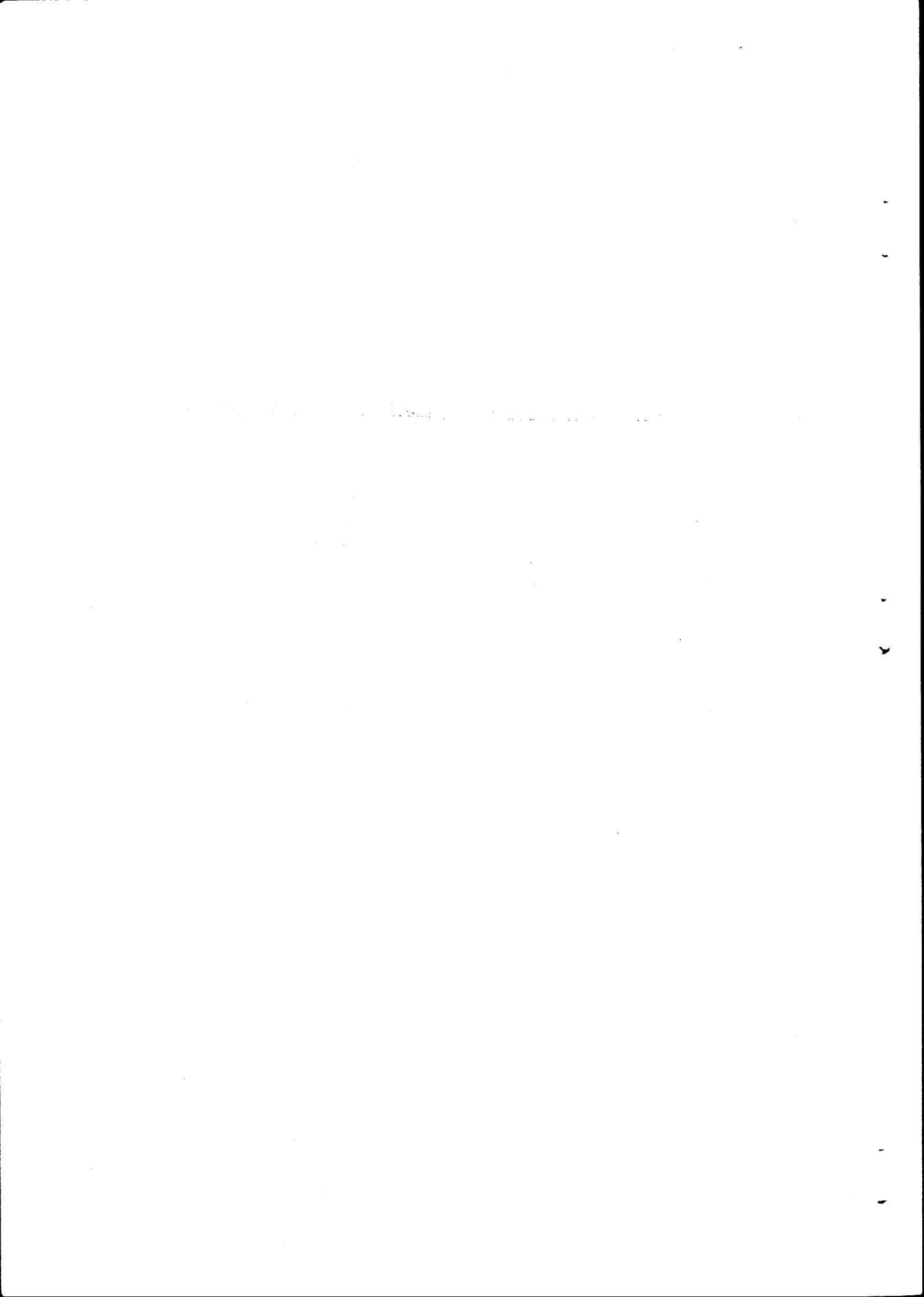


LISTE DES AGENTS AYANT PARTICIPÉ À L'EXÉCUTION DES PROGRAMMES

M.K. N'Diaye	Z. Kouyaté	H. Konaré	C. Bitchibaly
A. Traoré	G. Loynet	W. Velkamp	D. Diarisso
Y. Doumbia	M.K. Kéita	B. Kéita	
A. Traoré	M. Bagayoko		

Avec la collaboration technique de:

S. Traoré	F. Diallo	S. Tounkara	L. Dioni
D. Sissoko	J. Kéita	S. Dembélé	M. Cissoko
A.S. Touré			



SOMMAIRE

Document I. A-1. (cultures irriguées)

	Pages
Rappel de programme.....	1
Laboratoire des sols.....	16
Etude morphopédologique de l'Office du Niger.....	18
Test d'évolution de la fertilité sous riziculture continue.....	31
Evolution de la fertilité du sol sous riziculture intensive.....	36
Etude sur l'Azolla.....	40
Effet de la matière organique sur l'utilisation des engrais phosphatés.....	51
Essais implantés à Niono programme Imphos.....	57
Etudes du peuplement végétal.....	71
Evaluation du PNT en fumure de fond sur le rendement du riz d'immersion profonde.....	82
Identification des problèmes d'alcali(ni)sation et de salinisation à l'Office du Niger zone de Niono...	88
Proposition de Programme cultures Irriguées.....	139

T2. 500 P₂O₅ sous forme de PNT pour 4 ans.

T3. 125 P₂O₅ annuel sous forme phosphate d'ammoniaque

T4. 250 P₂O₅ en fond PNT + 62,5 P₂O₅ soluble annuel.

T5. 135 P₂O₅ en fond PNT témoin recherche.

1.3. Utilisation de la vinasse.

But: Evaluer l'effet de la vinasse sur les caractéristiques physiques et chimiques du sol et qualifier la valeur fertilisante de ce sous produit.

Site: Dougabougou - Siribala.

Dispositif: Split-plot 8 répétitions.

Traitements principaux: 2 niveaux d'apport de vinasse.

Traitements secondaire: Fumure minérale à 2 niveaux 0 et fumure vulgarisée 400 kg/ha d'urée, 250, DAP, 100 kg sulfate de potasse.

1.4. Amélioration du sol.

But: Tester l'effet de plusieurs doses de gypse combinées à un sou-solage sur les propriétés physicochimiques et hydrodynamiques des sols.

Site: Dougabougou.

Traitements:

Traitements principaux:

- Labour habituel
- Sous-solage/repouse

Traitements secondaires:

3 niveaux de platrage: 0, 5 et 10 tonnes/ha

Dispositif: Split-plot - 4 répétitions.

PROGRAMME SUIVI ALCALINISATION OFFICE DU NIGER.

Phase I. Phase d'identification (juin 1989 - janvier 1990).

Objectifs:

La phase d'identification aura principalement les objectifs suivants:

- l'identification des facteurs qui influencent les processus de l'alcalinisation et de la salinisation et la détermination de l'importance relative et absolue de chaque facteur;
- une meilleure compréhension du mécanisme de blocage de la production;
- une analyse préliminaire des effets de différents éléments des réaménagements sur les facteurs mentionnés ci-dessus;
- permettre une définition plus détaillée de la phase II et un programme plus adapté aux problèmes rencontrés lors de la phase I.

Methodologie.

L'identification a été réalisée essentiellement dans six zones pilotes et comprenait les éléments suivants:

* Le choix des zones pilotes avec des problèmes d'alcalinisation et/ou de salinisation:

- 4 zones en rizières (environ 200 à 300 ha chaque).
 - 2 zones non réaménagées affectées.
 - 2 zones réaménagées (précédemment) affectées.
- 2 zones en cultures maraichères (environ 10 ha chaque).

* Une enquête agro-pédologique auprès des paysans des 6 zones pilotes (et, si le temps disponible le permet,

leurs alentours) incluant un aperçu historique des sols affectés et une cartographie des surfaces dégradées.

* Un suivi (agronomique et gestion de l'eau) des 6 zones pilotes pendant la saison culturale, surtout des surfaces affectées.

* Des études détaillées dans chaque zone pilote de deux surfaces affectées et leur alentours, choisies de façon que tous les types de terres affectées par l'alcalinisation et la salinisation soient présentés.

Les études détaillées à entreprendre:

- Etude hydro-dynamique:
 - . suivi irrigation, drainage, percolation et évaporation.
 - . détermination conductivité hydraulique, et capacité de la remontée capillaire.
 - . suivi de la dynamique de la nappe phréatique et des mouvements d'eau.
- Etude physico-chimique de l'eau et du sol
 - . au début: analyses chimiques complètes, détermination de la stabilité structurale
 - . bi-mensuel: bilan ionique
 - . fréquentiel: pH, CE.
- Etude agronomique
 - . comptage levée, tallage et panicules.
 - . rendement grains et paille.

CULTURES SECHES

1. Evaluation du potentiel productif de 3 variétés de sorgho: S34 - Malisor 84-7 - local (reconduction).
2. Evaluation des effets résiduels de la fumure organique du cotonnier sur 2 variétés de sorgho S34 - local.

Sur cotonnier: fumure uniforme vulgarisée (150 kg/ha complexe coton + 50 kg/ha urée + 5 T/ha fumier).

Sur sorgho: 2 variétés avec (50 kg/ha urée) ou sans engrais. D'où 4 traitements, 6 répétitions en 2 séries.

Localité: Samanko.

3. Evaluation des effets résiduels de la fumure minérale et organique du maïs sur 2 variétés de sorgho: S34 - locale.

Sur maïs: fumure uniforme (100 kg/ha phosphate d'ammoniaque + 100 kg/ha urée).

Sur sorgho: 2 variétés avec (50 kg/ha urée) ou sans engrais. D'où les 4 traitements, 6 répétitions en 2 séries.

Localité: Katibougou.

4. Efficacité d'utilisation de la fumure azotée sur sorgho.

Trois modes de fractionnements ont été testés sur 2 génotypes de sorgho: local et amélioré.

	Tallage	Montaison
F R1	1/2	1/2
F R2	0	1/1
F R3	1/1	0

Localités: Bema - Cinzana - Samanko.

5. Essais Fumier AGP/DRSPR (reconduction).

6. Essai PNT/TIMAC - (reconduction).

7. Essais évaluation de la valeur agronomique d'une forme partiellement acidulée du PNT (méthode gaz nitreux) 3

traitements - 6 répétitions - 4 localités (Kogoni - riz, Katibougou - maïs, Koporo - mil, Kita - sorgho).

T1 = témoin absolu

T2 = témoin NK (CM)

T3 = PNT brut (22 P₂O₅) + CM

T4 = complexe céréale ou phosphate d'ammoniaque (22 P₂O₅) + CM.

T5 = Ex - PNT méthode gaz nitreux (22 P₂O₅) + CM.

8. Essais fertilisation du niébé.

L'objet est de trouver une fertilisation du niébé à base de PNT et dans le cadre d'une rotation bien définie:

Niébé pur - mil/niébé

Niébé pur - sorgho/niébé

Traitements	Niébé pur	mil/niébé sorgho/niébé
	PNT kg/ha	Urée kg/ha
T1	0	50
T2	100	50
T3	200	50

9. Essais N-P et P-N:

Dans le cadre du projet labo (2 ème phase) 3 essais N-P ont été conduits sur 3 cultures: mil (Cinzana), sorgho (N'Tarla), maïs (Longorola). L'objet était de raccrocher le niveau des éléments fertilisants du sol aux niveaux de rendement. Ces essais nécessiteront:

- une caractérisation pédologique des sites

- de nombreux échantillonnages de sol et plantes pour les besoins de l'établissement des normes d'interprétation des analyses de sol du laboratoire.

N X P: N = 0 50 100 150 200 kg/ha
P = 0 80 160 kg/ha

P X N: N = 0 40 80 120 160 kg/ha
P = 0 100 200 kg/ha

Soient dans les types d'essai: 15 traitements en blocs de Fisher à 6 répétitions.

10. Essai chaulage (AGP/DRSPR).

Plusieurs analyses de sol effectuées sur divers échantillons (notamment zone Mali sud), ont révélé une acidité moyenne à forte sur la majeure partie de ces échantillons. Le présent essai teste divers modes de chaulage sur sols acides dégradés. 6 traitements - 4 répétitions (blocs de Fisher).

	0	10 T/ha M. org.
Dolomie		
Ca CO ₃	T1	T4
1-2 T/ha		
PNT	T2	T5
0	T3	T6

Mesure d'humidité du sol. Quatre traitements seront instrumentés en tubes d'accès pour un suivi du bilan hydrique à la sonde à neutrons.

T1 = Semis direct sans travail du sol et sans engrais (témoin absolu)

T2 et T 3 = billonnages avec et sans engrais (niveau facilement vulgarisable).

T4 = Sous-solage + billonnage cloisonné avec engrais (niveau maximum d'intensification).

Localité: Station de Cinzana.

2. ETUDE DE L'INFILTRATION DE L'EAU DANS LE SOL ET DU RUISSELLEMENT PAR SIMULATION DE LA PLUIE.

Objet: Comparer des effets de différentes pratiques culturales sur le taux d'infiltration, le ruissellement et le rendement du mil.

Traitements:

1. Sans travail du sol (Semis direct)
2. grattage croisé à sec au multiculteur.
3. Labour à plat aux boeufs

Dispositif: Blocs de Fisher à 6 rétentions.

Culture: Mil (boboni) semé à 0,80 x 0,80 m, démarqué à 2 plants par poquet.

Fumure: 100 kg phosphate d'ammoniaque au premier sarclage 50 kg/ha d'urée à la montaison.

Localité: Station de Cinzana

- Sol plat limono-sableux
- Sol sur pente sabo-limoneux

Simulations:

- avant semis (après préparation du sol)
- à la levée
- avant et après le premier sarclage
- après la récolte avec et sans pailles

3. Dates de semis du sésame

a) Objet: Déterminer la date optimale de semis du sésame.

b) Traitements:

- 1.- Semis du 1-5 juillet sur labour à plat
- 2.- Semis du 10-15 juillet sur labour à plat
- 3.- Semis du 20-25 juillet sur laour à plat
- 4.- Semis du 30 juillet au 5 Août sur labour à plat.

c) Dispositif: Blocs de fisher à 5 répétitions

d) Culture: variété (38-1-7) semée à 60 x 20 cm démarrée à 2 plants/poquet

e) Fumure: 100 kg/ha de complexe céréale à la préparation du sol et 50 kg d'urée/ha entre le 20 et 30 è jour après la levée.

f) Localités: Cinzana - Samanko - Tiérouala - Centre saisonnier de Tiby.

5. ASSOCIATION ARACHIDE X SESAME

Objet: Evaluer l'effet de l'association arachide - sésame sur le rendement des deux cultures.

Traitements:

1. Arachide pure sur labour
2. Sésame pur sur labour
3. Association 1 ligne d'arachide x 1 ligne de sésame
4. Association 2 lignes d'arachide x 1 ligne de Sésame
5. Association 3 lignes de sésame x 1 ligne d'arachide
6. Association 2 lignes de sésame x 1 ligne d'arachide
7. Association 3 lignes de sésame x 1 ligne d'arachide

Dispositif: Blocs de Fisher à 4 répétitions.

Cultures: A longorola et Samanko (Arachide 28-206) semis à 60 x 15 cm démariage à 1 plant par poquet.

Sésame (38-1-7) semé 60 x 15 cm, démarié à 2 plants par poquet.

A Cinzana et à Tiby (Arachide 47-10) semis à 40 x 15 cm démariage à 1 plant par poquet.

Sésame (38-1-7) semé 40 x 15 cm, démarié à 2 plants par poquet.

L'arachide devrait être semée dès que les conditions pluviométriques le permettent à partir du 15 juin.

Le semis du sésame devrait intervenir au stade 3 feuilles de l'arachide.

** Le sésame pur devrait être semé entre le 10 et le 15 juillet.

Fumure: 50 kg/ha de complexe céréale ou 65 kg de super simple à la préparation du sol ou au semis et 50 kg/ha d'urée entre le 20e et le 30e jour après la levée sur les lignes sésame.

Localités: Cinzana - Longorola - Samanko - centre saisonnier de Tiby.

6. FERTILISATION DU SÉSAME.

Objet: Comparer l'effet de différents fumures à base d'azote et de phosphore sur le rendement du sésame.

Traitements:

Traitements	Unités fertilisantes	
	Azote (N)	Phosphore (P ₂ O ₅)
T1	0	0
T2	23	0
T3	0	11
T4	23	11
T5	0	22
T6	23	22

Urée

- Super simple ou
- super triple

Semis: entre le 10 et le 15 juillet sur labour à plat

Dispositif expérimental: blocs de Fischer à 5 répétitions.

Culture: Sésame (variété 38-1-7) semé à 60 x 20 cm dé marié à 2 plants par poquet.

Fumure: le phosphore est apporté avant le semis et à la volée, l'urée ente le 20e et 30e jour après la levée.

Localités: Longorola - Samanko.

LABORATOIRE DES SOLS

Le laboratoire d'analyse des sols bénéficie depuis 1986 de l'assistance du Royaume des Pays-Bas.

Une première phase de cette assistance (1986-1988) a consisté à l'extension du laboratoire et l'acquisition de nouveaux matériels.

La seconde phase (1989-1991) vise une meilleure intégration des activités de la cellule Agropédologie toute entière (Fertilisation - Pédologie - Laboratoire). Cette intégration s'effectuant autour du programme d'établissement d'une base d'interprétation des données analytiques sortant du laboratoire.

La base d'interprétation concernera les sols, les différentes parties des plantes, les eaux et les fumiers. Il s'agit d'une compilation dans une "database", des informations bibliographiques et provenant de notre propre expérience, sur les niveaux critiques des éléments. Le but d'une base d'interprétation des données analytiques est de pouvoir faire des recommandations agronomiques en terme de maintien et/ou d'amélioration de la Fertilité des sols cultivés.

En plus, le projet comporte 2 autres volets:

- étude de la production de fumiers dans des parcs améliorés (quantité et qualité du fumier)
- étude du phénomène d'Alcalinisation/Salinisation des terres de l'Office du Niger.

Pendant la période Janvier à Décembre 1989, le laboratoire a reçu plus de 4000 échantillons de sols/fumiers et compost et environ 700 échantillons d'eaux, soient plus de 60.000 analyses.

Les échantillons provenaient de sources diverses:

- Des structures de l'Institut d'Economie Rurale
- CMDT
- Office du Niger (ARPON, RETAIL)
- Prospections Pédologiques
- Oxfam
- Différentes ONG
- Foyers améliorés

Extérieures au Mali

SONED -Afrique - Dakar (étude OMVS)

Le laboratoire, vu l'utilisation intensive que subit l'équipement acquis au moment de la 1ère phase (donc depuis 5 ans), a projeté de renforcer son équipement par l'achat de nouveaux appareils:

- Un SKALAR International qui permet de faire les analyses de Sodium, Potassium, Calcium, Magnésium, Fer, Cuivre, Zinc, Carbonates et Bicarbonates.
- 2 balances et un pH mètre.
- A noter que les analyses des oligo éléments (Cu, Zn, Mn, Fe) sont actuellement parfaitement maîtrisées au niveau du laboratoire.

ETUDE MORPHOPEDOLOGIQUE DE L'OFFICE DU NIGER.

Les activités de la sous-cellule pédologie ont été essentiellement axées ces deux dernières années sur la cartographie des sols de l'office du Niger. Par ailleurs, quelques études de cartographie ponctuelles ont été réalisées à Tagadji, Amaskor et Daoua.

CARTOGRAPHIE

I. Etude morphopédologique-office du Niger.

L'Office du Niger dans le cadre de la politique d'auto-suffisance alimentaire du Mali, a prévu dans son programme de développement agricole la réhabilitation et l'intensification de la riziculture.

La superficie des terres disponibles pour la mise en valeur en vue d'atteindre cette auto-suffisance est suffisante, dans bien des cas.

Par ailleurs, on a constaté, depuis plusieurs années, une baisse des rendements dont l'importance a été jugée préoccupante pour la rentabilité de l'opération. Diverses causes ont été incriminées: dégradation du réseau hydraulique, mauvaise gestion de l'eau, difficulté d'exécuter certains travaux culturels et de maîtriser les adventices, dégradation des sols par sodisation et alcalisation... Le diagnostic de ces causes a déjà fait l'objet de plusieurs missions d'experts.

Dans le cadre de la réhabilitation de l'Office du Niger une réorganisation agronomique a été envisagée qui s'appuiera sur les résultats d'une recherche développement. Celle-ci a pris en considération l'intérêt d'une diversification des cultures qui

pourrait remédier à certaines des causes d'insuccès. Cette diversification des cultures aurait pour objectif:

- d'améliorer la productivité des sols.
- de produire du fourrage pour le bétail.
- d'éviter la dégradation des sols.

Par conséquent, l'Institut d'Economie rurale (I.E.R)/S.R.C.V.O. (Section de Recherches sur les Cultures Vivrières et Oléagineuses), a été chargé par le contrat d'étude No 91 de 1987 de l'exécution des tâches de cartographie des sols.

La SRCVO/sous-cellule Pédologie devait effectuer tous les travaux et fournir tous les services nécessaires au titre du paragraphe IV de ce contrat à savoir:

- Après une étude géomorphologique, faire une étude morphopédologique au 1/50.000e permettant d'une part le calage d'études plus détaillées au 1/20.000e et d'autre part l'acquisition de données à une échelle convenable pour la conception optimale des projets de diversification des cultures.

- Ensuite réaliser une cartographie plus détaillée au 1/20.000e permettant l'acquisition des données de sols pour la mise au point optimales des projets d'intensification et diversification des cultures.

Ces travaux devaient être exécutées avec l'appui de l'I.R.A.T./Montpellier et du C.R.E.G.-C.N.R.S. de l'Université de Louis Pasteur de Strasbourg en collaboration et sous le contrôle du pédologue chargé d'étude de la S.R.C.V.O..

1. Exécution des travaux.

Trois phases ont été nécessaires pour réaliser l'étude morphopédologique au 1/50.000e dont il est rendu compte ici:

Première phase:

Etablissement d'une esquisse géomorphologique au 1/50.000e à

partir des photographies aériennes existantes (1952-53 avant et pendant les aménagements, et 1975 après les aménagements. Cette esquisse a été reportée sur les fonds de mosaïques de même échelle (dite du Modèle mathématique du fleuve Niger. Photo-interprétation et reconnaissance de terrain en janvier-février 1958.

Deuxième phase:

Prospection sur le terrain, en se basant sur les éléments géomorphologiques fournis par la phase précédente, pour délimiter des unités cartographiques de type morphopédologique.

Troisième phase:

Après réunion de la documentation, l'inventaire des études pédologiques antérieures, leur homogénéisation (corrélation des légendes), leur prise en compte au niveau des données morphopédologiques, la carte définitive a été dressée et reportée sur un fond de plan où apparaît le réseau hydraulique des aménagements de l'Office du Niger.

2. Réalisation de l'étude.

Les documents établis au terme de cette étude s'appuient sur une approche morphopédologique des périmètres prospectés. Cette approche synthétique des milieux à cartographier diffère de l'étude pédologique classique par la prise en compte de facteurs non strictement pédologiques. Les avantages de cette approche morphopédologique sont divers.

- meilleure compréhension de la répartition spatiale des différents sols existants et de la morphodynamique à laquelle ils sont soumis.

- meilleure compréhension de l'évolution qu'ils subissent (surtout sous irrigation)

- évaluation plus correcte des possibilités agronomiques des milieux existants

- meilleure précision des cartes basées à la fois sur l'interprétation des photographies aériennes et sur des observations in situ.

- repérage sur le terrain plus aisé, de ce fait, par les utilisateurs, non pédologues, de la carte.

L'étude a été réalisée en deux grandes phases:

2.1. Une première phase de reconnaissance géomorphologique.

Conduite par MM le Professeur Tricart, le Dr JP. Blanck, et le Dr. R. Bertrand, du 19 Janvier au 4 février 1988. Cette mission a consisté à définir et cartographier les différentes unités géomorphologiques et/ou modelés types de matériaux associés modes et époque relative de mise en place, facteurs actuels et passés d'évolution (morphodynamique actuelle)... au sein des paysages de cette région alluviale. Cette étude géomorphologique a permis de délimiter des unités cartographiques dont la répartition n'est pas due au hasard et auxquelles sont associées d'une manière quasi univoque les types de sol que nous avons pour mission de cartographier.

2.2. La deuxième phase

était axée sur l'étude morphopédologique proprement dite. Son objet était d'établir les corrélations existantes entre les unités géomorphologiques et les sols, le régime hydrique et finalement l'aptitude à la mise en valeur. Cette démarche a pour avantage d'être plus aisée que la démarche pédologique classique car elle s'appuie sur l'identification des formes de reliefs facile à identifier sur les photographies aériennes. Elle est aussi plus fiable car le diagnostic final s'appuie sur la plupart des facteurs (relief, matériaux, sols, régime hydrique naturel et régime hydrique influencé par les irrigation...) qui jouent un rôle dans l'évaluation des sols.

que les cultures fourragères irriguées.

Tous les sols présentent des teneurs en matière organique généralement très faibles.

3.1.2. Caractères propres des diverses unités de cartographie.

3.1.2.1. Cuvettes argileuse: (CA)

Dans le cas général, le sol qui occupe cette unité est un vertisol à drainage externe et interne nuls appelés encore vertisols topomorphes grumosoliques (Moursi) et vertisols topomorphes non grumosoliques (Dian).

Leur texture est très fine et deux cas se présentent: la teneur en argile ne dépasse pas 60 %, le terrain est peu perméable, dur, le sol très peu structuré; elle dépasse 60 % et dans ce cas, l'eau ne peut pratiquement pas s'infiltrer; la surface fissurée et la structure est grumuleuse. Ces deux cas peuvent se rencontrer dans une même cuvette.

Des sols hydromorphes peu humifères à gley à amphigley associés à des vertiques hydromorphes peuvent parfois se former sur les bordures des cuvettes mais n'occupent qu'une faible superficie. Leur texture est moins fine que celle des vertisols, les autres éléments restant semblables. Des efflorescences blanches et brunes sont parfois observées sur les bordures de ces cuvettes.

3.1.2.2 Delta d'épandage limoneux

Cette unité regroupe :

- Les zones de transition entre la partie haute à texture grossière des deltas d'épandage terminaux et les cuvettes de décantation.

- Les vastes plaines d'épandage matelassant les dépressions sous une épaisseur de limon supérieure à un mètre.

Ces plaines très étendues ont un modelé très régulier.

Dans l'ensemble la granulométrie de ces produits deltaïques

est limoneuse. Elle est cependant variable en fonction de la proximité de la zone axiale des chenaux de débordement.

Dans les zones non aménagées, ces plaines présentent un pédoclimat plus aride que le climat ambiant et la nappe phréatique y est très profonde, mais la possibilité d'existence d'une nappe perchée saisonnière à faible profondeur n'est pas exclue.

Dans les périmètres aménagés, le régime hydrique est dominé par l'effet conjugué de la submersion par les irrigations et d'une nappe phréatique peu profonde (1 à 2 mètres à l'étiage) avec un fort battement réglé par le régime des irrigations.

Tous les sols de cette unité (delta d'épandage limoneux) présentent une morphologie similaire avec quelques variantes liées à la fois à l'épaisseur de la couche du matériel limoneux d'épandage, de la granulométrie, de l'existence d'horizon à texture argileuse à plus ou moins grande profondeur et l'influence du régime hydrique.

Il y existe des sols types dont la morphologie est la suivante:

- Un horizon de surface de texture grossière avec 70% de sables (10 - 20 cm).

- Entre 20 - 50 cm, un horizon légèrement plus argileux plus de 20%. Il est extrêmement massif cohérent, parfois des efflorescences blanches diffuses y sont visibles sur les parois des profils.

- Au delà apparaît un horizon argileux, cohérent très peu structuré.

A ce type de profil, très répandu et caractéristique deux variantes ont été observées.

Le second type se compose comme suit :

- un horizon de surface brun - jaunâtre, à texture limono-argilo- sableuse, il repose au delà de 50 cm sur ;

- un horizon très riche en nodules ferrugineux qui passe à un horizon plus argileux, à structure massive ou à polyédrique.

La troisième variante montre des sols qui présentent :

- un horizon de surface limono- sableux et passe à un horizon brun-jaunâtre de texture limono-argileuse, il repose en profondeur sur.

- un horizon argileux à argilo - limoneux voire argilo-sableux très compact.

Les noms vernaculaires qui ont été correlés à ces sols sont Danga ; Danga blé et Danga fing.

Ces sols sont très sensibles à la dégradation de la structure et de la porosité sous l'effet des submersions et/ou de la sodisation.

La présence non pas générale mais très fréquente d'horizon argileux à une faible profondeur plus ou moins grande (50 - 100 cm) à plusieurs conséquences :

- en riziculture cet horizon imperméable permet de maintenir l'eau dans les rizières. C'est là un effet positif.

- dans le cadre de diversification des cultures, la présence de cet horizon imperméable risque de provoquer des engorgements d'une partie conséquente du profil. En limitant la profondeur d'enracinement cet engorgement conduit à accélérer les fréquences d'irrigations et si l'on n'y prête garde à provoquer des maladies et des troubles nutritionnels.

- dans la même éventualité et en fonction de la nécessité très probable qu'il y aura de drainer ces sols pour lutter contre la sodisation et la salinisation, la présence de cet horizon argileux en profondeur compliquera singulièrement la conception des travaux de drainage.

3.1.2.3 Zones axiales médianes des delta d'épandage terminaux.

a) Zones axiales hautes sableuses, non aménagées: (OS1)

Ces sont des zones relativement hautes et aplaties. Ces axes de deltas d'épandage sont souvent allongés et pénètrent très profondément dans les cuvettes.

Elles ne sont généralement pas aménagées et ne sont que très localement submergées pendant de très courtes durées lors des pluies torrentielles.

Les profils granulométriques y sont très variables. Le matériel est fréquemment sableux sur des épaisseurs plus d'un mètre.

En raison de la texture sableuse, les caractères d'hydromorphie sont peu marqués dans la morphologie des profils. Toutefois, le battement de la nappe et l'action de l'inondation temporaire conduisent au développement d'un gley oxydé en profondeur et parfois en surface.

Les taux d'infiltration sont souvent élevés et les réserves en eau utilisable limitées du fait de la texture grossière. Ces sols sableux à sablo-limoneux montrent une grande sensibilité à la sodisation dont les symptômes (efflorescences ou salant noir) apparaissent ici plus fréquemment qu'ailleurs. Cela ne veut pas dire pour autant que ces sols soient condamnés car s'ils se sodifient facilement ils peuvent aussi être réhabilités plus aisément que les sols argileux ou limoneux.

En raison de la présence de la nappe à faible profondeur à l'intérieur et en bordure immédiates des aménagements, les reboisements, les plantations fruitières, le maraîchage trouvent ici les possibilités intéressantes.

b) Zones médianes basses sableuses - aménagées

Elles constituent généralement les parties basses de la zone axiale sableuse décrite ci-dessus. Elles sont en parties isolées ou situées dans le prolongement immédiat des deltas d'épandage sableux.

Il s'agit là probablement d'un modelé d'épandage entaillé qui fait la transition avec les deltas sableux.

Modelé "en glacis" qui s'élève depuis la bordure des cuvettes jusqu'au niveau de ces deltas, en îlots ou terrasse étendus. Il est fréquemment aménagé.

Le matériel est peu différent de celui des deltas d'épandage sableux bien fin parfois légèrement plus fin en surface toutefois, il est plus ou moins épais et repose à faible profondeur sur de l'argile sableuse (AS) avant de passer à de l'argile des cuvettes (A-AL).

Le régime hydrologique est caractérisé par la submersion (irrigation) et surtout par le battement de la nappe phréatique qui oscille probablement avec le Fala de façon synchrone, quoique peut être avec un léger décalage. Il serait alors intéressant de connaître l'importance de cette nappe et de sa provenance.

La morphologie des profils est relativement simple dans la majorité des cas observés :

- en surface, l'horizon est assez clair, la texture moyenne à grossière et un enrichissement actuel en limon est plus que probable; la structure massive.

- un peu plus bas, il n'est pas rare de trouver un petit horizon grossier de couleur jaune rougeâtre à brun-jaunâtre comme s'il s'agissait d'un horizon d'accumulation ferrugineuse;

- en profondeur, la texture devient argilo-sableuse la structure massive et l'horizon est très marqué par l'hydromorphie (Go = gley oxydé).

Ce sol a été corrélié au Danga fing de la dénomination vernaculaire bambara.

En raison de la texture généralement grossière, ces sols présentent une faible capacité de stockage pour l'eau. Toutefois la présence d'une nappe phréatique à faible profondeur conduit à un drainage interne déficient.

Ils sont entre autre très sensibles à la sodisation et salinisation (efflorescences blanches et brunes).

Les caractéristiques physiques défavorables font que ces sols devraient être considérés comme des terres marginales pour la riziculture, ceci se confirme par l'aspect des restes de chaumes de riz laissés dans les rizières et les rendements bas obtenus sur ces parcelles. Cette confirmation trouvera bien entendu son fondement dans d'autres explications qui ne soient pas liées probablement à l'aspect pédologique.

Ces terres pourraient convenir à la céréaliculture autre le riz (blé, sorgho, maïs) à condition d'abaisser bien sûr le niveau de la nappe.

II Etude morphopédologique des Lacs

Daouna BERI - DAOUNA KEINA, AMASKOR et TAGADJI.

L'objectif du projet est de réinstaller la conduite d'eau dans les DAOUNAS au moyen d'un canal de 80 Km, traversant la plaine de TAGADJI, AMASKOR, et le bas-fond naturel de l'Egacher. L'étude a été réalisée à la demande du Comité pour LERE et couvre environ 54.000 ha, repartis entre Daouna Beri, Keina, Amaskor et Tagadji.

Elle a eu comme but l'évaluation des potentialités agricoles, pastorales et la caractérisation morphologique et physico-chimique des sols, afin de dégager les contraintes qui limiteront la productivité après la mise en eau des terres.

Une attention particulière a ainsi été prêtée aux possibilités de réintroduire, puis de stabiliser et d'améliorer les cultures de

décrue traditionnelle (riz - bourgou - sorgho) et les cultures de nappe environnantes (maïs, arachide, blé, patates, niébé). Le passage ultérieur à des cultures plus intensives est envisagé dans un stade plus lointain.

Conclusions Recommandations

Dans les Daounas, les sols sur diatomites ont une très forte capacité de rétention en eau, tandis que dans les sols argileux et limono-argileux des cuvettes d'AMASKOR et de TAGADJI, ces conditions hydrodynamiques sont quelque peu moins optimales mais suffisamment bonnes pour maintenir les cultures de sorgho, maïs et autres.

Même si l'apport d'eau est assuré il faudra prendre en compte 3 autres conditions importantes.

1. Le niveau de fertilité des sols est moyen à bas ce qui oblige nécessairement à corriger les différences en azote et en phosphore.

2. Beaucoup de sols dans les zones d'étude, surtout ceux développés sur diatomites montrent une tendance à la salinisation et à l'alcalinisation.

3. Le troisième problème se réfère à la situation endorheïque de différentes cuvettes plus particulièrement au fait que les éléments toxiques accumulés dans le sol sont très difficiles sinon impossibles à évaluer.

TEST D'EVOLUTION DE LA FERTILITE SOUS RIZICULTURE CONTINUE

1.1 Objet:

A l'aide d'un test simple contenant des traitements contrastés, on se propose de suivre l'évolution de la fertilité du sol et des rendements pendant de nombreuses années.

1.2 Matériels et Méthode:

Le test est implanté sur la station de KOGONI depuis 1981 sur un vertisol topomorphe non grumosolique aménagé pour l'irrigation.

Il est repiqué avec la variété BG 90-2 aux écartements de 25 cm x 25 cm avec des plants provenant d'une pépinière "dapog".

Trois niveaux de fertilisation minérale combinés à 3 niveaux de restitutions organiques constituent les 9 traitements testés (tableau I). Pour permettre un bon enfouissement de la paille, le labour est fait à la charrue à soc suivi de hersage et pulvérisage.

Tableau I: Traitements mis en comparaison.

Matière organique	Fertilisation minérale		
	F0	F1	F2
Mo	T1	T2	T3
M1	T4	T5	T6
M2	T7	T8	T9

1.2.1 Fertilisation minerale

F0 = pas d'engrais

F1 = 50 N/ha

F2 = 100 N + 30 P2O5.

1.2.2 Restitution organique

M0 = pas de matière organique

M1 = enfouissement de la paille produite.

M2 = fumier à 5T/ha.

La quantité de paille produite varie en fonction du niveau de la fumure minérale. Les quantités suivantes ont été enfouies cette année à l'hectare F0 = 6330 Kg/ha; F1 = 9015 Kg/ha; F2 = 9805 Kg/ha.

Le phosphore est apporté sous forme de super simple et l'azote sous forme d'urée en 2 apports 3/8 au tallage et 5/8 à l'initiation paniculaire. Les 9 combinaisons sont réparties dans un dispositif croisé non statistique sans répétition, les dimensions parcelaires sont 10 m x 10 m dont 36 m² sont récoltées.

Tableau II. Calendrier cultural et observations

Opérations culturales et observations	Dates
-----	-----
Prelèvement de terre	7.6.1989
enfouissement Paille + fumier.....	10.6.1989
planage, crosskillage.....	12.6.1989
semis Pépinière.....	9.6.1989
piquetage	13.6.1989
repiquage	19.6.1989
mise en eau	19.6.1989
désherbage	22.7.1989
1er apport urée	22.7.1989
mise en eau	26.7.1989
traitement Furadan	27.8.1989
désherbage	1er.9.1989
2e apport urée	8.9.1989
comptage talles au m ²	11.9.1989
comptage des panicules et mensuration	
auteur.....	23.25.10.1989
recolte	1er.11.1989
battage et pesées	27.11.1989

Differents Stades Phenologiques.

Stades Phenologiques	Dates
Levée	20.7.1989
tallage	4.8.1989
initiation Paniculaire.....	24.9.1989
epiaison/floraison.....	19.10.1989
maturité	
*stade laiteux.....	26.10.1989
*stade cireux.....	2.11.1989
*plaine maturité.....	22.11.1989

Tableau III. Poids Grains.

Fumure organique	Fumure minerale		
	F0	F1	F2
	----- kg/ha -----		
M0	1815	2979	3841
M1	1936	3614	4507
M2	1905	3176	2193*

Tableau IV. Poids Paille.

	Fumure minérale		
	F0	F1	F2
Fumure organique			
	----- Kg/ha -----		
M0	4567	4129	6049
M1	4371	4960	6594
M2	5958	6563	7168*

* = degats de souris

Résultats. Discussions

Les rendements grains et paille sont consignés dans les tableaux (III) et (IV). Le rendement moyen en grain est très faible pour cette campagne seulement 2885 Kg/ha contre 5545 Kg/ha en 1988-1989. Cela est dû à la densité relativement forte au repiquage et aux attaques très importantes de rats

Arithmetiquement, le dispositif étant non statistique l'effet de la matière organique est très peu sensible en absence de fertilisation. Avec 50 N on note le meilleur rendement en présence de la paille produite. A 100 N et 30 P2O5 la comparaison est très biaisée avec les degats trop importants de rats.

En conclusion pour cette campagne les adversités ont été très importantes entrainant du coup des rendements très faibles, les differences ne sont pas très discutables.

EVOLUTION DE LA FERTILITE DU SOL SOUS

RIZICULTURE INTENSIVE

INTRODUCTION

Les travaux antérieurs ont permis jusqu'ici de suivre l'évolution de la fertilité du sol dans le système de simple culture du riz. Actuellement le développement des petits périmètres et le reamenagement d'anciennes parcelles, favorisent l'intensification de la riziculture qui utilise des variétés en général exigeantes. Ainsi il apparait nécessaire de procéder à une évaluation de l'impact du système de double culture sur la fertilité des sols.

Objet:

Suivi l'évolution de la fertilité du sol et des rendements dans un système de double culture.

Matériels et Méthodes:

L'essai a été implanté à la station de Kogoni au cours de la campagne 1988 sur un Vertisol Topomorphe aménagé pour l'irrigation. Initié pour mieux appréhender les problèmes dans un système de double culture, il a été reconduit pendant la contre saison 1989 et la saison 1989. La variété BG 90-2 est semée en pépinière à raison de 50 Kg/ha. Le repiquage est fait aux écartements de 25 cm x 25 cm conduit à l'image du test d'évolution de la fertilité sous riziculture continue. Cet essai comporte trois niveaux de fertilisation minérale combiner à trois sources de restitution de matière organique (tableau I). Ainsi ces différentes combinaisons factorielles constituent 9 traitements comparés dans un dispositif de bloc de fisher à 4 répétitions. Les parcelles élémentaires ont les dimensions de 6 m x 10 m soit 60 m². La récolte est effectuée sur les lignes centrales en éliminant 5 de chaque côté soit 8,75 m x 4,75 m = 41,56 m²

Tableau I. Traitements mis en comparaison.

Matière organique	Fertilisation minérale		
	F0	F1	F2
M0	T1	T2	T3
M1	T4	T5	T6
M2	T7	T8	T9

- | | |
|---|--|
| <p>1°) Fertilisation Organique</p> <ul style="list-style-type: none"> - M0 = pas de matière organique - M1 = enfouissement paille produite - M2 = fumier 5T/ha | <p>2°) Fertilisation minérale</p> <ul style="list-style-type: none"> - F0 = pas de fumure minérale - F1 = 50 Kg N/ha - F2 = 100 Kg N/ha |
|---|--|
- La quantité de paille produite enfouie pour chaque traitement est donnée dans le tableau ci-dessous.

Tableau II: Poids paille enfouie en début de campagne Kg/ha

Traitement	Blocs			
	I	II	III	IV
T4	2779	4090	3152	3844
T5	5739	3537	4457	3579
T6	3778	5480	5324	3826

Le phosphore est apporté sous forme de super simple et l'azote sous forme d'urée en 2 apports dont 3/8 au tallage et 5/8 à l'initiation paniculaire.

Tableau III: Resultats d'analyse de variance et classement des moyennes des différents variables mesurée.

Variabes Traitement	Nbre Talles	Nbre Panicules	Hauteur (cm)	Poids grains	Poids paille

Mat. org.					
1 M0	145 B	129 B	87,25 b	2120	3432
2 M1	136 B	129 B	91,08 a	2474	3915
3 M2	180 A	161 A	92,16 a	2800	4740

Fert. Min.					
1 F0	138	130	87 b	2267	3737
2 F1	159	140	92,41 a	2638	4361
3 F2	164	151	91,41 a	2490	3989

Moy. génér.	154	140	90,17	2465	4029

Signification					
Mat. org.	HS	HS	S	NS	NS
Fert.Min.	NS	NS	HS	NS	NS
Interact.	NS	NS	NS	NS	NS

C.V. %	18	19,4	4,5	37,6	33,1

Les chiffres suivis par les mêmes lettres ne sont pas statistiquement différents.

Observations: La mise en place de l'essai a accusé un retard lié à un séjour prolongé de la variété cultivée en contre saison. En outre la parcelle d'essai présentait une très grande hétérogénéité se traduisant par un rabouguissement des plantes de riz.

Résultats Discussion

Les résultats de l'analyse de variance ainsi que le classement de moyennes suivant le test du Newman-Keuls sont consignés dans le

tableau III.

Les variables, nombre de talles et panicules montrent un effet significatif pour les niveaux de restitution organique. Pour ces variables l'apport de 5T de fumier est supérieur aux 2 autres qui restent équivalents.

Concernant la hauteur, l'effet est significatif pour le niveau de restitution organique et hautement significatif pour les doses de fertilisation minérale.

L'enfouissement de la paille produite et l'apport de 5T de fumier tout en restant équivalents sont supérieurs aux traitements sans matière organique.

De même le traitement sans fumure minérale est inférieur aux 2 autres qui ne se différencient pas.

L'interaction est dans tous ces cas non significative. Concernant le poids grains et pailles les rendements sont faibles (2465 Kg/ha et 4029 Kg/ha respectivement) et les coefficients de variation sont trop élevés (37,6 et 33,1%). Ceux-ci pourraient être liés à un rabougrissement et aux dégats de rats observés sur certaines parcelles .

Par ailleurs il n'existe pas d'interaction entre les 2 facteurs qui ne montrent aucune différence significative.

L'hétérogénéité de la parcelle entraînant un coefficient de variation très élevées cacherait l'effet de la restitution organique sur le rendement, en effet la parcelle présente des taches d'infertilité suite au reamenagement.

ETUDE SUR AZOLLA

Les études antérieures menées en station à Kogoni de 1984 à 1988 ont montré un effet agronomique bénéfique de l'enfouissement d'azolla sur la production du riz. Pour cette campagne, nous avons initié 2 essais: l'étude de l'amélioration du phosphate naturel de Tilemsi d'une part, et d'autre part l'étude des techniques d'enfouissement qui est en deuxième année.

A. Effet de l'amélioration de la nutrition phosphatée d'azolla sur la production du riz.

1. Objectifs: Cette étude vise deux objectifs essentiels à savoir:

- définir les possibilités d'assurer la nutrition phosphatée de l'azolla avec le PNT (phosphate naturel de Tilemsi) car le phosphore est essentiel dans le développement de la fougère.
- évaluer l'effet d'amélioration de l'azolla sur le PNT dont l'effet en 1^{ère} année est faible

2. Matériels et Méthodes

2.1. Matériels

2.1.1. Sol

L'essai a été conduit à la station de Kogoni sur un vertisol topomorphe grumosolique "Moursi" dont les caractéristiques chimiques sont consignées au tableau 1.

Globalement il est pauvre en matière organique, en azote et en phosphore ce qui nous permet d'espérer sur une réponse de nos traitements.

Tableau 1. Caractéristiques chimiques du site d'essai.

Hori- zons	C	N	P total	P ass.	K ech.	Ca	Mg	Na	CEC	pH
0-20	0,46	0,04	212	1,58	0.15	10.19	4.33	0.23	18.2	4.79
20-40	0.62	0.42	169	1.00	0.21	9.23	4.19	0.19	19.0	4.95

2.1.2. Matériel végétal

Comme la majeure partie des essais la BG-90-2 repiquée aux écartements 25 cm x 25 cm. Deux souches d'azolla la 195 Ca et la 138 PP appartenant respectivement aux sections azolla et Rhizospora ont été utilisées. L'ensemencement a été fait à raison de 5 kg/ha de fronde. A la couverture totale correspondant généralement à 25 - 30 T/ha l'azolla est enfoui. Les quantités enfouies par traitement sont données au tableau 3 et varient entre 18 T/ha et 30 T/ha.

2.2. Méthodes

Huit traitements obtenus par combinaison de 2 sources de phosphore, le PNT et le super simple à 2 souches d'azolla sont mis en compétition le tableau 2 donne le détail des traitements.

Tableau 2. Combinaison des facteurs étudiés.

	Souche A	Souche B	Sans Azolla
PNT	T1	T2	T7
Super simple	T3	T4	T8
Sans phosphore	T5	T6	-

Le phosphate naturel de Tilemsi est apporté à l'ensemencement de l'azolla et le super simple en 2 fois. La 1^{ère} moitié en même temps que le PNT et la seconde 15 jours plus tard. Un complément

minéral composé d'azote et de potassium est apporté à tous les traitements. Il est apporté aux traitements avec azolla 23 N/ha à l'initiation paniculaire et à ceux sans azolla 53 N/ha fractionné, 30 N/ha à l'initiation paniculaire. Le potassium est apporté sous forme de chlorure à raison de 50 kg/ha.

2.2.2. Dispositif. L'essai est conduit en bloc de Fisher en 4 répétitions avec des parcelle élémentaires de 20 m² dont les dimensions sont de 2 m x 10 m.

3. Résultats et discussions

Les résultats des différentes mesures et observations sont consignés au tableau 3. Nous avons la production moyenne de fronde et les différentes composantes du rendement.

Tableau 3. Récapitulatif des résultats moyens sur 4 répétitions.

Traitements	Poids Azolla frais T/ha	Nbre talles m ²	Hauteur plants cm	Nbre panicules m ²	Poids Grains kg/ha	Poids Paille kg/ha
PNT +						
Azolla A	18.25	152	81.60	166	2665 b	3500 c
PNT +						
Azolla B	22.00	147	76.15	146	2475 b	3325 c
SSP +						
Azolla A	22.60	197	80.90	168	3775 a	4813 a
SSP +						
Azolla B	30.60	167	87.10	145	3125 a	3825 bc
Azolla A	24.40	156	82.35	161	2413 b	3388 c
Azolla B	26.00	134	79.65	137	2238 b	3063 c
PNT + C.M.	-	196	83.40	181	3475 c	4500 ab
SSP + C.M.	-	182	87.40	168	3325 c	4200 ab
Moyenne	23.95	166	82.82	159	2936	3827
Signification	NS	S	NS	NS	S	HS
CV %	-	15	13	6.70	8.14	12

Les Périodes de mesures et de comptage: talles panicules et hauteur sont consignés au calendrier. Les rendements grains sont faibles pour la variété et le niveau de fertilisation. Les traitements ayant les mêmes lettres sur ce tableau ne sont pas significativement différents au seuil de 5 %. Les coefficients de variation pour l'ensemble des variables mesurées sont bons.

Discussions

Il ressort de l'analyse de variance des différences significatives pour les variables nombre de talles, poids grains et poids paille. Pour le nombre de panicules au m² on ne note aucune différence entre les traitements. Pour le nombre de talles, l'apport de l'urée au début tallage se fait sentir sur les traitements PNT, en effet, le PNT seul est supérieur au PNT + Azolla quelque soit la souche. Avec le super simple, cet effet urée n'apparaît pas. Il n'apparaît aucune différence entre les souches. La comparaison des moyennes suivant le test de Duncan nous montre pour le poids grain et paille que le PNT seul est supérieur au PNT plus azolla quelque soit la souche, alors que le super simple seul reste équivalent au super simple + azolla quelque soit la souche. On peut en déduire que le phosphore du PNT n'a pas été suffisamment solubilisé pour suffire aux besoins de l'azolla et du riz en même temps vu que le PNT seul est équivalent au super simple en première année.

L'analyse de la variance sur la croissance de l'azolla estimée par le poids frais montre une très forte variabilité ce qui cache le mauvais comportement des traitements avec PNT. La souche 138 PP présente arithmétiquement la meilleure production avec ou sans phosphore.

Calendrier cultural

Dates	Nature des travaux effectués
9-6-1989	Piquetage
10 au 16-6-1989	Confection des digues, arroseurs et drains
20-6-1989	Placement siphons
29-6-1989	Introduction souche A
30-6-1989	Semis pépinière
8-7-1989	Introduction souche B
13-7-1989	Apport PK sur l'azolla (A et B)
26-7-1989	Prélèvement carré de rendement (Azolla)
27-7-1989	Drainage
31-7-1989	Labour d'enfouissement
3-8-1989	Apport Urée
31-8-1989	Desherbage
29-9-1989	Apport urée (1 ère fraction)
1-10-1989	Mise en eau définitive
15-11-1989	Drainage
21-11-1989	Récolte
25-11-1989	Pesées et battage

B. Essai enfouissement de l'azolla

1. Objet: La présente étude a pour objectif d'étudier deux méthodes d'enfouissement de l'azolla et d'en dégager l'aspect économique lorsque l'on se place dans des conditions de grandes cultures.

2. Matériels et Méthode

L'essai est implanté à la station de Kogoni sur vertisol topomorphe. La souche d'azolla utilisée est la carolinia 195. La variété BG 90-2 largement vulgarisée est utilisée en repiquage aux écartements de 25 cm x 25 cm. Le semis est fait en pépinière à raison de 50 kg/ha. Le dispositif adopté est un bloc de Fisher avec 2 traitements répétés 3 fois. Les 2 modes d'enfouissement

constituent les traitements testés.

T1 = enfouissement à la charrue.

T2 = enfouissement par piétinement (hommes)

L'azolla frais est introduit dans des parcelles mise en eau à raison de 4355 kg/ha. Le détail des opérations culturales figure dans le tableaux 1. Un complément minéral composé d'azote, de phosphore et de potasse est apporté sur tous les traitements. Le phosphore et la potasse sont apportés après introduction de l'azolla à raison respectivement de 23 kg P_2O_5 /ha sous forme de super phosphate simple et de 25 kg/ha K_2O sous forme de sulfate de potasse. L'azote est appliqué à la dose de 23 kg N/ha sous forme d'urée à l'initiation paniculaire.

Les parcelles élémentaires ont les dimensions de 40 m x 20 m soit 800 m² dont 684 m² sont récoltées.

Outre la mesure de certaines variables comme le poids grains, et paille, le nombre de talles et de panicules au m², les temps de travaux ont été évalués.

Table 1. Résultats moyens sur 3 répétitions des variables mesurées.

Traitements	Nombre talles m ²	Nombre panicules m ²	Poids grains kg/ha	Poids paille kg/ha
T1	207	212	4062	5065
T2	274	218	4460	5449
Moyenne	240	215	4261	5257
Signification CV %	NS	NS	NS	NS

Tableau 2. Evaluation des temps des travaux par traitement en valeur monétaire (estimation sur 2400 m²)

Opération	Enfouissement charrue			Piétinement		
	Durée heures	Taux FCFA	Valeur FCFA	Durée heures	Taux FCFA	Valeur FCFA
Enfouissement	7H 50	-	3125	42H 15	100	4225
Repiquage	85H 45	100	8575	85H 45	100	8575
Desherbage	42H 11	100	4220	42H 50	100	4290
Récolte	31H 00	100	3100	31H 16	100	3225
Battage	17H 22	100	1735	17H 26	100	1745

Le taux horaire tient seulement compte de la rémunération du travail humain.

Résultats et discussions

Les temps de travaux ont été évalués sur 24 m². L'observation du tableau montre un temps très élevé pour l'enfouissement par piétinement 42 H 15 contre 7 H 50 pour la charrue. Lorsque l'on rapporte ces temps de travaux en valeur monétaire pour toutes les opérations par traitement, l'enfouissement à la charrue coûterait 1505 FCFA moins cher à l'ha; la différence réelle étant seulement 1100 F CFA entre les 2 modes d'enfouissement. Outre les temps de travaux, 6 variables ont été mesurées. L'analyse de variances de ces différentes variables ne montre aucune différence significative. Le rendement moyen en paddy est assez bon 4261 kg/ha. Bien que les 2 modes d'enfouissement s'équivalent mais l'enfouissement à la charrue paraît plus indiqué pour de grande surface.

Comme l'année précédente on obtient la même tendance, avec l'enfouissement à la charrue qui est financièrement plus cher, mais les temps de travaux par piétinement sont plus importants. En tenant compte du rythme et considérant que le rendement homme peut baisser avec le temps, si l'on se rapporte à une surface plus grande, l'enfouissement à la charrue devrait être retenue, comme plus avantageux.

Tableau 3. Stades phenologiques

Stades	Dates
Levé	10-8-1989
Reprise	2-9-1989
Tallage	20-9-1989
Initiation paniculaire	9-10-1989
Epiaison-Floraison	4-11-1989
<u>Maturité</u>	
- Stade Laiteux	13-11-1989
- Stade cireux	24-11-1989
- Pleine maturité	15-12-1989

Observations: La période de multiplication d'azolla a duré plus d'un mois. Ce fait est certainement dû à la taille des parcelles et au vent qui provoquerait une sur population ce qui se traduirait par la pourriture des frondes.

Calendrier cultural

Nature des opérations	Dates
Déchaumage	13 au 14-5-1989
Préirrigation	16 au 17-5-1989
Confection des diguettes	22 au 26-5-1989
Introduction des souches d'azolla	24-6-1989
Apport de P et K	2-7-1989
Prélèvement de carré de rendement	14-7-1989
Enfouissement par piétinement	15 au 16-8-1989
Enfouissement à la charrue	16 au 17-8-1989
Repiquage	18 au 19-8-1989
Mise en eau	25-8-1989
Remplacement des plants manquants	21-9-1989
Desherbage	29-9 et 2-10-1989
Apport Urée à l'initiation	11-10-1989
Mise en eau	14-10-1989
Récolte	18 au 20-12-1989
Battage	2 au 4-1-1990

EFFET DE LA MATIERE ORGANIQUE SUR L'UTILISATION
DES ENGRAIS PHOSPHATES

Le phosphore après l'azote est l'un des éléments les plus importants dans la nutrition minérale du riz. La dynamique en condition submergée soulève beaucoup de controverses. En culture inondée en zone Office du Niger, la réponse aux engrais phosphatés est très faible.

L'efficacité des engrais phosphatés peut être améliorée par l'utilisation de la matière organique qui réduirait les formes fortement fixées ou par la localisation qui augmenterait au niveau racinaire le pool alimentaire.

Cette étude a débuté à Niono en 1988 dans le cadre du programme I.E.R./IMPHOS (Institut Mondial du phosphore) en milieu paysan et sur la station de Kogoni. Il s'agissait en première année de tester l'effet de la matière organique et de 2 modes d'épandage sur l'amélioration de l'efficacité de 2 sources de phosphore (soluble et peu soluble).

Pour cette année nous tentons de confirmer et préciser les résultats obtenus, et tester s'il existe un arrière effet des traitements de la campagne écoulée.

A. L'ESSAI DE KOGONI:

L'objectif particulier était de compléter le programme IMPHOS, en s'appuyant beaucoup plus sur le phosphate naturel du TILEMSI.

1. Matériels et Méthodes

1.1 Matériel

1.1.1 Sol:

Le site d'expérimentation est un sol à tendance vertique appelé Dian.

1.1.2. Végétal:

— La BG 90-2 largement utilisée dans le cadre de l'intensification de la riziculture est semée en pépinière de 50 Kg/ha le repiquage est fait aux écartements 25cm x 25cm avec 3 plants par poquet.

1.2. Méthodes expérimentales.

Six traitements sont factoriellement combinés avec ou sans matière organique soit 12 traitements en 6 répétitions.

Le dispositif adopté est un Split-plot avec 6 traitements secondaires et 2 traitements principaux. Les traitements secondaires sont constitués par les sources de phosphore, alors que les niveaux de matière organique constituent les traitements principaux.

Les parcelles principales ont des dimensions de 18m x 9m = 162m² et les traitements secondaires ont une superficie de 27m² soit (3m x 9m).

Le tableau I donne le détail des traitements.

Tableau I. Traitements mis en comparaison.

traitements	phosphore P2O5 Kg/ha	matière organique T/ha
T1=témoin absolu	0 0	0
T2=témoin NK	0 0	0
T3= NK	300kg P2O5 sous forme DAP volée	0
T4= NK	30 P2O5 ---"--- DAP localisée	0
T5= NK	60 P2O5 ---"--- PNT volée	0
T6= NK	60 P2O5 ---"--- PNT localisée	0
<hr/>		
T1=temoin absolu	0 0	5
T2=temoin NK	0 0	5
T3= NK	300 P2O5 sous forme DAP volée	5
T4= NK	30 P2O5 ---"--- DAP localisée	5
T5= NK	60 P2O5 ---"--- PNT volée	5
T6= NK	60 P2O5 ---"--- PNT localisée	5

Le complément minéral composé d'azote et de potasse est apporté sur tous les traitements sauf le témoin absolu. L'azote est apporté à raison de 150 Kg/ha sous forme d'urée en 2 fois: 3/8 au tallage et 5/8 à l'initiation paniculaire. Toutefois l'apport d'urée tenait compte de la quantité d'azote apporté par le phosphate diammonique. 100 Kg de sulfate de potasse sont apportés au moment du repicage.

Tableau II. Stade phénologique

Stade à 75%	Dates
Reprise après repiquage	4 - 8 - 1989
Tallage	30 - 9 - 1989
Initiation Paniculaire	7 - 9 - 1989
Epiaison floraison	4 - 10 - 1989
Maturité	
* stade laiteux	16 - 10 - 1989
* stade cireux	25 - 10 - 1989
* pleine maturité	5 - 11 - 1989

Résultats

Les moyennes sur 6 répétitions de l'ensemble des variables mesurées figurent au tableau II les périodes de mesures sont consignées au calendrier cultural. Les composantes du rendement liées au stade végétatif (nombre de talles, hauteur) sont en moyennes acceptables et celles liées au stade reproductif sont très faibles. On enregistre un rendement moyen, en grain très faible pour la variété utilisée 2200 Kg/ha alors que le rendement paille est de 6000 kg/ha environ.

On a un rapport grain/paille égal à 0,4 environ, une bonne valeur de ce rapport se situant aux environs de 0.8 les coefficients de variations sont assez élevés même pour le poids paille avec d'assez bonnes moyennes.

Tableau III. Récapitulatif des résultats moyens sur 6 répétitions

Traitements	Nbre panicules	Hauteur (cm)	Poids grains Kg/ha	Poids paille Kg/ha	Poids 1000 grains (g)
T1	111	92.5 b	2213 ab	3927 b	27.79
T2	135	97.9 ab	2500 ab	5852 a	27.74
T3	114	97.30 ab	1538 b	6573 a	28.12
T4	134	99.25 ab	1801 ab	6611 a	28.24
T5	110	97.80 ab	2486 ab	6524a	28.24
T6	147	101.90 a	2821 a	6047 a	28.30
Moy.général	125	97.80	2227	5922	28.04
C.V %	32.62	4.57	39.89	26.90	3.66
Significat°	NS	HS	HS	HS	NS

Discussion:

L'analyse de variance sur les variables mesurées nous montre des différences significatives entre les traitements avec seulement un effet de l'apport d'engrais minéral sans effet de la matière organique pour la hauteur, le poids grains, le poids paille. Pour le nombre de talles au m² on note une interaction significative. La comparaison de moyennes suivant le test de Newman et Keuls montre que l'ensemble des groupes chevauchent et ne permet pas de séparer les moyennes des poids grains et paille.

Comme l'année dernière on n'a pas noté d'effet matière organique l'interaction significative sur le nombre de talles est un bon signe que si l'essai n'avait pas souffert d'attaques de poisson puis de rats ce qui explique en grande partie la forte variabilité, apporterait certainement une réponse aux questions posées. Il serait souhaitable d'envisager l'aspect résiduel des traitements des 2 années précédentes.

Calendrier cultural

Nature des travaux effectués	Dates
Labour	-
Planage grossier	10 - 7 - 1989
Piquetage	12 - 7 - 1989
Planage	13 - 7 - 1989
Apport matière organique et P.K.	19 - 7 - 1989
Repiquage	20 - 7 - 1989
Mise en eau	24 - 7 - 1989
Desherbage	10 - 11 - 8 - 1989
Drainage	30 - 8 - 1989
Apport urée (1er fract)	31 - 8 - 1989
Mise en eau	2 - 9 - 1989
Apport urée (2e fract)	8 - 9 - 1989
Comptage talles	9 - 9 - 1989
Mise en eau definitive	11 - 9 - 1989
Comptage panicules	6 - 11 - 1989
Mensuration hauteur	8 - 11 - 1989
Récolte	11 - 11 - 1989
Pesées et Battage	30 - 11 - 1989

B Essais implantés à Niono - programme IMPHOS.

1 Objectif: Cette étude visait le même objectif que celui implanté en station, mais s'intéressait plus particulièrement à l'amélioration des formes solubles en milieu paysan.

Cette année nous avons conduit l'expérimentation sous 2 formes:

- L'étude de l'effet résiduel des traitements de la campagne dernière
- La conduite de nouveaux essais pour confirmer les acquis.

2 Matériels et Méthodes

2.1 Matériels

- Matériel végétal:

La variété de riz utilisée est la BG 90-2 à paille courte avec un cycle moyen de 130 jours, à tallage important avec un rendement moyen de 5,5 à 6T/ha de Paddy le repiquage est fait aux écartements de 25cm x 25cm à 3 plants.

- Engrais

Le phosphate naturel de TILMSI pulvérulent dosant 28% de P₂O₅ et le phosphate d'ammoniaque 46% de P₂O₅ ont été utilisés comme sources de phosphore. Le complément minéral a été apporté sous forme d'urée et de sulfate de potasse.

- Le compost:

Il a été fabriqué à Kogoni dans une plateforme de 25 m² (5m x 5m) de surface et 50 cm de hauteur. Trois (3) couches composées chacune de 500 kg de Paille de riz, 150 Kg de fumier de ferme et 2,5 Kg d'urée furent introduites, suivi d'un arrosage régulier et d'un tassement par piétinement. En vue d'activer la décomposition nous y avons ajouté deux (2) couches (225 Kg de fumier + 2,5 Kg d'urée et 150 Kg de fumier + 2,5 Kg d'urée).

Le compost a duré environ 6 mois. La composition du compost utilisée est la suivante:

Tableau IV. Composition moyenne de compost utilisé

	Matière organique	N %	P %	K %	Ca %	Mg %	Na %
Compost	38,53	0,70	0,11	0,76	0,61	0,04	0,44

Sol: Pour les nouveaux essais les 3 types de sols ont été retenus. Danga, Dian, Moussi. Pour les essais effets résiduels, les essais ont été reconduits sur les mêmes emplacements.

2.2 Méthodes d'études:

Traitementss: 12 traitements indiqués ci-dessous sont testés.

T1 = Témoin absolu sans aucun apport d'engrais

T2 = Témoin + complément minéral (C.M)

T3 = Phosphore soluble à la volée à raison de 60 P₂O₅/ha

T4 = Phosphore soluble localisé à raison de 60 P₂O₅/ha

T5 = Compost localisé à raison de 3T/ha + complément minéral

T6 = Compost et phosphore soluble localisé respectivement à 3T/ha et 60 P₂O₅/ha

T7 = Compost = phosphore soluble à la volée respectivement à 3T/ha et 60 P₂O₅/ha

T8 = Compost à la volée à raison de 3T/ha

T9 = Phosphore soluble renforcé et localisé à raison de 300 P₂O₅/ha

T10= Phosphore soluble renforcé à la volée à raison de 300 P₂O₅/ha

T11= PNT renforcé à la volée à raison de 300 P₂O₅/ha

T12= PNT localisé à raison de 300 P₂O₅/ha

La dose renforcée a été établie par absorption et désorption au laboratoire à l'IRAT MONTPELIER par BINH TRUONG le complément

minéral (CM) composé de 150 N/ha sous forme d'urée et 100 K₂O/ha sous forme de sulfate de Potasse a été apporté à tous les traitements sauf le témoin absolu (T1). Le complément minéral tenant compte des 18 N contenu dans le phosphate d'ammoniaque. L'urée a été fractionnée 3/8 au tallage et 5/8 à la montaison. Pour les essais en résiduel seul le complément minéral sous forme d'urée et de KCl a été apporté.

3 Résultats et Discussions

Les résultats moyens sur 6 répétitions des essais en résiduel figurent aux tableaux V et VII. Les coefficients de variation sont relativement peu élevés pour le milieu et varient de 5 à 25 suivant la nature de la variable mesurée.

Après analyse de la variance, les moyennes ont été séparées par le test de DUNCAN au seuil de 5% les moyennes suivies par une même lettre ne sont pas significativement différentes.

Pour cette campagne globalement le niveau des rendements moyens est inférieur à celui de l'année précédente mais reste toutefois acceptable.

Tableau V: Moyennes sur 6 repetitions variables mesurées sur sol Moussi en residuel

Traitements	Nbre talles m ²	Nbre panicul m ²	Hauteur cm	Pds grain Kg/ha	Pds paille Kg/ha
T1	130 b	128 b	83,15 d	3251 c	4033 c
T2	148 ab	162 ab	91,70 bcd	4321 ab	4815 bc
T3	142 ab	135 ab	89,50 cd	4280 ab	5350 abc
T4	187 a	186 a	94,80 abc	4938 ab	5267 abc
T5	138 ab	167 ab	90,30 cd	4280 b	5092 bc
T6	166 ab	169 ab	95,.. abc	4979 ab	5597 abc
T7	160 ab	180 ab	92,70abcd	4362 ab	5638 abc
T8	147 ab	135 ab	92,50abcd	4568 ab	5679 abc
T9) T10) T11) T12)	190 a	187 a	102,80 a	4977 ab	6255 ab
	162 ab	158 ab	101,30 ab	4650 ab	7078 a
	178 ab	176 ab	95,30abc	5309 a	5350 abc
	146 ab	154 ab	93,33abcd	4650 ab	5268 abc
Moy. Gener.	158	162	93,50	4547	5452
Signific.	HS	HS	HS	HS	HS
C.V. %	17.	17.	6.11	16.49	26.13

Tableau VI: Moyenne sur 6 repetitions des variables mesurées sur Dian résiduel.

Traitements	Nbre Talles m ²	Nbre panicules m ²	Hauteur cm	Pds grain Kg/ha	Pds paille Kg/ha
T1	136	129 b	85,15 b	2346 d	2634 e
T2	144	146 b	91,70 a	3045 c	3910 cd
T3	172	164 ab	95,.. a	4033 ab	4774 abc
T4	176	161 ab	98,30 a	3786 ab	4568 bcd
T5	145	155 ab	94,15 a	3375 bc	3868 cd
T6	175	174 ab	95,15 a	3951 ab	4774 abc
T7	188	194 a	93,70 a	3951 ab	4732 abc
T8	176	163 ab	22,70 a	3868 ab	3704 d
T9	195	196 a	98,15 a	4403 a	5556 a
T10	165	163 ab	97,30 a	4321 a	5597 a
T11	174	167 ab	97,30 a	4074 ab	4979 ab
T12	167	166 ab	93,50 a	3786 ab	5021 ab
Moy.général.	168	165	94.35	3745	4510
Significat	S	HS	HS	HS	HS
C.V %	17.83	14.92	4.27	14.61	15.73

Tableau VII: Moyenne sur 6 repetitions des variables mesurées sur Danga en residuel

Traitements	Nbre Talles m ²	Nbre Panicules m ²	Poids grain Kg/ha	Poids Paille Kg/ha
T1	117	150	3087	4074
T2	152	168	3704	5391
T3	160	172	4198	5885
T4	159	173	4074	5268
T5	170	164	4486	5515
T6	164	181	4321	4527
T7	173	181	4568	5226
T8	163	182	4486	5720
T9	191	206	4815	6296
T10	194	199	5144	6872
T11	162	181	4442	5309
T12	167	177	4239	5638
Moyenne	164	178	4297	5535
C.V.	16.71	14.06	17.52	16.90
Signification	HS	S	HS	HS

Discussion

Moussi. Sol vertique grumologique très argileux à pH neutre. L'analyse de la variance montre pour l'ensemble des variables mesurées des différences significatives. Les classements de moyennes suivant le test de Duncan ne fait pas ressortir d'effet phosphore. Tous les traitements phosphore sont équivalents au témoin complément minéral mais différents seulement du témoin absolu.

L'effet phosphore apparait seulement pour la variable poids paille où on note une supériorité de la forte dose (300 P₂O₅) sous forme soluble. Ces résultats sont conformes à ceux obtenues l'année précédente et confirment la forte fixation du phosphore. On peut noter d'une manière relative une nette amélioration pour le PNT qui affiche le meilleur rendement grain en valeur arithmétique. En général, la localisation, la matière organique et le phosphate peu soluble ont permis une meilleure utilisation du phosphore en résiduel.

Dian: Sol à tendance vertique topomorphe non grumosolique l'analyse de la variance effectuée sur l'ensemble des variables mesurées montre des différences significatives entre les traitements.

Sur l'ensemble des variables excepté le nombre de talles au m², et la hauteur des plants, le classement des moyennes suivant le test de Duncan montre un effet phosphore. Les différentes formes de mode d'apport et combinaison avec la matière organique restent équivalentes, mais supérieures aux traitements sans phosphore.

Par rapport à l'année précédente on note une redistribution dans le classement, le PNT, épandu à la volée se place dans les meilleures moyennes.

Pour le poids paille l'effet phosphore apparait seulement pour les fortes doses.

Danga:

L'analyse de variance comme pour les deux autres types de sol montre des différences hautement significatives pour les variables mesurées. Le classement des moyennes suivant le test de Duncan montre un effet phosphore seulement pour le poids grain et le poids paille.

Les formes et modes d'application sont équivalents entre eux, on note un décrochage du phosphore soluble localisé par rapport à la dose renforcée à la volée.

L'effet résiduel PNT reste très modeste sur ce type de sol où on note plutôt une amélioration par l'apport de compost.

Conclusions

Comme l'année précédente les 3 types de sol se distinguent par leur comportement vis à vis du phosphore. Sur Moursi la fixation se confirme par l'absence de tout effet résiduel phosphore

Sur Dian l'effet phosphore apparaît mais sans que l'on puisse noter une amélioration quelconque entre forme et mode d'épandage sur Danga on note une amélioration par apport de la matière organique sous forme de compost, sans toujours aucune amélioration du PNT.

Clendrier Cultural

Nature des Opérations	Dates		
	Moursi	Dian	Danga
Pré irrigation			
Prélèvement de terre	21-7-89	11-7-89	12-7-89
Piochage	23-7-89	13-7-89	22-7-89
Mise en eau	27-7-89	25-7-89	27-7-89
Mise en boue	28-7-89	26-7-89	28-7-89
Planage et apport			
Compl.minéral (K ₂ O	29-7-89	27-7-89	28-7-89
Répiquage	30 et 31-7-89	28-7-89	29-7-89
Remplacement des			
Plants manquants	-	-	-
Desherbage	-	-	-
Apport 1ère fraction urée	17-8-89	16-8-89	15-8-89
Desherbage et compt.			
de talles	12-8-89	13-9-89	12-9-89
Apport 2e fraction urée	2-10-89	4-10-89	3-10-89
Comptage de panicules	9-11-89	8-11-89	8-11-89
Mesure de hauteur	12-11-89	8-11-89	8-11-89
Récolte	4-12-89	18-11-89	18-11-89

Résultats essais annuels.

Les résultats obtenus en moyenne sur 6 répétitions sur Dian et Danga figurent au tableau (8) et (9) le troisième essai sur Moursi suite aux inondations et dégats de rats n'a pas été exploitable. Les moyennes suivies par la même lettre ne sont pas statistiquement différentes suivant les classements effectués par le test de DUNCAN.

Dans l'ensemble les résultats sont assez moyens cette année, dû en grande partie aux attaques de rats et à la période de repiquage qui a coïncidé à une période de fortes eaux; ce qui explique en partie la grande variabilité observée sur certaines variables.

Tableau VIII. Résultats moyens sur 6 répétitions des variables analysées sur Dian en annuel.

Traitements	Nombre talles m ²	Nombre panicules m ²	Hauteur cm	Poids grains Kg/ha	Poids paille Kg/ha
T1	101	146 d	77.00	2140 e	3868 d
T2	105	179 bd	79.15	2757 de	4609 cd
T3	174	215 ad	86.85	3992 b	5802 bc
T4	124	168 cd	83.15	3498 bc	4856 bcd
T5	91	176 bcd	78.85	2634 de	4568 cd
T6	135	235 a	84.50	3622 bc	5432 bc
T7	124	194 abc	79.	3210 cd	4486 cd
T8	98	186 bcd	77.65	3045 cd	4568 cd
T9	197	132 a	86.30	4157 b	6255 b
T10	221	232 a	91.	4238 a	7737 a
T11	101	193 abc	83.5	3251 cd	4691 cd
T12	101	185 bcd	77.15	3169 cd	4897 bcd
Moyenne	130	195	82.00	3368	5147
C.V %	36,37	16.43	6.54	16.30	21.76
Significat°	HS	HS	HS	HS	HS

Tableau IX. Résultats Moyens sur 6 répétitions des variables mesurées type sol Danga en annuel.

Traitements	Nbre talles au m ²	Nbre panicule au m ²	Hauteur cm	Poids grains (Kg/ha)	Poids paille (Kg/ha)
T1	179 d	194 d	72	2551 d	3993 e
T2	203 d	261 d	72.15	3292 d	4897 de
T3	232 bcd	262 abc	84.0	5268abc	6790 abc
T4	283 b	272 abc	81.5	5556abc	5926 cd
T5	224 bcd	285 c	76.65	4691 c	5844 cd
T6	271 b	255 bc	84.30	5267 bc	6173 cd
T7	268 b	304 abc	88.30	5638abc	6379 bcd
T8	263 bc	297 bc	78.15	4856 bc	5432 cde
T9	379 a	317 ab	93.15	5803 ab	7737 ab
T10	370 a	306 a	91.15	6420 a	7942 a
T11	230 bcd	276 bc	80.65	4938 bc	5926 cd
T12	205 cd	253 d	72.15	3333 d	4280 e
Moyenne	258	273	81.20	4801	5943
C.V %	17.55	13.09	6.58	15.24	19.62
Significat°	HS	HS	HS	HS	HS

Discussions

-Dian: Sur l'ensemble des variables mesurées l'analyse de la variance montre des différences hautement significatives. Le classement des moyennes suivant le test de Duncan montre un effet phosphore seulement pour les formes solubles de phosphore. La localisation de la faible dose de phosphore ne permet pas pour ce type de sol une amélioration, au contraire l'efficacité diminue.

Sur aucune des variables on ne note un effet PNT même à forte dose. Bien que ce type de sol soit pauvre en matière organique on ne note aucun effet matière organique.

L'effet de la localisation se manifeste suivant les doses et les formes du phosphore.

Pour la forme soluble, la forte dose à la volée est équivalente à la localisation pour les composantes du rendement mais supérieur pour le poids grain et poids paille.

Pour le PNT les modes d'épandage ne se distinguent pas l'un de l'autre quelque soit la variable.

-Danga: l'analyse de la variance montre des différences hautement significatives sur l'ensemble des variables mesurées. L'effet phosphore et matière organique apparaît pour le poids grain, le poids paille, la hauteur.

Pour les 2 dernières variables citées seules les fortes doses de phosphore solubles se distinguent. Pour le poids grain un effet phosphore est net. Le phosphore soluble à forte dose est supérieur au PNT. La localisation du PNT présente un effet dépressif. L'utilisation du compost seulement est significative: elle est équivalente aux faibles doses d'apport de phosphore. Ce qui se comprend, vue la pauvreté relative des sols en matière organique. Pour le phosphore sous forme soluble on note la même réaction que l'année précédente, mais pour le PNT on note une réaction différente avec un effet phosphore avec la dose de 300 P2O5 mais à la volée.

Calendrier des travaux.

Activités	Date	
	Dian	Danga
Choix des Parcelles	28 - 6 - 87	28 - 6 - 89
Labour et hersage	7 - 7 - 89	9 - 7 - 89
Piquetage	8 - 7 - 89	29 - 7 - 89
Compartimentage	8 - 8 - 89	8 - 8 - 89
Prélèvement de terre	15 - 8 - 89	14 - 8 - 89
Mise en boue et planage	15 - 8 - 89	14 - 8 - 89
Apport engrais de fond	16 - 8 - 89	15 - 8 - 89
Repiquage	16 - 8 - 89	15 - 8 - 89
Localisation engrais	29 - 8 - 89	29 - 8 - 89
Remplacement plant manquants	28 - 8 - 89	28 - 8 - 89
Apport 1ère fraction urée	2 - 9 - 89	2 - 9 - 89
Comptage de talles	2 - 10- 89	2 - 10- 89
Apport 2e fraction urée	20 - 10- 89	20 - 10- 89
Prélèvement de plants entiers	6 - 11- 89	6 - 11- 89
Comptage panicules /Mensuration	8 - 12- 89	8 - 12- 89
Récolte	15 - 12- 89	14 - 12- 89
Battage et Pesées	23 - 12- 89	20 - 12- 89

ETUDES DU "PEUPEMENT" VEGETAL

Introduction. Dans les systèmes de cultures le peuplement végétal comme la fertilisation est un des facteurs essentiels dont la gestion rationnel garantit l'efficacité des autres facteurs. C'est pour quoi le peuplement végétal doit être réfléchi en fonction et du système tout entier mais aussi des facteurs essentiels telle la fertilisation azotée et les caractéristiques de la variété utilisée. Dans ce cadre nous avons initié quatre études sur le repiquage 3 en station à Kogoni et une en contre saison dans un petit périmètre irrigué de Mopti.

A. Influence de l'écartement de repiquage sur le rendement du riz.

1. Objet. Il s'agit de définir la densité de repiquage (défini par différents écartements) la plus productive en contre saison..

2. Matériels et Méthodes.

2.1. Matériels

2.1.1. Matériel végétal: La variété IR1529-680-3 a été utilisée; elle est largement répandue dans les petits périmètres irrigués villageois (p.p.i.v). Des plants de 3 semaines provenant d'une pépinière humide ont été repiqués à 2 - 3 par poquet.

2.1.2. Site: L'étude a été conduite de Mars à Juillet sur les périmètres de Medine (opération riz Mopti).

2.2. Méthodes

2.2.1. Dispositif et traitements.

L'essai a été conduit dans un bloc de Fisher avec 4 répétitions. Les dimensions parcellaires étaient de 5 m x 3 m soit 15 m². Les six écartements correspondant à différentes densités mis en compétition sont les suivants:

Tableau I : Moyennes des résultats sur 4 répétitions

Traitements	Nbre talles (m ²)	Talles Hauteur récoltées (cm)	Nbre Panic.	Nbre grain /panic.	Poids Grains (kg/ha)	
T1	166	75,6	185	166	103 b 3085	
T2	142	78,5	157	139	106 b 2977	
T3	126	77,85	144	134	105 b 3041	
T4	127	78,9	152	134	124 ab 3150	
T5	153	77,3	168	150	115 ab 2985	
T6	148	79,55	145	146	136 a 3053	
<hr/>						
Moyenne						
Générale	143	77,95	158	145	115 3049	
CV %	15,14	3,02	13,47	15,17	11,71 13	
Signifi.	NS	NS	NS	NS	NS NS	

B Densités x variétés

1. Objet: Déterminer pour chaque variété vulgarisable un écartement optimal de repiquage.

2. Matériels et Méthodes

L'essai est implanté à la station de Kogoni sur vertisol aménagé pour l'irrigation. Les variétés sont semées en pépinière à raison de 50 kg/ha. La parcelle labourée est pulvérisée et mise en boue. Après un planage le repiquage est fait après 21 jours de pépinière aux écartements ci-dessous indiqués à quatre plants par poquet.

T1. 30 cm X 15 cm	T4. 30 cm X 30 cm
T2. 30 cm x 20 cm	T5. 25 cm x 25 cm
T3. 30 cm x 25 cm	T6. 20 cm x 20 cm

2.2.2. Conditions de réalisations

La préparation du sol a consisté à un labour à la charrue suivi d'un hersage. Le phosphore avait été apporté à raison de 300 kg de phosphate naturel de Tilemsi (PNT) la campagne précédente et 100 kg/ha d'urée ont été fractionnés à raison de 50 kg/ha au tallage et 50 kg/ha à l'initiation paniculaire. Les entretiens conventionnels (désherbage, irrigation) ont été effectués à la demande. A la récolte, les 2 lignes de bordure: une de chaque côté ont été éliminées.

3. Résultats et discussions

Les moyennes sur 4 répétitions des variables mesurées figurent au tableau (I). Les rendements moyens grain sont assez moyens; sur l'ensemble des variables mesurées, l'analyse de la variance montre des différences significatives seulement pour le nombre de grains par panicule. Le classement des moyennes suivant le test de Duncan montre que l'écartement 20 cm x 20 cm est supérieur aux 3 premiers arrangements. Les différences que l'on note sur le nombre de grains par panicule n'apparaît pas pour le poids grain. Tous les arrangements sont équivalents les uns aux autres. Ces résultats obtenus avec une variété devraient être confirmés cela en fonction de la fertilisation et de différents matériels végétaux.

Trois variétés sont factoriellement combinées à trois écartements dans un dispositif en bloc de Fisher à 9 traitements répétés 5 fois.

- Variétés

1. H15 23 DA.
2. BG 90-2.
3. 40-1644-227.

- Ecartements

1. 25 cm x 25 cm
2. 20 cm x 20 cm
3. 30 cm x 20 cm

Les parcelles ont une dimension de 3 m x 10 m soit 30 m². La récolte est effectuée sur la partie centrale en éliminant 50 cm de chaque côté soit une surface utile de 2 m x 9 m = 18 m², une fertilisation minérale composée de 100 N - 46 P²O⁵ et 50 K₂O est apportée sur tous les traitements. Le phosphore et la potasse sont apportés en fond alors que l'azote est apporté en couverture à raison de 3/8 au tallage et 5/8 à l'initiation. Le détail des techniques appliquées figure dans le calendrier cultural.

Tableau II. Stades phénologiques.

Stades phénologiques	Dates		
	H15 23 DA	BG 90-2	40-1644-227
Levée	11-6-1989	11-6-1989	11-6-1989
Reprise	9-7-1989	9-7-1989	9-6-1989
Tallage	14-8-1989	14-8-1989	14-8-1989
Initiation paniculaire	9-9-1989	30-8-1989	9-9-1989
Epiaison/floraison	10-10-1989	21-9-1989	2-10-1989
Maturité			
Stade laiteux	10-10-1989	30-9-1989	18-10-1989
Stade cireux	25-10-1989	10-10-1989	28-10-1989
pleine maturité	31-10-1989	20-10-1989	2-11-1989

Résultats et discussions

A l'issu de l'analyse de variance on note qu'il existe pour toutes les variables mesurées une différence hautement significative entre les variétés. Cependant, le facteur B constitué par les 3 écartements, seule la hauteur montre un effet non significatif. Pour toutes les variables analysées, des coefficients de variation sont acceptables et l'interaction est dans tous les cas non significative. La comparaison des moyennes a permis de noter que le nombre de talles de BG90-2 est inférieur à ceux des autres qui ne se différencient pas entre eux. Pour les écartements, les meilleurs résultats sont obtenus avec 20 cm x 20 cm et 30 cm x 20 cm qui restent équivalents et supérieurs à 25 x 25 cm.

Pour le nombre de panicules au m² et le poids padd^y les variétés H15 23 DA et 40-1644-227 sont équivalentes et supérieures à la variété BG 90-2. L'écartement 30 cm x 20 cm donne le meilleur rendement grain, suivi par 25 cm x 25 cm qui se différencie de 20 cm x 20 cm. Le rendement moyen de l'ordre de 3253 kg/ha est assez faible. Les meilleurs rendements paille sont obtenus aux écartements 30 cm x 20 cm et 25 cm x 25 cm.

Tableau III. Moyenne des variables sur 5 répétitions.

Traitements	Talles	Panicules	Hauteur	Poids Grains kg/ha	Poids Paille kg/ha
Facteur A (Variétés)					
1.	213 a	190 a	108.88	3467 a	6987
2.	180 b	162 b	90.31	2885 b	4967
3.	217 a	201 a	111.21	3408 a	6309
Facteur B (Ecartements)					
1.	175 b	166 b	104.56	3319 b	6268 a
2.	215 a	185 ab	103.10	2896 c	5550 b
3.	220 a	202 a	102.74	3545 a	6446 a
Moyenne Générale	203	184	103.46	3253	6088
Signification					
Effet A	HS	HS	HS	HS	HS
Effet B	HS	HS	NS	HS	HS
A x B	NS	NS	NS	NS	NS
CV %	15.86	16.57	5.92	8.84	8.38

Calendrier cultural

Dates	Nature des travaux effectués
5-6-1989	Semis pépinière
"	Labour
24-6-1989	Piquetage
28-6-1989	Planage
29-6-1989	Mise en boue - apport P, K, et repiquage.
27-7-1989	Desherbage
28-7-1989	Apport urée (1 ère fraction)
1-8-1989	Mise en eau.
31-8-1989	Desherbage
7-9-1989	Drainage + Comptage talles
8-9-1989	Apport urée (2 ème fraction)
11-9-1989	Mise en eau définitive
30-10-1989	Comptage Panicules
"	Mensuration hauteur
3-11-1989	Récolte
24-11-1989	Pesées et battage

C Essai densité x niveau d'azote

1. Objectif: Déterminer un écartement optimum et un niveau optimal d'azote correspondant. L'essai a été conduit en 1989 pour la première campagne. Il s'agit cette année de confirmer et de préciser les résultats antérieurs.

2. Matériels et Méthodes

L'essai est implanté à Kogoni sur un vertisol topomorphe. La variété utilisée est la BG 90-2. Le semis est fait en pépinière à raison de 50 kg/ha. Après un labour suivi de pulvérisage la parcelle a été mise en boue et planée. Le repiquage a été fait à 3 plants par poquet. Le dispositif adopté est un factoriel conduit en Split-plot avec 4 traitements principaux et 3 traitements secondaires à 6 répétitions. Les parcelles principales ont une superficie de 81 m² et les secondaires ont les dimensions de 3 m x 9 m soit 27 m². La récolte est effectuée sur les lignes centrales en éliminant 50 cm de chaque côté soit une parcelle utile de 16 m².

Traitements Principaux

N1 = 0 N/ha + C.M.
 N2 = 50 N/ha + C.M.
 N3 = 100 N/ha + C.M.
 N4 = 150 N/ha + C.M.

Traitements secondaires

E1 = 0.20 m X 0.20 m
 E2 = 0.25 m X 0.25 m
 E3 = 0.30 m X 0.20 m

Tous les traitements ont bénéficié d'un complément minéral (C.M.) composé de phosphore et de potasse qui sont apporté avant le repicage respectivement sous forme de super phosphate simple 250 kg/ha et sulfate de potasse: 100 kg/ha. Le détail des techniques appliquées figure dans le calendrier cultural. L'azote est apporté sous forme d'urée en 2 fois: 3/4 au tallage et 5/8 à l'initiation.

3. Résultats et discussions

Les résultats de l'analyse de variance sont consignés dans le tableau IV. Toutes les variables n'ont pas été mesurées à cause des dégâts de rats qui se sont manifestés à tous les stades de développement du riz. Ces attaques se sont surtout intensifiées vers fin tallage. Pour les variables mesurées, les coefficients de variation sont acceptables excepté le nombre de panicules au m² (21.49 %).

L'interaction est dans tous les cas non significative. L'analyse de variance montre pour le nombre de talles au m² un effet hautement significative pour les différentes doses d'azote et significatif pour les écartements. Le plus grand nombre de talles est obtenu avec 100 et 150 kg N/ha suivi par la dose de 50 kg N/ha. L'écartement 0.30 m x 0.20 m donne la meilleure densité.

Concernant la hauteur, les différentes dose ainsi que les écartements montrent un effet hautement significatif. La comparaison des moyennes selon le test de Newman et Keuls laisse voir un effet azote. Toutes les doses sont équivalentes, mais supérieures au temoins.

Tableau IV. Densité par niveau d'azote. Moyennes des variables sur 6 répétitions.

Traitements	Taille au m ²	Panicule au m ²	Hauteur en cm
Facteur A (Dose d'azote)			
N1	149 c	117	78.70 b
N2	204 b	144	88.40 a
N3	236 a	160	90.61 a
N4	251 a	155	92.86 a
Facteur B (Densité)			
E1	208 ab	130 b	85.56 b
E2	200 b	148 a	87.91 a
E3	221 a	154 a	89.46 a
Moyenne général	210	144	87.64
Signification			
Effet A	HS	NS	HS
Effet B	HS	HS	HS
A x B	NS	NS	NS
CV %	13.74	21.49	4.28

**EVALUATION DU PNT EN FUMURE DE FOND SUR LE RENDEMENT DU
RIZ D'IMMERSION PROFONDE.**

1- Objet:

Etudié l'effet d'un apport en fumure de fond du PNT (phosphate Naturel de Tilemsi) associé à un apport annuel d'engrais phosphaté soluble sur le riz d'immersion profonde.

2- Materiel et Methode:

Cette expérimentation a été conduite pendant la campagne agricole 1989/90 à la station de Mopti. Un labour suivi d'un pulvérisage au tracteur a servi de préparation du lit de semence. Sur l'ensemble de la parcelle expérimentale, 10 échantillons de sol ont été prélevés dont 5 à 0-20 cm et 5 à 20-40 cm en vue de caractériser le site à partir d'une analyse complète par échantillon.

Après piquetage et avant l'apport d'engrais, un échantillon moyen a été prélevé par parcelle élémentaire dans le but de définir le statut phosphorique au début et à la fin de l'expérimentation après trois années de reconduction.

Excepté le témoin absolu, tous les traitements devraient recevoir un complément minéral azoté sous forme d'urée à raison de 50 Kg/ha au tallage et 50 Kg/ha 7-10 JAC; et potassique sous forme de Kcl à raison de 100 Kg/ha au semis.

La variété FRRS 43-3 a été utilisée pour le semis à la densité de 80 Kg/ha de semence en lignes continues espacées de 30 cm. Un desherbage manuel deux semaines après la levée suivi de trois épurations ont constitué l'essentiel des travaux d'entretien.

A l'épiaison, 25 feuilles paniculaires ont été prélevées par traitement en vue d'évaluer la nutrition minérale du riz. La récolte a porté uniquement sur les 7 lignes centrales réduites de 50 cm à chacune de leur extrémité; ce qui donne par traitement une

parcelle utile de 9 m x 1,80 m soit 16,20 m².

3 Dispositif Expérimental:

Bloc de Fisher avec 5 répétitions espacées les unes des autres de 2 m. Chaque répétition comportait 6 traitements distants de 1 m avec une surface parcellaire de 10 m x 3 m soit 30 m². La combinaison d'apports annuel de phosphore sous forme soluble au PNT en fond pour avoir l'équivalent de 78 P₂O₅ pour 3 campagnes constituent les traitements mis en compétition.

1. Temoin absolu
2. Temoin complement minéral
3. 26 P₂O₅ sous forme de super phosphate simple (SSP) en apport annuel
4. 100 Kg/ha PNT en fumure de fond + 17 P₂O₅ (SSP)
5. 200 Kg/ha PNT en fumure de fond + 8,6 P₂O₅ (SSP)
6. 300 Kg/ha PNT en fumure de fond.

4 Resultatss et Discussions:

L'analyse de la variance a porté sur les composants essentiels du rendements. Les resultats moyens sur 5 répétitions sont consignés au tableau (I). Les rendements grains moyens sont assez bons. L'analyse de la variance ne montre aucune difference entre les traitements pour cette première année.

Tableau I. Resultats moyens sur 5 répétitions des variables mesurées.

	Nbre talles m ²	Nbre panicules m ²	Nbre grain par panicules	Pds grain Kg/ha
T1	296	193	91	3085
T2	271	219	98	2978
T3	252	189	108	3041
T4	296	218	108	3150
T5	292	230	101	2985
T6	281	208	108	3053
Moyenne	280	210	102	3049
C.V %	22.81	21.40	21.22	13%
Sign.	NS	NS	NS	NS

INFLUENCE DES DOSES ET DATES D'APPLICATION DE L'URÉE SUR LE
RENDEMENT DU RIZ DANS LES

P.P.I.V. Mopti.

Objet: L'azote est le pivot de la fertilisation minérale du riz irrigué, mais son efficacité dépend non seulement de la quantité épandue mais du moment et de la manière dont l'engrais azoté est utilisé.

La rentabilité des P.P.I.V (petits périmètres villageois) nécessite une optimisation des rendements avec la mise au point de pratiques appropriées. Cette étude répond à ces objectifs de déterminer les doses et périodes d'application de l'azote sous forme d'urée permettant d'obtenir un rendement optimum.

Matériels et Méthodes

Matériels

1. Matériel végétal: La variété IR1529-680-3 de courte taille assez productive et largement utilisée dans les P.P.I.V a été utilisé en repiquage aux écartements de 30 cm x 20 cm à 3 plants par poquet. Les plants repiqués provenant d'une pépinière humide avaient 21 jours.

2. Site

L'essai a été conduit dans un site expérimental du périmètre de MEDINE, opération Riz Mopti

Méthodes d'étude

L'étude a été conduite en bloc de Fisher à 4 répétitions avec des parcelles élémentaires de 5 m x 3 m = 15 m².

L'apport de 50 ou 100 Kg/ha d'urée au tallage ou à l'initiation a permis de déterminer 6 traitements suivants mis en compétition.

T1 = témoin sans urée.

T2 = 50 Kg d'urée appliqués au tallage.

T3 = 50 Kg d'urée appliqués à l'initiation paniculaire

T4 = 100 Kg d'urée appliqués au tallage.

T5 = 100 Kg d'urée appliqués à l'initiation Paniculaire

T6 = 50 Kg d'urée au tallage et 50 Kg d'urée à l'initiation paniculaire.

2. Conditions de Réalisation

Le labour à la charrue a été suivi d'un hersage et d'une mise en boue pour le repiquage les entretiens courants: désherbage ont été effectués à la demande.

A la récolte on a éliminé 2 lignes de bordures: une ligne de chaque côté et récolté les 8 lignes centrales.

Résultats et Discussions

Les moyennes sur 4 répétitions de l'ensemble des variables mesurées figurent au tableau 1.

Les poids grains sont donnés à 14% d'humidité.

Après l'analyse de variance, les moyennes ont été classées suivant le teste de Newman et KEULS. Pour la même variable les moyennes ayant la même lettre ne sont pas significativement différentes.

Tableau 1. Moyennes sur 4 répétitions de variables mesurées.

Trait- ments	Nbre talles début	Hauteur cm	Nbre talles (m ²)	Nbre panicules (m ²)	Poids panicules (kg/parc.)	Poids grains (kg/ha)
T1	111 c	70.25 b	150	133 b	85.5	1586 c
T2	134 b	73 b	145	126 b	10.6	2645 b
T3	116 c	72.75 b	156	139 b	94.500	2759 b
T4	160 a	78 a	178	151 ab	104.75	2844 b
T5	109 c	80 a	149	134 b	100.250	2993 a
T6	160 a	79 a	166	169 a	109.50	3465 a
Moy.	132	75.5	157	142	100.1	2715
C.V%	8.99	3.42	12.79	9.16	15.60	15.46
Sign.	H.S	H.S	N.S	H.S	N.S	H.S

On note des différences significatives entre les traitements pour le nombre de talles, la hauteur des plants le nombre de panicules et le poids grains.

L'épandage de l'urée au tallage apparaît très efficace pour l'augmentation du nombre de talles. Tous les traitements avec urée au tallage sont supérieurs à ceux sans urée. Cette tendance se maintient pour la hauteur, mais disparaît au 2e comptage de talles à la récolte.

On note alors pour le nombre de Panicules au m² un effet seulement pour 100 Kg d'urée fractionné. Les 100 Kg d'urée apportés globalement au tallage ou à l'initiation paniculaire ne sont pas différents du témoin.

Pour le poids grain on note 3 groupes homogènes: le témoin sans urée, les doses de 50 Kg d'urée et les doses de 100 Kg d'urée, pour ces grandes doses, l'effet fractionnement n'apparaît pas statistiquement; mais on note une supériorité arithmétique du traitement avec fractionnement.

IDENTIFICATION DES PROBLEMES
D'ALCALI(NI)SATION ET DE SALINISATION
A L'OFFICE DU NIGER ZONE DE NIONO.

I. INTRODUCTION.

L'évolution des sols sous irrigation a conduit au fil des années à une dégradation progressive des sols. Cette situation a été stigmatisée par Toyau en 1980, Van Diepen 1984 Bertrand 1986. Ces trois dernières années un accent particulier est mis sur l'étude de cette infertilité qui s'installe à travers l'office du Niger.

La recherche agronomique soucieuse de ce problème a initiée un volet d'études du phénomène de Salinisation et d'Alcalinisation avec le soutien financier de l'office du Niger à travers le projet ARPON. Cette étude qui s'étalera sur trois ans avait dans ses objectifs pour cette campagne les points suivants:

- L'identification des facteurs qui influencent les processus, de l'alcalinisation, de la salinisation et déterminer l'importance relative et absolue de chaque facteur.
- Permettre une meilleure compréhension du mécanisme de blocage de la production.
- Faire une analyse préliminaire des effets de différents éléments des reamenagements sur les facteurs mentionnés.
- Définir de manière plus détaillée la suite de l'étude pour atteindre les objectifs fixés.

L'étude a été conduite suivant la méthodologie définie par la mission Van Driel 1989.

II METHODOLOGIE.

La demarche a reposé sur les 3 points essentiels suivants:

- Une enquete agropédologique.
- Le suivi agronomique pour definir l'impact du phénomène sur les cultures en fonction du système dans lequel on se trouve.
- L'étude hydrodynamique de la nappe.

2.1. Materiels et Methodes.

2.1.1. Choix des sites.

Les zones d'observation ont été choisies en fonction des objectifs fixés cités plus haut.

4 zones rizicoles et 2 zones maraichères ont été choisies en permettant une opposition reamenagé - non reamenagé et reamenagement RETAIL / Reamenagement ARPON.

La localisation des sites suivant le système hydraulique a été faite avec tous les secteurs de Niono, et la DRD.

Les sites retenus sont les suivants:

En riziculture.

- Le partiteur KL3 reamenagé par ARPON
- Le partiteur G5 non reamenagé
- Le N4.1g reamenagement RETAIL
- Le Ng non reamenagé

En maraichage

- Le N1 1d bis reamenagé
- Le G1 non reamenagé.

A ces zones pilotes 2 sites ont été ajoutés amenant le nombre à 2 il s'agit:

- du partiteur KO2 Reamenagé par ARPON après six mois d'assec
- du N4 6d reamenagement RETAIL avec double culture.

2.1.2 Etudes hydrodynamique.

Les études hydrodynamiques ont porté pour l'essentiel sur le suivi de la nappe phreatique dans le temps, le suivi qualitatif de l'irrigation et du drainage et enfin d'une revue historique des nappes dans les limites proches de Niono.

Le suivi de la nappe a été exécuté grâce à un dispositif piézométrique partant du système d'irrigation au drain généralement du partiteur au grand drain et de l'arroseur au petit drain en mettant les piézomètres suivant un T. Ce qui permettrait d'entrevoir les gradients éventuels. Les piézomètres ont été installés en couple suivant la profondeur. Un à 3m et le second à 1,5m. Cette différence de niveaux entre les 2 piézomètres ou pressions d'eau aux profondeurs différentes permet de suivre les mouvements verticaux.

La fréquence des mesures de niveaux d'eau dans les piézomètres était fonction des fluctuations espérées, et en fonction du régime d'arrivée des eaux. C'est ainsi que les mesures ont été faites 2 à 3 fois par semaine en début de saison hivernale avec les fortes pluies et le plein d'irrigation pour finir graduellement à une fréquence de 2 fois par mois.

Les installations de piézomètres ont été accompagnées de prélèvements de sols qui permettent de caractériser les sites 4 horizons au moins ont été décrit par point d'installation de piézomètres.

L'irrigation et le drainage ont été suivis à partir d'échelles installées dans les canaux. Les observations sont de nature qualitative les débits ne pouvant généralement pas être calculés.

La pluviosité a été suivie pour chaque site à l'aide de pluviomètres installés dans les points les plus proches.

2.1.3 Enquetes agropédologiques

Cette partie de l'étude devrait permettre de préciser l'importance, l'évolution, l'impact et l'état de connaissance du monde paysan sur l'alcali(ni)sation et la salinisation des sols. Elle a comporté 2 parties

- Une enquête par interview exécutée suivant une fiche d'enquête établie en Bamanan en collaboration avec le service socio-économique du projet ARPON et le chef de ZAF (Zone d'alphabétisation fonctionnelle. Elle a porté sur l'ensemble des villages des sites choisis soit un total de 407 familles réparties entre la riziculture 250 familles et le maraichage 157 familles.
- Une enquête cartographique à suivi les interview pour matérialiser sur le terrain l'importance du phénomène et dissiper si cela existe les confusions ou incompréhension entre enquêteurs et exploitants.

2.1.4 Le suivi agronomique

Cette étude vise à préciser les effets de la Salinisation et l'alcali(ni)sation sur la végétation en général et le riz en particulier.

Dans chaque zone pilote 3 carrés d'observations de 25 m² (5m x 5m) ont été installés, dont 2 sur les surfaces affectées et 1 sur les surfaces supposées non affectées.

Sur 1 m² matérialisé à l'intérieur de chaque carré, nous avons suivi la culture du riz de l'installation à la récolte.

Le suivi a porté sur les mesures des différentes composantes du rendement et aussi sur l'évolution chimique des sols.

2.1.5 L'échantillonnage

Pour permettre le suivi chimique, des prélèvements de sols et d'eaux ont été effectués à différentes dates.

- Sols-

Lors de l'installation des piézomètres le profil entier des piézomètres de 3m ont été décrits et prélevés. A ceux là il faut ajouter les échantillons prélevés dans les carrés d'observations.

Sur les échantillons de surface nous avons fait une analyse chimique et la granulométrie. Sur les échantillons de profondeur l'analyse chimique a été partielle.

- Eaux

La qualité de l'eau semble être en grande partie à l'origine de la dégradation. Un suivi fréquent a été fait pendant la durée de l'étude avec des mesures de pH et de conductivité électrique au laboratoire de la DRD à Niono et une analyse chimique mensuelle à Sotuba.

III. Résultats

3.1. Enquête agropédologie

Les tableaux (1) (2) et les graphiques associés font la synthèse de toutes les informations recueillies lors de l'enquête par interview. Les résultats exceptés les superficies sont des avis par exploitations. Les pourcentages sont calculés par rapport aux familles enquêtés. Le pourcentage général de famille enquêté est environ de 80% ce qui est un bon score qui aurait pu être meilleur si ce n'est le cas de Sassa où le nombre de non résidents semble important.

- L'importance des phénomènes.

L'ensemble des types de dégradation alcali(ni)sation, salinisation sont tous regroupés sans aucune distinction sous le vocable "segué" et il s'agit de la somme de toutes les manifestations.

Nous avons apprécié l'importance de la dégradation par interview d'une part et par cartographie sur le terrain. Par interview on

de casier, le pourcentage de dégradation varie d'un point à un autre et en fonction du système de production.

Au KL3 on a une moyenne des 2 zones Kolodougou et Gnoumanké de 13% avec à Kolodougou 16% et 10% à Gnoumanké cela pour le riz casier pour n'avoir que 2% au G5.

En opposant le KL3 au G5 pour l'interview on obtient aucun effet reamenagent d'autres facteurs comme on le verra plus loin intervenant. Les resultats obtenus par la cartographie sont consignés au tableau (3). Il est à rappeler que lors de la cartographie un critère de classification à été adopté qui a defini 5 classes qui sont les suivantes:

- 1e classe aucune affection
- 2e classe legèrement affectée production non affectée
- 3e classe moyennement affectée production reduite
- 4e classe très affectée
- 5e classe extremement affectée sans production.

Les superficies des 3 classes ont été regroupées pour constituer les surfaces dégradées.

Par rapport à l'enquête par interview on note de grandes differences aussi bien pour les surfaces enquetées que pour les surfaces dégradés l'importance de la dégradation augmente; on obtient en moyenne 13,68% ce qui est assez élevé. Les estimations anterieures faites par differents auteurs étaient inferieures à 10%.

L'impact du reamenagement apparait très net. 2% et 11% respectivement au N4 et KL3 contre 15% et 20% respectivement au N9 et G5 Zones non reamenagées.

L'interview aussi bien que la cartographie donne un net avantage

au type de reamenagement Retail sur le type ARPON. Cette situation devant être pondéré par les différences entre les types de sols ce qui, comme on le verra plus loin est un des facteurs essentiels. Pour le maraichage 23% des superficies seraient en moyenne dégradées par Salinisation / Alcali(ni)sation. On note un effet reamenagement très important. Le N1 reamenage présente 7% contre 38% au G1 non reamenagé. Mais avec la cartographie cette porte différence disparaît les résultats sont 30% au N1 et 38% au G1.

Sensibilité des types de sols

Dans la zone d'étude on rencontre les 4 grands types de sols en proportion variable. Le Seno, le Danga, le Moussi, et le Dian respectivement en moyenne 12%, 44%, 27%, 15% .

Les Avis ou l'importance en fonction du type de sol sont donnés au tableau (2) ils sont conformes aux résultats antérieurs obtenus au Kouroumari les Seno et les Danga restent les plus sensibles ce qui s'explique par leur rapport Na/ca assez élevé. Mais en maraichage on obtient des avis différents (tableau). Après le Seno c'est le Moussi qui occupe la 2e place avec 31% des avis.

Localisation

Suivant les résultats d'enquête on peut dire que dans la zone de Niono les phénomènes étudiés ont été observés sur les buttes (la butte dans le cadre microrelief) donc au niveau parcellaire, avec 97% des avis en faveur de cette localisation avec 3% pour les basfonds. Cette situation explique en partie les différences que l'on observe entre le Reamenagement Retail qui fait un planage et le reamenagement ARPON sans aucun planage.

Age et Evolution du phénomène

Ce critère est aléatoire: les exploitants n'ayant souvent pas la même expérience dans le village. Les avis donnés sont consignés au tableau (2).

D'une façon globale l'alcali(ni)sation/ salinisation est un phénomène récent pour 60% des cas c'est à dire moins de 10 ans 16% le situe entre 10 et 20 ans et 24% à plus de vingt. Ces différences s'expliquent d'une part par le caractère évolutif du phénomène et d'autre part par son aspect assez localisé, qui apparaît dans les résultats d'enquête tableau (2) en effet 63% des avis sont pour une progression du phénomène depuis son observation 17% pour une stabilisation et 20% pensent à une régression.

Avis sur l'impact du reamenagement:

D'une manière générale on relève des avis positifs sur l'impact des différents reamenagements.

Au Retail les exploitants étant nouvellement installés, les abstentions ont été très importantes, au KL3 reamenagé en 1933 on note des avis très favorables, en effet 58% des avis sont pour la régression et 25% pour la stabilité.

Causes presumées et Remedes envisagées

Il ressort des enquêtes que la dégradation des sols, est une situation qui a été constatée il y a quelques années. Si les organismes de développement et de recherche ne se sont penchés sur le problème que récemment, les exploitants eux ont déjà élaboré et testé plusieurs solutions.

Si pour les causes presumées les reponses sont modestes avec 21% seulement qui pensent à l'irrigation et 57% qui ne donnent aucune reponse. 16% se rapprochent d'une des facteurs assez importants qui est le manque de planage. Pour les solutions envisagées on note un énorme engagement des paysans pour trouver des solutions 75% ont déjà tenté des solutions dont 50% ont essayé le planage, 40% ont testé les balles de riz et les 10% ont testé diverses methodes.

Comportement des végétaux.

La réaction aux sols varie en fonction de l'espace cultivée du stade de développement. La figure 7 donne les avis en nombre et en pourcentage du total sur ce comportement.

Dans tous les sites les cultures principales ont un mauvais comportement sur plus de 50% des avis. En parlant de plus tolérant la tomate semble être l'espace la plus désignée, suivi de la patate douce.

3.2. Resultats suivi agronomie

L'ensemble des résultats obtenus sur les comptages et mesures de composantes du rendement sont consignés au tableau (2).

Le C1 et C2 sont les carrés supposés dégradés et les C3 les carrés non dégradés. Il est à signaler que les carrés d'observations sont conduits suivant l'itinéraire technique du paysan ce qui a entraîné une forte variabilité. En plus des composantes du rendement le pH, la conductivité électrique ont été mesurés en deux fois.

Il ressort clairement malgré la grande variabilité un effet néfaste de la salinisation alcali(ni)sation sur le riz comme l'a indiqué les résultats de l'enquête. Quelque soit le système de culture (intensif ou semi-intensif) on note un effet à tous les stades.

- * Réduction du nombre de talles.
- * Réduction du nombre de panicules.
- * Faible poids de 1000 grains.
- * Faible productivité.

En début de cycle l'effet n'est que faiblement perceptible (levée) mais s'accroît avec l'âge, on note un tallage très réduit avec souvent des plages vides, le nombre de panicules suit cette tendance.

La production de paddy est considérablement réduite et peut être nulle en certains endroits où la dégradation est très

poussée. Le carré no1 du G5 est un exemple frappant avec une production totale à l'hectare de seulement 6.4kg/ha de paddy contre 4700kg/ha dans le carré témoin non dégradé au G5 toujours.

La grande variabilité des paramètres chimiques mesurés et la taille réduite de l'échantillon nous permettent seulement quelques observations qualitatives.

3-3. ETUDES CHIMIQUES

3-3-1. Les sols

Les analyses ont porté sur les échantillons prélevés lors de l'installation des piézomètres et des carrés de suivi.

Le pH, la CE l'ESP ont été déterminés sur les échantillons à Niono. Une analyse complète a été faite sur les échantillons de surface 0-20 et 20-40 cm sur les échantillons de profondeurs des analyses partielles ont été faites (granulométrie, pH, CE, CEC bases) au laboratoire des sols à sotuba.

Les tableaux qui suivent (4 à 8) donnent les resums des données regroupées suivant le pH, CE, ESP et cela en fonction des horizons et du système de production.

Au vu des résultats d'analyses trois phénomènes chimiques se superposent ou se combinent:

il s'agit de l'alcalinisation, la sodisation et la salinisation. L'alcalinisation qui est définie par l'augmentation du pH au delà de 7 se manifeste de façon assez importante. 32% des échantillons sont très alcalins c'est à dire avec un pH supérieur à 8.1. Le phénomène semble être plus important en profondeur de 40 à 240 cm. Les échantillons en cours d'alcalinisation pH compris entre 6,5 et 8,1 représentent 43% environ avec une importance plus grande en surface.

Suivant les systèmes de production on note 35% d'échantillons alcalins en maraichage contre 32% en riziculture.

La salinisation est appréciée par la conductivité électrique. 7% des échantillons en riziculture sont salins $CE > 0,4$ mmhos/cm avec 51% non salins mais le pourcentage d'échantillons en cours de salinisation $0,1 < CE: 1,25 < 0,4$ est très important 42%. En maraîchage on a 24% d'échantillons salins et 49% en cours de salinisation ce qui fait ressortir la gravité plus grande au maraîchage comme l'ont indiqué les enquêtes.

Sodicité. Nous avons estimé à partir de l'ESP pourcentage de sodium échangeable.

En riziculture on note 18% très sodique c'est à dire $ESP > 20$ et 18% sodique ($10 < ESP < 20$). En maraîchage 14% des échantillons sont très sodiques. Contrairement à l'alcalinité, la sodicité semble se situer beaucoup plus en surface. La réaction à la sodicité varie en fonction des lieux, le N4.1g et N9 sont les plus sodiques alors qu'aucune trace n'apparaît au N4 6d au G5 note seulement un debut.

L'alcalinisation et la sodisation semblent être les plus importantes 33% des échantillons prélevés sont alcalins sodiques $ph > 8,1$ et $ESP > 10$. Au vu des résultats aucun impact du réaménagement apparaît, ce qui paraît logique compte tenu du moment des prélèvement, toutefois des différences existent entre zones, elles doivent trouver leurs explications dans les variations dues au type de sol, aux aménagements etc.

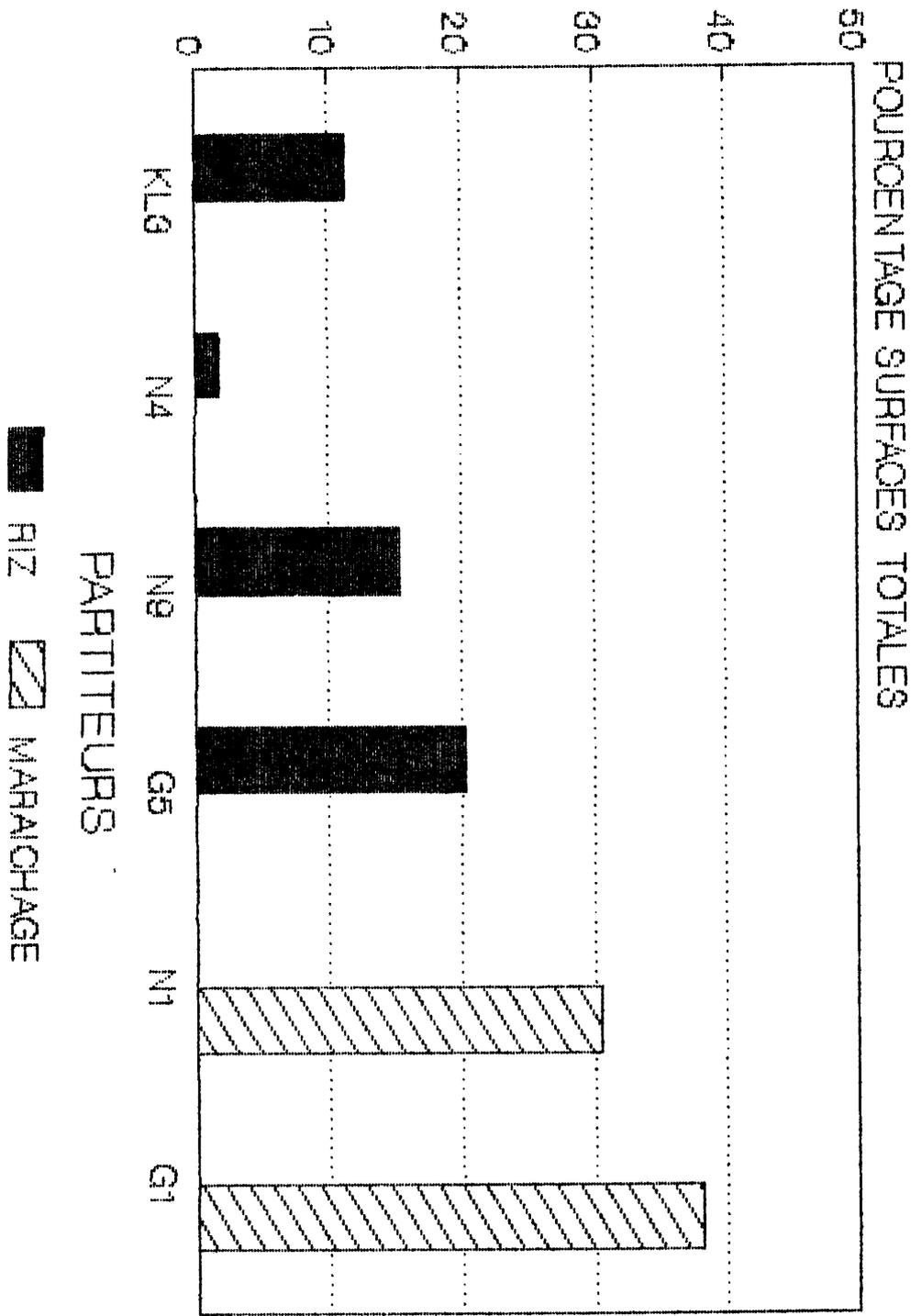
Tableau 1. Resultats de l'enquête menée dans cinq zones rizicoles.

Local	Pan. engu- arées	Pan. prob	Surf attribuées (ha)			Surfaces affectées				Age du phénomène											
			% cas.	Ris/ h.c.	Mars/ h.c.	Cult sec.	Ris/ cas.	Ris/ h.c.	Mars/ h.c.	% cult/ sec.	1	2	3	%							
Kolo	40	97	34	150	62	22	215	24	16	6	38	5	23	10	0	17	50	13	38	4	12
Gnow	52	81	50	291	33	16	31	35	16	16	35	13	31	3	11	26	43	5	16	23	44
Tissa	58	93	47	303	21	40	2	17	6	3	0	12	33	0	0	37	79	8	15	2	4
Kedin	31	35	37	234	17	10	15	14	5	1	6	2	20	0.5	0	39	51	3	13	13	33
Sassa	41	43	31	139	13	23	15	2	2	6.4	3	1	5	0.25	2	27	31	0	0	0	13
Total	250	30	210	1113	301	103	319	52	7	32.4	7	33	31	33	1	131	30	25	13	33	24

Tableau 2a. Résultats de l'enquête de cinq zones (suite).

localités	Impact réaménagement			causes presumées				remèdes envisagés			recherche solution				
	Arpon			Retail				irrig age	plan- age	autr. incon	plan- age	bal/ rie	Autr.	oui	non
oui	non	abs	oui	non	abst										
	15	14	5				11	1	9	13	18	12	4	25	9
Kolo															
%	44	41	15				32	3	27	38	53	35	12	74	26
Nbr	37	8	5				24	0	9	17	21	29	0	40	10
Gncu															
%	74	16	10				48	0	18	34	42	58	0	80	20
Nbr							8	16	10	13	22	15	10	39	8
Tissana															
%							17	34	2	28	47	31	2	83	17
Nbr							8	16	10	23	39	17	1	41	16
Medina															
%							14	28	2	40	68	30	2	72	28
Nbr				8	5	18	7	2	9	13	10	15	6	20	11
Sassa															
%				26	16	58	23	6	29	42	3	48	19	65	35
Nbr	55	22	10	8	5	18	58	35	47	79	110	88	21	165	54
Total															
%	62	26	12	26	16	58	27	16	21	36	50	40	10	75	25

**fig 1: importance des surfaces degradees
cartographie par partiteur**



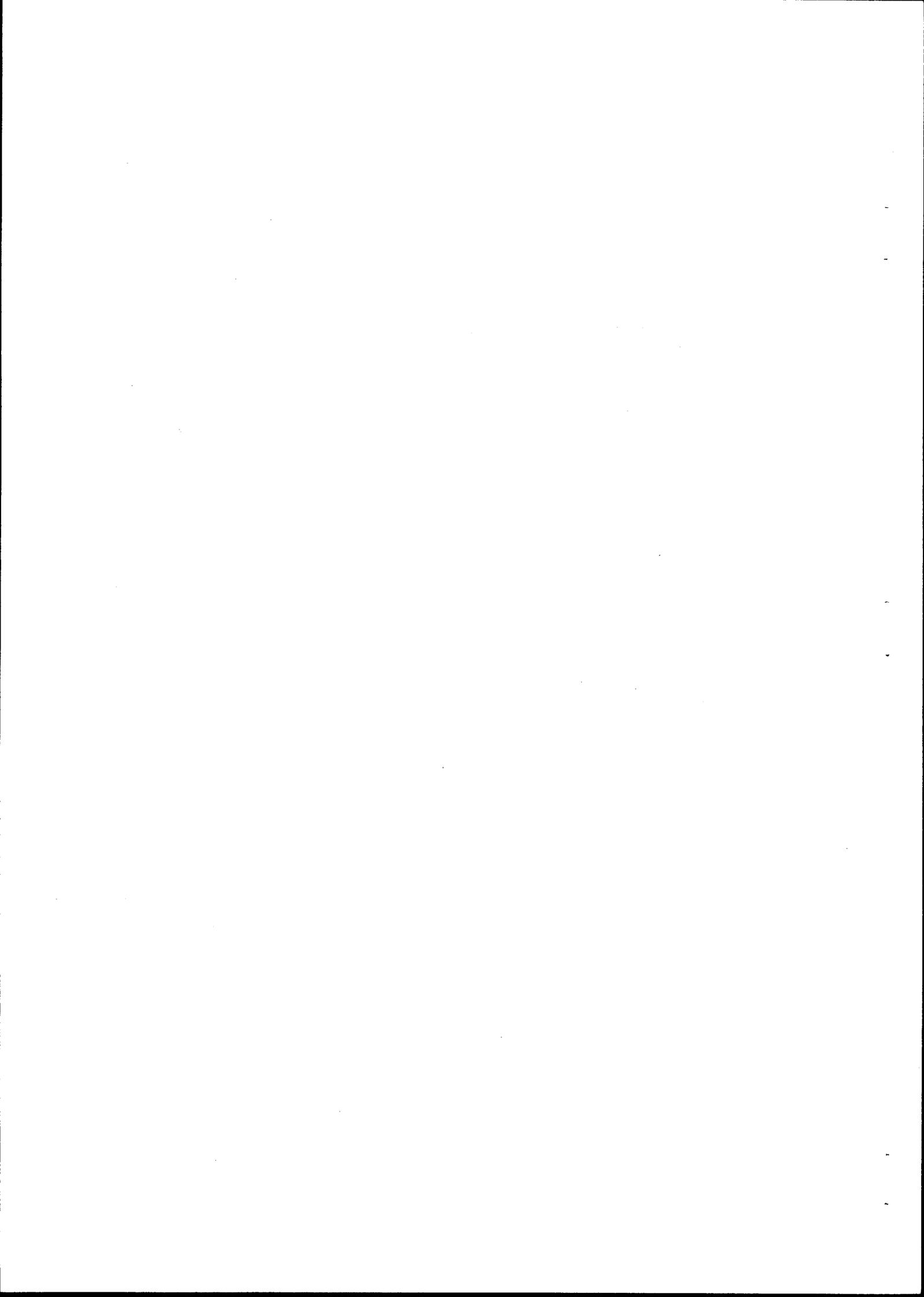
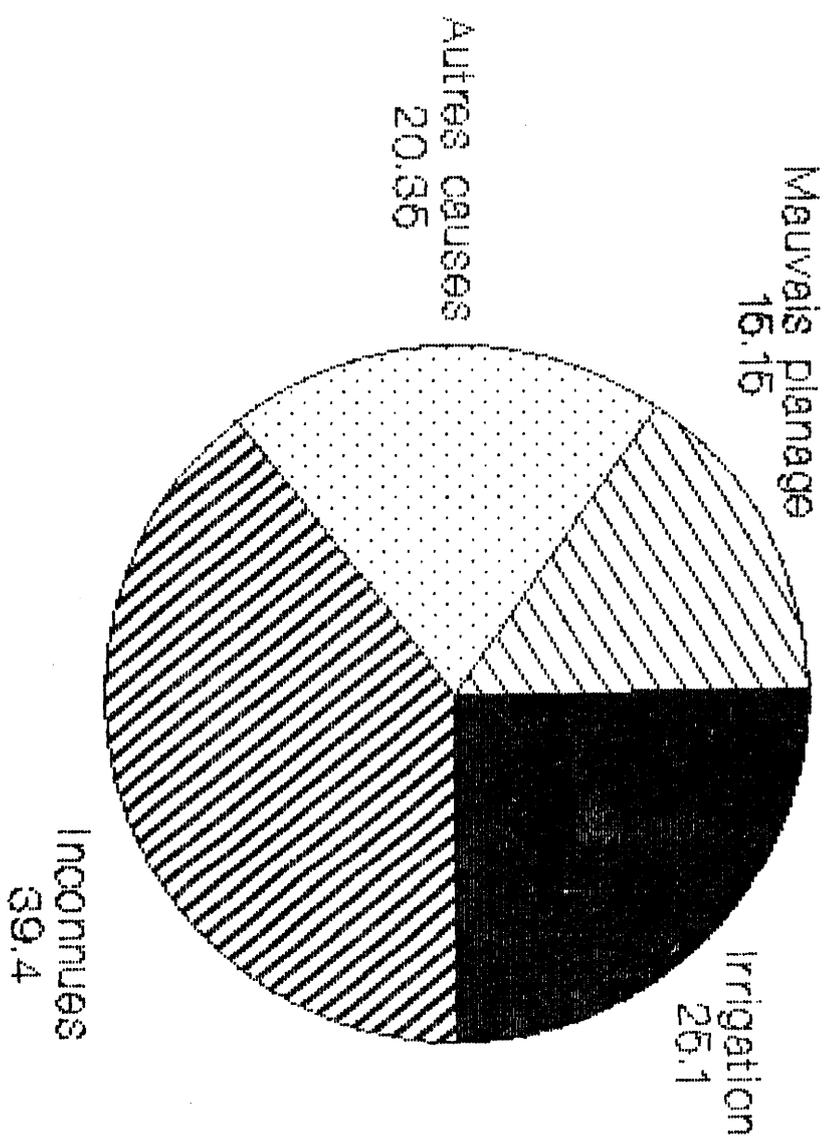


Fig 2 Causes presumees des phenomenes

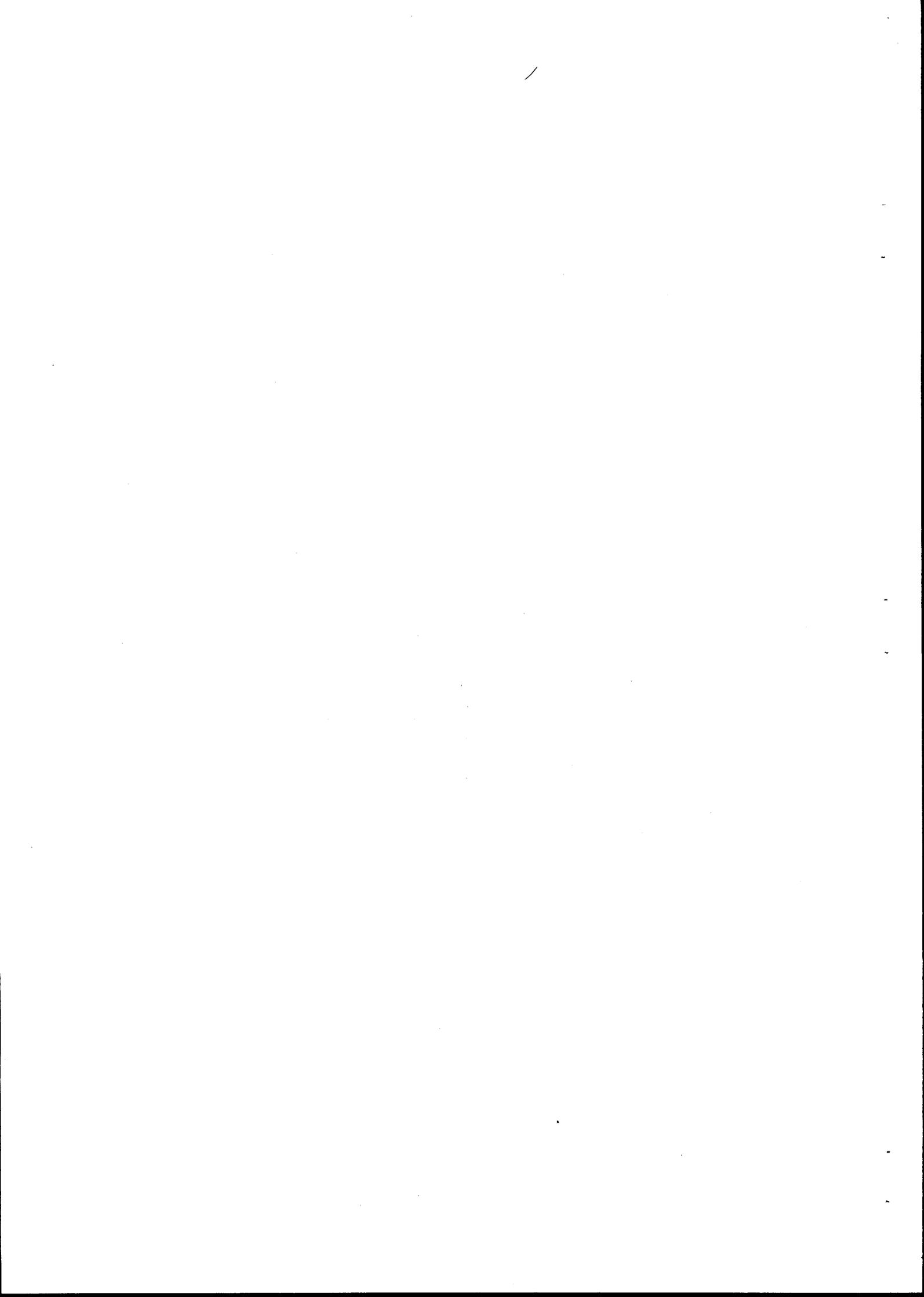
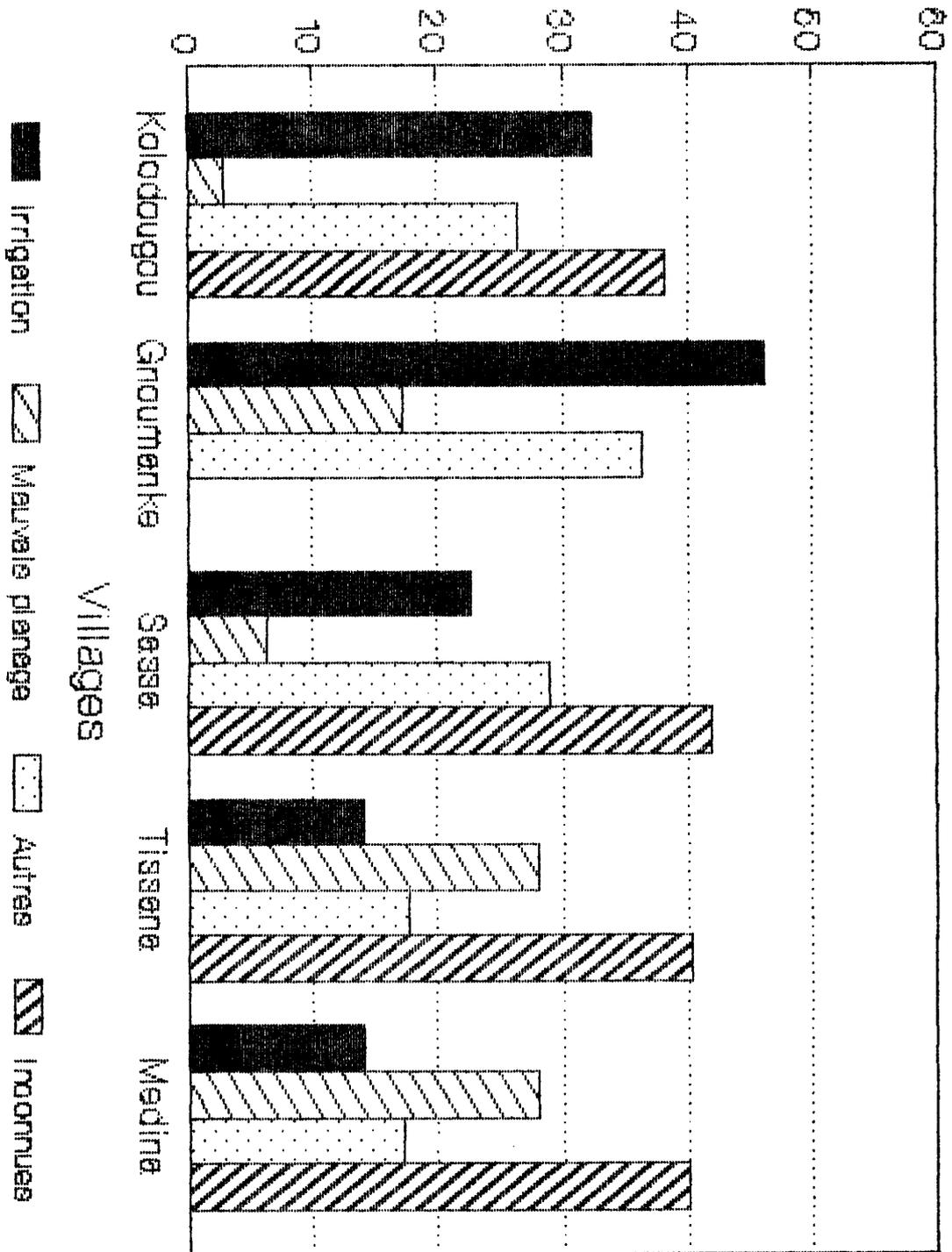


Fig 3 Causes presumees par village



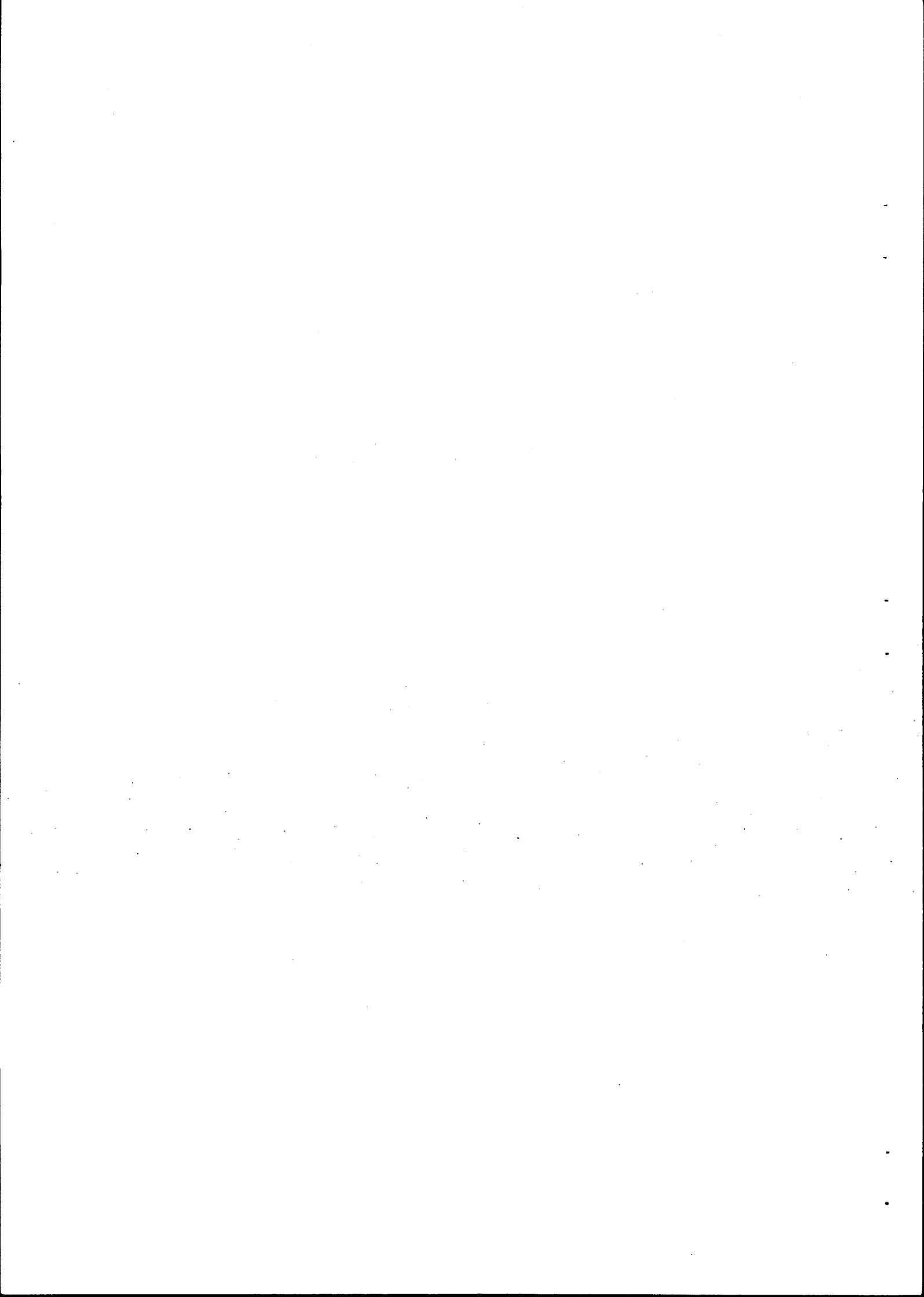
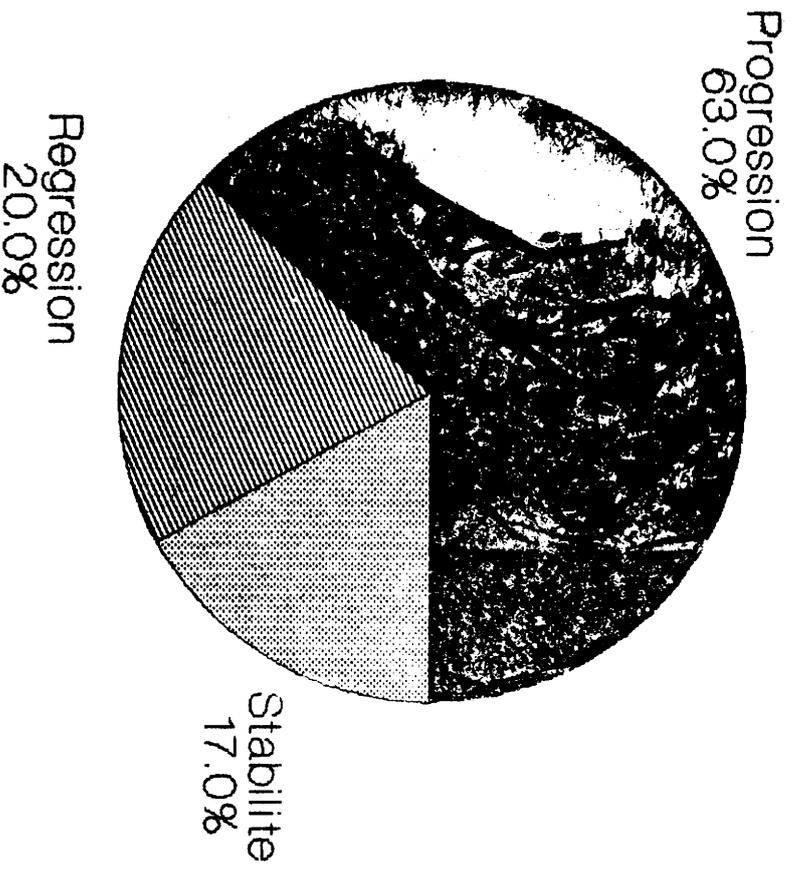


Fig 4 Avis sur l'évolution generale de l'alcali(ni)sation/salinisation.



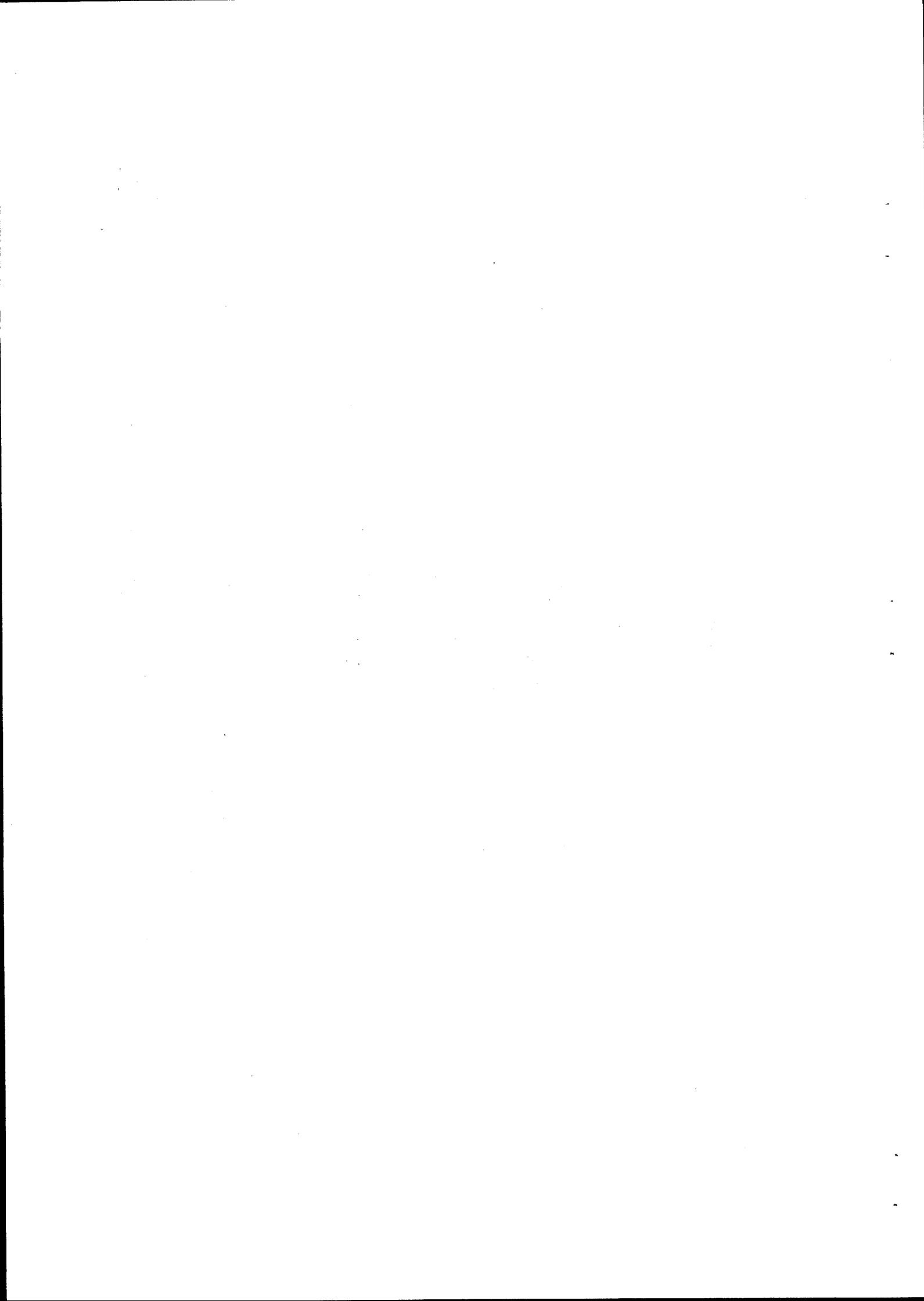


Tableau 2b. Resultats de l'enquête de cinq zones (suite).

localites	evolution			Importance par type de sol				localisation Aspect des taches				
	pro- gres	reg- ress	stable	danga	seno	dian	mour si	bafds	buttes	blches	noires	hleuses
	25	5	4	15	13	3	3	0	34	9	18	7
Kolo												
%	74	15	11	45	39	9	7	0	100	27	52	21
Nbr	30	14	3	25	15	4	6	1	49	18	27	5
Gnou												
%	66	28	6	49	30	9	12	2	98	36	53	11
Nbr	31	7	9	15	12	3	17	1	46	20	18	9
Tissana												
%	66	15	19	30	26	7	37	2	98	43	39	18
Nbr	35	11	11	18	20	2	17	1	56	26	10	21
Medina												
%	61	19	20	32	26	3	29	2	98	45	18	37
Nbr	13	7	11	9	13	2	7	3	28	13	9	8
Sassa												
%	42	23	35	30	42	4	24	10	90	42	28	30
Nbr	137	44	38	82	73	14	50	6	213	87	82	50
Total												
%	63	20	17	32	33	6	23	3	97	40	38	22

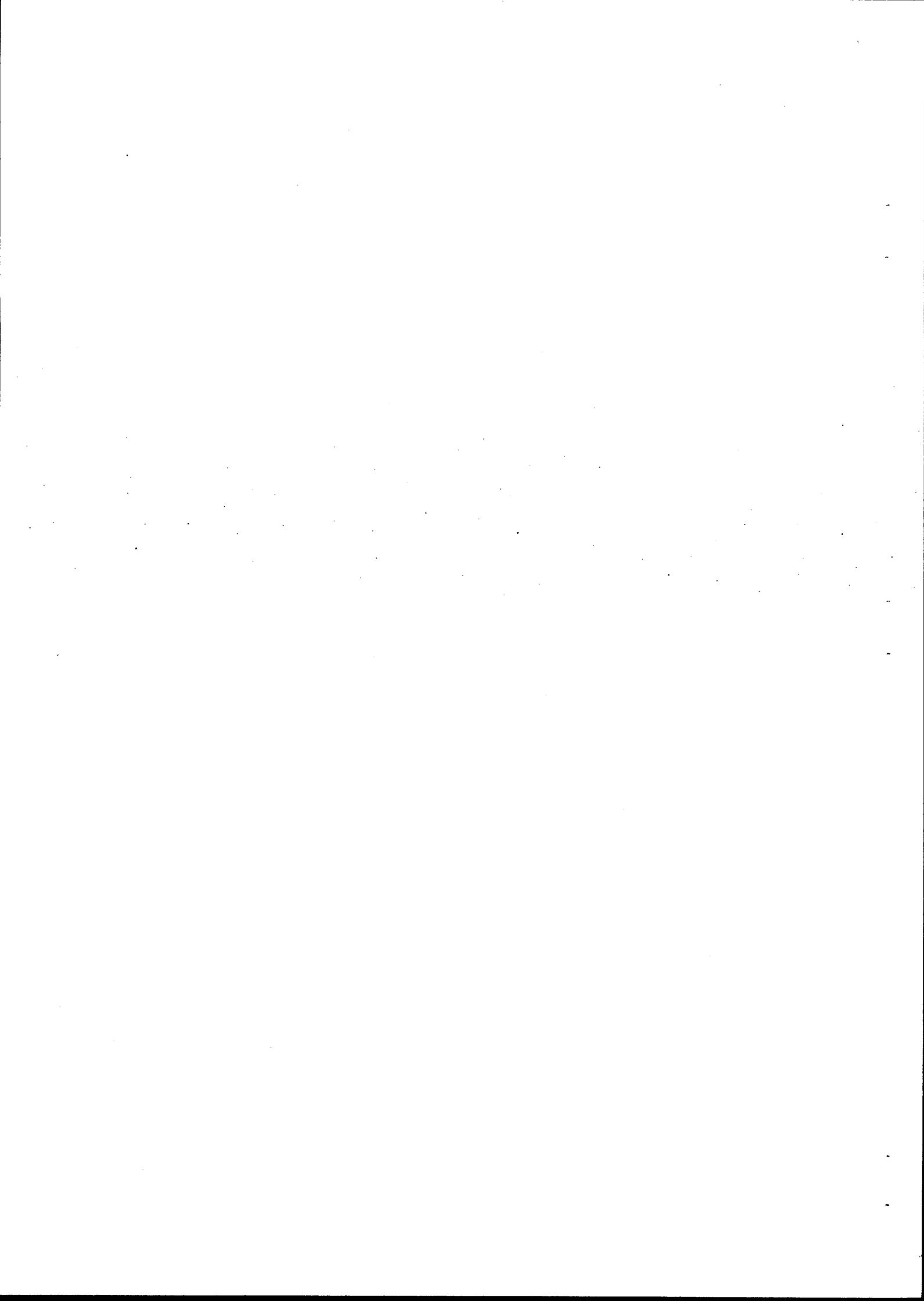
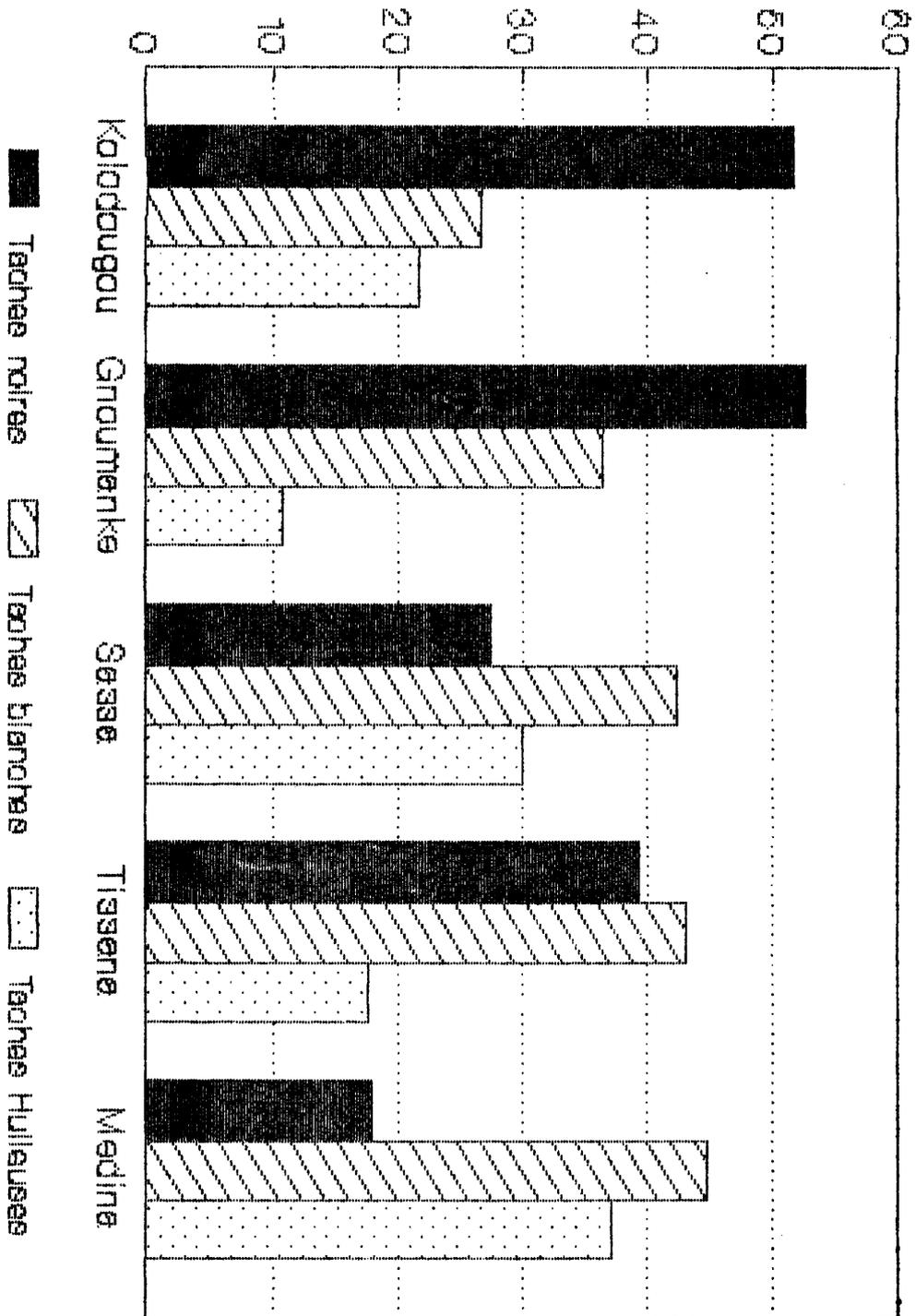


Fig 4 Importance des differents types de taches par village



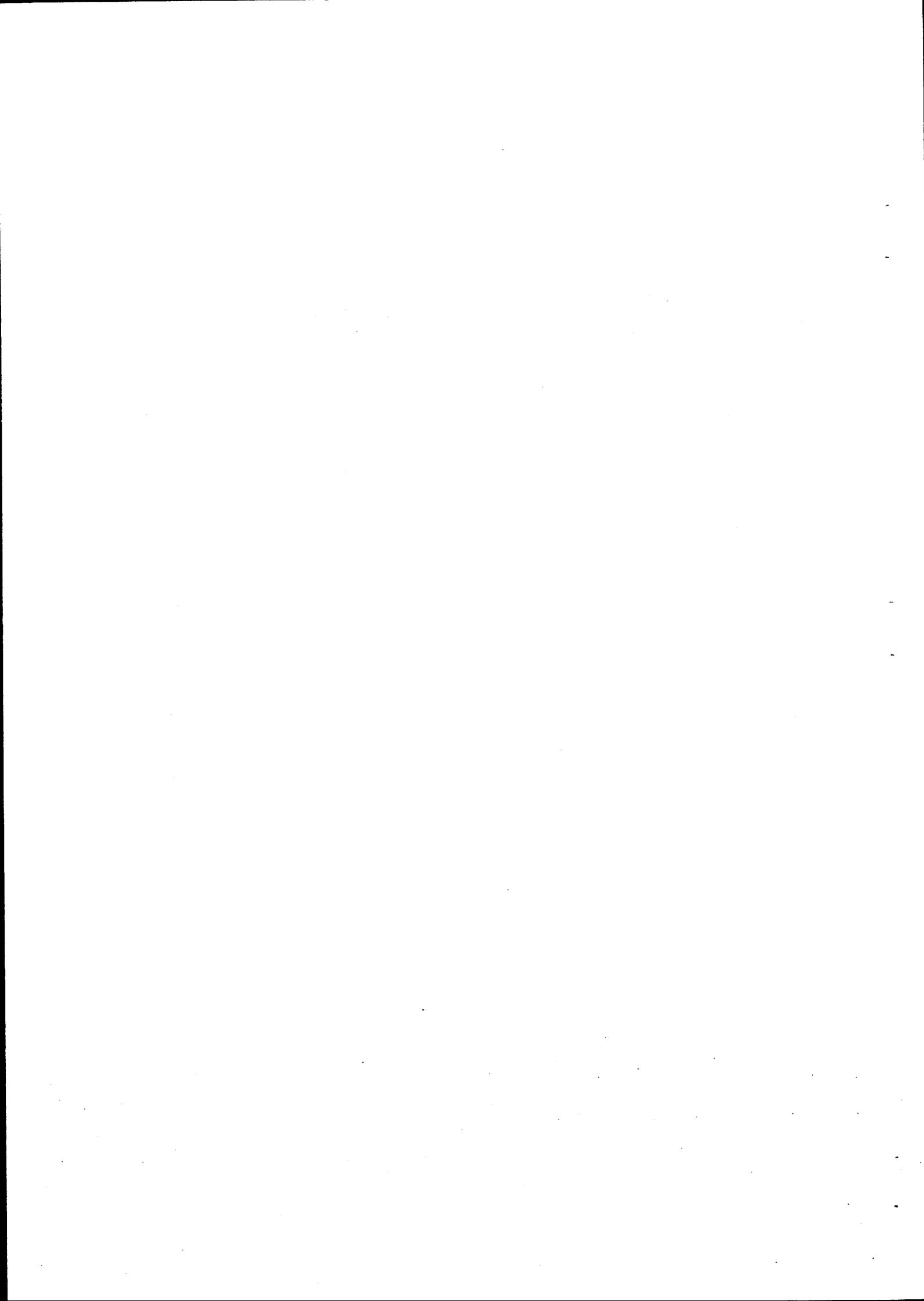
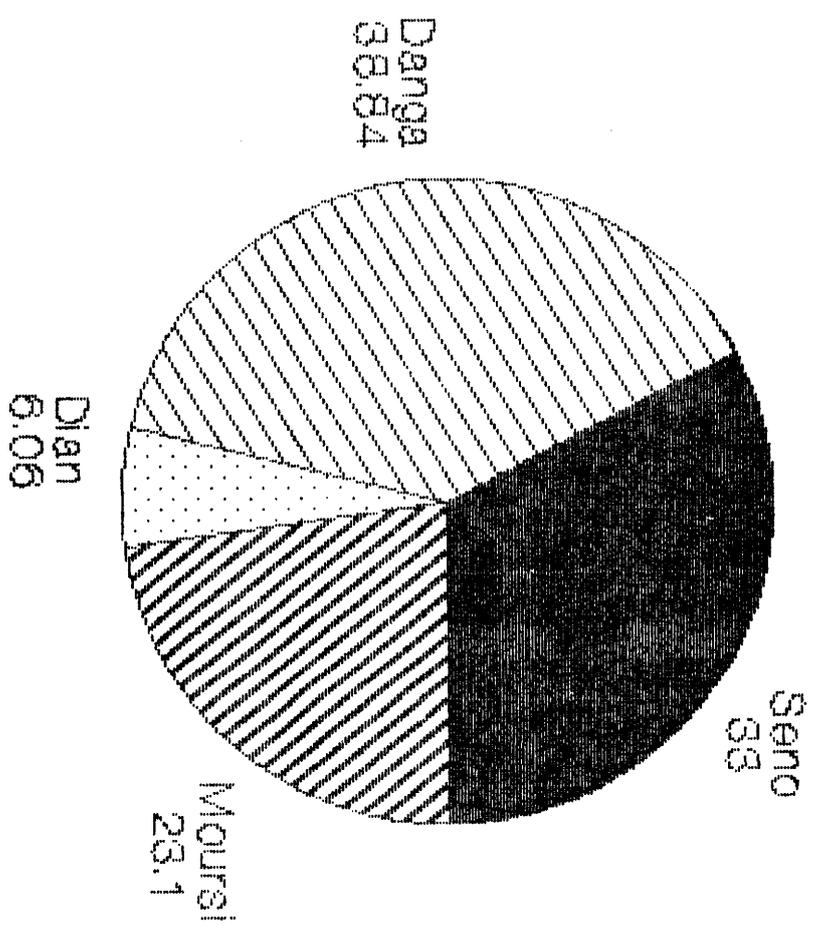


Fig 5- Importance du phenomene suivant les types de sols.



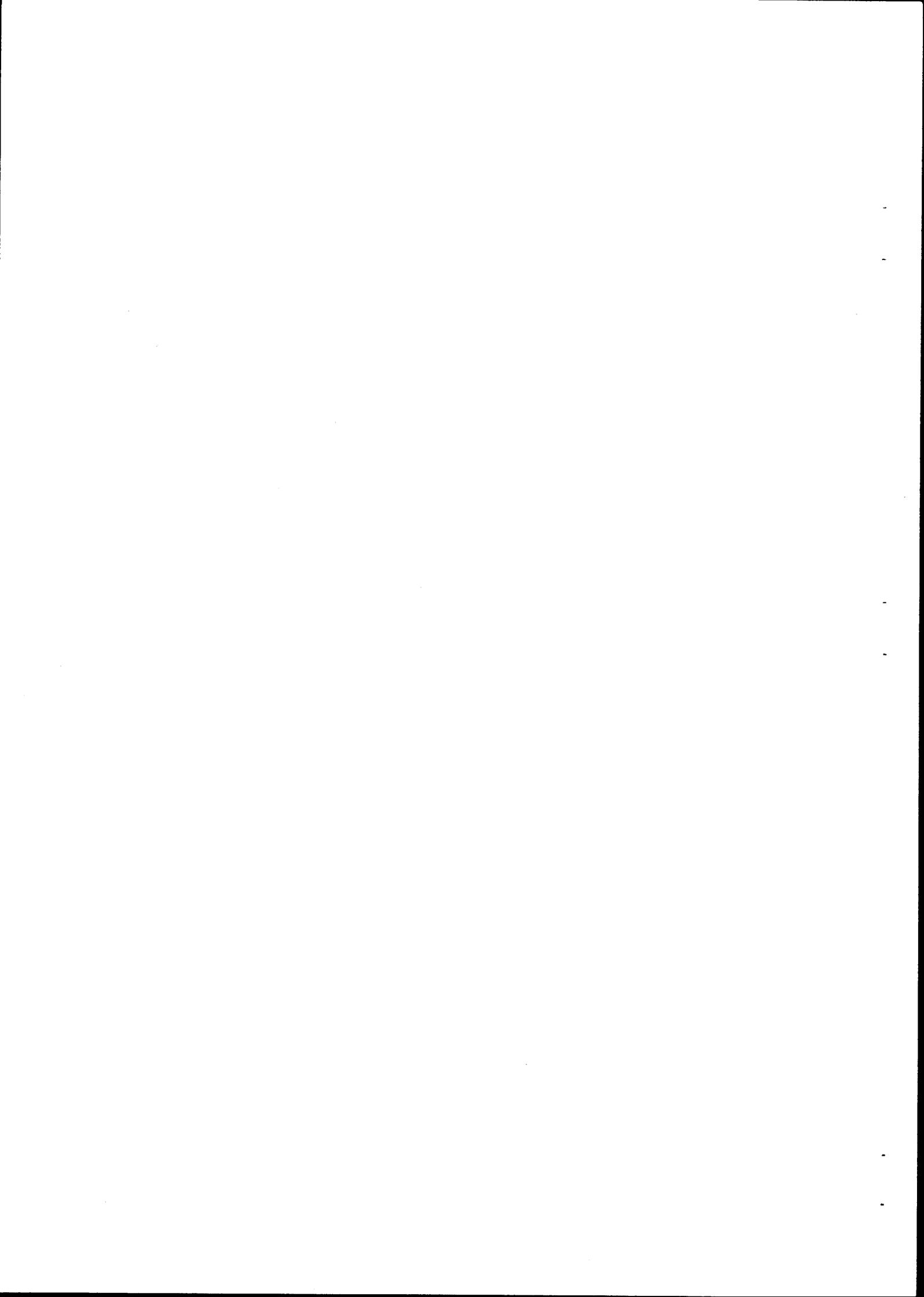
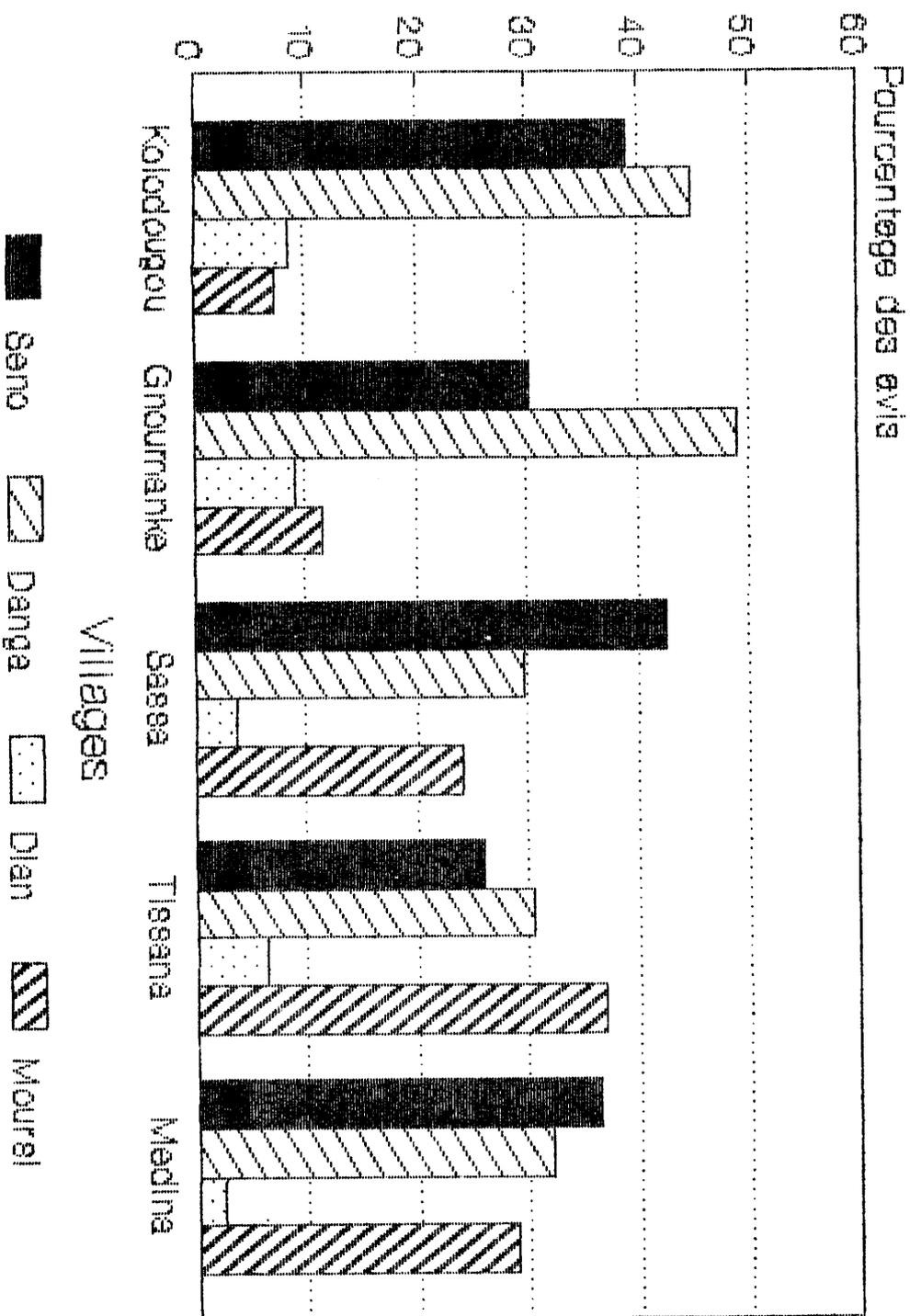


Fig 6 Importance du phenomene en fonction des types de sol par village



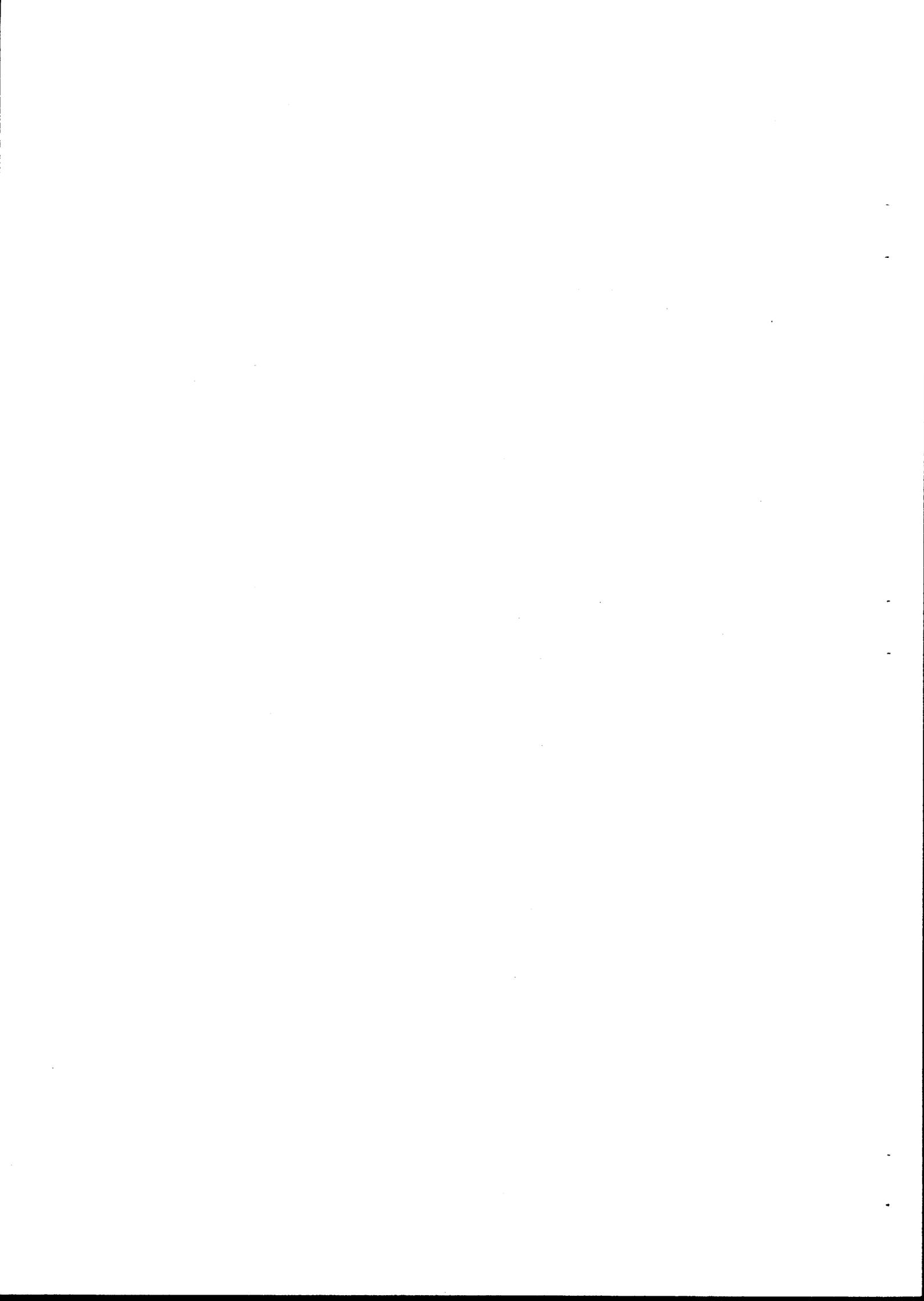
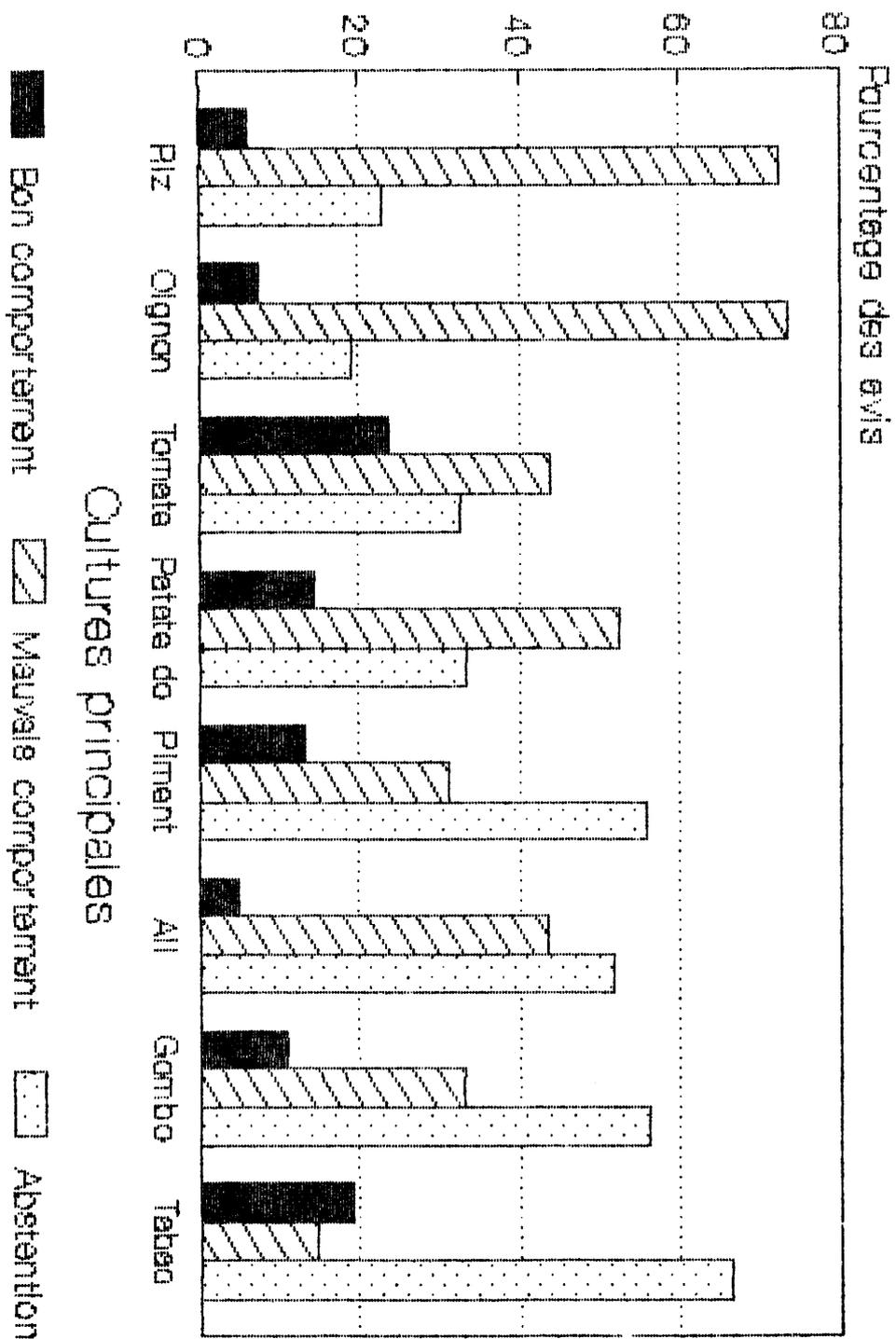


Fig 7 Comportement des culture en zones affectees.



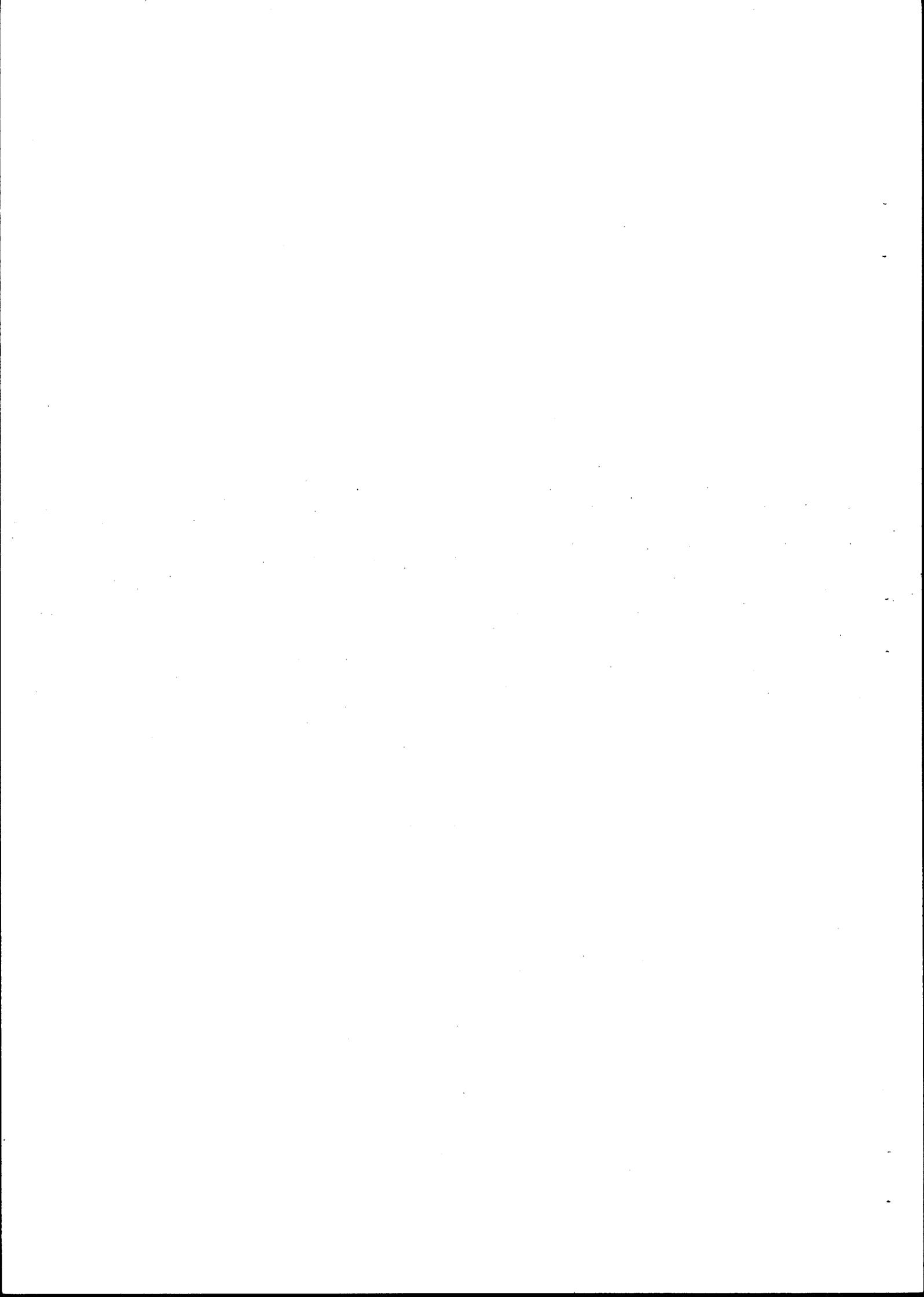


Tableau 3. Cartographie des différentes zones.

	Surface cartographies (HA)	Surfaces affectées (HA)	%
KL3	456,02	52,00	11,40
N4	265,10	4,81	1,81
N9	652,50	100,92	15,47
G5	453,30	92,20	20,34
TOTAL	1826,92	249,93	13,68
		MARAICHAGE	
N1	18,00	5,50	30,56
G1	21,00	8,00	38,18
TOTAL	39,00	13,50	34,62

Tableau 4. Répartition des échantillons en fonction du pH et de l'ESP.

Total sites		Classe			ESP	
PH	Horizons	0-5	5-10	10-20	>20	
<6,5	0 - 20	19	10	5	2	
	20 - 40	16	5	4	2	
	140	6	3	1	2	
	240	2	1	1	0	
8,5 - 8,1	0 - 20	9	8	9	10	
	20 - 40	22	12	5	7	
	140	20	5	4	7	
	240	11	4	3	3	
8,1 - 9,0	0 - 20	2	1	7	2	
	20 - 40	1	1	4	6	
	140	10	4	7	4	
	240	14	12	5	8	
>9	0 - 20	0	1	4	2	
	20 - 40	0	1	2	2	
	140	0	0	0	2	
	240	0	0	0	2	

Tableau 5. Repartition des échantillons en fonction du pH et de L'ESP (maraichage)

PH	Horizons	Classes			ESP	
		0-5	5-10	10-20	>20	
< 6,5	0 - 20	0	1	1	0	
	20 - 40	2	2	0	0	
	140	1	0	0	0	
	240	1	1	0	0	
6,5 - 8,1	0 - 20	1	1	4	4	
	20 - 40	2	4	2	0	
	140	4	2	3	0	
	240	1	2	0	2	
8,1 - 9,0	0 - 20	0	0	3	1	
	20 - 40	1	1	1	1	
	140	3	0	3	0	
	240	4	3	1	1	
> 9,0	0 - 20	0	0	0	0	
	20 - 40	0	0	0	0	
	140	0	0	0	0	
	240	0	0	0	0	

Tableau 6 ESP en fonction des horizons et du pH.
(Riziculture).

pH	Horizons	Classes ESP			
		0-5	5-10	10-20	>20
< 6,5	0 - 20	19	1	1	0
	20 - 40	14	2	0	0
	140	5	0	0	0
	240	1	1	0	0
6,5 - 8,1	0 - 20	1	1	4	4
	20 - 40	2	4	2	0
	140	4	2	3	0
	240	1	2	0	2
8,1 - 9,0	0 - 20	0	0	3	1
	20 - 40	1	1	1	1
	140	3	0	3	0
	240	4	3	1	1
> 9,0	0 - 20	0	0	0	0
	20 - 40	0	0	0	0
	140	0	0	0	0
	240	0	0	0	0

RIZICULTURE

Tableau 7 . Repartition des échantillons en fonction du pH et de la CE 1 : 2,5 en riziculture.

PH eau	CE 1 : 2,5			Nbre
	1 < 0,1	2 0,1-0,4	3 > 0,4	
< 6,5 Nb	55	14	0	27
%	21	6		
de 6,5 Nb	60	39	5	40
à 8,1 %	23	15	2	
de 8,1 Nb	12	49	8	27
à 9 %	5	19	3	
> 9 Nb	5	5	5	6
%	2	2	2	

MARAICHAGE

Tableau 8. Repartition des échantillons en fonction du pH et de la CE 1 : 2,5 en maraîchage.

PH eau	CE 1 : 2,5		
	1 < 0,1	2 0,1 - 0,4	3 > 0,4
< 6,5	5	2	2
%	8	3	3
6,5-8,1	12	12	8
%	19	19	12
8,1-9,0	0	17	6
%		27	9
> 9	0	0	0
64	17	31	16
	27	49	24

3.32 LES EAUX

Les eaux ont été prélevées tous les mois pour analyses à Bamako des cations Na, Mg, Ca, K et des carbonates et bicarbonates, le pH et la conductivité ont été mesurées sur place à Niono à chaque prélèvement.

Globalement on note comme déjà signaler par différents auteurs une bonne qualité chimique des eaux. On note que toutes les eaux sont alcalines mais non salines.

Les SAR (sodium absorption ratio) sont très faibles l'estimation de l'ESP à partir de ces valeurs donnent souvent des valeurs faibles et même négatives.

Les teneurs en carbonates et bicarbonates des eaux sont très élevées, d'où le risque qu'elles présentent en se concentrant. Ces teneurs permettent des distinctions entre les eaux d'irrigation qui sont très peu chargées et les eaux de nappe fortement chargées.

Le regroupement des eaux en fonction du pH, de la conductivité électrique permet de voir que les eaux qui sont les plus dégradées ou qui ont tendance vers la dégradation proviennent des zones non réaménagées, N9 et le G5.

La salinisation et la sodisation sont progressives en certains points et régressives en d'autres. En moyenne avec la montée des eaux la qualité des eaux s'améliore.

Le suivi de la nappe en période de baisse, permettrait certainement d'établir des relations plus claires entre zone et qualité des eaux.

3.4 ETUDES HYDROLOGIQUES

3.4.1. Nappe phreatique.

- Historique

Avec l'aide de la carte hydro-géologique (1957, échelle 1:1.000.000) on a pu établir que le sous-sol est constitué de trois couches géologiques, importantes pour l'hydro-géologie. La première contient les dépôts alluviaux (épaisseur entre 2 et 40 m.) sur lesquels le casier de l'Office du Niger se trouve. La deuxième est le "Continental Terminal" (épaisseur entre 15 et 40 m.) et la troisième s'appelle le "Grès" (voir figure 1).

Le figure 1 montre qu'avant les aménagements (1930-1960) la nappe phréatique se trouvait à une profondeur d'environ 44 m, dans le Grès.

Avec le remplissage du Fala de Molodo et débuts de l'irrigation dans le casier il y a eu un approvisionnement continu de la nappe en dessous du casier. Actuellement la nappe se trouve à deux mètres dans le casier, mais au fur et à mesure que s'on éloigne du Fala de Molodo la profondeur augmente rapidement. Ainsi à partir d'une distance de 25 km l'influence du Fala ne se fait plus sentir parce que la nappe se trouve à une profondeur de 44 mètres. (voir figure 1)

- La nappe dans les sites.

La nappe dans les sites a été mesurée au niveau des piézomètres. Partout le niveau de la nappe monte avec les pluies et les irrigations. En Novembre, Décembre elle commence à baisser.

La profondeur de la nappe varie selon les sites. Elle est de 3 mètres en début hivernage et s'annule pendant la période des fortes eaux. Les figures 2, 3, 4, 5, et 6 montrent l'évolution de la nappe dans le temps. Le niveau moyen des sols de chaque site est calculé et le niveau moyen d'eau dans les piézomètres de 1.5 m de profondeur a été calculé pour tous les 15 jours.

- Comparaison entre les sites réaménagés et non-réaménagés.

Les résultats des mesures montrent une différence nette entre les sites réaménagés (par ARPON ou Retail) et non réaménagés. Le niveau de la nappe dans les canaux d'irrigation et de drainage est assez constante en zones réaménagées (voir figures 2, 3, 6), ceci explique bien entendu qu'une différence constante existe entre les cotes d'irrigation et le niveau moyen du sol, aussi le niveau d'eau des drains est toujours inférieur à celui des parcelles. Or en zones non réaménagées, le contraire est bien perçu (voir figure 4 et 5).

Dans les réaménagements la durée de l'inondation est limitée.

- Conclusions

Il y a une remontée artificielle de la nappe phréatique au dessus du Fala de Molodo et des casiers de l'Office du Niger. Cette remontée causée par un approvisionnement continu de la nappe a la suite d'infiltration.

La nappe phréatique dans les casiers se trouve a une profondeur de 0 a 3 mètres et varie entre ses deux limites suivant la saison et l'endroit ou on mesure.

- Les courants d'eau

Relation reseau hydrique et geohydrologie en Zone Office du Niger.
 " Pendant les périodes d'inondation, il se produit un triage des sédiments d'après leur grosseur, en fonction de la longueur du transport, de la rapidité du courant, de la profondeur à laquelle se fait le dépôt etc.. C'est ainsi que se forment des bourrelets de berge limono-sableux, puis l'on rencontre ensuite des sols limoneux dans les zones plates, et en s'éloignant encore du fleuve, des sols argileux dans les thalweg (B. Dabin dans Monographie Hydrologique Du Fleuve Niger, p.37). En étudiant les photo-aériennes et la topographie des secteurs de Niono et du Sahel, il n'est pas difficile de vérifier que l'origine du paysage est comme décrit ci dessus. Les distributeurs Gruber, Retail et Kouyan sont tous situés sur des bourrelets et les drains principaux sont tous dans les cuvettes argileuses.

Le cours du Fala de Molodo et ses affluents a changé avec le temps et cela explique la grande variation dans le sous-sol.

Dans le dépôt alluvial on rencontre tous les types de couches, de sable grossier à argile lourde.

Les courants d'eau dans les différents sites.

Les courants latéraux.

Avec les lignes de piézomètres les gradients hydrauliques ont été mesurés et calculés. Les figures 7, 8, 9 et 10 montrent des coupes latéraux avec lesquels il est possible de calculer les gradients. Les figures montrent pour les nappes deux extrêmes, (maximum, minimum) et une période où le mouvement était le plus accentué. Les résultats montrent que les courants horizontaux dans les premiers 3 mètres, sont négligeables.

Les courants verticaux.

Avec les piézomètres de différentes profondeurs il était possible de mesurer la différence en pression hydraulique à 1.5 m. et à 3.0 m de profondeur. Avec ces différences la direction du courant d'eau vertical peut être établi. Dans tous les sites, il existe une corrélation entre pluviométrie-irrigation prise ensemble et percolation-remontée d'eau (voir figures 11, 12, 13). Si on compare les figures 12 (remontée d'eau dans le G 1) et 15 (la pluviométrie dans le G 1) on note que dans les mois de l'hivernage (Juillet à Octobre) la remontée d'eau est presque nulle. Une fois que les pluies se sont arrêtées on constate une remontée d'eau positive. Ceci causée par le manque des eaux à la surface et donc à la remontée capillaire. Dans les sites irrigués, le phénomène est un peu plus compliqué à cause de l'approvisionnement des eaux d'irrigation.

- Le drainage

Les mesures de la nappe et les mesures des niveaux dans les drains ont montré qu'il n'y a pas un drainage du sous-sol, cela signifie qu'il n'existe pas un courant d'eau souterrain vers les drains. Les niveaux d'eau dans les drains sont même souvent plus élevés que les

niveaux de la nappe. (Voir pour exemple figures 8 et 10).

Le seul drainage qui est observé est un drainage de l'eau superficiel.

- Conclusions

- Le dessin du casier hydraulique suit la toposequence du paysage, avec les distributeurs sur les bourrelets et les drains dans les cuvettes.

- Les courants d'eau horizontaux dans les premiers trois mètres sont négligeables.

- Les différences de niveau d'eau dans les piézomètres de différentes profondeurs montrent une corrélation entre la percolation, la remontée de l'eau et la situation à la surface (pluie, irrigation, saison sèche, etc.)

- Le drainage est seulement superficiel.

3.4.2 Le transport des sels.

.Les sites irrigués.

Les mesures chimiques ont montré que les situations de salinisation entre les différents piézomètres dans un site peuvent beaucoup varier. Cela confirme la conclusion du chapitre 2 c'est-à-dire que les courants d'eau latéraux dans les premiers 3 mètres sont négligeables.

Les transports de sel sont effectués par le ruissellement superficiel, les percolations, les remontées de l'eau dans la zone entre la surface et 3 m. de profondeur aussi que pour les aquifères dans le sous-sol à plus de 3 m.

Pour pouvoir suivre les transports de sel dans les zones irriguées il faut diviser l'année en 3 périodes.

Début saison sèche. La nappe phréatique se trouve prêt de la surface. Il y a une remontée capillaire forte et conséquemment une forte évapotranspiration. L'eau salée de la nappe s'évapore et les sels restent à la surface. Il se vérifie une accumulation des sels à la surface.

Début d'hivernage ou de pré-irrigation. Les eaux d'irrigation

ou des pluies s'infiltrent ou s'écoulent vers les drains. Les sels accumulés à la surface durant la saison sèche sont transportés par les eaux. C'est à dire qu'une partie de ces eaux s'écoule vers les drains et l'autre partie s'infiltré dans le sol.

Durant l'hivernage et la campagne d'irrigation. Les eaux d'irrigation apportent des sels qui s'ajoutent aux eaux de la nappe phréatique.

Les sites de maraichages.

Les accumulations des sels à la surface sont en principe les mêmes; mais les mesures montrent qu'ici il y a 4 saisons.

Début saison sèche. Comme la campagne de maraichage commence seulement en fin Novembre il y a à peu près deux mois sans pluies et sans irrigation. Durant cette période la remontée capillaire et l'accumulation des sels sont très fortes.

Saison d'irrigation. La méthode d'irrigation consiste à jeter l'eau sur les champs avec des seaux ou des Calebasses. C'est à dire qu'il n'y a jamais inondation et jamais d'écoulements superficiels. Les sels accumulés seront transportés pourtant vers la nappe phréatique, ou restent dans la zone des racines.

Après irrigation mais avant hivernage. Il y a une remontée d'eau et une accumulation forte des sels à la surface.

Hivernage. Les sels accumulés durant les périodes précédentes seront transportés vers la nappe avec les eaux d'infiltration. Comme généralement il n'y a pas de drainage dans les sites de maraichage et comme la capacité d'infiltration des sols est grande, les ruissellements superficiels ont peu d'importance.

3.4.3 Conclusions Générales.

- La granulométrie des sols est un facteur important dans les processus de salinisation. Dans les argiles lourdes, où la conductivité hydraulique est très faible, il y a moins d'infiltration (et pourtant moins de transport des sels vers la nappe) et moins de remontée capillaire (et pourtant moins d'accumulation des sels à la surface). Dans les sols plus limoneux

ou sableux le contraire est valable.

- Là où il n'y a pas de possibilités pour lessiver les sols (comme sur les buttes, les marges des digues et les sites de maraichages) les sels s'accumulent à la surface ne pouvant pas être transportés avec les écoulements superficiels. Et c'est là où on trouve les endroits les plus salés.

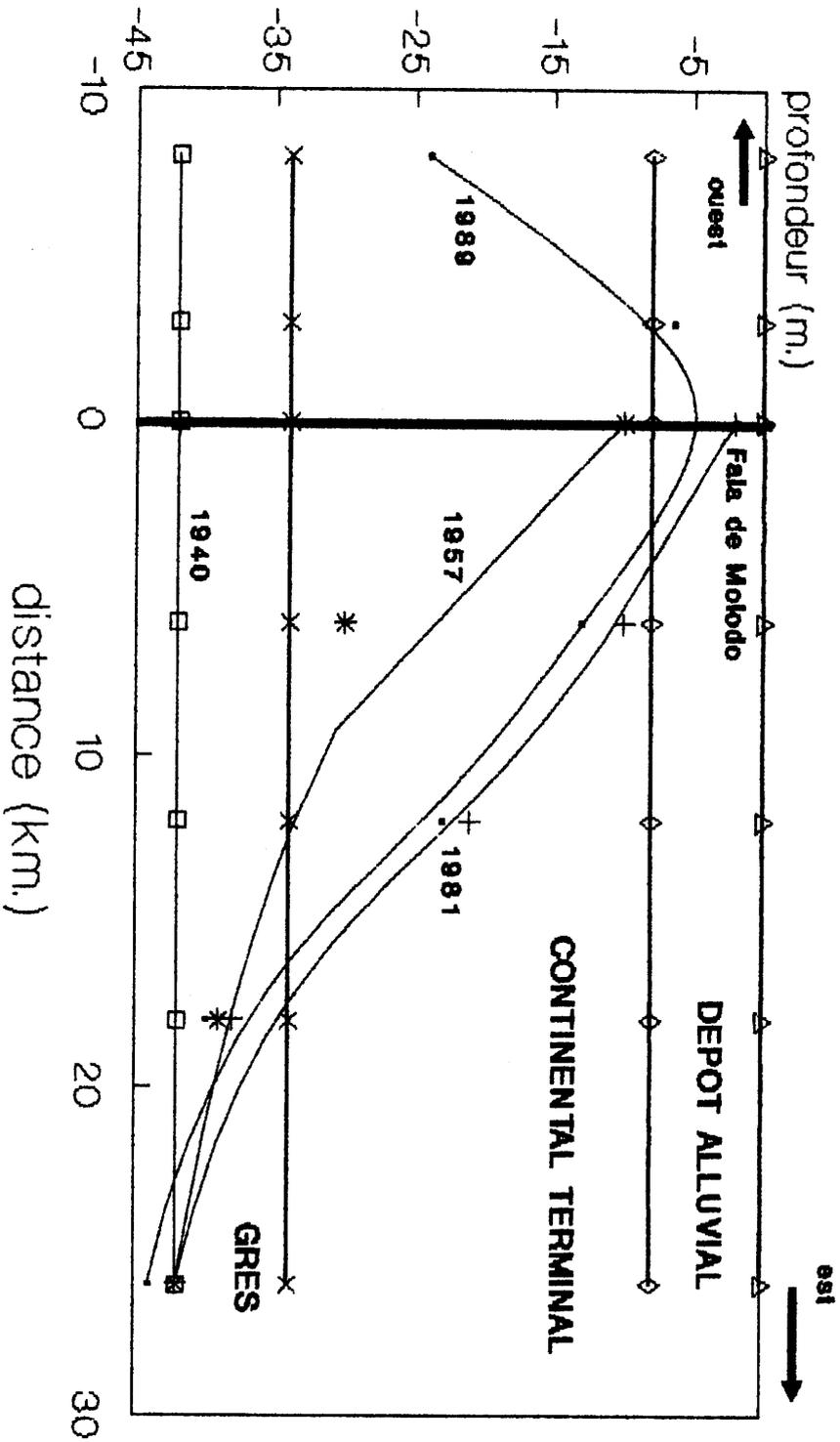
- Là où la nappe phréatique ne baisse pas durant la saison sèche il y a plus de remontée capillaire et plus d'accumulation de sels à la surface.

- Les casiers réaménagés avec leur drainages plus efficaces ont des conditions plus favorables pour diminuer les accumulations des sels et lessiver les sels déjà accumulés.

- La méthode d'irrigation dans le maraichage paraît être un facteur important en faveur de la salinisation.

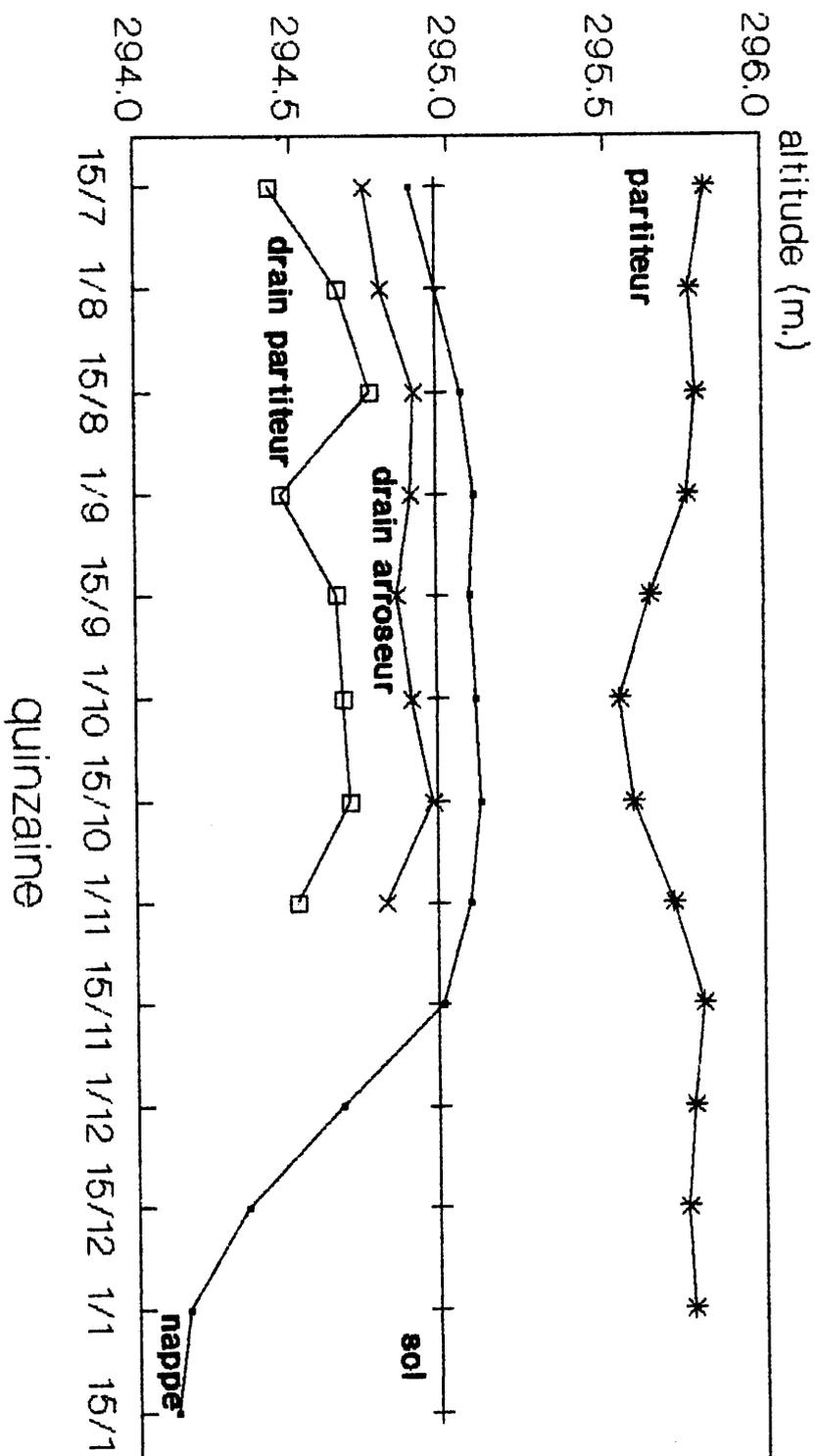
- Une bonne gestion d'eau (drainage, irrigation, plannage, compartimentage) peut diminuer les effets de la salinisation.

FIGURE 1
Evolution de la nappe phreatique O.N.
Coupe ouest-est



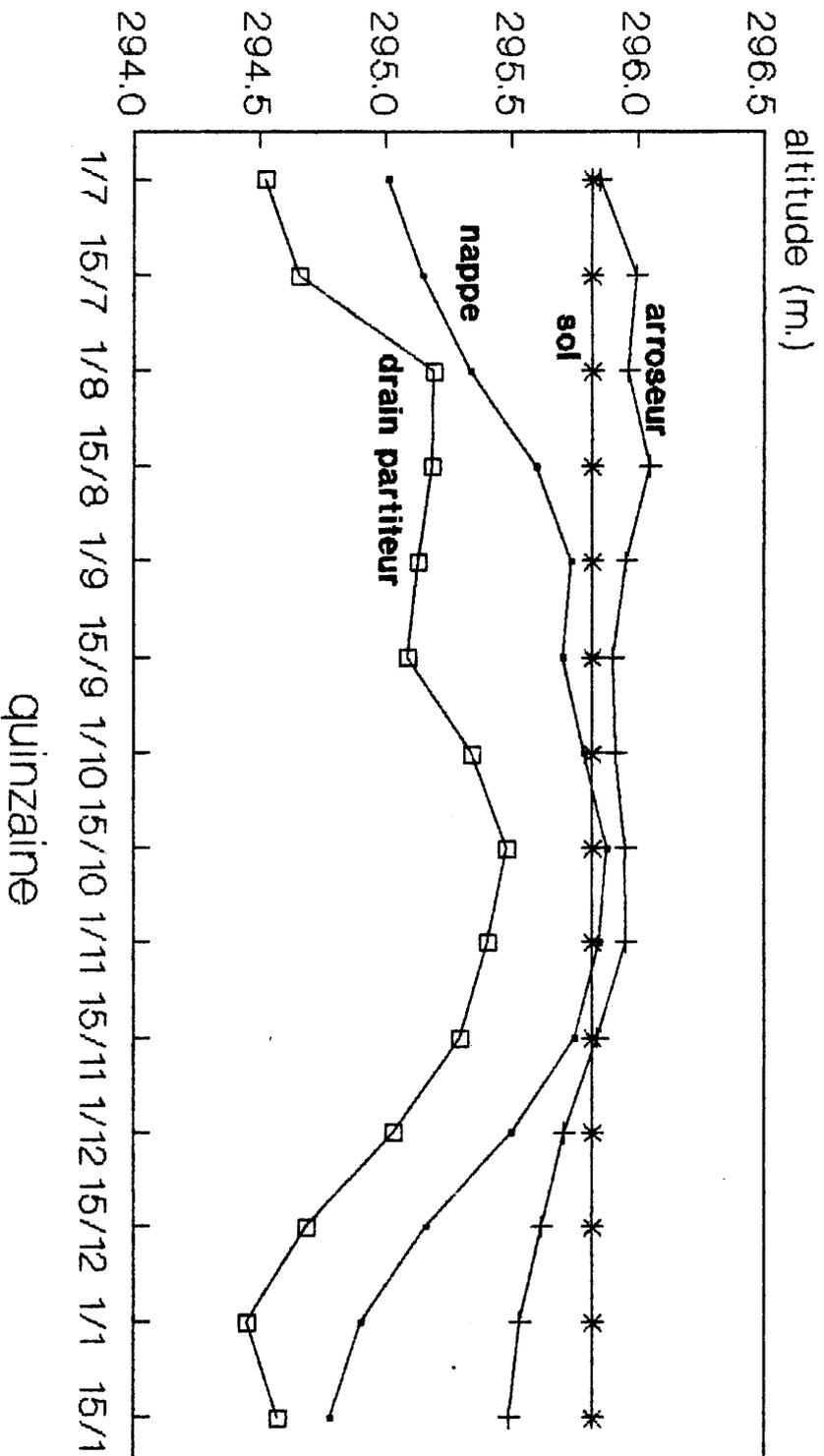
sources: 1989 observations personnel
 1981 SOGREAH, Banque Mondial
 1957 Carte hydro-geologique 1/1.000.000

FIGURE 2; N4-1G
Evolution des niveaux d'eau
(nappe, partiteur, drains)



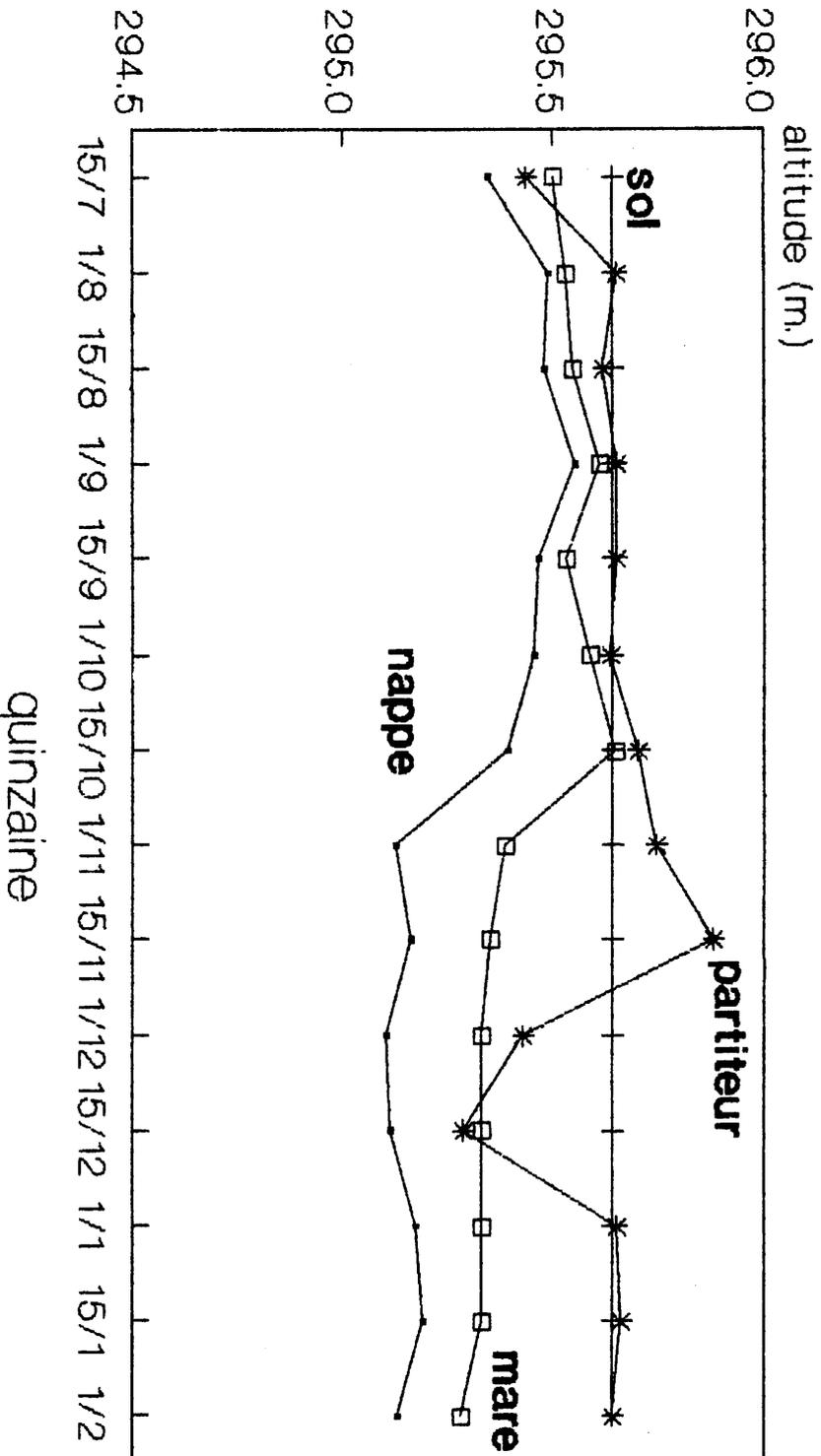
La courbe évolutive de la nappe est obtenue à partir de la moyenne des niveaux de 12 piezomètres

FIGURE 3; KL 3
Evolution des niveaux d'eau
(nappe, arroseur, drain)



La courbe évolutive de la nappe est
 obtenue à partir de la moyenne des
 niveaux de 9 piezomètres

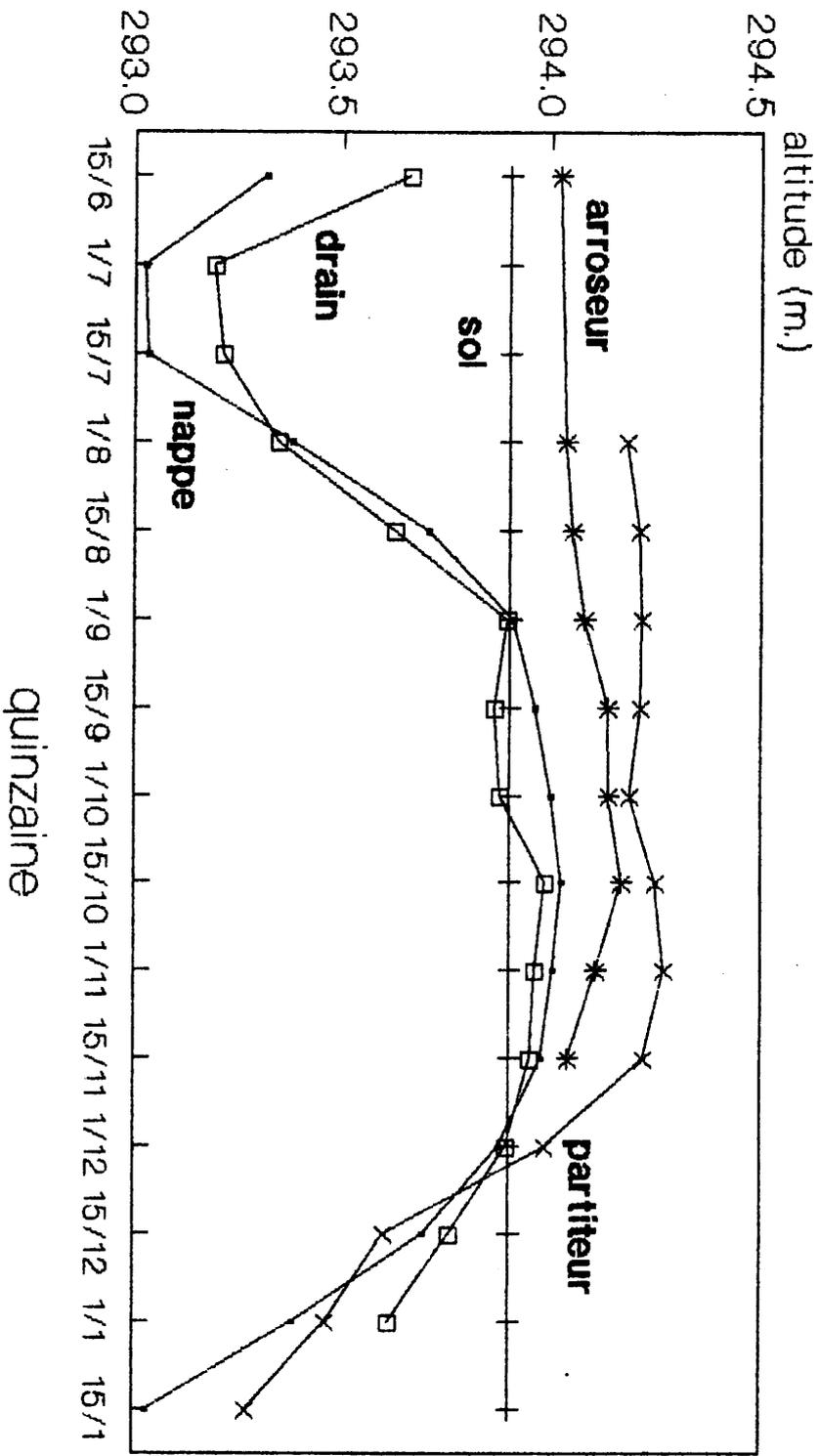
FIGURE 4; G 1
Evolution des niveaux d'eau
(nappe, partiteur, mare)



La courbe évolutive de la nappe est obtenue à partir de la moyenne des niveaux de 9 piezometres

quinzaine

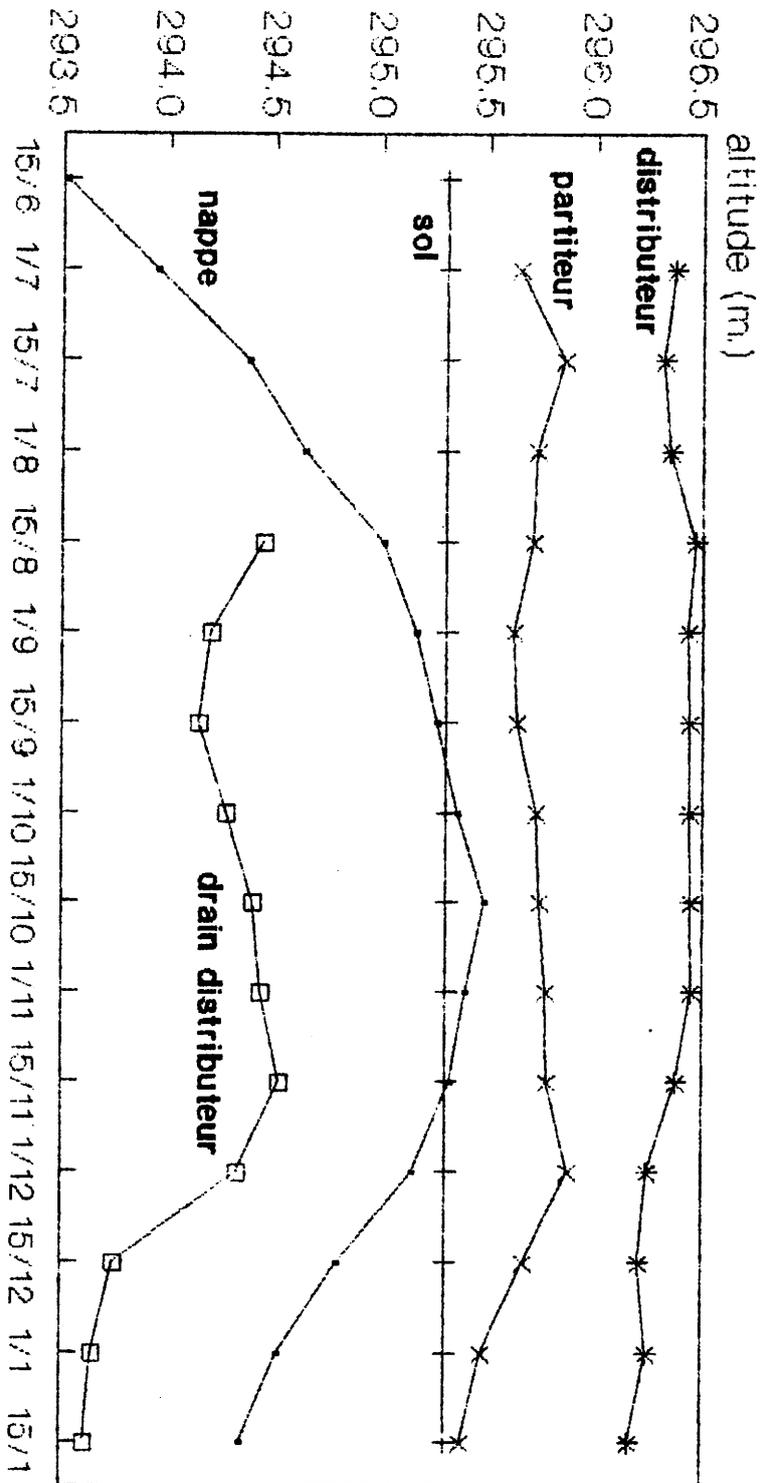
FIGURE 5; N 9
Evolution des niveaux d'eau
(nappe, arroseur, drain)



La courbe évolutive de la nappe est obtenue a partir de la moyenne des niveaux de 9 piezometres

quinzaine

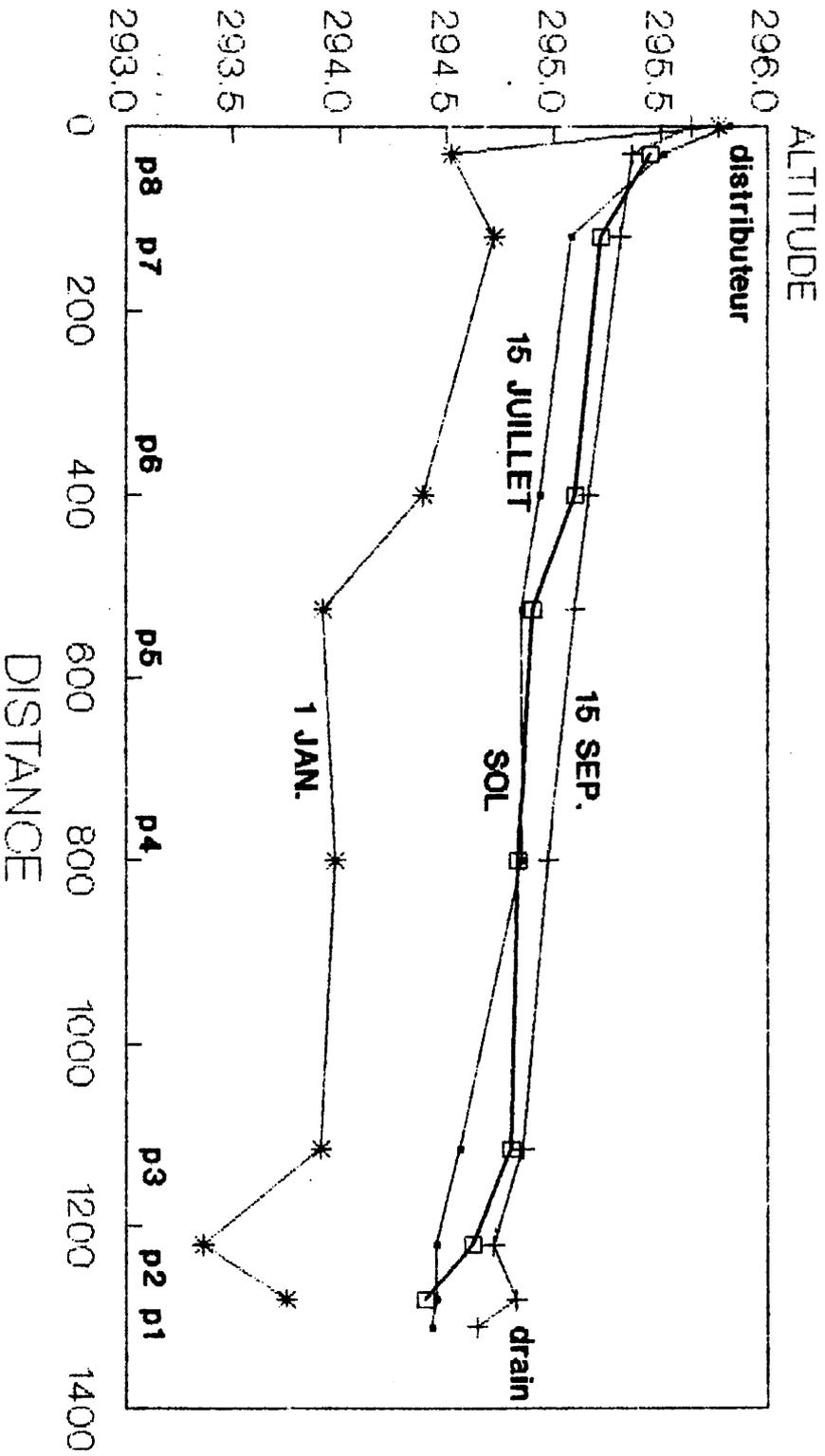
FIGURE 6; KO 2
Evolution des niveaux d'eau
(nappe, distributeur, partiteur, drain)



La courbe évolutive de la nappe est obtenue à partir de la moyenne des niveaux de 9 piezomètres

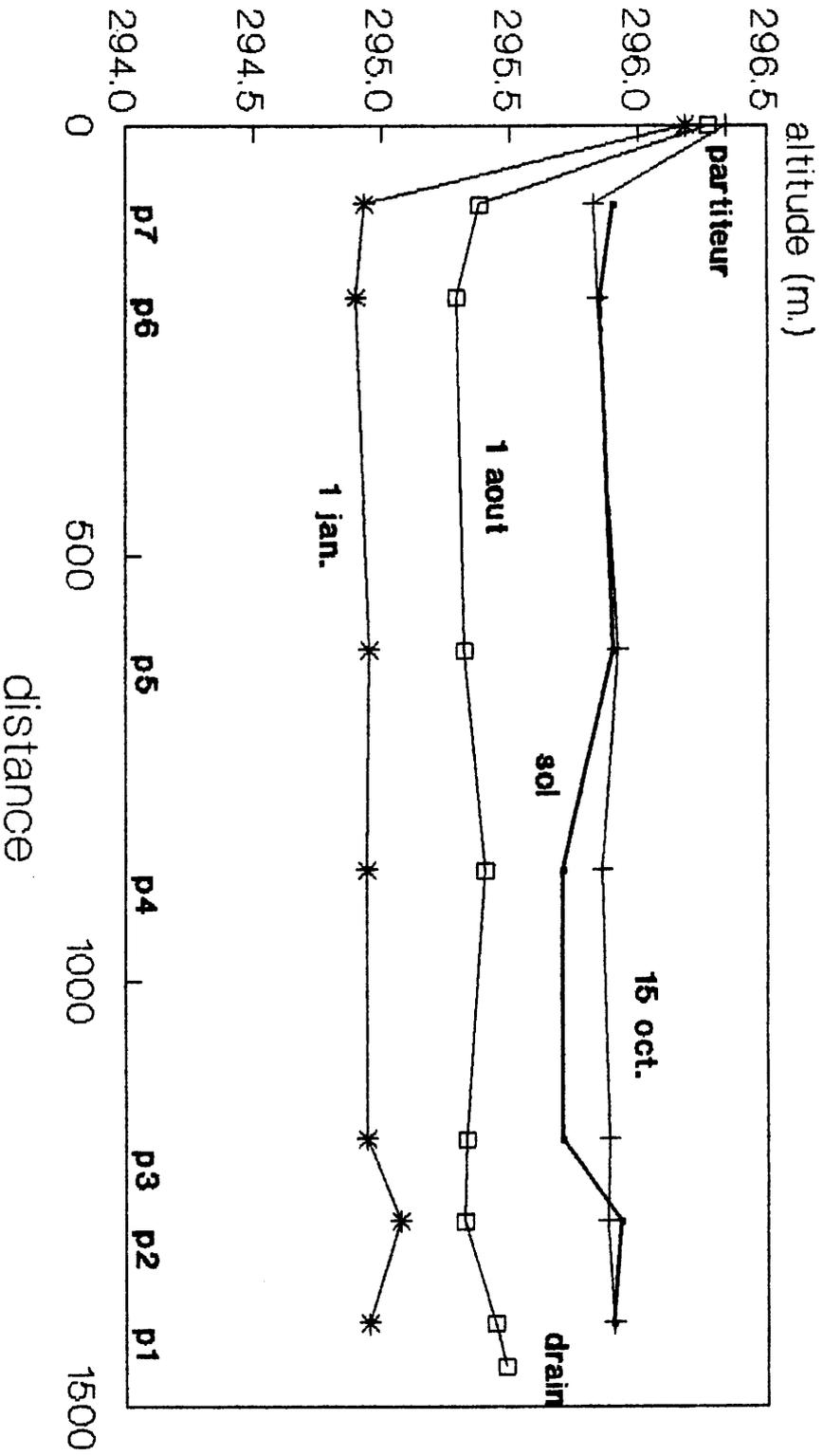
quinzaine

FIGURE 7; N4-1G
Coupe longitudinale de distributeur
a drain de distributeur.



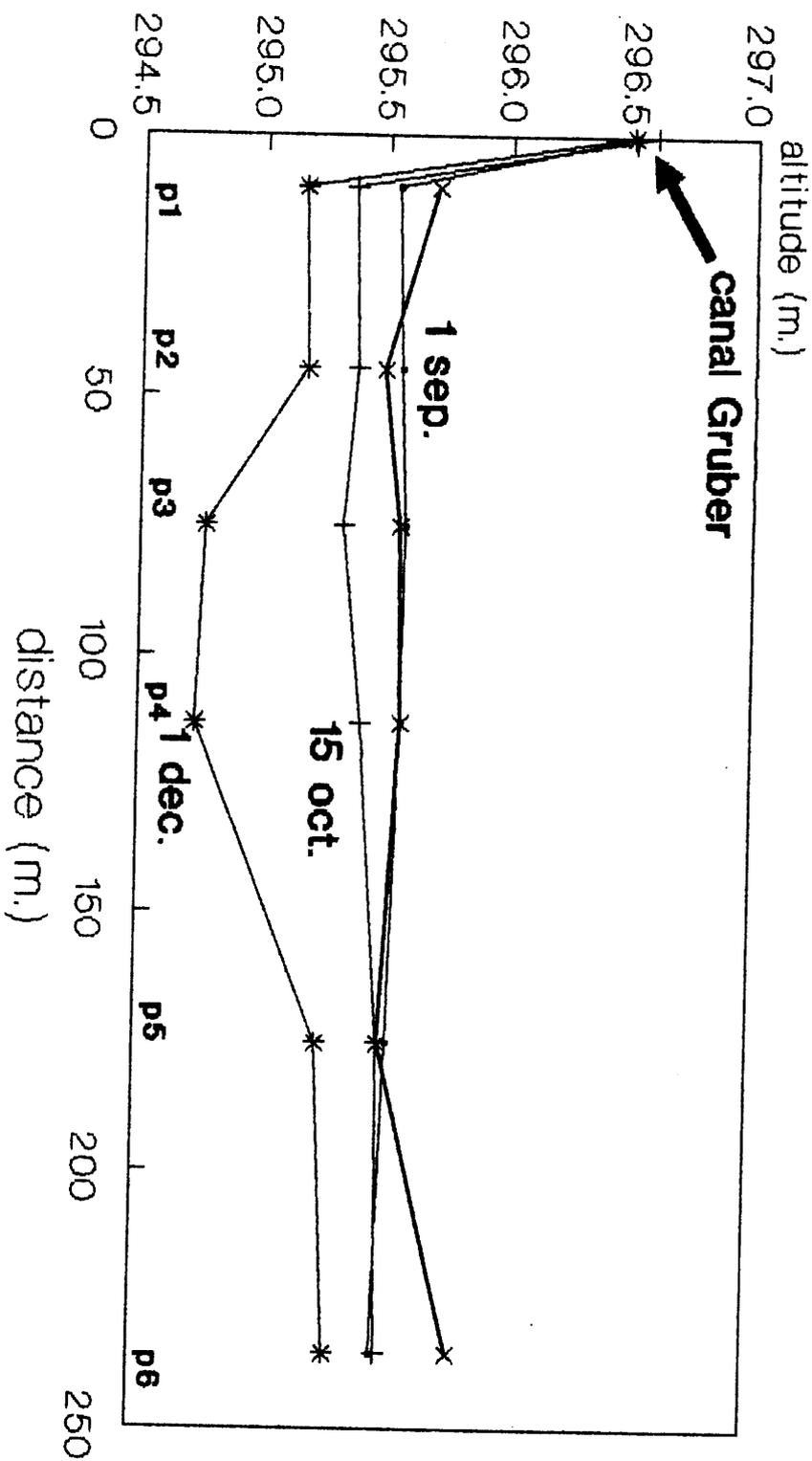
Les piezometres montres sont: p8, p7,
p6, p5, p4, p3, p2, p1.

FIGURE 8; KL 3
Coupe longitudinale de partiteur
a drain de partiteur



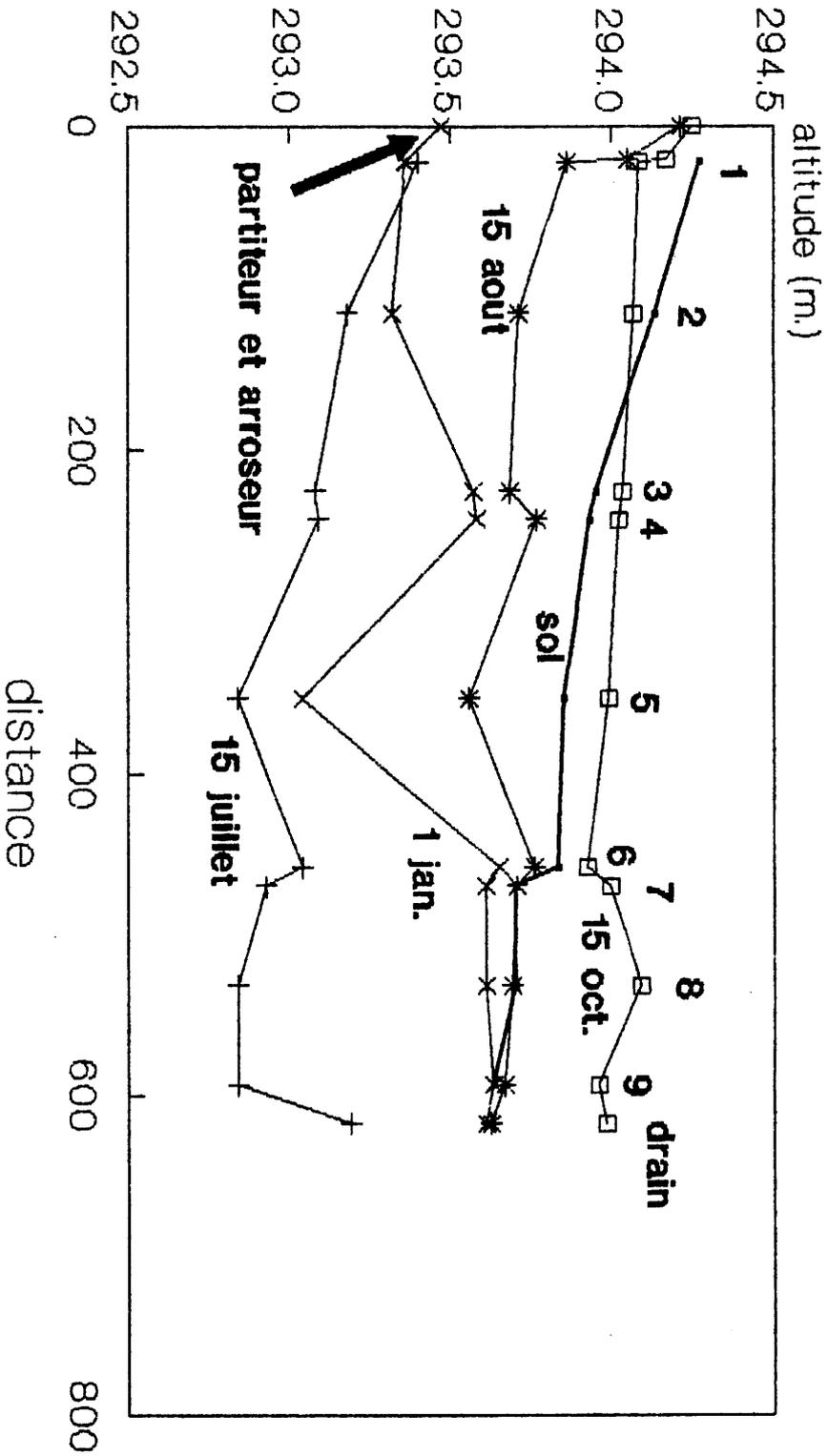
Les piezometres montres sont: p7, p6, p5, p4, p3, p2, p1.

FIGURE 9; G 1
Coupe longitudinale du canal Gruber
a piezometre 6



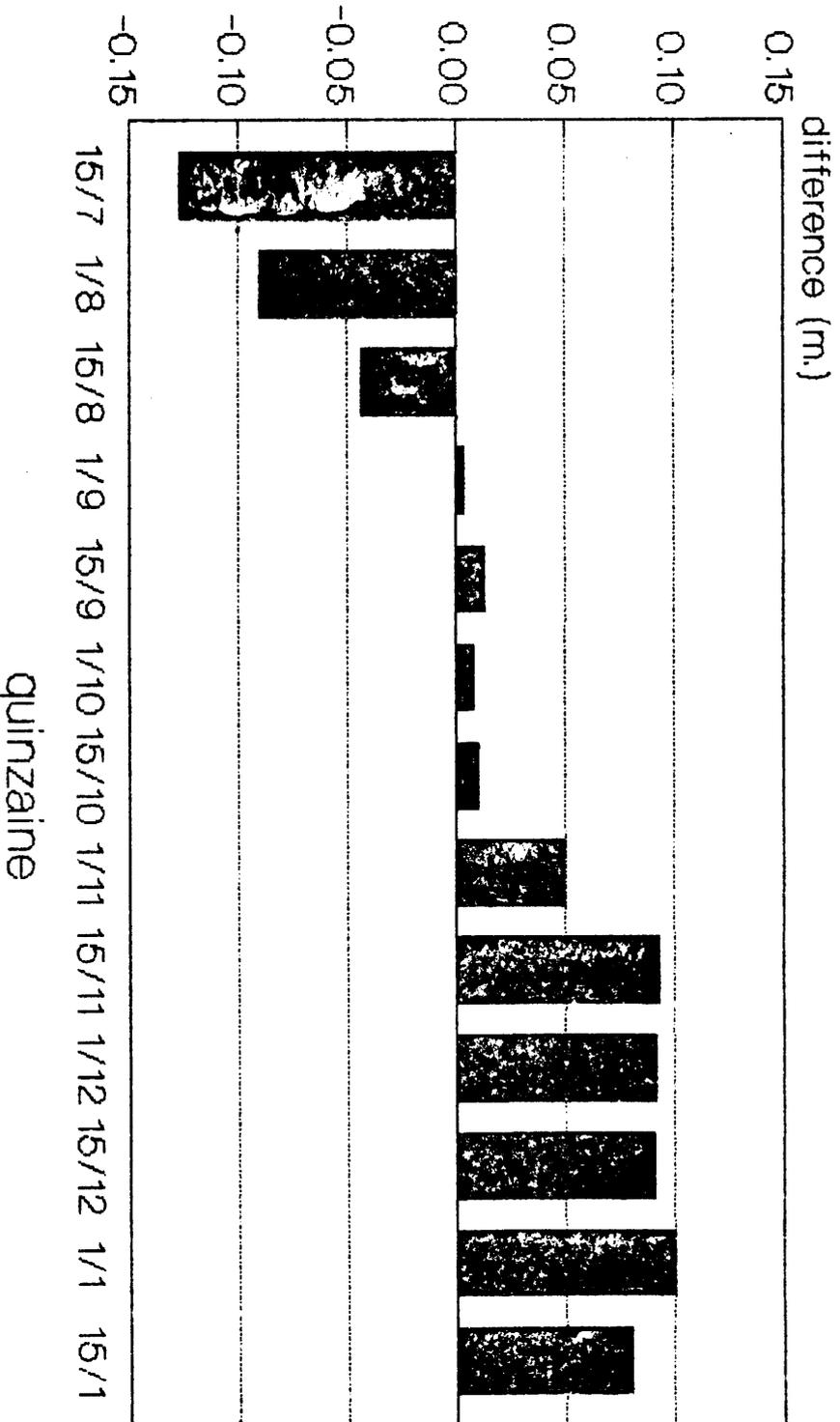
Nappe phreatique dans les piezometres:
 1B, 2B, 3B, 4B, 5B, 6B dans :1 sept.,
 15 oct. et 1 dec.

FIGURE 10; N 9
Coupe longitudinale de partiteur
a drain



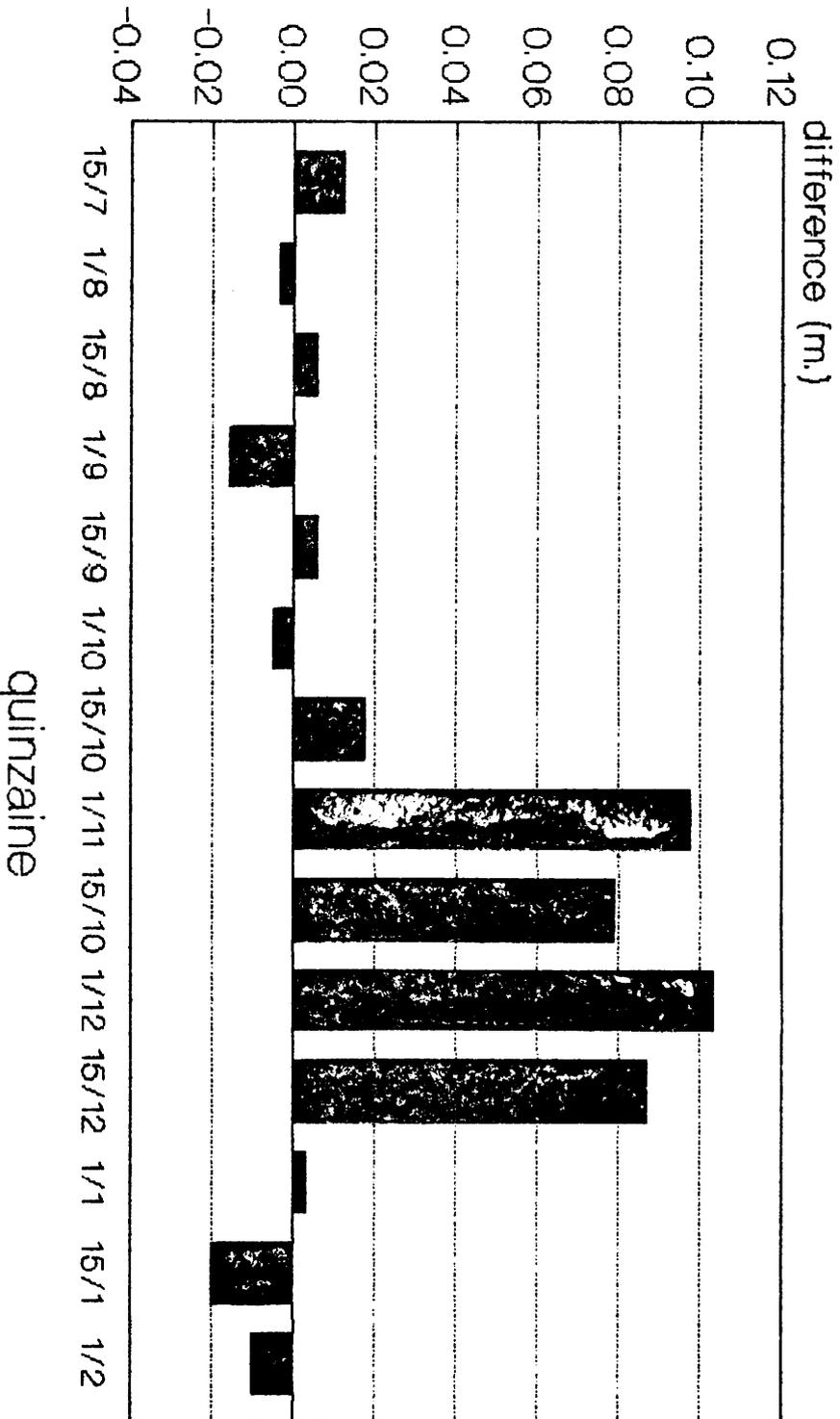
Les piezometres montres sont: p1, p2, p3, p4, p5, p6, p7, p8 et p9.

FIGURE 11; N4-1G
Difference de niveau entre
piezometres A et B



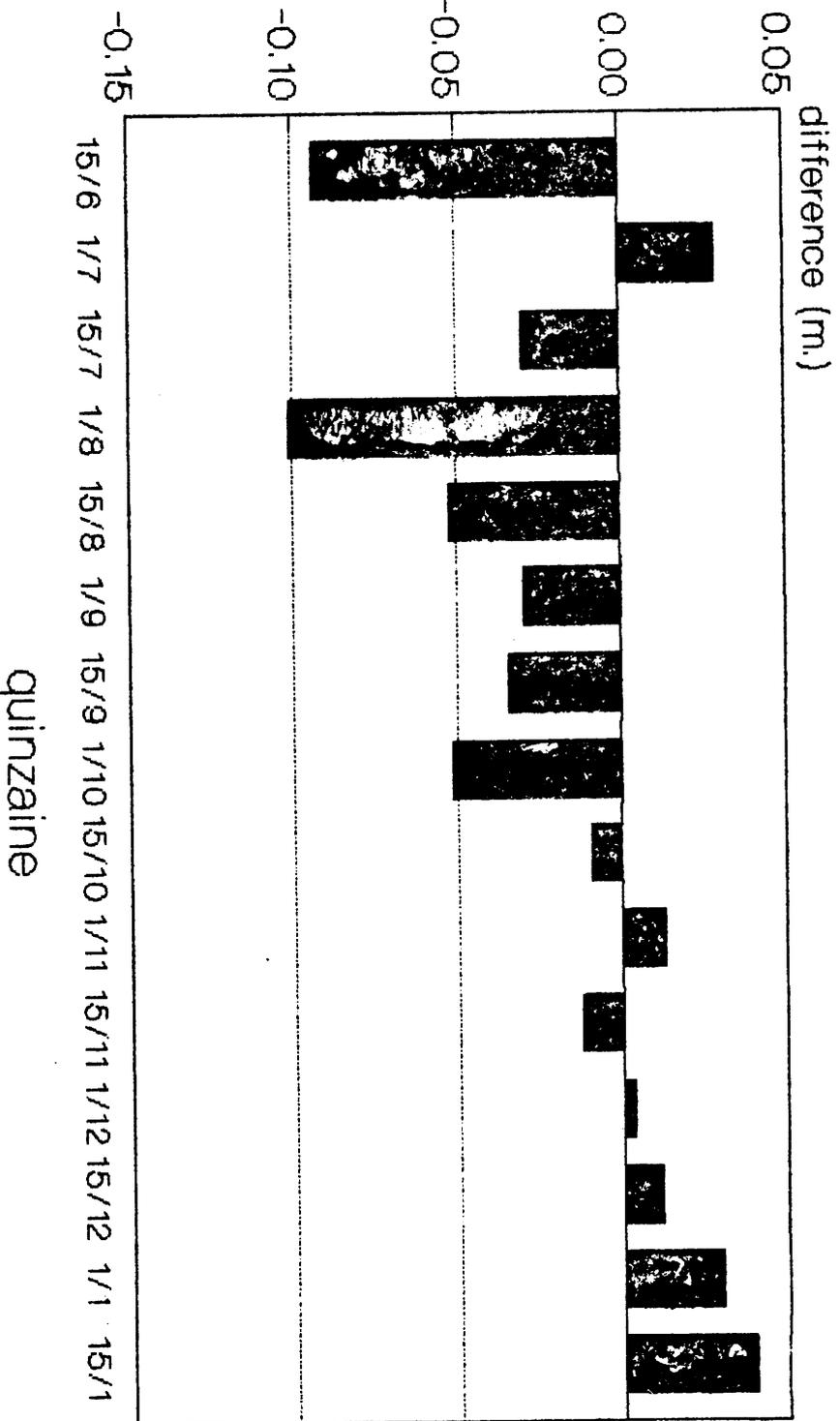
Difference de niveau entre les moyennes
 des piezometres A (3.0 m.) et B (1.5 m.)

FIGURE 12; g 1
Difference de niveau entre
piezometres A et B



Difference de niveau entre les moyennes
des piezometres A (3.0 m.) et B (1.5 m.)

FIGURE 13; N 9
Difference de niveau entre
piezometres A et B



Difference de niveau entre les moyennes
 des piezometres A (3.0 m.) et B (1.5 m.)

quinzaine

FIGURE 14; N4-1G
pluie par quinzaine

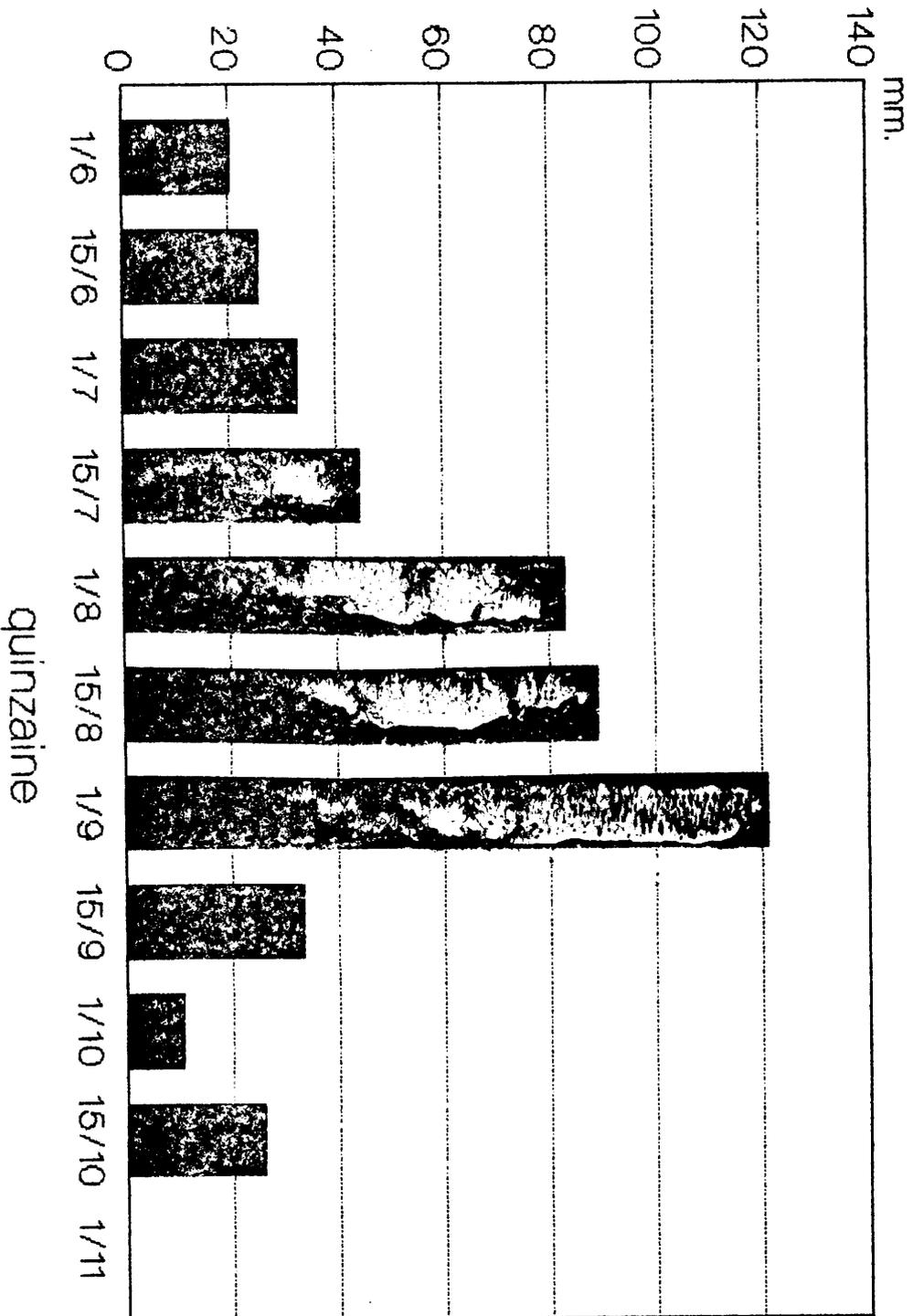


FIGURE 15; G 1
pluie par quinzaine

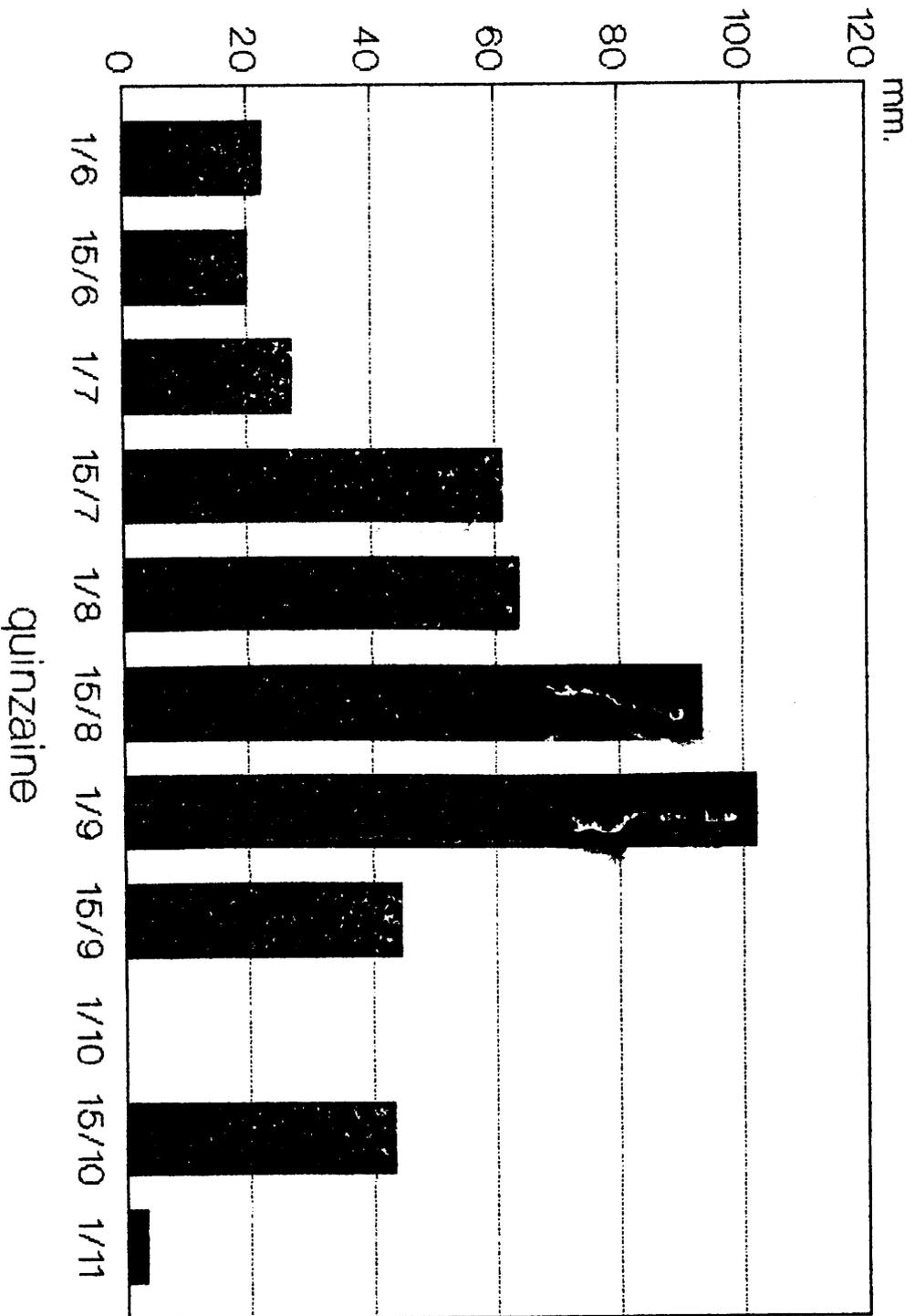
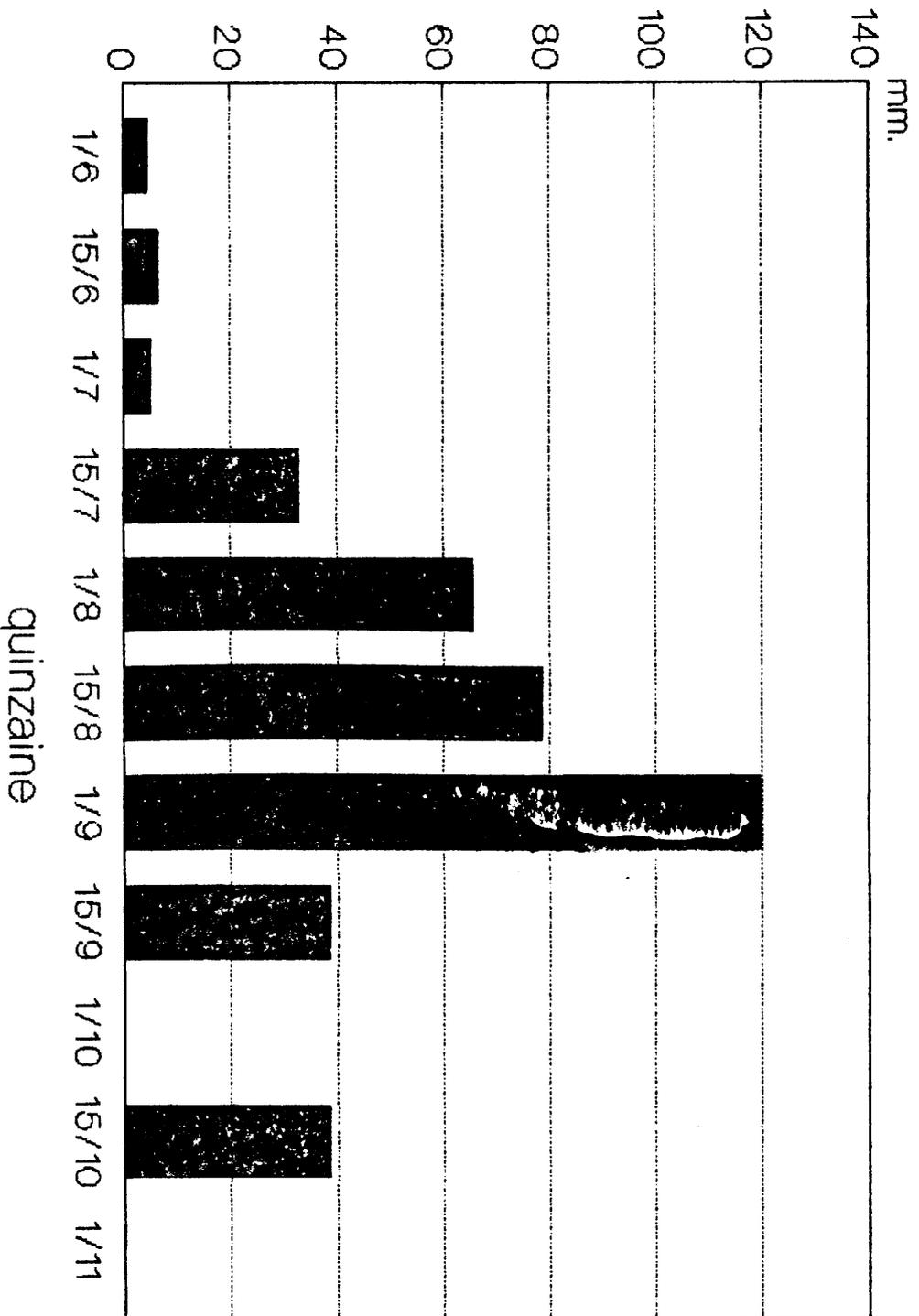


FIGURE 16; N 9
pluie par quinzaine



PROPOSITION DE PROGRAMME CULTURES IRRIGUEES.

A) RIZ IRRIGUE EN STATION

1 Fertilisation Maintien fertilité des sols.

1.1 - Recherche de fumures optimales en riziculture intensive.

.Objet: Définir la combinaison optimale de NPK dans le cadre d'une riziculture intensive sur les 3 principaux types de sol à l'office du Niger.

.Dispositif. Blocs de Fisher 5 répétitions p rcelle de 30 m²

.Traitements seront testés

T1	120 N + 45 P2O5 + 30 K2O
T2	120 N + 90 P2O5 + 30 K2O
T3	120 N + 45 P2O5 + 60 K2O
T4	120 N + 90 P2O5 + 60 K2O
T5	87 N + 45 P2O5 + 60 K2O
T6	120 N

1.2 Fertilisation de la pepinière.

Objet. Déterminer une meilleure combinaison N,P,K permettant un bon développement de la pepinière.

Dispositif - Split - plot 6 répétitions.

Traitements 4 traitements principaux durée en pepinière.

6 traitements secondaires

NPK, NP, NK, PK, fumier de parc, rien.

1.3. Reconduction étude effet de la matière organique sur les engrais phosphatés

1.4. Reconduction Source phosphore x souches azolla

1.5. Reconduction essai et test d'évolution sous riziculture continue en saison et en contre saison.

2. Techniques culturales:

2.1 Reconduction Densité x variétés - hors station

2.2 Reconduction date de semis x variétés

2.3 Reconduction Densités x azote hors station

2.4 Etude de la durée optimale en pépinière

Objet. Déterminer l'incidence de l'âge du plant au repiquage en fonction de la variété

Dispositif Split - plot.

4 traitements principaux. BG 90-2, 40- 1644-227, H 15-23 DA, TNI.

4 traitements secondaires durée pépinière 21 jours, 31 jours, 41 jours et 51 jours.

B. Riz hors station

1 Contre saison

1.1 Essai phosphore au Retail (parcelle non paysanne) sur Danga et Dian ou Moussi

1.2. Courbe de réponse à l'azote avec quatre variétés

ITA 22. TNI Bouake JAPA 4 doses.

0 - 50 - 100 - 150 - 200. N.

2. Saison.

2.1 Reconduction en arrière effet des 3 essais annuels Imphos.

2.2. Evaluation de l'effet de l'azolla en milieu paysan.

3 traitements

1 répétition par paysan et 5 paysans par zones.

2.3 Tests de correction avec le PNT et le phosphate soluble des zones carencées en phosphore KOKRY

2.4 Etude combinaison PNT et P soluble dans un système de double culture.

2.5 Test de comportement de différentes souches d'azolla en zone Officice du Niger

2.6 Diagnostic de l'infertilité des sols à Kokry. K7-k8.

Objet. Définir si outre des 3 principaux éléments.

Une carence en micro éléments n'existe pas sur le K7 et K8 à KOKRY.

2.7. Suivi de l'alcalinisation/Salinisation

B- Riz flottant Mopti

1 Reconduction - Essai Evaluation du PNT en fumure de fond.

C/ Canne à sucre.

1. Essai courbe de réponse à l'azote Reconduction

2. Essai courbe de réponse à l'engrais phalipou Reconduction

3. Amélioration des sols reconduction

4. Essai évaluation effet de la vinasse évaluation

5. Essai PNT/P.soluble reconduction.

6. Essai Mode de plantation x variété reconduction.