

PS/MS  
REPUBLIQUE DU SENEGAL  
PRIMATURE

CN0100549  
F611  
SIB

1980 (2)

(8)

SECRETARIAT D'ETAT  
A LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE

CINETIQUE DES ELEMENTS MINERAUX APRES FECONDATION  
CHEZ LE MIL PENICILLAIRE

P. SIBAND  
Chercheur IRAT détaché à l'ISRA  
Avec la collaboration technique de B.C. FAYE et N.S. FAYE

C.N.R.A. - BAMBEY - C...	
Date	20/2/80
N°	0108 00
Mois Bulletin	SPH
Destinataire	SR/Doc

Janvier 1980

Centre National de Recherches Agronomiques  
de BAMBEY

INSTITUT SENEGALAIS DE RECHERCHES AGRICOLES

(I. S. R. A.)

## R E S U M E /

Ce travail analyse l'évolution du contenu en N, P, et K d'une talle de mil après fécondation. A ce stade, l'appareil végétatif a terminé sa croissance.

Le contenu de la talle avec épi en N et P diminue dans un premier temps, remonte puis diminue à nouveau. Le contenu en potassium diminue régulièrement. Entre fécondation et maturité, la talle entière s'est globalement enrichie en N et P et appauvrie en K. La suppression de l'épi met en évidence que les sorties de ces trois éléments de la partie végétative est indépendante de la présence de grains à remplir ou de pousses axillaires à pourvoir. Ceci permet d'attribuer les pertes d'éléments minéraux en fin de cycle (constatées sur le pied entier, mais non sur une talle isolée) à la libération de ces éléments par les talles porteuses d'épis vides ou sans épi, cas fréquent chez le mil. Le contrôle du nombre d'épis vides, par amélioration génétique ou agronomique, est donc susceptible d'améliorer le coefficient d'utilisation des éléments minéraux - actuellement très faible, notamment pour l'azote - par le mil.

## I - INTRODUCTION

Des résultats obtenus précédemment (SIBAND, 1980) ont montré que le mil pouvait perdre une part notable des éléments minéraux qu'il accumule en cours de végétation, en particulier en fin de tallage, où un certain nombre de tiges disparaissent, et en fin de cycle. Ceci a permis notamment d'expliquer la coexistence d'une très bonne réponse à la fertilisation azotée (GANRY et coll. 1974) et d'un coefficient d'utilisation de l'engrais très faible (GANRY et coll. 1978). En effet, ce coefficient, calculé sur des mesures effectuées à la récolte, ne prend en compte que la part de l'engrais qui est restée dans la plante, et non celle qui y a transité, et a aussi contribué à élever le rendement.

On se propose ici d'analyser le processus qui conduit aux "restitutions" de fin de cycle des principaux éléments de la fumure.

## II - MATERIEL ET METHODE

L'étude a porté sur 3 mils très différents : un mil indien à cycle court (DN 19), un mil sénégalais nain à cycle court (Synthétique GAM 5-2), tous deux de 75 jours, et un mil sénégalais de 90 jours, de grande taille (Souna III).

Le dispositif pour chaque mil est une culture uniforme en grande parcelle suivant les conditions habituelles de préparation, densité, fumure et entretien.

On repère chaque jour les fécondations d'épis. En pleine floraison, on reconnaît ainsi un lot suffisamment important de talles synchrones, sur lesquelles sont effectuées in situ des mesures biométriques (longueur de tige, longueur et diamètre d'épi). On procède dans ce lot à un choix aussi homogène que possible selon ces critères. Le groupe de talles retenues par cette sélection donne lieu à deux séries d'échantillonnage.

Pour la première série, on identifie 20 à 25 talles, suivant les possibilités du lot, qui seront récoltées 4 par 4 (ou 5 par 5) aux 3e, 9e, 16e, 25e et 35e jours après fécondation.

Pour la seconde série, 15 talles sont choisies : les 5 premières sont récoltées au 3e jour après fécondation ; sur les 5 suivantes on coupe l'épi à sa base ; et les 5 dernières sont conservées comme témoins. Témoins et talles sans épi sont récoltées au 25e jour après fécondation. L'homogénéité maximale est recherchée séparément pour chaque série.

Chaque talle est découpée, après prélèvement en : tige et gaines, limbes, rachis, pièces florales, et grains (sauf au 3e jour où les grains sont trop petits pour être isolés). Chaque échantillon est séché pesé en sec et analysé.

Les mesures de temps prennent toujours pour origine la date de fécondation de l'épi.

### III - RESULTATS

#### 31 - Matières sèches

Les moyennes des pesées sont regroupées dans le tableau 1. Ces chiffres illustrent par leur ordre de grandeur le contraste entre les trois mils retenus, et l'importance relative de chaque fraction identifiée sur la talle.

Malgré l'homogénéisation de l'échantillonnage, il subsiste une variabilité entre dates (CV) qui peut être relativement importante. Elle est toujours faible pour les tiges et gaines qui sont la plus grande part du poids des parties végétatives. Cette variabilité est également assez importante entre répétitions pour une même date.

Les poids de tiges et gaines, rachis et pièces florales ne manifestent pas de tendance évolutive entre les dates d'échantillonnage. Au contraire, les poids de limbes du Synthétique GAM 5 décroissent régulièrement d'une date à l'autre, les poids de limbes de DN19 accusent également une légère baisse au 25ème et surtout au 35e jour.

Le poids de grain évolue beaucoup, ce qui est normal, mais cette évolution traduit à la fois la croissance des grains et une forte fluctuation du nombre de grains par épi d'un échantillon à l'autre.

En résumé, on peut conclure à :

- la stabilité de l'appareil végétatif qui a terminé sa croissance à la fécondation ;
- la possibilité d'une perte progressive de feuilles ;
- une variabilité résiduel importante en raison de laquelle on fondera l'interprétation des bilans plutôt sur les similitudes entre les trois cas étudiés que sur une analyse statistique.

#### 32 - Contenu minéral des talles entières

L'évolution relative du contenu minéral de la talle après fécondation est l'objet des graphiques n°1, 2 et 3.

Dans les trois cas, on observe des cinétiques assez voisines :

- l'azote décroît dans un premier temps, puis remonte et régresse à nouveau ;
- le phosphore suit une variation identique, mais la remontée est beaucoup plus importante, de sorte que le contenu au 35e jour est toujours supérieur au contenu au 3e jour ;
- le potassium chute toujours plus ou moins régulièrement ;
- seul le grain manifeste une accumulation des trois éléments. Le reste de la talle, et tout particulièrement les tiges et gaines s'expauvrissent toujours fortement. Le bilan résulte de l'importance relative des cinétiques affectant d'une part la partie végétative, d'autre part le grain. La confrontation de ces deux données est faite dans le tableau n°2. Globalement, ceci se traduit par une sortie nette de K, une entrée nette de P et une situation intermédiaire moins caractérisée pour N ;

- les pertes de l'appareil végétatif correspondent à une migration, ainsi que l'atteste la baisse des concentrations : la figure n°4 montre, pour l'exemple de l'azote, comment celles-ci évoluent dans différentes parties identifiées. La chute de concentration est précoce dans les tiges et gaines avec une tendance asymptotique marquée, elle est plus continue dans les feuilles, et passe par une phase accélérée dans deux cas sur trois. Notons que le troisième cas (Synthétique GAM 5) correspond au mil dont le poids de feuille régresse pendant cette période. Dans ce cas, l'échantillon de feuilles n'est pas tout à fait homogène d'une date à l'autre, et, en particulier, la chute devant affecter les feuilles les plus pauvres, les appréciations de concentrations doivent être excessives. Enfin, le rachis voit sa concentration en azote baisser, puis se relever ou se stabiliser après la fin du remplissage du grain (environ 20e jour).

La cinétique des éléments N, P et K dans la talle semble ainsi mettre en évidence :

- une perte d'éléments minéraux par l'appareil végétatif toujours importante, en général plus manifeste en début d'évolution, et qui correspond à une migration, principalement à partir de la tige et des gaines, et secondairement des limbes. Le rachis, élément conducteur entre source et exutoire s'appauvrit tant que le grain croît, puis s'enrichit en azote ;

- une variation du contenu de la talle entière (avec épi) en N et P en trois temps, avec en particulier une phase d'absorption plus ou moins importante ;

- un bilan nettement négatif pour le seul potassium, mais pas de sortie nette évidente pour les deux autres éléments en fin d'expérience ; au niveau de la talle entière sur cet échantillonnage, l'évolution du stock minéral ne confirme pas celle du stock observé précédemment sur l'ensemble du pied, excepté pour le potassium.

### 33 - Effet de l'ablation de l'épi

L'ablation de l'épi après fécondation a provoqué l'émission, par la talle mutilée, de ramifications (talles aériennes), qui sont allées, dans le cadre de l'expérience, jusqu'à des stades divers de formation de l'épi. Ces pousses axillaires, apparues sur Souna III et DN19 ont été pesées et analysées séparément sur le prélèvement du 25e jour.

La figure n°5 compare le contenu de la talle au 3e et au 25e jour, avec ou sans épi entre ces deux dates, le contenu de cet épi apicale étant de toute façon exclu.

La partie végétative perd toujours une part importante son contenu initial, et sensiblement la même, que l'épi ait ou non été coupé (exception faite pour le phosphore du traitement sans épi du Souna III). Cette sortie de la talle ne semble pas modifiée dans les cas d'apparition de talles aériennes. Dans ce cas, elle peut être compensée en partie, totalement, ou plus que compensée par l'accumulation de l'élément dans les talles aériennes. On remarque que cette accumulation est toujours très faible pour le potassium. On a vérifié que le calcium, non redistribuable, s'accumulait toujours dans la partie végétative.

#### IV - INTERPRETATION DE LA CINÉTIQUE DES ÉLÉMENTS DANS LA TALLE

L'identité de comportement entre une talle entière et une talle sans épi en ce qui concerne N, P et K laisse supposer que la cinétique de sortie des éléments minéraux à partir de la tige et des feuilles est indépendante de la cinétique d'accumulation de ces mêmes éléments dans le grain. De même, elle semble indépendante de l'apparition d'éventuelles talles aériennes bien que celle-ci soit probablement provoquée par le surcroît de substances nutritives disponibles à la suite de l'ablation d'épi. Autrement dit, après fécondation, la partie végétative de la talle voit migrer une part de son contenu minéral redistribuable d'une façon à peu près indépendante de l'exutoire qui va recueillir ces éléments minéraux. En particulier, dans le cas où il n'y a ni épi ni talle aérienne (Synthétique GAM 5), il est probable que ces migrations constantes sont orientées vers les racines.

L'indépendance des deux cinétiques des éléments dans le grain et dans la paille permet d'interpréter les courbes d'évolution du contenu de la talle en N, P et K à l'aide du même schéma. Lorsque la sortie de la partie végétative est très forte (début de la cinétique, où les réserves sont importantes), elle excède plus ou moins la demande du grain, et l'excédent est dirigé vers les racines, il y a appauvrissement de la partie aérienne.

Dans un second temps, cette sortie diminuant devient insuffisante pour alimenter le grain, l'absorption par les parties aériennes reprend plus ou moins fortement (pour N et P). Si la sortie est toujours suffisante, on assiste toujours à un appauvrissement net (cas du potassium).

Dans un troisième temps, la source d'éléments provenant de la talle tend à se tarir mais le grain a terminé sa croissance et la sortie de la talle peut être à nouveau excédentaire sur la demande de croissance.

Dans le cas où l'exutoire vient à manquer, si c'est le fait d'un accident survenant sur une talle vigoureuse, comme c'est le cas dans cette expérience, un phénomène compensatoire d'émission de talles aériennes peut intervenir. Si au contraire c'est le fait de circonstances liées à l'approvisionnement par la source (échaudage, manque de vigueur de la talle), comme c'est le cas en conditions naturelles pour les talles les plus tardives, le facteur limitant la formation du grain limite de la même manière l'émission de talles aériennes. Dans cette circonstance, la sortie d'éléments minéraux de la talle n'est pas récupérée par des tissus aériens en croissance, et on assiste à un appauvrissement net des parties aériennes.

On a pu vérifier par ailleurs que le tallage aérien, suscité soit par un accident d'épi (attaque parasitaire) soit par des conditions conduisant à un excédent de la source (culture irriguée de contre-saison), n'est le fait que des talles précoces.

## V - CONCLUSION

Les pertes d'azote (et des autres éléments redistribuables) par une culture de mil en fin de cycle, doivent être raisonnées au niveau d'un pied ou d'une population, en appliquant le schéma mis en évidence au niveau d'une talle.

Compte tenu de ces résultats et des résultats précédents, ces pertes sont attribuables :

- à des chutes d'organes (talles régressant en fin de cycle, feuilles se desséchant) ;

- à des migrations en absence de grain à partir des réserves contenues dans les tiges et les feuilles, et normalement utilisées par le grain. Ce poste peut être très important du fait de la proportion non négligeable d'épis vides. C'est probablement lui qui est responsable du faible coefficient d'utilisation de l'azote ;

- à des migrations résiduelles intervenant après remplissage du grain.

On voit que dans cette optique, la variation des restitutions des éléments minéraux en fin de cycle serait sous la dépendance de la proportion des talles qui vont donner des épis pleins, facteur fluctuant avec l'année, mais aussi avec le matériel végétal et les techniques culturales. Cette variation serait donc partiellement contrôlable, et serait liée non seulement à l'économie des éléments minéraux mais à la productivité de la culture.

Dans la mesure où ces restitutions sont liées de l'importance relative de la source des éléments redistribuables (partie végétative) et de l'exutoire possible au niveau de la talle (grain), il existe une relation directe entre restitution et rapport du grain à la paille.

Tableau n°1 : Poids secs (grammes) des échantillons - Moyennes par date

Mil	Jour de prélèvement -	3e	9e	16e	25e	35e	CV (entre date)
Souana III	Tige + gaines	72,5	72,1	72,6	71,1	80,0	4,9
	Limbes	16,0	15,2	16,3	18,4	16,0	7,3
	Rachis	5,9	4,2	5,5	5,9	5,9	13,7
	Pièces florales	17,3	13,0	12,5	15,3	19,8	19,4
	Grains	-	3,6	15,0	39,0	57,5	-
Synthétique GAM 5	Tiges + gaines	7,9	8,2	8,2	8,1	8,3	1,8
	Limbes	4,2	3,8	3,3	3,0	2,8	16,5
	Rachis	0,64	0,66	0,67	0,71	0,69	3,9
	Pièces florales	4,2	3,9	4,4	4,3	3,9	7,8
	Grains	-	3,7	8,9	10,7	9,4	-
DN 19	Tiges + gaines	11,7	11,9	11,9	12,0	11,1	3,1
	Limbes	3,7	3,7	3,7	3,3	2,5	15,2
	Rachis	0,51	0,48	0,42	0,56	0,52	10,3
	Pièces florales	3,2	3,0	3,0	2,3	2,9	12,2
	Grains	-	1,2	5,8	8,3	5,9	-

Tableau n°2 : Variation de contenu du grain et du reste de la talle entre le 3e et le 35e jour après fécondation (en % du contenu au 3e jour de la talle).

Eléments	Sortie de la talle	Accumulation par le grain
N	46 à 49	29 à 57
P	33 à 40	45 à 64
K	25 à 51	5 à 9

## B I B L I O G R A P H I E

-----

GANRY F., et BIDEAU J., 1974

Action de la fertilisation azotée et de l'amendement organique  
sur le rendement et la valeur nutritionnelle du mil Souna III.  
Agron. Trop. Vol XXIV. 10

GANRY F. et GUIRAUD G., 1978

Mode d'application du fumier et bilan azoté dans un système  
mil-sol sableux du Sénégal. Etude au moyen de 15 N.  
Colloque international sur l'emploi des Isotopes et des  
rayonnements dans la recherche en phytopédologie - AIEA.  
Colombo, 1978.

SIBAND P., 1980

Croissance, Nutrition et Production du Mil.  
à paraître.

-----

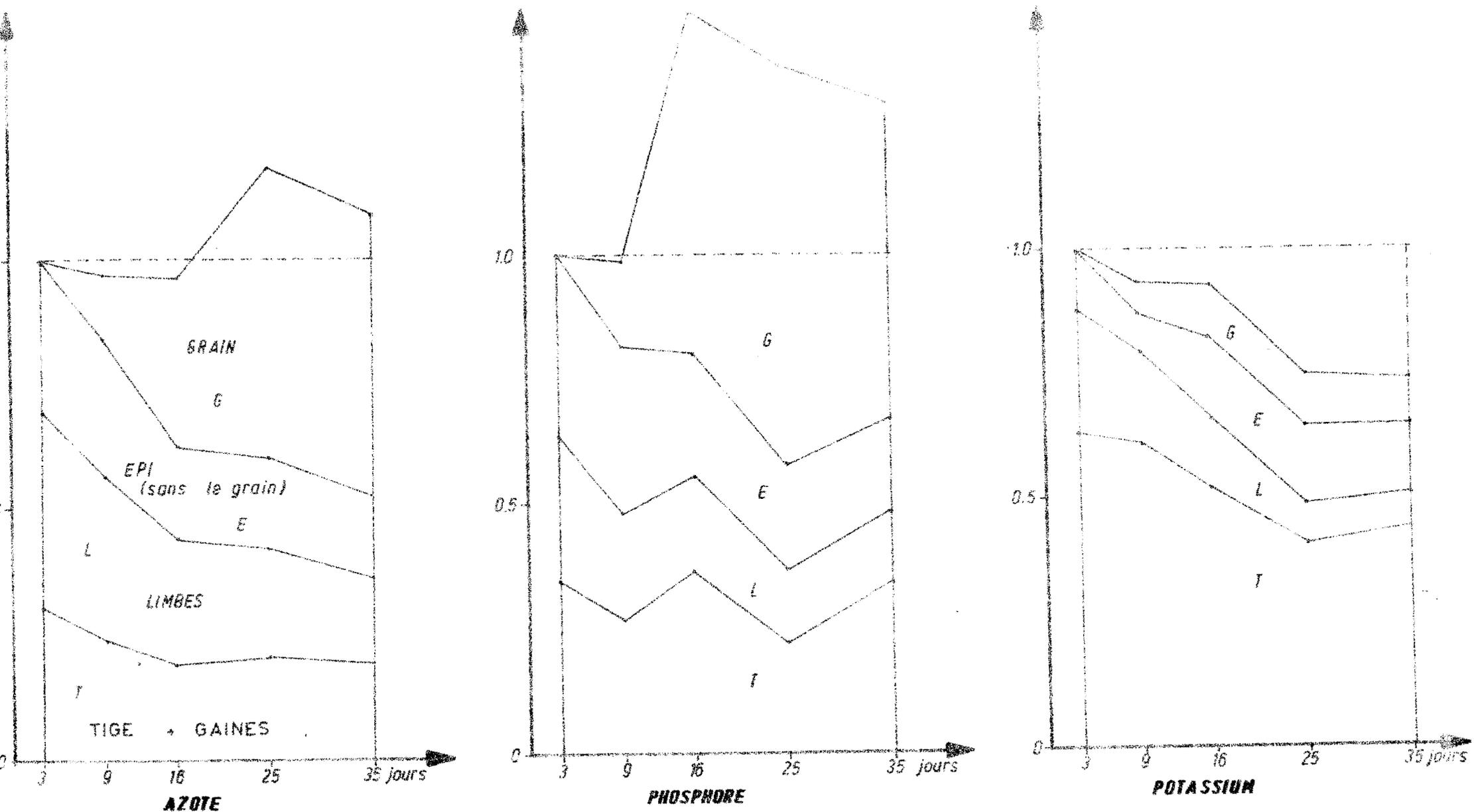


Fig. n° 1. Evolution relative du contenu minéral de la talle entière après fécondation

Synthétique GAM 5

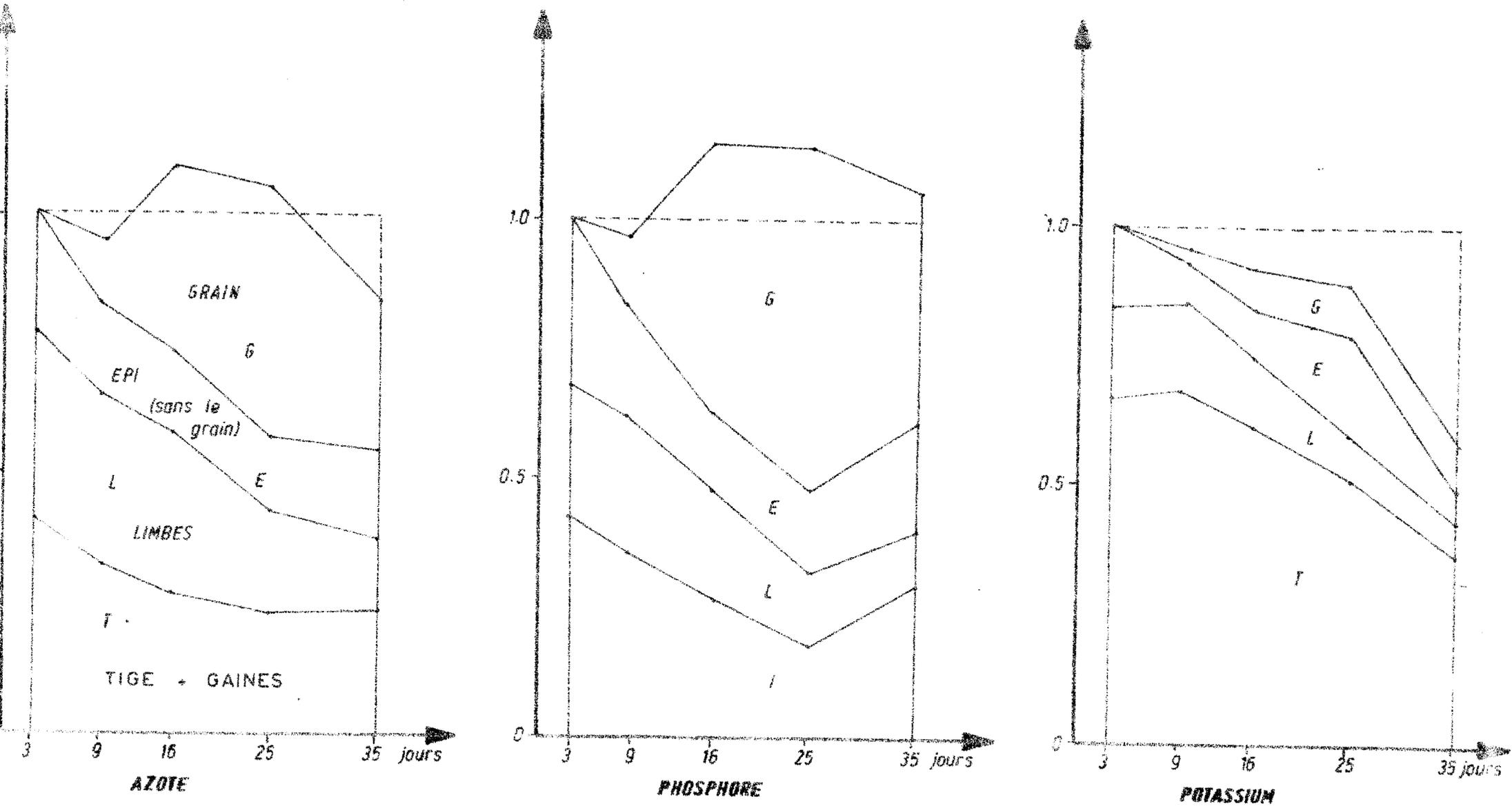


Fig n° 2. Evolution relative du contenu minéral de la talle entière après fécondation

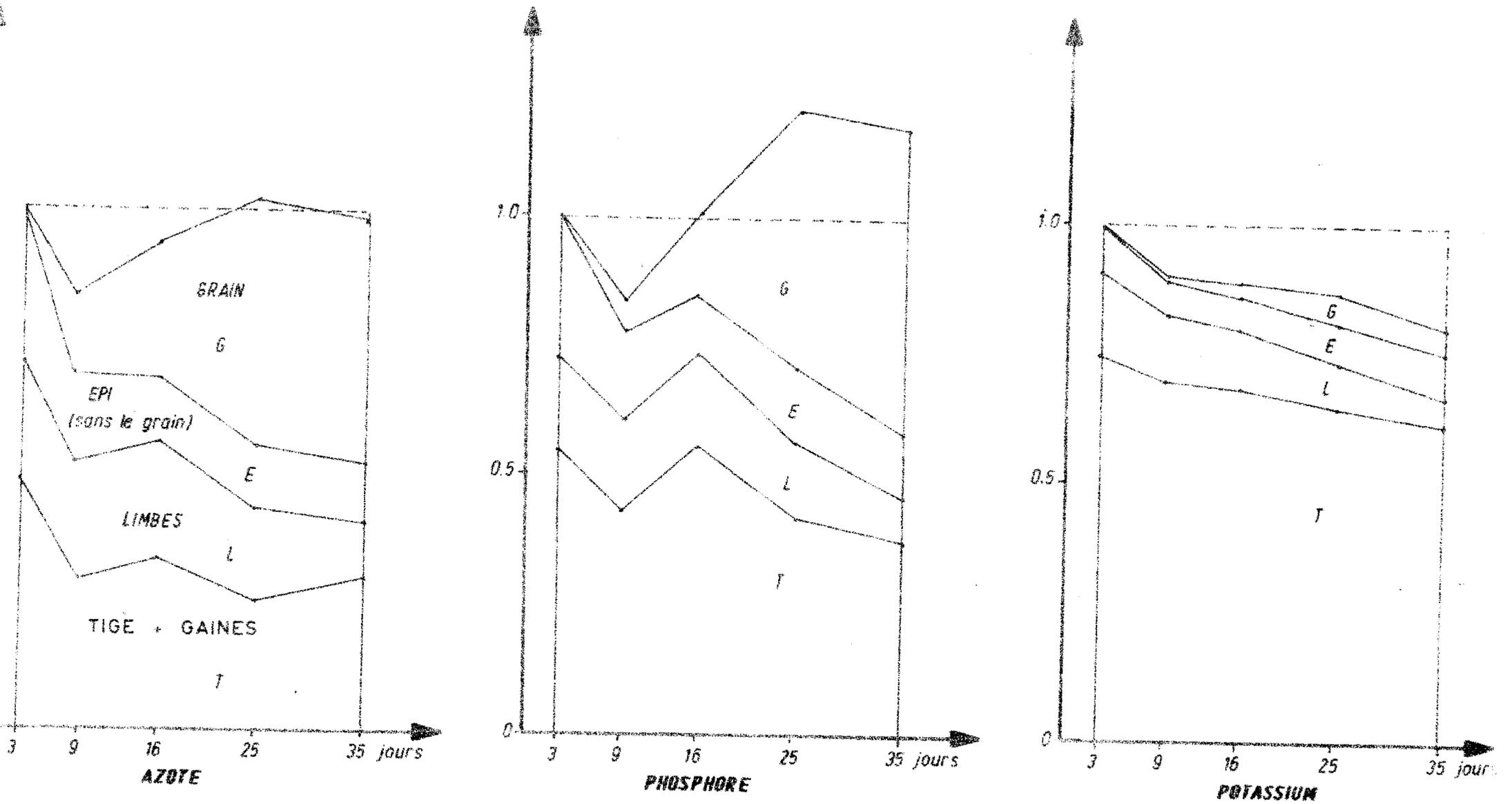
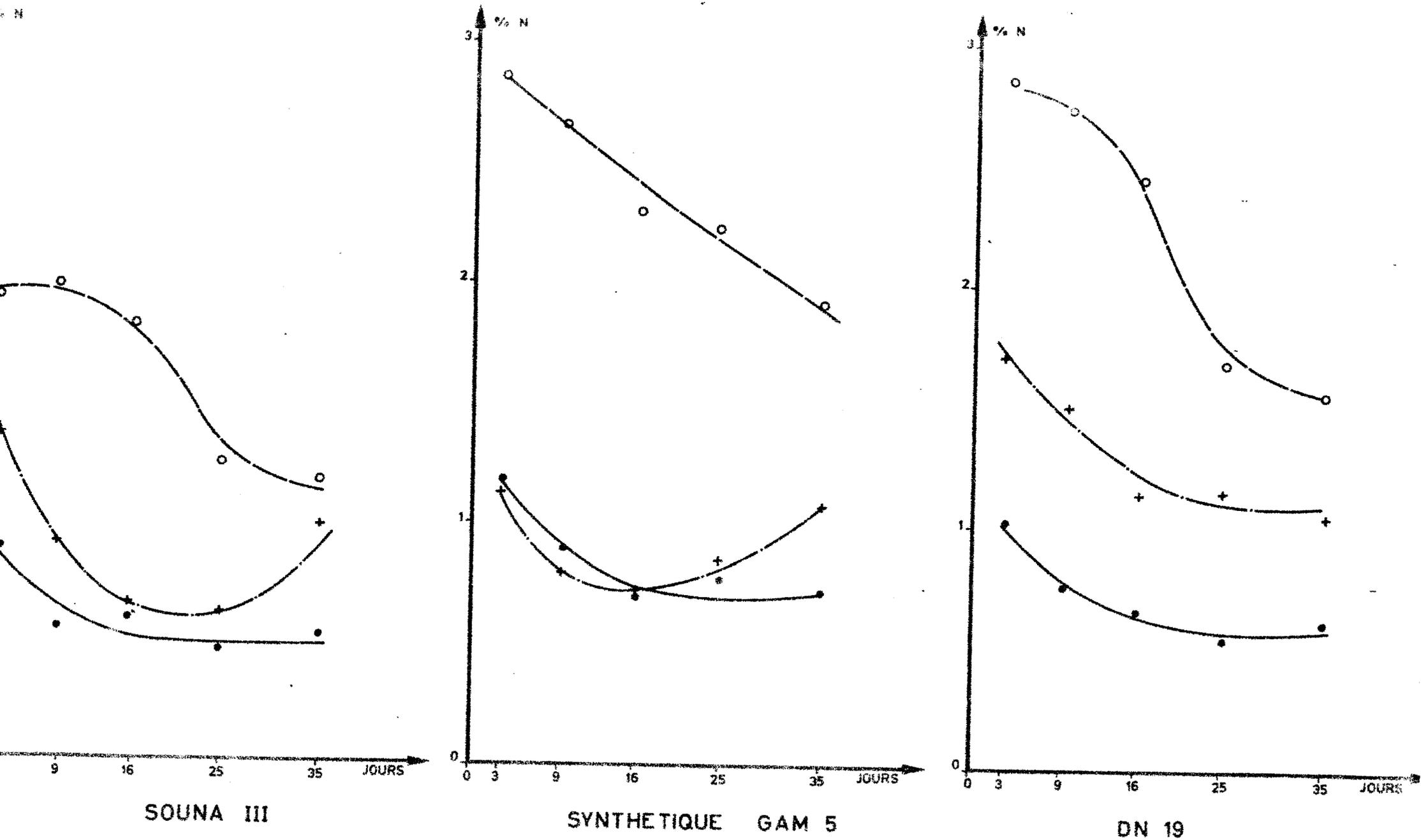


Fig. n° 3. Evolution relative du contenu minéral de la talle entière après fécondation

Souma III

N

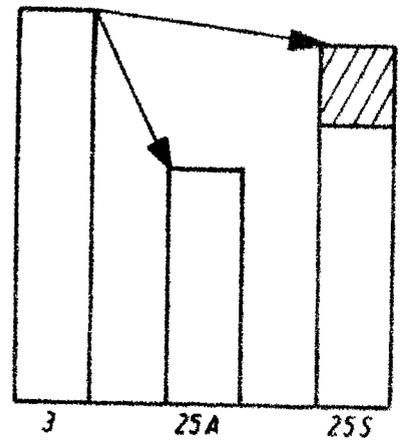
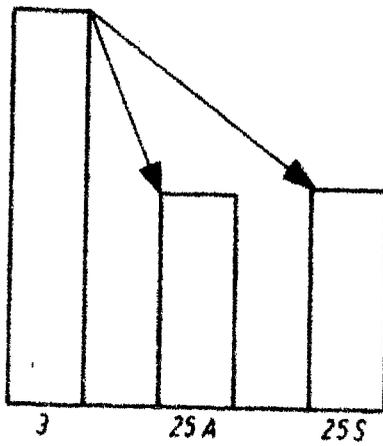
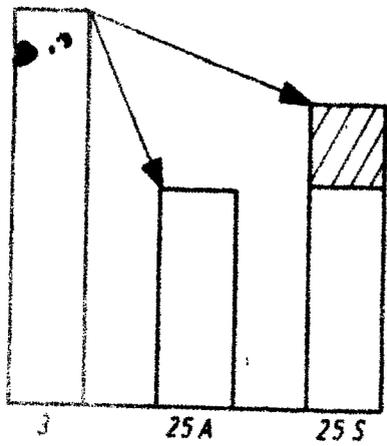


SOUNA III

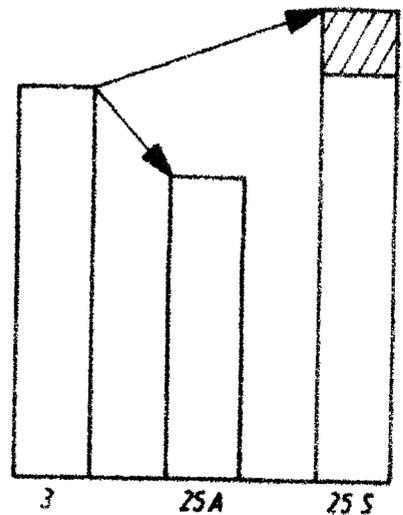
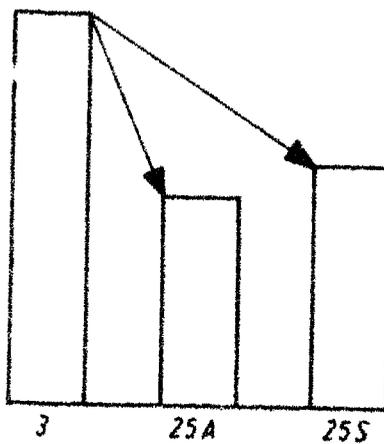
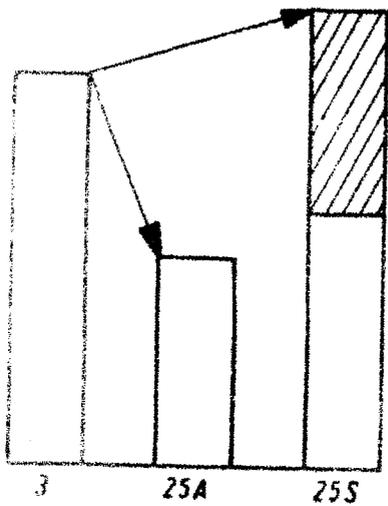
SYNTHETIQUE GAM 5

DN 19

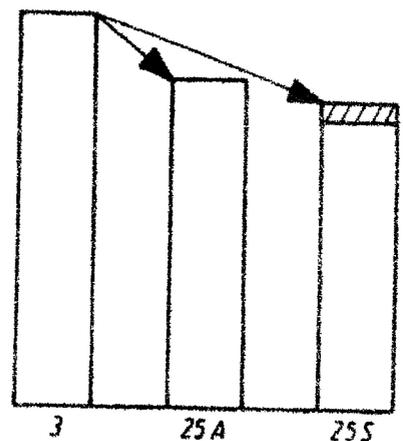
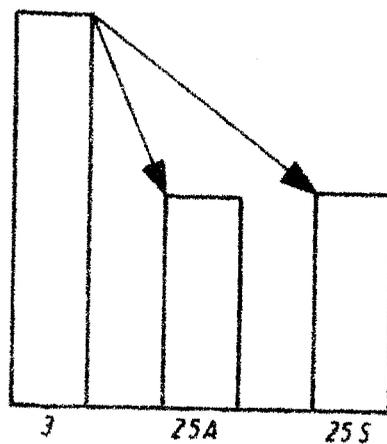
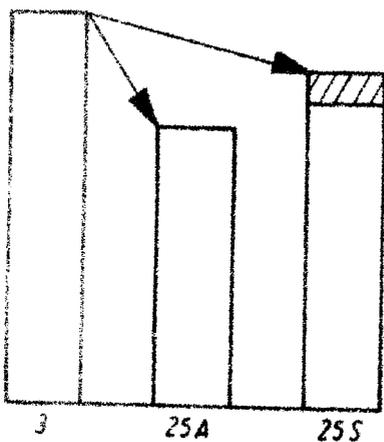
**FIG. N° 4 EVOLUTION DES CONCENTRATIONS EN AZOTE DES TIGES ET GAINES (—●—) DES LIMBES (—○—) ET DES RACHIS (—+—)**



**AZOTE**



**PHOSPHORE**



**POTASSIUM**

**FIG. N° 5 : CHANGEMENT RELATIF DE CONTENU DE LA TAILLE ENTRE LE 3<sup>e</sup> ET LE 25<sup>e</sup> JOUR APRES FECONDATION**

(PARTIE VEGETATIVE)

**LEGENDE**

A : Tilles ayant conservé son éni



Tilles ayant perdu son éni