

MINISTERE DU DEVELOPPEMENT
RURAL ET DE L'EAU

REPUBLIQUE DU MALI

Un Peuple - Un But - Une Foi

**ETUDE ENVIRONNEMENTALE DE
LA ZONE DE L'OFFICE DU NIGER**

Gestion de l'Eau

H.N'D Ingénieurs Conseils
Septembre 1998

Financement
Coopération Néerlandaise

SOMMAIRE

	Pages
I. INTRODUCTION	3
II. RAPPEL	4
2.1. Les Termes de Référence	4
2.2. Les conclusions de l'étude diagnostic	4
III. LE REGIME HYDRAULIQUE DU FLEUVE NIGER	5
3.1. L'impact des barrages de Sélingué et Markala sur le régime du fleuve	6
3.2. L'impact des prélèvements de l'Office du Niger sur la crue en aval de Markala	13
IV. RESULTATS	16
4.1. Méthodologie d'analyse	16
4.2. Les casiers aménagés	16
4.3. Les hors-casiers	19
4.4. La contre-saison à l'Office du Niger	21
4.5. Le maraîchage	21
4.6. Le Genre	22
4.7. La pêche et la pisciculture	24
V. LES FALAS, "UN ECOSYSTEME PARTICULIER"	24
5.1. Importance physique	24
5.2. Importance économique	25
5.3. Impact des falas sur la gestion de l'eau à l'Office du Niger	25
5.4. Impact des falas sur l'environnement des zones	25
VI. CONCLUSIONS	26
VII. LES MESURES D'ATTENUATION DANS UN CONTEXTE DE DEVELOPPEMENT FUTUR DE L'IRRIGATION A L'OFFICE DU NIGER	27
7.1. Dans les casiers aménagés	27
7.2. Dans les hors-casiers à l'intérieur des casiers aménagés	28
7.3. Dans les hors-casiers à l'extérieur des casiers aménagés	28
7.4. Au niveau des falas	29
7.5. Le Genre	29
VIII. BIBLIOGRAPHIE	31
ANNEXES	32
. Questionnaires type d'enquêtes	
. Classification des réponses	
. Inventaire des hors-casiers par zone de l'Office du Niger	

1.INTRODUCTION

L'Office du Niger produit annuellement plus de 200 000 T de paddy et rend possible près de 30 000 T de sucre par SUKALA.sa. La zone irriguée couvre environ 67 000 ha(50 000 ha pour le riz en casier,5 000 ha pour le sucre et environ 12 000 ha en hors casiers et maraîchage).

Le développement de la riziculture, par l'amélioration des techniques et une définition plus claire des relations entre l'Office et les exploitants a permis d'améliorer les résultats, avec des rendements moyens de 5T/ha et des pointes atteignant souvent 10T/ha.

D'importantes actions furent mises en oeuvre: la mise en oeuvre du programme de réhabilitation avec les partenaires, la relecture du décret de gérance et son arrêté d'application, la signature du contrat-plan,etc.

Au cours des dernières années le maraîchage de même que la pisciculture prennent une importance considérable et constituent aujourd'hui une part non négligeable dans les recettes des populations.

Cependant avec le développement d'un aussi vaste programme d'aménagement et de mise en valeur, on ne peut pas s'empêcher de penser à la durabilité des ressources naturelles, principalement l'eau et les terres.

Plusieurs phénomènes apparents aujourd'hui dans la zone de l'Office nous interpellent:

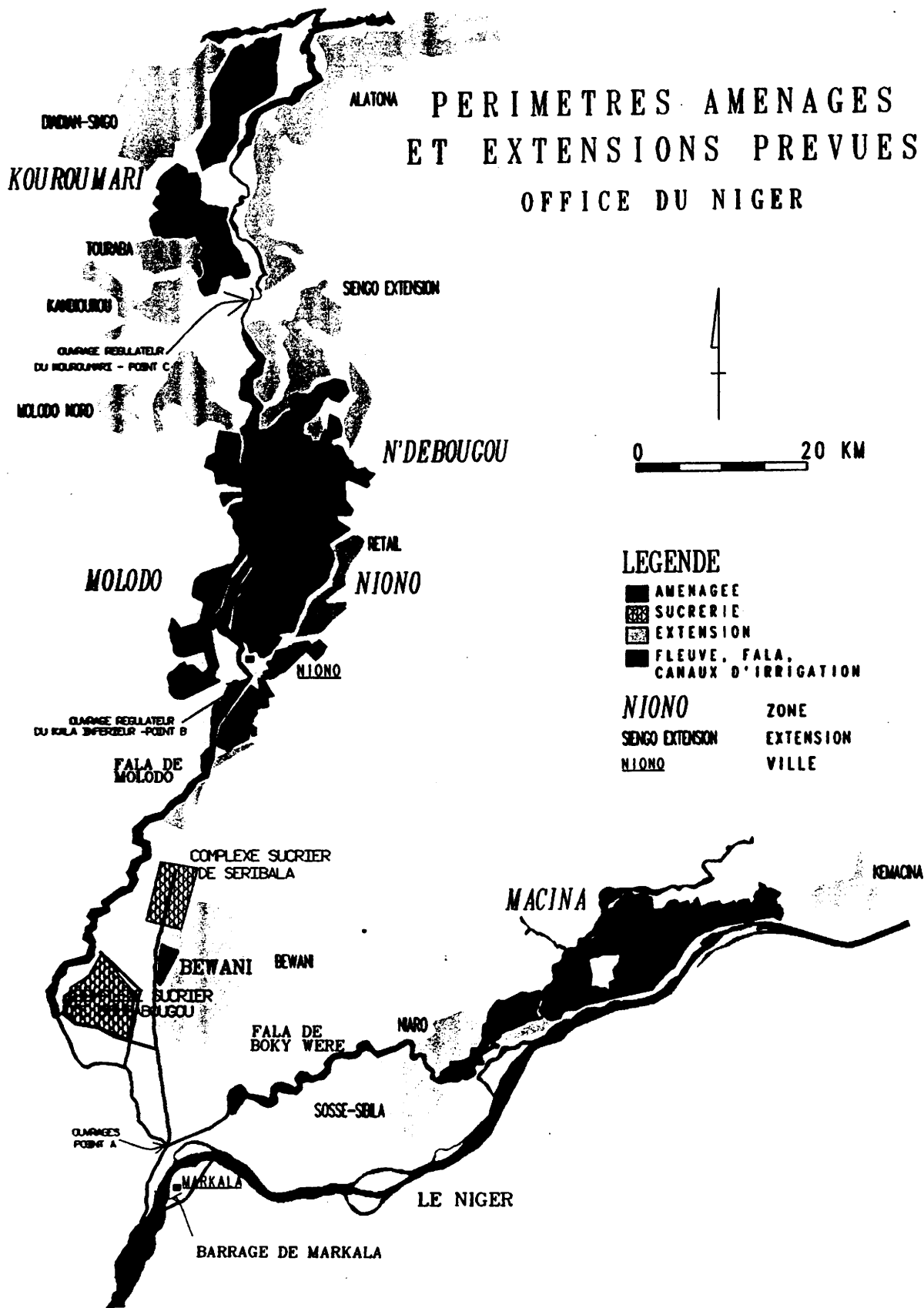
- l'insuffisance du système de drainage, activant le dépôt des sels sur les terres, qui va dégrader à terme la structure du sol,
- la faible efficacité du réseau d'irrigation caractérisée par un grand gaspillage d'eau,
- le développement des hors-casiers dans toutes les zones sans respect des normes techniques, dans le souci d'éviter le paiement normal de la redevance;
- l'étude SOGREAH réalisée en 1996 avait dénombré environ 10 000 ha en hors casiers soit 20% des superficies cultivées de l'Office du Niger.
- le développement parallèle des autres activités de production (pêche, pisciculture, élevage, etc),
- la diminution des zones de pâturage(la zone de l'Office du Niger compte à elle seule plus de 20 000 boeufs de labour).
- le besoin grandissant des populations en bois (d'oeuvre, de chauffe, etc).

C'est dans le souci d'étudier la cohérence entre les différents besoins et risques que s'inscrit l'Etude Environnementale globale qui se propose d'évaluer les impacts actuels et futurs des aménagements hydro-agricoles sur les ressources naturelles et de contribuer également au développement d'une politique environnementale pour la gestion de l'eau de l'ON.

La présente étude dite opérationnelle fait suite à une étude diagnostique faisant ressortir les principales contraintes de l'irrigation et les impacts du système de gestion de l'eau à l'Office du Niger sur l'environnement, le régime du fleuve Niger et les mesures mise en oeuvre pour y remédier ou atténuer les impacts.

Pour cette phase des enquêtes ont été menées sur le terrain auprès des agents du service de l'eau, des aigadiers, des chefs arroseurs, des agents chargés de l'organisation paysanne(POP),sur les aspects genre impliquant le système de production et la diversité des exploitants ou bénéficiaires.

PERIMETRES AMENAGES ET EXTENSIONS PREVUES OFFICE DU NIGER



SOURCE: OFFICE DU NIGER, D.A.D.R., MAI 1997

Au présent rapport de la phase opérationnelle sont annexées deux études détaillées:

- l'Etude hydrologique sur l'impact des barrages de Markala et Sélingué sur le régime du fleuve Niger,
- Les Falas, à l'Office du Niger, un écosystème particulier.

2.RAPPEL

2.1.Les termes de référence

La sous-étude relative à la gestion de l'eau ciblera les deux niveaux spécifiques suivants:

- le régime de l'eau sur le fleuve Niger,
- la gestion de l'eau à l'intérieur de l'Office du Niger.

La présente étude tentera de faire le diagnostic(l'état de la question) par rapport aux différentes hypothèses de travail formulées sur la base des informations disponibles et collectées:

Relatives au régime de l'eau:

1. la gestion actuelle des eaux en amont de l'Office du Niger influe de façon sensible sur le régime de l'eau au droit de l'Office et en aval,
2. la réalisation de l'ouvrage de Sélingué a sensiblement amélioré la hauteur de la crue en période d'étiage au droit de l'Office du Niger,
3. les zones en aval de l'Office du Niger ont connu au cours de la dernière décennie des insuffisances liées à la faiblesse de la crue du fleuve.

Relatives à la gestion de l'eau à l'intérieur de l'Office du Niger:

4. la quantité des eaux dérivées vers l'Office sont de loin supérieur à ses besoins, entraînant ainsi un gaspillage important,
5. les pertes d'eaux sont dues à l'insuffisance du réseau d'irrigation, mais aussi à l'implication insuffisante des irrigants et de l'Office du Niger,
6. le mauvais drainage constaté dans les zones de l'Office entraînent des risques de dégradation de la structure du sol (salinisation, etc),
7. la gestion de l'eau à la parcelle est dans l'ensemble insuffisante.

2.2.Les conclusions de l'étude diagnostique

De cette phase diagnostique les constats suivants se dégagent:

• **Relatives au régime du fleuve Niger**

- les analyses et études existantes se sont surtout focalisées sur l'impact du barrage de Markala et les prélèvements en hivernage sur la crue en aval. La réponse à cela est la suivante: il n'y a pas d'impact significatif.
- Il a été démontré également que le barrage de Sélingué permettait d'améliorer le débit d'étiage du fleuve Niger.
- l'impact des prélèvements d'eau à l'Office du Niger en contre-saison sur le débit d'étiage du fleuve n'a pas été jusqu'ici suffisamment étudiée,
- en ce qui concerne les différents modèles d'étude et de prévision de crue(dont le modèle mathématique) introduits soit à travers l'ABN (Autorité du Bassin du Niger) ou autres organismes aucun n'est à ce jour opérationnel au Mali; seul le modèle CORPRE est utilisé;

- la communication entre l'Office du Niger et le Service National d'hydrologie est insuffisante notamment pour la transmission des données sur les prélèvements d'eau et l'échange d'information en général, rendant difficile tout traitement informatique de données.

*** Relatives à la gestion de l'eau**

- l'amélioration de la gestion de l'eau à l'Office est une nécessité,
- les premiers essais conduits (bien que localisés) ont permis de constater une réduction possible des consommations d'eau à la parcelle sans affecter le cycle cultural,
- plusieurs approches sont en tests dans la zone; impliquent très peu le personnel chargé de la gestion de l'eau dans la conception et le suivi,
- les services clés de la gestion de l'eau (SERP, SAH, SGE) sont sous-équipés et manquent de formation pour assurer un suivi réel de la gestion de l'eau,

Les orientations suivantes sont retenues pour la phase opérationnelle:

*** Relatives au régime de l'eau**

Sur la base des informations disponibles au niveau de Markala, Sélingué et à la Direction Nationale de l'Hydraulique, les impacts suivants seront analysés:

- sur la crue en aval de Markala au cours des dernières années (avant et après la construction de Sélingué),
- sur le débit d'étiage en aval de Markala en intégrant les différents prélèvements de l'Office du Niger,
- l'explication des insuffisances hydrauliques constatées en aval de Markala aux cours des dernières années.

*** Relatives à la gestion de l'eau**

De l'analyse des différentes approches en gestation à l'Office du Niger plusieurs contraintes semblent se dégager:

- l'entretien insuffisant du réseau tertiaire, indispensable pour une bonne gestion de l'eau,
- la communication insuffisante entre les aigadiers et les chefs d'arroseurs,
- les rôles et responsabilités ne semblent pas clairement définis,
- le personnel-cadre n'est pas bien formé et semble peu impliqué dans la conception et la mise en oeuvre de ces nouvelles approches d'économie de l'eau,
- l'inadéquation entre le rôle et responsabilité du SERP et les ressources et moyens mis à sa disposition pour le suivi et la centralisation des données.

3. LE REGIME HYDRAULIQUE DU FLEUVE NIGER

La mise en eau du barrage de Sélingué en 1982 a coïncidé avec une période de sécheresse sans précédent dans l'histoire du Mali indépendant. En effet, à l'instar des autres pays de la sous-région, le Mali traverse depuis le début des années 70, une sécheresse endémique se traduisant par une baisse des apports des fleuves et des niveaux des nappes. Toute chose qui fait croire aux usagers du fleuve au Mali et au delà des frontières nationales que le barrage de Sélingué est la principale cause de ce déficit hydrique.

La mise en eau du barrage de Sélingué a permis le soutien des débits d'étiage du fleuve et l'introduction de la culture de riz de contre-saison à l'Office du Niger. Ce qui entraîne le prélèvement de quantités importantes d'eau du fleuve. Il était important de faire une analyse critique de l'impact de ces prélèvements sur le régime du fleuve dans un contexte d'une extension futures des superficies à aménager à l'Office du Niger.

La présente étude a pour but de clarifier l'impact des ouvrages de Sélingué et Markala sur le régime du fleuve Niger en aval et plus particulièrement dans le delta. Cet impact sera étudié aussi bien sur les crues que les étiages ainsi que les valeurs annuelles de l'écoulement du Niger, du Sankarani et du Bani par l'analyse de la propagation des écoulements à l'aide de la méthode CORPRE.

Les données hydrologiques de la période 1982-1997 a servi de base à l'étude.

3.1 L'impact des barrages de Sélingué et Markala sur le régime du fleuve

Pour l'analyse de cet impact, les débits du fleuve Niger ont été observés au droit de plusieurs sections(ou tronçons):

- Banankoro-Sélingué-Koulikoro,
- Koulikoro- Kirango(Markala),
- Markala -Mopti
- Mopti - Diré.

Pour les besoins de l'analyse les données(débits moyens mensuels en m³/s) des stations suivantes ont été exploitées:

- Banankoro(amont)
- Koulikoro
- Sélingué
- Kirango
- Point A
- Douna(sur le Bani, affluent du Niger)
- Mopti
- Diré

Les tableaux qui suivent donnent les résultats de l'analyse hydrologique.

Tableau 1: Influence du barrage de Sélingué sur les écoulements moyens mensuels du fleuve Niger à Koulikoro (1982 -1997)

MOIS	Q observé	Q naturel	Ecart %
Janvier	191	113	69.2
Février	129	57.5	124
Mars	113	27.5	312
Avril	121	19.5	520
Mai	151	39.4	284
Juin	265	147	79.5
Juillet	619	693	-10.6
Août	1678	2199	-23.6
Septembre	3069	3593	-14.5
Octobre	2591	2573	0.7
Novembre	1084	1019	6.4
Décembre	402.6	359.9	11.8
ANNEE	868.1	903.5	-3.9

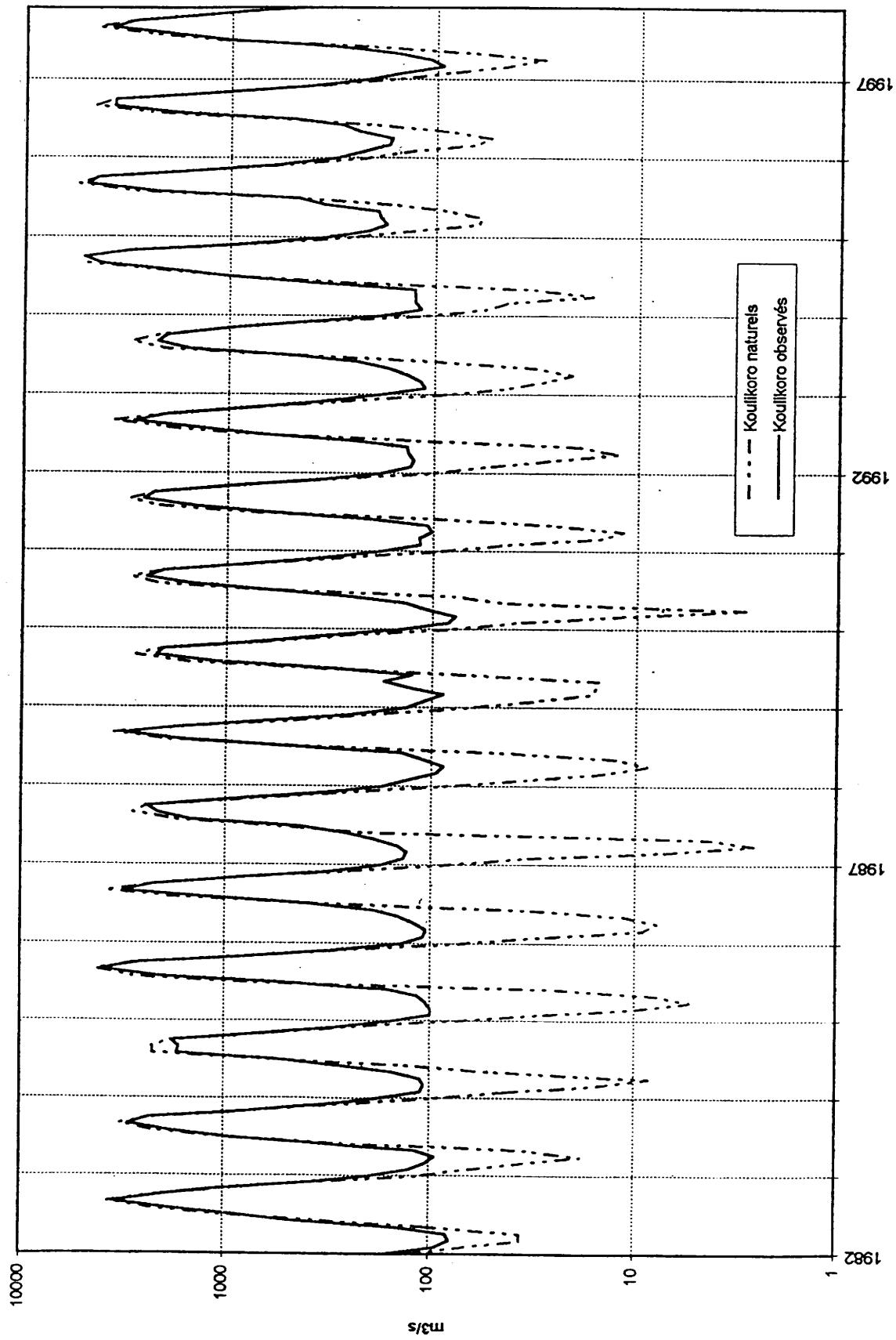
Qobservé: débit mensuel observé à Koulikoro en m³/s;

Qnaturel: débit naturel mensuel calculé à Koulikoro en m³/s

Ecart % : impact du barrage de Sélingué à Koulikoro (rapports des écarts entre les débits observés et naturels exprimés en % des débits naturels).

L'influence de ce barrage à Koulikoro est variable selon le mois et l'année.

Fig. 4 Débits mensuels à Koulikoro (1982-1997)



En période de crue, le barrage écrête la pointe de crue si celle-ci est précoce. Plus la crue est faible, plus cette influence est importante(1984,1987,1989 et 1993). Cette influence se situe généralement sur les mois de Juillet à Septembre.

Tableau n°2: Influence des barrages de Sélingué et Markala sur les écoulements moyens mensuels du fleuve Niger à Kirango(Markala).

Mois	Qobserv	Qnatur	QSéli-Markla	Ecart1%	Ecart2%	Ecart 3%
Janv.	121	99.5	177	22.5	-55,5	78.2
Fevr	54.9	48.5	109	13.2	-81.2	127
Mars	46.5	25.0	105	86	-100	322
Avril	40.7	17.5	103	132	-100	489
Mai	49.3	35.9	128	37.3	-93,8	257
Juin	132	131	214	0.4	-52,1	62.8
Juill.	480	633	552	-24.0	-12,3	-12.7
Août	1410	2018	1496	-30.1	-4,1	-25.9
Sept.	2635	3301	2758	-20.2	- 3,7	-16.4
Octobr	2390	2427	2517	-1.5	- 5,2	3.7
Novemb	1009	958	1107	-5.2	- 10,2	15.5
Decemb	356	335	411	-6.3	-16,1	22.6
ANNEE	727.4	836.1	806.9	- 13	- 7,9	-3.5

Source: DNHE.

QSéliMarkla :débits mensuels calculés à Kirango selon l'option d'une gestion du barrage de Sélingué sans celui de Markala en m³/s,

Ecart 1% :Impact des deux barrages par rapport aux débits naturels,

Ecart 2% :Impact du barrage de Markala par rapport aux débits observés,

Ecart 3% : Impact du barrage de Sélingué par rapport aux débits naturels.

L'impact du barrage de Sélingué entre Koulikoro et Markala est similaire à celui observé à Koulikoro à un degré plus réduit compte tenu de l'effet du laminage des cours d'eau entre Koulikoro et Kirango et plus particulièrement dans la "retenue" de Markala.

L'effet combiné des deux ouvrages sur les écoulements du fleuve Niger à Kirango/Markala est illustré sur la figure suivante.

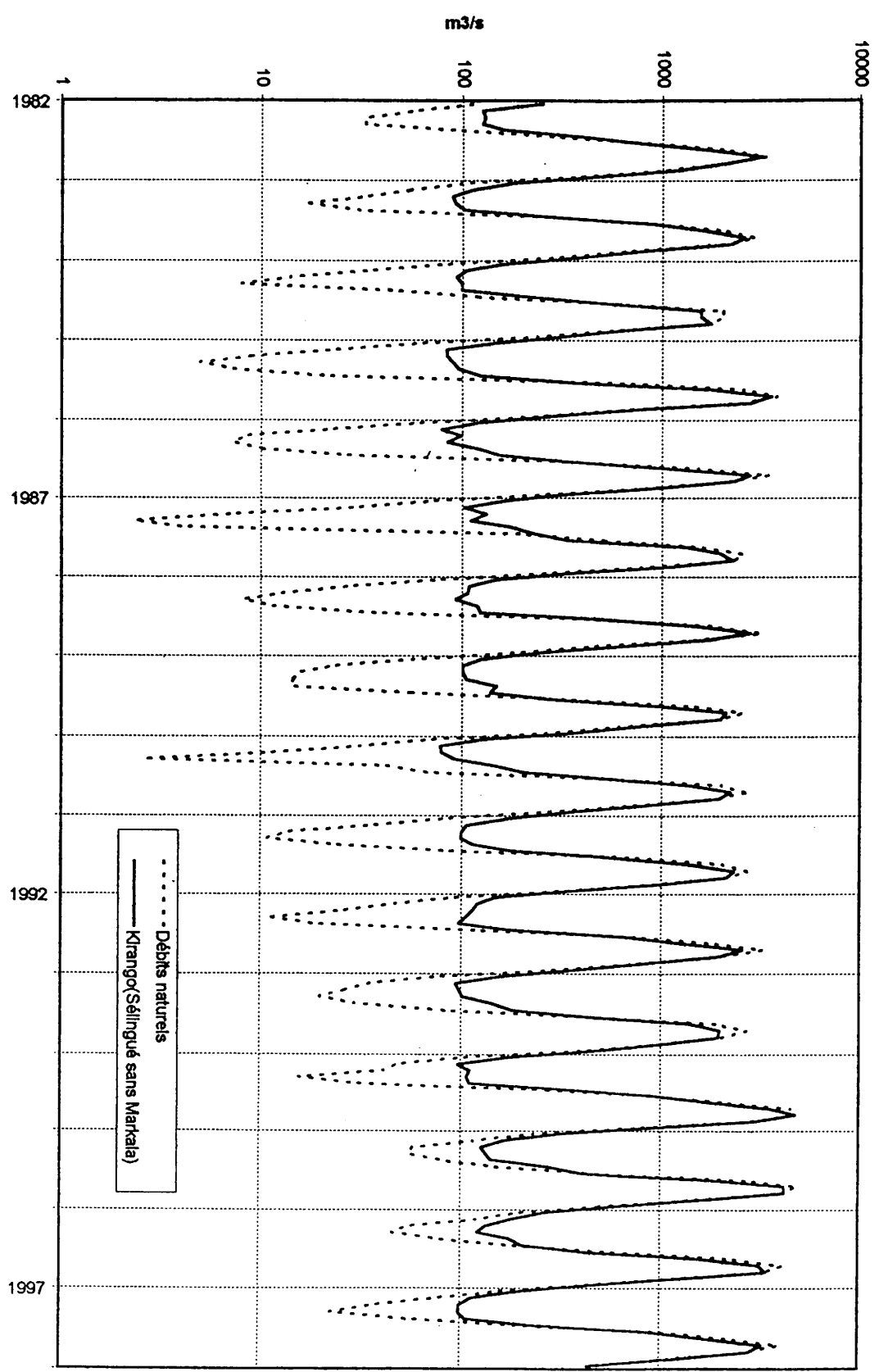


Fig: Débits mensuels à Kirango (1982-1997)

L'influence des barrages de Sélingué et Markala sur les écoulements moyens mensuels du fleuve Niger à Mopti est resumé comme suit sur le tableau suivant.

Tableau n°3: Influence des barrages de Sélingué et Markala sur les débits moyens mensuels du fleuve Niger à Mopti(1982-1997)

MOIS	Qobser	Qnatur	QSelMar	Ecar1 %	Ecar2 %	Ecar3 %
Janv	229	213	229	7.5	5,9	7.2
Fevri	120	98.6	132	22.5	-17,9	34.5
Mars	87.3	52.5	110	66.3	-86,8	111
Avril	71.2	18.8	94.2	279	-94,1	401
Mai	70.6	11.6	76.5	509	-95,7	560
Juin	114	100	142	13.2	-32,2	41.6
Juill	326	383	347	-14.9	-8,25	-9.3
Août	1000	1251	1078	-20.0	-2,2	-13.7
Septem	1811	1925	1770	-5.9	-4,7	-8.0
Octobr	1963	2190	2096	-10.3	-2,4	-4.2
Novemb	1172	1323	1334	-11.4	-10,8	0.8
Décemb	526.5	606.6	717.5	-13.2	-6,4	18.3
ANNEE	624.4	681.4	677.6	-8.36	-6,4	-0.5

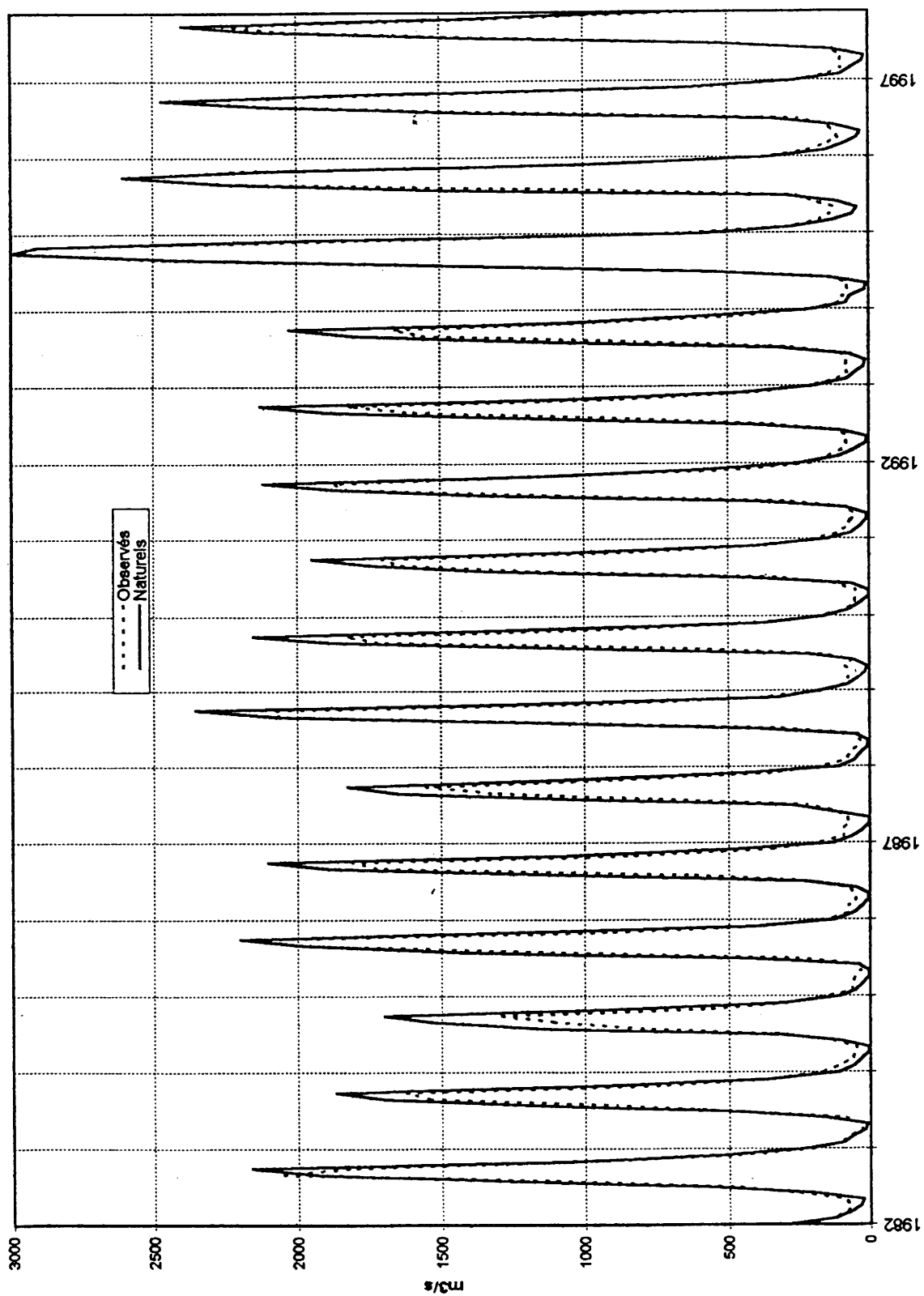
En moyenne, le barrage de Sélingué, pris isolément, a un impact positif sur l'écoulement du fleuve Niger à Mopti de Décembre à fin Juin (plus de 100% entre mars et mai). Par contre, ce barrage écrête entre juillet et octobre la crue de l'ordre de 4 à 14% avec un maximum d'impact en août.

Quand au barrage de Markala, il a un effet plus prononcé sur les débits du fleuve Niger pendant la période de basses eaux (avec une réduction de l'ordre de 30% pendant les mois de Mars, avril et Juin) et en début de décrue (avec une réduction moyenne de l'ordre de 35% en décembre).

Nous constatons à Mopti que pendant la période d'étiage, par rapport aux débits naturels du fleuve, les ouvrages ont un effet similaire à celui observé à Kirango. Ce qui se traduit par un léger soutien (7 à 22%) des débits aux mois de janvier, février et juin. A partir du mois de mars, ce soutien est plus significatif. Il est de plus de 200% entre avril et mai.

L'impact des deux ouvrages est illustré sur la figure suivante.

Fig: Débits mensuels à Mopti (1982-1997)



3.2 L'impact des prélèvements de l'Office du Niger sur la crue en aval de Markala

Le soutien des débits d'étiage depuis la mise en eau du barrage de Sélingué a permis le développement de cultures de riz de contre saison à l'Office du Niger.

Les débits d'eau ainsi prélevés varient entre 80 et 100 m³/s pendant les mois d'étiage.

Les prélèvements de l'Office pendant les mois de mars, avril et mai, représentent plus de la moitié des débits observés à Koulikoro.

Tel qu'indiqué sur le tableau suivant les prélèvements ont souvent représenté une part non négligeable des débits du fleuve (**plus de 70% en 1982, 1985, 1988, 1990, 1991 et 1997**).

Cependant les prélèvements de l'Office du Niger en période de crue quoi que relativement importants (pointe de 158m³/s en septembre 1982) représentent un pourcentage très faible des apports d'eau du fleuve Niger. En effet, **ils représentent moins de 5% en moyenne**, pendant les mois de Septembre à Octobre, période du maximum de crue du Niger.

Une simulation de l'impact des prélèvements de l'Office du Niger dans l'hypothèse d'une absence du barrage de Sélingué a été faite. Les résultats attestent que sans le barrage de Sélingué, le débit disponible pour d'éventuels besoins de l'Office du Niger serait de 7,2 m³/s entre mars et avril 1985. Ce qui signifie qu'il serait pratiquement impossible d'envisager ni des cultures de décrue, encore moins la culture de contre saison au risque d'assécher le fleuve en aval.

Tableau n°4: Prélèvements de l'Office du Niger, m³/s

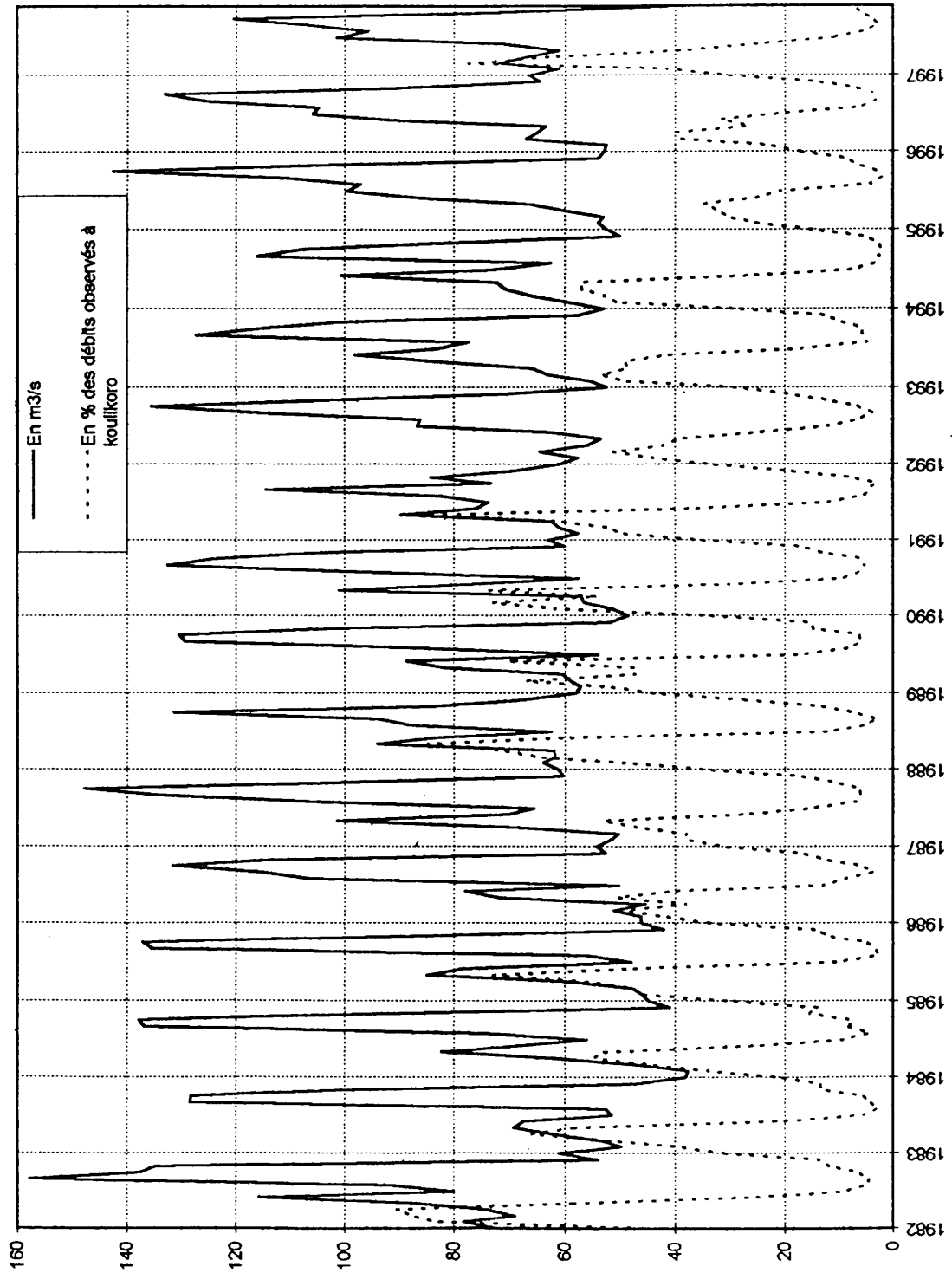
Année	Janv	Févr.	Mars	Av.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept	Octob	Nov	Déc.	An.
1982	72,8	78,3	69,1	74,3	86,7	115,7	80	91,5	157,8	137,4	134,7	54	96,0
1983	61,1	49,8	53,4	61,9	69,4	67,5	51,6	52,7	128,6	128,4	100,6	47,2	72,7
1984	38,2	37,7	46,7	61,1	82,1	68,3	56	74,6	136,8	137,8	96,7	40,9	73,1
1985	44,8	46,0	47,7	59,2	84,7	78,2	47,9	56,2	135,4	137,1	89,4	42	72,4
1986	46,0	46,2	51,2	45,3	72,1	78	50,3	106,6	115,5	131,6	113	52,7	75,7
1987	54,2	51,8	50,3	69,1	101,3	70,3	65,6	105,9	134,3	147,7	102,5	60,3	84,4
1988	61,2	63,9	61,7	62,0	93,9	82,6	62,4	87,8	93,8	131,4	83,9	67,6	79,4
1989	58,0	57,0	59,0	60,5	81,5	88,5	54	86	129,5	130,5	106	52	80,2
1990	48,5	51,5	56,5	57,0	101,0	77,5	57,5	96,5	132,5	124,5	106,5	60	80,8
1991	63,0	57,5	61,0	62,5	89,5	76	74	82,5	114,5	73,5	84	69,5	75,6
1992	61,0	57,5	64,5	56,0	53,5	62,5	86,5	86	115	135,5	104,5	71	79,5
1993	52,5	55,5	63,0	66,0	83,0	98	83	77,5	127,5	115,5	101,5	57,5	81,7
1994	53,0	59,5	66,0	71,0	72,5	100,5	73	62,5	116	108	83	50	76,3
1995	52,5	54,0	53,0	60,0	66,5	87	99,5	97	111	142,5	105	54	81,8
1996	53,0	52,5	67,0	65,0	63,5	91,5	106	105	126	133	91,5	64,5	84,9
1997	66,5	61,0	72,0	67,0	61,0	71,5	101,5	95,5	106,5	120,5	73,5	37	77,8
Moy.	55,4	55,0	58,9	62,4	78,9	82,1	71,8	85,2	123,8	127,2	98,5	55,0	79,5

Source : SERP/ON

Tableau n°5: Prélèvement de l'Office du Niger exprimés en %
des débits de Koulikoro

Année	Janv	Févr	Mars	Av.	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Octob.	Nov.	Déc.	An.
1982	43,3	83,2	87,4	90,4	58,6	24,9	9,1	4,8	4,6	6,7	12,1	13,8	10,7
1983	30,9	39,5	51,3	66,0	58,3	20,1	5,6	2,8	4,4	5,7	13,3	13,6	8,7
1984	20,8	34,0	43,43,6	54,6	53,0	24,8	9,4	4,4	8,3	7,7	15,3	14,1	11,5
1985	29,7	46,1	47,7	55,8	73,0	48,0	9,9	2,8	3,5	5,0	12,0	14,4	7,9
1986	33,3	42,4	48,8	38,1	50,4	40,6	13,0	8,9	3,7	5,8	12,6	16,5	10,1
1987	31,1	37,8	38,1	47,0	53,0	26,7	14,9	7,1	6,3	6,2	10,6	17,4	11,5
1988	35,2	49,2	64,9	71,3	84,6	59,0	11,8	5,3	3,0	7,9	13,4	27,3	11,1
1989	43,6	52,3	67,0	47,3	47,4	70,2	17,4	7,7	5,9	6,5	14,7	15,3	12,9
1990	34,2	61,8	73,0	54,3	73,7	30,0	9,2	6,3	5,4	6,2	13,3	17,0	11,3
1991	35,2	49,6	52,1	61,3	83,6	36,4	12,0	5,6	4,5	3,2	8,4	19,1	10,0
1992	33,5	43,9	51,2	42,1	39,3	24,4	12,0	6,0	4,0	6,7	12,4	19,6	10,4
1993	28,8	49,6	53,4	48,5	49,1	41,2	17,0	5,0	5,8	5,8	9,7	12,7	11,3
1994	28,6	50,9	52,8	56,8	57,1	26,1	7,3	3,2	2,7	2,1	2,7	5,8	5,3
1995	15,1	25,2	30,3	32,1	34,6	24,9	20,8	4,2	2,3	3,3	6,6	9,1	6,3
1996	17,1	23,2	39,2	39,4	26,6	31,6	21,4	5,7	3,4	3,6	6,8	14,7	7,9
1997	30,8	41,5	77,4	62,6	38,6	24,0	10,9	5,3	2,8	4,1	6,0	8,4	7,7
Moy.	28,9	42,7	52,0	51,6	52,2	31,0	11,6	5,1	4,0	4,9	9,1	13,7	9,2

Fig. 18 Prélèvements de l'Office du Niger



4. L'IMPACT DU SYSTEME DE GESTION D'EAU A L'OFFICE DU NIGER

4.1 Méthodologie(enquêtes sur questionnaire et enquête qualitative)

Afin de mieux cerner l'impact du système actuel de gestion de l'eau à l'Office du Niger la méthodologie suivante a été utilisée.

Déjà annoncée dans l'étude diagnostique des questionnaires ont été élaborés et soumis aux principaux acteurs de la gestion de l'eau, dans les cinq zones de l'Office du Niger à savoir:

- les agents chef de service de gestion de l'eau,
- les aigadiers,
- les chefs arroseurs.paysans responsabilisés.

Le tableau suivant donne le détail de l'échantillon enquêté.

Tableau n°6: Personnel de la gestion de l'eau à l'Office du Niger

ZONE	Agent de service de l'eau des zones	Chefs casiers	Aigadiers	Chefs arroseurs
NIONO	1	/	6	10
MACINA	1	1	12	12
MOLODO	1	3	4	9
KOUROUMAR I	1	3	7	10
N'DEBOUGOU	1	3	6	11
TOTAL	5	10	35	52

Source:Etude GERSAR.

En plus de ces enquêtes classiques,des enquêtes complémentaires qualitatives ont été menées auprès des responsables POP(Promotion et organisation paysanne) de l'Office,certains exploitants et exploitantes afin de mieux cerner la question genre dans le contexte de la gestion de l'eau.

Ainsi les aspects liés à la diversité de l'activité (riziculture,marâchage,casier,hors-casier),la diversité des acteurs(sédentaires,résidents,nonrésidents,les jeunes,les vieux,les femmes et hommes) les perceptions et attentes ont été abordés.

La synthèse des résultats des enquêtes et rencontres est donnée ci-dessous.

4.2 Les casiers aménagés

Pour l'analyse de l'impact du système de gestion de l'eau les aspects suivants ont été touchés:

- l'état du réseau
- la conduite des irrigations et du drainage
- le rôle et les responsabilités du personnel impliqué dans la gestion de l'eau
- les conséquences de la gestion actuelle
- les mesures initiées pour améliorer la situation.

4.2.1 Etat du réseau hydraulique:

De l'analyse des réponses aux questionnaires et des synthèses des rencontres, il apparaît que les structures et personnes concernées (agents et exploitants) ont une bonne perception de l'état du réseau hydraulique qui comprend:

- une zone réaménagée, où la gestion est bonne et meilleure,
- et une zone non réaménagée, où la gestion de l'eau est difficile et parfois très mauvaise.

Cependant la dégradation progressive de l'état du réseau est justifiée par les uns et les autres comme suit:

- l'insuffisance d'entretien des réseaux d'irrigation principalement les tertiaires dans les zones réaménagées; il est à 0% à Molodo, 60% à N'Débougou, 5-23% à Macina et 30-60% à Niono et 36-96% à Kouroumari;
- la détérioration des cavaliers des canaux primaires ou secondaires avec l'ouverture de brèches non contrôlées, notamment le long du Fala de Boky wéré, alimentant le Macina.

4.2.2 La conduite des irrigations et du drainage

Jusqu'à présent les irrigations sont conduites à partir des consignes données à partir du Point A par le SERP sur la base d'un programme indicatif d'irrigation.

Les modifications sont apportées sur la base de la demande des responsables au niveau des différents biefs au droit des ouvrages régulateurs.

La demande en eau est généralement motivée par le besoin des exploitants (superficie à irriguer) transmis par les chefs arroseurs et les aigadiers.

Les contraintes aujourd'hui identifiées ont pour nom:

- l'insuffisance de formation des agents et des exploitants,
- la faible ou non implication des exploitants dans la conduite des irrigations,
- le non respect des tour ou rôle d'eau,
- l'absence de vannes au niveau de certains ouvrages d'arroseurs,
- méconnaissance du système d'irrigation par tour d'eau,
- l'absence de sanction pour le non respect du tour d'eau et la manipulation illicite des prises,
- indiscipline des exploitants pour le respect des consignes d'irrigation.
- insuffisance de suivi.

Dans la détermination des consignes des insuffisances avaient été constatées à savoir la prise en compte des pluies à forte intensité qui occasionnent fréquemment des sur-débits évacués vers les Falas ou les Drains et les modes de calcul de débit.

4.2.3 Le rôle et les responsabilités du personnel impliqué dans la gestion de l'eau.

Le personnel directement impliqué dans la gestion se compose:

- des Chefs de service de l'eau des zones,
- les chefs de casiers hydrauliques,
- les aigadiers,
- les chefs-arroseurs, délégués par les exploitants
- et les Comités paritaires comprenant des représentants de l'Office du Niger et des exploitants,

Cependant bien que globalement, les uns et les autres semblent théoriquement bien connaître leur rôle, ils énumèrent certaines difficultés qui nuisent à la gestion de l'eau:

- l'insuffisance de formation des agents (notamment aux techniques modernes de gestion d'eau, utilisation d'abaques, pratique des tours d'eau, etc)
- le nombre insuffisant des aigadiers,
- le manque de moyens et de motivation des aigadiers,
- l'insuffisance de communication entre les chefs-arroseurs et les exploitants pour le respect du tour d'eau,
- l'insuffisance de suivi de la part des responsables de zones,
- l'absence de motivation des chefs-arroseurs comparée aux sollicitations faites,
- le manque de conviction des exploitants et de certains agents de terrain (habitué à gérer l'abondance) de l'opportunité d'une économie de l'eau,
- le désintérêt des non-résidents pour le respect des consignes et l'entretien des tertiaires,
- l'absence de sanction aussi bien à l'égard des agents que des exploitants en cas de non respect des consignes d'irrigation.

4.2.4 Les conséquences de la gestion actuelle de l'eau

Les conséquences de la gestion actuelle sont différentes et variables d'une zone à une autre. Elles ont pour non:

- pertes de superficies du fait du mauvais drainage,
- noyade de parcelles,
- fausses manoeuvres et engorgement des drains,
- augmentation des quantités évacuées,
- augmentation des zones inondées en dehors des casiers,
- réduction des rendements,
- augmentation des hors-casiers à l'intérieur et à l'extérieur des casiers.

Cependant à la suite des enquêtes réalisées, il apparaît que les pertes de superficies ne sont pas forcément liées à l'état du casier (réaménagé ou pas). Pendant qu'à Molodo on peut atteindre jusqu'à 150 ha par an de sinistre du au mauvais drainage, à Kouroumari qui est un casier non réaménagé, il n'y a souvent pas de superficie perdue. C'est le cas à Macina.

Les baisses de rendement ne sont pas liées à l'état du casier (réaménagé ou pas) uniquement mais à l'application correcte de l'ensemble du paquet technique vulgarisé.

Les enquêtes montrent que les zones inondées en dehors des casiers augmentent d'année en année par suite de fausses manoeuvres, de remplissage des drains ou de déversement au niveau des ouvrages. Mais malheureusement il n'existe aujourd'hui aucune donnée pour prouver ou infirmer cela. Ces zones sont ensuite transformées progressivement en hors-casiers.

4.2.4 Les mesures initiées pour améliorer la situation.

Pour améliorer la gestion de l'eau plusieurs actions furent initiées par l'Office du Niger avec l'appui des partenaires, dont:

- l'élaboration et la mise en oeuvre depuis 1983 d'un programme de réhabilitation des aménagements existants (infrastructures hydrauliques et parcelles),
- la révision des textes de gérance des terres pour une plus grande responsabilisation des acteurs (exploitants et encadrement) et une définition claire

- des rôles et responsabilités; ce sont le décret de gérance, l'arrêté fixant le mode de tenure des terres, le contrat-plan Etat/Office/Exploitants,
- la mise en place des Comités paritaires afin de rapprocher et d'impliquer les différents acteurs dans la conception, la programmation et la maintenance des infrastructures de production,
- l'élaboration et la mise en oeuvre d'un programme de formation du personnel et des exploitants dans la gestion de l'eau, notamment sur le rôle et responsabilité de chacun,
- la conduite de tests de réduction des consommations d'eau à N'Débougou et Macina,
- l'élaboration d'abaques de calcul de débits pour les ouvrages clés des irrigations; la formation en utilisation de ces abaques devra se poursuivre,
- la mise en place d'un réseau de communication entre le SERP à Markala et les zones, afin de rapprocher les instances de décision et d'exécution pendant la conduite des irrigations et permettre de donner des informations en temps réel,
- la mise en oeuvre d'un programme d'extension des superficies (aménagement des hors-casiers, réalisation d'aménagement avec la participation des populations, etc).

4.3 Les hors-casiers

La problématique relative aux hors-casier à l'Office du Niger prend de plus en plus de l'ampleur pour diverses raisons:

- leur extension devient de plus en plus rapide et incontrôlable,
- l'incapacité technique de l'Office de les maîtriser reste claire,
- leur influence sur la conduite des irrigations n'est plus à démontrer.

Cependant cette situation semble être favorisée par de nombreux facteurs:

- l'étendue des superficies de l'Office, comparée au personnel disponible, ne peut pas être régulièrement suivie,
- l'Office manque de moyens pour le recensement régulier et la cartographie des zones convoitées,
- les hors-casiers, tout en constituant une sorte de "no-man's land" à l'abri de redevances d'eau procurent un revenu additionnel aux exploitants, qui souhaiteraient sûrement que cette situation dure,
- les hors-casiers constituent pour certaines populations (notamment celles situées en dehors des casiers aménagés) un espoir d'une vie meilleure justifiant les sédentarisations de nomades constatées çà et là à l'extrême Est de la zone de Niono.

Mais malgré ces avantages, les hors-casiers ne sont pas tous des zones de production sûres pour plusieurs raisons:

- l'extension rapide et sauvage est basée sur la réalisation d'un aménagement comprenant seulement une bouche à eau,
- l'absence de digue de ceinture empêche toute maîtrise de l'eau à l'intérieur, entraînant régulièrement des sinistres,
- la non-maîtrise de l'eau ne garantit pas l'utilisation d'intrants, donc les rendements restent bas et baissent au fil du temps,
- en cas de contrainte d'irrigation dans les casiers, les hors-casiers sont immédiatement privés d'eau.

Dans la recherche de solution relative aux hors-casiers l'Office du Niger a entrepris depuis déjà quelques années sur demande expresse de ses instances de décision de nombreuses activités, à savoir:

- la réalisation d'une étude sur les hors-casiers par le bureau SOGREAH(photoaériennes, télédétection, recensement, matérialisation, etc)
- l'élaboration et la mise en oeuvre d'un programme d'étude et d'aménagement des hors-casiers,
- la prise en compte des superficies en hors-casiers dans les plans de campagne.
- l'inscription sur le cadastre des superficies en hors-casiers.

* Etude des branchements divers sur les adducteurs de l'Office du Niger, SOGREAH 1996-1997:

Le Bureau d'études français dans le cadre d'un contrat passé avec l'Office a réaliser une carte d'occupation des sols avec pour objectif premier l'identification et la détermination des superficies en casiers et hors-casiers.

L'inventaire des périmètres hors-casiers au niveau de l'ensemble de l'Office du Niger a été réalisé à partir de:

- l'interprétation de sept images Multispectrales et de sept images Panchromatiques prise en Novembre 1996 couvrant toute la zone,
- d'une visite de terrain qui a permis d'idenifier les différentes classes d'occupation des terres et les différents types de périmètres hors-casiers.

Ces résultats obtenus ont fait l'objet de discussions et de vérification avec l'Office du Niger.

Le tableau suivant donne le résultat de la mission de vérification de l'Office du Niger réalisée en Septembre 1997.

Tableau n°7: Superficies des hors-casiers.

ZONE	SUPERFICIE BRUTE IMAGE SPOT,HA	SUPERFICIE NETTE ESTIMEE HA	ECART % B - N
MOLODO	3 133.7	2 525.07	20%
MACINA	2 229.5	2 222.12	1%
N'DEBOUGOU	374	272.65	27%
NIONO	5 358.7	3 781.81	30%
KOUROUMARI	3 404.3	873.12	75%
TOTAL	14 500.2	9 674.77	34%

Source: Office du Niger/DADR/Rapport de Mission : Lah/D/COIRON,Sept.97
(Etude SOGREAH,1997)

Le détail des superficies des hors-casiers par zone est donnée en annexe.

4.4 La contre-saison à l'Office du Niger

La contre-saison à l'Office du Niger s'est surtout développée au cours des dernières années avec la réhabilitation des casiers d'irrigation. Elle est surtout pratiquée pour le maraîchage et récemment pour la riziculture.

L'importance des superficies mises en valeur en contre-saison varie d'une zone à une autre. Les ordres de grandeur sont les suivantes, à partir des enquêtes menées:

Molodo	: 20 -50 ha par an
N'Debougou	:400 - 1100 ha
Macina	: 120 - 260 ha
Niono	: 800 - 1200 ha
Kouroumari	: néant.

C'est surtout dans la zone de Niono et celle de N'Debougou où est pratiquée la contre-saison.

Bien que procurant des revenus certains aux exploitants, son expansion se heurte à de nombreuses contraintes:

- le nombre limité de superficies,
- le caractère dispersé des parcelles à irriguer de contre-saison entraînant des gaspillages importants d'eau (comme c'est le cas à N'Debougou),
- le manque d'engouement des exploitants pour plusieurs raisons avancées:
 - risques liés aux dégâts d'oiseaux et d'animaux en divagation (les rizières après les récoltes constituant les principaux pâturages de la zone),
 - la disponibilité en eau n'est pas certaine,
- la difficulté de libérer à temps les champs à cause du mauvais drainage.

4.5 Le maraîchage

Le maraîchage bien que pratiqué depuis longtemps dans la zone a connu un essor important au cours des dernières années avec la mise en oeuvre d'un vaste programme d'appui à l'activité dont: l'aménagement et le réaménagement des zones maraîchères, l'octroi de crédit, l'encadrement technique (bien que jugé insuffisant), l'organisation des producteurs.

Le maraîchage constitue aujourd'hui la principale activité des femmes à l'Office et attire à cet égard l'essentiel de l'appui accordé aux femmes.

Il est apparu de façon claire dans la zone de l'Office que le maraîchage est surtout développé dans la zone de Niono. Cette situation se justifie par l'état d'aménagement des réseaux d'irrigation et le désenclavement de la zone. En plus le marché hebdomadaire de Niono constitue un atout non négligeable pour la commercialisation des produits maraîchers.

Tableau n°8: Femmes et maraîchage à l'Office du Niger.

Campagne Spéculation	1994/95 Surface (poids, T)	1995/96 Surface (poids, T)	1996/97 Surface (poids, T)	1997/98 Surface (poids, T)
1. Echalote Oignon	928.00 (19484.0)	1364.35 (31891.68)	1628.83 (43245.44)	2622.0 (73760)
2. Ail	56.0 (6427.9)	82.28 (1097.07)	138.5 (2054.42)	34.0 (617.86)
3. Tomate	99.0 (6427.9)	125.27 (2755.94)	297.2 (8990.3)	110.0 (2145.0)
4. Piment	88.0 (438.5)	107.63 (348.72)	199.45 (847.71)	76.52 (370.0)
5. Patate	91.0 (2186.2)	70.28 (2459.8)	112.45 (2904.5)	37.0 (836.4)
6. Gombo	27.0 (109.8)	11.77 (88.28)	33.65 (245.65)	36.11 (117.60)
7. Manioc	-	-	13.5 (256.5)	-
8. Pomme de terre	-	-	8.6 (193.5)	-
9. Autres *	89.0 (267.75)	-	87.17 (247.0)	34.0

* Autres: Choux et salade

Source :DADR/ Office du Niger.

4.6 Femmes et développement à l'Office du Niger

Avec l'adoption de l'approche Genre et Développement, l'Office du Niger a mis en oeuvre de nombreuses actions avec pour objectifs d'améliorer l'accès des femmes aux ressources et bénéfiques de l'exploitation agricole, l'augmentation des revenus des femmes, le renforcement de la position sociale des femmes dans leur milieu.

Dans ce cadre les actions suivantes ont initiées et appuyées:

- l'accès des femmes à la terre,
- l'octroi de crédit aux femmes,
- l'alphabétisation
- l'appui au maraîchage féminin.

Le tableau suivant donne l'évolution du nombre de femmes chefs d'exploitation.

Tableau n°9: Evolution du nombre de femmes chef d'exploitation.

N°	ZONE	1985	1990	1996
1	Macina	9	14	57
2	Niono	5	17	43
3	Molodo	1	0	9
4	N'Débougou	0	0	30
5	Kouroumari	0	0	15
	TOTAUX	13	31	154 *

Source: ARPON, Femmes et développement, rapport annuel 1996

* le nombre est de 236 au titre de la campagne 1997/98.

Au titre du crédit, les femmes ont bénéficié respectivement de:

- campagne 1994/95, de 2 845 000 fcfa,
- " 1995/96, de 12 730 945 " ,
- " 1996/97, de 67 856 180 fcfa

sur l'ensemble de la zone de l'Office du Niger.

Cependant malgré l'engouement et les importants revenus tirés du maraîchage, cette activité reste pratiquée de façon classique notamment l'arrosage à la calebasse.

Cette pratique très rude pour les femmes tout en limitant leurs charges d'irrigation limite leur capacité de production.

L'environnement des productions maraîchères reste encore non organisé. Au moment des récoltes l'abondance des produits occasionnement des méventes et une chute des prix. Au cours d'une même année le prix du kilo de l'oignon peut passer de 50 fcfa à 400 fcfa soit une variation de 800%.

Les techniques de conservation et de transformation ne sont pas encore bien introduites dans la zone.

En plus du maraîchage, les femmes mènent également le repiquage des parcelles de riz. Le tableau suivant donne les revenus tirés de l'activité.

Tableau n°10: Femmes et repiquage, revenu en fcfa.

Campagne	Macina	Niono	Molodo	N'Dgou	Kmari	Total
1996/97	134300	8000	114980	31679	157325	417772
1995/96	125700	5687	98175	30265	193000	372826
1994/95	10620	10600	32463	17686	70525	141893

Source: ARPON, Femmes et développement, rapport annuel 1996.

4.7 La pêche et la pisciculture:

Le système d'irrigation de l'Office du Niger a permis le développement de la pêche et de la pisciculture sous plusieurs formes:

- la rizi-pisciculture traditionnelle, c'est le suivi et la capture de poissons dans des zones basses des rizières,
- la création et l'exploitation d'étangs piscicoles, depuis l'obtention des résultats probants de la station de Molodo; on dénombre au total 132 étangs repartis comme suit:

Macina	: 13
Niono	: 13
Molodo	: 3
N'débougou	: 48
Kouroumari	: 55

Ces étangs sont alimentés par les eaux des canaux d'irrigation.

5.LES FALAS,"UN ECOSYSTEME PARTICULIER"

Les " bras morts" du fleuve Niger remis en activité dans le cadre de l'irrigation des terres à l'Office du Niger sont communément appelés "Falas.

Ce sont de vastes dépressions naturelles constituant une partie du réseau primaire.

Les principaux falas sont : celui de Molodo(dans le canal du Sahel) et celui de Boky-Wéré (dans le canal de Macina).

Le rôle et l'importance des Falas à l'Office du Niger sont multiples et difficilement quantifiables cependant ils constituent:

- .une bonne partie du réseau primaire,
- .une zone de pêche
- .un axe de transport fluvial pour le transport des productions,
- .une zone de culture en hors-casier, maraîchage et verger
- .une zone de vidange de surplus d'eau
- .une zone de refuge des oiseaux
- .une zone de pâturage et de végétation abondante

Cependant les Falas n'ont pas que des avantages. car ils constituent:

- une zone de développement et de prolifération des maladies d'eau,
- une zone de développement de certaines plantes nuisibles(la jacinthe d'eau et le Tifa),
- un abri pour oiseaux granivores, comme les queleya- queleya,
- et enfin ils influencent(réduisent) la vitesse d'écoulement de l'eau pendant les rigations.

5.1 L'importance physique des falas:

S'étendant sur près de 200 km(dont 140 km vers le sahel et 70 km dans la zone de Macina avec une largeur moyenne de 200m,les zones occupées par les falas représentent près de 7 000 ha(dont 3000 ha dans la zone Sahel et 2000 ha du côté de Macina).

Les étendues d'eau peuvent avoir par endroit une profondeur moyenne de 4 m.

5.2 Importance économique:

La position des falas et leur place dans la gestion d'irrigation ont rendu possible une activité économique florissante basée sur:

- la riziculture dans les zones inondables en casier et en hors casiers, notamment les zones de débordement, celles inondées par capillarité localement dénommées "douches du falas" et à travers les branchements divers effectués directement sur le Fala,
- le maraîchage,
- la pêche en constituant la principale réserve de poisson des zones avoisinantes,
- l'élevage avec le développement d'un important pâturage,
- le désenclavement: équipé d'une écluse au droit de Molodo, le Fala de Molodo constitue l'une des principales infrastructures de transport fluvial de la zone.

Les Falas n'étant pas considérés comme des zones d'encadrement autonomes il est difficile à l'heure de chiffrer avec précision les retombées économiques des Falas. Ces aspects seront plus largement abordés dans l'annexe sur les Falas qui est joint au présent rapport.

5.3 Impact des Falas sur la gestion de l'eau actuelle:

Les Falas ont été intégrés dans le réseau primaire dans la conception des aménagements à l'Office Niger très certainement dans un souci d'économie de terrassement en remettant en eau les bras morts du fleuve Niger.

Plusieurs dizaines d'années après, les Falas tout en devenant incontournables occupent une place centrale dans la gestion de l'eau à l'Office du Niger avec des effets positifs et négatifs.

.Le rôle positif des Falas:

De part leur gabarit et leur grande capacité de stockage d'eau ils permettent:

- de sécuriser le plan d'eau en amont des régulateurs, en absorbant les pertes de niveau sur le premier bief due aux mauvaises manoeuvres ou à des pluies abondantes,
- de récupérer les surplus d'eau de vidange, de fausses manoeuvres, le sur débit mettant ainsi les casiers hors danger d'inondation.

. Le rôle négatif:

De part leur état naturel ne correspondant à aucune norme hydraulique d'irrigation les Falas:

- rendent difficile toute simulation d'écoulement de l'eau,
- allongent le temps de propagation de l'eau d'irrigation,
- en tant que nappes libres, occasionnent une grande évaporation.

En plus de ces aspects les trajets et état naturel rendent difficile l'aménagement des berges et même souvent l'accès.

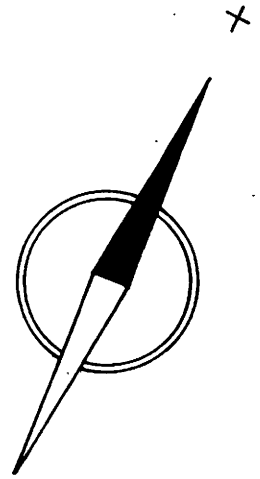
5.4 Impact des Falas sur l'environnement des zones

En plus des impacts déjà cités à savoir : le développement des activités de production avec l'inondation des terres, les Falas constituent:

CARTE DE LA VALLEE DU NIGER DE BAMAKO A TOMBOUCTOU

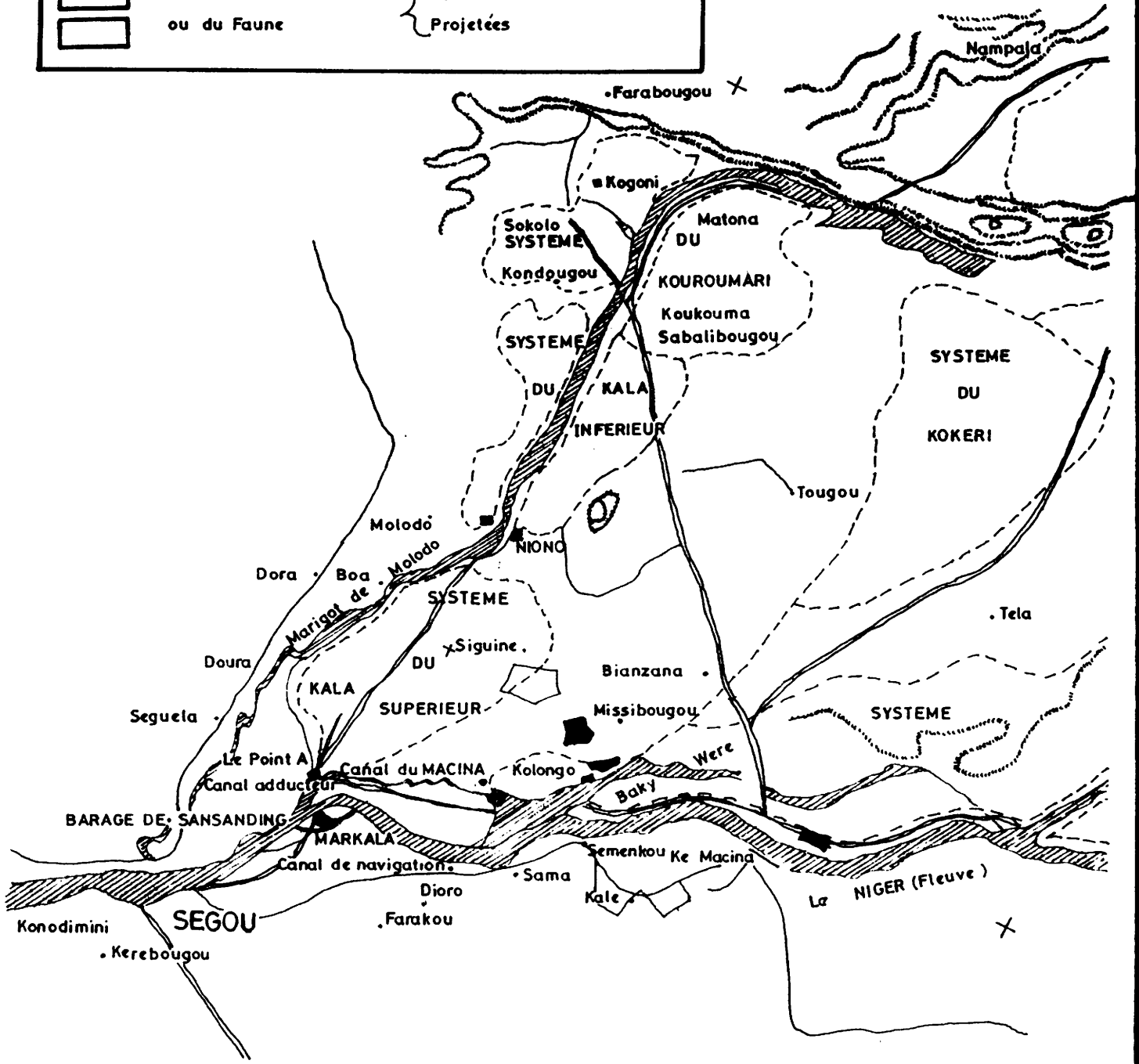
-EXTRAIT -

ECHELLE 1/1.000.000



LEGENDE

	Limite du projet d'aménagement du delta central NIGERIEN
	Terre actuellement mise en valeur
	Reserves Forestieres
	ou du Faune
	Realisees
	Projetees



- les principales réserves de bois domestique, avec l'existence d'une végétation ligneuse très importante,
- les pâturages et point d'abreuvement pour les animaux sédentaires ou de traie,
- les principales zones de pêche,
- les principaux abris d'oiseaux, ce qui constitue un aspect très important dans le contexte de la conservation de la nature.

Cependant, les vastes dépressions ou zones humides que constituent les Falas sont accusés et à juste titre:

- de favoriser le développement et la prolifération des maladies de l'eau,
- le développement et la prolifération des moustiques, occasionnant le paludisme,
- de constituer des abris pour les oiseaux granivores dont le *Queleya-queleya*, jugés très dangereux pour les récoltes,
- de constituer une zone de prolifération par excellence de certaines plantes nuisibles (Jacinthe d'eau et Tifa).

6. CONCLUSIONS

Dans l'ensemble on peut conclure que le service de l'eau est correctement assuré par l'Office du Niger. Toutefois les aspects suivants devront faire l'objet d'amélioration:

. **le gaspillage de l'eau:** ce paramètre n'est pas connu et bien perçu dans la zone de l'Office, malgré les résultats des tests avec l'approche en cours par le suivi du ratio Apport/besoin; cette approche est destinée à améliorer quotidiennement le service de l'eau; toutefois le système en cours est relativement lourd en termes de collecte et de transmission de données; il serait donc souhaitable d'aboutir à un système plus léger afin de le généraliser dans tout l'Office du Niger;

. **les pertes de superficies suite à des crises d'eau**

(noyades, sécheresse, etc): en général les superficies concernées sont directement dégrévées et ne payent donc pas la redevance; les exploitants perçoivent cela en termes de manque à gagner que d'impact négatif sur la gestion de l'eau; en plus les surplus et les pertes d'eau par fausses manoeuvres sont généralement récupérées par les hors-casiers à travers les drains;

. **l'entretien du réseau tertiaire:**

Tout le monde (exploitants et encadrement) est conscient que la qualité du service de l'eau à la parcelle est liée à l'état du réseau tertiaire qui devrait être maintenu en bon état, par l'entretien périodique et courant. Cependant force est de constater que les résultats obtenus sont loin d'être satisfaisants. Certains exploitants l'assimilent au simple faucardage, négligeant ainsi le reprofilage, le curage et la réparation des ouvrages de prise et de vidange.

Les avis restent encore partagés sur la méthode à appliquer pour assurer un entretien correct du réseau tertiaire. Il est proposé entre autre:

- de créer une redevance pour l'entretien du tertiaire et de le faire exécuter par des tiers,
- de mettre en place dans chaque zone, un mécanisme de suivi et de contrôle des entretiens,
- de demander à chaque village de choisir la méthode d'intervention la plus appropriée et de faire le bilan en fin de campagne, et imposer la redevance tertiaire à tout village qui serait défaillant.

.la formation des exploitants et de l'encadrement:

Plusieurs actions de formation ont été initiées, mais le besoin reste vu les demandes exprimées lors des enquêtes notamment sur le rôle et la responsabilité de chacun dans la gestion de l'eau.

7. PROPOSITION DE MESURES D'ATTENUATIONS DANS UN CONTEXTE DE DEVELOPPEMENT FUTUR DE L'IRRIGATION A L'OFFICE DU NIGER (EXTENSION)

Les mesures d'atténuations ici proposées prennent en compte

- les initiatives et actions entamées ou envisagées par l'Office du Niger pour son développement futur,
- les mesures à prendre en cohérence avec les orientations nationales du Mali, pour le secteur rural et l'environnement,
- et les suggestions prenant en compte les résultats des enquêtes et rencontres effectuées dans le cadre de cette étude.

7.1 Dans les casiers aménagés

Les propositions sont les suivantes:

.dans le cadre de l'économie de l'eau d'irrigation(réduction des consommations):

Vu les tests probants qui ont permis la réduction des consommations d'eau dans le Macina et N'Debougou, passant de 20 000 m³ à 15 000 m³ par hectare et par campagne, avec le suivi du ratio A/B nous proposons:

- d'étendre l'expérience aux autres casiers en mettant l'accent sur la formation des acteurs, surtout les chefs arroseurs et les aigadiers,

. dans le cadre du maintien des acquis de la gestion de l'eau à l'Office du Niger, nous proposons:

- Une plus grande implication et responsabilisation des aigadiers et chefs-arroseurs à travers l'élaboration et la mise en oeuvre d'une stratégie de formation(pour mieux expliciter le rôle et la responsabilité de chacun et les initiés aux nouvelles techniques de gestion de l'eau) et de motivation,
- l'élaboration et la mise en oeuvre d'une stratégie plus efficace d'entretien du réseau tertiaire, principalement l'entretien périodique; les alternatives suivantes sont proposées:
 - a) l'application énergique du cahier de charge d'exploitation des terres suivi d'éviction en cas de non entretien constaté des tertiaires
 - b) ou stimulation en introduisant " des ristournes", prix ou bonifications aux villages ou groupes de villages ayant bien entretenu leurs réseaux tertiaires; ces ressources pourraient être utilisées pour le financement des actions de réalisation d'infrastructures sociales(école, centre de santé, etc).
 - c) ou encore en utilisant la radio locale pour féliciter les villages ayant donné le bon exemple et sensibiliser les autres,
 - d) ou de laisser l'initiative à chaque village ou groupe de villages de mettre au point la stratégie qui semble la plus efficace pour assurer un entretien correct et régulier des tertiaires.

7.2 Dans les hors-casiers situés à l'intérieur ou à proximité immédiate des casiers.

Les principales contraintes identifiées ont pour nom:

- l'absence de réseau d'irrigation; l'essentiel de l'aménagement se résumant à la pose d'une buse ou " bouche à eau",
- la non-maitrise des superficies, qui augmentent d'année en année.

Les propositions sont les suivantes:

- a) de poursuivre le recensement et la matérialisation des hors-casiers identifiés par l'étude SOGREAH et enregistrés déjà au cadastre de l'Office du Niger,
- b) de poursuivre les études et l'aménagement(type intermédiaire) des hors-casiers intégrant la participation des bénéficiaires(les aménagements simples devraient être privilégiés comportant des canaux en remblais-deblais, des ouvrages de prise simples et une digue de ceinture suffisante pour maintenir le plan d'eau),(cas de M'Bewani et Kanabougou);
- c) le maintien du taux de redevance spécifique pour les hors-casiers.

7.3 Dans les hors-casiers situés à l'extérieur des zones aménagées.

D'un point de vue hydraulique ou de gestion de l'eau on n'avait toujours pensé jusqu'à une date récente que les excès d'eau et les eaux de vidange se perdaient dans la nature.

Aujourd'hui la situation est tout à fait(ou presque) autre. En effet les eaux rejetées des zones aménagées pendant ou après les irrigations ont constitué d'importantes dépressions naturelles qui au fil du temps ont attiré des populations nomades et des animaux transhumants.

Progressivement de nombreux hameaux et villages se sont constitués et sédentarisés autour des points d'eau pour l'abreuvement et la conduite des animaux, pour l'approvisionnement en eau de boisson (bien que non potable),pour le maraîchage et même le riz de décrue.

De nombreuses fois les agents du service de l'eau ou les responsables des zones ont été sollicité pour effectuer des lâchées d'eau en direction de ces hors-casiers(Est de Niono-Retail) afin de réduire la détresse de ces populations.

Aussi les propositions sont les suivantes:

- a) la reconnaissance et l'identification de ces hors-casiers en se basant sur l'étude SOGREAH, récemment amendée par l'Office du Niger,
- b) l'élaboration de termes de référence d'études d'aménagement et recherche de financement,
- c) la réalisation d'études d'aménagement de ces hors-casiers en n'excluant aucune variante d'aménagement possible (gravitaire, pompage avec vis d'archimède, décrue) dans toutes les zones,
- d) Hiérarchisation et aménagement de ces hors-casiers dans le cadre de l'extension des superficies à l'Office du Niger(déjà on estime à près de 2000 ha pour la seule zone de Niono).

7.4 Au niveau des Falas

Les Falas de part de leur position et les potentialités en ressources naturelles et la diversité des activités qui se développent, constitue sans aucun doute un écosystème particulier.

Ce sont également des zones humides dans une grande zone humide nationale, c'est-à-dire l'Office du Niger.

Le Mali en ratifiant la convention de RAMSAR sur la gestion et la conservation des zones humides a obligation de recenser, d'aménager et de proposer au classement de ses zones humides d'importance nationale.

Pour ces différentes raisons ,les propositions sont les suivantes:

- a) de classer les falas comme " **zones humides d'importance nationale**",
- b) d'élaborer et mettre en oeuvre un plan d'aménagement et de gestion dans le cadre de la conservation de la nature, comportant des actions d'investissement et de préservation, ne remettant nullement en cause les fonctions actuelles, au contraire pour permettre une utilisation rationnelle des ressources naturelles,
- c) d'étudier la faisabilité d'un îlot pour abri d'oiseaux d'eau au coeur du Fala de Molodo; l'absence d'abri sûr explique la dispersion des oiseaux dans 'a zone, menaçante et dangereuse pour les récoltes.
- d) **de rechercher le financement pour la réalisation du projet.**
- e) réaliser l'étude et l'aménagement des "douches" du falas, notamment sur le 2ème et 3ème bief du Fala de Molodo.

7.5 Le Genre

Dans le cas de l'Office du Niger, il est apparu que chaque fois que l'aspect genre n'a pas été pris en compte, il s'est imposé par la suite soit sous forme de contraintes ou de besoins prioritaires des populations et exploitants.

A titre d'exemples, on peut citer:

- la non prise en compte des hors-casiers lors de la réalisation des aménagements; par la suite toutes les zones irrigables et non exploitées ont été mises en valeur sans autorisation, dans la majorité des cas, de l'Office du Niger. Aujourd'hui il apparaît de façon claire que là ou on peut faire quelque chose(zone exploitable) il faut l'inclure dans la conception;
- les zones maraichères, dont le choix des sites était abandonné aux exploitants dans les zones non réaménagées; aujourd'hui avec l'engouement justifié par la rentabilité de l'action il est devenu incontournable de prévoir les zones maraichères dès la conception de l'aménagement ou du réaménagement,
- les lavoirs: la demande des populations et les risques de dégradation des canaux longeant des villes ou villages ont rendu désormais obligatoire de prévoir des lavoirs dans la conception des aménagements ou des réaménagements,

- l'accès des femmes à la terre est devenu aujourd'hui une nécessité et une réalité avec l'éclatement des familles et la nécessité de concourir à l'amélioration du revenu de la femme et indirectement de la famille, vu le rôle et la place de la femme,
- l'élevage: les populations habitant la zone et exploitant les rizières possèdent des animaux domestiques. Avec l'accroissement du cheptel villageois il est devenu indispensable et urgent de prévoir des zones de pâture afin de préserver les champs,
- la situation est semblable pour les zones de pisciculture,
- etc.

Les propositions sont les suivantes:

- a) que l'Office renforce son encadrement POP dans les zones non réaménagées, ou le suivi des groupes cibles est très faible (Molodo),
- b) de poursuivre la prise en compte de l'aspect genre dans la conception ,la réalisation et l'exploitation des aménagements,
- c) d'étendre l'approche genre aux autres groupes cibles en plus des femmes (qui constituent aujourd'hui à l'Office du Niger le groupe privilégié dans l'approche genre; aucun autre groupe cible n'est autant suivi ou appuyé hormis les exploitants des rizières),

8. BIBLIOGRAPHIE

1. Influence du barrage de Sélingué sur le régime hydrologique du Niger, Abdourahamane Soumaguel, mémoire, Agrhymet, 1995
2. ON/ARPON: Manuel de formation sur la gestion de l'eau, Mai 1997
3. ON/ARPON: Simulation par modèle mathématique de l'adducteur de Boky-Wéré, Octobre, 1997
4. ON/ARPON: Rapport sur le suivi de la gestion de l'eau sur le partiteur K5, 1996
5. ON/ARPON: Tableaux pour le calcul des débits des ouvrages essentiels de la zone Office du Niger, Janvier 1997
6. ON/ARPON: Rapport sur le suivi de la gestion de l'eau, rapport principal (campagne 1995), décembre 1996
7. Rapport final du projet GEAU à l'Office du Niger:
 - . Tome 1: rapport principal, Octobre 1984
 - . Tome 2: gestion de l'eau, Juillet 1984
 - . Tome 3: expérimentation agricole, Juin 1984
8. ON/ARPON: Atelier sur la gestion de l'eau à l'Office du Niger, 1998: Documents de l'atelier.
9. Etude de la gestion de l'eau au niveau arroseur et de l'entretien du réseau au projet bétail de l'ON, Décembre 1989
10. Seydou Konaté: Etude sur les consommations en eau au secteur Sahel à l'Office du Niger, Déc. 1991
11. Kongotigui Bengaly: Contribution à l'étude de la gestion de l'eau dans les périmètres irrigués de l'Office du Niger, Déc. 1995, Mémoire-IPR Katibougou.
12. Procès verbal de l'atelier de Niono (18-20/3/98) sur la gestion de l'eau à l'Office du Niger.
13. Sous-étude Hydrosystème : rapport d'étape trimestriel, Avril 1998.
14. Etude de Faisabilité pour l'aménagement du Kala Supérieur; JICA, Coopération Japonaise, 1991.
15. Etude des branchements divers sur les adducteurs à l'Office du Niger, SOGREA, 1996-97,
16. ARPON, rapport annuel Femmes et développement, 1996.
17. Les rapports d'étapes des différentes sous-études de l'Etude environnementale.
18. Rapport d'évaluation du contrat-plan Etat/Office du Niger/Exploitants 1996-98. N.F. Kone et al., Septembre 1998.

ANNEXES.

- . Questionnaires type d'enquêtes
- . Classification des réponses
- . Inventaire des hors-casiers par zone de l'Office du Niger

ANNEXE

**CLASSIFICATION DES
REPONSES D'ENQUETES**

- A - Agents de service eau
- B - Chefs de casiers
- C- Aigadiers
- D- Chefs arroseurs

CLASSIFICATION DES REPONSES

A- AGENTS SERVICE EAU

<p>1./2/3 Avis sur la Gestion actuelle de l'eau</p>	<p>* mauvaise à Molodo, N'Débougou . Molodo: brèches, fréquentes, drains engorgés, débit non maîtrisé . N'debougou: non respect tour d'eau; gaspillage par</p> <p>* bonne à: . Macina: pas de plainte des paysans . Niono: pas de gaspillage; optimisation de l'eau . Kouroumari: drainage satisfaisant; diminution des cas de crise d'eau, débits spécifiques respectés; augmentation des rendements.</p>
<p>4. Responsables/ Causes de l'Insuffisance de Gestion de l'eau</p>	<p>* mauvais état du réseau /vétusté * insuffisance de formation des agents * non implication des exploitantes * nombre insuffisant d'agents (aigadiers) * moyens de travail insuffisants des agents * non respect des rôles d'eau * faible niveau d'entretien du réseau (tertiaire)</p>
<p>5. Perte de Superficies du fait du mauvais drainage</p>	<p>Molodo : 50 à 150ha/an; N'Debougou = 10 à 15ha/j; Macina=0; Niono = 10 Kouroumari : néant</p>
<p>6. Relation entre insuffisance d'entretien du réseau tertiaire et mauvaise gestion eau</p>	<p>* l'opinion est partagée par tous * taux de réalisation = Molodo : presque nul; N'Deb. = 60%; Macina:5-23% * Niono : 30-60%; Kouroumari : 36-96% <i>NB: Différence entre entretien courant (généralement plus important) entretien périodique (entretien faible)</i></p>
<p>7./8. Importance contre-saison</p>	<p>* Molodo : 20-50ha/an; NéDeb: 400-1100ha/an; Macina : 120-260ha Niono : 800-2000ha/an; Kouroumari: néant Difficultés: gaspillage d'eau à N'Débougou a cause dispersion des parcelles à irrig</p>
<p>9. Disposition prises pour améliorer la gestion de l'eau</p>	<p>* formation des agents (toutes zones) * implication des paysans depuis la formation (toutes zones) * programmation de l'irrigation (toutes zones) * calcul A/B (toutes zones) * élaboration des abaques (Molodo) * réaménagement physique (N'Débougou) * sensibilisation et organisation des exploitants à l'entretien</p>
<p>10. Rôle de l'agent</p>	<p>* assurer bonne gestion eau * assurer bonne maintenance des infrastructures * formation pratique des agents et sensibilisation</p>

service eau	<ul style="list-style-type: none"> * évaluation des résultats * contrôle et coordination des activités du service eau et d'entretien du réseau
11. Evolution de ce rôle	* dans le sens d'une vulgarisation du thème de gestion de l'eau
12./13. Les relations avec les autres intervenants	<ul style="list-style-type: none"> * séance de formation des agents sur l'entretien du tertiaire (1 fois par mois) sur la gestion de l'eau; sur les conditions de démarrage et le bilan de la campagne * la formation réunit les chefs casiers et les aigadiers.
14. Maîtrise des tests de N'Débougou et Macina	<ul style="list-style-type: none"> * ils sont maîtrisés partout sauf à Molodo * Cependant les éléments d'appréciation de la différence entre les 2 sont variables d'une zone à une autre
15. Suggestions pour une amélioration de la gestion de l'eau	<ul style="list-style-type: none"> * augmenter le nombre d'agents (aigadiers) * assurer la formation continue des agents * impliquer davantage les exploitants dans la gestion de l'eau * doter les agents en moyen de travail adéquat (moto, carburant, petit équipement.....) et améliorer leur condition de logement * réhabiliter les aménagements anciens.
16. Impact des hors casiers	<ul style="list-style-type: none"> * leur gestion "prend trop de temps aux agents" (Macina, Niono) * en période de pointe d'irrigation les agents sont obligés de "suspendre les irrigations au niveau des hors-casiers.

**B- CHEFS
CASIERS**

1.2/3. Avis sur la gestion de l'eau	* Gestion mauvaise . Molodo: drains engorgés; eau gaspillée; irrigation par les drains; moisissure de la récolte . N'Debougou (non réhabilité): défectuosité du réseau, des parcelles et des ouvrages * Gestion bonne ailleurs : niveau d'eau constant dans les canaux d'irrigation; moins d'eau envoyée dans les drains; pas de plainte des paysans; débit calculé; apport d'eau à temps; drainage correct; diminution des crises d'eau; augmentation des rendements.
4. Responsables/ Causes mauvaise gestion eau	* défectuosité du réseau * manque de formation des agents à la gestion eau * insuffisance du personnel d'encadrement de moyen logistique, de carburant * insuffisance d'entretien du réseau primaire de drainage * manque de sécurisation et * manipulation illicite des prises de partiteur par les exploitants
5. Rôle de chef casier	* superviser irrigation et drainage dans le casier * veuillez à l'entretien du réseau * conseiller les exploitants * programmer et suivre irrigation et entretien * assurer le service administratif * suivre et coordonner les activités des aigadiers * facturer les redevances/superviser facturation des redevances * établir les ratio A/B * contrôler l'exécution des travaux
6. Evolution de ce rôle	* reprecision des tâches du chef casier à partir de 1994 en rapport avec les autres intervenants * programmation des besoins et des activités d'entretien * formation et sensibilisation des aigadiers et chefs arroseurs * amélioration du rôle du chef de casier
7.8. relations avec autres intervenants	* avec les exploitants : réunion information et de sensibilisation ; création des comités paritaires partiteur (organisation), formation * avec chefs arroseurs: sensibilisation et formation , adoption des activités; * avec service eau : communication ascendante d'information et formation sur des thèmes liés à la gestion de l'eau, réunion fin de campagne
9. Disposition pour améliorer gestion eau	* programmation réhabilitation réseau * exécution du programme d'entretien annuel courant et périodique * formation agents (aigadiers et chef-arroseurs) * organisation des activités sur le terrain * organisation des échanges d'expérience entre paysans * équipement en cahier, bic , des chefs arr. et membres des comités * mise en place des comités de gestion d'eau * organisation des exploitants autour des arroseurs
10. Contraintes dans la	* mauvais état du réseau (Diabaly, N'Debougou, Molodo) * difficultés respect tour d'eau (en période de crise d'eau surtout) * utilisation de clé parallèles

distribution d'eau	<ul style="list-style-type: none"> * manque d'entretien des tertiaires * retards de certains paysans sur le calendrier agricole (* insuffisance de collaboration entre chef arroseur et aigadiers (Molodo) * insuffisances dans l'expression des besoins réels d'eau (Molodo) * insécurité des prises et régulateurs (Molodo Nord)
11. Difficultés d'utilisation des abaques	<ul style="list-style-type: none"> * insuffisance d'organisation des paysans sur certains arroseurs * absence d'échelles à certains partiteurs en amont et en aval (Nioro) * indiscipline des exploitants habitués à gaspiller l'eau (N'Débougou réhabilité) * non collecte à temps des informations par chef arr. (Molodo) * insécurité de prises du partiteur (Molodo) * perte des vannes d'arroseurs (Molodo) <p><i>NB: en général l'utilisation des abaques est soit au démarrage (Molodo), soit par difficultés majeures (N'Débougou), soit n'est pas utilisés (Kouroumani Kokry).</i></p>
12. Maîtrise des 2 tests en cours à l'ON	<ul style="list-style-type: none"> * non maîtrisé : Molodo, Kouroumani * maîtrisé: Kouroumani, Macina, N'Débougou
13. Suggestions pour une amélioration de la gestion de l'eau	<ul style="list-style-type: none"> * formation continue des aigadiers * équipement adéquat des aigadiers * améliorer les conditions de déplacement des agents de suivi (carburant, primes, moto) * réaménagement intégral du réseau * entretien tertiaire * abaques et échelle pour tous les partiteurs * augmentation du nombre d' aigadiers * documentation correcte des agents * réhabilitation des logements des aigadiers * sécurisation des infrastructures * amélioration de la collaboration entre encadrement et exploitants
14. Influence des hors casiers	<ul style="list-style-type: none"> * perturbation des plans d'irrigation des parcelles en casier par les prélèvements des hors casiers au moment des pointes d'irrigation (Kogoni A) * les hors-casiers sont privé d'eau au moment des crises (Sokolo) * gaspillage d'eau par hors-casier (Fala Macina) qui sont situés à l'intérieur du cas ou bien sont branchés sur le Falo * ouverture anarchique des prises par les hors casier (Siengo) * pression forte des hors-casiers pour avoir de l'eau (Molodo)

C- AIGADIERS

1. Avis sur la gestion de l'eau actuelle	<p>Mauvaise Gestion</p> <ul style="list-style-type: none"> * N'Débougou : réseau défectueux, mauvais planage, régulateur défectueux * Molodo : drains débordé, gaspillage eau, manque de vannes , de cavalier <p>Bonne gestion : partout ailleurs apport nécessaire d'eau, présence abaque. débits spécifiques, respect calendrier d'irrigation, d'iminution du nombre de champs noy économie d'eau compartimentage parfait prévision et réalisation correctes, respect tour d'eau , drainage facile, présence modlues à masques, accroissement des rendements, par de plainte des paysans , bon état des infrastructures et leur sécurisation, moins de dégrèvement, suivi journalier. bonne suivi journalier, bonne communication entre agents et exploitants brèches, cohésion de l'organisation autour de la gestion eau, vérification des incid</p>
2. responsables/ causes des insuffisances	<ul style="list-style-type: none"> * insuffisance entretien tertiaire * vétuste des infrastructures * dégradation du réseau * manque de suivi lié au problème de déplacement des agents * manque de formation des agents de base et des paysans * canaux non curés * non respect tour d'eau * pas de calcul de débit * mauvaise qualité du réaménagement * mauvaise communication des données * non respect des données par les paysans * non réhabilitation des superficies exploitées * pas de fermeture aux arroseurs
3. Rôle actuel des agents	<ul style="list-style-type: none"> * sensibilisation des agents et paysans * suivi de l'exécution des tâches * information des superficies à irriguer * programmation des partiteurs * conseiller et arbitrer * donner l'eau selon les besoins * maintenir la côte d'irrigation * surveiller l'arrosage * régler le débit * facturer l'eau * rappeler les dates d'entretien * collecter les données auprès des chefs arroseurs * remplir les fiches de calcul de superficie * organiser et fermer les partiteurs
4. Evolution de ce rôle	<ul style="list-style-type: none"> * l'appui au chef arroseurs et chefs de bief (Molodo) * sécurisation des partiteurs (N'Debougou) * gestion stricte de l'eau (Siengo) * mise en place des comités (Kogoni) * programmation des besoins en eau (Sogolo)
6. relations avec autres intervenants	<ul style="list-style-type: none"> * avec les exploitants : sensibilisation et formation au respect du calendrier établissement du rôle d'eau, entretien tertiaire, réparation des brèches * avec service eau : communication données, échanges, formation, consignes * avec chefs: discussion sur plus rencontres, recueil données sur besoins eau. calcul débit

7. Disposition prise pour une bonne gestion de l'eau	<ul style="list-style-type: none"> * mise en place des comités * suivi du système * formation en A/B et tenure abaqués (aigadiers et chef arroseurs.) * image des canaux/ et drains * sensibilisation des paysans à la gestion de l'eau et entretien * équipement des agents en matériel de travail de terrain * dotation en document de travail
8. Contraintes particulières à la gestion de l'eau	<ul style="list-style-type: none"> * pas de cavalier, pas de vannes, arroseurs, pas de planage * carreaux non curés (perte d'eau) * non sécurisation des ouvrages * débordement et brèches * pression forte des hors casiers dont les besoins sont élevés * litiges fréquents (Siengo) * manque d'eau pendant le repiquage * dégradation partiteur
	<ul style="list-style-type: none"> * des besoins non toujours exprimés des paysans * problème des non résidents * non entretien des tertiaires * non observation du tour d'eau * cassures des cadenas ou utilisation de clés parallèles au niveau partiteur et arros * non respect des chefs arroseurs par les paysans * manque de battardeau * long arroseur sans régulateur
9. Difficultés d'utilisation des abaqués	<ul style="list-style-type: none"> * état défectueux des canaux d'irrigation (N'Débougou) * les besoins en eau ne sont pas toujours couverts (N'Débougou) * comment tenir compte des hors casiers * manque souvent d'échelles sur les vannes plates * manque de niveau constant d'eau dont le distributeur (Dogofri) * non organisation des paysans sur certains arroseurs (Kokry)
10. Maîtrise des 2 tests à N'Debougou et Macina	NEANT
11. Suggestions pour une amélioration de la gestion de l'eau	<ul style="list-style-type: none"> * augmenter les effectifs d'agadiers * leur équiper de matériel adéquat * sécuriser les infrastructures * formation continue des algadiers * leur doter en moyen de déplacement, carburant et primes conséquentes * sanctionner les vols de rôle et les vols de vannes et de vannettes * réaménager les casiers * renouveler les échelles * assurer une bonne circulation de l'information à tous les niveaux * assurer une présence régulière des agents sur le terrain * responsabiliser l'agent de terrain
12. Impact des hors	<ul style="list-style-type: none"> * pression forte des hors-casiers pour l'eau (Molodo, Kolongo, Kogoni) * gaspillage d'eau par manque de diguettes et de drains (Molodo) * le volume d'eau utilisé par hors-casiers n'est pas programmé (Siengo)

casiers

- * souhaitent que les drains soient gorgés d'eau pour leur besoin (Kolongo)
- * difficultés de drainage du casier (Kokry)
- * gêne l'irrigation des casiers et perturbent les tours d'eau programmés en cas de crise d'eau (Sokolo)

D- CHEFS-ARROSEURS

1. Avis sur la gestion de l'eau	<ul style="list-style-type: none"> * mauvais: N'Debougou (B8-10), Niono (KLO, 4) Molodo . indications : l'eau déverse sur cavalier inexistants, gaspillage d'eau, mauvais état du réseau irrigation et drainage impossible * bon (pour le reste) . indications : eau disponible, économie d'eau, satisfaction immédiate des besoins, contrôle de la prise de l'arroseur, drainage facile, irrigation facile, indépendance chaque irrigant, réponse de la demande, pas de perte de superficie par excès ou insuffisance d'eau, rendement en augmentation, diminution des crises d'eau, bon niveau d'eau dans le partiteur, tour d'eau, pas de plaintes des irrigations, presque pas de brèches, drains pas gorgés.
2. responsables/ causes des insuffisances dans la gestion de l'eau	<ul style="list-style-type: none"> * insuffisance/manque au niveau du réseau * arroseurs mal compartimentés * canaux pas ou mal curés * non entretien du tertiaire * insuffisance de l'effectif des agents de base * non réhabilitation des parcelles * dégradation des infrastructures et/ou des équipements * pas de fermeture aux arroseurs * méconnaissance du système par les paysans * anarchie dans l'ouverture des bouches * non respect des rôles d'eau * manque d'entretien des arroseurs et drains * laxisme de l'office qui ne sanctionne pas les recalcitrants * désintérêt des non résidents et des responsables de l'office * irrigation directe à partir de l'arroseur du drain * manque de formation des agents et des paysans * insuffisance de suivi
3. Les conséquences du mauvais drainage ou le gaspillage d'eau	<ul style="list-style-type: none"> * pertes de superficies: très faibles à Macina faible à N'Debougou, presque nulles à Niono, importante à Molodo (jusqu'à 40 ha), nulle à Kouroumari
4. Insuffisance entretien du tertiaire comme cause de la mauvaise gestion de l'eau	<ul style="list-style-type: none"> * l'avis est partagé par la quasi totalité des chef arr * taux de réalisation de l'entretien : Macina (5-85%); N'Debougou (50-100%); Niono (20-90%); Molodo (40-60%); Kouroumari (50-90%)
5./6. Difficultés contre-saison (extension)	<ul style="list-style-type: none"> * non réaménagement * olseaux * manque de superficie disponible/ou adéquate * mauvaise gestion du temps par les exploitants * divagation animaux * manque partiteur drain et distributeur

7. Disposition pour améliorer la gestion de l'eau	<ul style="list-style-type: none"> * sensibilisation paysanne * formation des chefs arroseurs * installation de cadenas * entretien tertiaire * instauration du tour d'eau hebdomadaire * curage drains et canux
8. Rôle du chef arroseur	<ul style="list-style-type: none"> * veille au renouvellement de cavalier et drain * mobilisation des exploitants pour entretien et bonne marche de l'eau * organise le rôle d'eau * détermine les superficies à irriguer * fournir l'eau * recense les difficultés pour l'aigadier * organise et sensibilise les paysans sur l'irrigation * organise l'entretien des arroseurs * suivi du programme * porte-parole des paysans * veille au respect du rôle d'eau * surveiller l'entretien
9. Evolution du rôle	<ul style="list-style-type: none"> * l'instauration de chef arroseur, entre aigadier et l'exploitant semble être un nouv rôle
10. Les relations avec l'aigadier	<ul style="list-style-type: none"> * appui technique , communication, informations, échanges sur les problèmes d'irrigation, appui/conseil et formation sensibilisation sur entretien tertiaire sur organisation du tour d'eau conjoint de l'entretien
11. Relation avec exploitants	<ul style="list-style-type: none"> * 1 à 4 réunion par mois, de sensibilisation sur entretien, respect tour d'eau, renforcement cavalier, curage drain, évaluation superficies à irriguer, démarrag et clôture campagne colmatage brèches, respect calendrier, * suivi des travaux et tour d'eau
12. Maîtrise des tests	<ul style="list-style-type: none"> * maîtrise à Macina (K), N'Débougou * non maîtrise Niono, Molodo, Kouroumari et partiellement à Macina et N'Débou <p><i>NB: en fait la maîtrise de ces tests par les chefs-arroseurs semblent acquise par quelques uns et de manière très approximative, si l'on tien compte des différences évoques par les uns et les autres.</i></p>
13. Suggestion pour une amélioration des conditions de gestion	<ul style="list-style-type: none"> * formation continue des chefs arroseurs * sensibilisation continue des paysans à l'entretien et gestion de l'eau * respect des chefs arroseurs par paysans * doter en moyen logistique pour le suivi * prélèvement en nature par l'entretien * équipement en bic, calcul pour le suivi * prévoir des sanctions pour le non entretien du tertiaire

eau	<ul style="list-style-type: none"> * sécuriser les ouvrages avec des cadenas * renforcer le contrôle des tâches * faire respecter le rôle d'eau * traduire en bambara les documents de travail des chefs arroseurs. * équiper les régulateurs en battardeau * former les membres du comité
14. Superficie des hors-casiers	* très variable et souvent non déterminé et faiblement maîtrisé
15. les difficultés que les hors casiers	<ul style="list-style-type: none"> * problèmes d'eau (manque) * difficultés d'irrigation par manque d'aménagement * noyade par eau du Fala * pas de drainage * gaspillage d'eau * dégât animaux (divagation)
16. Impact des H.C. sur la gestion de l'eau	<ul style="list-style-type: none"> * difficultés de drainage lorsque le falo est rempli (Siengo) * gaspillage de l'eau des casiers (N'Debougou B) * envoi d'eau dans les drains pour faire profiter le HC. (N'Debougou) * occasionne quelques défauts du réseau d'irrigation (Molodo M3) * débordements causés par le manque de diguettes (Molodo M. 19).

ZONE DE NIONO

Fiche	Casiers	Superficie brute spot ha	Superficie nette estimée ha	% ecart brute/,nette	Levé topo à faire	Alimentation en eau
59	Retail	780			X	Dr P
60	Retail		500		X	Dr P
61	Retail	349			X	Dr P
62	Kouia	20	20	0	X	P. Dr P
63	Kouia	102	99	2,94		P
64	Kolodougou	293	202,57	30,8	X	P
65	Kolodougou	79	75	5,06	X	P
66	Kolodougou	98	98	0	X	A
67	Kolodougou	59	56,39	4,42	X	A
68	Kanabougou	257	201,88	21,45	X	A
69	Kolodougou					P
70	Laminibougou	714	512,94	28,16	X	A
71	Laminibougou	74	74	0	X	A
72	Boh 2	497			X	A
73	Siribala	70	59,56	14,9	X	A
74	Siribala	20,2	20	1		A
75	Siribala	318	300	5,66	X	Siribala Arr
76	Siribala	129	129	0	X	P
77	Siribala	165,6	150	9,42	X	A
78	Bouta wéré	36	36	0		A
79	Djana bougou	213	198,47	6,82	X	A
80	Akotef	20	18	10		A
81	Dura	65,9	54	18,06	X	A
82	Bandabougou	50	30	40	X	A
83	Dougabougou	942	942	0	X	A
84	Mabougou	7	5	28,57	X	A
	TOTAL	5358,7	3781,81			

R = riz

M = maraîchage

ZONE DE MOLODO

Fiche	Casiers	Superficie brute spot ha	Superficie nette estimée ha	% ecart brute/,nette	Levé topo à faire	Alimentation en eau
19	Molodo Nord	85	85	0		D
20	Molodo Nord	65	45	30,7	X	P
21	Molodo Nord		7			Dr P
22	Molodo Nord		7,5			A
23	Molodo Nord				X	A
24	Molodo Central	172	128	25,5	X	A
25	Molodo Central	68	68	0		Dr S
26	Molodo Central	106	60	43,4	X	A
27	Molodo Central	20	20	0		Dr S
28	Molodo Central	30	30	0		A
29	Molodo Central	88	47	46,6		Dr P
30	Molodo Sud		29		X	P
31	Molodo Central	132	122	7,58		Dr S
32	Molodo Sud	64	33	48,4	X	P. DrS
33	Molodo Sud	24	21	12,4		D
34	Molodo Sud	22	22	0		A
35	Molodo Sud	20	18	10		D
36	Niafassi	823	408,6	50,3	X	P
37	Tiémédély	116	40	65,5	X	A
38	Tiémédély	353	162	54,1	X	A
39	Boh	173	216		X	A
40	Solibougou	47	60,43		X	A
41	Brevola	12	26,8		X	A
42	Baguila	95	196		X	A
43	Bambiéla		137		X	A
44	Bambiéla	24,5	24	2		A
45	Nadani		56		X	A
46	Sékou wéré	5				A
47	Doura	258	192	25,6	X	A
48	Kango	44	10	77,2	X	A
49	Kolobélé	17,2	0,81		X	A
50	Dogoma	8	0,93		X	A
51	Niempiéna	10	0			A
52	Pt A Dgbgou	252	252	0		A
	TOTAL	3133,7	2525,07			

ZONE DE KOUROUMARI

Fiche	Casiers	Superficie brute spot ha	Superficie nette estimée ha	% ecart brute/,nette	Levé topo à faire	Alimentation en eau
85	Kogoni	515			X	P
86	Kogoni	128			X	P
87	Kogoni	193,3			X	P
88	Sokolo	79			X	P
89	Sokolo	300	300		X	D
90	Sokolo	25,8			X	Dr P
91	Sokolo		160		X	Dr S
92	Sokolo		65		X	Dr S
93	Sokolo	35,9	30,52	14,9	X	Dr P
94	Sokolo	20,7	17,6	14,9	X	D
95	Sokolo	353	300	15	X	P
96	Kogoni	104,3			X	A
97	Kogoni	248			X	A
98	Kogoni	214			X	A
99	Kogoni	75			X	A
100	Kogoni	28			X	D
101	Kogoni	40			X	D
102	Kogoni	22,3			X	D
103	Massarazana	784			X	A
104	Chokou	238			X	A
		3404,3	873,12			

P = Pisciculture

V = Verger

ZONE DE N'DEBOUGOU

Fiche	Casiers	Superficie brute spot ha	Superficie nette estimée ha	% ecart brute/,nette	Levé topo à faire	Alimentation en eau
52	N'Débougou				X	D
53	N'Débougou	38			X	A
54	Siengo	130	104	20	X	A
55	Siengo	66	53	19,7	X	A
56	Siengo	40	30,65	23,3		A
57	Siengo				X	A P
58	N'Débougou	100	85	15	X	Dr S
	TOTAL	374	272,65			

ZONE DE MACINA

Fiche	Casiers	Superficie brute spot ha	Superficie nette estimée ha	% ecart brute/,nette	Levé topo à faire	Alimentation en eau
1	Niaro	54	46	15		P
2	Niaro	32	27	15,6		A
3	Niaro		20		X	A
4	Niaro	252	200	20,6	X	A
5	Niaro		18,8		X	Dr P
6	Boulibana	697	594	14,8	X	A
7	Boky wéré	10			X	A. Dr P
8	Kokry		45		X	Dr P
9	Kokry	81,5	70	14,2	X	Dr P
10	Kokry		42			P
11	Kokry				X	Dr P
12	Add. Primaire	50	50	0	X	A
13	Add. Primaire	399	300	24,8	X	A
14	Add. Primaire	185	150,65	18,5	X	A
15	Add. Primaire	40,7	37,92	6,8		A
16	Add. Primaire	19,6	26,62	0	X	A
17	Add. Primaire	153	131,53	14	X	A
18	Add. Primaire	212,7	419,6	0	X	A
18 bis	Pt A Wèlintigla	43	43	0	X	A
	TOTAL	2229,5	2222,12	16,03		

MINISTERE DU DEVELOPPEMENT RURAL
ET DE L'EAU

OFFICE DU NIGER

AMBASSADE ROYALE DES PAYS-BAS

REPUBLIQUE DU MALI
Un Peuple Un But Une Foi

PHASE OPERATIONNELLE

SOUS-ETUDE GESTION DE L'EAU DE L'ETUDE
ENVIRONNEMENTALE A L'OFFICE DU NIGER

ANNEXE 1: LES FALAS, UN ECOSYSTEME PARTICULIER



Septembre, 1998

H.N'D ingénieurs conseils
BPE: 3131
Tel: 23 68 94
BAMAKO/MALI

SOMMAIRE

1. DEFINITION

2. ECOSYSTEME DES FALAS

- 2.1 Situation géographique
- 2.2 Les ressources des Falas
 - 2.2.1 Les ressources en eau
 - 2.2.2 La végétation
 - 2.2.3 Les ressources halieutiques
 - 2.2.4 L'avifaune
- 2.3 Les populations des abords des Falas
- 2.4 Le rôle des Falas à l'Office du Niger
- 2.5 L'importance des Falas

3. IMPACT DE LA GESTION DE L'EAU SUR LE SYSTEME HYDRAULIQUE DES FALAS

- 3.1 Impacts positifs
- 3.2 Impacts négatifs

4. IMPACT DES FALAS SUR LA GESTION DE L'EAU

- 4.1 Impacts positifs
- 4.2 Impacts négatifs

5. IMPACT DES FALAS SUR L'ENVIRONNEMENT

- 5.1 Impacts positifs
- 5.2 Impacts négatifs

6. PROPOSITIONS DE MESURES D'ATTENUATION

7. BIBLIOGRAPHIE

1. DEFINITION

Les " bras morts" du fleuve Niger remis en activité dans le cadre de l'irrigation des terres à l'Office du Niger sont communément appelés "Falas" qui signifie en Bamanan "dépression ou vallée inondable.

Ce sont de vastes dépressions naturelles constituant une partie du réseau primaire.

Les principaux falas sont : celui de Molodo(dans le canal du Sahel) et celui de Boky-Wéré(dans le canal de Macina).

2. ECOSYSTEME DES FALAS

2.1 Situation géographique

Les Falas sont géographiquement situés dans les zones alimentées par le Canal du Sahel(pour le Fala de Molodo) et dans la zone de Macina dans le prolongement du Canal de Macina(Fala de Boky Wéré)(voir carte).

2.2 Les ressources des Falas

Les ressources des Falas comprennent:les ressources en eau,les terres inondables,les ressources halieutiques,les ressources ligneuses et les pâturages.

2.2.1 Les ressources en eau et en terres

Les falas de part leur importance constituent une réserve d'eau estimée à près de 200 millions de m³. Ils transitent l'essentiel des prélèvements d'eau de l'Office du Niger, en tant que réseau primaire d'irrigation.

Malgré l'importance des zones inondables il est difficile à l'heure actuelle de donner la superficie des terres inondées par les eaux des falas. La majeure partie de ces terres est exploitée en hors-casiers branchés directement sur les Falas.

Vers les années 90, dans le cadre d'une politique dite de "maîtrise de l'eau", l'Office du Niger avait autorisé de nombreux branchements divers sur les Falas au bénéfice des populations. L'absence de suivi et l'indiscipline de ces exploitants dans le prélèvement de l'eau ont progressivement contraint l'Office à fermer certaines prises et réaménager d'autres pour garantir le plan d'eau dans le Fala.

Cependant certaines zones de part leur spécificité mériteraient que l'on s'y attarde. Il s'agit des zones couramment appelées "les douches du Fala" le long de celui de Molodo. Ce sont d'importantes zones inondables inondées par débordement et par infiltration à partir du Fala.

Trois grandes "douches" sont identifiées qui sont à l'heure actuelle très faiblement exploitées par manque d'aménagement approprié:

- . Douche n°1: la proximité immédiate du village de Molodo en rive gauche du Fala. Cette zone inondée pratiquement toute l'année est exploitée pour les pâturages,

.Douche n°2: c'est la zone située en rive gauche du Gruger incluant les terres du CICF et l'IPPEG et s'étalant jusqu'au KM30; cette zone estimée à près de 200 ha est inondée par capillarité et par débordement des eaux du Fala. On y rencontre quelques hors-casiers de riz, des vergers et du maraîchage,

.Douche n°3: en aval de Dogofri, entre le village de Pellucan et le distributaire de Kogoni; exploité partiellement pour le maraîchage.



(photo douche du Fala au droit de Molodo)

2.2.2 La végétation

La sous-étude Ecologie distingue cinq formations végétales qui se développent sur les substrats suivants:

- * sur bas-fonds plats, de texture sablo-limoneuse, notamment sur les sols engorgés d'eau en saison des pluies, on trouve une formation dominée par *Pterocarpus lucens* et *Acacia seyal* accompagnés de *Capparis tomentosa*, *Guiera senegalensis*, *Acacia ataxacantha*, *Commiphora africana*, *Ziziphus mauritania*, *Grewia mollis*, *Feretia apodanthera* et *Combretum micranthum*.
- * sur bas-fonds plats à micro-relief bosselé très marqué se développe une formation dominée par *Pterocarpus lucens*, *Combretum micranthum* et *Grewia bicolor*.

Le tapis herbacé est dominé par des graminées annuelles: *Andropogon pseudapricus*, *Panicum laetum*, *Schizachirum exile*, *Borreria filifolia*, *Zornia glochidiata*, *Elionorus elegans*, *Schoenefeldia gracilis*, etc.

- * dans les dépressions fermées à sols gorgés d'eau en saison des pluies avec submersion temporaire, on observe la formation à *Anogeissus leiocarpus*. Les espèces ligneuses sont: *Combretum micranthum*, *Grewia bicolor* et *Feretia apodanthera*.

- * dans les dépressions fermées, à sols gorgés d'eau en saison des pluies avec submersion annuelle, on observe la formation à *Mitragyna inermiss*, *Anageissus leiocarpus*, *Feredia apodanthera* et *Echinochloa colona* et dans la mare les espèces dominantes sont *Oriza bartii*, *Ipomea aquatica* et *Nymhea micranta*.
- * dans les dépressions fermées à fond plat, se développent l'*Acacia seyal*, l'*Echinochloa colona*, le *Panicum anabaptistum*, *Ipomea aquatica* et *Borreria filifolia*.

Dans les zones à recouvrement sableux se développent: le *Sclerocarya birrea*, *Grewia bicolor*, *Ziziphus mauritania*, *Dichrostachys glomerata*, *Commiphora africana*, *Balanites aegyptiaca*, *Acacia seyal* et *Acacia senegal*. La strate herbacée est dominée par *Schoenefeldia gracilis*, *Zornia glochidiaa*, *Borreria radiata* et *Cenchrus biflorus*.

Au niveau des Falas en plus des formations végétales déjà citées se développent le *Piliostigma reticula*, *Bauhinia rufescens*, *Securinega virosa* et *Acacia scorpioides* (dominant le long du Fala de Molodo).

La strate herbacée discontinue est dominée par le *Panicum laetum*, *Zornia glochidiata*, *Cassipourea*, *Loudetia togoensis*, *Pennisetum pedicellatum*, *Borreria scabra*.

(photo végétation d'épineux)



2.2.3 Les ressources halieutiques

Les falas renferment l'essentiel des ressources halieutiques des zones avoisinantes.

Le tableau suivant la répartition des milieux exploités par les divers engins de pêche dans les zones enquêtés.

Tableau n°1 : Milieux exploités par les engins de pêche.

Milieux	Niono/Molodo	Diabali Dogofri	Macina
Falas	249	122	-
Fleuve	-	-	93
Canaux/drains	21	58	-
Mares	-	1	18

Lors des observations faites à Markala, on a dénombré 24 espèces appartenant à 11 familles qui sont:

Osteoglossidae, Centropomidae, Mormyridae, Cichlidae, Characidae, Ciprinidae, Bagridae, Mochoki dae, Citharinidae, Schilbeidae et Tetraodontidae.

Le tableau suivant donne l'Ichtyofaune présente dans les captures à Markala et dans les zones à l'intérieur de l'Office du Niger.

Tableau n°2: Ichtyofaune présente dans les captures dans les zones enquêtées à l'intérieur de l'Office du Niger (Niono, Diabali, Macina)

Famille	Zones enquêtées	Noms vernaculaires (bamanan)
Otoglossidae	Heterotis niloticus	fana
Centropomidae	Lates niloticus	salé
Mormyridae	Hyperopisus bebe occidentalis	nana
	Mormyrus rume	
	Marcuseniussenegalensis	
	Mormyrops oudoti	
	Mormyrops deliciosus	
	Brienomyrus niger	
Cichlidae	Pollimyrus petricolus	ntèbè djè
	Sarotherodon galilaeus	taka
	Tilapia zillii	ntèbè fìng
	Oreochromis niloticus	saalé balima muso dè
	Hemichromis fasciatus	
	Hemichromis bimaculatus	
	Oreochromis aureus	
	Tilapia dageti	
	Tilapia guineensis	
	Gobiocichla wonderi	
Characidae	Chromidotilapia guntheri	tinéni
	Brycinus leuciscus	nzarani
	Brycinus nurse	
	Brycinus macrolepidotus	fwono
	Alestes dentex	wulu djègè
	Hydrocynus forskalii	wulu djègè
Ciprinidae	Hydrocynus brevis	bama dè

Bagridae	Labeo senegalensis Labeo coubie Clarotes laticeps Bagras bayad macropter	bama fi boolo samu korokoto
Mochokidae	Auchenoglenis occid. Auchenoglanis biscutat. Chrysichthys auratus Chrys. nigrodigitatus Hemisynodontis membr. Synodontis nigrita Synodontis schall Synodontis filamentosus	korokoto nkèrè blè nkèrè dyè konkon konkon fi konkon blè konkon dyè
Citharinidae	Brachysynodontis baten.	tala
Schilbeidae	Synodontis velifer Citharinus citharus	ngari fi ngari dyè
Tetraodontidae	Schilbe mystus	dodo
Malapteruridae	Eutropius niloticus	n'tigui
Clariidae	Tetraodon lineatus Malapterurus electricus	manogo polio
Polypteridae	Claria anguillaris Heterobranchus bidorsa.	sadyègè
Anabantidae	Polypterus senegalus	wondo
Protopteridae	Polyterus endlicheri	
Distichodontidae	Ctenopoma kingsleyae	sunogo dyègè
Channidae	Protopterus annectens	sodyègè
Gymnarchidae	Distichodus brevipinus Parachanna obscura Gymnarchus niloticus	

Source: Rapport T.Niaré/CRRA Mopti.

2.2.4 L'avifaune

Les espèces dominantes sont:

- les tisserins(Quelea quelea et Passer luteus), permanents dans la zone.
- des espèces semi-permanentes:

.les anatidae ou canards:

- la sarcelle d'été,dugu dugu(Anas querquedula)
- le canard pilet,dugu dugu(Anas acuta)
- l'oise de Gambie(Plectropterus Gambiensis)
- le canard casqué(Sarkidionis melanota)
- le dendrocygne veuf(Dendrocygna viduata)
- le dendrocygne fauve(Dendrocygna bicolor)

. les charadriidae ou échassiers:

- le chevalier combattant, Kala kala (Philomachus pugnax),
- la barge à queue noire, Kala kala (Limosa limosa).

2.3 Les populations des abords des Falas

Les populations habitant les abords des falas sont celles exploitant les zones de l'Office du Niger. Elles sont composées d'éleveurs, d'agriculteurs et de pêcheurs.

2.4 Le rôle et l'importance des Falas à l'Office du Niger

Le rôle et l'importance des Falas à l'Office du Niger sont multiples et difficilement quantifiables cependant ils constituent:

- .une bonne partie du réseau primaire,
- .une zone de pêche
- .un axe de transport fluvial pour le transport des productions,
- .une zone de culture en hors-casier, maraîchage et verger
- .une zone de vidange de surplus d'eau
- .une zone de refuge des oiseaux
- .une zone de pâturage et de végétation abondante

Cependant les Falas n'ont pas que des avantages, car ils constituent:

- une zone de développement et de prolifération des maladies d'eau,
- une zone de développement de certaines plantes nuisibles (la jacinthe d'eau et le Tifa),
- un abri pour oiseaux granivores, comme les queleya- queleya,
- et enfin ils influencent (réduisent) la vitesse d'écoulement de l'eau pendant les irrigations.

L'importance physique des falas:

S'étendant sur près de 200 km (dont 140 km vers le sahel et 70 km dans la zone de Macina avec une largeur moyenne de 200m, les zones occupées par les falas représentent près de 7 000 ha (dont 3000 ha dans la zone Sahel et 2000 ha du côté de Macina).

Les étendues d'eau peuvent avoir par endroit une profondeur moyenne de 4 m.

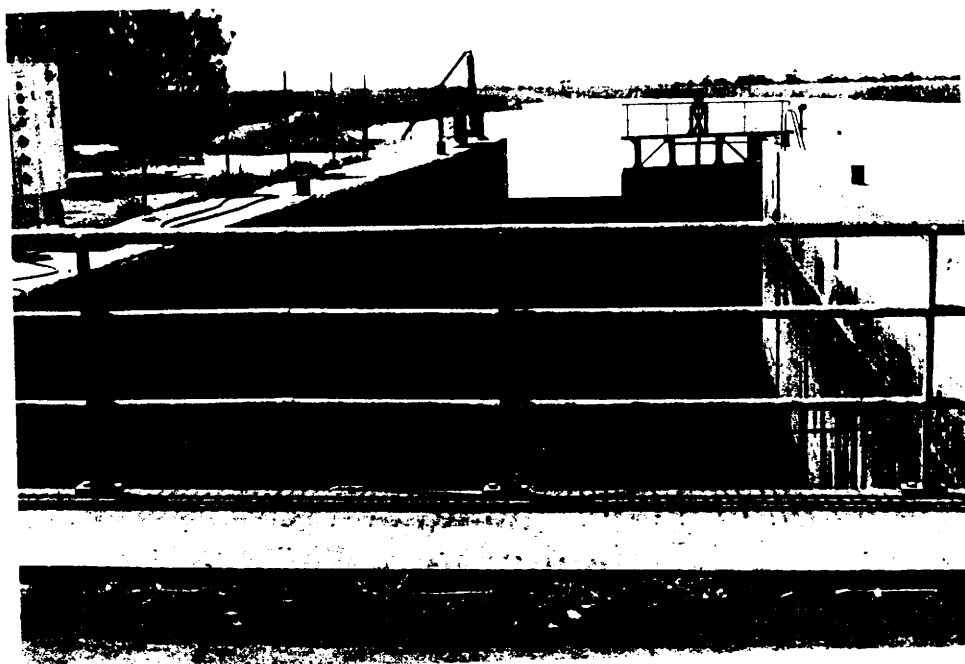
Importance économique:

La position des falas et leur place dans la gestion d'irrigation ont rendu possible une activité économique florissante basée sur:

- la riziculture dans les zones inondables en casier et en hors casiers, notamment les zones de débordement , celles inondées par capillarité localement dénommées "douches du falas" et à travers les branchements divers effectués directement sur le Fala,
- le maraîchage,
- la pêche en constituant la principale réserve de poisson des zones avoisinantes,
- l'élevage avec le développement d'important pâturage,
- le désenclavement: équipé d'une écluse au droit de Molodo, le Fala de Molodo constitue la principale infrastructure de transport fluvial de la zone.



. Riziculture dans la douche du fala de Molodo



. Ecluse au point B

Les Falas n'étant pas considérés comme des zones d'encadrement autonomes il est difficile à l'heure de chiffrer avec précision les retombées économiques des Falas.

3. IMPACT DE LA GESTION DE L'EAU SUR LE SYSTEME HYDRAULIQUE DES FALAS

Avant l'intégration des Falas dans le réseau d'irrigation, ils constituaient des bras du fleuve qui recevaient occasionnellement de l'eau en période de crue forte et s'assèchaient après le retrait des eaux.

Aujourd'hui ,la présence quasi-permanente de l'eau dans les falas ont des impacts négatifs et positifs sur les Falas.

3.1 Impacts positifs

La gestion de l'eau actuelle, assurant l'arrivée de l'eau a permis :

- le développement de la végétation aux abords,
- de créer les conditions d'un développement des ressources halieutiques,
- d'inclure l'aménagement des abords dans les programmes de réhabilitation,
- d'augmenter l'emprise des falas avec la disponibilité grandissante des terres exploitables,
- de constituer" un écosystème de type particulier" où toutes les activités d'exploitation des ressources naturelles se croisent.

3.2 Impacts négatifs:

La présence quasi-permanente de l'eau a favorisé entre autres, l'installation et la prolifération d'espèces nuisibles comme le typha et la jacinthe d'eau. C'est ce qui explique la réaction de certains responsables avec la menace grandissante de la jacinthe d'eau, à savoir, je cite:" la pratique ancienne qui consistait à vider le Fala après les irrigations ne permettrait jamais le développement de la jacinthe, mais aujourd'hui avec la contre-saison et les hors-casiers ceci devient quasiment impossible".

La présence de ces espèces affecte également la navigabilité dans le fala.

4.IMPACT DES FALAS SUR LA GESTION DE L'EAU

Les Falas ont été intégrés dans le réseau primaire dans la conception des aménagements à l'Office Niger très certainement dans un souci d'économie de terrassement en remettant en eau les bras morts du fleuve Niger.

Plusieurs dizaines d'années après, les Falas tout en devenant incontournables occupent une place centrale dans la gestion de l'eau à l'Office du Niger avec des effets positifs et négatifs.

4.1 Impacts positifs

De part leur gabarit et leur grande capacité de stockage d'eau ils permettent:

- de sécuriser le plan d'eau en amont des régulateurs, en absorbant les pertes de niveau sur le premier bief due aux mauvaises manoeuvres ou à des pluies abondantes,
- de récupérer les surplus d'eau de vidange, de fausses manoeuvres, le surdébit mettant ainsi les casiers hors danger d'inondation.

4.2 Impacts négatifs

De part leur état naturel ne correspondant à aucune norme hydraulique d'irrigation les Falas:

- rendent difficile toute simulation d'écoulement de l'eau,

- allongent le temps de propagation de l'eau d'irrigation,
- en tant que nappes libres, occasionnent une grande évaporation.

En plus de ces aspects les trajets et l'état naturel rendent difficile l'aménagement des berges et même souvent l'accès.

5. IMPACT DES FALAS SUR L'ENVIRONNEMENT

5.1 Impacts positifs

En plus des impacts déjà cités à savoir : le développement des activités de production avec l'inondation des terres, les Falas constituent :

- les principales réserves de bois domestique, avec l'existence d'une végétation ligneuse très importante,
- les pâturages et point d'abreuvement pour les animaux sédentaires ou de traie,
- les principales zones de pêche,
- les principaux abris d'oiseaux, ce qui constitue un aspect très important dans le contexte de la conservation de la nature.



Pâturages aux abords du fala de Molodo

5.2 Impacts négatifs

Cependant, les vastes dépressions ou zones humides que constituent les Falas sont accusées et à juste titre :

- . de favoriser le développement et la prolifération des maladies de l'eau et des moustiques occasionnant le paludisme

La présence permanente de l'eau dans la zone crée un biotope favorable à la prolifération des mollusques hôtes intermédiaires de la bilharziose et des moustiques vecteurs du paludisme (*Anopheles gambia* et *Anopheles arabiensis*).

Les deux espèces de mollusque à savoir le mollusque d'eau du genre *Bulimus truncatus* et *Biomphalaria pfeifferi* sont présentes toutes l'année.

Utilisée par endroit comme eau de boisson ou de lavage, les eaux des Falas occasionnent de nombreuses maladies diarrhéiques.

de constituer des abris pour les oiseaux granivores jugés très dangereux pour les récoltes

La présence permanente de l'eau d'une part, la richesse en graminées qui constituent la nourriture de base des granivores et la végétation épineuse dominée par les acacias font des falas un abri tout indiqué pour les oiseaux.

Les oiseaux passent la nuit dans des dortoirs constitués par les épineux (Acacia) aux abords des falas et dans les îlots regroupés souvent par milliers d'individus.

Selon le Service national de la Protection des végétaux on estime le nombre d'oiseau dans un même lieu (dortoir en certaines périodes de l'année entre 1500 et 2500 individus à l'hectare.

Dans le cadre d'un projet de recherche et formation en matière de protection des cultures, les dégâts d'oiseaux granivores ont été estimés pour la zone de l'Office du Niger. Les dégâts causés dans les rizières donnent un chiffre moyen de 6% de la production.

Le tableau suivant donne la situation pour les casiers de Kogoni et Niono entre 1979 et 1983, les dégâts en % de production.

Tableau n°3: Dégâts d'oiseaux.

ANNEE	NIONO, dégâts en %	KOGONI, dégâts en %
1979	9,6	3,5
1980	5,5	3,4
1982	5,0	6,5
1983	7,9	10,3

Source: Projet AG/DP/RAF/81/022.

de constituer une zone de prolifération par excellence de certaines plantes nuisibles (Jacinthe d'eau et Tifa).

Le Typha (*Typha australis*): introduite pour permettre la fixation des digues, cette plante est devenue envahissante et occupent pratiquement tous les abords des falas et de certains canaux d'irrigation entravant ainsi l'écoulement normal des eaux.

La Jacinthe d'eau (Eichornia grassipes):

Méconnue jusqu'à une date récente à l'Office du Niger elle constitue la principale inquiétude pour toutes les zones de l'Office. Arrivée suivant le fleuve Niger, cette plante aquatique a la faculté de se développer et se multiplier dans l'eau.

Aujourd'hui ce sont des tonnes d'herbes de jacinthe qui sont journalièrement enlevées pour sécuriser les ouvrages et les vannes à Markala, Niono et Molodo. Malgré ces efforts, il semble impossible d'empêcher l'extension de la jacinthe vers le Kouroumari.

Les spécialistes de la pisciculture affirment qu'une couverture très importante de jacinthe asphyxie les poissons et réduirait à terme le disponible halieutique.



photo: Jacinthe d'eau dans le fala

6. PROPOSITIONS DE MESURES D'ATTENUATION

Les Falas de part de leur position, les potentialités en ressources naturelles et la diversité des activités qui se développent, constitue sans aucun doute un écosystème particulier.

Cependant ces potentialités bien que nombreuses restent sous-exploitées ou mises en valeur anarchiquement (hors-casiers). Les raisons à cet état de fait bien que multiples sont entre autres:

- le nombre limité des ressources au niveau de l'Office par rapport au besoin d'aménagement,
- l'absence d'un plan spécifique pour l'aménagement des zones des falas,
- l'existence d'autres zones plus faciles à aménager,
- la faible pression sur les terres à cultiver,
- le besoin en pâturages pour les animaux des villages concernés.

Ce sont également des zones humides dans une grande zone humide nationale(déjà classée), c'est-à-dire l'Office du Niger.

Le Mali en ratifiant la convention de RAMSAR sur la gestion et la conservation des zones humides a obligation de recenser, d'aménager et de proposer au classement de ses zones humides d'importance nationale.

Pour ces différentes raisons ,les propositions sont les suivantes:

- a) de classer les falas comme " **zones humides d'importance nationale**",
- b) d'élaborer et mettre en oeuvre un plan d'aménagement et de gestion dans le cadre de la conservation de la nature, comportant des actions d'investissement et de préservation, ne remettant nullement en cause les fonctions actuelles, au contraire pour permettre une utilisation rationnelle des ressources naturelles,
- c) d'étudier la faisabilité d'un îlot pour abri d'oiseaux d'eau au coeur du Fala de Molodo; l'absence d'abri sûr explique la dispersion des oiseaux dans la zone, menaçante et dangereuse pour les récoltes.
- d) de rechercher le financement pour la réalisation du projet.
- e) réaliser l'étude et l'aménagement des "douches" du falas, notamment sur le 2ème et 3ème bief du Fala de Molodo.
- f) d'inclure dans les programmes annuels d'entretien le faucardage de la jacinthe d'eau et le tifa.

MINISTERE DU DEVELOPPEMENT
RURAL ET DE L'EAU

AMBASSADE ROYALE DES PAYS-BAS

REPUBLIQUE DU MALI
UN PEUPLE - UN BUT - UNE FOI

ETUDE ENVIRONNEMENTALE DE L'OFFICE DU NIGER
(SOUS ETUDE GESTION DE L'EAU)

Phase Opérationnelle

ANNEXE 2: ETUDES HYDROLOGIQUES

*IMPACT DES BARRAGES DE SELINGUE ET MARKALA
SUR LE REGIME DU FLEUVE NIGER*

Bamako , Août 1998

H.N.'D Ingénieurs Conseils
BP: E 3131
Tél: 23 68 94

MINISTERE DU DEVELOPPEMENT
RURAL ET DE L'EAU

AMBASSADE ROYALE DES PAYS-BAS

REPUBLIQUE DU MALI
UN PEUPLE - UN BUT - UNE FOI

ETUDE ENVIRONNEMENTALE DE L'OFFICE DU NIGER
(SOUS ETUDE GESTION DE L'EAU)

ANNEXE 2:

ETUDES HYDROLOGIQUES

*IMPACT DES BARRAGES DE SELINGUE ET MARKALA
SUR LE REGIME DU FLEUVE NIGER*

Bamako , Août 1998

H.N.'D Ingénieurs Conseils

BP: E 3131

Tél: 23 68 94

SOMMAIRE

	Page
1. INTRODUCTION	2
2. COLLECTE ET CRITIQUE DES DONNEES DE BASE	2
3 . ANALYSE DES TEMPS DE PROPAGATION	3
3.1 Section Koulikoro-Mopti/Nantaka	3
3.2 Section Douna-Mopti/Nantaka	4
3.3 Section Mopti/Nantaka-Diré	4
3.4 Section Koulikoro-Kirango	4
3.5 Section Kirango- Mopti/Nantaka	5
3.6 section Banankoro/Sélingué- Koulikoro	5
4 ANALYSE DES ECOULEMENTS	6
A METHODOLOGIE	6
B RESULTATS	7
B-1. Section Banankoro/Sélingué - Koulikoro	7
B-2. Section Koulikoro-Kirango/Markala	8
B-3 Section Markala-Mopti	10
B-4 Section Mopti - Diré	11
5 CONCLUSION	12
BIBLIOGRAPHIE	15
LISTE DES TABLEAUX	16
LISTE DES FIGURES	17
ANNEXES	18

ETUDE ENVIRONNEMENTALE DE L'OFFICE DU NIGER (SOUS ETUDE GESTION DE L'EAU)

IMPACT DES BARRAGES DE SELINGUE ET MARKALA SUR LE REGIME DU FLEUVE NIGER

1. INTRODUCTION

La mise en eau du barrage de Sélingué en 1982 a coïncidé avec une période de sécheresse sans précédent dans l'histoire du Mali indépendant. En effet, à l'instar des autres pays de la sous région, le Mali traverse depuis le début des années 70, une sécheresse endémique se traduisant par une baisse des apports des fleuves et des niveaux des nappes. Toute chose qui fait croire aux usagers du fleuve au Mali et au-delà des frontières nationales que le barrage de Sélingué est la principale cause de ce déficit hydrique.

La mise en eau du barrage de Sélingué a permis le soutien des débits d'étiage du fleuve et l'introduction de la culture de riz de contre saison à l'Office du Niger. Ce qui entraîne le prélèvement de quantités importantes d'eau du fleuve. Il était important de faire une analyse critique de l'impact de ces prélèvements sur le régime du fleuve avant dans le contexte d'une extension future des superficies à aménager à l'Office du Niger.

La présente étude a pour but de clarifier l'impact des ouvrages de Sélingué et Markala sur le régime du fleuve Niger en aval et plus particulièrement dans le delta. Ce impact sera étudié aussi bien sur les crues que les étiages ainsi que les valeurs annuelles de l'écoulement du Niger, du Sankarani et du Bani par l'analyse de la propagation des écoulements.

2. COLLECTE ET CRITIQUE DES DONNEES DE BASE

Les données de débits ont été recueillies auprès des structures chargées de la gestion des ouvrages de Sélingué et Markala ainsi que le réseau hydrologique national. Il s'agit plus particulièrement de:

- la société Energie du Mali pour les données récentes sur la gestion de Sélingué;
- l'Office pour le Développement Rural de Sélingué pour les anciennes données de la gestion du barrage de Sélingué;
- l'Office du Niger, pour les débits journaliers prélevés par le système Sahel-Macina et Ongoïba;
- la Direction Nationale de l'Hydraulique et de l'Energie pour les données des stations de Sélingué sur le Sankarani, Banankoro, Koulikoro, Kirango/Markala et Diré sur le Niger, Mopti et Douna sur le Bani (voir Carte de repérage ci-jointe).

Pour exclure toutes les valeurs erronées, une analyse critique des données collectées a été faite par :

- visualisation d'hydrogrammes observés et comparaison à d'autres stations;
- régressions .

Pour le barrage de Sélingué, l'expression suivante du bilan journalier a été utilisée par EDM pour l'estimation des apports d'eau dans la retenue :

$$Q_{a_j} = Q_{t_j} + Q_{d_j} + Q_{i_j} + Q_{e_j} + \Delta V_j$$

où: Q_{aj} : débit entrant dans la retenue le jour j ;
 Q_{tj} : débit turbiné le jour j ;
 Q_{dj} : débit déversé le jour j ;
 Q_{ij} : débit prélevé pour l'irrigation le jour j ;
 Q_{ej} : débit des pertes par évaporation sur la retenue le jour j ;
 ΔV_j : variation du volume stocké dans la retenue entre le jour $j-i$ et le jour j .

Les résultats du bilan d'eau établi par la société EDM au pas de temps journalier depuis 1980 ont été utilisés pour l'estimation des valeurs mensuelles des apports d'eau dans la retenue.

Il faut cependant préciser que les valeurs journalières des apports naturels calculés par l'expression (1) sont peu précises. Il n'est pas rare que le calcul donne des valeurs négatives des débits surtout en basses et moyennes eaux. Les sources d'erreurs sont multiples. L'une des principales causes d'erreurs reste cependant la précision de la lecture du niveau d'eau ainsi que les valeurs correspondantes de la surface de la retenue et du volume d'eau.

En effet, pendant les hautes eaux, les vagues peuvent provoquer des erreurs de lecture du niveau d'eau de plus de 5 cm, ce qui peut représenter une erreur sur le volume de plus de 20 000 000 m³ soit, un débit moyen journalier de plus de 200 m³/s.

Compte tenu de ce qui précède, les moyennes mensuelles des valeurs des débits des apports d'eau estimés sur la base des données journalières calculées par l'expression (1), ont été corrigées sur la base des observations à la station de Mandiana en Guinée [1].

La chronique de données ainsi obtenue est de qualité acceptable et figure au Tableau 5.

Pour l'Office du Niger, les données journalières des prélèvements ont été exploitées pour l'estimation des valeurs moyennes mensuelles.

La période de 1982 à 1997 a servi de base à la présente étude.

3. ANALYSE DES TEMPS DE PROPAGATION

On désigne par temps de parcours ou de propagation, le temps nécessaire pour le transfert d'une onde d'eau d'un point donné d'un fleuve à un autre point situé plus en aval. La connaissance de ce temps est indispensable pour la prédétermination ou simulation des apports le long d'un cours d'eau.

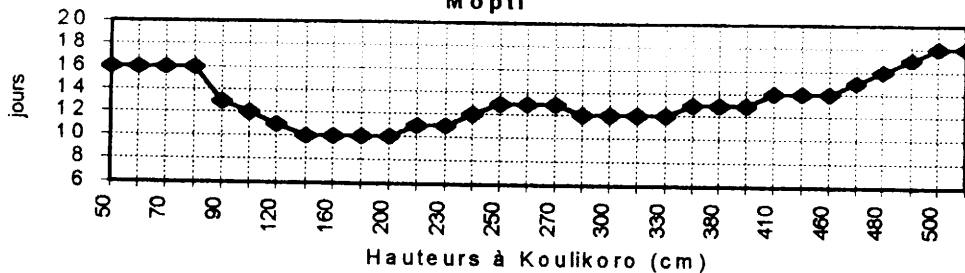
Pour une même section donnée, ce temps peut varier selon la pente et la configuration des berges du fleuve.

Pour les besoins de cette étude, le modèle de prévision CORPRE a été utilisé pour l'analyse des temps de propagation entre les différentes stations retenues pour les calculs. Ce modèle, mis au point par la Direction Nationale de l'Hydraulique et de l'Energie permet la reconstitution de limnigrammes de stations situées sur des biefs d'un même cours d'eau.

3-1 Section Koulikoro-Mopti/Nantaka

Les résultats de l'estimation du temps de propagation entre ces sections (Fig.1) atteste qu'il y a une nette variation du temps en fonction du niveau d'eau à Koulikoro. En effet, en dessous de la cote de 80 cm, le temps est de 16 jours compte tenu de la présence d'îlots dans le lit du fleuve. A partir de cette cote, on note une baisse progressive du temps pour atteindre un minimum de 10 jours vers la cote 140 cm. Au delà de la cote 200 cm, une croissance progressive du temps est constatée en fonction du niveau de submersion des îlots et du débordement des eaux du lit mineur. Le temps maximum est de 18 jours à partir de la cote 500 cm.

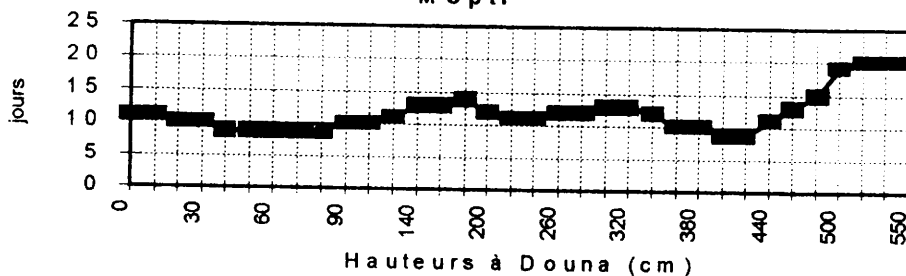
Figure: 1 Temps de propagation entre Koulikoro et Mopti



3-2 Section Douna-Mopti/Nantaka

A l'instar de la section précédente, on note une nette variation du temps de parcours en fonction du niveau d'eau à Douna. En effet, en dessous de la cote de 100 cm, le temps est de l'ordre de 10 jours. Au-delà de la cote 100 cm, une croissance en dents de scie du temps est constatée en fonction du niveau de submersion des îlots et du débordement des eaux du lit mineur. Plus ce débordement est grand, plus le temps est grand. Le maximum est de 20 jours au-delà de la cote 500 cm.

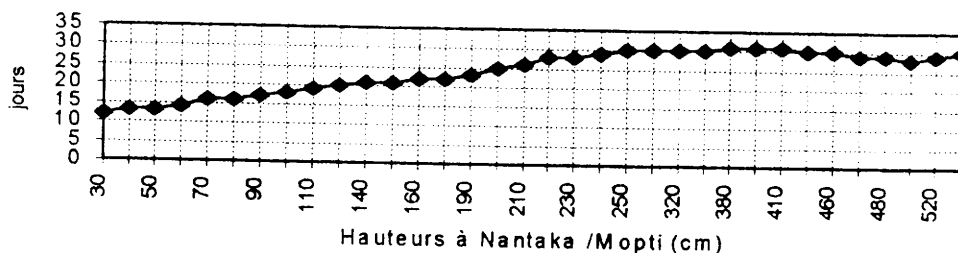
Figure: 2 Temps de propagation entre Douna et Mopti



3-3 Section Mopti/Nantaka- Diré

Pour cette section, on observe une croissance progressive du temps de propagation sur toute l'amplitude du marnage des eaux. Cette particularité s'explique par la topographie du lit du fleuve qui est marquée par une faible pente du lit et une mauvaise configuration du lit mineur. Le temps minimum observé est de 12 jours et le maximum est de l'ordre de 30 jours à partir de la cote 250 cm à l'échelle de Mopti.

Figure: 3 Temps de propagation entre Mopti et Diré

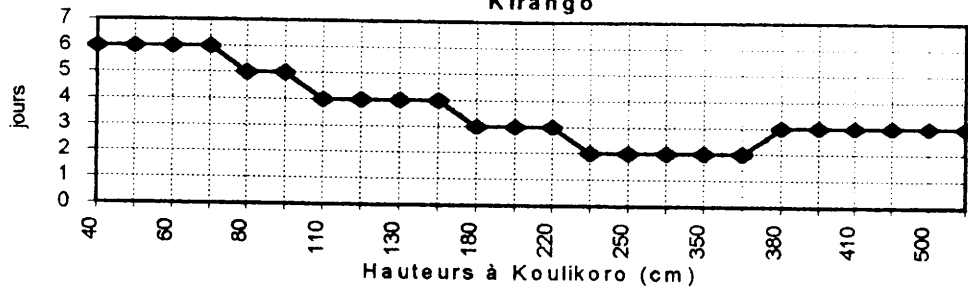


3-4 Section Koulikoro - Kirango

Pour cette section, on observe une baisse en escalier du temps de propagation en fonction du niveau d'eau à Koulikoro. Le maximum est de 6 jours pour les cotes inférieures à 80 cm.

Le minimum de 2 jours est atteint entre les cotes 230 et 360 cm à l'échelle de Koulikoro. Au-delà de la cote 360 cm, le temps est constant et égal à 3 jours.

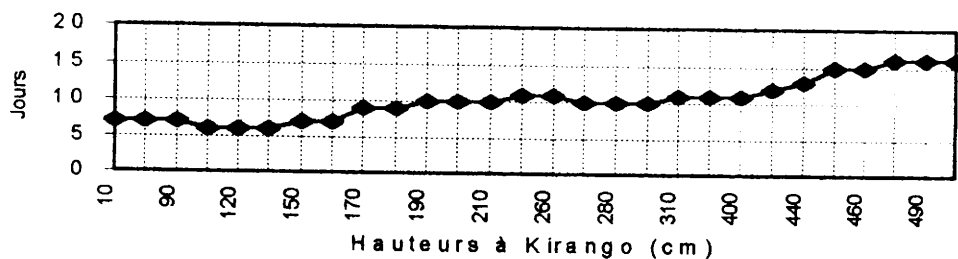
Figure: 4 Temps de propagation entre Koulikoro et Kirango



3-5 Section Kirango-Mopti/Nantaka

Pour cette section, en dessous de la cote de 100 cm, le temps est de 7 jours. De 100 à 140 cm, le temps est de 6 jours. Au-delà de la cote 140 cm à l'échelle de Kirango, on observe une croissance progressive du temps en fonction du niveau de submersion des îlots et du débordement des eaux du lit mineur. Le temps maximum de propagation est de 16 jours au-delà de la cote 470 cm.

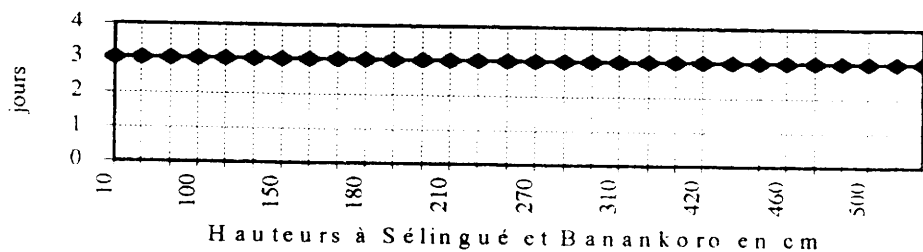
Figure: 5 Temps de propagation entre Kirango et Mopti



3-6 Section Banankoro/Sélingué - Koulikoro

Le temps de parcours de l'eau de Banankoro à Koulikoro et de Sélingué à Koulikoro est constant et égal à 3 jours. Cette particularité est due à une bonne configuration des berges et une pente du lit du fleuve relativement forte (plus de 10 cm/ km).

Figure : 6 Temps de propagation de Banankoro à Koulikoro et de Sélingué à Koulikoro



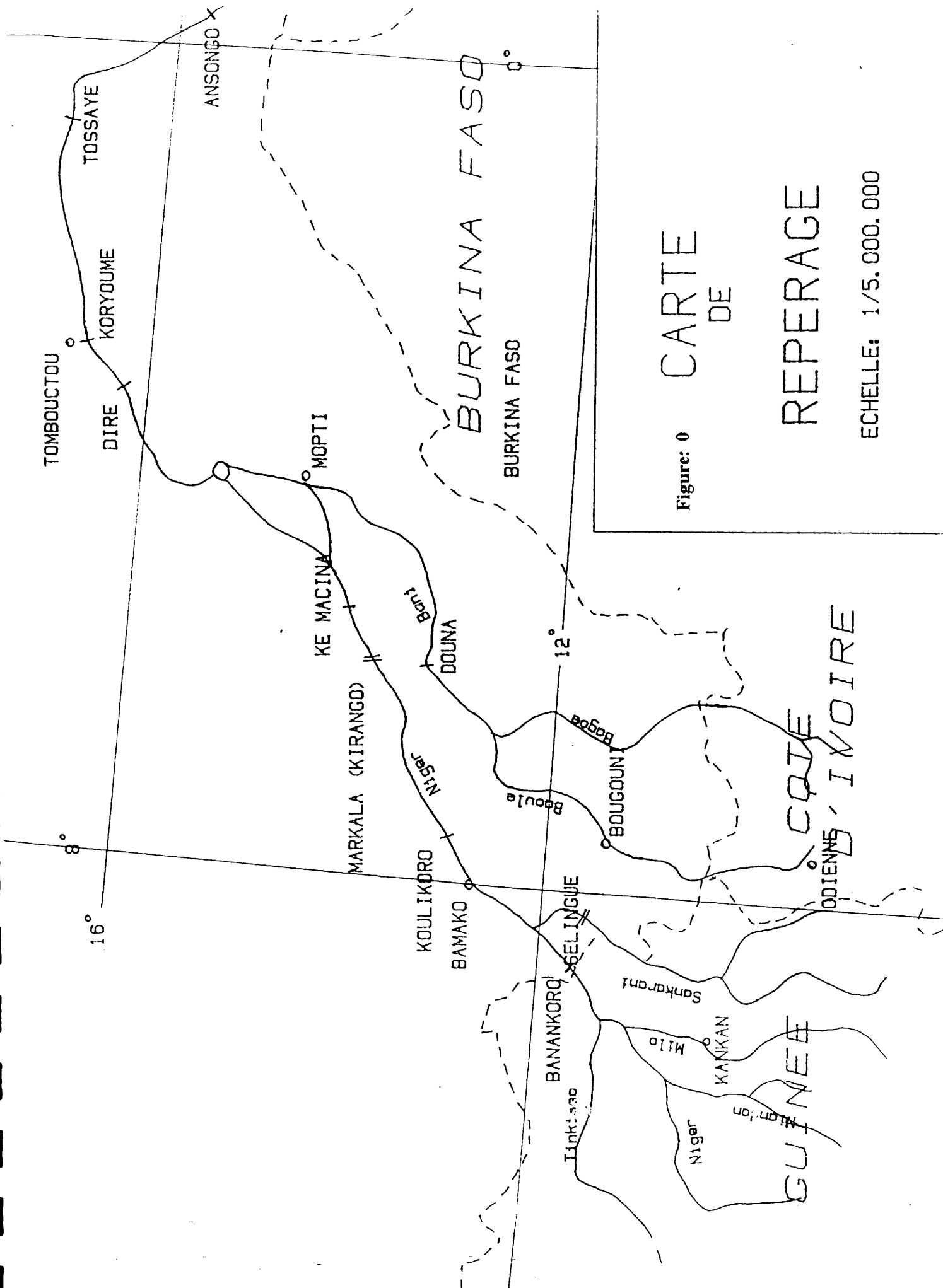


Figure: 0
 CARTE
 DE

REPERAGE

ECHELLE: 1/5.000.000

4. ANALYSE DES ECOULEMENTS

A. METHODOLOGIE

Il est établi en hydrologie que le volume de l'écoulement en provenance des parties amont d'un bassin se propage vers l'aval comme une onde dont la forme aux différentes sections peut être calculée. Le stockage, l'irrégularité des chenaux et les apports des affluents sont autant de facteurs qui ont tendance à amortir cette onde.

Le modèle **CORPRE** utilisé plus haut pour l'estimation des temps de propagation tourne uniquement au pas de temps journalier et avec des données de hauteurs d'eau. Compte tenu de ces contraintes et à défaut de tout autre modèle approprié, la méthode régression a été utilisée pour l'analyse de la propagation des débits moyens mensuels du Niger, du Sankarani et du Bani de l'amont vers l'aval. Les stations étant définies, le problème qui se pose est d'obtenir des séries significatives de données pour ces stations.

L'influence des barrages de Sélingué et Markala a été analysée à partir des données des apports naturels du Sankarani estimés à Sélingué (Tableau 5) et des prélèvements de l'Office du Niger (Tableau 6).

A partir des méthodes mathématiques de corrélation et de régression linéaire, il est possible de calculer pour une période commune d'observation à deux stations, la relation existant entre les grandeurs physiques mesurées à ces stations. Pour cela, on utilise le coefficient de corrélation de Bravais-Pearson qui indique le degré de liaison entre les séries. Pour le cas d'une section du fleuve sans affluent, cette relation peut s'écrire par une régression linéaire ou une expression polynomiale du second degré de la forme:

$$Q_t = a \times Q_{k_{t-p}} + b \quad (2)$$

$$\text{ou}$$

$$Q_t = d \times Q_{k_{t-p}}^2 + f \times Q_{k_{t-p}} + g \quad (3)$$

où: Q_t : est le débit observé à la station aval au jour t ;
 $Q_{k_{t-p}}$: est le débit observé à la station de référence k au jour $t-p$;
 p : le temps de propagation entre les deux stations;
 a, b, d, f, g : paramètres à déterminer.

En cas d'affluent entre la section amont et la section aval, cette relation peut s'écrire par la régression multiple de la forme:

$$Q_t = a \times Q_{k_{t-p1}} + b \times Q_{m_{t-p2}} + c \quad (4)$$

où: Q_t : est le débit observé à la station aval au jour t ;
 $Q_{k_{t-p1}}$: est le débit observé à la station de référence k au jour $t-p1$;
 $Q_{m_{t-p2}}$: est le débit observé à la station de référence m au jour $t-p2$;
 $p1, p2$: les temps de propagation correspondant entre les stations k et m et la station aval;
 a, b, c : paramètres à déterminer.

La méthode des moindres carrés est utilisée pour la validation des expressions. Le seuil de confiance est de 95%.

Le Tableur **EXCEL** qui dispose de larges possibilités dans l'estimation des droites de régressions simples ou multiples, a été utilisé pour tous les calculs de régression dans cette étude.

B. RESULTATS

B-1 Section: Banankoro / Sélingué - Koulikoro

Pour cette section, compte tenu du temps de propagation (3 jours) et de la présence du Sankarani, l'expression (4) a été utilisée pour chaque mois sous la forme:

$$Q_{\text{Koulikoro}_t} = a \times Q_{\text{Banankoro}_t} + b \times Q_{\text{Sélingué}_t} + c$$

où: t est le mois du calcul.

Pour mieux cerner la dynamique des écoulements dans ce bief, l'analyse a été faite séparément pour les périodes de crue (juillet-décembre) et d'étiage (janvier-juin).

Ainsi pour la période d'étiage, nous obtenons les paramètres suivants:

$$a = 0,894; b = 1,0; c = -14,98 \text{ et le coefficient } R^2 = 0,98.$$

Plus la régression est fiable, plus R_2 tend vers 1 et inversement, moins elle est fiable, plus R_2 tend vers 0.

Pour la période de crue, nous obtenons:

$$a = 0,95; b = 1,25 \text{ et } c = 4,729 \text{ et le coefficient } R^2 = 0,99.$$

Les débits mensuels naturels (sans influence du barrage de Sélingué) à Koulikoro ont été calculés à partir de ces expressions et des apports naturels à Sélingué et des débits observés à Banankoro. Les résultats de ces calculs figurent au Tableau 2. Les illustrations comparatives des débits observés et naturels calculés dans ce bief sont portées aux Figures 7, 8, 9 et 10.

La mise en eau du barrage de Sélingué date de 1982. Depuis lors, le barrage a un cycle annuel de remplissage (de août à fin septembre) et de vidange (de décembre à fin juillet) entre les cotes normales d'exploitation 340,00 et 348,50m avec une réserve utile de l'ordre de 2 milliards de m³.

L'influence du barrage de Sélingué sur les écoulements moyens mensuels du fleuve Niger à Koulikoro sur la période 1982-1997, peut se résumer comme suit:

Mois	Jan	Fev	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sep	Oct	Nov	Dec	Année
Qobser.	191	129	113	121	151	265	619	1678	3069	2591	1084	402.6	868.1
Qnatur.	113	57.5	27.5	19.5	39.4	147	693	2199	3593	2573	1019	359.9	903.5
Ecart1%	69.2	124	312	520	284	79.5	-	-	-	0.7	6.4	11.8	-3.9
							10.6	23.6	14.5				

Qobser: débits mensuels observés à Koulikoro en m³/s;

Qnatur: débits naturels mensuels calculés à Koulikoro en m³/s;

Ecart1%: Rapports des écarts entre les débits observés et naturels exprimés en % des débits naturels et représentant l'impact du barrage de Sélingué à Koulikoro.

Comme on peut le constater, cette influence de ce barrage à Koulikoro est variable selon le mois et selon l'année (Fig.9). Une valeur positive correspond à un soutien des débits du fleuve et une valeur négative correspond à un écrêtement des débits du fleuve sous l'influence du barrage de Sélingué.

En période de crue, le barrage écrête la pointe de crue si celle-ci est précoce. Plus la crue est faible, plus cette influence est importante (1984, 1987, 1989 et 1993). Cette influence se situe généralement sur les mois de juillet à septembre.

En moyenne, le barrage écrête la crue de l'ordre de 3 à 5% en année moyenne comme 1985, 1988 et 1994. Par contre, en année sèche comme 1984, 1987, 1989 et 1993, cette incidence peut atteindre 25% sur les valeurs des débits moyens mensuels.

Depuis la mise en eau du barrage, comme on peut le constater, le débit d'étiage absolu observé annuellement à Koulikoro est de l'ordre de 100 m³/s. Sans le barrage de Sélingué, ce débit serait inférieur à 10 m³/s en 1984, 1985, 1986, 1987, 1988 et 1990 (Fig. 9). Ce qui représente un soutien de plus de 1000 %. En moyenne, le barrage soutien de plus de 100% le débit du fleuve à Koulikoro entre février et mai.

B-2 Section Koulikoro - Kirango/Markala

La section Koulikoro-Markala n'a pas d'apports latéraux significatifs. Le temps maximal de propagation est de 6 jours avec une moyenne de l'ordre de 3 jours. Par conséquent, l'expression du type (2) a été utilisée sous la forme:

$$Q_{\text{Kirango}_t} = a \times Q_{\text{Koulikoro}_t} + b$$

avec : $a = 0,9085$; $b = - 4,4796$ et $R^2 = 0,99$

Les résultats des calculs sont portés aux Tableaux 8, 9 et 10. Les illustrations comparatives des prélèvements de l'Office, des débits observés et naturels calculés à Kirango sont représentées aux Figures 11 à 18.

La section de contrôle de Kirango est située à 1 km à l'aval du Barrage de Markala. Par conséquent, l'impact des deux ouvrages est perçu différemment selon la saison et selon la quantité d'eau prélevée pour des fins d'irrigation .

L'influence des barrages de Sélingué et Markala sur les écoulements moyens mensuels du fleuve Niger à Kirango peut se résumer comme suit:

Mois	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sep	Oct	Nov	Dec	Année
Q _{obser.}	121.9	54.9	46.5	40.7	49.3	132	480	1410	2635	2390	1009	356	727.4
Q _{natur.}	99.5	48.5	25.0	17.5	35.9	131	633	2018	3301	2427	958	335	836.1
Q _{Séli-Ma}	177.3	109	105	103	128	214	552	1496	2758	2517	1107	411	806.9
Q _{Ma-Séli}	44.2	9,1	0	0	2.2	62.7	561.4	1934	3177	2300	860	280.8	769.3
Ecart1.%	22.5	13.2	86	132	37.3	0.4	-24.0	-	-	-1.5	5.2	6.3	-13
Ecart2.%	-55.5	-	-100	-100	-	-	-11.3	30.1	20.2	-5.2	-	-16.1	-7.9
Ecart3.%	78.2	127	322	489	257	62.8	-12.7	-	-	3.7	15.5	22.6	-3.5
								25.9	16.4				

Q_{Séli-Ma}: débits mensuels calculés à Kirango selon l'option d'une gestion du barrage de Sélingué sans celui de Markala en m³/s;

Q_{Ma-Séli}: débits mensuels calculés à Kirango selon l'option d'une gestion du barrage de Markala sans celui de Sélingué en m³/s;

Ecart1.%: Rapports des écarts entre les débits observés et les débits naturels exprimés en % des débits naturels. Cette valeur représente pour la section de Kirango, l'impact combiné des deux barrages par rapport aux débits naturels. Une valeur positive correspond à un soutien des débits du fleuve et une valeur négative correspond à un écrêtement des débits du fleuve sous l'influence des ouvrages.

Ecart2.%: Rapports des écarts entre les débits simulés QMa-Séli et les débits naturels exprimés en % des débits naturels. Cette valeur représente pour la section de Kirango, l'impact isolé du barrage de Markala par rapport aux débits naturels. Une valeur positive correspond à un soutien des débits du fleuve et une valeur négative correspond à un écrêtement des débits du fleuve sous l'influence du barrage de Markala.

Ecart3.%: Rapports des écarts entre les débits simulés QSéli-Ma et les débits naturels exprimés en % des débits naturels. Cette valeur représente pour la section de Kirango, l'impact isolé du barrage de Sélingué par rapport aux débits naturels. Une valeur positive correspond à un soutien des débits du fleuve et une valeur négative correspond à un écrêtement des débits du fleuve sous l'influence du barrage de Sélingué.

L'impact du barrage de Sélingué à cette section est similaire à celui observé à Koulikoro à un degré plus réduit compte tenu de l'effet du laminage des ondes d'eau entre Koulikoro et Kirango et plus particulièrement dans la "retenue" de Markala.

Le soutien des débits d'étiage depuis la mise en eau du barrage de Sélingué a permis le développement de cultures de riz de contre saison à l'Office du Niger. Les débits d'eau ainsi prélevés varient entre 80 et 100 m³/s pendant les mois d'étiage.

En règle générale, les prélèvements de l'Office pendant les mois de mars, avril et mai, représentent plus de la moitié des débits observés à Koulikoro. Après une année sèche, ces prélèvements représentent une part non négligeable des débits du fleuve (plus de 70% en 1982, 1985, 1988, 1990, 1991 et 1997) comme indiqué au Tableau 20.

Les prélèvements de l'Office du Niger en période de crue quoi que relativement importants (pointe de 158m³/s en septembre 1982), représentent un pourcentage très faible des apports d'eau du fleuve Niger. En effet, ils représentent moins de 5% en moyenne, pendant les mois de septembre à octobre, correspondant à la période du maximum de la crue du fleuve Niger.

L'effet combiné des deux ouvrages sur les écoulements du fleuve Niger à Kirango/Markala est illustré à la figure 13. Celui du barrage de Markala à Kirango est illustré sur la figure 18. Il apparaît qu'avec le barrage de Sélingué sans l'ouvrage de Markala, les débits minimums observés seraient de l'ordre de 100 m³/s. Avec le barrage de Markala, ces débits sont réduits de l'équivalent des prélèvements de l'Office du Niger.

Ainsi par exemple, en mai 1985, le débit observé à Koulikoro est de 116 m³/s contre 11,1 m³/s à Kirango, les prélèvements de l'Office du Niger étant de 84,7 m³/s. Il apparaît donc que sans Markala, le débit observé aurait été de 95,8 m³/s. L'Office a donc prélevé 73% des débits du fleuve observés à Koulikoro.

Une simulation de l'impact des prélèvements de l'Office dans l'hypothèse d'une absence du barrage de Sélingué a été faite. Les résultats attestent que sans le barrage de Sélingué, le débit disponible pour d'éventuels besoins de l'Office du Niger serait de 7,2 m³/s entre mars et avril 1985 (Tableau 8 et Figure 13). Ce qui signifie qu'il serait pratiquement impossible

d'envisager des cultures de décrue tout en préservant un débit sanitaire dans le fleuve (Figures 14 et 16). Tout prélèvement d'eau pour l'irrigation de contre saison provoquerait l'assèchement du fleuve Niger de janvier à juin à cette station (Tableau 10) et par conséquent, une catastrophe écologique pour le fleuve et les riverains tant au Mali qu'au-delà des frontières nationales. Il faut se rappeler des effets de l'arrêt de l'écoulement du fleuve en juillet 1985 à Niamey.

B-3 Section Markala - Mopti

Le fleuve Niger reçoit sur ce tronçon le Bani à la section de Mopti. Le temps de parcours varie de 6 à 16 jours entre Markala et Mopti. Entre Douna et Mopti, ce temps varie de 9 à 20 jours. Compte tenu de la complexité des écoulements au niveau du delta, due en partie à la faiblesse des pentes du lit du fleuve, une analyse plus pointue a été faite au pas de temps mensuel avec l'expression de la forme (4) comme suit:

$$QMopti_t = a \times QKirango_t + b \times QDouna_t + c$$

Pour les périodes de hautes eaux (octobre-décembre), le temps de parcours est supérieur à 2 semaines. C'est pourquoi, un décalage d'un mois a été observé. L'expression ci-dessus devient alors:

$$QMopti_t = a \times QKirango_{t-1} + b \times QDouna_{t-1} + c$$

Les paramètres des régressions ainsi obtenus sont portés au Tableau suivant:

Mois	Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
a	0,17	0,34	1,1	0,83	0,60	0,48	0,45	0,33	0,15	0,17	0,27	0,68
b	5,17	3,86	1,8	0,91	0,80	0,32	1,0	0,33	0,35	0,49	0,73	0,78
c	57,8	36,1	18,2	34,2	26,2	30,7	-24,5	458	1092	1227	154	-86,8
R ²	0,97	0,95	0,96	0,97	0,94	0,98	0,97	0,94	0,93	0,96	0,97	0,97

Les résultats des différents calculs à partir des droites de régressions dont les paramètres sont ci-dessus, figurent aux Tableaux 13, 14 et 15. Les illustrations comparatives des débits observés et naturels calculés à Mopti sont représentées aux Figures 19 à 25.

L'influence des barrages de Sélingué et Markala sur les écoulements moyens mensuels du fleuve Niger à Mopti peut se résumer comme suit:

Mois	Jan	Fev	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sep	Oct	Nov	Dec	Année
Q _{obs.}	229	120	87.3	71.2	70.6	114	326	1000	1811	1963	1172	526.5	624.4
Q _{natur.}	213	98.6	52.5	18.8	11.6	100	383	1251	1925	2190	1323	606.6	681.4
Q _{Séli-Ma}	229	132	110	94.2	76.5	142	347	1078	1770	2096	1334	717.5	677.6
Q _{Ma-Séli}	200	80.9	6.9	1.1	0.5	67.8	351.4	1223	1833	2137	1180	567.4	637.4
Ecart1.%	7.5	22.5	66.3	279	509	13.2	-14.9	-	-5.9	-10.3	-11.4	-13.2	-8.36
Ecart2.%	-5.9	-17.9	-86.8	-94.1	-95.7	-32.2	-8.25	-2.2	-4.7	-2.4	-10.8	-6.4	-6.4
Ecart3.%	7.2	34.5	111	401	560	41.6	-9.3	-	-8.0	-4.2	0.8	18.3	-0.5
								13.7					

En moyenne, le barrage de Sélingué, pris isolément, a un impact positif sur l'écoulement du fleuve Niger à Mopti de décembre à fin juin (plus de 100% entre mars et mai).

Par contre, ce barrage écrête entre juillet et octobre la crue de l'ordre de 4 à 14% avec un maximum d'impact en août.

Le barrage de Markala a un effet néfaste plus prononcé sur les débits du fleuve Niger pendant la période de basses eaux (avec une réduction de plus de 80% pendant les mois de mars à juin).

L'impact des deux ouvrages à la station de Mopti sur le Niger est illustré par les données de débits naturels et observés à cette section (Tableaux 12 et 13 et Fig. 20).

Nous constatons à Mopti que pendant la période d'étiage, par rapport aux débits naturels du fleuve, les ouvrages ont un effet similaire à celui observé à Kirango. Ce qui se traduit par un léger soutien (7 à 22%) des débits aux mois de janvier, février et juin. A partir du mois de mars, ce soutien est plus significatif. Il est de plus de 200% entre avril et mai.

Entre juillet et août, les ouvrages écrètent les débits de l'ordre de 15 à 20%.

Pendant la période de la pointe de la crue (novembre-décembre), cette réduction est de l'ordre de 10 à 13 %, selon l'ampleur de la crue. Plus la crue est faible, plus cette réduction est plus importante à Mopti.

B-4 Section Mopti - Diré

Les eaux du Diaka se perdent en grande partie dans les dépressions avant le lac Débo ou compensent en partie les pertes d'eau du fleuve Niger entre Mopti et le lac Débo. C'est pourquoi, ce défluent du fleuve Niger à partir de Diafarabé, n'a pas été pris en considération dans les calculs. Les expressions utilisées sont en général de la forme (2) ou (3).

Le temps de parcours entre Mopti et Diré varie en moyenne de 15 à 30 jours. A partir de la cote de 2 m à l'échelle de Mopti, ce temps est de l'ordre de 30 jours. C'est pourquoi, un décalage d'un mois a été pris pour les calculs. Les expressions (2) et (3) deviennent alors:

$$Q_{Diré_t} = a \times Q_{Mopti_{t-1}} + b \quad (2')$$

$$Q_{Diré_t} = d \times Q_{Mopti_{t-1}^2} + f \times Q_{Mopti_{t-1}} + g \quad (3')$$

où: t est le mois du calcul.

Le delta central du fleuve Niger est caractérisé par une complexité des écoulements, due en partie à la faiblesse des pentes du lit du fleuve (moins de 1 cm par kilomètre) par endroits et la présence de multiples chapelets de mares et lacs s'étendant à perte de vue dans le lit majeur du fleuve. Compte tenu de tous ces facteurs, une analyse au pas de temps mensuel a été faite tout comme à la section précédente.

Les paramètres des régressions ainsi obtenus sont portés au Tableau suivant:

Mois	Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
a				2,50						0,524	0,569	
b				-137,3						455,5	266,9	
d	-0,0001	-0,0006	-0,0012		0,0026	0,0057	0,0018	-0,0002	-0,0003			0,0002
f	1,048	2,40	3,23		1,224	0,4454	0,86	1,048	1,504			-0,7584
g	366,7	-122,4	-276,1		-54,99	-12,15	40,68	328	-224,7			2592,2
R ²	0,96	0,98	0,99	0,98	0,99	0,95	0,97	0,96	0,85	0,79	0,81	0,89

Les résultats des différents calculs à partir des droites de régressions dont les paramètres sont ci-dessus, figurent aux Tableaux 17, 18 et 19. Les illustrations comparatives des débits observés et naturels calculés à Diré sont représentées aux Figures 27 à 33.

L'influence des barrages de Sélingué et Markala sur les écoulements moyens mensuels du fleuve Niger à Diré peut se résumer comme suit:

Mois	Jan	Fev	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sep	Oct	Nov	Dec	Année
Qobser.	672.6	302.1	127.6	61.9	47.6	56.9	192	666	1227	1535	1536	1190	634.8
Qnatur.	887.1	363.1	201.8	98.9	39.4	6.7	149	707	1284	1511	1718	1425	695.2
QSéli-Ma	1008	387.1	247.3	124	96.2	65.2	208	679	1194	1394	1566	1385	696.4
QMa-Séli	872.3	315	146	22.9	1.5	0.2	109.4	682.8	1266	1428	1484	1287.2	634.5
Ecart1.%	-24.1	-16.8	-36.7	-37.4	20.8	749	28.9	-5.7	-4.4	1.5	-10.5	-16.5	-8.6
Ecart2.%	-1.6	-13.2	-27.6	-76.8	-96.2	-97.0	-26.6	-3.4	-1.4	-5.5	-13.6	-9.7	-8.7
Ecart3.%	13.6	6.6	22.5	26.2	144	873	39.8	-3.8	-7.0	-7.7	-8.8	-2.8	0.17

En moyenne, le barrage de Sélingué, pris isolément, a un impact positif sur l'écoulement du fleuve Niger à Diré de janvier à fin mai. Entre mai et juin ce soutien est de plus de 100%. Par contre, ce barrage écrête entre août et décembre la crue de l'ordre de 3 à 9%.

Quant au barrage de Markala, il a un effet néfaste sur les débits du fleuve Niger à Diré tout comme en amont, sur toute l'année. Cet impact est plus prononcé entre avril et juin avec une réduction des débits observés de plus de 75%.

Nous constatons que pendant la période d'étiage, les ouvrages soutiennent les débits naturels du fleuve aux mois de mai, juin et juillet. En juillet, ce soutien est plus significatif.

Du mois d'août à fin avril, les ouvrages écrètent les débits du fleuve par rapport aux valeurs naturelles de l'ordre de 5 à 38% en moyenne. Toutefois, l'ampleur de cet écrêtement dépend de l'importance de la crue. Plus la crue est faible, plus cet effet est sensible à Diré. Entre mars et avril, les débits sont réduits de l'ordre de 35%. Par contre, entre décembre et février, cette réduction est de l'ordre de 15 à 20%.

5. CONCLUSION

En période de crue, le barrage de Sélingué écrête la pointe de crue. Plus la crue est faible, plus cette influence qui se situe généralement sur les mois de juillet à septembre est importante (1984, 1987, 1989 et 1993).

En moyenne, le barrage écrête la crue de l'ordre de 3 à 5% en année moyenne. Par contre, en année sèche, cette incidence peut atteindre 25%.

En période d'étiage, le barrage de Sélingué soutient les débits du fleuve Niger. Ce soutien est progressif de janvier à fin juin compte tenu de deux facteurs:

- 1- l'augmentation de la demande d'énergie avec la période de forte chaleur;
- 2- la baisse du niveau d'eau de la retenue et par conséquent, de la hauteur de chute d'eau sur les turbines, la production énergétique étant proportionnelle à cette chute et au débit d'eau.

Depuis la mise en eau du barrage, comme on peut le constater, le débit d'étiage absolu observé annuellement à Koulikoro est de l'ordre de 100 m³/s. Sans le barrage de Sélingué, ce débit serait inférieur à 10 m³/s en année sèche. Ce qui représente un soutien de plus de 1000%. Le soutien des débits d'étiage par ce barrage est donc incontestable.

En règle générale, les prélèvements de l'Office pendant les mois de mars, avril et mai, représentent plus de la moitié des débits observés à Koulikoro. En année sèche, ces prélèvements représentent plus de 70% des débits du fleuve.

Les prélèvements de l'Office du Niger en période de crue quoi que relativement importants (pointe de 158m³/s en septembre 1982), représentent un pourcentage très faible des apports d'eau du fleuve Niger. En effet, ils représentent moins de 5% en moyenne, pendant les mois de septembre à octobre, correspondant à la période du maximum de la crue du fleuve Niger.

Il apparaît qu'avec le barrage de Sélingué sans l'ouvrage de Markala, les débits minimums observés à Markala seraient de l'ordre de 100 m³/s, comme à Koulikoro. Avec le barrage de Markala, ces débits sont réduits de l'équivalent des prélèvements de l'Office du Niger.

Les résultats des simulations de l'impact des prélèvements de l'Office dans l'hypothèse d'une absence du barrage de Sélingué attestent que sans le barrage de Sélingué, tout prélèvement d'eau pour l'irrigation de contre saison provoquerait l'assèchement du fleuve Niger de janvier à juin à Markala (Tableau 10) et par conséquent, une catastrophe écologique pour le fleuve et les riverains tant au Mali qu'au-delà des frontières nationales. Il faut se rappeler des effets de l'arrêt de l'écoulement du fleuve en juillet 1985 à Niamey pour l'approvisionnement correct des populations de cette localité en eau potable.

En moyenne, le barrage de Sélingué, pris isolément, a un impact positif sur l'écoulement du fleuve Niger à Mopti de décembre à fin juin (plus de 100% entre mars et mai). Par contre, ce barrage écrête entre juillet et octobre la crue de l'ordre de 4 à 14% avec un maximum d'impact en août.

Le barrage de Markala a un effet néfaste pendant toute l'année. Cet impact est plus prononcé sur les débits du fleuve Niger pendant la période de basses eaux (avec une réduction de l'ordre de 80% pendant les mois de mars à juin).

L'impact des deux ouvrages à la station de Mopti sur le Niger est illustré par les données de débits naturels et observés à cette section (Tableaux 12 et 13 et Fig. 20).

Nous constatons à Mopti que pendant la période d'étiage, par rapport aux débits naturels du fleuve, les ouvrages ont un effet similaire à celui observé à Kirango. Ce qui se traduit par un léger soutien (7 à 22%) des débits aux mois de janvier, février et juin. A partir du mois de mars, ce soutien est plus significatif. Il est de plus de 200% entre avril et mai.

Entre juillet et août, les ouvrages écrètent légèrement les débits de l'ordre de 14 à 20%. Pendant la période de la pointe de la crue (novembre-décembre), cette réduction est de l'ordre de 10 à 13 %, selon l'ampleur de la crue. Plus la crue est faible, plus cette réduction est plus importante à Mopti.

En moyenne, le barrage de Sélingué, pris isolément, a un impact positif sur l'écoulement du fleuve Niger à Diré de janvier à fin mai. Entre mai et juin ce soutien est de plus de 100%. Par contre, ce barrage écrête entre août et décembre la crue de l'ordre de 3 à 9%.

L'impact des deux ouvrages à la station de Diré sur le Niger est illustré par les données de débits naturels et observés à cette section (Tableaux 16 et 17 et Fig. 27).

Nous constatons que pendant la période d'étiage, par rapport aux débits naturels du fleuve, les ouvrages ont un effet légèrement différent de celui observé à Mopti. On

enregistre un soutien des débits aux mois de mai, juin et juillet. En juillet, ce soutien est plus significatif.

Du mois d'août à fin avril, les ouvrages écrètent les débits du fleuve par rapport aux valeurs naturelles de l'ordre de 5 à 38% en moyenne. Toutefois, l'ampleur de cet écrêtement dépend de l'importance de la crue. Plus la crue est faible, plus cet effet est sensible à Diré. Entre mars et avril, les débits sont réduits de l'ordre de 35% et de 15 à 20% entre décembre et février.

En ce qui concerne les prélèvements de l'Office du Niger en étiage, il serait souhaitable d'orienter le développement de l'irrigation vers une réduction ou une maîtrise des consommations en ciblant un seuil de 30% du débit d'étiage, afin de sécuriser les usagers en aval.

BIBLIOGRAPHIE

1. MISE A JOUR DE L'HYDROLOGIE POUR LA REHABILITATION DU BARRAGE DE SELINGUE

Energie du Mali - HYDROCONSULT International - ORSTOM-EDF - Mars 1996

2. INFLUENCE DU BARRAGE DE SELINGUE SUR LE REGIME HYDROLOGIQUE DU NIGER

ABDOURHAMANE SOUMAGUEL - Mémoire de fin d'études au Centre Régional AGRHYMET - Niamey Avril 1995.

3. INFLUENCE DES BARRAGES DE SELINGUE ET MARKALA SUR LES DEBITS A L'AVAL

Direction Nationale de l'Hydraulique et de l'Energie (DNHE). Division Hydrologie - Bamako . Avril 1988

LISTE DES TABLEAUX

- Tableau 1: Débits du Niger à Banankoro
- Tableau 2: Débits naturels du Niger à Koulikoro
- Tableau 3: Débits observés sur le Niger à Koulikoro
- Tableau 4: Débits observés sur le Sankarani à Sélingué
- Tableau 5: Débits naturels du Sankarani à Sélingué
- Tableau 6: Prélèvements d'eau de l'Office du Niger
- Tableau 7: Débits observés sur le Niger à Kirango/Markala aval
- Tableau 8: Débits naturels du Niger à Kirango
- Tableau 9: Débits du Niger à Kirango dans le scénario du barrage de Sélingué seul
- Tableau 10: Débits du Niger à Kirango dans le scénario du barrage de Markala seul
- Tableau 11: Débits du Bani à Douna
- Tableau 12: Débits observés sur le Niger à Mopti
- Tableau 13: Débits naturels du Niger à Mopti
- Tableau 14: Débits du Niger à Mopti dans le scénario du barrage de Sélingué seul
- Tableau 15: Débits du Niger à Mopti dans le scénario du barrage de Markala seul
- Tableau 16: Débits observés sur le Niger à Diré
- Tableau 17: Débits naturels du Niger à Diré
- Tableau 18: Débits du Niger à Diré dans le scénario du barrage de Sélingué seul
- Tableau 19: Débits du Niger à Diré dans le scénario du barrage de Markala seul
- Tableau 20: Prélèvements de l'Office du Niger exprimés en % des débits observés à Koulikoro

LISTE DES FIGURES

- Figure 0: Carte de repérage des stations hydrologiques
- Figure 1: Temps de propagation entre Koulikoro et Mopti
- Figure 2: Temps de propagation entre Douna et Mopti
- Figure 3: Temps de propagation entre Mopti et Diré
- Figure 4: Temps de propagation entre Koulikoro et Kirango
- Figure 5: Temps de propagation entre Kirango et Mopti
- Figure 6: Temps de propagation entre Banankoro et Koulikoro et entre Sélingué et Koulikoro
- Figure 7: Débits du Sankarani à Sélingué
- Figure 8: Débits naturels du Niger à Banankoro et Koulikoro
- Figure 9: Débits du Niger à Koulikoro
- Figure 10: Débits du Nier à Banankoro et Koulikoro
- Figure 11: Débits du Niger à Kirango et prélèvements de l'Office du Niger
- Figure 12: Débits naturels sur le Niger à Kirango et débits selon scénario
- Figure 13: Débits naturels et débits observés sur le Niger à Kirango
- Figure 14: Débits observés sur le Niger à Kirango et débits selon scénario
- Figure 15: Débits naturels sur le Niger à Kirango et débits selon scénario barrage de Sélingué seul
- Figure 16: Débits naturels sur le Niger à Kirango et débits selon scénario barrage de Markala seul
- Figure 17: Débits observés sur le Niger à Kirango et débits selon scénario barrage de Markala seul
- Figure 18: Débits observés sur le Niger à Kirango et débits selon scénario barrage de Sélingué seul
- Figure 19: Prélèvements de l'Office du Niger en % des débits observés à Koulikoro
- Figure 20: Débits naturels et débits observés sur le Niger à Mopti
- Figure 21: Débits naturels sur le Niger à Mopti et débits selon scénario
- Figure 22: Débits naturels du Niger à Mopti et débits selon scénario barrage de Sélingué seul
- Figure 23: Débits naturels du Niger à Mopti et débits selon scénario barrage de Markala seul
- Figure 24: Débits observés sur le Niger à Mopti et débits selon scénario
- Figure 25: Débits observés sur le Niger à Mopti et débits selon scénario barrage de Sélingué seul
- Figure 26: Débits observés sur le Niger à Mopti et débits selon scénario barrage de Markala seul
- Figure 27: Débits naturels et débits observés sur le Niger à Diré
- Figure 28: Débits naturels du Niger à Diré et débits selon scénario
- Figure 29: Débits naturels du Niger à Diré et débits selon scénario barrage de Sélingué seul
- Figure 30: Débits naturels du Niger à Diré et débits selon scénario barrage de Markala seul
- Figure 31: Débits observés sur le Niger à Diré et débits selon scénario
- Figure 32: Débits observés sur le Niger à Diré et débits selon scénario barrage de Sélingué seul
- Figure 33: Débits observé sur le Niger à Diré et débits selon scénario barrage de Markala seul

ANNEXES

Tableau : 1 Débits observés à Banankoro (frontière Guinée) (m3/s)

Année	Jan	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept	Oct	Nov	Dec	An.
1982	111,0	60,0	32,6	24,0	79,9	307,0	735,0	1660	2420	1550	768	238	665,5
1983	96,5	53,7	32,7	17,7	25,3	237,0	686,0	1550	2510	1740	545	216	642,5
1984	86,2	39,1	14,4	8,3	41,0	119,0	515,0	1780	1630	1420	449	168	522,5
1985	66,6	28,5	9,7	6,0	7,3	18,7	459,0	1990	2990	1980	513	173	686,8
1986	61,8	23,8	6,7	3,9	7,3	28,6	225,0	1270	2820	1830	653	194	593,7
1987	73,7	32,0	7,3	3,0	4,9	185,0	454,0	1430	2180	2100	730	226	618,8
1988	81,9	33,8	10,3	4,6	3,3	29,8	327,0	1620	2910	1240	429	139	569,1
1989	52,5	22,5	10,0	6,6	7,3	55,0	231,0	1090	2150	1730	531	214	508,3
1990	75,2	27,9	9,1	4,2	27,0	62,1	382,0	1480	2250	1570	575	213	556,3
1991	80,3	27,6	10,8	6,6	8,2	71,2	415,0	1440	2090	1740	723	234	570,6
1992	91,5	41,4	14,0	5,0	8,0	109,0	549,0	1360	2240	1480	589	207	557,8
1993	78,9	33,4	18,9	11,3	19,0	74,6	296,0	1530	1940	1540	822	297	555,1
1994	108,0	44,7	22,9	10,9	13,6	220,0	723,0	1930	4090	3800	2300	555	1151,5
1995	225,0	99,9	48,7	44,7	62,8	140,0	425,0	2360	4350	3570	1260	417	1083,6
1996	185,0	112,0	47,4	31,3	61,6	170,0	510,0	1850	3550	3050	1080	331	914,9
1997	144,0	70,4	28,6	15,3	39,7	175,0	699,0	1550	3050	2350	1000	339	788,4
Moy.	101,1	46,9	20,3	12,7	26,0	125,1	476,9	1618,1	2698,1	2043,1	810,4	260,1	686,6

Tableau : 2 Débits naturels à Koulikoro (m3/s)

Année	Janvie	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septem	Octob	Novem	Décem	An.
1982	124,6	67,9	36,0	35,7	104,7	333,7	1060,3	2343,4	3619,2	2138,7	1028,9	382,5	939,6
1983	110,7	63,8	35,4	18,3	33,2	282,0	965,0	2250,4	3195,1	2101,4	692,9	308,3	838,0
1984	94,0	42,2	15,0	8,5	49,4	133,5	655,8	2208,1	2219,3	1795,9	588,0	253,7	671,9
1985	72,6	29,6	9,5	5,3	7,8	23,1	700,5	2820,0	4156,7	2593,1	716,1	260,9	949,6
1986	71,6	27,9	9,1	7,8	10,9	33,9	368,6	1658,1	3756,2	2255,1	868,7	266,1	777,8
1987	82,1	35,8	7,4	2,5	4,3	216,2	564,3	1746,7	2781,1	2431,6	829,0	282,5	748,6
1988	86,2	34,2	13,7	8,8	12,3	46,9	496,0	1930,0	3470,2	1535,6	482,8	193,4	692,5
1989	66,9	30,3	16,6	15,6	15,2	65,4	379,4	1583,9	2752,1	2031,3	640,7	275,9	656,1
1990	80,5	38,7	12,1	2,8	45,4	78,4	679,3	2186,5	2878,6	1993,3	728,5	284,7	750,7
1991	90,6	43,7	14,8	11,7	25,5	98,3	760,0	2214,0	2951,4	2236,3	965,2	350,9	813,5
1992	101,4	56,0	26,8	12,3	19,6	132,6	813,5	2023,4	3554,5	2060,8	788,2	289,3	823,2
1993	85,6	43,3	28,3	21,3	31,8	94,8	497,9	2050,1	2948,6	2144,0	1029,6	415,4	782,6
1994	113,4	56,9	44,7	16,9	32,4	255,2	989,2	2295,0	4970,5	4925,6	2970,5	793,7	1455,3
1995	254,2	129,6	62,4	59,9	85,1	163,7	525,6	3082,3	5390,2	4319,1	1502,6	516,0	1340,9
1996	213,4	134,1	63,7	54,8	87,3	196,9	604,7	2437,2	4481,1	3668,7	1276,8	424,9	1137,0
1997	161,2	86,6	44,7	29,6	64,9	207,9	1030,9	2359,0	4364,9	2937,9	1192,8	460,2	1078,4
Moy.	113,1	57,5	27,5	19,5	39,4	147,7	693,2	2199,2	3593,1	2573,0	1018,8	359,9	903,5

Tableau : 3 Débits observés à Koulikoro (m3/s)

Année	Janvie	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septem	Octobr	Novem	Décem	An.
1982	168,0	94,1	79,1	82,2	148,0	464	879	1900	3440	2040	1110	392	899,7
1983	198,0	126,0	104,0	93,8	119,0	336	927	1850	2920	2270	756	347	837,2
1984	184,0	111,0	107,0	112,0	155,0	275	594	1690	1650	1800	632	291	633,4
1985	151,0	99,7	99,9	106,0	116,0	163	482	2030	3920	2720	747	292	910,6
1986	138,0	109,0	105,0	119,0	143,0	192	388	1200	3120	2250	899	319	748,5
1987	174,0	137,0	132,0	147,0	191,0	263	440	1490	2130	2390	971	346	734,3
1988	174,0	130,0	95,0	86,9	111,0	140	529	1660	3100	1660	628	248	713,5
1989	133,0	109,0	88,0	128,0	172,0	126	310	1120	2190	2020	720	340	621,3
1990	142,0	83,4	77,4	105,0	137,0	258	627	1520	2460	2010	798	352	714,2
1991	179,0	116,0	117,0	102,0	107,0	209	616	1470	2540	2270	999	363	757,3
1992	182,0	131,0	126,0	133,0	136,0	256	720	1430	2870	2020	840	363	767,3
1993	182,0	112,0	118,0	136,0	169,0	238	488	1560	2210	2000	1050	451	726,2
1994	185,0	117,0	125,0	125,0	127,0	385	1000	1960	4230	5060	3050	865	1435,8
1995	347,0	214,0	175,0	187,0	192,0	350	479	2330	4880	4360	1590	592	1308,0
1996	310,0	226,0	171,0	165,0	239,0	290	496	1840	3680	3660	1340	439	1071,3
1997	216,0	147,0	93,0	107,0	158,0	298	934	1810	3770	2930	1220	442	1010,4
Moy.	191,4	128,9	113,3	120,9	151,3	265,2	619,3	1678,8	3069,4	2591,3	1084,4	402,6	868,1

Tableau : 4 Débits observés à Sélingué (m3/s)

Année	janv	Févr	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept	Octob	Nov	Décem	An.
1982	37,0	51,6	78,2	79,3	73,7	301	241	455	959	473	206	83	253,2
1983	51,5	69,5	79,7	90,1	96,5	95,7	211	485	577	452	78	67,5	196,1
1984	63,5	71,9	97,0	108,0	112,0	132	140	113	170	361	94,9	56,3	126,6
1985	69,5	77,5	96,7	108,0	123,0	131	110	299	1050	565	128	63,7	235,1
1986	65,9	91,6	106,0	125,0	140,0	152	164	155	471	344	146	78,4	169,9
1987	90,4	111,0	124,0	166,0	196,0	89	70,3	160	127	312	86,8	63,9	133,0
1988	75,0	95,1	91,2	98,1	129,0	117	160	164	163	234	92,2	66,9	123,8
1989	82,2	107,0	98,4	163,0	188,0	75,2	83,9	156	126	261	105	84,8	127,5
1990	54,6	61,7	83,0	117,0	116,0	194	204	156	335	360	118	108	158,9
1991	87,0	105,0	130,0	105,0	122,0	146	194	171	592	481	188	89,7	200,9
1992	91,3	104,0	120,0	139,0	146,0	180	218	192	740	412	152	127	218,4
1993	63,0	84,5	125,0	140,0	150,0	173	201	197	394	437	165	114	187,0
1994	61,5	77,0	117,0	127,0	126,0	213	258	187	548	1140	678	156	307,4
1995	78,2	103,0	129,0	138,0	125,0	178	88,2	170	916	736	210	136	250,6
1996	119,0	111,0	123,0	146,0	137,0	114	36,9	200	436	611	165	60,6	188,3
1997	85,3	56,2	61,7	97,6	126,0	148	299	248	963	523	155	78,2	236,8
Moy.	73,4	86,1	103,7	121,7	131,6	152,4	167,5	219,3	535,4	481,4	173,0	89,6	194,6

Tableau : 5 Débits naturels à Sélingué (m3/s)

Année	Janvie	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septem	Octob	Novem	Décem	An.
1982	43,8	30,0	19,0	41,0	74,0	73,0	269,0	611,7	1046,0	535,0	228,0	92,9	255,3
1983	45,7	36,0	17,0	12,0	31,0	123,0	232,0	612,0	700,8	397,9	127,0	54,7	199,1
1984	29,0	18,0	12,0	11,0	32,0	46,0	119,0	448,0	543,7	374,8	110,9	45,2	149,1
1985	25,0	13,0	10,0	9,0	12,0	22,0	182,7	746,9	1082,6	596,3	161,8	47,2	242,4
1986	35,0	21,0	17,0	21,0	20,0	24,0	91,0	367,7	906,0	451,2	184,9	38,5	181,4
1987	31,0	20,0	11,0	9,0	9,0	88,0	91,7	335,0	608,7	414,6	112,5	31,0	146,8
1988	20,0	11,0	19,7	21,8	34,6	55,0	119,0	350,0	656,0	300,8	50,2	20,5	138,2
1989	47,4	30,9	28,0	34,5	31,5	36,7	94,9	422,0	606,3	355,4	99,3	33,5	151,7
1990	23,0	38,5	18,4	7,3	58,6	52,1	213,2	609,0	634,9	423,0	134,0	40,1	187,7
1991	35,8	52,5	21,0	24,2	56,2	80,4	249,5	651,4	778,9	490,9	210,5	73,5	227,1
1992	34,5	48,3	44,1	29,9	41,0	70,1	207,9	566,9	1106,9	522,3	167,0	46,8	240,5
1993	26,5	36,1	35,0	37,0	44,1	62,1	138,5	485,6	864,9	544,5	196,8	81,0	212,7
1994	22,3	41,9	67,5	26,3	59,9	97,6	227,0	420,0	999,0	1138,0	669,0	190,7	329,9
1995	81,8	86,4	45,7	49,7	67,8	69,7	82,0	710,9	1136,0	854,6	266,3	80,1	294,2
1996	80,7	66,1	52,6	72,0	76,8	77,2	86,8	565,0	978,0	710,8	216,1	67,7	254,2
1997	52,2	51,5	52,6	48,2	76,2	92,8	269,9	686,9	1191,0	617,2	205,1	87,3	285,9
Moy.	39,6	37,6	29,4	28,4	45,3	66,9	167,1	536,8	865,0	545,5	196,2	64,4	218,5

Tableau: 6 Prélèvements de l'Office du Niger (m3/s)

Année	Janv	Févr	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept	Octob	Nov	Décem	An.
1982	72,8	78,3	69,1	74,3	86,7	115,7	80	91,5	157,8	137,4	134,7	54	96,0
1983	61,1	49,8	53,4	61,9	69,4	67,5	51,6	52,7	128,6	128,4	100,6	47,2	72,7
1984	38,2	37,7	46,7	61,1	82,1	68,3	56	74,6	136,8	137,8	96,7	40,9	73,1
1985	44,8	46,0	47,7	59,2	84,7	78,2	47,9	56,2	135,4	137,1	89,4	42	72,4
1986	46,0	46,2	51,2	45,3	72,1	78	50,3	106,6	115,5	131,6	113	52,7	75,7
1987	54,2	51,8	50,3	69,1	101,3	70,3	65,6	105,9	134,3	147,7	102,5	60,3	84,4
1988	61,2	63,9	61,7	62,0	93,9	82,6	62,4	87,8	93,8	131,4	83,9	67,6	79,4
1989	58,0	57,0	59,0	60,5	81,5	88,5	54	86	129,5	130,5	106	52	80,2
1990	48,5	51,5	56,5	57,0	101,0	77,5	57,5	96,5	132,5	124,5	106,5	60	80,8
1991	63,0	57,5	61,0	62,5	89,5	76	74	82,5	114,5	73,5	84	69,5	75,6
1992	61,0	57,5	64,5	56,0	53,5	62,5	86,5	86	115	135,5	104,5	71	79,5
1993	52,5	55,5	63,0	66,0	83,0	98	83	77,5	127,5	115,5	101,5	57,5	81,7
1994	53,0	59,5	66,0	71,0	72,5	100,5	73	62,5	116	108	83	50	76,3
1995	52,5	54,0	53,0	60,0	66,5	87	99,5	97	111	142,5	105	54	81,8
1996	53,0	52,5	67,0	65,0	63,5	91,5	106	105	126	133	91,5	64,5	84,9
1997	66,5	61,0	72,0	67,0	61,0	71,5	101,5	95,5	106,5	120,5	73,5	37	77,8
Moy.	55,4	55,0	58,9	62,4	78,9	82,1	71,8	85,2	123,8	127,2	98,5	55,0	79,5

Tableau : 7 Débits observés à Kirango (Markala aval) (m3/s)

Année	Janv	Févr	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept	Octob	Nov	Décem	An.
1982	177,0	47,0	60,3	50,7	75,5	300	756	1640	3090	1880	1040	396	792,7
1983	117,0	60,4	35,2	30,0	33,0	204	810	1590	2480	2090	698	332	706,6
1984	123,0	66,2	46,2	38,2	16,7	152	491	1480	1440	1620	543	272	524,0
1985	100,0	36,9	35,8	30,1	11,1	45,7	327	1710	3450	2650	693	237	777,2
1986	73,8	32,3	46,8	38,4	48,9	74,2	288	940	2670	2150	831	260	621,1
1987	110,0	50,5	80,9	40,8	72,1	160	274	1250	1840	2120	956	287	603,4
1988	87,4	43,9	43,9	30,1	24,7	40,9	424	1410	2710	1560	567	176	593,2
1989	65,7	44,0	41,4	44,2	66,5	49,9	227	903	1980	1830	638	293	515,2
1990	78,5	25,9	22,5	35,6	43,8	128	515	1280	2100	1820	710	290	587,4
1991	108,0	47,8	38,6	35,9	24,6	101	455	1270	2210	2060	947	293	632,6
1992	86,1	62,4	48,3	48,2	42,6	112	567	1210	2460	1820	728	280	622,1
1993	104,0	37,6	34,3	34,8	59,2	83,5	359	1320	1850	1810	958	421	589,3
1994	121,0	36,5	44,1	35,2	38,1	221	850	1700	3520	4720	2950	851	1257,2
1995	264,0	110,0	73,4	73,6	75,0	183	312	1870	4130	4120	1510	551	1106,0
1996	208,0	125,0	66,3	55,8	112,0	111	297	1460	3050	3300	1240	377	866,8
1997	127,0	51,7	26,3	30,1	44,9	149	738	1540	3180	2700	1140	394	843,4
Moy.	121,9	54,9	46,5	40,7	49,3	132,2	480,6	1410,8	2635,0	2390,6	1009,3	356,9	727,4

Tableau : 8 Débits naturels à Kirango (m3/s)

Année	Janv	Févr	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept	Octob	Nov	Décem	An.
1982	110,2	58,0	33,5	33,2	97,4	302,5	971,0	2151,5	3325,1	2027,3	972,9	358,9	870,1
1983	97,4	54,2	32,9	17,0	30,9	254,9	883,3	2065,8	2935,0	1991,9	653,7	288,4	775,5
1984	82,0	34,3	13,9	7,9	46,0	118,4	598,8	2026,9	2037,3	1701,6	554,1	236,6	621,5
1985	62,3	22,7	8,8	4,9	7,2	21,3	640,0	2589,9	3819,7	2459,0	675,8	243,4	879,6
1986	61,4	21,2	8,4	7,3	10,1	26,7	334,6	1520,9	3451,2	2137,9	820,8	248,4	720,7
1987	71,0	28,4	6,9	2,4	4,0	194,4	514,7	1602,5	2554,1	2305,6	783,1	263,9	694,2
1988	74,8	27,0	12,8	8,2	11,5	38,6	451,8	1771,1	3188,1	1454,3	454,2	179,2	639,3
1989	57,1	23,4	15,4	14,5	14,1	55,7	344,6	1452,7	2527,4	1925,2	604,2	257,6	607,7
1990	69,6	31,1	11,2	2,6	42,2	67,6	620,5	2007,1	2643,8	1889,2	687,6	266,0	694,9
1991	78,9	35,7	13,7	10,9	23,7	86,0	694,7	2032,4	2710,8	2120,0	912,5	328,8	754,0
1992	88,8	47,1	24,9	11,4	18,2	117,5	744,0	1857,0	3265,6	1953,3	744,3	270,3	761,9
1993	74,3	35,4	26,3	19,8	29,6	82,8	453,6	1881,6	2708,2	2032,3	973,6	390,1	725,6
1994	99,9	47,9	41,5	15,7	30,1	230,3	905,5	2106,9	4568,4	4674,8	2817,5	749,6	1357,3
1995	229,4	114,7	58,1	55,7	79,1	146,2	479,0	2831,2	4954,5	4098,7	1423,0	485,8	1246,3
1996	191,9	118,9	54,2	46,0	75,8	176,7	551,9	2237,7	4118,1	3370,7	1170,2	386,4	1041,5
1997	143,8	75,2	36,7	22,8	55,3	186,8	944,0	2165,8	4011,2	2698,4	1092,9	418,9	987,6
Moy.	99,5	48,5	25,0	17,5	35,9	131,6	633,2	2018,8	3301,2	2427,5	958,8	335,8	836,1

Tableau: 9 Débits à Kirango avec Sélingué sans Markala (m3/s)

Année	Janv	Févr	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept	Octob	Nove	Décem	An.
1982	249,8	125,3	129,4	125,0	162,2	415,7	836,0	1731,5	3247,8	2017,4	1174,7	450,0	888,7
1983	178,1	110,2	88,6	91,9	102,4	271,5	861,6	1642,7	2608,6	2218,4	798,6	379,2	779,3
1984	161,2	103,9	92,9	99,3	98,8	220,3	547,0	1554,6	1576,8	1757,8	639,7	312,9	597,1
1985	144,8	82,9	83,5	89,3	95,8	123,9	374,9	1766,2	3585,4	2787,1	782,4	279,0	849,6
1986	119,8	78,5	98,0	83,7	121,0	152,2	338,3	1046,6	2785,5	2281,6	944,0	312,7	696,8
1987	164,2	102,3	131,2	109,9	173,4	230,3	339,6	1355,9	1974,3	2267,7	1058,5	347,3	687,9
1988	148,6	107,8	105,6	92,1	118,6	123,5	486,4	1497,8	2803,8	1691,4	650,9	243,6	672,5
1989	123,7	101,0	100,4	104,7	148,0	138,4	281,0	989,0	2109,5	1960,5	744,0	345,0	595,4
1990	127,0	77,4	79,0	92,6	144,8	205,5	572,5	1376,5	2232,5	1944,5	816,5	350,0	668,2
1991	171,0	105,3	99,6	98,4	114,1	177	529,0	1352,5	2324,5	2133,5	1031,0	362,5	708,2
1992	147,1	119,9	112,8	104,2	96,1	174,5	653,5	1296,0	2575,0	1955,5	832,5	351,0	701,5
1993	156,5	93,1	97,3	100,8	142,2	181,5	442,0	1397,5	1977,5	1925,5	1059,5	478,5	671,0
1994	174,0	96,0	110,1	106,2	110,6	321,5	923,0	1762,5	3636,0	4828,0	3033,0	901,0	1333,5
1995	316,5	164,0	126,4	133,6	141,5	270	411,5	1967,0	4241,0	4262,5	1615,0	605,0	1187,8
1996	261,0	177,5	133,3	120,8	175,5	202,5	403,0	1565,0	3176,0	3433,0	1331,5	441,5	951,7
1997	193,5	112,7	98,3	97,1	105,9	220,5	839,5	1635,5	3286,5	2820,5	1213,5	431,0	921,2
Moy.	177,3	109,9	105,4	103,1	128,2	214,3	552,4	1496,1	2758,8	2517,8	1107,8	411,9	806,9

Tableau : 10 Débits à Kirango avec Markala sans Sélingué (m3/s)

Année	Janv	Févr	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept	Octob	Nove	Décem	An.
1982	37,4	0,0	0,0	0,0	10,7	186,8	891,0	2060,0	3167,3	1889,9	838,2	304,9	782,2
1983	36,3	4,4	0,0	0,0	0,0	187,4	831,7	2013,1	2806,4	1863,5	553,1	241,2	711,4
1984	43,8	0,0	0,0	0,0	0,0	50,1	542,8	1952,3	1900,5	1563,8	457,4	195,7	558,9
1985	17,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	592,1	2533,7	3684,3	2321,9	586,4	201,4	828,1
1986	15,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	284,3	1414,3	3335,7	2006,3	707,8	195,7	663,3
1987	16,8	0,0	0,0	0,0	0,0	124,1	449,1	1496,6	2419,8	2157,9	680,6	203,6	629,0
1988	13,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	389,4	1683,3	3094,3	1322,9	370,3	111,6	582,1
1989	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	290,6	1366,7	2397,9	1794,7	498,2	205,6	546,1
1990	21,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	563,0	1910,6	2511,3	1764,7	581,1	206,0	629,8
1991	15,9	0,0	0,0	0,0	0,0	10,0	620,7	1949,9	2596,3	2046,5	828,5	259,3	693,9
1992	27,8	0,0	0,0	0,0	0,0	55,0	657,5	1771,0	3150,6	1817,8	639,8	199,3	693,2
1993	21,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	370,6	1804,1	2580,7	1916,8	872,1	332,6	658,2
1994	46,9	0,0	0,0	0,0	0,0	129,8	832,5	2044,4	4452,4	4566,8	2734,5	699,6	1292,2
1995	176,9	60,7	0,0	0,0	12,6	59,2	379,5	2734,2	4843,5	3956,2	1318,0	431,8	1164,4
1996	138,9	66,4	0,0	0,0	12,3	85,2	445,9	2132,7	3992,1	3237,7	1078,7	321,9	959,3
1997	77,3	14,2	0,0	0,0	0,0	115,3	842,5	2070,3	3904,7	2577,9	1019,4	381,9	917,0
Moy.	44,2	9,1	0,0	0,0	2,2	62,7	561,4	1933,6	3177,4	2300,3	860,3	280,8	769,3

Tableau : 11 Débits observés à Douna (m3/s)

Année	janv	Févr	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept	Octob	Nov	Décem	An.
1982	38,3	18,0	7,0	3,5	7,2	36,1	83,5	365	753	418	176	70,3	164,7
1983	29,3	10,6	3,6	1,6	5,6	20,7	47,2	140	288	241	67,6	23	73,2
1984	7,4	2,6	0,9	0,3	0,0	54,1	24,1	99,1	254	288	84,9	24,5	70,0
1985	7,5	2,3	0,8	0,1	0,0	7,69	104	311	657	519	131	40,8	148,4
1986	11,0	3,8	1,3	0,4	0,3	14,5	61	216	590	393	115	38,1	120,4
1987	10,9	3,9	1,2	0,3	0,0	8,18	21,9	151	335	339	115	29,7	84,7
1988	7,1	2,8	0,9	0,2	0,0	6,15	169	500	1190	810	225	62,8	247,8
1989	20,2	8,5	3,5	1,2	0,5	1,38	35,7	370	1010	577	151	46,7	185,5
1990	16,5	7,4	2,1	0,5	0,1	3,18	123	640	553	381	119	43,5	157,4
1991	14,0	4,1	1,1	0,3	0,1	40,8	58,7	539	875	497	225	76	194,3
1992	32,7	13,7	3,6	1,0	0,5	29	58,8	225	701	456	152	58,5	144,3
1993	22,6	7,7	1,8	0,6	0,1	0,16	93,9	227	688	422	149	56,2	139,1
1994	24,0	7,6	1,6	0,4	0,2	24,4	125	915	1470	1610	1090	333	466,8
1995	95,9	51,5	24,1	10,3	11,9	40,9	52	449	891	823	355	109	242,8
1996	48,5	18,5	5,3	1,2	1,2	34,5	63,6	511	817	678	240	80,5	208,3
1997	33,9	9,4	2,3	0,8	6,2	46,3	85,3	507	997	570	210	76,7	212,1
Moy.	26,2	10,8	3,8	1,4	2,1	23,0	75,4	385,3	754,3	563,9	225,3	73,1	178,7

Tableau : 12 Débits observés à Mopti (m3/s)

Année	janv	Févr	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept	Octob	Nov	Décem	An.
1982	235,0	128,0	80,7	69,7	87,8	254	465	1100	2050	1820	1050	465	650,4
1983	195,0	103,0	70,0	30,9	27,4	89,9	485	889	1540	1620	721	338	509,1
1984	169,0	110,0	63,5	56,5	49,4	129	293	800	1110	1290	563	285	409,9
1985	148,0	63,3	64,1	54,1	33,8	31,4	259	1110	1980	2150	918	362	597,8
1986	146,0	77,6	73,8	51,1	56,2	71,5	222	634	1720	1810	849	341	504,4
1987	178,0	92,7	98,3	74,1	79,0	114	220	745	1320	1550	907	336	476,2
1988	172,0	87,0	70,9	49,2	36,6	31,1	312	1130	2060	2080	930	370	610,7
1989	161,0	90,5	74,8	47,6	87,3	63,1	168	692	1720	1830	886	379	516,6
1990	174,0	85,1	50,7	52,6	48,0	118	326	1190	1640	1700	822	361	547,3
1991	184,0	104,0	77,7	67,0	51,0	96,8	290	1090	1830	1870	1160	449	605,8
1992	196,0	142,0	97,5	81,4	77,7	107	348	838	1610	1820	878	395	549,2
1993	202,0	107,0	78,7	77,0	82,1	95,6	271	820	1560	1660	990	460	533,6
1994	208,0	104,0	92,6	78,4	74,9	136	558	1480	2480	2960	2900	1790	1071,8
1995	683,0	288,0	169,0	142,0	123,0	194	252	1030	2230	2590	2190	946	903,1
1996	357,0	211,0	137,0	106,0	124,0	150	248	1200	2070	2420	1630	602	771,3
1997	258,0	139,0	96,9	101,0	91,5	145	501	1260	2060	2250	1360	545	734,0
Moy.	229,1	120,8	87,3	71,2	70,6	114,2	326,1	1000,5	1811,3	1963,8	1172,1	526,5	624,4

Tableau : 13 Débits naturels à Mopti (m3/s)

Année	janv	Févr	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept	Octob	Nove	Décem	An.
1982	278,2	131,3	67,6	33,8	22,7	186,8	542,2	1288,4	1929,0	2161,1	1067,3	545,0	687,8
1983	229,0	100,2	60,9	18,6	11,5	159,2	466,3	1185,9	1695,2	1867,0	927,5	346,8	589,0
1984	112,4	60,4	35,1	9,8	4,9	104,1	316,0	1159,6	1530,4	1697,7	874,7	297,4	516,9
1985	108,9	54,4	29,3	7,2	3,0	43,2	415,4	1415,3	1978,5	2198,2	1270,6	398,1	660,2
1986	127,0	59,7	29,7	9,4	4,7	47,9	235,6	1031,2	1891,7	2102,7	1082,3	475,5	591,4
1987	128,5	63,3	28,0	5,2	1,6	126,3	276,2	1036,6	1647,4	1825,2	1093,1	452,9	557,0
1988	109,3	58,2	33,9	10,0	5,1	51,1	397,4	1207,4	2063,0	2352,0	1181,6	321,5	649,2
1989	173,8	79,7	41,4	16,1	9,6	57,8	214,4	1059,5	1885,9	2151,5	1152,8	367,1	600,8
1990	157,2	78,0	34,2	5,6	2,0	64,1	426,0	1331,5	1741,1	1947,3	998,9	398,0	598,7
1991	146,1	66,8	35,2	12,4	6,8	84,5	393,9	1306,5	1868,4	2116,5	1152,8	596,5	648,9
1992	244,9	109,8	52,0	13,4	7,6	95,9	415,9	1145,1	1900,1	2125,5	1072,9	451,8	636,2
1993	189,7	81,3	50,4	20,0	12,3	70,4	322,0	1153,8	1800,7	2024,4	1071,7	587,6	615,4
1994	202,1	85,6	66,8	16,4	9,7	148,5	555,1	1455,2	2398,4	3000,0	2905,5	2031,2	1072,9
1995	600,3	288,0	125,4	58,6	41,7	113,4	290,9	1540,5	2255,6	2606,0	2107,4	980,8	917,4
1996	347,4	157,7	87,3	42,3	28,6	126,0	335,1	1365,1	2086,8	2470,0	1761,3	760,1	797,3
1997	262,1	103,8	62,6	22,6	14,3	134,5	532,0	1340,0	2133,4	2397,3	1460,6	695,8	763,3
Moy.	213,6	98,6	52,5	18,8	11,6	100,9	383,4	1251,4	1925,3	2190,2	1323,8	606,6	681,4

Tableau : 14 Débits observés à Mopti avec Sélingué sans Markala (m3/s)

Année	janv	Févr	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept	Octob	Nove	Décem	An.
1982	306,1	168,3	133,6	110,0	77,8	241,0	482,0	1149,8	1843,3	2148,0	1064,4	742,0	705,5
1983	245,2	132,2	95,2	80,8	56,4	167,1	456,6	1046,3	1584,7	1811,5	995,5	440,5	592,7
1984	128,3	98,3	94,0	85,7	59,8	153,0	292,9	1003,7	1418,0	1619,4	891,6	357,3	516,8
1985	125,4	86,4	86,3	77,2	53,7	92,4	297,2	1143,5	1860,4	2158,3	1369,0	475,1	652,1
1986	138,7	89,9	98,7	72,8	50,5	108,1	237,2	874,6	1716,9	1989,5	1125,4	560,9	588,6
1987	147,1	102,5	125,2	94,5	66,1	143,5	198,2	955,3	1506,0	1726,7	1081,8	629,6	564,7
1988	124,0	100,9	104,2	79,6	55,4	91,7	412,8	1117,3	1929,7	2286,6	1252,7	462,0	668,1
1989	187,2	119,6	104,4	91,0	63,8	97,4	186,0	906,5	1762,5	2080,4	1163,4	466,1	602,4
1990	168,7	103,3	84,9	80,3	55,9	130,1	404,6	1123,4	1621,0	1877,4	1015,5	487,2	596,0
1991	164,5	104,6	99,6	85,0	59,3	128,1	320,0	1082,2	1747,5	2050,8	1156,9	690,1	640,7
1992	256,6	149,0	114,5	90,4	79,3	123,2	375,6	959,9	1724,2	2008,1	1073,5	519,9	622,9
1993	206,1	112,6	99,1	84,2	80,9	117,7	316,8	994,1	1630,0	1800,0	1039,7	654,0	594,6
1994	216,9	113,4	109,0	91,5	85,0	192,2	562,9	1341,6	2152,5	2652,1	2997,5	2193,5	1059,0
1995	617,8	317,1	180,3	153,3	138,4	192,7	260,8	1255,3	2040,6	2594,0	2033,5	1131,5	907,9
1996	361,2	196,4	139,8	118,4	136,4	158,4	268,7	1143,1	1855,0	2467,0	1678,8	880,9	783,3
1997	272,1	128,8	100,7	112,3	105,9	150,6	485,4	1165,0	1934,5	2274,1	1416,3	789,1	744,6
Moy.	229,1	132,7	110,6	94,2	76,5	142,9	347,4	1078,8	1770,4	2096,5	1334,7	717,5	677,5

Tableau : 15 Débits observés à Mopti avec Markala sans Sélingué (m3/s)

Année	janv	Févr	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept	Octob	Nov	Décem	An.
1982	261,8	105,7	12,6	2,9	0,8	131,3	506,5	1258,2	1831,3	2134,3	963,7	540,1	645,8
1983	215,0	78,6	6,5	1,3	0,0	126,9	443,3	1168,5	1614,4	1845,1	827,5	293,2	551,7
1984	102,6	46,3	1,6	0,2	0,0	71,4	291,0	1135,0	1466,6	1674,4	781,8	247,9	484,9
1985	99,1	44,9	1,4	0,1	0,0	33,1	394,0	1396,8	1875,2	2175,2	1152,8	357,5	627,5
1986	117,1	50,7	2,3	0,3	0,0	35,2	213,2	996,0	1799,5	2083,1	976,6	419,2	557,7
1987	116,8	51,4	2,2	0,2	0,0	92,6	247,0	1001,7	1572,8	1802,4	977,6	402,9	522,3
1988	96,4	47,0	1,7	0,1	0,0	32,6	369,5	1178,5	1973,2	2336,0	1098,5	293,7	618,9
1989	162,4	69,1	6,3	1,0	0,0	31,1	190,3	1031,1	1805,8	2129,4	1054,4	318,6	566,6
1990	146,4	64,6	3,7	0,4	0,0	31,7	400,3	1299,7	1662,8	1924,8	903,3	346,0	565,3
1991	132,7	52,0	1,9	0,3	0,0	48,1	360,9	1279,3	1788,3	2097,0	1063,2	568,6	616,0
1992	231,3	89,1	6,5	0,8	0,0	66,0	377,3	1116,7	1810,5	2106,0	972,2	404,3	598,4
1993	178,1	66,0	3,3	0,4	0,0	30,7	285,0	1128,3	1720,5	2002,7	973,8	541,6	577,5
1994	189,1	65,4	2,9	0,3	0,0	100,4	522,6	1434,6	2275,0	2704,1	2548,6	1989,7	986,1
1995	581,0	255,7	43,4	8,3	7,2	71,7	246,5	1508,5	2131,0	2486,9	1811,1	953,3	842,0
1996	329,8	130,2	9,6	1,0	0,5	82,2	287,9	1330,4	1977,4	2305,9	1513,4	729,2	724,8
1997	245,0	77,2	4,1	0,6	0,0	100,2	486,7	1308,5	2027,3	2379,2	1258,4	672,7	713,3
Moy.	200,3	80,9	6,9	1,1	0,5	67,8	351,4	1223,2	1833,2	2136,7	1179,8	567,4	637,4

Tableau : 16 Débits observés à Diré (m3/s)

Année	janv	Févr	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept	Octob	Nov	Décem	An.
1982	905,0	337,0	107,0	45,3	38,3	81,1	326	815	1340	1610	1550	1180	694,6
1983	593,0	205,0	82,4	28,5	11,5	18,8	291	724	1170	1440	1330	877	564,3
1984	378,0	147,0	59,5	38,6	23,3	40,2	182	588	1040	1200	1110	642	454,1
1985	274,0	104,0	49,1	25,9	20,6	8,29	104	707	1320	1650	1680	1130	589,4
1986	487,0	157,0	68,0	48,2	37,4	42,4	113	470	1070	1490	1400	958	528,4
1987	430,0	168,0	95,0	66,0	46,3	75,4	164	501	1060	1320	1320	898	512,0
1988	406,0	153,0	71,7	36,2	20,3	7,7	107	820	1440	1720	1580	995	613,1
1989	409,0	153,0	75,8	43,7	53,0	58,7	92,9	458	1170	1480	1390	907	524,3
1990	505,0	179,0	58,9	23,1	30,2	40,8	172	675	1150	1380	1360	999	547,8
1991	391,0	159,0	76,8	45,0	30,2	28,7	176	757	1300	1550	1550	1170	602,8
1992	657,0	272,0	113,0	74,4	67,4	52,8	190	662	1080	1440	1460	1100	597,4
1993	547,0	206,0	86,6	48,3	45,7	64,2	140	502	1070	1390	1400	1130	552,5
1994	654,0	244,0	91,0	58,9	42,6	45,8	316	898	1440	1850	2070	2200	825,9
1995	1990	1380	623,0	216,0	135,0	130	214	559	1270	1690	1930	1900	1003,1
1996	1230	571	248,0	133,0	103,0	123	181	682	1370	1690	1740	1550	801,8
1997	905,0	398,0	135,0	58,8	56,0	92,3	304	851	1350	1660	1720	1410	745,0
Moy.	672,6	302,1	127,6	61,9	47,6	56,9	192,1	666,8	1227,5	1535,0	1536,9	1190,4	634,8

Tableau : 17 Débits naturels à Diré (m³/s)

Année	janv	Févr	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept	Octob	Nov	Déce	An.
1982	900,0	498,8	308,9	142,1	42,7	13,3	264,1	827,7	1297,8	1478,3	1697,8	1371,6	736,9
1983	772,3	395,7	204,0	124,3	39,8	6,0	223,2	770,1	1247,3	1354,5	1562,2	1051,3	645,9
1984	631,4	170,0	90,0	46,0	25,4	2,4	149,8	655,9	1234,3	1267,1	1466,6	863,8	550,2
1985	595,1	175,0	80,0	40,6	21,3	1,4	81,2	731,4	1360,3	1504,6	1726,5	1411,4	644,1
1986	668,6	172,8	63,6	41,8	24,7	2,2	86,1	594,9	1171,1	1458,6	1676,2	1308,5	605,8
1987	723,8	176,0	76,3	37,2	18,1	0,7	178,0	625,7	1173,8	1329,1	1534,5	1005,3	573,2
1988	707,8	170,0	92,0	52,8	25,7	2,4	89,3	717,7	1257,9	1549,4	1775,5	1575,7	668,0
1989	612,9	276,6	133,4	72,8	35,7	4,9	96,4	578,8	1185,0	1455,5	1672,8	1361,2	623,8
1990	646,2	240,0	127,7	53,7	18,8	0,9	103,2	739,4	1319,0	1378,8	1588,9	1139,5	613,0
1991	668,5	215,3	88,7	56,2	29,6	3,3	126,2	715,1	1306,7	1446,3	1662,7	1323,4	636,8
1992	807,6	429,4	236,5	100,9	31,2	3,8	139,8	731,8	1227,2	1463,1	1681,1	1333,2	682,1
1993	707,0	311,3	138,8	96,4	42,1	6,5	110,1	660,5	1231,5	1410,4	1623,4	1223,6	630,1
1994	801,5	373,0	175,0	99,0	36,1	4,9	208,1	837,5	1462,3	2015,0	2157,2	2472,0	886,8
1995	1984,7	1102,1	802,4	295,3	111,7	29,2	161,3	636,9	1422,0	1922,2	2063,2	2038,3	1047,4
1996	1250,6	638,8	396,1	194,3	81,1	17,7	177,6	670,5	1335,6	1562,0	1789,3	1700,5	817,8
1997	916,3	465,4	216,1	128,8	46,6	7,7	188,9	820,0	1323,2	1586,7	1816,4	1623,8	761,7
Moy.	887,1	363,1	201,8	98,9	39,4	6,7	149,0	707,1	1284,7	1511,3	1718,4	1425,2	695,2

Tableau : 18 Débits à Diré avec Sélingué sans Markala (m³/s)

Année	janv	Févr	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept	Octob	Nov	Décem	An.
1982	1000	556,0	354,6	176,3	132,4	71,3	352,5	782,0	1229,5	1433,0	1590,0	1231,2	742,4
1983	1053,0	429,9	248,7	96,4	79,9	44,5	234,7	762,7	1178,5	1295,9	1460,0	1197,8	673,5
1984	787,1	175,5	156,3	93,7	88,4	48,4	214,4	638,4	1157,5	1207,6	1189,1	1147,4	575,3
1985	710,5	169,1	135,5	76,1	73,9	41,4	135,5	641,6	1226,4	1442,0	1700,0	1379,0	644,2
1986	818,6	199,0	164,1	104,2	66,4	38,0	154,6	596,1	1093,9	1366,0	1500,0	1260,8	613,5
1987	895,4	217,6	189,3	160,0	104,0	56,0	201,2	566,5	1133,7	1254,2	1350,0	1239,7	614,0
1988	956,0	166,0	160,9	116,2	78,0	43,3	134,7	729,4	1213,5	1478,7	1780,0	1322,6	681,6
1989	806,7	305,7	223,5	116,6	97,8	53,1	141,5	557,2	1109,6	1390,1	1495,0	1279,2	631,3
1990	810,4	265,3	190,8	72,8	79,1	43,9	183,0	723,2	1216,5	1315,1	1400,0	1207,5	625,6
1991	829,5	256,1	193,5	106,2	87,3	47,8	180,4	658,9	1196,2	1382,2	1600,0	1276,1	651,2
1992	1008,5	453,8	282,3	138,1	96,7	52,5	174,0	701,2	1136,0	1369,8	1500,0	1235,7	679,0
1993	858,9	346,8	209,5	105,0	91,1	49,7	166,8	656,6	1152,8	1319,9	1449,0	1219,3	635,4
1994	977,2	369,9	211,1	126,5	98,7	63,4	272,5	843,4	1324,0	1596,8	1777,7	2269,0	827,5
1995	2078,4	1131,2	618,5	225,0	157,7	140,0	242,9	614,0	1281,5	1537,5	1744,6	1970,0	978,4
1996	1369,5	666,1	377,0	176,9	122,0	150,0	194,1	620,0	1226,2	1439,1	1759,0	1529,2	802,4
1997	1169,3	486,1	241,8	108,4	86,1	100,0	350,0	784,6	1237,0	1481,3	1762,0	1401,9	767,4
Moy.	1008,0	387,1	247,3	124,9	96,2	65,2	208,3	679,7	1194,5	1394,3	1566,0	1385,4	696,4

Tableau : 19 Débits à Diré avec Markala sans Sélingué (m3/s)

Année	janv	Févr	Mars	Avril	Mai	Juin	Juill	Août	Sept	Octob	Nove	Décem	An.
1982	800,0	451,0	195,6	42,2	3,7	0,0	184,7	800,6	1282,9	1426,6	1482,6	1182,4	654,4
1983	877,0	356,5	141,5	22,1	1,7	0,0	178,8	752,6	1238,7	1311,6	1317,7	1116,3	609,5
1984	650,6	115,3	77,0	5,6	0,3	0,0	111,3	637,0	1222,2	1233,3	1220,4	1094,2	530,6
1985	607,7	107,5	74,2	4,7	0,1	0,0	71,1	715,2	1351,2	1449,9	1505,8	1274,1	596,8
1986	710,8	147,6	85,6	7,8	0,4	0,0	73,2	577,9	1153,7	1409,7	1453,3	1188,6	567,4
1987	767,6	146,9	87,0	7,6	0,3	0,0	135,8	603,5	1156,5	1289,6	1293,4	1189,1	556,4
1988	752,6	101,4	78,3	5,7	0,2	0,0	70,6	696,6	1243,6	1501,8	1597,5	1247,8	608,0
1989	651,1	246,3	122,5	21,2	1,2	0,0	69,2	560,5	1171,0	1413,1	1479,8	1226,4	580,2
1990	674,5	211,8	113,4	12,6	0,5	0,0	69,7	720,0	1303,4	1337,3	1363,1	1153,1	579,9
1991	700,0	181,9	88,2	6,4	0,4	0,0	86,2	690,0	1293,3	1403,8	1461,3	1230,7	595,2
1992	902,3	389,9	162,4	21,9	1,0	0,0	105,3	702,5	1213,2	1415,6	1466,4	1186,5	630,6
1993	753,9	279,7	116,4	11,1	0,6	0,0	68,8	632,4	1218,9	1367,9	1407,6	1187,3	587,0
1994	878,2	302,8	115,1	9,9	0,4	0,0	145,2	812,8	1369,8	1661,7	1807,3	1951,1	754,5
1995	1959,8	1001,9	495,8	141,8	11,0	3,6	111,6	603,2	1406,2	1585,4	1683,5	1593,4	883,1
1996	1228,4	582,1	244,7	32,2	1,3	0,2	123,5	634,6	1318,5	1504,0	1580,4	1449,0	724,9
1997	1042,0	417,5	138,7	13,8	0,8	0,0	145,0	785,6	1307,7	1530,4	1622,2	1325,3	694,1
Moy.	872,3	315,0	146,0	22,9	1,5	0,2	109,4	682,8	1265,7	1427,6	1483,9	1287,2	634,5

Tableau : 20 Prélèvements de l'Office du Niger exprimés en % des débits observés à Koulikoro

Année	janv	Févr	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept	Octo	Nove	Décem	An.
1982	43,3	83,2	87,4	90,4	58,6	24,9	9,1	4,8	4,6	6,7	12,1	13,8	10,7
1983	30,9	39,5	51,3	66,0	58,3	20,1	5,6	2,8	4,4	5,7	13,3	13,6	8,7
1984	20,8	34,0	43,6	54,6	53,0	24,8	9,4	4,4	8,3	7,7	15,3	14,1	11,5
1985	29,7	46,1	47,7	55,8	73,0	48,0	9,9	2,8	3,5	5,0	12,0	14,4	7,9
1986	33,3	42,4	48,8	38,1	50,4	40,6	13,0	8,9	3,7	5,8	12,6	16,5	10,1
1987	31,1	37,8	38,1	47,0	53,0	26,7	14,9	7,1	6,3	6,2	10,6	17,4	11,5
1988	35,2	49,2	64,9	71,3	84,6	59,0	11,8	5,3	3,0	7,9	13,4	27,3	11,1
1989	43,6	52,3	67,0	47,3	47,4	70,2	17,4	7,7	5,9	6,5	14,7	15,3	12,9
1990	34,2	61,8	73,0	54,3	73,7	30,0	9,2	6,3	5,4	6,2	13,3	17,0	11,3
1991	35,2	49,6	52,1	61,3	83,6	36,4	12,0	5,6	4,5	3,2	8,4	19,1	10,0
1992	33,5	43,9	51,2	42,1	39,3	24,4	12,0	6,0	4,0	6,7	12,4	19,6	10,4
1993	28,8	49,6	53,4	48,5	49,1	41,2	17,0	5,0	5,8	5,8	9,7	12,7	11,3
1994	28,6	50,9	52,8	56,8	57,1	26,1	7,3	3,2	2,7	2,1	2,7	5,8	5,3
1995	15,1	25,2	30,3	32,1	34,6	24,9	20,8	4,2	2,3	3,3	6,6	9,1	6,3
1996	17,1	23,2	39,2	39,4	26,6	31,6	21,4	5,7	3,4	3,6	6,8	14,7	7,9
1997	30,8	41,5	77,4	62,6	38,6	24,0	10,9	5,3	2,8	4,1	6,0	8,4	7,7
Moy.	28,9	42,7	52,0	51,6	52,2	31,0	11,6	5,1	4,0	4,9	9,1	13,7	9,2

Fig.7 Débits mensuels du Sankarani à Sélingué (1982-1997)

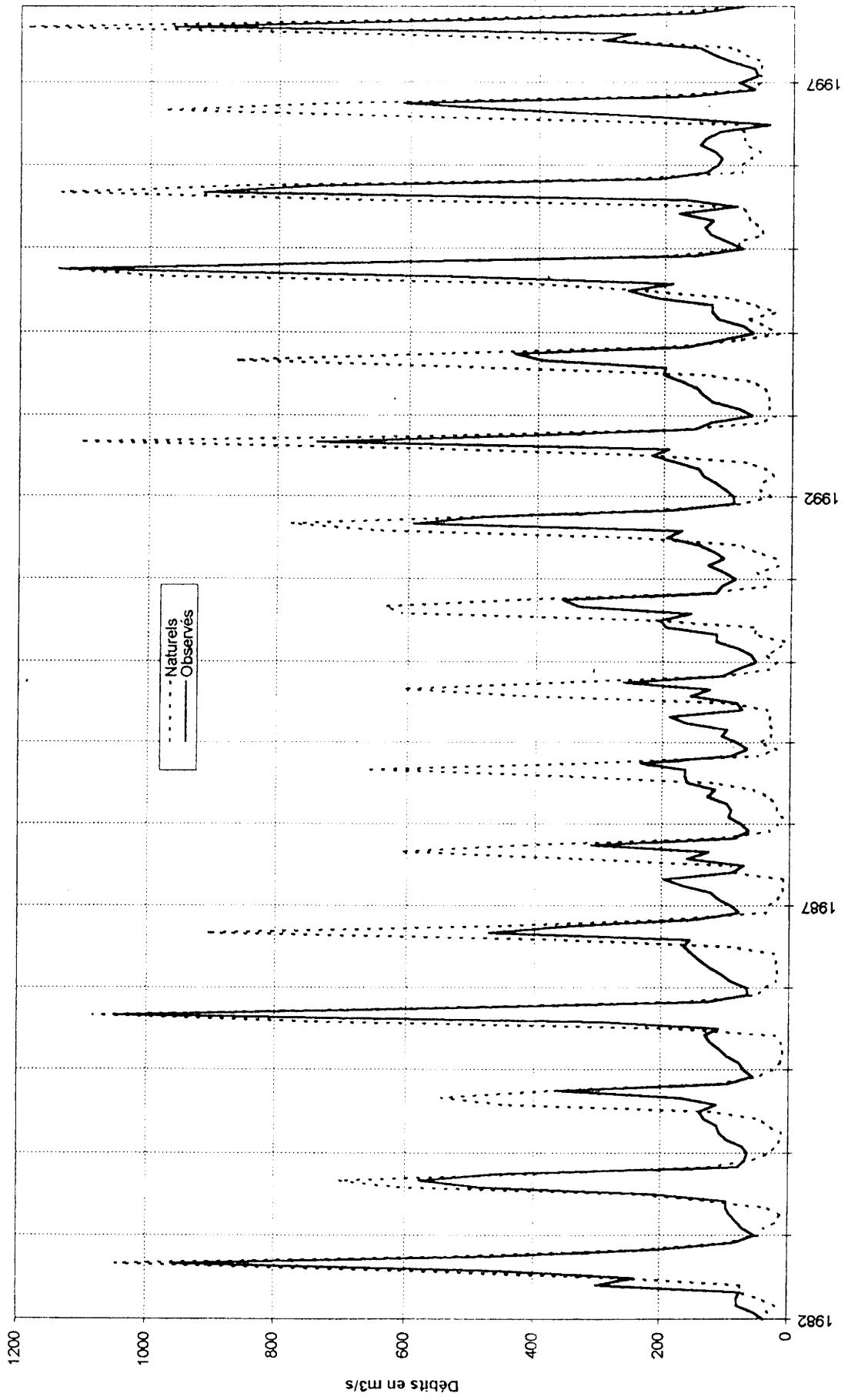


Fig: 8 Débits mensuels (1982-1997)

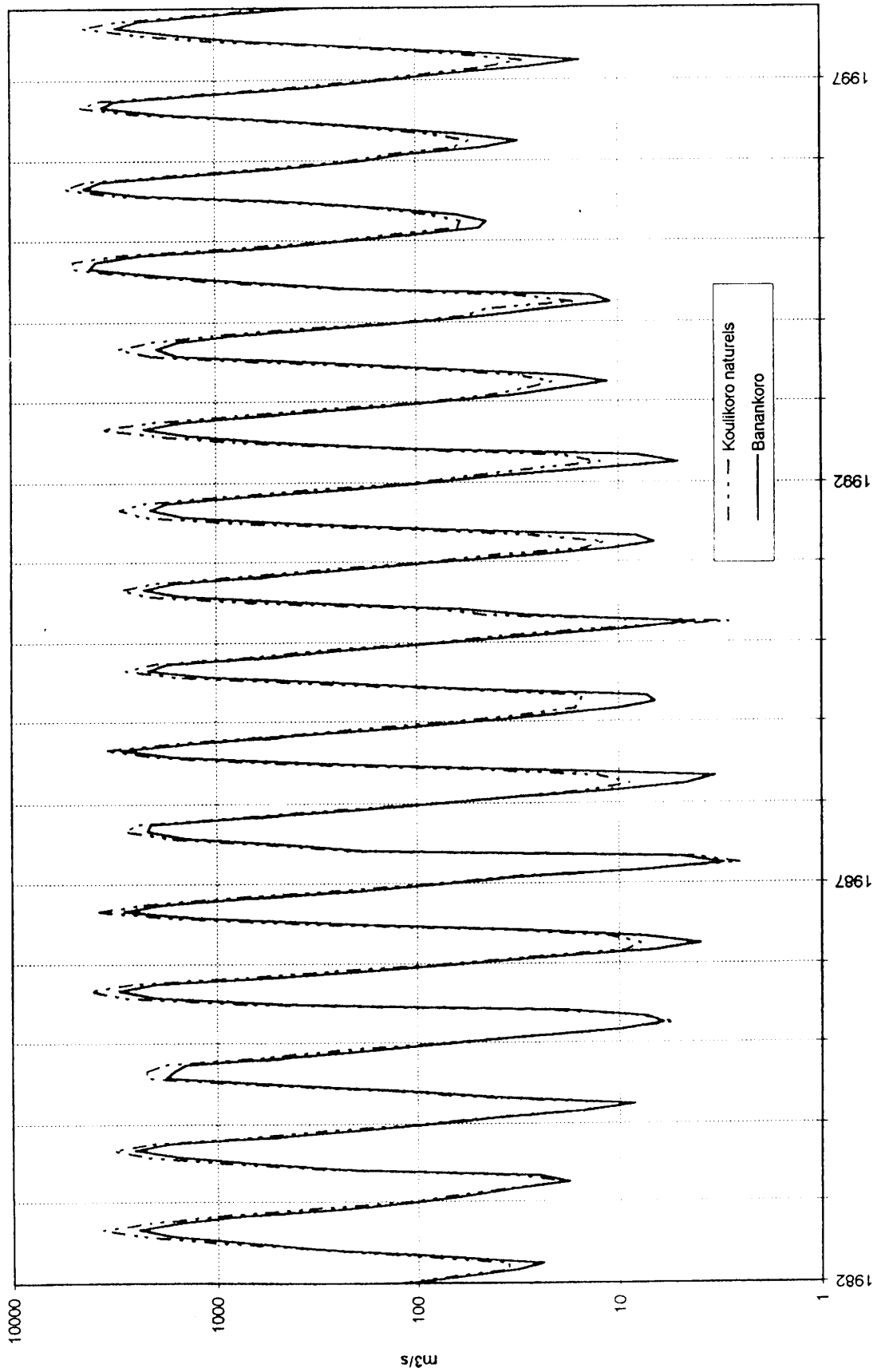


Fig: 9 Débits mensuels à Koulikoro (1982-1997)

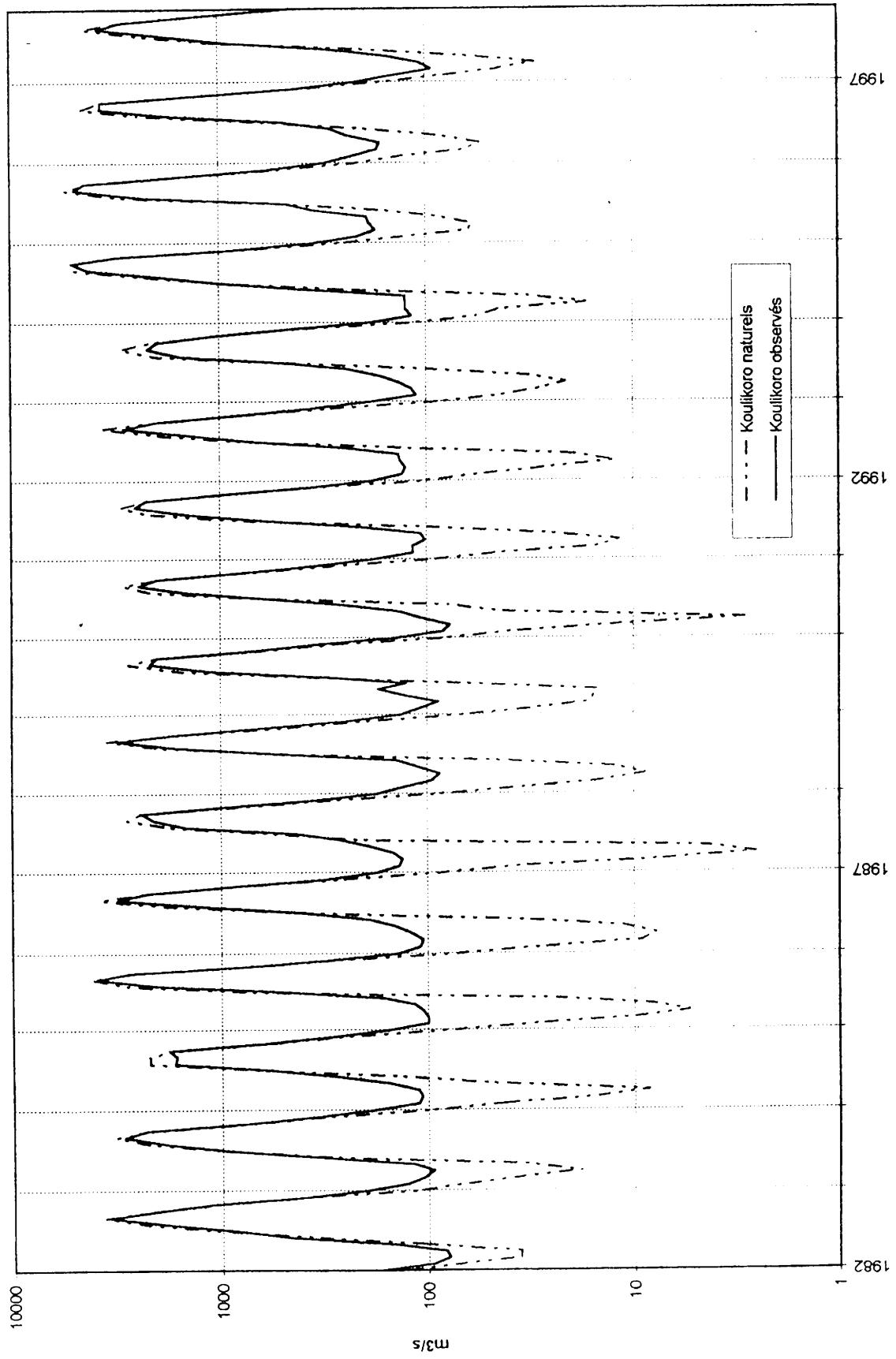


Fig: 10 Débits mensuels (1982-1997)

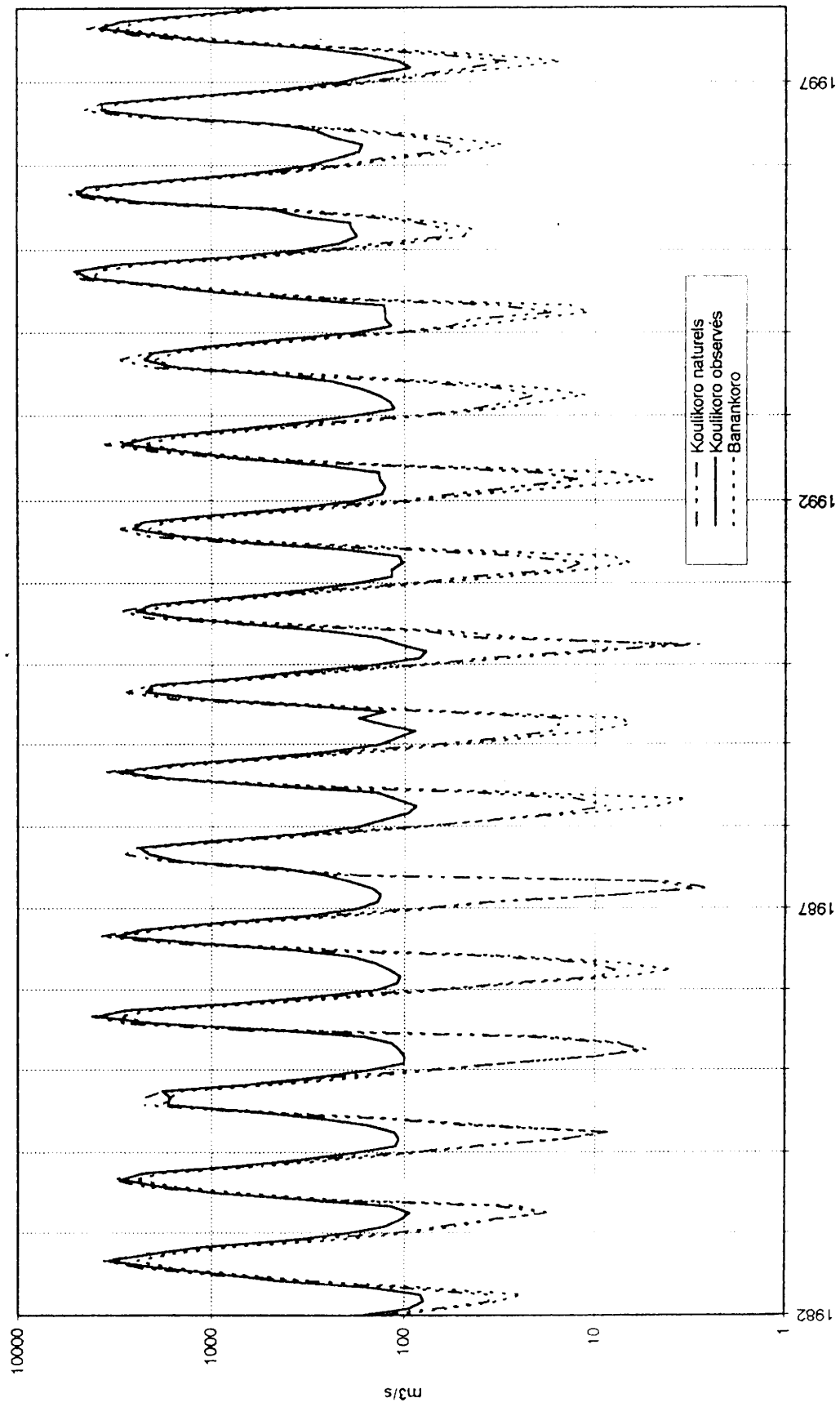


Fig: 11 Débits mensuels (1982-1997)

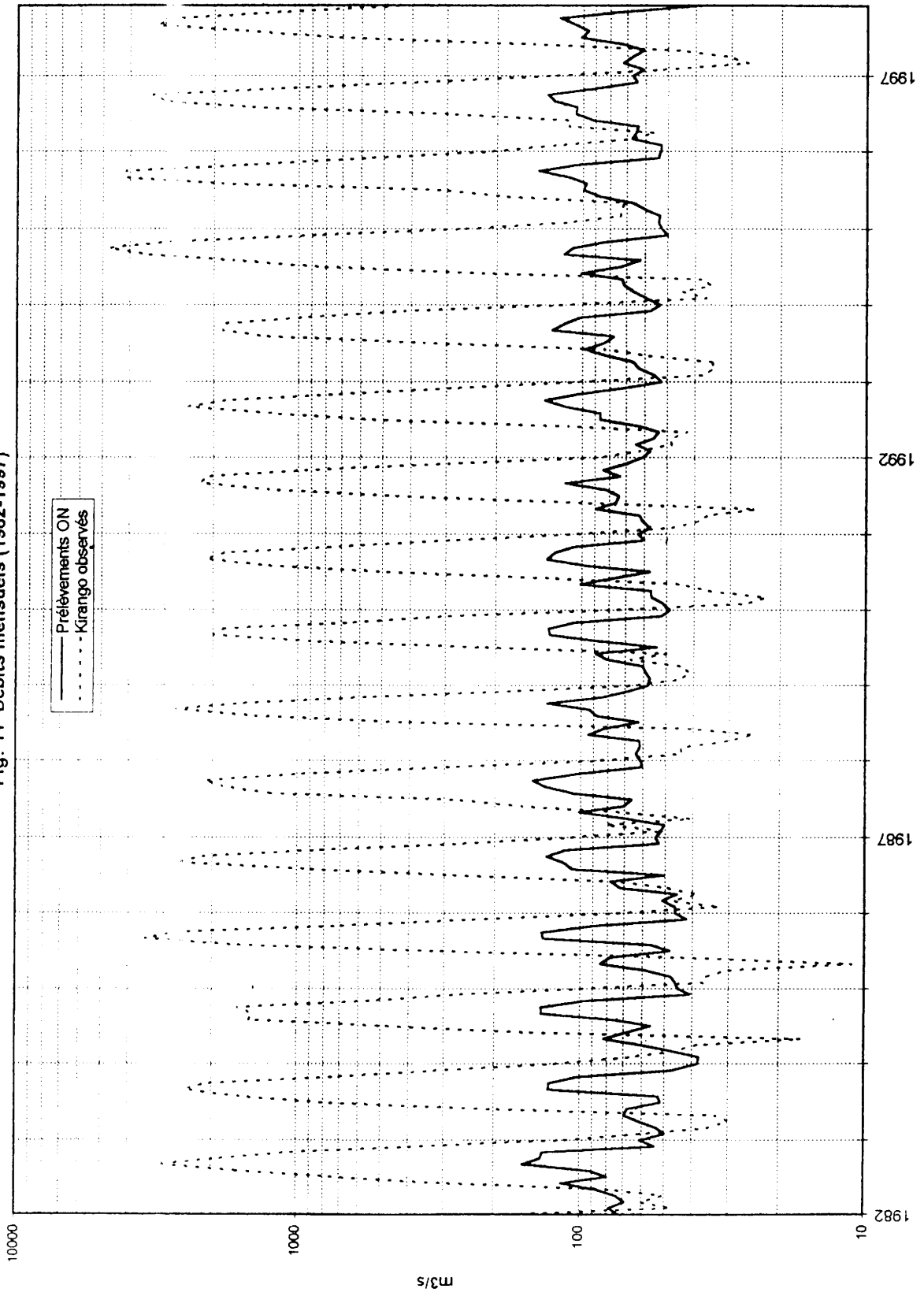


Fig: 12 Débits mensuels (1982-1997)

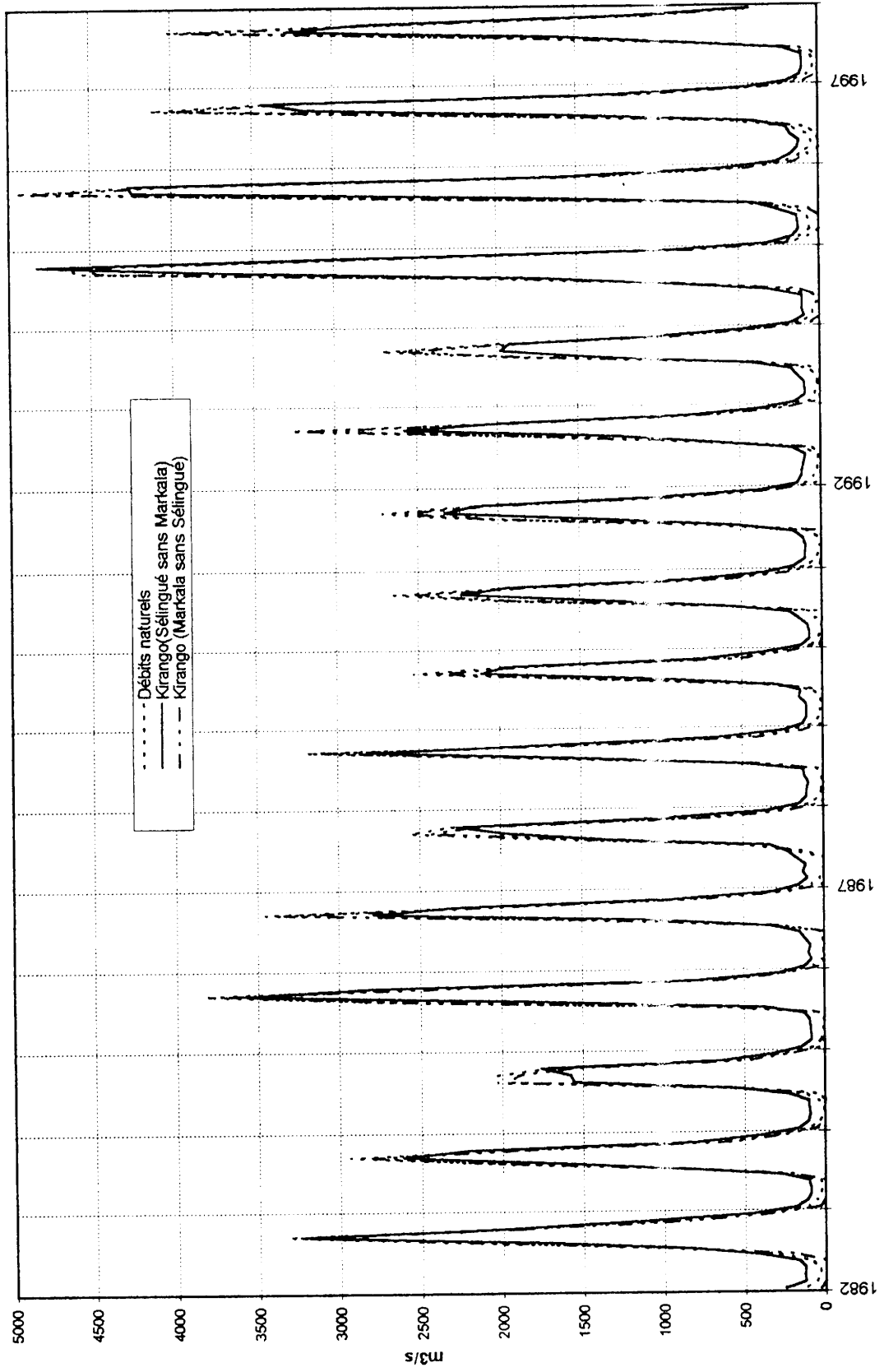


Fig: 13 Débits mensuels à Kirango (1982-1997)

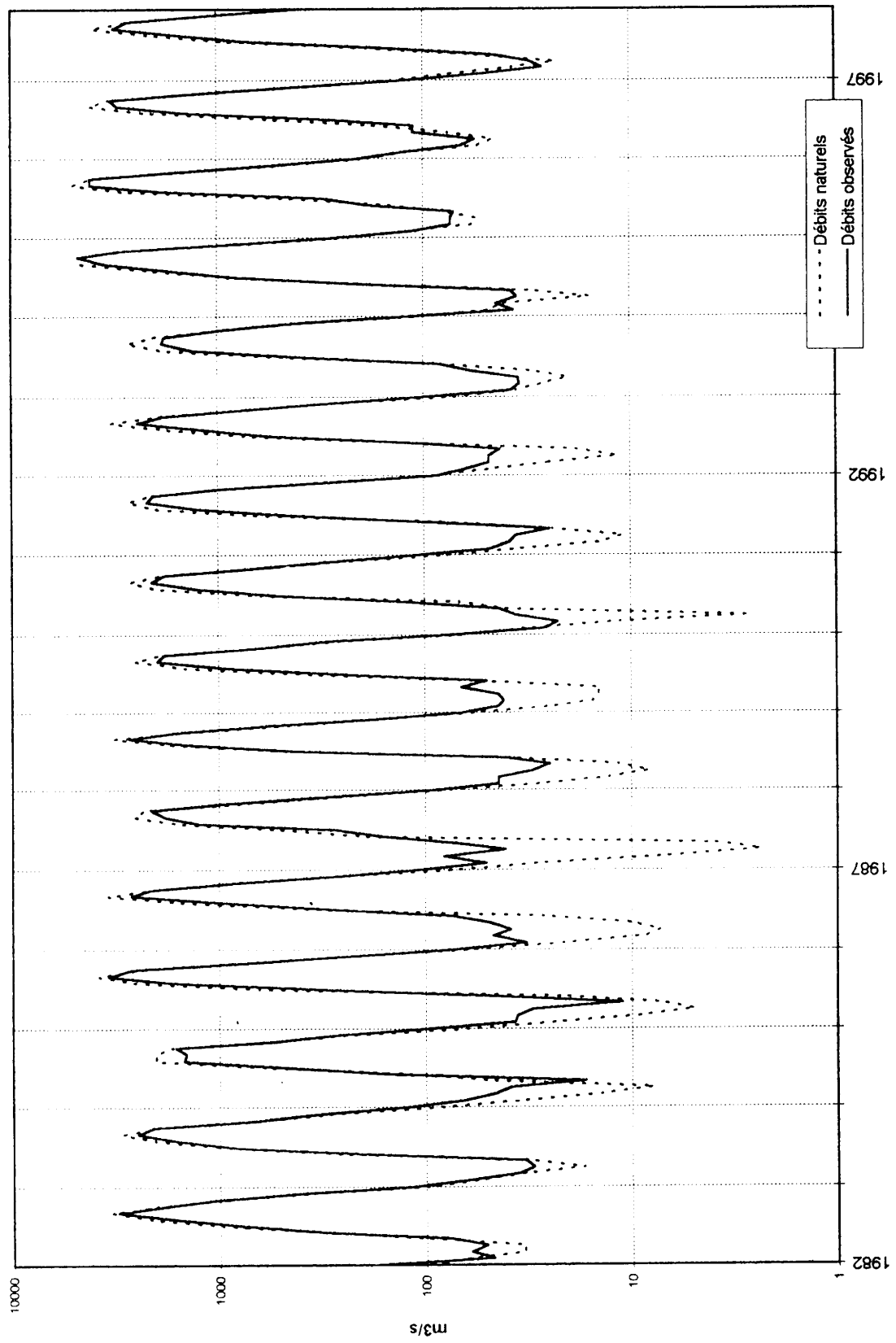


Fig : 14 Débits mensuels à Markala (1982-1997)

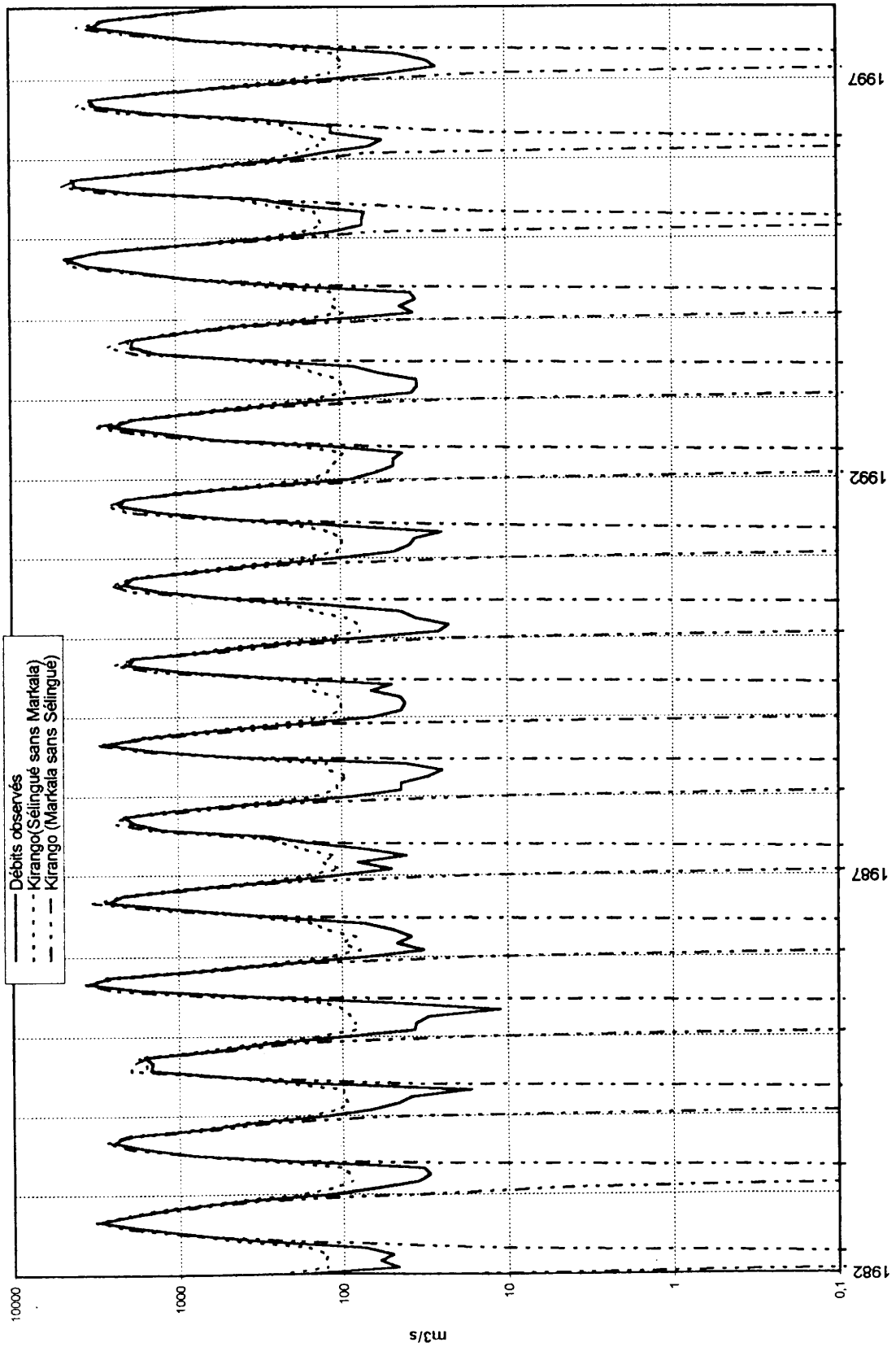


Fig: 15 Débits mensuels à Kirango (1982-1997)

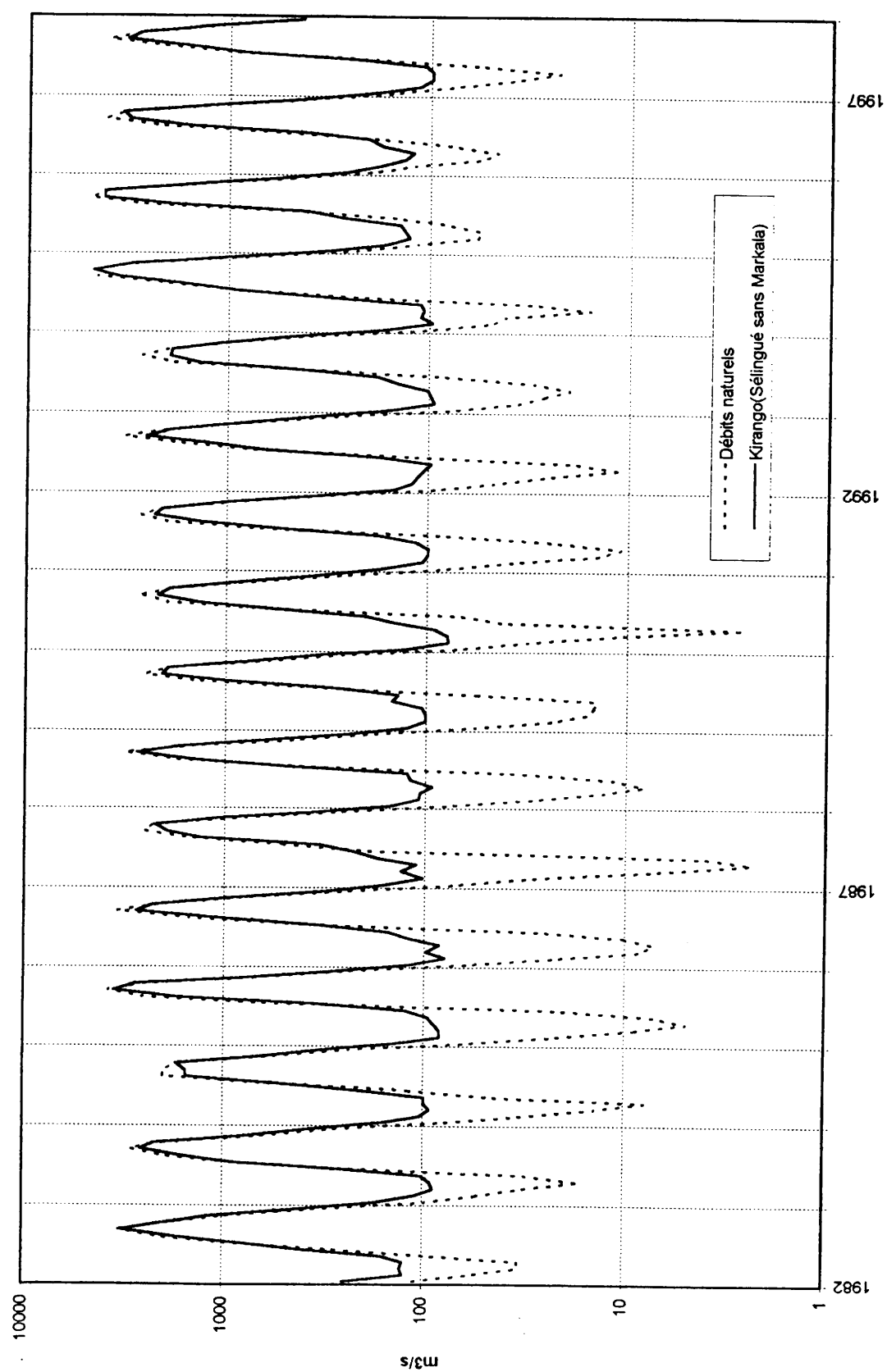


Fig: 16 Débits mensuels à Kirango (1982-1997)

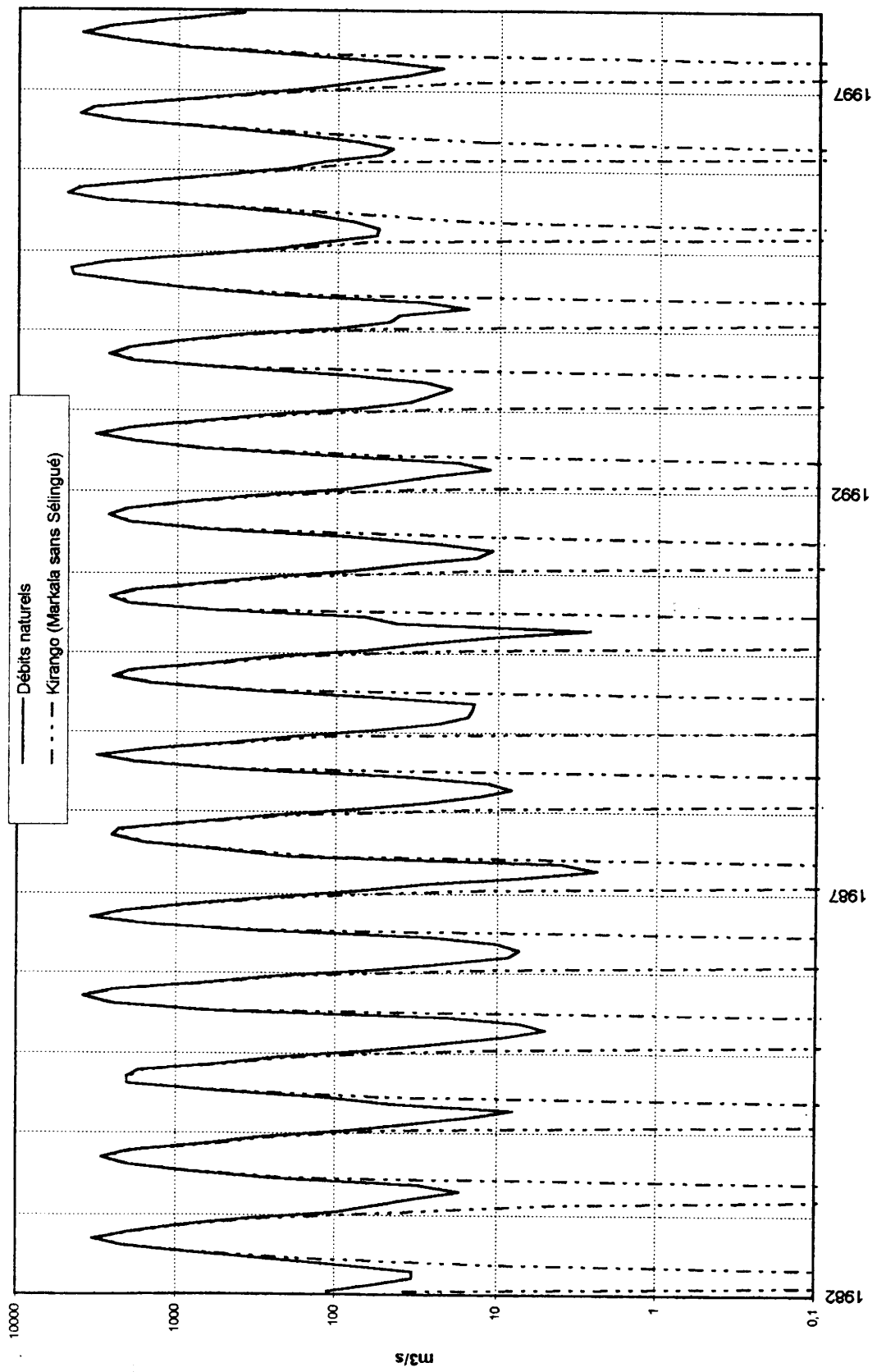


Fig: 17 Débits mensuels à Kirango (1982-1997)

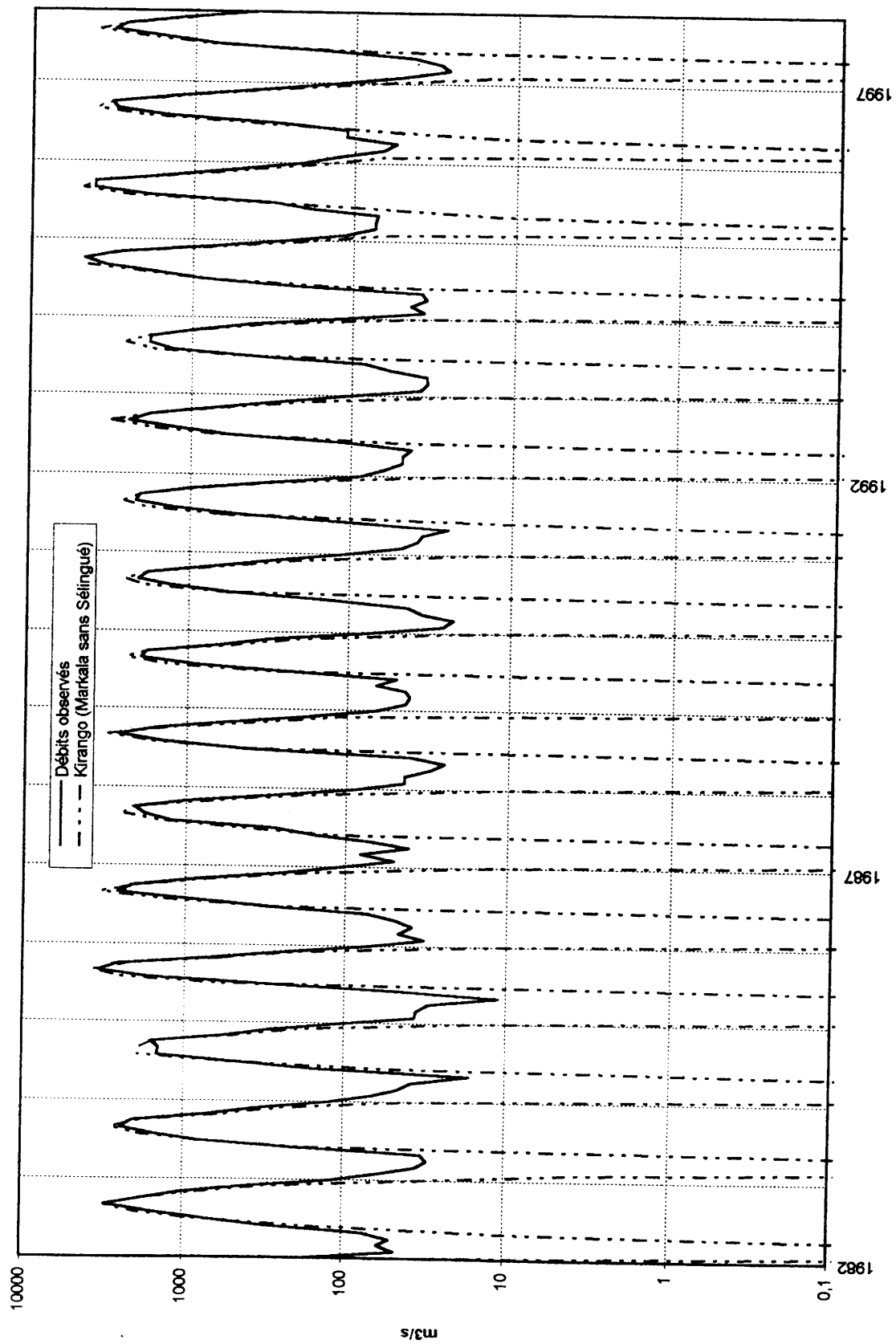


Fig: 18 Débits mensuels à Kirango (1982-1997)

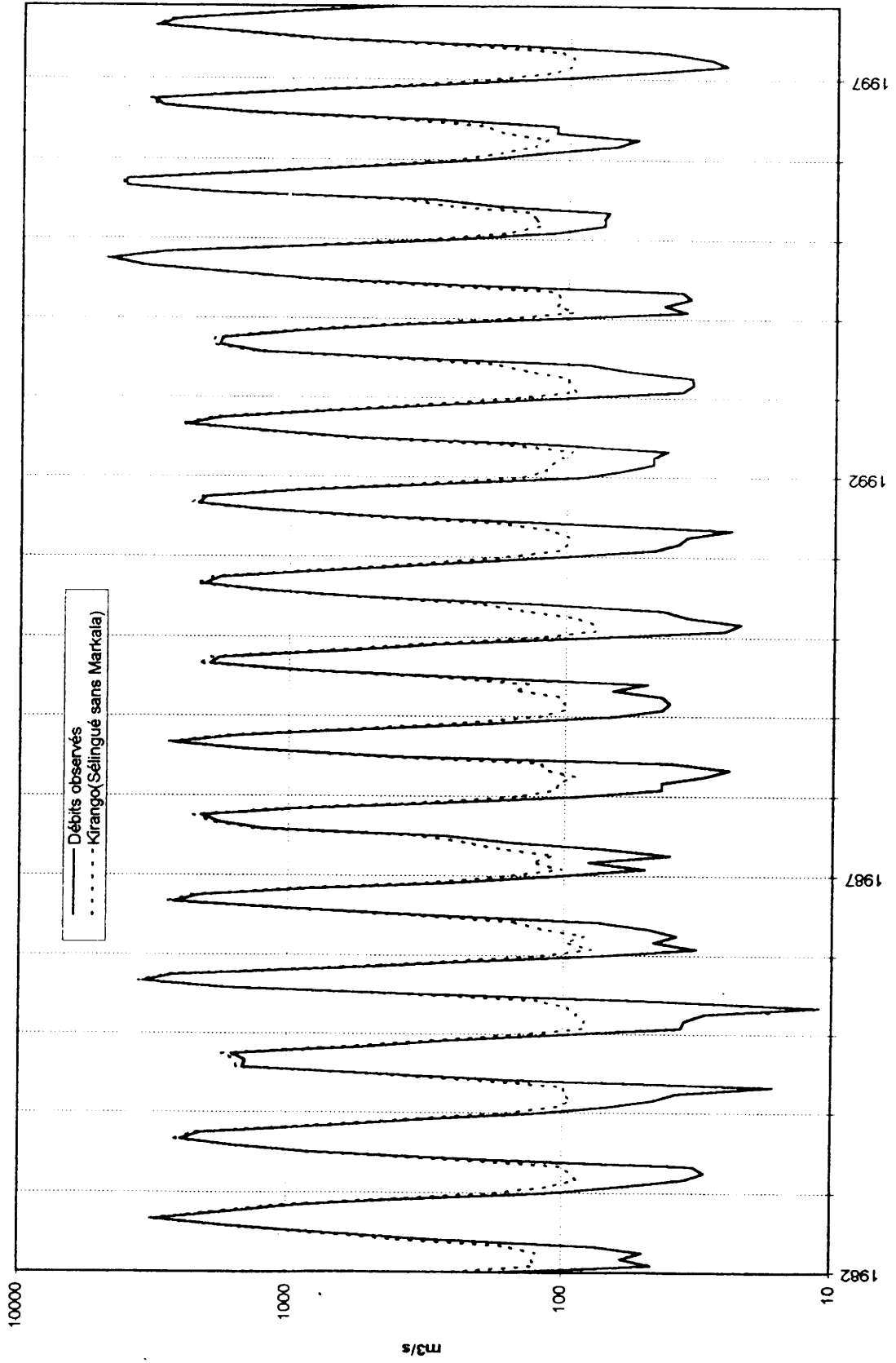


Fig: 19 Prélèvements de l'Office du Niger

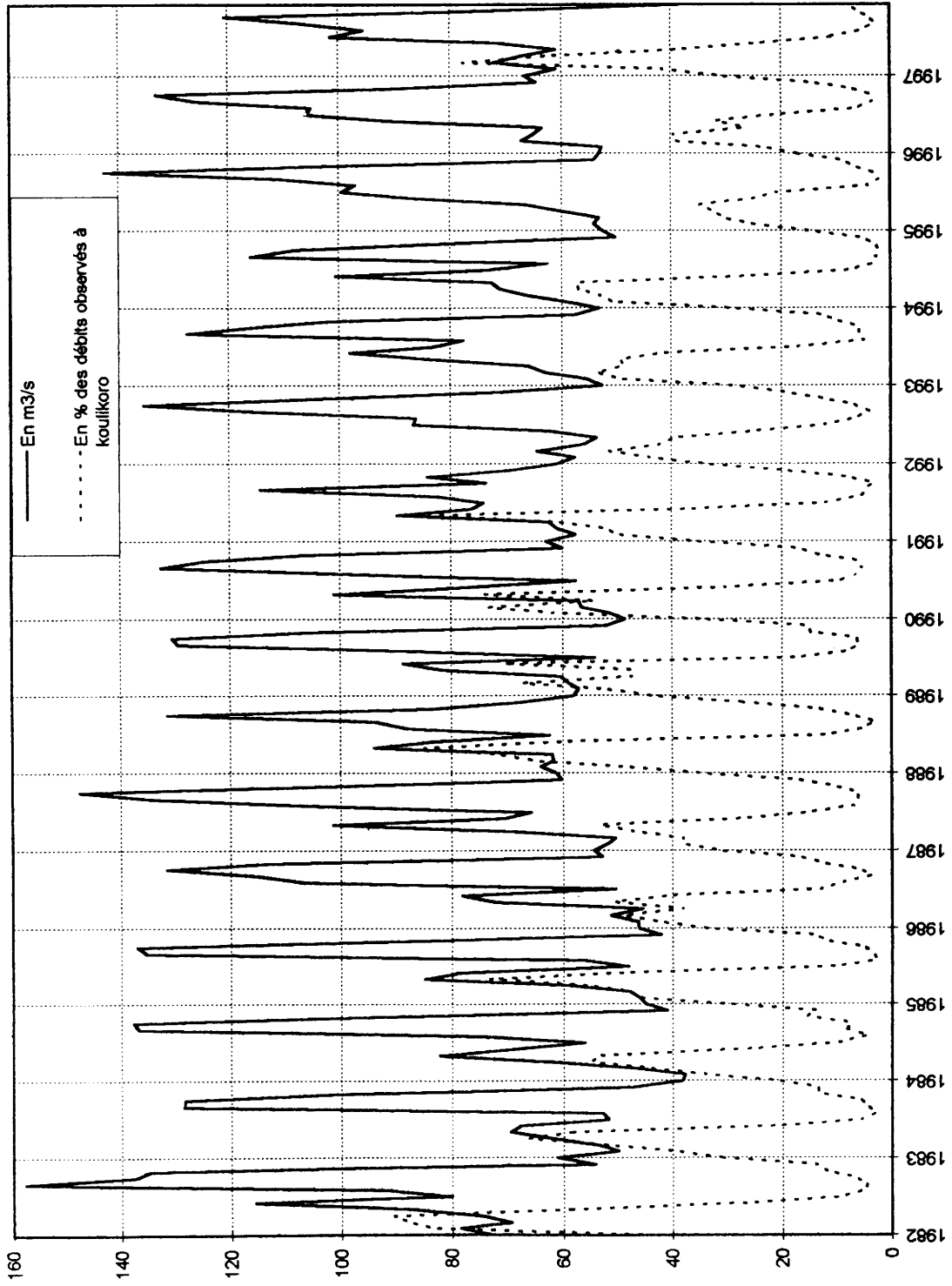


Fig: 20 Débits mensuels à Mopti (1982-1997)

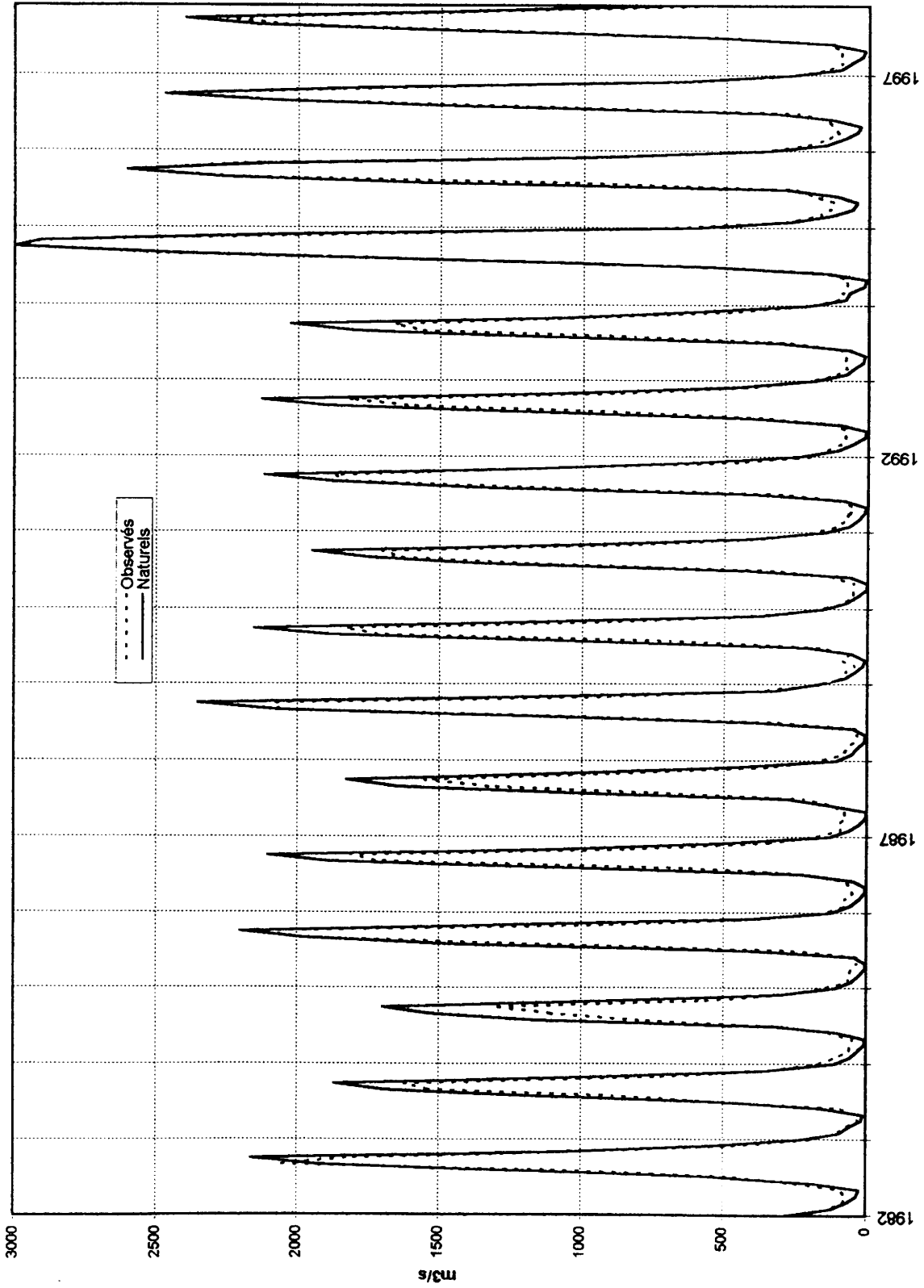


Fig: 21 Débits mensuels à Mopti (1982-1997)

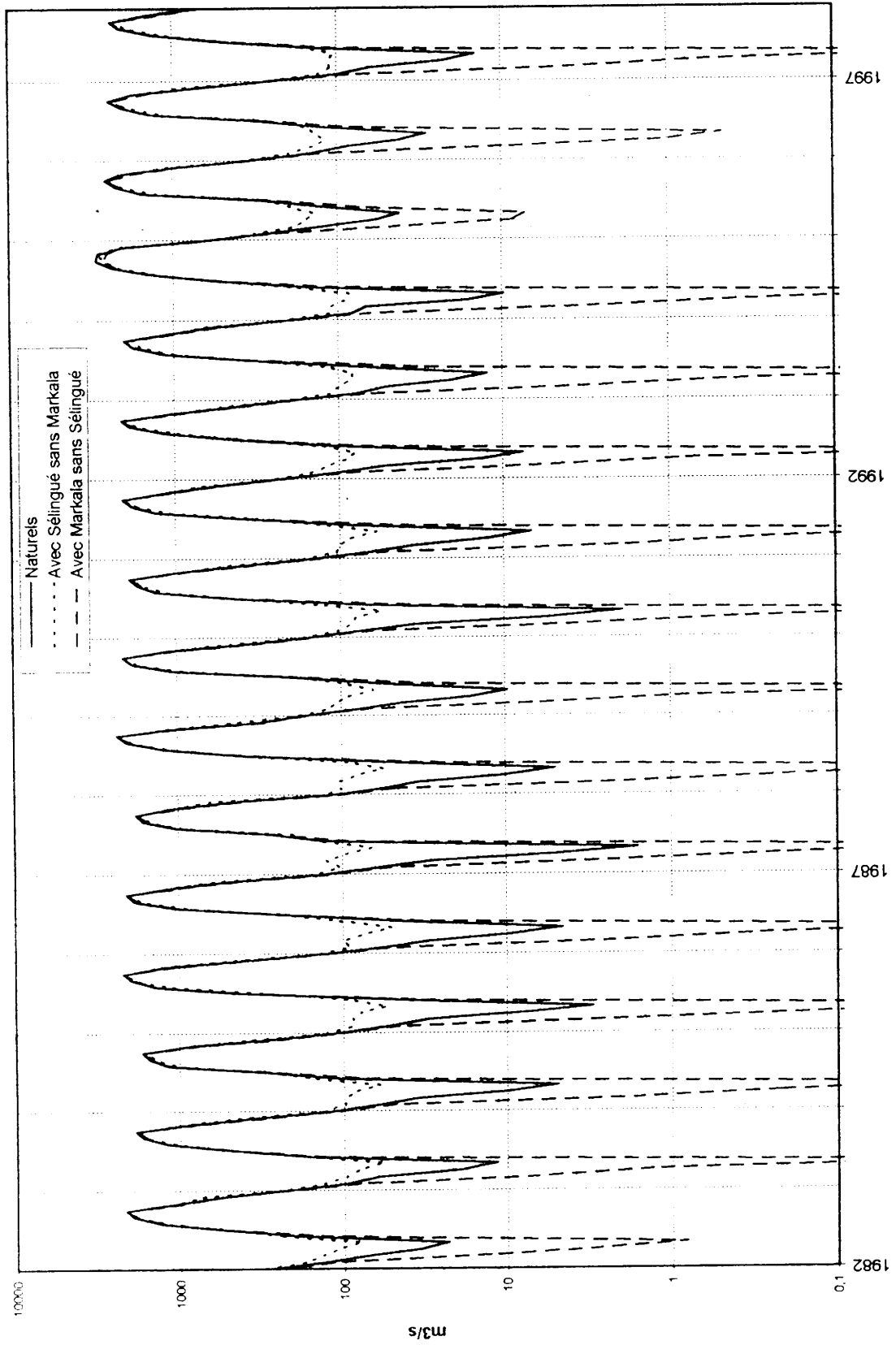


Fig: 22 Débits mensuels à Mopti (1982-1997)

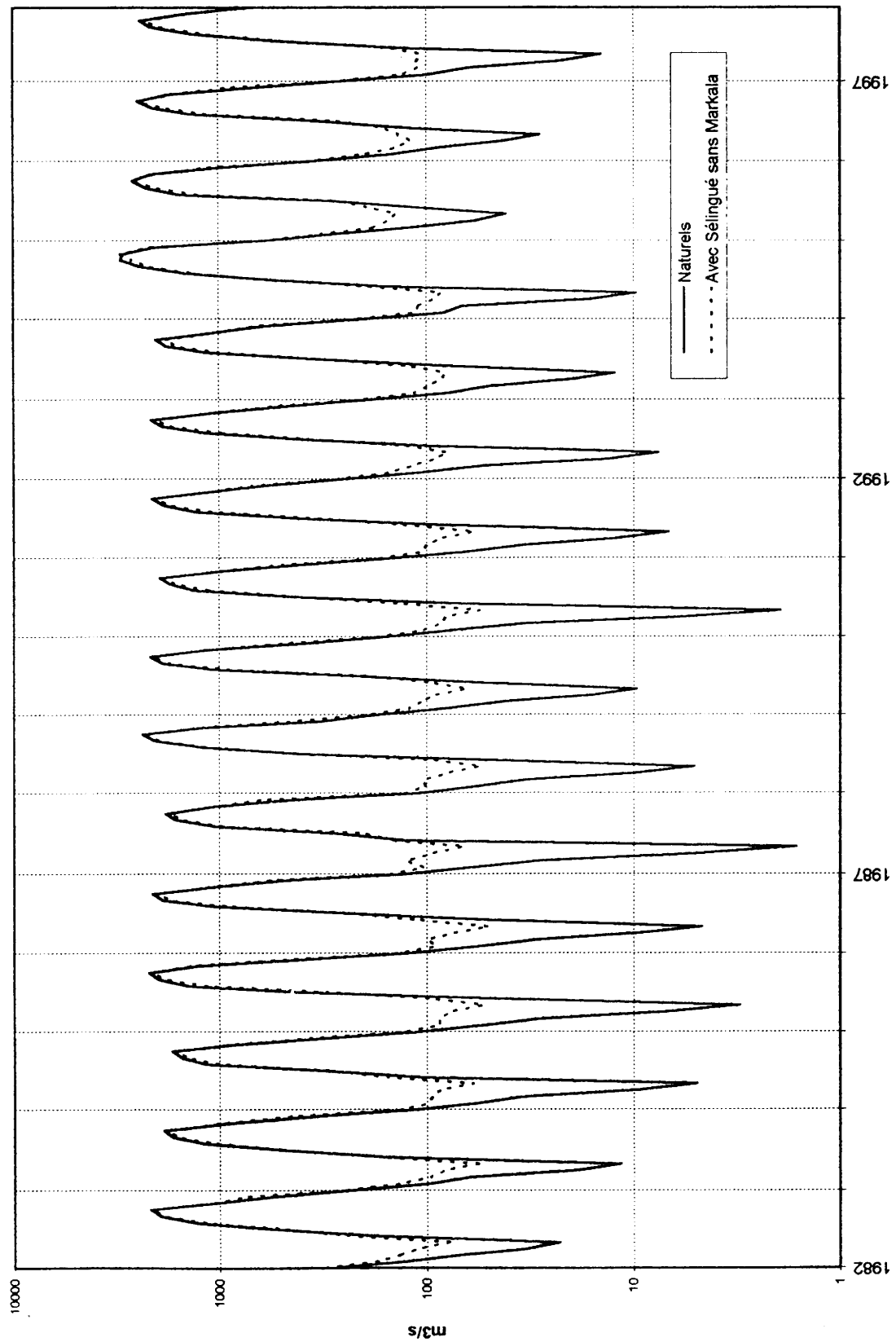


Fig: 23 Débits mensuels à Mopti (1982-1997)

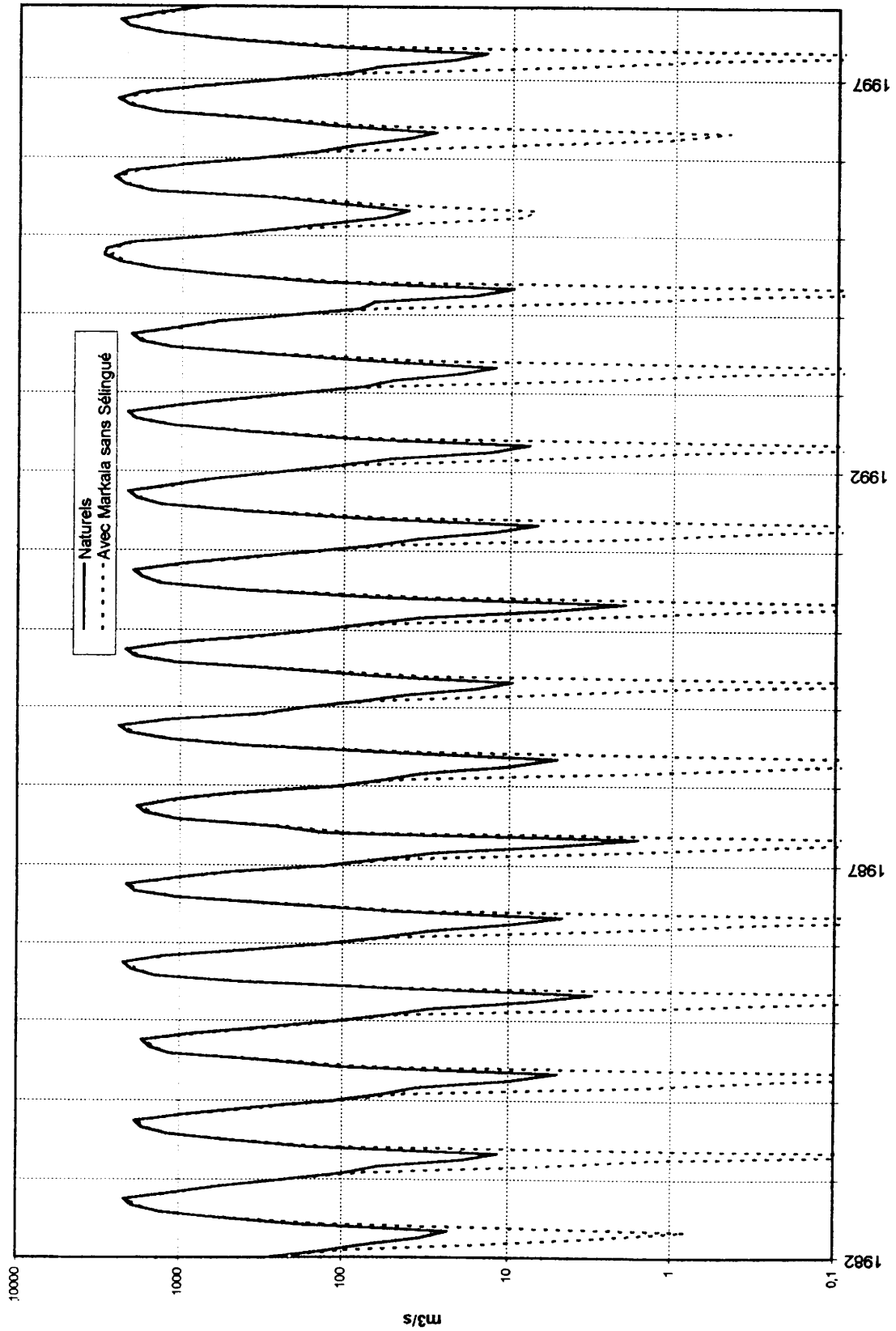


Fig : 24 Débits mensuels à Mopti (1982-1997)

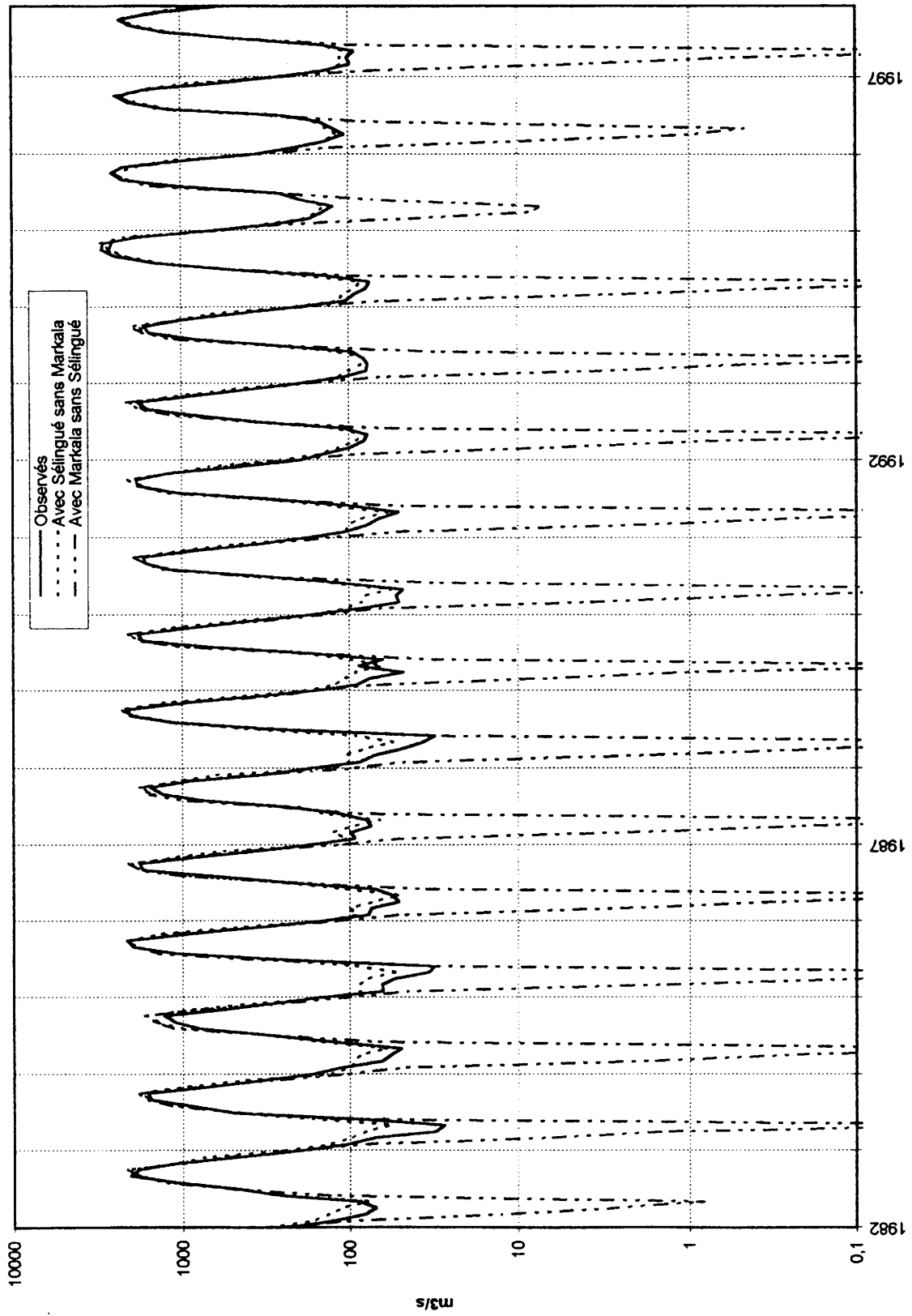


Fig: 25 Débits mensuels à Mopti (1982-1997)

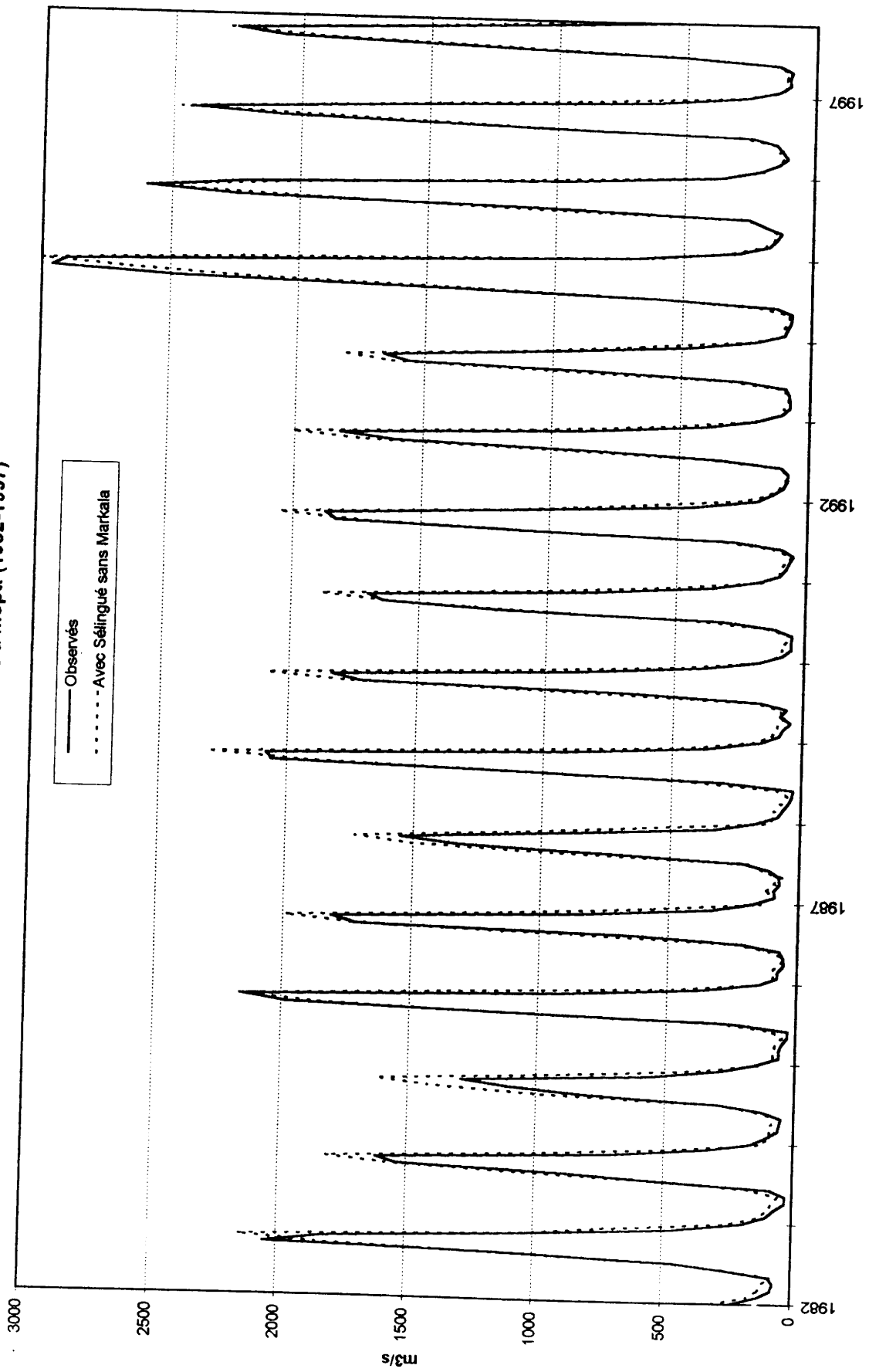


Fig : 26 Débits mensuels à Mopti (1982-1997)

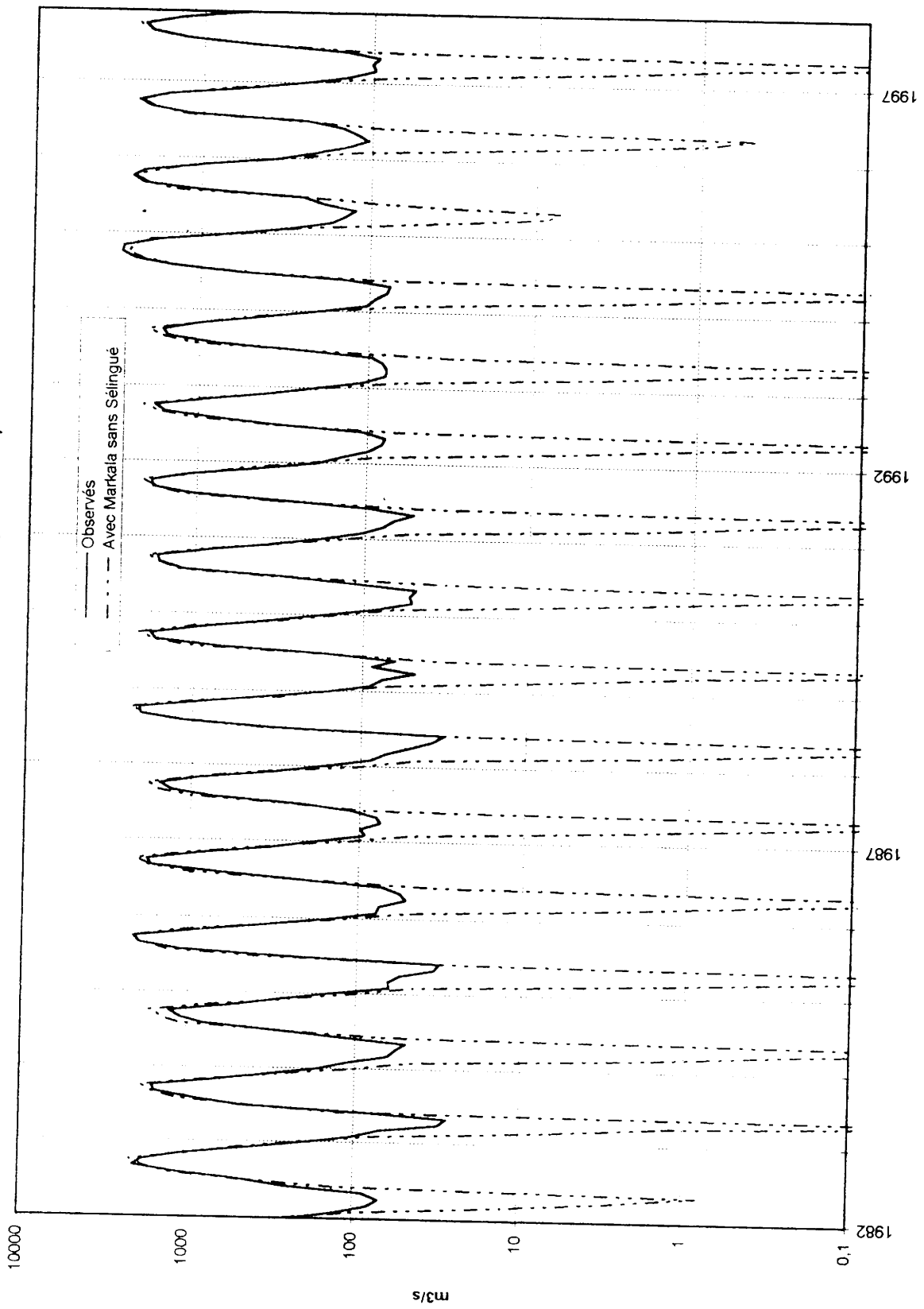


Fig: 27 Débits mensuels à Diré (1982-1997)

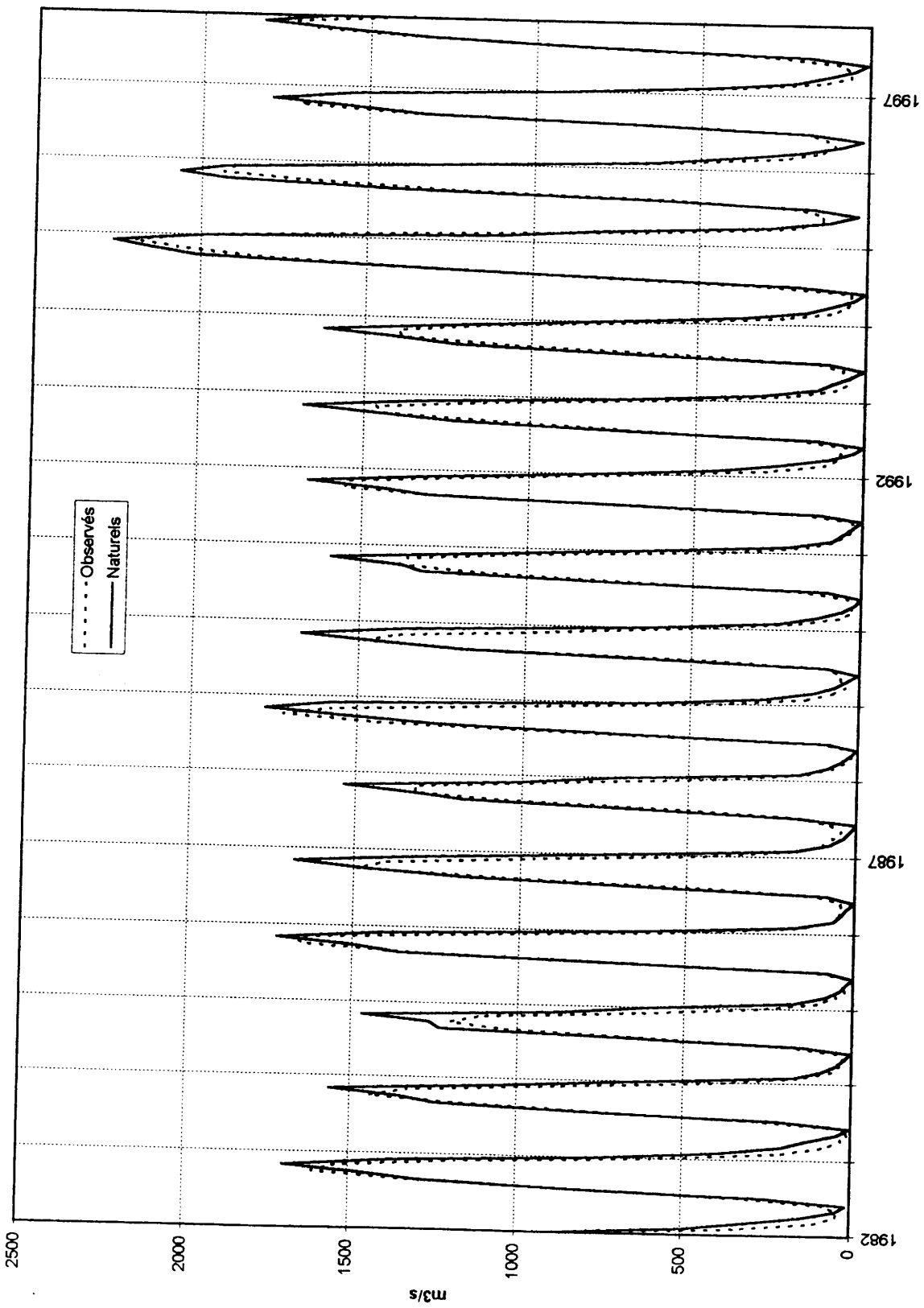


Fig: 28 Débits mensuels à Diré (1982-1997)

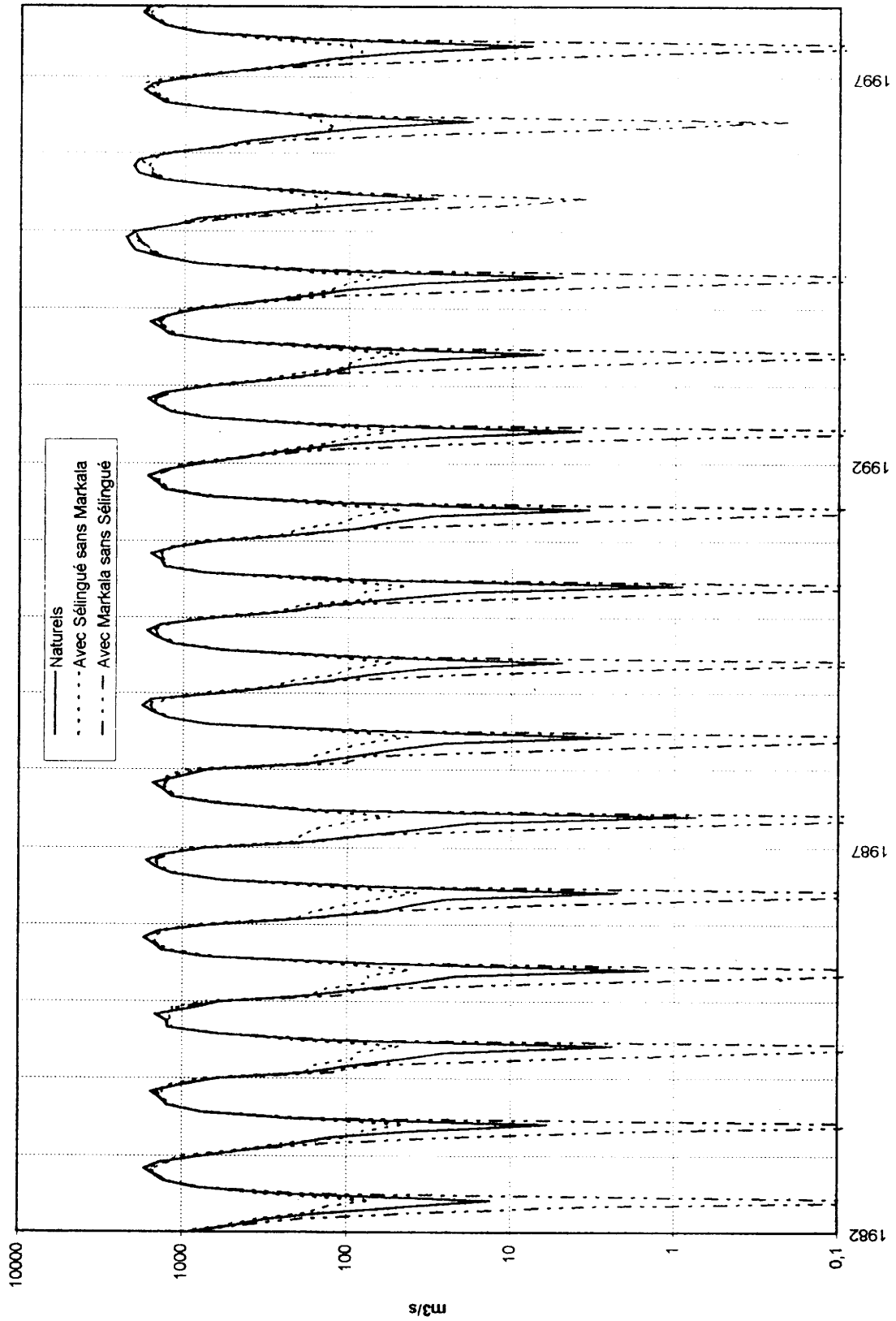


Fig: 29 Débits mensuels à Diré (1982-1997)

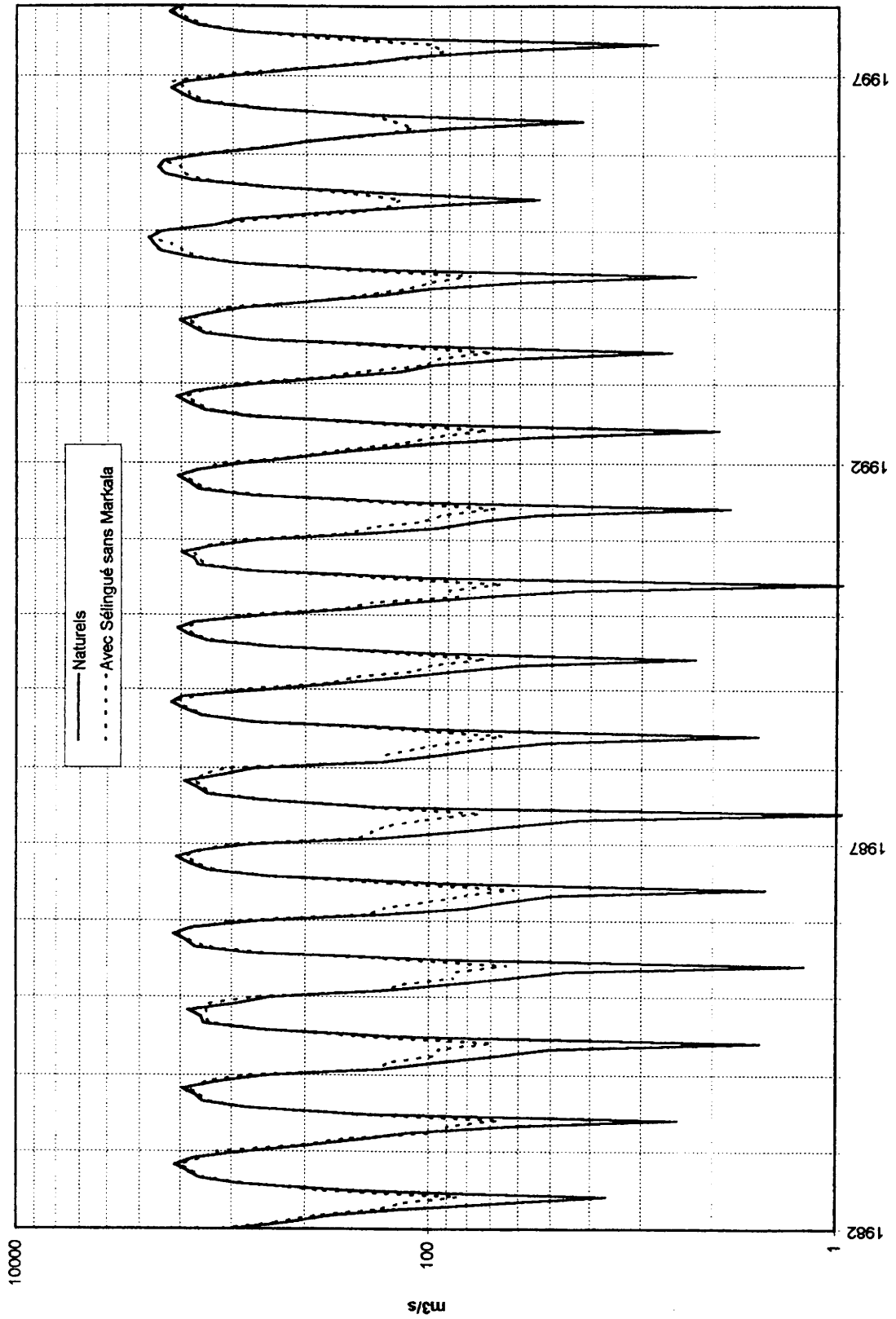


Fig: 30 Débits mensuels à Diré (1982-1997)

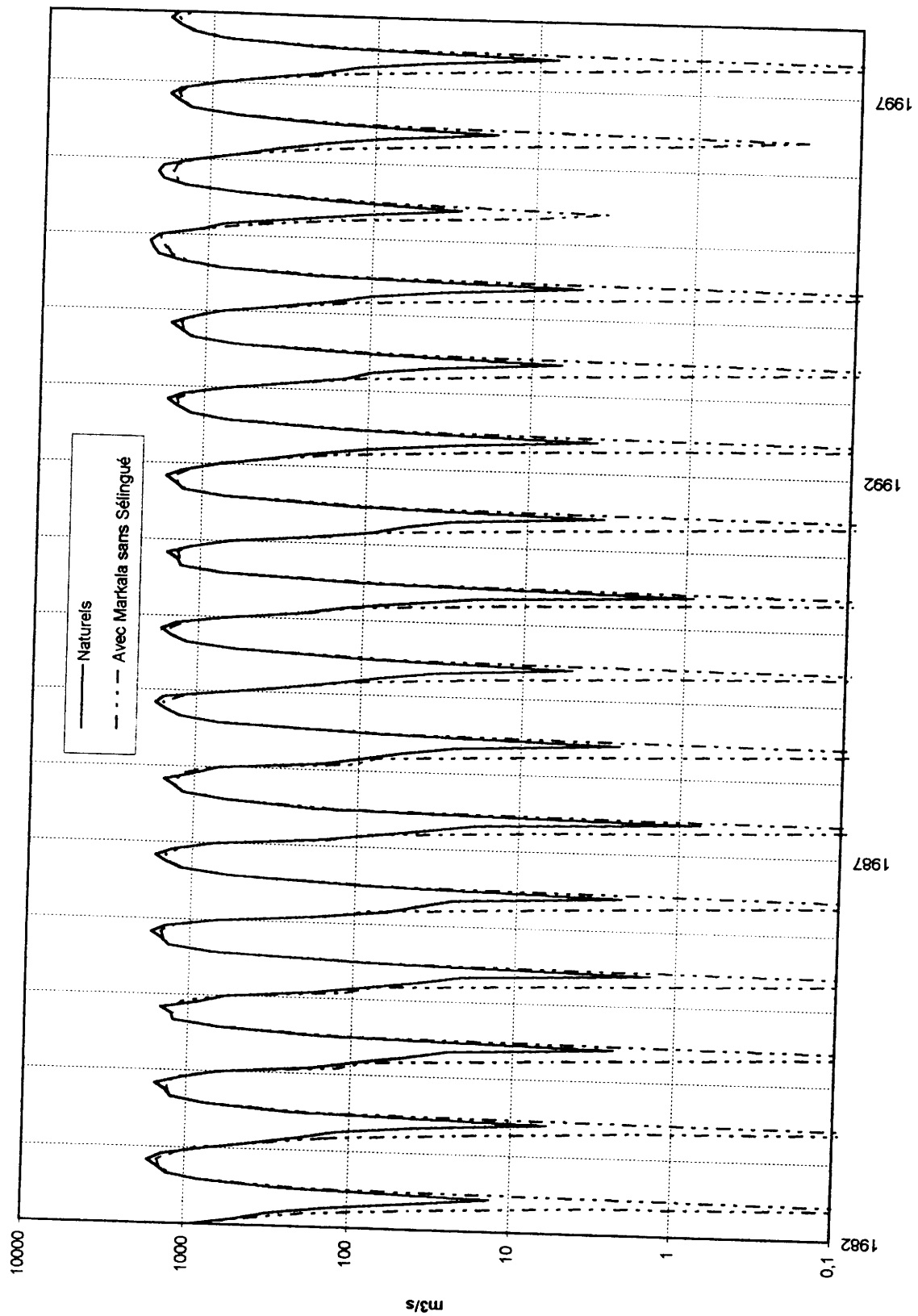


Fig : 31 Débits mensuels à Diré (1982-1997)

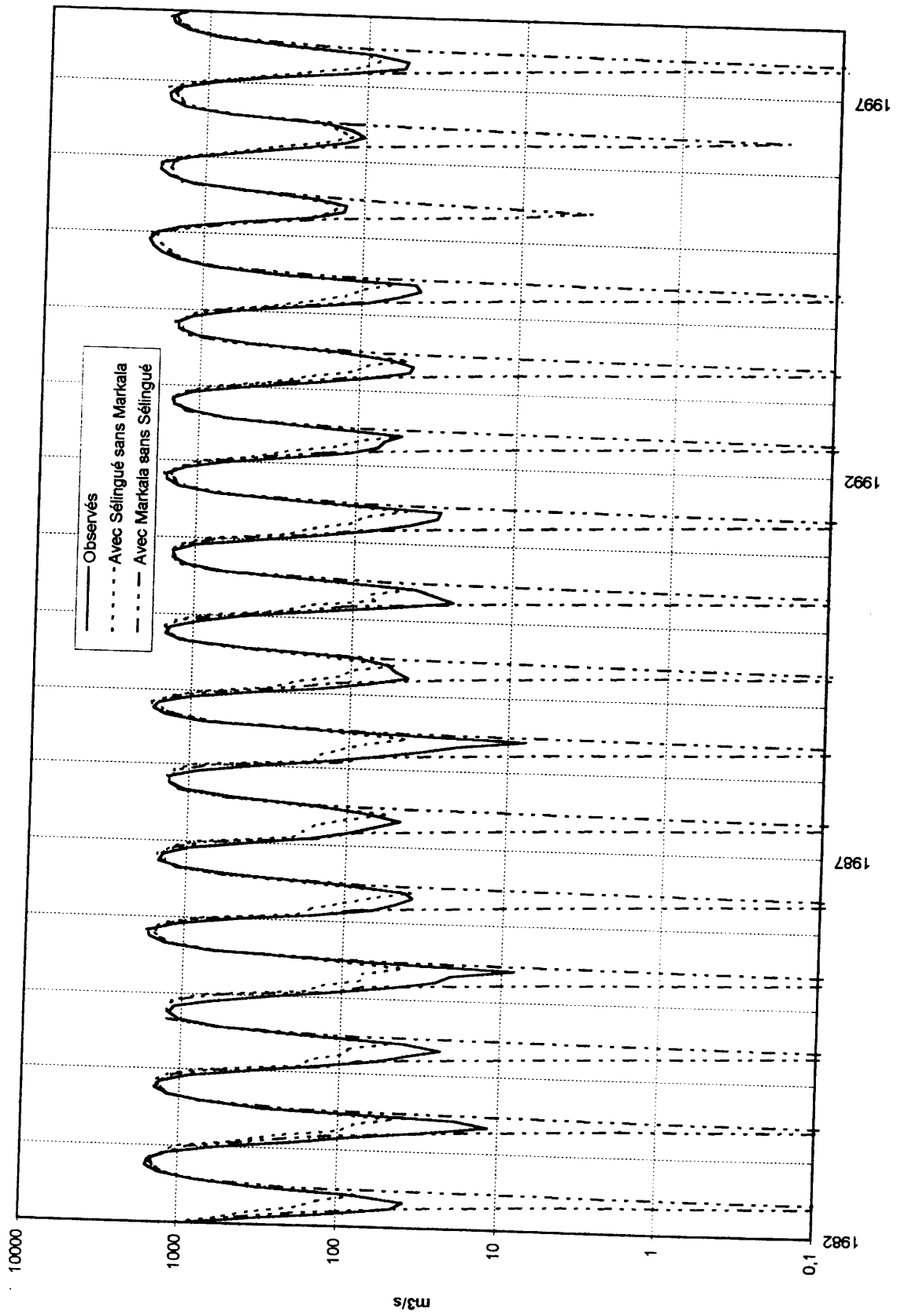


Fig : 32 Débits mensuels à Diré (1982-1997)

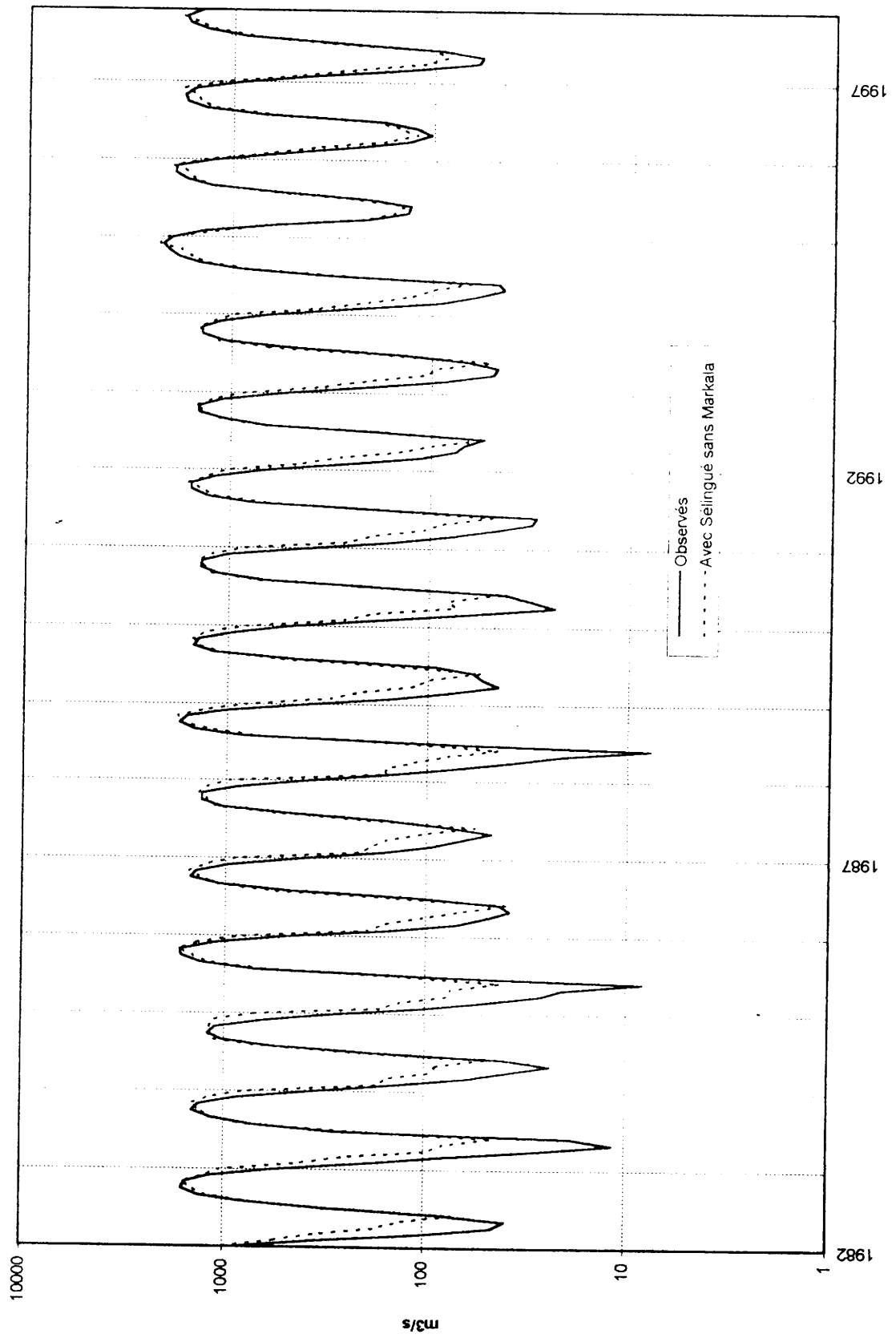


Fig : 33 Débits mensuels à Diré (1982-1997)

