

ORGANISATION POUR LA MISE
EN VALEUR DU FLEUVE SENEgal

11641

HAUT COMMISSARIAT

DIRECTION DE L'INFRASTRUCTURE
REGIONALE

ETUDE DES INONDATIONS DU DELTA MAURITANIEN

EN L'ABSENCE DE DIGUE RIVE DROITE

GESTION DU BARRAGE DE DIAMA

ER/DIR/86-13

JUILLET 1986.

S O M M A I R E

	<u>Pages</u>
INTRODUCTION	1
Chapitre premier : LES DONNEES TOPOGRAPHIQUES	2
Chapitre deuxième : LES INONDATIONS PENDANT L'HIVERNAGE	4
2.1. Effet du barrage pendant la crue	4
2.2. Les inondations du delta pendant la crue	5
2.3. La fermeture partielle des vannes de Diama pendant la crue	6
2.4. Conclusion sur les inondations en hivernage	7
Chapitre troisième : LES INONDATIONS PENDANT LA SAISON SECHE	9
(GESTION DU PLAN D'EAU EN AMONT DE DIAMA)	
3.1. Effet du barrage pendant la saison sèche	9
3.2. Esquisse de consignes de gestion avec Diama seul	10
a) Solution 1 : montée des plans d'eau	11
b) Solution 2 : limitation des cultures	13
c) Solution 3 : Soutien des étiages à partir des retenues existantes	16
d) Solution 4 : renforcement temporaire des stations de pompage fixes	17
e) Solution 5 : construction d'endiguements provisoires	18
3.3. Esquisse de consignes de gestion avec Diama et Manantali	19
3.4. Les inondations du delta pendant la saison sèche	20
Conclusion	23
Annexe 1 : Hypsométrie du delta hors dépression de l'Aftout es Sahel	24
Annexe 2 : Schéma de communication hydraulique entre le fleuve et le delta	25
Annexe 3 : Courbes hauteur/volume et hauteur/surface pour le fleuve Sénégal sans digue rive droite (à la vidange du delta) et pour le lac de Guiers-26	

INTRODUCTION

La République Islamique de Mauritanie a demandé au ~~Haut-Commissariat de l'OMVS~~ d'étudier les risques d'inondations du delta mauritanien suite à la construction du barrage de Diama sans endiguement de rive droite.

L'étude qui suit est le fruit d'un travail d'exploitation des documents topographiques les plus fiables concernant le delta mauritanien et qui permettent de mieux cerner les écoulements qui s'y produiront, ainsi que des données recueillies sur le terrain par le Comité technique de suivi des plans d'eau de Diama et du lac de Guiers en avril et en juin 1986 pour ce qui concerne les utilisateurs de l'eau de ces réserves.

Les inondations dépendent étroitement des objectifs qui seront assignés au barrage de Diama, notamment en matière de cultures de contre saison. C'est pourquoi l'étude qui suit traite aussi de la gestion du barrage.

On trouvera en annexe 1 le tableau détaillé des superficies de chaque zone en fonction de la cote.

Pour le calcul des superficies inondées pendant la crue (plan d'eau incliné dans le fleuve), on regroupe les zones autour de six tronçons du fleuve entre Diama et Rosso. Pour le calcul des superficies inondées en saison sèche (plan d'eau horizontal dans le fleuve), on utilise le schéma de liaison avec le fleuve qui figure à l'annexe 2 et permet d'établir les courbes hauteur/volume et hauteur/surface au remplissage et à la vidange.

Sur la carte n°2 (au 1/200 000e), on a reporté de façon simplifiée les courbes de niveau du delta non endigué, ce qui permet de comprendre le fonctionnement hydraulique du delta et de localiser les zones inondées dans les diverses situations envisagées ci-après.

2.2. Les inondations du delta pendant la crue

La situation décrite en 2.1. ne signifie pas toutefois que le fleuve ne débordera pas et qu'il n'y aura aucune inondation dans le delta. Cela signifie simplement que les inondations seront identiques à celles qui se produisaient auparavant.

On sait qu'une crue médiane (dépassée 1 année sur 2 en moyenne sur la période 1903-1978) avec un débit de 2600 m³/s à l'entrée dans le delta atteint des niveaux d'eau de 2,60m à Rosso, 1,75m à l'ouvrage de l'Aftout et 1,10m à Diamma, et inonde les trois quarts des superficies du delta. Une telle crue qui se produirait après la construction du barrage de Diamma aurait les mêmes effets qu'avant en côtes et superficies inondées. Les crues similaires les plus récentes ont été observées en 1969, 1970 et 1974.

Par contre, une crue faible comme la crue de 1985 ou de 1973 (dépassée plus de neuf années sur dix en moyenne sur la période 1903 - 1978) a atteint, avec un débit de l'ordre de 1650 m³/s à l'entrée / ^{dans le delta} les côtes de 1,30m à Rosso, 1,35m à l'ouvrage de l'Aftout et 1,05m à Diamma et a provoqué des inondations moindres, de l'ordre de la moitié des terres du delta. Les côtes et surfaces inondées seront identiques si la même crue se reproduit après la construction du barrage anti-sel et que les vannes sont maintenues complètement ouvertes.

Enfin des crues extrêmement faibles comme celles de 1983 et 1984 ont atteint les côtes de 0,95 à Rosso et 0,78 à Diamma, et n'ont provoqué que peu d'inondation. Les lignes d'eau figurent sur le diagramme de la page précédente.

2.4. Conclusion sur les inondations en hivernage

Tableau récapitulatif :

Fréquence de l'année hydrologique	Consigne de gestion	Effet du barrage
Année supérieure à la moyenne	ouverture totale	nul : côtes et inondations identiques à celles de l'avant barrage.
Année médiane	ouverture totale	nul : côtes et inondations identiques à celles de l'avant barrage.
Année décennale sèche ou inférieure	<ul style="list-style-type: none"> - fermeture partielle au niveau 1,50 à Diama - information journalière à fournir à Diama sur les niveaux atteints à Débi et Richard-Toll 	bénéfique : inondation de pâturages et meilleur remplissage des Lacs de Guiers et RKiz

CHAPITRE TROISIEME : LES INONDATIONS PENDANT
LA SAISON SECHE (GESTION
DU PLAN D'EAU EN AMONT DE DIAMA)

3.1. Effet du barrage pendant la saison sèche

L'effet principal du barrage de Diama après la période de crue est d'arrêter la remontée des eaux salées. Pour que l'eau douce conservée en amont puisse être mobilisée par les stations de pompage fixes en vue de l'irrigation, il faut que le plan d'eau ne descende pas au-dessous de la côte 0. Il sera toutefois possible dès 1987, après renforcement des vannes de Diama, d'admettre une baisse du plan d'eau amont jusqu'à la côte -1,00 environ sans que l'on soit obligé de faire pénétrer de l'eau salée en amont de l'ouvrage.

Une autre possibilité offerte par l'ensemble des deux barrages de Diama et de Manantali est de relever le plan d'eau en amont de Diama, à la côte et pendant la durée que l'on veut. Toutefois, en attendant l'entrée en service du réservoir de Manantali, le barrage de Diama permet aussi de relever le plan d'eau, mais pas forcément à la côte et pendant la durée souhaitées, puisque les niveaux atteints sont fonction des apports naturels du fleuve diminués des prélevements pour l'irrigation et de l'évaporation.

La fonction anti-sel, couplée à la fonction de contrôle des niveaux amont du plan d'eau, intéresse en premier lieu l'agriculture, (garantie de ressource en eau, économie de pompage, cultures de décrue) mais aussi l'élevage (submersion temporaire de pâturages) et la protection de l'environnement (submersion de sites favorables à la faune).

a) Solution 1 : montée des plans d'eau

Pour la gestion du plan d'eau en saison sèche, il faut ~~considérer l'ensemble des réserves du fleuve et du lac de Guiers,~~ puisque les pompages peuvent avoir lieu dans l'une ou l'autre des réserves.

Pendant la crue de 1986, il sera intéressant de fermer partiellement les vannes à Diama en cas de crue faible (cf. § 2.4.). On obtiendra dans ce cas un remplissage du lac de Guiers à une côte de 1,70 au minimum, ce qui sera une nette amélioration par rapport à certaines années (0,17 en 1972 ; 0,45 en 1973 ; 0,63 en 1984 par exemple pour le lac de Guiers). En cas de crue moyenne ou forte, les vannes seront ouvertes complètement à Diama et les niveaux maximaux atteints seront identiques à ceux de l'état naturel sans barrage.

Le tableau qui suit compare le remplissage du lac de Guiers tel qu'il s'est effectué naturellement depuis 1969, et le remplissage tel qu'il se serait produit si le barrage de Diama avait été opérationnel et la Taouey rectifiée depuis cette date: Les hypothèses de la simulation sont les suivantes :

a) rehaussement des lignes d'eau par fermeture partielle des vannes à Diama. Les niveaux atteints sont à Diama de 1,50, et à Richard-Toll de 1,70 pour les crues extrêmement faibles de 72, 83 et 84, et de 1,90 pour les crues de 73, 76 à 82.

b) Remplissage du lac de Guiers dix jours après la pointe de crue du fleuve et avec une dénivellation maximale de 20 cm, grâce à la rectification du chenal de la Taouey.

REMPLISSAGE DU LAC DE GUIERS

année	Etat naturel				Simulation après rectification de la Taouey et construction de Diamal						
	pointe fleuve (1)		pointe lac (2)		cote lac (2) au 31.12	pointe fleuve		pointe lac		cote lac au 31.12	nécessité d'un 2e remplissage
	cote	date	cote	date		cote	date	cote	date		
69	2,72	?	1,61	1/12	1,52	2,72	?	2,47	10/11	2,22	non
70	2,64	12/10	1,27	29/10	0,92	2,54	12/10	2,28	12/10	1,90	non
71	2,60	14/10	-	-	-	2,60	14/10	2,35	24/10	1,99	non
72	-	-	0,16	22/10	0,00	1,70	-	1,50	1/10	0,96	oui
73	1,90	25/9	0,42	28/12	0,40	1,90	25/9	1,70	5/10	1,20	oui
74	2,68	16/10	1,31	10/11	1,03	2,68	16/10	2,43	26/10	2,09	non
75	2,23	14/10	1,86	28/10	1,42	2,23	14/10	1,98	28/10	1,65	non
76	1,51	8/9	1,14	13/10	0,67	1,90	8/9	1,70	18/9	1,07	oui
77	1,51	30/9	1,20	15/10	0,64	1,90	30/9	1,70	10/10	1,23	oui
78	1,72	15/10	1,63	20/10	1,15	1,90	15/10	1,70	25/10	1,35	oui
79	1,33	20/9	1,12	24/9	0,56	1,90	20/9	1,70	30/9	1,16	oui
80	1,85	27/9	1,62	4/10	1,12	1,90	27/9	1,70	7/10	1,21	oui
81	1,96	20/9	1,81	23/9	1,27	1,90	20/9	1,81	30/9	1,27	oui
82	1,48	12/9	1,14	2/10	0,61	1,90	12/9	1,70	22/9	1,10	oui
83	0,97	29/9	0,69	7/10	0,30 ⁽³⁾	1,70	29/9	1,50	9/10	1,03	oui
84	0,97	28/8	0,63	4/9	0,30 ⁽³⁾	1,70	28/8	1,50	8/9	0,79	oui
85	1,89	23/9	1,79	30/9	1,24	1,90	23/9	1,70	3/10	1,19	oui
MOYENNE	1,87	27/9	1,13	19/10	0,82	2,06	27/9	1,85	9/10	1,38	70% oui

(1) à Richard-Toll source annuaires hydrologiques et rapports OMVS

(2) à Gnith source SONEES

(3) extrapolation sans barrage de Kheune.

b) Le fleuve à la côte 1,45 communique avec l'aval de Diama par les mares de Diaouling, Tianbrank et les marigots de Bileyti et Tiallakt (col à la côte +1). Les volumes qui s'écouleront en aval de Diama seront rapidement supérieurs aux volumes apportés par le fleuve.

c) Les superficies inondées sont importantes, bien qu'inférieures à celles inondées pendant la pointe de crue.

Les volumes nécessaires au remplissage de l'ensemble du delta, de l'Aftout et du lac de Guiers et au maintien du plan d'eau à +1,45m jusqu'au 15 janvier ne seront pas disponibles avec certitude puisque le fleuve n'apporte à la retenue de Diama que 745 hm³ en décembre, 305 hm³ en janvier et 123 hm³ en février en moyenne sur la période 68-84 (respectivement 581, 241 et 116 hm³ en année décennale sèche et 329, 126 et 31 hm³ en 1984) - d'après A. Gibb - volume 2B.

Cette solution n'est donc pas recommandée sauf si la décrue est moins précoce que les trois dernières années et permet de maintenir un niveau constant à Diama jusque fin février sans avoir à monter à 1,45m.

b) Solution 2 : limitation des cultures

La côte à laquelle les inconvénients mentionnés ci-dessus ne se produiront pas est de l'ordre de 1,25m IGN. En effet, il n'y aura pas à remplir la dépression de l'Aftout es Sahel ; le volume nécessaire au remplissage du delta de 0,5 à 1,25 est de 200 hm³, le volume nécessaire au remplissage du lac de Guiers de 1,00 à 1,25 est de 70 hm³. Ces volumes seront fournis par le fleuve même en année très sèche de début décembre à mi-janvier.

On peut donc calculer l'étendue des cultures qui se satisfera de ces niveaux de départ au 15 janvier :

Les lâchures pourraient éventuellement être avancées par rapport aux périodes strictement nécessaires (par exemple de février à avril au lieu d'avril à juin) ce qui a l'inconvénient d'augmenter les pertes par évaporation dans la retenue de Diama, mais permet de bénéficier d'un lit mineur encore plein ce qui augmente l'efficience de l'eau dans son transit depuis le bassin amont.

La solution qui consisterait à injecter de l'eau salée en amont de Diama dès que le plan d'eau descendrait sous la cote 0 n'est pas souhaitable : outre ses effets négatifs en matière d'eau potable, elle apporterait le sel au niveau des premiers périmètres avant la fin de la campagne d'irrigation.

d) Solution 4 : Renforcement temporaire des stations de pompage fixes

En partant d'un niveau de 1,25m dans le lac et le fleuve au 15 janvier, et en maintenant les surfaces cultivées à 8000 ha sous canne et 2500 ha de riz de contre saison, l'évolution des plans d'eau serait la suivante :

	Fleuve et delta hors Aftout		Lac de Guiers			Superficies inondées en RD amont de Diama hors Aftout	
	prélèvements hm ³	évaporation hm ³	cote m	prélèvements hm ³	évaporation hm ³		
15 janvier			1,25			1,25	35 200
1er février	11	24	1,15	2	17	1,17	29 400
1er mars	43	39	0,80	2	44	1,00	16 500
1er avril	39	33	0,29	2	46	0,79	11 100
1er mai	18	31	0,02	28	49	0,42	2 300
1er juin	16	30	0,34	28	44	0,03	0
1er juillet	4	28	0,57	29	35	0,40	0
31 juillet	-	21	0,74	30	21	-0,70	0
TOTAUX en cm	0,72	1,87	1,99	0,68	1,27	1,95	

NB : transfert des pompages de la CSS vers le lac au 1er avril.

3.3. Esquisse de consignes de gestion avec Diama et Manantali

Les niveaux d'eau ne doivent plus impérativement être relevés au maximum en janvier, puisqu'en peut compter sur des lâchures d'eau à partir de Manantali.

On peut supposer :

- dans le fleuve, le maintien d'un niveau constant grâce à une réalimentation continue depuis Manantali ;
- dans le lac de Guiers, une baisse naturelle du plan d'eau par évaporation à partir du niveau maximal atteint en crue, et une réalimentation du lac en fin de saison sèche pour maintenir un niveau constant.

Dans le cas où le fleuve serait maintenu en permanence à la côte +0,5 et le lac maintenu à partir de mai à la côte 0, les besoins en eau seraient de 610 millions de m³, soit environ 1 à 42 millions de m³ à lâcher depuis le réservoir de Manantali. Ceci est tout à fait possible si le réservoir se remplit jusqu'à la côte 192 environ, ce qui représente un volume de remplissage de 5 milliards de m³, mais dont une grande partie serait nécessaire au remplissage de la tranche morte (3,5 milliards de m³) et à la compensation de l'évaporation de la retenue. Bloquer 5 milliards de m³ au Bafing pendant la crue de 1987 ne sera toutefois pas forcément compatible avec la lâche d'une crue artificielle pour la culture de décrue : cela dépendra de l'hydraulique de l'année 1987.

Pour la première année de remplissage, il faudrait vraisemblablement se contenter d'un plan d'eau dans le fleuve et dans le lac à des cotes respectives de 0,25 et 0, ce qui réduit les besoins en eau de 40 hm³ à Diama et de 100 hm³ à Manantali (la différence avec le cas ci-dessus est faible).

Les inconvénients de ces inondations sont les suivants :

a) difficultés de circulation entre Keur Macène et Rosso et à partir de Keur Macène vers l'ouest (vers Ziré - Birète et Ndiago). Ces difficultés auraient lieu de décembre à fin avril pour la saison sèche 86/87. Mais les villages de Ndiago, Birète et Ziré seront accessibles en tout temps à partir du Sénégal.

Les inconvénients en matière de circulation après l'entrée en service de Manantali seront limités au franchissement de certains marigots et pourraient être facilement résolus par la pose de buses. Le désenclavement du delta mauritanien est d'ailleurs prévu dans le cadre d'autres projets (route de liaison Dakar-Nouakchott-estuaire artificiel).

b) Inondation d'un PiV situé en bordure est du Dioup pendant le mois de janvier.

c) Apparition d'une végétation de roseaux à faible valeur nutritive dans les zones inondées en permanence et difficultés d'accès aux troupeaux. Cet inconvénient sera limité puisqu'il y aura peu de zones submergées plus de six mois et que le delta est une zone pâturée en fin de saison sèche, où les inondations seront terminées.

d) Risque de salinisation de la retenue de Diama : ce risque est écarté en effet on peut estimer à 100 hm³ au plus le volume d'eau ayant stagné sur les terres du delta et rejoignant la retenue de Diama d'un volume de 500 hm³. Même si l'eau ayant stagné sur le delta avait atteint une concentration de 2g/l par diffusion du sel contenu dans les sols, l'effet sur l'eau de la réserve de Diama serait une augmentation de la concentration en sel inférieure à 0,5g/l.

CONCLUSION

Il apparaît que l'optimisation des bénéfices à tirer de l'exploitation de Diama sans endiguement ~~en rive droite sera~~ très complexe :

- 1. Pendant la crue, il y aura des inondations, mais celles-ci ne seront pas plus étendues que les inondations naurelles, sauf dans les cas de crues très faibles où, justement, les inondations naturelles sont insuffisantes pour les pâturages. Il faut noter d'ailleurs que même avec digue rive droite on provoquerait des inondations du delta pendant l'hivernage au bénéfice de l'élevage.
- 2. En saison sèche 86/87, on ne pourra garantir les besoins en eau des cultures de contre saison chaude sur les deux rives qu'au prix d'inondations importantes du delta rive droite (de 35 000 ha en janvier à 0 en mai) avec des lâchures à partir des réservoirs du bassin, ou avec des moyens de pompage supplémentaires ; les années suivantes ; les inondations seront moins étendues (6 600 ha), mais permanentes.

Ces inondations sont l'inconvénient indispensable à supporter si on veut mener à bien des cultures de contre saison chaude. Si leur niveau était jugé inacceptable, il faudrait alors interdire la culture de contre saison chaude et se rabattre sur la culture de contre saison froide.

Il convient que la présente étude soit examinée rapidement par le Comité Technique de suivi des plans d'eau de Diama et du lac de Guiers, afin d'arrêter les mesures à prendre en hivernage. Les questions concernant la gestion du plan d'eau en saison sèche pourront être examinées par la Commission permanente des Eaux, une fois passée la pointe de crue, ce qui limitera l'éventail des possibilités et permettra d'arrêter suffisamment à l'avance les mesures à prendre pour la contre saison.

ANNEXE 1 - HYPSEMETRIE DU DELTA
HORS DEPRESSION DE L'AFOUT ES SAHEL.

Superficies cumulées en hectares.

cotes IGN zones \	infé- rieur à 0	0,25	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50	2,00	2,50	3,00	supé- rieur à 3,50
aval de 1	427	427	427	427	3263	4153	4746	5220	5575	5931	5931
Diamma 2	527	527	527	760	1855	2439	2950	2959	2962	2980	5870
1er tronçon 3	14	14	307	491	783	983	1229	1229	1229	1229	1229
d'inon- dation 4	80	112	661	777	893	2945	3201	3459	3587	3975	3975
2e tronçon 5	512	1070	2000	2713	3426	7212	8504	9122	9354	10976	10976
d'inonda- 6	-	-	-	-	110	265	1008	1494	1505	1515	1515
tion 7 et 8	-	-	-	-	21	294	364	364	364	364	364
9	527	1686	3096	4403	5711	7811	9181	10392	10653	12051	12051
3e tron- 10	435	2983	2983	3842	4702	7816	9420	11460	11460	11460	11460
çon d'inon- dation											
11 bis a	-	-	-	-	-	11	23	183	287	287	287
4e 11	382	382	872	1952	2831	4660	6448	10346	11678	12249	12249
tronçon 11 bis b	-	-	-	-	-	34	68	565	861	861	861
d'inon- dation 12	-	-	-	-	-	12	24	164	247	247	247
5e 13	87	108	130	831	1633	2500	3366	6832	8395	10030	10146
tronçon 13 d'inon- dation bis	-	---	-	-	-	49	98	390	1205	1266	1266
15 et 16	-	-	-	4	8	11	59	141	286	358	358
17 et 18	-	-	-	-	-	-	-	-	132	132	132
6e 14	122	122	122	274	426	477	538	629	764	1164	2777
tronçon 14 d'inon- dation bis	151	151	151	151	151	151	151	223	914	914	914
19 et 20	-	-	-	-	-	-	-	-	300	361	
total amont de Diamma	2360	6628	10322	15483	20695	35231	43682	56998	62921	69378	71168
pourcentage	3%	9%	15%	22%	29%	50%	61%	80%	83%	97%	100%

ANNEXE 2 : SCHEMA DE COMMUNICATION HYDRAULIQUE
ENTRE LE FLEUVE ET LE DELTA.

Zones 1 et 2 : aval Diama.

Zone 3 : communication avec le fleuve sans restriction.

Zone 4 : communication avec le fleuve pour $h > 0,5$ (Yatfayle).

Zone 5 nord : communication avec le fleuve si $h > 1$ (Oualalane).

Zone 5 sud : communication avec le fleuve si $h > 0,5$ (Mreau).

Zones 6, 7 et 8 : communication avec le fleuve sans restriction.

Zone 9 sud : communication avec l'aval de Diama si $1 < hc < 1,25$. (Bileyti).

communication pour 1/3 avec le fleuve (Mreau-Oualalane) et 2/3 avec l'aval de Diama (Bileyti) si $h > 1,25$.

Zone 9 nord : communication avec le fleuve si $h > 2$.

Zone 10 : remplissage sans restriction (ouvrage de prise de l'Aftout ouvert)

vidange vers le fleuve si $h > 2$ (ouvrage de l'Aftout fermé).

Zones 11 et 12 : communication avec le fleuve si $h \geq 0,5$ (Dioup).

Zone 13 : communication avec le fleuve si $h > 1$ (Gouere ouest).

Zone 14 : communication avec le fleuve sans restriction (Gouère).

Zone 15 à 20 : communication avec le fleuve sans restriction.

ANNEXE 3

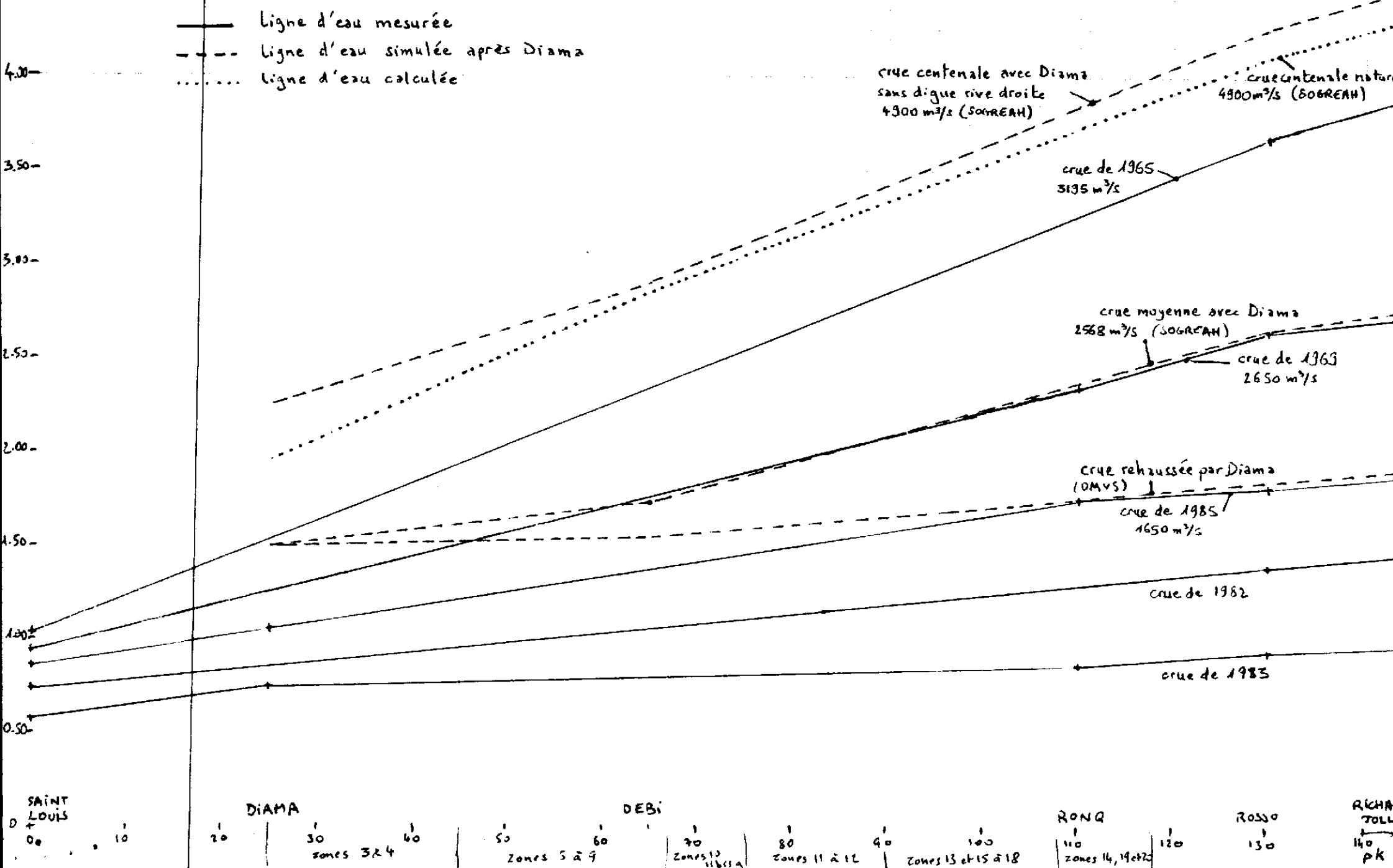
Courbes hauteur/surface
et hauteur/volume

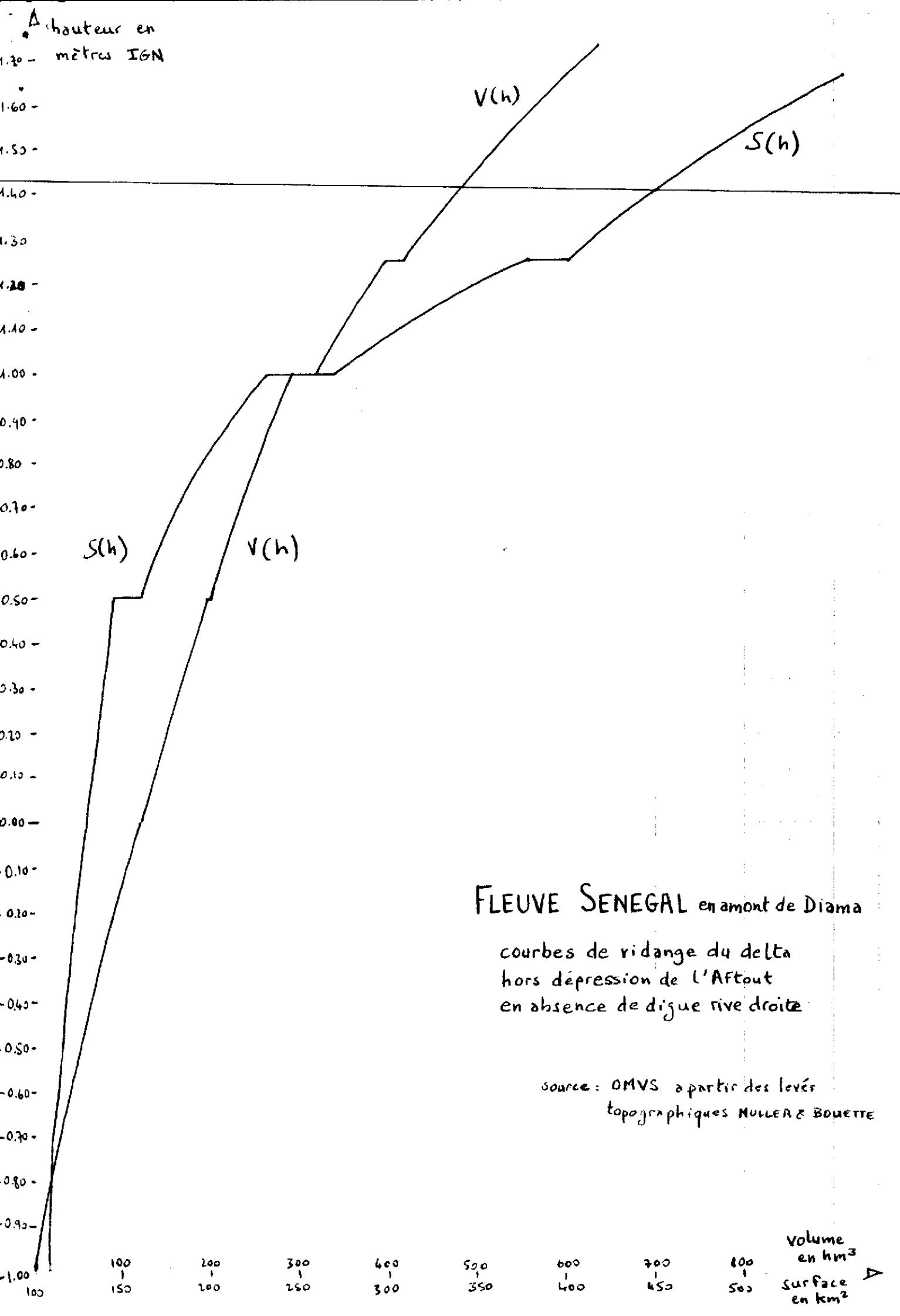
pour le fleuve Sénégal sans digue rive droite
(à la vidange du delta)
le lac de Guiers.

cotes en m IGN

A

DIAGRAMME DES LIGNES D'EAU EN CRUE





surface
en km²

volume
en hm³

LAC DE GUIERS

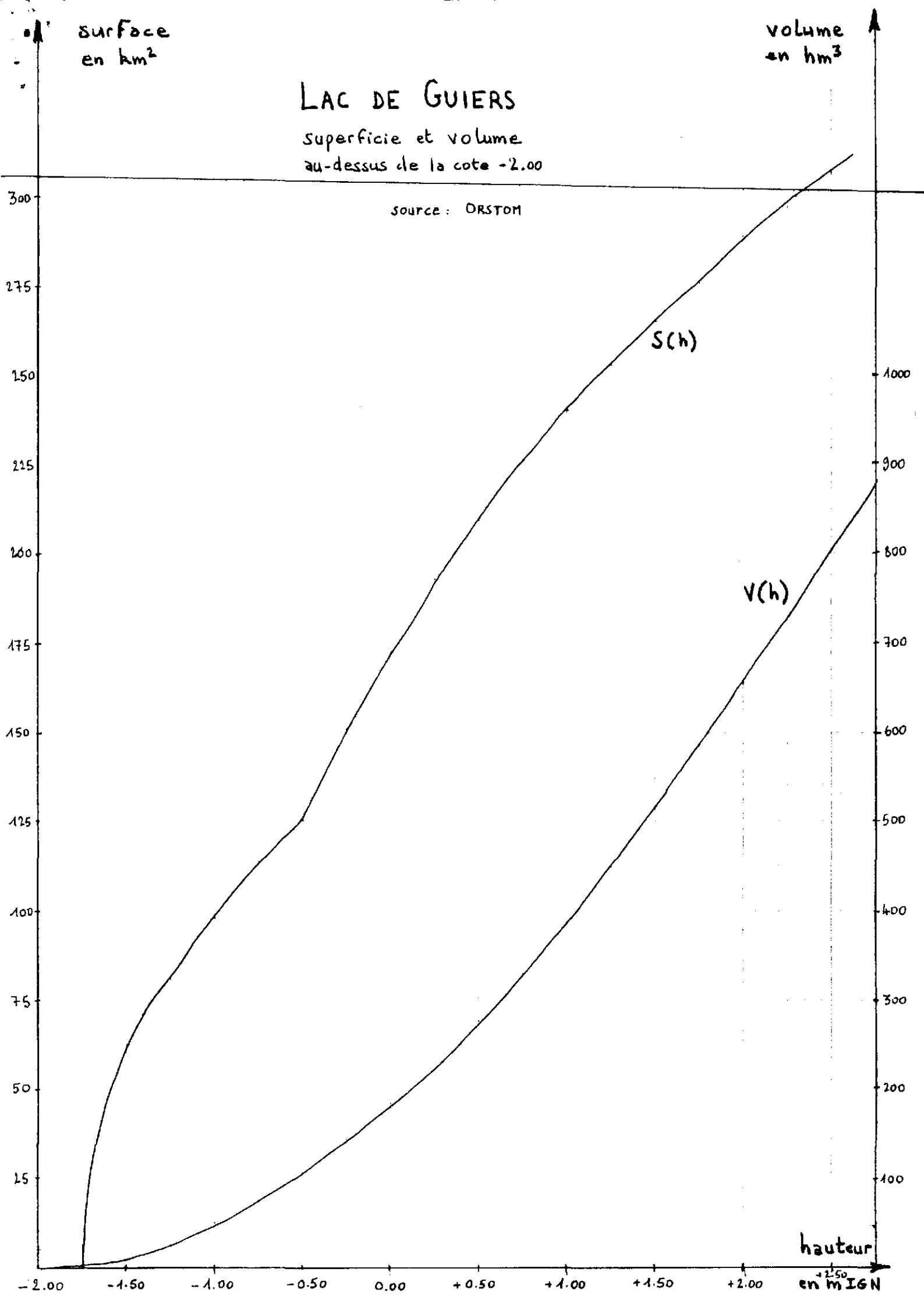
superficie et volume
au-dessus de la cote -2.00

source : ORSTOM

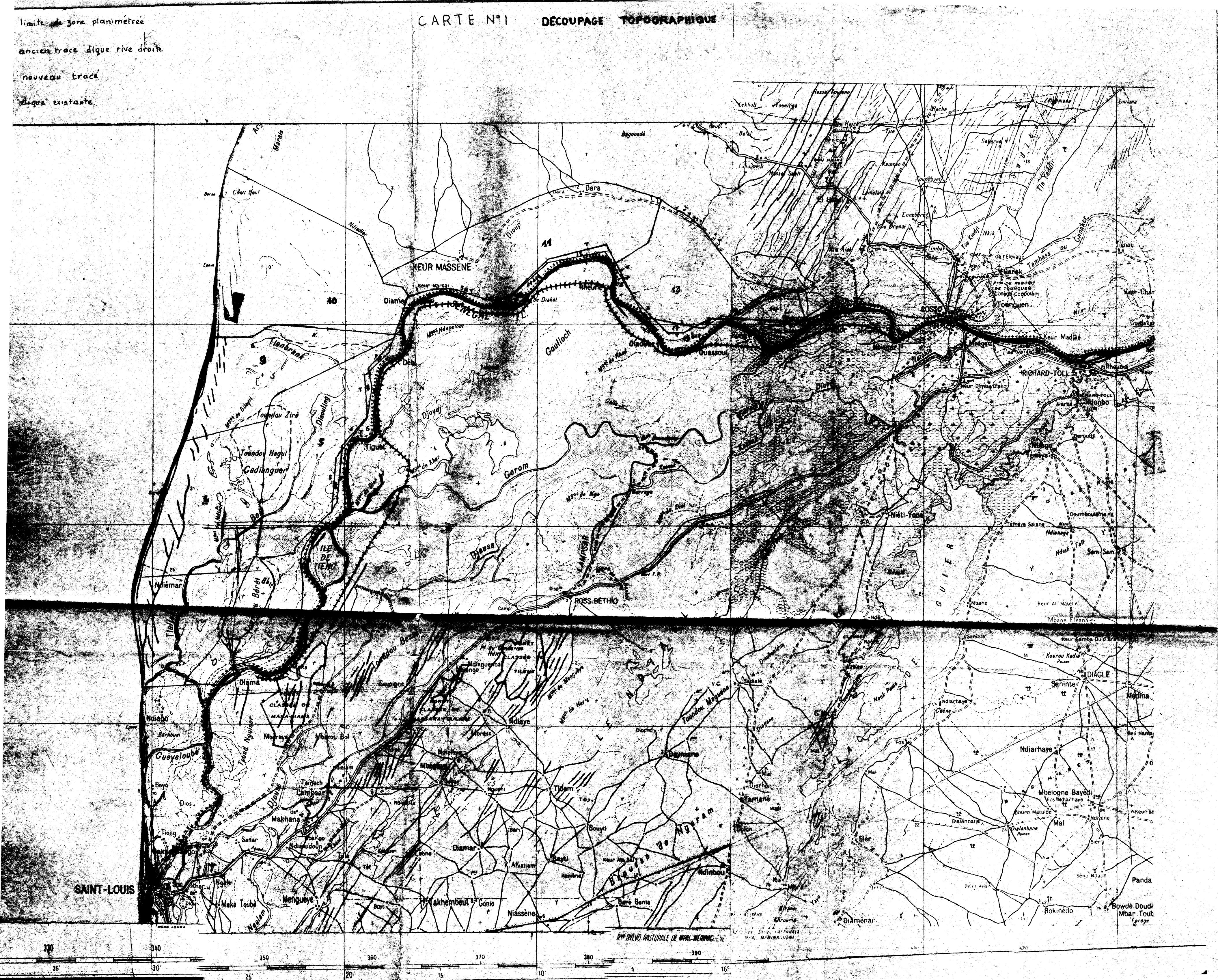
$S(h)$

$V(h)$

hauteur
en mIGN



CARTE N°1 DÉCOUPAGE TOPOGRAPHIQUE



Legend:

- 1.00 — courbe de niveau
- 1.2 — point coté (cote IGN)
- 1.4 — digue existante
- → → principaux chenaux naturels d'alimentation

CARTE N°2 : ALTIMETRIE

avec SURCHARGE

AFTOUT ES SAHEL

