

# Contribution à l'étude de l'échantillonnage des agrumes.

## I-Monographie de la récolte d'un clémentinier.

J.-P. GAILLARD, J. CASSIN, N. ARIAS et H. CICCOLI\*

### CONTRIBUTION A L'ETUDE DE L'ECHANTILLONNAGE DES AGRUMES

I.- Monographie de la récolte d'un clémentinier

J.P. GAILLARD, J. CASSIN, N. ARIAS et H. CICCOLI

*Fruits*, Jan. 1976, vol. 31, n°1, p. 31-59.

**RÉSUMÉ** - Afin de proposer une technique d'échantillonnage du clémentinier en Corse, il était nécessaire de procéder à un examen détaillé des paramètres pouvant influencer la variabilité des caractéristiques d'une récolte et, par là-même, d'un échantillon pris au hasard.

Au cours de cette première étude portant sur un seul arbre, on a montré les liaisons pouvant exister entre la qualité, le poids des fruits

et leur situation géographique sur l'arbre (orientation, hauteur, distance à l'axe central). L'exploitation des tableaux de contingence, réalisés à partir des mesures individuelles sur tous les fruits, a permis de mettre en évidence une strate homogène caractérisée par un couple : hauteur x épaisseur de frondaison (120 à 180 cm x 80 cm) exprimant au mieux la récolte moyenne en tous ses éléments.

Ce travail a montré également que certaines variables qualitatives, comme la couleur ou l'aspect de l'épiderme, devaient être exprimées avec beaucoup de rigueur car leur dispersion risque d'être plus liée à l'observateur qu'à la variable elle-même.

Ce premier article n'est qu'une introduction à une étude plus globale du problème posé ; une analyse multidimensionnelle et une proposition plus concrète sur une technique d'échantillonnage compléteront cette publication dans les numéros à paraître de cette revue.

### GÉNÉRALITÉS

Les prévisions et évaluations de récolte d'arbres fruitiers à un moment donné de leur cycle (nouaison à maturation) font généralement appel à des techniques d'échantillonnage.

L'échantillonnage a pour but de donner, à partir d'un nombre restreint d'individus, une image aussi proche que possible d'une population parente *in situ* ou d'un état futur de cette population.

Les informations, apportées par un échantillonnage, doivent être représentatives de l'ensemble des caractères qu'on s'est proposé d'évaluer avec un risque d'erreur acceptable pour que la différence entre l'évaluation et la

réalité ne remette pas en cause la technique de l'échantillonnage et les décisions qui en découlent.

Les grands pays producteurs d'agrumes, comme les États-Unis, Israël, Maroc, utilisent déjà certaines méthodes de prévision de récolte qu'ils s'efforcent de perfectionner.

A l'estimation visuelle rapportée aux récoltes antérieures, mais faisant appel à une très grande expérience, ont succédé des méthodes de comptage plus précises.

a) **Le «Frame count».** Cette méthode consiste à compter les fruits à l'intérieur d'un tunnel imaginaire situé à 1,50 m de haut, allant de l'extérieur vers l'intérieur de l'arbre, et dont la section représente une surface de 11'' par 15'' (28 par 41 cm). On procède à quatre ou huit mesures réparties autour de la frondaison. Le nombre d'arbres sur lesquels sont effectués ces comptages varie en fonction des régions et de l'homogénéité des vergers.

b) **Le «Limb count».** A partir de nombreuses analyses de variances portant sur l'ensemble des arbres, on a déterminé

\* - J.P. GAILLARD, Institut de Recherches sur les fruits et agrumes (IRFA), 6 rue du Général Clergerie 75116 PARIS  
J. CASSIN et H. CICCOLI, Station de Recherches agronomiques de Corse, San Giuliano, 20230 San Nicolao.  
N. ARIAS, Station expérimentale agrumicole de Jaguaye Grande, Cuba.

par verger type, deux groupes de quatre arbres. Sur chaque arbre, on sélectionne une branche dont la section représente 10 p. cent du total des branches de niveau équivalent et, sur cette branche, on compte tous les fruits.

Ces deux méthodes ne sont pas sans présenter quelques inconvénients conduisant à des erreurs incompatibles avec la marge de sécurité retenue, en particulier le «Frame count» conduit souvent à des sous-estimations, et le «Limb count» utilisé en Floride a montré que la branche choisie pour les comptages n'était pas toujours bien représentative selon son orientation.

Ces techniques d'échantillonnage aboutissent essentiellement à des estimations de récolte en poids faisant abstraction des notions de qualité.

Avant d'opter pour l'une ou l'autre méthode d'échantillonnage du clémentinier en Corse, on s'est proposé, dans une première étude, de contrôler quelques-uns des paramètres ayant servi de support à ces techniques et par là même d'aller plus à fond dans la connaissance de la récolte totale d'un arbre.

## OBJECTIFS

Sur un clémentinier pris au hasard parmi les arbres de la station de recherches agronomiques (INRA-IRFA) de San Giuliano, on a étudié avec précision la géographie de la récolte. Tous les fruits ont été repérés individuellement au moyen de paramètres quantitatifs et qualitatifs associés à quelques caractères pomologiques.

De l'ensemble des données descriptives de la récolte de l'arbre, on s'est efforcé de dégager les facteurs permettant de constituer au mieux un échantillon représentatif de cette récolte.

En fait, pour une espèce donnée (le clémentinier), le problème était de savoir :

- où prélever les fruits pour créer un échantillon (strictement au hasard ou dans une certaine partie de l'arbre),
- comment les prélever (fruits isolés, groupés, colorés, rugueux),
- combien en prélever (10, 20, 30 ...),
- si un échantillon peut être représentatif simultanément du poids moyen, de la teneur en sucre, de l'acidité, du nombre de pépins, etc.

Pour apporter une ou des solutions à ce problème, il fallait tenter de connaître l'effet et le «poids» de chaque variable sur les caractéristiques à expliquer de la population parente.

Si ce premier objectif pouvait être atteint, la porte resterait alors ouverte à l'extension de la méthode à plusieurs arbres représentatifs d'une parcelle, voire d'un verger.

## PARAMÈTRES OBSERVÉS

### Caractéristiques de l'arbre étudié.

Les travaux décrits ci-dessous ont été réalisés en décem-

bre 1974, au cours de la période normale de récolte des clémentines en Corse.

L'arbre tiré au hasard parmi les parcelles expérimentales de la station de recherches agronomiques de San Giuliano s'est révélé être le numéro Q17 d'un essai porte-greffe nutrition, planté en avril 1967.

La variété étudiée est une sélection de clémentinier SRA 63 greffée sur citrange 'Troyer'. Cet arbre de sept ans, au moment de l'observation, était situé dans un verger planté à une densité de 6 m x 4 m et avait reçu, de 1967 à 1973, la fumure minérale totale suivante :

1420 g de N, 573 g de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 934 g de K<sub>2</sub>O ; en 1974, le même arbre avait reçu 280 g de N, 0 g de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 0 g de K<sub>2</sub>O.

Ce clémentinier n'ayant pas fait l'objet de techniques culturales particulières, cette partie ne sera pas évoquée, considérant que tous les autres étaient dans des conditions similaires.

### Les variables observées.

On rappelle que tous les fruits de l'arbre Q17 ont été observés, d'une part en place pour certains caractères repérables dans l'espace, d'autre part en laboratoire pour les caractères nécessitant des analyses. Chaque fruit affecté d'un numéro d'ordre a été caractérisé par des variables de deux types : les unes qualitatives, les autres quantitatives. Par ailleurs certains paramètres d'identification ont été utilisés à deux fins : comme tels (repérage dans l'espace) ou comme partie intégrante des variables explicatives.

#### ● Paramètres d'identification (repérage dans l'espace)

On a repéré pour chaque fruit ses origines en amont, à savoir :

- le numéro de la charpentière,
- le numéro de la branche sur la charpentière,
- le numéro du rameau sur la branche,
- le numéro de la brindille sur le rameau.

#### ● Variables qualitatives.

Pour les fruits précédemment identifiés, on a apprécié ou noté :

- l'orientation selon huit directions : nord, nord-est, est, sud, sud-est, sud-ouest, ouest, nord-ouest.
- la présentation des fruits, en bouquets ou isolés,
- la couleur : vert, fond vert, tournant, orange, rouge,
- l'aspect de l'épiderme (rugosité de la peau) : très lisse, lisse, piqueté, très piqueté,
- le calibre (tri mécanique en fonction du diamètre) : sept calibres numérotés de 1 (gros fruits) à 7 (petits fruits),
- l'identité de l'équipe d'observateurs : deux équipes ont participé conjointement à ce travail :

Équipe n°1 (CICCOLI et NICOLI)  
Équipe n°2 (ARIAS et CASSIN)

#### ● Variables quantitatives.

Sur chaque fruit, on a procédé à des mesures : soit sur l'arbre, soit en laboratoire.

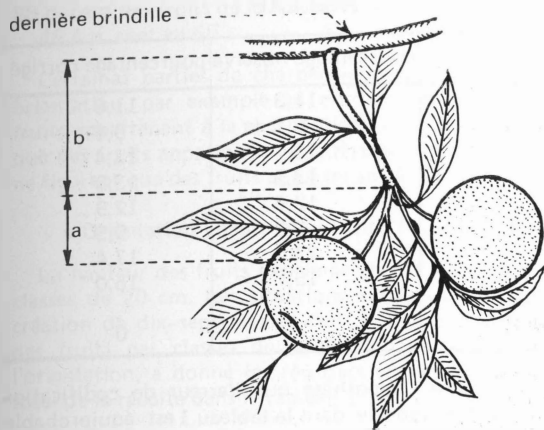


Fig. 1 • Mesures des différentes parties de l'attache du fruit.

- sur l'arbre : la longueur «a» (en cm) de l'attache du fruit (figure 1).  
la distance «b» (en cm) de cette attache à la dernière brindille.  
la hauteur (en cm) au-dessus du sol,  
la distance (en cm) à l'axe central.
- en laboratoire :  
le poids en grammes  
l'épaisseur de la peau en mm,  
le nombre de pépins par fruit,  
la teneur en extrait sec (lecture directe du degré Brix au réfractomètre),  
la teneur en acidité (dosage avec OHNa).

Par ailleurs, on a noté le nombre de jours (entre le début de la récolte et la fin de la récolte) associé à chacune de ces observations.

### CHRONOLOGIE DE L'ÉTUDE MOYENS ET TECHNIQUES DE TRAVAIL

Afin de donner une dimension à ce travail, il convient de préciser au début de cet exposé, que plus de 1.800 fruits ont été observés individuellement et que, sur chacun d'eux, vingt variables ont été mesurées ou notées. C'était donc là un travail considérable nécessitant l'emploi de deux équipes de deux personnes oeuvrant, et sur le terrain et en laboratoire. Il était impératif de réaliser toutes les observations dans un laps de temps aussi court que possible afin que les variations dues au facteur «temps» n'interviennent pas sur certaines variables de façon significative.

En outre, mais ce n'est pas là l'objet de cette présente étude, le lecteur doit être informé, que, à cette occasion, des mesures très détaillées ont été effectuées sur toutes les branches et charpentières concernant la longueur et la circonférence des entre-noeuds.

Il est évident qu'une telle quantité de données à traiter (près de 40.000 pour un seul arbre) ne laissait pas le choix quant aux techniques de dépouillement devant être utilisées. Sans préjuger des méthodes statistiques qui allaient

être employées, il convenait de créer un fichier sur disque dont l'accès devait être facile et rapide. A cet effet, le service informatique et statistique de l'ACTA (Association de Coordination technique agricole) équipé d'un Control Data 3.200, nous a prêté son concours.

#### Mise sur carte des données - création d'un fichier.

Toutes les variables décrites ci-dessus ont été, dès la saisie, codifiées quand elles étaient qualitatives et ordonnées (choix d'unité de mesure) quand elles étaient quantitatives.

Les données relevées sur les documents de terrain et de laboratoire ont été transcrites sur carte perforée. L'ensemble des valeurs observées pouvant figurer sur 80 colonnes, on a perforé une carte par fruit.

A l'aide d'un petit programme de lecture et d'écriture, on a créé un fichier sur disque permettant ainsi de ne rentrer qu'une seule fois les données et de pouvoir les traiter ensuite avec une série de programmes et sous-programmes adaptés aux questions posées.

#### Choix d'une méthode de travail.

Le recours à l'arsenal des statistiques descriptives d'un ou plusieurs événements, ne devait surtout pas faire oublier l'objectif final de cette étude, visant à rechercher une technique d'échantillonnage basée sur des caractères faciles à discerner. Si on pouvait donner une importance moindre aux caractères subjectifs et faire plus appel à la mesure des variables quantitatives, un pas pourrait être fait dans le sens pratique de la création d'un échantillon représentatif. Pour mieux connaître le comportement de chacune des variables quantitatives observées, il importait donc d'étudier leur distribution (moyenne, variance, écart-type, coefficient de variation) représentée par les histogrammes ci-contre.

Enfin, l'étude de tableaux à double entrée dits de contingence, pouvait donner une interprétation primaire quoiqu'insuffisante pour différentes variables dont on pouvait attendre certaines corrélations.

A partir de cette première approche du problème, il devenait possible de dégager une idée directrice, matérialisée par le choix de variables expliquées d'une part (finalité), et de variables explicatives d'autre part (moyen).

A priori, les variables expliquées nous paraissant décrire au mieux la récolte d'un clémentinier devaient être quantitatives, reflétant non seulement une notion de quantité, de production, mais encore une notion de qualité organoleptique.

Les variables explicatives pouvaient être quantitatives et qualitatives. Notre préférence allait aux premières à cause de leur objectivité (ex. mesure de hauteur ou de longueur) mais fallait-il encore démontrer que les «qualitatives» (comme orientation et couleur) ne prédominaient pas sur elles.

Le nombre important de variables à traiter simultanément sur une population relativement grande nécessitait d'aborder ce travail avec d'autres méthodes que les analyses classiques de régression linéaire. On s'est donc orienté plus particulièrement sur les possibilités offertes par l'analyse multidimensionnelle. Trois méthodes se succédant logiquement ont

été employées :

- analyse en composantes principales,
- analyse des correspondances,
- analyse discriminante

### RÉSULTATS ET INTERPRÉTATION ÉTUDE DES TABLEAUX A DOUBLE ENTRÉE

On donnera une certaine logique à cette étude en exploitant d'abord les tableaux dont une des variables au moins est qualitative puis ceux à variables quantitatives, sans se soucier nécessairement dans ce premier dépouillement de savoir si elles sont explicatives ou expliquées.

Dans le premier cas, la variable qualitative étant toujours en colonne « J » et l'autre variable croisée, qualitative ou quantitative, étant en ligne « I », chaque colonne représente une note et chaque ligne une classe, dont on a déterminé les bornes au cours de la programmation. Dans le second cas, chaque ligne et chaque colonne représentent une classe. A l'intersection ligne-colonne « IJ », le programme nous donne en sortie sur l'imprimante : l'effectif, le pourcentage sur le total des individus, le pourcentage sur la somme des I ( $\Sigma I$ ) et le pourcentage sur la  $\Sigma J$  ; ces mêmes calculs sont effectués sur les totaux marginaux lignes et colonnes.

Avant d'entrer dans les détails de cette étude, il est utile de préciser que 20 fruits pris au hasard sur la population parente ont été mis à part pour étudier leur variation de poids dans le temps. Donc la population parente, celle qui nous servira de base, est en fait de X - 20.

#### CROISEMENT DE DEUX VARIABLES DONT UNE AU MOINS EST QUALITATIVE.

##### Effets de l'orientation.

Les huit orientations possibles ont été codées de 1 à 8 :

1 - nord, 2 - nord-est, 3 - est, 4 - sud-est, 5 - sud, 6 - sud-ouest, 7 - ouest, 8 - nord-ouest.

La répartition des fruits du clémentinier Q17 selon huit directions s'établit de la façon suivante (tableau 1), en pourcentage de la population totale observée (1828 clémentines).

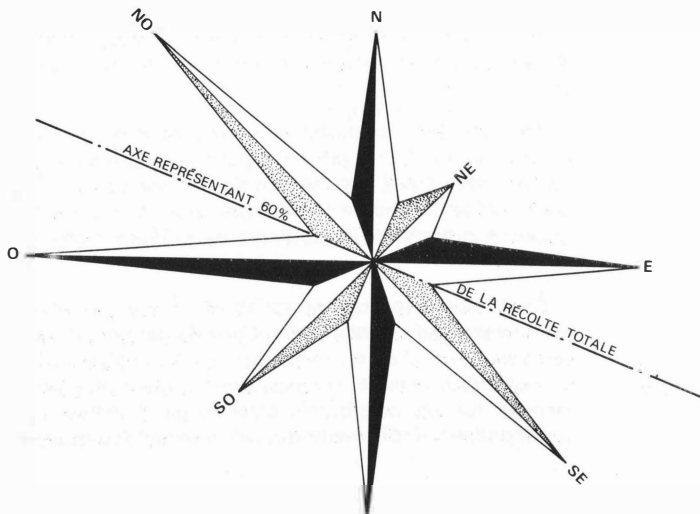


Fig. 2 • Rose de répartition des fruits en fonction de l'orientation.

TABLEAU 1

orientation	pourcentage observé	pourcentage corrigé
nord	11,3	11,6
nord-est	5,1	5,4
est	13,1	13,4
sud-est	13,5	13,8
sud	12,6	12,9
sud-ouest	9,2	9,5
ouest	17,1	17,4
nord-ouest	15,7	16,0
erreur de codification	2,4	0

On peut faire l'hypothèse que l'erreur de codification (2,4 p. cent) rapportée dans le tableau 1 est équiprobable pour chacune des orientations, auquel cas il convient d'avoir une répartition majorée de 0,3 p. cent. Un premier examen de la « rose des fruits » montre un axe (est-sud-est) (ouest-nord-ouest) représentant 60 p. cent de la récolte totale (figure 2).

- Orientation - numéro de la charpentièrè.

L'armature du clémentinier Q17 est constituée de quatre charpentières dont la charge, en nombre de fruits, est différente (tableau 2).

TABLEAU 2

charpentièrè n°	pourcentage du total de fruits
1	13,9
2	30,1
3	27,2
4	28,8

A chaque charpentièrè est associée une orientation globale, dont une dominante :

94 p. cent des fruits de la charpentièrè 1 sont à l'O - SO dont 66,8 p. cent au SO

92 p. cent des fruits de la charpentièrè 2 sont à l'O - NO dont 48,6 p. cent au NO

87 p. cent des fruits de la charpentièrè 3 sont au N-NE-E dont 35,1 p. cent à l'E

88 p. cent des fruits de la charpentière 4 sont au S-SE dont 46,4 p. cent au SE.

Certaines parties de charpentières sont exclusives d'une orientation, par exemple au nord-est ne figurent que des fruits appartenant à la charpentière 3, au sud-est ne figurent que des fruits appartenant à la charpentière 4, au sud-ouest ne figurent que des fruits appartenant à la charpentière 1.

● Orientation - hauteur du fruit (figure 3).

La hauteur des fruits exprimée en cm a été subdivisée en classes de 20 cm. Les situations extrêmes ont entraîné la création de dix-sept classes de 0 à 340 cm. La répartition des fruits par classes de hauteur, sans tenir compte de l'orientation, a donné les résultats exprimés en p. cent du total de la récolte dans le tableau 3.

TABLEAU 3

N° classe	classe de hauteur en cm	effectif	pourcentage du total	pourcentage cumulé
1	0-19	13	0,7	0,7
2	20-39	37	2,0	2,7
3	40-59	67	3,7	6,4
4	60-79	110	6,0	12,4
5	80-99	151	8,3	20,7
6	100-119	184	10,1	30,8
7	120-139	198	10,8	41,6
8	140-159	185	10,1	51,7
9	160-179	144	7,9	59,6
10	180-199	156	8,5	68,1
11	200-219	134	7,3	75,4
12	220-239	156	8,5	83,9
13	240-259	122	6,7	90,6
14	260-279	61	3,3	93,9
15	280-299	70	3,8	97,7
16	300-319	36	2,0	99,7
17	320-339	5	0,3	100,0

Le cumul des classes les plus basses (0-59) et des classes les plus hautes (260-339) représente environ 16 p. cent des fruits. Plus de 80 p. cent des fruits sont donc situés sur une zone de 200 cm entre 60 et 260 cm.

L'examen détaillé du tableau croisé fait ressortir que les orientations NO, N, NE et E sont plus chargées vers le haut de l'arbre que vers le bas et que les orientations SE, S, SO et O sont inversement plus chargées vers le bas ; on peut donner comme exemple le tableau 4 indiquant les classes de hauteur par orientation pour atteindre 50 p. cent ou 80 p. cent des fruits.

On peut déjà noter une tendance de l'influence de l'orientation sur la hauteur des fruits ; en effet, dans les parties naturellement moins exposées au soleil la fructification se déplace vers le haut de l'arbre.

TABLEAU 4

pourcentage	N	N-E	E	S-E	S	S-O	O	N-O
50	140-180	<b>200-220</b>	<b>240-180</b>	120-140	100-140	120-140	120-140	160-180
80	160-200	<b>260-300</b>	<b>260-300</b>	240-280	160-200	200-240	160-200	200-240

● Orientation - Distance du fruit à l'axe central (fig. 4)

La distance maximum des fruits à l'axe central était de 220 cm, elle a été divisée en onze classes de 20 cm.

Globalement, le tableau 5 indique que plus de 80 p. cent des fruits se situent entre 80 et 180 cm de l'axe central.

L'étude de l'influence de l'orientation montre que 50 p. cent des fruits du SO sont entre 0 et 120 cm, alors que le même pourcentage pour les autres orientations est atteint dans la zone 0-140 cm.

Cet écart est faible, mais par ailleurs il est intéressant de noter que 28 p. cent des fruits de l'orientation nord-ouest se situent entre 160 et 220 cm, donc près de l'extérieur de la couronne, alors que toutes orientations confondues, les fruits de cette zone ne représentent que 18 p. cent de l'ensemble de la récolte.

Les orientations favorisées par la lumière permettent une fructification plus à l'intérieur de l'arbre et on constate la tendance inverse pour les fruits situés au nord.

TABLEAU 5

N° classe	classe de distance en cm	effectif	pourcentage du total	pourcentage cumulé
1	0-19	10	0,5	0,5
2	20-39	43	2,3	2,8
3	40-59	61	3,3	6,1
4	60-79	103	5,6	11,7
5	80-99	190	10,4	22,1
6	100-119	309	17,0	39,1
7	120-139	415	22,8	61,9
8	140-159	362	19,8	81,7
9	160-179	220	12,0	93,7
10	180-199	111	6,1	99,8
11	200-219	4	0,2	100

TABLEAU 6

	sud p. cent	sud-ouest p. cent	ouest p. cent	nord-ouest p. cent
effectif	79	74	126	102
fruits en bouquets	34,2	43,8	40,3	35,7
effectif	152	95	187	182
fruits isolés	65,8	56,2	59,7	64,3

- Orientation - présentation des fruits, en bouquets ou isolés.

Sur le clémentinier observé, le nombre de fruits isolés est supérieur au nombre de fruits en bouquets ; 56 p. cent dans un cas ; 44 p. cent dans l'autre.

Si pour certaines orientations (nord, nord-est, est, sud-est), les différences entre le pourcentage de fruits isolés et le pourcentage de fruits en bouquets sont faibles, au sud, sud-ouest, ouest, nord-ouest, elles sont toujours dans le même sens, le nombre de fruits isolés étant toujours largement supérieur au nombre de fruits en bouquets (tableau 6).

On constate donc une zone indifférenciée du nord au sud-est et une zone à dominante de fruits isolés du sud au nord-ouest.

Si la variable «présentation du fruit» n'a pas d'incidence significative sur le poids et le rapport extrait sec/acidité,

cette différence observée quant à la répartition du caractère ne sera pas prise en compte, sinon l'observateur devra être attentif pour la constitution de l'échantillon ; car naturellement, il sera plus attiré par les fruits isolés (plus faciles à cueillir) que par les fruits en bouquets.

- - Orientation - couleur. (figure 5)

La couleur vient à l'esprit comme un critère de choix facile pour la constitution d'un échantillon, mais on ne doit pas oublier que c'est un caractère subjectif et qu'en l'absence de références chromatiques, l'appréciation d'une couleur mal définie risque d'être différente d'un observateur à l'autre (voir paragraphe influence de l'équipe d'observateurs).

On rappelle que cinq couleurs avaient été retenues :

- 1 - fruit vert,
- 2 - fruit fond vert
- 3 - fruit tournant

TABLEAU 7.

## A - Répartition en p. cent des fruits de chaque couleur par orientation

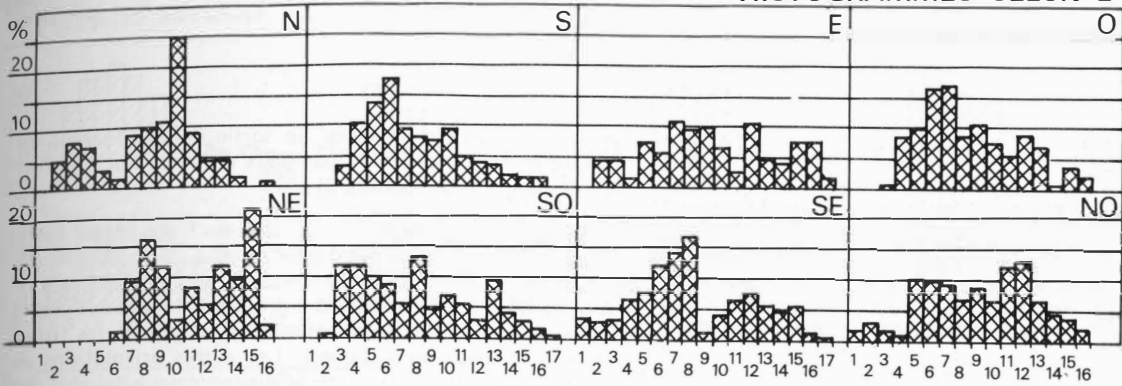
	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO
orange	14,0	3,5	13,0	14,0	8,5	11,0	19,5	16,5
rouge	8,5	7,0	13,5	13,5	18,0	7,5	19,0	17,0
fond vert	15,0	8,5	14,0	16,0	6,5	8,5	19,0	12,0
tournant	17,0	4,0	11,5	4,0	13,5	23,0	21,0	6,0

## B - Répartition en p. cent des fruits de chaque orientation par couleur

orange	46,6	23,4	37,2	32,0	24,3	45,0	43,1	38,8
rouge	35,0	57,4	48,5	47,1	66,7	37,9	41,2	51,7
fond vert	14,1	17,0	11,7	13,0	5,6	10,1	12,1	8,4
tournant	4,3	2,2	2,6	0,9	3,4	7,0	3,6	1,1

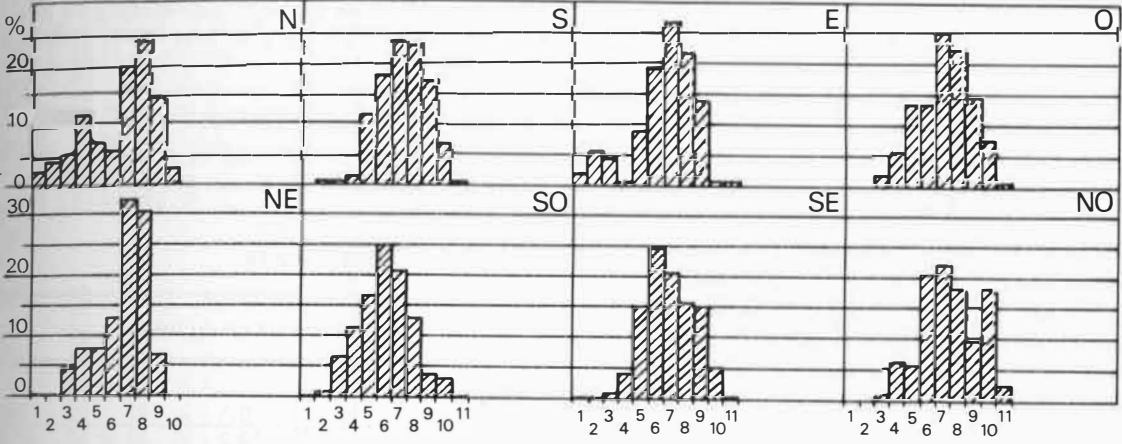
au sud et au nord-ouest les fruits sont les plus colorés

# HISTOGRAMMES SELON L'ORIENTATION



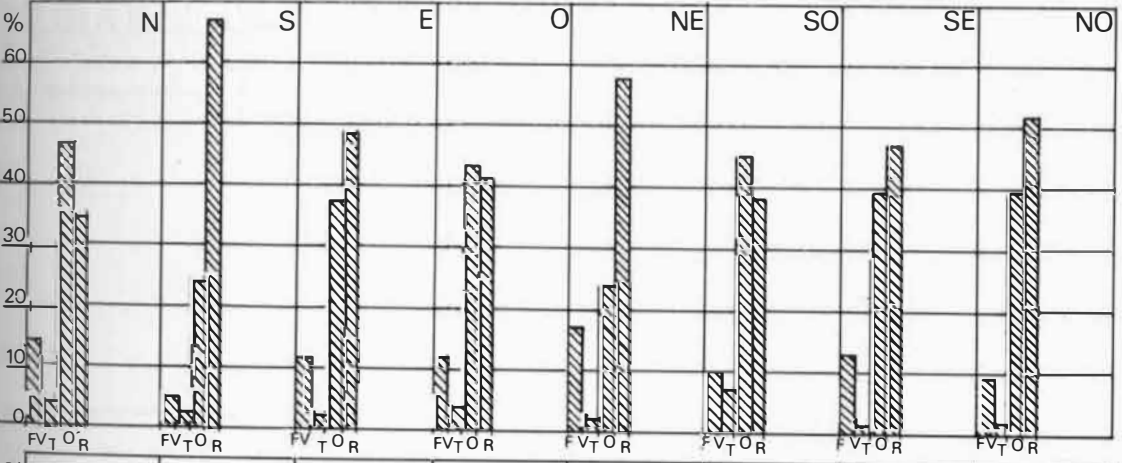
- 1 . 0 - 19 CM
- 2 . 20 - 39
- 3 . 40 - 59
- 4 . 60 - 79
- 5 . 80 - 99
- 6 . 100 - 119
- 7 . 120 - 139
- 8 . 140 - 159
- 9 . 160 - 179
- 10 . 180 - 199
- 11 . 200 - 219
- 12 . 220 - 239
- 13 . 240 - 259
- 14 . 260 - 279
- 15 . 280 - 299
- 16 . 300 - 319
- 17 . 320 - 339

Fig. 3. • Hauteur du fruit



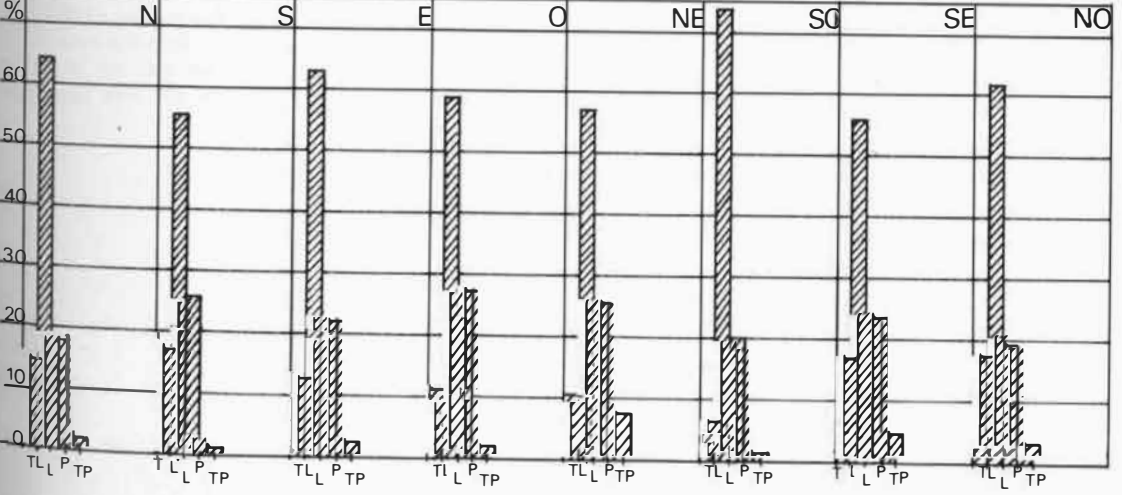
- 1 . 0 - 19 CM
- 2 . 20 - 39
- 3 . 40 - 59
- 4 . 60 - 79
- 5 . 80 - 99
- 6 . 100 - 119
- 7 . 120 - 139
- 8 . 140 - 159
- 9 . 160 - 179
- 10 . 180 - 199
- 11 . 200 - 219

Fig. 4. • Distance a l'axe central



- FV . FOND VERT
- T . TOURNANT
- O . ORANGE
- R . ROUGE

Fig. 5. • Couleur



- TL . TRÈS LISSE
- L . LISSE
- P . PIQUETÉ
- TP . TRÈS PIQUETÉ

Fig. 6. • Rugosité

- 4 - fruit orange
- 5 - fruit rouge.

Au cours de la collecte des données, on s'est rendu compte qu'il était assez difficile d'apprécier les notions de fond vert et de tournant, et qu'il n'existait pas de fruits verts au moment de l'observation.

Les fruits se sont répartis globalement comme suit par coloration :

- fond vert	11 p. cent
- tournant	3
- orange	38
- rouge	48

On peut extraire du tableau 7 à double entrée deux manières de présenter les résultats ; la répartition des couleurs par orientation ou la répartition des orientations par couleur. On ne retiendra que les couleurs orange et rouge, considérant que fond vert et tournant sont trop aléatoires.

● Orientation - Rugosité (figure 6)

La rugosité est un critère définissant l'aspect de l'épiderme des fruits. Les quatre classes retenues se répartissent comme suit (tableau 8) en p. cent de la totalité de la population.

TABLEAU 8

	pourcentage	effectif
1 - très lisse	13,7	250
2 - lisse	60,7	1110
3 - piqueté	23,0	419
4 - très piqueté	2,6	48

La majorité des fruits présente un épiderme lisse. L'orientation semble avoir peu d'influence sur la rugosité de la peau ; on peut noter cependant une plus forte concentration de fruits très lisses au nord-ouest, et parmi les fruits lisses représentant 60 p. cent de la récolte totale, un pourcentage plus élevé se situe à l'ouest et au nord-ouest, le pourcentage le plus faible au nord-est.

● - Orientation - poids (figure 7)

La variable poids présente une finalité très importante pour l'échantillon car elle servira au calcul du rendement théorique d'un arbre puis d'une parcelle. Le poids moyen des fruits a été divisé en classes de 6 g. L'amplitude entre le maximum et le minimum étant relativement grande, on se

TABLEAU 9

	1 2	3 4	5 6	7 8	9 10
classe de poids en g p. cent de fruits par classe	10-21 1,8	22-33 12,2	34-45 26,5	46-57 25,6	58-69 20,1
	11 12	13 14	15 16	17 18	
classe de poids en g p. cent de fruits par classe	70-81 9,4	82-83 2,6	94-105 1,1	106-117 0,65	

propose à partir du tableau de sortie de l'ordinateur de regrouper ces classes deux par deux et, de ce fait, de n'en conserver que neuf (tableau 9).

Pour cet arbre, environ 52 p. cent des fruits pèsent entre 34 et 58 g et 72 p. cent entre 34 et 70 g. Si on cumule les pourcentages de fruits par orientation, on remarque que le seuil de 50 p. cent est atteint entre 10 et 46 g pour l'orientation nord et qu'il faut remonter à 58 g pour les fruits situés au sud et au sud-ouest. Les autres orientations se situent dans des classes intermédiaires pour atteindre les mêmes pourcentages. Il semble donc que les fruits les plus légers soient au nord et les fruits les plus lourds orientés au sud et au sud-ouest.

● - Orientation - épaisseur de la peau (figure 8)

L'épaisseur de la peau a été mesurée en millimètres à l'aide d'une règle. La répartition en classes s'établit comme suit (tableau 10).

TABLEAU 10

classe d'épaisseur en mm	pourcentage du total
0 à 0,2	
0,3 à 0,5	0
0,6 à 0,8	13,2
0,9 à 1,1	0
1,2 à 1,4	4,5
1,5 à 1,7	34,2
1,8 à 2,0	0
2,1 à 2,3	10,3
2,4 à 2,6	0
2,7 à 2,9	26,0
3,0 à 3,2	2,5
3,3 à 3,5	0
3,6 à 3,8	6,6
3,9 à 4,1	0
4,2 à 4,4	1,0
4,5 à 4,7	0,9
4,8 à 5,0	0
5,1 à 5,3	0,4
5,4 à 5,6	0,2

L'histogramme de cette variable soulève une certaine curiosité. Car entre les deux classes dominantes (1,5 - 1,7) et (2,7 - 2,9) on relève deux classes à effectifs nuls. Si la distribution est très étalée et discontinue, on constate cependant que 90 p. cent des fruits ont une épaisseur



# HISTOGRAMMES SELON L'ORIENTATION

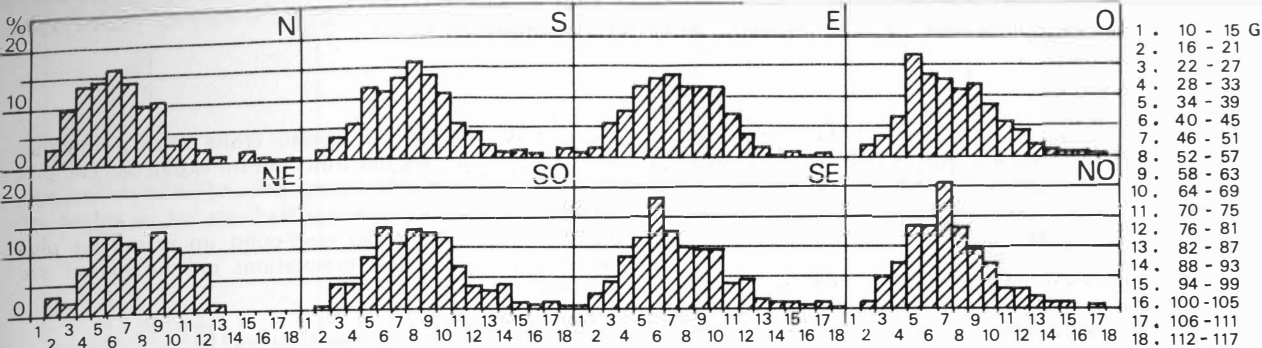


Fig. 7 • Poids du fruit

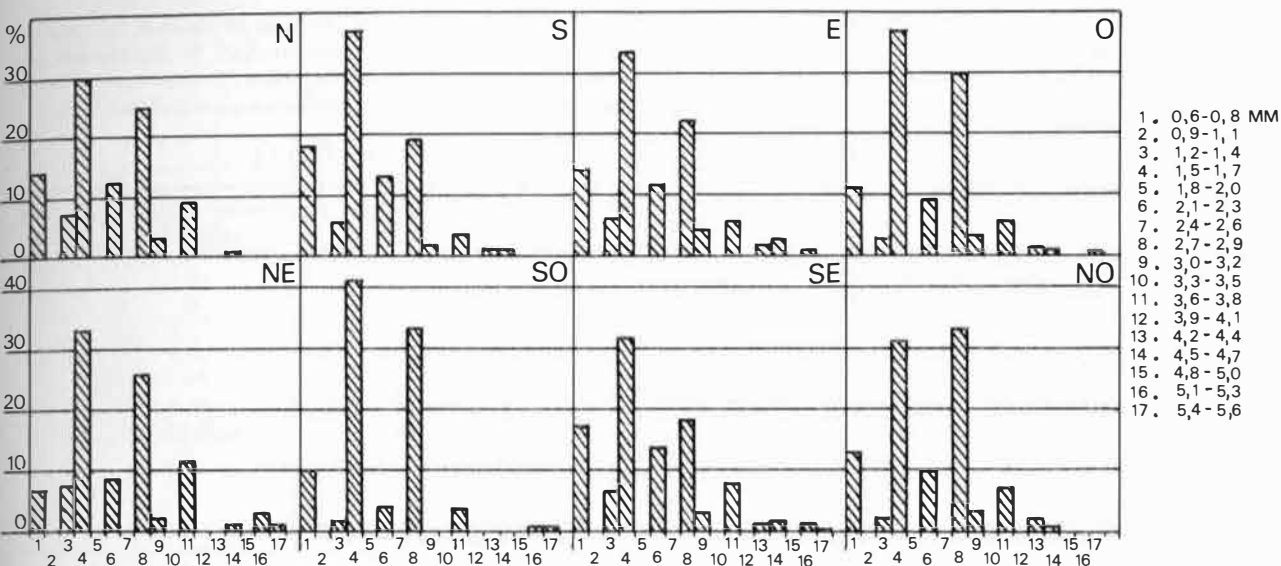


Fig. 8 • Epaisseur de la peau

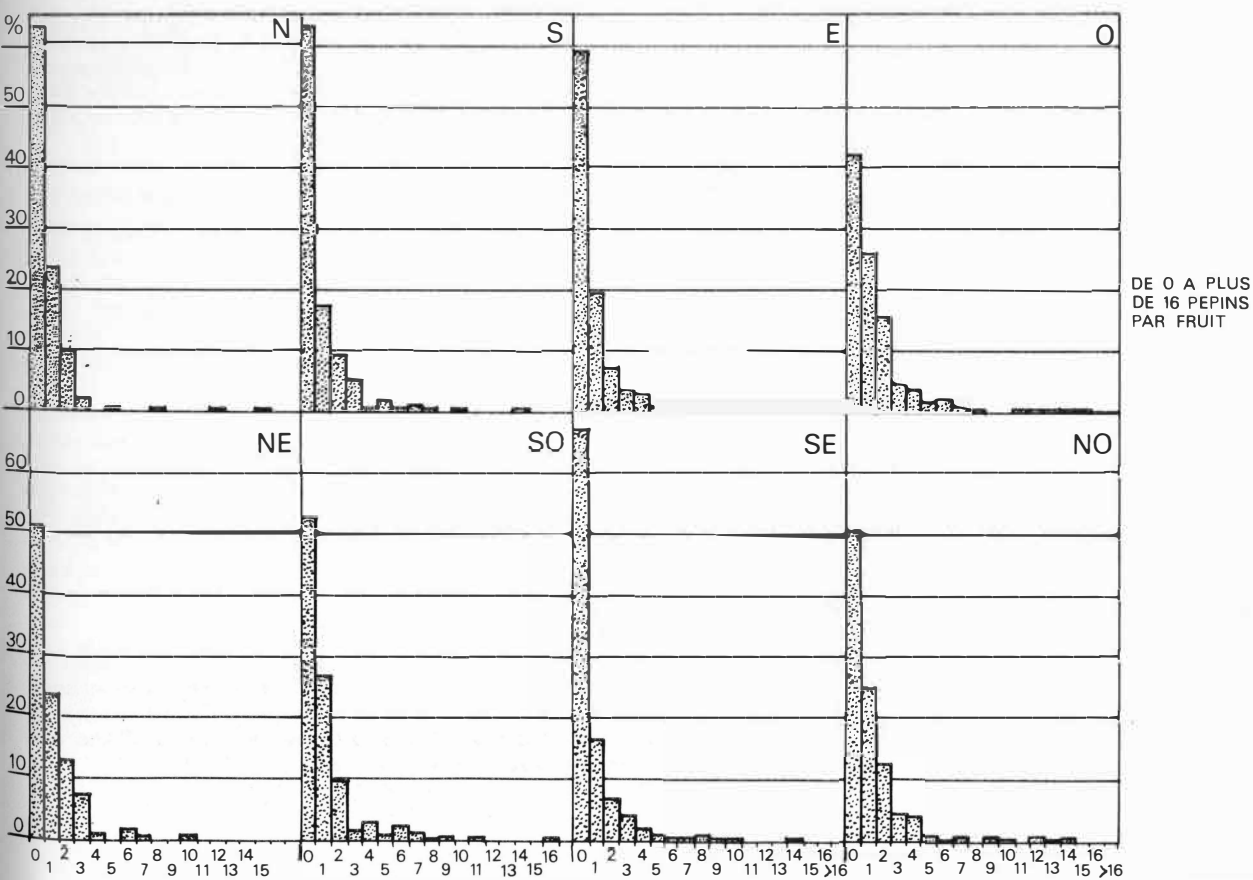


Fig. 9 • Nombre de pépins par fruit

de peau comprise entre 0,6 et 3,3 mm. Il faut noter à cet effet que l'appréciation du dixième de millimètre est assez aléatoire avec la technique de mesure employée et que de ce fait, inconsciemment, certaines classes vraisemblablement existantes n'ont jamais été retenues par les observateurs.

La répartition selon les orientations montre que les fruits orientés au S et SE ont une peau plus mince que les fruits des autres orientations : en particulier par rapport au nord et au nord-ouest.

● - Orientation - nombre de pépins par fruits (figure 9)

La division en classes de pépins pouvait se faire sous deux formes : fruits sans pépins et fruits avec pépins ou bien faire des classes en progression arithmétique de un pépin. On a choisi la deuxième solution pour avoir une image détaillée de tous les fruits du clémentinier observé (tableau 11).

TABLEAU 11

classe en nombre de pépins	pourcentage du total
0	55,5
1	22,3
2	10,8
3	4,2
4	2,2
5	1,0
6	0,9
7	0,8
8	0,4
9	0,3
10	0,2
> 10	1,1

Ce tableau indique que plus de 55 p. cent des clémentines observées sont sans pépins, que 22 p. cent n'ont qu'un pépin et 20 p. cent deux pépins ou plus.

Bien que les fruits situés à l'ouest semblent avoir en moyenne plus de pépins, on peut dire que l'orientation est sans effet sur ce caractère.

● - Orientation - extrait sec (figure 10)

La teneur en extrait sec (degrés Brix) est obtenue par lecture directe au réfractomètre, corrigée en fonction de la température ambiante au moment de l'observation. Cette variable a été divisée en classes représentant un intervalle de 0,3 unités. Afin d'en faciliter l'interprétation, on a regroupé ici les classes deux par deux (tableau 12).

TABLEAU 12

classe d'extrait sec en degrés Brix	pourcentage de fruits sur récolte totale
8 à 8,5	0,05
8,6 à 9,1	0,3
9,2 à 9,7	13,1
9,8 à 10,3	33,4
10,4 à 10,9	25,2
11,0 à 11,5	18,3
11,6 à 12,1	7,7
12,2 à 12,7	1,6
12,8 à 13,3	0,3

L'examen détaillé du tableau croisé original indique, qu'environ 70 p. cent des fruits ont un extrait sec compris entre 9,5 et 11 degrés Brix ; par ailleurs, l'effet de l'orientation est assez sensible : au sud les fruits ont un extrait sec plus élevé, au nord et au nord-ouest un extrait sec plus faible ; ceux des autres orientations ont un extrait sec intermédiaire.

● - Orientation - Acidité (figure 11)

L'acidité (acide citrique anhydre) est mesurée par neutralisation du jus avec la soude 0,1565 N additionnée de phénol phtaléine. Afin de simplifier l'interprétation, on a également regroupé les classes deux à deux (tableau 13).

TABLEAU 13

classe d'acidité en p. cent d'acide citrique	pourcentage de fruits par classe
0,50 à 0,59	0
0,60 à 0,69	0
0,70 à 0,79	2,5
0,80 à 0,89	12,8
0,90 à 0,99	31,4
1,00 à 1,09	25,8
1,10 à 1,19	16,1
1,20 à 1,29	9,1
1,30 à 1,39	2,2
1,40 à 1,49	0,7
1,50 à 1,79	0,4

80 p. cent des fruits ont leur acidité comprise entre 0,85 et 1,20. Les fruits situés au nord et nord-est sont moins acides que les fruits situés au sud et au sud-est. Les caractères acidité et extrait sec semblent relativement indépendants, car au sud on trouve à la fois les fruits les plus riches en sucre et les fruits les plus acides.

● - Orientation - Rapport extrait sec/acidité (figure 12)

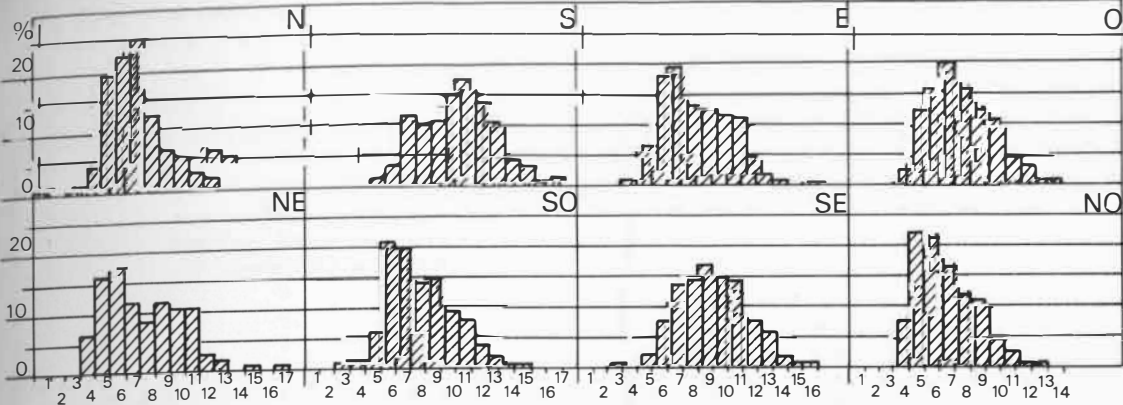
Le rapport extrait sec/acidité permet d'apprécier la qualité d'un jus. Ne prendre en considération que la valeur brute *sensu stricto* entraîne un risque quant à l'interprétation des deux composants du rapport qui peuvent varier, soit dans le même sens, soit en sens inverse. Un exemple théorique et caricatural comme  $\frac{8}{0,8}$  et  $\frac{11}{1,1}$  indique un même

rapport, mais en fait, des qualités de fruits très différentes. Dans la pratique, l'extrait sec et l'acidité d'une même variété, varient peu pour un site homogène à une date donnée ; dans ce cas, le rapport peut servir à caractériser un échantillon. Concernant le clémentinier observé, on a remarqué que les fruits situés au sud et au NE avaient un rapport Es/Ac plus élevé que les fruits des autres orientations sans pouvoir cependant démontrer que les différences étaient significatives.

Dans la pratique le rapport Es/Ac est pris en considération pour une valeur « plancher » de Es attribuée à chaque espèce d'agrumes, par exemple en Afrique du Nord il est exigé pour l'exportation des oranges un rapport Es/Ac d'au moins 7 avec Es d'au moins 9,5.

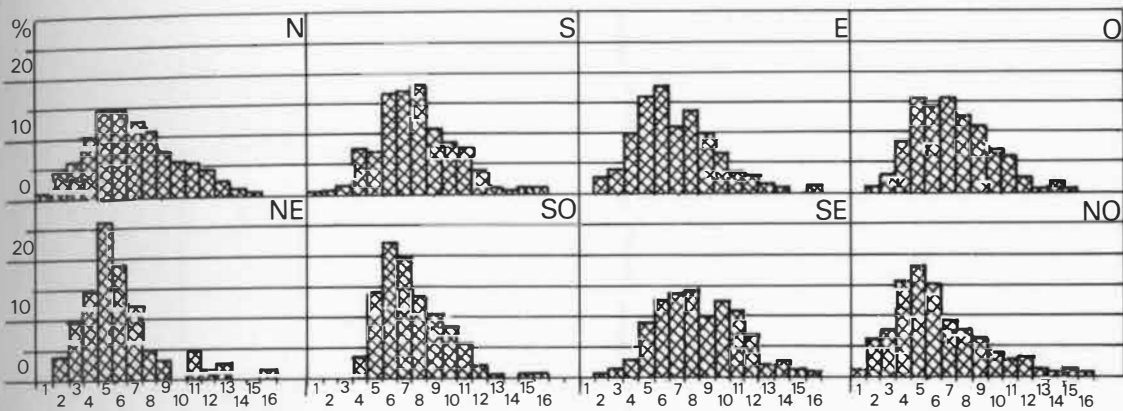
# HISTOGRAMMES SELON L'ORIENTATION

Fig. 10 • Extrait sec



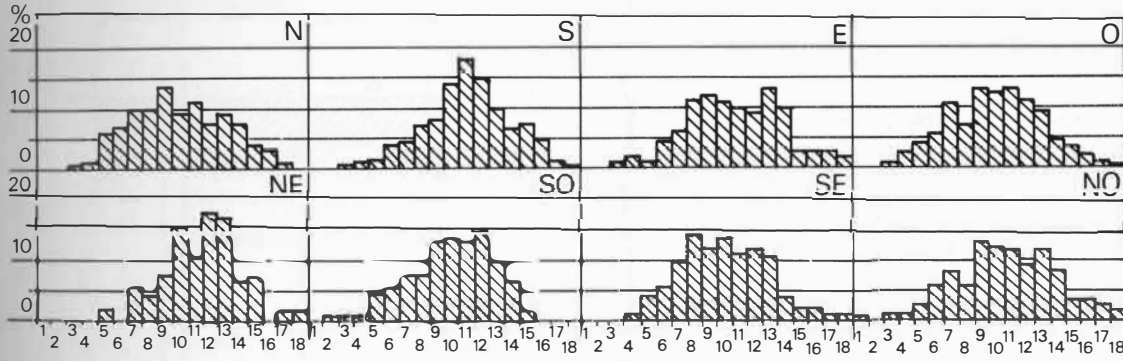
- DEGRES BRUX
1. 8,0 - 8,2
  2. 8,3 - 8,5
  3. 8,6 - 8,8
  4. 8,9 - 9,1
  5. 9,2 - 9,4
  6. 9,5 - 9,7
  7. 9,8 - 10,0
  8. 10,1 - 10,3
  9. 10,4 - 10,6
  10. 10,7 - 10,9
  11. 11,0 - 11,2
  12. 11,3 - 11,5
  13. 11,6 - 11,8
  14. 11,9 - 12,1
  15. 12,2 - 12,4
  16. 12,5 - 12,7
  17. 12,8 - 13,0

Fig. 11 • Acidité



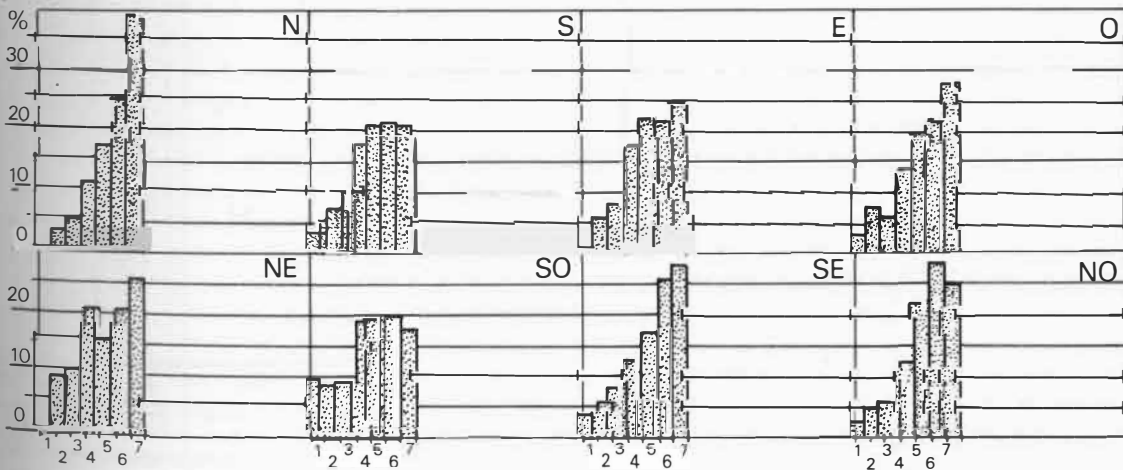
- % ACIDE CITRIQUE
1. 0,70 - 0,74
  2. 0,75 - 0,79
  3. 0,80 - 0,84
  4. 0,85 - 0,89
  5. 0,90 - 0,94
  6. 0,95 - 0,99
  7. 1,00 - 1,04
  8. 1,05 - 1,09
  9. 1,10 - 1,14
  10. 1,15 - 1,19
  11. 1,20 - 1,24
  12. 1,25 - 1,29
  13. 1,30 - 1,34
  14. 1,35 - 1,39
  15. 1,40 - 1,44
  16. 1,45 - 1,49

Fig. 12 • Extr. sec / Acidité



1. 5,0 - 5,4
2. 5,5 - 5,9
3. 6,0 - 6,4
4. 6,5 - 6,9
5. 7,0 - 7,4
6. 7,5 - 7,9
7. 8,0 - 8,4
8. 8,5 - 8,9
9. 9,0 - 9,4
10. 9,5 - 9,9
11. 10,0 - 10,4
12. 10,5 - 10,9
13. 11,0 - 11,4
14. 11,5 - 11,9
15. 12,0 - 12,4
16. 12,5 - 12,9
17. 13,0 - 13,4
18. 13,5 - 13,9

Fig. 13 • Calibre



- CALIBRES 1 À 7

**Variables pouvant être liées au calibre.**

Ces variables peuvent être ou explicatives du calibre ou expliquées par le calibre.

● - Calibre - poids (figure 13 bis)

Le premier critère qui vient à l'esprit est évidemment la correspondance poids-calibre. Précisons que le calibre des clémentines a été réalisé mécaniquement sur le principe de la variation du diamètre. Des fruits de même poids peuvent présenter une morphologie différente, il faut, de ce fait, s'attendre à des chevauchements de classes de poids pour un même calibre.

La machine utilisée, trie les fruits en sept calibres : 7 correspondant aux clémentines les plus petites, 1 aux plus grosses.

On donne dans le tableau 14 le pourcentage de fruits par calibre et la «fourchette» de poids observée pour chacun d'eux.

On rappelle que l'échelle des poids commence à 10 g et que les classes vont de 6 en 6 grammes.

Il apparaît que la majorité des fruits se situe dans les petits calibres 4 à 7. Mais afin d'avoir une idée plus précise du chevauchement des poids, on donnera ci-dessous la répartition exacte des fruits par calibre (tableau 15).

Deux chevauchements retiennent l'attention, en particulier pour les calibres 4, 5, 6 avec les classes de poids 46-51 et 58-63.

Si la calibreuse utilisée à la SRA donne une précision suffisante pour une présentation commerciale, les variations de poids observées pour certains calibres interdisent d'utiliser ce critère comme base d'échantillonnage pour déterminer le rendement d'un arbre ou d'une parcelle (différence plus ou moins 5 p. cent). On peut supposer des effets compensatoires d'un calibre sur l'autre quand on traite un grand nombre de fruits, ce qui est le cas ici pour un seul arbre, mais si on traitait seulement quelques dizaines de fruits issus d'un échantillon, des risques d'erreur seraient trop grands pour retenir cette variable comme estimateur du poids.

A l'occasion d'une autre publication faisant suite à celle-ci, on aura la possibilité de vérifier la distribution des calibres sur 24 arbres observés provenant du même verger.

● Calibre - charpentière.

On a identifié précédemment quatre charpentières, auxquelles on a déjà associé les effets de l'orientation. On avait remarqué que la charpentièrre 1 était beaucoup moins chargée en fruits que les autres. Cette différence est légèrement compensée par l'augmentation du calibre. Ainsi les calibres 1 + 2 + 3 représentent 24 p. cent des fruits de la charpentièrre 1, 14 p. cent des fruits de la charpentièrre 2, 15 p. cent des fruits de la charpentièrre 3, 18 p. cent des fruits de la charpentièrre 4.

En fait, le calibre est plus dépendant de l'orientation et surtout du nombre de fruits que de la charpentièrre elle-même (figure 13).

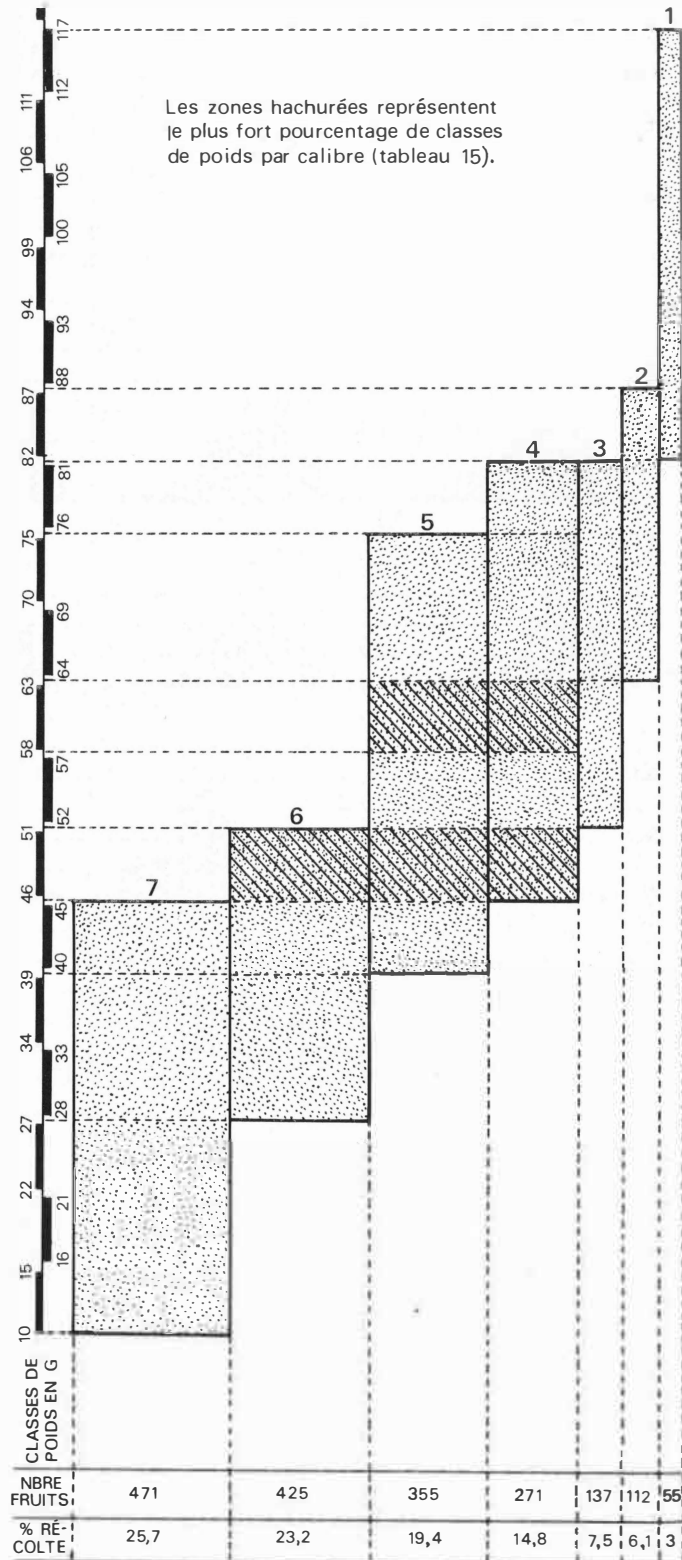


Fig. 13 bis • Zones de recouvrement "poids-calibre".

TABLEAU 14.

calibre	variation de poids en g	$\Delta$	effectif	pourcentage de la récolte totale
7	10 à 45	29	471	25,7
6	28 à 51	23	425	23,2
5	40 à 75	25	355	19,4
4	46 à 81	35	271	14,8
3	52 à 81	29	137	7,5
2	64 à 87	23	112	6,1
1	82 à 117	35	55	3,0

TABLEAU 15

calibre	nbre fruits	dont p. cent	compris entre
7	471	0,42	10 et 15 g
		6,5	16 et 21
		18,5	22 et 27
		28,7	28 et 33
		45,8	34 et 39
		0,1	40 et 45
6	425	0,2	28 et 33
		3,3	34 et 39
		59,1	40 et 45
		37,4	46 et 51
5	355	0,5	40 et 45
		25,9	46 et 51
		58,3	52 et 57
		13,5	58 et 63
		1,4	64 et 69
		10,3	70 et 75
4	271	0,7	46 et 51
		2,6	52 et 57
		56,8	58 et 63
		39,5	64 et 69
		0,0	70 et 75
		0,6	76 et 81
3	137	1,5	52 et 57
		1,5	58 et 63
		35,8	64 et 69
		59,1	70 et 75
		2,1	76 et 81
2	112	1,8	64 et 69
		13,4	70 et 75
		62,5	76 et 81
		22,3	82 et 87
1	55	12,7	82 et 87
		29,1	88 et 93
		25,4	94 et 99
		10,9	100 et 105
		10,9	106 et 111
		9	112 et 117

● Calibre - hauteur.

Le tableau croisant ces deux variables indique que les fruits de gros calibres (1 et 2) n'apparaissent qu'au-delà d'un mètre du sol alors que le calibre 7 est déjà observé dans la zone 0,20 - 0,60 m.

Dans la zone située entre 0 et 1,60 m le nombre de fruits récoltés représente 50 p. cent de la récolte. Le calibrage de ces fruits a donné :

pourcentage de fruits	calibre
40	1
32	2
30	3
35	4
41	5
60	6
68	7

L'objectif de cette étude étant d'apporter une contribution à une méthode d'échantillonnage, il convient de rester dans des conditions pratiques d'application et d'éviter de prélever des fruits dans des zones difficiles d'accès (sous la frondaison, ou au-delà d'une certaine hauteur).

On peut admettre qu'un homme de taille moyenne peut atteindre facilement des fruits situés à une hauteur comprise entre 0,60 et 2 m. Cette zone représente pour l'arbre observé 61,6 p. cent de la récolte totale; la répartition des fruits de chaque calibre s'établit alors comme suit :

calibre	pourcentage de fruits
1	54,5
2	45,5
3	52,5
4	50,2
5	60,3
6	66,6
7	72,4

Dans cette zone, les calibres 4 à 7 sont dans les mêmes proportions que sur l'ensemble de la récolte ; or, le cumul de leurs effectifs représente 83,2 p. cent de la population.

Sous réserve de la variation des autres caractères étudiés plus loin, la zone située de 0,60 ou 0,80 à 2 m paraît favorable pour la recherche d'un échantillon.

● - Calibre - distance.

Dans la même optique d'une application pratique, les fruits à échantillonner ne doivent pas être situés à plus de 1,20 m à l'intérieur de l'arbre. Dans le cas étudié, entre 0,80 et 2 m de l'axe de l'arbre, cela représente 81,7 p. cent de la récolte totale avec les pourcentages suivants de chaque calibre :

calibre	pourcentage de fruits
1	70,8
2	64,3
3	83,2
4	83,4
5	83,0
6	84,2
7	78,2

Dans cette zone, la représentation des calibres est relativement uniforme donc sans rapport avec la distribution réelle de la population totale ; en particulier, le calibre 7 se trouve faiblement représenté.

Dans la pratique (problème évoqué plus loin à l'occasion du couple hauteur-distance) il sera préférable de raisonner, dans la tranche de hauteur retenue et en distance à partir de l'extérieur de la frondaison, distance qui, pour des arbres de grand développement, sera toujours plus facile à mesurer ou à apprécier qu'à partir d'un axe central plus ou moins fictif.

- Calibre - présentation des fruits, en bouquets ou isolés.

Sur la population totale, en observant les calibres 7 et 6 (les plus représentatifs) on remarque pour le calibre 7 que 64,5 p. cent des fruits sont en bouquets et 35,5 p. cent isolés ; pour le calibre 6 que 58 p. cent des fruits sont en bouquets et 42 p. cent isolés.

Si on se réfère à la population totale, on remarque que des fruits en bouquets correspondent plus généralement aux petits calibres. Ce phénomène est bien connu pour d'autres fruits, et tout à fait logique.

- - Calibre - couleur.

Le calibre n'interfère pas sur la couleur car les variations observées ne sont pas constantes d'un calibre à l'autre.

- Calibre - nombre de pépins (figure 14)

On rappelle que les fruits sans pépins représentent 55,5 p. cent de la population et ceux à un pépin 22,3 p. cent. Par calibre, on a étudié la répartition de ces deux classes. Il apparaît que plus la taille des fruits diminue plus le pourcentage de fruits sans pépins augmente (tableau 16).

TABLEAU 16

calibre	1	2	3	4	5	6	7
Nombre fruits à :							
0 pépin	36,4	42,0	37,2	50,9	52,4	54,8	72,0
1 pépin	12,7	14,3	24,1	19,2	22,8	29,6	19,5

En examinant les extrêmes (1+2) et (6+7), on remarque que les fruits des calibres 6 et 7 ne dépassent pas 6 pépins, alors que les fruits des calibres 1 et 2 peuvent

TABLEAU 17

peau \ calibre	1	2	3	4	5	6	7
très lisse	0	0	2,9	3,7	3,4	13,4	35,3
lisse	7,3	28,6	29,5	59,8	74,1	72,9	60,7
piquetée	60,0	58,9	52,5	35,4	21,9	13,2	3,8
très piquetée	32,7	12,5	5,1	1,1	0,6	0,5	0,2

TABLEAU 18

calibre	classe d'extrait sec	pourcentage cumulé de fruits pour atteindre 50 p. cent au moins au total par calibre
1	11,0 à 11,3	60,0
2	10,7 à 11,0	53,0
3	10,7 à 11,0	55,4
4	10,7 à 11,0	58,4
5	10,4 à 10,7	57,5
6	10,1 à 10,4	59,0
7	9,8 à 10,1	64,8

TABLEAU 19

calibre	classe d'acidité en pourcentage d'acide citrique	pourcentage cumulé de fruits pour atteindre 50 p. cent au moins du total par calibre
1	0,95 à 1,00	58,2
2	0,95 à 1,00	65,2
3	0,95 à 1,00	66,1
4	0,95 à 1,00	59,0
5	0,95 à 1,00	61,9
6	1,00 à 1,05	59,5
7	1,10 à 1,15	53,1

dépasser 16 pépins.

● - Calibre - épaisseur de la peau (figure 15).

80 p. cent des fruits ont un épiderme d'épaisseur comprise entre 0,6 et 3,9 mm. Parmi cette gamme, les fruits de calibre 1, 2, 3, ont une peau de 2,7 à 3,9 mm d'épaisseur, les fruits de calibre 5, 6, 7, ont une peau de 0,6 à 1,8 mm d'épaisseur, les fruits de calibre 4 sont plus dispersés (1,5 à 3,9).

L'épaisseur de la peau semble participer au calibre ; plus les fruits sont gros, plus leur peau est épaisse.

● Calibre - Rugosité (figure 16).

La répartition des fruits par calibre en fonction de la rugosité de la peau s'établit comme suit (tableau 17).

Ce tableau exprime assez clairement que la rugosité de la peau croît avec le calibre.

● - Calibre - teneur en extrait sec (figure 17).

Pour obtenir au moins 50 p. cent des fruits de chaque calibre, il faut les cumuler jusqu'aux classes suivantes de teneur en extrait sec (tableau 18).

Ce type de classement tend à montrer que les gros fruits (calibres 1, 2, 3, 4) ont un extrait sec plus élevé que les petits fruits (calibre 5, 6, 7).

● - Calibre - acidité (figure 18)

En reprenant les mêmes bases d'observations utilisées pour l'extrait sec, on obtient le tableau 19.

Les variations de l'acidité des fruits, des calibres 1 à 5 sont relativement faibles ; ces calibres constituent un premier groupe à acidité « faible », les calibres 6 et 7 représentent les fruits à acidité un peu plus élevée. A l'inverse de l'extrait sec, l'acidité croît quand le calibre des fruits diminue.

Si on recherche les acidités maxima par calibre, sans tenir compte du nombre d'individus concernés, on obtient le tableau 20 qui confirme l'acidité croissante des fruits quand le calibre diminue.

TABLEAU 20

calibre	classe correspondant à l'acidité maximum en p. cent d'acide citrique
1	1,25 à 1,30
2	1,25 à 1,30
3	1,40 à 1,45
4	1,30 à 1,35
5	1,50 à 1,55
6	1,75 à 1,80
7	1,70 à 1,75

Variables pouvant être liées à chaque charpentière.

On rappelle que le clémentinier observé avait quatre charpentières et que l'effet de l'orientation a déjà été

étudié. On reprendra ci-dessous le comportement de quelques variables en fonction de chaque charpentière.

● - Charpentière - branche.

Chaque charpentière se ramifie en un certain nombre de branches :

8 branches sur les charpentières 1 et 4

6 branches sur la charpentière 2

12 branches sur la charpentière 3

En examinant le nombre total de fruits par charpentière, on remarque qu'il n'est pas dépendant du nombre de branches :

charpentière 1 - 8 branches, 253 fruits dont 55 sur charpentière

charpentière 2 - 6 branches, 549 fruits dont 42 sur charpentière

charpentière 3 - 12 branches, 498 fruits dont 55 sur charpentière

charpentière 4 - 8 branches, 528 fruits dont 62 sur charpentière

Si par charpentière, on note la branche la plus chargée, on observe que ce sont les premières branches émises qui sont les plus fructifères, en particulier la branche 1 de la charpentière 4 qui porte 64,8 p. cent des fruits de cette charpentière, soit environ 16 p. cent du total de la récolte (tableau 21).

TABLEAU 21

n° charpentière	n° branche la plus chargée	pourcentage de fruits de la charpentière
1	4	23,7
2	1	43,8
3	3	24,8
4	1	64,8

● - Charpentière - hauteur des fruits.

La hauteur moyenne des fruits est sensiblement différente d'une charpentière à l'autre.

Pour récolter au moins 50 p. cent des fruits par charpentière, il faut atteindre les classes de hauteur suivantes :

140-159 cm pour la charpentière 1 soit 55,7 p. cent

120-139 cm pour la charpentière 2 soit 54,7 p. cent

180-199 cm pour la charpentière 3 soit 56,6 p. cent

100-119 cm pour la charpentière 4 soit 62,4 p. cent

Les fruits de la charpentière 4 tendent à être plus bas que les fruits de la charpentière 3, ceux des charpentières 1 et 2 étant situés à des positions intermédiaires.

● Charpentière - Distance à l'axe central.

La distance des fruits à l'axe central n'est pas influencée par la charpentière ; on notera seulement l'absence de clémentines dans la zone 0-59 cm sur la charpentière 4.

● - Charpentière - poids des fruits.

Le poids des fruits varie peu en fonction de la charpen-

# HISTOGRAMMES SELON LE CALIBRE

Fig. 14 • Nombre de pépins par fruit

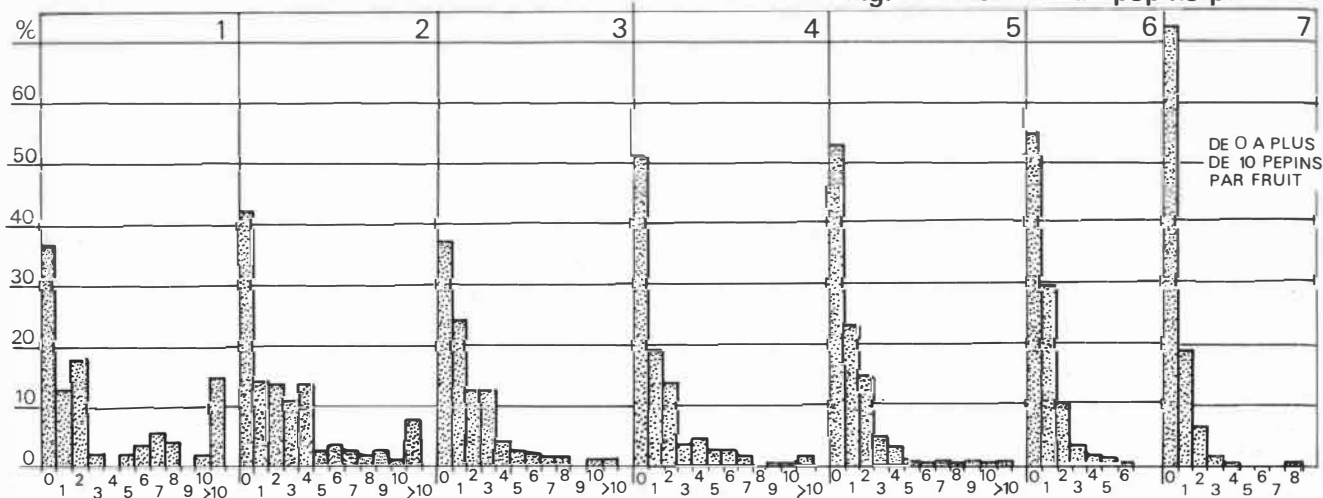


Fig. 15 • Epaisseur de la peau

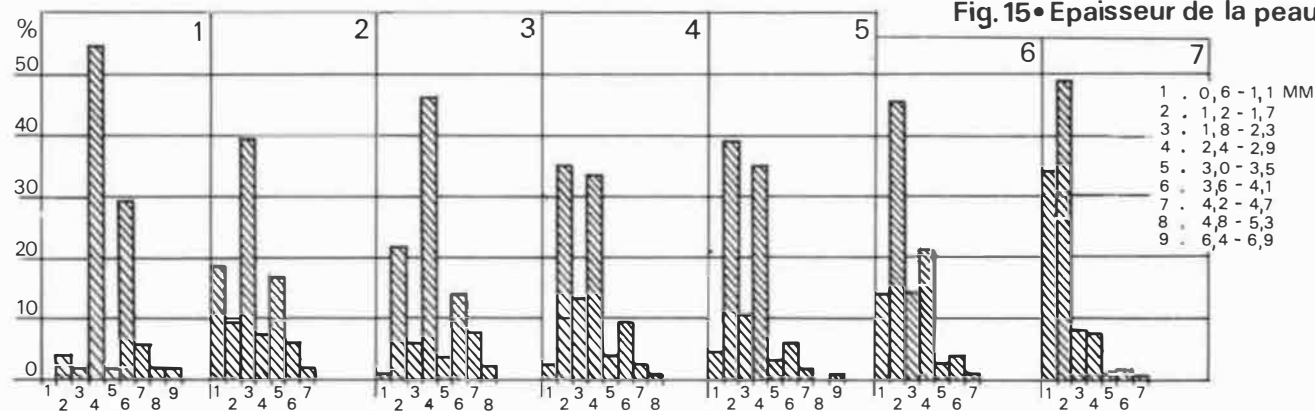


Fig. 16 • Rugosité

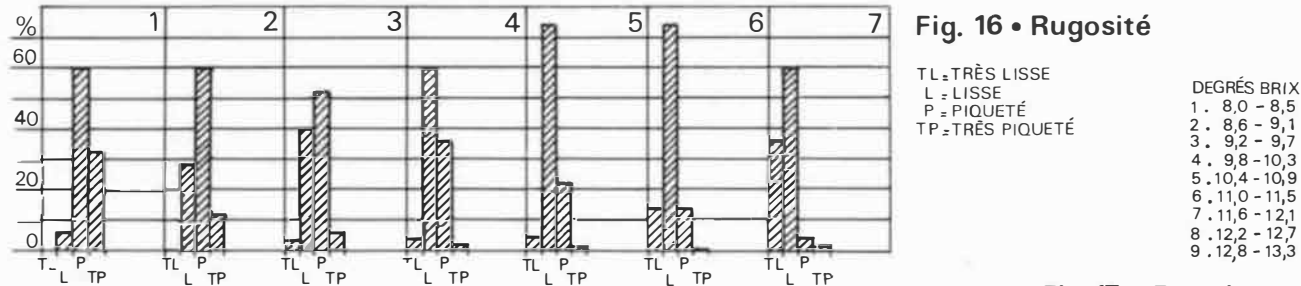
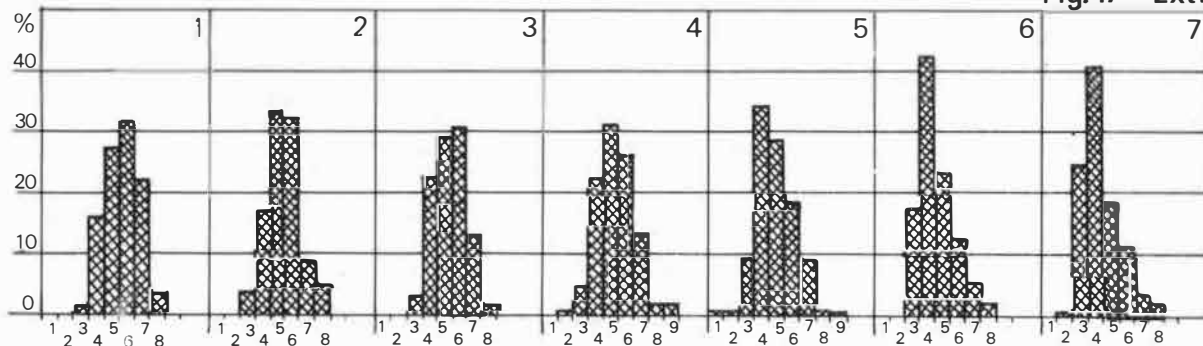


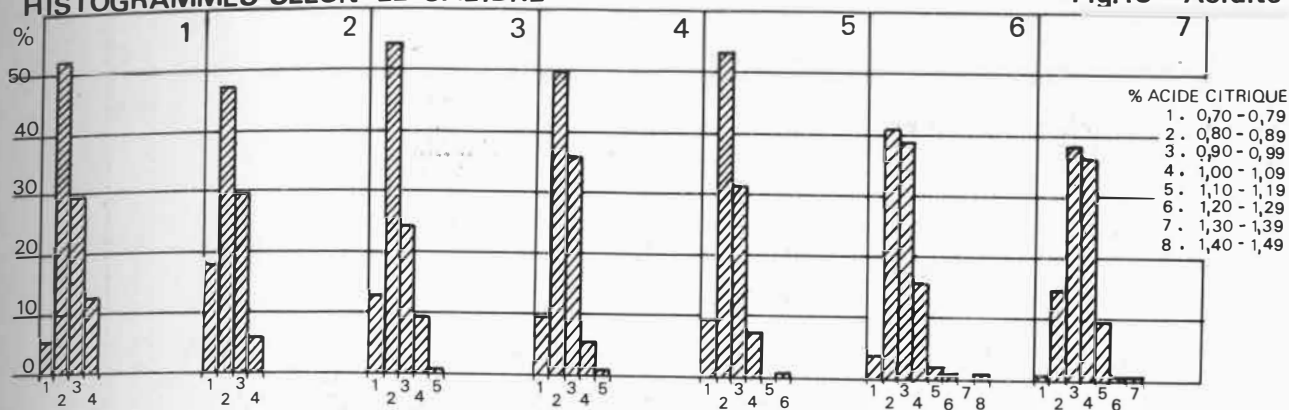
Fig. 17 • Extrait sec





## HISTOGRAMMES SELON LE CALIBRE

Fig.18 • Acidité



tière ; les fruits situés sur la charpentière 2 (dont l'orientation dominante est le nord) dont un poids moyen sensiblement plus faible que les fruits situés sur les autres charpentières.

- - Charpentière - couleur.

On pourrait croire que « la charpentière » a une certaine incidence sur la couleur des fruits, par exemple la charpentière 4 présente un pourcentage plus élevé de fruits rouges que les autres charpentières. En fait, il s'agit plus exactement d'une interaction liée à l'orientation.

- - Charpentière - acidité et extrait sec.

Là encore, le caractère charpentière n'intervient pas par lui-même, mais ce sont plutôt certaines variables qui lui sont associées, en particulier l'orientation.

## Variables pouvant être liées à la couleur.

- - Couleur - acidité.

Pour obtenir au moins 50 p. cent des fruits par couleur, il faut atteindre les classes d'acidité notées au tableau 22

TABLEAU 22

classe de couleur	classe d'acidité	pourcentage de fruits cumulé
fond vert	1,06 - 1,11	59
tournant	1,18 - 1,23	56
orange	1,00 - 1,05	62
rouge	0,94 - 0,99	57

L'acidité décroît quand la coloration augmente : la notation « tournant » étant d'appréciation très subjective, les effectifs pris en compte pour cette couleur sont donc assez aléatoires.

- Couleur - extrait sec.

Pour obtenir au moins 50 p. cent des fruits par couleur, il faut atteindre les classes d'extrait sec suivantes (tableau 23).

TABLEAU 23

coloration	classe d'extrait sec à atteindre	pourcentage de fruits cumulé
fond vert	10,1 à 10,3	56,5
tournant	9,8 à 10,0	66,0
orange	10,1 à 10,3	66,0
rouge	10,7 à 10,9	56,7

L'interaction couleur-extrait sec fait apparaître deux grandes classes : les fruits peu colorés (fond vert à oranges à extrait sec faible et les fruits très colorés (rouges) à extrait sec plus élevé. Cette constatation est confirmée par une observation de 90 p. cent des fruits par coloration.

TABLEAU 24

coloration	classe d'extrait sec	pourcentage de fruits cumulé
fond vert	10,9 à 11,2	90,0
tournant	10,1 à 10,3	92,4
orange	11,3 à 11,5	92,1
rouge	11,6 à 11,8	91,3

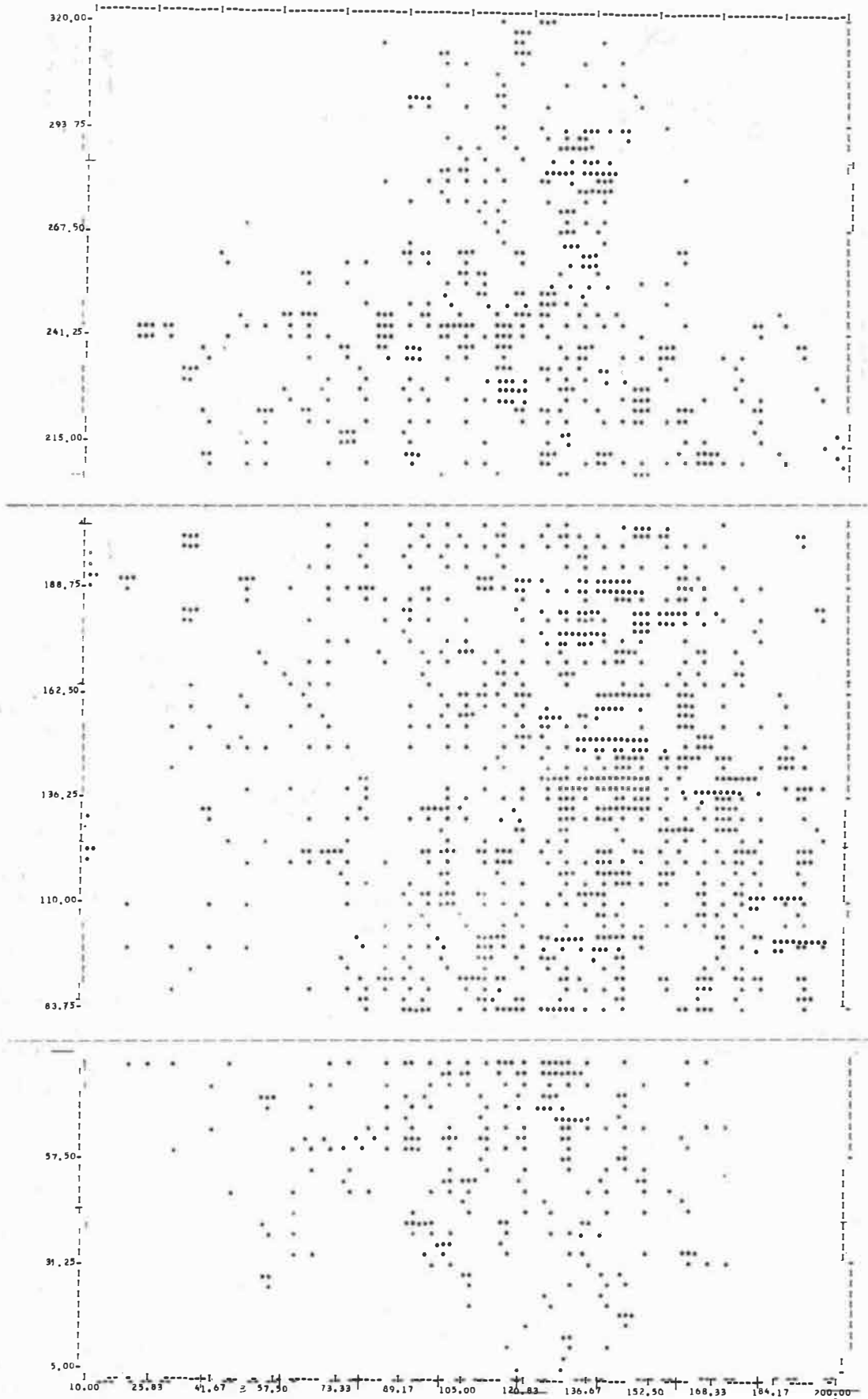
Mais en examinant le tableau 24 dans le détail, on remarque dans la coloration rouge une grande gamme d'extrait sec, avec une tendance vers les valeurs plus élevées et, dans la coloration « tournant », un comportement aussi aléatoire que pour l'acidité.

- - Couleur - rugosité.

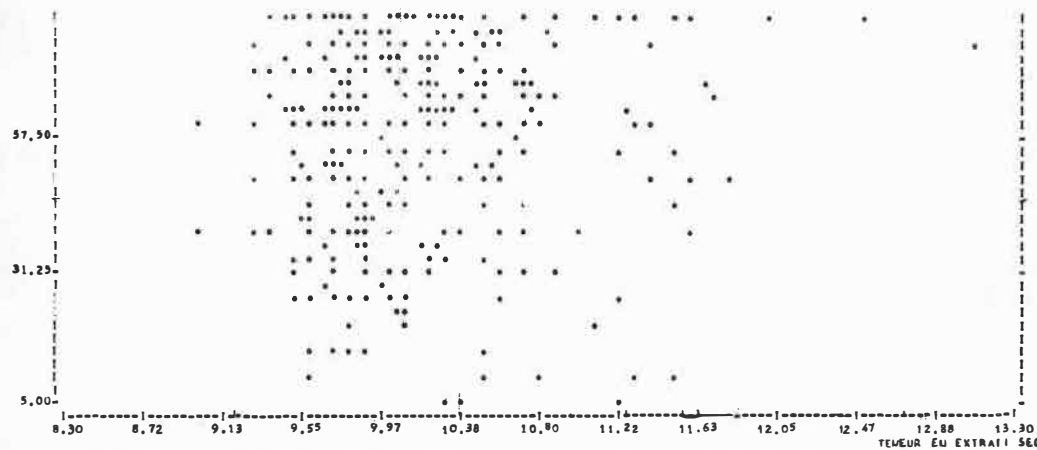
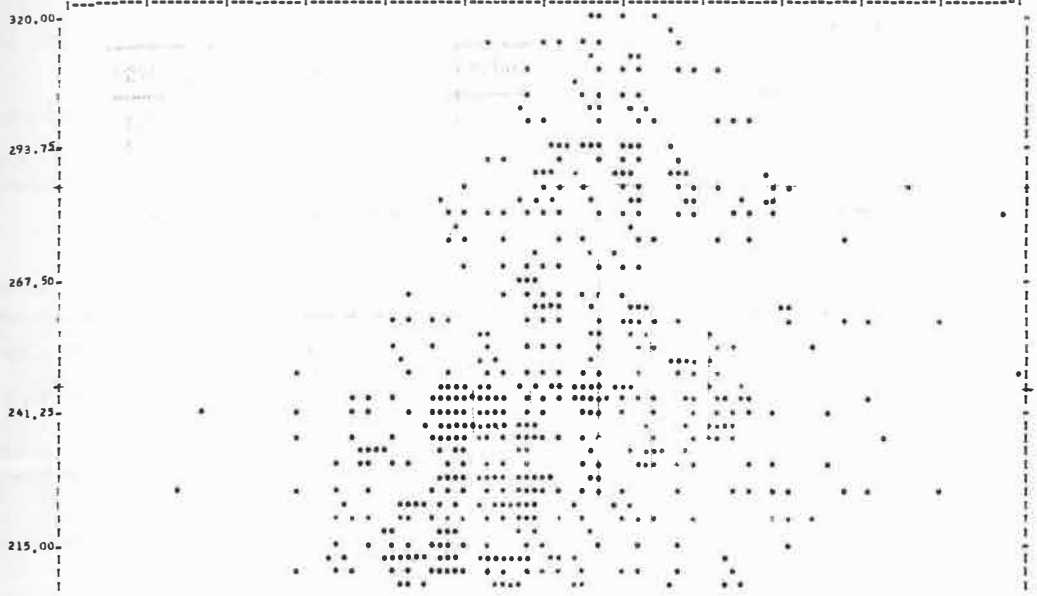
Le couple couleur-rugosité fait apparaître une distinction très nette entre les fruits « fond vert » et les autres colorations ; en effet, les fruits non colorés ont une peau plus piquetée que les fruits colorés (tableau 25).

Cette particularité attire l'attention et demande au moment de l'échantillonnage une très grande objectivité de l'opérateur qui, naturellement, aura peut-être tendance à ne pas prendre les fruits piquetés ou très piquetés, ou bien à ne pas prendre les fruits à fond vert. A cet effet, il est bon de rappeler la représentativité de ces catégories de fruits

HAUTEUR DU FRUIT



HAUTEUR DU FRUIT



TEMEUR EU EXTRAII SEC

**TABLEAU 25**

rugosité	toutes couleurs confondues	fond vert	tournant	orange	rouge
très lisse	13,7	2,5	15,1	15,1	15,1
lisse	60,7	35,5	60,4	63,7	64,4
piqueté	23,0	49,5	22,6	19,9	19,2
très piqueté	2,6	13,0	1,9	1,3	1,3

par rapport à la récolte totale.

Les fruits piquetés et très piquetés représentent :  
25 p. cent de la population

Les fruits à fond vert représentent :  
11 p. cent de la population.

Les fruits à fond vert et dont l'épiderme est piqueté et très piqueté représentent 6,8 p. cent de la récolte totale.

Il restera à étudier leur pourcentage parmi tous les fruits de la zone retenue pour le prélèvement de l'échantillon.

- - Couleur - poids.

Il n'apparaît pas d'interférence notable d'un caractère sur l'autre.

- - Couleur - position du fruit.

La répartition des fruits pour chaque coloration (tableau 26) fait apparaître que les fruits «tournants» sont plus isolés qu'en bouquets. La subjectivité du tournant nous oblige à ne pas donner d'importance à cet état de fait. Par ailleurs, si on étudie la répartition «position du fruit» parmi les couleurs, on constate qu'elle est équilibrée et qu'il n'y a pas d'interférence significative entre ces deux variables.

- - Couleur - distance à l'axe central (figure 19).

On pouvait s'attendre à ce que les fruits peu colorés soient essentiellement situés à l'intérieur de l'arbre, car on rappelle que tous les fruits ont été récoltés en quelques jours. Cela semble être vrai pour les fruits tournants dont

**TABLEAU 26**

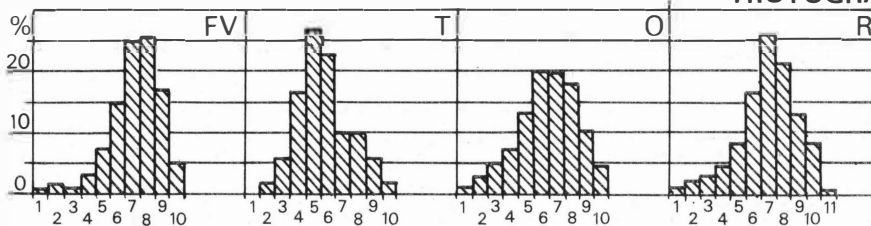
Couleur →	fond vert	tournant	orange	rouge
Position des fruits ↓				
en bouquets	46,0	28,3	40,7	46,8
isolés	54,0	71,7	59,3	53,2
Position des fruits →	en bouquets		isolés	
Couleur ↓				
fond vert	10,8		11,0	
tournant	1,9		3,7	
orange	35,7		40,1	
rouge	51,6		45,2	

l'appréciation a déjà été fort critiquée ci-dessus, mais la situation des fruits à fond vert est voisine des autres colorations, ainsi pour obtenir au moins 50 p. cent des fruits par coloration, il faut atteindre les classes de distances suivantes (tableau 27).

**TABLEAU 27**

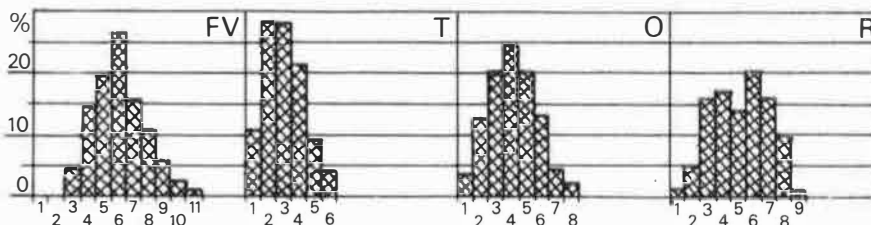
couleur	classe de distance	pourcentage de fruits cumulé
fond vert	120 - 139 cm	49,5
tournant	80 - 99	51,0
orange	120 - 139	67,7
rouge	120 - 139	57,7

**HISTOGRAMMES SELON LA COULEUR**



**Fig. 19 • Distance à l'axe central**

- 1. 0 - 19 CM
- 2. 20 - 39
- 3. 40 - 59
- 4. 60 - 79
- 5. 80 - 99
- 6. 100 - 119
- 7. 120-139 CM
- 8. 140-159
- 9. 160-179
- 10. 180-199
- 11. 200-219



**Fig. 20 • Hauteur du fruit**

- 1. 0-0,39 M
- 2. 0,40-0,79
- 3. 0,80 - 1,19
- 4. 1,20 - 1,59
- 5. 1,60 - 1,99
- 6. 2,00 - 2,39
- 7. 2,40-2,79 M
- 8. 2,80-3,19
- 9. 3,20 - 3,59
- 10. 3,60 - 3,99
- 11. 4,00 - 4,39

La couleur des fruits ne serait pas une fonction de la distance.

- - Couleur - hauteur (figure 20).

Pour obtenir au moins 50 p. cent des fruits par coloration il faut atteindre les classes de hauteur suivantes (tableau 28).

TABLEAU 28

couleur	classe de hauteur	pourcentage de fruits cumulé
fond vert	140 - 159 cm	65,0
tournant	80 - 99	54,7
orange	120 - 139	50,3
rouge	180 - 199	54,5

Là encore, le fond vert n'est pas discriminant, mais l'ensemble des données sur le couple couleur-hauteur indique que les fruits les plus colorés sont situés les plus hauts par exemple 35 p. cent des fruits à fond vert sont au-delà de 160 cm alors que 45 p. cent des fruits rouges sont au-delà de 200 cm.

- - Couleur - nombre de pépins.

Le tableau de contingence tend à montrer que les fruits les plus colorés ont moins de pépins que les autres. Cette constatation est surprenante car si la coloration des fruits oranges et tournants n'est pas définitive, leur nombre de pépins l'est.

Les fruits aspermes seraient-ils plus précoces que les autres ?

#### Variables pouvant être liées à l'observateur.

Deux équipes d'observateurs se sont partagé le travail strictement au hasard. L'une (CICCOLI) a observé 942 clémentines, l'autre (ARIAS) en a observé 886.

Sur certaines variables qualitatives, on se propose d'étudier les différences d'appréciation, et sur certaines variables quantitatives les différences de mesures possibles, mais en gardant bien à l'esprit que les deux équipes n'ont pas observé les mêmes fruits.

- - Répartition (charpentière) - observateur.

La répartition des fruits de chaque charpentière a été la suivante par équipe d'observateurs :

charpentière	CICCOLI	ARIAS
1	82,6	17,4
2	48,8	51,2
3	46,4	53,6
4	44,3	55,7

Seules les clémentines de la charpentière 1 n'ont pas été réparties uniformément entre les deux équipes, mais celles-ci ne représentant que 13,9 p. cent de la population totale, on peut penser que l'incidence sur les observations qui vont suivre sera faible.

- - Observateur - orientation.

Seule l'orientation sud-ouest (c'est-à-dire charpentière 1) a été davantage prise en compte par l'équipe CICCOLI que par l'équipe ARIAS, donc avec la même incidence que celle citée ci-dessus.

- - Observateur - couleur.

N'ayant pas utilisé de références chromatiques, on pouvait s'attendre à quelques différences sur l'appréciation de la couleur entre les deux équipes d'observateurs. Examinons la répartition des couleurs parmi les fruits observés par chaque équipe (tableau 29).

Un calcul de  $\chi^2$  sur les effectifs totaux observés par chaque équipe montre qu'ils ne sont pas significativement différents.

Par contre la distribution par couleur varie significative-

TABLEAU 29

Équipe	coloration			
	fond vert	tournant	orange	rouge
CICCOLI	4,7 %	4,1 %	41,4%	49,8 %
51,5 p. cent du total				
ARIAS	17,6	1,6	34,8	46,0
48,5 p. cent du total				
$\chi^2$ 1,78 NS	62,7**	11,7**	9,63**	4,39*

ment d'une équipe à l'autre. Plus la coloration est facile à apprécier, plus les différences sont faibles. On peut interpréter ces résultats de deux manières : ou bien l'équipe ARIAS a sous-estimé la couleur des fruits, ou bien inversement, l'équipe CICCOLI a sur-estimé la couleur.

En fait, lorsqu'on a étudié la variable couleur (confondant alors les équipes d'observateurs), on peut penser que ces différences d'appréciations se compensaient.

- - Observateur - poids.

La logique se trouve confirmée, les pesées de fruits ont été réalisées de façon identique par les deux équipes.

- - Observateur - épaisseur de la peau.

Contre toute attente, s'agissant d'une mesure, il apparaît des différences significatives entre les deux équipes ; par exemple, dans les trois premières classes d'épaisseur, soit de 0,6 à 1,8 mm, l'équipe CICCOLI a placé 61,6 p. cent de ses fruits observés tandis que l'équipe ARIAS n'en a placé que 41,9 p. cent. On peut incriminer le manque de précision de l'appareil de mesure, et la manière différente de s'en servir (erreur de parallaxe).

- - Observateur - rugosité.

la variable rugosité est assez subjective puisqu'elle correspond à une appréciation visuelle et tactile non définie par des classes aux bornes précises. De ce fait, il ressort que les classes « piquetées » et « très piquetées » ont été estimées de façon identique, alors que les classes lisses et très lisses ont

été appréciées différemment :

	CICCOLI	ARIAS
très lisse	24,6	2,0
lisse	50,2	72,0
piqueté	24,0	21,8
très piqueté	1,2	4,2

Si on ne conserve que deux classes, c'est-à-dire, les fruits «lisses» et les fruits «piquetés», alors on peut admettre que les deux équipes d'observateurs ont classé les fruits de la même façon.

- - Observateur - teneur en extrait sec.

La mesure de l'extrait sec est obtenue par lecture directe au réfractomètre. Bien que l'équipe CICCOLI n'ait pas observé de fruits dans les classes extrêmes (mini, maxi), on peut dire que la teneur en extrait sec n'est pas dépendante de l'observateur.

- - Observateur - acidité.

L'acidité étant mesurée à partir d'une méthode colorimétrique, on aurait pu craindre des différences d'appréciation sur le «virage» de la solution à doser, or l'examen du tableau croisé ne fait pas apparaître de différences notables. La teneur en acidité ne dépend pas de l'observateur.

### CROISEMENT DE DEUX VARIABLES QUANTITATIVES

La construction des tableaux à partir de deux variables quantitatives a fait appel à un autre programme ; et pour des raisons de mise en page, il était nécessaire de regrouper les classes au niveau de la variable éditée en colonne. La limite étant de dix colonnes plus une pour le total ligne, un regroupement par deux était suffisant pour intégrer toutes les variations étudiées.

- - Hauteur du fruit - distance à l'axe central.

Du tableau croisé on peut (en considérant tous les fruits dans un même plan) extraire différentes zones.

a) zone sans fruit.

- Il n'existe aucune clémentine entre 0 et 39 cm du tronc pour une hauteur comprise entre 0 et 79 cm
- de même entre 0 et 79 cm du tronc pour une hauteur comprise entre 280 et 359 cm
- de même entre 180 et 199 cm du tronc pour des hauteurs comprises entre 0 et 79 cm et entre 280 et 359 cm.

hauteur en cm	distance en cm
0 - 79	0 - 39
	180 - 199
280 - 359	0 - 79
	180 - 199

couple hauteur-distance, sans fruits

b) zone facile d'accès pour un échantillonnage.

- la tranche de hauteur de 80 à 239 cm comprend 71,5 p. cent des fruits ;
- la tranche de distance de 80 à 199 cm, comprend 88 p. cent des fruits ;

- si on considère le couple hauteur-distance, on observera 65 p. cent de la récolte.
- si on souhaite réduire cette zone au couple H x D en cm = (100-200)x(100-200), on observera encore 37 p. cent de la récolte totale, mais réduite au couple (120-200)x(120-200), on n'observera plus que 26 p. cent de la récolte totale.

Dans la troisième partie de cette étude, on s'efforcera de mieux préciser la représentativité de cette zone pour le poids moyen d'un échantillon.

Afin de mieux imaginer le couple hauteur-distance du clémentinier observé, on a calculé par classe de hauteur dans le tableau 30 les effectifs observés, la distance moyenne des fruits à l'axe central et l'écart type de cette distance.

Dans la zone de hauteurs possibles pour un échantillonnage, la distance moyenne se situe vers 130 cm de l'axe central, donc apparemment dans la tranche de distance accessible (100-200) mais avec des écarts types et coefficients de variation relativement élevés.

- - Hauteur du fruit - poids du fruit.

On rappelle que 72 p. cent des fruits pèsent entre 34 et 70 g, avec une répartition équilibrée par classe de 6 g et que 14 p. cent se situent en dessous et 14 p. cent au-dessus.

Si on calcule le poids moyen théorique de l'intervalle 34-70 g soit 52 g, on voit qu'il est proche du poids moyen réel calculé sur l'ensemble de la population (51,70 g).

Si on examine le couple hauteur-poids (H = 80 à 200 cm et P = 34 - 70 g), il représente 41,3 p. cent de la récolte totale soit plus du tiers. Cette zone paraît donc favorable à un échantillonnage du caractère poids, car on verra par ailleurs que le poids moyen des fruits varie très peu, si on prend un fruit sur trois de la récolte totale.

La relation hauteur-poids du fruit confirme la relation calibre-hauteur : pour obtenir au moins 50 p. cent des fruits par classe de hauteur, il faut atteindre les classes de poids suivants (tableau 31).

On remarque trois paliers :

hauteur	0 à 119 cm, fruits pesant de 34 à 46 g
hauteur	120 à 239 cm, fruits pesant de 46 à 52 g
hauteur	240 à 359 cm, fruits pesant de 52 à 64 g

Le poids moyen des fruits tend à augmenter avec la hauteur, ce qui est confirmé par le calcul du poids moyen par classe de hauteur (tableau 32).

Inversement pour obtenir au moins 50 p. cent des fruits par classe de poids, il faut atteindre les classes de hauteur suivantes (tableau 33).

La classe de poids 46 à 52 se situe dans la zone de hauteur 120 - 159 cm.

- - Distance du fruit - poids du fruit.

Pour obtenir au moins 50 p. cent des fruits par classe de poids, il faut atteindre les classes de distance suivantes (tableau 34).

TABLEAU 30

classe de hauteur en cm	effectif	distance moyenne en cm	écart type	CV p. cent
0 - 19	13	133	10,11	
20 - 39	37	119	32,38	
40 - 59	67	112	28,93	
60 - 79	110	109	29,18	
80 - 99	151	123	36,70	
100 - 119	184	137	38,22	28
120 - 139	198	132	40,09	30
140 - 159	185	137	35,60	26
160 - 179	144	127	33,38	26
180 - 199	156	118	44,75	38
200 - 219	134	124	42,69	
220 - 239	156	119	39,04	
240 - 259	122	103	36,21	
260 - 279	61	116	24,86	
280 - 299	70	127	14,94	
300 - 319	36	116	18,05	
320 - 339	4	123	4,33	

TABLEAU 31

classe de hauteur en cm	classe de poids en g à atteindre	pourcentage de fruits cumulé
0 - 39	34 à 39	62,0
40 - 79	40 à 45	64,4
80 - 119	40 à 45	50,6
120 - 159	46 à 51	66,4
160 - 199	46 à 51	62,1
200 - 239	46 à 51	51,6
240 - 279	52 à 57	57,1
280 - 319	58 à 63	61,2
320 - 359	58 à 63	54,7

TABLEAU 32

classe de hauteur en cm	effectif	poids moyen en g	écart type
0 - 19	13	41,27	7,01
20 - 39	37	36,14	10,34
40 - 59	67	41,00	13,68
60 - 79	110	43,88	14,46
80 - 99	151	43,62	13,30
100 - 119	184	50,07	16,03
120 - 139	198	47,98	14,51
140 - 159	185	53,67	19,86
160 - 179	144	50,37	15,79
180 - 199	156	54,18	15,62
200 - 219	134	57,06	17,46
220 - 239	156	57,43	16,58
240 - 259	122	59,57	15,90
260 - 279	61	59,00	15,18
280 - 299	70	58,14	15,66
300 - 319	36	63,13	14,35
320 - 339	4	75,2	23,75

TABLEAU 33

classe de poids en g	classe de hauteur en cm à atteindre	pourcentage cumulé
22 à 27	80 - 119	59,8
28 à 33	120 - 159	72,0
34 à 39	120 - 159	68,7
40 à 45	120 - 159	61,0
46 à 51	120 - 159	53,7
52 à 57	160 - 199	60,2
58 à 63	160 - 199	59,8
64 à 69	160 - 199	50,9
70 à 75	200 - 239	69,4
76 à 81	200 - 239	67,5

TABLEAU 34

classe de poids en g	classe de distance en cm	pourcentage cumulé
10 à 15	0 - 39	50,0
15 à 21	80 - 109	70,9
22 à 27	80 - 109	68,9
28 à 33	80 - 109	58,8
34 à 39	100 - 109	53,9
40 à 45	120 - 159	86,2
46 à 51	120 - 159	76,2
52 à 57	120 - 159	76,4
58 à 63	120 - 159	77,9

L'augmentation du poids avec la distance se fait par palier, mais il faut rappeler que 70 p. cent des fruits sont situés entre 80 et 159 cm.

On notera également que la classe représentative du poids moyen de la récolte se situe dans la zone de distance 120 - 159 cm.

- - Hauteur du fruit - Nombre de pépins  
Distance à l'axe central - Nombre de pépins.

Dans les conditions de cette observation, on ne remarque pas d'influence particulière, ni de la hauteur, ni de la distance sur le nombre de pépins.

- - Distance à l'axe central - Épaisseur de la peau.

Du tableau 35 de répartition des fruits par classe d'épaisseur en fonction de la distance, il ressort que les fruits situés vers l'extérieur de l'arbre ont une peau plus épaisse que les fruits situés vers l'intérieur. Il est assez difficile d'être plus affirmatif car il ne faut pas oublier que

TABLEAU 35

épaisseur en mm	classe de distance en cm					
	0 - 39	40 - 79	80 - 119	120 - 159	160 - 199	200 - 239
0,6 à 0,9	3,31	11,98	42,15	32,20	10,30	0
1,2 à 1,5	6,02	12,05	32,53	38,55	9,64	1,20
1,5 à 1,8	2,08	9,27	27,32	45,53	15,80	0
2,1 à 2,4	2,65	7,41	24,87	43,92	20,63	0,53
2,7 à 3,0	2,52	7,56	23,11	41,18	25,42	0,21

la silhouette de l'arbre n'est pas un cylindre mais tend plutôt vers un paraboloïde de révolution.

- - Hauteur du fruit - teneur en extrait sec

Pour obtenir au moins 50 p. cent des fruits par classe de hauteur, il faut atteindre les classes d'extrait sec suivantes (tableau 36).

TABLEAU 36

classe de hauteur en cm	classe d'extrait sec à atteindre en degrés Brix	pourcentage cumulé des fruits de la classe de hauteur
0 - 39	9,8 - 10,0	50,0
40 - 79	10,1 - 10,3	66,2
80 - 119	10,1 - 10,3	55,7
120 - 159	10,1 - 10,3	56,1
160 - 199	10,1 - 10,3	57,3
200 - 129	10,4 - 10,6	52,4
240 - 279	10,7 - 10,9	50,8
280 - 319	11,0 - 11,2	55,6

Aux classes d'extrait sec les plus élevées, correspondent les classes supérieures de hauteur.

- - Distance du fruit - teneur en extrait sec.

Pour obtenir au moins 50 p. cent des fruits par classe de distance, il faut atteindre les classes d'extrait sec suivantes (tableau 37).



TABLEAU 37

classe de distance en cm	classe d'extrait sec à atteindre	pourcentage de fruits cumulé
0 - 39	9,8 - 10,0	67,93
40 - 79	9,8 - 10,0	70,73
80 - 119	9,8 - 10,0	55,31
120 - 159	10,1 - 10,3	51,09
160 - 199	10,1 - 10,3	52,59
200 - 239	10,1 - 10,3	73,00
		(non représentatif 4 fruits seulement)

L'augmentation de l'extrait sec avec la distance est moins prononcée qu'avec la hauteur, cependant, on note, au-delà des 50 p. cent de récolte, que les fruits situés près de l'axe central, zones 0-39 et 0-79, ne dépassent pas 10,7 et 11,6 d'extrait sec et que les fruits dont l'extrait sec moyen est le plus élevé se situent essentiellement dans la zone 120-199.

- - Hauteur des fruits - acidité.

La hauteur intervient peu sur l'acidité, avec une tendance des acidités les plus faibles à se trouver au-delà de 159 cm.

- - Distance à l'axe central - acidité.

Pour obtenir au moins 50 p. cent des fruits par classe de distance, il faut atteindre les classes d'acidité suivantes (tableau 38).

TABLEAU 38

classe de distance en cm	classe d'acidité à atteindre en pour cent d'acide citrique	pourcentage cumulé
0 - 39	1,00 - 1,04	62,3
40 - 79	1,05 - 1,09	60,5
80-119	1,05 - 1,09	59,9
120 - 159	0,95 - 0,99	54,8
160 - 199	0,95 - 0,99	55,0

L'acidité tend à baisser quand on s'éloigne de l'axe central. Si on admet qu'une classe est représentative à partir de 3 p. cent de l'effectif total, on remarque en fait que l'amplitude de l'acidité est faible : (0,5 unité) de différence entre des extrêmes représentant respectivement 3,8 p. cent de la récolte totale pour la classe 0,80 - 0,84 et 3,4 p. cent pour la classe 1,25 - 1,29.

Plus on avance dans cette étude, plus on se rend compte que certaines variables explicatives doivent être considérées simultanément, ainsi le couple hauteur-distance est beaucoup plus représentatif dans l'espace que chaque caractère pris séparément.

Si on recherche des couples hauteur-acidité dont les effectifs sont les plus élevés, on trouve (tableau 39) :

TABLEAU 39

hauteur en cm	acidité en p. cent	pourcentage de récolte totale
120 - 159	0,90 - 0,94	3,67
120 - 159	0,95 - 0,99	3,34

De même pour le couple distance-acidité (tableau 40) :

TABLEAU 40

distance en cm	acidité en p. cent	pourcentage récolte totale
120 - 159	0,90 - 0,94	7,11
120 - 159	0,95 - 0,99	8,04

Ces deux catégories de couples se situent bien dans la fourchette hauteur-distance qu'on se propose de retenir pour l'avenir.

- - Hauteur - rapport extrait sec/acidité.

Le rapport extrait sec/acidité tend à augmenter avec la hauteur des fruits ; par exemple, pour obtenir au moins 50 p. cent des fruits par classe de hauteur, il faut atteindre les classes de rapport Es/Ac suivantes (tableau 41) :

TABLEAU 41

classe hauteur en cm	classe Es/Ac à atteindre	pourcentage cumulé
0 - 39	9,5 - 9,9	56,0
40 - 79	9,0 - 9,4	52,1
80-119	10,0 - 10,4	57,9
120 - 159	10,0 - 10,4	57,4
160 - 199	10,0 - 10,4	53,3
200 - 239	10,5 - 10,9	52,0
240 - 279	11,0 - 11,4	55,2
280 - 319	11,5 - 11,9	65,5

Sur l'effectif total, les deux couples les mieux représentés sont (tableau 42) :

TABLEAU 42

hauteur en cm	Es/Ac	pourcentage de l'effectif total
120 - 159	9,5 à 10,4	4,52
120 - 159	10,0 à 10,4	3,61

Or, le rapport moyen Es/Ac calculé sur la totalité de la récolte est de 10,42 et les trois classes incluses entre 9,5 et 10,9 représentent 36,6 p. cent de la population. Cette zone de hauteur 120 - 159 cm se révèle a priori assez représentative du rapport Es/Ac.

- - Distance - rapport extrait sec/acidité

Le rapport Es/Ac tend à augmenter avec la distance à l'axe central au-delà de 120 cm. Les deux couples les plus représentatifs en effectifs sont : 120 - 159 cm en distance couplé à 10,0 - 10,4 pour Es/Ac et 120 - 159 cm en distance

couplé à 10,5 - 10,9 pour Es/Ac, représentant respectivement 5,7 et 5,8 p. cent de l'effectif total.

Une fois encore, le couple hauteur-distance 120 - 159 cm retient notre attention.

- - Poids du fruit - extrait sec.

L'extrait sec tend à augmenter avec le poids. L'étude sur les variables pouvant être liées au couple hauteur-distance nous a montré que pour les valeurs (120-159) x (120-159), la classe de poids la plus représentative était 46 - 52 g. A l'intérieur de cette fourchette de poids, les deux classes d'extrait sec les plus représentatives sont 9,8 - 10,4 (38,7 p. cent) et 10,4 - 10,9 (26,4 p. cent) ; elles englobent assez bien la moyenne d'extrait sec calculée sur la population totale.

- - Acidité - extrait sec.

Ces deux variables paraissent être relativement indépendantes.

- - Extrait sec - nombre de pépins.

Il n'apparaît pas de liaison entre ces deux variables que nous considérons donc comme indépendantes.

- - Extrait sec - épaisseur de la peau.

Ces deux variables sont également considérées comme indépendantes.

#### Influence du temps (durée) sur quelques variables.

On rappelle que les observations sur l'arbre et au laboratoire se sont étalées sur une huitaine de jours.

Il était donc intéressant de connaître si la variable date d'observation pouvait avoir une certaine influence sur quelques caractères appelés à évoluer dans le temps.

- - Retard à l'observation - couleur.

Les pourcentages de fruits observés 2, 3, 4, ... jours après leur récolte sont les suivants (tableau 43) :

TABLEAU 43

nombre de jours après récolte	pourcentage de fruits observés par jour
2	8,3
3	11,8
4	22,5
5	17,9
6	13,5
7	9,2
8	0
9	16,7

Examinons la répartition des couleurs dans le temps (tableau 44).

Le pourcentage de fruits à «fond vert» n'évolue pas dans le temps.

Le pourcentage de fruits «tournants» devient pratiquement nul au-delà du quatrième jour.

Le pourcentage de fruits «oranges» diminue au-delà du quatrième jour et reste stable.

Le pourcentage de fruits «rouges» augmente à partir du quatrième jour.

La coloration augmente sensiblement avec le temps ; on remarque en effet trois paliers : 2 et 3 jours, 4 et 5 jours, 6 à 9 jours.

- - Retard à l'observation - extrait sec-acidité.

Un écart de 8 jours entre les premières et dernières observations n'est pas suffisant pour faire apparaître des différences importantes liées au temps. Pour mieux dissocier les différentes origines de variation, il aurait été souhaitable de distinguer les teneurs en extrait sec et acidité par couleur pour chaque date d'analyse.

- - Retard à l'observation - poids du fruit.

Le poids moyen des fruits observés tend à diminuer avec la date d'observation (pour un écart de huit jours), ce qui est confirmé par l'étude de l'évolution du poids de vingt fruits mis à part. On constate en effet après cinq jours, une perte de poids voisine de 9 p. cent (figure 21).

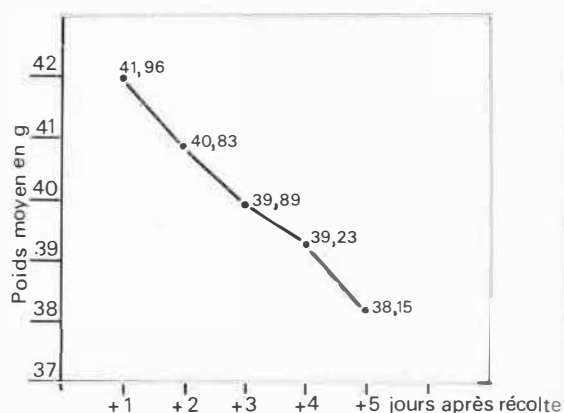


Fig. 21 • Variation du poids moyen calculé sur vingt fruits, cinq jours après la récolte.

#### CONCLUSIONS PRÉLIMINAIRES CONCERNANT LA MONOGRAPHIE DE LA RÉCOLTE D'UN CLÉMENTINIER

Afin d'établir une liaison avec l'étude qui paraîtra prochainement et de confirmer certains résultats issus de

TABLEAU 44

couleur	nombre de jours après récolte							
	2	3	4	5	6	7	8	9
fond vert	12,5	7,9	9,2	13,4	9,3	10,6	0	13,4
tournant	3,9	11,2	4,6	0	0,4	0	0	1,0
orange	44,1	45,6	39,1	38,7	37,8	29,0	0	33,8
rouge	39,5	35,3	47,1	47,9	52,4	60,4	0	51,8

TABLEAU 45

variable	effectif	moyenne	variance	écart type	coefficient de variation
hauteur des fruits	1828	159,43 <sub>cm</sub>	4.973,09	70,31	44,0
distance du fruit	-	123,51 <sub>cm</sub>	1.410,63	37,56	30,5
poids	-	51,70 g	288,75	16,99	33,0
nombre de pépins	-	1,08	196,06	2,12	4,5
épaisseur de la peau	-	2,40 mm	0,81	0,90	38,0
extrait sec	-	10,53	0,52	0,72	6,9
acidité	-	1,03	0,19	0,14	13,5
Es/Ac	-	10,42	2,23	1,49	14,0

TABLEAU 46 - Corrélations

	hauteur	distance	poids	nombre de pépins	épaisseur peau	extrait sec	acidité	Es/Ac
hauteur	1	-0,06	0,34	0,08	0,11	0,37	-0,02	0,37
distance		1	0,23	0,03	0,12	0,26	-0,23	0,32
poids			1	0,37	0,54	0,33	-0,43	0,52
nombre de pépins				1	0,17	-0,05	-0,14	0,10
épaisseur peau					1	-0,02	-0,29	0,25
extrait sec						1	0,001	0,45
acidité							1	-0,85
Es/Ac								1

tableaux de contingence, on peut extraire du programme d'analyse en composantes principales (qui sera développé ultérieurement), les caractéristiques des principales variables quantitatives étudiées, auxquelles on s'est déjà référé au sujet des moyennes.

- - Étude descriptive et corrélation entre variables quantitatives (tableau 45).

Ce tableau confirme partiellement les résultats observés lors de l'examen des variables deux à deux : en effet, parmi les variables explicatives, la hauteur présente un coefficient de variation plus élevé que la distance et parmi les variables expliquées, l'acidité est plus dispersée que l'extrait sec. Le coefficient de variation associé au poids est également très élevé ; d'où l'intérêt et la nécessité de rechercher une zone représentative du poids moyen dont l'écart type sera plus faible.

Coefficients de corrélation (tableau 46) :

Les coefficients de corrélation calculés entre les principales variables quantitatives sont pour la plupart très faibles.

Si on retient les coefficients supérieurs à 0,50, on note une certaine corrélation positive entre le poids du fruit et l'épaisseur de la peau, entre le poids du fruit et le rapport Es/Ac et une corrélation négative entre le rapport Es/Ac et l'acidité.

L'extrait sec étant plus constant, la variation du rapport Es/Ac est davantage et inversement liée à l'acidité.

Sans tenir compte de leur valeur mais de leur sens, on peut noter les liaisons positives ou négatives suivantes :

- poids x extrait sec >0
- poids x acidité <0
- poids x hauteur >0
- extrait sec x hauteur >0

- - Effets de l'orientation.

• sur la répartition globale des fruits : une dominante est-ouest a été mise en évidence, 60 p. cent de la récolte se répartissent en 27 p. cent E+S-E, 33 p. cent O+N-O.

• sur la hauteur des fruits : les zones les plus éclairées de

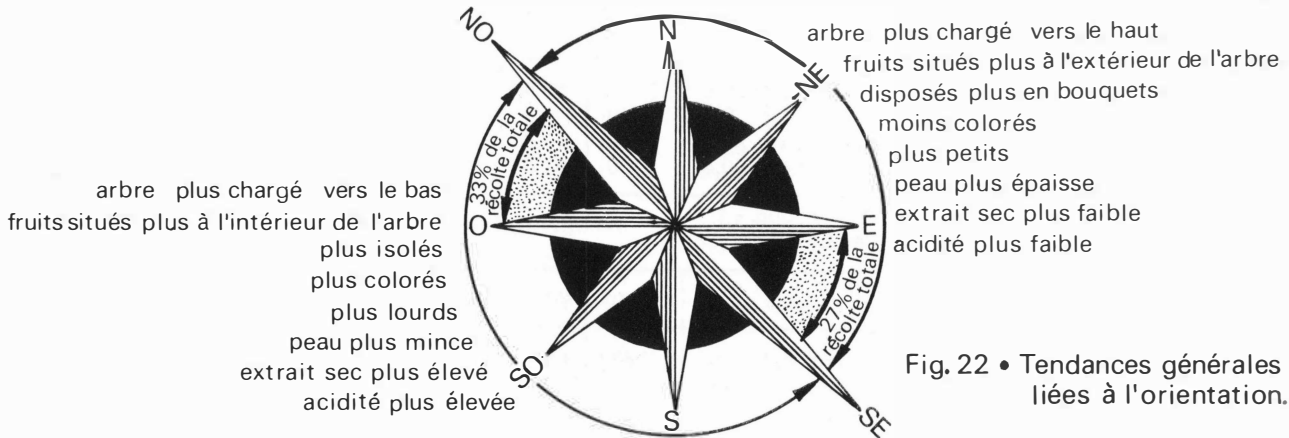


Fig. 22 • Tendances générales liées à l'orientation.

l'arbre (S-SE, SO-O) sont plus chargées vers le bas et, inversement, les zones moins éclairées (N-NE, NO-E) voient leurs fruits se déplacer vers le haut.

- sur la distance des fruits à l'axe central : les fruits des zones les plus éclairées sont plus à l'intérieur de l'arbre.

- sur le groupement des fruits : les fruits isolés sont dominants pour tout ce qui est associé à l'ouest (SO-O-NO).

- sur la couleur : les fruits les plus colorés sont au sud. Les fruits les moins colorés sont au nord-est.

- sur le poids : les fruits les plus lourds sont au sud et sud-ouest. Les fruits les plus petits sont au nord.

- sur l'épaisseur de la peau : la peau est plus fine au sud et sud-est. La peau est plus épaisse au nord et nord-ouest.

- sur l'extrait sec : au sud l'extrait sec est plus élevé. Au nord et nord-est, l'extrait sec est plus faible.

- sur l'acidité : au nord et nord-est, les fruits sont moins acides. Au sud et sud-est, les fruits sont plus acides.

● - Effets du calibre.

On rappelle qu'un certain chevauchement existe, inhérent à la technique du calibrage, en particulier pour les calibres 5 et 6.

- sur le nombre de pépins : le nombre de pépins par fruit tend à diminuer quand le calibre décroît.

- sur la rugosité : la rugosité de la peau croît avec le calibre.

- sur l'épaisseur de la peau : l'épaisseur de la peau croît avec le calibre.

- sur l'extrait sec : l'extrait sec tend à augmenter avec le calibre.

● - Effets de la hauteur.

- sur le calibre : le calibre des fruits tend à augmenter avec la hauteur.

- sur l'épaisseur de la peau : les fruits à peau épaisse sont généralement situés dans les parties hautes de l'arbre.

- sur la couleur : la coloration augmente avec la hauteur.

- sur l'extrait sec : l'extrait sec croît par palier avec la hauteur.

● - Effets de la distance.

- sur le calibre : la distance des fruits à l'axe central intervient peu sur le poids du fruit.

- sur l'épaisseur de la peau : les fruits à peau épaisse sont proches de l'extérieur de la frondaison.

- sur la couleur et l'extrait sec : l'influence de la distance n'a pas été mise en évidence, ni sur la couleur, ni sur l'extrait sec.

- sur l'acidité : plus on s'éloigne de l'axe central, plus l'acidité diminue.

● - Effets de l'observateur.

- sur la couleur : une couleur qui n'est pas bien définie (fond vert, tournant) peut être appréciée différemment par deux individus.

- sur l'épaisseur de la peau : une technique de mesure mal adaptée (règle millimétrée) fait apparaître des différences entre deux individus.

● - Effets de la date d'observation.

Sur un laps de temps relativement court (huit jours), seule la couleur a évolué. La date n'entraîne pas de variations significatives du poids, ni de l'extrait, ni de l'acidité.

**Remarque :** la hauteur des fruits (telle qu'elle a été mesurée) est relative, car elle est liée à la distance et à la charge globale d'une charpentièrre.

● - Réflexions - introduction à l'analyse multidimensionnelle.

Cette longue étude descriptive de toute la récolte d'un clémentinier nous apporte quelques enseignements, mais on se rend bien compte qu'elle ne peut servir que de support à une méthodologie de l'échantillonnage. En effet, si on a mis en évidence certaines influences d'une variable sur l'autre, on a toujours travaillé dans un espace à deux dimensions. Par exemple, si l'orientation semble agir sur le poids des fruits, leur couleur, leur acidité ou leur extrait sec, elle agit d'abord et indirectement sur la hauteur et la distance. On a remarqué également que la hauteur et la distance, prises

individuellement, n'étaient pas exploitables pour la recherche d'une zone représentative. Par contre, le couple hauteur-distance apporte des informations précieuses permettant de définir une zone représentative de la moyenne des principales variables quantitatives dont l'écart type sera plus faible. Aussi, comme nous le verrons dans le troisième article (à paraître), le nombre de fruits à prélever sur un arbre sera d'autant plus faible, pour une même marge d'erreur acceptée, que l'écart type de chaque variable sera faible. La nécessité de poursuivre cette étude avec des techniques statistiques plus élaborées se fait sentir également pour lever certaines contradictions relevées dans l'examen des variables prises deux à deux. Par exemple, on a remarqué que les fruits les plus lourds avaient une peau plus épaisse ; de même, les fruits situés au nord, mais que pour cette orientation, ils étaient moins lourds.

Dans un deuxième article (à paraître) traitant plus particulièrement de l'analyse des données, on essaiera de mettre en évidence, grâce à la recherche de nouveaux axes factoriels, la part de chacune des variables pouvant expliquer le poids ou le rapport extrait sec/acidité. Les méthodes mises en oeuvre devraient aider à définir une méthodologie de l'échantillonnage en rapport avec la distribution de la récolte sur l'arbre.

Cette monographie nous a montré, pour chacune des

variables étudiées, les différences pouvant exister d'un fruit à l'autre en fonction de sa position sur l'arbre. Des calculs de variance ont permis d'apprécier ces dispersions ; des tableaux de contingence ont permis de mettre en valeur des zones où les fruits sont plus représentatifs de la moyenne de l'arbre. Ainsi le couple hauteur-distance (120 - 180) x (extérieur frondaison - 80) paraît favorable et convient à un prélèvement facile de l'échantillon. Certains résultats devront être vérifiés sur la récolte 1975-1976 du même arbre : on s'efforcera de réduire encore ce couple à (120 - 160) x (extérieur frondaison - 60).

En dehors de cette zone, on a constaté également des secteurs d'arbre où les fruits présentaient des caractères très éloignés de la moyenne.

Cette étude a montré que certaines variables qualitatives risquent d'être trop subjectives quand elles sont insuffisamment définies (couleur), que certaines variables quantitatives doivent être mesurées avec un appareillage fiable et précis évitant un certain risque d'erreur, surtout quand ils sont manipulés par des observateurs différents.

Enfin, il est apparu que chaque série d'observations devait être réalisée dans un laps de temps aussi court que possible après la récolte pour éviter toute variation imputable au facteur temps.

## BIBLIOGRAPHIE

- BLONDEL (L.). 1952.**  
Détermination du point de maturité des agrumes.  
*Annales de l'Inst. agr. d'Alg. et des Serv. de Rech. et d'Expér.*,  
Fasc. 4, nov. 1952, 56 p.
- BLONDEL (L.). 1953.**  
Détermination du point de maturité des jus d'agrumes.  
*Ile Congr. intern. citr. de los paises medit., Valence (Espagne)*,  
tome I, mai 1952, 20 p.
- BLONDEL (L.) et BALESTIERI (L.). 1954.**  
Méthode d'analyse des jus d'agrumes employée à la Station de  
Boufarik.  
*Publication Sta. de Boufarik*, 16 p.
- BLONDEL (L.) et BARBIER (E.).**  
Le problème des pépins dans les clémentines.  
*6e Congrès de l'agr. médit., Nice*, mai 1962, p. 354-357.
- CASSIN (J.). 1950.**  
Remarques sur les résultats d'analyses effectuées sur les agrumes.  
*Revue française de l'oranger*, nov. 1950, p. 343-347.

à suivre

