets sur la couleur de la chair qui évolue d'un jaune orangé observé à la première date de récolte vers un orange foncé qui caractérise les fruits récoltés trois semaines après (tableaux 8 et 10).

Les différences observées dès la première récolte en fonction des facteurs exposition des fruits et situation dans l'arbre persistent jusqu'à la troisième récolte.

## ● ● ● ● discussion et conclusions

Les expositions sud et ouest ainsi qu'un développement à la périphérie de l'arbre s'avèrent être les facteurs les plus aptes à assurer la production des fruits les plus gros et les plus lourds avec un nombre de pépins relativement important. Les parties de l'arbre les plus ensoleillées, donc les plus chauffées, sont donc les plus favorables au développement des fruits, et à la production de pépins qui pourrait être la conséquence d'une bonne pollinisation.

Tableau 5

Valeurs des F théoriques et calculées, et degré de signification avec les coefficients de variation résiduels pour les différents paramètres de qualité des fruits (présentés dans le tableau 1) chez la Thomson-navel.

|                     | F théorique |      | PF   | DF   | VF   | F calculée |      |      |      |       |      |
|---------------------|-------------|------|------|------|------|------------|------|------|------|-------|------|
|                     | 5 %         | 1 %  |      |      |      | CE         | VJ   | NP   | EE   | TS    | pH   |
| Facteur (A)         |             |      |      |      |      | *          |      |      |      |       | *    |
| date                | 5,14        | 10,9 | 0,31 | 0,49 | 0,37 | 6,23       | 0,98 | 0,6  | 1,34 | 11,04 | 1,24 |
| CVR (%)             | -           | -    | 14,7 | 6,0  | 19,0 | 7,2        | 21,2 | 94,7 | 94,1 | 9,5   | 51,8 |
| Facteur (B)         |             |      |      |      |      |            |      |      |      |       |      |
| Exposition          | 2,96        | 4,6  | < 1  | 0,78 | 1,86 | 0,63       | 2,19 | 0,32 | 1,99 | 0,98  | 0,96 |
| CVR (%)             | -           | -    | 15,4 | 3,7  | 13,9 | 5,1        | 13,4 | 62,5 | 60,2 | 12,5  | 44,5 |
| Facteur (C)         |             |      |      |      |      | **         |      |      |      |       |      |
| Position            | 4,17        | 7,56 | 0,3  | < 1  | 0,3  | 29,3       | 1,1  | 2,7  | 1,29 | 3,3   | 0,58 |
| CVR (%)             | -           | -    | 17,6 | 3,7  | 17,3 | 2,1        | 11,2 | 52,9 | 64,7 | 12,2  | 49,2 |
| <b>Interactions</b> |             |      |      |      |      |            |      |      |      |       |      |
| A × B               | 2,46        | 3,56 | 1,24 | 0,72 | 1,4  | < 1        | 0,74 | 1,02 | 0,73 | 1,81  | 0,99 |
| A × C               | 3,32        | 5,39 | 1,09 | 0,17 | 0,56 | 7,46       | 0,25 | 0,24 | 1,02 | 0,67  | 0,83 |
| B × C               | 2,29        | 4,51 | 0,41 | 1,1  | 0,17 | 2,47       | 0,75 | 0,71 | 0,56 | 0,33  | 0,93 |
| A × B × C           | 2,24        | 3,47 | 0,73 | 0,19 | 0,51 | 0,1        | 0,52 | 0,99 | 0,73 | 0,33  | 0,92 |

CVR : coefficients de variation résiduelle

\* effet significatif au seuil de 5 %, \*\* effet significatif au seuil de 1 %.

Tableau 6

Variation de certaines caractéristiques de qualité (présentées dans le tableau 1) des oranges Thomson-navel en fonction de leur emplacement dans l'arbre (moyenne des 3 arbres, 2<sup>e</sup> date de récolte).

| Exposition des fruits | Position des fruits | PF    | DF   | VF    | CE  | CC  | VJ    | NP  | EE  | TS    | pH   |
|-----------------------|---------------------|-------|------|-------|-----|-----|-------|-----|-----|-------|------|
| Sud                   | Périphérie          | 171,4 | 70,7 | 294,6 | 4,7 | 4,0 | 96,7  | 1,6 | 4,2 | 143,3 | 3,26 |
|                       | Intérieur           | 180,4 | 71,5 | 156,7 | 4,5 | 4,0 | 104,2 | 2,2 | 3,6 | 129,0 | 3,18 |
| Est                   | Périphérie          | 164,8 | 70,0 | 182,0 | 5,0 | 4,0 | 91,3  | 1,4 | 4,3 | 131,6 | 3,25 |
|                       | Intérieur           | 173,4 | 71,1 | 189,5 | 4,3 | 4,0 | 96,7  | 1,1 | 4,2 | 126,7 | 3,23 |
| Nord                  | Périphérie          | 171,6 | 69,8 | 191,1 | 5,0 | 4,0 | 93,7  | 1,7 | 4,5 | 135,7 | 3,29 |
|                       | Intérieur           | 156,7 | 69,0 | 178,3 | 4,3 | 4,0 | 88,2  | 2,2 | 3,9 | 125,9 | 3,22 |
| Ouest                 | Périphérie          | 145,8 | 67,3 | 127,1 | 4,8 | 4,0 | 79,2  | 2,8 | 4,6 | 131,7 | 3,27 |
|                       | Intérieur           | 153,6 | 67,2 | 167,5 | 4,6 | 4,0 | 65,9  | 1,3 | 3,9 | 133,9 | 3,23 |

Tableau 7

Variation des caractéristiques de la qualité (présentées dans le tableau 1) des oranges Thomson-navel en fonction de la date de récolte (exposition sud, moyenne des 3 arbres).

| Date de récolte         | Position des fruits | PF    | DF   | VF    | CE  | CC  | VJ    | NP  | EE  | TS    | pH   |
|-------------------------|---------------------|-------|------|-------|-----|-----|-------|-----|-----|-------|------|
| 1 <sup>re</sup> récolte | Périphérie          | 177,4 | 71,1 | 199,2 | 5,0 | 4,0 | 103,7 | 2,0 | 4,0 | 131,3 | 3,30 |
|                         | Intérieur           | 168,2 | 70,0 | 188,7 | 4,2 | 4,0 | 94,4  | 0,9 | 3,3 | 121,7 | 3,23 |
| 2 <sup>e</sup> récolte  | Périphérie          | 164,8 | 70,0 | 189,2 | 5,0 | 4,0 | 91,3  | 1,4 | 4,3 | 131,6 | 3,25 |
|                         | Intérieur           | 173,4 | 71,4 | 189,6 | 4,3 | 4,0 | 96,7  | 1,1 | 4,2 | 126,7 | 3,23 |
| 3 <sup>e</sup> récolte  | Périphérie          | 181,0 | 71,3 | 204,1 | 5,0 | 4,0 | 95,4  | 3,4 | 3,6 | 135,5 | 3,28 |
|                         | Intérieur           | 173,9 | 70,2 | 177,5 | 4,8 | 4,0 | 98,3  | 2,2 | 2,9 | 132,7 | 3,34 |

Les fruits exposés au nord et au nord-ouest ont tendance à être plus colorés. Chez les oranges demi-sanguines en particulier, ces expositions généralement les moins ensoleillées apparaissent plutôt favorables au développement de la pigmentation rouge sur l'écorce et dans la chair.

Une situation en périphérie de la frondaison favorise l'observation de fruits d'une coloration orangée plus précoce. Les fruits récoltés à l'intérieur de l'arbre sont souvent, en revanche, les moins colorés et les moins sucrés. Cela pourrait être lié aux conditions microclimatiques (luminosité plus faible, températures plus basses) auxquelles sont soumis ces fruits situés au centre de la frondaison (GAILLARD *et al.*, 1976 ; ONO *et al.*, 1987 ; COHEN, 1988 ; FALLAHI *et al.*, 1989).

Chez le clémentinier, les fruits qui se développent à l'intérieur de l'arbre sont moins acides, à écorce moins épaisse et contiennent moins de pépins que ceux situés à la périphérie de la frondaison. Ces deux dernières caractéristiques sont en accord avec certaines remarques du même type faites par COHEN (1972) sur pamplemoussier et par GAILLARD *et al.* (1976) sur clémentinier. En revanche, les résultats obtenus concernant l'acidité des fruits sont en contradiction avec ceux qui ont été exposés par ces mêmes auteurs pour qui l'acidité du jus diminuait d'autant plus dans le fruit que son développement s'effectuait loin de l'axe central de l'arbre.

Chez la Thomson-navel, le nombre de pépins reste relativement faible et inafecté par la position des fruits. Cela s'expliquerait par la nature asperme de cette variété dont les ovules sont pour la plupart non viables (PRALORA, 1971).

Des différences de comportement en fonction des facteurs étudiés ont pu être notées selon les variétés considérées. Ainsi, chez le clémentinier tous les paramètres étudiés sont affectés par la situation du fruit dans l'arbre (périphérie ou intérieur). En revanche, seulement deux paramètres chez la maltaise demi-sanguine (volume du jus et taux de sucres) et un seul chez la Thomson-navel (coloration de l'écorce) ont varié de façon signifi-

cative en fonction de ce facteur. Cela pourrait être lié, entre autres, au type de végétation très dense, donc susceptible de modifier la pénétration de la lumière à l'intérieur de l'arbre, qui caractérise le clémentinier par rapport aux deux autres variétés d'oranger.

La coloration externe et interne du fruit et le taux de sucres dans le jus sont des caractéristiques qui peuvent évoluer en fonction de la date de récolte. Cela est en accord avec d'autres études déjà publiées (GAILLARD *et al.*, 1976 ; TADEO *et al.*, 1987) et s'expliquerait par l'accumulation des pigments de coloration et la transformation du contenu du jus au fur et à mesure de l'évolution du fruit. Toutefois, les différences dues à la situation des fruits (exposition, position dans l'arbre) observées dès la première récolte se maintiennent jusqu'à la dernière date de récolte.

Les interactions entre les différents facteurs étudiés restent faibles et ne sont significatives que dans quelques cas (tableaux 2, 5 et 8). La plus importante concerne celle qui apparaît entre les facteurs date de récolte et position des fruits dans l'arbre, particulièrement en ce qui concerne les caractères de coloration extérieure et interne des fruits. En fait, l'évolution de la couleur de l'écorce et de celle de la chair semble dépendante de la position des fruits. Le changement de coloration des oranges à l'intérieur de l'arbre est sensiblement plus lent que celui des fruits situés à sa périphérie. Chez le clémentinier, une interaction hautement significative entre ces mêmes facteurs apparaît également pour le caractère de teneur en sucres totaux (tableau 2) pour les fruits à l'extérieur de la frondaison, la concentration en sucres du jus augmente de façon importante entre la première et la deuxième date de récolte en revanche, pour les fruits situés à l'intérieur, l'augmentation de la teneur en sucres n'est sensible qu'à la troisième date de récolte.

Une interaction entre les facteurs exposition des fruits et position dans la frondaison se révèle significative pour la maltaise demi-sanguine ; elle concerne surtout le caractère nombre de pépins (tableau 8). Or l'observation de pépins traduit le fait qu'une pollinisation satisfaisante a eu

Tableau 8

Valeurs des F théoriques et calculées et degré de signification avec les coefficients de variation résiduels pour les différents paramètres de qualité (présentés dans le tableau 1) des fruits chez la maltaise demi-sanguine de Tunisie.

|                     | F théorique |      | PF   | DF   | VF   | F calculée |       | VJ   | NP   | EE   | TS   | pH   |
|---------------------|-------------|------|------|------|------|------------|-------|------|------|------|------|------|
|                     | 5 %         | 1 %  |      |      |      | CE         | CC    |      |      |      |      |      |
| <b>Facteur (A)</b>  |             |      |      |      |      |            |       |      |      |      |      |      |
| date                | 19,0        | 99,0 | 2,54 | 2,39 | 1,56 | 3,17       | 139,2 | 0,73 | 0,64 | 7,32 | 4,89 | 1,48 |
| CVR (%)             | -           | -    | 15,8 | 5,4  | 29,9 | 6,0        | 0,5   | 20,6 | 33,7 | 20,5 | 4,9  | 52,4 |
| <b>Facteur (B)</b>  |             |      |      |      |      |            |       |      |      |      |      |      |
| Exposition          | 3,86        | 6,99 | 0,69 | 0,5  | 0,85 | 0,31       | 5,25  | 0,45 | 0,12 | 0,39 | 2,07 | 0,9  |
| CVR (%)             | -           | -    | 9,9  | 6,9  | 14,8 | 13,9       | 8,3   | 9,7  | 36,7 | 17,9 | 2,7  | 28,7 |
| <b>Facteur (C)</b>  |             |      |      |      |      |            |       |      |      |      |      |      |
| Position            | 4,96        | 10,0 | 4,16 | < 1  | 0,86 | 1,65       | < 1   | 8,74 | < 1  | 0,27 | 9,71 | 0,04 |
| CVR (%)             | -           | -    | 8,3  | 7,2  | 26,5 | 9,9        | 11,4  | 7,3  | 25,5 | 15,4 | 3,7  | 28,3 |
| <b>Interactions</b> |             |      |      |      |      |            |       |      |      |      |      |      |
| A × B               | 3,37        | 5,8  | 0,09 | 0,38 | 0,9  | < 1        | 2,62  | 0,3  | 0,44 | 0,65 | 0,34 | 1,05 |
| A × C               | 4,10        | 7,56 | 0,29 | 1,26 | 0,81 | 1,07       | 0,75  | 0,18 | 3,99 | 0,53 | 0,68 | 0,7  |
| B × C               | 3,71        | 6,55 | 1,59 | 1,01 | 0,45 | 1,1        | 0,53  | 1,61 | 4,6  | 0,31 | 0,35 | 1,01 |
| A × B × C           | 3,22        | 5,39 | 0,44 | 0,54 | 0,12 | 0,47       | 0,61  | 0,46 | 1,85 | 0,24 | 0,62 | 0,85 |

CVR : coefficients de variation résiduelle.  
 \* effet significatif au seuil de 5%, \*\* effet significatif au seuil de 1 %.

Tableau 9

Variation de certaines caractéristiques de qualité (présentées dans le tableau 1) des oranges maltaises en fonction de leur emplacement dans l'arbre (moyenne des 3 arbres, 2<sup>e</sup> date de récolte).

| Exposition des fruits | Position des fruits | PF    | DF   | VF    | CE  | CC  | VJ   | NP  | EE  | TS    | pH   |
|-----------------------|---------------------|-------|------|-------|-----|-----|------|-----|-----|-------|------|
| Sud                   | Périphérie          | 245,3 | 60,6 | 141,7 | 5,2 | 4,2 | 67,5 | 4,3 | 3,5 | 123,7 | 2,78 |
|                       | Intérieur           | 261,2 | 62,5 | 147,5 | 5,2 | 4,3 | 74,2 | 5,4 | 3,3 | 119,7 | 2,72 |
| Est                   | Périphérie          | 236,0 | 60,1 | 135,8 | 5,0 | 4,5 | 66,7 | 3,0 | 3,3 | 119,3 | 2,67 |
|                       | Intérieur           | 252,9 | 62,1 | 144,9 | 5,6 | 4,7 | 72,5 | 4,3 | 3,1 | 119,9 | 2,16 |
| Nord                  | Périphérie          | 258,2 | 61,3 | 146,7 | 5,5 | 5,3 | 74,2 | 5,5 | 3,2 | 121,7 | 2,78 |
|                       | Intérieur           | 255,5 | 61,5 | 146,7 | 5,5 | 5,6 | 72,5 | 2,6 | 3,4 | 120,7 | 2,75 |
| Ouest                 | Périphérie          | 245,5 | 60,0 | 131,7 | 5,8 | 5,6 | 70,8 | 3,9 | 3,2 | 126,3 | 2,69 |
|                       | Intérieur           | 287,2 | 64,4 | 157,5 | 5,5 | 5,5 | 79,2 | 4,9 | 3,1 | 117,0 | 2,66 |

Tableau 10

Variation des caractéristiques de la qualité (présentées dans le tableau 1) des oranges maltaises en fonction de la date de récolte (exposition ouest, moyenne des 3 arbres).

| Date de récolte         | Position des fruits | PF    | DF   | VF    | CE  | CC  | VJ   | NP  | EE  | TS    | pH   |
|-------------------------|---------------------|-------|------|-------|-----|-----|------|-----|-----|-------|------|
| 1 <sup>re</sup> récolte | Périphérie          | 131,4 | 63,7 | 134,2 | 5,8 | 5,0 | 70,8 | 2,5 | 3,3 | 121,7 | 3,80 |
|                         | Intérieur           | 142,0 | 65,2 | 149,2 | 5,2 | 5,5 | 80,8 | 6,5 | 2,8 | 115,7 | 3,78 |
| 2 <sup>e</sup> récolte  | Périphérie          | 245,5 | 60,6 | 131,7 | 5,8 | 5,6 | 70,8 | 3,9 | 3,2 | 126,3 | 2,69 |
|                         | Intérieur           | 287,2 | 64,6 | 157,5 | 5,5 | 5,5 | 79,2 | 4,9 | 3,1 | 117,0 | 2,66 |
| 3 <sup>e</sup> récolte  | Périphérie          | 120,3 | 60,1 | 136,0 | 6,2 | 5,7 | 72,5 | 3,2 | 2,9 | 125,7 | 3,14 |
|                         | Intérieur           | 121,4 | 60,4 | 140,9 | 5,2 | 5,7 | 73,3 | 3,3 | 2,5 | 122,7 | 3,12 |



lieu, qui a été suivie par une bonne fécondation. Le rôle des abeilles au moment de la floraison doit être relié à ce phénomène : elles sont souvent plus actives sur les expositions ensoleillées (est, sud), même un peu à l'intérieur de la frondaison, que sur les expositions plus ombragées (nord), qu'il s'agisse de la périphérie de l'arbre ou pas.

Les coefficients de variation résiduels diffèrent selon la variété, le facteur étudié et le caractère considéré. Ils sont particulièrement élevés pour le nombre de pépins, l'épaisseur de l'écorce et le pH du jus (tableaux 2, 5 et 8). Cela pourrait indiquer que le nombre de fruits analysés n'est pas suffisamment élevé pour estimer correctement la variation de ces paramètres.

L'ensemble des résultats obtenus met en évidence le fait que, pour étudier la variabilité intraspécifique, il serait nécessaire avant tout d'avoir une certaine homogénéité au sein des échantillons prélevés sur chaque variété. Le prélèvement des fruits doit donc se faire de façon à minimiser

les variations intra-échantillons. Cela suppose d'approfondir au préalable les études faites sur la production d'un même arbre et d'évaluer la représentativité de divers prélèvements par rapport à la population totale des fruits de l'arbre.

D'autre part, une taille qui faciliterait l'éclaircissement de tous les fruits de l'arbre, aussi bien ceux de la périphérie de sa frondaison que ceux de l'intérieur, et qui favoriserait le développement d'agrumes de qualité, peut être recommandée. En minimisant l'hétérogénéité de la récolte, elle permettrait d'assurer une bonne commercialisation de l'ensemble de la production récoltée. 🍊

## remerciements

*Les auteurs remercient vivement Monsieur F. Gaaliche pour sa collaboration durant tout ce travail.*

## références

BLONDEL L., 1974.

Influence des porte-greffe sur la qualité des fruits de *Citrus*. *Fruits*, 29 (4), 285-290.

BLONDEL L., CASSIN J., 1972

Influence des facteurs écologiques sur la qualité des fruits de clémentinier de Corse. Fluctuation de l'extrait sec du jus. *Fruits*, 27 (6), 425-432.

COHEN E., 1972.

Climatic effects on fruit shape and peel thickness in "Marsh Seedless" grapefruit. *Hort-Science*, 97 (6), 768-771.

COHEN E., 1988.

The chemical composition and sensory flavour quality of "Mineola" tangerines. I. Effects of fruit size and within tree position. *J. Hort. Sci.*, 63 (1), 175-178.

- FELLAHI E., MOON J.W. JR, MOUSAVI Z., 1989.  
Quality and elemental content of *Citrus* fruit from exposed and internal canopy position. *J. Plant Nutrition*, 12 (8), 939-951.
- GAILLARD J.P., CASSIN J., ARIAS N., CICCOLI H., 1976.  
Contribution à l'étude de l'échantillonnage des agrumes. I. Monographie de la récolte d'un clémentinier. *Fruits*, 31 (1), 31-59.
- KOO R.C., YOUNG T.W., REECE L.R., KESTERSON J.W.W., 1974.  
Effects of nitrogen, potassium and irrigation on yield and quality of lemon. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 99 (4), 289-291.
- MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE, 1990.  
*Budget économique 1991 : Agriculture, Pêche et Industries agro-alimentaires*. Tunis (Tunisie) : ministère de l'Agriculture, décembre 1990, 95 p.
- ONO S., DAITO H., 1982.  
Studies on the photosynthesis and productive structure of Satsumas (*Citrus unshiu* Marc.). Part 4. Difference in photosynthetic activity within the canopy and fruit development. *Bull. of the Shikoku Agr. Exp. Station*, 40, 59-77.
- ONO S., IWAGAKI I., 1987.  
Effects of shade treatment on the productivity of Satsuma mandarin trees. *Bull. of the Fruit Tree Res. Sta.*, 9, 13-24.
- OREN Y., 1988.  
Pruning clementine mandarin as a method for limiting tree volume and increasing fruit size. In: *Proc. Sixth Intern. Citrus Congress*, Tel aviv (Israel) : GOREN R. and MENDEL K., eds, 953-956.
- PRALORAN J.C., 1971.  
*Les Agrumes*. Paris (France) : Ed. Maisonneuve et Larose, 565 p.
- TADEO J.L., ORTIZ J.M., ESTELLES A., 1987.  
Sugar changes in clementine and orange fruit during ripening. *J. Hort. Sci.*, 62 (4), 531-537.

