

notes et documents

INFLUENCE DU PORTE-GREFFE ET DU MILIEU SUR LA COMPOSITION CHIMIQUE DES ORANGES VALENCIA ET DES GRAPEFRUITS MARSH SEEDLESS

L'influence des différents porte-greffes sur les principales variétés d'agrumes a été examinée à l'Université de Californie dans des expériences de longue durée de WALTON B. SINCLAIR et E.-T. BARTHOLOMEW.

Cette note envisage l'action du porte-greffe et du milieu sur la composition du fruit de certaines variétés, telle qu'elle ressort de leur travail « Effects of rootstock and environment on the composition of oranges and grapefruit » (1).

GÉNÉRALITÉS

D'après les études faites sur le sol et les fertilisants, les différences entre porte-greffes semblent avoir moins d'effet sur le fruit que sur le feuillage, mais même de petites différences de composition risquent d'affecter d'une façon appréciable la qualité du fruit, ce qui est d'une grande importance.

Malheureusement, la qualité comestible est un jugement subjectif qui ne peut se rapporter à aucun test quantitatif. La saveur ne varie pas seulement avec la concentration en extrait sec soluble et avec la quantité relative de sucre et d'acides, mais encore avec d'autres facteurs variables indépendants. Ainsi des quantités différentes de substances aromatiques communiquent aux oranges des goûts différents pour une même concentration en extrait sec soluble. Il est cependant intéressant, surtout pour les agrumes, de mesurer certaines caractéristiques chimiques.

L'action du porte-greffe sur la composition des agrumes a été étudiée dans différentes parties du monde, notamment en Australie, Afrique du Sud, Amérique du Sud et aux Etats-Unis.

HUME, dans le compte rendu d'une expérience faite en Floride, indique que des fruits d'arbres greffés sur Rough lemon ont un pourcentage plus élevé en acides et plus faible en sucres que ceux de la même variété greffée sur bigaradier. Depuis, d'autres recherches en Floride ont montré l'inverse.

En Australie, QUINN a observé que des fruits de Washington Navel et Thompson Navel greffés sur oranger ont une plus forte concentration en sucres et en acides que si le porte-greffe est le Rough lemon.

En Californie, HODGSON et EGGERS ont signalé que des orangers Valencia, des grapefruits Marsh, des Limettiers Bearss (*Citrus aurantifolia* proper Guil) et des citronniers Eureka et Lisbonne, ont plus d'extrait sec soluble et d'acides lorsqu'ils sont

greffés sur *Poncirus trifoliata* que sur Bigaradier, oranger, grapefruit ou Rough lemon. Les fruits provenant d'arbres greffés sur Rough lemon ont, dans chaque cas, le moins d'extrait soluble et d'acides. De la même façon, HARDING en Floride a constaté que les concentrations en extrait sec soluble et en acides sont plus élevées dans les oranges Valencia provenant d'arbres greffés sur Bigaradier que sur Rough lemon.

En Argentine, SCHULTZ a étudié la variation des quantités d'extrait sec soluble, sucres totaux et acides totaux des jus suivant les différents porte-greffes (en particulier Bigaradier et *Poncirus trifoliata*). Pour 10 déterminations réalisées avec 7 variétés d'agrumes greffées sur Bigaradier, la teneur moyenne en extrait sec soluble est de 13,38% ; dans les mêmes conditions, sur *Poncirus trifoliata* on obtient 13,24 %.

Pour 8 déterminations sur 10, les échantillons correspondant au porte-greffe *P. trifoliata* ont moins d'extrait sec soluble, pour 9, moins d'acides, et pour 5, légèrement plus de sucres totaux que ceux correspondant au Bigaradier.

Toutes ces recherches, par conséquent, ont permis d'établir que le porte-greffe, dans certains cas, affecte la composition du fruit. Les expériences que nous allons exposer portent sur des orangers et des grapefruits greffés sur différents porte-greffes et croissant sur des types de sols variés et sous différents climats en Californie. Les facteurs variables étudiés sont, en dehors de l'extrait sec soluble, des sucres totaux et des acides totaux : les sucres réducteurs, les valeurs du pH et les constituants inorganiques. Le travail a été réalisé à Riverside, Tustin et Brawley, de 1936 à 1942.

I. — MATÉRIEL ET MÉTHODES

Variétés étudiées

Les orangers Washington Navel et Valencia, le grapefruit Marsh furent greffés sur 14 porte-greffes. Dans un but de simplification, seuls l'oranger Valencia et le grapefruit Marsh Seedless seront retenus ici.

(1) Hilgardia, Vol. XVI, 1944, 3.

(2) Selon H.-J. WEBBER, le grapefruit Tresca présente surtout les caractères du pamplemoussier et il devrait être classé comme tel (*Citrus grandis* (L.) Osbeck).

(3) Selon H.-J. WEBBER, l'ascendance de cet hybride n'est pas nettement connue.

Porte-greffes utilisés :

- Orange Koethen, *Citrus sinensis* (L.) Osbeck.
 Orange Oroville, *C. sinensis* (L.) Osbeck.
 Orange C.E.S. 362, *C. sinensis* (L.) Osbeck.
 Bigaradier Rubidoux, *C. Aurantium* L.
 » Africain, *C. Aurantium* L.
 » Brésilien *C. Aurantium* L.
 Grapefruit Duncan, *C. paradisi* Macf.
 Grapefruit C.E.S. 343, *C. paradisi* Macf.
 » Tresca (2), *C. grandis* (L.) Osbeck.
 Shaddock siamois, *C. grandis* (L.) Osbeck.
 Shaddock «lemon», *C. Limon* (L.) Burm. × *C. paradisi* Macf (3).
 Citrange Savage, *Poncirus trifoliata* (L.) Raf. ♀ × *C. sinensis* (L.) Osbeck ♂.
 Citrange Morton, *P. trifoliata* ♀ × *C. sinensis* ♂.
 Mandarine Cléopâtre, *C. reticulata* Blanco.
 Tangelo Sampson, *C. reticulata* Blanco ♂ × *C. paradisi* Macf. ♀.
 Lime douce de Palestine, *C. aurantifolia* (Christm.) Swingle.
 Rough lemon, *C. Limon* (L.) Burm.
 Orange trifoliée, *P. trifoliata* (L.) Raf.

Chaque parcelle comportait un seul porte-greffe représenté par 5 arbres; il y avait deux répétitions (donnant un total de 10 arbres) pour chaque porte-greffe utilisé avec les différentes variétés de citrus dans les diverses stations.

Choix du fruit.

La grosseur du fruit est un facteur important pour obtenir des échantillons représentatifs. Dans une étude détaillée sur la distribution de l'extrait sec soluble dans le jus d'agrumes, BARTHOLOMEW et SINCLAIR ont constaté que l'extrait sec soluble, les sucres totaux et les sucres réducteurs des oranges Navel et Valencia augmentent lorsque la grosseur du fruit diminue.

Les concentrations relatives des différents constituants solubles du jus d'oranges Valencia petites et grosses sont représentées par la figure 1.

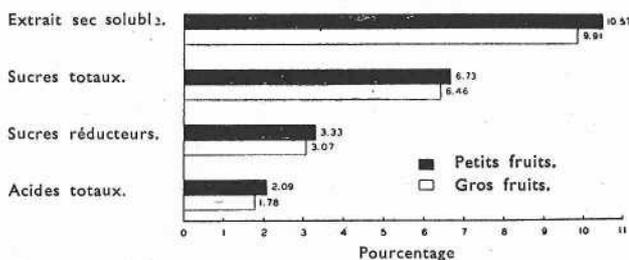


Fig. 1. — Concentration des différents constituants solubles dans le jus des petits et des gros fruits de l'orange Valencia.

Les diamètres moyens d'oranges petites et grosses étaient respectivement : 5,23 et 6,58 cm.

De telles différences entraînent une certaine difficulté dans l'échantillonnage et c'est pourquoi des expériences spéciales ont été faites par les auteurs. Les résultats montrent que des déterminations faites sur des lots de fruits de taille moyenne concordent avec celles réalisées sur un ensemble de fruits tout venant. Il a été par suite décidé que 6 fruits moyens, 3 cueillis

sur le côté nord et 3 sur le côté sud, de chaque arbre, constitueraient l'échantillon de la récolte d'un arbre. L'échantillon fourni par un porte-greffe comportait donc 60 fruits.

Préparation des fruits pour l'analyse.

Les 60 fruits de chaque échantillon sont coupés en deux et le jus est extrait avec un presse-citron à main. Après avoir bien mélangé, filtré et centrifugé le jus de l'échantillon, on prend des parties aliquotes pour les différentes analyses organiques; 30 cc. de ce jus sont mélangés à 100 cc. d'alcool à 95°, chauffés jusqu'à ébullition et mis de côté pour les analyses minérales.

Pour l'analyse minérale, on prélève des échantillons d'écorce sur 10 fruits, en découpant, du pédoncule jusqu'au sommet de l'orange, une bande de 2 cm 50 de large au centre. Chaque échantillon donne de 100 à 150 g d'écorce qui sont placés dans une étuve à 100°C pendant une heure pour inactiver les enzymes, puis dans une étuve à vide à 55°C pour le séchage. L'écorce séchée est pilée dans un moulin (moulin Wiley) à une finesse suffisante pour passer à travers des trous de 2 mm.

On se sert des fruits dont on a enlevé l'écorce pour faire les analyses minérales de la pulpe. Les échantillons de pulpe sont placés dans une fiole Erlenmeyer de 500 cc. avec 250 cc. d'alcool à 95°, et portés à ébullition pendant 10 minutes.

Méthodes chimiques.

L'extrait sec soluble est déterminé avec le réfractomètre Abbé. L'acidité totale, exprimée en acide citrique, est obtenue en titrant une partie aliquote de jus avec une solution standard de NaOH, avec la phenolphthaleine comme indicateur. Les valeurs du pH sont évaluées à l'aide de l'électrode de verre Beckman. La détermination des sucres est faite par la méthode de Hagedorn et Jensen, modifiée par Blish. La force des réactifs employés par Blish est satisfaisante pour déterminer les sucres réducteurs et totaux exprimés en glucose, lorsque les valeurs varient de 3 mg à 10 mg pour 10 cc. de jus d'agrumes. Si nécessaire, les échantillons sont dilués jusqu'aux valeurs voulues. On a utilisé cette méthode, car des essais préliminaires ont montré qu'elle était plus rapide que la meilleure des méthodes de cuproréduction et qu'elle donnait des résultats comparables.

Pour la détermination des cendres du jus, celui-ci est évaporé à sec et placé dans un creuset ouvert puis, mélangé à de l'acide chlorhydrique dilué et séché dans un four à 95°C. Les produits sont alors réduits en cendres et amenés à poids constant à 450°C dans un tube de combustion à travers lequel on fait passer un faible courant d'oxygène. Chaque échantillon de cendre, une fois pesé, est dissous dans de l'eau additionnée d'acide chlorhydrique, et conservé jusqu'au moment de l'analyse. On procède aux mêmes opérations pour la pulpe. L'écorce, séchée dans une étuve à vide à 55° avant la réduction en cendre, est traitée comme précédemment.

On filtre chaque échantillon juste avant l'analyse et le résidu est brûlé à nouveau et dissous dans 3 à 4 gouttes d'acide chlorhydrique concentré et 15 cc. d'eau environ. On filtre, on réunit les deux filtrats et l'on ajuste la solution à 100 cc. dans une éprouvette graduée. C'est sur cette solution qu'on procèdera à l'analyse du calcium, magnésium, sodium, potassium, des sulfates et phosphates.

On détermine le calcium par volumétrie en traitant l'oxalate par de l'acide sulfurique dilué et en titrant après l'acide oxalique libéré par une solution standard de permanganate de potassium. Le magnésium est précipité à l'état de phosphate ammoniacomagnésien et l'on pèse le pyrophosphate.

On détermine le sodium par gravimétrie selon la méthode de Barber et Kolthoff et le potassium par celle de Wilcox. L'ion sulfate est déterminé par la méthode de Foster au chromate de baryum, le phosphate par la méthode de Truog et Meyer modifiée par Dyer, Wrenshall, Smith et leurs collaborateurs. La comparaison des colorations est déterminée à l'aide du colorimètre photoélectrique.

II. — ÉTUDE DE LA VARIATION DE LA CONCENTRATION DES CONSTITUANTS SOLUBLES DU FRUIT DE L'ORANGER VALENCIA PENDANT LA CROISSANCE ET LA MATURATION

Les teneurs en extrait sec, sucres totaux, sucres réducteurs, acides totaux ont été déterminées sur les jus d'échantillons choisis sensiblement à la même date sur orangers Valencia greffés sur différents porte-greffes; les variations obtenues entre les différents fruits étaient faibles: elles sont reportées sur le graphique de la figure 2. Les résultats sur citrange Savage, orange Trifoliée et Rough lemon sont représentés séparément.

Le tableau I indique les résultats obtenus.

TABLEAU I. — Rapport (Riverside/Tustin) des différents constituants solubles dans le jus de Valencia provenant d'échantillons prélevés sur les différents porte-greffes à Riverside et à Tustin, respectivement le 9 et le 12 Mai 1939.

PORTE-GREFFE	RAPPORT (Riverside/Tustin)			
	Extrait sec soluble	Sucres totaux	Sucres réducteurs	Acide (Acidité de titration)
Citrange Savage.....	1,106	1,04	0,92	1,04
Grapefruit.....	1,044	1,06	1,06	1,07
Bigaradier.....	1,064	1,07	1,12	1,07
Oranger.....	1,042	1,05	1,09	0,99
Oranger trifolié.....	0,927	0,86	0,86	0,86
Rough lemon.....	0,937	0,90	1,04	0,81

Malgré quelques petites différences suivant le porte-greffe, le groupement des courbes montre une allure relativement uniforme de la variation des constituants solubles pendant la période d'étude.

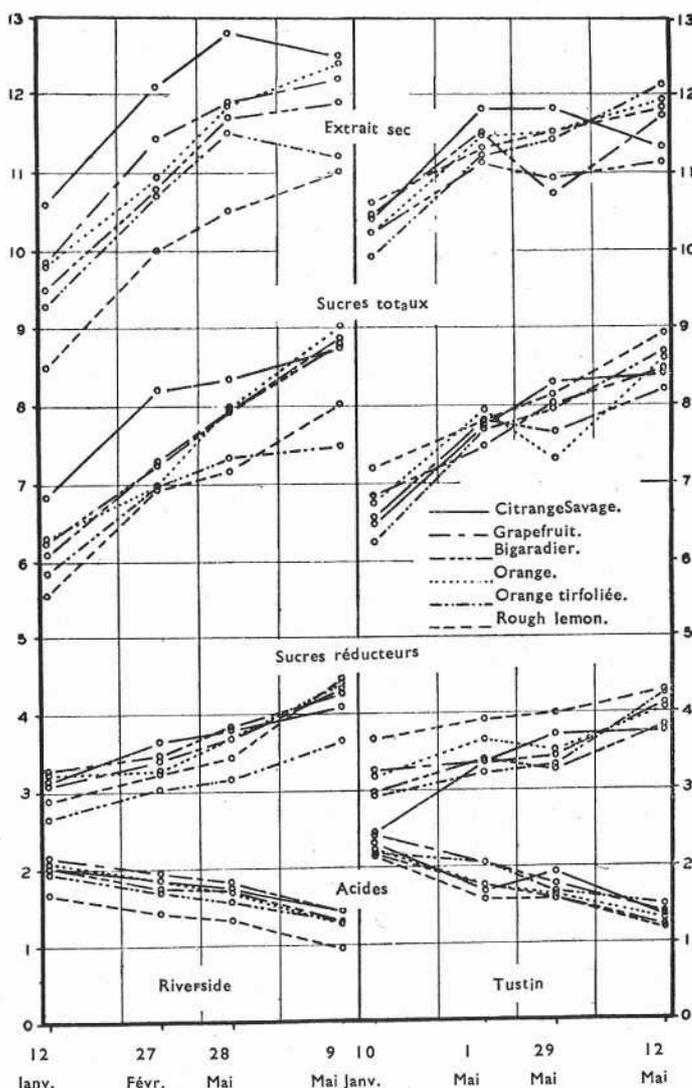


Fig. 2. — Changements de concentration des différents constituants organiques solubles du jus d'oranges Valencia pendant la maturation des fruits. Les échantillons ont été pris à intervalles sur des orangers Valencia greffés sur différents porte-greffes et cultivés aux stations de Riverside et de Tustin (1939). En bas, les dates d'échantillonnage. En ordonnées, les pourcentages.

TABLEAU II. — Condition de sol et de climat de Stations où ont été essayés les différents porte-greffes.

STATION	SOL	TEMPÉRATURES				GELÉES		Durée moyenne de la période de végétation (en jours)	PLUIES Moyenne (en mm.)
		Moyenne de Janvier	Moyenne de Juillet	MAXIMUM	MINIMUM	Printemps Moyenne des dates les plus tardives	Automne Moyenne des dates les plus précoces		
Riverside.....	Séries Ramona.....	11° 1 C.	24° C.	47° C.	- 6° C	6-III	26-XI	265	270
Tustin.....	Séries Yolo.....	11° 5	22°	43° 8	- 7° 7	7-III	7-XII	303	304
Brawley.....	Séries Holtville....	11° 4	33° 7	49° 4	- 7° 2	5-III	5-XII	303	40

TABLEAU III
Concentration des matières solubles dans le jus d'oranges Valencia prélevées à Riverside et à Tustin en 1936-38 et 42.

PORTE-GREFFES	RIVERSIDE			TUSTIN		
	Juillet 1936	Juillet 1938	Juillet 1942	Juillet 1936	Juillet 1938	Septembre 1942
EXTRAIT SEC SOLUBLE TOTAL %						
Orange douce Koethen	12,0	12,5	13,5	10,5	11,8	13,0
Orange douce C.E.S. 362	11,5	12,4	13,2	10,3	11,6	12,9
Bigaradier Rubidoux	12,0	13,3	13,3	9,5	12,0	12,1
» Africain	12,0	12,6	13,5	10,5	11,3	12,3
» Brésilien	11,5	13,1	13,1	11,8	11,8	12,1
Grapefruit Duncan	12,5	13,6	14,0	11,0	12,3	—
» C.E.S. 343	12,5	13,2	13,4	10,5	11,3	11,9
Siamese shaddock	12,0	12,0	13,1	10,5	11,2	—
Lemon shaddock	12,5	12,9	13,8	10,8	11,4	—
Citrange Savage	—	13,3	13,6	—	12,8	13,3
Mandarine Cléopâtre	12,0	12,6	13,8	10,5	11,6	12,4
Tangelo Sampson	12,5	13,1	13,1	10,5	11,9	12,8
Rough lemon	12,5	12,5	12,1	10,0	10,6	10,8
Orange trifoliée	—	12,4	12,5	—	12,3	12,9
Moyenne	12,1	12,8	13,3	10,5	11,7	12,4
SUCRES TOTAUX %						
Orange douce Koethen	7,75	10,03	10,56	7,15	9,34	9,72
Orange douce C.E.S. 362	7,72	9,98	10,49	7,21	9,34	10,05
Bigaradier Rubidoux	7,32	10,48	10,18	6,88	9,34	8,88
» Africain	9,10	9,92	10,32	8,02	8,90	8,87
» Brésilien	8,67	10,18	10,31	7,25	9,41	8,88
Grapefruit Duncan	8,73	10,54	10,23	7,89	9,62	—
» C.E.S. 343	8,70	10,33	10,48	7,14	8,83	8,81
Siamese shaddock	7,87	9,40	10,19	7,25	9,06	—
Lemon shaddock	7,97	9,60	10,31	7,45	9,05	—
Citrange Savage	—	10,21	9,57	—	10,05	10,03
Mandarine Cléopâtre	8,37	10,13	10,39	7,02	9,38	9,24
Tangelo Sampson	8,34	10,26	9,74	6,89	9,33	9,86
Rough lemon	7,93	9,91	9,33	7,16	8,77	8,77
Orange trifoliée	—	9,62	9,46	—	9,69	9,60
Moyenne	8,21	10,04	10,11	7,28	9,29	9,34
SUCRES REDUCTEURS %						
Orange douce Koethen	4,39	4,95	5,69	4,09	4,69	5,25
Orange douce C.E.S. 362	4,17	4,79	5,47	4,15	4,61	5,40
Bigaradier Rubidoux	4,15	5,42	5,54	4,43	4,74	4,85
» Africain	5,17	5,26	5,46	4,63	4,45	5,04
» Brésilien	5,18	5,80	5,55	4,49	4,78	5,04
Grapefruit Duncan	5,09	5,42	5,60	4,56	4,77	—
» C.E.S. 343	4,73	5,47	5,39	4,30	4,44	4,65
Siamese shaddock	4,59	4,89	5,25	4,26	4,27	—
Lemon shaddock	5,23	5,21	5,90	4,37	4,53	—
Citrange Savage	—	5,16	5,50	—	4,95	5,47
Mandarine Cléopâtre	4,81	5,22	5,75	4,07	4,55	4,77
Tangelo Sampson	4,55	5,54	5,36	3,96	4,65	5,14
Rough lemon	5,20	5,34	4,88	3,84	4,65	4,69
Orange trifoliée	—	4,84	5,07	—	4,61	4,72
Moyenne	4,77	5,24	5,46	4,26	4,62	5,00
ACIDES (acidité de titration) %						
Orange douce Koethen	0,90	0,90	0,85	1,05	1,01	1,00
Orange douce C.E.S. 362	0,85	0,88	0,83	0,91	1,05	1,05
Bigaradier Rubidoux	0,97	1,00	0,80	1,01	1,12	0,98
» Africain	1,03	0,91	0,80	1,00	1,03	0,98
» Brésilien	0,76	0,97	0,85	1,05	1,11	0,96
Grapefruit Duncan	0,97	1,09	0,96	1,12	1,17	—
» C.E.S. 343	1,04	1,04	0,87	0,92	0,97	0,98
Siamese shaddock	0,95	0,83	0,81	1,04	0,92	—
Lemon shaddock	0,98	1,08	0,95	1,17	1,05	—
Citrange Savage	—	1,06	0,94	—	1,21	1,13
Mandarine Cléopâtre	0,99	0,99	0,86	1,00	0,99	0,98
Tangelo Sampson	1,03	1,04	0,95	1,22	1,15	1,11
Rough lemon	0,94	0,86	0,62	0,76	0,82	0,80
Orange trifoliée	—	0,88	0,87	—	1,02	1,03
Moyenne	0,95	0,97	0,85	1,02	1,04	1,00

De fortes applications d'eau dans le sol, par irrigation ou par pluie, pendant la période de croissance, réduisent temporairement la concentration en constituants solubles de l'orange Valencia.

III. — ACTION DU MILIEU ET DU PORTE-GREFFE SUR LA TENEUR DU JUS EN CONSTITUANTS SOLIDES

La composition du fruit varie non seulement avec la variété, mais encore avec le lieu où est planté l'arbre, et avec le climat qui agit sur le processus de maturation. Cette action du milieu a une très grande influence sur la constitution chimique des fruits d'une variété donnée.

1° Sol et climat.

Ces moyennes ont été faites sur 28 années, de 1910 à 1938.

Les températures moyennes ne montrent pas les différences de climat des différentes stations : une différence de 0°1C en Janvier entre Brawley et Tustin et une même longueur moyenne de la période de végétation dans ces deux Stations n'empêchent pas les fruits de se former et de mûrir à des rythmes très différents. WEBBER tente d'expliquer ceci par l'emploi de la « température vitale de culture des agrumes »; il calcule l'indice de chaleur totale utilisable pour un mois en soustrayant 12,8°C qui est la « température vitale » — de la température

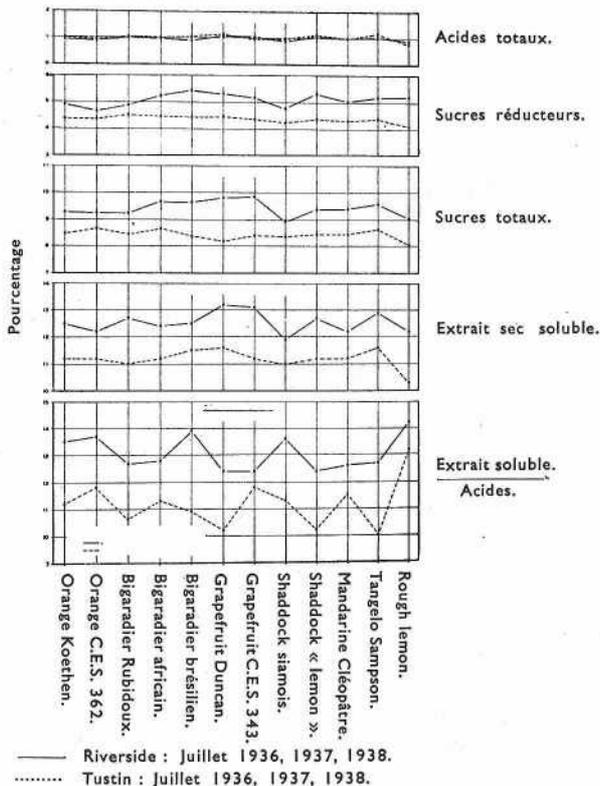


Fig. 3. — Concentrations relatives de certains constituants organiques solubles du jus d'oranges Valencia mûres provenant d'orangers greffés sur différents porte-greffes et cultivés à Riverside et à Tustin. Les échantillons de fruits ont été prélevés aux deux stations au mois de Juillet, trois années consécutives. Les valeurs rapportées ici pour chaque porte-greffe sont les moyennes des résultats des trois années.

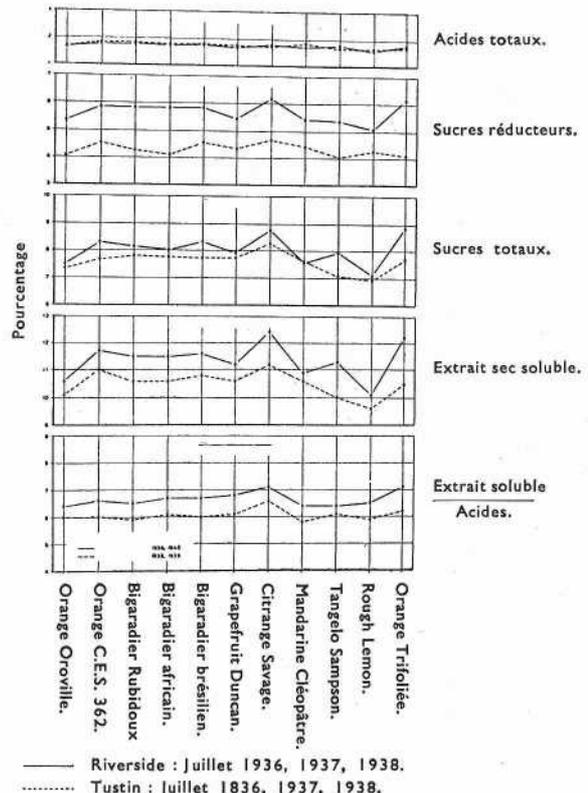


Fig. 4. — Concentrations relatives de certains constituants organiques solubles des jus de grapefruits mûrs provenant d'arbres greffés sur différents porte-greffes et cultivés à Riverside et à Brawley. Les valeurs moyennes des résultats de deux années ont été indiquées pour chaque porte-greffe.

journalière moyenne du mois et en multipliant la différence par le nombre de jours du mois. La somme des chiffres obtenus pour chaque mois, de Mars à Novembre inclus, donne la quantité totale de chaleur utilisable par la plante pendant la période de végétation. Ces valeurs sont respectivement pour les stations de Riverside, Tustin et Brawley : 1,797-1,527 et 3,403 degrés C par jour. Ce sont ces différences qui expliquent les variations des réactions biochimiques dans la croissance et la maturation des fruits.

2° Porte-greffe.

Des échantillons ont été prélevés sur des arbres greffés sur différents porte-greffes; les résultats étaient sensiblement les mêmes quant à la teneur en acides totaux, sauf pour le Rough lemon qui donne des fruits peu acides. Les sucres réducteurs existaient en quantité supérieure sur Bigaradier Brésilien et inférieure sur orange C.E.S. 362.

Le rapport extrait sec soluble/acides sert à la détermination commerciale de la maturité des fruits, mais au point de vue physiologique, il ne veut pas dire grand chose, car il est grandement modifié par de petits écarts de la teneur en acides.

L'influence du climat est importante : l'orange Valencia venue dans un terrain situé au milieu des terres accuse des quantités plus élevées d'éléments solubles que des fruits cultivés sur le littoral. La même remarque peut être faite sur le grapefruit.

Nadine JUILLARD (I.F.A.C.). (A suivre).