

Etude de la variabilité phénotypique du *C. mauritiana*  
par analyse de la longueur des fruits.

par J. LOUARN <sup>acquis</sup> et A. CHARRIER <sup>ndré</sup>

Nous avons profité de l'abondante récolte de fruits de *C. mauritiana* effectuée dans divers peuplements naturels à La Réunion; pour étudier la variabilité du marqueur quantitatif "longueur du fruit" et voir s'il pouvait être utilisé pour décrire la variabilité phénotypique trouvée sur le terrain par J.F. LEROY (1961, 1962, 1963) et A. CHARRIER (1971).

I.- Matériel et méthodes.

1)- Matériel.

Fruits immatures récoltés par arbre dans différents peuplements de La Réunion aux lieux dits :

- Takamaka ( T )
- Grande Chaloupe ( Cha )
- Grand Coin ( G.C. )
- Cap Noir ( C.N. )
- Jean Petit ( J.P. )
- Basse Vallée ( B.V. )

Le nombre de fruits récoltés par caféier n'est pas homogène.

2)- Méthodes.

Nous avons utilisé l'analyse de variance à un critère de classification reposant sur l'application de "modèle fixe" ( P. DAGNELIE, 1970 ).  
Nous avons adopté la notation suivante :

$p$ : arbres d'effectifs  $n_1, n_2, \dots, n_i, \dots, n_p$

$x_{ik}$ : désigne une valeur observée quelconque (  $k$  ième mesure de longueur du fruit du  $i$ ème caféier )

$\bar{x}_i$ : moyenne de l'arbre  $i$

$\bar{x}$ : moyenne de la population générale des caféiers étudiés.

Nous pouvons écrire la relation algébrique

$$\sum (x_{ik} - \bar{x})^2 = \sum (\bar{x}_i - \bar{x})^2 + \sum (x_{ik} - \bar{x}_i)^2$$

qui conduit à la décomposition de la variation totale en ses 2 composantes additives :

- Variation entre les  $p$  caféiers ( variation inter arbres due à la partition ).
- Variation dans les échantillons prélevés sur les différents arbres ( variation intra arbres ou résiduelle ).

Les conditions d'application de cette analyse de variance reposent sur normalité des populations et l'homogénéité de leur variance, les échantillons étant obtenus de façons aléatoires, simples et indépendantes.

3)- Transformation des données élémentaires.

Les effectifs, les moyennes  $\bar{x}_i$  et les variances  $s_i^2$  des échantillons de fruits prélevés sur les caféiers sont rassemblés dans le tableau 1.

Il nous est apparu qu'il y avait une relation entre la moyenne et la variance de chaque population (graphique 1). Nous avons établi l'existence d'une regression linéaire hautement significative.

! Origine de la !	! SCE !	! ddl !	! s <sup>2</sup> !	! F !	! F 0,01 !
! Totale	! 38,97 !	! 33 !	!	!	!
! Regression	!	!	!	!	!
! linéaire	! 11,50 !	! 1 !	! 11,497 !	!	!
! Résiduelle	! 27,47 !	! 32 !	! 0,85 !	! 14,09 !	! 7,51 !

Le coefficient de corrélation  $r = 0,73$  est aussi significatif ( seuil 0,34 pour 33 ddl ).

La validité de l'analyse de la variance basée sur les données élémentaires de mesure est mise en cause par cette relation. Afin de rendre toute la valeur à cette analyse, nous avons appliqué aux données élémentaires la transformation racine carrée de  $x_{ik}$ .

Pour simplifier les calculs, nous avons effectué un changement d'origine et un changement d'unité. Les données transformées répondent à l'équation suivante :

$$x'_{ik} = \sqrt{10^7} x_{ik} - 10\ 000$$

Nous avons éprouvé l'efficacité de la transformation utilisée :

- regression linéaire non significative  $F = 1,01$   $F_{0,05} = 4,14$
- diminution du coefficient de corrélation  $r = 0,174$ , non significatif.

Grâce à cette transformation, il y a indépendance entre les moyennes et les variances. Pour la suite de l'analyse, nous n'utiliserons que les données élémentaires transformées.

...../..

4)- Test d'homogénéité des variances.

Nous avons appliqué le test de BARTLETT aux variances calculées pour chaque caféier. Pour 33 ddl, nous avons obtenu un  $X^2$  de 154,23 hautement significatif.

L'hétérogénéité des variances nous semble essentiellement due à la faible taille des échantillons et à la variation du nombre de mesures par arbre.

Nous avons fait une estimation de la taille optimale de l'échantillon de fruits qui doit être récolté sur chaque caféier, à partir de la variance moyenne générale par arbre, en appliquant la relation suivante :

$$n = \frac{4 s_{ik}^2}{d^2} \quad (\text{P. DAGNELIE -- 1970})$$

d : étant l'erreur maximale admise

- pour d = 5 % n = 137 fruits/arbre

- pour d = 10 % n = 34 fruits/arbre

Nous n'avons pas vérifié la normalité des distributions, la taille des échantillons étant variable et insuffisante.

II.- Analyse des résultats.

A.- Comparaison des moyennes.

1/- Comparaison de l'ensemble des moyennes des arbres.

! Origine de la !	! SCE	! ddl	! $S^2$	! F	! $F_{0,01}$
! variation	!	!	!	!	!
! Totale	! 15 443 859	! 1 123	! 13 752	!	!
! Partition par	!	!	!	!	!
! arbre	! 12 853 357	! 33	! 389 495	!	!
! Intra-arbres	!	!	!	! 163,9	! 1,70
! (résiduelle)	! 2 590 501	! 1 090	! 2 376	!	!

Les moyennes sont significativement différentes les unes des autres. Leur comparaison devrait se faire par le test de KEULS. Il n'est pratiquement pas applicable du fait de la variabilité du nombre de mesures par arbre. Nous avons visualisé les différences entre caféiers dans la figure 1 qui représente l'ensemble des moyennes et leur intervalle de confiance ( données réelles ).

2)- Comparaison des moyennes intra-peuplement.

L'analyse de la variance pour le peuplement de Takamaka est la suivante :

! Origine de la ! variation	! SCE	! ddl	! $S^2$	! F	! F	! 0,01
!+ Totale	! 5 610 700	! 481	! 11 664			
! Partition par ! arbre	! 4 228 995	! 13	! 329 922			
! Entre observa- ! tions des diffé- ! rents arbres ! (résiduelle)	! 1 321 704	! 468	! 2 824	! 116,8	! 2,36	

Les moyennes à l'intérieur de ce peuplement sont significativement différentes les unes des autres.

Des analyses de variance effectuées de la même façon pour les peuplements Jean Petit et Basse Vallée nous donnent les valeurs de F. suivantes, respectivement 63,5 et 45,5; hautement significatives. Les moyennes sont donc aussi, à l'intérieur de ces peuplements, différentes les unes des autres.

La comparaison des moyennes à l'intérieur des peuplements est aussi visualisée dans la figure 1.

3)- Comparaison des moyennes des différents peuplements.

- Nombre de fruits et longueur du fruit moyen par peuplement.

! T	! Cha	! G.C.	! C.N.	! J.P.	! B.V.	
! Nb. de fruits!	! 482	! 63	! 53	! 81	! 237	! 208
! $\bar{x}_1$ réel	! 22,0	! 18,4	! 17,0	! 14,8	! 19,4	! 18,0
! $\bar{x}_1$ transformé!	! 4 809	! 3 592	! 3 019	! 2 163	! 3 903	! 3 409

- Analyse de la variance.

! Origine de la variation	! SCE	! ddl	! S <sup>2</sup>	! F	! F <sub>0,01</sub>
! Totale	! 15 443 859	! 1 123	! 13 752		
! Partition par peuplement	! 7 150 348	! 5	! 1 430 069	! 192,8	! 3,32
! Intra-peuplement ( résiduelle )	! 8 293 511	! 1 118	! 7 418		

Ces moyennes des peuplements sont significativement différentes, les fruits du peuplement de Takamaka étant les plus longs.

B.- Comparaison des variances.

Les variances dont l'origine est due à la partition sont utilisées pour effectuer les comparaisons.

1)- Comparaison de la variation des 3 principaux peuplements.

! T = 329 922	! J.P. = 151 508	
! B.V. = 87 988	! 3,75	! 1,72
! F <sub>0,05</sub> = 4,68	! F <sub>0,05</sub> = 4,95	
! J.P. = 151 508	! 2,18	! // // //
! F <sub>0,05</sub> = 4,00		

La variabilité interne des trois peuplements étudiés n'est pas significativement différente.

2)- Comparaison de la variation des 3 principaux peuplement à la variation générale.

! Variation générale	! = 1 430 069
! T = 329 922	! 4,33 > F <sub>0,05</sub> = 3,03
! J.P. = 151 508	! 9,44 > F <sub>0,05</sub> = 4,39
! B.V. = 87 988	! 16,3 > F <sub>0,05</sub> = 5,05

La variation générale est significativement supérieure à celle de chaque peuplement.

### III.- Discussion des résultats.

#### 1/- Comparaison des moyennes.

Les moyennes des arbres sont différentes que l'on se rapporte à l'ensemble des arbres, à ceux des peuplements de Takamaka, Jean Petit et Basse Vallée, où que l'on compare les moyennes des 6 peuplements.

Les différences entre les arbres ne sont certainement pas dues à des différences du développement des fruits immatures récoltés. En effet, les floraisons d'une espèce sont assez groupées (déclenchement lié aux conditions climatiques) et le développement du fruit se fait de telle façon qu'après une phase de grossissement rapide (nouaison), son accroissement, jusqu'à la maturité, est très limité.

D'un point de vue pratique, il est possible de rechercher, dans les différents peuplements, les arbres à gros grains, ce caractère étant directement utilisable en sélection du fait d'une assez bonne hérédité.

#### 2/- Comparaison des variances.

On constate que la variabilité phénotypique des peuplements Takamaka, Jean Petit, Basse Vallée est comparable; ceci pouvant être expliqué par l'état de ces populations (peuplements de structures équilibrées et d'effectifs assez importants).

Il ne nous est pas possible d'étudier le niveau de fixation du caractère étudié. En effet, nous ne possédons ni l'estimation de la variation due au milieu, ni l'analyse génétique des descendance.

Aucun des trois principaux peuplements n'est représentatif de la variabilité de la population générale de C. mauritiana. Les comparaisons effectuées sont fortement limitées car l'effectif de chaque peuplement est en fait très variable, celui de Takamaka représentant presque la moitié des individus.

### IV.- Conclusion.

La puissance de l'analyse présentée sur la variabilité phénotypique du caractère "longueur du fruit" du C. mauritiana est limitée par des problèmes d'échantillonnage. Pour une telle étude, il serait souhaitable de pouvoir prélever par peuplement un échantillon aléatoire constant de 70 à 100 fruits sur une trentaine d'arbres, pour atteindre un coefficient de variation de 7 %

Cette étude de la variabilité phénotypique d'un caractère quantitatif est essentiellement méthodologique. Elle nous servira de modèle pour les futures analyses de la structure des populations de caféiers sauvages.

- BIBLIOGRAPHIE -

---

- A. CHARRIER (1971) - Rapport de mission à La Réunion. 7 p. dactylographiées
- P. DAGNELIE (1969 et 1970) - Théorie et Méthodes statistiques  
Vol. 1 et 2 - Ed. J. DUCULOT, GEMBLOUX (Belgique)
- J.F. LEROY (1961) - Coffea novae madagascariensis  
Sur les trois caféiers endémiques de l'archipel des  
Mascareignes - JAT.BA VIII 1-29
- J.F. LEROY (1962) - Prospection des caféiers sauvages. Rapport préliminaire  
sur une mission scientifique à Madagascar et aux îles  
Mascareignes ( 27 Avril - 15 Juillet 1962 )  
JAT.BA IX 211-244
- J.F. LEROY (1963) - Sur les caféiers sauvages des îles Mascareignes.  
C.R. Acad. Sci. 256, 2897-2899.
- VESSEREAU A. (1960) - Méthodes statistiques en biologie et agronomie Tome 2  
Ed. J. BAILLIÈRE & Fils - Paris.
- 
-

- TABEAU 1 - Récapitulation de la longueur des fruits par arbre et par peuplement, avant et après transformation des données.-

Origines	Nombre de fruits	Données avant transformation			après transformation	
		$\bar{x}_i$	Intervalle de confiance de $\bar{x}_i$	$S_i^2$	$\bar{x}_i$	$S_i^2$
T.1	15	22,6	0,765	1,890	504	2 103
T.2	31	18,4	0,598	2,658	357	3 704
T.3	54	20,6	0,318	1,373	437	1 685
T.4	39	28,3	0,614	3,591	680	2 990
T.6	36	25,7	0,734	4,739	603	4 469
T.7	35	24,0	0,476	1,904	553	2 323
T.8	33	23,0	0,462	1,690	517	1 836
T.9	17	21,1	0,715	1,950	454	2 336
T.10	30	24,9	0,567	2,324	579	2 337
T.11	51	20,5	0,325	1,342	432	1 652
T.13	33	18,0	0,505	2,020	343	2 791
T.14	41	19,7	0,448	2,006	405	2 627
T.15	28	20,2	0,950	5,649	418	7 691
T.16	39	21,3	0,462	2,044	460	2 475
Cha. 1	48	18,4	0,426	2,140	359	3 085
Cha. 2	15	15,1	0,610	1,205	358	1 684
G.C. 1	15	17,4	0,560	1,035	321	1 544
G.C. 2	19	17,6	0,434	0,807	330	1 313
G.C. 3	19	15,8	0,496	1,066	257	1 668
C.N. 4	37	15,0	0,286	0,739	225	1 222
C.N. 5	44	14,6	0,229	0,572	208	983
J.P. 1	14	19,6	0,924	2,551	401	3 216
J.P. 2	19	16,9	0,578	1,433	301	2 140
J.P. 3	51	17,5	0,244	0,750	325	1 067
J.P. 4	37	22,5	0,462	1,929	501	2 184
J.P. 5	45	19,2	0,361	1,442	387	1 918
J.P. 6	47	20,3	0,327	1,230	425	1 542
J.P. 7	24	18,7	0,591	1,960	355	7 873
B.V. 2	17	20,5	0,834	2,623	431	3 184
B.V. 5	53	17,6	0,203	0,551	326	757
B.V. 9	50	18,3	0,280	0,962	355	1 308
B.V. 10	49	18,3	0,375	1,699	356	2 208
B.V. 11	24	15,8	0,646	2,329	258	3 629
B.V. 12	15	17,4	0,848	2,339	320	3 277



Figure: I

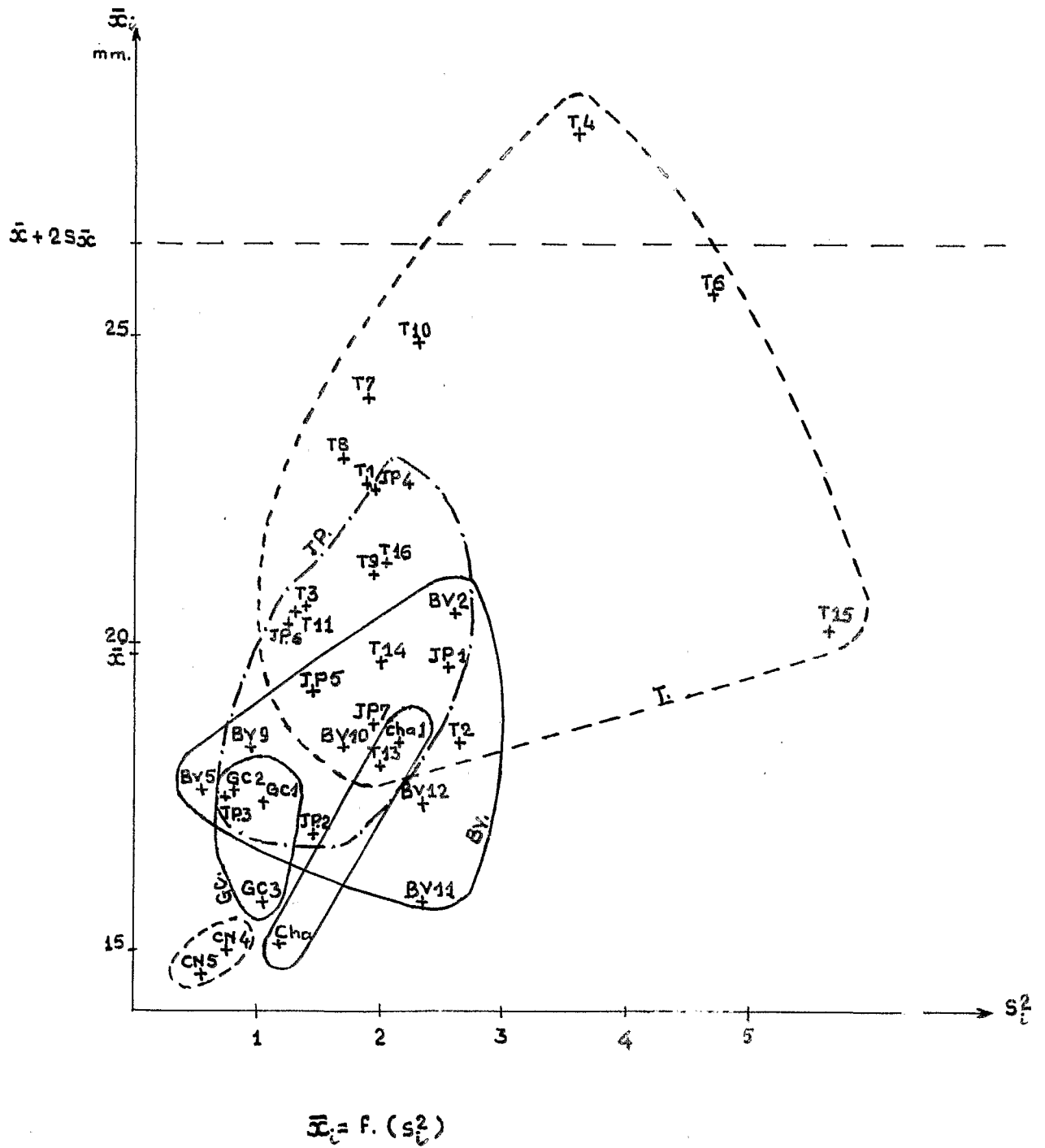


Figure : 1

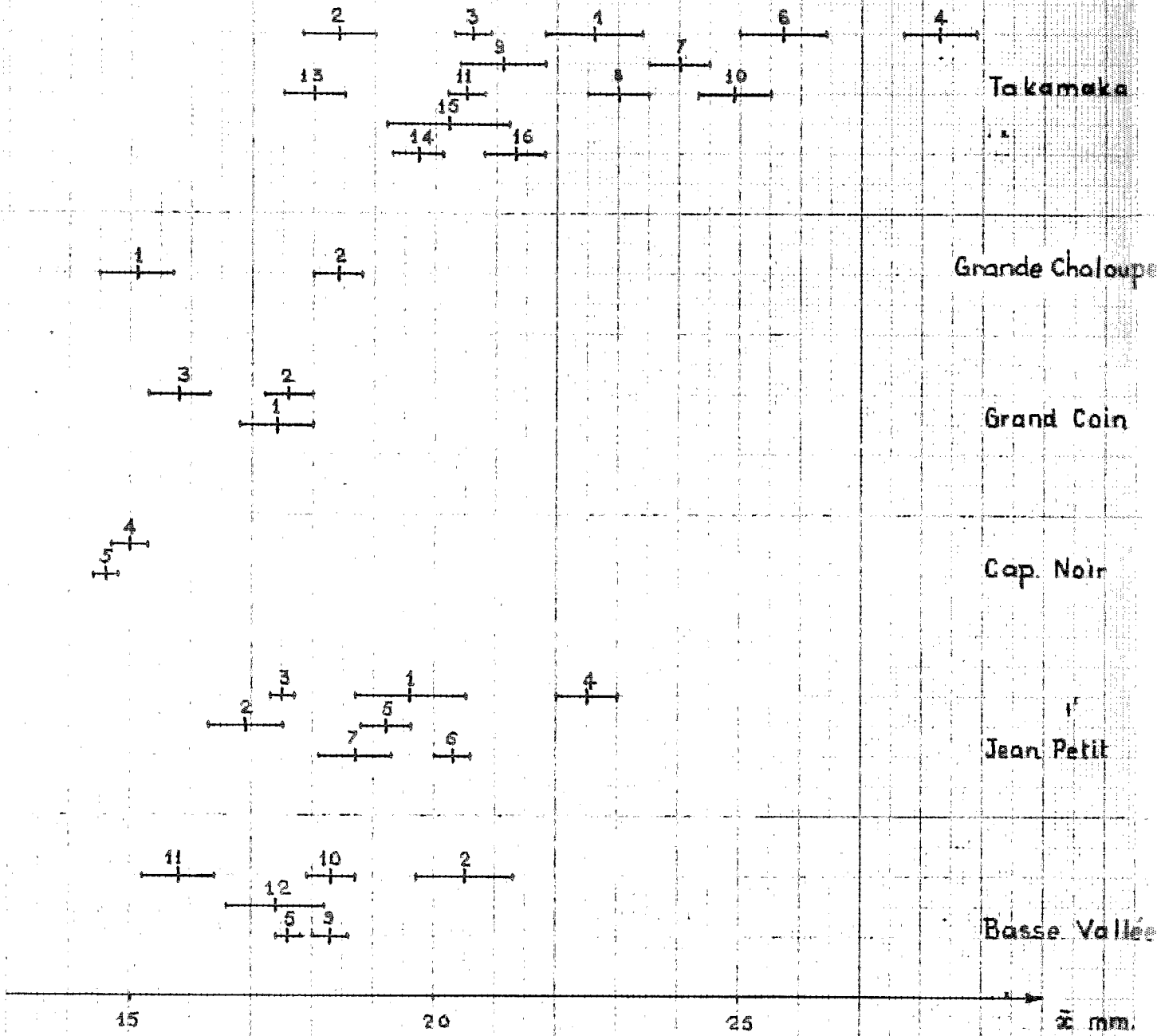


Diagramme représentant la longueur moyenne des fruits et son intervalle de confiance par arbre et par peuplement.