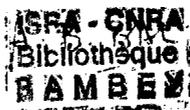


MINISTERE CU DEVELOPPEMENT RURAL

INSTITUT SENEGALAIS DE RECHERCHES
AGRICOLES



Unifw

DEPARTEMENT DE RECHERCHES SUR
LES PRODUCTIONS VEGETALES

CN0101178

H110

6AM

ACQUIS RECENTS EN ENTOMOLOGIE DU MIL AU SENEGAL

par R.T. GAHUKAR, W.S. BOS, V.S. BHATNAGAR
E. DIEME, A.B. BAL, E. PYTZAS

DOCUMENT PRESENTE A LA REUNION
D'EVALUATION DU PROGRAMME MIT-

1. INTRODUCTION

Au Sénégal, le mil à chandelle ou petit mil (Pennisetum americanum L.) est une des principales cultures vivrières. Dans les régions recevant moins de 600 mm de pluie par an, la variété Souna (cycle de 90 jours) est plus répandue alors que la variété Sanio (cycle de 120 jours) est cultivée principalement dans le sud du pays où la pluviométrie varie entre 700 et 1000 mm.

Il est connu que le mil est attaqué par un grand nombre de nuisibles, notamment des rongeurs, des oiseaux, des insectes, des champignons pathogènes et des mauvaises herbes (1). Les travaux sur l'entomofaune ont débuté avec RISBEC en 1950. Mais ce n'est qu'après la sécheresse de 1972-73, que le mil a ~~reçu autant~~ d'attention qu'à l'étude de l'entomofaune, en raison de la pénurie alimentaire, résultant de la sécheresse persistante dans le pays. Par conséquent, pour sauver la culture des attaques et pour augmenter la production du mil, le Comité Permanent Inter Etats de Lutte contre la Sécheresse dans le Sahel (CILSS), en collaboration avec l'organisation de l'Agriculture et l'Alimentation (FAO) et l'Agence Internationale d'Aide des Etats-Unis (USAID) a formulé un projet "Recherche et Développement de la Lutte Intégrée contre les ennemis des principales cultures vivrières dans le Sahel". Au Sénégal, ce projet a débuté en 1980 avec la collaboration étroite de l'Institut Sénégalais de la Recherche Agricole (ISRA), pour travailler sur les principaux problèmes du mil qui ont été d'ailleurs déterminés par le comité d'évaluation en 1981. Les études sur l'évaluation des pertes, la biologie, l'écologie des principaux ravageurs et de leurs ennemis et les moyens de lutte ont commencées en 1981/82. Le présent rapport souligne d'une manière succincte les acquis de la recherche de la lutte intégrée. Les travaux sont détaillés dans les rapports annuels des programmes (voir liste : Annexe 1).

(1) NDOYE, M. GAHUKAR, R.T., CARSON, A.G., SELVARAJ, C., MBAYE, D.F., DIALLO, S. 1984. Etat de la contrainte phytosanitaire sur la culture du mil dans le Sahel. Séminaire International sur la lutte intégrée, CILSS, Niamey, Niger, 6-13 décembre 1984, 20 pp.

2. INVENTAIRE

2.1 INSECTES NUISIBLES

Une centaine d'insectes attaquant le mil depuis la levée jusqu'à la récolte ont été recensés par l'examen des dégâts dans les champs paysans et les stations de recherches (Annexe II). L'identification des insectes a été faite par le British Museum à Londres. Il s'avère que l'entomofaune du mil se trouve dans toutes les régions du pays mais leur incidence diffère d'une région à l'autre et d'une saison à l'autre. L'importance économique de chaque ravageur n'est pas encore entièrement connue. Cependant la nature des dégâts et l'incidence élevée sur la culture chaque année montrent l'importance actuelle de la mineuse de l'épi (Raghuva albipunctella) dans le pays. Les foreurs des tiges (Acigona ignefusalis) la cécidomyie (Geromyia penniseti), les sauteriaux, les méloïdes demeurent des -ravageurs dans certaines localités. Il est de même pour les pucerons (Rhopalosiphum maidis) qui ont attaqué les cornets de 8 à 55 % des plantes en 1981 et des chrysomèle (Lema planifrons) ont attaqué tous les poquets en 1984 à Nioro du Rip. A l'encontre des années précédentes, en 1985, les larves d'Heliothis ont été observées sur 60 % des épis à Bambey et une incidence élevée de sauteriaux (notamment, Oedæaleus senegalensis) dans le département de Mbacké fut observée en septembre 1985.

Il faut aussi noter que depuis quelques années une forte présence d'Amsacta moloneyi à Louga et d'A. ignefusalis à Gossas a été observée.

Nous poursuivons cet inventaire, en raison de l'éco-système fragile, dans les régions de Fatick, Kaolack, Diourbel, Louga et Kolda.

2.2. ENNEMIS NATURELS

Pour les principaux ravageurs du mil, notamment, Heliothis armigera, A. ignefusalis, Mythimna loreyi, Spodoptera exempta, G. penniseti, A. moloneyi, Marasmia trapezalis et L. planifrons, les ennemis naturels (prédateurs,

parasites et agents pathogènes) ont été recensés. Ceux de R. albipunctella sont mentionnés dans l'annexe III.

Des informations ont été aussi recueillies sur le transfert des parasites d'un insecte hôte à l'autre et sur le même insecte hôte utilisant divers plantes hôtes. Dans le premier cas, l'étude porta sur Bracon hebetor parasitant Raghuva et Ephestia, et dans le second cas, le parasite Cardiochiles se développant sur Heliothis attaquant plusieurs cultures.

Indépendamment de l'importance économique, la dynamique des populations des parasites et prédateurs fut suivie à l'aide des pièges lumineux, malaises, et à glu, et notamment celle de Ischiodon, Palexorista, Cardiochiles, Protomicroplitis, Syzeuctus, Ammophila, Cerceris, Tachytes, Polites et Chrysopa.

La capture de Litomastix sp. dans les champs du mil et B. hebetor près des greniers traditionnels se poursuit à l'aide des pièges à glu.

3. EVALUATION DES PERTES

3.1 Pertes causées par la mineuse de l'épi

Le travail a débuté en 1982 dans les champs paysans en utilisant la variété traditionnelle Souna. Le ravageur le plus nuisible est la mineuse de l'épi, R. albipunctella. Les pertes mesurées en 1982 étaient de 40 à 60 % (région de Nioro), environ 20 % dans la région de Sokone, de 5 à 10 % à Gossas. La méthodologie utilisée était simple : d'abord nous avons trié les épis dans des classes de longueur, dans lesquelles nous avons ensuite séparé les épis attaqués par Raghuva des épis non-attaqués. Les différences en poids entre les classes étaient traduites en pertes. Il y avait un très bon rapport entre l'incidence de l'insecte et les pertes provoquées ($P =$ perte en pourcentage, $I =$ incidence en pourcentage).

$$P = 1,94 + 0,064 I + 0,0052 I^2 \quad (R^2 = 0,9561).$$

En 1983, la méthode utilisée s'avère insuffisante à cause de la sécheresse qui introduisait trop de **variabilité** dans les classes de triage. Avec quelques succès nous avons ajouté un triage en plus, celui des classes de remplissage, mais cela avait comme conséquence la forte diminution du nombre d'épi dans les classes, ne nous permettant pas de tirer des conclusions, surtout là où les attaques étaient **sévères**. Nous avons, néanmoins obtenu un modèle simple de prédiction de **la récolte** dans les champs et des pertes occasionnées par l'insecte.

Les relations obtenues en 1983

Les relations obtenues sont du type

$$Y = a + bL - cG + dCl$$

Y : poids de l'épi

L : longueur de l'épi

Cl : classement (remplissage) visuel

G : nombre de galeries

C : coefficient de la regression trouvé dans nos **regressions** de base (notre modèle)/

1. $C = -0,07 + 1,53 Y/L + 1,18 (Y/L)^2$ ($R^2 = 0,843$) (voir fig. 1)

Cette relation montre les rapports entre les principaux facteurs,, celui des pertes par galerie (C) et celui de la qualité de l'épi (Y/L).

2. $Y/L = 1,04 - 0,27CL + 0,07(Cl)^2$ ($R^2 = 0,661$) (voir fig. 2)

Cette relation donne la liaison entre notre évaluation de qualité visuelle subjective, et la qualité **réelle** ressortant, de nos équations.

Ainsi, nous disposons d'un système très simple, nous permettant de mesurer les pertes dans le champ, en mesurant sur un certain nombre d'épis la longueur, en notant la qualité, et le nombre de galeries de Raghuva (facilement fait dans le champ). La **qualité moyenne (Classe)** (Fig.2) nous donne le rapport Y/L, ce qui nous fournit les pertes par galerie (Fig.1)!

Les relations obtenues en 1984 :

1. $C = 0,23 - 1,02 \cdot Y/L + 7,06 \cdot (Y/L)^2$ ($R^2 = 0,877$) (Fig. 3)

2. $Y/L = 1,96 - 1,1by \cdot CL + 0,179CL^2$ ($R^2 = 0,922$) (Fig. 4)

Les pertes provoquées par Raghuva ont diminué depuis 1982, d'une année à l'autre : en 1983 elles ont oscillé entre 15 et 20 pour cent, et en 1984, elles n'atteignaient même pas le niveau de 10 pour cent.

On doit, pourtant, noter que la sécheresse a plusieurs fois masqué l'importance des pertes dues à Raghuva et rendre impossible leur estimation.

Enfin, on a pu observer une très grande variabilité du taux des pertes d'une région à l'autre.

4. MODELE DE PREVISION DES-DEGATS'

La collaboration de trois sous-programme (Entomologie des Céréales et Légumineuses, Lutte Biologique, Profil des Pertes) aboutit à une première approche pour l'élaboration d'un modèle de **prévision** des pertes dues à Raghuva. Cette approche concerne les relations entre les populations trouvées dans un champ de mil, la population capturée par le piège lumineux et le niveau des dégâts provoqués. Pour dénombrer les oeufs et les larves facilement, nous **avons** mis au point une technique **bien** simple : les oeufs et les jeunes larves sont séparés de l'épi à l'aide d'un jet d'eau fort et d'un tamis à trous très fins. De cette première approche fut constaté que, dans un champ,, 100 à 200 individus par 100 épis causèrent 50 à 100 mines, et,, dans un second champ, 150 à 400 individus 100 à 200 galeries (Fig. 5). Rappelons que la ponte s'effectue pratiquement dans environ 10 jours après le début de l'épiaison et que les conséquences de l'attaque sont fortement conditionnées par les dates de l'épiaison.

5. BIOLOGIE ET ECOLOGIE

5.1 Mineuse de l'épi

Il existe un complexe d'une dizaine d'espèces de la mineuse de l'épi au Sénégal mais la capture des papillons au piège lumineux et le dénombrement des chenilles dans l'épi ont montré la **prédominance** de R. albipunctella dont les populations imaginales, larvaires et nymphales ont une **tendance à décroître** depuis 1982. Les chenilles perforent les glumes, se nourrissent des fleurs et laissent des déjections granulees blanchâtres. Les chenilles âgées coupent les pédoncules floraux et empêchent la formation du grain ou provoquent sa chute.

L'abondance et la distribution des papillons dépend des facteurs tels que la période d'émergence, la population résiduelle des chrysalides, la migration, le type du sol et la pluviométrie. Jusqu'à 90 % des populations ont été capturées entre 20h00 - 24h00 au piège lumineux à Nioro-du-Rip. En général, l'émergence débute en juillet et continue jusqu'à la fin octobre avec des pics en août. Les larves sont actives de fin août à fin septembre. Un petit nombre des larves se trouve sur les épis de Pennisetum violaceum à la fin hivernage. La population nymphale maximale, signalée dans la région de Sine-Saloum, est de l'ordre de 140 000 chrysalides/ha. La plupart des chrysalides ont été trouvées dans les profondeurs de 10-15 cm pour les sols argileux et de 15-30 pour les sols sableux.

5.2 Foreurs des tiges

Le mil est attaqué par des foreurs pyralides (Acigona ignefusalis) et noctuides (Sesamia calamistis). L'espèce la plus abondante est A. ignefusalis bien que l'attaque de S. calamistis devienne parfois importante sur les variétés tardives. A. ignefusalis complète 2 ou 3 générations par an en fonction des conditions pluviométriques. Les larves ^{sont} actives de

juillet en septembre sur Souna. Elles sont trouvées aussi dans les tiges d'Andropogon gayanus, Pennisetum violaceum, et Digitaria sp. A. ignefusalis attaque les feuilles centrales, la gaine foliaire et les pédoncules de l'épi mais c'est la tige qui abrite la majorité des larves (69-72%). Les plantes de moins d'un mètre de haut sont plus attaquées et la densité de la population larvaire dépend de la vigueur de la plante et du stade de l'insecte.

Depuis l'hivernage 1985, nous élevons cet insect en masse sur un milieu artificiel et sur les tiges du mil.

5.3 Autres insectes

A l'aide des pièges lumineux installés à Bambey et Nioro-du-Rip (depuis 1982) et à Gossas et Sokone depuis 1985 une dizaine d'insectes a été suivie pour étudier la fluctuation des--populations volantes (A. moloneyi, Forficula senegalensis, Psalydolytta spp., Spodoptera spp., Oedaelus spp., M. loreyi, H. armigera, Cylindrothorax spp.).

Nous avons noté que les captures de Rhinyptia infuscata, Spodoptera spp., M. loreyi, Cylindrothorax spp. étaient élevées en 1984 par rapport en 1982 et 1983 à Nioro du Rip. Ces informations pourraient être utiles pour le suivi de la composition des populations des ravageurs dans le temps.

6. MOYENS DE LUTTE

6.1. TECHNIQUES CULTURALES

6.1.1 Labour de fin saison

Un labour profond de 30 cm effectué à la fin de la saison pluvieuse a détruit presque la totalité des chrysalides diapausantes de R. albipunctella car elles ont été exposées à la dessiccation, aux prédateurs (oiseaux notamment) et parfois à l'écrasement des mottes.

6.1.2 Brûlage partiel, ensachage et destruction des tiges

Le brûlage partiel des tiges du mil juste après la récolte a résulté à 61-84% de la mortalité des larves et 98-100% des chrysalides d'A. ignefusalis. De même, l'ensachage des tiges dans les sacs en plastique a détruit la population des larves et chrysalides jusqu'à 66-78% et 99%. Ces deux méthodes, **exécutées** judicieusement n'affectent pas pour autant la durabilité des tiges qui sont souvent utilisées pour faire les **tapades**, des **clôtures** ou des toits des maisons rurales. Parfois une partie des tiges est laissée dans les champs pour l'alimentation des animaux et pour réduire l'érosion du sol par le vent. Ainsi, les ~~champs~~ ^{Tiges} restent dans les champs jusqu'à l'hivernage prochain. Les tiges abritent des larves d'A. ignefusalis qui passent la saison sèche en diapause. Il est donc possible de ~~réduire~~ l'attaque de ~~ces ravageurs~~ en brûlant des tiges ou en les coupant en morceaux pour les donner au bétail.

6.1.3 Période de semis

Les semis tardifs ont réduit le taux d'infestation de la **mineuse** de l'épi, mais les variétés photosensibles et à cycle court fleurissent quand les papillons sont en **abondance**. Ceci nous a confirmé que c'est la **coïncidence** de l'émergence d'épis avec le pic d'activités de la population volante dans la région qui décide de l'ampleur des dégâts.

6.1.4 Entretien des champs

Les désherbages réguliers combinés avec le sarclage (qui est la pratique actuelle) permettent aux plantes de bien se développer. C'est ainsi qu'on a noté l'absence d'attaques dans ces champs. Pourtant, on doit noter que les larves de Spodoptera spp. pendant la **première génération** préfèrent les mauvaises herbes. Ceci est valable aussi pour les sauteriaux si les graminées sauvages existent dans les champs.

6.1.5 Application d'engrais

L'engrais azoté influence significativement la hauteur et le bon **développement** des plantes et les bons **épis** qui en résultent sont relativement moins attaqués par la **mineuse**. Par contre, ces plantes sont plus attaquées par les foreurs et cassent souvent avant la **récolte** ; elles sont également plus sensibles aux: mildiou et charbon.

6.2 RESISTANCE VARIETALE

6.2.1 Criblage du matériel amélioré

Le programme national d'amélioration et celui de **l'ICRISAT, nous** ont fourni des lignées et synthétiques **sélectionnées** pour le haut rendement et l'adaptation climatique. Pendant 3 années, le matériel a été testé à Nioro du Rip pour **étudier** leur réaction aux attaques des foreurs de tiges, la **mineuse** de l'épi, la mouche des pousses, les chrysomèles, le mildiou et le charbon. La synthétique IEV-8001 s'est montrée relativement résistante aux insectes et maladies **étudiés** et a donné un rendement supérieur. La variété traditionnelle **Souna** et la variété améliorée I-124-38 se sont **montrées** sensibles au mildiou aux **attaques de la mouche** des pousses et des **chrysomèles**, alors que la **vairété** ICMS-7838 s'est **révélée** très sensible au charbon.

Pendant la **campagne 1984**, l'attaque de la mineuse était moindre dans les parcelles des génotypes suivantes (Essais ICRISAT) : **IBMV-8401**, IBMB-3240, ITMV-8301, **SOUNA**, 1644 x IBV-8001, IBM1 -8108 x $3/4$ **HK-78**, 1417A x PS.90.2, S1A x IMBI-3207 **81A** x IBMI-8206, 111A x FU-166.

6.2.2 Mécanisme de résistance

Cet aspect a été étudié ^{et} seulement pour la mineuse. La résistance du mil est due soit à la non préférence de la femelle pour la ponte (exemple IBV-8001, ICMS-7838, **SOUNA**, **ICMS-7819**, H24-38), soit à l'antibiose du ravageur (exemple IBV-8001, $3/4$ **HK-78**). Certaines variétés (**Hg-127**, ICMS-7819),

grâce à leur aptitude à produire de nombreux talles fructifères, parviennent à minimiser les pertes occasionnées par la mineuse ; on peut alors penser à un troisième type de résistance, la tolérance).

6.2.3 Facteurs agronomiques

La **coïncidence** de l'émergence des épis avec l'abondance papillons est un facteur essentiel qui est conditionné par la pluie, la variété, la date de semis et les pratiques culturales. Par exemple, la **variété** tardive Sanio n'est pas attaquée par la mineuse car elle fleurit en 90 jours (Pseudo-résistance).

6.2.4 Caractéristiques de l'épi

Nous avons étudié quelques caractéristiques de l'épi qui semblaient être en relation avec les dégâts de R. albipunctella, notamment la longueur et la position des poils, la longueur, la compacité et le diamètre de l'épi. De tous ces caractères, seule la compacité de l'épi (mesurée par le nombre des grains) était étroitement liée aux dégâts ($r = + 0.81$).

6.3 INSECTICIDES (CHIMIQUES ET BIOLOGIQUES)

Dans les parcelles d'expérimentation, le taux d'infestation et la population larvaire de R. albipunctella ont été réduits par une seule application de DECIS, (Diméthoate + Deltaméthrin), THURICIDE (Bacillus thuringiensis), THIMUL (Endosulfan) DIMILIN (Di-flubenzuron).

Le rendement en grains a été meilleur dans les parcelles de **Décis et** Thuricide. Le traitement des aires de stockage des épis après la récolte avec la poudre de l'HCH n'a pas donné des résultats satisfaisants sur la mortalité des larves âgées de R. albipunctella avant leur entrée dans le sol pour se nymphoser. L'étude sur l'utilisation du nématode Neoplectana est en cours.

Le stade de la plante au moment du traitement est très important. Quand les épis ont été traités aux 3 stades ; début

floraison femelle et début maturation des grains, le taux d'infestation a été réduit et un rendement plus **élevé** obtenu après un traitement en début d'épiaison.

6.4 LUTTE BIOLOGIQUE

6.4.1 Encouragement des parasites et prédateurs indigènes

Ce volet concerne principalement B. hebetor qui est un agent important responsable de la mortalité larvaire de R. albipunctella. Ce parasite survie sur Ephestia durant la saison sèche dans les greniers, silos, etc. Par conséquent, nous étudions l'incidence saisonnière des lépidoptères s'attaquant aux graines stockées et de B. hebetor, le taux de parasitisme et **hyperparasitisme**, l'élevage en masse de Bracon près ou à l'intérieur du grenier, le **coût d'élevage**, le type du matériel local utilisable et le transfert naturel des parasites du grenier aux champs du mil en **août-septembre**. Les études sur la biologie de Bracon dans le laboratoire par élevage sur Ephestia et l'évaluation des lâchers dans les champs sont en cours. En 1985, nous avons pu multiplier ce parasite dans l'environnement naturel et effectuer des lâchers dans un champ du mil **Souna**.

6.4.2 Importance des agents exotiques contre les ravageurs du mil

A partir des données disponibles, on constate que, bien que les **ennemis naturels** indigènes de certains ravageurs jouent un **rôle** important quant à la diminution des populations des ravageurs, l'entomofaune auxiliaire existante n'arrive pas à contrôler la **nuisibilité** des ennemis du mil. Il serait probable que des parasites exotiques, importés et lâchés rendraient plus efficace la lutte biologique contre ces ravageurs. Parmi les espèces exotiques qui éventuellement pourraient jouer ce **rôle**, on doit penser aux parasites d'Heliothis armigera, espèce voisine de **Raghuva** (appartenant à la même sous-famille) et sur lesquelles on dispose de informations assez nombreuses.

6.4.3 Impact des traitements chimiques sur les ennemis naturels indigènes

A la lumière de ce qui s'est passé en 1985 suite aux multiples traitements chimiques, il importe d'attirer l'attention des services **compétents** sur l'utilisation des produits chimiques. Des abus ont certainement été à l'origine des pullulations de pucerons et d'Heliothis suite à une destruction de leurs **auxiliaires**.

6.4.4 Effets des pratiques culturales sur ennemis naturels

Le parasite Cardiochiles s'est **développé** en juillet-août 1985, initialement sur H. armigera associé avec Acanthospermum hispidum /et ensuite sur le même insecte hôte attaquant le **maïs** (août-septembre). Il est probable que le nombre des parasites augmente par les techniques-culturales : **diversification des cultures**, dates et écartement de semis, culture **intercallée/mixte**, labour etc.

6.5 LUTTE INTEGREE

La lutte intégrée, consiste à combiner divers moyens de lutte qui sont pratiques, efficaces et économiques afin de maintenir la population des ravageurs au dessous du seuil économique. ~~Pour la mineuse de l'épi, diverses méthodes ont été~~ essayées, parmi lesquelles, pour l'instant, nous retenons l'utilisation d'une variété améliorée, la IBV-8001 (apparemment résistante à l'attaque des insectes et maladies), les lâchers des parasites (Habrobracon hebetor en particulier) et une seule application d'un insecticide biologique (Thuricide) ou en cas de non disponibilité, d'un insecticide chimique peu dangereux pour la faune auxiliaire (Dimilin, endosulfan) ; l'application doit être faite au début épiaison. Cette combinaison sera essayée dans les champs paysans en étroite collaboration avec l'action-pilote dans les prochaines-années.

7. PERSPECTIVES

Les **activités** du projet depuis la campagne 1982 furent partagées entre les opérations menées en plein champs ou au laboratoire, la mise en place d'une infrastructure et la formation des cadres qui pourraient assurer la continuité des opérations,

Les **expériences** et les observations effectuées au cours de ces campagnes ont abouti à l'acquisition d'un nombre d'informations assez important. Ces informations peuvent être réparties en trois groupes : informations sur les ennemis du mil et de l'**entomofaune** auxiliaire, sur l'estimation des pertes causées par les principaux ennemis et leur relation avec la densité de la population qui les a **provoquées**, et, enfin, sur l'évaluation des **méthodes** d'intervention, soit déjà disponibles, soit mises-au point au cours de ces campagnes.

Malgré l'importance du paquet d'informations acquises, on **ne** peut pas **prétendre** avoir atteint **entièrement** toutes les questions relatives aux ravageurs du mil et à la protection de la culture. A titre d'exemple, on peut citer l'absence de **techniques** adéquates pour la surveillance de certains ennemis, **telles que les piégeage au moyen des phéromones** bien que les travaux sur l'isolement et l'identification des substances soient démarrées depuis quelques années. Des informations sur la **biologie**, l'écologie et l'éthologie de quelques insectes sont incomplètes, bien que leur **rôle** comme ravageurs ou comme insectes à utiliser contre les ravageurs soit bien établi. Peu d'attention **d'ailleurs**, fut portée sur des ravageurs et agents pathogènes qui **les années antérieures** ne posaient que des problèmes phytosanitaires mineurs mais qui risquent à l'avenir de devenir d'importants ennemis du mil (**comme le mildiou, Heliothis armigera** et autres). On doit aussi envisager la possibilité que des **méthodes** d'intervention autres que celles essayées puissent **s'avérer** aussi valables que celles qui sont retenues pour orga-

niser la lutte contre les principaux ennemis. Enfin, la collaboration réelle **du** projet avec les services de protection des cultures reste à établir dans une deuxième phase ; cette collaboration permettrait le passage des opérations de la phase de recherche à celle du **développement** dans un cadre plus large que celui du projet pilote. De même une approche pluridisciplinaire de la lutte **intégrée** (insectes, maladies, mauvaises herbes) serait à l'avantage des paysans.

ANNEXE 1RAPPORTS/DOCUMENTS

1. BHATNAGAR, V.S. et E. DIEME (1982) - Rapport pour la période novembre 1981 - mai 1982, Programme de Lutte Biologique, pp 17.
2. BHATNAGAR, V.S. (1982) - Rapport pour la période : juin - octobre 1982, Programme de Lutte Biologique, pp 28.
3. BHATNAGAR, V.S. (1984) - Rapport pour la période :
novembre 1982 - octobre- 1983, Programme -de
Lutte Biologique, pp 28.
4. BHATNAGAR, V.S. (1984) - Summary of progress made in
Biological Control sub-programme under the
IPM Project on Food Crops in Senegal (1981-1984),
Programme de lutte biologique, pp 13.
5. BHATNAGAR, V.S. (1985) - Rapport pour la période :
novembre 1983 - décembre 1984, Programme de
Lutte Biologique, pp 13.
6. BHATNAGAR, V.S. (1985) - Ennemis naturels de Raghuva
albipunctella, Programme de Lutte Biologique,
pp 4.

7. DIEME, E. (1984) - Aperçu sur la biologie de Bracon hebetor Say (Hymenoptère, Braconidae) parasite de Raghuva albipunctella Joannis et Ephestia kuehniella Zell. Programme Lutte BIologique.
8. DIEME, E. (1985) - Etude au laboratoire de Bracon hebetor Say sur Raghuva albipunctella Joannis et Ephestia kuehniella Zell (1983-1985). Programme de Lutte Biologique.
9. BOS, W.S. (1982) - Rapport d'activité de campagne d'hivernage Programme Profil des Pertes.
10. BOS, W.S. (1984) - Rapport d'activités provisoire de la campagne de l'hivernage 1983. Programme Profil des Pertes.
11. BOS, W.S. (1985) - Suite rapport 1983, Programme Profil des Pertes.
12. BOS, W.S. (1985) - Rapport 1984, Programme Profil des Pertes.
13. BOS, W.S. (1985) - Le programme Profil des Pertes, 1982-1985.

14. GAHUKAR, R.T. (1982) - Rapport d'activités de l'année 1981. Programme **d'Entomologie des céréales** et légumineuses, pp. 27.
15. GAHUKAR, R.T. (1983 a) - Rapport d'activités de saison sèche 1981-82, Programme d'entomologie des céréales et légumineuses, pp 6.
16. GAHUKAR, R.T. (1983 b) - Rapport d'activités d'hivernage 1982, Programme d'entomologie des **céréales** et légumineuses, pp; 52.
17. GAIUKAR, R.T. (1984) - Rapport d'activités de la campagne 1983, **Programme d'entomologie des céréales** et légumineuses, pp. 49.
18. GAHUKAR, R.T. (1985) - Rapport d'activités : Année 1984 Programme d'entomologie des céréales et légumineuses, pp. 32.

ANNEXE II

QUELQUES ESPECES NUISIBLES LE PLUS SOUVENT OBSERVEES
SUR LE MIL PENDANT 1381-85.

1. LEPIDOPTERES

- Pyralidae - Acigona ignefusalis Hmps.
- Noctuidae - Spodoptera exigua Rb.
Spodoptera exempta Wlk.
Spodoptera littoralis Boisd.
Mythimna loreyi Dup.
Sesamia calamistis Hmps.
Sesamia sp.
Raghuva albipunctella de Joannis
Raghuva sp.
Heliothis armigera Hbn.
Eublemma gayneri Roths.
- Arctiidae - Amsacta moloneyi Drc.
- Momphidae - Pyroderces simplex Wsm.

II. -DIPTERES

- Cdciomyiidae - Gereomyia penniseti Felt.
- ~~Chloropidae - Elachiptereicus abessynicus Beck.~~
- Scoliophthalmus micantipennis Duda.
Anatrichus erinaceus Loew.
- Diopsidae - Diopsis spp.
Atherigona soccata Rond.
Atherigona spp.

III. COLEOPTERES

- Meloidae - Cylindrothorax westermanni Mkl.
Cylindrothorax melanocephalus Fb.
Mylabris sp.
Psalydolytta flavicornis Mkl.
Cantharis vestita Duf.

- Cyaneolytta maculifrons Mk1.
Epicauta sp.
- Chrysomelidae - Lema planifrons Ws.
Haltica tibialis Iu.
- Melyridae - Melyris abdominalis F.
- Scarabaeidae - Anomala senegalensis Bl.
Pachnoda interrupta Oliv.
Pachanoda sp.
Schizonycha sp.
Rhinyptia infuscata Burm.
- Curculionidae - Alcides interruptus Boh.
Hadromerus sagitarius Oliv.
Elattocherus senegalensis Hust.
- Brentidae - Hadromorphocephalus calvei Power.

IV. HEMIPTERES

- Aphididae - Rhopalosiphum maidis Fitch.
- Cicadellidae - Néolimnus aegypticus Mats..
- Pyrrhocoridae - Dysdercus superstitiosus F.
- Aphrophoridae - Poophilus sp.
- Cercopidae - Locris rubra Fb.
- Pentatomidae - Agonoscelis versicolor F.
Agonoscelis sp.
Acrosternum heegeri Fieb.
Diploxys floweri Dist.
Diploxys bipunctata A. et S.
Nezara viridula F.
Aspavia armigera F.
Carbula recurva Dist.

Coreidae - Galaesus refifemoratus Dall.*
Clavigralla elongata Sign.
Rhiptorpus denticeps F.
Leptocorixa apicalis West.

Miridae - Creontiades pallidus Ramb.

Lygaeidae - Spilostethus pandurus Scop.
Spilostethus sp.
Dieuches armatipes Walk.
Naphius zavattarii Manc.

V. OTHOPTERES

Acrididae - Hieroglyphus africanus Uv.
Oedaleus senegalensis Uv.
Kraussaria angulifera kr.
Acrida bicolor Thunb.
Heteracris sp.

Pyrgomorphidae - Zonocerus variaqatus L.

VI. THYSANOPTERES

Thripidae - Haplothrips sorghicola Bagn.

VII. DERMAPTERES

Forficulidae - Forficula senegalensis Sew.

ANNEXE IIIENNEMIS NATURELS DE RAGHWA ALRIPUNCTELLA DE JOANNIS1. PARASITES1.1. Parasites des oeufs :

Trichogrammatoidea sp. (Trichogrammatoidea : Hyménoptère)
 Période d'activité : Août-Octobre. Les taux moyens de parasitisme. étaient de 25 pourcent en 1982, 9,0 pourcent , en 1983 et 38,0 pourcent en 1984. Un maximum de 75 pourcent d'oeufs était parasité dans un champ en début septembre 1984,

Parasites ovo-larvaires

Copidosoma sp. nr. truncatellum Dalman

Litomastix sp. (Encyrtidae : Hyménoptère)

Période d'activité : juin-octobre. Le taux moyen de parasitisme réel était de 4,0 pourcent en 1983 et 1984. Un maximum de 23,0 pourcent des larves était parasité dans un champ en septembre 1984. Aussi trouve sur larve foreurs/ des épis de maïs, Heliothis armigera Hb.

3.2. Parasites des larves :

Bracon (Habrobracon) hebetor Say

(Braconidae : Hyménoptère)

Cet ectoparasite est actif pendant toute l'année. L'hôte de substitution le plus important est Ephestia sp. sur céréales stockées. Le taux de parasitisme réel était plus élevé en 1982 (25 pourcent environ) qu'en 1983 (jusqu'à 8,0 pourcent) .

Cardiochiles sp. (Braconidae : Hyménoptère)

Période d'activité : juillet-octobre. Taux de parasitisme bas (< 12 pourcent).

Goniophthalmus halli Mes. (Tachinidae : Diptère)

Actif pendant. les mois de septembre et octobre, mais de faible importance.

Hexameris sp. (Mermithidae : Nematoda)

Période d'activité : juillet-septembre, mais d'importance mineure. Moins de 4 pourcent de larves parasitées en septembre 1982.

Palexorista quadrizonula Thomson (Tachinidae : Diptère)

Période d'activité : juin-octobre. Présent essentiellement sur les champs de mil proches de ceux de niébé ou ayant eu du niébé comme antécédent cultural. Jusqu'à 15,0 pourcent des larves parasitées en début octobre 1983. Les autres insectes hôtes du parasite sont : Amsacta moloneyi présent sur niébé, arachide, maïs, mil et sorgho et H. armigera présent sur niébé, maïs, sorgho et A. hispidium.

1.3. Parasites des chrysalides :

Thyridantrax ~~near~~ kappa Bowden

(Bombylidae : Diptère)

Les adultes émergent des pupes de Raghuva en août et septembre. Jusqu'à 2 pourcent des chrysalides-sont parasitées.

2. PREDATEURS :

Chlaenius boisduvalii Dejean (Carabidae : Coléoptère)

S'alimente sur larves de Raghuva, mais de faible importance. Prédateurs également des larves de Marasmia trapezalis Guenée, Mythimna loreyi Dup, H. armigera et Hapsidolema melanophthalma Lac.

Chrysopa sp. (Chrysopidae : Neuroptère)

S'alimente sur les premiers stades larvaires, mais d'importance mineure.

Delta sp. (Eumenidae : Hyménoptère)

D. emarginatus emarginatus Linnaeus

Prédateur de larves âgées de Raghuva. Préfère cependant les larves d'H. armigera sur maïs, mil et niébé.

Ectomocoris fenestratus Flug. (Reduviidae : Héteroptère)

Prédateur des larves mais de faible importance.

Graphipterus obsoletus Olivier (Carabidae : Coléoptère)
Prédateur de Raghuva au stade pré-pupe mais de faible importance.

Katanga etinnei Schoutedon (Reduviidae : Hétéroptère)
prédateur des larves, mais d'importance mineure.

Pherospsophus sp. nr. lafertei Arrow
(Carabidae : Coléoptère)
prédateur des larves mais d'importance mineure.

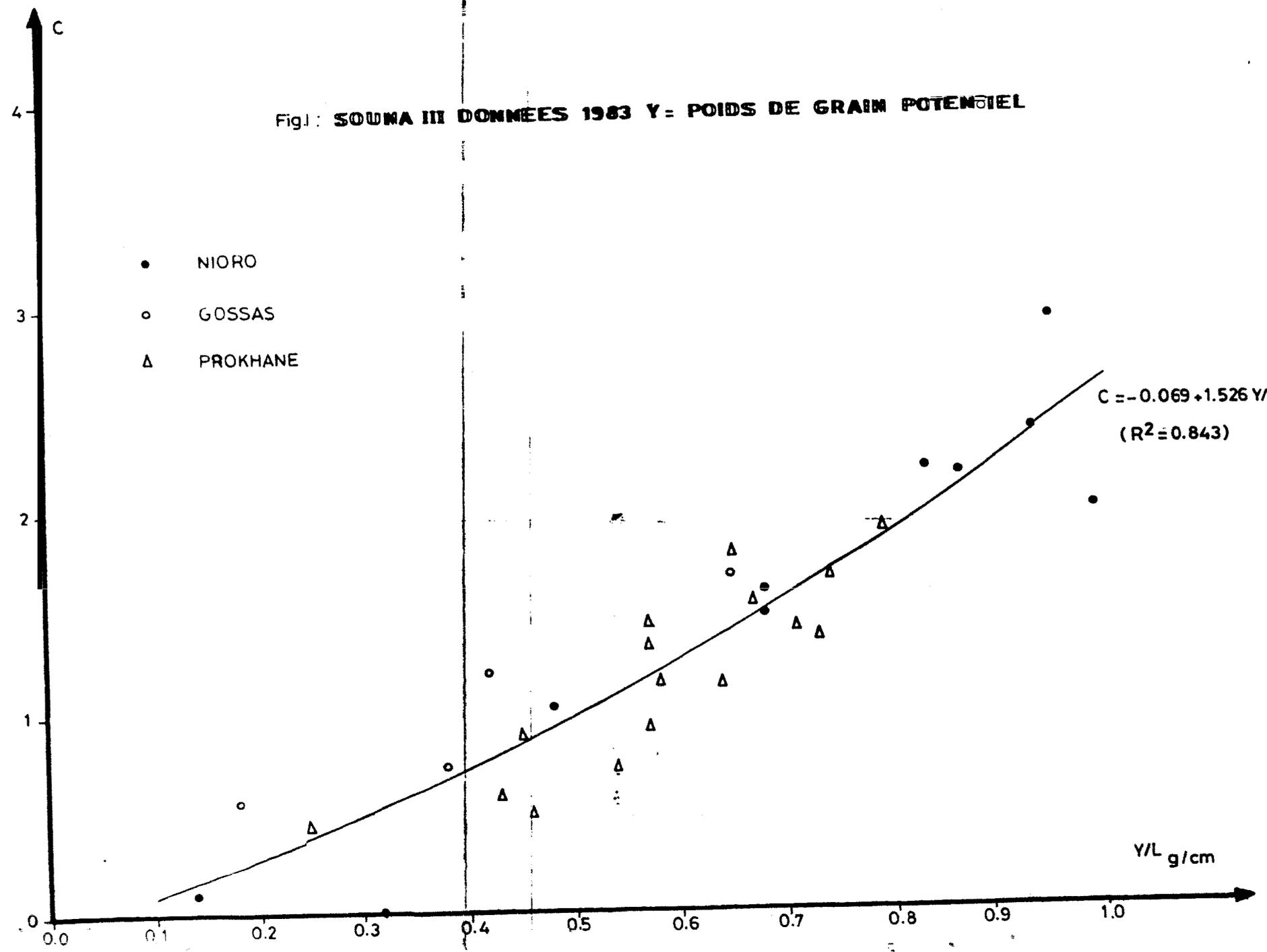
Polistes sp. (Vespidae : Hyménoptère)
Prédateur des larves de Raghuva aux stades moyens et avancés, en plus de celles de Mythimna, d'Heliothis et de Spodoptera sur **céréales**.

Orius sp. (Anthocoridae : Hétéroptère)
Prédateur des oeufs et des jeunes stades larvaires mais d'importance mineure.

3. PATHOGENES

Aspergillus sp. ? (groupe de ochraceus)
Attaque les derniers stades larvaires et les chrysalides.
Jusqu'à 7 **pourcent** des chrysalides attaquées en 1984.

Fig.1: SOUNA III DONNÉES 1983 Y = POIDS DE GRAIN POTENTIEL



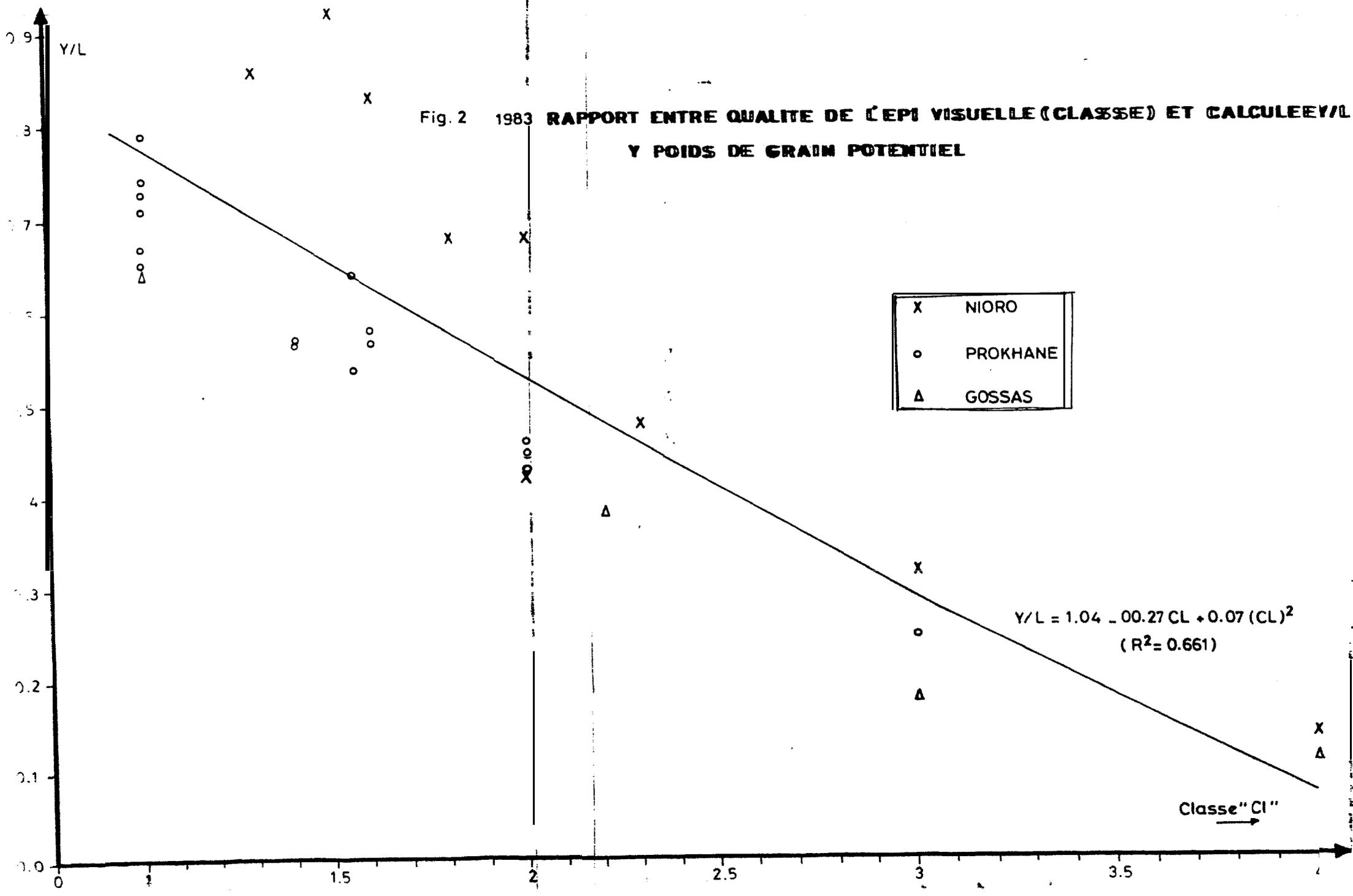


Fig. 3- RAPPORT ENTRE QUALITE DE L'EPI ET PERTE PAR GALERIE DE VARIETE SOUNA
DONNEES 1984

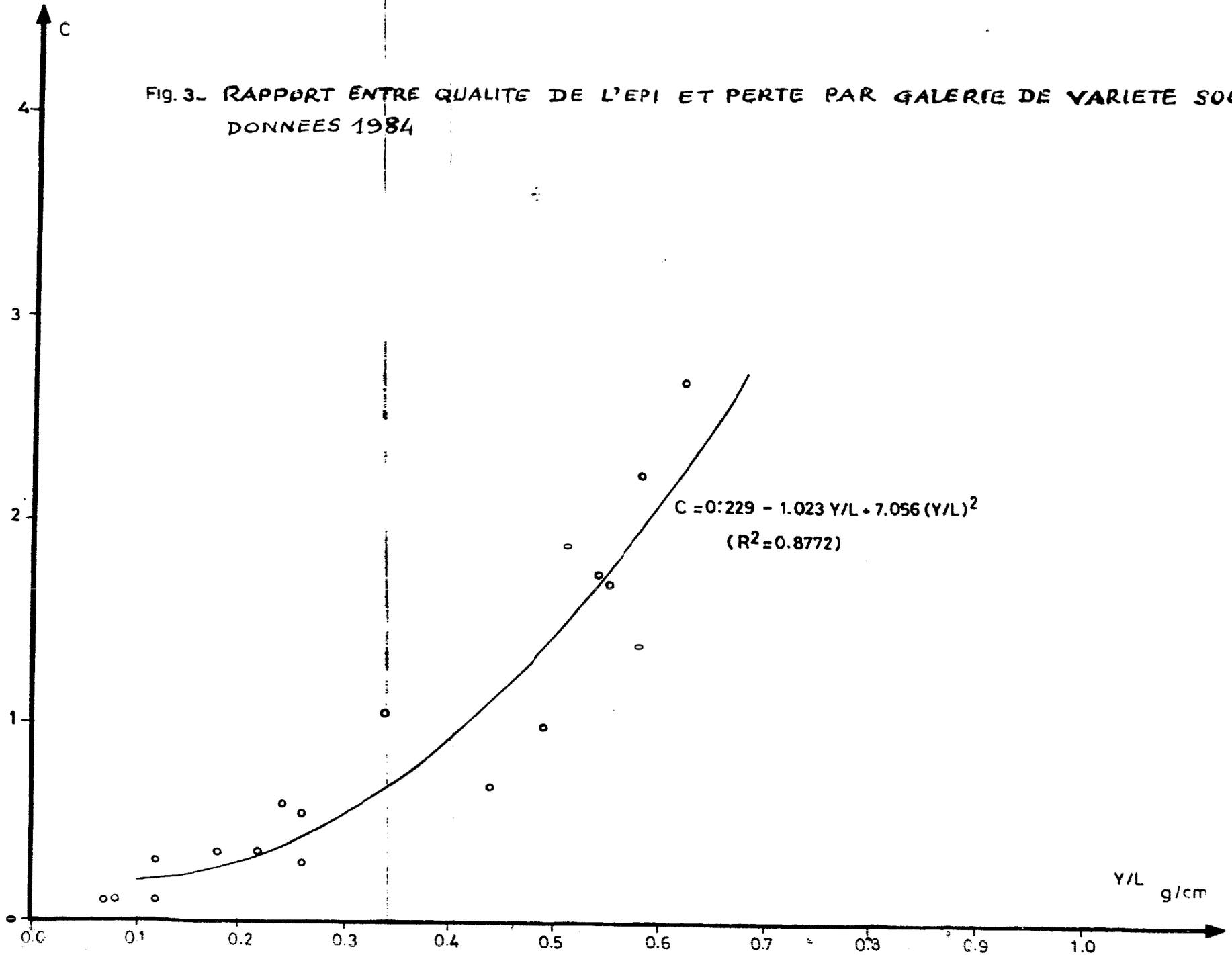


Fig.4 1984
(Légende : voir fig.2)

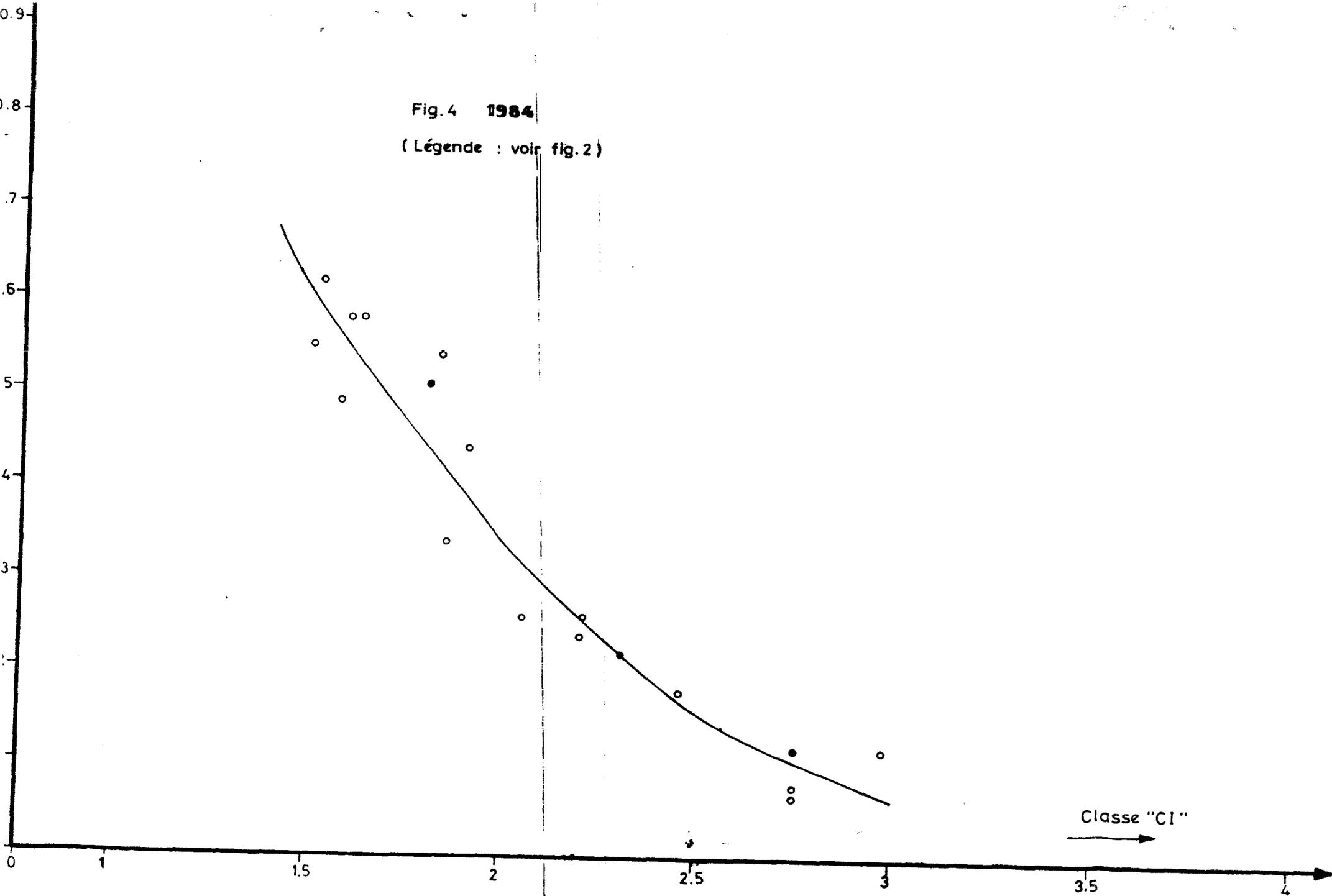


Fig. 5 POPULATIONS DE RAGHUVA (OEUFs ET LARVES) PAR 100' EPIS MOYENNES DE TOUTES LES PARCELLES ET DE TOUTES LES DATES
 D'ÉPIAISON

