

CENTRE D'ADIPODOUME

Laboratoire d'Agronomie

PROGRAMME D'ETUDE DES INTERACTIONS SOL-PLANTES
FOURRAGERES EN MILIEU TROPICAL HUMIDE.

1 et 3 - ANALYSE PRELIMINAIRE SUCCINTE DES RESULTATS DES TESTS
D'HOMOGENEITE INITIALE ET FINALE SUR LA STATION DE BOUAKE

(Document de travail - Rédaction provisoire)

J.C. TALINEAU, G. HAINNAUX

INTRODUCTION.

Ce document s'inscrit dans la série des rapports préliminaires faisant état des premières interprétations non fondées sur l'analyse statistique des résultats du programme d'étude des interactions sol-plantes fourragères en milieu tropical humide pour chaque station.

Il traite en particulier des tests d'homogénéité initial et finaux qui ont été réalisés avant et après la phase fourragère.

La pré-culture traduit l'importance de la variabilité initiale du milieu sol et permet de définir la part relative des différents éléments du potentiel de fertilité dans l'expression du rendement.

Les post-cultures ont pour but d'établir une échelle de valeur entre les divers traitements mis en comparaison ce qui permet de mieux préciser le processus d'action d'une plante fourragère sur le milieu.

Un certain nombre de résultats figurant dans ce document ont été précédemment publiés par A. de BEAUFORT en 1972. Il s'agissait d'une première interprétation statistique des arrières-effets des précédents fourragers sur une post-culture de maïs à partir des résultats expérimentaux obtenus sur les stations de Bouaké et Gagnoa.

Par la suite deux post-cultures supplémentaires de maïs ont été réalisées. Il ne s'agit pas de reprendre ici, pour compléter la précédente, l'analyse statistique globale des arrières-effets, mais d'élaborer un document de travail, prélude à une synthèse plus générale.

Limité à la seule station de Bouaké ce rapport est un rappel de quelques éléments dont l'interprétation ultérieure devra tenir compte. Il s'agit en particulier :

- des conditions culturales des différents cycles de maïs,
- de suggestions sur le rôle de quelques facteurs du milieu sur la variabilité des rendements,
- de commentaires sur les divers paramètres mesurés en vue de préciser leur signification et certaines limites à leur interprétation.

Enfin le rapport présente une analyse qualitative sommaire de quelques uns des principaux effets et de leur évolution dans le temps. Assortie de considérations pratiques cette analyse orientera l'interprétation définitive.

I - CONDITIONS CULTURALES.

11. Chronologie des cycles de maïs.

Ont eu lieu successivement :

- une pré-culture en 1967,
- deux post-cultures en 1971,
- une troisième post-culture en 1972,

dont les dates de déroulement des cycles végétatifs figurent au tableau 1.

La variété* de maïs utilisée pour ces cultures test est le "Composite Jaune de Bouaké". Créée en 1964 elle résulte d'une pré-sélection des populations locales des environs de Bouaké dont le produit a été ensuite croisé - avec un croisement de retour - avec plusieurs variétés originaires d'Amérique Latine. Le caractère grain jaune a été en partie fixé par autofécondation.

Le cycle de cette variété est semi-précoce, la pleine floraison mâle est atteinte en moyenne 55 jours après le semis; le cycle total dure de 100 à 110 jours. Les plants sont de grande taille : la hauteur totale dépasse 3,50 mètres, l'insertion de l'épi se fait à 1,50 mètre. La tolérance aux attaques de champignons sur les feuilles est bonne. Par contre la sensibilité à la verse et à la casse est très forte. Le grain est à dominance jaune, corné.

Le plus souvent les circonstances climatiques n'ont pas permis le déroulement complet du cycle cultural. En première post-culture une violente tornade a contraint à une récolte prématurée des seules tiges, feuilles et épis immatures. Pour la deuxième post-culture un déficit hydrique en début de cycle a ralenti la croissance végétative comme en témoignent les figures 3 et 4. Quant à la troisième post-culture, elle a dû être interrompue avant son terme à la suite d'une reprise du terrain expérimental à d'autres fins; ** néanmoins les facteurs climatiques ayant été favorables on peut dire que la phase de croissance pondérale était terminée et que l'on a simplement raccourci la phase de transfert des produits métaboliques entre organes.

* Ces renseignements sont issus d'un document diffusé par l'IRAT en Côte d'Ivoire.

Le Composite Jaune de Bouaké. Comité Technique du 11/10/1973.

** Il s'agit du passage de la nouvelle route nationale Bouaké-Katiola.

12. Conditions climatiques.

La principale contrainte climatique sur la production est l'intensité de la sécheresse appréciée par exemple en comparant les valeurs de la pluviosité et celles de l'évapotranspiration potentielle. Ce facteur a déjà été analysé par PICARD et BONNIN (1973).

Au tableau 2 le rapprochement de ces deux données a été repris pour trois périodes égales découpées arbitrairement au cours de chaque cycle; l'apparition des premières panicules mâles et des ébauches d'épis femelle se situe au milieu de la seconde période.

L'examen de ce tableau laisse présager des risques de déficit hydrique pour certaines périodes. Pour la pré-culture le manque d'eau s'est fait sentir tardivement et il n'est pas certain qu'il ait eu une incidence sur le rendement étant donné notamment le ralentissement des échanges avec l'atmosphère et la faible demande climatique pour cette période.

Installée à la fin d'un mois de juillet relativement peu pluvieux la deuxième post-culture a manifestement manqué d'eau dans son jeune âge. Par la suite les besoins ont été largement couverts mais la faiblesse de l'ETP explique en partie la lente croissance végétative de cette culture (fig. 3 et 4).

La comparaison entre pré et post-cultures et celle de ces dernières entre elles ne peut donc faire ressortir les seuls arrière-effets des précédents fourragers et leurs évolutions au cours du temps. Ces comparaisons incluent en même temps l'effet propre à la succession des cultures de maïs, celui dû à la longueur des cycles et enfin celui des conditions climatiques de chaque culture.

Une tentative a été faite au tableau 3 pour essayer de dégager ces effets supplémentaires à partir de valeurs moyennes des traitements discriminés par la fertilisation. Certaines caractéristiques de la production peuvent en effet être relativement indépendantes des traitements cultureux et correspondre davantage à la pression de facteurs extérieurs. Ainsi les fluctuations du rapport des matières sèches grains / tiges+feuilles, si l'on excepte le traitement très traumatisant ne recevant aucun engrais, traduisent dans une certaine mesure un effet climatique défavorable sur la deuxième post-culture. D'une manière peut-être moins nette le poids de grain par épi peut rendre compte d'un raccourcissement du cycle de la troisième post-culture si l'on effectue la comparaison entre cette dernière et la pré-culture.

13. Principales interventions culturales.

131. Préparation du sol.

La reprise du terrain après la phase fourragère s'est effectuée par les passages successifs :

- d'un rotobroyeur pulvérisant les résidus de culture,
- d'un rotovator assurant la destruction des touffes et un premier mélange des résidus végétaux dans les cinq premiers centimètres superficiels,
- d'une charrue à soc effectuant un labour à vingt-cinq centimètres de profondeur.

L'ensemble de ces techniques a conduit à un bon enfouissement de la matière organique. Seuls quelques débris végétaux sont restés en surface sur les anciennes parcelles de graminées. Le labour est dressé et moulé - lissé en surface - dans le cas des graminées notamment après Panicum. Derrière légumineuse le labour est plus couché mais non jeté, le fractionnement du sol se fait en mottes plus petites.

Le lit de semence définitif a été obtenu par un passage de cover-crop croisé avec le labour.

Pour les deux dernières post-cultures la préparation du sol a consisté en un labour à la charrue à soc précédé d'une destruction des billons par un passage d'un instrument à disques et suivi de deux passages de cover-crop pour parfaire le lit de semence.

132. Semis.

Le semis des graines de maïs a été effectué à l'aide d'un semoir mono-graine pour la pré-culture et la première post-culture. Les deux dernières post-cultures ont été semées manuellement en poquets et ensuite éclaircies, ce qui a permis une meilleure régularité au sein des parcelles. La densité théorique souhaitée est de 50.000 pieds de maïs à l'hectare espacés de 0,25 mètre sur des lignes elles-mêmes éloignées de 0,80 mètre.

La deuxième post-culture a eu la levée la plus difficile en subissant des conditions climatiques défavorables et une attaque précoce de prédateurs (rongeurs ou oiseaux); ces facteurs ont déterminé une très forte hétérogénéité inter et intra-parcelle de la densité de peuplement en partie illustrée par la figure 2.

Les densités de plants obtenues à la récolte figurent au tableau 4. On notera l'effet dépressif de la fertilisation du maïs sur la densité en troisième post-culture ce qui peut s'interpréter comme la résultante d'un accroissement de la compétition entre des plants non parfaitement homogènes au départ.

133. Façons superficielles et fertilisation.

Le travail du sol après le semis a toujours été le même sur toutes les cultures. Un ou deux sarclages ont été effectués pendant le premier mois de végétation, le buttage est intervenu 40 à 45 jours après le semis.

La pré-culture n'a reçu aucune fertilisation. Quant aux sous-parcelles fertilisées des post-cultures elles ont reçu :

<u>juste après le semis sur l'ensemble de la surface cultivée</u>	- 100 unités de P_2O_5 sous forme de phosphate bicalcique,
	- 100 unités de K_2O sous forme de chlorure de potasse,
	- 70 unités de CaO et 36 de MgO sous forme de dolomie.
<u>en couverture de manière localisée sur la ligne</u>	- 50 unités de N sous forme de sulfate d'ammoniaque 10 jours après le semis,
	- 50 unités de N sous forme d'urée, en moyenne 45 jours après le semis.

En regard aux besoins du maïs appréciés à partir des immobilisations minérales dans les organes aériens il apparaît que cette fertilisation n'était pas limitante au moins quantitativement; cependant dès la première post-culture une carence en magnésium quasi systématique a été détectée. Les apports excessifs d'azote ont très souvent entraîné une importante verse.

134. Lutte contre les ravageurs des cultures.

La pré-culture n'a fait l'objet d'aucun traitement. La lutte anti-parasitaire notamment contre les chenilles mineuses des tiges et des épis a été organisée sur les post-cultures. La protection a été efficace pour les cultures de premier cycle se déroulant entre avril et juillet sans doute en raison de faibles attaques. Par contre en deuxième cycle c'est à dire pour la deuxième post-culture, malgré une succession de cinq traitements, la protection n'a été que partielle. Divers produits ont été utilisés par poudrages ou pulvérisations : il s'agissait de basudine, magyrol, gésidon, thidémul. Un traitement des grains au chloroblé a été effectué pour la troisième post-culture.

II - RAPPEL DES MESURES EFFECTUEES - SIGNIFICATION ET LIMITES POUR L'INTERPRETATION.

Sur la pré-culture seule la récolte a été analysée en s'efforçant de caractériser certaines composantes du rendement global.

Sur les post-cultures des mesures qualitatives et quantitatives ont été faites pendant la croissance végétative ainsi qu'une analyse de la récolte.

Dans les figures et tableaux la fertilisation est notée F, la non-fertilisation O.

21. Mesures qualitatives en cours de croissance.

Il s'agit de noter la culture selon l'aspect de la végétation avec un système de notation allant de 0 (aspect le plus médiocre) à 5 (aspect le meilleur) et cela à intervalles de deux semaines pendant les deux premiers mois de végétation. La figure 1 montre la relation aspect de la végétation - temps qui oppose les principaux traitements. A l'exception d'un seul traitement, les différences ne sont pas amplifiées dans le temps.

Le tableau 5 permet la comparaison du rang de classement des traitements obtenu selon cette notation et selon une des expressions du rendement pour la première post-culture. On peut remarquer que ces deux classements sont en désaccord assez grand pour les sept premiers traitements mais extrêmement voisins pour les neuf derniers. Il semble donc qu'à partir d'un certain niveau de production, ici 7,5 tonnes de matière sèche totale à l'hectare pour une densité moyenne de 50.000 plants, il soit difficile de dissocier par une appréciation visuelle un groupe de traitements ne différant globalement que par 1,5 tonne de matière sèche à l'hectare. Il sera néanmoins intéressant de rapprocher ce classement des groupes de données significativement différents.

22. Mesures quantitatives en cours de croissance.

Elles ont porté sur la hauteur de dix plants de maïs par sous-parcelle mesurée chaque semaine à partir du 15^{ème} jour. Pour la première post-culture il s'agissait d'une mesure de hauteur maximale totale, les feuilles étant relevées à la verticale; étant donnée la grande taille des plants elle n'a pu être pratiquée que pendant les 42 premiers jours après le semis. Elle a été relayée par la mesure

de la hauteur du plant au niveau de la dernière ligule apparue ; effectuée à la même date que la précédente cette dernière s'est révélée beaucoup plus commode à déterminer et également plus discriminante (tableau 6). Elle a donc été la seule retenue pour les post-cultures suivantes.

Le plus souvent ces mesures n'ont pu être conduites à leur terme sur l'ensemble des pieds choisis au départ en raison de la sensibilité de la variété à la verse et à la "casse au vent". La hauteur moyenne par sous-parcelle a été dans ce cas calculée à partir d'un nombre d'observations inférieur à dix. Pour éviter cela il conviendrait de choisir et de mesurer un certain nombre de plants - représentant au moins 20 à 30 % de l'effectif souhaité - supplémentaires utilisés, si besoin est, comme remplaçants. L'opération de buttage, qui réduit d'une dizaine de centimètres la hauteur des plants, ne perturbe pas cependant l'établissement des courbes de croissance (cf. figures 2 et 3) car elle intervient en période d'élongation intense des tiges.

23. Analyse de la récolte.

Un certain nombre de données ont été recueillies au moment de la récolte permettant de juger des arrières-effets à partir de plusieurs paramètres. Ainsi la biomasse aérienne a-t-elle été décomposée en tiges, feuilles et épis, ces derniers étant à leur tour séparés en spathes, rachis et grains. Par ailleurs le nombre de plants au mètre carré a été déterminé.

L'analyse statistique des rendements n'est pas sans poser des problèmes aussi bien pour une culture donnée que pour le rapprochement des cultures entre elles.

L'interprétation au niveau d'une ou de plusieurs cultures vient rapidement buter sur l'hétérogénéité inter-parcelle et inter-culture dont une des expressions est la variabilité de la densité de peuplement. Quand cette dernière est connue, il faut encore s'assurer qu'elle n'induit pas un biais systématique sur les rendements en modifiant par exemple la compétition inter-plants. C'est ce qui a été contrôlé sur la deuxième post-culture qui présentait la plus forte hétérogénéité inter-parcelle. La figure 2 met en évidence qu'il ne semble pas exister de liaison entre le nombre de plants par unité de surface - donnée indépendante des traitements agronomiques - et le poids de ces derniers.

Cependant l'influence de la densité de plantation ne pourrait se faire sentir qu'à partir d'un certain seuil. Ainsi dans le cas où la post-culture ne reçoit pas d'engrais, si l'on élimine les densités inférieures à 20.000 pieds à l'hectare, il apparaît une certaine liaison entre le nombre de plants x au mètre carré et le poids sec de chacun des plants y . Cette liaison s'écrit

$$y = 32.06 x + 13.38 \quad (r = +0.464 \text{ significatif à } 0.01 \text{ avec } 29 \text{ ddl})$$

Cette corrélation est inverse de celle à laquelle on pouvait s'attendre ce qui prouverait que dans la gamme de densité réalisée il n'existe pas de phénomènes de compétition inter-plants.

Il faut donc conclure que, dans certains cas, même le paramètre poids de matière sèche par plant ne pourra être utilisé par l'analyse statistique sans un minimum de précautions préalables.

La durée du cycle de la première post-culture a été trop courte pour que l'analyse de cette dernière puisse porter sur la production de grains. Les arrières-effets peuvent alors être testés sur les mesures effectuées en cours de croissance mais ils n'auront vraiment un sens que si ces mesures sont liées avec les rendements au moment de la récolte. Ces études de corrélations doivent être pratiquées sur les résidus d'ajustement ainsi que l'a déjà souligné A. de BEAUFORT (op. cit.), une fois retranchés les effets des traitements et leurs interactions.

De telles études pourraient être généralisées à toutes les post-cultures, étendues également aux rapports mentionnés au paragraphe 12. La comparaison de ces corrélations dans le temps devrait permettre de mieux saisir l'influence des conditions climatiques sur chaque culture ce qui est un préalable à l'étude de l'évolution des arrières-effets dans le temps.

Pour l'instant nous estimons que c'est le paramètre matière sèche totale à 105° des aériens par plant qui intègre le mieux l'intensité des arrières-effets et qui permet la comparaison des post-cultures la moins biaisée. Il sera noté MSTP dans les figures et tableaux.

Le tableau 7 établit la correspondance entre cette donnée et le rendement en grain correspondant à une densité théorique de 50.000 pieds à l'hectare pour les principaux traitements des deux dernières post-cultures. On pourra remarquer la mauvaise concordance en deuxième post-culture qui s'explique en partie par l'hétérogénéité du peuplement.

III - ANALYSE SOMMAIRE DES CULTURES DE MAÏS.

31. Pré-culture.

Il s'agit d'un test initial devant refléter un niveau de fertilité et surtout d'homogénéité. L'examen des résultats des rendements montre une assez forte variabilité qui doit au moins se traduire par une différence significative entre blocs. Cette hétérogénéité est en liaison avec celle de l'état initial du sol qui a déjà été étudiée (TALINEAU, HAINNAUX, 1974).

Il nous a semblé que l'influence des conditions climatiques sur cette culture pouvait se faire sentir par l'intermédiaire de certaines caractéristiques physiques du sol en particulier celles qui sont déterminantes pour l'état de la réserve hydrique. Cette dernière a pu jouer en effet un rôle limitant étant donné que sa reconstitution n'a pas été assurée par les pluies au cours du cycle cultural (tableau 2).

La densité de peuplement n'ayant pas été strictement contrôlée l'analyse porte sur la production exprimée en matière sèche totale des aériens par unité de surface. Soient z cette production, x le taux d'argile et y le taux de terre fine pour chacune des parcelles. Les études de corrélations pour les 32 parcelles expérimentales donnent les résultats suivants :

$$z = -22.67 x + 1226.54 \quad (r = 0.615 \text{ hautement significatif à } 0.001)$$

$$z = 13.05 y - 349.62 \quad (r = 0.797 \text{ hautement significatif à } 0.001)$$

La corrélation multiple s'écrit :

$$z = -12.57 x + 10.71 y + 83.47 \quad (r = 0.855 \text{ hautement significatif à } 0.001)$$

Cette régression explique 73 % de la variance totale de z . Ces caractéristiques du sol sont donc suffisamment explicatives pour pouvoir être retenues comme facteur de co-variation permettant une élimination partielle des effets de certaines conditions climatiques.

La corrélation négative entre taux d'argile et production s'explique en partie par le fait que les parcelles gravillonnaires ont un taux d'argile plus élevé que celles sous gravillon. Alors que précédemment il a été montré (TALINEAU, HAINNAUX, op.cit.) que la

richesse chimique du sol était une fonction croissante du taux d'argile il est important de noter que le rendement est ici en liaison négative avec ce même taux. Cela vient confirmer le rôle prépondérant joué par la réserve hydrique dans la limitation de la production.

32. Post-cultures.

321. Quelques effets principaux et leur évolution dans le temps.

Quelques uns de ces effets sont mis en évidence sur les figures 3 et 4 et dans les tableaux 8, 10 et 11.

3211. Effet famille.

Il s'agit de l'influence de la nature du précédent prairial analysé à partir des différences d'effets résiduels existant entre graminées et légumineuses. La mise en évidence de cet effet est importante ne serait-ce qu'en raison de ces incidences sur la détermination du choix de certaines pratiques agricoles telle que la nature de la sole fourragère dans une rotation.

Les différences sont surtout sensibles dans le cas où la post-culture n'est pas fertilisée. C'est ce qui a été représenté en figure 3.

L'effet famille persiste dans le temps mais n'apparaît nettement que dans le cas où l'on n'a pas fertilisé la prairie. Le tableau 8 donne une expression chiffrée de ces différences.

Ce résultat traduit des déficiences minérales dans le sol beaucoup plus marquées après graminée qu'après légumineuse exploitées sans apport d'engrais.

On peut également noter la modification du classement des traitements dans le temps en particulier le fait que le traitement graminée fertilisée devienne supérieur à tous les autres en troisième post-culture (cf. haut de la figure 3) : cet arrière-effet à long terme, qui pourrait éventuellement concerner l'état physique du sol, n'est cependant probablement pas significativement différent de celui du traitement légumineuse fertilisée.

3212. Effets fertilisation.

Ces effets sont complexes étant donné la combinaison des traitements fertilisation testés à la fois sur le précédent et sur la post-culture.

La figure 4 donne une idée de l'influence de ces principaux traitements. L'arrière-effet de la fertilisation du précédent prairial est particulièrement net. Il est supérieur à la simple fertilisation du maïs jusqu'en deuxième post-culture. A propos de cette dernière il est remarquable de constater la discrimination assez nette du traitement ne recevant jamais d'engrais mais également étonnant de ne pas voir cet effet concrétisé au moment de la récolte de manière plus nette que pour la première post-culture.

Tout semble se passer comme si, pour les deux premières post-cultures, on assistait à un nivellement des différences constatées en cours de croissance au moment de la récolte alors que cette tendance est inversée pour la troisième post-culture. Les rendements en grain de la deuxième post-culture mentionnés au tableau 7 témoignent nettement de ce phénomène. Pour l'expliquer il est difficile de faire la part de ce qui est un comportement variétal, de ce qui revient au climat et de ce qui est du à l'accumulation d'effets précédent et suivant.

Si l'on peut prouver que la "compétition" pour les éléments minéraux entre les transformations biologiques se déroulant dans le sol et la nutrition minérale de la plante n'est pas telle qu'elle rende limitante la fertilisation sur maïs en principe largement excédentaire aux besoins, on aboutit au résultat très important qu'il existe un arrière-effet spécifique de la prairie si on la conduit rationnellement. Cet effet pourrait consister en une amélioration des qualités physiques du sol au moins qu'il ne s'agisse d'une régulation optimale de la fourniture par le sol des besoins instantanés des plantes. Cette dernière hypothèse paraît peu plausible si l'on examine le tableau 9 où sont reportées les teneurs en azote des principaux organes du maïs pour les deux successions culturales en cause. S'il peut subsister un doute en première post-culture dans le cas du précédent graminée, l'ensemble des résultats prouve que la nutrition azotée n'est pas perturbée dans le cas où la fertilisation est seulement appliquée sur la post-culture. Il semble bien que la nature de cet effet spécifique soit donc autre que chimique.

Le tableau 10 fournit l'expression du gain de production obtenu avec la fertilisation en pour cent de la production obtenue sans. Il fait ressortir les gains résultant de la fertilisation sur le précédent.

Ces derniers sont importants dans le cas où la post-culture n'est pas elle-même fertilisée. Les gains moyens sont plus élevés après le précédent graminée notamment dans le cas de Panicum. Ils diminuent d'intensité dans le temps ; on peut toutefois constater qu'après légumineuses l'arrière-effet de cette fertilisation est relativement important pour la deuxième post-culture : il peut s'agir d'un effet différé dans le temps ou de la conjonction de conditions climatiques favorables à son expression. Cette tendance est encore plus nettement confirmée dans le cas où les cultures de maïs sont fertilisées. Les gains de production y sont bien moins élevés mais les différences entre précédents subsistent pour chacune des post-cultures alors qu'elles s'estompent en valeur moyenne.

Le tableau 11 met en évidence les gains de production consécutifs à la fertilisation des post-cultures. A l'inverse des précédents ces gains croissent dans le temps notamment au moment de la troisième post-culture qui semble ainsi fixer la limite des principaux arrières-effets des précédents prairiaux. Les différences entre ces derniers sont encore importantes en particulier dans le cas où ces mêmes précédents n'ont pas été fertilisés et font ressortir l'opposition graminée-légumineuse. On pourra remarquer au sous tableau B le gain de production relativement faible obtenu après précédent Panicum : la rémanence des arrières-effets semble ici caractérisée.

322. Remarques d'ordre général.

L'analyse des arrières-effets n'a de véritable sens que si les conclusions peuvent se rattacher à des situations culturelles précises et justifiées.

La mise en évidence d'effets principaux n'offre à cet égard qu'un intérêt limité puisqu'ils n'expriment qu'une tendance moyenne d'un groupe de traitements fort différents.

Ce n'est qu'au niveau des interactions que l'effet d'une combinaison de techniques pourra être appréciée. Encore faut-il que ces interactions ne soient pas d'ordre trop élevé pour rester interprétables.

Certains effets sont complexes. Ainsi en va-t-il du rythme de fauche qui peut être décelé, dans le cas de Panicum, pour certaines post-cultures mais dont le sens est lié à la fertilisation de ces dernières.

Enfin il importe de se préoccuper de la représentativité des systèmes culturaux testés. Dans la succession prairie-culture annuelle la pratique ou non de la fertilisation conduit à quatre principales situations n'offrant pas toutes le même intérêt.

	! Culture annuelle ! sans engrais	! Culture annuelle ! avec engrais
Prairie sans engrais	! Système extensif, en- ! visageable à court ! terme	! Hautement probable
Prairie avec engrais	! Improbable	! Système intensif, en- ! visageable à long ! terme

Pour chacune de ces situations, les arrières-effets décelés ont un sens bien particulier. C'est ainsi que dans le cas d'un système extensif le choix de la nature du précédent prairial est fondamental alors qu'il l'est beaucoup moins dans les autres cas (cf. tableau 5).

La situation qui consiste à n'apporter des engrais que sur la prairie est irréaliste. Elle ne constitue qu'une référence théorique indispensable cependant pour la comparaison et l'analyse des arrières-effets des fertilisations.

CONCLUSION.

Une analyse sommaire des arrières-effets de quelques cultures fourragères sur des cultures de maïs fait ressortir quelques difficultés d'interprétation.

Ces difficultés sont inhérentes aux conditions culturales dont les plus déterminantes sont la forte variabilité du taux de terre fine du sol et les conditions climatiques. L'analyse statistique devra tenter d'éliminer les effets de ces facteurs.

Si certains effets principaux sont indiscutables tels ceux dus à la fertilisation, il n'en demeure pas moins que leur évolution dans le temps et les éventuels effets des interactions doivent être analysés en tenant compte des facteurs climatiques. Des suggestions ont été faites pour aborder cette étude.

Certains paramètres permettent de s'affranchir de certaines hétérogénéités non dues aux traitements testés. Ils concernent l'expression du rendement et de ses composantes ramenée à l'unité de plant de maïs et peuvent être analysés en priorité.

Les résultats, qui devront être confirmés par l'analyse de variance, montrent d'ores et déjà :

- que le choix du précédent est très important dans les systèmes culturaux extensifs,
- que la fertilisation est le plus puissant facteur de ségrégation des traitements,
- qu'il existe un effet additionnel spécifique de la prairie permettant l'approche de la zone des rendements potentiels,
- que l'intensité des arrières-effets varie dans le temps en fonction notamment de la nature du précédent.

	Date de semis	Date de récolte	Durée du cycle
Pré-culture	Début mai 1967	20-08-1967	environ 105 jours
Post-culture 1	6-04-1971	18-06-1971	73 jours
Post-culture 2	29-07-1971	24-11-1971	118 jours
Post-culture 3	24-04-1972	25-07-1972	92 jours

TABLEAU 1 - Dates et durées des cycles cultureux de maïs.

	0-30 jours		30-60 jours		60-90 jours	
	P	ETP	P	ETP	P	ETP
Pré-culture	128.2	130	138.5	94	31.8	74
Première post-culture	117.4	130.0	140.3	138.5	-	-
Deuxième post-culture	33.4	77.5	408.3	87,8	81.7	112.9
Troisième post-culture	229.1	113.8	307.0	107.2	32.1	80.8

TABLEAU 2 - Pluviosité (P) et ETP exprimées en mm relatives aux cultures de maïs.

(d'après les données reportées et calculées par PICARD et BONNIN).

		Grains			Poids de grain par épi		
		tiges + feuilles			en g		
		Pré- culture	Post- culture 2	Post- culture 3	Pré- culture	Post- culture 2	Post- culture 3
Prairie non fertilisée	Maïs non fertilisé		0.58	0.36		47.25	25.47
	Maïs fertilisé	0.59			80.71		
Prairie fertilisée	Maïs non fertilisé		0.34	0.48		53.12	41.81
	Maïs fertilisé	0.59			78.59		
			0.31	0.55		55.99	66.88

TABLEAU 3 - quelques indices sur la structure de la production du maïs (données moyennes pour quelques traitements regroupés).

		Pré- culture	Post- culture 1	Post- culture 2	Post- culture 3
Prairie non fertilisée	Maïs non fertilisé	41700	57150	30419	52431
	Maïs fertilisé		60775	30750	48969
Prairie fertilisée	Maïs non fertilisé	41700	55644	34613	51144
	Maïs fertilisé		59925	31594	45925

TABLEAU 4 - Densité moyenne en milliers de plants à l'hectare à la récolte de maïs pour les principaux traitements.

Précédent		Culture test				Rang du classement	
Nature	Fertili- sation	Fertili- sation	M S T P en g	salon		Notations	
				M	S T P		
Centrosema	F	O	183.3	1		5	
Panicum	F	O	180.8	2		8	
Panicum	F	F	179.2	3		6	
Centrosema	F	F	166.5	4		1	
Stylosanthes	F	F	160.1	5		2	
Cynodon	F	F	152.3	6		3	
Stylosanthes	F	O	152.2	7		4	
Centrosema	O	F	146.4	8		7	
Cynodon	F	O	136.2	9		9	
Stylosanthes	O	F	131.5	10		9	
Panicum	O	F	127.0	11		11	
Centrosema	O	O	117.5	12		12	
Cynodon	O	F	116.3	13		14	
Stylosanthes	O	O	105.8	14		12	
Panicum	O	O	75.3	15		15	
Cynodon	O	O	74.4	16		15	

TABLEAU 5 - Première post-culture - Classement des traitements précédents selon la production décroissante exprimée en matière sèche totale des aériens par plant (MSTP) et comparaison avec le classement établi à partir de la moyenne des notations.

		Hauteur totale	Hauteur à la dernière ligule
Prairie non fertilisée	Maïs non fertilisé	141.4	49.9
	Maïs fertilisé	174.5	70.1
Prairie fertilisée	Maïs non fertilisé	195.5	89.5
	Maïs fertilisé	202.3	97.9

TABLEAU 6 - Première post-culture - Comparaison de deux paramètres "hauteur de plant" mesurés 42 jours après le semis (moyenne pour quelques traitements exprimée en cm).

Précédent	Culture- test	Deuxième post- culture	Troisième post- culture			
Nature	Fertili- sation	Fertili- sation	MSTP en g	Grain à 15% eau q/ha	MSTP en g	Grain à 15% eau q/ha
Centrosema	F	O	155.6	19.3	137.8	21.5
Panicum	F	O	159.1	20.5	168.5	28.5
Panicum	F	F	166.2	21.5	203.5	33.8
Centrosema	F	F	191.8	19.2	220.1	38.4
Stylosanthes	F	F	167.5	19.6	230.6	38.3
Cynodon	F	F	139.0	16.9	220.7	36.8
Stylosanthes	F	O	164.5	19.4	142.4	21.2
Centrosema	O	F	134.8	16.5	197.4	34.5
Cynodon	F	O	138.6	17.5	147.4	22.8
Stylosanthes	O	F	133.2	16.0	191.4	30.3
Panicum	O	F	141.1	19.8	181.0	28.8
Centrosema	O	O	111.4	20.8	124.6	17.8
Cynodon	O	F	125.5	15.1	191.0	31.5
Stylosanthes	O	O	99.8	19.2	122.4	17.6
Panicum	O	O	84.6	12.0	95.1	10.3
Cynodon	O	O	84.4	13.9	89.0	10.4

TABLEAU 7 - Expressions du rendement pour deux post-cultures.

Post-culture Précédent	Première		Deuxième		Troisième		Moyenne	
	MSTP en g	Indice	MSTP en g	Indice	MSTP en g	Indice	MSTP en g	Indice
Graminée	74.8	100	84.5	100	91.9	100	83.8	100
Légumineuse	111.6	149	105.6	125	123.5	134	113.5	135

TABLEAU 8 - Comparaison des effets précédents graminée et légumineuse sur les cultures-test dans le cas où aucune fertilisation n'est apportée.

Précédent	Succession	Première post-culture			Deuxième post-culture		
		Feuilles	Tiges	Grains	Feuilles	Tiges	Grains
Graminées	A	1.37	0.44	1.79	1.17	0.49	1.59
	B	1.20	0.41	2.16	1.27	0.80	2.06
Légumineuses	A	1.38	0.45	1.97	1.10	0.50	1.73
	B	1.71	0.59	2.13	1.39	0.93	2.01
Moyenne	A	1.38	0.45	1.88	1.14	0.50	1.66
	B	1.46	0.50	2.14	1.33	0.87	2.04

TABLEAU 9 - Teneurs en azote des différents organes du maïs exprimées en pour cent selon la nature du précédent et le type de succession culturale.

A - Prairie fertilisée, maïs non fertilisé

B - Prairie non fertilisée, maïs fertilisé

A - Sans fertilisation sur le maïs

Post- culture	1	2	3	Moyenne
Panicum	140.0	87.9	77.4	99.3
Cynodon	83.1	64.1	65.7	70.5
Stylosanthes	43.8	64.8	16.3	40.0
Centrosema	56.0	39.7	10.6	34.9
Moyenne	74.8	62.4	38.4	57.5

B - Avec fertilisation sur le maïs

Post- culture	1	2	3	Moyenne
Panicum	41.2	17.8	12.4	22.2
Cynodon	30.9	10.8	15.5	18.3
Stylosanthes	21.7	25.8	20.5	22.4
Centrosema	13.7	42.4	11.6	20.9
Moyenne	26.2	24.4	14.8	20.9

TABLEAU 10 - Gain de production, exprimé en pour cent, procuré par la fertilisation sur précédent prairial (production = M S T P).

A - Sans fertilisation sur précédent

Post-culture	1	2	3	Moyenne
Panicum	68.7	66.8	90.6	76.2
Cynodon	56.4	43.6	114.9	74.6
Stylosanthes	24.3	33.4	56.3	39.0
Centrosema	24.6	20.9	58.4	35.4
Moyenne	39.6	40.5	76.7	53.4

B - Avec fertilisation sur précédent

Post-culture	1	2	3	Moyenne
Panicum	0	4.5	20.7	8.0
Cynodon	11.8	0.4	49.7	21.3
Stylosanthes	5.2	1.8	61.9	21.6
Centrosema	0	23.3	59.8	21.3
Moyenne	0.9	7.6	46.8	17.8

TABLEAU 11 - Gain de production, exprimé en pour cent, résultant de la fertilisation sur les post-cultures (production = M S T P).

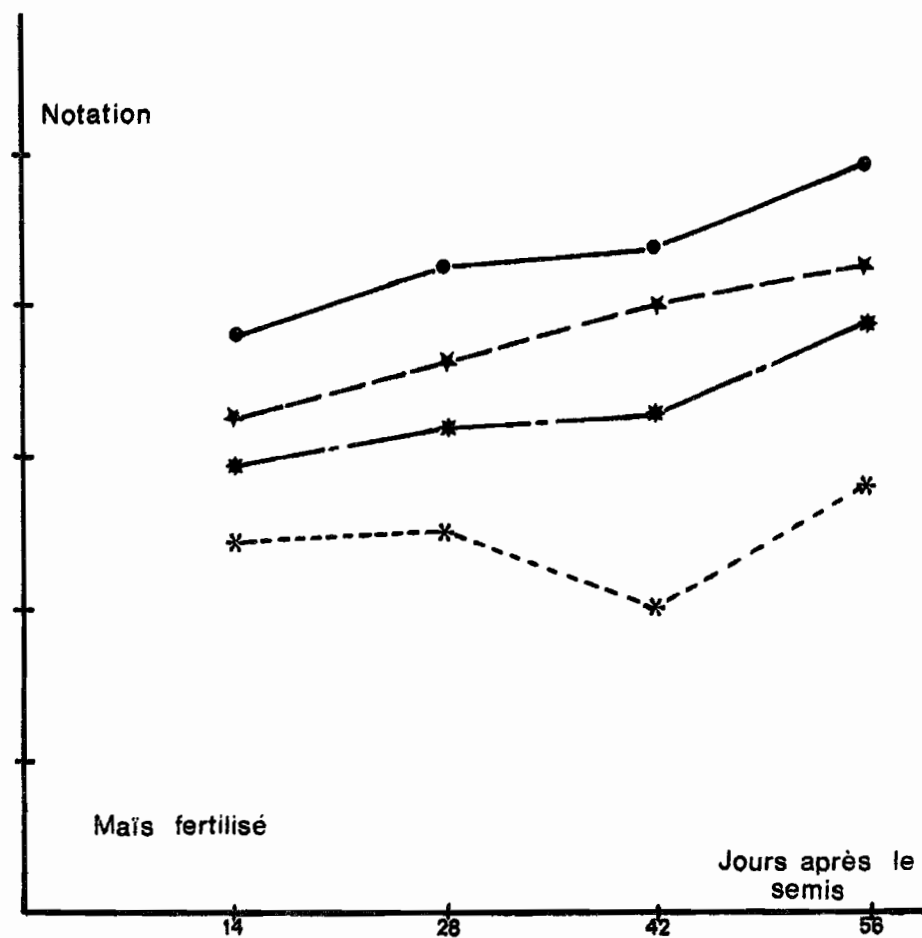
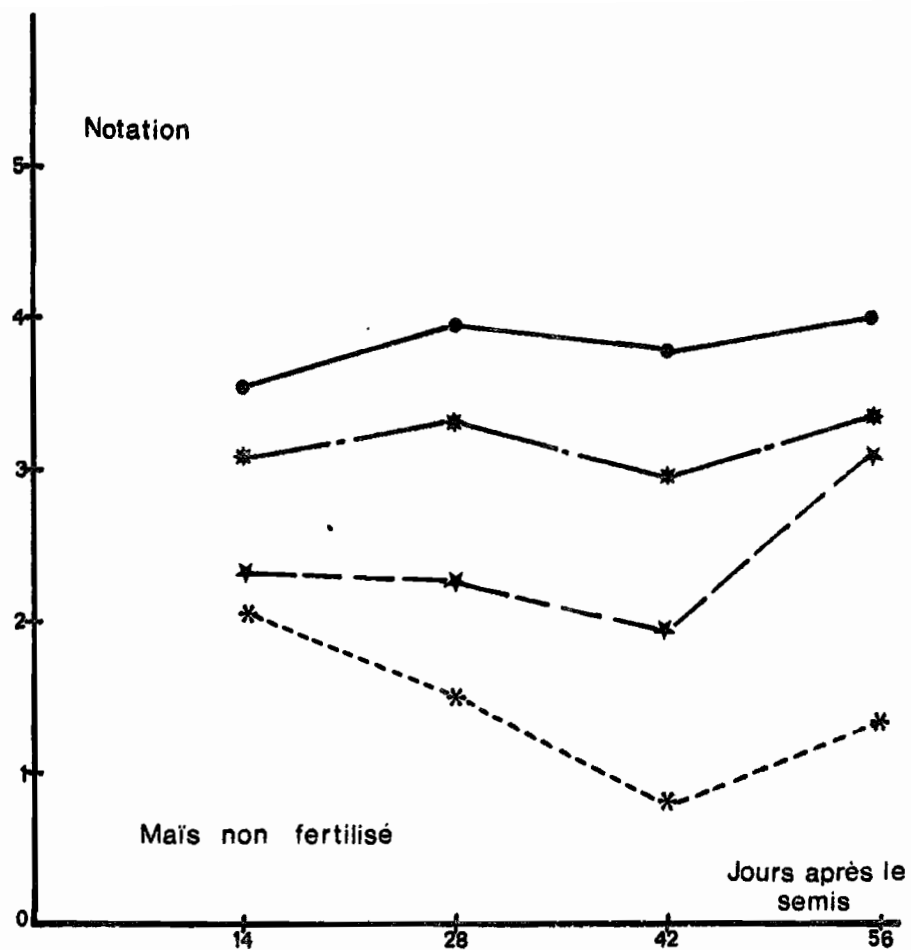


FIG. 1 - Première post-culture: évolution des notations dans le temps pour quelques traitements

- Graminée sans engrais
- *— Légumineuse "
- x— Graminée avec "
- *— Légumineuse "

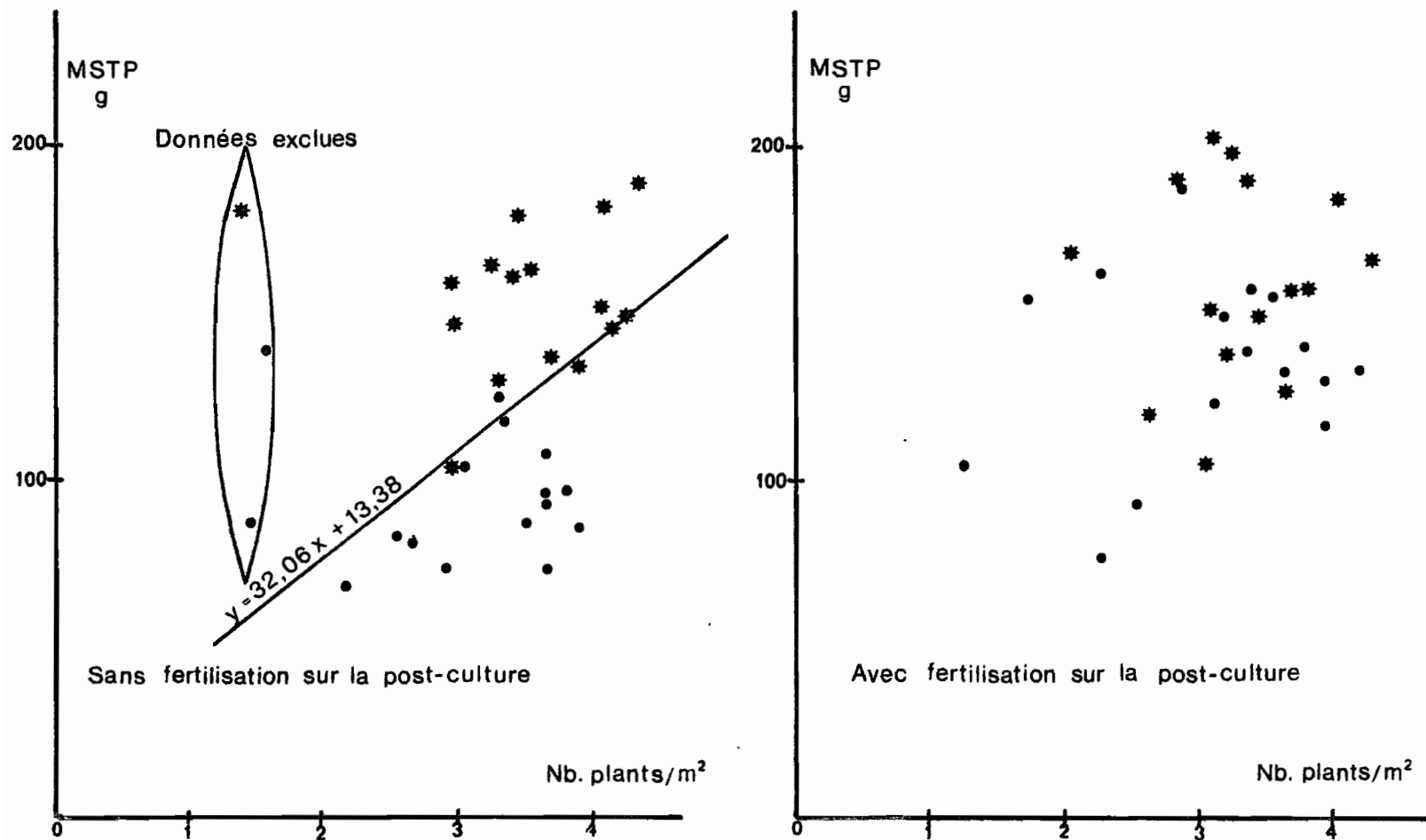


FIG.2_ Deuxième post-culture : liaison entre nombre de plants de maïs au m² et poids de matière sèche par plant (MSTP) - ● sans fertilisation sur le précédent
 * avec " " " "

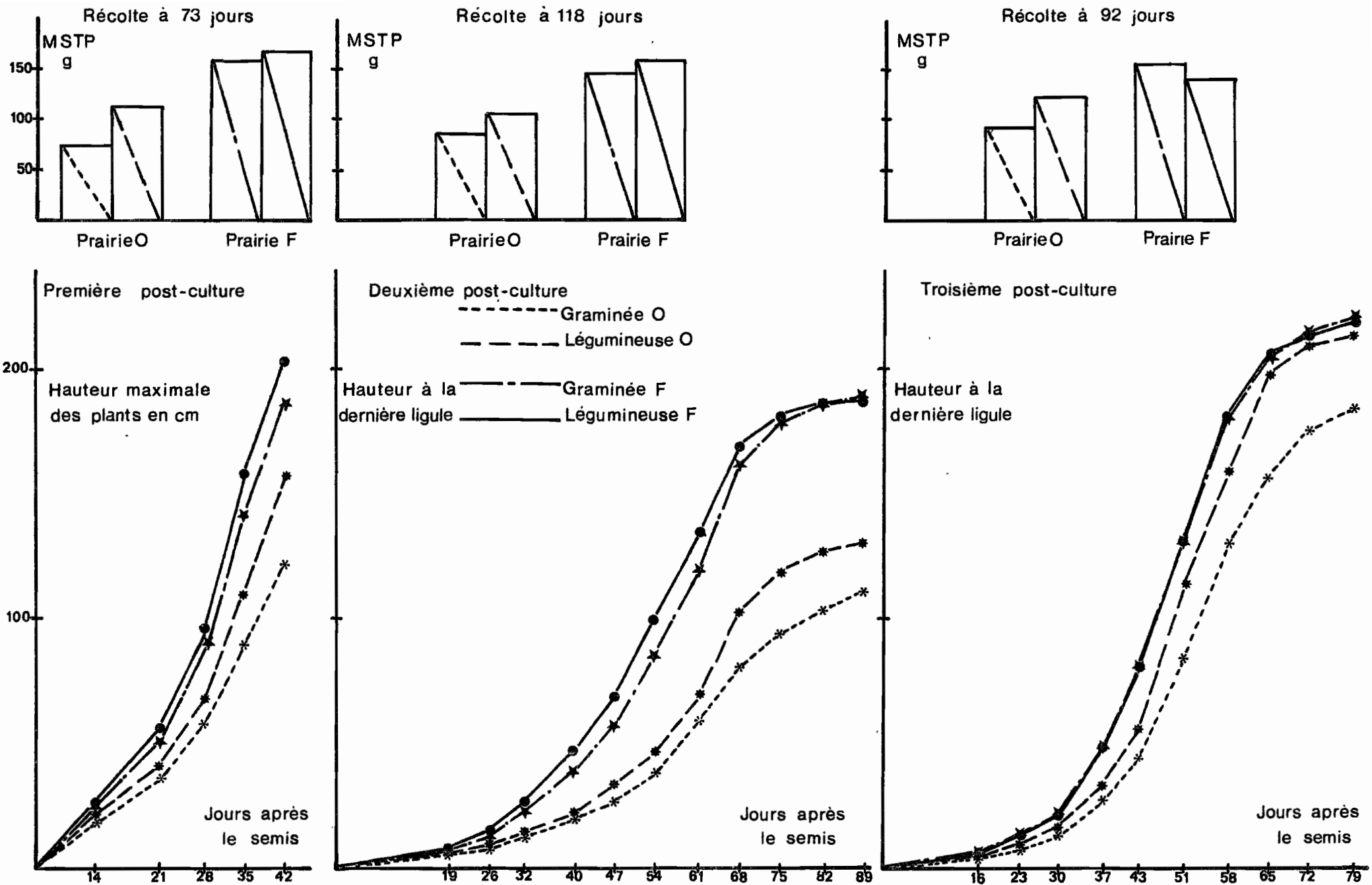


FIG.3_ Hauteur et rendement du maïs non fertilisé en fonction de la nature et de la fertilisation du précédent
 O sans engrais
 F avec "

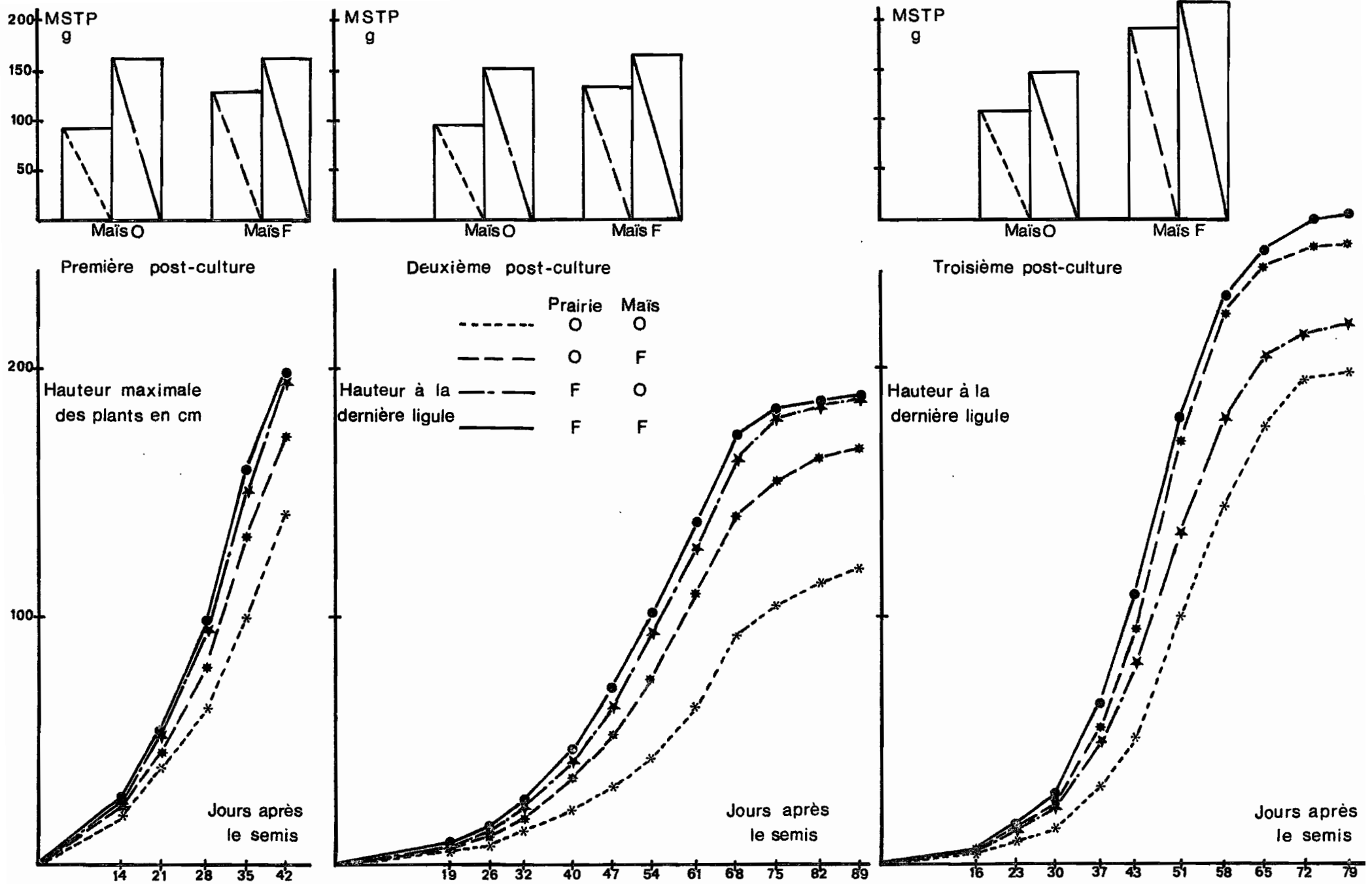


FIG.4 - Comparaison des évolutions des hauteurs et du rendement du maïs en fonction de la fertilisation du précédent et du maïs lui-même - O sans engrais - F avec "