

Observations sur la croissance des clémentines en Corse.

J.C. PRALORAN, G.VULLIN, C. JAQUEMOND et D. DEPIERRE *

OBSERVATIONS SUR LA CROISSANCE DES CLEMENTINES
EN CORSE

J.C. PRALORAN, G. VULLIN, C. JACQUEMOND
et D. DEPIERRE

Fruits, dec. 1981, vol. 36, n° 12, p. 755-767.

RESUME - A partir de mesures d'accroissement du diamètre de clémentines entre juin et novembre-décembre, effectuées sur des fruits de plusieurs arbres répartis dans différents vergers, en 1976, 1978, 1979 et 1980, les auteurs mettent en évidence le fait que la grosseur d'une clémentine à la récolte était moins influencée par les conditions du milieu extérieur que par la taille du fruit à un stade précoce de son évolution.

La relation «diamètre du jeune fruit/diamètre du fruit mûr» prend en effet la forme d'une équation de régression linéaire et ce bien que le rythme réel de croissance suive bien une courbe en «S» classique.

Les auteurs en concluent qu'il est très probable qu'une large part des facteurs agissant sur la grosseur du fruit sont à rechercher au niveau du processus d'initiation florale et de formation des organes constitutifs du fruit.

Accessoirement, cette relation laisse espérer une amélioration de la méthode d'estimation précoce des récoltes et de leur composition par calibre.

La formulation, adaptée au cas particulier du clémentinier, d'une méthode simple d'estimation précoce des récoltes d'agrumes, fut tentée, en 1976, à la Station de Recherches agronomiques (INRA-IRFA) de San Giuliano (1,2) à partir de résultats antérieurement obtenus au Maroc sur oranger Washington Navel (5).

Une relation entre le nombre de fruits comptés, après la chute physiologique (dite chute de juin) sur quatre secteurs (nord, sud, est, ouest) d'un échantillon représentatif de 60 arbres pris au hasard dans un ensemble homogène (portegreffe, conditions de milieu et de culture, développement et âge des arbres) et la récolte de cet ensemble, a pu être établie.

Elle a permis, en 1979, de prévoir, dès la fin du mois de juillet, la récolte moyenne par arbre du carré étudié (558 arbres), avec une approximation de $\pm 5,4$ p. 100, la méthode étant définie pour une précision de ± 10 p. 100.

Cependant, l'analyse des observations effectuées en 1976 et en 1979 mit en évidence l'action d'un facteur important de variabilité des résultats : le grossissement des fruits.

La variation de poids des fruits a, en effet, une très grande amplitude dans le cas du clémentinier. J.P. GAILLARD et col. (4) ont observé, sur un seul arbre, des poids individuels de 10 à 117 g, soit un rapport proche de 1/12.

Il est donc évident que le seul décompte de fruits laisse subsister une forte cause d'erreur possible, le poids qu'atteindra chaque fruit étant ignoré au moment du comptage précoce.

Cette cause d'erreur est intervenue en 1980 - année caractérisée par une production de fruits de très faible calibre -

* - J.C. PRALORAN (IRFA) - 6, rue du Général Clergerie - 75116 Paris
G. VULLIN (IRFA) - Station de Recherches agronomiques de Corse
San Giuliano - 20230 San Nicolao (Corse)
C. JACQUEMOND (INRA) - SRA San Giuliano 20230 San Nicolao
D. DEPIERRE (COPACOR) Moriani, 20230 San Nicolao.

pour laquelle le poids moyen d'un fruit (42,1 g) a été de plus de 30 p. 100 inférieur à celui, moyen (61,3 g), des années 1976 et 1979.

Ceci met en évidence le fait que l'estimation précoce des récoltes de clémentines à partir d'un comptage de fruits, doit être effectuée en faisant intervenir un facteur correctif permettant d'en modifier le résultat en fonction de la croissance attendue des jeunes fruits comptés.

On s'est efforcé, en utilisant des mesures de grossissement de clémentines effectuées en 1976, 1978, 1979 et 1980, dans divers vergers de Corse, de mettre en évidence quelques-unes des bases de calcul d'un tel coefficient de correction de l'estimation des récoltes par comptage d'échantillons.

Les résultats de cette recherche forment la matière de cette note.

NATURE DES MESURES DISPONIBLES (a)

Origine.

Elles ont été relevées dans quatre vergers :

- Carré C. 12 de la Station de Recherches agronomiques (INRA-IRFA) de San Giuliano.
Clone SRA 64, greffé sur citrange Troyer, planté en mars 1970 (pour les mesures de l'année 1976).
- Verger ZUCARELLI.
Clone non dénommé, greffé sur bigaradier ; verger planté en 1962, surgreffé en clémentinier en 1971 (pour les mesures de 1978).
- Verger S.C.A.P.
Clone non dénommé, greffé sur citrange Troyer ; verger planté en 1970 (pour les mesures de 1978).
- Verger SANTA MARIA.
Clone non dénommé, greffé sur bigaradier ; verger planté en 1970 (pour les mesures de 1979 et 1980).

Périodicité des mesures.

Elle est précisée dans le tableau 1.

Le fait que ces différentes séries de mesures n'entraient pas dans le cadre d'un protocole commun d'observations ayant pour objet l'étude générale de la croissance des fruits, de la nouaison à la récolte, explique la non-concordance des dates de mensuration et l'irrégularité des intervalles entre deux mesures d'un même fruit.

Nombre de fruits mesurés.

Il varie d'une année à l'autre, d'un verger à l'autre et dans

(a) il s'agit dans tous les cas, du diamètre équatorial des fruits, exprimé en mm.

le temps pour une même série, pour la raison déjà signalée ci-dessus d'absence de protocole commun, mais aussi parce que certains fruits mesurés ont disparu avant la date normale de récolte.

Le nombre de mesures utilisées pour chaque analyse particulière est indiqué dans l'exposé et la discussion des résultats.

METHODES D'ANALYSE DES MESURES

L'analyse des informations disponibles a tenté de mettre en évidence les points suivants :

Relation entre le diamètre des fruits à l'origine des mesures et à la récolte.

Cette relation a été recherchée pour chacune des quatre années sur l'ensemble des fruits mesurés.

L'étude a, ensuite, été étendue à l'ensemble des mesures, toutes années confondues (1976-1979 et 1980) pour la période du 11.08 au 18.11 (b).

Elle a été effectuée par la méthode de calcul de l'équation de régression et du coefficient de corrélation.

La signification des différences enregistrées entre les quatre valeurs de b_{yx} a également été recherchée.

Variation du rythme de croissance.

Elle a été étudiée sous les aspects suivants :

- selon les périodes d'une même année, chaque arbre étant considéré séparément ;
- selon les arbres d'un même verger, pour une même période et une même année (étude conduite pour 1976 et 1980 seulement, les mensurations de 1978 et 1979 ne portant que sur un seul arbre) ;
- selon les vergers, pour une même période d'une même année (étude conduite pour 1978, seule année pour laquelle les mesures ont été effectuées dans deux vergers ;
- selon le diamètre du fruit à l'origine des mensurations, pour une même période d'une même année :
 - . fruits de 27 et 33 mm de diamètre (SRA INRA-IRFA 1976)
 - . fruits de 30/32 et 40/44 mm de diamètre (SCAP 1978)
 - . fruits de 10/10,5 et 12/12,5 mm de diamètre (SANTA MARIA 1980) ;
- selon les années, pour une même période, chaque arbre représentant un cas.

(b) - l'année 1978 n'a pas été incluse dans les calculs en raison de la date trop tardive de début des mesures (25.09). Sa prise en considération aurait trop limité la portée des résultats.

TABLEAU 1 - Dates de relevé des mesures effectuées.

SRA (INRA-IRFA) San Giuliano 1976	Verger ZUCARELLI 1978	Verger SCAP 1978	Verger SANTA MARIA 1979	Verger SANTA MARIA 1980	
				A1 - R2	A2 - R2
				24.06	
				30.06 (6)	30.06
				07.07 (7)	07.07 (7)
				15.07 (8)	15.07 (8)
				21.07 (6)	21.07 (6)
				28.07 (7)	28.07 (7)
			01.08		
11.08				04.08 (7)	04.08 (7)
				11.08 (7)	11.08 (7)
16.08 (5)			13.08 (12)		
				18.08 (7)	18.08 (7)
23.08 (7)			21.08 (8)		
				25.08 (7)	25.08 (7)
30.08 (7)			27.08 (6)		
				01.09 (7)	01.09 (7)
07.09 (8)			03.09 (7)		
				08.09 (7)	08.09 (7)
13.09 (6)			10.09 (7)		
				15.09 (7)	15.09 (7)
20.09 (7)			17.09 (7)		
				22.09 (7)	22.09 (7)
			24.09 (7)		
27.09 (7)	25.09	25.09			
				29.09 (7)	29.09 (7)
			30.09 (6)		
04.10 (7)	02.10 (7)	02.10 (7)			
			08.10 (8)		
11.10 (7)	09.10 (7)	09.10 (7)			
			15.10 (7)	15.10 (16)	15.10 (16)
18.10 (7)	16.10 (7)	16.10 (7)			
					20.10 (5)
				23.10 (8)	
			24.10 (9)		
28.10 (10)				27.10 (4)	27.10 (7)
			29.10 (5)		
02.11 (5)	30.10 (7)	30.10 (7)			
			05.11 (7)	03.11. (7)	03.11 (7)
				10.11 (7)	10.11 (7)
			12.11 (7)		
15.11 (13)	13.11 (7)	13.11 (7)			
				17.11 (7)	17.11 (7)
18.11 (3)					
	20.11 (7)	20.11 (7)			
				24.11 (7)	24.11 (7)
	30.11 (10)				
				06.12 (12)	01.12 (7)
					17.12 (16)
			31.12 (49)		

N.B. - Les chiffres entre parenthèses précisent l'intervalle entre deux mesures.

Les périodes comparées ne concordent le plus souvent qu'à un, deux ou trois jours près, comme le montre la liste des comparaisons effectuées :

- . SRA INRA-IRFA (1976) période du 11 au 16.08
- SANTA MARIA (1980) période du 11 au 18.08
- . SRA INRA-IRFA (1976) période du 16 au 23.08
- SANTA MARIA (1980) période du 18 au 25.08
- . SANTA MARIA (1979) période du 17 au 24.09
- SANTA MARIA (1980) période du 15 au 22.09
- . SRA INRA-IRFA (1976) période du 11 au 18.10
- ZACARELLI (1978) période du 09 au 16.10
- SANTA MARIA (1979) période du 08 au 15.10
- SCAP (1978) période du 09 au 16.10
- . ZUCARELLI (1979) période du 16 au 23.10
- SCAP (1978) période du 16 au 23.10
- SANTA MARIA (1979) période du 15 au 24.10
- . ZUCARELLI (1978) période du 06 au 13.11
- SCAP (1978) période du 06 au 13.11
- SANTA MARIA (1979) période du 05 au 12.11

Dans tous les cas, l'analyse a porté sur le pourcentage moyen journalier d'accroissement du diamètre.

Cette transformation des mesures a été rendue nécessaire par le fait que la durée des périodes séparant deux mesures successives n'est pas constamment la même.

Les analyses ont été conduites selon la méthode de comparaison de k moyennes (critérium t et calcul de la plus petite différence significative PPDs). Les échantillons étaient composés d'un même nombre de cas pour chaque point étudié.

EXPOSE ET DISCUSSION DES RESULTATS

Relation entre le diamètre des fruits à l'origine des mesures et à la récolte.

Les résultats des régressions et corrélations calculées pour chaque année séparément sont regroupés dans le tableau 2 et présentés sur les figures 1, 2, 3 et 4.

Les régressions et corrélations sont toutes très hautement significatives (au seuil de $P = 0,001$).

Elles impliquent que, pour une année donnée, le diamètre du fruit à la cueillette est déterminé par celui qu'il avait entre 2 et 5 mois avant la récolte.

Il importait, en conséquence, de vérifier si les conditions particulières de milieu d'une année influençaient ou non la manifestation de cette relation.

La comparaison du coefficient de régression obtenu pour 1976 avec ceux des années suivantes a donc été effectuée. Elle a donné les résultats suivants :

- 1976 et 1978 $t = 0,86$ (pour $n = 146$ et $P = 0,05$, $t = 1,98$)
- 1976 et 1979 $t = 1,87$ (pour $n = 106$ et $P = 0,05$, $t = 1,99$)
- 1976 et 1980 $t = 1,88$ (pour $n = 117$ et $P = 0,05$, $t = 1,98$)

Aucune différence significative n'étant constatée, les régressions et corrélations ont été calculées pour l'ensemble des fruits mesurés en 1976, 1979 et 1980 et pour la période du 11-13.08 au 12-18.11 (plus longue période possible sur trois années).

Les calculs ont abouti aux résultats suivants :

$$b_{yx} = 1,3642$$

$$r = 0,95$$

$$t = 39,32 \text{ (pour } P = 0,001 \text{ et } n = 136, t \text{ des tables} = 3,37)$$

$$r \text{ des tables est inférieur à } 0,33 \text{ pour } P = 0,001 \text{ et } n = 136$$

$$X \text{ maximum} = 39,5 \quad Y \text{ maximum} = 68,47$$

$$x \text{ minimum} = 12,5 \quad y \text{ minimum} = 31,63$$

(figure 5).

Ceci vérifie et amplifie la constatation faite pour chaque année puisqu'il apparaît que la relation entre les diamètres à l'origine des mesures et à la récolte est largement indépendante des conditions de milieu, au moins à partir de la seconde décennie du mois d'août, plus probablement (1980) depuis la fin du mois de juin.

Cette conclusion est d'ailleurs en accord avec celle d'une étude similaire conduite au Maroc (5) : «A la fin de la phase de mèresse, le diamètre final du fruit existe potentiellement dans le jeune fruit. Les courbes de croissance seront comme des rails que le fruit suivra jusqu'à sa maturité. Les conditions externes, notamment climatiques, ne pourront retentir que par un ralentissement de la croissance (froid, sécheresse). Une fois la cause perturbatrice disparue, la croissance s'accélénera et la courbe, après un certain délai, rejoindra son 'rail' et se remettra à le suivre».

Une première modification de la méthode rapide d'estimation précoce des récoltes semble donc pouvoir être proposée :

- le comptage des fruits par échantillonnage, après la chute physiologique, serait corrélé avec un nombre de fruits et non plus un poids à récolter ;

- la mesure du diamètre équatorial d'un échantillon de jeunes fruits, effectuée en même temps que le comptage (dimension de l'échantillon à déterminer) permettrait de prévoir le diamètre moyen des fruits à la récolte et donc leur poids moyen.

Une seconde conséquence importante de la relation est de laisser espérer la formulation d'une méthode d'estimation précoce de la répartition des fruits dans les calibres commerciaux.

Il suffirait, en effet, de déterminer la composition et l'importance de l'échantillon de jeunes fruits à mesurer pour établir la courbe de répartition par diamètre de la population de fruits d'un ensemble homogène d'arbres. La relation mise en évidence permettrait de transposer les caractéristiques de cette courbe aux fruits récoltables.

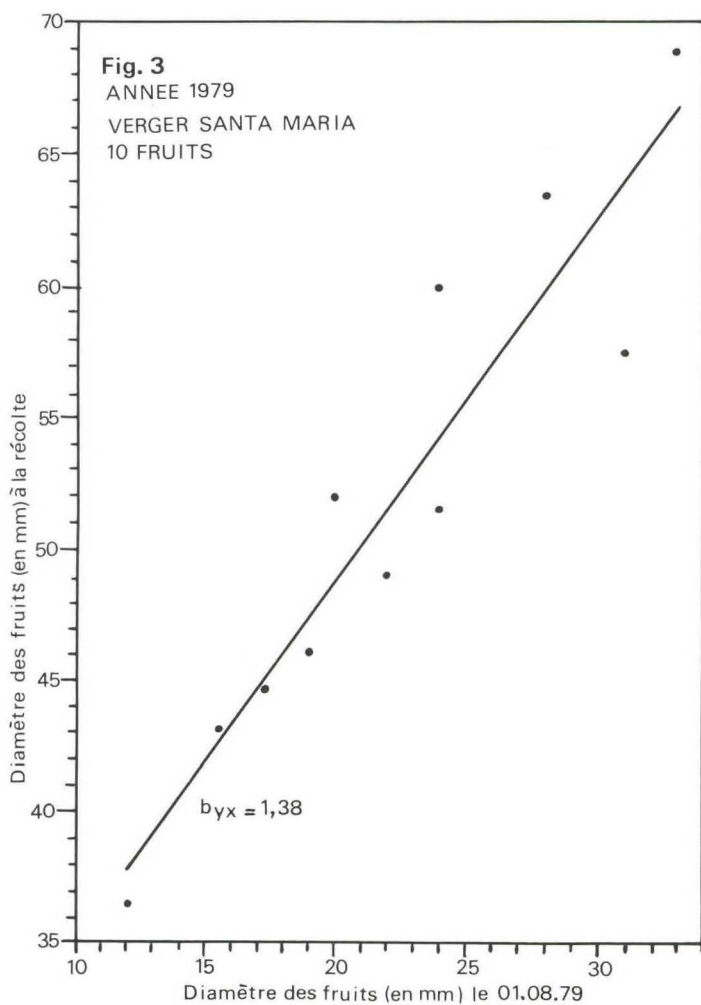
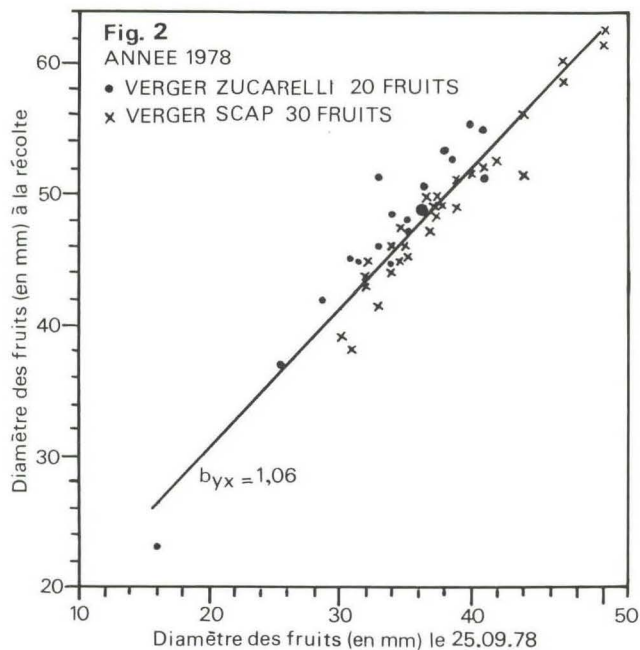
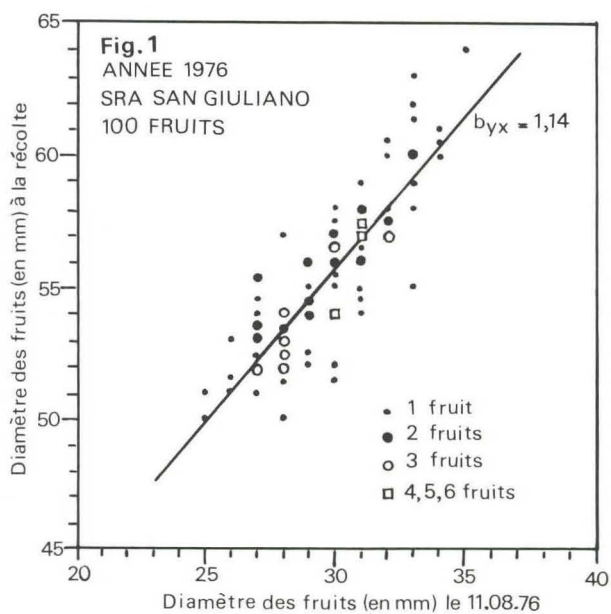
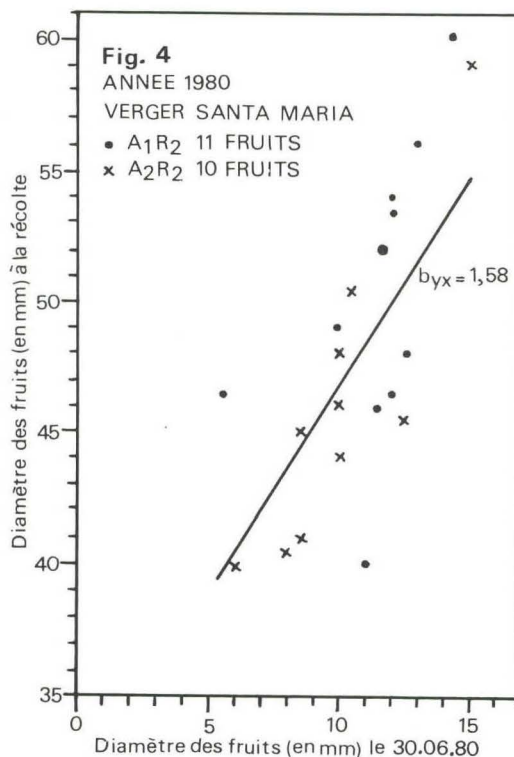
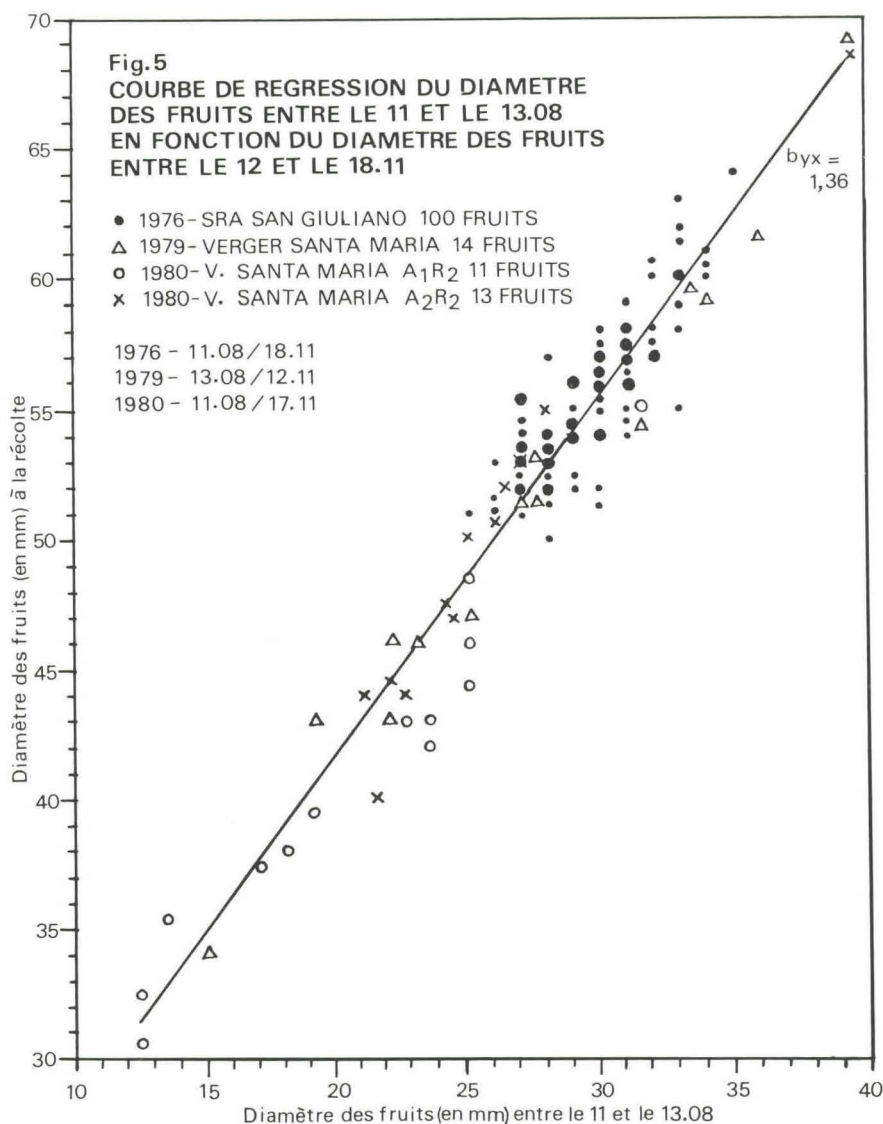


Fig. 1 à 4 • COURBES DE REGRESSION DU DIAMÈTRE DES FRUITS A LA RECOLTE EN FONCTION DU DIAMÈTRE DES FRUITS A L'ORIGINE DES MESURES.





Variation du rythme de croissance.

La relation «diamètre du jeune fruit/diamètre du fruit à la récolte» tendant à minimiser l'influence des conditions de milieu sur la croissance des fruits après nouaison, il convenait de vérifier cette conclusion.

Les variations du rythme de croissance ont donc été étudiées en fonction de toutes les causes possibles que les informations disponibles permettaient d'envisager.

Variation du rythme selon les périodes de l'année.

Les résultats de l'analyse opérée arbre par arbre sont consignés dans le tableau 3.

La première constatation que permet l'observation de ce tableau a trait à la grande variabilité des résultats manifestée

par la valeur élevée des PPDS (forte variance de l'erreur expérimentale). Une importante dispersion des valeurs autour de chaque moyenne a effectivement été observée dans tous les cas.

Malgré cette insuffisance de précision, il apparaît que, dans l'ensemble, la diminution des pourcentages moyens journaliers d'accroissement se produit bien chronologiquement (courbe en S de croissance des fruits) :

- fin juin-début juillet : pourcentage > 2,0 p. 100 ; partie supérieure du segment à forte pente de la courbe de croissance, même pour une année à floraison tardive comme 1980 ;

- août : pourcentage compris entre 0,8 et 1,5 p. 100 ; changement net de la pente de la courbe qui s'accroît ensuite ;

TABLEAU 2 - Relation entre le diamètre des fruits à l'origine des mesures et à la récolte.

origine	année	Nbre de couples	byx	t			signifi- cation	r			signifi- cation	x max.	y max.	x min.	y min.
				calculé	t =	des tables pour P =		calculé	r =	des tables pour P =					
SRA (INRA-IRFA) San Giuliano (1)	1976	100	1,1430	15,32	3,4	0,001	S	0,84	0,32	0,001	S	35	61,47	25	50,04
ZUCARELLI et SCAP (2)	1978	50	1,0618	20,70	3,5	0,001	S	0,94	0,36	0,001	S	50	62,62	16	26,52
SANTA MARIA (3)	1979	10	1,3837	7,05	5,04	0,001	S	0,92	0,87	0,001	S	33	66,84	12	37,78
SANTA MARIA (4)	1980	21	1,5863	4,07	3,88	0,001	S	0,68	0,66	0,001	S	15	54,82	5,5	39,75

(1) - période du 11.08 au 18.11.1976, sur 20 fruits par arbre et sur 5 arbres.

(2) période du 25.09 au 30.11 (ZUCARELLI) et 20.11 (SCAP) 1978, sur 20 fruits par arbre (ZUCARELLI) et 30 fruits par arbre (SCAP), un arbre par verger.

(3) - période du 01.08 au 31.12.1979, sur 10 fruits par arbre et sur 2 arbres.

(4) - période du 30.06 au 06.12 (A1 R2) et 17.12 (A2 R2) 1980, sur 11 fruits (A1 R2) et 10 fruits (A2 R2) par arbre

- septembre : 0,5 à 1,0 p. 100 ;

- octobre : 0,35 à 0,8 p. 100 ;

- novembre : 0,2 à 0,7 p. 100 ;

- décembre : 0,1 à 0,2 p. 100 ; la courbe tend vers l'horizontalité ; en novembre et décembre de nombreux fruits ont d'ailleurs une croissance nulle (figure 6).

L'examen du tableau fait bien apparaître, en effet, des seuils de signification entre juin/juillet et août (1980), août et septembre (1976 et 1979), septembre et novembre/décembre (1976, 1978, 1979 et 1980), tandis que les périodes d'octobre se caractérisent en général par des pourcentages non significativement différents de ceux de septembre ou de novembre.

De notables exceptions à ce schéma se relèvent et elles sont difficilement explicables par les seuls effets du milieu extérieur puisque, pour les arbres d'un même verger et pour une même année, une même période ne se classe pas de la même manière pour tous les arbres (1976 et 1980 notamment).

D'autre part, dans certains cas, les pourcentages moyens journaliers d'accroissement varient, pour une même période, assez sensiblement d'un arbre à l'autre (1976 et 1980).

Variation du rythme selon les arbres.

Compte tenu de ce qui précède, l'analyse de la variation selon les arbres a été entreprise dans les deux cas où cela était possible :

- année 1976, SRA (INRA-IRFA) San Giuliano, 4 arbres et 20 fruits par arbre ;

- année 1980, Verger SANTA MARIA, 2 arbres et 10 fruits par arbres.

Les résultats en sont consignés dans le tableau 4 dans

lequel chaque arbre est désigné par une lettre : A, B, C ou D.

Les différences de pourcentage moyen journalier d'accroissement constatées entre les arbres d'un même verger, pour une même période, sont peu nettes ; elles sont rarement significatives et de même sens :

En 1976, les arbres se classent en n'importe quelle position selon la période considérée et forment des groupes différant significativement entre eux mais non toujours de même composition.

En 1980, sauf deux exceptions (15-21.07 et 23-27.10) aucune différence significative n'apparaît.

Compte tenu de la valeur élevée des plus petites différences significatives qui indiquent une forte variation du pourcentage moyen journalier d'accroissement d'un fruit à l'autre pour un même arbre, il est impossible de tirer de ces résultats une conclusion nette quant à une éventuelle modification du rythme de croissance liée à la nature propre de l'arbre.

Cependant, il faut noter que les arbres D de la SRA (INRA-IRFA) de San Giuliano et B du Verger SANTA MARIA semblent manifester un rythme de croissance supérieur à celui du ou des arbres auxquels ils sont comparés.

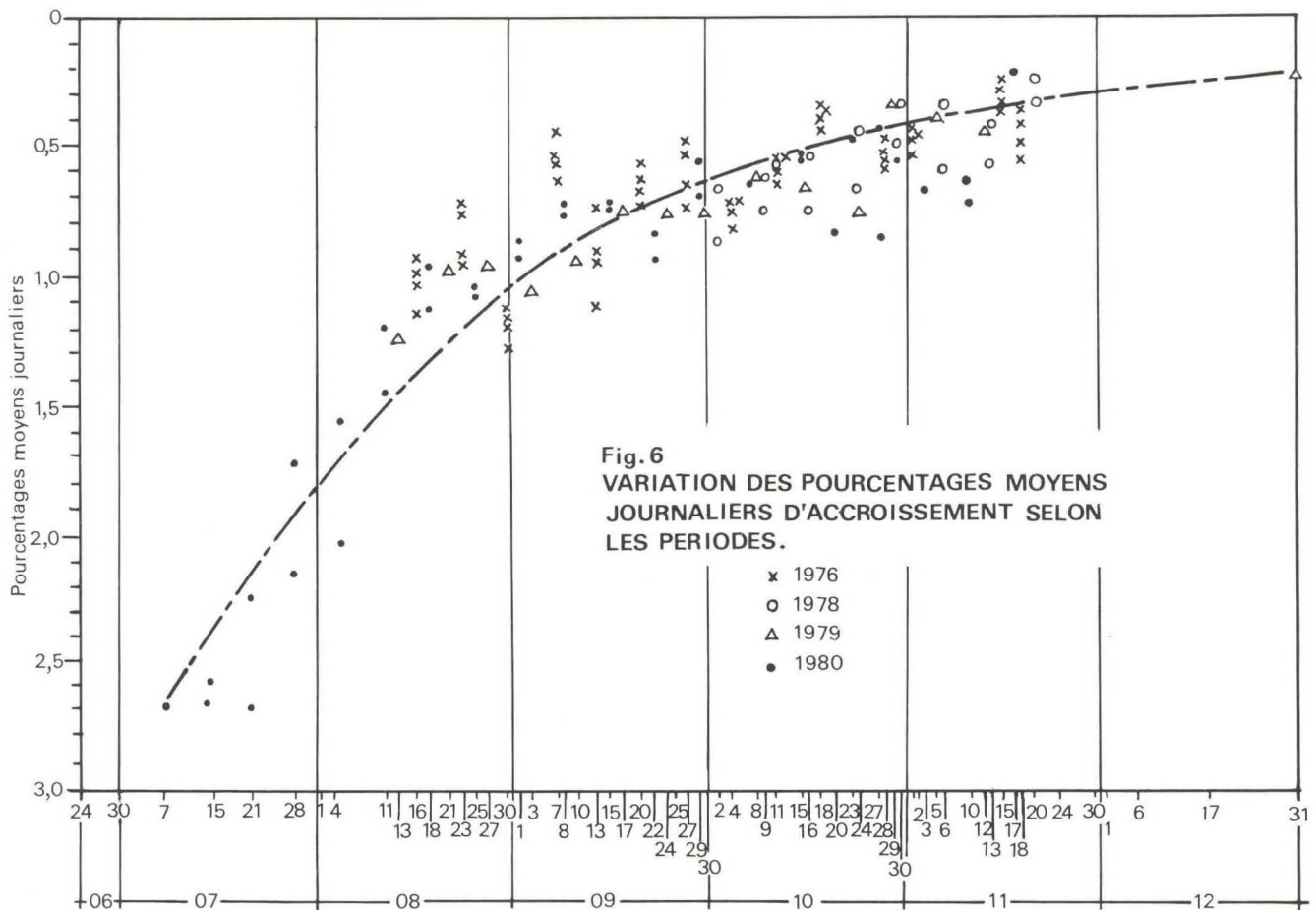
Si cette tendance est réelle, les fruits de ces deux arbres devraient, à la récolte, avoir un diamètre moyen supérieur à celui des fruits du ou des autres arbres.

Or, l'analyse de ces diamètres conduit à conclure qu'il n'en est rien, comme le montrent les résultats suivants :

- SRA (INRA-IRFA) San Giuliano		
. arbre A	55,13 mm	} NSD PPDS = ± 1,91
. arbre B	56,03 mm	
. arbre C	56,40 mm	
. arbre D	55,15 mm	

TABLEAU 3 - Variation du rythme de croissance selon les périodes de l'année.

1er arbre			2e arbre			3e arbre			4e arbre		
période	% accrois. journal.	signif. des différ.	période	% accrois. journal.	signif. des différ.	période	% accrois. journal.	signif. des différ.	période	% accrois. journal.	signif. des différ.
SRA (INRA-IRFA) San Giuliano 1976	23.08/30.08	1,12	SRA (INRA-IRFA) San Giuliano 1976	23.08/30.08	1,19	SRA (INRA-IRFA) San Giuliano 1976	23.08/30.08	1,15	SRA (INRA-IRFA) San Giuliano 1976	23.08/30.08	1,29
	11.08/16.08	1,03		11.08/16.08	1,00		16.08/23.08	0,93		11.08/16.08	1,14
	16.08/23.08	0,77		07.09/13.09	0,94		11.08/16.08	0,92		07.09/13.09	1,11
	07.09/13.09	0,75		16.08/23.08	0,91		07.09/13.09	0,92		27.09/04.10	0,82
	13.09/20.09	0,73		20.09/27.09	0,75		27.09/04.10	0,72		16.08/23.08	0,73
	27.09/04.10	0,71		27.09/04.10	0,75		13.09/20.09	0,69		04.10/11.10	0,66
	20.09/27.09	0,66		13.09/20.09	0,59		18.10/28.10	0,60		13.09/20.09	0,63
	30.08/07.09	0,63		04.10/11.10	0,57		04.10/11/10	0,58		15.11/18/11	0,58
	04.10/11.10	0,60		18.10/28.10	0,53		30.08/07.09	0,57		18.10/28.10	0,56
	28.10/02.11	0,54		30.08/07.09	0,52		20.09/27.09	0,50		20.09/27.09	0,51
	18.10/28.10	0,49		15.11/18/11	0,50		28.10/02.11	0,48		28.10/02.11	0,48
	15.11/18.11	0,38		28.10/02.11	0,44		15.11/18/11	0,42		30.08/07.09	0,45
	11.10/18.10	0,36		11.10/18.10	0,40		02.11/15.11	0,39		11.10/18.10	0,42
	02.11/15.11	0,30		02.11/15.11	0,29		11.10/18.10	0,36		02.11/15.11	0,38
PPDS = ± 0,14			PPDS = ± 0,11			PPDS = ± 0,11			PPDS = ± 0,13		
ZUCARELLI			SCAP			SRA (INRA-IRFA) San Giuliano 1976 : 20 fruits par arbre verger ZUCARELLI 1978 : 18 fruits par arbre verger SCAP 1978 : 30 fruits par arbre SANTA MARIA 1979 : 10 fruits par arbre SANTA MARIA 1980 : 11 fruits (A1 R2) et 10 fruits (A2 R2) par arbre] N S D					
ZUCARELLI-SCAP 1978	25.09/02.10	0,89	ZUCARELLI-SCAP 1978	25.09/02.10	0,69						
	02.10/09.10	0,76		02.10/09.10	0,62						
	09.10/16.10	0,75		09.10/16.10	0,54						
	16.10/23.10	0,68		16.10/23.10	0,46						
	30.10/06.11	0,60		06.11/13.11	0,41						
	06.11/13.11	0,59		30.10/06.11	0,36						
	23.10/30.10	0,50		23.10/30.10	0,34						
	20.11/30.11	0,31		13.11/20.11	0,33						
	13.11/20.11	0,26									
	PPDS = ± 0,16			PPDS = ± 0,13							
SANTA MARIA 1979			SANTA MARIA 1980 (A1 R2)			SANTA MARIA 1980 (A2 R2)					
SANTA MARIA 1979 et 1980	01.08/13.08	1,26	SANTA MARIA 1979 et 1980	30.06/07.07	2,68	SANTA MARIA 1979 et 1980	15.07/21.07	2,69			
	27.08/03.09	1,08		07.07/15.07	2,65		30.06/07.07	2,65			
	13.08/21.08	0,99		24.06/30.06	2,59		07.07/15.07	2,57			
	21.08/27.08	0,97		15.07/21.07	2,24		21.07/28.07	2,16			
	03.09/10.09	0,94		21.07/28.07	1,71		28.07/04.08	2,03			
	17.09/24.09	0,78		28.07/04.08	1,57		04.08/11.08	1,20			
	24.09/30.09	0,78		04.08/11.08	1,46		18.08/25.08	1,09			
	15.10/24.10	0,78		11.08/18.08	1,12		11.08/18.08	0,97			
	10.09/17.09	0,76		18.08/25.08	1,05		25.08/01.09	0,88			
	08.10/15.10	0,67		25.08/01.09	0,93		15.09/22.09	0,84			
	30.09/08.10	0,62		15.09/22.09	0,93		15.10/20.10	0,83			
	05.11/12.11	0,45		23.10/27.10	0,86		01.09/08.09	0,77			
	29.10/05.11	0,40		08.09/15.09	0,75		08.09/15.09	0,72			
	24.10/29.10	0,35		01.09/08.09	0,71		27.10/03.11	0,69			
	12.11/31.12	0,24		03.11/10.11	0,71		03.11/10.11	0,65			
PPDS = ± 0,21			PPDS = ± 0,42			PPDS = ± 0,42					



- Verger SANTA MARIA

. arbre A 49,70 mm } NSD
 . arbre B 45,95 mm } PPDS = ± 4,91

Dans les deux cas, tous les arbres comparés pour ce facteur ont produit des fruits de diamètre moyen non significativement différent, ce qui conduit à conclure que les variations des pourcentages moyens journaliers d'accroissement, quand ils sont significativement différents, sont, dans l'état actuel des investigations, impossibles à attribuer au facteur «nature de l'arbre».

Variation du rythme selon les vergers.

Les seules informations disponibles pour étudier cet éventuel facteur de variation (le milieu) sont les mensurations effectuées dans les vergers ZUCARELLI et SCAP en 1978 (du 25.09 au 13.11). Elles présentent l'inconvénient de n'intéresser que la période tardive de grossissement des fruits.

L'analyse de ces informations a fourni les résultats consignés dans le tableau 5.

Pour quatre périodes sur les sept étudiées, le pourcentage moyen journalier d'accroissement a donc été significativement supérieur dans le verger ZUCARELLI et il faut remarquer que, dans tous les autres cas, ce verger se caractérise par des pourcentages d'accroissement supérieurs en valeur absolue.

Ces résultats semblent impliquer une influence de l'origine des arbres et/ou du milieu sur le grossissement des fruits.

Pour vérifier la réalité de cette influence de l'origine des arbres ou du milieu de culture, les diamètres des fruits à l'origine des mesures et à la récolte ont été comparés afin de déterminer si :

- les fruits mesurés dans chacun des vergers constituaient, à l'origine, des échantillons comparables ;

- les plus forts pourcentages d'accroissement constatés pour le verger ZUCARELLI se traduisaient, à la récolte, par l'obtention de fruits plus gros.

Les résultats de cette comparaison figurent dans le tableau 6.

L'examen de ce tableau montre qu'à l'origine les fruits

TABLEAU 4 - Pourcentage moyen journalier d'accroissement par arbre selon la période.

1976 - SRA (INRA-IRFA) San Giuliano					1980 - verger SANTA MARIA				
période	arbres				PPDS	période	arbres		PPDS
11.08/16.08	D 1,14	A 1,02	B 1,00	C 0,92	±0,21	30.06/07.07	A 2,56	B 2,76	±0,65
16.08/23.08	C 0,93	B 0,91	A 0,77	D 0,73	±0,13	07.07/15.07	A 2,47	B 2,74	±0,63
23.08/30.08	D 1,29	B 1,19	C 1,15	A 1,12	±0,13	15.07/21.07	A 2,11	B 2,69	±0,47
30.08/07.09	A 0,63	C 0,57	B 0,52	D 0,45	±0,11	21.07/28.07	A 1,57	B 2,16	±0,67
07.09/13.09	D 1,11	B 0,97	C 0,92	A 0,77	±0,14	28.07/04.08	A 1,32	B 2,03	±0,82
13.09/20.09	A 0,73	C 0,69	D 0,63	B 0,59	±0,16	04.08/11.08	B 1,20	A 1,37	±0,33
20.09/27.09	B 0,75	A 0,64	D 0,51	C 0,50	±0,10	11.08/18.08	B 0,97	A 1,10	±0,28
27.09/04.10	D 0,82	B 0,75	C 0,72	A 0,70	±0,10	18.08/25.08	A 1,04	B 1,09	±0,33
04.10/11.10	D 0,66	A 0,59	B 0,57	C 0,56	±0,08	25.08/01.09	B 0,88	A 0,91	±0,21
11.10/18.10	D 0,41	B 0,40	A 0,36	C 0,36	±0,08	01.09/08.09	A 0,73	B 0,77	±0,20
18.10/28.10	C 0,60	D 0,56	B 0,53	A 0,49	±0,06	08.09/15.09	A 0,65	B 0,72	±0,22
28.10/02.11	A 0,53	C 0,48	D 0,47	B 0,44	±0,11	15.09/22.09	B 0,84	A 0,98	±0,19
02.11/15.11	C 0,38	D 0,38	A 0,30	B 0,29	±0,05	22.09/29.09	B 0,57	A 0,69	±0,17
15.11/18.11	D 0,52	B 0,50	C 0,42	A 0,38	±0,16	29.09/15.10	A 0,56	B 0,56	±0,07
						15.10/23.10	A 0,52	B 0,83	±0,32
						23.10/27.10	B 0,42	A 0,79	±0,29
						27.10/03.11	A 0,58	B 0,69	±0,21
						03.11/10.11	B 0,73	A 0,77	±0,21
						10.11/17.11	B 0,21	A 0,28	±0,24

— N S D

TABLEAU 5 - Pourcentage moyen journalier d'accroissement dans deux vergers (10 fruits par arbre).

période	verger ZUCARELLI	verger SCAP	PPDS	signification des différences
25.09/02.10	0,82	0,65	± 0,18	NSD
02.10/09.10	0,73	0,62	± 0,15	NSD
09.10/16.10	0,75	0,56	± 0,17	SD
16.10/23.10	0,69	0,51	± 0,12	SD
23.10/30.10	0,50	0,29	± 0,13	SD
30.10/06.11	0,60	0,39	± 0,17	SD
06.11/13.11	0,59	0,49	± 0,16	NSD

TABLEAU 6 - Comparaison de la grosseur moyenne des fruits à l'origine des mesures et à la récolte dans les vergers ZUCARELLI et SCAP.

diamètre à l'origine des mesures (mm)			diamètre à la récolte (mm)		
ZUCARELLI	SCAP	PPDS	ZUCARELLI	SCAP	PPDS
32,22	38,28	± 4,06	45,22	49,11	± 4,68

TABLEAU 7 - Pourcentage moyen journalier d'accroissement selon la grosseur des fruits à l'origine des mesures (diamètre en mm).

SRA (INRA-IRFA) San Giuliano - 1976				SCAP - 1978				SANTA MARIA - 1980			
période	∅ 27	∅ 33	PPDS ±	période	∅ 30/32	∅ 40/44	PPDS ±	période	∅ 10/10,5	∅ 12/12,5	PPDS ±
11.08/16.08	1,27	0,95	0,40	25.09/02.10	0,69	0,64	0,27	30.06/07.07	2,97	2,57	0,93
16.08/23.08	0,93	0,77	0,20	02.10/09.10	0,70	0,61	0,33	07.07/15.07	3,08	2,35	0,79
23.08/30.08	1,27	1,18	0,20	09.10/16.10	0,72	0,47	0,26	15.07/21.07	2,75	2,24	0,72
30.08/07.09	0,59	0,50	0,28	16.10/23.10	0,60	0,42	0,18	21.07/28.07	2,10	1,32	0,48
07.09/13.09	1,03	0,93	0,33	23.10/30.10	0,27	0,29	0,25	28.07/04.08	1,35	1,35	0,50
13.09/20.09	0,66	0,66	0,15	30.10/06.11	0,34	0,38	0,41	04.08/11.08	1,29	1,18	0,52
20.09/27.09	0,58	0,54	0,21	06.11/13.11	0,37	0,36	0,30	11.08/18.08	0,94	0,97	0,42
27.09/04.10	0,91	0,61	0,21	13.11/20.11	0,24	0,17	0,47	18.08/25.08	0,88	0,95	0,39
04.10/11.10	0,61	0,67	0,16					25.08/01.09	0,84	0,80	0,37
11.10/18.10	0,41	0,40	0,17					01.09/08.09	0,85	0,65	0,29
18.10/28.10	0,59	0,52	0,11					08.09/15.09	0,60	0,82	0,28
28.10/02.11	0,53	0,41	0,20					15.09/22.09	0,81	0,89	0,35
02.11/15.11	0,35	0,31	0,12					22.09/29.09	0,60	0,61	0,33
15.11/18.11	0,46	0,53	0,30					29.09/15.10	0,55	0,56	0,09
								15.10/23.10	0,65	0,76	0,55
								23.10/27.10	0,43	0,66	0,37
								27.10/03.11	0,65	0,53	0,23
								03.11/10.11	0,80	0,70	0,41
								10.11/17.11	0,19	0,27	0,30
								17.11/24.11	0,54	0,33	0,33
								24.11/06.12	0,03	0,03	0,10
sur 7 fruits de chaque diamètre				sur 5 fruits de chaque diamètre				sur 5 fruits de chaque diamètre			

mesurés sur l'arbre du verger ZUCARELLI étaient significativement plus petits que ceux de l'arbre du verger SCAP.

En revanche, à la récolte, cette infériorité n'est plus significative. Elle est cependant proche du seuil de signification.

Il semblerait donc qu'un certain «rattrapage» existe, ce qui conduirait, s'il se confirmait, à nuancer les conclusions de l'étude de la corrélation «diamètre des fruits à l'origine des mesures et à la récolte».

Variation du rythme de croissance selon la grosseur des fruits à l'origine des mesures.

Les constatations exposées au paragraphe précédent ont conduit - compte tenu de leur manque de précision - à

vérifier si le pourcentage moyen journalier d'accroissement différait réellement pour des fruits petits ou gros à l'origine des mesures.

Les informations utilisables étaient plus nombreuses que pour l'analyse précédente et couvraient, d'autre part, une durée plus longue de croissance des fruits. Elles concernaient enfin, plusieurs années.

Les résultats obtenus figurent dans le tableau 7.

Sauf dans deux cas, périodes du 27.09 au 04.10 en 1976 et du 21 au 28.07 en 1980, aucune différence significative ne se manifeste entre petits et gros fruits.

Les différences constatées semblent plutôt en relation avec la grande variation du pourcentage de grossissement d'un fruit à l'autre sur un même arbre, variation mise en

TABLEAU 8 - Variation du rythme de croissance selon les années.

période	année - verger - arbre						
	SANTA MARIA (SM) - SRA (INRA-IRFA) San Giuliano - ZUCARELLI (Z) - SCAP						
11.08/18.08.80 11.08/16.08/76	SM 1980 1,10	SRA 1976 1,06	SRA 1976 1,02	SRA 1976 0,98	SM 1980 0,97	SRA 1976 0,93	
PPDS ± 0,28	NSD						
18.08/25.08/80 16.08/23.08.76	SM 1980 1,09	SM 1980 1,04	SRA 1976 0,91	SRA 1976 0,90	SRA 1976 0,83	SRA 1976 0,78	
PPDS ± 0,21	NSD			NSD			
17.09/24.09.79 15.09/22.09/80	SM 1980 0,98	SM 1980 0,84	SM 1979 0,78				
PPDS ± 0,16	NSD		NSD				
11.10/18.10.76 09.10/16.10.78 29.09/15.10.79	Z 1978 0,75	SM 1979 0,67	SCAP 1978 0,44	SRA 1976 0,43	SRA 1976 0,42	SRA 1976 0,32	SRA 1976 0,30
PPDS ± 0,15	NSD		NSD				
15.10/23.10.78 17.10/24.10.79	SM 1979 0,78	Z 1978 0,68	SCAP 1978 0,53				
PPDS ± 0,17	NSD		NSD				
06.11/13.11.78 05.11/12.11.79	Z 1978 0,57	SCAP 1978 0,51	SM 1979 0,45				
PPDS ± 0,18	NSD						

évidence par l'importance relative des PPDS.

Il peut donc être admis que, contrairement à ce que tendait à montrer l'analyse précédente, le rythme de croissance est le même, dans un verger homogène, pour tous les fruits.

Le «rattrapage» qui apparaissait serait donc, en réalité, l'expression d'une différence d'origine des arbres et/ou des conditions de milieu des vergers, ces deux facteurs agissant, ensemble ou séparément. Encore faut-il souligner que leur action semble de faible importance.

Variation du rythme selon les années.

Le tableau 8 regroupe les résultats de l'analyse effectuée pour les différentes périodes comparées.

Ils montrent que, pour les années et les périodes considérées, aucune variation du rythme de croissance ne peut être attribuée avec certitude au facteur «année».

Les différences significatives enregistrées ne le sont jamais en effet entre tous les arbres pour une même année d'une part, et tous les arbres pour une autre année d'autre part.

Ceci n'implique pas absolument que des différences dues aux conditions de milieu de l'année n'existent pas et ne pourraient être mises en évidence, mais simplement que les variations d'un fruit à un autre sur un même arbre (importance des PPDS), celles entre vergers d'origine et de situation différentes, sont, séparément ou conjointement, suffisamment importantes pour masquer un éventuel effet des conditions de milieu de l'année, lesquelles, en tout état de cause, doivent être peu importantes.

CONCLUSIONS

Bien que les séries de mesures disponibles utilisées pour cette étude aient présenté l'inconvénient d'être peu homogène (période, rythme et date des mesures, nombre de fruits

différents) et qu'elles n'aient compris, dans certains cas, qu'un faible nombre de données, leur analyse a permis de mettre en évidence le fait que la grosseur d'une clémentine à la récolte était moins influencée par les conditions du milieu extérieur à partir du mois de juin qu'elle n'était déterminée par la grosseur du fruit à un stade précoce de son évolution (dès le 30.06 en 1980).

En effet, la relation «diamètre du jeune fruit/diamètre du fruit mûr» prend la forme d'une équation de régression rectilinéaire, le coefficient de corrélation étant très élevé et ce, bien que le rythme réel de croissance du fruit suive bien une courbe en S classique.

Parmi les facteurs capables de modifier cette relation, ceux étudiés (période de croissance, nature propre de l'arbre, origine et situation des vergers, diamètre du fruit à l'origine des mesures, conditions de milieu caractérisant l'année) ne paraissent avoir, dans les limites de l'étude, aucune influence déterminante :

- du 24.06 au 31.12, toutes années confondues, l'accroissement des fruits suit une section de la courbe classique en S ; la diminution chronologique des pourcentages moyens journaliers d'accroissement est assez peu perturbée par les variations attribuables aux effets du milieu d'une période à l'autre. La répartition des points sur la figure 6 suggère en effet plutôt des variations dues au hasard que résultant de l'action identifiable d'un facteur quelconque.

- la réaction de l'arbre à son environnement ou l'expression

de ses caractères propres, ne ressort pas plus nettement de l'étude, aussi bien en 1976 qu'en 1980.

- L'effet du milieu permanent (le verger) ne semble se manifester qu'avec une faible intensité. Peut-être ne s'agit-il, en fait, que de la conséquence d'une taille trop exigüe des échantillons comparés.

En effet, l'analyse des pourcentages moyens journaliers d'accroissement, en fonction de la taille du fruit à l'origine des mesures (30.06, 11.08 et 25.09) qui vérifie l'identité des rythmes de croissance des petits et des gros fruits, tend à faire douter d'un effet «verger» important.

- Enfin, pour une même période, le rythme de croissance ne paraît pas varier en fonction de l'année puisque les différences significatives enregistrées ne permettent jamais, dans les six cas étudiés, de distinguer absolument une année d'une autre.

Compte tenu des constatations rappelées ci-dessus, il est très probable que la taille du fruit à la récolte est largement déterminée à un stade très précoce du phénomène de fructification et qu'une large part des facteurs agissant sur la grosseur du fruit sont à rechercher au niveau du processus d'initiation florale et de formation des organes constitutifs du fruit (ovaire, sacs à jus, etc.).

Dans un domaine plus immédiatement pratique, les résultats exposés dans cette note laissent espérer une amélioration rapide de la méthode d'estimation précoce des récoltes et de leur composition par calibre.

BIBLIOGRAPHIE

1. VULLIN (G.) et PRALORAN (J.C.).
Recherche d'une méthode simple d'estimation précoce des récoltes de clémentines.
Document interne IRFA (R.A. 77 - C. 303 01 - Doc. n° 19).
2. VULLIN (G.) et PRALORAN (J.C.).
Estimation précoce des récoltes de clémentines (campagne 1979-1980).
Document interne IRFA (R.A. 80 - Doc. n° AG-107).
3. PRALORAN (J.C.).
Prévision des récoltes d'agrumes.
Etude non publiée. Service de l'Horticulture du Maroc, 1955.
4. GAILLARD (J.P.) et col.
Contribution à l'étude de l'échantillonnage des agrumes.
I.- Monographie de la récolte d'un clémentinier.
Fruits, vol. 31, n°1, p. 31-59, 1976.
5. de WAILLY (A.).
La prévision du calibre à la cueillette de la Maroc late à partir de mesures antérieures du diamètre des fruits.
Etude non publiée. SASMA, Maroc, 1979.

