

**ETUDE DE LA COMPETITION ENTRE
GENOTYPES AU STADE JEUNE
CHEZ PANICUM MAXIMUM JACQ.**

Biologie

Amélioration

Plantes

Utiles



OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE OUTRE-MER

CENTRE D'ADIPODOUME - CÔTE D'IVOIRE

B.P.20 - ABIDJAN

Novembre 1969

ETUDE DE LA COMPETITION ENTRE GENOTYPES
AU STADE JEUNE CHEZ Panicum maximum Jacq.

par

R. et J. RENÉ-CHAUME

Novembre 1969

P L A N

A - INTRODUCTION	1
B - MATERIEL	1
C - PLAN D'EXPERIENCE	2
D - INSTALLATION	2
E - CARACTERES MESURES	3
F - INDICATIONS SUR LES METHODES D'ANALYSE	3
1. Modèle mathématique pour l'analyse diallèle de la compétition	3
2. Modèle mathématique pour l'étude de la com- pétition et de la dépression	5
G - RESULTATS	9
H - BIBLIOGRAPHIE	12
I - RESUME	13

A - INTRODUCTION

Plusieurs clones de l'espèce Panicum maximum se sont révélés intéressants en culture pure. Cependant les conditions d'exploitation en Basse Côte d'Ivoire sont telles qu'on peut supposer une meilleure productivité d'ensemble d'un pâturage constitué à partir de plusieurs clones. Avant la mise en place d'un essai en plein champ, un micro-essai en chassis a été installé pour étudier la compétition entre génotypes au stade jeune par ses effets sur les caractères quantitatifs.

B - MATERIEL

Les clones retenus sont les suivants :

- A : K187B (Ex G56) originaire de Tanzanie c'est un clone robuste, aux feuilles très larges, à grosses tiges, c'est le meilleur clone à Bouaké.
- B : G23 originaire du Malawi c'est un clone très productif en Basse Côte, aux feuilles larges et dont la remontaison est tardive.
- C : G17 : originaire de Rhodésie, c'est un clone dont le tallage est assez important, aux feuilles longues et fines, La remontaison est variable au cours de l'année.
- D : G33 : type Adiopodoumé, à fort tallage, feuilles minces et remontaison rapide.
- E : 89 : type Adiopodoumé, clone ayant les mêmes caractéristiques que le précédent mais dont la remontaison est beaucoup plus tardive.

C - PLAN D'EXPERIENCE

Toutes les combinaisons deux à deux des 5 clones et les 5 clones en culture pure seront comparés dans un essai en blocs complets à 3 répétitions. Chaque bloc comprend 25 parcelles (lignes de chassis) 5 en culture pure de chacun des clones, 20 avec deux clones en compétition ;

Trois chassis (un par bloc) de 8 m de long et de 1 m de large ont été nécessaires. Les lignes sont distantes de 25 cm les unes des autres ; il y a trois lignes de bordures en chaque bout de bloc, sur la ligne les plantes sont distantes de 5 cm les unes des autres la première et la dernière sont situées à 7,5 cm de la bordure de ciment du chassis.

Il y a 18 pieds sur la ligne. Les 14 du milieu servent aux mesures. Sur les lignes où il y a compétition les deux clones sont intercalés.

Chaque clone occupe une parcelle complète et 8 demi-parcelles, soit l'équivalent de 5 parcelles complètes par bloc.

Au total l'essai comporte $18 \times 5 \times 3 = 270$ plantes par clone.

D - INSTALLATION

L'essai est installé à partir de graines apomictiques préalablement mises à germer en boîtes de Pétri. Le taux de germination des graines de ces clones n'atteignant pas 50 % et le taux de reprise étant d'environ 70 %, la quantité de graines nécessaires est importante. De plus il faut tenir compte du fait que la germination s'étale sur 5 jours environ et pour avoir des plantules au même stade il faut encore augmenter la quantité de graines.

L'essai reste en place 4 semaines.

E - CARACTERES MESURES

Avant la coupe : la hauteur et le nombre de talles sont mesurés plante par plante.

après la coupe chaque plante est enveloppée dans du papier filtre mise à l'étuve à 100° pendant 24 heures, et pesée.

A la repousse le nombre d'inflorescences est noté par pied.

F - INDICATIONS SUR LES METHODES D'ANALYSES

L'analyse de variance pour chaque caractère permettra de classer chaque combinaison.

L'analyse diallèle permettra d'esquisser l'interprétation des aptitudes générales en compétition de certains clones et la part de variation qui lui soit attribuable (CHALBI 1967). Il faut remarquer cependant que l'appréciation de cette aptitude générale souffre d'un échantillonnage de clones un peu trop restreint ce qui constitue un testeur insuffisant. Un essai différent sera mis en place s'il s'avérait que l'aptitude générale est un facteur important ; l'analyse serait alors composée de plusieurs régressions à clone constant ce qui permettra d'étendre le testeur.

1. Modèle mathématique pour l'analyse diallèle de la compétition.

Soit Y_{ijk} le rendement du clone i mis en compétition avec le clone j dans le bloc k .

$$Y_{ijk} = u + a_i + b_j + S_{ij} + r_{ij} + t_k + e_{ijk}$$

a_i = aptitude à l'agressivité du clone i

b_j = aptitude moyenne à la compétition du clone j

s_{ij} = aptitude spécifique moyenne à la compétition relative à i et j

r_{ij} = effet moyen dû à la différence intra parcelle

t_k = effet bloc

e_{ijk} = déviation aléatoire.

Analyse de la variance

Source de variation	d.d.l.	Somme des carrés
Bloc	$r - 1$	
Aptitude générale à la compétition	$p - 1$	$\sum_i \frac{(Y_{i..} + Y_{.i.})^2}{2pr} - \frac{2}{rp^2} Y_{...}^2$
Aptitude spécifique à la compétition	$\frac{p(p-1)}{2}$	$\frac{1}{2r} \sum_{ij} (Y_{ij.} + Y_{ji.})^2 - \sum_i \frac{(Y_{i..} + Y_{.i.})^2}{2Pr} + \frac{1}{r} \sum_{ij} Y_{ij.}^2 + Y_{.i.}^2$
Effet de la différence intra parcelle	$p - 1$	$\frac{1}{2rp} \sum_i (Y_{i..} - Y_{.i.})^2$
Effet de réciprocité entre concurrents	$\frac{(p-1)(p-2)}{2}$	$\sum_{ij} \frac{(Y_{ij.} - Y_{ji.})^2}{2r} - \sum_i \frac{(Y_{i..} - Y_{.i.})^2}{2rp}$
Résiduelle	$(r-1)(p^2 - 1)$	par différence
Totale	$rp^2 - 1$	$\sum_{ijk} Y_{ijk}^2 - \frac{1}{p^2 r} Y_{...}^2$

Nous nous plaçons dans le cas du Modèle I d'EISENHART les paramètres (a_i, b_i) s_{ij} r_{ij} sont considérés comme des variables fixes. La mise en évidence de chacun d'eux peut être réalisée au moyen d'un test F où chaque carré moyen est comparé au résidu commun à toutes les répétitions.

2. Modèle mathématique pour l'étude de la compétition et de la dépression.

Soit Y_{ijk} le rendement, ou une transformation du rendement, du clone i mis en compétition avec le clone j dans la kème répétition. Y_{iik} représente la moitié du rendement du clone i en parcelle pure dans le bloc k (pour ramener les parcelles pures au même nombre de plantes que les parcelles en compétition).

Le modèle utilisé est le suivant :

$$Y_{ijk} = \alpha_{ij} + \rho_k + T_{ijk} + E_{ijk}$$

- α_{ij} est la moyenne du i ème clone en compétition avec le j ème clone
- ρ_k est un effet bloc k $\rho_k = 0$
- $T_{ijk} = T_{jik}$ est un effet dû à la parcelle et pour $i = j$ on suppose que les T_{ijk} suivent une loi normale de moyenne 0 et de variance σ_p^2 et sont indépendants entre eux
- E_{ijk} est une déviation aléatoire.

Les E sont indépendants et suivent une loi normale de moyenne nulle.

$$\begin{aligned} \text{VAR}(E_{ijk}) &= \sigma^2, \quad i = j \\ &= \sigma^2 + \sigma_c^2, \quad i \neq j \end{aligned}$$

La déviation étant plus grande pour les parcelles en compétition.

Les T et les E sont indépendants.

La compétition est définie par les deux conséquences de l'association de deux clones :

γ_{ij} l'avantage obtenu par i en compétition avec j .

δ_{ij} l'effet dépressif exercé par i sur j .

$$\gamma_{ij} = \frac{1}{2} (\alpha_{ij} - \alpha_{ii}) + \frac{1}{2} (\alpha_{jj} - \alpha_{ji})$$

$$\delta_{ij} = \frac{1}{2} (\alpha_{ii} + \alpha_{jj}) - \frac{1}{2} (\alpha_{ij} + \alpha_{ji})$$

$$\gamma_{ij} = -\gamma_{ji}, \quad \delta_{ij} = \delta_{ji} \quad \gamma_{ii} = \delta_{ii} = 0$$

On pose $\gamma_{ij} = K_i - K_j + \theta_{ij} \quad i \neq j$

K_i est l'effet moyen de compétition du clone i

$$\delta_{ij} = \mu + \lambda_i + \lambda_j + \zeta_{ij}; \quad i \neq j$$

λ_i est l'effet moyen de dépression du clone i

θ_{ij} et ζ_{ij} sont des termes d'interaction.

α_{ii} est l'effet du clone i .

3 analyses sont faites pour déceler les effets clones, compétition, dépression.

Les rendements Y_{ijk} sont transformés de la façon suivante :

$$S_{ik} = Y_{iik}$$

$$C_{ijk} = \frac{1}{2} [Y_{ijk} - Y_{jik} - \bar{Y}_{ii.} + \bar{Y}_{jj.}]$$

$$D_{ijk} = \frac{1}{2} [-Y_{ijk} - Y_{jik} + \bar{Y}_{ii.} + \bar{Y}_{jj.}]$$

a) Les \bar{S}_i suivent une loi normale de moyenne \bar{S}_i et de variance $\frac{\sigma^2 + \sigma_p^2}{r}$ et sont indépendants.

$$b) \hat{\gamma}_{ij} = \bar{C}_{ij}.$$

$$\hat{k}_i = \frac{1}{p} \sum_j C_{ij}.$$

$$\hat{\theta}_{ij} = \bar{C}_{ij} - \hat{k}_i - \hat{k}_j$$

$$c) \hat{\delta}_{ij} = \bar{D}_{ij}.$$

$$\hat{\mu} = \bar{D} \dots$$

$$\hat{\lambda}_i = \frac{1}{p-2} \sum_j (\bar{D}_{ij} - \bar{D} \dots)$$

$$\hat{\zeta}_{ij} = \bar{D}_{ij} - \hat{\lambda}_i - \hat{\lambda}_j - \hat{\mu}$$

I - Analyse des effets clones

Variation	d.d.l.	Somme des carrés	Carré moyen	Espérance mathématique des carrés moyens
Bloc	$r - 1$	$\sum_{ik} (\bar{S}_{.k} - \bar{S})^2$	M_{11}	$\sigma^2 + \sigma_p^2$ Si $\rho_k = 0; \forall k$
Clones	$p - 1$	$r \sum_i (\bar{S}_{i.} - \bar{S})^2$	M_{12}	$\sigma^2 + \sigma_p^2$ Si $\alpha_{ii} = 0; \forall i$
Résiduelle	$(p-1)(r-1)$	par différence	E_1	$\sigma_1^2 = \sigma^2 + \sigma_p^2$
Totale	$(pr - 1)$	$\sum_{ik} (S_{ik} - \bar{S})^2$		

II - Analyse des effets compétition

Variation	d.d.l.	Somme des carrés	Carré moyen	Espérance mathématique des carrés moyens
Compétition	$(p - 1)$	$2rp \sum_i \hat{K}_i^2$	M_{21}	$\sigma^2 + \sigma_c^2 + \frac{p}{2}(\sigma^2 + \sigma_p^2)$ Si $K_i = 0$
Interaction	$\frac{1}{2}(p-1)(p-2)$	$r \sum_{ij} \hat{\theta}_{ij}^2$	M_{22}	$\sigma^2 + \sigma_c^2$ Si $\theta_{ij} = 0 \forall_{ij}$
Résiduelle	$\frac{1}{2}p(p-1)(r-1)$	par différence	E_2	$\sigma_2^2 = \sigma^2 + \sigma_c^2$
Totale	$\frac{1}{2}p(p-1)r$	$\sum_{ijk} C_{ijk}^2$		

III - Analyse des effets dépression

Variation	d.d. l.	Somme des carrés	Carré moyen	Espérance mathématique des carrés moyens
Bloc	$r - 1$	$\sum_{ijk} (\bar{D}_{..k} - \bar{D})^2$	M_{31}	σ_3^2 Si $\rho_k = 0 \forall k$
Dépression	$p - 1$	$2r(p-2) \sum_i \hat{\lambda}_i^2$	M_{32}	$\sigma_3^2 + r \left(\frac{p-2}{2} \right) \sigma_1^2$ Si $\lambda_i = 0 \forall i$
Intéraction	$\frac{1}{2}p(p+3)$	$r \sum_{ij} \hat{\tau}_{ij}^2$	M_{33}	σ_3^2 Si $\tau_{ij} = 0 \forall ij$
Moyenne de dépression	1	$rp(p-1) \hat{\mu}^2$	M_{34}	$\sigma_3^2 + (p-1)\sigma_1^2$ Si $\mu = 0$
Résiduelle	$\frac{1}{2}(p+1)(p-2)(r-1)$	par différence	E_3	$\sigma^2 + \sigma_e^2 + 2\sigma_p^2 = \sigma_3^2$
Totale	$\frac{1}{2}p(p-1)r$	$\sum_{ijk} D_{ijk}^2$		

Les tests F sont les suivants :

$$\alpha_{ii} = 0 \implies \frac{M_{12}}{E_1} \quad \text{effet clones}$$

$$\theta_{ij} = 0 \implies \frac{M_{22}}{E_2} \quad \text{effet interaction compétition}$$

$$K_i = 0 \implies \frac{M_{21}}{E_2 + \frac{p}{2} E_1} \quad \text{effet compétition}$$

$$\tau_{ij} = 0 \implies \frac{M_{33}}{E_3} \quad \text{effet interaction dépression}$$

$$\lambda_i = 0 \implies \frac{M_{32}}{E_3 + \frac{p-2}{2} E_1} \quad \text{effet dépression}$$

$$\mu = 0 \implies \frac{M_{34}}{E_3 + (p-1)E_1} \quad \text{effet moyen dépressif.}$$

Le nombre de degré de libertés des combinaisons linéaires de carrés moyens se calcule par approximation selon la formule de SATTERWAITT (1946).

f_i = nombre de d.d.l. de CM_i

$$CM = \sum a_i CM_i$$

$$f = \frac{CM^2}{\sum_i \frac{a_i^2 CM_i^2}{f_i}}$$

G - RESULTATS

Les variables poids sec (P) de la plante entière et nombre de talles (T) ont été analysées ; elles ont été transformées en $\text{Log}(P+\bar{P})$ et $\text{Log}(T+k)$ avec $k = \frac{\bar{T}^2}{S_{\bar{T}}^2 + \bar{T}}$ calculé sur l'ensemble des données.

La signification des effets est résumée dans le tableau ci-dessous.

L'effet clone est hautement significatif pour les deux caractères, ce qui correspond aux choix des compétiteurs.

L'analyse diallèle détecte une aptitude générale à la compétition hautement significative aussi bien pour le poids sec que pour le nombre de talles. Les paramètres C_i , qui sont les paramètres de l'aptitude générale à la compétition se classent dans le même sens que les mesures des clones en pur. Ce qui ne semble pas étonnant étant donné la définition des paramètres C_i .

$$C_i = \frac{(Y_{i..} + Y_{.i.})}{P} - \frac{2 Y_{...}^2}{P^2}$$

C_i représente l'écart à la moyenne de la somme de la mesure de i en présence de tous les clones et de la mesure de tous les autres en présence de i ; l'effet clone hautement significatif se reflète donc dans l'aptitude générale à la compétition ; il prédomine même, C_i ne semble pas un paramètre adéquate pour tester la compétition.

Analyse	Effets	Nbre de talles		Poids sec	
		F	Conclu- sion	F	Conclu- sion
Clone pur :	clones	6,89	S	8,90	HS
MCGILCHRIST :	Compétition	< 1	NS	< 1	NS
	Interaction	1,07	NS	1,29	NS
	Dépression	< 1	NS	< 1	NS
	Interaction	2,28	NS	< 1	NS
	Moyenne dépression	7,45	S	1,28	NS
Analyse diallèle	Aptitude générale	7,38	HS	12,37	HS
	Aptitude spécifique	< 1	NS	< 1	NS
	Différence intra- parcelle	7,23	HS	9,81	HS
	Réciprocité	2,31	S	1,81	NS

Tableau des résultats.

Caractères : Nombre de talles et poids sec.

L'aptitude spécifique à la compétition n'est pas significative, il n'y a pas de différences dans les réactions d'un clone mis en compétition avec les autres. C'est donc qu'il n'y a pas en fait compétition.

Les mêmes conclusions se déduisent de l'analyse de MC GILCHRIST.

L'effet compétition n'est pas significatif. Les paramètres K_i qui correspondent à cet effet ne sont pas significativement différents de zéro.

$$K_i = \frac{1}{p} \sum_j \bar{c}_{ij}.$$

$$\bar{c}_{ij} = \frac{1}{2} \left[(\bar{Y}_{ij.} - \bar{Y}_{ji.}) - (\bar{Y}_{ii.} - \bar{Y}_{jj.}) \right]$$

Donc la différence qui existe entre deux clones en pur n'est pas modifié par la culture en mélange. Il n'y a donc pas compétition.

On note que la moyenne dépression (qui est négative) est significativement différente de zéro pour le tallage ce qui signifie que dans les parcelles en mélange il y a augmentation du tallage. Soit μ la moyenne dépression.

$$\mu = \bar{D} \dots$$

$$\bar{D}_{ij.} = \frac{1}{2} \left[(\bar{Y}_{ii.} + \bar{Y}_{jj.}) - (\bar{Y}_{ij.} + \bar{Y}_{ji.}) \right]$$

Tous les $\bar{D}_{ij.}$ sont négatifs pour le caractère nombre de talles $\bar{D}_{ij.}$ mesure la différence entre la somme des mesures en pur de i et j et la somme des mesures en mélange de i et j. Il y a donc bien augmentation globale du tallage du fait de la culture en mélange.

Mais l'effet dépression n'est pas significatif. Les paramètres correspondants sont λ_i avec :

$$\lambda_i = \frac{1}{p - 2} \sum_j (\bar{D}_{ij.} - \bar{D} \dots)$$

On a donc $\lambda_i = 0, \forall i$.

Les différences \bar{D}_{ij} s'écartent de $\bar{D}_{...}$ de la même manière quelque soient i et j . L'augmentation du tallage est donc la même pour tous les clones et pas spécifique de l'association de deux clones particuliers.

Bien qu'au vu des mesures le même phénomène se passe pour le caractère poids sec l'analyse statistique ne décèle pas d'effet "moyenne dépression" significatif.

En conclusion il n'est donc pas possible de trouver des associations meilleures que d'autres tous les clones réagissent identiquement en présence des autres, du moins au stade jeune où nous nous sommes placés.

Biologiquement le fait que le mélange favorise le tallage paraît intéressant, et tenderait à montrer que le voisinage de deux génotypes différents semble déclencher un mécanisme physiologique stimulant la multiplication végétative. Le caractère poids sec étant beaucoup moins précis que le caractère nombre de talles le phénomène n'est pas mis en évidence par l'analyse statistique ce qui ne veut pas dire qu'il soit inexistant.

H - BIBLIOGRAPHIE

CHALBI (N.) - 1967 - Biométrie et analyse quantitative de la compétition entre génotypes chez la luzerne.
Ann. Amélior. Plantes, 1967, 17 (2) : 119-158.

MCGILCHRIST (C.A.) - 1965 - Analysis of competition experiments.
Biometrics Vol. 2 n° 4 : 975-985.

I - RESUME

Cinq clones de Panicum maximum Jacq. intéressants en culture pure sont mis en compétition dans un micro-essai en chassis, en trois blocs randomisés complets. Les caractères quantitatifs poids sec de la plante entière et nombre de talles au stade jeune, sont analysés après transformation logarithmique par deux méthodes d'analyse qui conduisent à des conclusions analogues. La méthode d'analyse diallèle décèle une aptitude générale à la compétition hautement significative ce qui est le reflet d'une très grande diversité des clones choisis. L'aptitude spécifique n'est pas significative. L'analyse de la compétition et de la dépression de MCGILCHRIST donne davantage de renseignements. Certes il n'y a pas véritablement compétition mais la présence de deux géotypes différents semble stimuler la multiplication végétative. Cette deuxième méthode est certainement plus apte à informer sur la compétition proprement dite.