

**OBSERVATIONS POUR LA CONNAISSANCE
DU RIZ PLUVIAL**



Laboratoire d'agronomie

FORESTIER J.

OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE OUTRE - MER

CENTRE D'ADIOPODDUMÉ - CÔTE D'IVOIRE

B.P.V 51 - ABIDJAN

Mars 1979

OBSERVATIONS
POUR LA CONNAISSANCE DU RIZ PLUVIAL

1 - ARCHITECTURE DE LA PANICULE ET RENDEMENT.

Les observations faisant l'objet de ce rapport ont eu pour but une meilleure connaissance du riz pluvial dans ses composantes du rendement, et l'établissement de relations entre la partie végétative et la fructification d'un pied.

Il s'agit donc uniquement des variations intravariétales observées sur Iguape Cateto, IRAT 13 et Morobérékan avec des observations partielles sur ces deux dernières variétés.

METHODE D'ETUDE.

Pour l'observation de la panicule, les prélèvements ont été effectués à deux dates différentes, l'une au moment de l'exsertion complète de la panicule au début de l'épiaison, et l'autre quelques jours avant la maturité complète.

Chaque prélèvement consiste en cinquante panicules réparties en cinq groupes, des plus grosses aux plus petites, avec les talles correspondantes. Le rang de la talle sur le pied est indifférent.

Pour chaque talle, il est fait un schéma de répartition des grains sur la panicule, des mesures de longueur sur la panicule et son pédoncule, sur le chaume, des mesures de poids pour les limbes verts, les limbes secs, les rafles de la panicule, le pédoncule, le chaume, les gaines foliaires, les grains pleins et vides.

DESCRIPTION ET STRUCTURE.

Sur les panicules que nous avons mesurées, le nombre de grains formés a varié de 13 à 318, mais il est possible d'observer au champ des panicules encore plus petites sur des petits talles émis tardivement et enfouis dans une végétation dense. Il y a donc une grande variabilité individuelle dans les possibilités de production.

La panicule part du premier noeud sur le pédoncule et va jusqu'au dernier grain, le plus haut. La panicule comprend un rachis ou axe principal d'où partent des racèmes ou axes primaires. Ces racèmes peuvent être uniques à un noeud, ou bien plusieurs forment un verticille plus ou moins parfait. En effet les départs peuvent être réellement à une même hauteur d'un seul noeud, soit séparés d'un ou deux millimètres pour les plus grosses panicules. Le dernier noeud est compté à partir de la séparation des deux derniers racèmes en absence d'un dernier noeud visible sur le rachis.

Le nombre de racèmes observés s'élève jusqu'à 19.

Sur les racèmes nous appelons sites d'épiaison les noeuds d'où peuvent partir soit le pédoncule d'un épillet, soit un axe secondaire nommé axille ou racémule. Le premier site se trouve à la base même du racème à son attache sur le rachis. Ce site lorsqu'il est pourvu, l'est toujours par un axille. Ce n'est pas un racème distinct car il part avec le racème principal si celui-ci est arraché du rachis, au contraire par exemple des autres racèmes vrais d'un même verticille. Nous avons compté de 5 à 11 sites sur un racème, et quelques rares fois 12 sites.

Les axilles, rares sur les petites panicules deviennent plus nombreux avec l'augmentation du nombre de grains. Nous avons noté jusqu'à 5 axilles sur les sites basaux d'un racème. Ces axilles portent à leur tour les pédicelles des épillets. Ce nombre d'épillets varie de 2 à 5 par axille. Quelquefois il ne reste qu'un épillet, les autres ayant avorté.

Le graphique A donne deux exemples de la représentation schématique des panicules observées. La position des grains vides n'a pas été mentionnée mais pourrait éventuellement l'être.

ACCROISSEMENT DU NOMBRE D'AXES AVEC LE NOMBRE DE GRAINS.

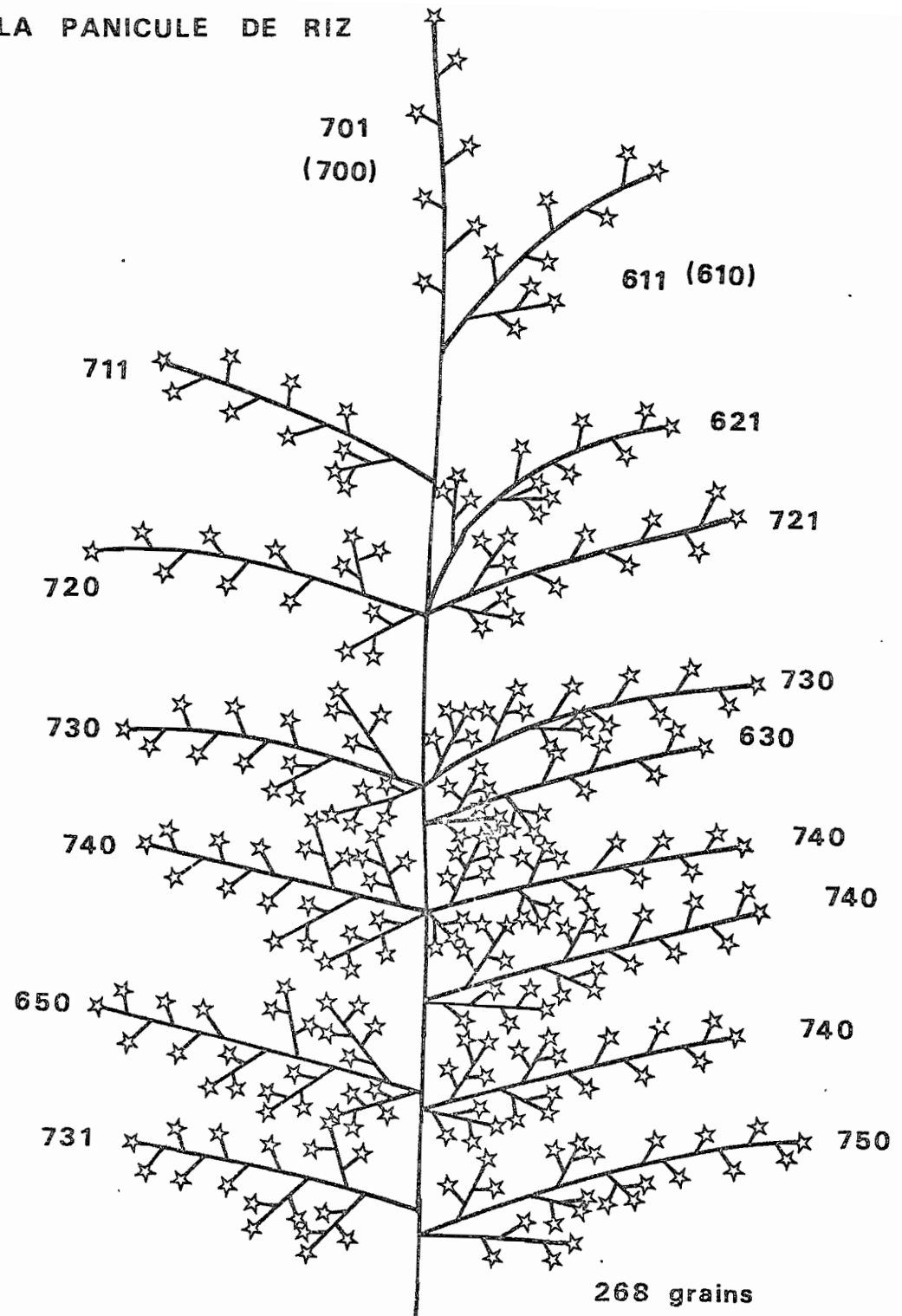
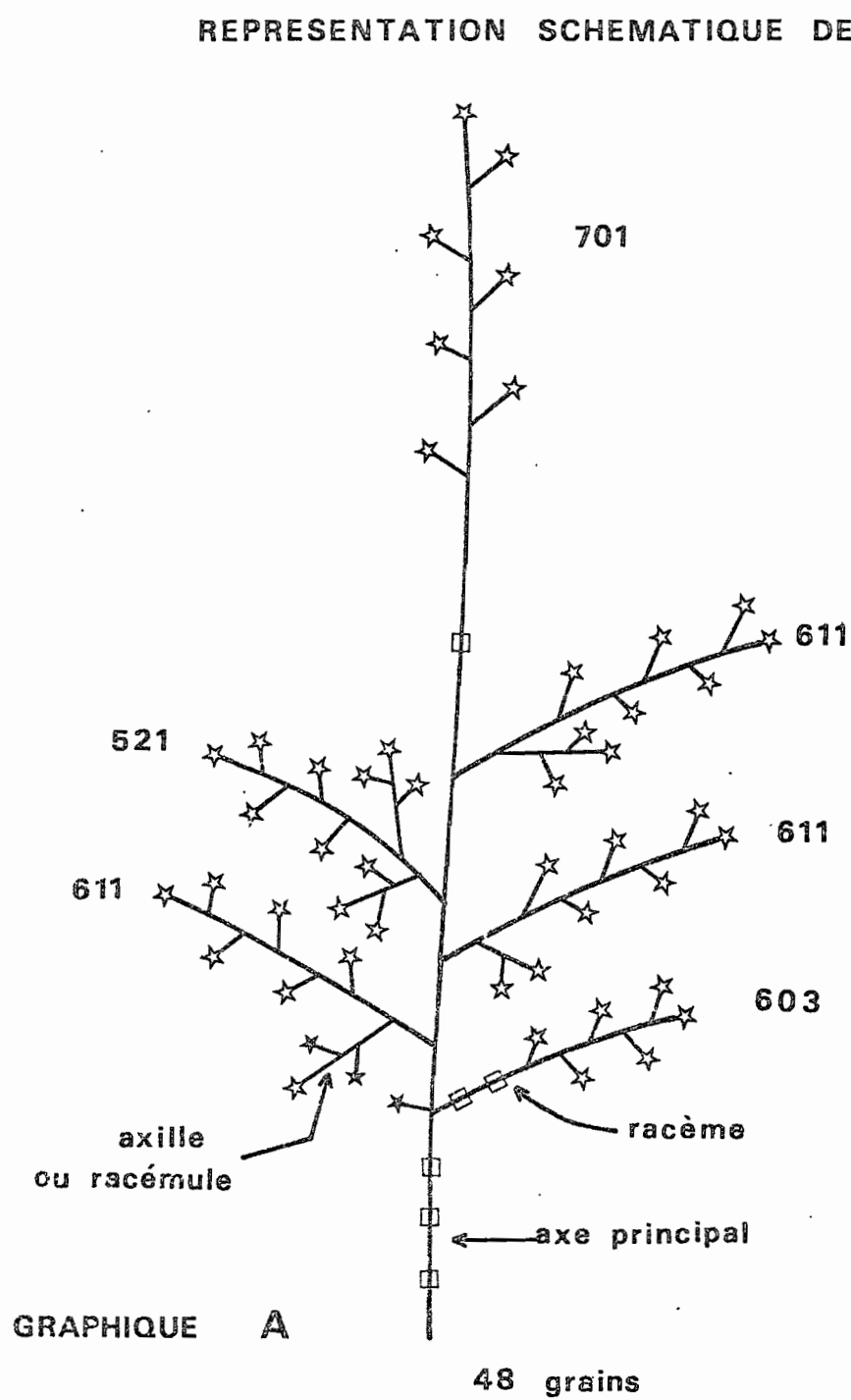
Le graphique 1 pour Iguape Cateto montre au départ une augmentation proportionnelle du nombre de racèmes et du nombre d'axilles avec un rapport axilles/racèmes inférieur à 1,0 jusqu'à 100 grains et 1,3 jusqu'à 150 grains.

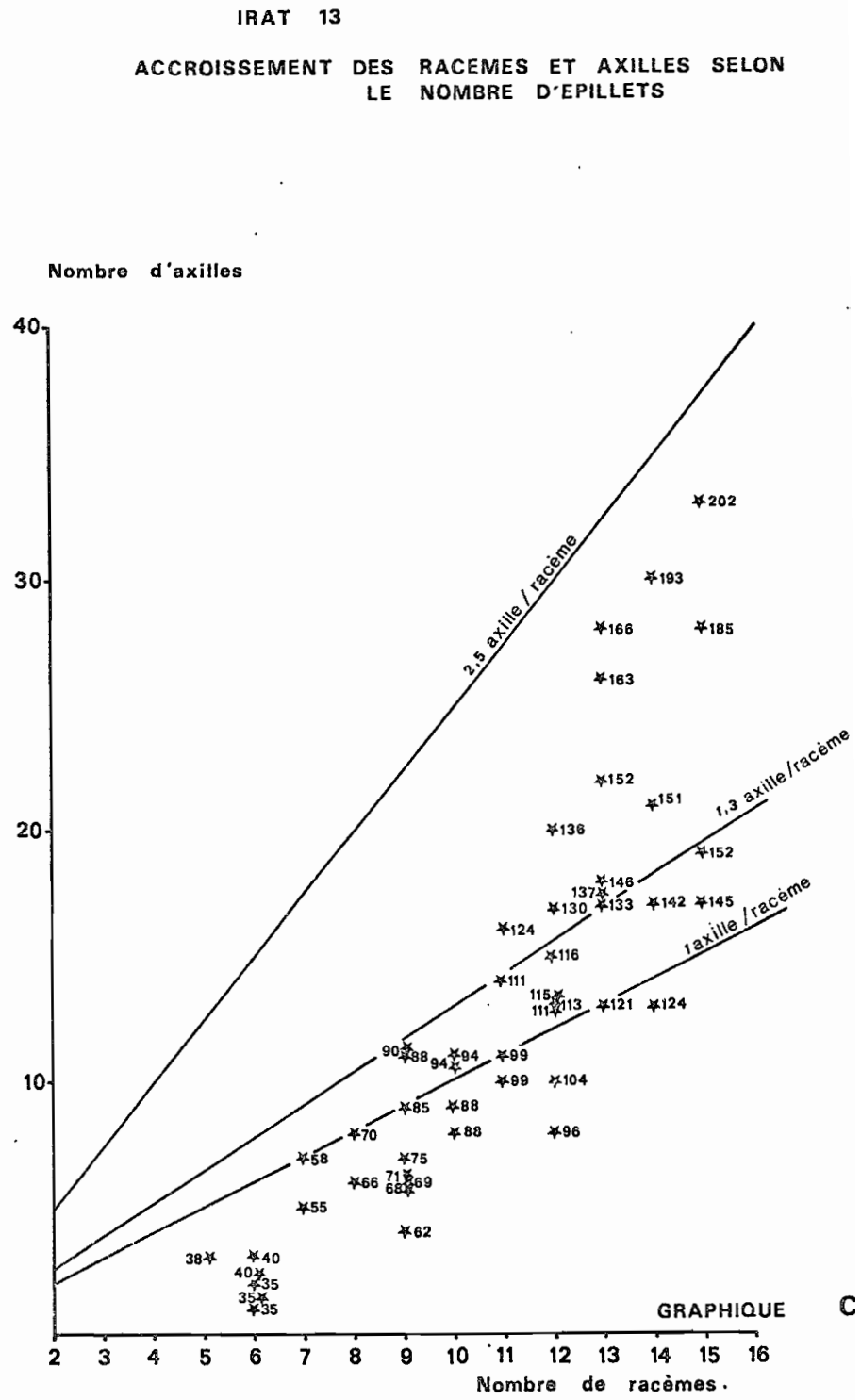
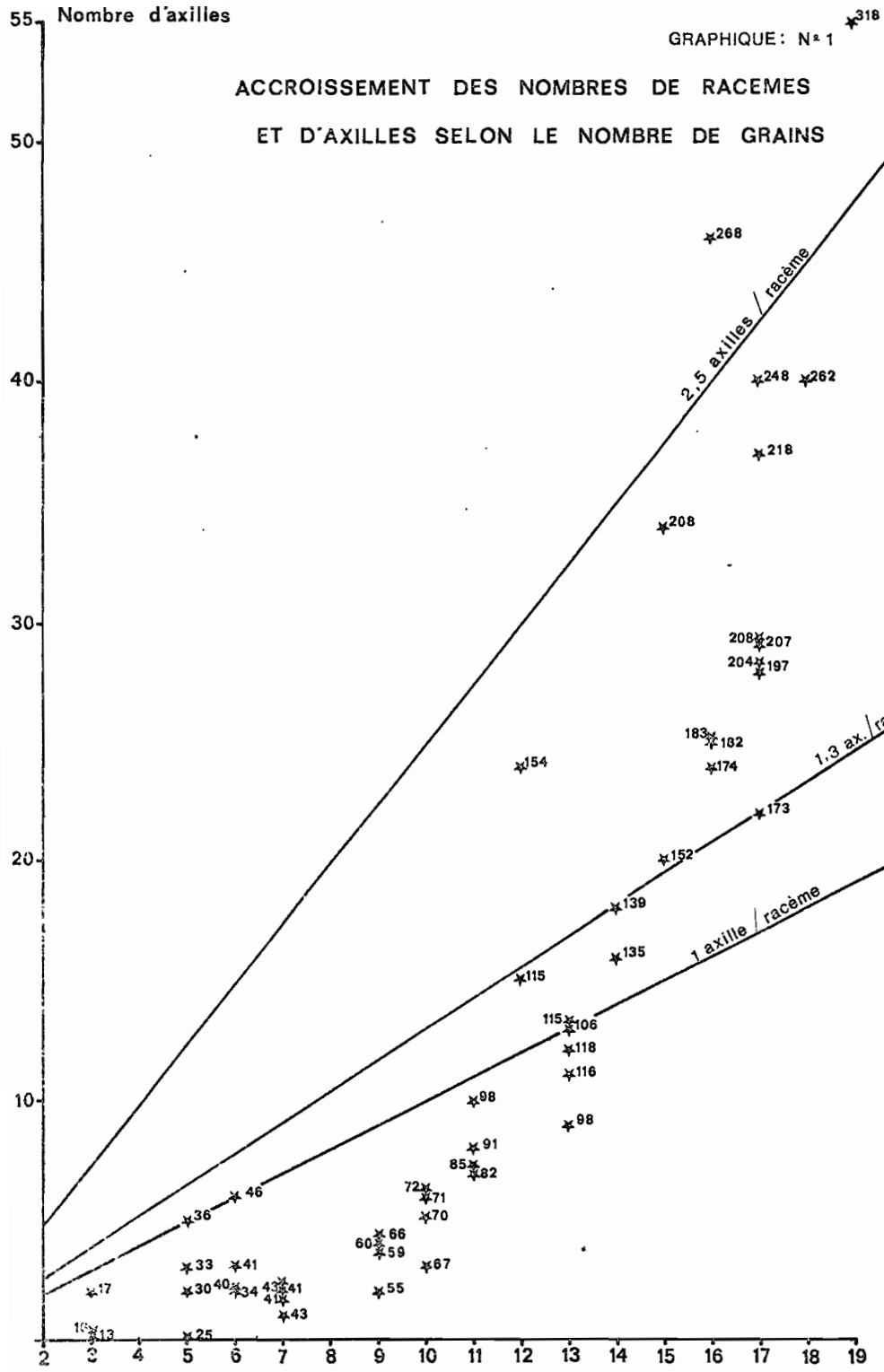
A partir de 14 racèmes, l'augmentation de ceux-ci est lente jusqu'à 19 alors que l'accroissement du nombre d'axilles est important en passant de 20 à 55 pendant que le nombre d'épillets double.

Le graphique C pour IRAT 13 montre le même phénomène, mais l'augmentation rapide du nombre d'axilles commence pour un nombre de 12 racèmes, tandis que pour Morobérékan elle a lieu à partir de 13 racèmes (graphique P).

Il apparaît que le nombre d'épillets par racème est de 5 lorsqu'il n'existe pas d'axille. Par calcul, il est aisé de se rendre compte que la présence d'un axille augmente en moyenne de 4 le nombre d'épillets par panicule. Cette augmentation moyenne se fait à la fois sur l'axille et sur le racème. Il s'en suit que le nombre de grains d'une panicule est voisin de 5 fois le nombre de racèmes plus 4 fois le nombre d'axilles. Ceci se confirme sur le graphique 2 pour des prélèvements à l'épiaison et à maturité d'Iguape Cateto, et sur le graphique B pour un prélèvement à l'épiaison avec IRAT 13. Pour Morobérékan, il semblerait que la présence d'un axille augmente moins le nombre d'épillets (graphique Q).

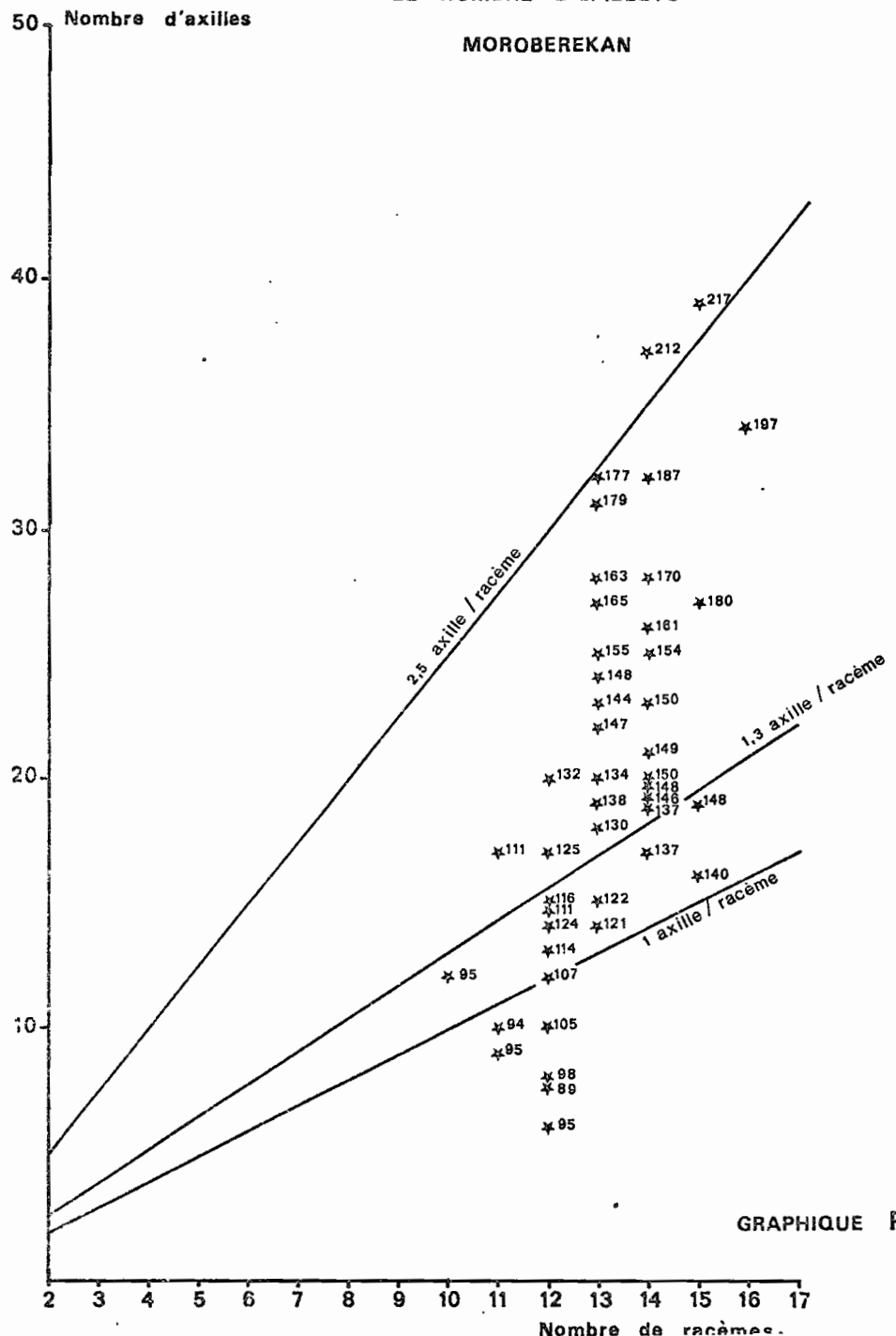
REPRESENTATION SCHEMATIQUE DE LA PANICULE DE RIZ



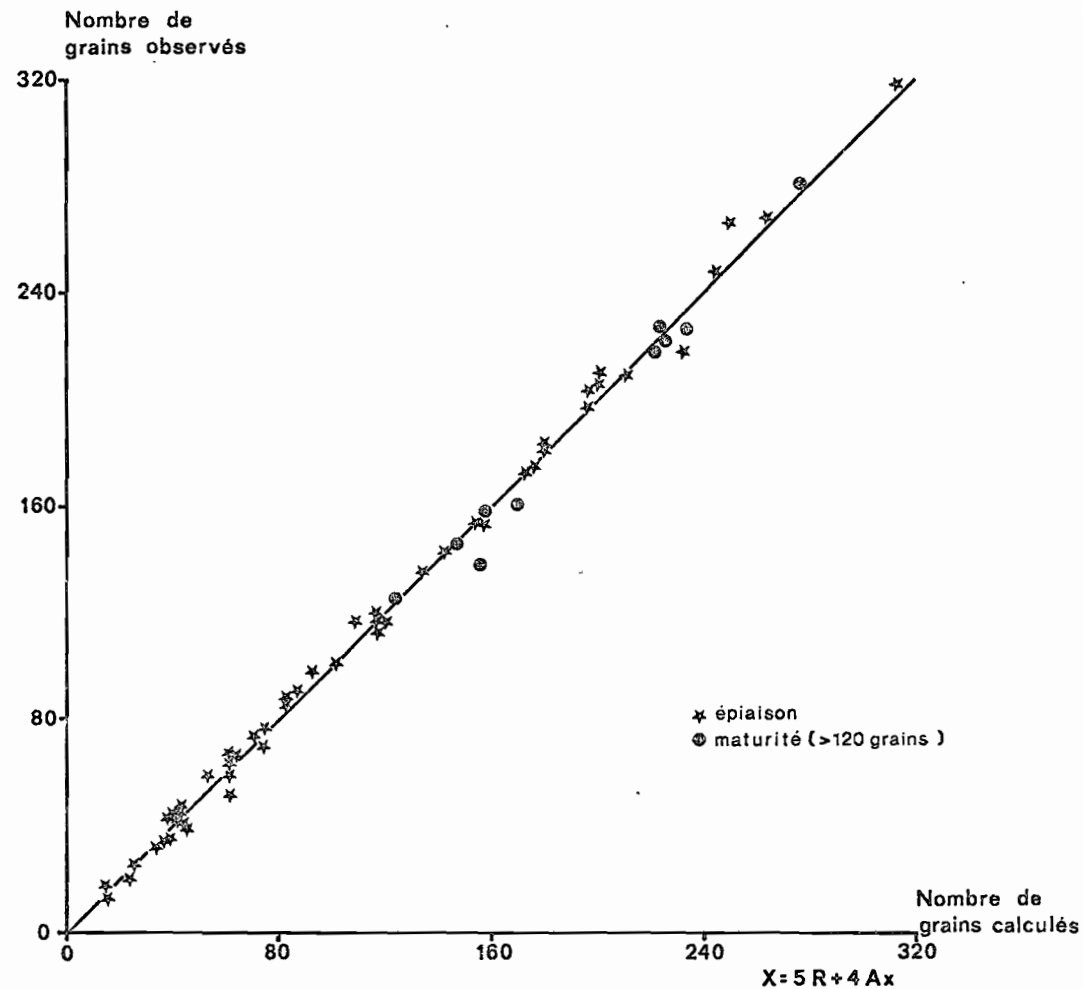


ACCROISSEMENT DES RACEMES ET AXILLES SELON LE NOMBRE D'ÉPILLETS

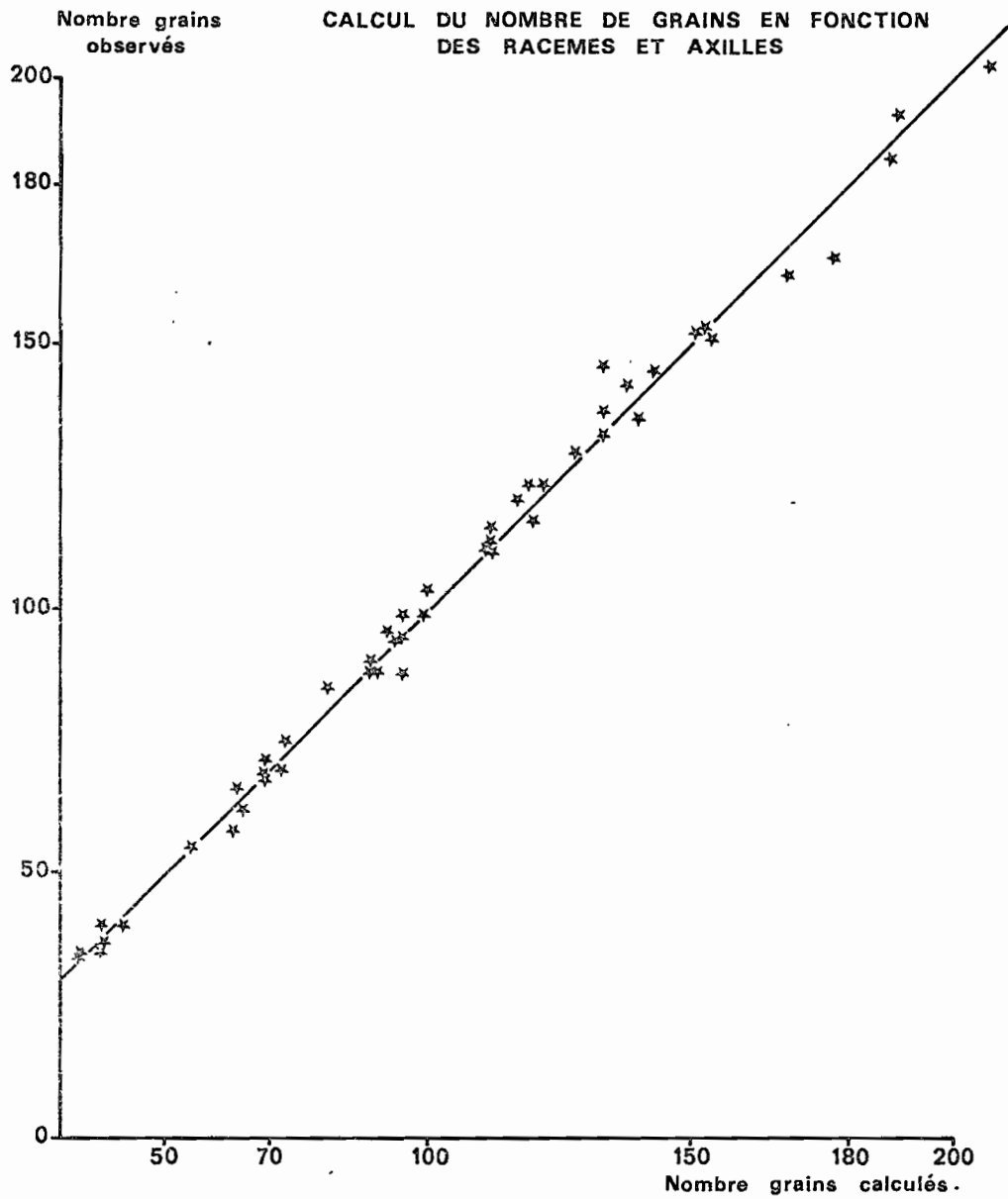
MOROBEREKAN



DEVELOPEMENT DU NOMBRE DE RACEMES ET D'AXILLES EN FONCTION DU NOMBRE DE GRAINS



IRAT 13 -

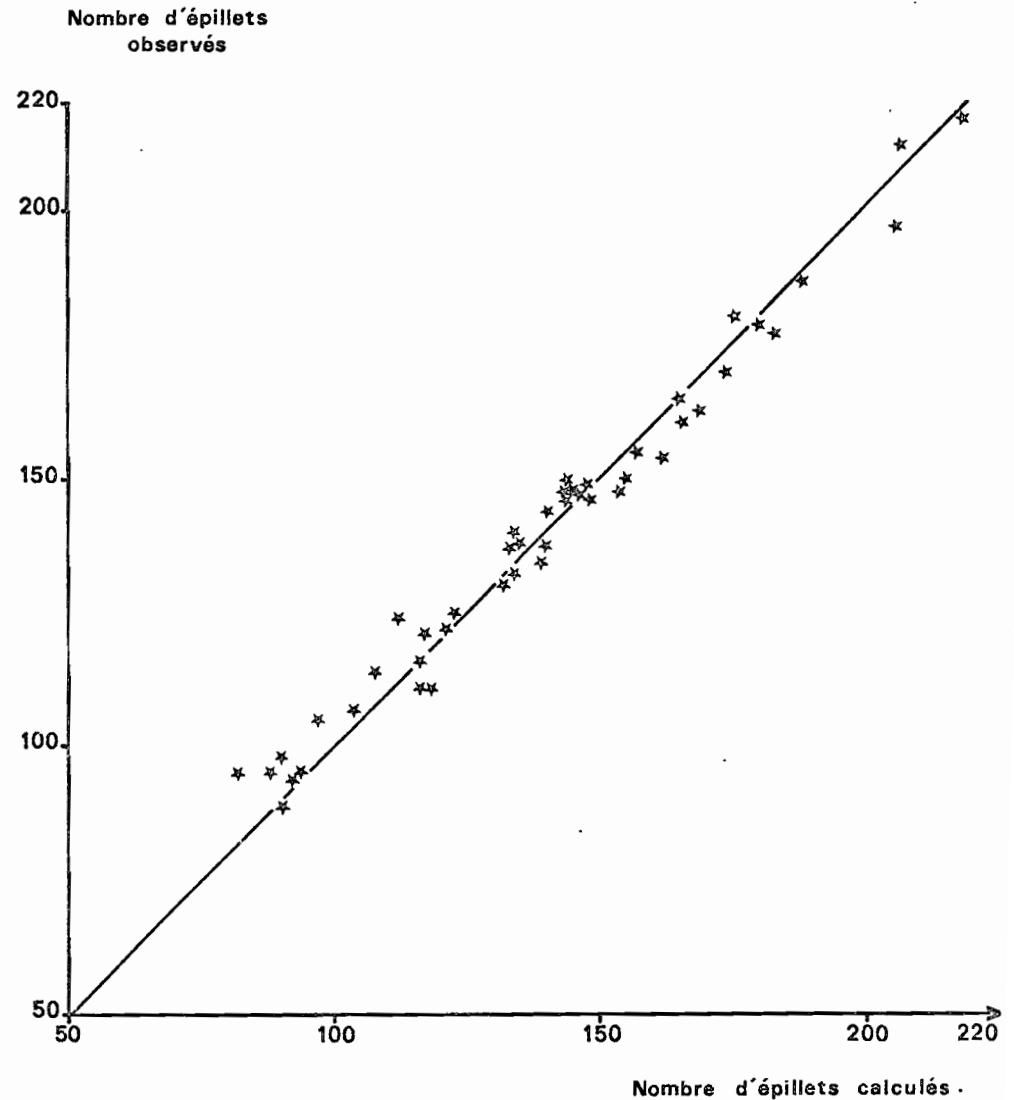


$$N = 5R + 4A$$

GRAPHIQUE B.

CALCUL DU NOMBRE DE GRAINS EN FONCTION DES RACEMES ET AXILLES

MOROBEREKAN



$$N = 5R + 3,7A$$

GRAPHIQUE Q

ACCROISSEMENT DES SITES SUR LE RACÈME.

Les sites de chaque racème peuvent être représentés par un nombre de 3 chiffres. Le premier en partant de l'extrémité du racème figure le nombre d'épillets uniques à chaque site, le second le nombre d'axilles et le troisième le nombre de sites sans épillet. La somme des 3 chiffres donne le nombre de sites par racème.

Le tableau 2 montre l'évolution des racèmes, axilles et sites en fonction du nombre de grains. Il a été compté un racème pour chaque noeud avorté à la base de la panicule. La figure 2 déduite du tableau précédent simplifie l'évolution du nombre de sites sur les racèmes en fonction de l'augmentation du nombre d'épillets. La figure 1 représente les principales évolutions modifiant l'architecture de la panicule lorsque le nombre de grains croît.

Le tableau D et la figure E schématisent les résultats obtenus avec IRAT 13. La principale différence paraît être l'apparition d'un nombre de sites par racème plus important à des niveaux d'épillets plus bas, et la limitation du nombre de racèmes.

Pour Morobérékan le tableau R et la figure S présentent les mêmes résultats pour un intervalle de 90 à 220 épillets. La figure S donne des courbes se rapprochant des observations faites pour IRAT 13 avec apparition d'un plus grand nombre de sites par racème pour un moindre nombre d'épillets qu'Iguape Cateto. Ceci paraît dû au nombre plus limité de racèmes. Par contre, aux valeurs faibles d'épillets, le nombre de sites diminue plus vite que sur IRAT 13 probablement par suite d'un moindre avortement des racèmes. En effet, alors que pour Iguape Cateto et IRAT 13, il y a presque toujours des noeuds avortés à la base d'une panicule portant moins de 150 épillets, ceci n'arrive qu'exceptionnellement pour Morobérékan même avec une panicule de 90 épillets.

Il est regrettable que l'impossibilité de trouver des panicules donnant un écart plus important entre les petites et les grosses pour IRAT 13 et Morobérékan n'ait pas permis une comparaison plus poussée avec Iguape Cateto des modifications de structure de la panicule avec l'augmentation du nombre d'épillets.

Sachant que l'initiation des axes part de la base pour aller vers le sommet et que la croissance commence par les axes les derniers apparus, il paraît normal que les racèmes de la base soient avortés. De même les grains vides se retrouvent le plus souvent sur un axille de la base des racèmes, et les sites de racème sans épillet sont également à la base des racèmes présents.

ASPECT GLOBAL DE LA PANICULE.

Très souvent aux Indes la longueur de la panicule est corrélée avec le rendement avec succès. Mais quelquefois cette corrélation n'est pas retrouvée.

Sur les graphiques 3 pour Iguape Cateto et F pour IRAT 13, nous avons rapproché longueur de panicule et racème. En moyenne au delà de 6 à 8 racèmes, la longueur de la panicule augmente de 8 millimètres par racème supplémentaire. Comme c'est surtout le nombre d'axilles qui croît au delà de 12 (IRAT 13) ou 14 racèmes (Iguape Cateto), la corrélation ne peut être bonne entre longueur et nombre d'épillets au delà de 150 épillets par panicule.

Avec Morobérékan, la panicule est plus longue que pour les deux autres variétés avec un même nombre de racèmes, mais il n'est pas possible de tracer une droite permettant d'apprécier l'augmentation de longueur avec le nombre de racèmes faute d'avoir obtenu des panicules avec un faible nombre d'épillets.

Pour les mêmes raisons, la compacité de la panicule croît avec le nombre de grains. La variation va de 14 à 104 pour des panicules allant de 12 à 26 centimètres.

LES GRAINS VIDES.

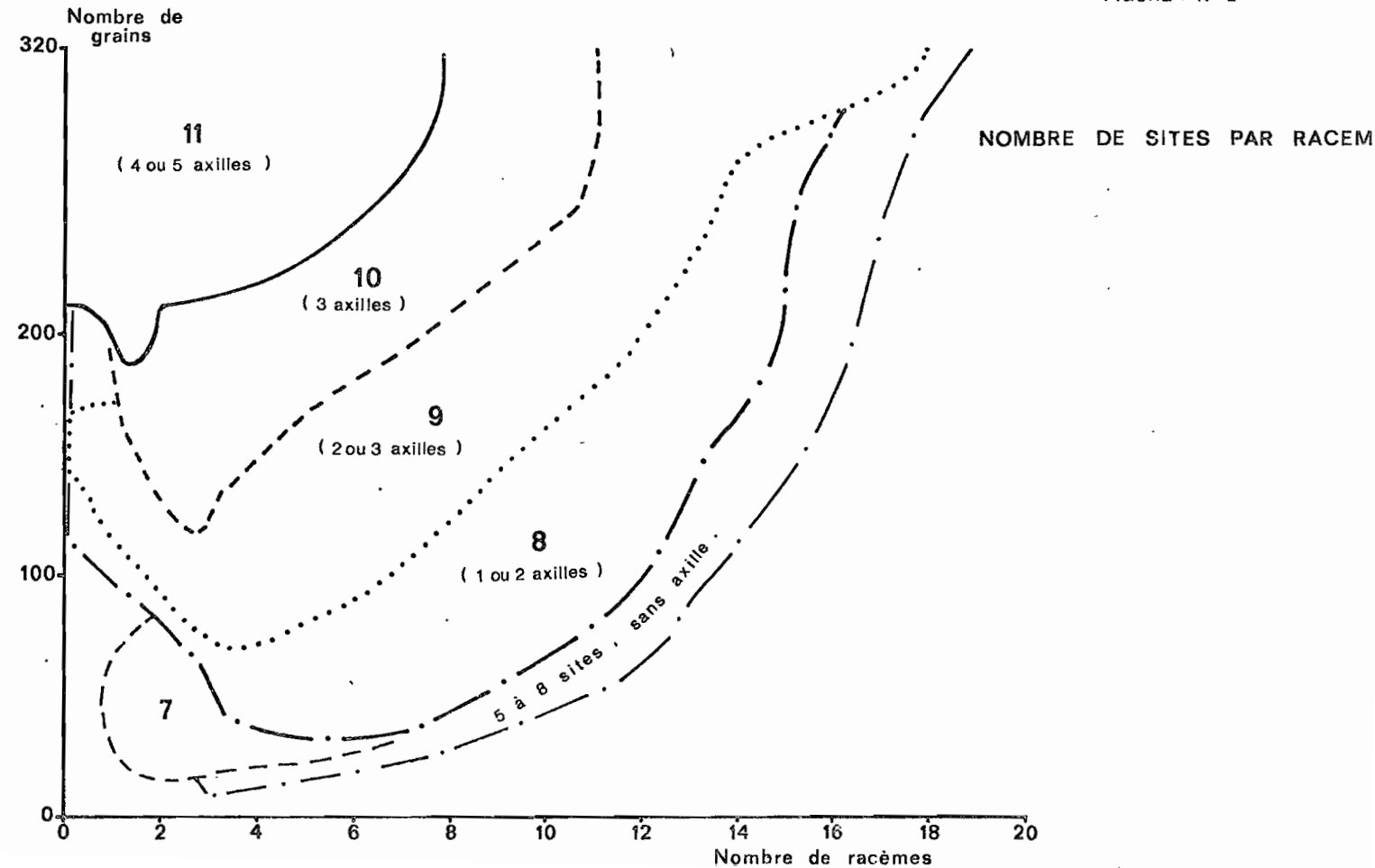
A l'épiaison le poids médian d'un grain d'Iguape Cateto est de 4,8 mg variant de 4 à 18 mg. A maturité notre échantillonnage comprenait des panicules portant de 15 à 265 grains pleins pour 17 à 280 sites d'épillets à épiaison.

Le nombre de grains vides représente sur l'échantillon 7,2 % de la potentialité de la panicule et l'égrenage équivaut à 1,3 % soit une perte en nombre de 8,5 % pendant la phase de maturité. Ce pourcentage moyen de grains vides masque une variation individuelle assez grande, de l'absence de grains vides jusqu'à un taux de 35,8 %. Le poids moyen d'un grain vide s'étage de 4 à 18 mg avec une valeur médiane à 10 mg. Les grains pleins pèsent en moyenne 34 mg (30 à 36 mg).

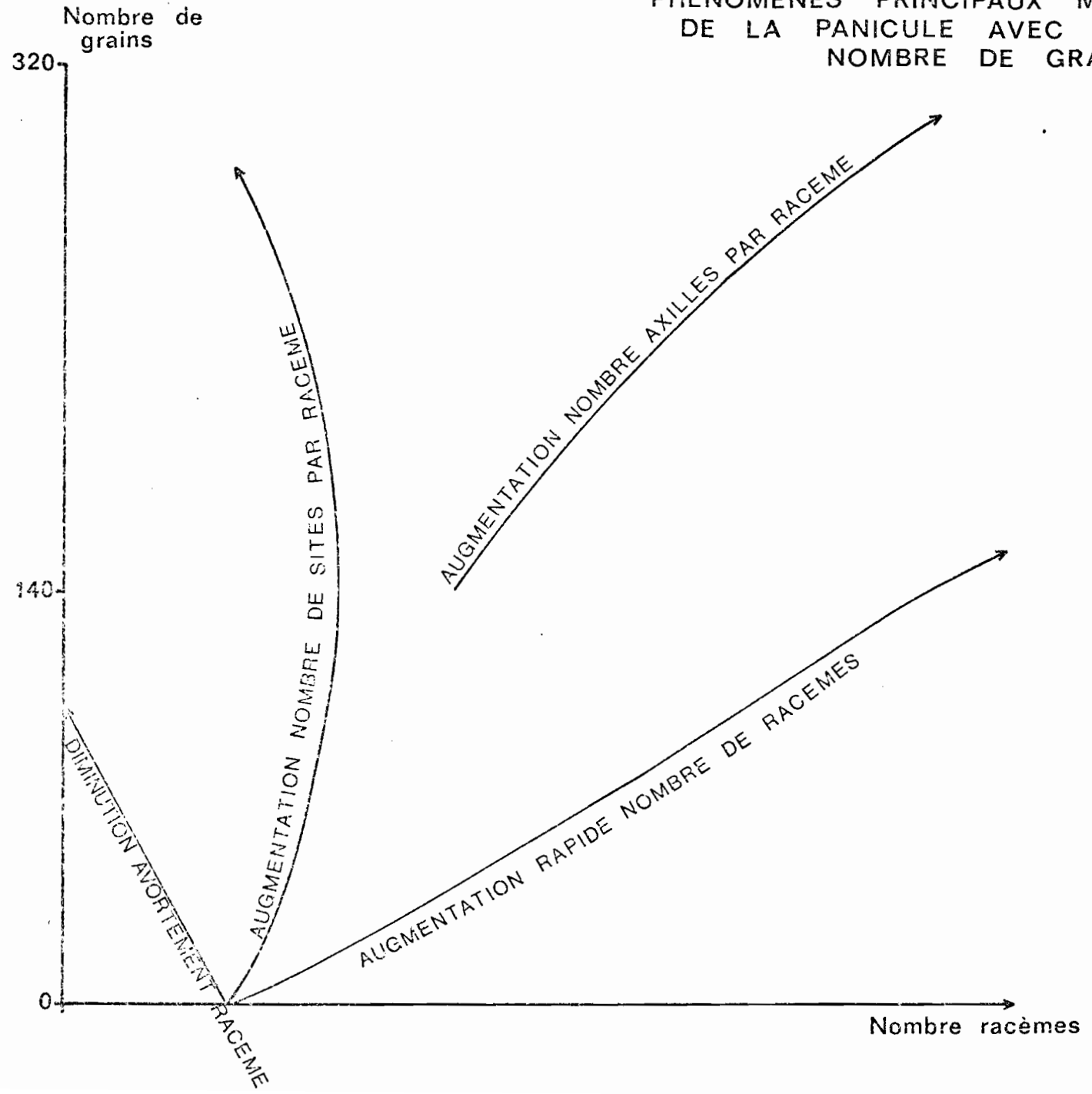
TABLEAU : N° 2

ombre de grains	SITES SUR RACEMES																			NOMBRE D'AXILLES				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	1	35	7	12	
7.1 3	6.41	5.51	6.50	6.50	7.40	7.40	7.40	6.40	6.30	7.30	6.30	6.30	7.20	7.21	7.11	7.11	7.11	7.01						
7.41	7.50	7.40	7.40	7.40	7.40	7.40	7.40	7.30	7.30	7.21	7.21	7.21	7.11	6.11	6.11	6.01			34	0	5			
7.50	7.31	7.40	6.50	7.40	7.40	7.40	7.40	6.30	7.30	7.30	7.20	7.21	6.21	7.11	6.11	7.01			30	10	6			
7.40	7.41	8.30	7.40	7.40	7.21	7.30	7.30	7.30	7.20	7.20	7.21	6.20	7.10	6.11	7.01	6.01	5.01		24	12	4			
7.13	6.32	7.31	7.31	7.40	7.40	6.40	7.30	6.30	7.31	7.20	7.20	7.21	6.21	6.11	7.01	6.01			28	8	3			
7.21	6.22	7.13	6.41	7.40	8.30	6.40	7.30	7.30	7.21	7.21	7.20	6.21	7.10	6.11	6.11	6.01			1	2	28	6		
7.22	7.22	6.31	6.40	7.30	7.30	7.30	7.31	7.30	6.30	7.20	7.20	6.20	7.11	6.11	6.01	6.01			26	7	4			
6.02	6.21	6.40	7.30	7.30	6.30	6.30	7.21	7.21	7.20	6.21	6.11	7.11	7.11	7.01	6.01	6.01			20	7	2			
6.02	7.22	7.12	6.22	7.21	7.30	7.30	6.30	6.31	7.21	6.20	6.20	7.11	6.11	6.11	7.01	5.01			24	4				
6.02	7.12	6.22	6.22	7.21	6.21	6.31	7.20	7.20	7.21	7.21	6.21	7.11	6.11	7.11	7.01	7.01			23	2				
6.02	6.02	7.02	6.13	7.21	7.21	6.30	6.21	6.21	7.21	6.20	6.20	6.21	6.11	6.11	7.01	6.01			1	20	1			
6.13	7.12	7.22	6.31	6.31	6.31	7.21	6.21	3.30	7.11	6.20	6.11	3.11	7.01						1	18	5			
7.02	5.02	6.11	6.21	7.21	6.20	6.30	6.20	6.20	6.21	6.20	6.11	6.10	7.01	6.01	6.01				1	17	2			
5.03	6.03	6.13	6.21	6.21	6.21	7.12	7.20	6.21	6.20	6.21	6.10	7.11	6.01	6.01					1	16	1			
6.02	7.03	7.12	6.21	6.21	6.21	7.20	6.20	6.20	7.11	6.11	6.11	6.01	5.01						16					
6.03	6.02	7.12	7.12	7.21	6.21	7.20	6.21	7.20	7.21	6.11	6.11								1	14	1			
6.01	6.21	6.20	7.20	7.20	6.20	6.20	6.10	5.11	6.10	6.01	5.01								2	13				
2.06	6.02	6.12	6.21	6.02	6.11	6.21	6.21	6.20	6.10	5.11	6.11	6.01							1	5	7			
6.03	6.03	7.03	6.12	6.21	6.20	6.21	6.11	7.11	6.11	6.11	6.11	6.01							1	1	10			
6.03	7.02	6.11	6.11	6.21	6.21	7.11	6.11	6.11	6.11	6.11	6.11								1	1	8			
		6.12	6.02	7.03	6.20	7.10	6.20	5.11	6.11	7.01	5.01								1	3	4			
		6.02	6.02	6.02	6.02	7.10	6.11	6.11	5.11	6.11	4.01								1	1	3			
5.04	5.02	5.03	6.02	6.11	6.11	6.11	6.11	6.01											1	1	2			
		6.02	6.02	6.02	5.01	5.11	6.11	6.11	6.01										1	1	1			
		6.11	6.11	6.01	6.01	7.01	6.01	4.01											1	1	1			
6.01	6.01	5.11	6.11	5.11															1	2				
		4.03	5.02	6.01	5.01	5.01													0					
		6.01	5.01	5.01															0					
		4.02	5.01	4.01															0					

FIGURE : N° 2

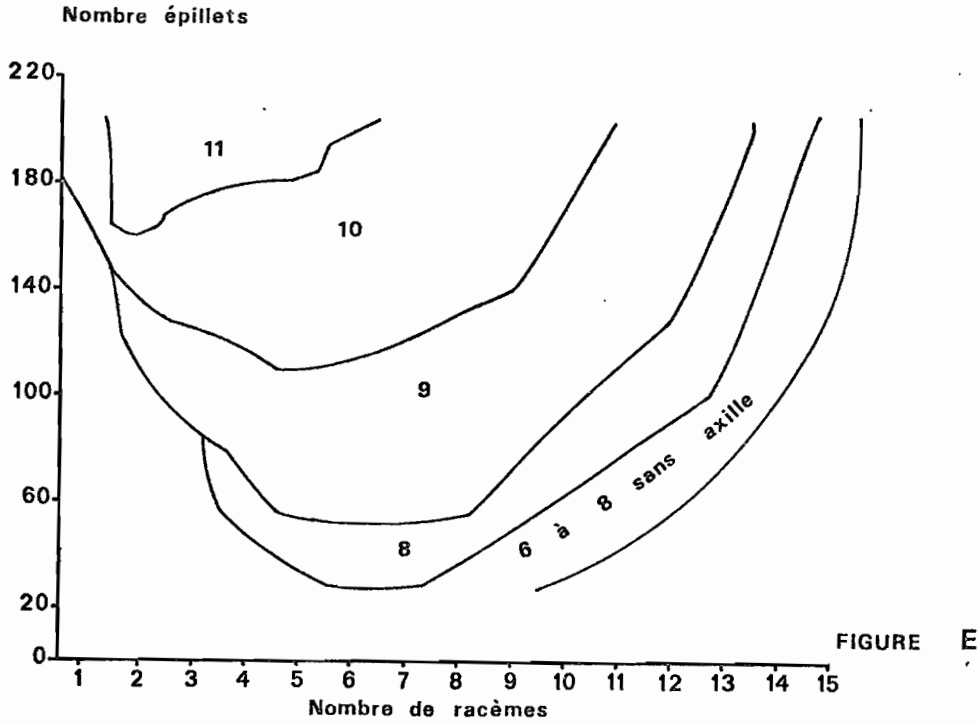


PHENOMENES PRINCIPAUX MODIFIANT LA STRUCTURE DE LA PANICULE AVEC L'AUGMENTATION DU NOMBRE DE GRAINS



IRAT 13

EVOLUTION DU NOMBRE DE SITES SUR LES RACEMES

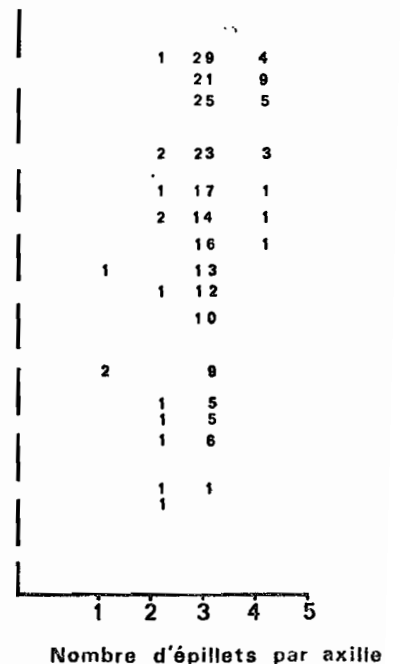
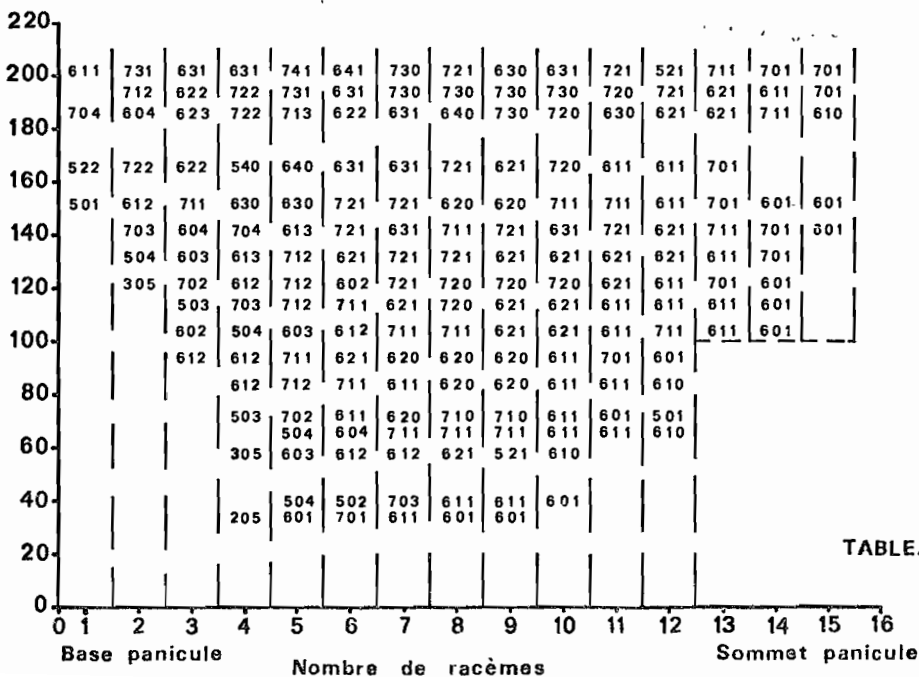


IRAT 13

NOMBRE DE SITES SUR RACEMES

NOMBRE D'AXILLES

Nombre d'épillets



MOROBEREKAN

NOMBRE DE SITES SUR RACEMES

NOMBRE D'AXILLES

Nombre d'épillets

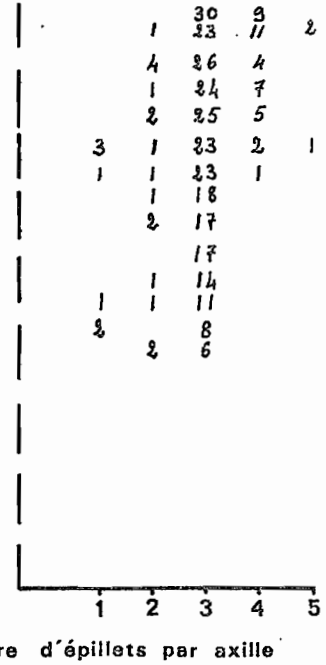
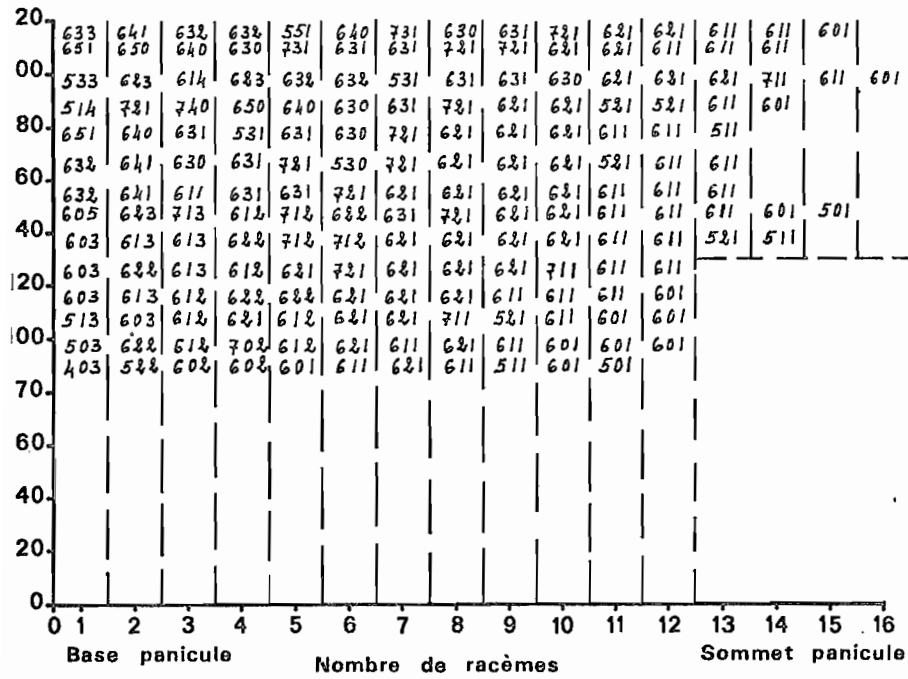


TABLEAU R

EVOLUTION DU NOMBRE DE SITES SUR LES RACEMES

MOROBEREKAN

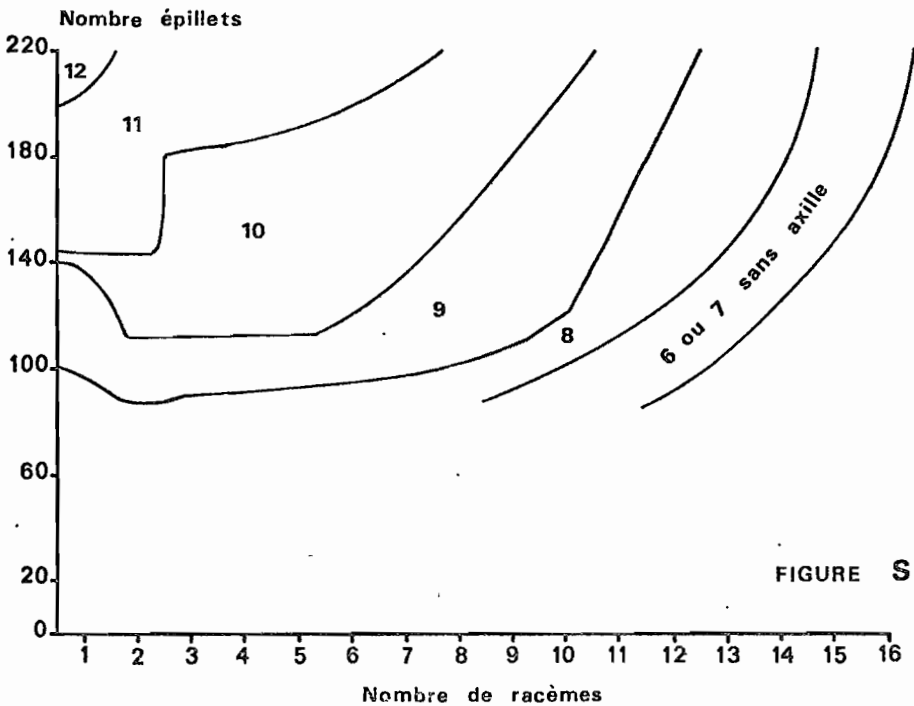
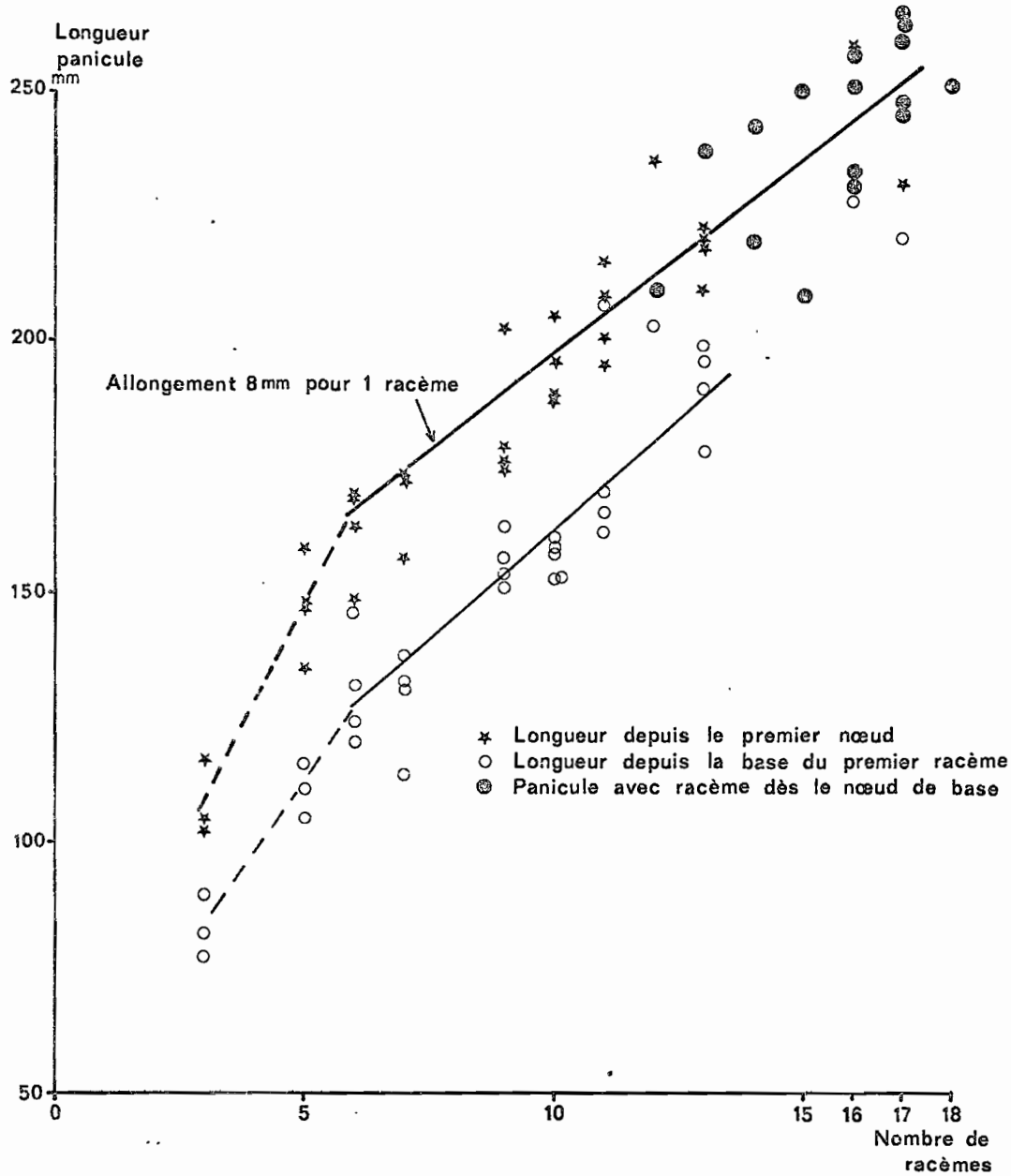
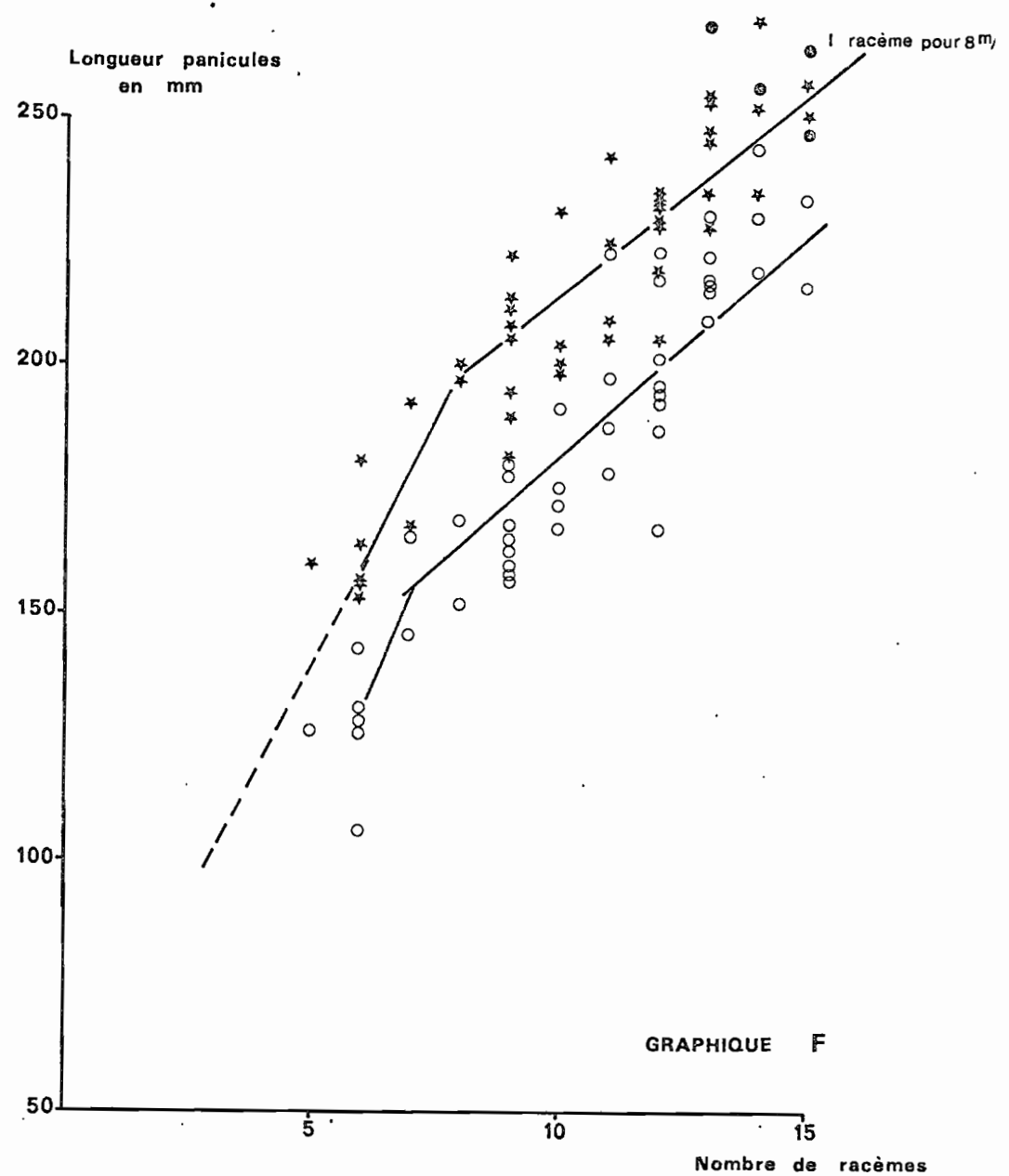


FIGURE S

LONGUEUR PANICULE — NOMBRE DE RACEMES



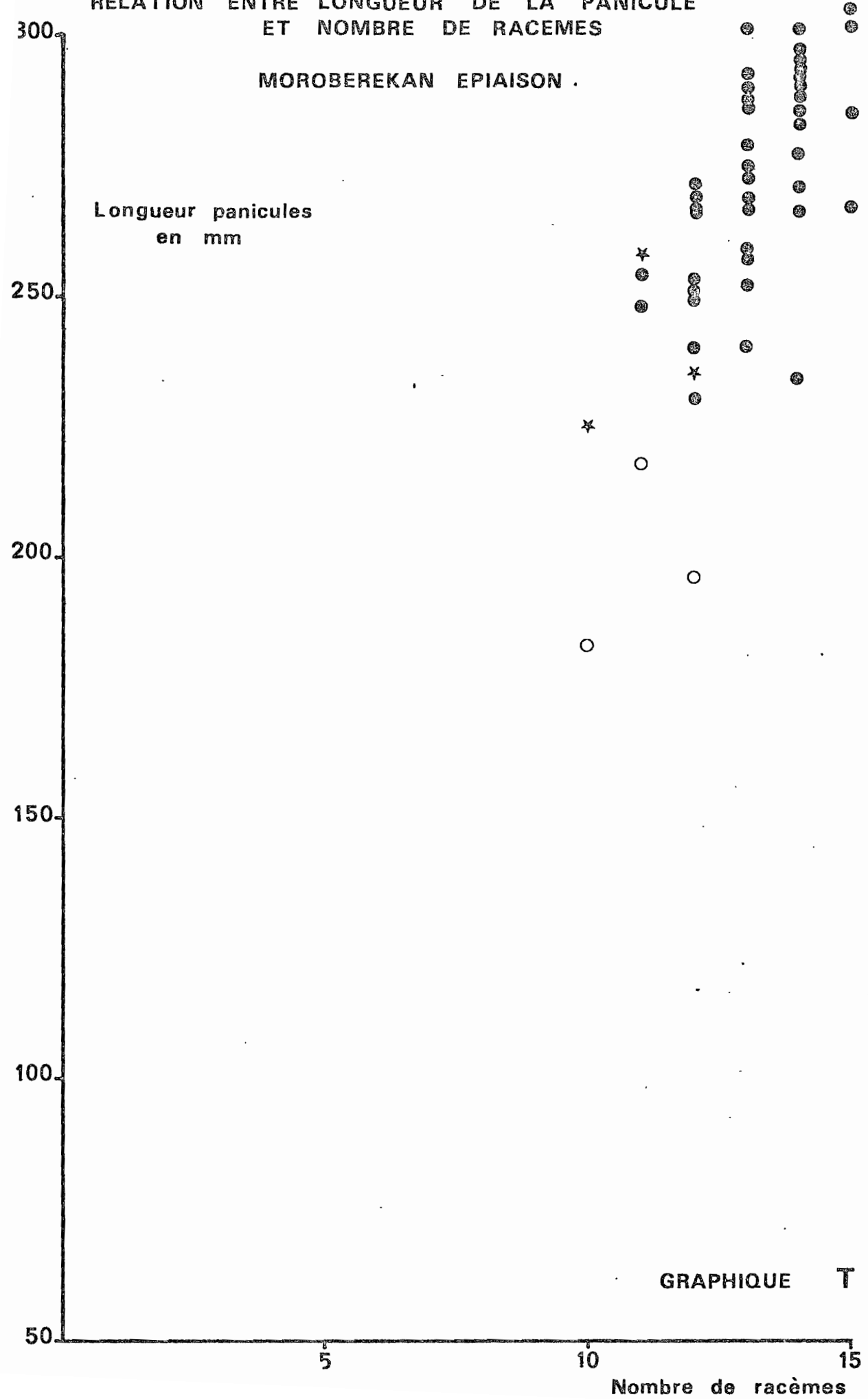
RELATION ENTRE LONGUEUR DE LA PANICULE ET NOMBRE DE RACEMES



RELATION ENTRE LONGUEUR DE LA PANICULE
ET NOMBRE DE RACEMES

MOROBEREKAN EPIAISON .

Longueur panicules
en mm



GRAPHIQUE T

2 - LES RAPPORTS ENTRE VÉGÉTATION ET
PRODUCTION DE GRAIN.

La végétation d'une talle se caractérise aisément par la longueur des différents organes ou par leur poids sec. C'est avec l'un de ces éléments ou avec leurs rapports que l'on essaiera de mettre en relation l'importance de la panicule et la végétation qui la supporte.

Dans la pratique agricole, c'est l'indice de récolte qui est le plus souvent employé. Il s'agit du rapport grain/(grain + paille) toujours inférieur à 1 et donc à intervalle de variation un peu écrasé. Souvent d'ailleurs, le rapport grain/paille dont les variations sont plus amples est utilisé. Ce rapport varie avec la variété, avec la longueur du cycle (Tanaka 1963), avec l'irrigation (Yoshida 1975). C'est un rapport de masse montrant à la récolte l'efficacité globale de la masse végétative produite pour les techniques culturales employées. Son intérêt est de montrer rapidement s'il y a eu un développement excessif de la végétation, ou de mauvaises conditions de fructification. C'est un indice grossier et le graphique H tiré des travaux de Tanaka pour 2 variétés et 2 saisons de culture montre l'importance des talles stériles dans la variation des valeurs du rapport grain/paille.

Pour en faire une notion agronomique avec un intérêt physiologique, il serait intéressant de faire des mesures à l'épiaison où s'expriment les potentialités et à maturité, d'avoir des données en nombre pour comparer épiaison et maturité, d'épurer la notion de paille, en éliminant les limbes foliaires plus ou moins disparus sur les feuilles basses, les talles stériles. Les poids des grains vides à la récolte devraient également ne pas être pris en compte.

LES RELATIONS A EPIAISON.

Avec la longueur du chaume, additionnée ou non de la longueur du pédoncule, il existe une relation mais peu satisfaisante, la longueur augmentant seulement de 50 % pendant que le nombre d'épillets quintuple (graphique 4 avec Iguape Cateto).

Au moment de l'épiaison, le pied de riz pluvial Iguape Cateto conserve de une à cinq feuilles vertes. La relation entre le nombre d'épillets et le poids moyen d'une feuille verte (graphique 5) est relativement bonne, mais il apparaît 5 grains pour chaque centigramme supplémentaire moyen de feuille verte, ce qui provoque des écarts importants pour une faible variation du poids de feuille. Par ailleurs, il existe souvent un doute pour définir la feuille verte.

Remarquons que plus il reste de feuilles vertes, plus la panicule est grosse.

La relation est du même ordre pour IRAT 13 (graphique I).

Le graphique J pour IRAT 13 montre que la grosseur de la feuille (largeur x épaisseur) exprimée en mg/cm est également en relation avec la grosseur de la panicule, au moins dans certaines limites.

Après avoir considéré séparément le poids sec du pédoncule, des gaines et de la tige de la talle, il est apparu qu'une bonne relation était obtenue entre le poids global de la talle à l'exclusion des limbes foliaires et le nombre d'épillets. Sur le graphique 6, il est possible de tracer soit une courbe, soit deux droites correspondant à deux phases distinctes de la relation.

Pour les talles les plus faibles, un grain d'Iguape Cateto apparaît en moyenne pour 30 mg de talle, ceci jusqu'à environ 200 grains. Mais à partir de 150 grains, il semble qu'un grain nouveau soit présent pour 48 mg de talle. Avec IRAT 13, sur un autre terrain, la relation se limite à une droite, car il n'a pas été prélevé de très grosses panicules, avec un épillet apparaissant pour 24 à 26 mg de chaume (graphique K).

Avec les mêmes limites que pour IRAT 13, le graphique V pour Morobérékan montre l'apparition d'un épillet pour 29 mg de talle, mais sur un sol différent.

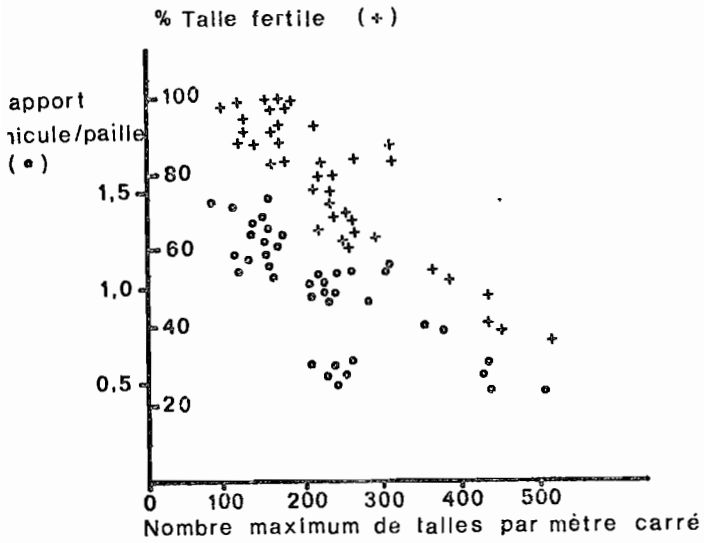
Un dernier essai a été fait avec la grosseur de la talle c'est à dire le poids par unité de longueur. Le nombre de racèmes augmente fortement pour Iguape Cateto jusqu'à une grosseur de 50 mg/cm, puis ensuite ne change plus (graphique 7) tandis que pour IRAT 13, nous obtenons un même nombre de racèmes pour une variation plus grande de la grosseur de la talle à mesure que le nombre de racèmes croît (graphique G). Si l'on rapproche la grosseur de la talle du nombre total d'axes de la panicule, il est possible de voir une relation assez bonne mais on observe pour une grosseur de 40 à 50 mg/cm, une augmentation un peu exceptionnelle du nombre d'axes qui paraît s'atténuer ensuite - (graphique M et N) - Il est possible d'obtenir une relation analogue pour Morobérékan avec le poids de la talle (graphique W).

Le nombre d'épillets croît à peu près régulièrement avec l'augmentation de grosseur de la talle de sorte qu'il apparaît une dizaine d'épillets à chaque fois que la talle grossit de 2,27 mg/cm - (graphique 8). Pour IRAT 13, la relation est moins régulière (graphique L).

LES RELATIONS A MATURITE.

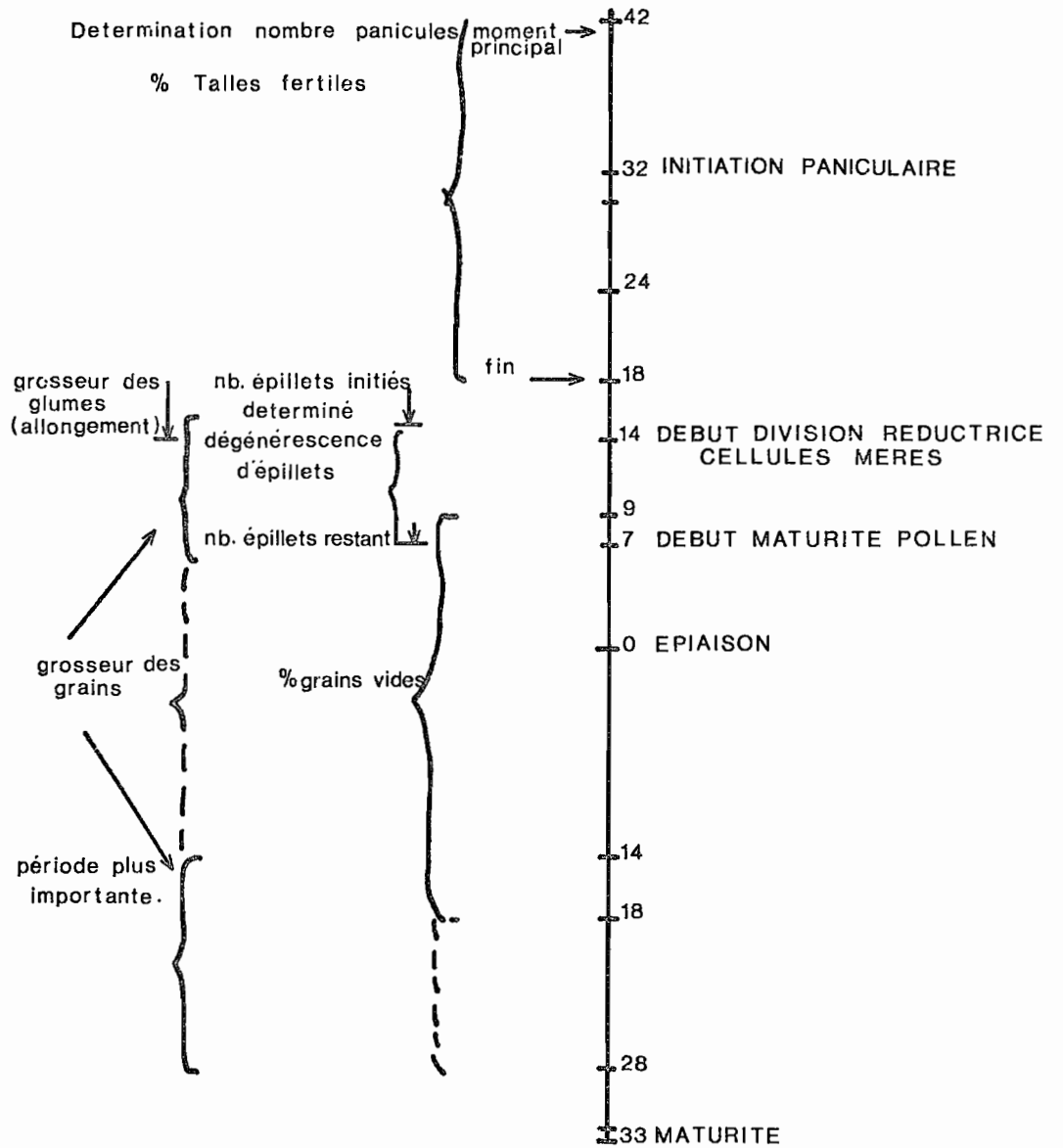
Pour le seul Iguape Cateto, nous avons vérifié les deux relations paraissant les meilleures entre la talle et la panicule: le nombre de grains en fonction du poids de la talle ou en fonction de la grosseur de la talle. Ceci donne lieu aux deux graphiques 10 et 11.

Jusque vers 150 grains, il existe une relation avec un grain présent pour 29 mg de talle soit jusqu'à 4,5 g. Au delà le nombre de grains augmente très vite pour une faible augmentation de poids. En ne considérant que les grains pleins une graine est présente pour 33 mg. Pour le graphique 11, le même phénomène se produit vers une grosseur de 35 mg/cm de la talle.



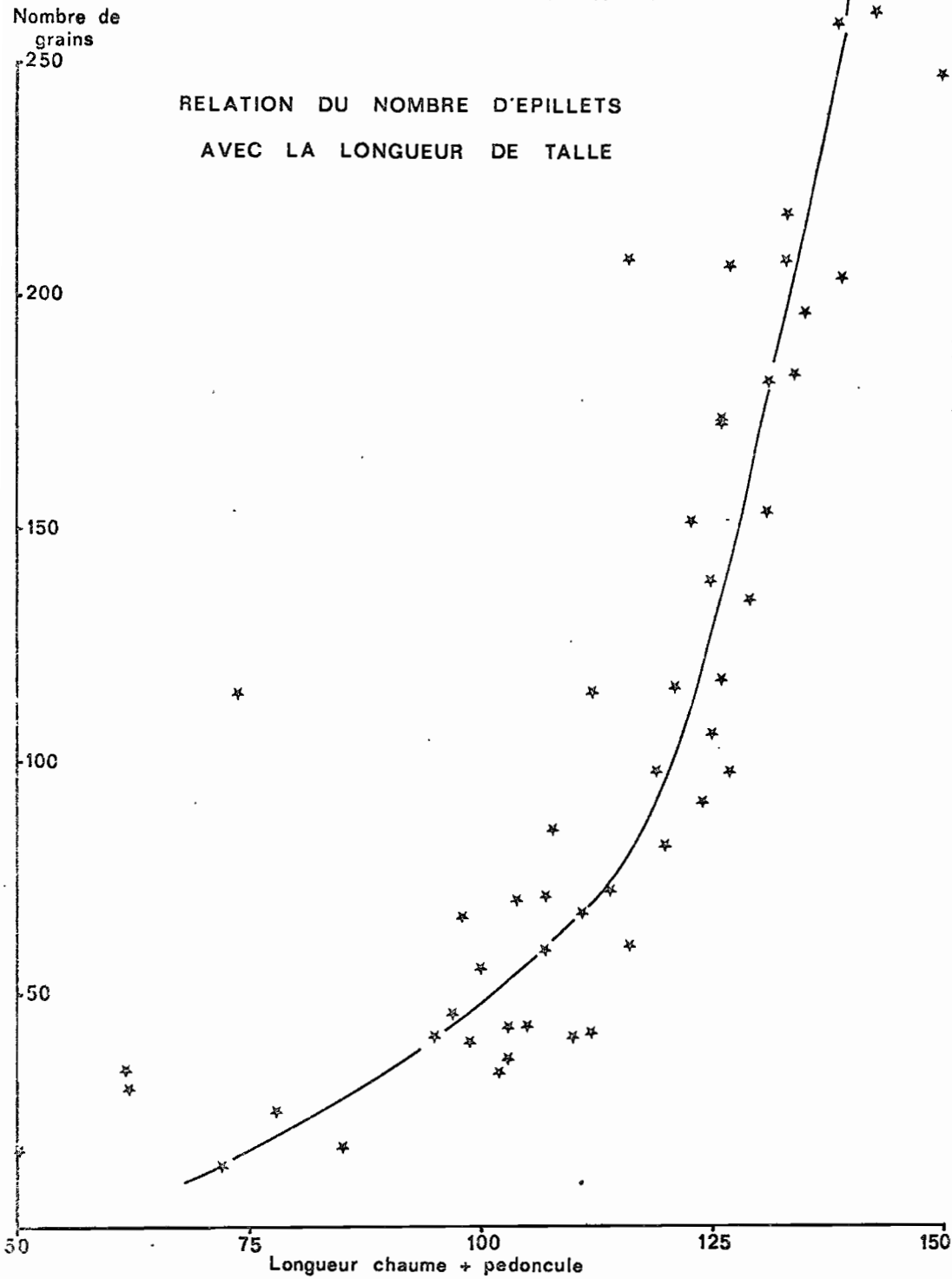
A TANAKA - (1965) p.425
 IN THE MINERAL NUTRITION OF THE RICE PLANT -

JOURS AVANT EPIAISON

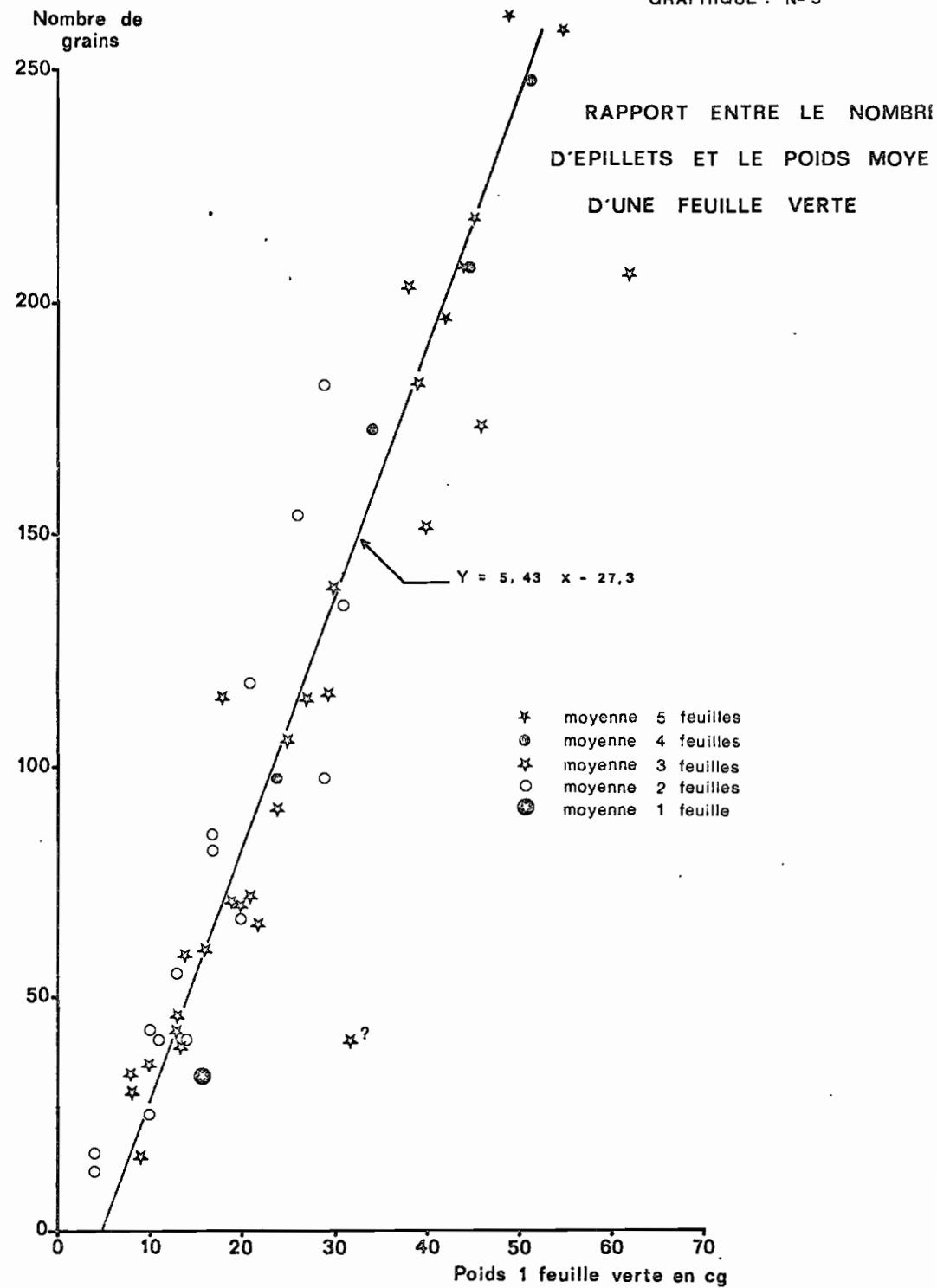


GRAPHIQUE H

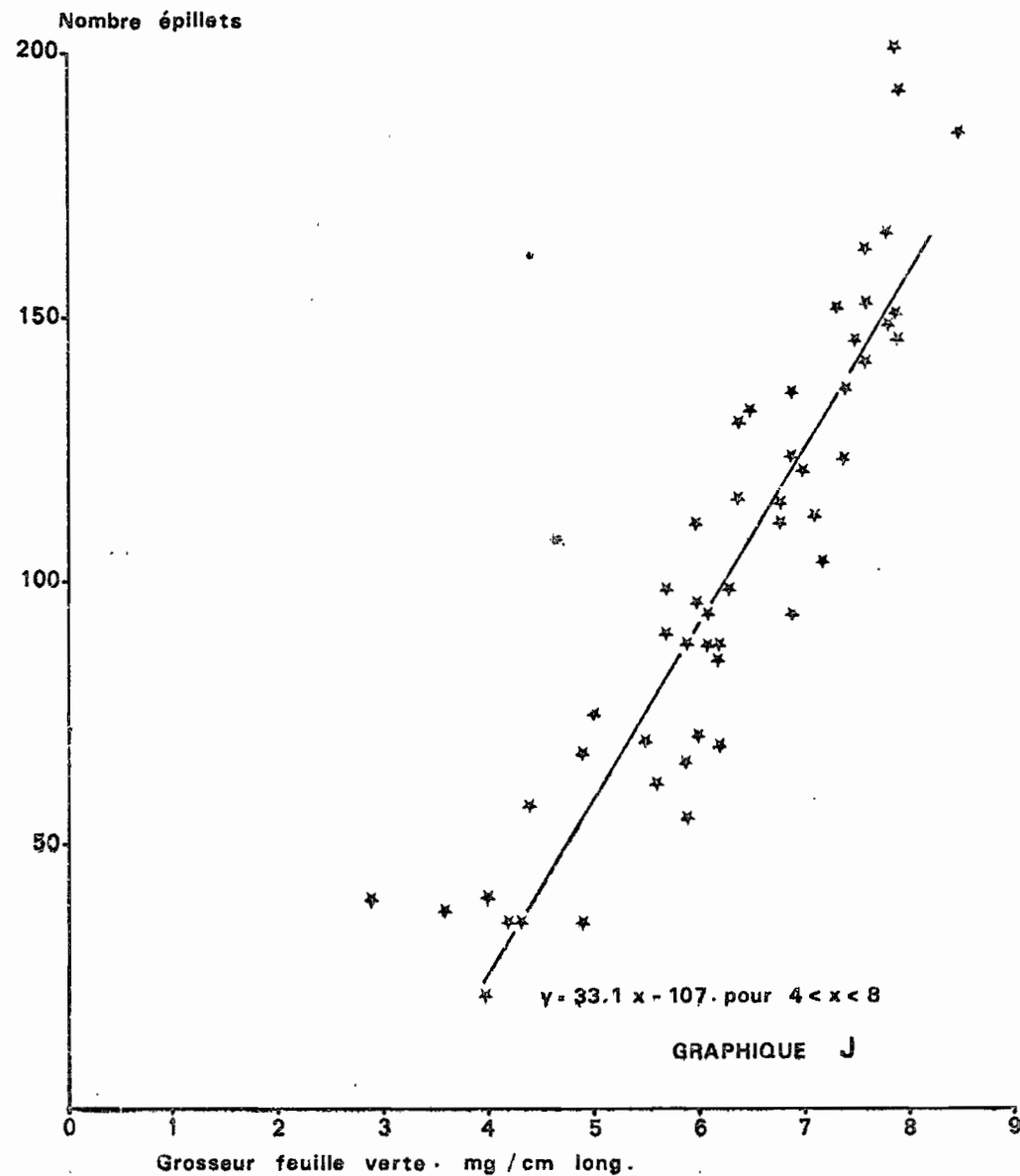
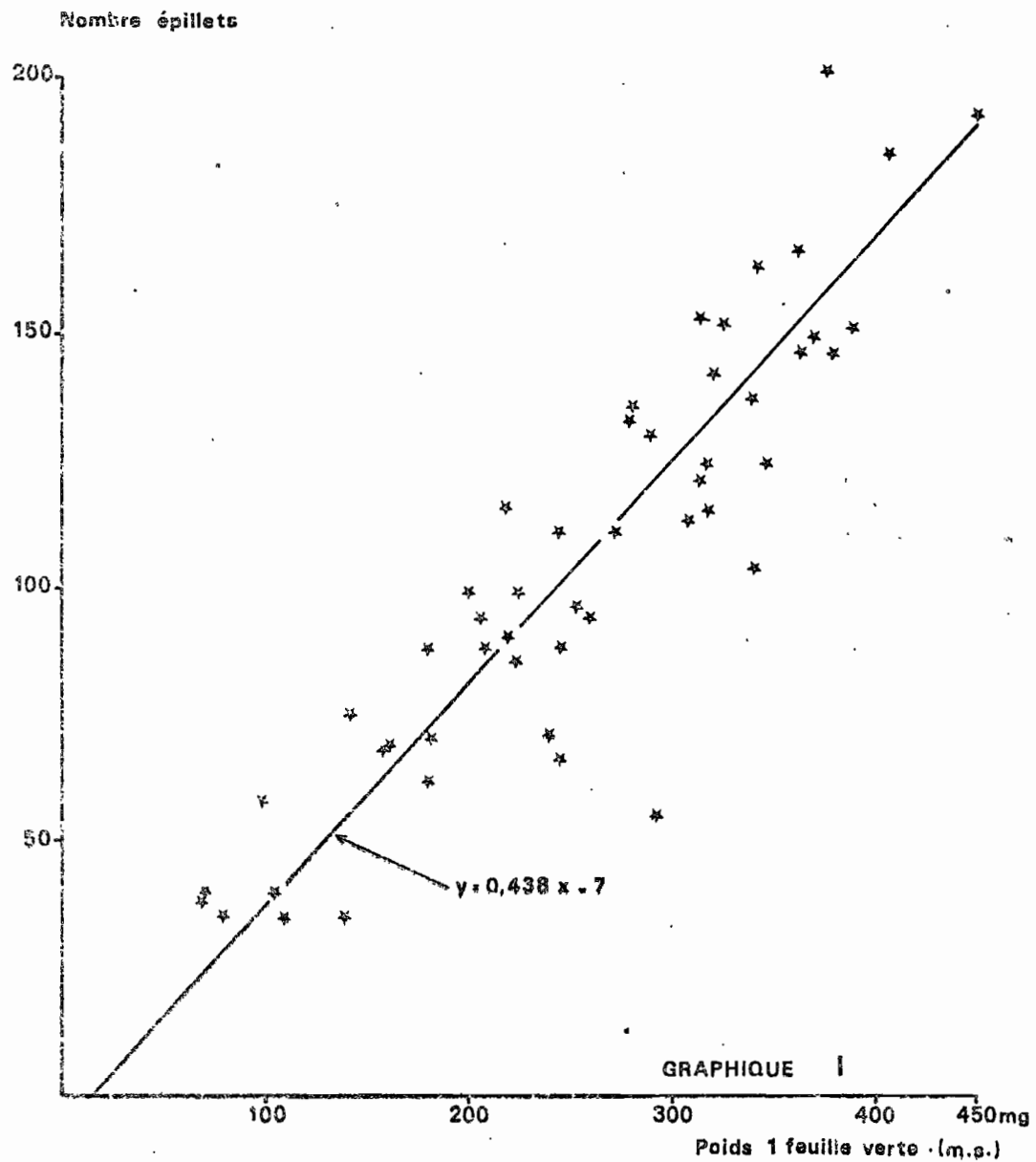
GRAPHIQUE : N° 4



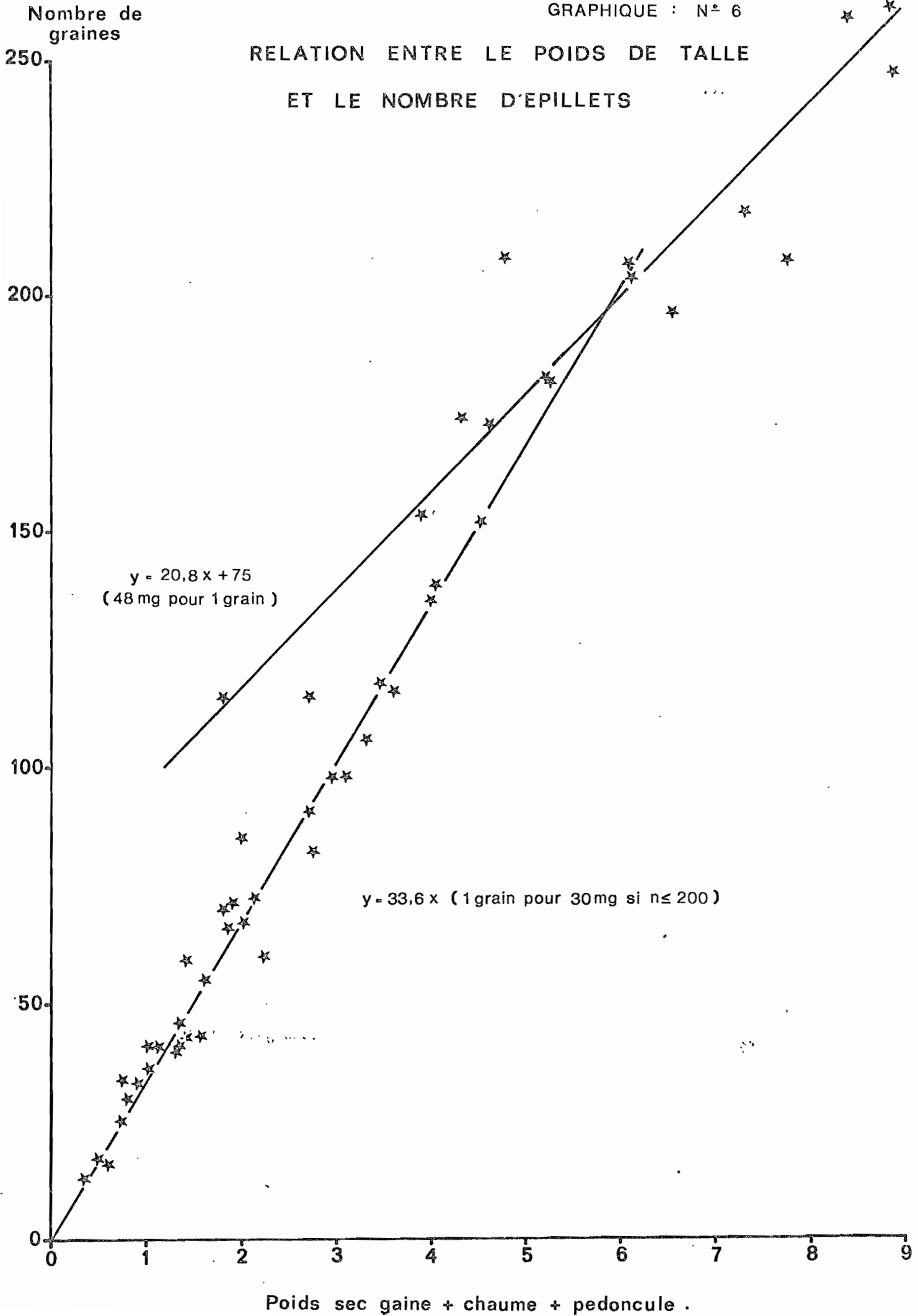
GRAPHIQUE : N° 5



RAPPORT ENTRE LE NOMBRE D'ÉPILLES ET LE POIDS
MOYEN D'UNE FEUILLE VERTE

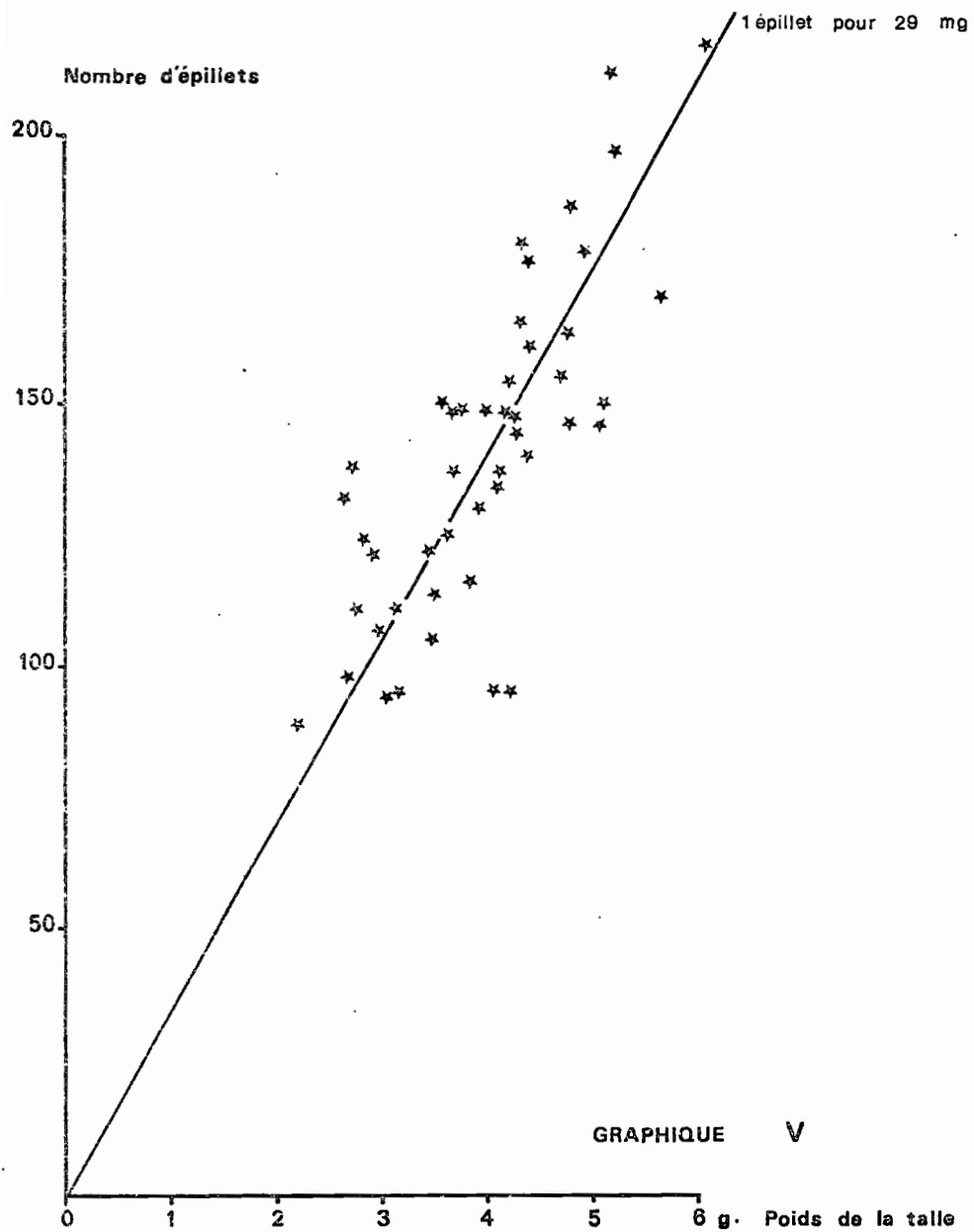


RELATION ENTRE LE POIDS DE TALLE
ET LE NOMBRE D'EPILLETES



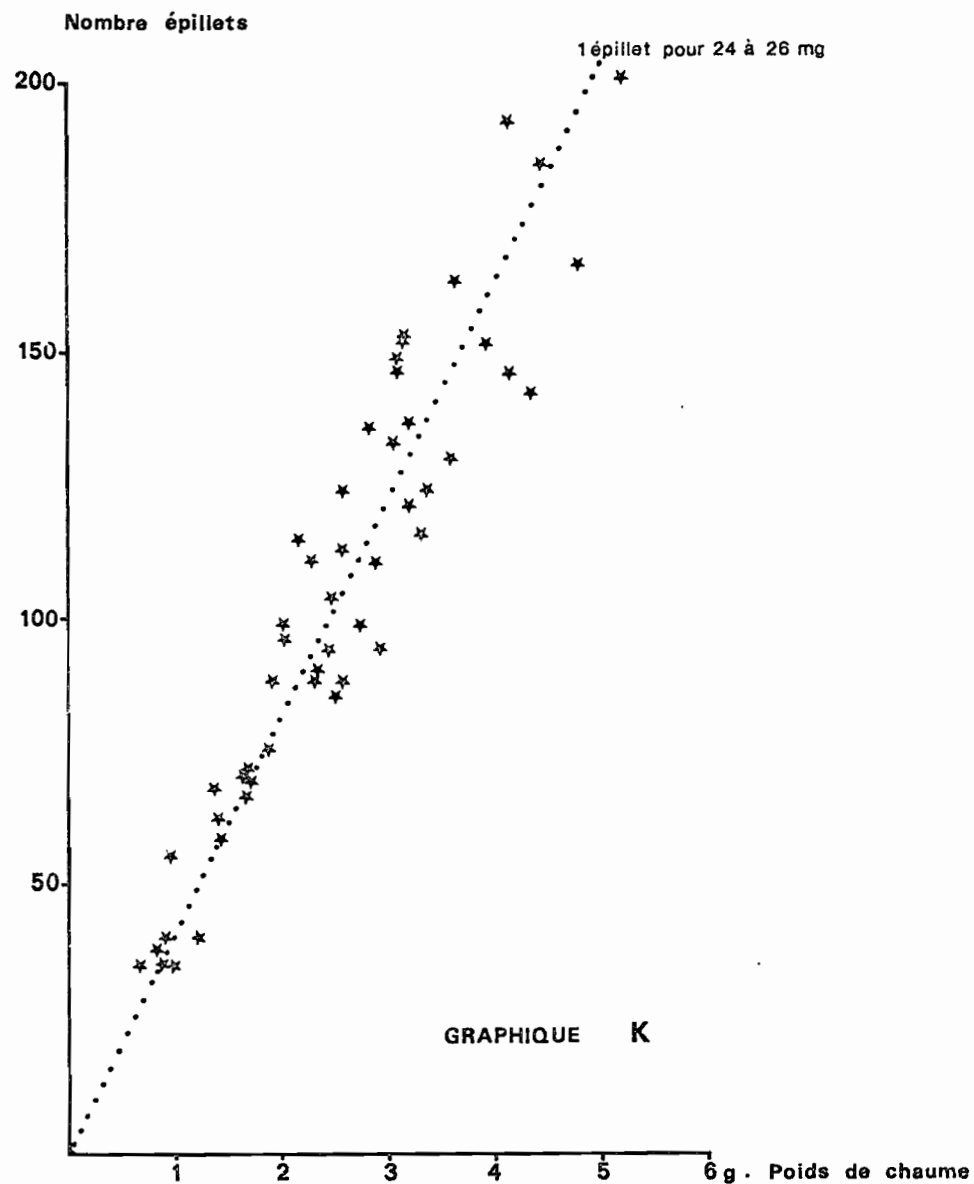
RELATION ENTRE POIDS DE LA TALLE ET NOMBRE EPILLETS

MOROBEREKAN - EPIAISON 1979



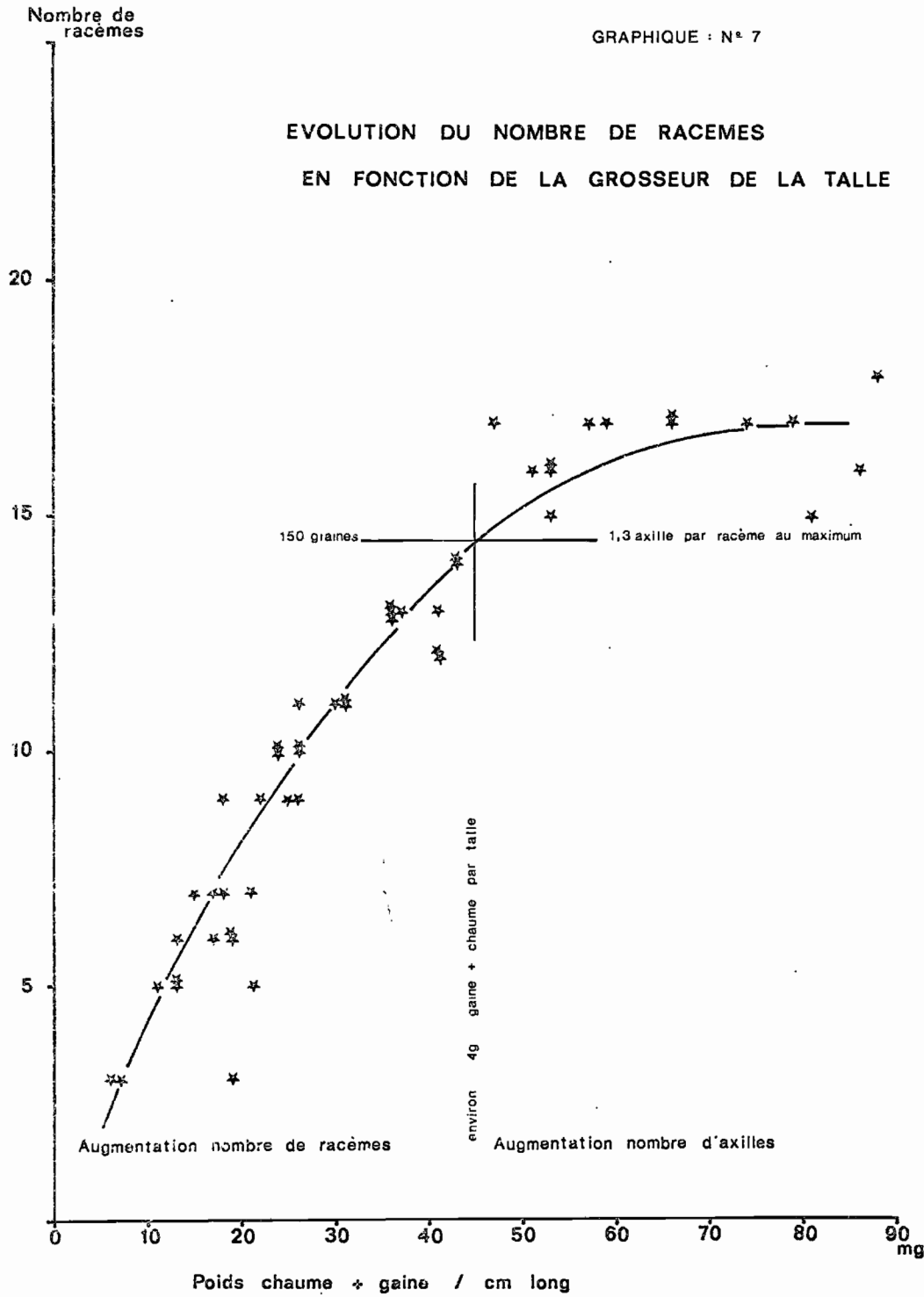
RELATION ENTRE POIDS DE LA TALLE ET NOMBRE EPILLETS

IRAT 13 - EPIAISON 1978

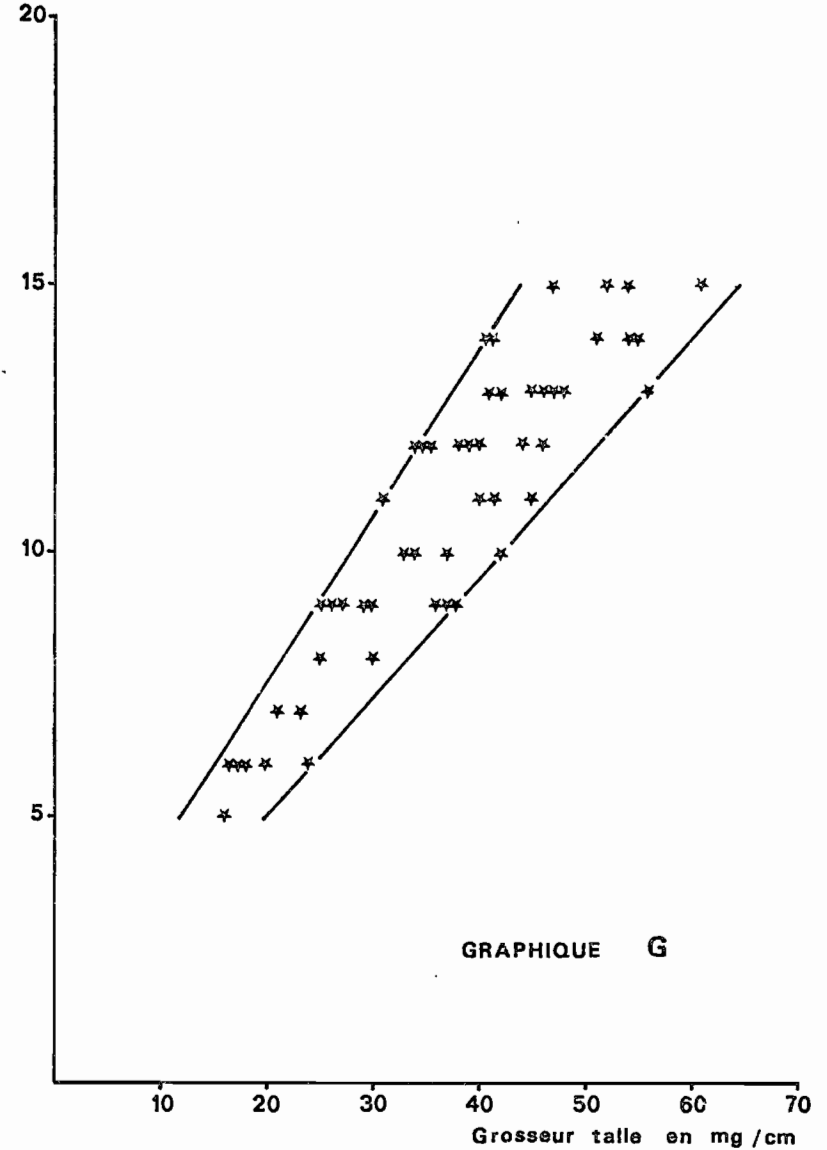


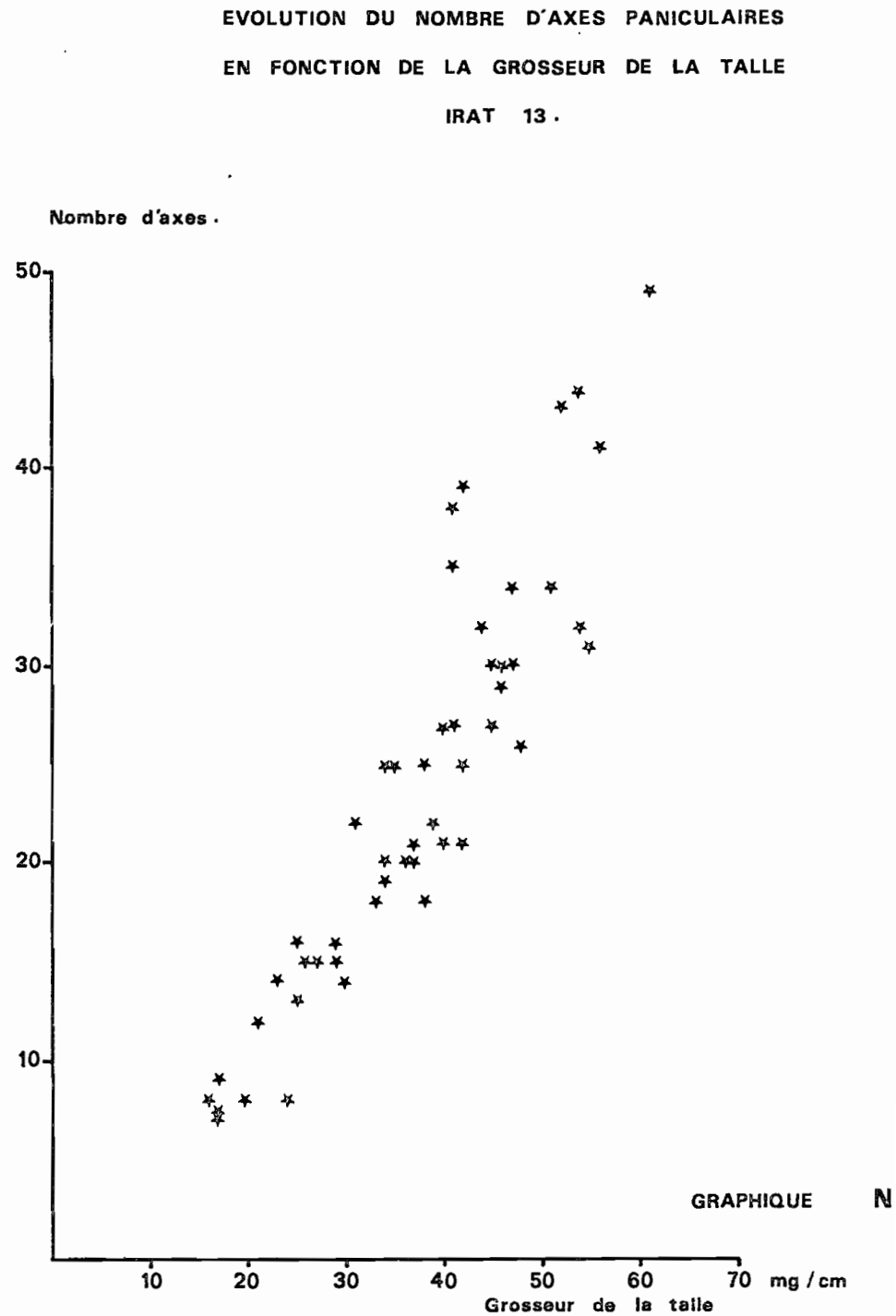
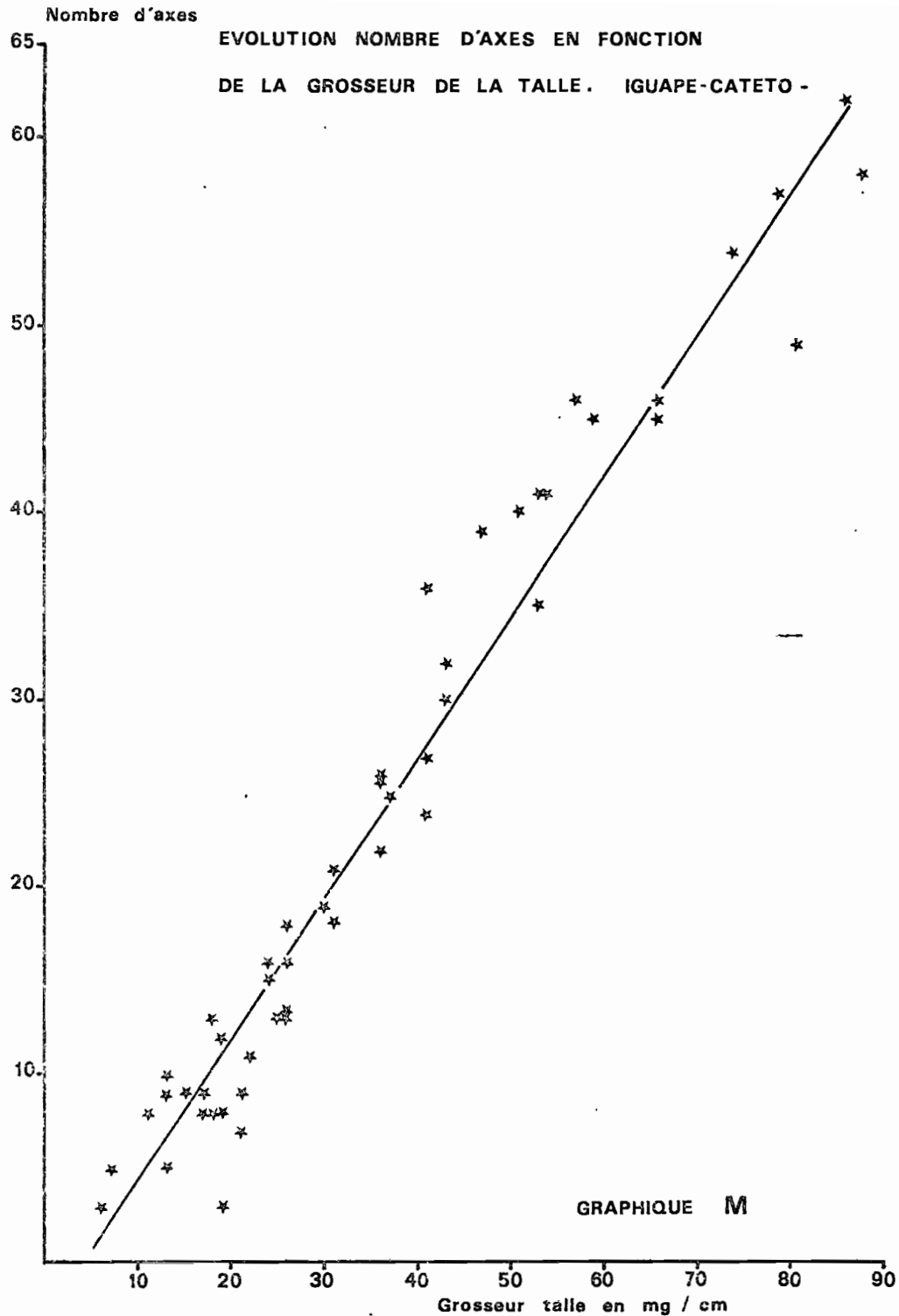
GRAPHIQUE : N° 7

EVOLUTION DU NOMBRE DE RACEMES
EN FONCTION DE LA GROSSEUR DE LA TALLE



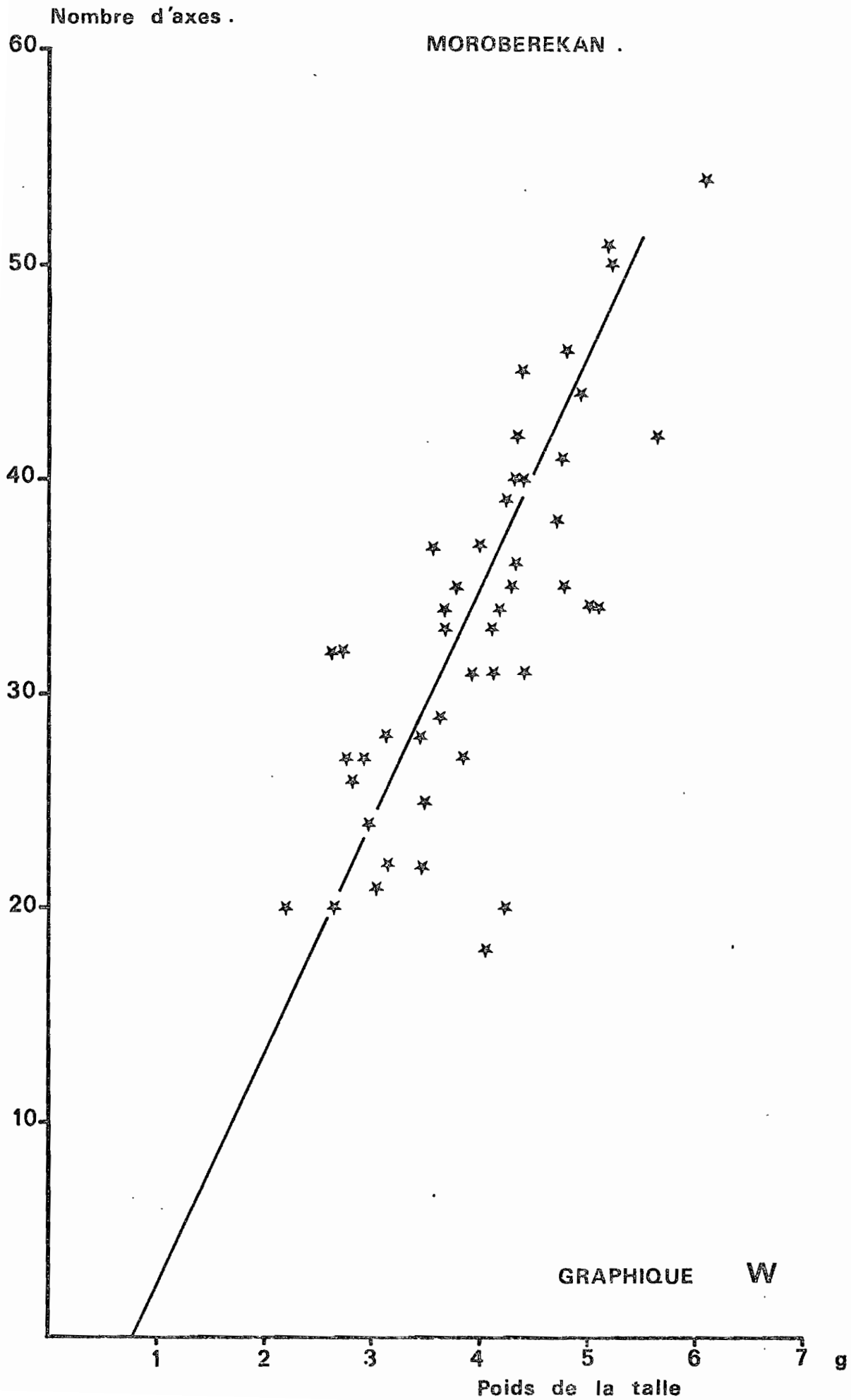
Nombre racèmes

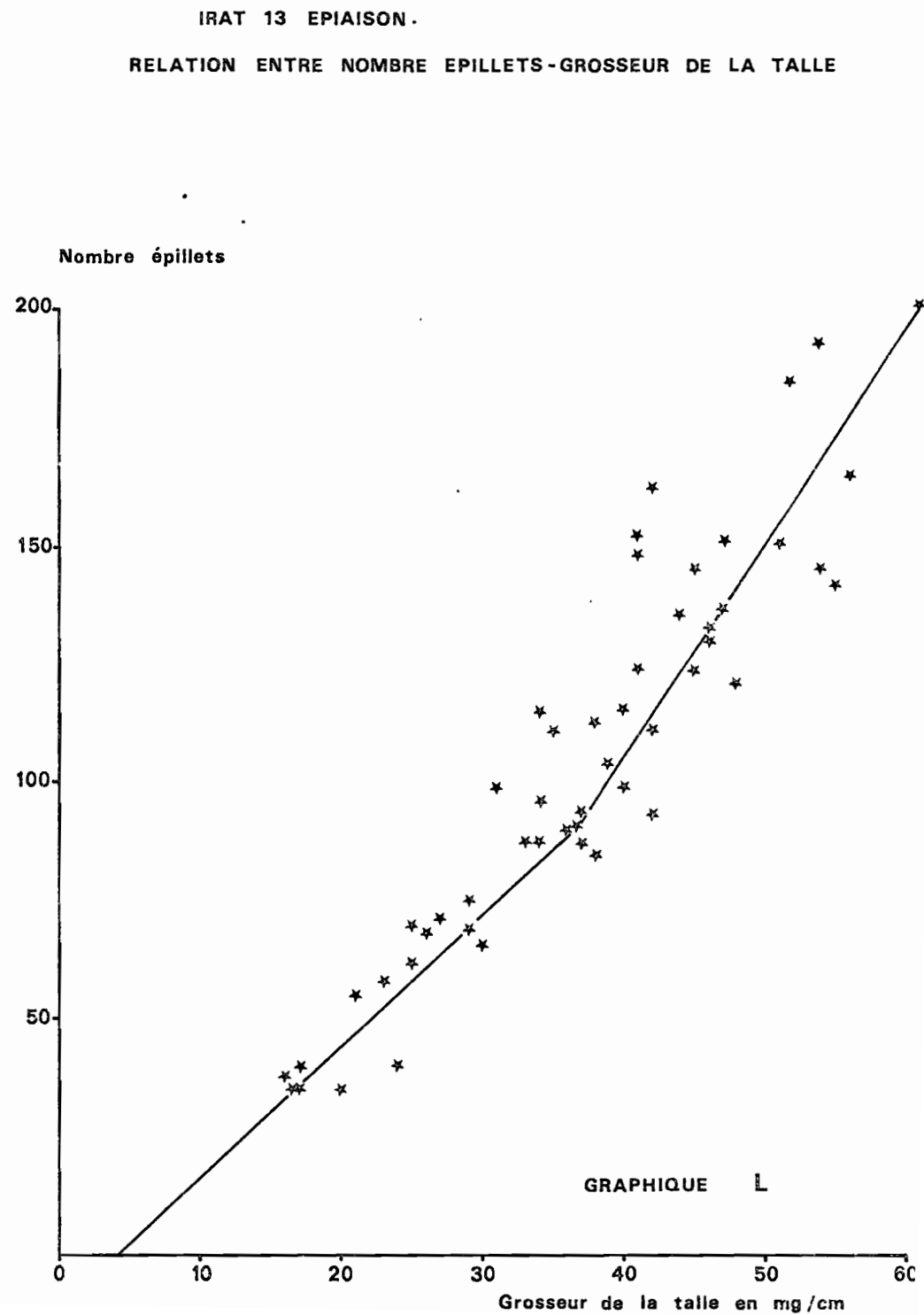
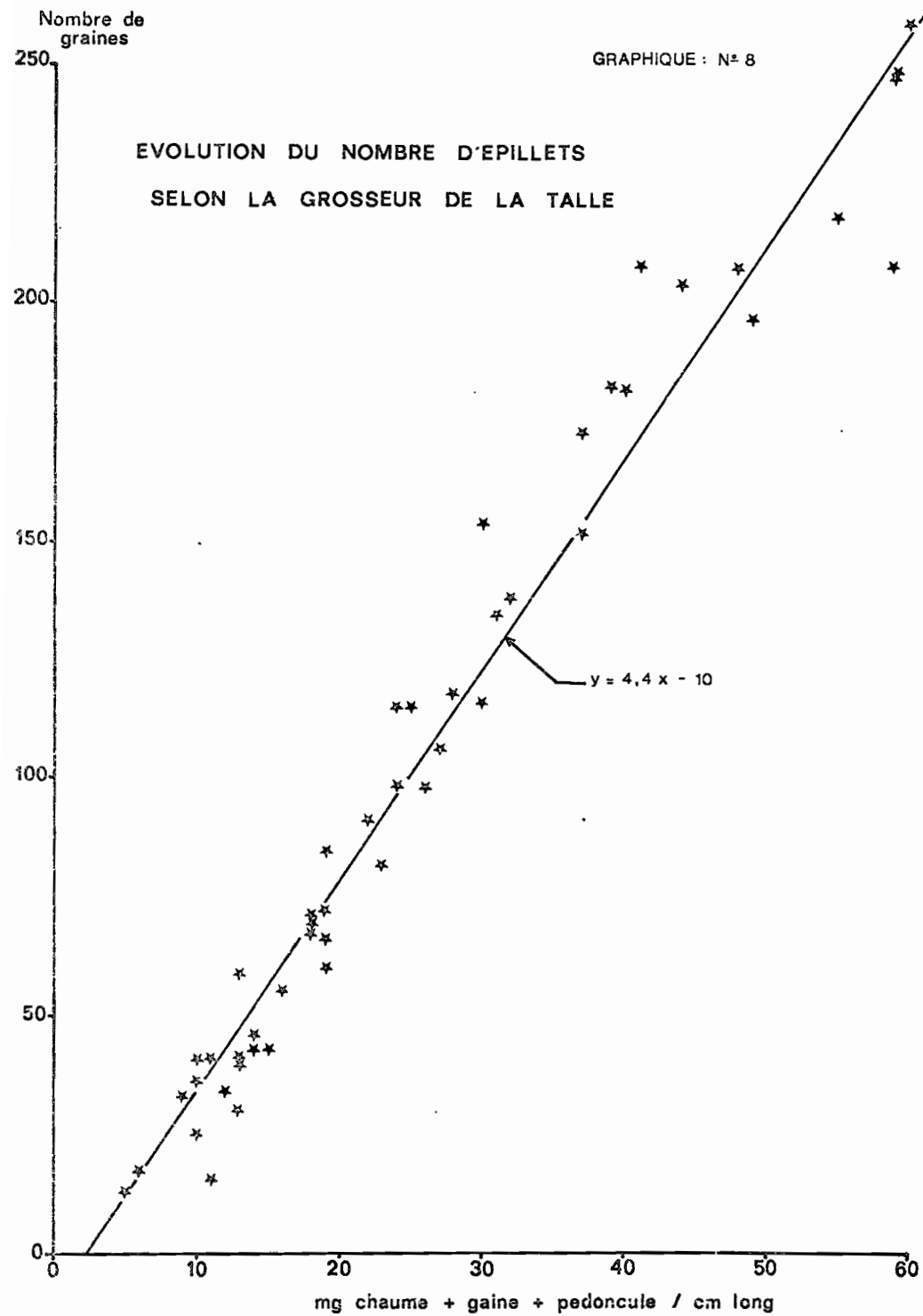


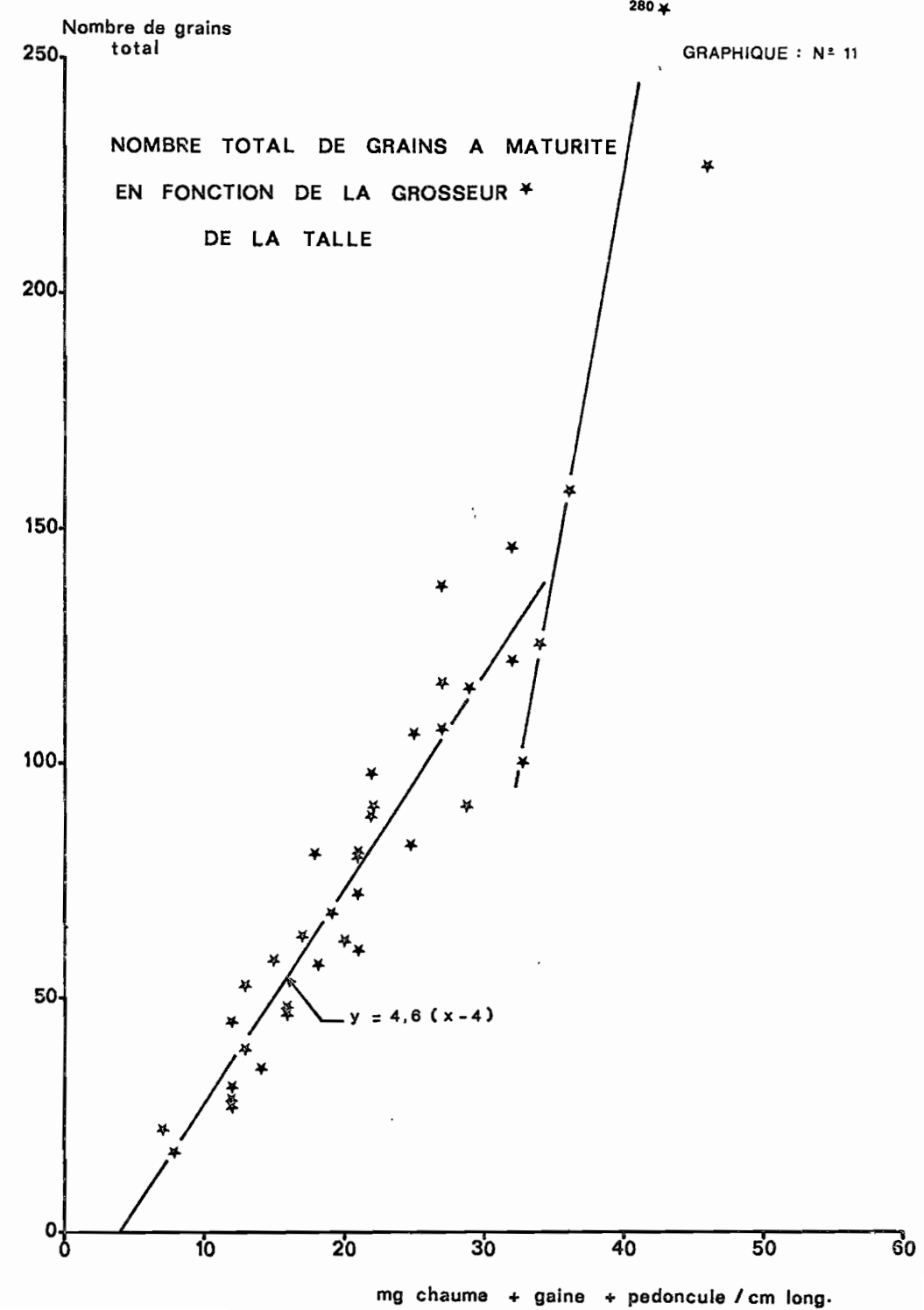
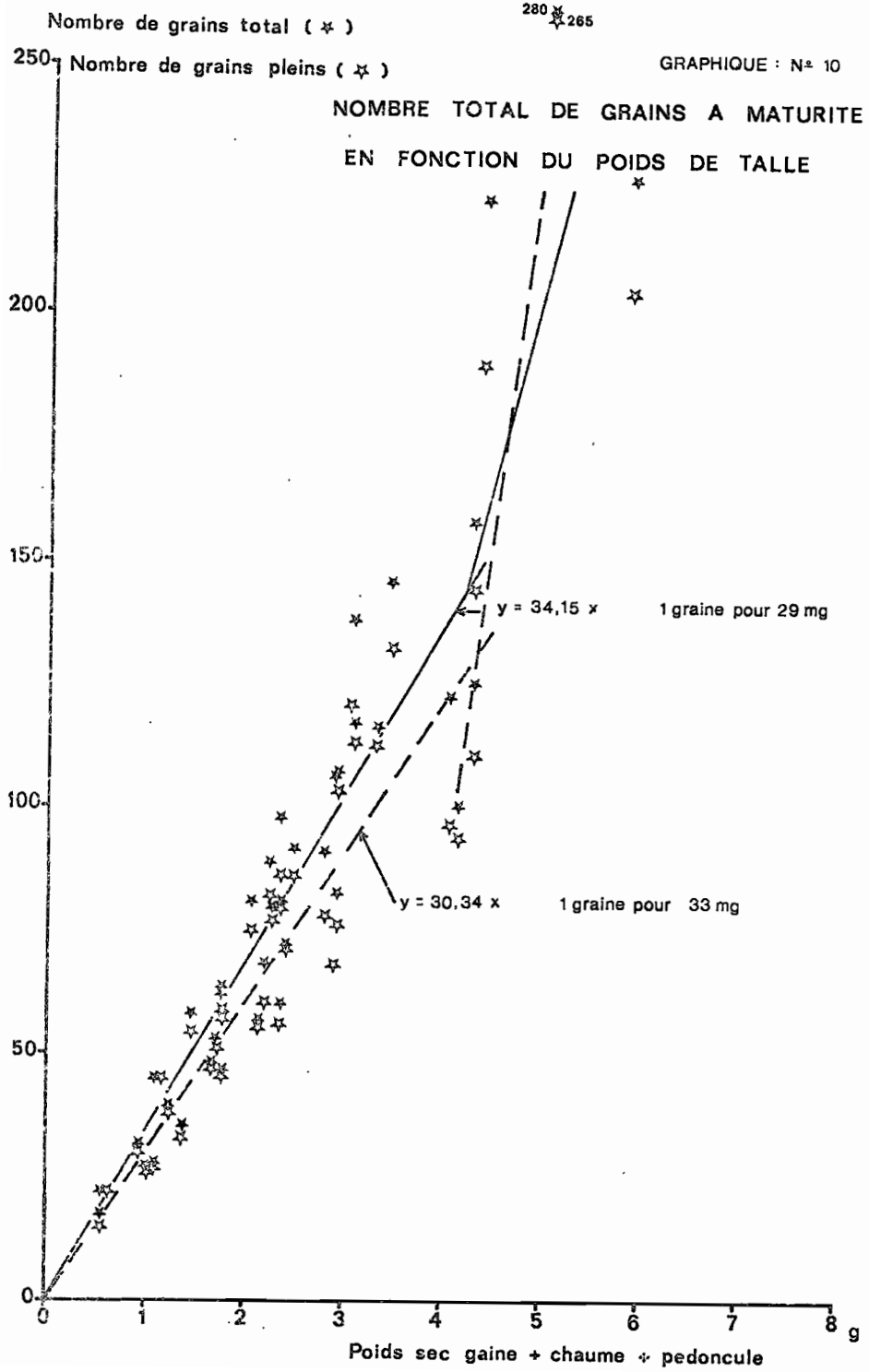


EVOLUTION DU NOMBRE D'AXES PANICULAIRES
EN FONCTION DU POIDS DE LA TALLE

MOROBEREKAN .







COMPARAISON DES STADES EPIAISON ET MATURETE.

La comparaison des graphiques 6 et 10 permet la mise en évidence de deux points. Pour des talles d'un poids inférieur à 4,5 g à l'épiaison, il n'y a pas de migration apparente de matière sèche vers le grain pendant la maturation pour la variété Iguape Cateto dans les conditions de milieu de ces mesures puisqu'il faut toujours 30 mg de talle pour un grain présent. Par contre pour les talles d'un poids plus élevé, il y a diminution de leur poids pendant la maturation puisque l'on retrouve au maximum une talle de 6 g à maturité contre 9 g à l'épiaison pour un même nombre de grains. On peut donc invoquer une migration vers les grains, d'autant plus forte en moyenne que la talle était plus importante.

La comparaison des graphiques 8 et 11 permet d'aboutir à la même conclusion. On retrouve à maturité des talles pesant jusqu'à 45 mg/cm contre 60 à l'épiaison. En outre au-delà de 35 mg/cm, le nombre de grains augmente beaucoup plus fortement à maturité pour un même accroissement de grosseur.

LE RAPPORT GRAIN/PAILLE.

Dans la suite le mot paille correspond à la talle sans la panicule ni les limbes foliaires. Si en place du nombre de grains à maturité comme dans le graphique 10, on utilise le poids de grain, on obtient au graphique 12 des rapports grain/paille. Jusqu'à un poids de talle à maturité de 4 g, le rapport grain/paille évolue progressivement de 0,5 à 1,18, la variation n'étant que de 1,0 à 1,18 entre 1,5 g et 4,5 g de poids de talle. En traçant une droite en tiret avec un rapport constant grain/paille de 1,18, il y a peu de différence avec la droite enregistrant les variations et on peut se demander si cette valeur de 1,18 n'est pas une caractéristique pour la variété au moins dans les conditions de culture, et tant qu'il n'y a pas de migration de matière sèche.

Au-delà d'un poids de talle de 4 grammes, le rapport grain/paille augmente très rapidement et n'a plus de signification pour un classement. Il correspond à un appauvrissement en poids des talles, peut être au profit des grains. Ainsi le rapport grain/paille s'élève jusqu'à 2 dans le meilleur cas.

Donc les plus gros talles conduisent à un meilleur indice de récolte élémentaire. Ce renseignement resterait valable au champ seulement si le rapport limbe/chaume est le même pour les talles plus petites, et si la présence de gros talles n'entraînent pas la présence en plus grand nombre de talles stériles.

Cette constatation mériterait sans doute une vérification avec un plus grand nombre de gros talles, et pose le problème de la signification des résultats lorsque le rapport grain/paille est trop différent d'une expérience à l'autre.

Il serait en outre intéressant de savoir si pour les variétés modernes, la migration de matière sèche pendant la maturation commence pour des grosseurs de talle plus faibles.

LE RAPPORT GRAIN/PAILLE ET LA BIBLIOGRAPHIE.

A partir de divers rapports établis par l'IRAT en Côte d'Ivoire, il est possible de réunir les résultats suivants pour des mesures toutes effectuées à maturité.

Quantité de paille pour 1 grain présent	Cultivar	Poids d'un grain	Rapport grain/paille
20 à 24 mg	I Kong Pao IRAT 13	22 mg	1.0
		35-38 mg	1.3
28 à 33 mg	Palawan 63-83	24 mg	0.7
		32-34 mg	1.0
36 à 39 mg	Morobérékan Iguape	28 mg	0.6
		35 mg	0.8
39 mg	Zakpale (glab.)	20 mg	0.5

L'indice de récolte est amélioré pour les gros grains mais la mesure de la quantité de paille pour fournir 1 grain n'a pas été faite à l'épiaison et il a pu exister un appauvrissement en poids de la paille pendant la maturation.

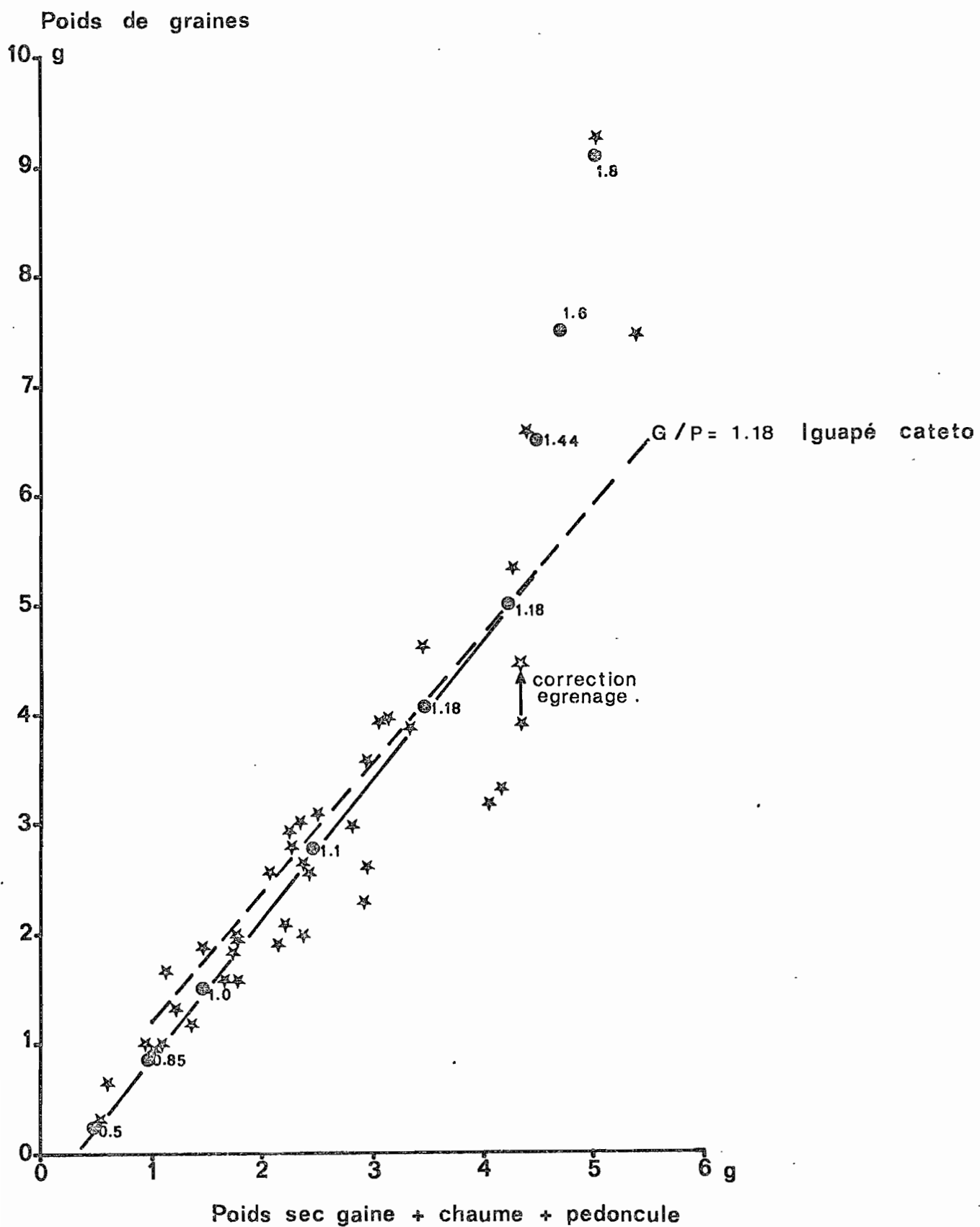
Les variations du rapport grain/paille sont indépendants de l'ensoleillement au stade végétatif mais y sont sensibles au stade reproductif si le soleil est inférieur à 50% de l'éclairement normal soit par diminution du nombre d'épilletés par dégénérescence, soit par diminution du pourcentage de grains pleins pendant la maturation. Le rapport diminue avec l'augmentation de la température : 0,58 à 22°C et 0,51 à 31°C pour IR 8.

Soit à cause des variations de température ou d'ensoleillement, soit à cause du photopériodisme le cultivar BP1-76 a un rapport panicule/paille qui passe de 0,37 à 1,41 selon la date de semis.

Le rapport grain/paille est corrélé positivement avec la durée de la surface foliaire.

Il existe des différences entre variétés. Le rapport serait plus bas pour le riz pluvial avec une moyenne de 0,45 allant de 0,31 pour Azmil à 0,81 pour Rikuto Norin 21, contre une moyenne de 0,78 pour les cultures de rizière. Les cultivars indica peuvent produire plus de matière sèche à l'hectare que les cultivars japonica mais ils ont des rapports grain/paille inférieurs car les cultivars japonica ont une sénescence plus lente des feuilles, une période de maturation plus longue et une plus forte accumulation de matière sèche dans la graine.

RAPPORT GRAIN / PAILLE



Les cultivars modernes ont des rapports plus élevés de 0,9 à 1,3, peut être en relation avec des teneurs en chlorophylle/cm² plus élevée pour les cultivars nains, et corrélées avec de forts rendements. Le rapport grain/paille est aussi plus fort pour les cultivars précoces.

Il apparaît que le rapport grain/paille est favorisé pour la formation d'un épillet avec le minimum de paille, par des gros grains pour un même besoin de paille, par les facteurs favorisant la photosynthèse nette au stade reproductif par rapport à celle du stade végétatif (soleil, durée feuille, précocité), par la possibilité de migration de la matière sèche du chaume vers la panicule.

3 - LA FORMATION DU PIED DE RIZ.

Cette étude a été effectuée en basse Côte d'Ivoire où les conditions climatiques et la fertilité des sols ne sont peut être pas idéales pour la culture du riz. Les deux variétés employées sont Iguape Cateto et Morobérékan d'août à octobre.

APPARITION ET ELONGATION DES FEUILLES DE LA TIGE PRINCIPALE.

L'apparition des feuilles sur la tige principale est montrée sur le graphique 17. Le rythme est rapide pour les 3 premières feuilles entre le sixième et le dixième jour après semis. Ensuite le rythme est régulier jusqu'à la neuvième feuille du deuxième au quarante deuxième jour soit environ 1 feuille tous les 5 jours ou tous les 131°C de température moyenne journalière cumulée. De la deuxième à la douzième feuille, le rythme est ralenti, et il faut treize jours entre les apparitions de deux feuilles successives.

L'élongation des limbes se fait à raison de 18 mm par jour pour les feuilles 2 à 4, et 25 mm par jour pour les feuilles 5 à 8. La longueur des feuilles augmentant avec l'ordre d'apparition, il faut un laps de temps de plus en plus grand pour que le limbe atteigne sa longueur définitive, de 6 cm pour la seconde feuille à 50 centimètres pour la huitième feuille.

Pour la neuvième feuille et au-delà, après une croissance rapide, il y a un allongement très lent qui se prolonge presque jusqu'à épiaison (graphique 16).

APPARITION DES TALLES SECONDAIRES ET DE LEURS FEUILLES.

Le graphique 17 fait apparaître que la première talle secondaire à l'aisselle de la deuxième feuille montre sa première feuille lorsque la tige principale arrive à la cinquième feuille, en général vers le vingtième jour. Il y a donc 4 feuilles de retard. La secondetalle a un retard supplémentaire de 2 feuilles.

On constate sur le graphique 19 que la distance entre ligules augmente faiblement de la seconde à la sixième feuille, 25 mm en moyenne, plus rapidement de la sixième à la onzième feuille, pratiquement du double (52 mm) puis très fortement pour la dernière mesure.

LE SYSTEME RACINAIRE.

Au sixième jour après semis la radicule mesure 4 à 6 cm de long. Au dixième jour, les premières des 4 ou 5 radicules qui se forment sur la radicule ou le mésocotyle s'allongent et mesurent 4 cm environ. Au quatorzième jour la radicule atteint 15 cm et les radicules les plus longues 7 à 8 cm. Au seizième jour commencent à paraître les racines adventives. Au vingtième jour les radicules de la radicule atteignent 12-13 cm et ne s'allongent plus, les racines adventives les plus anciennes sont aussi longues ou un peu plus (12 à 16 cm).

Au vingt cinquième jour, radicule et radicules apparaissent comme de vieilles racines de couleur brune. Elles sont cependant toujours présentes sur le pied au 40e et 50e jour mais ont souvent disparu vers le 65e jour.

Le nombre des racines adventives croît rapidement à partir du 16e jour jusqu'au 64e jour puis se stabilise ou croît lentement. Le nombre total de racines dans les conditions de culture est de 90 à 100 pour les deux variétés Iguape Cateto et Morobérékan (graphique 20).

Sur Morobérékan au 26e jour, le poids sec de la radicule est de 4 mg, celui des radicules de 16 mg par mètre, leur longueur par pied étant limité à un demi mètre vers le 18e jour après semis. Les racines adventives pèsent de 27 mg par mètre (jeune racine sans racines secondaires) à 35 mg/m pour les racines plus anciennes pourvues de radicules à leur base.

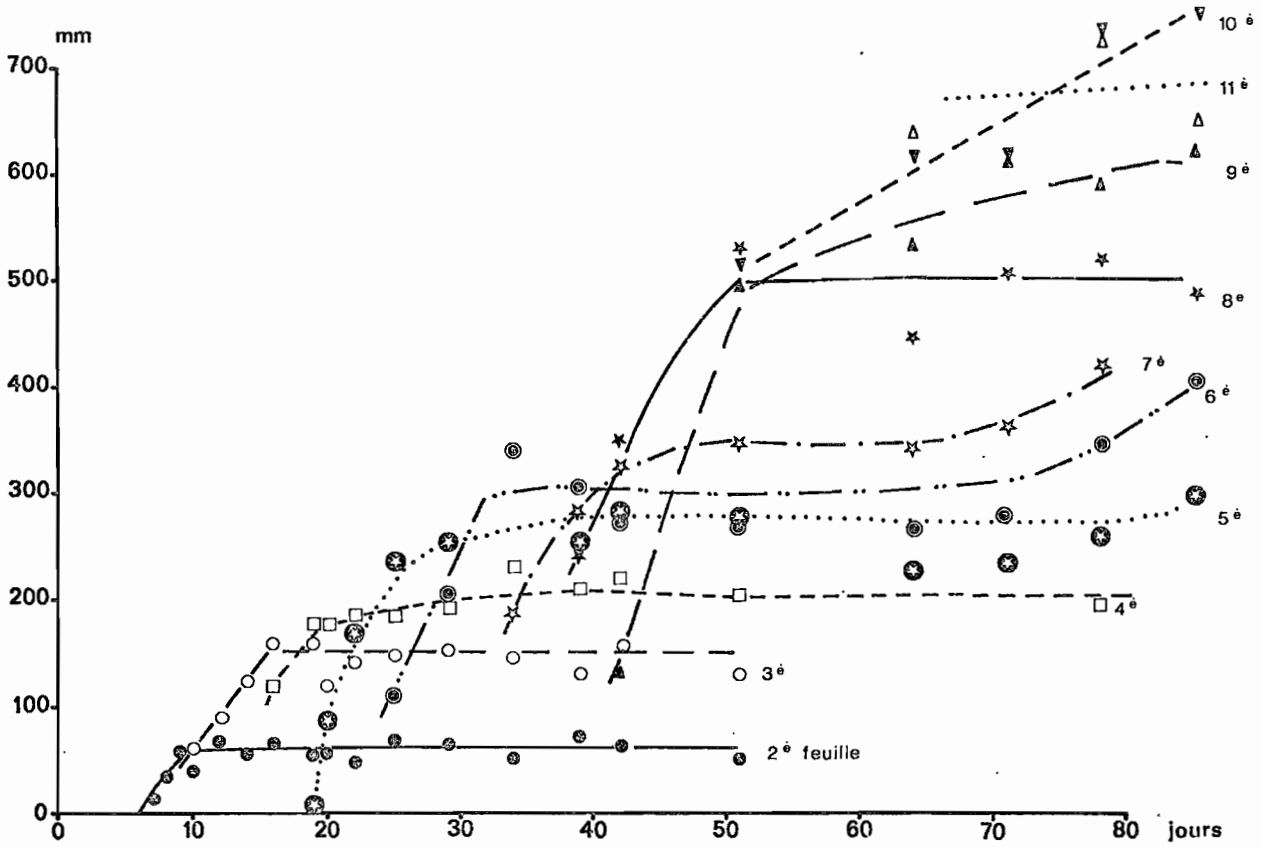
Sur Iguape Cateto au 32e jour, radicule de même importance, radicules de même longueur mais pesant 23 mg de matière sèche au mètre, racines adventives jeunes ou porteuses de radicules pèsent 54 à 57 mg par mètre.

Pour des mesures au champ sur des cultures normales, Iguape Cateto présente les variations suivantes du nombre total de racines en fonction du nombre de talles.

TABLEAU - Nombre total de racines en fonction du nombre de talles.

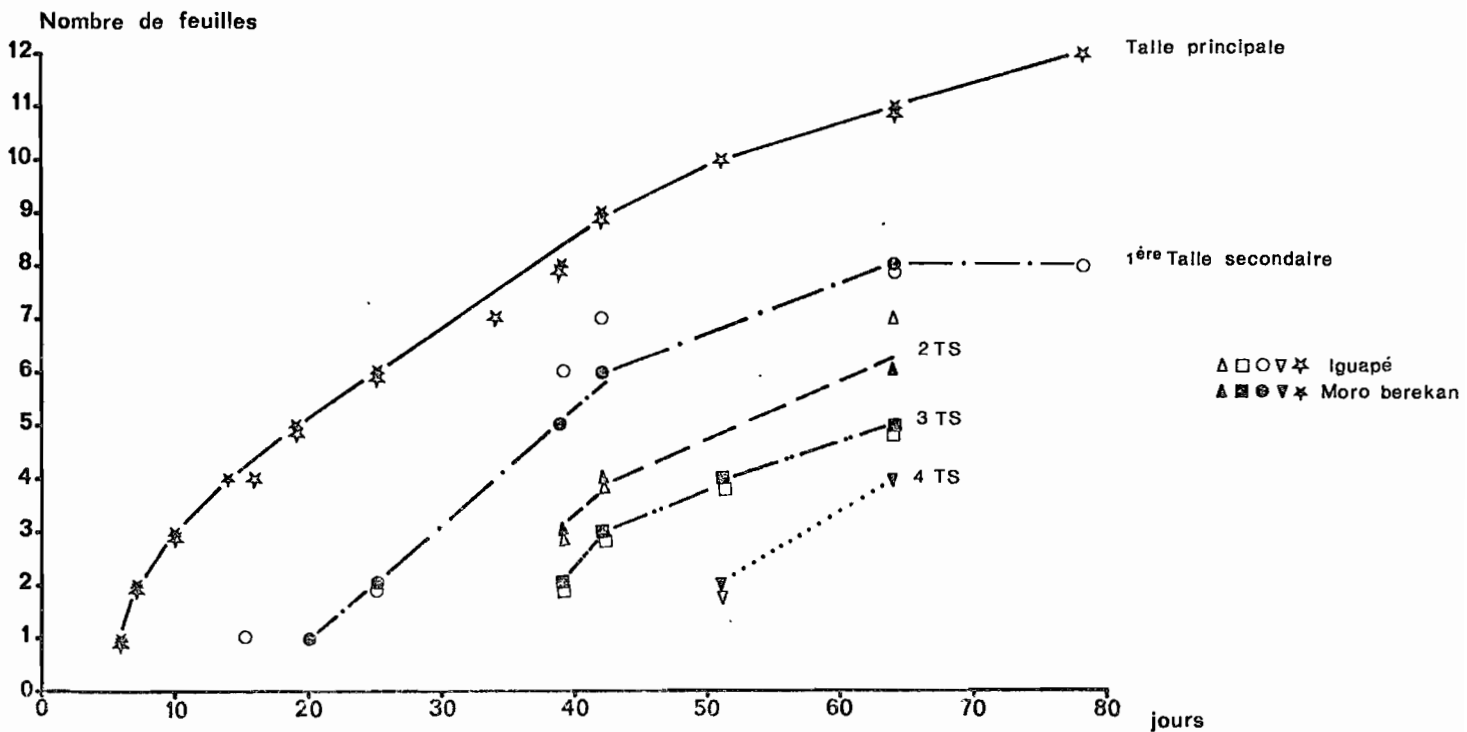
Nombre de talles	Nombre minimum de racines	Nombre moyen de racines	Nombre maximum de racines
1		45	
2	39	57	100
3	55	86	161
4	61	117	126
5	101	117	146

Les talles ont un nombre inégal de racines, la talle principale la plus ancienne en ayant le plus. En moyenne pour un pied à 3 talles, on trouve une répartition en pourcentage de 61 - 24 - 15 et pour un pied à 2 talles de 77 - 23.

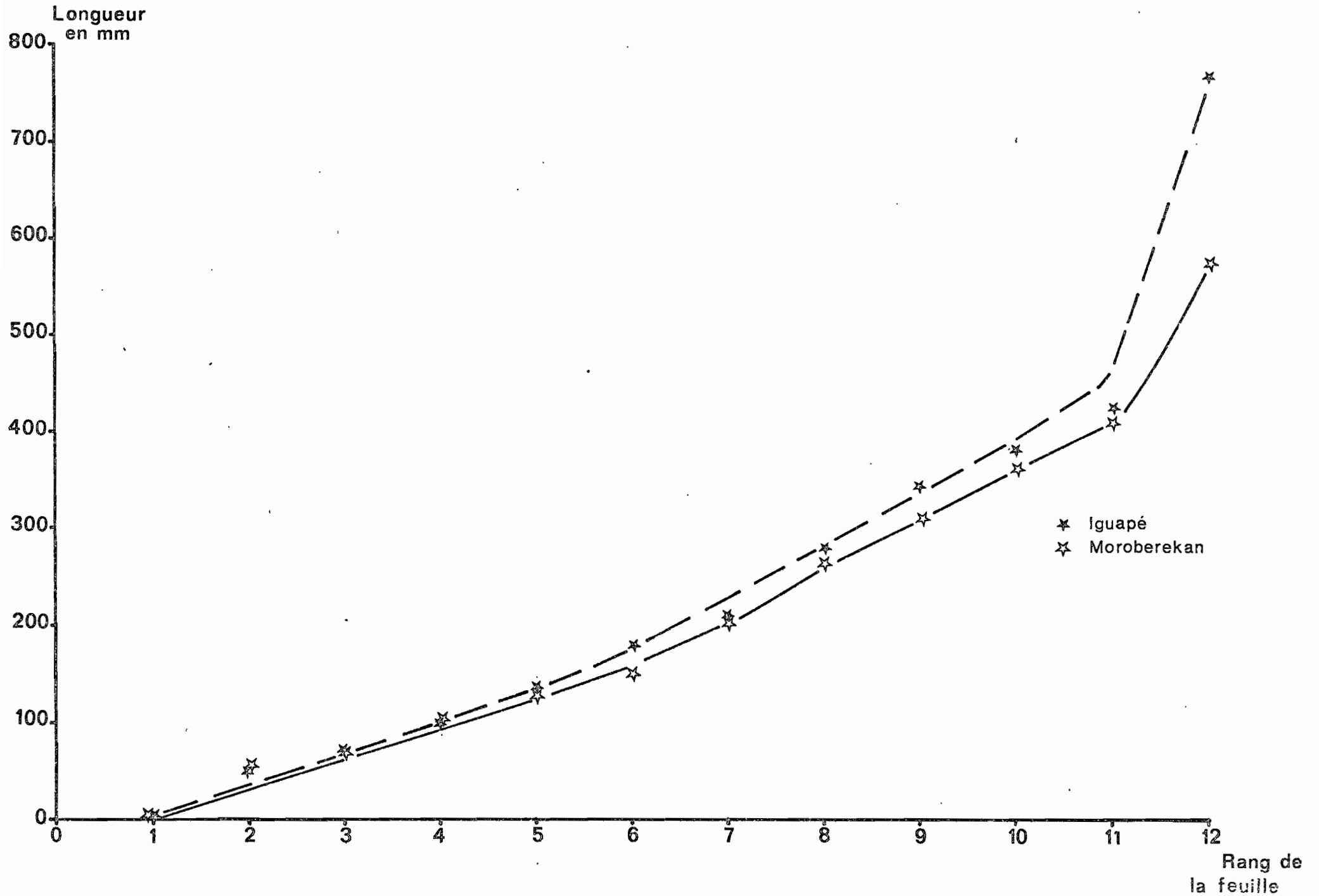


GRAPHIQUE : N° 17

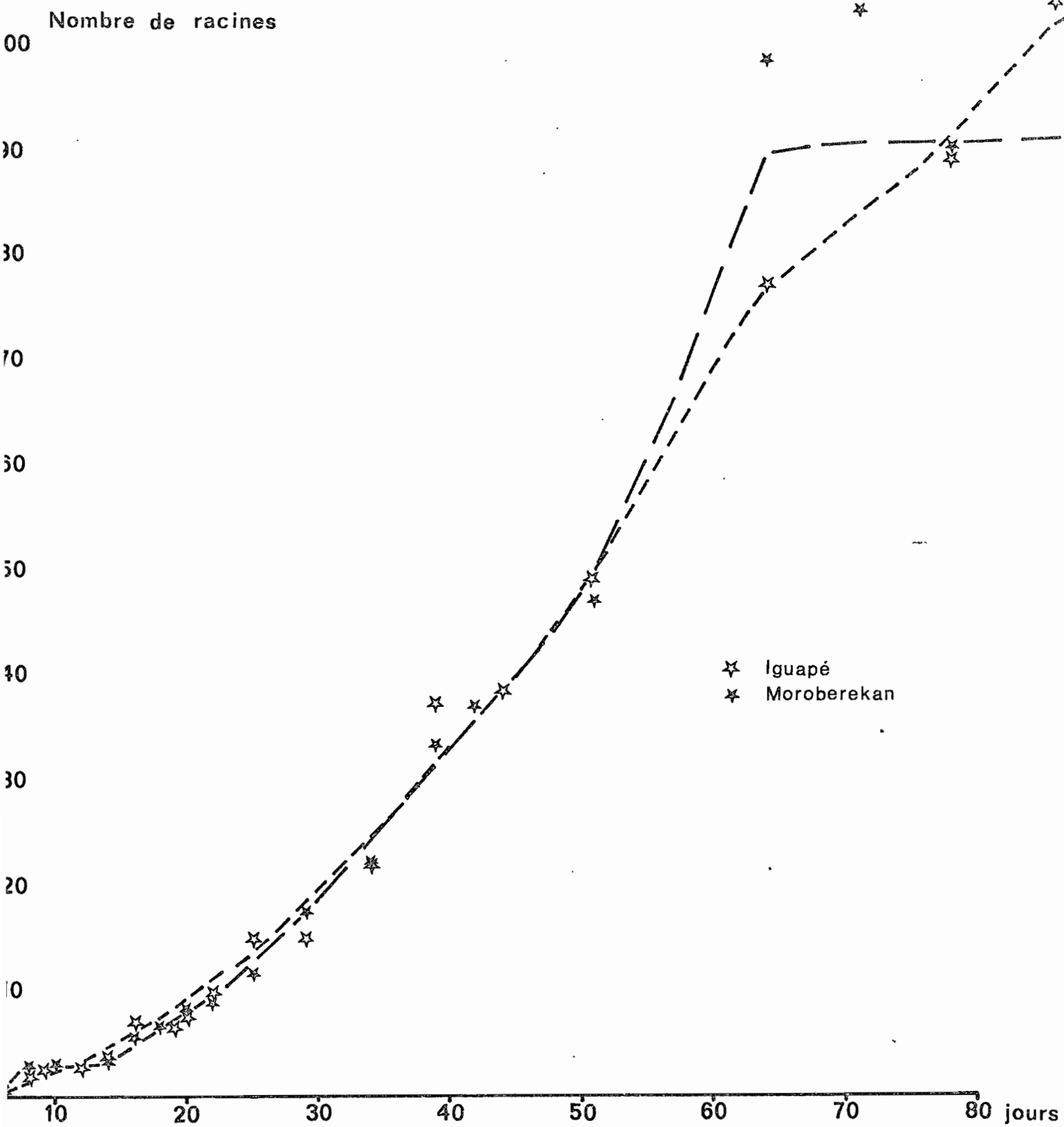
APPARITION DES TALLES ET NOMBRE DE FEUILLES



ALLONGEMENT DES TIGES: HAUTEUR DES LIGULES



NOMBRE TOTAL DE RACINES



4 - LES COMPOSANTES DU RENDEMENT.

Il s'agit d'une étude essentiellement bibliographique empruntant largement aux connaissances du riz repiqué en rizière, pour fixer l'origine des composantes du rendement et leur évolution avec les stades sensibles pendant le cycle cultural de la plante. Le résumé de cette compilation figure sur le graphique H pour un riz de cycle moyen de 130 jours.

Le rendement est le produit du nombre de grains pleins par le poids moyen du grain. Le nombre de grains pleins à son tour dépend du nombre de panicules et du nombre de grains pleins par panicule. Le nombre de panicules va être déterminé par le nombre de pieds, le nombre de talles et le pourcentage de talles fertiles avec panicules tandis que le pourcentage de grains pleins affectera le nombre moyen de grains par panicule.

LE NOMBRE DE PANICULES.

Le nombre de pieds joue un rôle, mais pour une disposition régulière sur le terrain le tallage a une grande importance. Si le nombre de pieds croît, le tallage diminue. Par exemple la multiplication par 5 du nombre de pieds augmente le nombre de talles de 1,5 seulement par unité de surface.

Le tallage est très variable selon les cultivars et selon les conditions culturales qui régissent les possibilités de photosynthèse et la concurrence entre plantes. Le tallage augmente si on dégage le pied en rizière et s'arrêterait par buttage, pulvérisation de 2-4 D et déficience hydrique.

Le pourcentage de talles fertiles passe de 72% à 45 x 45 cm à 46% pour un écartement de 15 x 15 cm. Selon le cultivar, il varie de 49 à 80%. Le minimum de croissance pour qu'une talle soit fertile a été plusieurs fois défini selon des critères différents.

En 1935, on estimait que la talle devait avoir 4 feuilles et 10 racines. Depuis, la définition serait de 3 feuilles au moment du maximum de tallage, et seulement 2 s'il s'agit d'un cultivar précoce.

Une autre définition serait une hauteur minimum de 60 à 70% de la hauteur de la talle principale. Il ne semble pas y avoir de définition précise pour le riz pluvial.

Quelle serait la densité optimum de panicules ? Autrefois, il fallait de 150 à 300 panicules par m². En 1969, l'optimum se situait à 400 panicules de 80 grains. En Surinam, on cite 300 à 400 panicules au m², tandis que Celton à Madagascar mentionne 350 à 600 panicules ax m². Au Japon, la récolte en T/ha s'estime à partir du nombre de panicules selon la formule : $R \text{ en T/ha} = 1,33 + 0,0137 (\text{panicules/m}^2)$.

En riziculture sèche, en Casamance, on compte 140 à 214 panicules par m² pour produire 28 à 33 q^x/ha. Sur A.V.B. en Côte d'Ivoire, les meilleurs rendements ont été obtenus avec 27 à 32 pieds/m² et 150 à 160 panicules (85% du maximum de talles). On y observe des variations importantes de 1,37 à 6,34 panicules par pied avec une moyenne de 104 grains par panicules. Les meilleurs rendements oscillent de 50 à 60 q^x/ha sur 6% des parcelles en 1974.

LE NOMBRE DE GRAINS PAR PANICULE.

A partir de quelle période du cycle le nombre de grains est-il déterminé ? Il semble que 10 jours après la différenciation de la première bractée, un traitement favorable n'augmente plus le nombre d'épillets mais empêche la dégénérescence. Un autre renseignement estime que le nombre d'épillets est déterminé deux semaines avant épiaison, surtout entre le 22^e et 9^e jour. Enfin le nombre final d'épillets est fixé entre 7 et 5 jours avant épiaison par différence entre le nombre d'épillets initiés et le nombre de ceux ayant dégénéré.

Diverses relations ont été recherchées pour la fixation du nombre d'épillets initiés. La potentialité comme pour d'autres plantes devrait s'évaluer à partir du nombre de noeuds de la talle ou de l'indice constitué par la somme des températures moyennes journalières. Une corrélation a été établie avec l'épaisseur du premier entrenoeud allongé (5 mm long.) de la base. On aurait :

$$Y = 4,87 \times (\text{en mm}^2) + 6,4 \text{ pour } x \text{ variant de } 5 \text{ à } 37 \text{ mm}^2.$$

La relation avec le nombre de sections d'entrenoeuds dans la touffe serait $y = 5,2 \times$.

La cause de la dégénérescence d'épillets est souvent nutritionnelle, notamment par déficit de photosynthèse. Les modifications de nombre relevées sont les suivantes :

- l'ombrage à 50% diminue le nombre d'épillets de 23 à 28%. Ce nombre d'épillets diminue aussi avec l'augmentation du nombre de panicules par m²,
- le soleil jusqu'à 240-350 cal/cm²/jour accroît ce nombre, de même que la teneur en azote de 42 à 23 jours avant épiaison.

Le nombre d'épillets est corrélé négativement avec l'augmentation de température pendant les 25 jours avant floraison et positivement avec la radiation :

$$N = S (278 - 7,07 T) \text{ avec } r = 0,88, \text{ } S \text{ étant la radiation solaire pendant } 25 \text{ jours et } T \text{ la température pendant la même période.}$$

- le gaz carbonique apporté avant le 15^e jour précédent l'épiaison a aussi un effet favorable sur le nombre d'épillets.

Les racèmes dégénèrent plus facilement que les épillets.

Le nombre de grains limite le rendement plus que tout ; il rend compte de 60 à 74% de la variation du rendement tandis que le produit du nombre de grains par le pourcentage de grains vides par le poids d'un grain rend compte de 81,4% du rendement.

LE POURCENTAGE DE GRAINS PLEINS.

Ce pourcentage résulte d'une part du rapport entre le nombre total d'épillets et les produits de photosynthèse et d'autre part des conditions de pollinisation.

La quantité de produits de photosynthèse disponibles varie avec l'année, avec la station, avec la période de semis qui modifie température et ensoleillement à la récolte. La diminution du pourcentage de grains pleins par réduction de la photosynthèse a un maximum d'effet entre 9 jours avant et 18 jours après l'épiaison. Si l'action est due à l'ombrage, l'effet est important de 6 jours avant à 34 jours après épiaison. S'il s'agit d'une défoliation, avec départ de toutes les feuilles vertes, l'effet est intense de 13 jours avant à 28 jours après épiaison. Si la seule feuille paniculaire est ôtée, son rôle va du 7e jour avant au 28e jours après épiaison. L'apport de potassium peut réduire les dommages causés par le manque de soleil. Le pourcentage de grains mûrs est corrélé négativement avec la somme des longueurs des trois dernières feuilles car l'indice foliaire ne doit pas dépasser 4 à 6 pendant la maturation.

L'azote augmente plus vite le nombre d'épillets que la photosynthèse ce qui entraîne une diminution du pourcentage de grains pleins et du poids du grain si l'azote est excessif. Il existe une corrélation inverse entre le pourcentage de grains pleins et le nombre de grains par touffes.

Le pourcentage de grains pleins va dépendre aussi de la stérilité variétale plus ou moins modifiée par la température. Les cultivars indica ont un pourcentage de stérilité plus fort que les japonica en relation avec le degré de réponse à l'azote. Certains cultivars ont un pourcentage de grains pleins presque constant (85% pour IR8) malgré de grandes différences dans le nombre de grains par panicule ou par unité de surface. D'autres diminuent fortement à partir d'un certain nombre de grains par unité de surface. Ce n'est pas dû à l'ombrage des feuilles qui ont un port érigé, ni à un indice foliaire excessif.

La température joue un rôle dans la stérilité. Le pourcentage de stérilité augmente avec la diminution de température pendant les cinq jours où la ligule de la feuille paniculaire est au niveau de celle de la feuille précédente. La basse température augmente le pourcentage de grains stériles dans la partie haute de la panicule.

La haute température affecte d'abord la viabilité du pollen (8 h à 35-40°C) puis celle du pistil (41°C). La stérilité est évitée par une floraison tôt le matin avant la forte température ou par germination du pollen malgré la température élevée. On observe un pourcentage de stérilité élevée (37-72%) pour une lignée avec ouverture trop prolongée du lemma permettant la dessiccation de l'ovaire et la perte de pollen par le vent. Il faudrait dix grains de pollen pour assurer la fertilité d'un épillet.

La reconnaissance d'un grain plein par rapport à un grain vide est possible 24 heures après l'anthèse par réaction de l'iode à l'amidon dans la couche du mésocarpe.

Le pourcentage de grains pleins serait plus élevé sur la talle principale.

LA GROSSEUR DU GRAIN.

La grosseur du grain dépend de la taille des glumelles et du développement du caryopse. Si le caryopse croît plus que les glumelles, on obtient un grain "craquelé". Il y a de fortes variations individuelles dans un lot, de -40 à +60% de la moyenne. Par contre la moyenne est peu fluctuante ($\pm 10\%$) entre des lots importants.

La moyenne variétale est très différente de 11,5-13,5 mg pour Bomdia (Guinée) à 44,5-51,5 mg pour Khao Lo (Laos). La longueur des glumes est fixée de -24 à -14 jours avant l'épiaison mais elles continuent à augmenter de poids jusqu'à épiaison. Les glumes représentent sensiblement 21% du poids du grain (18,6 à 25,4%). Le remplissage des grains se fait en 12 à 21 jours (18 jours pour Khao Lo) et demande plus de temps à température basse. La maturité est plus groupée pour les riz indica.

Le poids du grain augmente avec le nombre d'épillets par panicule (pour un intervalle de 50 à 110 épillets), avec la longueur de l'épillet à épiaison, avec le poids des glumelles. Il diminue avec l'augmentation du nombre de panicules, avec l'ombrage de 16 à 6 jours avant épiaison et 14 à 24 jours après épiaison. Il baisse également avec le déficit hydrique, par exemple à 18 mg au lieu de 23 mg.

La relation entre les possibilités de stockage et les capacités de photosynthèse est meilleure potentiellement pour les gros grains. Le rapport nombre d'épillets par mètre carré x poids d'un grain/indice foliaire exprimé en tonne-hectare/indice est de 1,68 pour Khao Lo contre 0,60 pour Bomdia.

COMPOSANTES DU RENDEMENT.

La première étude des composantes du rendement pour une céréale est celle d'Engledow et Wadham en 1923 semble-t-il. Pour le riz, il y a une grande variation parmi les panicules d'une touffe pour toutes les composantes du rendement. Pour obtenir le nombre moyen de panicules par touffe, il faut 6 à 10 échantillons de 3 touffes. Pour mesurer le rendement du riz, on conseillait une parcelle longue, étroite de 20 à 25 m² avec 3 répétitions (Corée 1968) mais à l'IRRI aux Philippines la parcelle élémentaire est de 6 à 8 m².