

ETUDE DES MARES DU DELTA CENTRAL DU NIGER

Projet de recherches et résultats préliminaires

V. BENECH

(décembre 1989)

Il suffit de consulter avec un peu d'attention une carte du Delta Central du Niger (DCN) pour constater qu'elle est criblée d'une multitude de mares de dimensions très variables. Ce type de milieu, diversifié, très bien représenté dans la région deltaïque, est un élément essentiel pour la productivité ichtyologique. Il fait l'objet d'une exploitation halieutique traditionnelle et plus récemment d'aménagements du type "micro-réalisations" générateurs de nouvelles potentialités piscicoles.

Ces caractéristiques constituent de fortes motivations pour porter un intérêt particulier aux mares en tant qu'objet d'étude pour une valorisation des recherches issues du Programme "Etudes halieutiques du Delta Central du Niger" débuté en 1986.

D'un point de vue bio-écologique, l'immense réseau de chenaux et des mares doit constituer un milieu fondamental pour le cycle biologique des poissons du DCN. Ces zones d'eau peu profondes, calmes et encombrées de végétation sont les lieux de frayères de certaines espèces et de nurseries pour un plus grand nombre encore.

Les enquêtes halieutiques devraient bientôt nous fournir une estimation de la production halieutique des mares. Elle résulte essentiellement de pêches collectives en fin de saison sèche destinées à épuiser le stock de poissons reconstitué chaque année au moment de la crue à partir du stock fluvial. Mais il existe aussi des pêches quotidiennes de subsistance pratiquées par les villageois de façon plus ou moins

c'est tout un système d'exploitation qui est à repenser, ce qui soulève certainement des problèmes socio-économiques.

L'intérêt et l'originalité des mares en tant que milieu naturel et exploité neurent en

maturation ou non ?

Quel est le devenir du stock après l'isolement de la mare ?

Dans le cas où la mare demeure en eau toute l'année (ex : Batamani), comment les populations résidentes se comportent-elles, notamment en ce qui concerne la reproduction ? Y a-t-il des différences par rapport à ce que nous avons observé jusqu'ici dans le fleuve, en milieu "ouvert" (échantillonnage à Mopti depuis juillet 1988) ?

La diversité de ces plans d'eau est favorable à une étude des relations existant entre caractéristiques et production piscicole des mares. Les résultats obtenus seront précieux pour l'aménagement de ces milieux suivant la vocation qu'on leur destine.

Une telle étude permettrait d'interpréter les mécanismes de l'influence des variations interannuelles de la crue sur la production piscicole au niveau du Delta. L'étude de cette influence globale qui nécessiterait un suivi pluriannuel difficilement envisageable, serait alors entreprise en considérant la production de ces micro-milieux en fonction de leur situation par rapport à la dynamique saisonnière de la crue. L'utilisation de l'hétérogénéité spatiale comme analogue de l'hétérogénéité temporelle peut cependant susciter quelques critiques : considérer que la situation d'une mare proche du fleuve subissant une mauvaise crue est équivalente à celle d'une mare éloignée du fleuve pour une bonne crue, c'est supposer que l'histoire de la mare n'a pas d'importance ; or il est possible que certains facteurs de production (végétation pérenne par exemple) soient liés à la situation antérieure de la mare plus qu'à la situation annuelle.

En résumé, j'envisage deux orientations de recherche :

- une étude locale de deux types de mares (Sensé et Batamani), d'une part pour déterminer l'influence de l'assèchement sur les caractéristiques des stocks respectifs et, d'autre part, mettre en évidence d'éventuelles différences mares/fleuve pour la reproduction et la croissance.
- une étude régionale concernant les relations entre la production halieutique des mares et les paramètres bio-écologiques.

Ce deuxième point implique la mise en place d'une collaboration avec les études halieutiques .

1- Etudes locales à Sensé et Batamani

a) Caractéristiques des mares de SENSE et BATAMANI

Environnement du projet

Ces deux mares font partie de l'ensemble des mares aménagées suivies par l'Opération Pêche de Mopti (OPM). Le responsable de secteur OPM de Mopti, M. Timéogo Coulibaly, nous a conduit à Sensé et à Batamani pour nous présenter aux autorités villageoises et aux moniteurs-enquêteurs de l'OPM. Nous avons été bien accueillis et nos travaux de terrain pourront se dérouler sans problèmes dans ces localités.

a) Village de SENSE

Les mares de Sensé sont situées en rive droite du Niger, en amont de ce village qui en détient le droit d'exploitation. On y accède par la route en saison sèche (à partir de mi-décembre ; 1/2h de Mopti) ou par le fleuve pendant l'hivernage (55 mn de Mopti avec un 40CV).

Le paysage environnant est très désolé : pas de végétation arbustive, sol dénudé, érodé par les vents violents dans la région et raviné par les pluies. Il existe plusieurs mares qui communiquent entre elles aux hautes eaux. La plus grande d'entre elles, Toundé, a une superficie de 10 ha environ; la profondeur maximale du plan d'eau est alors d'environ 2 m ce qui implique un assèchement complet en fin de saison sèche. Les nénuphars recouvrent progressivement la quasi totalité du plan d'eau au fur et à mesure que le niveau baisse. L'eau libre ne correspond plus qu'à un carré de 40x40 m où la mare a été surcreusée pour recueillir les poissons en fin d'étiage.

Ces mares font l'objet d'un aménagement concerté entre les villageois de Sensé, l'OPM et le CECI.

En 1989, le chenal d'alimentation a été surcreusé et la construction d'un petit barrage sur ce même chenal, à 1000 m environ du fleuve, permet désormais la maîtrise du remplissage et d'une vidange partielle. L'eau de crue arrive dans la mare mi-août ; cette année les pluies ont rempli la mare en juillet et l'eau s'est écoulée vers le fleuve. Les études et le financement des travaux d'hydraulique (Projet AMSA : Aménagement des Mares de Sensé et Akka) ont été réalisés par le CECI qui se préoccupe du développement intégré de ce village-pilote (alphabétisation, banque de semences, infirmerie). Un plan topographique au 1/2000 de l'ensemble des mares a été dressé avec la collaboration de l'AMATEVI et les correspondances niveau d'eau/surface/volume ont été calculées pour différentes cotes.

L'OPM suit les productions de la mare de Toundé depuis 1986 (riz, graines de nénuphar, pêche). En 1989, l'OPM a lancé une opération d'élevage de Tilapia en cages flottantes ainsi qu'un programme de mesures physico-chimiques mensuelles qui permet de prévenir les risques de mortalité (déficit en oxygène). A la différence des casiers de l'Opération Riz, la gestion de l'eau de la mare de Sensé privilégie la production de poissons. C'est une forme de pisciculture extensive : on laisse entrer le poisson et on le retient prisonnier en isolant la mare dès les premiers signes de décrue. Cette année, le barrage a été fermé le 16/10/89. Contrairement à l'habitude, il n'y a pas eu, en novembre, de pêche particulière de *Brycinus leuciscus*. Celle-ci consiste à provoquer une décrue artificielle pour inciter les Tinéni à quitter la mare et à se rassembler dans le chenal de vidange où ils sont piégés. La pêche est interdite dans la mare de Toundé où un "trou à poissons" a été creusé dans le but de recueillir les poissons de l'ensemble des mares de Sensé. Les autres mares sont exploitées à l'aide de durankoros et de filets maillants. L'exploitation halieutique se termine en avril-mai par des pêches collectives d'épuisement du stock.

Un moniteur de pêche contrôle les captures tout au long de la saison de pêche (nombre et poids par genre). Pour la saison 1988/89, la production en poisson correspond à un rendement de 295,6 kg/ha ; elle se répartit en une dizaine de genres. Les Clarias constituent 60% de cette production et les "Tilapia" 20% (d'après le rapport OPM de juillet 89) La participation des autres groupes varie entre 0,5 et 5%. Cette dominance des Clarias paraît particulière à la mare de Toundé ; dans les autres mares suivies par l'OPM, la proportion de "Tilapia" est comparable ou supérieure à celles des Clarias.

2) Village de BATAMANI

Il s'agit de la mare de Débaré. Elle est vaste (75ha environ) et pérenne. En 1988, la mare a reçu les premières eaux de crue le 10 août alors que les eaux résiduelles de l'assiette atteignaient 50cm de hauteur. Comme à Toundé, après surcreusement du canal d'alimentation, les villageois ont entrepris la construction d'un ouvrage de retenue, mais ce barrage a été emporté en 1988 et 1989.

La riziculture est pratiquée par les trois villages de Batamani N'Gatalila et Sané-Mama. En 1988 158 ha seulement ont été cultivés sur les 500 ha inondés (rapport OPM de juillet 89). Le bourgou a été exploité sur 85 ha. La production de nénuphar (graines et tubercules) a été très importante.

De novembre 1988 à juin 1989, la production piscicole s'élève à 23791 kg soit 317 kg/ha. Les captures comprennent essentiellement des Clarias (21%), Synodontis (16%), Tilapia (15%), mais Lates, Bagrus, Alestes, Hydrocynus et Citharinus dépassent chacun les 5%.

Pour l'instant, nous avons proposé à l'OPM de collaborer seulement à l'étude de la mare de Toundé dans le cadre des recherches bio-écologiques du programme DCN. Cette proposition a été très bien accueillie autant du côté de l'OPM que de celui de l'INRZFH. Ce dernier étant apparemment très favorable à une intégration de la recherche dans des actions concertées interorganismes qui se concrétisent dans des réalisations pour le développement. Outre l'extension des études bio-écologiques à la mare de Dembaré (prévu pour janvier 1990), on pourrait envisager un élargissement de la collaboration du Programme DCN dans le domaine halieutique et socio-économique.

b) Protocole d'étude

Dans une optique restreinte, les recherches entreprises sur les mares de Sensé et Batamani pourront se limiter à une coordination d'études sur le milieu, la reproduction, la croissance des poissons et la production halieutique dans ces deux lieux.

Les recherches concernant la reproduction et la croissance seront limitées aux espèces déjà choisies en bio-écologie. Cependant, les Clarias constituant l'essentiel de la production de la mare de Sensé recevront une attention particulière notamment par l'étude de l'évolution comparée de leur régime alimentaire et de leur coefficient de condition.

L'étude de la croissance sera abordée d'après la structure des tailles (pêches aux filets maillants et à l'électricité), l'examen des pièces osseuses et des otolithes et des marquages. Ces derniers devraient être bien supportés par les Clarias, espèce particulièrement résistante.

Etude du milieu :

- physico-chimie de l'eau : suivi des variations nycthémérales et saisonnières de la température et de l'oxygène dans toute la couche d'eau ;

suivi des variations saisonnière de transparence, de pH et de conductivité en surface.

- Etude des macrophytes aquatiques et semi-aquatiques. A partir de mai 1990, sous réserve de l'affectation d'un VSN pour cette étude botanique.

Etude ichtyologique :

- Echantillonnage mensuel sur tout un cycle saisonnier aux filets maillants et à l'épuisette électrifiée à partir de novembre 1989 .

Chaque mois deux nuits de pêche et une pêche de jour à l'aide d'une batterie de 9 filets maillants (mailles de 10mm à 40mm).

Les poissons capturés sont mesurés et pesés individuellement (poids total et poids éviscéré). On note le sexe, l'état et le poids des gonades.

Les ovaires en maturation avancée sont formolés pour une détermination ultérieure de la fécondité et du diamètre de ovocytes.

Les estomacs des Clarias sont également conservés pour une analyse du contenu stomacal.

Prélèvement d'écaillés, d'otolithes et de pièces osseuses pour étude de la croissance.

- Piégeage et marquages d'août à octobre 1990 (période de communication fleuve-mare) - Reprise des poissons marqués au cours des pêches d'épuisement d'avril-mai 1991.

Le canal de liaison entre la mare et le fleuve est évidemment le lieu idéal pour contrôler les entrées/sorties par des pièges à double entrée. Ce piégeage peut être assorti d'un marquage individuel qui permettra de suivre les déplacements et de connaître la croissance dans la mare. On pourra également envisager un "radio-tracking" pour obtenir des données éco-éthologiques pendant la période de reproduction. Cette opération de marquage présente des conditions particulièrement favorables, le pourcentage de reprise devant être maximum dans un milieu fermé où tous les poissons sont normalement repris en fin de saison.

- Etude halieutique

L'OPM a déjà mis en place un certain dispositif d'enquête qu'il serait peut-être possible d'harmoniser avec celui du Programme DCN. Si cela s'avère impossible, les mares de Toundé et Batamani devraient être retenues comme lieux d'enquêtes halieutiques.

2 - Etude régionale des mares

Relation entre production halieutique et paramètres bio-écologiques

L'exploitation des données recueillies par l'OPM nous a permis de considérer quelques relations entre la production halieutique par hectare et certains paramètres bio-écologiques des mares.

Il y a peu de données et les corrélations, bien que parfois élevées, ne sont pas statistiquement significatives ($p > 5\%$). Toutefois, on observe des tendances qui peuvent nous aider à préciser les orientations à donner à cette étude et les données à recueillir.

Sur un ensemble de cinq mares suivies trois années de suite (1987 à 89), nous avons pu tester d'une part l'homogénéité de l'influence des variations interannuelles globales sur la production totale par hectare et, d'autre part, l'influence de deux variables

essentielles de la variation interannuelle : l'importance de la crue et des pluies.

Les données recueillies en 1989 concernent les productions spécifiques à l'hectare de sept mares dont les superficies s'échelonnent entre 1,2 et 75 ha. Elles nous ont permis d'aborder les relations entre la production/ha et certains paramètres biotiques et abiotiques.

Relations entre la production/ha et certains paramètres (tabl. 1) :

Relation avec la superficie (Fig. 1) :

La production à l'hectare croît avec la superficie de la mare, mais au-delà de 15 ha, la production tend vers un maximum asymptotique. Il existe une relation de ce type propre à chaque année. Nous reviendrons sur ce point au sujet des variations interannuelles.

La superficie est peut-être corrélée positivement avec la profondeur de la mare. Une grande mare serait en général plus profonde et serait en eau plus longtemps et, au-delà de 15 ha la réserve d'eau de saison sèche serait suffisante pour éviter l'influence de l'assèchement.

Relation avec le nombre d'espèces : (Fig. 2 et 3)

Le nombre d'espèces présentes dans un plan d'eau augmente avec la taille de celui-ci. On observe ici une corrélation positive entre le nombre d'espèces pêchées et la superficie de la mare. Il existe donc, entre la production et le nombre d'espèces, une relation du même type que celle que nous avons constatée avec la superficie.

Il semble qu'une richesse spécifique de 12 à 14 espèces "suffise" pour assurer la production halieutique maximale des mares.

Relation avec la composition spécifique :

En pisciculture, les Clarias sont utilisés pour limiter la prolifération des Tilapia. Ces deux groupes d'espèces constituant les deux composantes principales de la production des mares, nous avons recherché s'il existait une relation entre leurs productions respectives.

Il n'existe pas de corrélation significative entre ces deux variables. Toutefois, on constate une baisse de la production de Tilapia lorsque celle des Clarias augmente (Fig. 4).

La proportion (% en poids) de Tilapia diminue lorsque la production de la mare augmente. Avec les Clarias on constate la tendance inverse mais elle n'est pas significative (Fig. 5b et 8).

La production totale montre une corrélation positive avec celle des Clarias, en revanche elle est indépendante de celle des Tilapia (Fig. 6 et 9).

Chez les Tilapia la production /ha tend à diminuer lorsque la superficie de la mare augmente alors que celle des Clarias paraît indépendante de la superficie (Fig. 7 et 10).

Variation interannuelle de la production des mares : (tabl. 2)

Il existe des relations linéaires bien nettes et distinctes entre les productions respectives des mares d'une année à l'autre (fig. 11). Pour les couples de données 1988/89, la corrélation est élevée ($r=0,75$) mais n'atteint pas toutefois le seuil de signification à 5%.

Ces relations signifient que les différentes mares considérées ici "réagissent" suivant les mêmes lois aux variations des facteurs du milieu qui régissent leur production.

En outre, pour certains facteurs du milieu, on peut considérer que la variation interannuelle subie par une même mare peut se retrouver en comparant deux mares semblables subissant différemment la dynamique saisonnière d'une même crue (avec les réserves faites plus haut).

On peut donc concevoir que l'étude de la production des mares en fonction des variations interannuelles de la crue puisse être basée sur les données de différentes mares qui, la même année, sont soumises à des conditions hydrologiques différentes de par leur morphologie et leur situation par rapport au fleuve. De plus, en étudiant ainsi l'influence hydrologique au cours d'une même année, on la dissocie de l'influence de la pluviométrie (considérée homogène sur la région) qui paraît avoir un effet positif (cf figure 12).

Pour les trois années considérées, les relations Production/ha = f(Superficie) sont du même type (figure 1). Cependant, les différences interannuelles concernent le niveau du maximum atteint et l'amplitude entre celui-ci et la production la plus faible. L'élévation du maximum s'assortit d'une augmentation de l'amplitude. Il n'y a pas de relation claire entre la production et l'importance de la crue annuelle. Les productions les plus faibles correspondent à la crue la plus faible, mais les productions les plus élevées ne sont pas observées pour la crue la plus forte.

Ayant identifié trois paramètres susceptibles d'intervenir sur la production /ha des mares (Superficie, importance de la crue et pluviométrie) nous avons effectué une régression multiple en adoptant un modèle multiplicatif (données en log), ce qui permet de combiner de façon relativement réaliste les différentes influences. L'utilisation d'une régression multiple n'est pas statistiquement tout à fait orthodoxe avec de telles observations non indépendantes puisqu'il s'agit des mêmes mares observées trois années de suite (significativité des coefficients non rigoureuse ;

problème de calcul des d.d.l.). Une telle démarche est cependant habituelle pour exploiter des données en nombre limité .

$$\text{Log}(P) = a \text{Log}(S) + b \text{Log}(Q) + c \text{Log}(\text{Pluie}) + K$$

avec P : Production annuelle en Kg/ha

S : Superficie cadastrale en ha

Q : Débit annuel maximal du Niger à Mopti en m³/s

Pluie : Pluviométrie annuelle à Mopti en mm

K : Constante

La variance expliquée atteint 72% (tableau 3). Le coefficient de régression est particulièrement élevé (>1) pour la pluie ce qui indique une influence de type exponentiel. Par contre, les coefficients sont inférieurs à 1 pour les deux autres variables. La valeur du coefficient de régression est très peu élevée dans le cas de la superficie ce qui indique un influence très vite saturante de ce facteur.

On peut penser que le rôle principal de la pluie pourrait être un apport d'eau aux mares avant l'arrivée de la crue. Dans ce cas c'est la pluviométrie de mai-juin-juillet qui serait déterminante car la crue envahit les mares au mois d'août. En remplaçant la pluviométrie totale par celle de mai à juillet, le nouveau modèle explique le même pourcentage de variance que précédemment (tableau 4). La nouvelle variable est moins bien corrélée avec la production ; par contre, elle est quasi-indépendante du débit (et même, ici, corrélée de façon légèrement négative), ce qui augmente son intérêt explicatif. Le coefficient de régression du débit devient supérieur à 1 tandis que celui de la pluie baisse mais demeure toujours prépondérant. Il serait très intéressant de pouvoir confirmer ce mode d'action de la pluie. Par plusieurs années d'observation ou bien expérimentalement en remplissant des mares avant l'arrivée de la crue. Le succès de cette expérimentation apporterait évidemment des perspectives intéressantes pour l'augmentation de la productivité piscicole de ces milieux.

Propositions :

L'exploitation des données OPM montre que la production halieutique d'une mare dépend d'une part de ses particularités physiques (ex : superficie) et d'autre part des caractéristiques climatiques annuelles qui déterminent la pluviométrie et la crue. La combinaison de ces paramètres déterminent une capacité d'accueil pour un peuplement ichtyologique dont l'exploitation halieutique concerne 12-14 espèces et atteint un maximum (caractéristique de l'année) à partir d'une superficie d'une quinzaine d'ha. Une étude plus précise des relations entrevues ici devrait permettre de comprendre les mécanismes d'actions des différents paramètres. Elle pourrait d'une part déboucher sur la possibilité d'évaluer les potentialités halieutiques des mares du DCN et d'autre part sur la possibilité de proposer des caractéristiques d'aménagement qui correspondraient à la vocation halieutique désirée.

Une telle étude devrait commencer par un inventaire permettant de définir différents types de mares à partir de caractéristiques simples obtenues à partir de photos satellites prises en saison sèche et en crue (ex: superficie maximale, rapport surface/périmètre, assèchement ou non, présence de végétation, distance au fleuve, absence ou type d'aménagement...)

Cette étude préliminaire permettrait d'établir l'importance respective de chaque type de mare et éventuellement une cartographie régionale basée la proportion des différents types.

Le choix des mares à suivre serait fait à partir de l'inventaire précédent. Le suivi serait d'abord effectué sur un cycle saisonnier et les années suivantes sur une ou deux observations annuelles à déterminer d'après les données recueillies au cours du cycle d'observation saisonnier.

Suivi de l'évolution de certains paramètres physico-chimiques, de l'hydrologie, de la végétation et de la production halieutique.

Annexe concernant la gestion de l'eau dans les casiers rizicoles de l'Opération Riz :

On distingue trois phases : a) dès l'arrivée de la crue (août), on laisse les canaux et les mares se remplir jusqu'à "la limite inférieure des cultures". Ce niveau est maintenu jusqu'en fin août - début septembre. b) on procède alors à la mise en eau proprement dite qui s'effectue selon l'âge des plants et se poursuit jusqu'au début octobre. En général cette opération est achevée le 10/10. On maintient le niveau jusqu'au 30/10 et l'on ferme les vannes dès l'arrivée de la décrue. c) La vidange commence début décembre. Elle est parfois reculée jusqu'au 8/12. On l'effectue jusqu'à ce que le niveau d'eau soit 20 cm au-dessous de la limite inférieure des cultures. Une certaine quantité d'eau est ainsi conservée pour l'abreuvement des animaux de labour. Cette eau résiduelle est vidangée en mai pour évacuer les poissons avant l'arrivée de la crue. Les gros poissons phytophages peuvent en effet causer des dégâts au riz et des grilles leur interdisent l'accès dans les casiers lorsque les vannes sont ouvertes pour laisser entrer l'eau.

Tableau 1 - Données OPM de 1989 sur certaines mares du Delta Central du Niger :
superficie, production de poisson/ha, nombre et % en poids des groupes d'espèces considérés.

Mare	Bognokio	Bongabo	Toundé	Kondo	Mingéné	Tolominako	Débaré
Superficie (ha)	1,2	1,8	10	10	12	32	75
P (kg/ha)	186,3	146,8	295,6	105,2	250	305	317,2
N espèces	9	7	15	6	8	13	17
"Tilapia"	53,0	71,5	20,0	43,0	55,0	31,0	15,0
Bagrus	16,0	2,6	4,3	8,0			7,0
Clarias	7,0	12,6	59,0	30,0	15,0	31,0	21,0
Citharinus	7,0		0,5				5,4
Synodontis	6,0	1,7	4,7	1,5	10,0	3,0	16,0
Auchenoglanis	5,0	5,5	2,9	1,3	2,5	1,5	4,0
Labeo	5,0		0,4		5,0	2,0	3,0
Mormyrus		3,1	0,4		2,5		0,3
Hydrocynus		3,1	1,3			2,4	5,0
Chrysichthys			0,5		6,0		
Gnathonemus			0,7			1,0	0,5
Lates	0,8		1,3	16,0	4,0	5,0	7,0
Alestes			2,7			22,0	6,0
Protopterus							2,5
Distichodus			0,4			0,4	3,6
Schilbe	0,9		0,6			0,3	1,2
Hemichromis						0,5	2,4
Tetraodon						0,3	0,4
Total	101	100	100	100	100	100	100

Tableau 2 - Statistiques de l'OPM (1987-1988-1989) sur la Production annuelle de poisson des mares du Delta Central du Niger. Pluviométrie et Hydrologie de 1986 1987 1988 à Mopti.

Mare	Année	P(kg)	P/S (kg/ha)	S (ha)	Qmax (m3/s) Niger à Mopti	H>=400 (j) Niger à Mopti	Pluie tot. (mm) Mopti	Pluie MJJt (mm) Mopti
Bognokio	1989	223,56	186,3	1,2	2290	83	378	117
Bongabo	1989	264,24	146,8	1,8	2290	83	378	117
Toundé	1989	2956	295,6	10	2290	83	378	117
Kondo	1989	1052	105,2	10	2290	83	378	117
Mingéné	1989	3000	250	12	2290	83	378	117
Tolominako	1989	9760	305	32	2290	83	378	117
Débaré	1989	23790	317,2	75	2290	83	378	117
Bognokio	1988	150	125	1,2	1670	70	369	127
Bongabo	1988	186,48	103,6	1,8	1670	70	369	127
Toundé	1988	1290	129	10	1670	70	369	127
Mingéné	1988	2136	178	12	1670	70	369	127
Débaré	1988	15577,5	207,7	75	1670	70	369	127
Bognokio	1987	237,6	198	1,2	2020	66	402	153
Bongabo	1987	361,8	201	1,8	2020	66	402	153
Toundé	1987	3775	377,5	10	2020	66	402	153
Débaré	1987	33472,5	446,3	75	2020	66	402	153

Fichier: Mares OPM Stat.

log P/S	1,000	0,588	0,396	0,535
log S	0,588	1,000	0,074	-0,061
log Q	0,396	0,074	1,000	0,254
log pluie	0,535	-0,061	0,254	1,000

Fichier: Mares OPM Stat.

Variable dépendante: log P/S

Variable Nom	Coefficient	Std. Err. Evaluer	t Statistique	Prob > t
Constante	-38,29	11,33	-3,38	0,004
log S	0,18	0,05	3,90	0,002
log Q	0,70	0,50	1,38	0,188
log pluie	6,38	1,97	3,24	0,006

Fichier: Mares OPM Stat.

Source	Som. des Carrés	Degré de Liberté	Moy. des Carrés	F-Ratio	Prob > F
Modèle	2,15	3	0,72	10,17	0,001
Erreur	0,85	12	0,07		
Total	3,00	15			

Coefficient de détermination (R ²)	0,72
Coefficient Ajusté (R ²)	0,65
Coefficient de corrélation (R)	0,85
Erreur standard estimée	0,27
Stat. de Durbin-Watson	2,98

Tableau 3

Fichier: Mares OPM Stat.

		<i>log S</i>	<i>log Q</i>	<i>log Pluie</i>
log P/S	1,000	0,588	0,396	0,306
log S	0,588	1,000	0,074	-0,101
log Q	0,396	0,074	1,000	-0,306
log Pluie M.J.J.	0,306	-0,101	-0,306	1,000

Fichier: Mares OPM Stat.

Source	Som. des Carrés	Degré de Liberté	Moy. des Carrés	F-Ratio	Prob > F
Modèle	2,15	3	0,72	10,17	0,001
Erreur	0,85	12	0,07		
Total	3,00	15			

Coefficient de détermination (R ²)	0,72
Coefficient Ajusté (R ²)	0,65
Coefficient de corrélation (R)	0,85
Erreur standard estimée	0,27
Stat. de Durbin-Watson	2,98

Fichier: Mares OPM Stat.

Variable dépendante: log P/S

Variable Nom	Coefficient	Std. Err. Evaluer	t Statistique	Prob > t
Constante	-17,58	5,69	-3,09	0,008
log S	0,18	0,05	3,90	0,002
log Q	1,62	0,51	3,18	0,007
log Pluie M.J.J.	2,10	0,65	3,24	0,006

Tableau 4

Figure 1

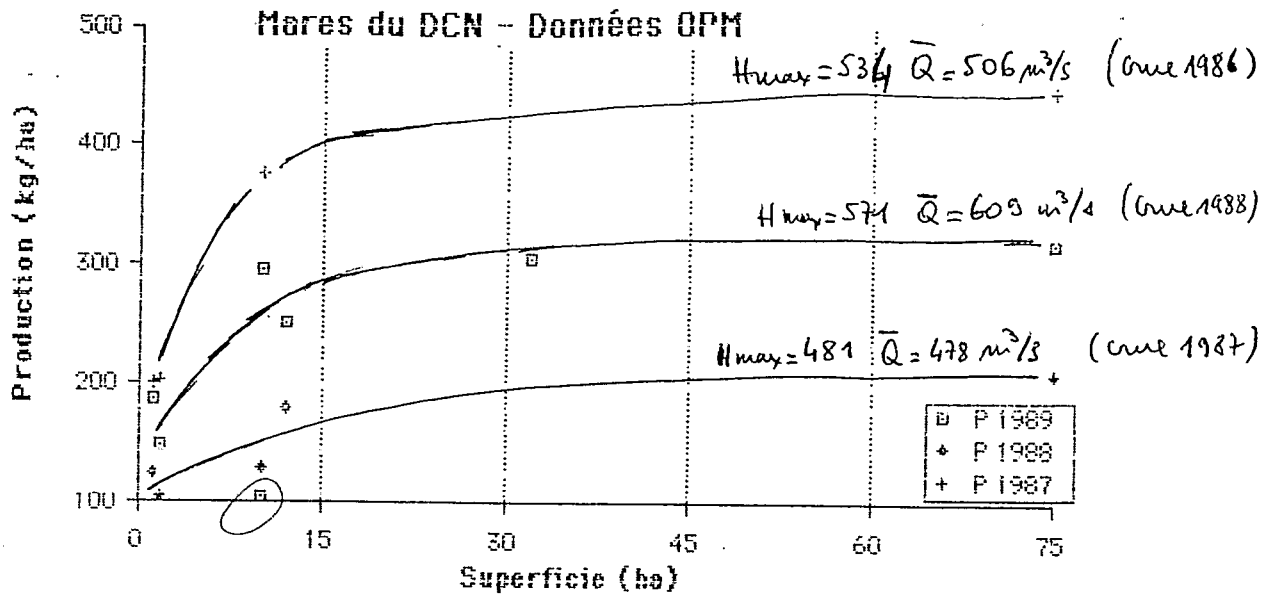


Figure 2

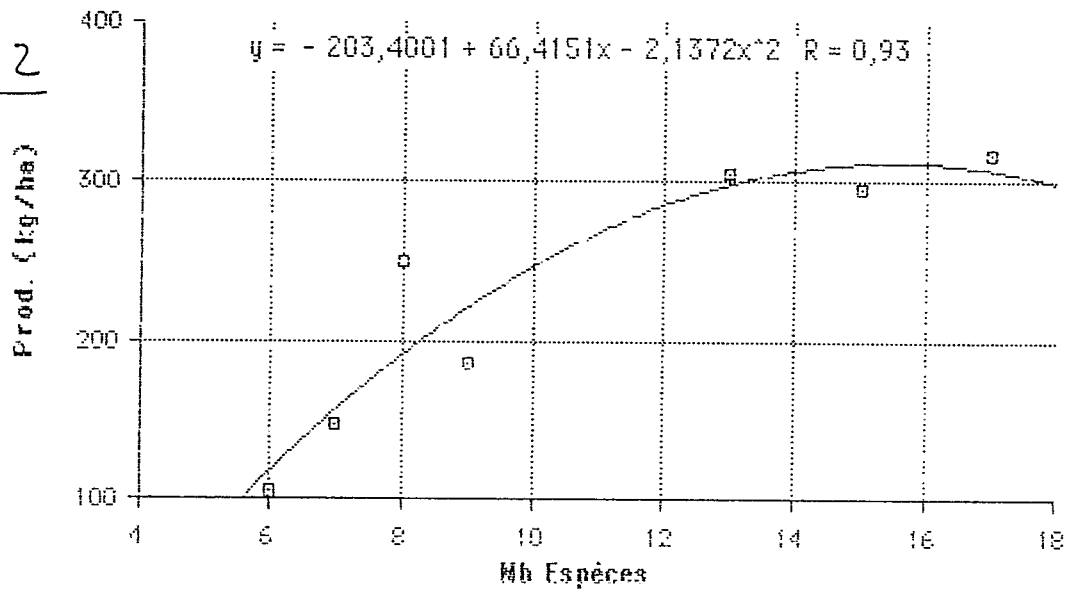


Figure 3

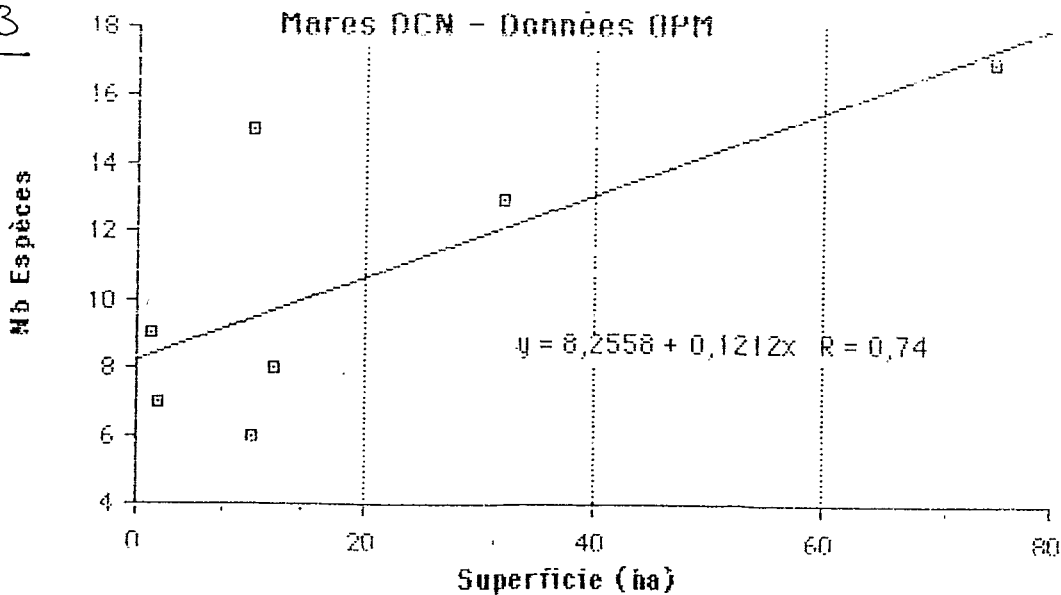


Figure 4

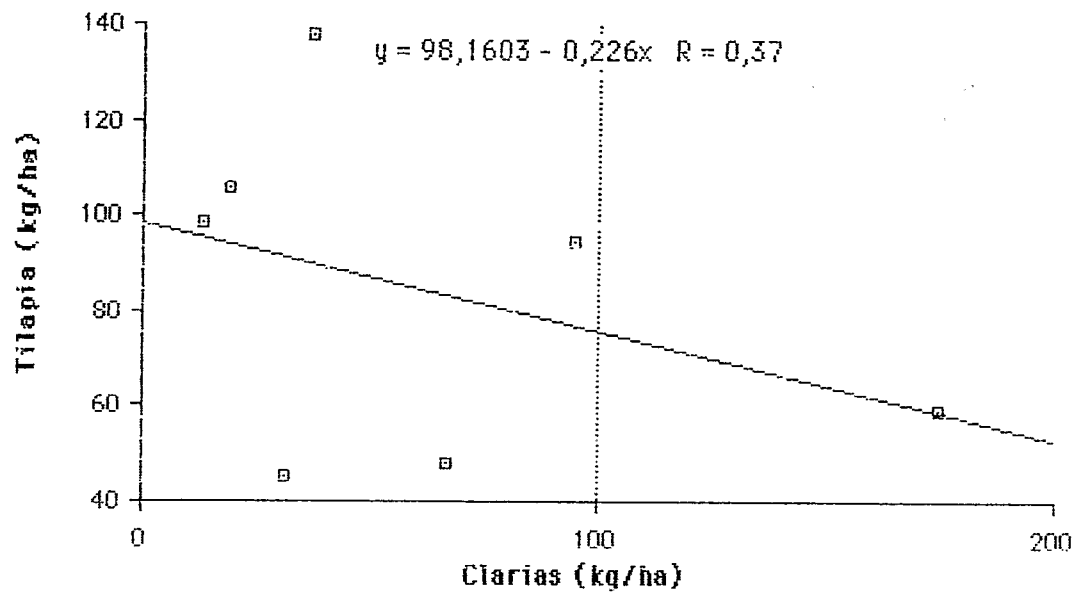


Figure 5

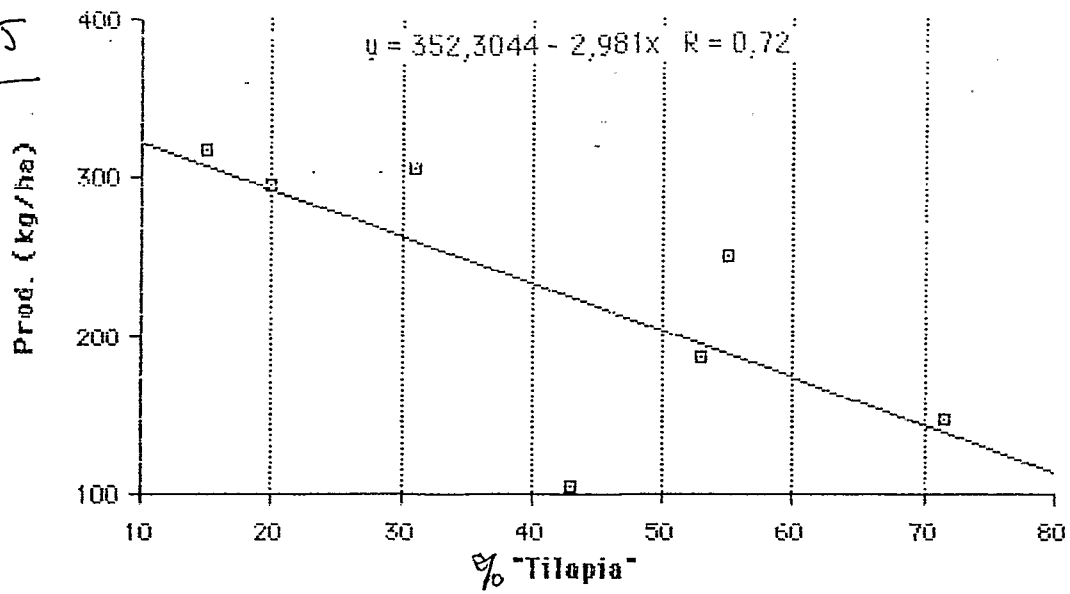


Figure 6

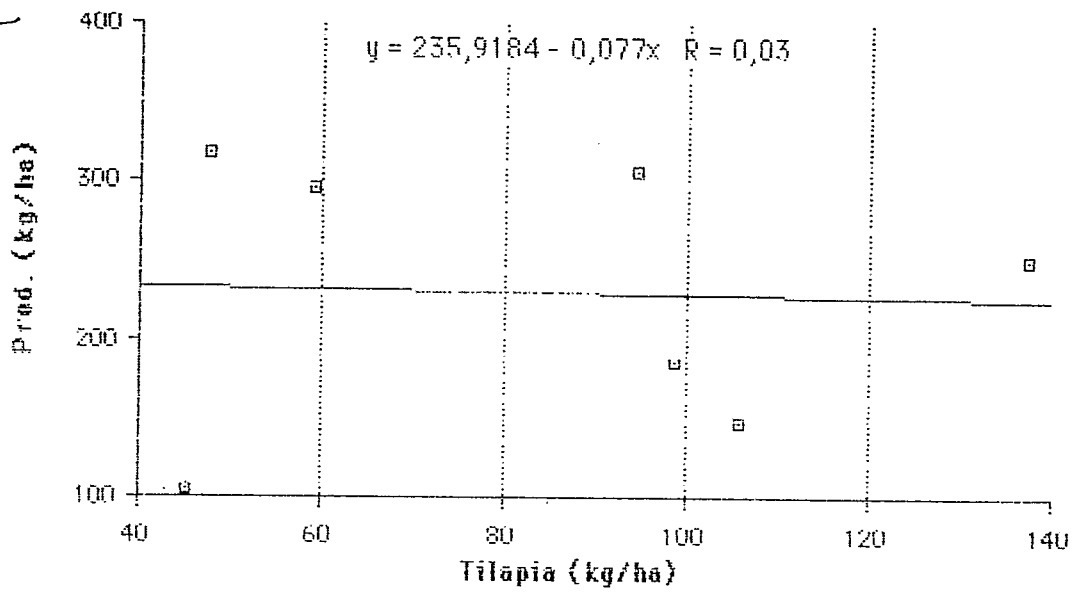


Figure 7

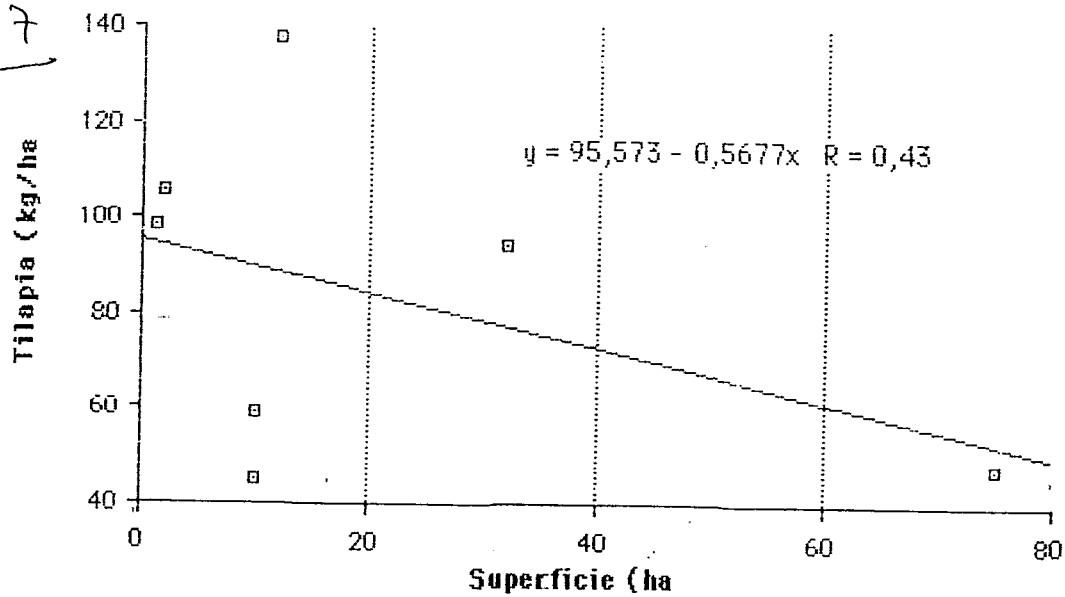


Figure 8

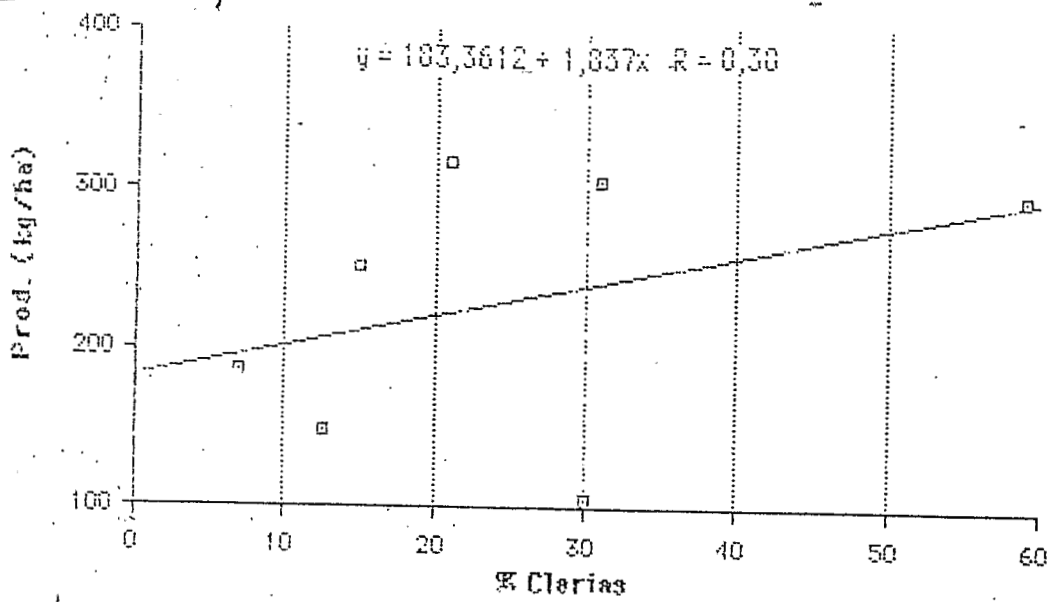


Figure 9

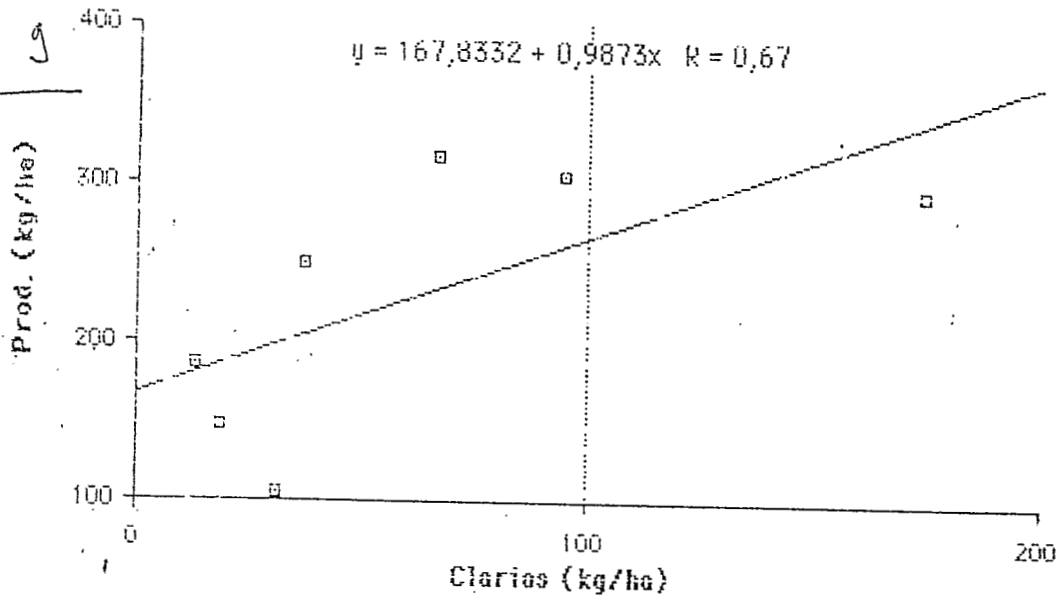


Figure 10

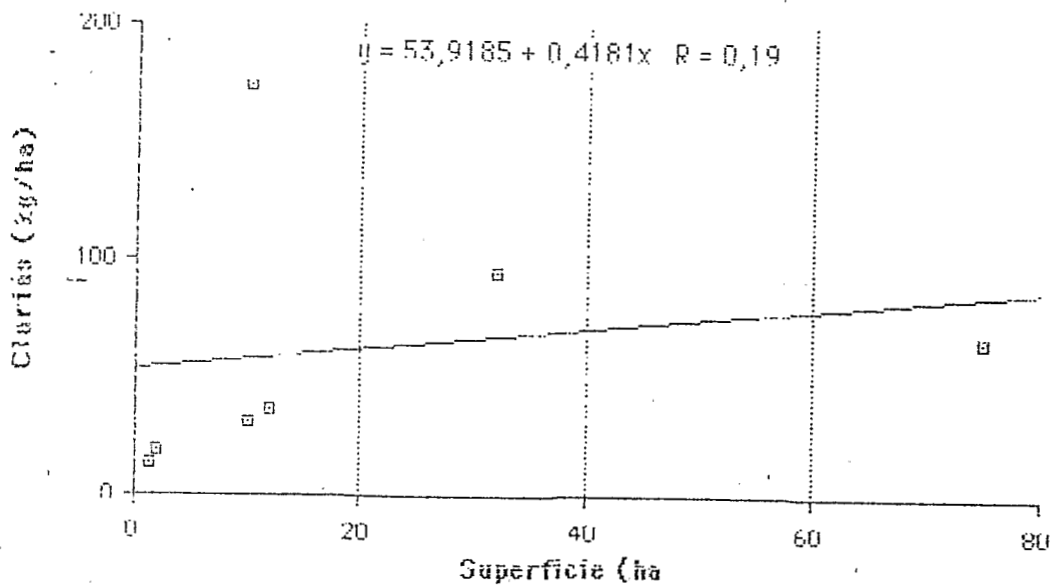


Figure 11

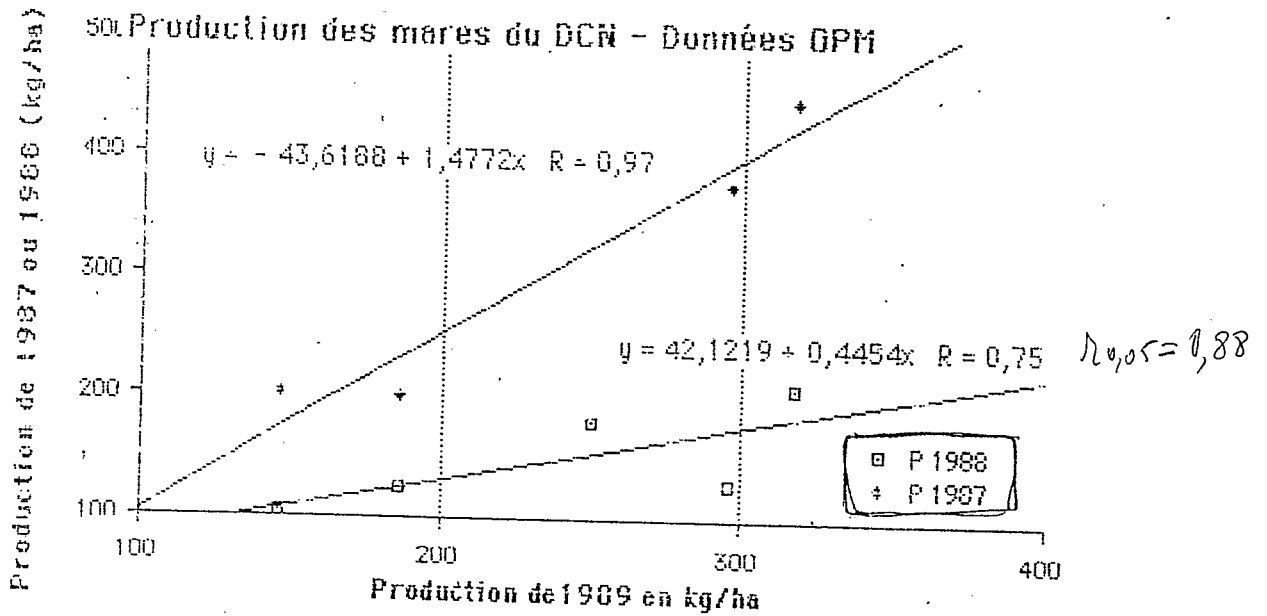
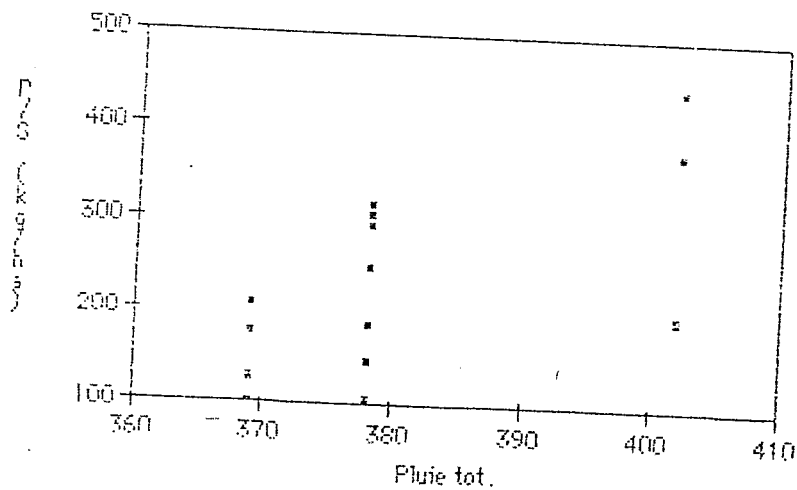


Figure 12



Relation entre la production (kg/ha) de certaines mares du DCN (données OPM pour 1987, 88 et 89) et la pluviométrie à MOPTI.