

マイクロ  
フィッシュ作成

NO. 1

REPUBLIQUE POPULAIRE REVOLUTIONNAIRE DE GUINEE  
MINISTERE DE L'AGRICULTURE, DES EAUX ET FORETS  
ET DES FAPA

RAPPORT DE L'ETUDE DE FAISABILITE  
SUR LE  
PROJET DE DEVELOPPEMENT AGRICOLE A KANKAN

TOME II

ANNEXES ¾

Août 1980

AGENCE JAPONAISE DE COOPERATION INTERNATIONALE

AFT

80-57



REPUBLIQUE POPULAIRE REVOLUTIONNAIRE DE GUINEE  
MINISTERE DE L'AGRICULTURE, DES EAUX ET FORETS  
ET DES FAPA

RAPPORT DE L'ETUDE DE FAISABILITE  
SUR LE  
PROJET DE DEVELOPPEMENT AGRICOLE A KANKAN

TOME II

ANNEXES 2/4

JICA LIBRARY



1029664[8]

Août 1980

AGENCE JAPONAISE DE COOPERATION INTERNATIONALE

国際協力事業団	
受入 期 84.12.26	5130
登録No. 09898	8193
	AFT

RAPPORT DE FAISABILITE  
SUR LE PROJET DE  
DEVELOPPEMENT AGRICOLE A KANKAN

ANNEXE VII

PLANS D'IRRIGATION, DE DRAINAGE ET DE PROTECTION  
CONTRE LES CRUES

Table des matières

	Page
VII.1 PLAN D'IRRIGATION .....	VII-1
VII.1.1 Choix des périmètres d'irrigation .....	VII-1
VII.1.2 Dispositions générales des systèmes d'irrigation .....	VII-3
VII.2 BESOINS EN EAU D'IRRIGATION .....	VII-9
VII.2.1 Généralités .....	VII-9
VII.2.2 Evapotranspiration potentielle .....	VII-10
VII.2.3 Consommation d'eau par cultures .....	VII-11
VII.2.4 Volume d'eau nécessaire pour l'opération de "puddling" .....	VII-13
VII.2.5 Taux de percolation .....	VII-14
VII.2.6 Hauteur de pluie utile .....	VII-14
VII.2.7 Besoins en eau de la parcelle .....	VII-15
VII.2.8 Besoins en eau d'irrigation à la prise de la branche morte .....	VII-16
VII.2.9 Pointe unitaire des besoins en eau d'irrigation .....	VII-18
VII.2.10 Mode d'irrigation .....	VII-18

VII.3	PLANS RELATIFS AU DRAINAGE ET A LA PROTECTION CONTRE LES CRUES .....	VII-20
VII.3.1	Situation actuelle du drainage et de l'inondation .....	VII-20
VII.3.2	Volume d'eau à drainer .....	VII-21
VII.3.3	Crues de projet .....	VII-24
VII.4	ETUDES ECONOMIQUES RELATIVES AUX TRAVAUX DE DRAINAGE ET DE PROTECTION CONTRE LES CRUES .....	VII-26
VII.4.1	Généralités .....	VII-26
VII.4.2	Calculs hydrologiques .....	VII-27
VII.4.3	Comparaison sur le plan économique .....	VII-31
VII.4.4	Etude économique relative aux travaux de protection contre les crues envisagés dans le périmètre de Guirilan .....	VII-35

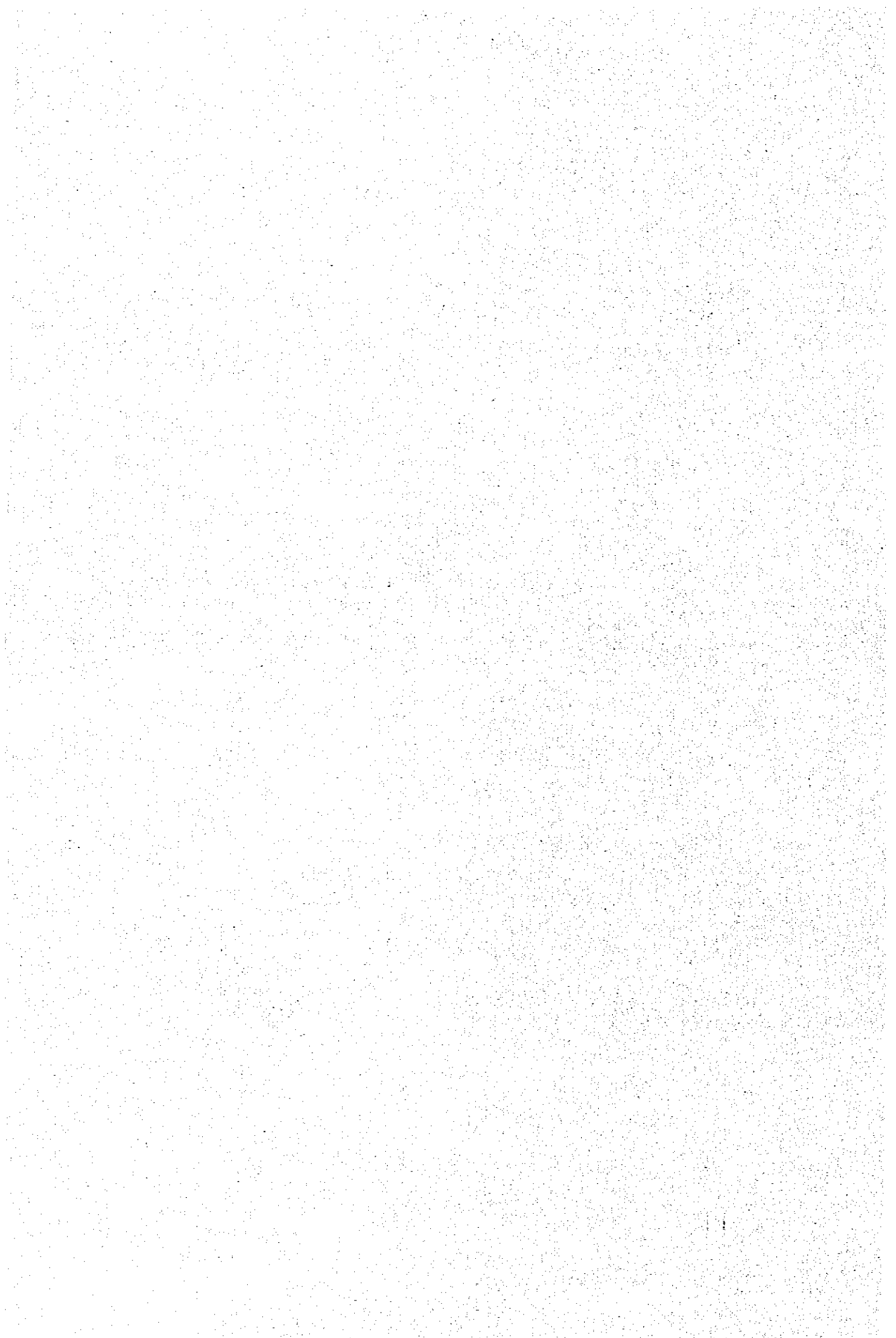
## Tableaux et figures

TABLEAU VII-1	Niveaux maximum annuels à l'intérieur de chaque périmètre .....	VII-37
TABLEAU VII-2	Taux de réduction du rendement .....	VII-38
TABLEAU VII-3	Bénéfices annuels moyens dérivant des travaux de protection contre les crues .....	VII-39
TABLEAU VII-4	Caractéristiques principales des ouvrages de protection contre les crues pour chacune des variantes .....	VII-40
TABLEAU VII-5	Coûts annuels des travaux de protection contre les crues .....	VII-41
TABLEAU VII-6	Coûts de construction comparatifs des ouvrages d'irrigation et de drainage pour le périmètre de Guirilan .....	VII-43
TABLEAU VII-7	Besoins en eau d'irrigation pour la première récolte I .....	VII-44
TABLEAU VII-8	Besoins en eau d'irrigation pour la première récolte II .....	VII-45
TABLEAU VII-9	Besoins en eau d'irrigation pour la deuxième récolte I .....	VII-46
TABLEAU VII-10	Besoins en eau d'irrigation pour la deuxième récolte II .....	VII-47
FIGURE VII-1	Comparaisons des évapotranspirations potentielles ...	VII-48
FIGURE VII-2	Coefficient d'évaporation .....	VII-49
FIGURE VII-3	Zone inondée du Milo .....	VII-50
FIGURE VII-4	Plans des eaux prévus avant et après la construction des digues de protection .....	VII-51

FIGURE VII-5	Courbe coefficient d'écoulement-précipitation efficace cumulée .....	VII-53
FIGURE VII-6	Courbe superficie submergée-volume accumulé, Périmètre de Farako .....	VII-54
FIGURE VII-7	Courbe superficie submergée-volume accumulé, Périmètre de Kurkan .....	VII-55
FIGURE VII-8	Courbe superficie submergée-volume accumulé, Périmètre de Nafadji Nord .....	VII-56
FIGURE VII-9	Courbe superficie submergée-volume accumulé, Périmètre de Foussein .....	VII-57
FIGURE VII-10	Courbe superficie submergée-volume accumulé, Périmètre de Guirilan .....	VII-58
FIGURE VII-11	Courbe superficie submergée-volume accumulé, Périmètre de Bankalan .....	VII-59
FIGURE VII-12	Courbe superficie submergée-volume accumulé, Périmètre de Nafadji Sud .....	VII-60
FIGURE VII-13	Niveaux des eaux prévus à l'intérieur et à l'extérieur du Périmètre de Farako .....	VII-61
FIGURE VII-14	Niveaux des eaux prévus à l'intérieur et à l'extérieur du Périmètre de Kurkan .....	VII-62
FIGURE VII-15	Niveaux des eaux prévus à l'intérieur et à l'extérieur du Périmètre de Nafadji Nord .....	VII-63
FIGURE VII-16	Niveaux des eaux prévus à l'intérieur et à l'extérieur du Périmètre de Foussein .....	VII-64
FIGURE VII-17	Niveaux des eaux prévus à l'intérieur et à l'extérieur du Périmètre de Guirilan .....	VII-65
FIGURE VII-18	Niveaux des eaux prévus à l'intérieur et à l'extérieur du Périmètre de Bankalan .....	VII-66
FIGURE VII-19	Niveaux des eaux prévus à l'intérieur et à l'extérieur du Périmètre de Nafadji Sud .....	VII-67



1



## ANNEXE VII

### PLANS D'IRRIGATION, DE DRAINAGE ET DE PROTECTION CONTRE LES CRUES

#### VII.1 PLANS D'IRRIGATION

##### VII.1.1 Choix des périmètres d'irrigation

La zone du projet est située au Nord de Kankan, s'étendant sur les deux rives du Milo. Sa superficie globale est d'environ 20.000 hectares.

En vue de choisir des périmètres appropriés au développement agricole rentable, des études de reconnaissance détaillées sur place ont été effectuées dans la zone du projet, en utilisant les cartes topographiques au 1/5.000ème. On a choisi les périmètres ci-après mentionnés, compte tenu des trois facteurs principaux suivants:

#### (1) Topographie :

Généralement parlant, l'emplacement du projet est composé de terres basses et de terres hautes (désignées respectivement dans ce qui suit par les "plaines" et les "plateaux"). Les plaines se trouvent dans les terrains plats où l'altitude est inférieure à 363 mètres environ. La plupart de ces terres sont exploitées pour la riziculture. Les plateaux ont une topographie ondulée avec une cote variant de 363 à 400 mètres. La pente de ces terrains varie de 1/10ème à 1/300ème, ou de 10% à 0,3%. Les plateaux sont, en général, couverts de buissons et quelques enclaves sont exploitées pour la culture des produits vivriers tels que le riz, le manioc, le mil, la patate douce, etc... Compte tenu de telles conditions topographiques, les plaines et une partie des plateaux caractérisés par la faible pente inférieure à 1/100ème ou 1% seraient considérés comme appropriés à la mise en valeur, principalement du point de vue de l'implantation économique du projet.

## (2) Sols

Comme il est indiqué dans l'Annexe IV, il ressort de l'étude sur le classement de l'aptitude à l'exploitation des terres que les terres des classes II et III sont considérées comme étant adaptées à la culture du riz irriguée, compte tenu principalement de la texture de leurs sols qui s'y prêtent et de la profondeur relative du sol utile.

Ces terres s'étendent sur les terrasses élevées, les terrasses peu élevées et la plaine d'inondation. La répartition de ces sols appropriés constitue l'un des facteurs susceptibles d'influencer le choix à faire des terres favorables à faire valoir.

## (3) Irrigation rationnelle:

Du point de vue topographique l'installation des pompes est prévue sur le plan d'irrigation. Le choix des emplacements des stations de pompage à vocation d'irrigation sera un des facteurs importants qui influencent sur la sélection des terrains bien adaptés. Les emplacements des stations de pompage devraient être choisis de façon à permettre une irrigation des terrains aussi larges que possible et une construction économique.

Ainsi, on a fait une étude portant sur le choix de l'emplacement le plus approprié pour l'installation des pompes et la démarcation des superficies à irriguer sur la base des résultats obtenus à partir des études sur le terrain et des cartes topographiques au 1/5.000ème.

La surface d'irrigation nette totale prévue serait de 5.600 ha. Du point de vue topographique, la zone du projet serait divisée en huit (8) périmètres qui sont mentionnés ci-dessous :

Périmètres	<u>Sur la rive droite</u>	<u>Sur la rive gauche</u>	
	Superficie nette (ha)	Périmètres	Superficie nette (ha)
1. Farako	430	5. Foussein	650
2. Loba	420	6. Guirilan	800
3. Kurkan	440	7. Bankalan	600
4. Nafadji Nord	860	8. Nafadji Sud	1.400
Total partiel	2.150	Total partiel	3.450
Total général	5.600		

#### VII.1.2 Dispositions générales des systèmes d'irrigation

Comme mentionné ci-dessus, la zone du projet est divisée en huit périmètres ayant chacun un système d'irrigation indépendant. Les dispositions générales des systèmes d'irrigation sont prévues comme suit :

##### (1) Périmètre de Farako

Le périmètre de Farako est situé à 2 km au Nord-Ouest du village de Farako et au Sud du village de Loba. Il est constitué par des plaines à relief plat caractérisé par une pente de moins de 1/300ème et s'étendant sur la rive droite du Milo. L'altitude varie de 365 mètres dans la partie ouest à 361 mètres dans la partie est du périmètre.

On installera des pompes d'irrigation sur le bord sud du périmètre où les flancs des collines forment la berge du Milo. Un canal principal sera construit, partant de l'ouvrage de sortie installé près de la station de pompage et parcourant le long de la bordure des collines situées à l'Est dudit périmètre. Les canaux

secondaires seront construits à peu près perpendiculairement au canal principal.

On estime à 590 ha la surface globale et à 430 ha la surface nette que l'on peut irriguer.

### (2) Périmètre de Loba

Le périmètre de Loba s'étend sur un plateau, à 2 km environ au Nord du village de Loba et à 1 km au Sud du village de Tebendala. Le relief de ce périmètre est ondulé et son altitude varie de 372 à 380 mètres dans la direction sud-nord, à l'exception de la partie du Nord où le terrain est plat et légèrement incliné vers l'Est ou l'Ouest. La pente des terrains est de 1/180<sup>ème</sup> approximativement.

Il est prévu d'installer une station de pompage d'eau d'irrigation dans la partie sud-ouest du périmètre à environ 1 km en aval du village de Loba. Un canal principal sera installé le long du versant sud du terrain et forme la limite de ce périmètre. Les canaux secondaires seront construits presque perpendiculairement au canal principal.

On estime à 580 ha la surface globale et à 420 ha la surface nette que l'on peut irriguer.

### (3) Périmètre de Kurkan

Le périmètre de Kurkan est situé à l'Ouest du village de Kurkan et est constitué en général de terres basses à relief plat, caractérisé par une pente moyenne inférieure à 1/300<sup>ème</sup>. Ce périmètre est limité au Nord et à l'Ouest par le Milo et au Sud par les plateaux à forte pente. La cote des terrains varie de 363 mètres au Sud à 358 mètres au Nord.

Il est prévu d'implanter dans ce périmètre une station de pompage d'eau d'irrigation, à un emplacement situé à 2 km environ en aval de la station de pompage de Loba. Un canal principal sera construit à partir de l'ouvrage de sortie installé près de ladite station de pompage et s'étendra en direction ouest suivant les flancs des collines dans la partie sud du périmètre. Les canaux secondaires prendront une direction générale du Sud au Nord, à partir du canal principal. On estime à 590 ha la surface globable et à 440 ha la surface nette que l'on peut irriguer.

Etant donné la contiguïté des périmètres de Loba et de Kurkan qui est au Nord du premier, on a fait une étude de comparaison en vue de combiner ces deux périmètres en un seul. Selon le résultat de cette étude, le plan ne s'avère pas avantageux du point de vue économique. Finalement, le plan d'irrigation relatif au périmètre de Kurkan a été établi séparément de celui de Loba.

#### (4) Périmètre de Nafadji Nord

Le périmètre de Nafadji Nord se trouve dans la partie nord de la zone du projet, loin de la ville de Kankan. Il a une forme allongée, s'étendant en direction sud-nord, le long de la rive droite du Milo et en face du village de Nafadji. Ce périmètre est caractérisé, d'une part, par les terres basses à relief plat en bordure du Milo et, d'autre part, par les hautes terres à topographie ondulée. En général, la moitié de la superficie du périmètre se trouvant à l'Ouest est occupée par les terres basses et l'autre moitié à l'Est par les terres hautes. La cote des terrains varie de 364 à 356 mètres, la pente moyenne étant de 1/300ème environ. La station de pompage envisagée sera implantée à l'extrémité amont du périmètre, compte tenu de la courte distance entre les rives fluviales et les flancs des collines. Il est prévu qu'un canal principal sera aménagé suivant le flanc est du terrain et formera la limite est du périmètre. Les canaux d'irrigation secondaires seront, en général, installés de façon perpendiculaire au canal principal. Pour les terrains s'étendant derrière la levée naturelle du Milo, les canaux secondaires

seront aménagés sur la levée en raison de la topographie.

On estime à 1.150 ha la surface globale et à 850 ha la surface nette que l'on peut irriguer.

#### (5) Périmètre de Foussein

Le périmètre de Foussein est situé à l'Est de l'aéroport international de Diankana qui se trouve à environ 10 km au Nord de la ville de Kanakn. Au point de vue de relief, il est caractérisé par des bandes de terrains étroites s'étendant en direction sud-nord le long du Milo. La plupart des terrains de ce périmètre sont constitués de terres basses à topographie peu ondulée avec une cote variant de 362 à 367 mètres, et une pente moyenne de 1/350ème inclinée vers le Milo.

Il est prévu qu'une station de pompage d'irrigation sera implantée à environ 1 km au Sud du village de Baloke Kouroula. Bien que le tuyau de refoulement envisagé soit relativement long, il ne serait pas possible de trouver d'autres emplacements plus convenables pour ladite station de pompage. Le canal principal sera aménagé suivant les versants de la partie ouest du périmètre. Il s'étendra, en général, parallèlement au Milo. Les canaux d'irrigation secondaires seront installés en direction ouest-est suivant les versants du terrain, à l'exception des terrains s'étendant derrière la levée naturelle du Milo où les canaux secondaires seront aménagés sur cette levée.

On estime à 870 ha la surface globale et à 660 ha la surface nette que l'on peut irriguer.

#### (6) Périmètre de Guirilan

Le périmètre de Guirilan est caractérisé par une forme rectangulaire limitée à l'Ouest par le Milo et au Nord, au Sud et à l'Est par les terrains élevés. Ce périmètre est constitué



de terres basses s'étendant à l'Est du village de Guirilan et de terres hautes au Sud de celui-ci. Les terrains sont en général plats, ayant une cote variant de 365 à 361 mètres dans les terres basses et de 375 à 368 mètres dans les terres hautes, la pente moyenne des terres basses étant de 1/300ème et celle des terres hautes de 1/250ème.

Il est prévu qu'une station de pompage d'eau d'irrigation sera implantée au coin de la partie sud-est du périmètre. Compte tenu de la topographie, deux canaux principaux seront aménagés; l'un s'étendant sur les terres hautes en direction est-ouest suivant les limites sud du périmètre et l'autre sur les terres basses généralement en direction sud-nord suivant les limites entre les plateaux et les plaines. Les canaux d'irrigation secondaires seront aménagés de la manière similaire à celle adaptée aux autres périmètres.

On estime à 1.110 ha la surface globale et à 370 ha la surface nette que l'on peu irriguer.

#### (7) Périmètre de Bankalan

Le périmètre de Bankalan est situé à l'Est du village de Bankalan, s'étendant en direction Nord-Sud le long du Milo. Au point de vue topographique, ce périmètre est divisé en deux parties; l'une est une plaine à coté de 360 à 362 mètres et l'autre est un plateau ondulé à cote de 362 à 370 mètres. La pente des terrains est d'environ 1/300ème dans la plaine et de 1/180ème dans le plateau.

Pour ce périmètre, l'installation des deux canaux d'irrigation principaux est prévue de la même façon que celle adaptée au périmètre de Guirilan; l'un sera aménagé le long des flancs sud du périmètre en vue d'irriguer les terres hautes et l'autre dans la partie centrale suivant les limites entre les plateaux et les plaines en vue d'irriguer les terres basses. Une station de pompage d'irrigation sera implantée

à l'extrémité de la partie sud du périmètre et comprendra deux groupes de pompes; l'un est composé de pompes à haute élévation destinées à l'irrigation des plateaux et l'autre de pompes à faible élévation destinées à l'arrosage des plaines.

On estime à 800 ha la surface globale et à 600 ha la surface nette que l'on peut irriguer.

#### (8) Périmètre de Nafadji Sud

Le périmètre de Nafadji Sud est situé au Sud-Est du village de Nafadji, et est constitué de plaines et plateaux. Les plaines y sont très plates, s'étendant le long du Milo avec une cote variant de 360 à 358 mètres; les plateaux ont une cote de 360 à 369 mètres, s'abaissant vers le Nord avec une pente de 1/270ème environ.

Compte tenu de la topographie et de l'économie, il est prévu l'implantation de deux stations de pompage d'irrigation. L'une est une station de pompage principale (désignée "Station No. 1") qui élève les eaux à partir du Milo en vue d'arroser les terres basses. Cette station est implantée au milieu de la limite sud du périmètre. La hauteur d'élévation des pompes envisagée pour cette station de pompage sera limitée de façon que les plaines pourraient être irriguées par gravité. L'autre est une station de pompage ayant la fonction de surélever l'eau pompée par la Station No. 1 aux fins d'arroser les plateaux (désignée "Station No. 2". La Station No.2 sera implantée à environ 600 mètres au Nord de la Station No. 1. A la suite de la construction des deux stations précitées, deux canaux d'irrigation principaux seront aménagés; l'un part de l'ouvrage de sortie de la Station No. 1 et l'autre prend sa course à partir de celui de la Station No. 2.

On estime à 1.890 ha la surface globale et à 1.400 ha la surface nette que l'on peut irriguer.

## VII. 2. BESOINS EN EAU D'IRRIGATION

### VII. 2.1 Généralisés

Les besoins en eau d'irrigation comprennent la consommation d'eau par les cultures, le volume d'eau nécessaire pour l'opération de "puddling", la percolation profonde et les pertes d'eau au cours de son amenée. Etant donné l'absence des données concernant la zone du projet et de ses environs, l'évaluation des besoins en eau d'irrigation a été faite comme suit :

- (i) Estimation de l'évapotranspiration potentielle par les formules empiriques sur la base des données climatiques;
- (ii) Estimation de la consommation d'eau sur la base de l'évapotranspiration potentielle et des coefficients culturaux hypothétiques;
- (iii) Evaluation du volume d'eau nécessaire à l'opération de "puddling" et la vitesse de percolation, compte tenu des conditions de sols dans la zone du projet;
- (iv) Estimation de la hauteur de pluie utile sur la base des données relatives à la précipitation journalière;
- (v) Evaluation du rendement de transport d'eau, compte tenu des conditions de sols, des types de canaux et d'ouvrages envisagés;
- (vi) Evaluation des besoins en eau d'irrigation sur la base des résultats obtenus en (ii), (iii), (iv) et (v) ci-dessus.

### VII.2.2 Evapotranspiration potentielle

Afin de déterminer une méthode d'évaluation de l'évapotranspiration potentielle appropriée à la zone du projet, trois formules empiriques à savoir : les formules de G.H. Hargreaves, de Panman modifiée et de Blaney-Criddle ont été examinées, en utilisant les données climatiques obtenues à Kankan. La figure VII-1 montre que la formule de Hargreaves donne des valeurs plus élevées que celles obtenues par les autres formules. Toutefois, la fluctuation annuelle de ces valeurs est presque analogue à celle des valeurs obtenues à l'aide d'un évaporomètre de Piche. Il est bien reconnu que l'évaporation mesurée à partir de l'évaporomètre de Piche dépend de façon considérable de l'humidité relative et de la température de l'air et ne serait pas en bonne corrélation avec les évapotranspirations potentielles. La formule de Blaney-Criddle donne des valeurs relativement constantes pendant toute l'année, étant influencée par la température de l'air. Comme mentionné dans la Section 1.4, la température atmosphérique enregistrée dans la zone du projet est caractérisée par une faible fluctuation annuelle. La formule de Panman modifiée donne des valeurs moyennes qui s'accordent suffisamment avec celles de l'évaporation à partir d'un bac installé dans la ville de Kandala située à environ 60 km au Nord de Kankan.

Compte tenu de ce qui précède, on considère la formule de Penman modifiée comme convenant le mieux à l'évaluation des évapotranspirations potentielles adoptées pour ce projet.

Evapotranspirations potentielles journalières moyennes  
(évaluées à l'aide de la formule de Penman modifiée)

(en mm par jour)

<u>Jan.</u>	<u>Fév.</u>	<u>Mars</u>	<u>Avril</u>	<u>Mai</u>	<u>Juin</u>	<u>Juill.</u>	<u>Août</u>	<u>Sept.</u>	<u>Oct.</u>	<u>Nov.</u>	<u>Déc.</u>	<u>Moyenne</u>
5,2	6,4	7,1	6,9	5,1	4,8	4,4	3,9	4,3	4,6	4,9	4,9	5,2

### VII.2.3 Consommation d'eau par culture

Etant donné l'absence des données expérimentales relatives aux coefficients culturaux pour le riz dans la zone du projet et dans ses environs, les coefficients mis au point par Hargreaves sur la base des essais expérimentaux effectués aux Etats-Unis ont été directement adoptés à l'estimation de la consommation d'eau par le riz. La figure VII.2 montre la courbe relative aux coefficients culturaux adoptés.

La consommation d'eau par les cultures s'exprime comme étant le produit de l'évapotranspiration potentielle par les coefficients culturaux. Ainsi, la consommation d'eau par le riz est évaluée, en multipliant les évapotranspirations potentielles estimées dans la sous-section ci-dessus par les coefficients culturaux pour le riz exposés dans la Figure VII.2. Les valeurs évaluées relatives à la consommation d'eau par le riz sont étalées dans le tableau suivant :

CONSOMMATION D'EAU PAR LE RIZ POUR  
UNE DUREE DE 10 JOURS

(en mm/jour)

Récoltes	Mois:		Jan.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.
	Stade													
Première	P		4,8	6,6	8,7	7,6	5,4							
récolte I	D		5,1	7,7	9,0	8,2								
(Saison sèche)	T		5,5	8,1	8,5	7,3								
Première	P						5,1	6,0	5,1	2,7				
récolte II	D					6,1	5,6	6,1	4,2					
(Saison sèche)	T					6,6	6,1	6,0	3,7					
Deuxième	P								3,9	4,1	5,4	5,5	4,0	
récolte I	D								4,1	4,4	5,5	5,0	3,3	
(Saison des pluies)	T									4,3	4,7	5,5	4,2	
Deuxième	P										4,1	5,5	6,1	4,2
récolte II	D										4,3	5,8	5,6	3,4
(Saison des pluies)	T									3,4	4,7	5,9	4,7	

REMARQUES : P = Premier 1/3 du mois  
D = Deuxième 1/3 du mois  
T = Troisième 1/3 du mois

#### VII.2.4 Volume d'eau nécessaire pour l'opération de "puddling"

On peut évaluer théoriquement le volume d'eau nécessaire pour l'opération de "puddling" (désigné "le volume de puddling") en fonction de la profondeur à saturer, de la teneur en eau du sol et de la porosité. Bien que les facteurs influençant ce volume de puddling soient nombreux et varient d'un endroit à l'autre, le volume puddling est évalué à partir de l'équation et des hypothèses suivantes:

$$PW = DS + WS$$

Où PW = le volume d'eau nécessaire pour l'opération de "puddling" (mm),

DS = la hauteur d'eau au-dessus de la surface du sol après l'opération de "puddling" (mm),

WS = la différence de la teneur en eau du sol avant et après saturation (mm).

Les hypothèses adoptées sont comme suit :

- (1) La hauteur d'eau au-dessus de la surface du sol après le puddling est de 40 millimètres.
- (2) La porosité d'une couche du sol de 30 centimètres d'épaisseur est présumée en moyenne à 50%
- (3) La partie gazeuse dans le sol après le "puddling" est présumée à 5%.
- (4) La teneur en eau du sol avant le "puddling" est présumée à 13% en volume.

La calcul du volume de puddling est effectué comme suit :

$$PW = 40 + 300 \times (0,5 - 0,05) - 0,13 \times 300 = 136 \text{ mm.}$$

#### VII.2.5 Taux de percolation

Les essais préliminaires relatifs au taux de percolation ont été effectués sur place, en faisant appel à la méthode de l'accumulation de l'eau dans un étang témoin. Les résultats obtenus montrent que les taux de percolation sont relativement élevés, c'est-à-dire supérieurs à 5mm/jour.

Etant donné que l'opération de "puddling" peut diminuer de façon considérable les taux de percolation dans les rizières, les valeurs précitées ne peuvent pas s'appliquer à ce projet. Compte tenu de la texture des sols observés dans la zone du projet et des renseignements généraux concernant les taux de percolation, on présume le taux à 4 mm/jour pour la saison sèche et à 3 mm/jour pour la saison de pluies.

#### VII.2.6 Hauteur de pluie utile

La hauteur de pluie utile tombant sur la zone du projet est évaluée sur la base des hypothèses suivantes :

- (i) La hauteur de pluie journalière de moins de 5 millimètres n'est pas utilisable;
- (ii) La précipitation journalière supérieure à 80 mm/jour n'est pas utilisable;
- (iii) 80% de la hauteur de pluie journalière entre 5 et 80 mm sont utilisables.

L'évaluation de la hauteur de pluie utile a été faite pour la période de 15 ans s'étalant de 1964 à 1978, en utilisant les données de précipitation journalière recueillies à Kankan. Les résultats montrent que la hauteur de pluie utile varie de 910 à 1.370 mm. D'après l'analyse des fréquences par la méthode de Thomas, la hauteur de pluie utile annuelle est estimée à 924 millimètres avec



probabilité de 10 pour cent, correspondant grossièrement à celle de 1977. Ainsi, pour l'année d'étiage à probabilité de 10 pour-cent l'évaluation des hauteurs de pluies utiles décadaires a été faite selon la répartition pluviométrique de 1977. Elles sont montrées sur le tableau suivant :

Hauteurs de pluies utiles décadaires

(en mm/10 jours)

Jan.			Fév.			Mars			Avril		
P	D	T	P	D	T	P	D	T	P	D	T
4,1	0	0	0	0	0	0	0	24,3	0	27,4	25,1
Mai			Juin			Juil.			Août		
P	D	T	P	D	T	P	D	T	P	D	T
10,0	0	40,8	66,0	12,0	50,7	73,3	38,7	109,9	68,2	66,7	42,9
Sept.			Oct.			Nov.			Déc.		
P	D	T	P	D	T	P	D	T	P	D	T
53,3	125,7	28,4	35,1	7,9	4,3	0	0	0	0	0	0

Remarques: P = Premier 1/3 du mois  
 D = Deuxième 1/3 du mois  
 T = Troisième 1/3 du mois

**VII.2.7 Besoins en eau de la parcelle**

Le besoin en eau de la parcelle est un volume d'eau à amener au partiteur fermier. Il est obtenu par la formule suivante:

$$NR = CU + PL + PW - ER$$

où NR = besoin en eau de la parcelle,

CU = consommation d'eau par les cultures,

PL = perte par la percolation,

PW = volume d'eau nécessaire à l'opération de  
"puddling",

ER = hauteur de pluie utile

Les résultats évalués sont sommairement montrés comme suit :

Besoins en eau décadaires de la parcelle

(en mm/jour)

	Jan.	Fév.	Mars	Avril
Récolte I	8,9 11,8 9,5	10,6 11,7 12,1	12,7 13,0 12,5	9,4 7,9 5,7
Récolte II				5,7 8,6
	Mai	Juin	Juil.	Août
Récolte I	1,2		4,4 6,1 2,3	0,3 0,7 3,4
Récolte II	10,4 8,6 5,4	2,4 7,9 3,9	0,8 2,8 0	4,9
	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.
Récolte I	3,1 0 5,7	7,1 8,1 6,3	4,0 1,2	5,9
Récolte II	10,9 0,1 4,9	7,1 8,9 9,3	10,1 9,6 7,3	4,1 1,2

VII.2.8 Besoins en eau d'irrigation à la prise de la branche morte

Les pertes d'eau durant son transport depuis l'ouvrage de sortie de la station de pompage jusqu'au point d'utilisation sont inévitables. Les besoins en eau d'irrigation à la source d'alimentation sont évalués en divisant les besoins en eau de la ferme par le

coefficient du rendement de transport et d'exploitation. La plupart des canaux d'irrigation envisagés ne sont pas revêtus et les pertes d'eau au cours de son aménée sont relativement élevées. Compte tenu des types des canaux, des fondations de ceux-ci et des types des ouvrages sur les canaux, les pertes d'eau durant son transport sont estimées à 20% du volume d'eau à dériver à la prise de la branche morte et à 10% les pertes dues à l'exploitation du réseau d'irrigation. Ainsi, le coefficient du rendement d'irrigation global est évalué à 70%. Les résultats estimés relatifs aux besoins en eau d'irrigation à la prise de la branche morte sont montrés ci-dessous :

Besoins en eau d'irrigation décadaires à la  
prise de la branche morte

(en mm/jour)

	Jan.			Fév.			Mars			Avril		
Récolte I	12,7	16,9	13,6	15,1	16,7	17,3	18,1	18,5	17,9	13,4	11,3	8,1
Récolte II	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8,1	12,3
	Mai			Juin			Juil.			Août		
Récolte I	1,7	-	-	-	-	-	6,3	8,7	3,3	0,4	1,0	4,9
Récolte II	14,9	12,3	7,7	3,4	11,3	5,6	1,2	4,0	0	0	-	7,0
	Sep.			Oct.			Nov.			Déc.		
Récolte I	4,4	0	8,2	10,1	11,6	9,0	5,7	1,7	-	-	-	8,4
Récolte II	1,3	0,2	7,0	10,1	12,7	13,3	14,4	13,7	10,4	5,9	1,7	-

VII.2.9 Pointe à l'unité des besoins en eau d'irrigation

Comme montré dans le tableau ci-dessus, les besoins maximum décadaires se manifestent à la mi-mars pour le riz de la récolte I de saison sèche. La hauteur d'application est de 18,5 millimètres, soit 2,1 sec/ha en débit continu. Cette valeur a été adoptée pour l'établissement des plans des canaux d'irrigation et des ouvrages connexes.

VII.2.10 Mode d'irrigation

Les rizières seront arrosées en faisant appel à la méthode d'irrigation par submersion. Un partiteur alimenté par la rigole sera installé à chacune des parcelles de façon à bien contrôler les eaux au niveau de la parcelle.

La distribution des eaux sera faite, en général, par rotation et l'apport nécessaire à une opération a été évalué à 70 mm, ce qui permettrait à satisfaire les besoins maximum pour une période de temps unitaire d'environ 4 jours. Durant la saison sèche, l'arrosage sera fait toutes les fois que les niveaux d'eau des rizières baissent au-dessous de 30 millimètres. Pour ce qui est de l'arrosage pendant la saison des pluies, il se fera par contre de manière que la hauteur d'eau appliquée soit peu élevée, car les rizières ne doivent pas être remplies jusqu'à leur niveau maximum étant données la répartition des pluies prévues.

### VII.3 PLANS RELATIFS AU DRAINAGE ET A LA PROTECTION CONTRE LES CRUES

#### VII.3.1 Situation actuelle de drainage et de l'inondation

Pour ce qui est des possibilités d'assainissement des terres, la zone du projet peut être divisée en trois catégories, à savoir :

- i) les terres naturellement bien drainées s'étendant principalement sur les terres hautes ondulées;
- ii) les terres sur terrains à relief plat sur les hautes terres dans lesquelles les eaux de ruissellement provenant des terres avoisinantes et résultant des averses locales restent en stagnation pendant la saison des pluies;
- iii) les terres basses s'étendant le long du Milo et sont sujettes à une inondation tous les ans provoquée par ce fleuve.

Sur une surface brute irriguée de 7.600 ha, les terres appartenant au i) ci-dessus occupent une surface d'environ 3.100 ha ou 14%, les terres hautes mal drainées occupent 1.900 ha ou 25%, et les terres des sujets aux crues annuelles du Milo couvrent la plupart des terres basses qui s'étendent le long du Milo et occupent une superficie de 2.600 ha ou 35% de la surface totale de la zone du projet.

Sur la base des études hydrologiques relatives au Milo qui sont exposées dans l'Annexe II et des résultats des enquêtes sur place, la répartition des zones inondées indiquée dans la Figure VII-3 a été examinée. Les superficies des zones inondées dans chacun des périmètres ont été évaluées selon les différentes probabilités de crues; les résultats sont montrés ci-dessous.

ZONES INONDEES SELON LES DIFFERENTES PROBABILITES DE CRUES

(en ha)

Périmètres	Probabilités de crues			
	Moyenne ou 1/2	1/5	1/10	1/20
Farako	370	438	470	493
Loba	-	-	-	-
Kurkan	363	492	510	525
Nafadji Nord	383	565	657	720
Foussein	555	665	725	775
Guirilan	135	166	130	189
Bankalan	250	360	425	460
Nafadji Sud	515	700	870	1.060
<b>Total</b>	<b>2.571</b>	<b>3.386</b>	<b>3.837</b>	<b>4.222</b>

NOTA : Le périmètre de Loba ne subit pas les crues du Milo, étant donné qu'il se situe sur les plateaux

VII.3.2 Volume d'eau à drainer

(1) Généralités

L'intensité des pluies locales combinée au caractère plat de la plupart des terres pose un grand problème sur le plan de l'assainissement de la zone du projet. En vue d'améliorer ces terres à vocation agricole, il importe d'y introduire les moyens de contrôle de la teneur en eau des sols permettant une exploitation agricole efficace et une vidange des eaux la plus rapide. Le volume d'eau à drainer nécessaire à la planification et à l'établissement des dessins des installations de drainage envisagées a été évalué comme suit :

(2) Ruissellement provenant d'une rizière

Les eaux de ruissellement des rizières sont constituées par l'écoulement causé par les pluies, d'une part, et les fuites dues à

l'exploitation des canaux d'irrigation et des parcelles, d'autre part. Et donné que le ruissellement dû aux pluies et celui causé par les fuites mentionnées ci-dessus ne se manifesteraient pas toujours à la fois et que celui-ci est considéré négligeable par rapport à celui-là, les volumes d'eau à drainer ont été estimés uniquement sur la base des pluies tombées.

Les types de ruissellement provenant d'une rizière pourraient complètement différer de ceux qui apparaîtront dans d'autres terres étant donné que les rizières peuvent retenir des eaux de pluies jusqu'à ce que la profondeur d'eau atteigne la limite admise. Compte tenu de ce qui précède, il est supposé que les eaux de ruissellement à probabilité de 1/10 doivent être vidées des rizières dans un délai de 48 heures ou 2 jours.

L'évaluation relative au volume unitaire à drainer a été faite comme suit :

$$q_1 = R/0,36 \times H$$

où

$q_1$  = le volume unitaire à drainer,

$R$  = la précipitation maximum par jour à probabilité de 1/10, soit de 128,2 mm (voir l'Annexe I.3),

$H$  = le délai nécessaire à vider les eaux, soit 48 heures

Ainsi, le résultat obtenu de l'équation ci-dessus est :

$$q_1 = \frac{128,2}{0,36 \times 48} = 7,4 \text{ litres/seconde/hectare}$$

### (3) Ruissellement provenant d'une terre inexploitée

Le ruissellement provenant d'une terre inexploitée causé par une averse à probabilité de 1/10 a été estimé au moyen de la formule dite "rationnelle" établie ainsi :

$$q_2 = 2,77 \cdot n \cdot f$$

où

$q_2$  = l'écoulement de pointe (en l/s ha) de la terre inexploitée

$n$  = l'intensité de la pluie (en mm/h) ;

$f$  = le coefficient d'écoulement maximum



L'intensité de la pluie  $Y$  est fonction du temps de concentration sur le bassin versant donné et des caractéristiques relatives à la durée - intensité des pluies. Le temps de concentration a été évalué d'après la formule suivante:

$$T_e = L/W, \quad W = 72 \left(\frac{H}{L}\right)^{0,6}$$

- où
- $T_e$  = le temps de concentration (en heures);
  - $L$  = la distance horizontale entre l'extrémité en amont de la zone à drainer et le point donné (en km);
  - $W$  = la vitesse de l'écoulement (en km/a);
  - $H$  = la différence en hauteur entre l'extrémité en amont de la zone à drainer et le point donné (en km).

Au moyen de la formule ci-dessus, le temps de concentration maximum de chaque périmètre a été évalué comme étalé sur le tableau suivant :

Périmètres	H (km)	L (km)	W(km/h)	T(h)
Farako	0,045	2,90	5,93	0,5
Loba	0,008	0,57	5,44	0,1
Kurkan	0,010	0,95	4,63	0,2
Nafadji Nord	0,020	2,00	4,54	0,4
Foussein	0,024	3,60	3,60	1,0
Guirilan	0,023	0,85	8,30	0,1
Bankalan	0,017	1,05	6,15	0,2
Nafadji Sud	0,024	1,70	5,62	0,3

Le tableau ci-dessus montre que le temps de concentration maximum est inférieur à 1 heure pour tous les périmètres. Sur la base de ce qui précède, l'intensité horaire de la pluie à probabilité de 1/10, soit 74,7 mm/heure montré dans l'Annexe 1.3 a été adoptée afin d'estimer l'écoulement de pointe dans chaque périmètre.

Le coefficient d'écoulement maximum représenté par  $f$  dépend, de l'infiltration dans le sol et de la couverture végétale, etc..

Le coefficient adopté pour ce projet a été présumé à 20% sur la base des observations faites sur place, compte tenu des renseignements généraux en matière de coefficients d'écoulement. Ainsi, l'écoulement de pointe de la terre inexploitée a été évalué comme suit :

$$q_2 = 2,778 \times 74,7 \times 0,20 = 41 \text{ l/s/ha.}$$

#### (4) Volumes d'eau à drainer d projet

Les volumes d'eau à drainer s'expriment comme étant le produit du ruissellement provenant des rizières et de l'écoulement de pointe de la terre inexploitée. Ils sont obtenus au moyen de la formule suivante :

$$Q = 7,4.A_1 + 41.A_2$$

où  $Q$  = le volume d'eau à drainer du projet (en litre/s);

$A_1$  = la surface des rizières (en ha);

$A_2$  = la surface de la terre inexploitée (en ha).

Les valeurs évaluées des volumes d'eau à drainer seront utilisées en cas de l'établissement des dessins des canaux de drainage et des ouvrages connexes, comprenant les drains de réception. Toutefois, lors de la planification des stations de pompage de drainage, on adoptera des valeurs autres que celles ci-dessus ; ce qui est mentionné dans la Section VII.4 suivante.

#### VII.3.3 Crues de projet

En vue d'assurer la protection des terrains à vocation agricole dans la zone du projet, il ne serait guère économique de projeter les ouvrages de protection contre les crues qui ont une probabilité d'être dépassées une fois en 20 ans. Le débit de pointe de la crue à probabilité de 1/20 observé à Kankan ayant été évalué à 1.203 m<sup>3</sup>/s, comme il a été préalablement indiqué dans l'Annexe II et le niveau atteint par celle-ci

étant de 368,68 mètres, on a converti celui-ci en niveau pour les emplacements des stations de pompage d'irrigation envisagées sur la base des plans d'eau estimés qui sont montrés dans la Figure II-6.

Les niveaux estimés de la crue à probabilité de 1/20 sont exposés sur la Figure V-3, les niveaux convertis pour les emplacements proposés étant indiqués ci-dessous :

**NIVEAUX DE LA CRUE A PROBABILITE DE 1/20 POUR LES  
EMPLACEMENTS PROPOSES DES STATIONS DE POMPAGE  
D'IRRIGATION**

Emplacement de pompage proposé	Niveaux de la crue (en mètres)
Farako	363,71
Loba	362,47
Kurkan	362,15
Nafadji Nord	359,86
Foussein	366,62
Guirilan	364,29
Bankalan	362,90
Nafadji Sud	361,27

Ces niveaux ont été adoptés pour le planning des stations de pompage d'irrigation et la détermination des hauteurs des digues de protection envisagées. Toutefois, il convient de noter que ces niveaux ont été évalués dans le régime hydraulique actuel en l'absence de digues de protection, mais ils pourraient être influencés par leur mise en place.

On a fait une étude préliminaire relative à l'incidence de l'endiguement le long du Milo sur la base des résultats obtenus par le levé des sections transversales du fleuve. Il ressort de cette étude que le niveau de la crue pourrait s'élever dans une certaine mesure sur tout le long du cours fluvial, une fois l'endiguement réalisé; cette montée pourrait être de l'ordre de 10 à 80 cm. Les plans d'eau évalués après l'endiguement sont exposés dans la Figure VII-4.

## VII.4 ETUDES ECONOMIQUES RELATIVES AUX TRAVAUX DE DRAINAGE ET DE PROTECTION CONTRE LES CRUES

### VII.4.1 Généralités

Comme mentionné dans l'Annexe II, le Milo est caractérisé par une grande fluctuation mensuelle et annuelle de son niveau d'eau. Il arrive fréquemment que les niveaux d'eau en saison de pluies s'étalant d'août à octobre, dépassent la cote de la crête des levées naturelles, ce qui submergerait les terrains le long du Milo. Dans la zone du projet, la plupart des plaines occupant une surface d'environ 3.000 ha ou 40% de la surface totale subissent les crues annuelles. Ainsi il importerait de maîtriser les crues afin d'assurer la bonne exploitation agricole.

Différents moyens de lutte contre les inondations ont été envisagés pour ce projet; ils comprennent des digues de protection destinées à protéger les terrains contre le débordement des eaux, des drains de réception qui assurent le détournement des écoulements d'eau provenant des terrains avoisinants avant leur pénétration dans les périmètres ainsi que des stations de pompage aux fins du drainage assurant l'évacuation des eaux d'écoulement de pluie à l'intérieur des emplacements éventuellement endigués. En vue de l'examen des possibilités économiques de lutte contre les inondations, une étude comparative a été faite comme suit :

Plan 1 : dans le cas où il serait prévu la construction des digues de protection et l'installation des vannes de vidange ;

Plan 2 : dans le cas où il serait prévu l'installation des drains de réception, en sus de la mise en place des ouvrages indiqués dans le plan 1.

Plan 3 : dans le cas où il serait prévu l'installation des drains de réception et l'implantation des stations de pompage de drainage, en sus de la mise en place des ouvrages mentionnés dans le Plan 1.

## VII.4.2 Calculs hydrologiques

### (1) Niveaux d'eau du Milo

On dispose des données relatives aux niveaux d'eau du Milo pour une période de 28 ans à partir de 1949. Compte tenu du but de l'étude qui est mentionné dans la sous-section VII.4.1, les données obtenues pendant les 15 dernières années (entre 1964 et 1978) ont été adoptées et converties en niveaux fluviaux pour chacun des périmètres en utilisant le plan d'eau à pente évalué dans l'Annexe II.4.

### (2) Ruissellement à l'intérieur d'un périmètre éventuellement endigué

Le ruissellement provenant des eaux de pluies à l'intérieur d'un périmètre entouré éventuellement d'une digue a été évalué comme suit :

#### (i) Précipitation

Les données relatives à la précipitation journalière prises à Kankan pendant 15 années (entre 1964 et 1978) ont été adoptées en vue de l'estimation du ruissellement considéré.

#### (ii) Coefficients d'écoulement

Les coefficients d'écoulement ont été évalués à partir de la courbe coefficient d'écoulement - précipitation efficace cumulée exposée sur la Figure VII-5. La précipitation efficace cumulée est constituée, d'une part,

des précipitations observées à un jour donné et, d'autre part, des eaux de pluies survenant jusqu'au jour précédant en multipliant celles-ci par les coefficients de réduction suivants.

Nombre de jours	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Coefficient de réduction	0,8	0,6	0,5	0,4	0,3	0,3	0,2	0,2	0,1	0,1

(iii) Répartition des ruissellements

La répartition des ruissellements dans le temps provoqués par une seule précipitation a été présumée comme suit :

Précipitation (en mm)	1er jour (en %)	2ème jour (en %)	3ème jour (en %)	4ème jour (en %)
inférieure à 30	100	-	-	-
de 30 à 50	70	30	-	-
de 50 à 100	60	30	10	-
supérieure à 100	50	30	15	5

(3) Niveaux d'eau à l'intérieur d'un périmètre

On a évalué les niveaux d'eau à l'intérieur d'un périmètre éventuellement endigué, en se basant sur (i) le ruissellement estimé à partir d'une précipitation journalière, (ii) les niveaux d'eau du Milo ainsi que (iii) la courbe superficie submergée - volume accumulé qui a été estimée pour chaque périmètre. Cette évaluation a été faite, en supposant que les eaux de pluies soient vidées par gravité au moyen des vannes de vidange dans le cas où le niveau d'eau à l'intérieur du périmètre considéré serait supérieur à celui du Milo. Les courbes indiquant la relation entre la superficie submergée et le volume accumulé dans chaque périmètre (mis à

l'écart le périmètre de Loba) sont données sur les Figures VII-6 à VII-12.

Quant au ruissellement, une étude comparative a été faite comme suit :

- dans le cas où il serait prévu l'installation des drains de réception assurant le détournement de l'écoulement des eaux avant leur pénétration dans un périmètre considéré ;
- dans le cas où l'absence des drains de réception permettrait la pénétration des eaux s'écoulant d'un bassin versant dans un périmètre considéré.

Les superficies à assainir évaluées sont montrées ci-dessous :

Périmètres	Surface à assainir (en ha)	
	Sans Drains de réception	Avec Drains de réception
Farako	1.897,1	590,0
Kurkan	777,5	590,0
Nafadji Nord	1.525,9	1.150,0
Foussein	1.539,5	870,0
Guirilan	448,9	436,4
Bankalan	562,9	-
Nafadji Sud	1.456,7	-

NOTA: Le Périmètre de Loba est exclus, étant donné qu'il n'existe pas de problèmes relatifs à la lutte contre les crues. (aucun drain de réception n'a été prévu pour les périmètres de Bankalan et de Nafadji Sud.

Les niveaux d'eau à l'intérieur d'un périmètre qui ont été évalués d'après le procédé de calculs mentionné ci-dessus sont montrés sur les Figures VII-13 à VII-19 et les niveaux maximum qui se manifestent annuellement sont étalés dans le Tableau VII-1.

En vue d'évaluer les niveaux maximum probables, une étude relative aux fréquences a été faite en faisant appel à la méthode de Thomas et les résultats obtenus sont sommairement exposés dans le tableau ci-dessous:

**NIVEAUX MAXIMUM PROBABLES A  
L'INTERIEUR D'UN PERIMETRE**

Périmètres	Clas- sement des plans	Moyenne ou 1/2	(en mètres)	
			Probabilité	
			1/5	1/10
Farako	I	361,19	361,72	362,00
	II	360,44	360,82	361,02
Kurkan	I	358,78	359,20	359,42
	II	358,56	358,97	359,19
Nafadjí Nord	I	357,06	357,56	357,83
	II	356,02	357,36	357,59
Foussein	I	363,24	363,68	363,90
	II	362,80	363,18	363,38
Guirilan	I	361,97	362,15	362,36
	II	361,69	362,11	362,33
Bankalan	I	359,60	360,02	360,24
	II	-	-	-
Nafadjí Sud	I	358,35	358,77	359,00
	II	-	-	-

NOTA : Plan I : sans drains de réception

Plan II: avec drains de réception



#### (4) Débits des pompes de drainage

Comme montré dans le tableau ci-dessus, chaque périmètre est sujet à l'inondation même après la mise en place des digues de protection, des vannes de vidange et des drains de réception. En vue d'assurer la maîtrise complète de cette inondation, le drainage au moyen du pompage est considéré inévitable.

Le volume d'eau à drainer par pompage ou les débits des pompes de drainage à prévoir ont été déterminés de sorte que les cultures ne soient pas endommagées de façon appréciable, même en cas d'une inondation survenant une fois par 10 ans. Cette évaluation a été faite d'après la méthode de tâtonnements, et les résultats obtenus sont comme suit :

Périmètres	Débits des pompes à prévoir (m <sup>3</sup> /jour)
Farako	70.000
Kurkan	70.000
Nafadji Nord	130.000
Foussein	100.000
Guirilan	50.000
Bankalan	70.000
Nafadji Sud	170.000

Les fluctuations annuelles des niveaux d'eau à l'intérieur d'un périmètre après l'installation des pompes sont montrées sur les Figures VII-13 à VII-19.

#### VII.4.3 Comparaison sur le plan économique

##### (1) Généralités

Une comparaison entre les trois variantes mentionnées dans la Section VII.4.1 a été faite pour l'analyse économique de chacune d'elles au moyen des deux critères à savoir : d'une part, les rapports

avantages/coûts annuels et d'autre part, les bénéfices nets annuels. Les procédés de calcul et les hypothèses adoptés pour cette analyse sont comme suit :

(2) Avantages

Les avantages engendrés par la défense contre les crues et inondation peuvent être représentés par la différence entre les pertes de récoltes résultant des conditions "sans" et "avec" les mesures de protection contre les crues et inondations, c'est-à-dire la diminution de l'importance des dommages causés aux récoltes grâce à l'adoption des mesures de protection.

Les dommages causés par les crues au riz varient selon la hauteur d'eau de submersion, sa durée, le stade de croissance du riz, etc... Pour cette étude, l'importance des dommages a été évaluée sur la base de la relation entre le taux de réduction de rendement cultural, la durée de submersion et sa hauteur d'eau qui est exposée sur le Tableau VII-2. Ce tableau a été établi à partir des données relatives aux dommages causés par les inondations aux cultures plantées aux Philippines.

D'où, les avantages dérivant des travaux de protection contre les crues et les inondation ont été évalués pour chacune des variantes . Ils sont sommairement montrés ci-dessous :

AVANTAGES MOYENS ANNUELS DERIVANT  
DES TRAVAUX DE PROTECTION CONTRE  
LES CRUES

Unité  
(10<sup>3</sup> dollars)

Périmètres	Plan 1	Plan 2	Plan 3
Farako	201,6	334,8	532,8
Kurkan	300,8	334,8	522,0
Nafadji Nord	220,3	263,5	551,5
Foussein	381,6	475,2	799,2
Guirilan	79,2	82,8	194,4
Bankalan	196,4	-	360,0
Nafadji Sud	367,2	-	741,6

### (3) Coûts

Les coûts annuels nécessaires aux travaux de protection contre les crues seraient constitués d'une part, de coûts de construction annuels équivalents et, d'autre part, de coûts d'exploitation, d'entretien et de renouvellement des installations envisagées. L'estimation de ces coûts a été faite sur la base des hypothèses suivantes :

- (i) Les coûts de construction des installations nécessaires ont été évalués pour chacune des variantes en vue d'assurer la protection contre la crue survenant une fois par 10 ans ;
- (ii) Pour la durée économique des installations a été adoptée une période de 50 ans ;
- (iii) Les coûts d'exploitation et d'entretien annuels des installations envisagées ont été évalués à 3% du coût de construction, des stations de pompage et 1% de celui d'exploitation des pompes et les coûts de renouvellement du matériel de pompage et des vannes métalliques.
- (iv) Seuls le matériel de pompage et les vannes métalliques ont été considérés, compte tenu de la durée utile de 25 ans prévue, dans le calcul des coûts de renouvellement ;
- (v) Le taux d'intérêt a été présumé à 5% ;
- (vi) Les frais de carburants que nécessite l'exploitation des pompes ont été estimés, compte tenu de leurs heures d'exploitation moyennes prévues et du prix s'élevant à 0,56 \$EU par litre.

Les caractéristiques principales des travaux de protection contre les crues pour chaque plan sont montrées sur le Tableau VII-4. Leurs coûts annuels évalués sont étalés dans le Tableau VII-5 et le tableau suivant montre son sommaire :

**COÛTS ANNUELS DES TRAVAUX DE  
PROTECTION CONTRE LES CRUES**

(en 10<sup>3</sup> \$EU)

Périmètres	Plan 1	Plan 2	Plan 3
Farako	139,7	79,8	131,1
Kurkan	146,5	127,4	170,6
Nafadji Nord	112,7	73,6	113,8
Foussein	232,0	185,0	237,9
Guirilan	93,2	92,4	120,9
Bankalan	104,9	-	127,5
Nafadji Sud	161,6	-	217,8

**(4) Rapports avantages/coûts et bénéfices nets**

Les rapports avantages/coûts (B/C) et les bénéfices nets (B-C) annuels ont été évalués pour chaque plan alternatif. L'évaluation a été faite comme suit :

**RAPPORTS AVANTAGES/COÛTS ET BÉNÉFICES NETS (B-C) ANNUELS**

(en 10<sup>3</sup> \$EU)

Périmètre	Plan I	Plan 2	Plan 3
Farako B/C	1,44	4,20	4,06
B-C	61,9	255,0	401,7
Kurkan B/C	2,05	2,63	3,06
B-C	154,3	207,4	351,4
Nafadji B/C Nord	1,95	3,58	4,85
B-C	107,6	109,9	437,7
Foussein B/C	1,64	2,57	3,36
B-C	149,6	290,2	561,3
Guirilan B/C	0,85	0,90	1,61
B-C	-14,0	-9,6	73,5
Bankalan B/C	1,87	-	2,82
B-C	91,5	-	232,5
Nafadji B/C Sud	2,27	-	3,40
B-C	205,6	-	523,8

D'après le tableau ci-dessus, le Plan 3 est considéré le moins coûteux pour les périmètres de Kurkan, Nafadji Nord, Foussein, Bankalan et Nafadji Sud, montrant les valeurs les plus élevées soit sur le B/C soit sur le B-C. Pour ce qui concerne le périmètre de Farako, le Plan 2 présente le rapport avantages/coûts(B/C) le plus élevé, tandis que le Plan 3 montre le bénéfice net (B-C) le plus important. Etant donné peu d'importance de la différence du B/C entre le Plan 2 et le Plan 3, celui-ci a été considéré plus avantageux que celui-là pour ce périmètre.

En ce qui concerne le périmètre de Guirilan, ni le Plan 1, ni le Plan 2 ne sont justifiés sous l'aspect économique, étant donné que le B/C est inférieur à 1,0. Même pour le Plan 3, le B/C présente la valeur de peu d'importance, soit 1,6. D'où, pour ce qui concerne ce périmètre, une étude plus détaillée devrait être faite en vue de l'examen de la rentabilité sur le plan économique qui dérivre des travaux de protection contre les crues.

#### VII.4.4 Etude économique relative aux travaux de protection contre les crues envisagés dans le périmètre de Guirilan

Etant donné que les travaux de protection contre les inondations envisagés dans le périmètre de Guirilan n'ont pas été bien justifiés sur le plan économique, on a fait une étude comparative plus détaillée relative à l'importance de la faisabilité de ces travaux. La comparaison a été faite comme suit :

Plan A : dans le cas où il serait prévu l'installation de tous les ouvrages de protection nécessaires permettent d'assurer deux récoltes annuelles de riz dans tout le périmètre de 800 ha; ce plan correspondant au Plan 3 mentionné dans la Section VII.4.1;

Plan B : dans le cas où il serait prévu la construction des installations d'irrigation, en absence des ouvrages de protection contre les inondations ; la riziculture n'est pas effectuée en saison des pluies sur les terres basses s'étendant sur 150 ha;

Plan C : dans le cas où aucun ouvrage de protection ne serait installé et que les terres basses d'une surface de 150 ha seraient mises à l'écart de la zone à irriguer

On a fait une étude économique comparative entre chacune des variantes ci-dessus afin d'évaluer la contribution économique engendrée par l'aménagement de l'irrigation dans la situation de "sans projet" et "avec projet". Cette contribution économique a été évaluée au moyen des deux critères à savoir : le rapport avantages/coûts (B/C) et les bénéfices nets (B-C). Les hypothèses adoptées pour ce calcul sont les mêmes que celles pour l'évaluation économique du projet mentionnée en détail dans l'Annexe XIII.

Envisagés sous l'aspect économique, les coûts de construction (coûts réels) évalués pour chacune de ces variants sont montrés sur le Tableau VII-6; les bénéfices sont exposés sur le tableau ci-dessous. D'où, le rapport avantages/coûts et les bénéfices nets qui ont été estimés en adoptant le taux d'actualisation de 5% par an sont comme suit:

Plan	Coût (C) (10 <sup>3</sup> \$EU)	Bénéfice (B) (10 <sup>3</sup> \$EU)	B/C	B-C (10 <sup>3</sup> \$EU)
A	15.549	28.457	1,83	12.908
B	14,368	24.273	1,69	9.905
C	12.557	23.324	1,86	10.767

Pour ce qui concerne le rapport B/C, le Plan C présente la valeur la plus élevée, et toutefois la différence entre le Plan A et le Plan C est de peu d'importance, soit seulement de 0,03. Quant au bénéfice net, le Plan A montre la valeur la plus importante, celui-ci étant suivi par ordre de décroissance par le Plan C et le plan D. D'où, le Plan A a été considéré le plus avantageux et adopté pour le plan final de développement du périmètre de Guirilan.

TABLEAU VII-1 NIVEAUX MAXIMUM ANNUELS A L'INTERIEUR DE CHAQUE PERIMETRE

Année	Guirilan		Bankalan		Nafadji(S)		Foussein		Loba		Nafadji(N)		Kurkan		Farako	
	avec	sans	avec	sans	avec	sans	avec	sans	avec	sans	avec	sans	avec	sans	avec	sans
	C-D	C-D	C-D	C-D	C-D	C-D	C-D	C-D	C-D	C-D	C-D	C-D	C-D	C-D	C-D	C-D
1964	361,21	361,22	-	359,11	-	357,93	362,57	362,82	-	356,52	356,66	358,28	358,43	359,99	360,64	
1965	361,41	361,42	-	359,24	-	357,92	362,46	362,89	-	356,48	356,19	358,23	358,44	360,09	360,81	
1966	361,01	361,01	-	358,87	-	357,58	362,12	362,51	-	356,08	356,11	357,95	358,09	359,78	359,98	
1967	362,19	362,21	-	360,24	-	358,91	363,34	364,02	-	357,55	357,74	359,20	359,59	361,05	361,94	
1968	361,65	361,17	-	359,64	-	358,18	363,07	363,28	-	356,79	356,98	358,81	358,92	360,52	361,17	
1969	362,39	362,39	-	360,27	-	359,09	353,64	364,02	-	357,70	357,82	359,46	359,53	361,06	361,98	
1970	362,06	362,08	-	360,09	-	358,72	363,09	363,61	-	357,36	357,58	358,87	359,09	360,87	361,59	
1971	361,43	361,43	-	359,33	-	358,00	362,79	363,03	-	356,51	356,66	358,57	358,66	360,17	360,88	
1972	361,80	361,81	-	359,62	-	358,32	362,62	363,09	-	356,89	357,11	358,42	358,61	360,44	361,30	
1973	362,63	362,66	-	360,34	-	359,21	363,39	364,08	-	357,75	358,05	359,19	359,55	361,08	362,24	
1974	362,04	362,06	-	359,68	-	358,58	362,62	363,12	-	357,10	357,35	358,42	358,64	360,52	361,54	
1975	361,42	361,43	-	359,31	-	358,04	362,54	363,01	-	356,59	356,76	358,00	358,55	360,18	360,69	
1976	361,42	361,43	-	358,96	-	357,93	362,18	362,57	-	356,44	356,58	357,93	358,07	359,87	300,61	
1977	361,66	361,68	-	359,77	-	358,45	362,82	363,32	-	357,09	357,21	358,58	358,78	360,59	361,24	

NOTIFICATION C-D = drains de réception

TABLEAU VII-2 TAUX DE REDUCTION DU RENDEMENT

<u>Cycle de croissance</u>	<u>Hauteur submergée (cm)</u>	<u>Réduction du rendement en fonction de la durée de submersion</u>			
		<u>1-2 j.</u>	<u>3-4 j.</u>	<u>5-7 j.</u>	<u>7 j</u>
(en cas d'eau propre)					
20 jours après repiquage	25-30	10	20	30	35
Formation de jeunes panicules en cas de submersion partielle	45-60	10	30	65	95-100
Formation de jeunes panicules en cas de submersion totale	50-65	25	45	80	90-100
Tallage	75-90	15	25	30	70
Mûrissement	100	0	15	20	20
(en cas d'eau boueuse)					
Formation de jeunes panicules en cas de submersion partielle 1/	45-60	20	50	85	90-100
Formation de jeunes panicules en cas de submersion totale	50-65	70	80	85	90-100
Tallage	75-90	30	80	90	90-100
Mûrissement	100	5	10	30	30

1/: le mot "partiellement" signifie que les feuilles à longueur de 9 à 15 centimètres ne sont pas submergées.



TABLEAU VII-3 BÉNÉFICES ANNUELS MOYENS DERIVANT DES TRAVAUX DE PROTECTION CONTRE LES CRUES

Périmètres	PLAN 1				PLAN 2				PLAN 3					
	Surface submergée sans protection contre crues (ha)	Surface submergée (ha)	Surface nette (ha)	Surface globale (ha)	Surface submergée (ha)	Surface nette (ha)	Surface globale (ha)	Surface submergée (ha)	Surface nette (ha)	Surface globale (ha)	Production riz (tonnes)	Bénéfices annuels (US\$) (x10 <sup>3</sup> )	Production riz (tonnes)	Bénéfices annuels (US\$) (x10 <sup>3</sup> )
Farako	370	230	140	112	138	232	186	837	334,8	-	370	296	1.332	532,8
Kurkan	363	154	209	167	130	233	186	837	334,8	-	363	290	1.305	522,0
Nafadji Nord	383	230	153	122	200	183	146	659	263,5	-	383	306	1.379	551,5
Foussein	555	290	265	212	225	330	264	1.188	475,2	-	555	444	1.998	799,2
Guirilan	135	80,0	55	44	78	57	46	207	82,8	-	135	108	486	194,4
Bankalan	250	114	136	109	-	-	-	-	-	-	250	200	900	360,0
Nafadji Sud	515	260	255	204	-	-	-	-	-	-	515	412	1.854	741,6

NOTA: 1) Surface totale épargnée :

- 2) La surface nette a été évaluée en multipliant la surface globale par un coefficient de 0,8
- 3) L'accroissement relatif à la production du riz a été calculé sur la base du rendement unitaire de 4,5 tonnes/ha.
- 4) Les bénéfices annuels ont été évalués sur la base du prix de riz de 400 dollars par tonne.

(Surface submergée avec les ouvrages de protection)

TABLEAU VII-4 CARACTERISTIQUES PRINCIPALES DES OUVRAGES DE PROTECTION  
CONTRE LES CRUES POUR CHACUNE DES VARIANTES

Périmètres	PLAN 1			PLAN 2			PLAN 3							
	Digues de protection (Km)	Vannes de vidange (m <sup>3</sup> /sec)	Drains de réception (km)	Digues de protection (Km)	Vannes de vidange (m <sup>3</sup> /sec)	Drains de réception (Km)	Digues de protection (Km)	Vannes de vidange (m <sup>3</sup> /sec)	Drains de réception (Km)	Pompes de drainage (m <sup>2</sup> min x nombre)	Digues de protection (Km)	Vannes de vidange (m <sup>3</sup> /sec)	Drains de réception (Km)	Pompes de drainage (m <sup>3</sup> min x nombre)
Farako	6,9	58,610	-	6,9	4,366	6,2	6,9	4,366	6,2	-	6,9	4,366	6,2	4,9 x 2 15,3 x 2 4,2 x 2
Kurkan	7,6	12,148	-	7,6	4,366	3,0	7,6	4,366	3,0	-	7,6	4,366	3,0	3,8 x 2 8,4 x 2 12,2 x 2
Nafadji Nord	10,6	24,110	-	10,6	8,510	4,8	10,6	8,510	4,8	-	10,6	8,510	4,8	15,7 x 2 29,5 x 2
Foussein	10,0	31,042	-	10,0	6,438	4,8	10,0	6,438	4,8	-	10,0	6,438	4,8	16,75 x 2 12,5 x 2 11,5 x 2
Guirilan	5,3	3,748	-	5,3	3,229	9,2	5,3	3,229	9,2	-	5,3	3,229	9,2	11,5 x 2 5,9 x 2
Bankalan	6,7	4,165	-	6,7	4,165	2,9	6,7	4,165	2,9	-	6,7	4,165	2,9	24,3 x 2
Nafadji Sud	12,5	9,702	-	12,5	9,702	2,1	12,5	9,702	2,1	-	12,5	9,702	2,1	9,1 x 2 14,6 x 2 35,4 x 2

TABLEAU VII-5 COUTS ANNUELS DES TRAVAUX DE PROTECTION CONTRE LES CRUES

Périmètres	Farako			Kurkan			Nafadji Nord			Foussein		
	Plan 1	Plan 2	Plan 3	Plan 1	Plan 2	Plan 3	Plan 1	Plan 2	Plan 3	Plan 1	Plan 2	Plan 3
1. Coût de construction	10 <sup>3</sup> dol	10 <sup>3</sup> dol	10 <sup>3</sup> dol	10 <sup>3</sup> dol	10 <sup>3</sup> dol	10 <sup>3</sup> dol	10 <sup>3</sup> dol	10 <sup>3</sup> dol	10 <sup>3</sup> dol	10 <sup>3</sup> dol	10 <sup>3</sup> dol	10 <sup>3</sup> dol
1) Digués de protection contre les crues	1.399,7	1.399,7	1.399,7	1.730,5	1.730,5	1.730,5	1.296,0	1.296,0	1.296,0	2.816,3	2.816,3	2.816,3
2) Vannes de vidange	617,4	284,1	284,1	407,6	333,2	333,2	347,2	254,3	254,3	567,6	349,5	349,5
3) Drains de réception	-	285,2	285,2	-	37,2	37,2	-	107,0	107,0	-	100,0	100,0
4) Station de pompage de drainage	-	-	616,1	-	-	499,2	-	-	445,3	-	-	553,9
3) Installations de drainage	-	-805,2	-805,2	-	-237,2	-237,2	-	-583,6	-583,6	-	-557,8	-557,8
Total partiel	(2.017,1)	(1.163,8)	(1.779,9)	(2.138,1)	(1.863,7)	(2.362,9)	(1.643,2)	(1.073,7)	(1.519,0)	(3.383,9)	(2.708,0)	(3.261,9)
2. Coût annuel												
1) Equivalent annuel du coût de construction	117,0	67,5	103,2	124,0	108,1	137,0	95,3	62,3	88,1	196,3	157,1	189,2
2) Coût L'exploitation et d'entretien des installations	20,2	11,6	19,8	21,4	18,6	25,0	16,4	10,7	16,7	33,8	27,1	34,3
3) Frais de carburant	-	-	5,3	-	-	6,4	-	-	6,8	-	-	11,8
4) Coût de renouvellement	2,5	0,7	2,8	1,1	0,7	2,2	1,0	0,6	2,2	1,9	0,8	2,6
Total	139,7	79,8	131,1	146,5	127,4	170,6	112,7	73,6	113,8	232,0	185,0	237,9

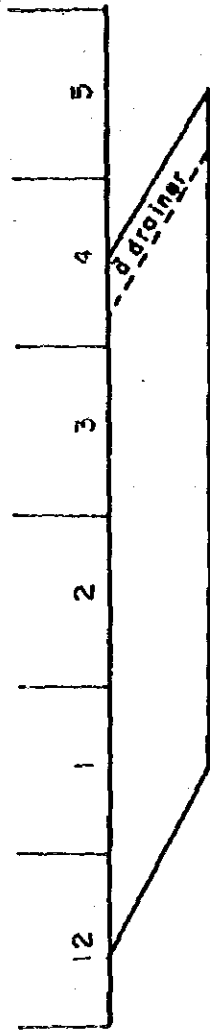
Périmètres	Guirilan			Bankalan			Nafadji Sud		
	Plan 1	Plan 2	Plan 3	Plan 1	Plan 2	Plan 3	Plan 1	Plan 2	Plan 3
1. Coût de construction	10 <sup>3</sup> dol	10 <sup>3</sup> dol	10 <sup>3</sup> dol	10 <sup>3</sup> dol	10 <sup>3</sup> dol	10 <sup>3</sup> dol	10 <sup>3</sup> dol	10 <sup>3</sup> dol	10 <sup>3</sup> dol
1) Digués de protection contre les crues	1.159,4	1.159,4	1.159,4	1.394,9	-	1.394,9	2.023,7	-	2.023,7
2) Vannes de vidange	203,9	204,6	204,6	142,5	-	143,0	339,5	-	339,9
3) Drains de réception	-	7,1	7,1	-	-	-	-	-	-
4) Station de pompage de drainage	-	-	357,9	-	-	242,3	-	-	658,0
5) Installation de drainage	-	-19,2	-19,2	-	-	-90,4	-	-	-
Total partiel	(1.363,3)	(1.351,9)	(1.709,8)	(1.537,4)		(1.780,9)	(2.363,2)		(3.021,6)
2. Coût annuel									
1) Equivalent annuel du coût de construction	79,1	78,4	99,2	89,2	-	103,3	137,1	-	175,3
2) Coût d'exploitation et d'entretien des installations	13,6	13,5	18,1	15,4	-	18,6	23,6	-	32,2
3) Frais de carburant	-	-	2,1	-	-	4,4	-	-	7,3
4) Coût de renouvellement	0,5	0,5	1,5	0,3	-	1,2	0,9	-	3,0
Total	93,2	92,4	120,9	104,9	-	127,5	161,6	-	217,8



TABLEAU VII-6 COUTS DE CONSTRUCTION COMPARATIFS  
DES OUVRAGES D'IRRIGATION ET DE DRAINAGE  
POUR LE PERIMETRE DE GUIRILAN

Désignation	(en 10 <sup>3</sup> \$EU)		
	Plan A (800 ha)	Plan B (800 ha)	Plan C (650 ha)
1. Ouvrages provisoires	19	19	12
2. Station de pompage d'irrigation	1.635	1.635	1.255
3. Canaux d'irrigation	868	868	704
4. Station de pompage de drainage	246	-	-
5. vannes de vidange	93	-	-
6. Drains	246	246	199
7. Routes	518	518	422
8. Digue de protection	602	-	-
9. Mise en valeur des terres	561	561	456
Total partiel	4.788	3.847	3.048
10. Frais de services d'ingénierie	733	667	432
11. Imprévus pour variations quantitatives	479	388	305
Total	6.000	4.902	3.785

Tableau VI-7 Besoins en eau d'irrigation pour la première récolte I.



Coefficient de consommation d'eau moyenne pour 1/3  
 : vapotranspiration par la formule de Penman modifiée

Consommation d'eau (mm/jour)

Taux de percolation (mm/jour)

Hauteur de pluie utile décadaire

Hauteur de pluie utile (mm/jour)

Densité de récolte à la surface totale

Besoins en eau de "puddling" (mm/jour)

Besoins en eau de la parcelle (mm/jour)

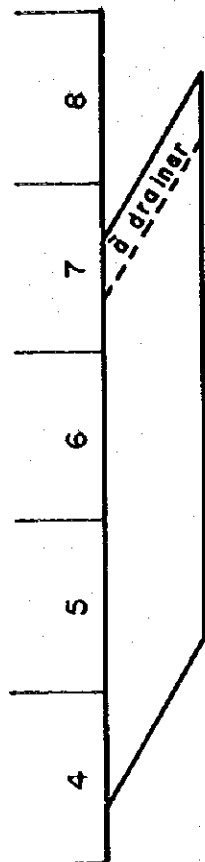
Moyenne (mm/jour)

Débit équivalent (l/sec/ha)

Volume d'eau à dériver (l/sec/ha)

0,88	0,94	0,98	1,06	1,14	1,21	1,26	1,28	1,27	1,20	1,09	0,91	0,81	0,68
4,9	5,1	5,2	5,8	6,4	6,4	6,8	7,1	7,1	7,0	9,0	9,0	9,0	7,9
4,3	4,8	5,1	5,5	6,6	7,7	8,1	8,7	9,0	8,5	7,6	8,2	7,3	5,4
4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
												24,3	27,4
0	0	0,4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,2	2,7
1/6	1/2	5/6	/	/	/	/	/	/	/	/	/	5/6	1/2
4,5	4,5	4,5											
5,9	8,9	11,8	9,5	10,6	11,7	12,1	12,7	13,0	12,5	9,4	7,9	5,7	1,2
3,5		10,4		11,4		12,4		12,4		6,3		0,2	
0,41		1,21		1,37		1,42		1,42		0,73		0,02	
0,59		1,73		1,96		2,03		2,03		1,04		0,03	

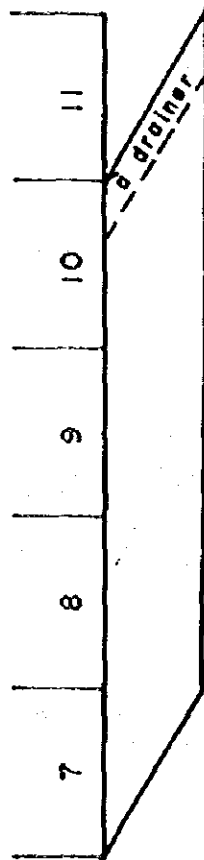
Tableau VII- 8 Besoins en eau d'irrigation pour la première récolte II.



Mois

Coefficient de consommation d'eau moyenne pour 1/3	0,88	0,95	1,00	1,10	1,19	1,25	1,28	1,25	1,15	0,96	0,85	0,70
Evapotranspiration par la formule de Penman modifiée	6,9	6,9	5,1	5,1	5,1	4,8	4,8	4,8	4,4	4,4	4,4	3,9
Consommation d'eau (mm/jour)	6,1	6,6	5,1	5,6	6,1	6,0	6,1	6,0	5,1	4,2	3,7	2,7
Taux de percolation (mm/jour)	4,0	4,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
Hauteur de pluie utile (mm/jour)	2,7	2,5	1,0	0	3,7	6,6	1,2	5,1	7,3	3,9	10,0	6,8
Densité de récolte à la surface totale	1/6	1/2	5/6	/	/	/	/	/	/	5/6	1/2	1/6
Besoins en eau de "puddling" (mm/jour)	4,5	4,5	4,5									
Besoins en eau de la parcelle (mm/jour)	5,7	8,6	10,4	8,6	5,4	2,4	7,9	3,9	0,8	2,8	0	0
Moyenne (mm/jour)	4,8		8,1			4,7			1,2			0
Débit équivalent (l/sec/ha)	0,56		0,93			0,55			0,14			0
Volume d'eau à dériver (l/sec/ha)	0,80		1,33			0,79			0,20			0

Tableau VI-9 Besoins en eau d'irrigation pour la deuxième récolte I.

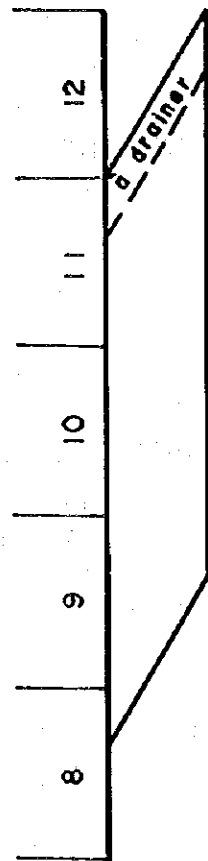


Mois

Coefficient de consommation d'eau moyenne pour 1/3	0,68	0,94	0,98	1,06	1,14	1,21	1,26	1,28	1,27	1,20	1,09	0,91	0,81	0,68
Evapotranspiration par la formule de Penman modifiée	4,4	4,4	4,4	3,9	3,9	3,9	4,3	4,3	4,3	4,6	4,6	4,6	4,9	4,9
Consommation d'eau (mm/jour)	3,9	4,1	4,3	4,1	4,4	4,7	5,4	5,5	5,5	5,0	4,2	4,0	3,3	
Taux de percolation (mm/jour)	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	4,0	4,0	4,0	4,0	
Hauteur de pluie utile pour 1/3 mois	73,3	38,7	109,9	68,2	66,7	42,9	53,3	65,7	20,4	35,1	7,9	4,3	0	0
Hauteur de pluie utile (mm/jour)	7,3	3,9	10,0	6,8	6,7	4,3	5,3	12,6	2,8	2,4	0,9	0,6	0	0
Densité de récolte à la surface totale	1/6	1/2	5/6	/	/	/	/	/	/	/	5/6	1/2	1/6	
Besoins en eau de "puddling" (mm/jour)	4,5	4,5	4,5											
Besoins en eau de la parcelle (mm/jour)	4,4	6,1	2,3	0,3	0,7	3,4	3,1	0	5,7	7,1	8,1	6,3	4,0	1,2
Moyenne (mm/jour)	4,27				1,47		2,93			7,2				1,7
Débit équivalent (l/sec/ha)	0,50				0,17		0,34			0,84				0,20
Volume d'eau à dériver (l/sec/ha)	0,71				0,24		0,49			1,20				0,28



Tableau VI-10 Besoins en eau d'irrigation pour la deuxième récolte I.



	8	9	10	11	12						
Coefficient de consommation d'eau moyenne pour 1/3	0,88	0,95	1,00	1,10	1,19	1,25	1,28	1,15	0,96	0,85	0,70
Evapotranspiration par la formule de Penman modifiée	3,9	4,3	4,3	4,6	4,6	4,6	4,9	4,9	4,9	4,9	4,9
Consommation d'eau (mm/jour)	3,4	4,1	4,3	4,7	5,5	5,8	5,9	6,1	5,6	4,7	4,2
Taux de percolation (mm/jour)	3,0	3,0	3,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
Hauteur de pluie utile (mm/jour)	4,3	5,3	12,6	2,8	2,4	0,9	0,8	0	0	0	0
Densité de récolte à la surface totale	1/6	1/2	5/6	/	/	/	/	/	/	5/6	1/2
Besoins en eau de "puddling" (mm/jour)	4,5	4,5	4,5								
Besoins en eau de la parcelle (mm/jour)	4,9	0,9	0,1	4,9	7,1	6,9	8,3	10,1	9,6	7,3	4,1
Moyenne (mm/jour)	1,63		1,97		6,43		9,00		1,77		
Débit équivalent (l/sec/ha)	0,19		0,23		0,98		1,04		0,21		
Volume d'eau à dériver (l/sec/ha)	0,27		0,33		1,40		1,49		0,50		

Figure VII - 1 Comparaison des évapotranspirations potentielles

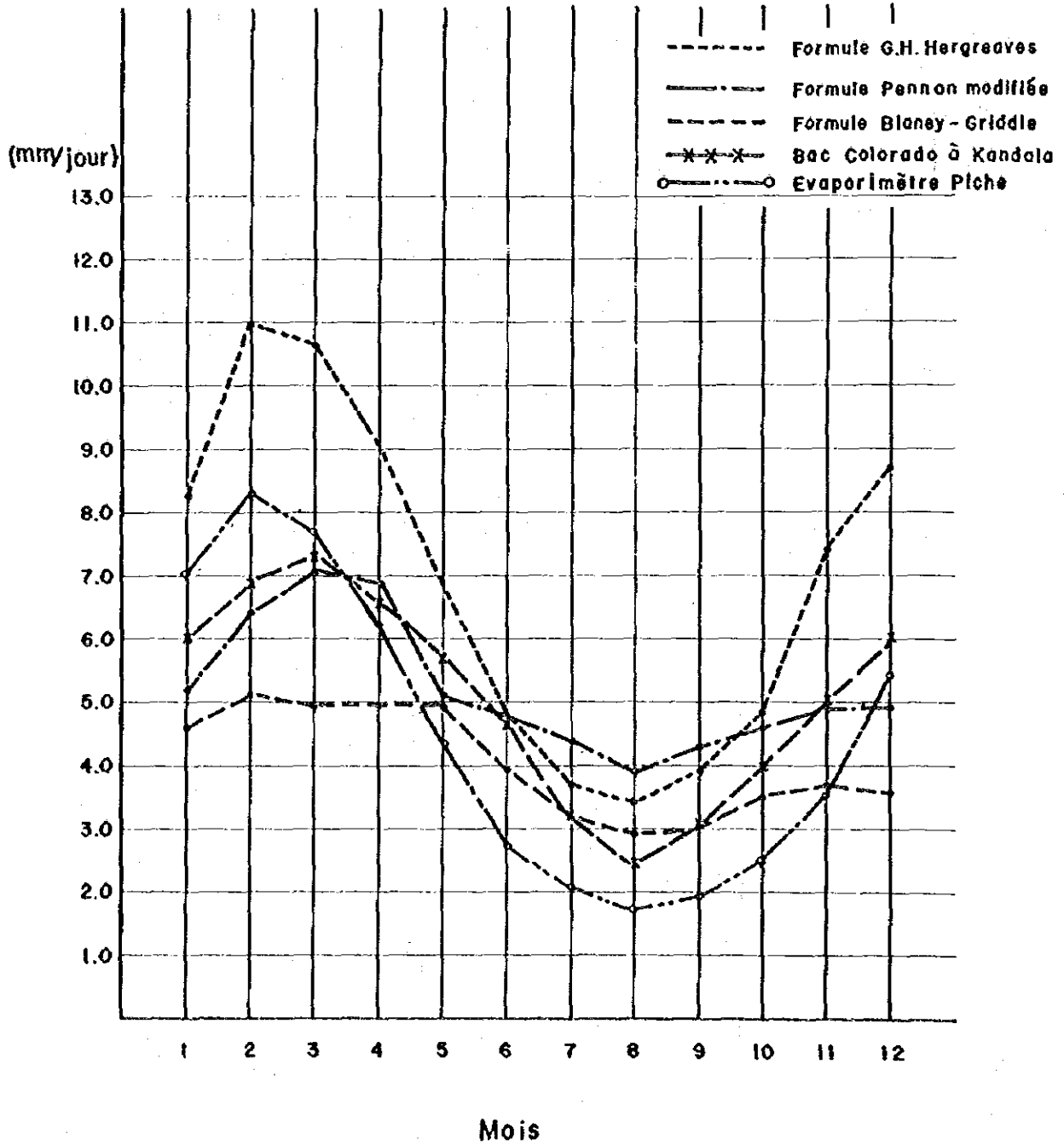


Figure VII-2 Coefficient d'évaporation

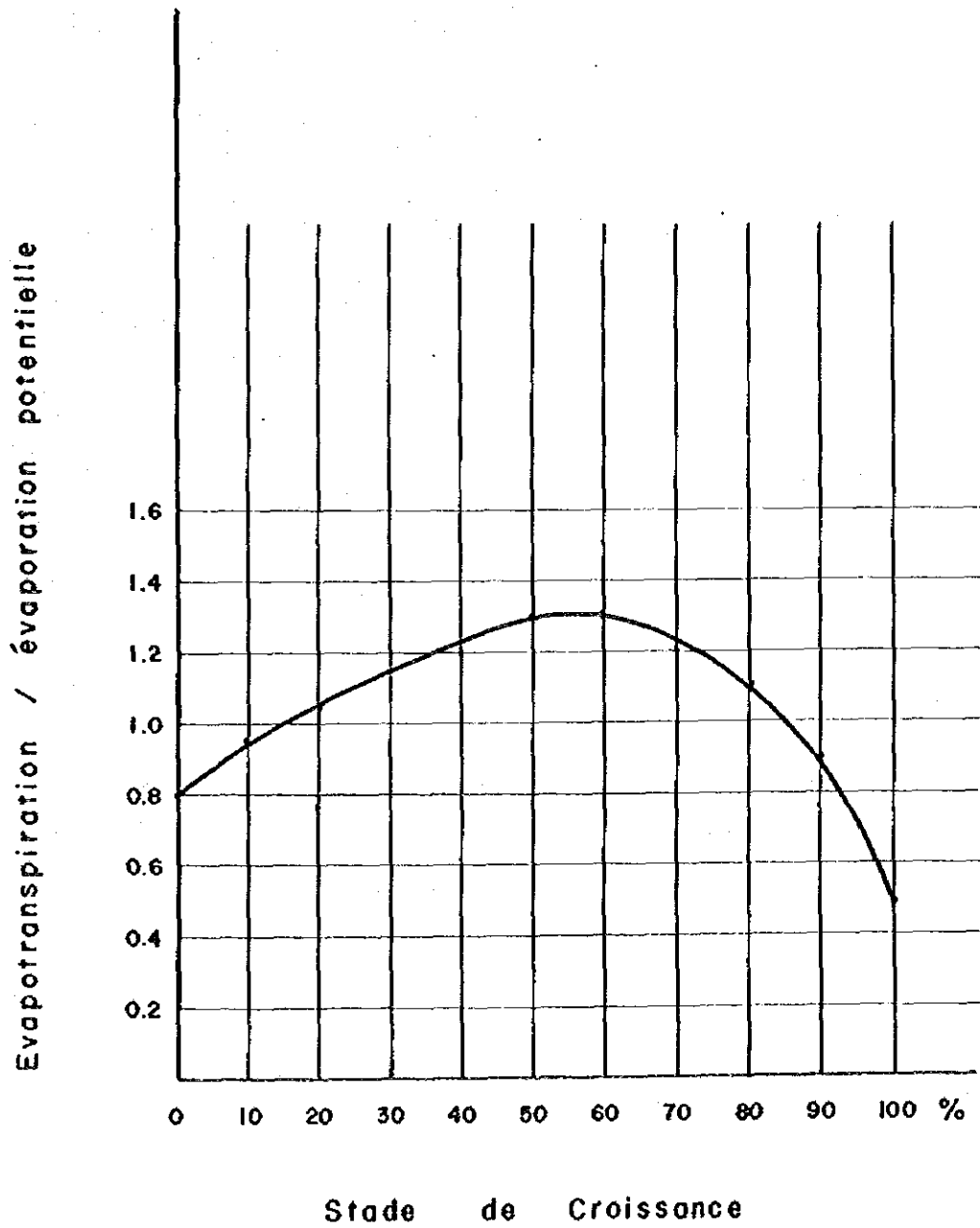
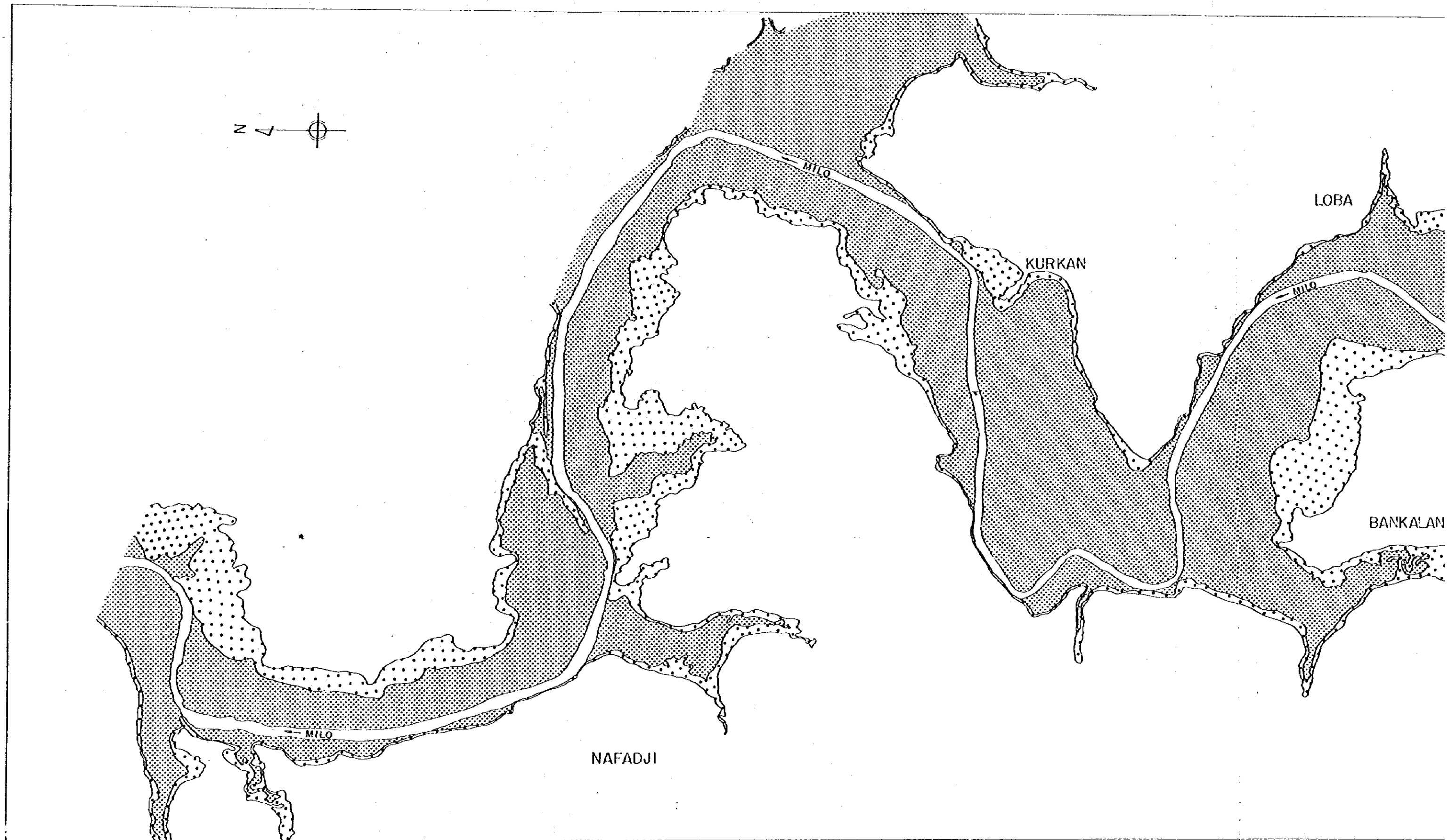
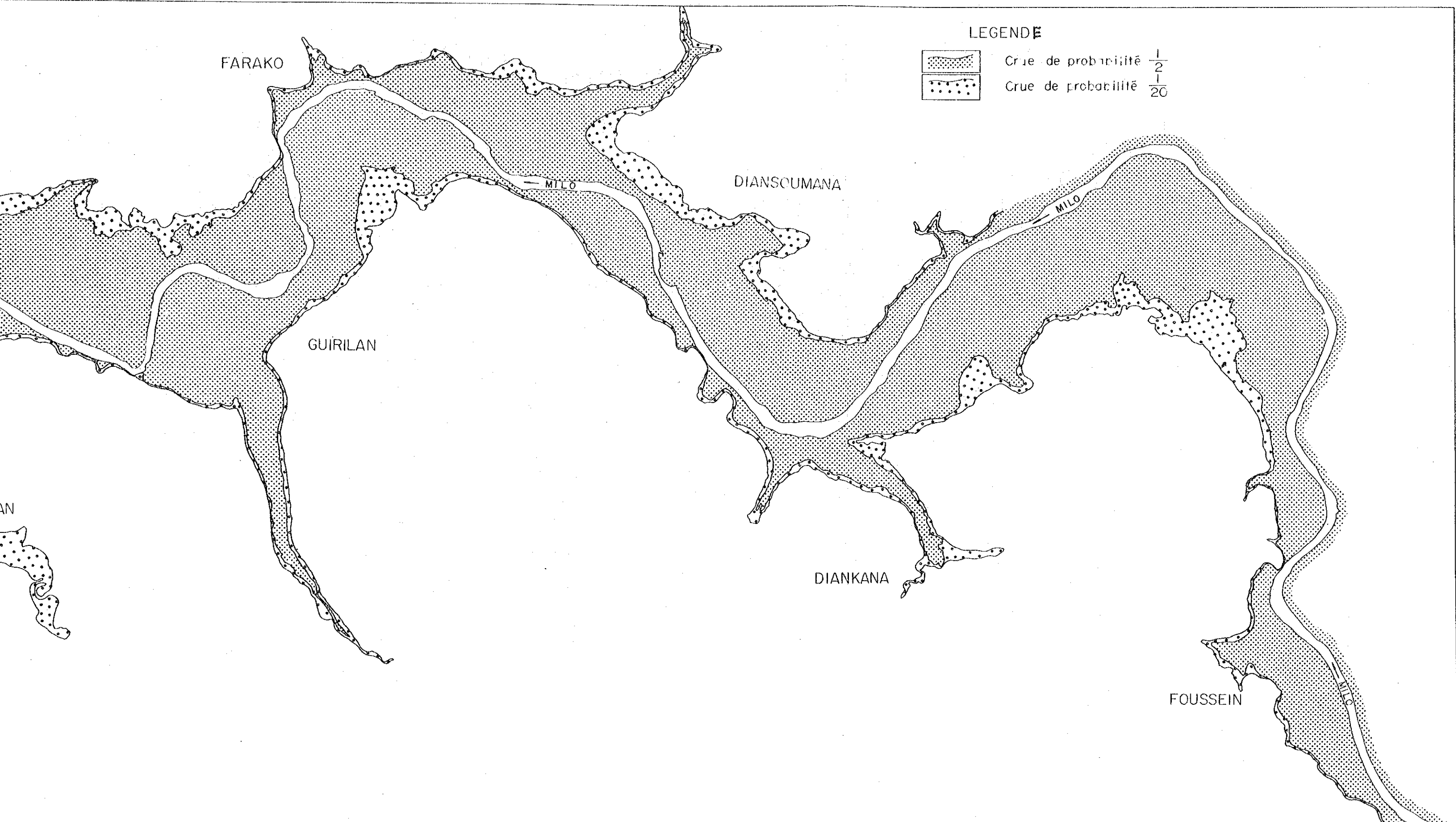


Figure VII-3





LEGENDE


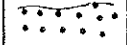
-  Crue de probabilité  $\frac{1}{2}$
-  Crue de probabilité  $\frac{1}{20}$

Figure VII-4 Plans des eaux prévus avant et après la construction des digues de protection

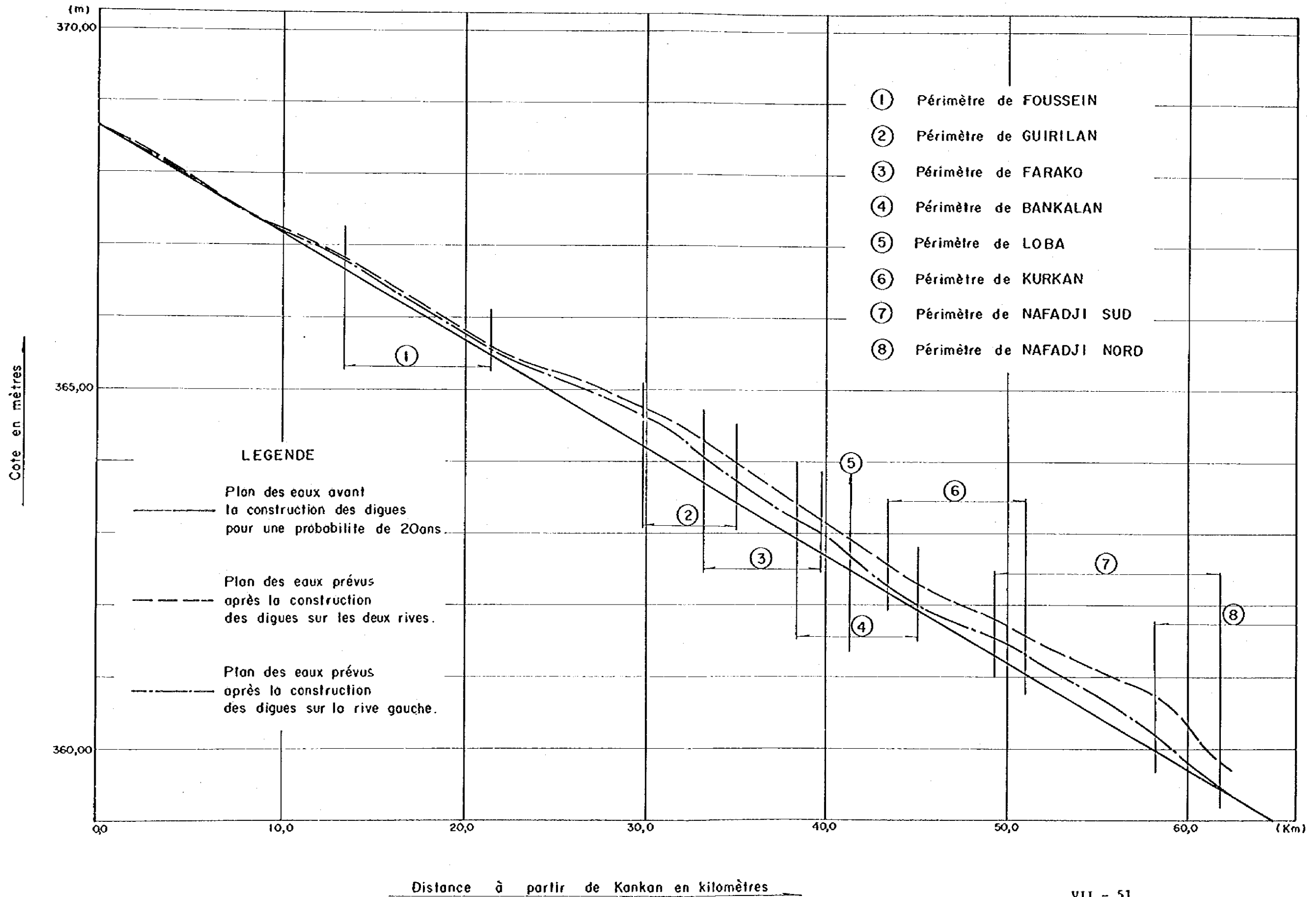




Figure VII-5 Courbe coefficient d'écoulement - précipitation efficace cumulée

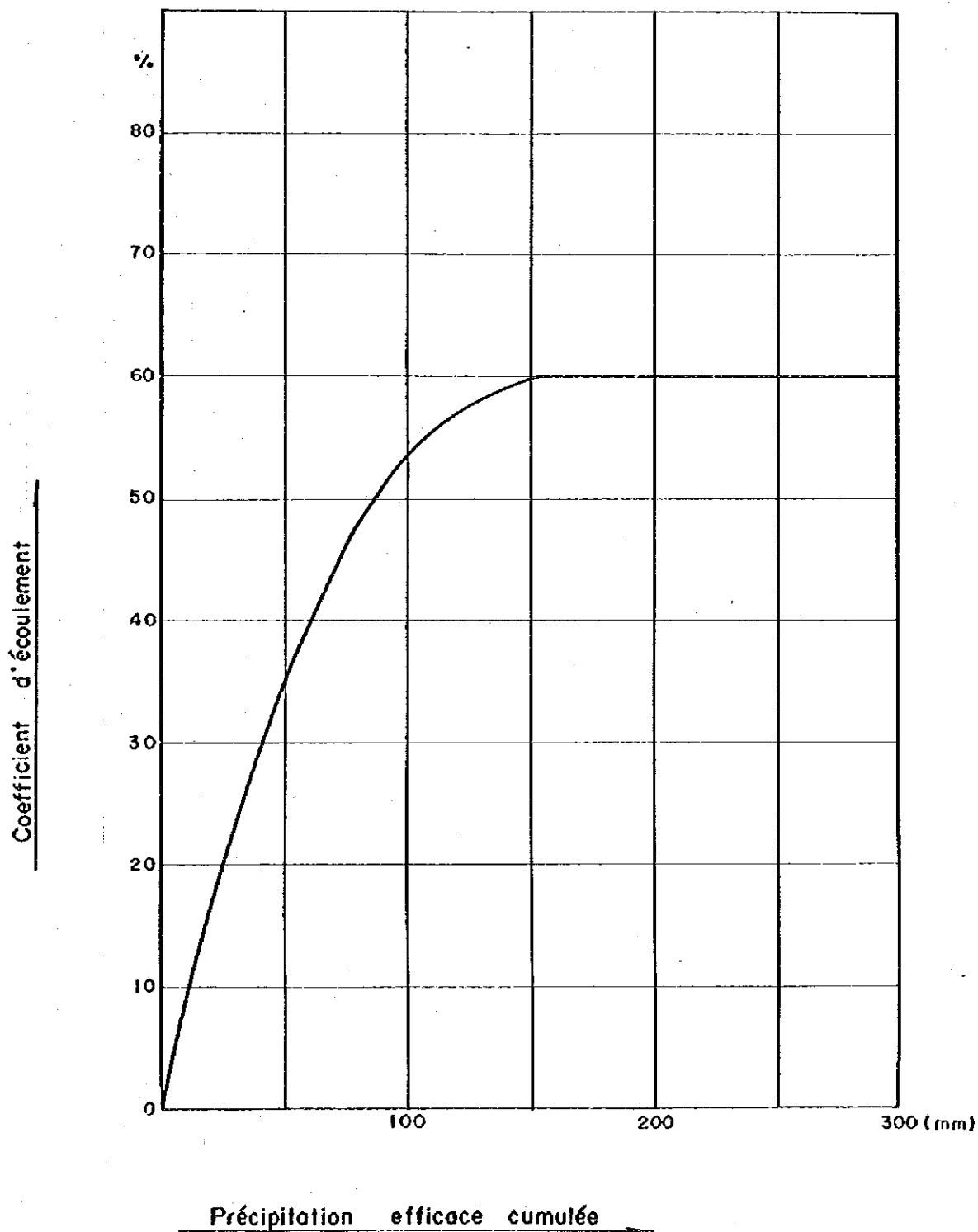




Figure VII-6 Courbe superficie submergée — volume accumulé, Périmètre de Farako

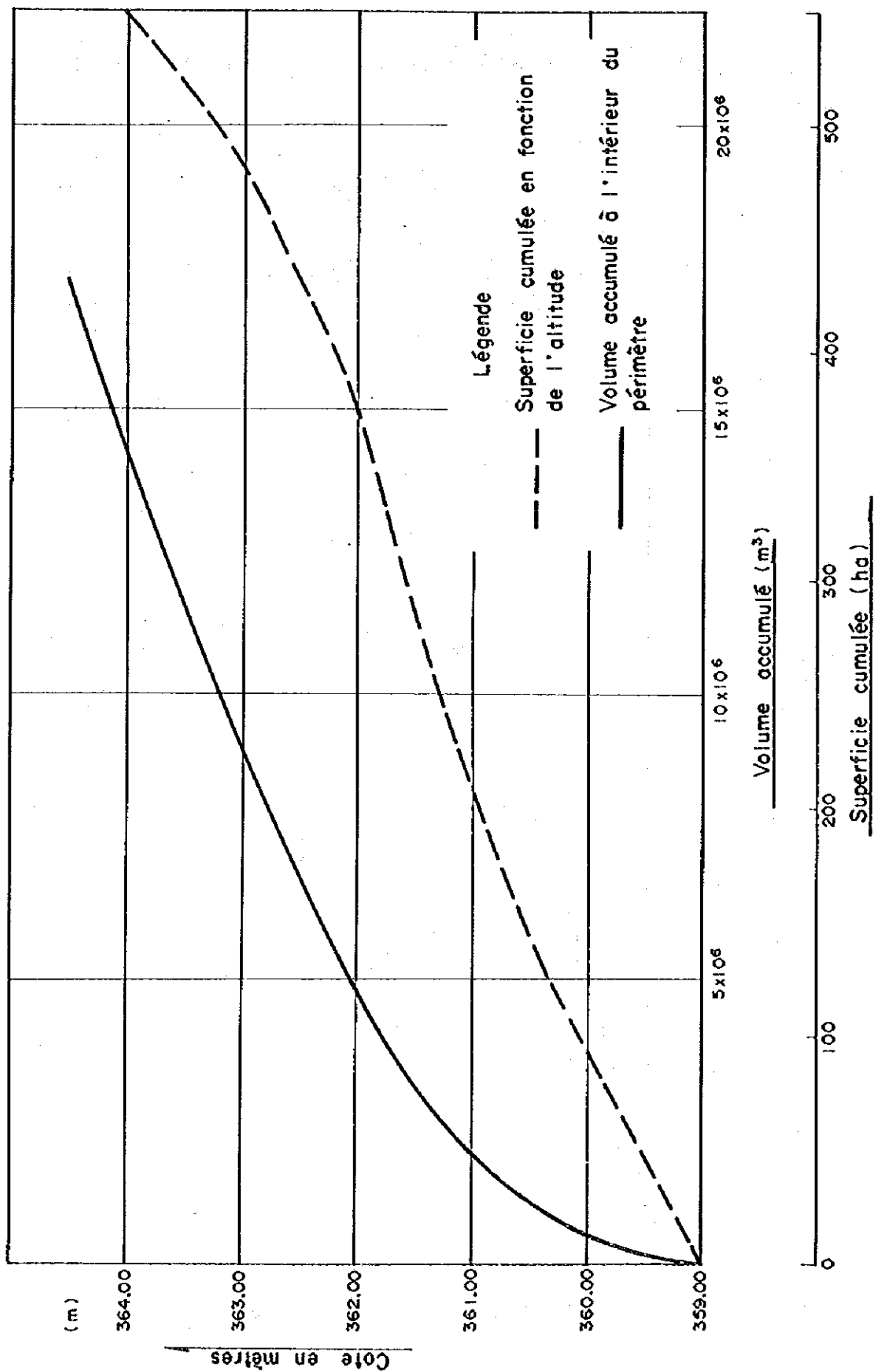


Figure VI-7 Courbe superficie submergée - volume accumulé . Périmètre de Kurkan

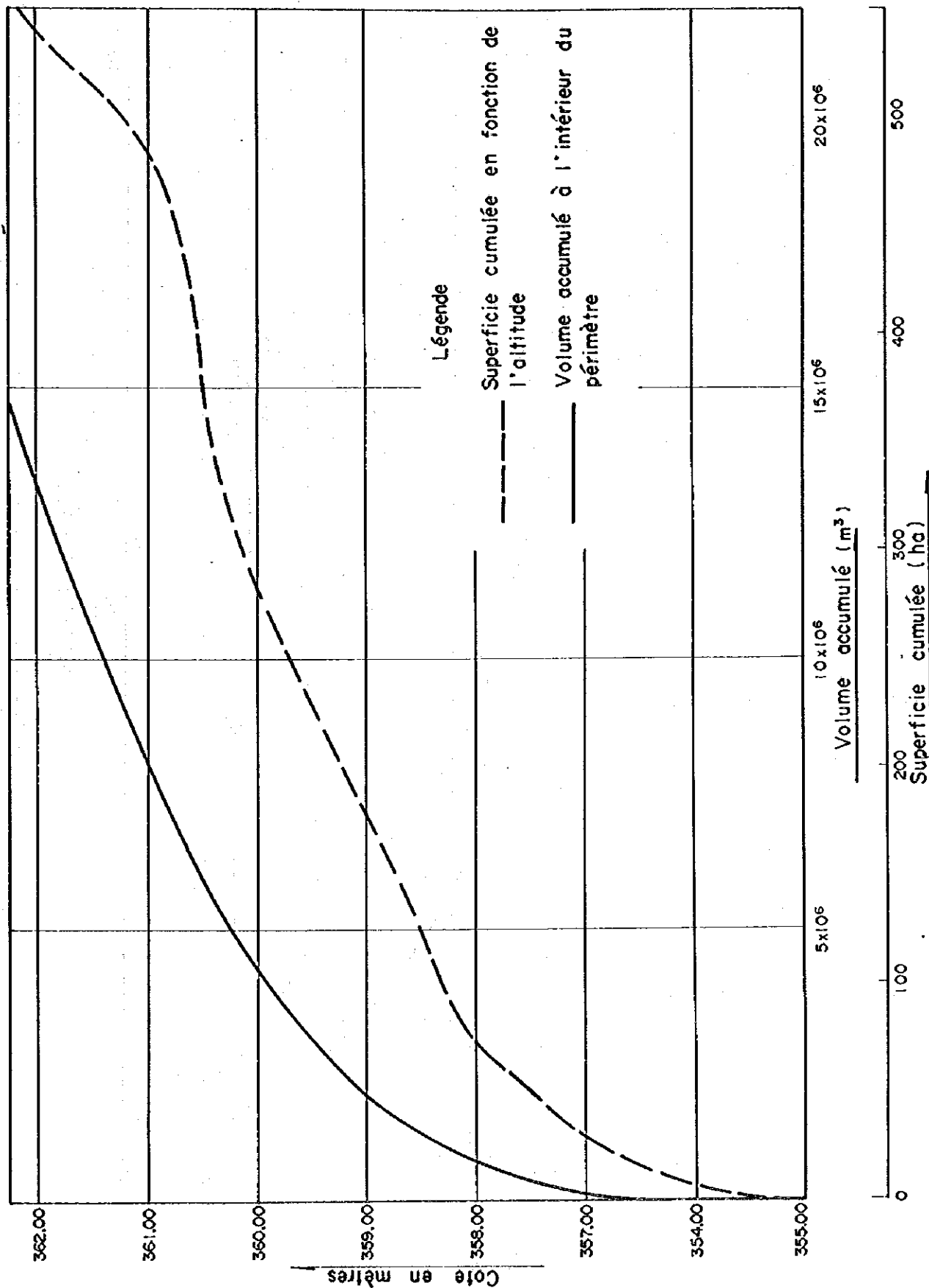


Figure VI-8 Courbe superficie submergée - volume accumulé, Périmètre de Nafadji Nord

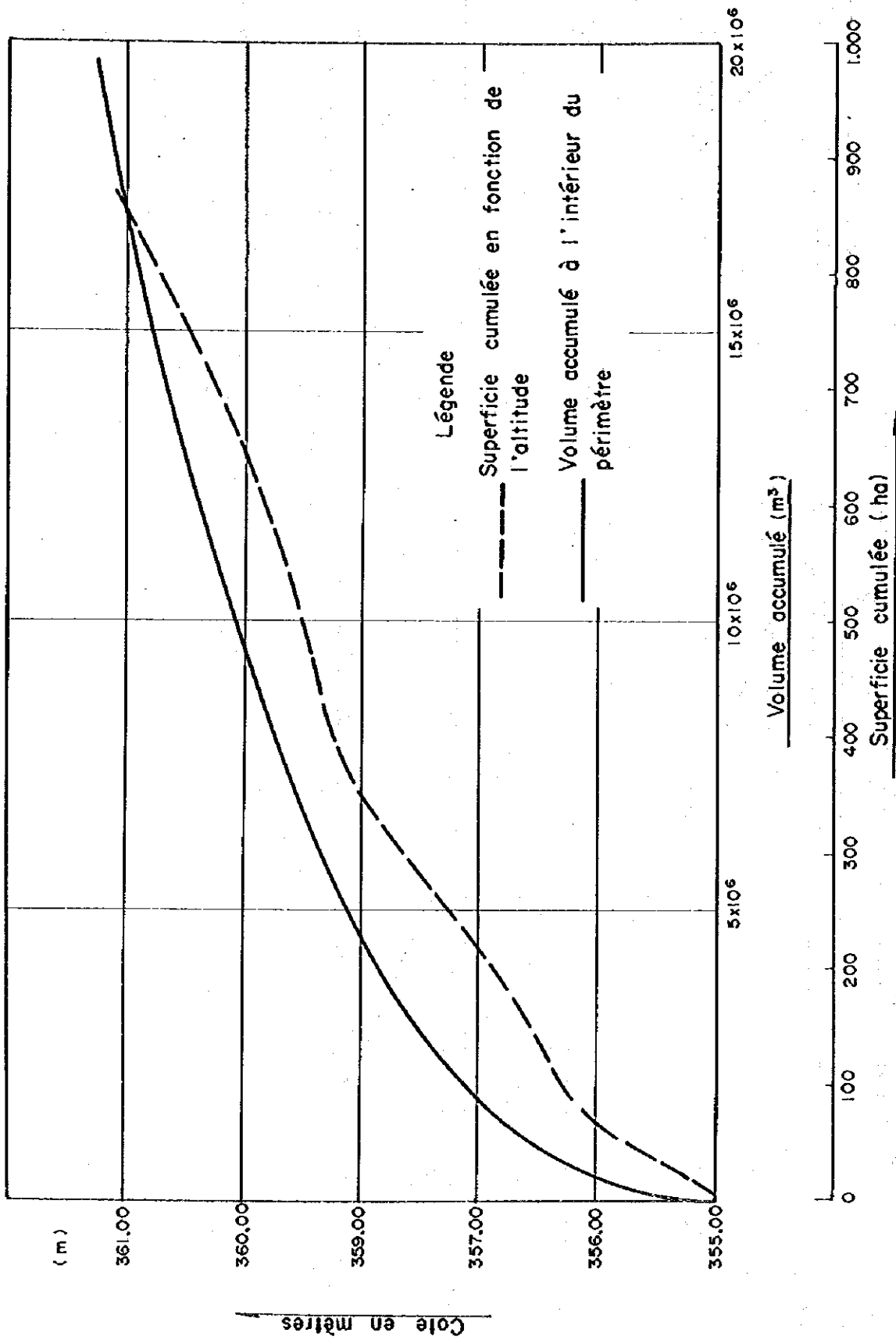


Figure VI-9 Courbe superficie submergée - volume accumulé, Périmètre de Foussein

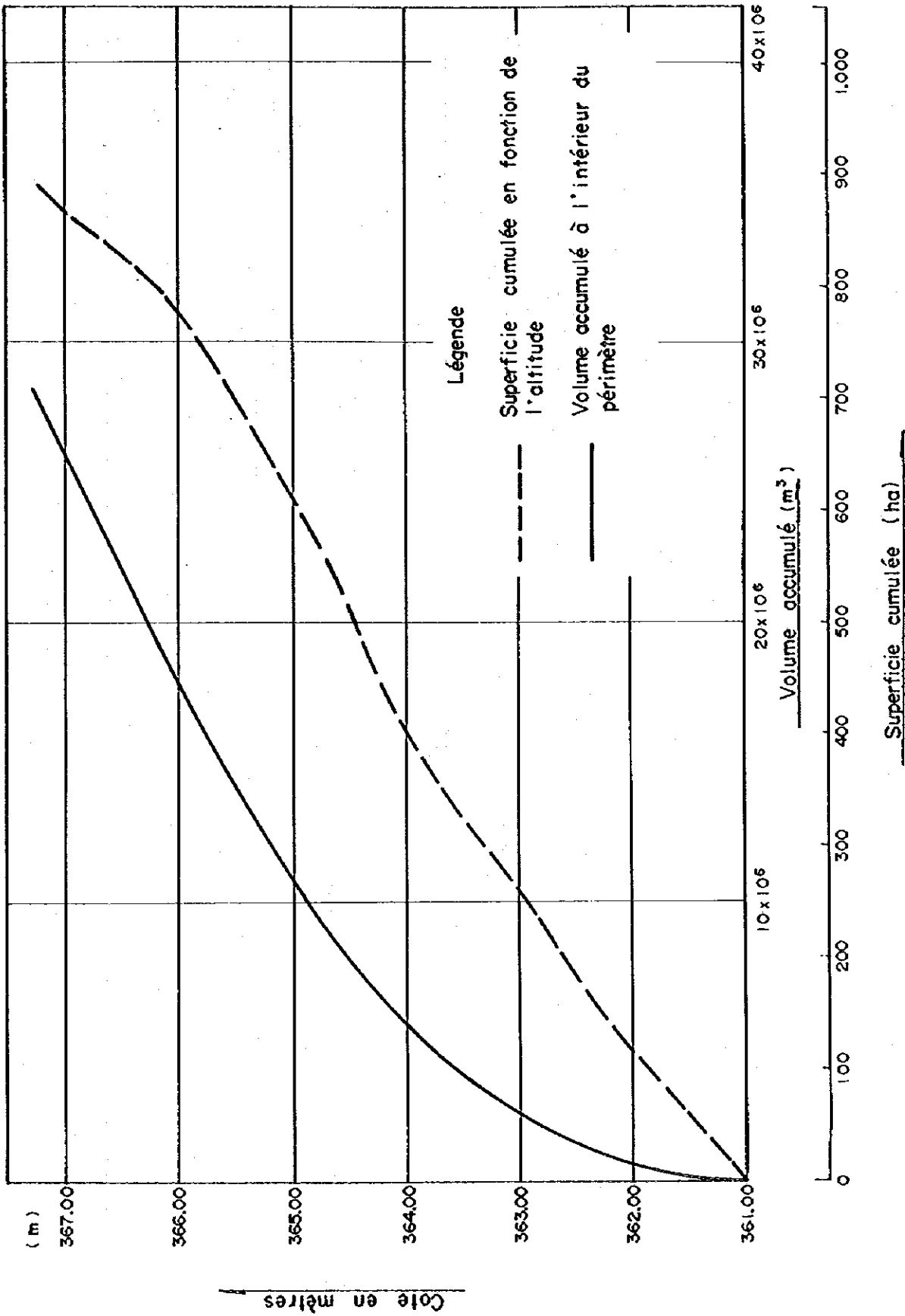


Figure VI-10 Courbe superficie submergée - volume accumulé, Périmètre de Guirilian

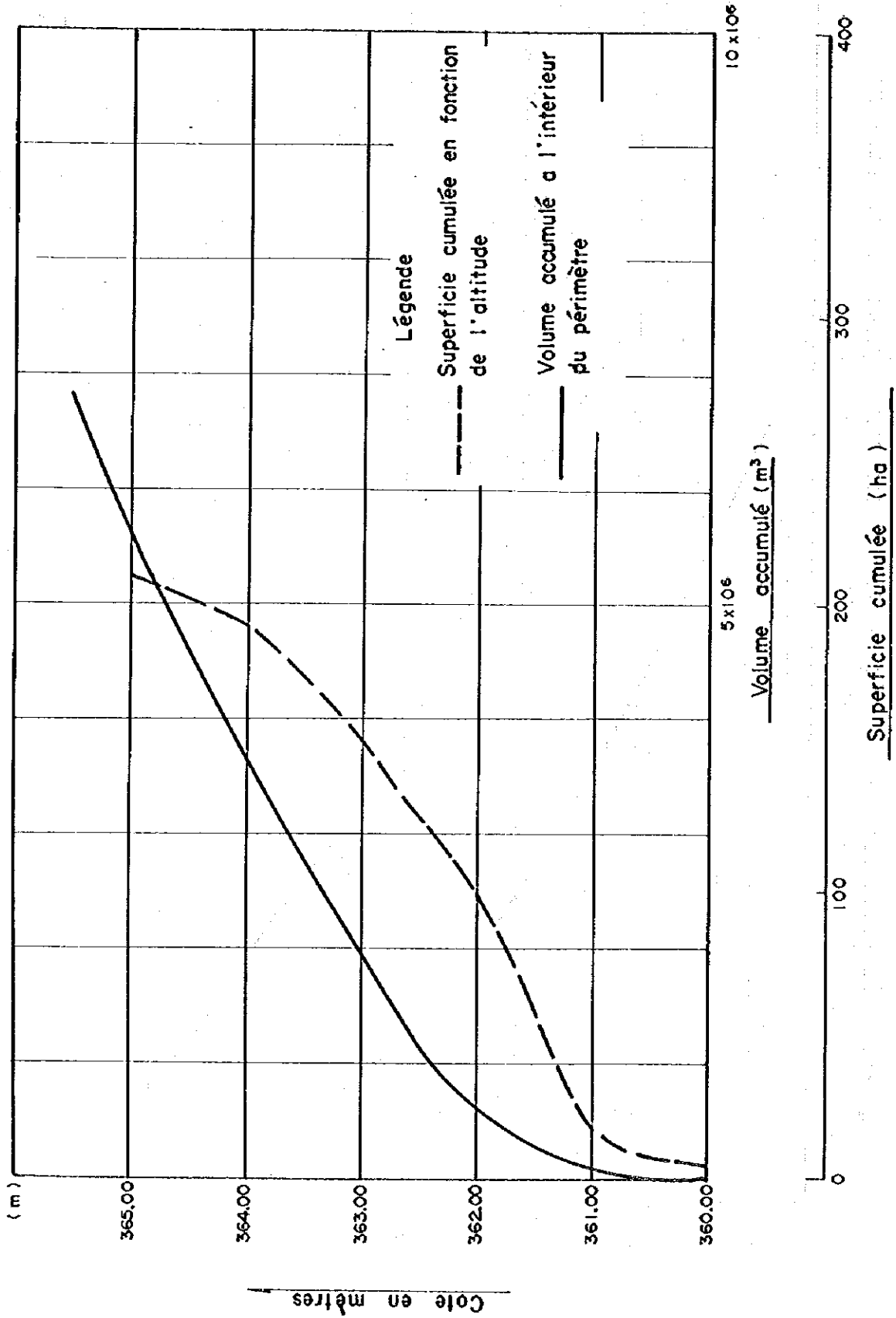


Figure VI-11 Courbe superficie submergée - volume accumulé, Périmètre de Bankalan

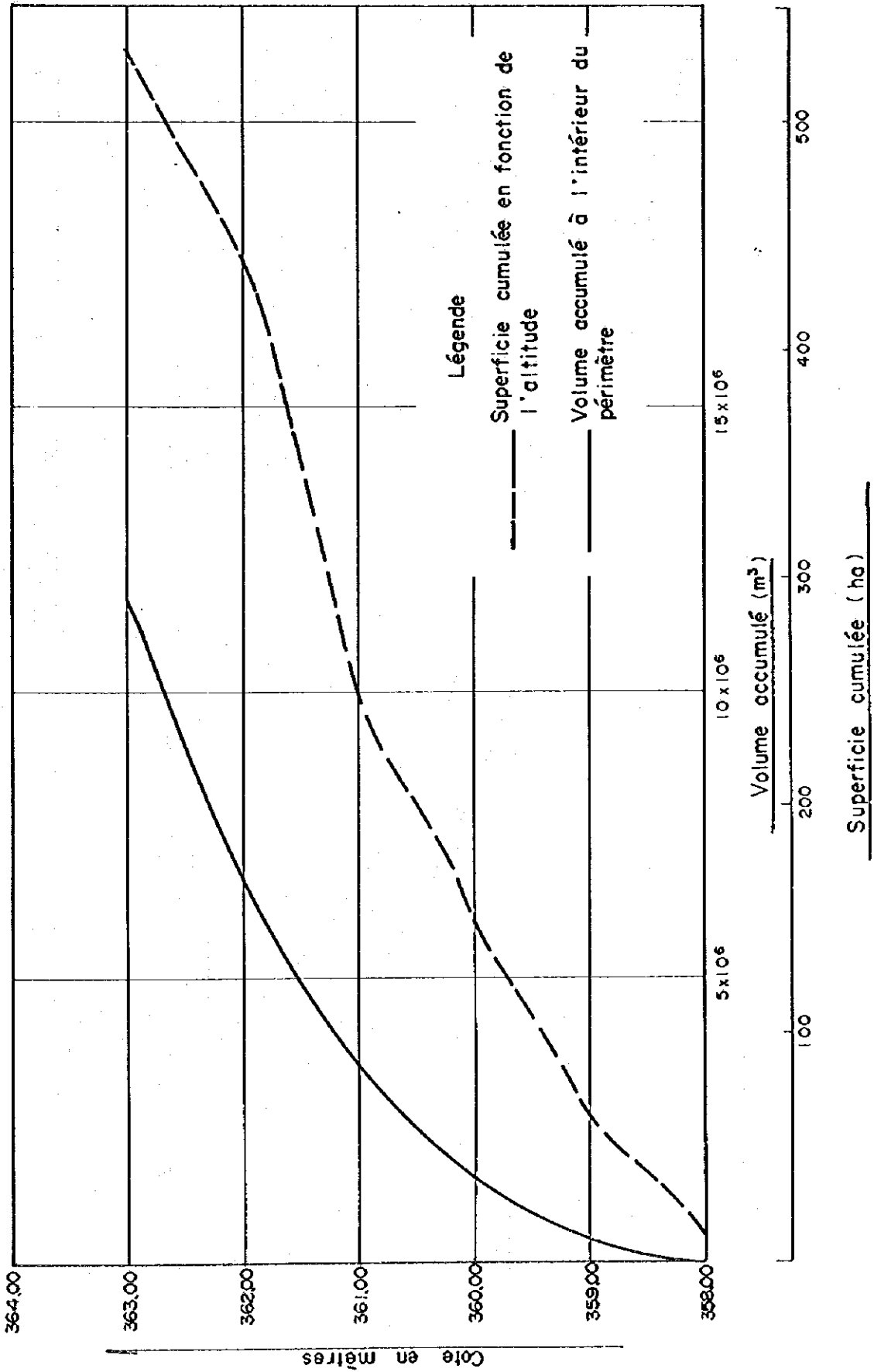


Figure VII-2 Courbe superficie submergée-volume accumulé, Périmètre de Nafadji Sud

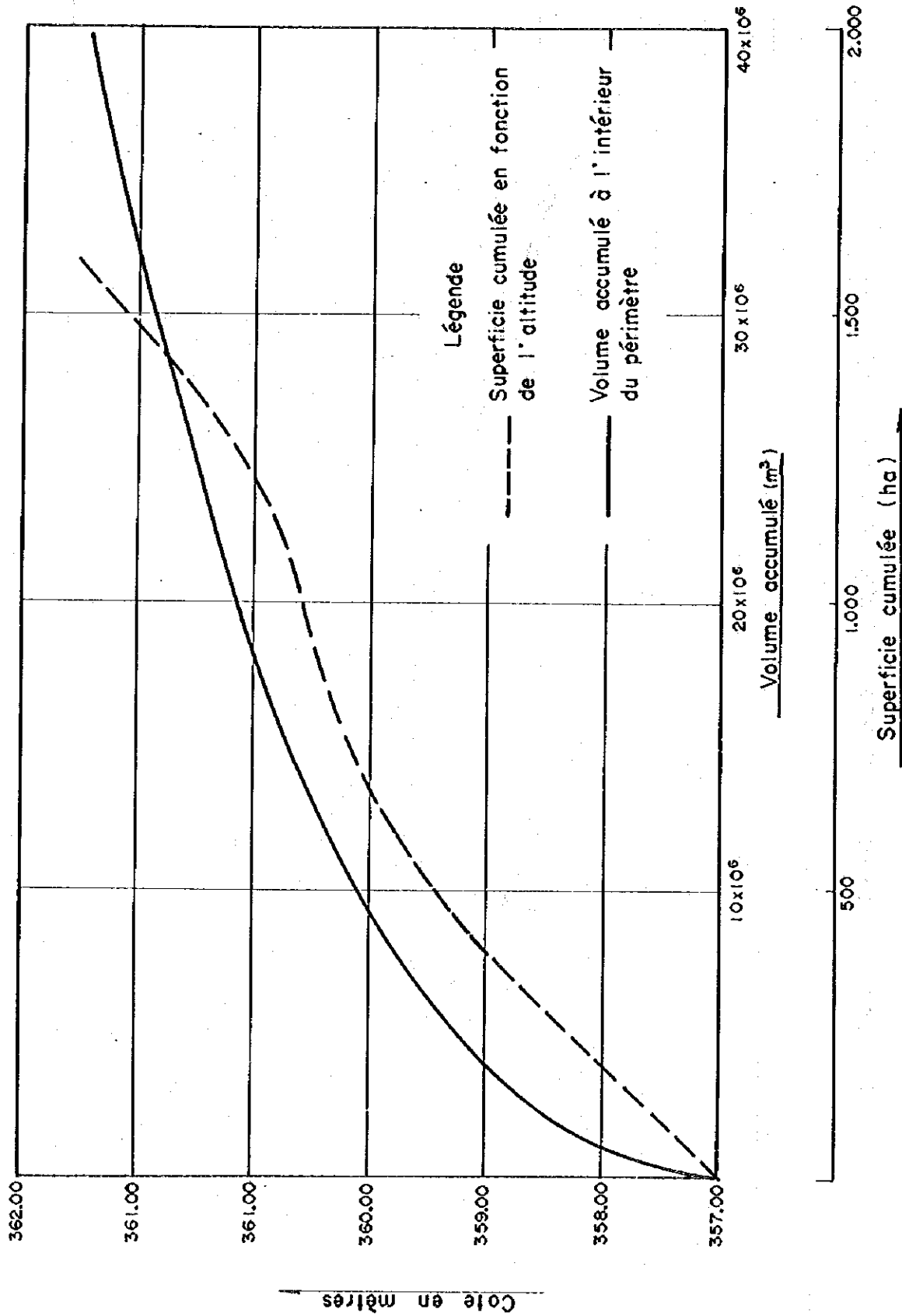


Figure VII - 13 Niveaux des eaux prévus à l'intérieur et à l'extérieur du périmètre de FARAKO

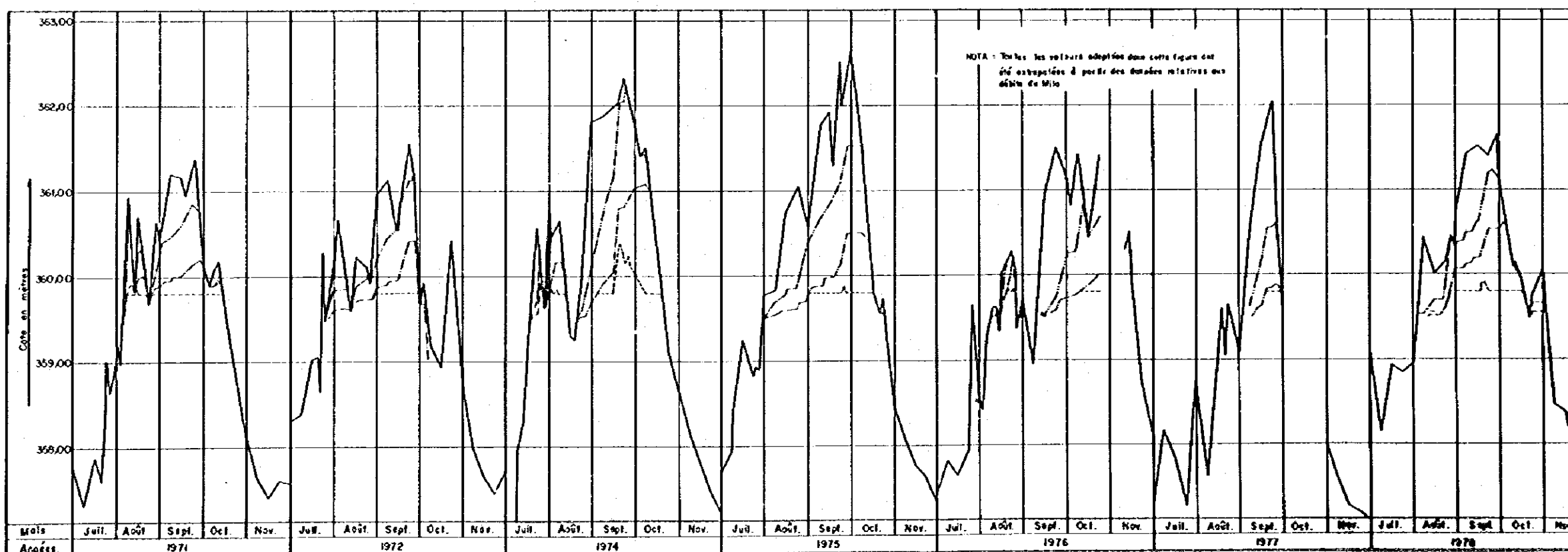
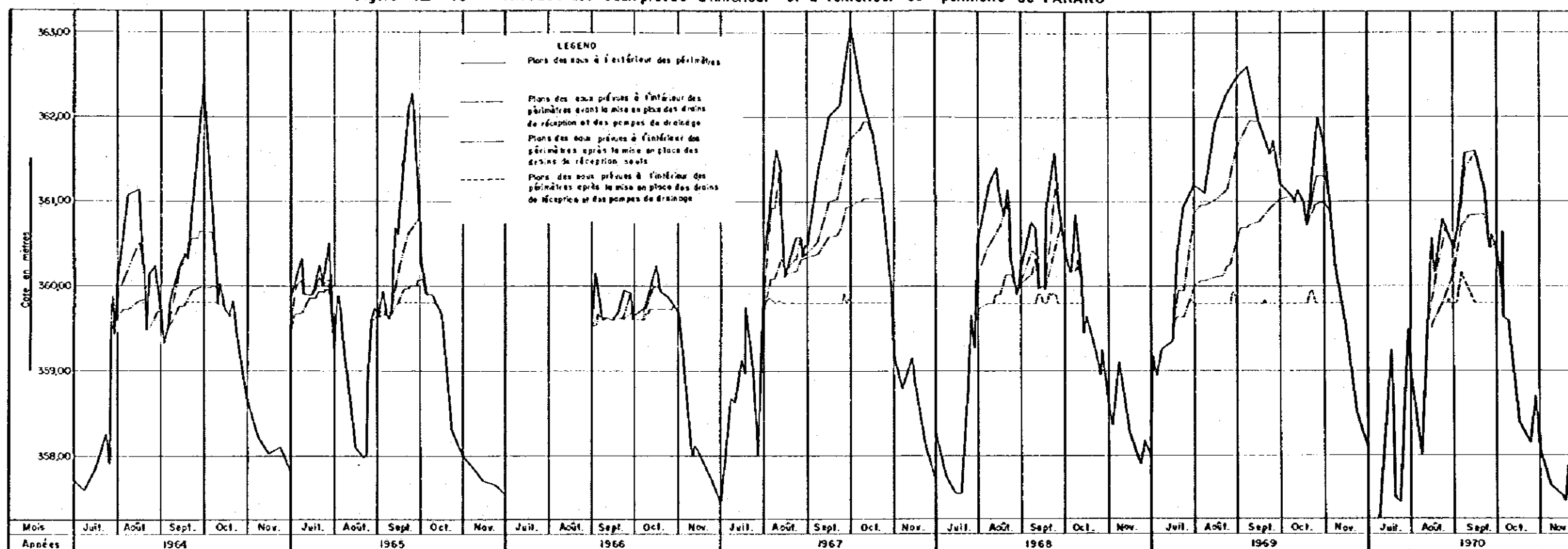




Figure VII - 14 Niveaux des eaux prévues à l'intérieur et à l'extérieur du périmètre de KURKAN

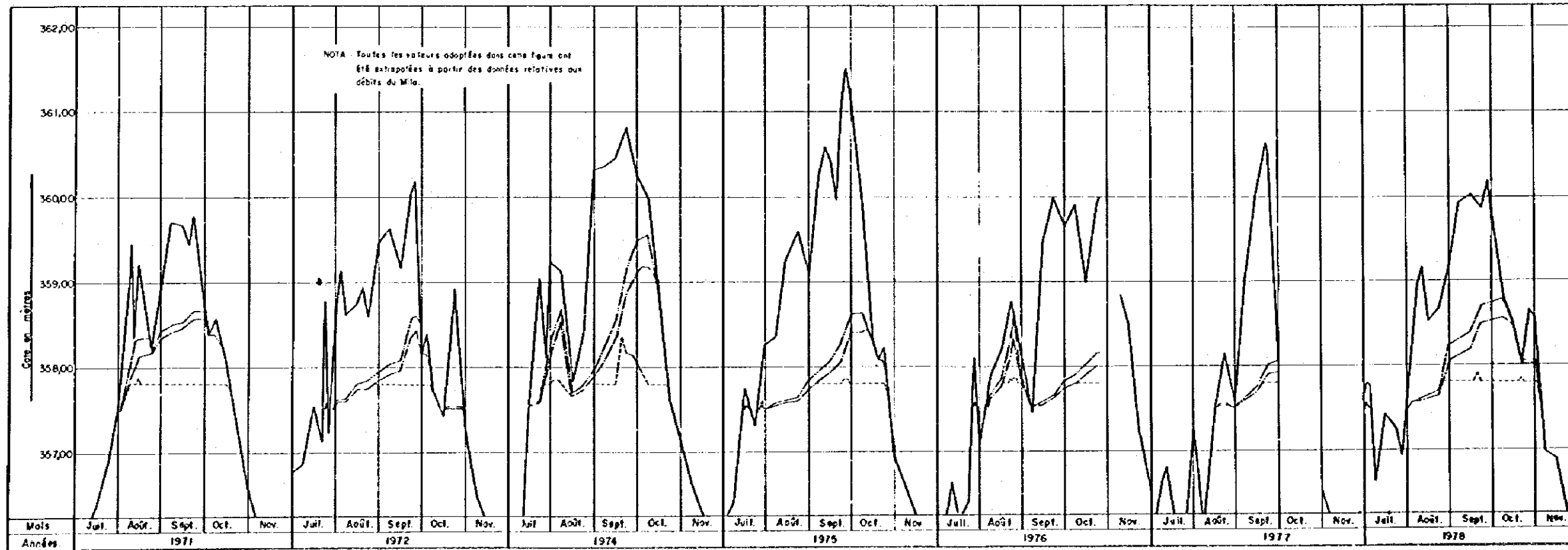
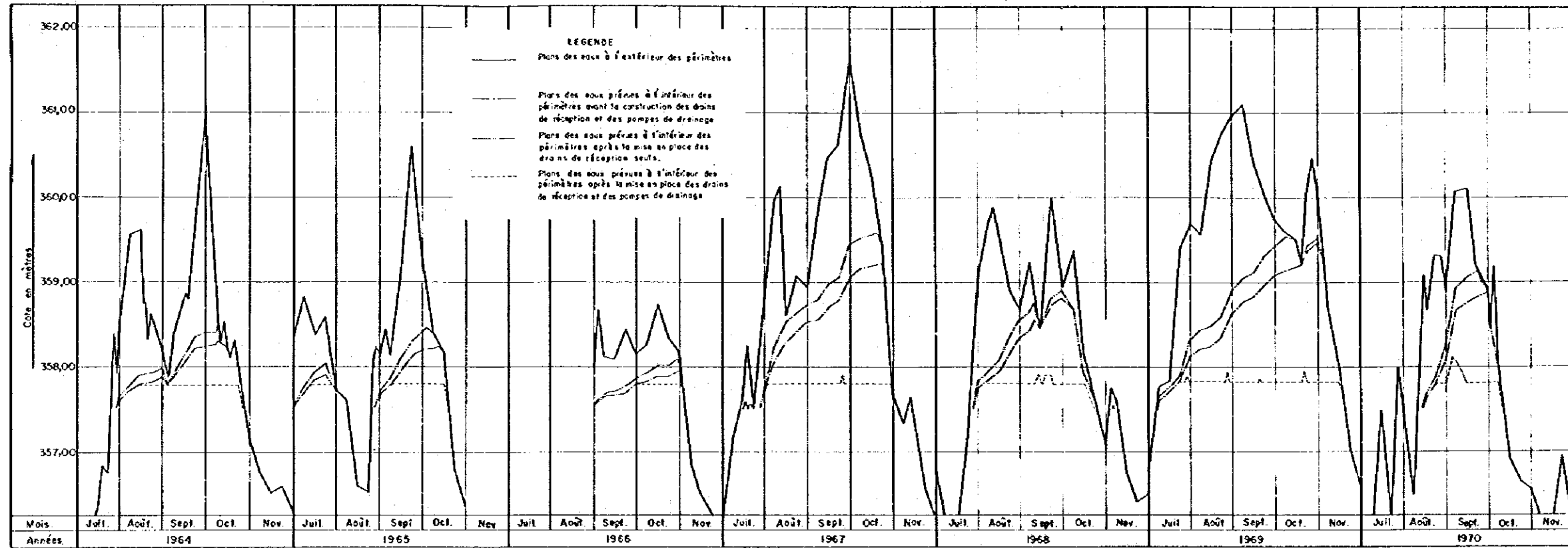


Figure VII - 15 Niveaux des eaux prévues à l'intérieur et à l'extérieur du périmètre de NAFADJI NORD

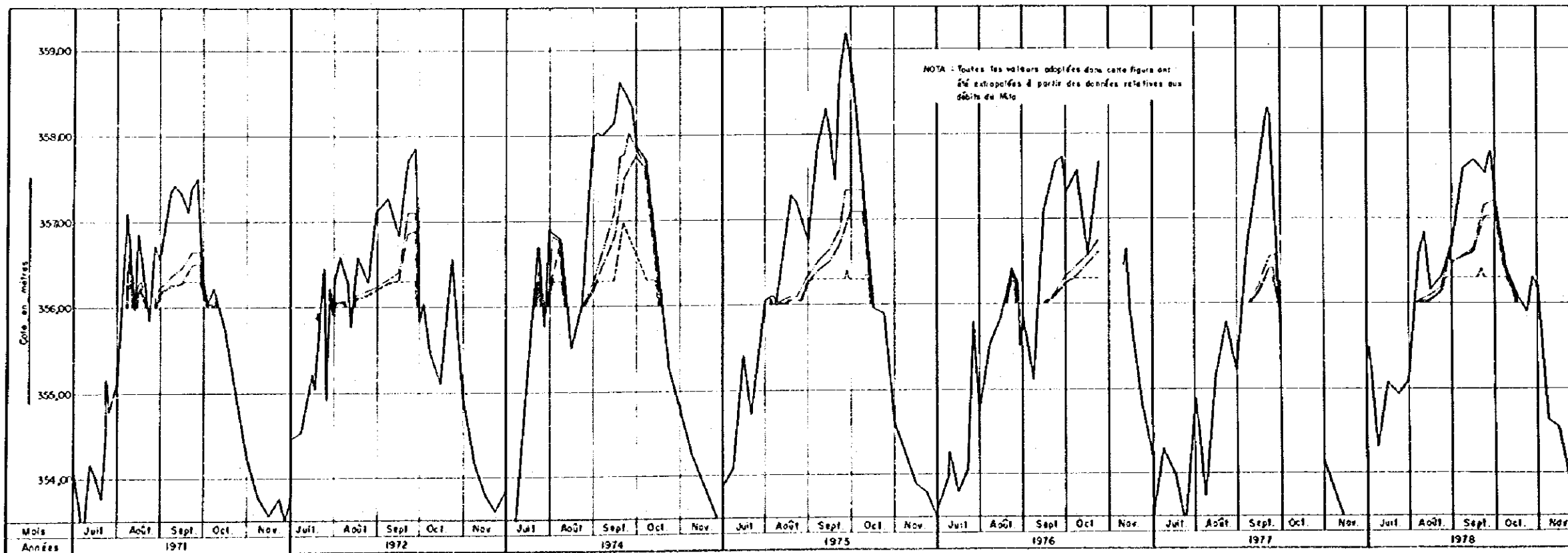
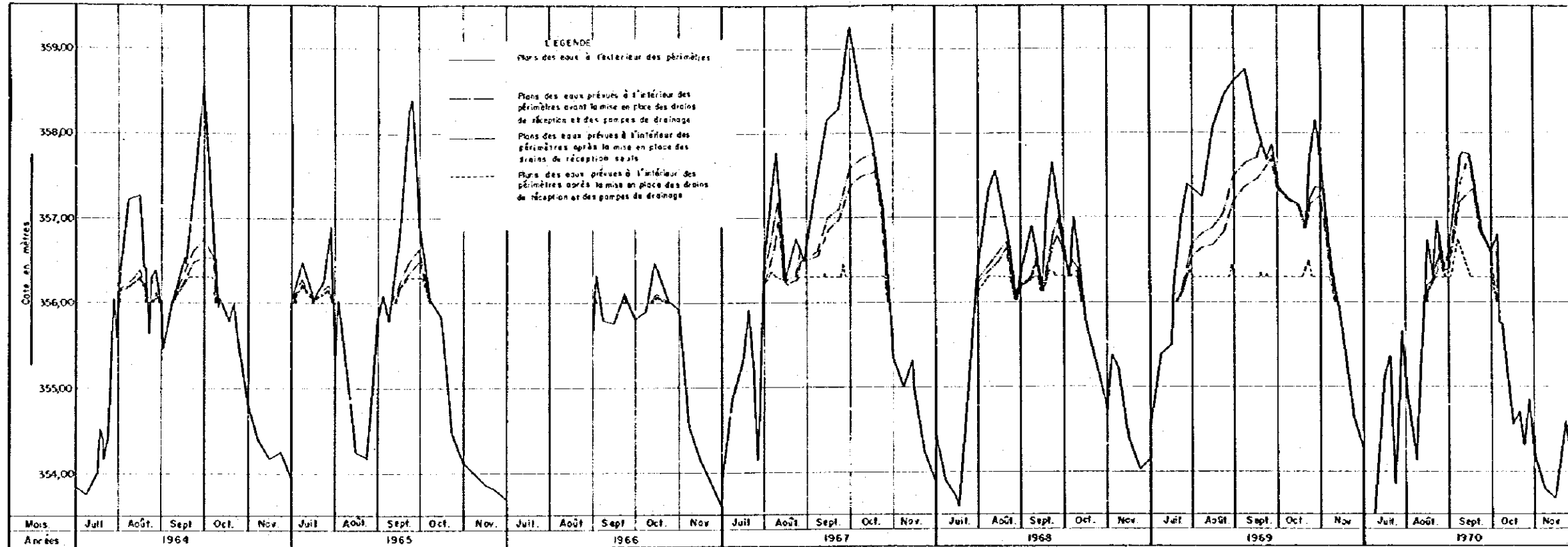


Figure VII - 16 Niveaux des préveues à l'intérieur et à l'extérieur du périmètre de FOUSSEIN

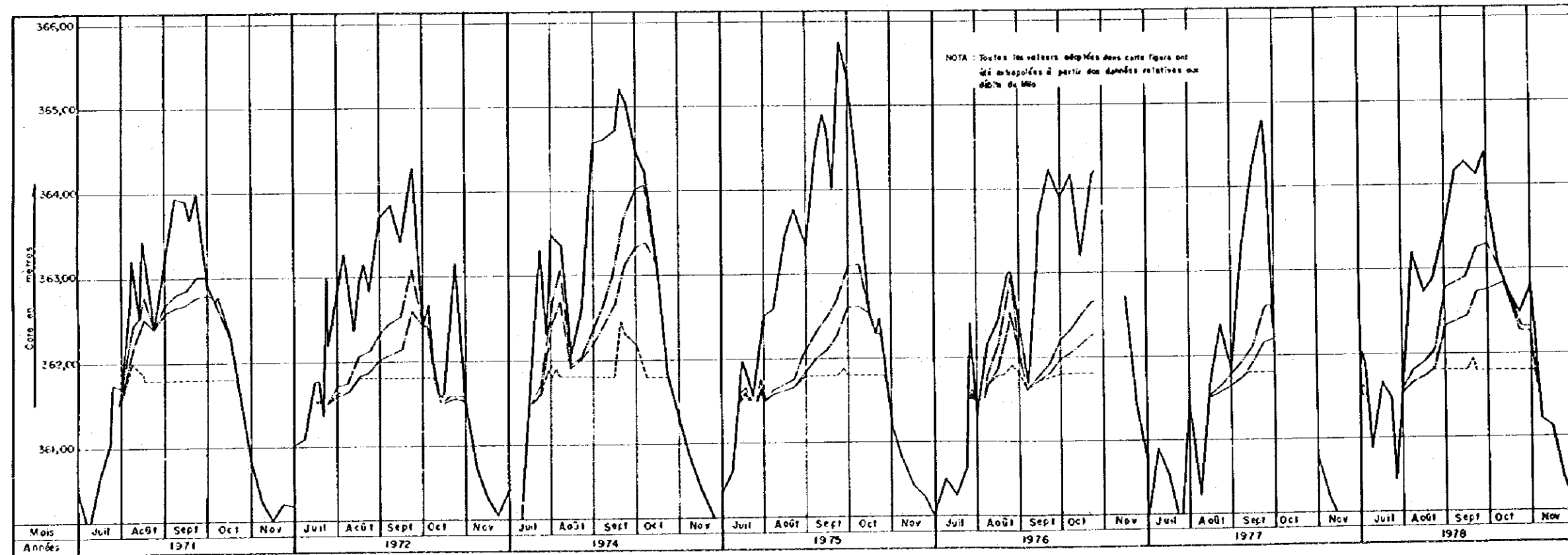
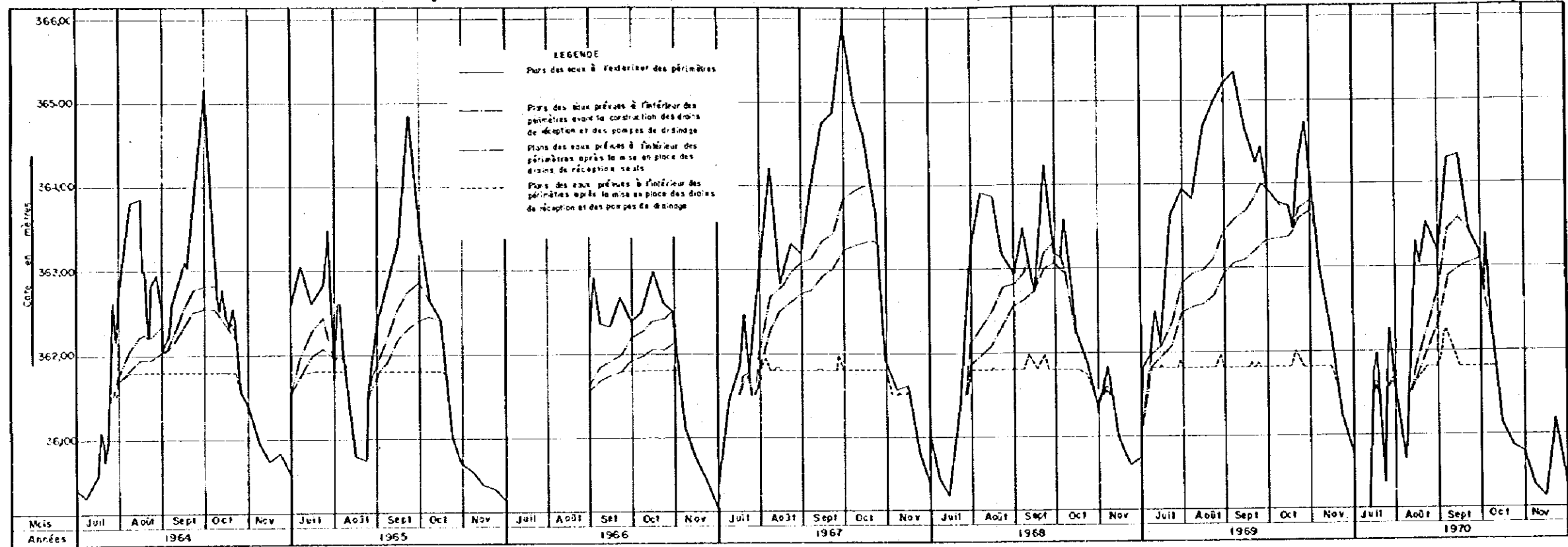


Figure VII - 17 Niveaux des eaux prévues à l'intérieur et à l'extérieur du périmètre de GUIRILAN

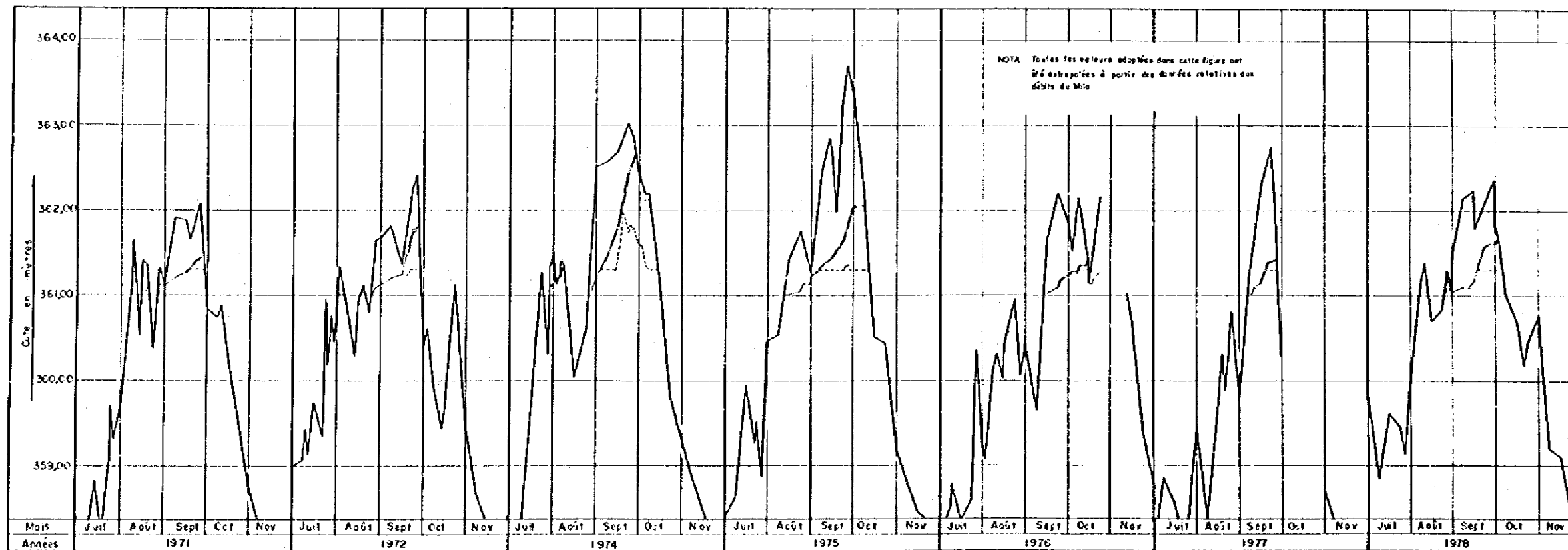
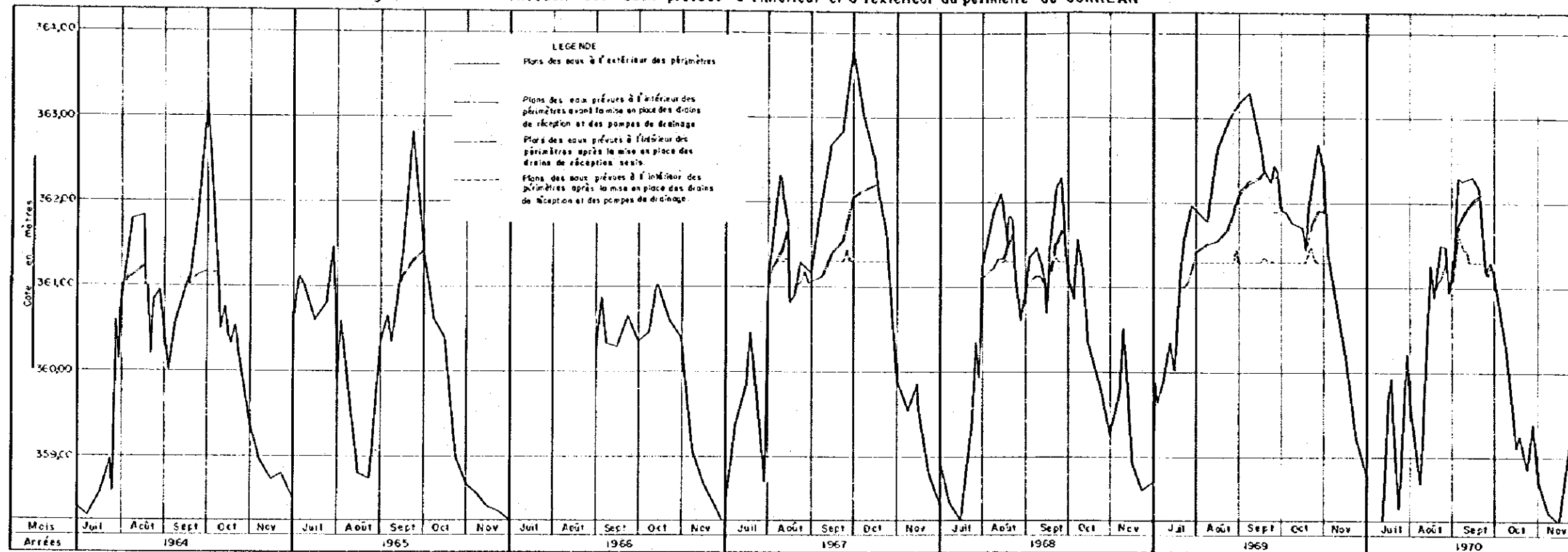


Figure VII - 18 Niveaux des eaux prévues à l'intérieur et à l'extérieur du périmètre de BANKALAN

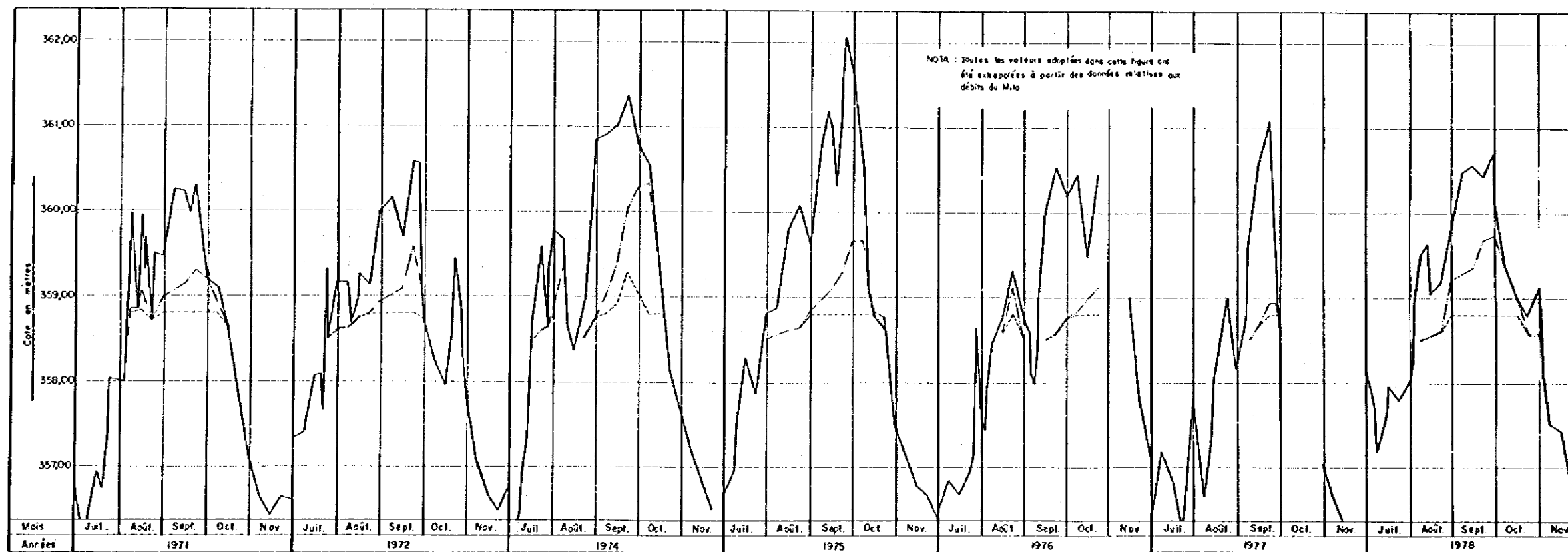
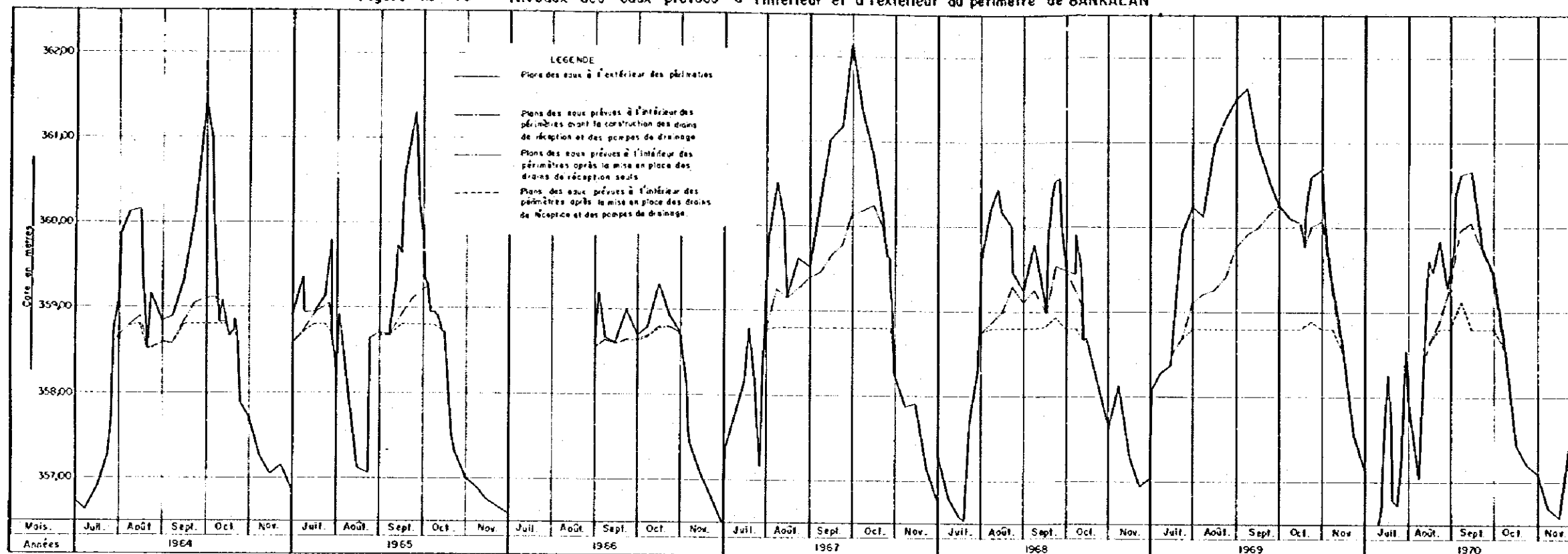
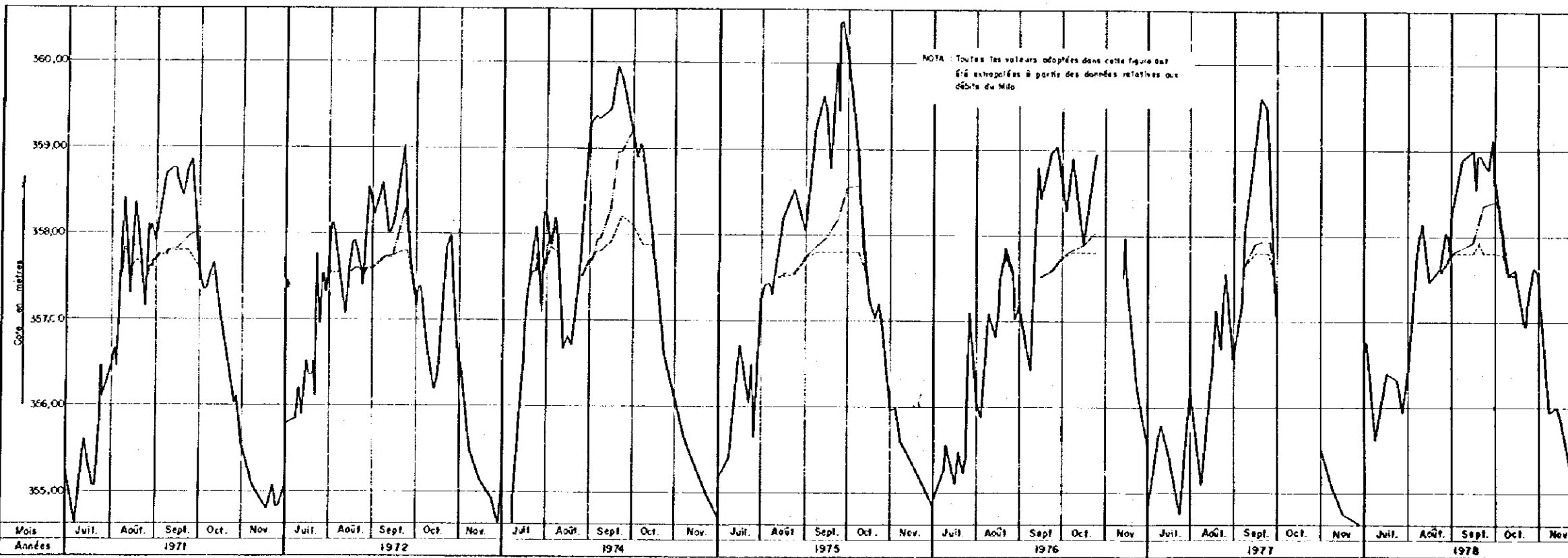
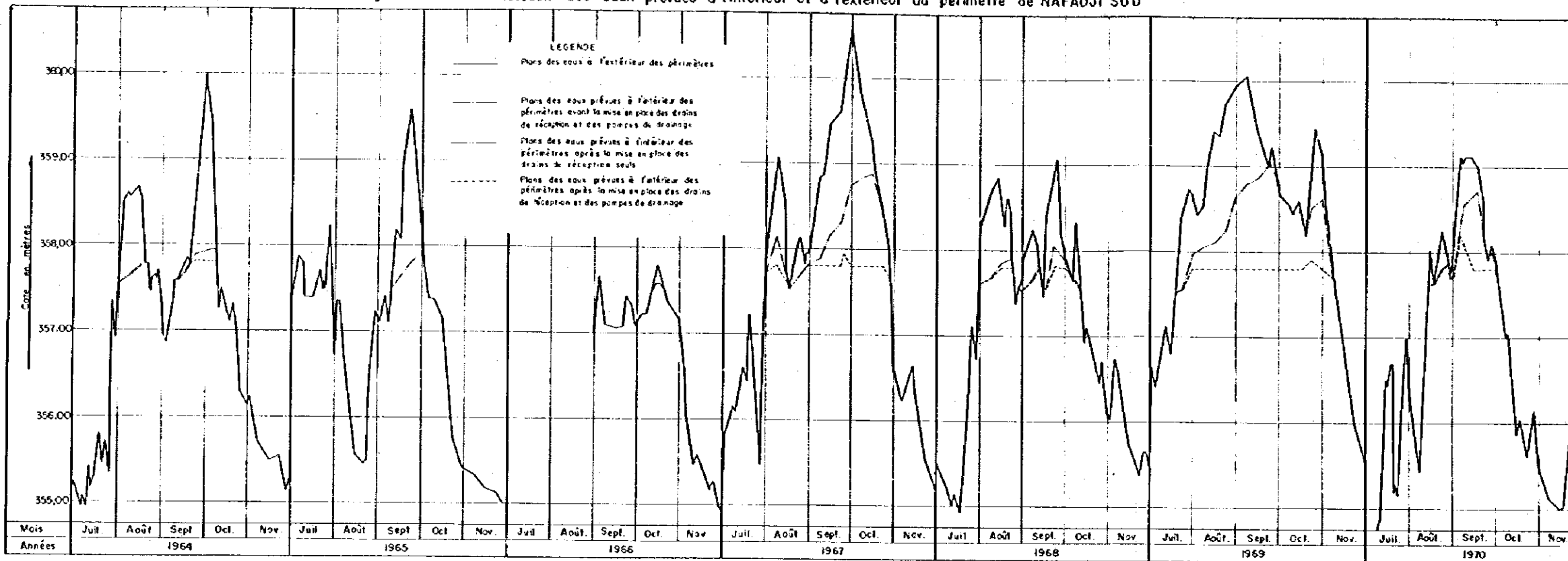


Figure VII - 19 Niveaux des eaux prévues à l'intérieur et à l'extérieur du périmètre de NAFADJI SUD









JICA

