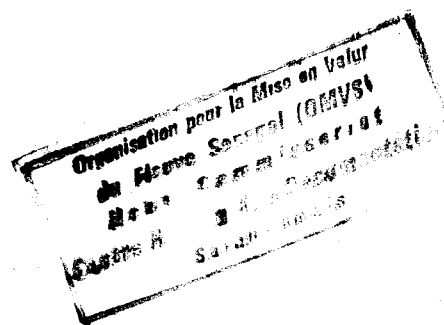


Organisation pour la Mise en Valeur
du Fleuve Sénégal
(O.M.V.S.)

HAUT COMMISSARIAT

10207



SYNTHESE

DE LA 1^{ère} ET 2^{ème} PHASE
DU « PLAN DE TRANSPORT LIE A L'AMENAGEMENT DU FLEUVE SENEGAL
POUR LA NAVIGATION »

III^{ème} PARTIE

ANNEXES

Octobre 1987

par
HENRI-G-IRANI

10204

Department of Justice
Federal Bureau of Investigation
COMM-FBI

COMMUNICATIONS SECTION

SYNOPSIS

RE LA 10 21 68
RE LA 10 21 68
RE LA 10 21 68

RE LA 10 21 68

RE LA 10 21 68

RE LA 10 21 68

10207

TABLE DE MATIERE

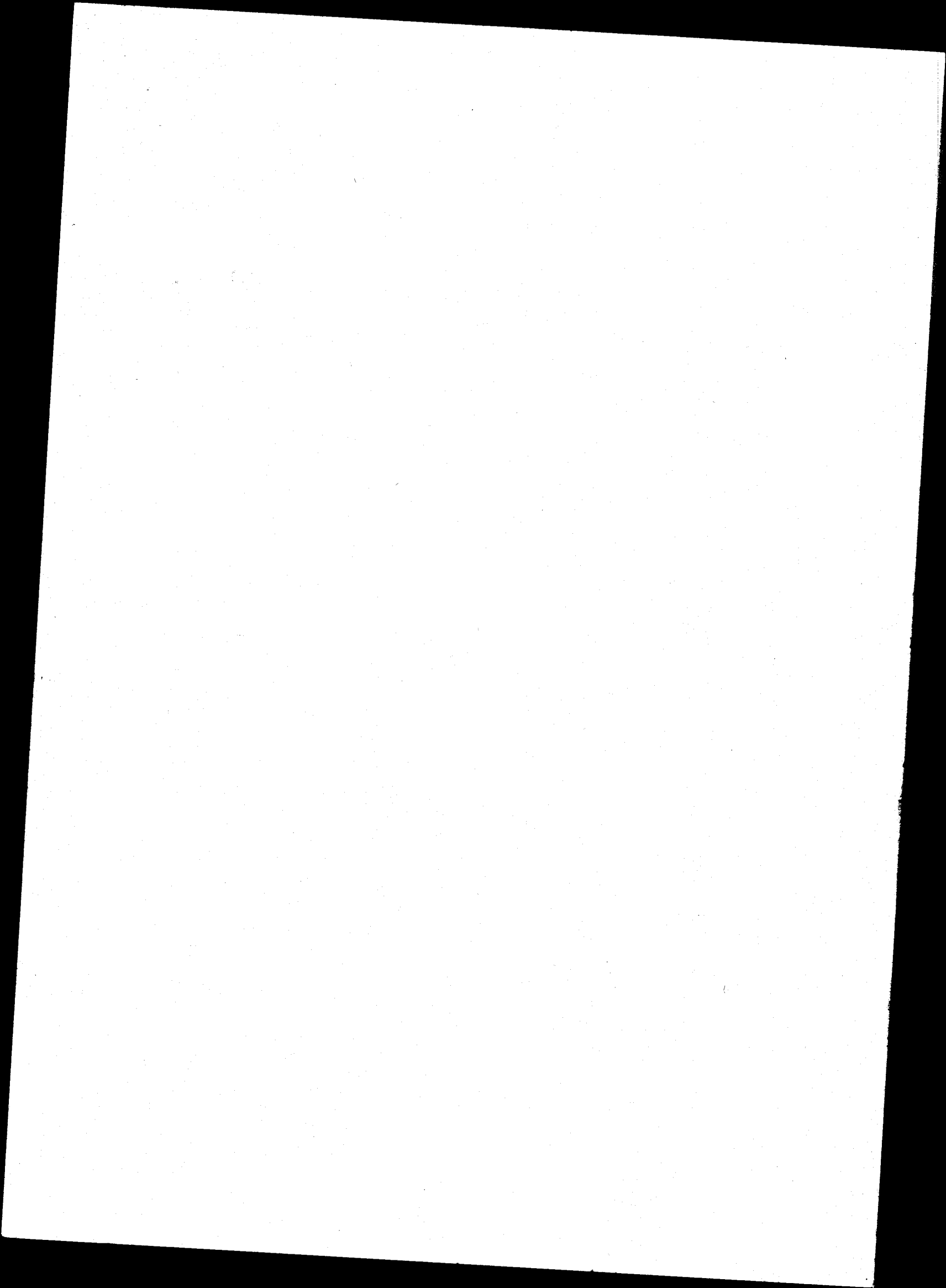
Organisation pour la Mise en Valeur
du Fleuve Sénégal (OMVS)
Haut Commissariat
Centre Régional de Documentation
Saint-Louis

N° planches

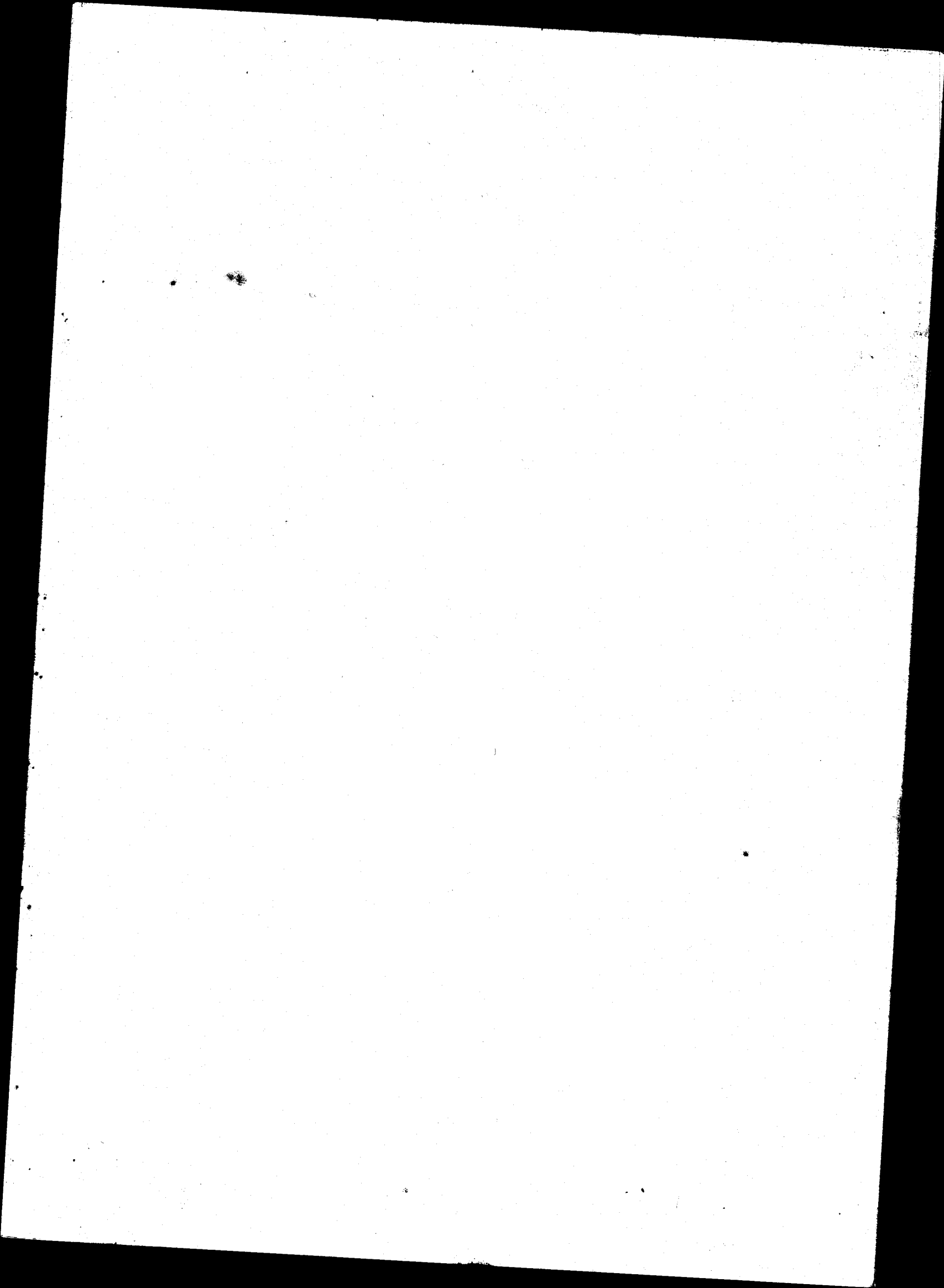
Titres

- 1 Plan général du fleuve Sénégal.
- 2 Graphiques des différentes prévisions du trafic fluvial.
- 3 Graphiques des prévisions des transports fluviaux de minerais.
- 4 Graphiques du trafic fluvial potentiel selon enquête routière.
- 5 - 1 Fiches de l'enquête routière.
- 5 - 2 " " " "
- 5 - 3 " " " "
- 6 Graphiques du trafic extérieur du MALI.
- 7 " " " " " via le Sénégal et la Côte d'Ivoire.
- 8 " répartition du trafic extérieur du Mali via le Sénégal et la Côte-d'Ivoire.
- 9 Graphiques d'évolution du trafic extérieur du Mali de marchandises diverses et hydrocarbure via Dakar et Abidjan de 1976-86.
- 10 Carte des flux maliens via Dakar et Abidjan. Moyenne.
- 11 Couche d'éclatement modal fleuve - route.
- 12 Carte de situation des gisements miniers par rapport à la voie navigable et à la voie ferrée.
- 13 Plan de situation des phosphates de Matam et investissements initiaux pour l'exploitation en carrière
- 14 Schéma des différentes alternatives d'évacuation des phosphates et fer de la Falémé.
- 15 Carte de réseau ferroviaire des pays de l'OMVS.
- 16 Profil en long de Dakar - Niger.
- 17 Armement de la voie ferrée de Dakar = Koulikoro.
- 18 Voie ferrée et gisements de la MIFERSO.
- 19 Schéma du réseau ferroviaire sous-régional actuel et projeté.
- 20 Carte de réseau routier principal actuel et projeté dans les pays de l'OMVS.
- 21 Pays de l'OMVS - Profil en travers type des routes goudronnées.
- 22 " " " " " des routes en terre sélectionnées.
- 23 " " " " " des pistes améliorées.
- 24 " " " " " des pistes saisonniers.
- 25 " " - Carte du réseau aéronautique.
- 26 Graphique du trafic du port de Dakar.
- 27 " " " des ports secondaires du Sénégal.
- 28 Carte du port de Dakar.
- 29 Diagramme de gestion prévisionnelle des postes à quai du port de Dakar.
- 30 Graphique du trafic du Wharf de Nouakchott de 1978 - 87.

f0201



- 63 Plan de situation du port dans l'estuaire de St-Louis.
64 Plan directeur " " " " " " "
65 Chenal d'accès et bassin d'évitement du port de St-Louis.
66 Diagramme du transport de sédiments et sédimentation.
67 Schéma du wharf et du port fluvial de St-Louis (1ère étape)
68 " " " " " " " " (2ème étape).
69 Profil en travers du tablier du wharf.
70 Quais et ports du wharf ent 1990 et 2000.
71 Schéma des installations du port fluvial de St-Louis.
72 Plan directeur du port de Kayes (1er horizon).
73 " " " " " " " (horizon 2030).
74 " " de l'escale de Kaédi.
75 Optimisation des transports par la "recherche opérationnelle".



②

7.076.000^T (2025) 7.412.000^T (2030)

T

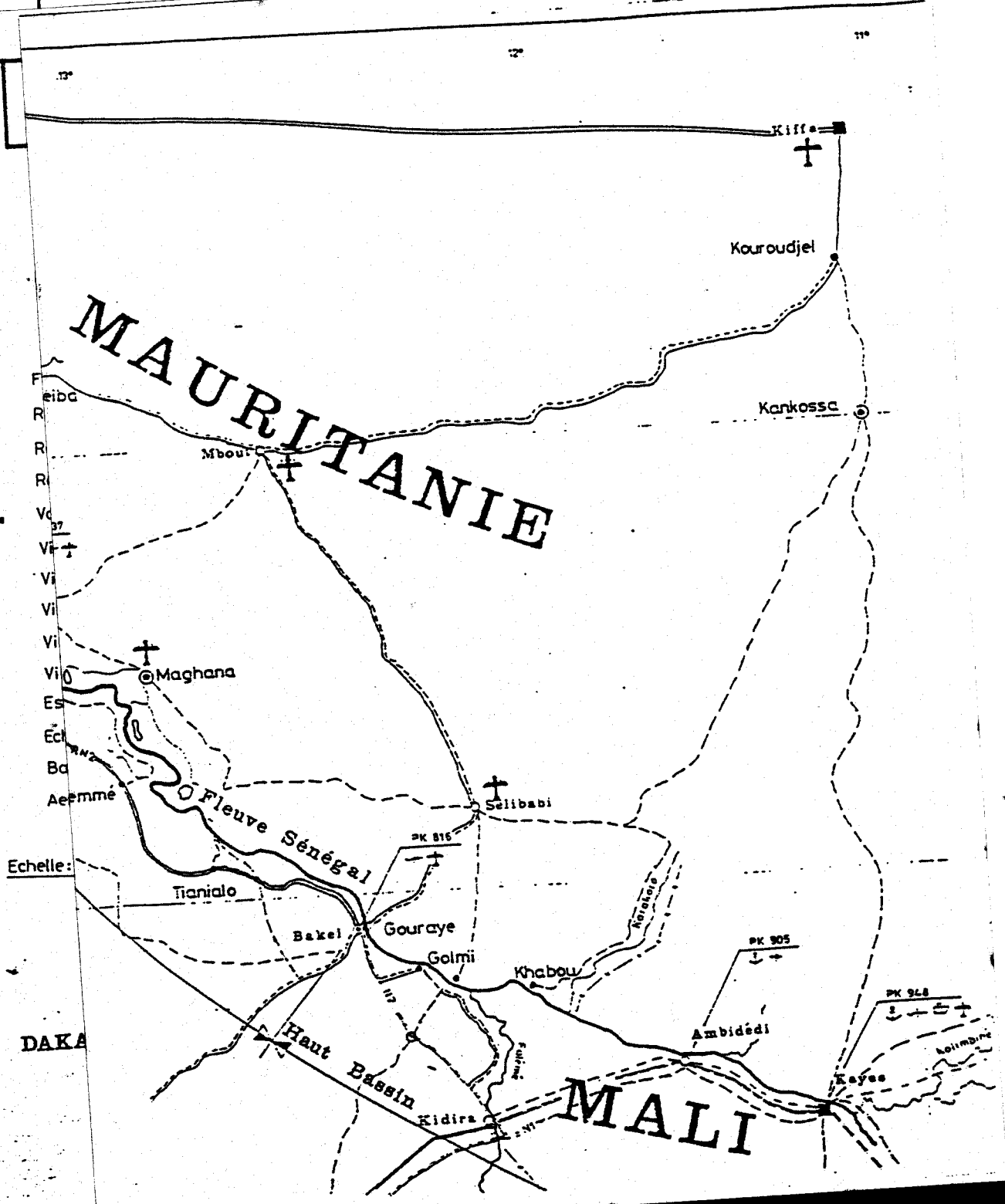
DIFFERENTES PREVISIONS DE TRAFIC FLUVIAL DE MARCHANDISES DIVERSES ET HYDROCARBURE.

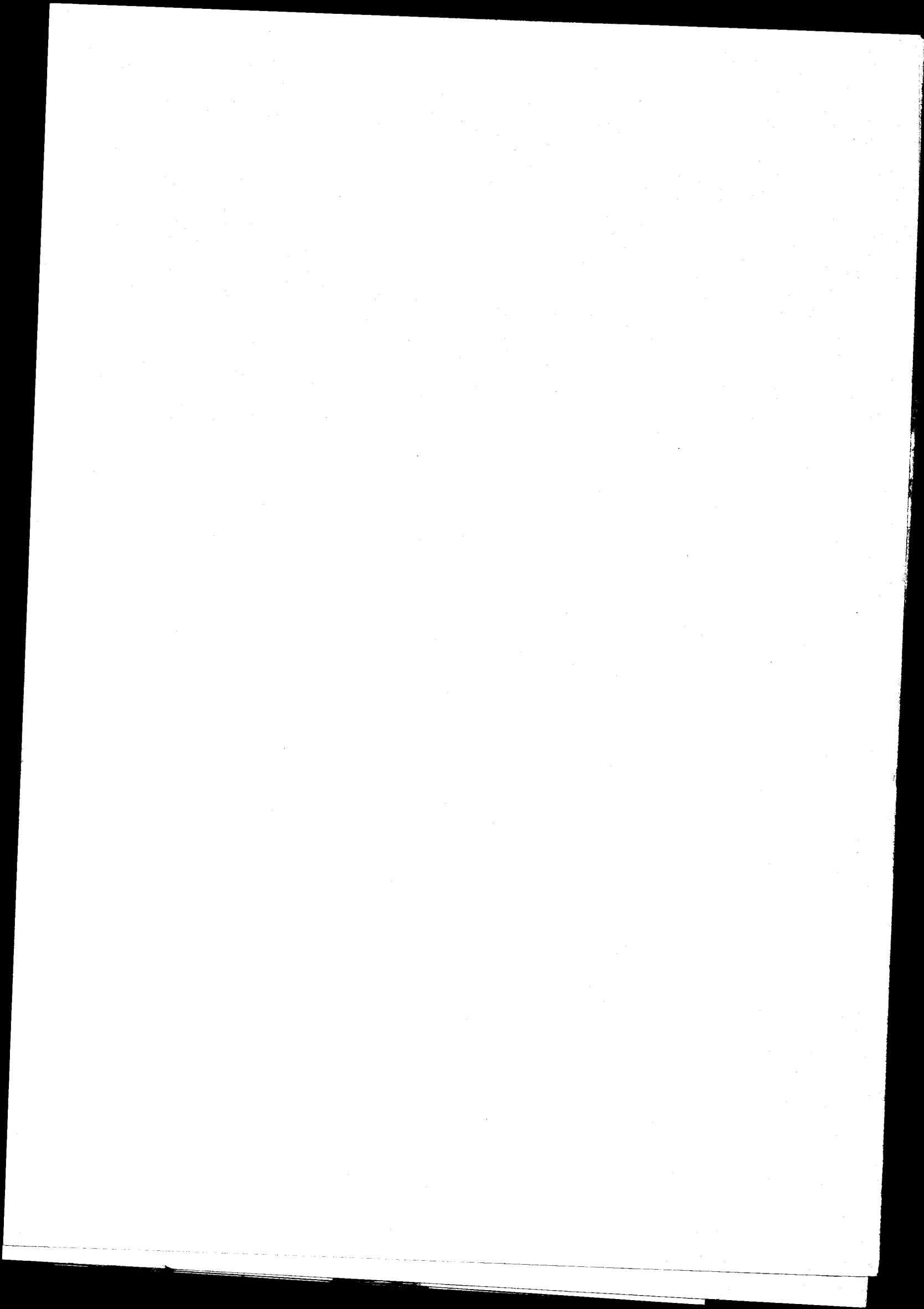
5 000 000

4 000 000

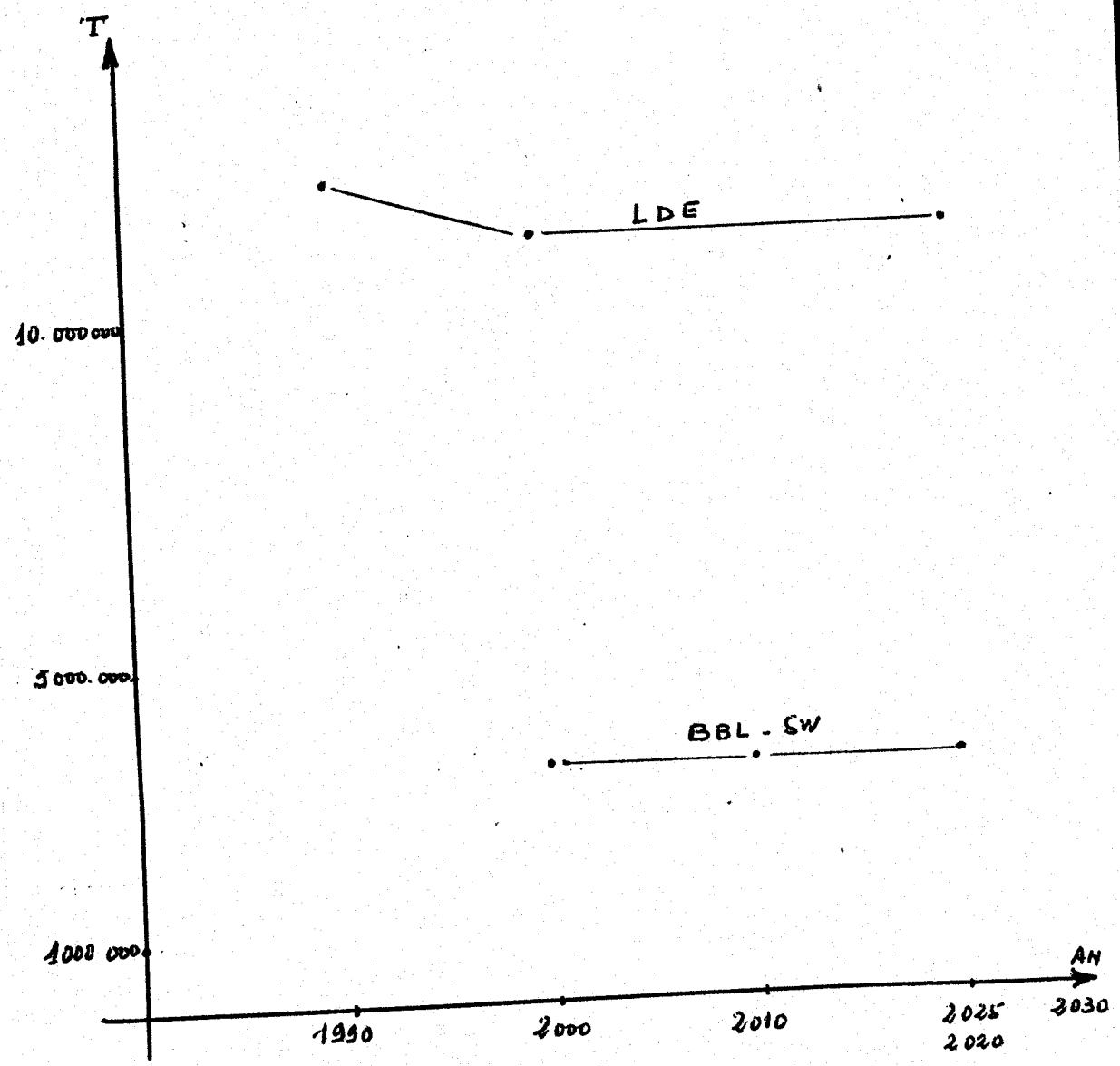
LEGENDE

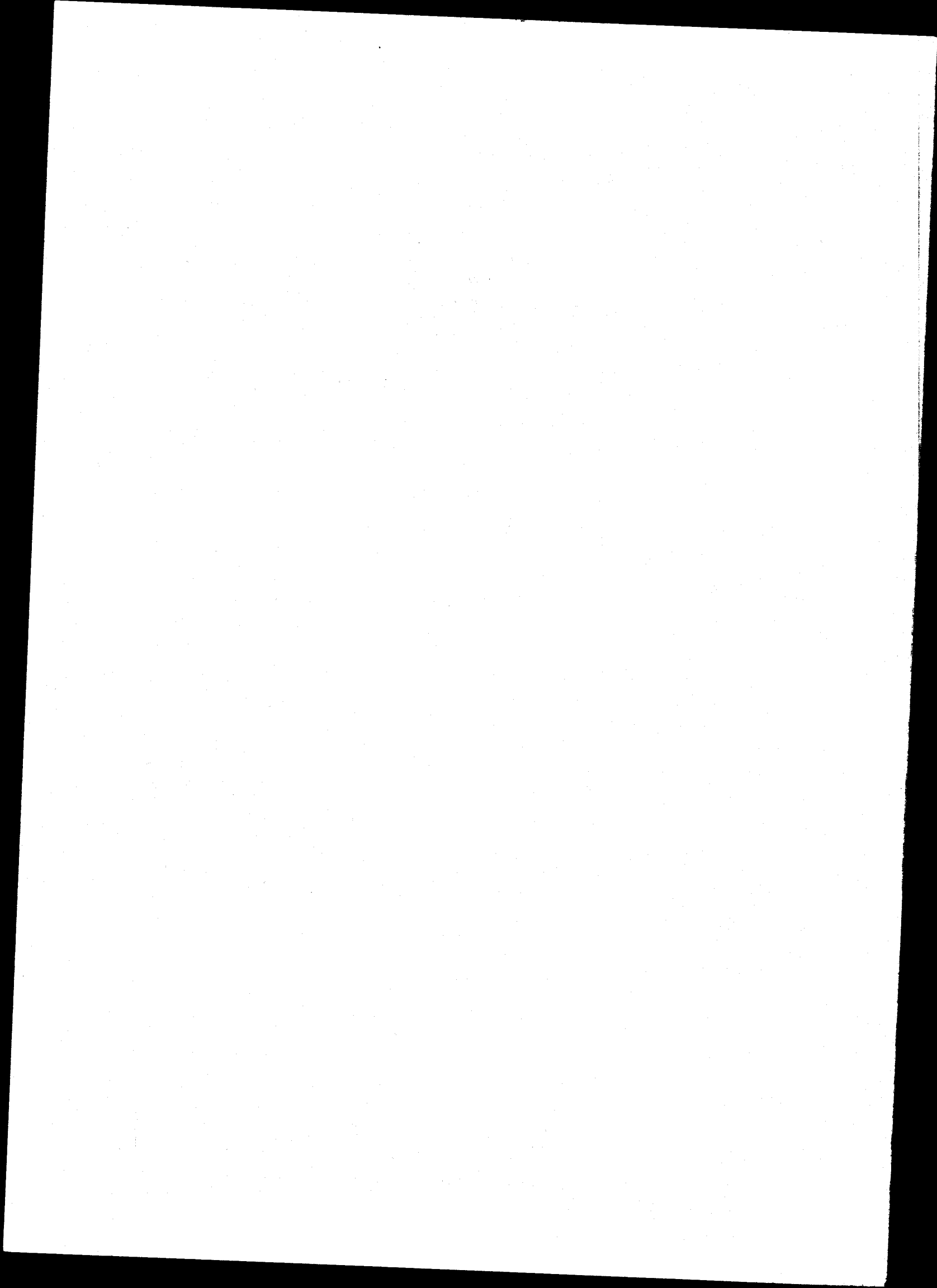
-
-
-
-
-
-
-
-
-
-
-





PREVISIONS DES TRANSPORTS FLUVIAUX DE MINERAIS





(4)

TRAFIC FLUVIAL POTENTIEL SELON ENQUÊTE ROUTIÈRE (1986)

25

20

15

10

5

0

100%

200

100

Etat actuel

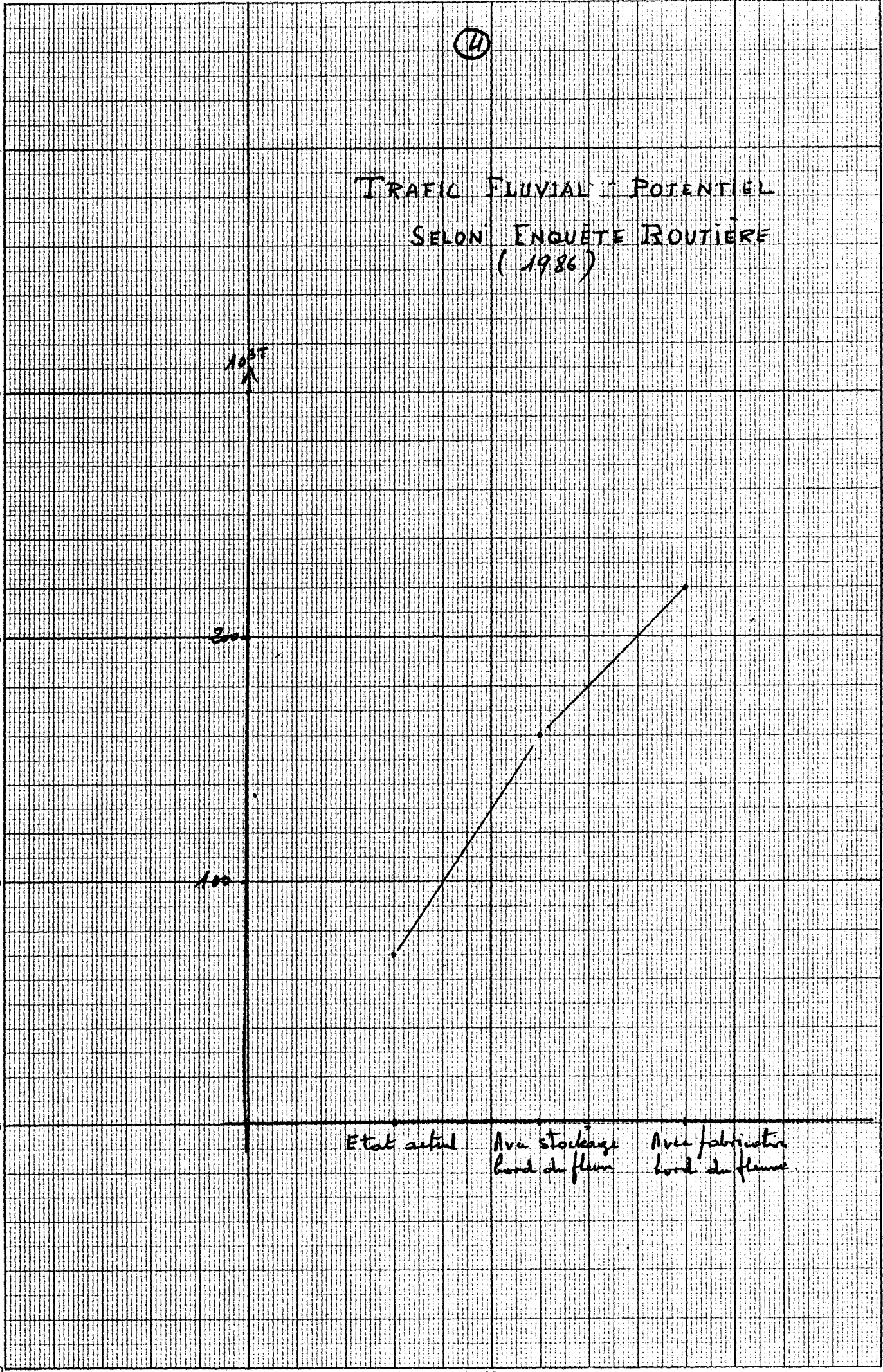
Avec stockage
bord du fleuve

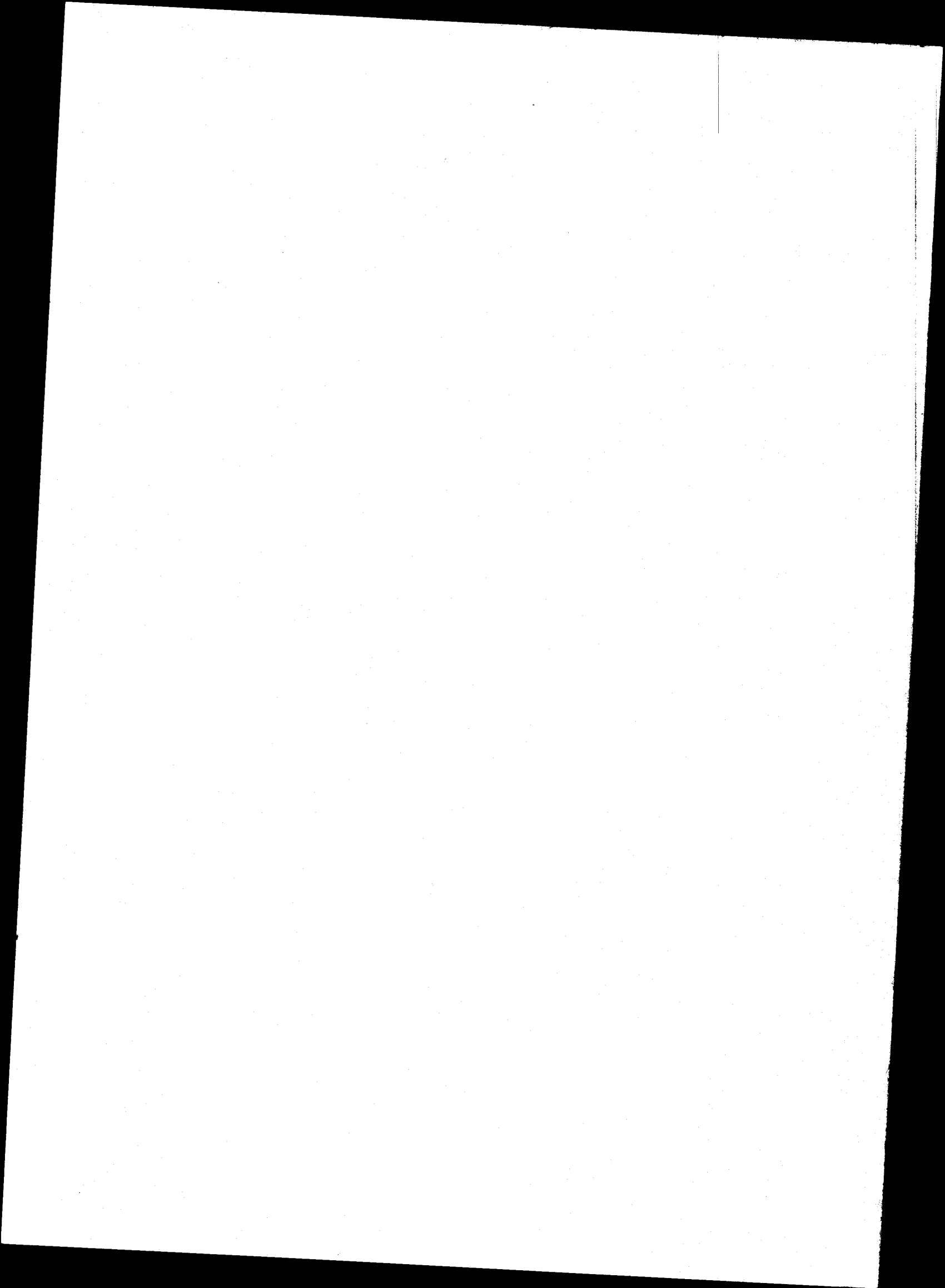
Avec fabrication
bord du fleuve

5

10

15





5.1

Organisation pour la Mise en Valeur du Fleuve Senegal (OMVS)

ENQUETE ROUTIERE

TRANSPORT DE MARCHANDISES - CAMIONS + CAMIONNETTES MARS

NOM Enquêteur : _____

Date Enquête : ____/____/1986/

LIEU Enquête : _____

Heures DEBUT /_____/

Heures FIN /_____/

1. VEHICULE

PROPRIETAIRE _____

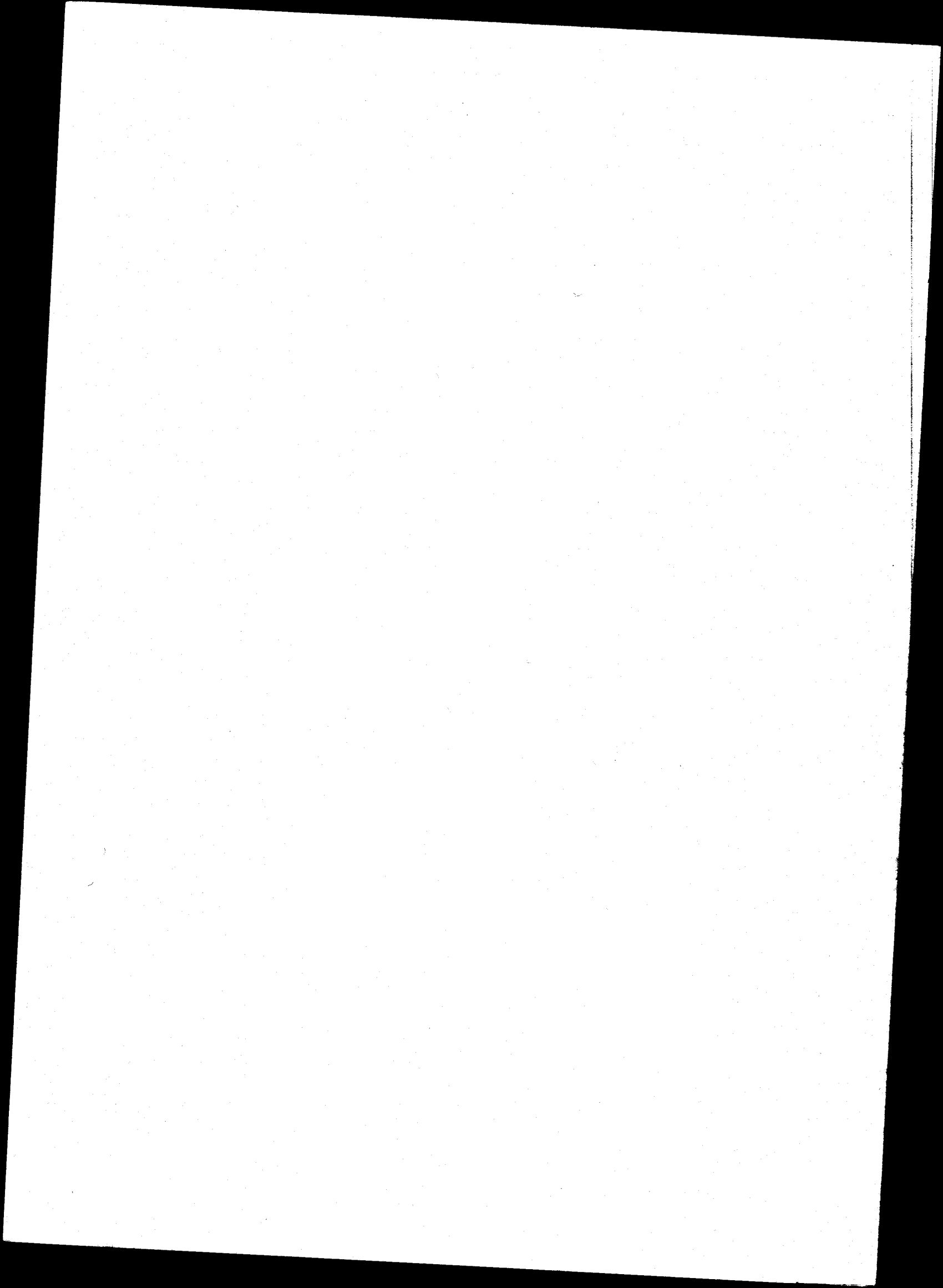
CONDUCTEUR : _____

NUMERO IMMATRICULATION	MARQUE	TYPE	AGE	CHARGE UTILE	POIDS EN CHARGE	VENANT DE	ALLANT A

11. PRODUITS TRANSPORTES

P (1)	RIZ	MIL SORGHO	COTON	MAIS	SUCRE	HUILE	LEGUMES	AUTRES PROD. Alim
Q (2)								
P.	Ciment	Autres matériaux	Bois charbon	Engrais	Autres Produits	Matériel	Hydro- carbures	Divers
Q								

- 1) P : Produit
- 2) Q : Quantité



Organisation pour la Mise en Valeur du Fleuve Sénégal (OMVS)

ENQUETE ROUTIERE

TRANSPORT DE VOYAGEURS - CARS + Mini CARS + TAXIS BREVETES

NOM Enquêteur _____

Date Enquête : ____ / ____ / 1986/

LIEU Enquête _____

Heures DEBUT / _____ /

Heures FIN / _____ /

VEHICULE

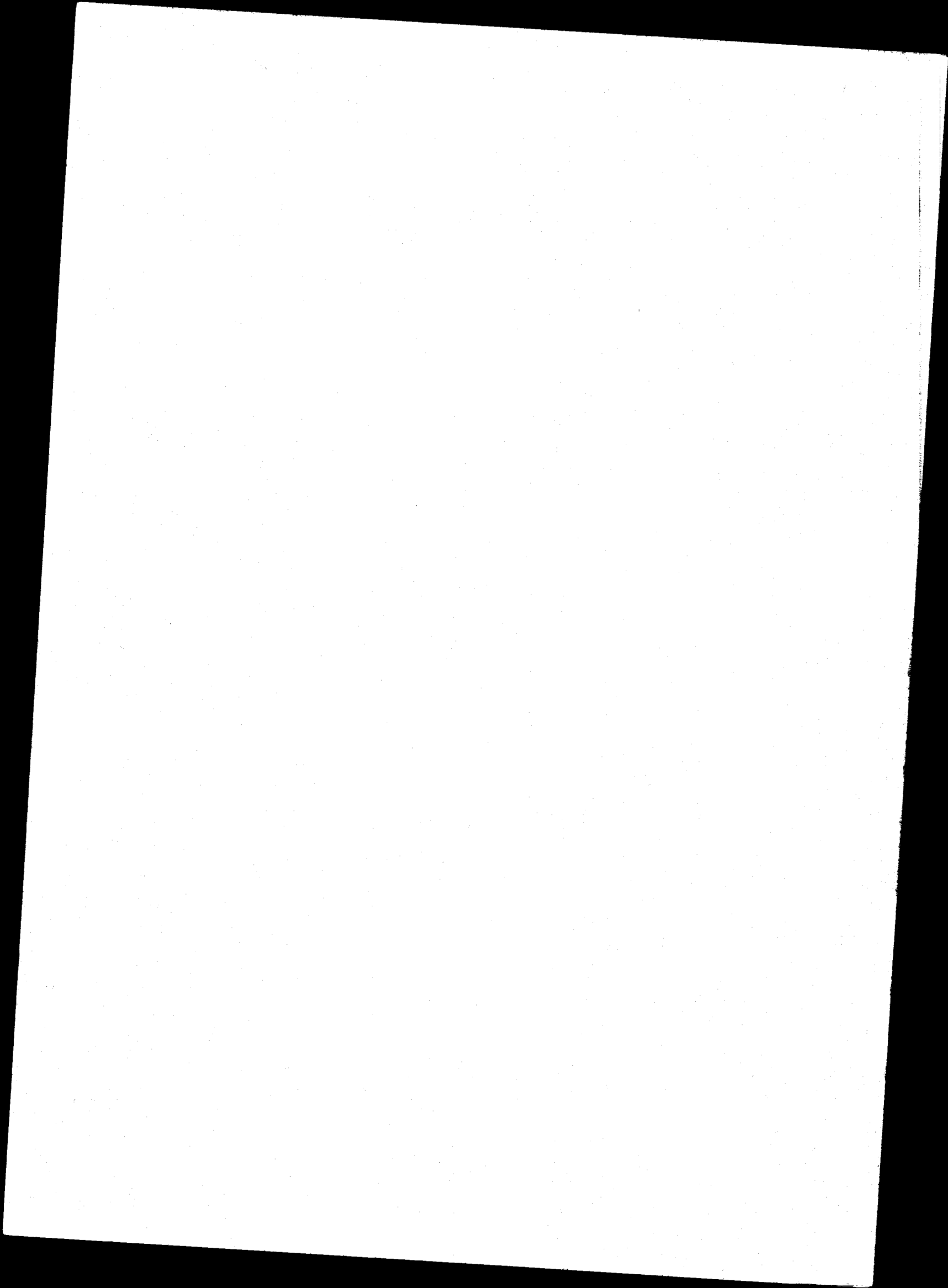
PROPRIETAIRE _____

CONDUCTEUR _____

NUMERO IMMATRICULATION	MARQUE	TYPE	AGE	CHARGE UTILE	POIDS EN CHARGE	VENANT DE	ALLANT A

11. VOYAGEURS ET BAGAGES

HOMMES	FEMMES	ENFANTS	BAGAGES	AUTRES



Organisation pour la Mise en Valeur du Fleuve Sénégal (OMVS)

ENQUETE ROUTIERE

TRANSPORT DE VOYAGEURS - VOITURES PRIVEES

NOM Enquêteur _____

Date Enquête : ____ / ____ / 1986/

LIEU Enquête _____

Heures DEBUT / _____ /

Heures FIN / _____ /

I. VEHICULE

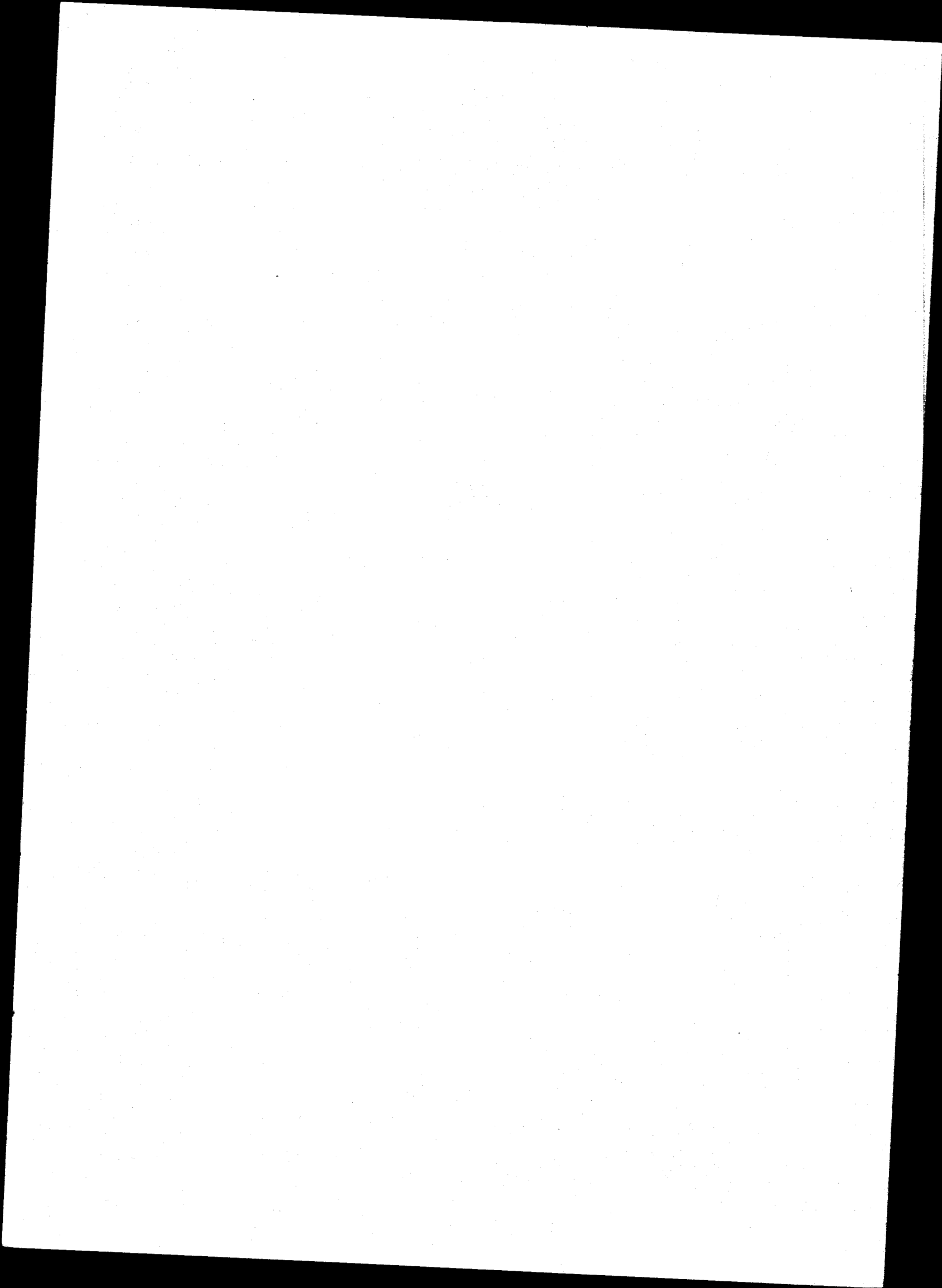
PROPRIETAIRE _____

CONDUCTEUR _____

NUMERO IMMATRICULATION	MARQUE	TYPE	AGE	CHARGE UTILE	POIDS EN CHARGE	VENANT DE	ALLANT A

II. VOYAGEURS ET BAGAGES

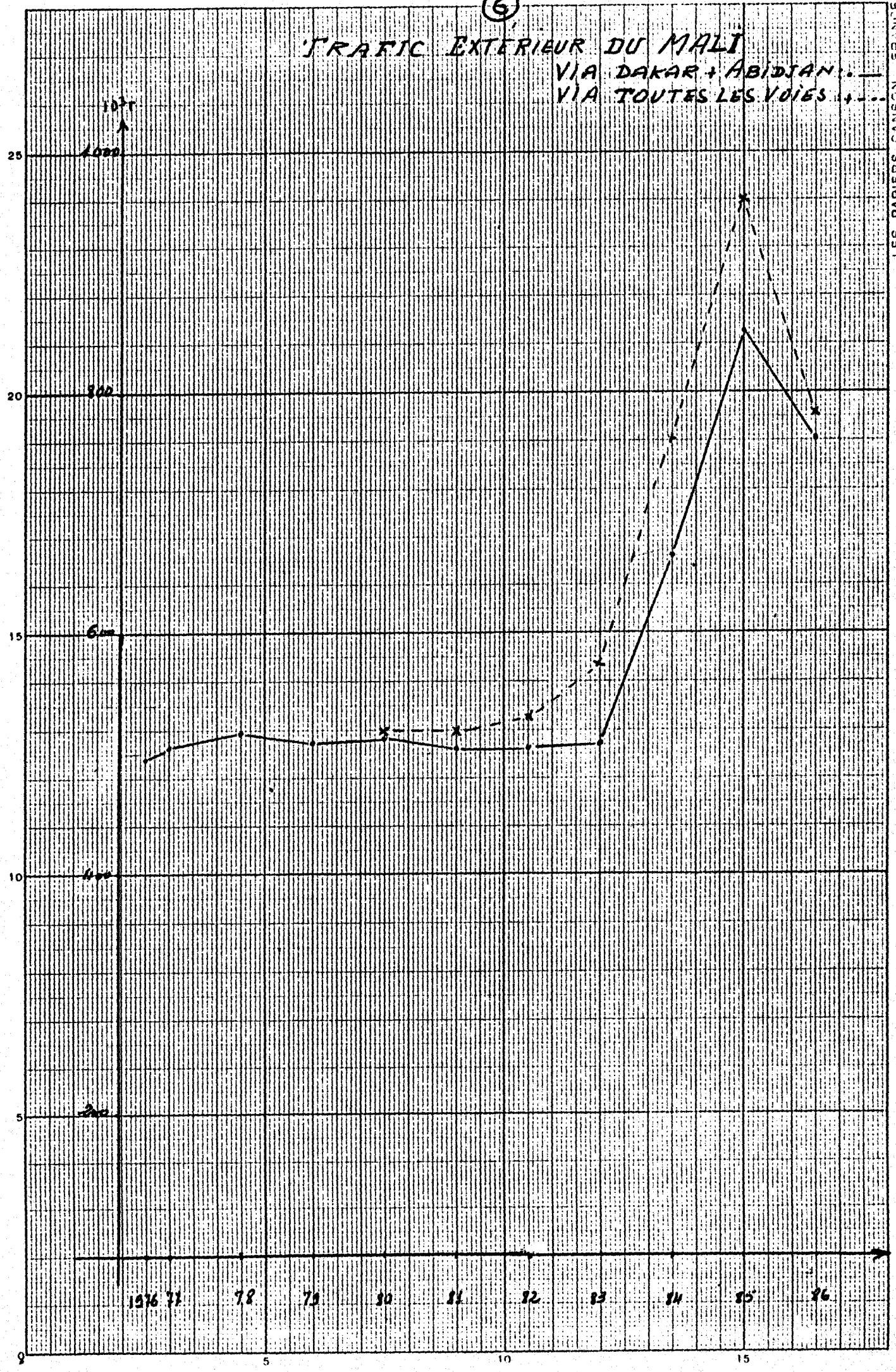
HOMMES	FEMMES	ENFANTS	BAGAGES	AUTRES



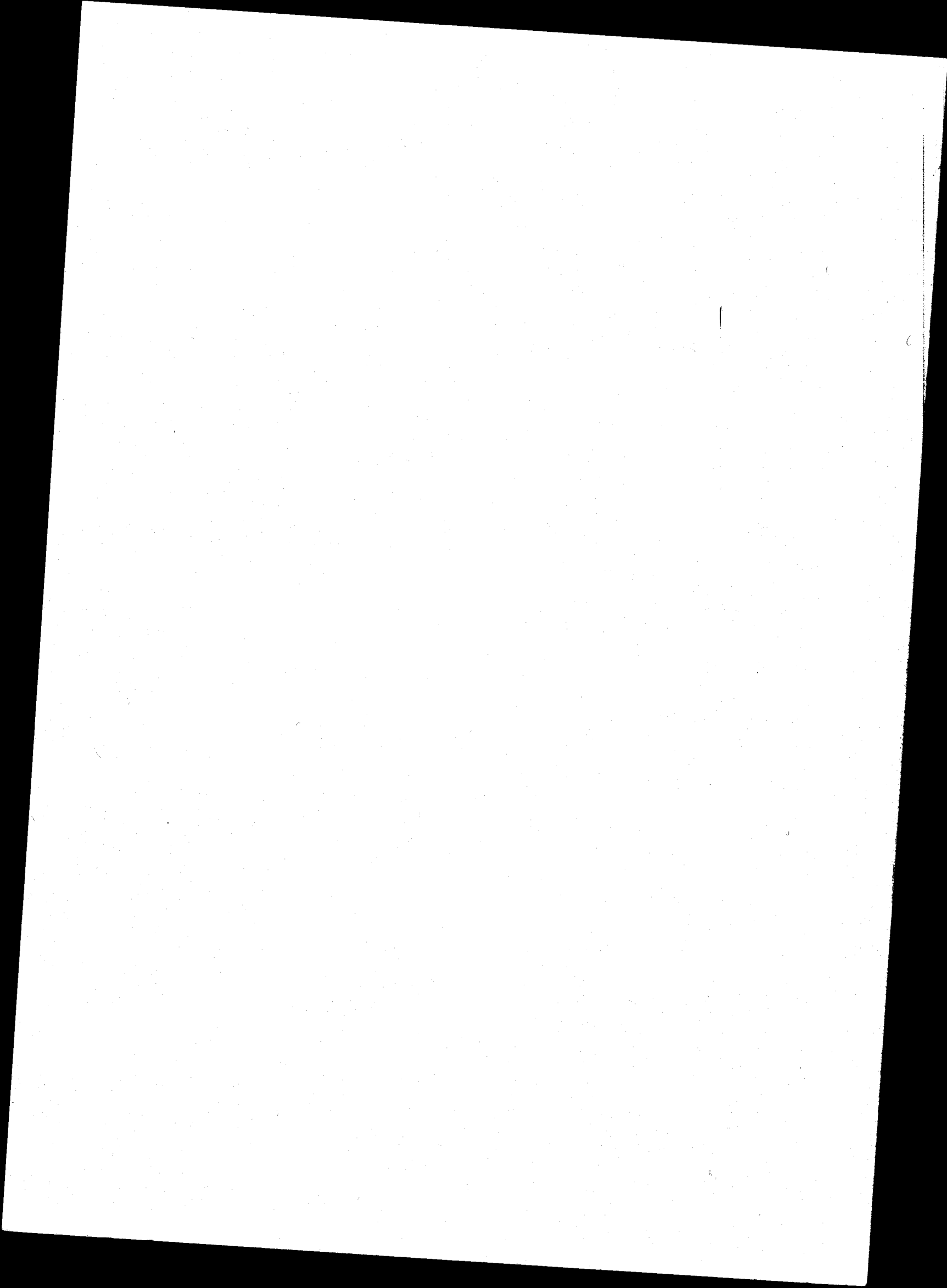
⑥

TRAFFIC EXTERIEUR DU MALI

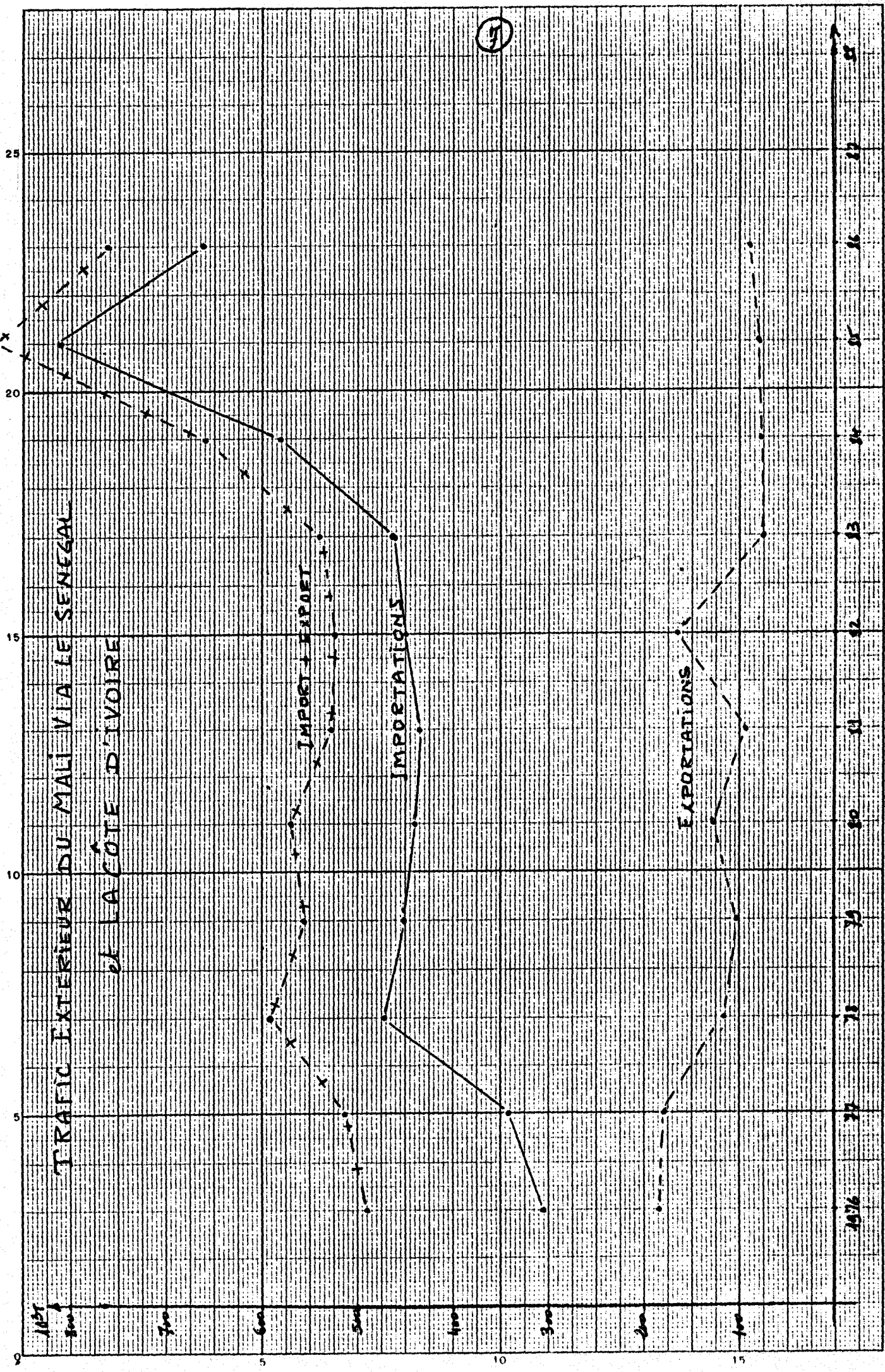
VIA DAKAR + ABIDJAN : —
VIA TOUTES LES VOIES : - - -

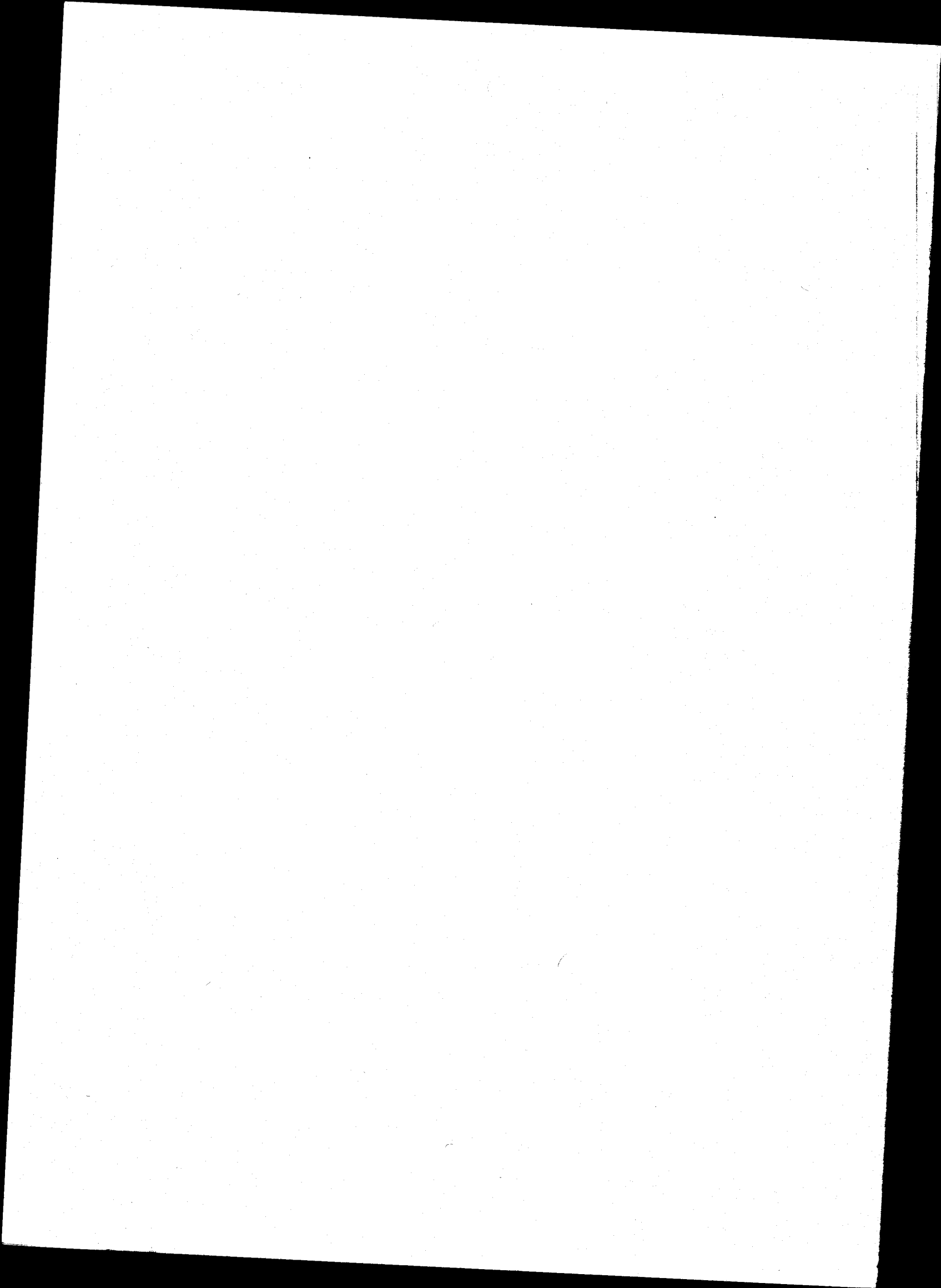


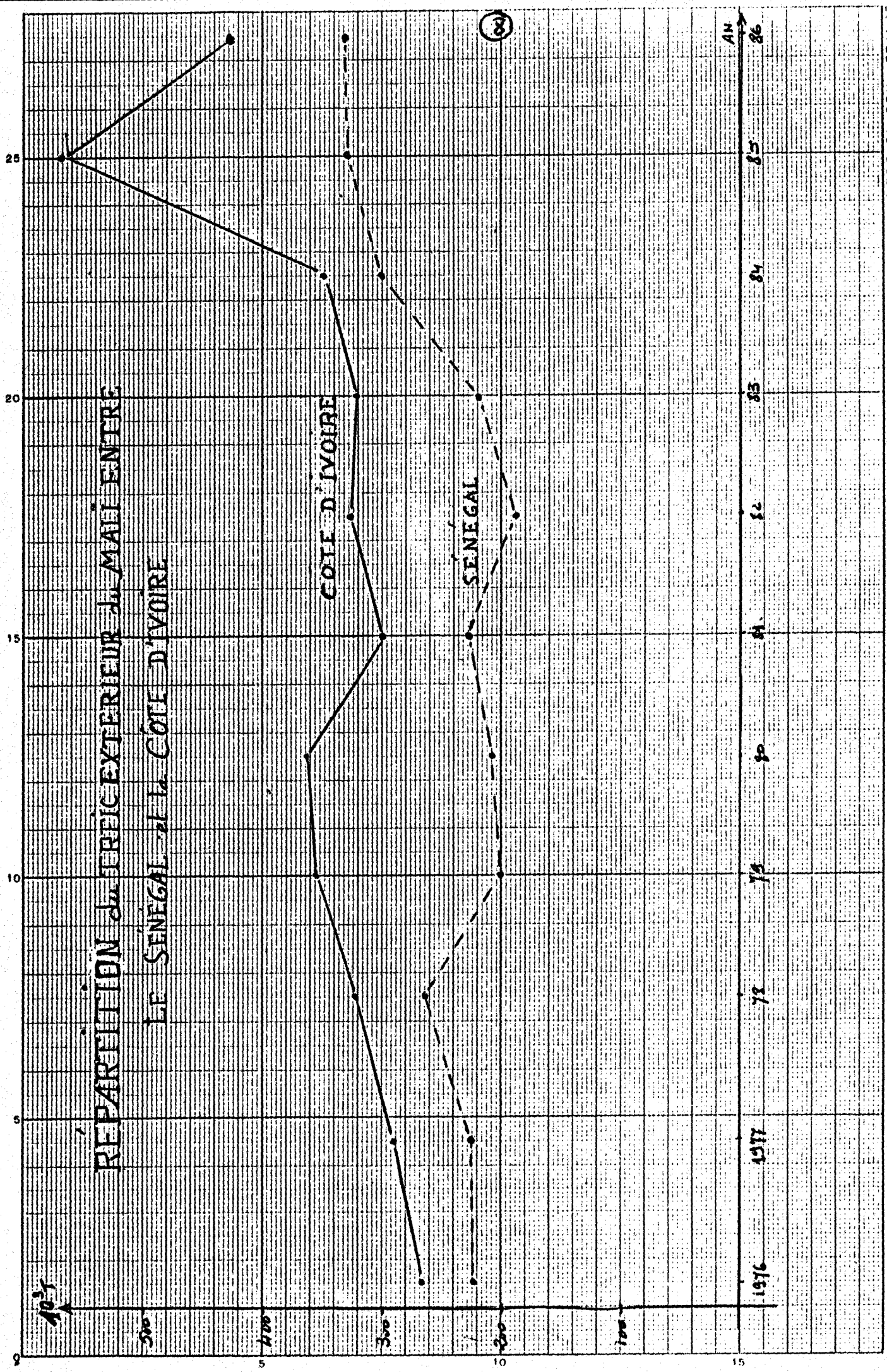
LES PAPIERS SANSON - FRANCE

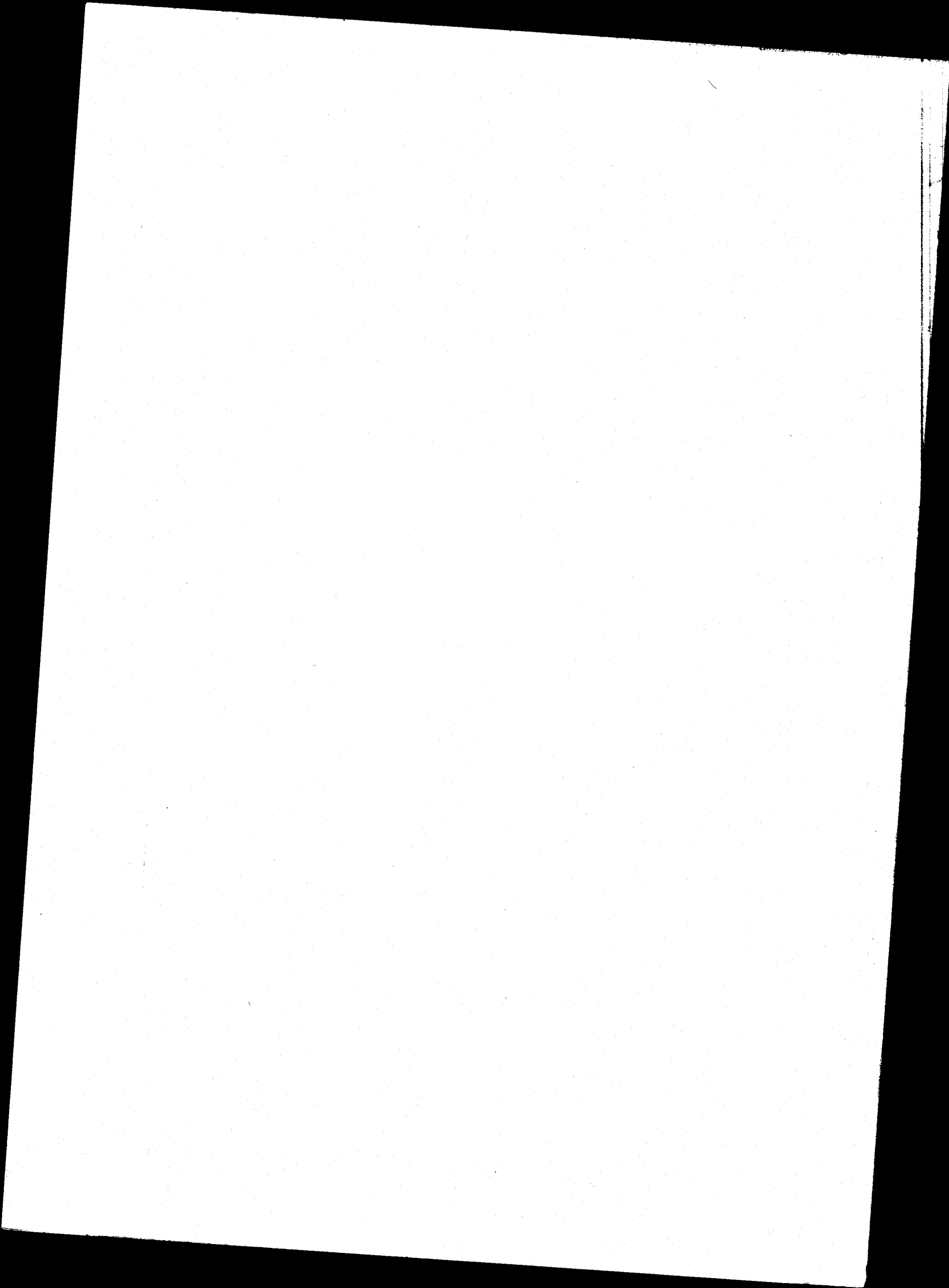


894.000
/x

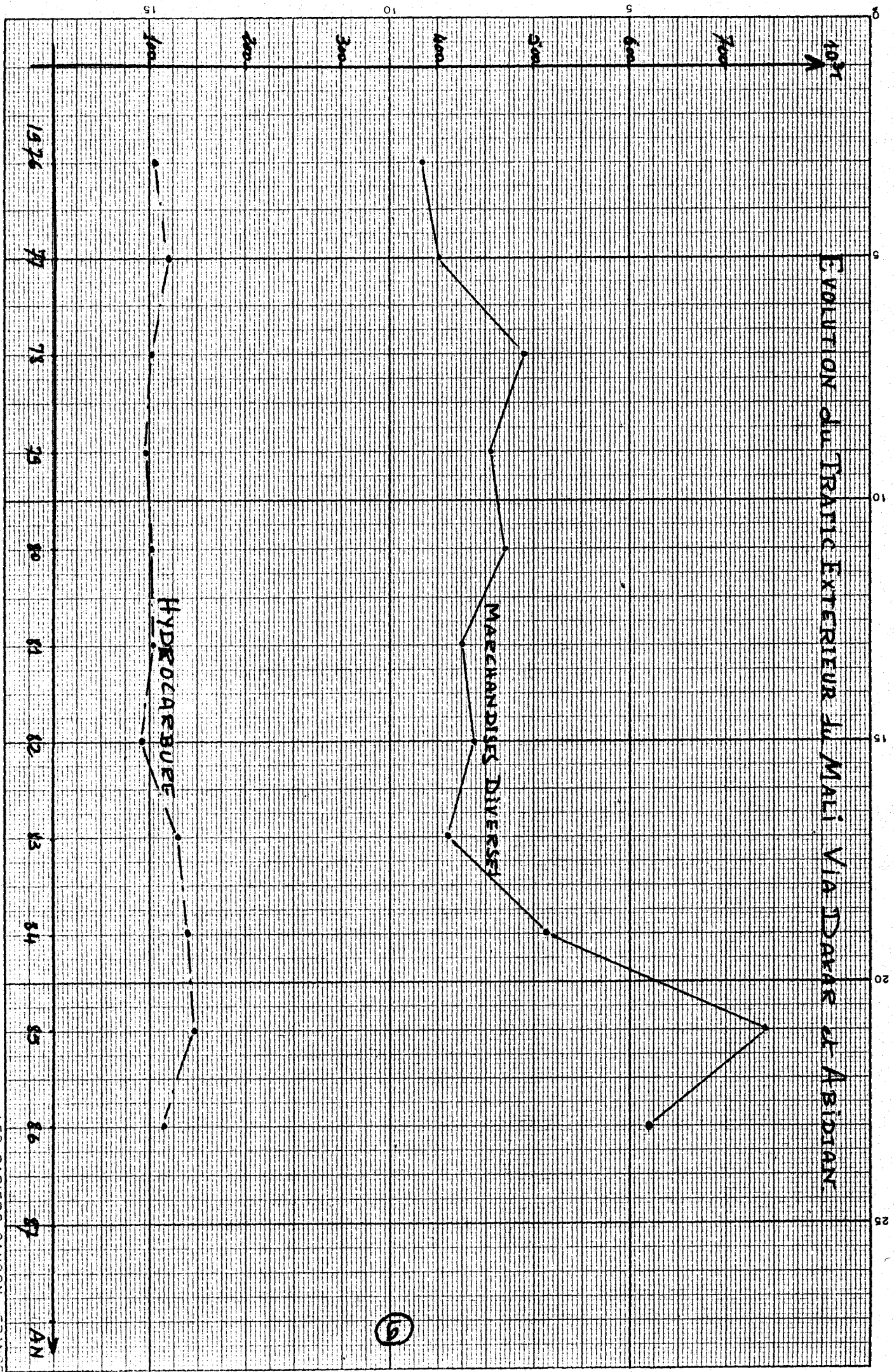




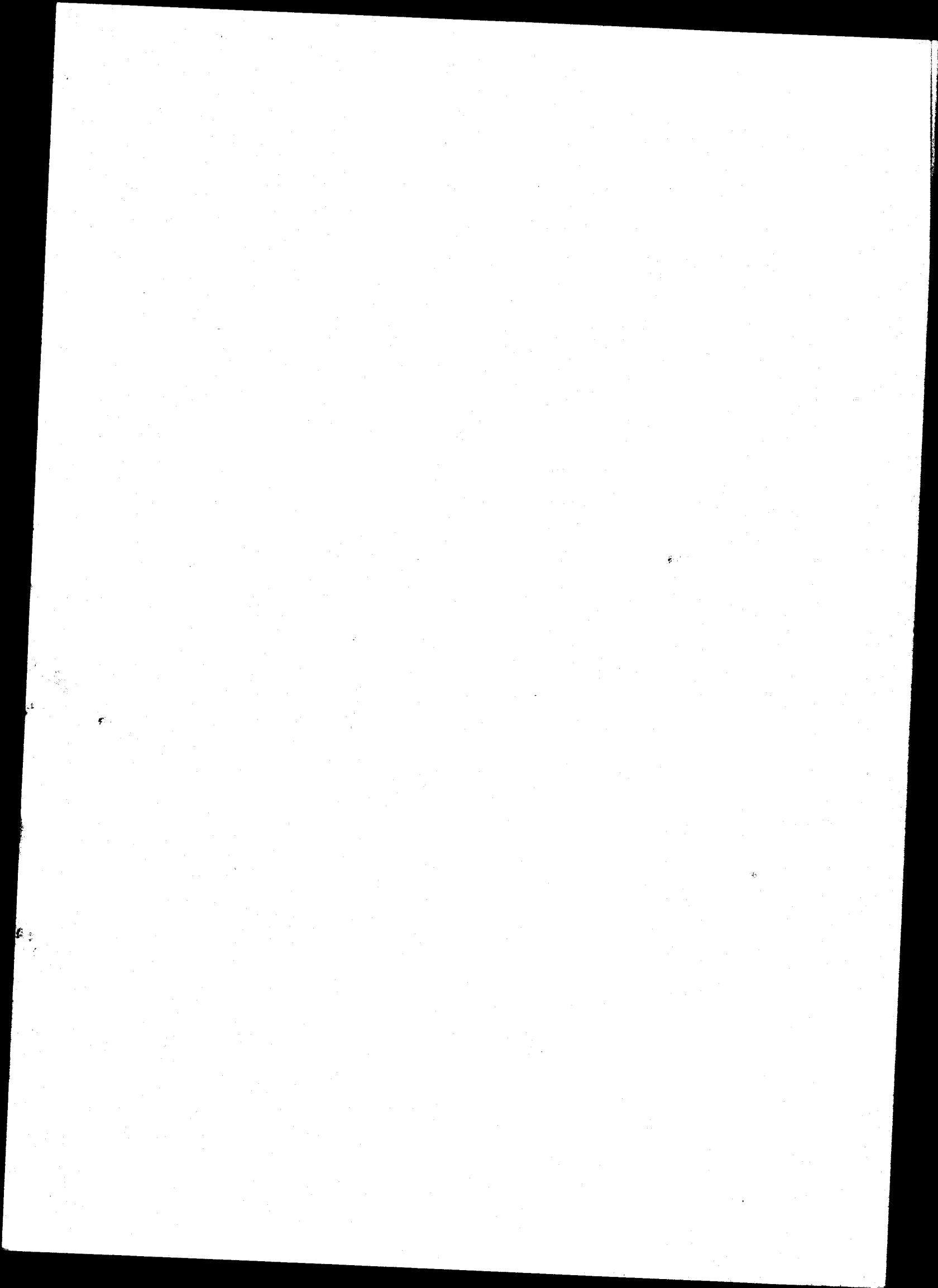




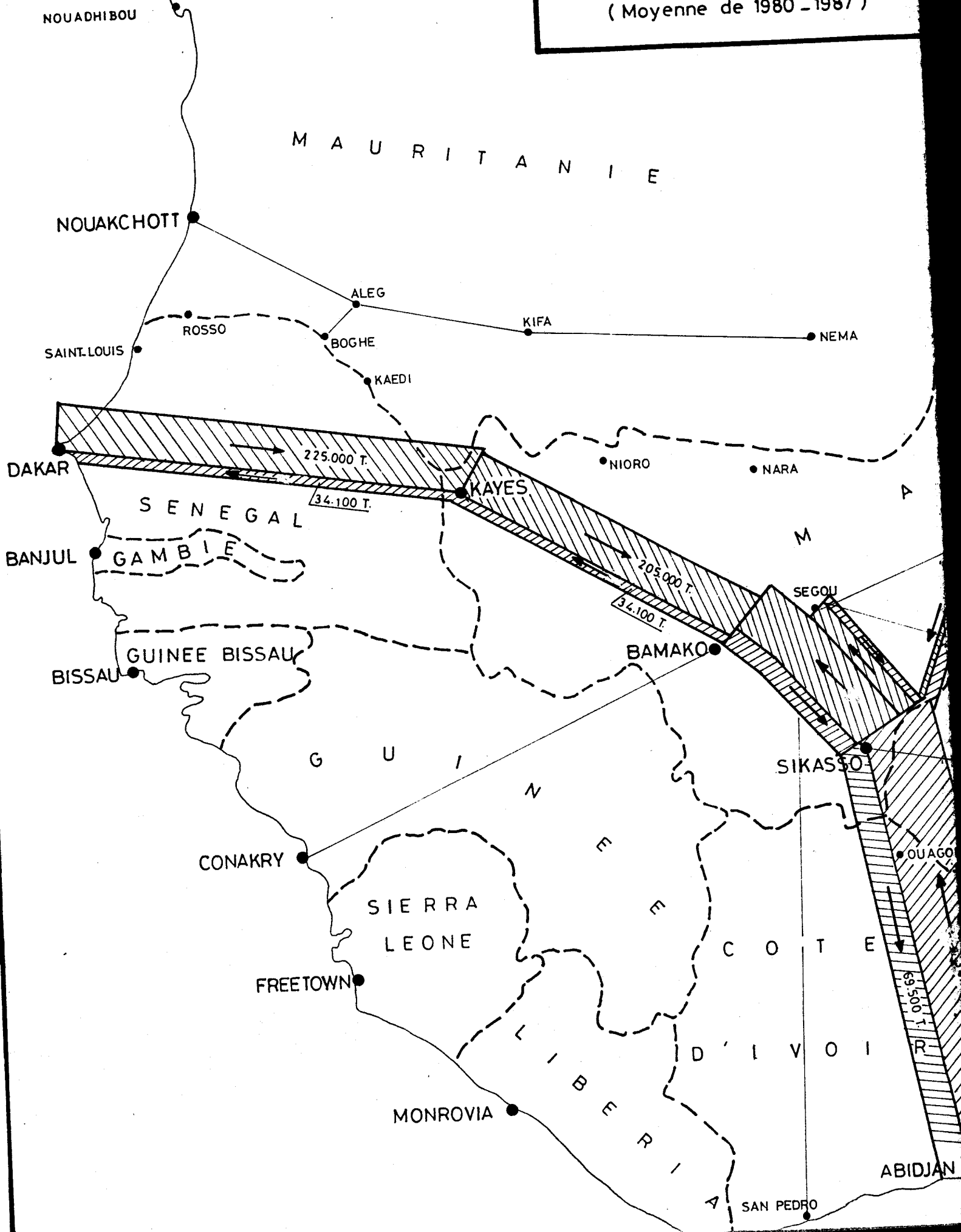
EVOLUTION DU TRAFIC EXTERIEUR DU MALI VIA IDAKAR ET ABIDJAN



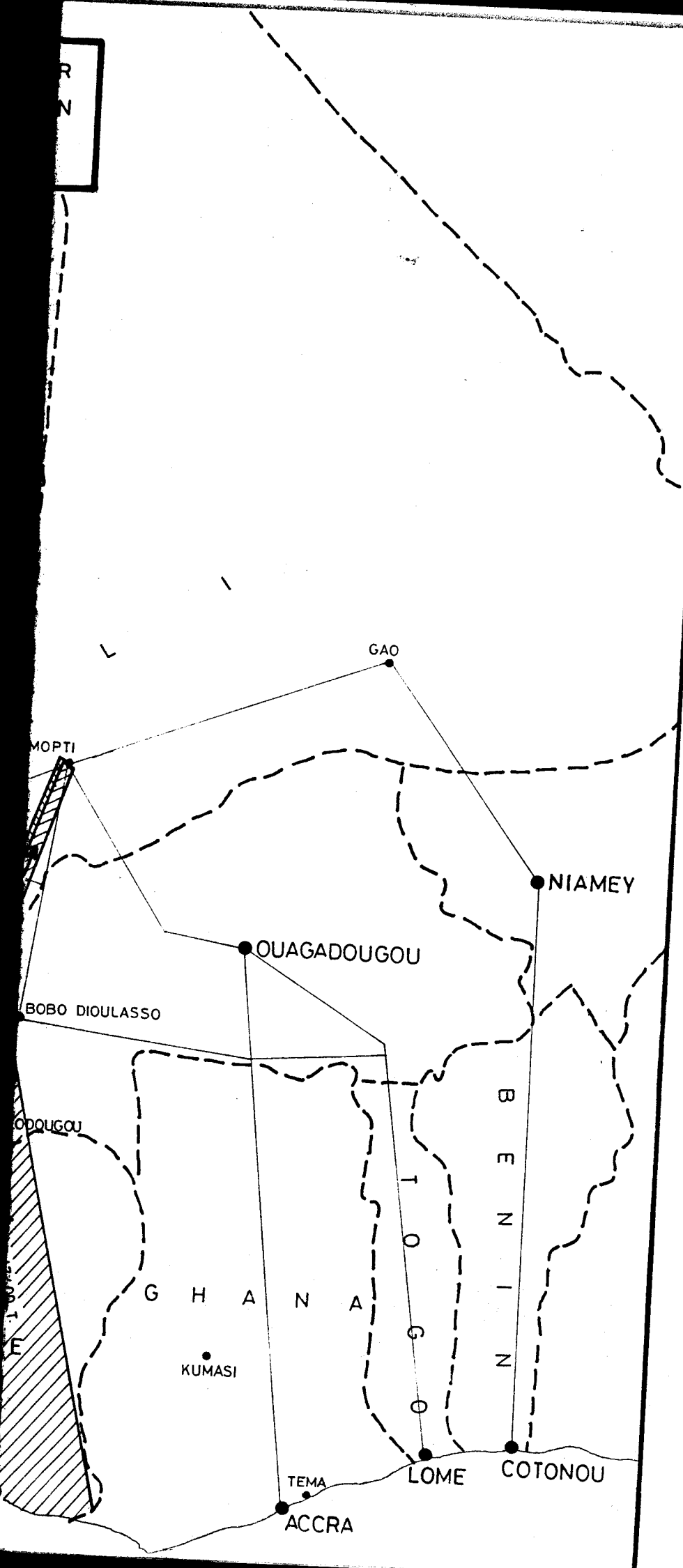
(9)



REPARTITION DU TRAFIC EXTERIEUR
 DU MALI ENTRE DAKAR ET ABIDJAN
 (Moyenne de 1980 - 1987)



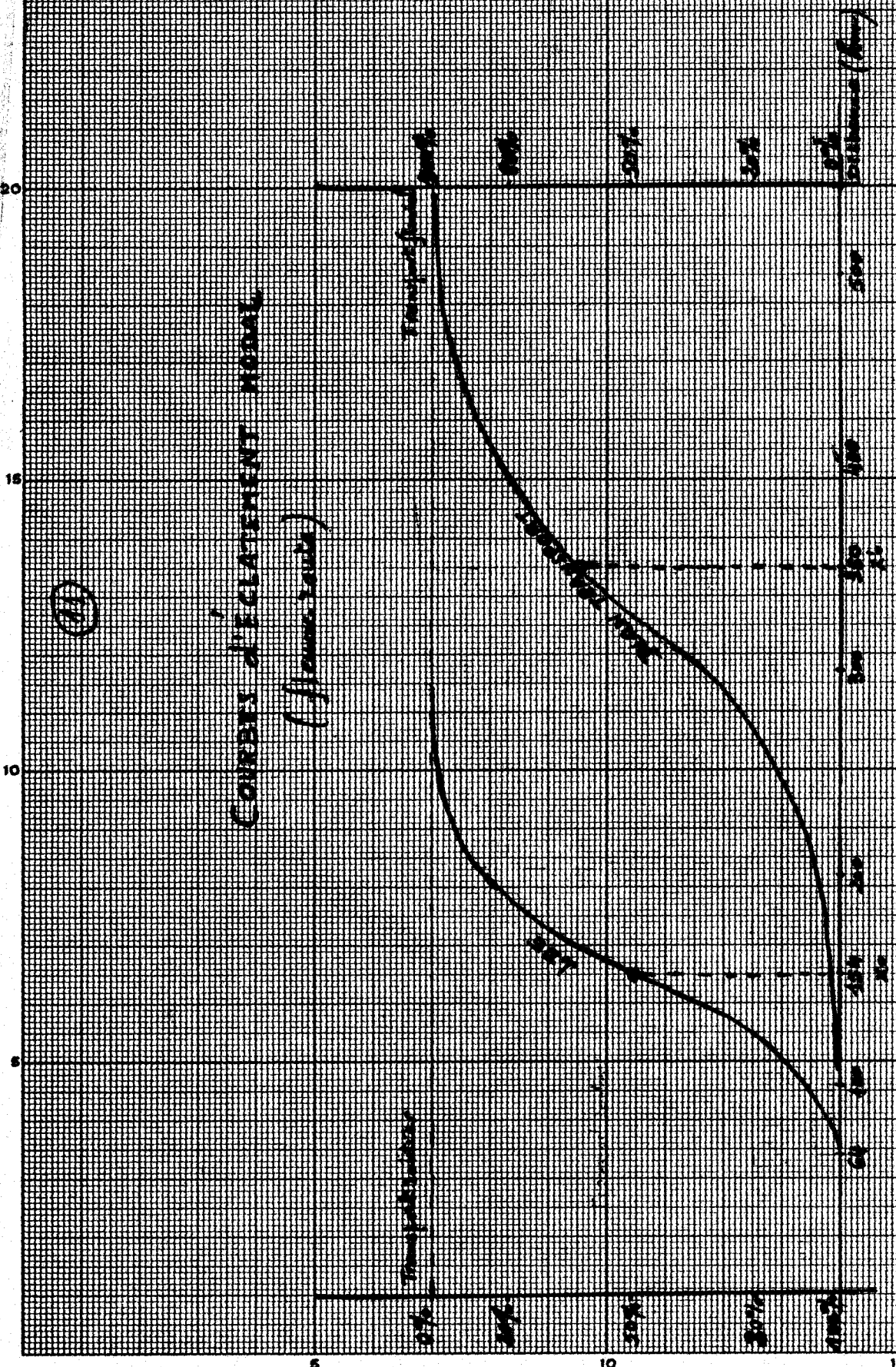
R
N

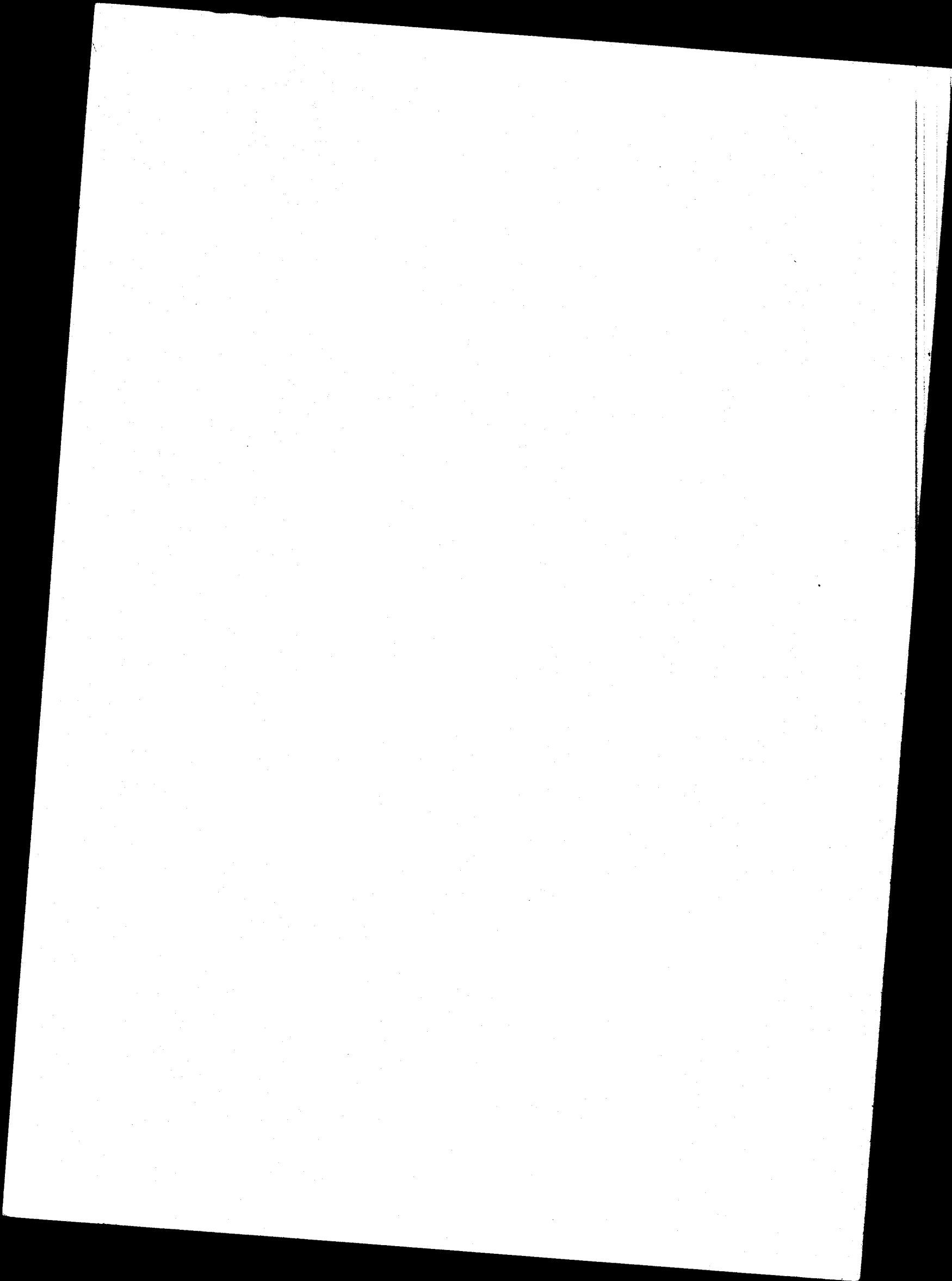


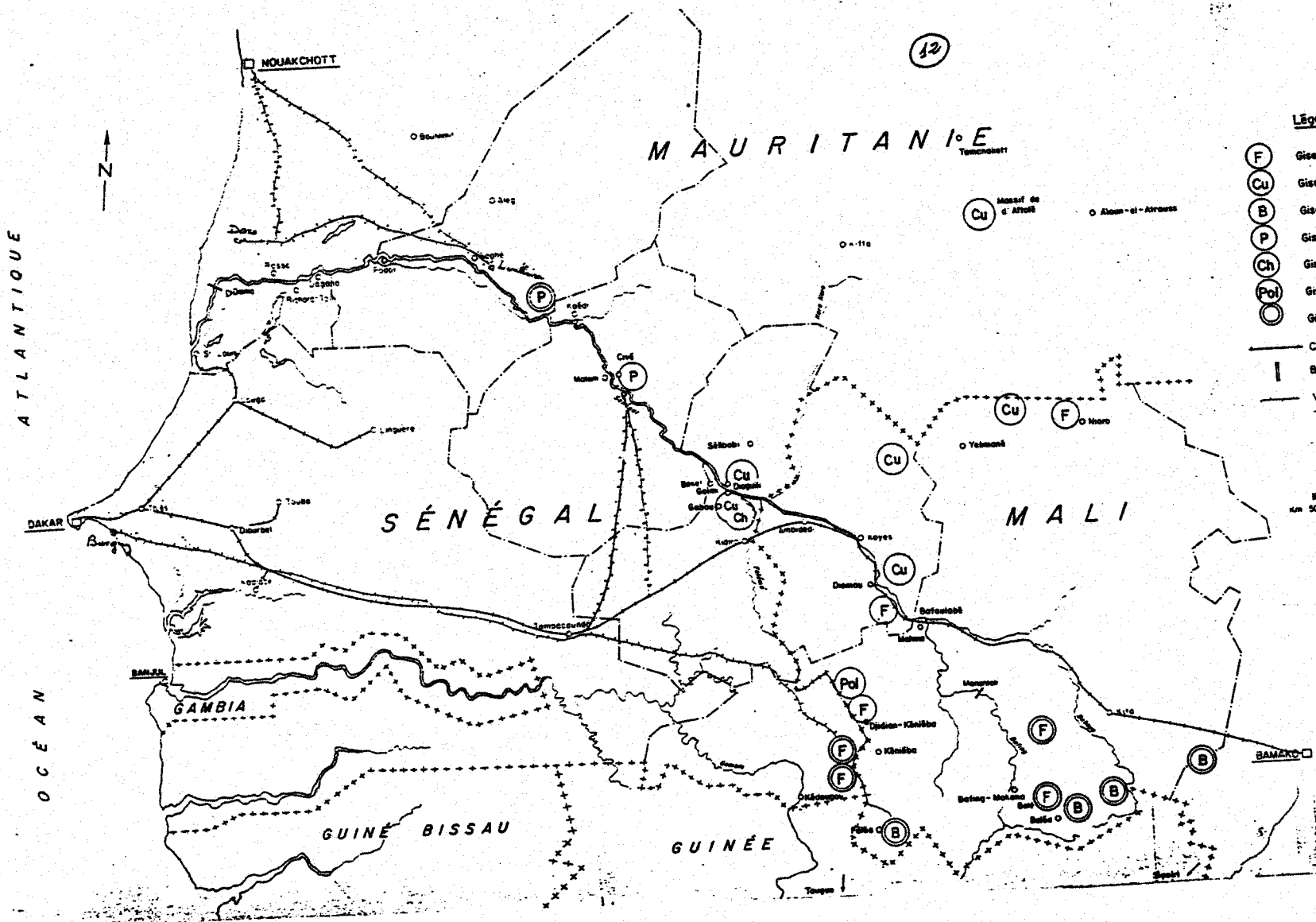
COURBES D'ÉCLAIREMENT MODAL

(Altimétrie)

(11)





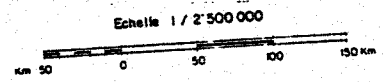


12

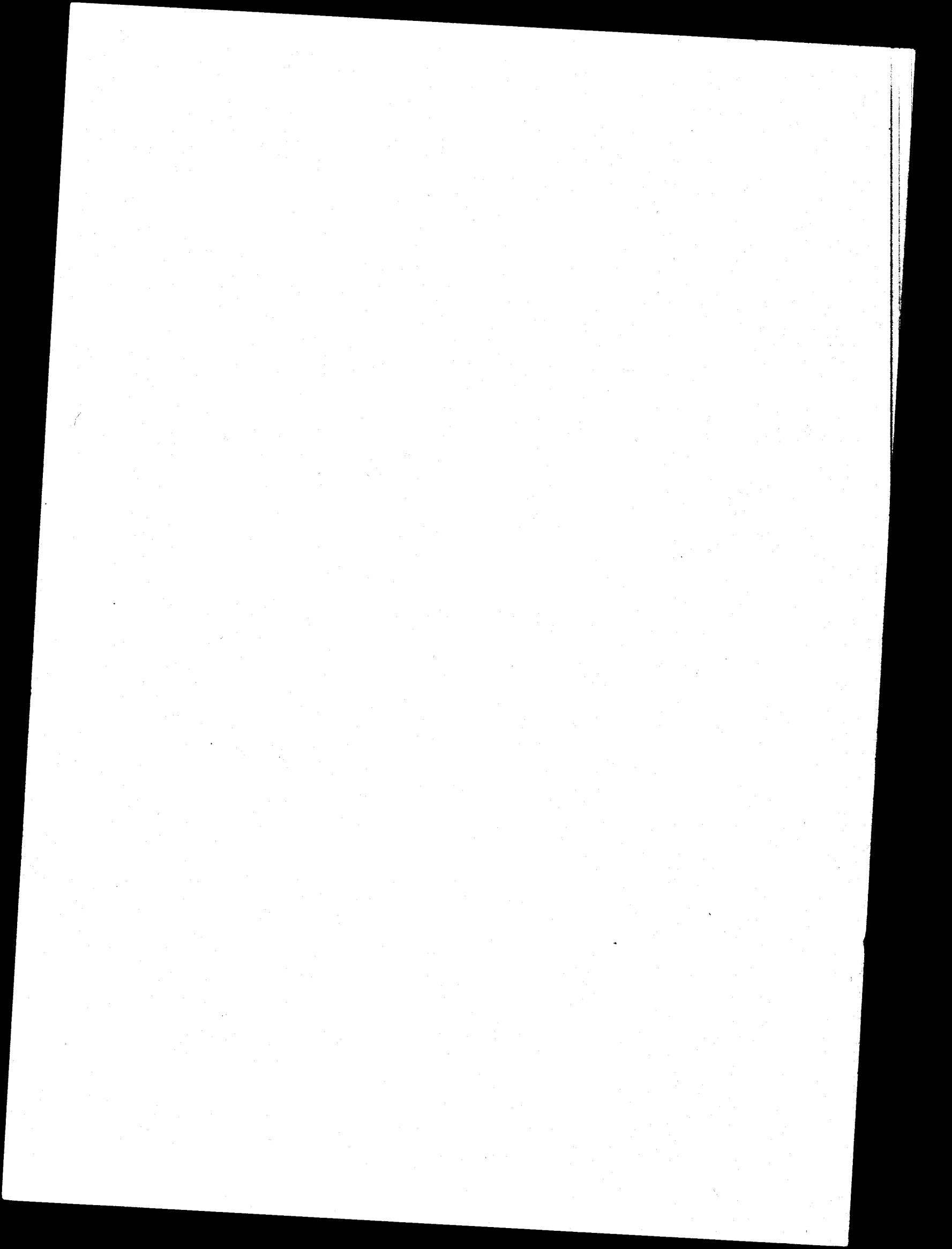
Légende

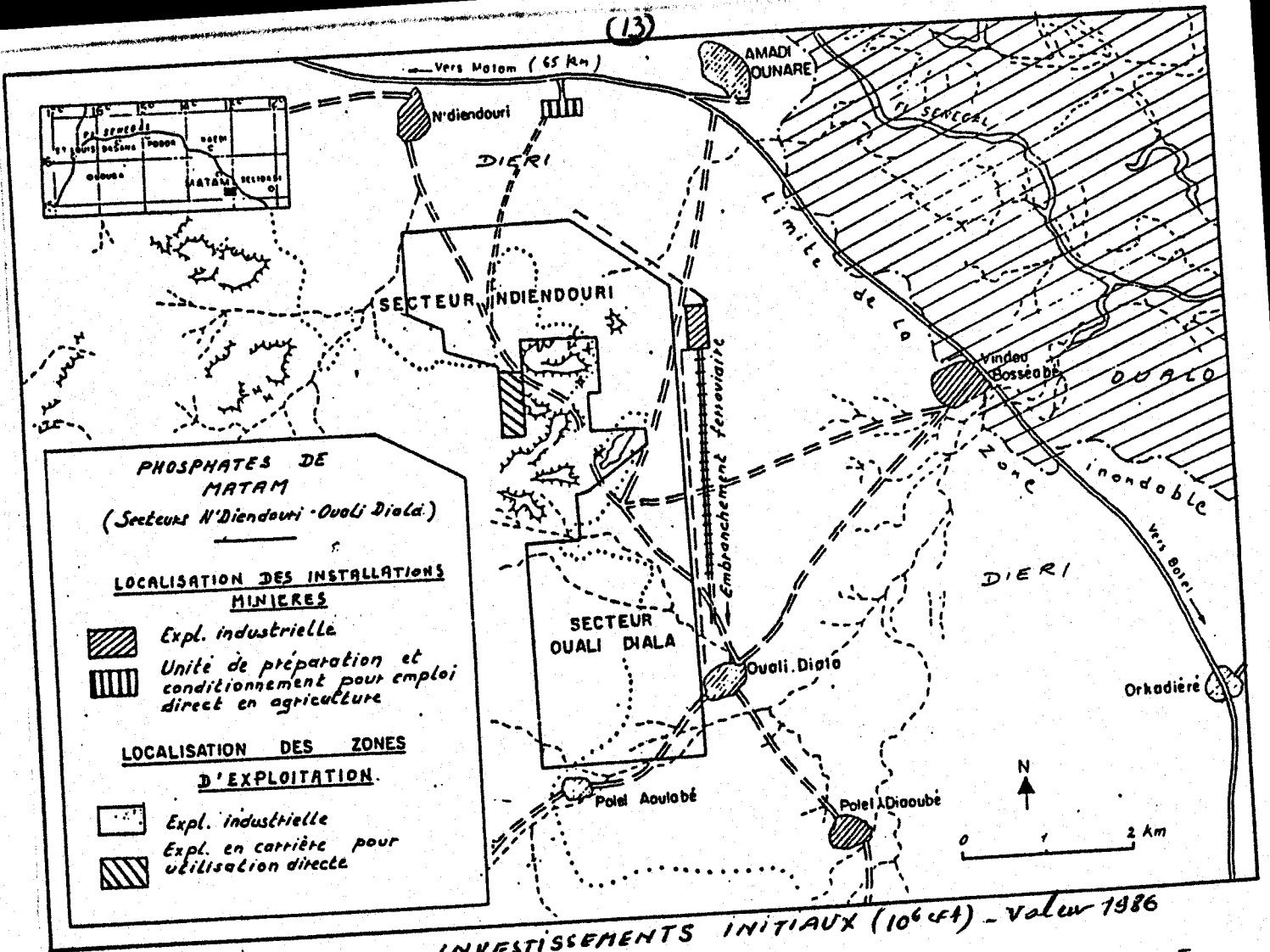
- (F) Gisement de fer
- (Cu) Gisement de cuivre
- (B) Gisement de bauxite
- (P) Gisement de phosphates
- (Ch) Gisement de chrome
- (Pol) Gisement de polymétaux
- (○) Gisement à réserves importantes

- Chemin de fer
- Barrage
- - - Voies ferrées proposées pour l'exportation des minerais



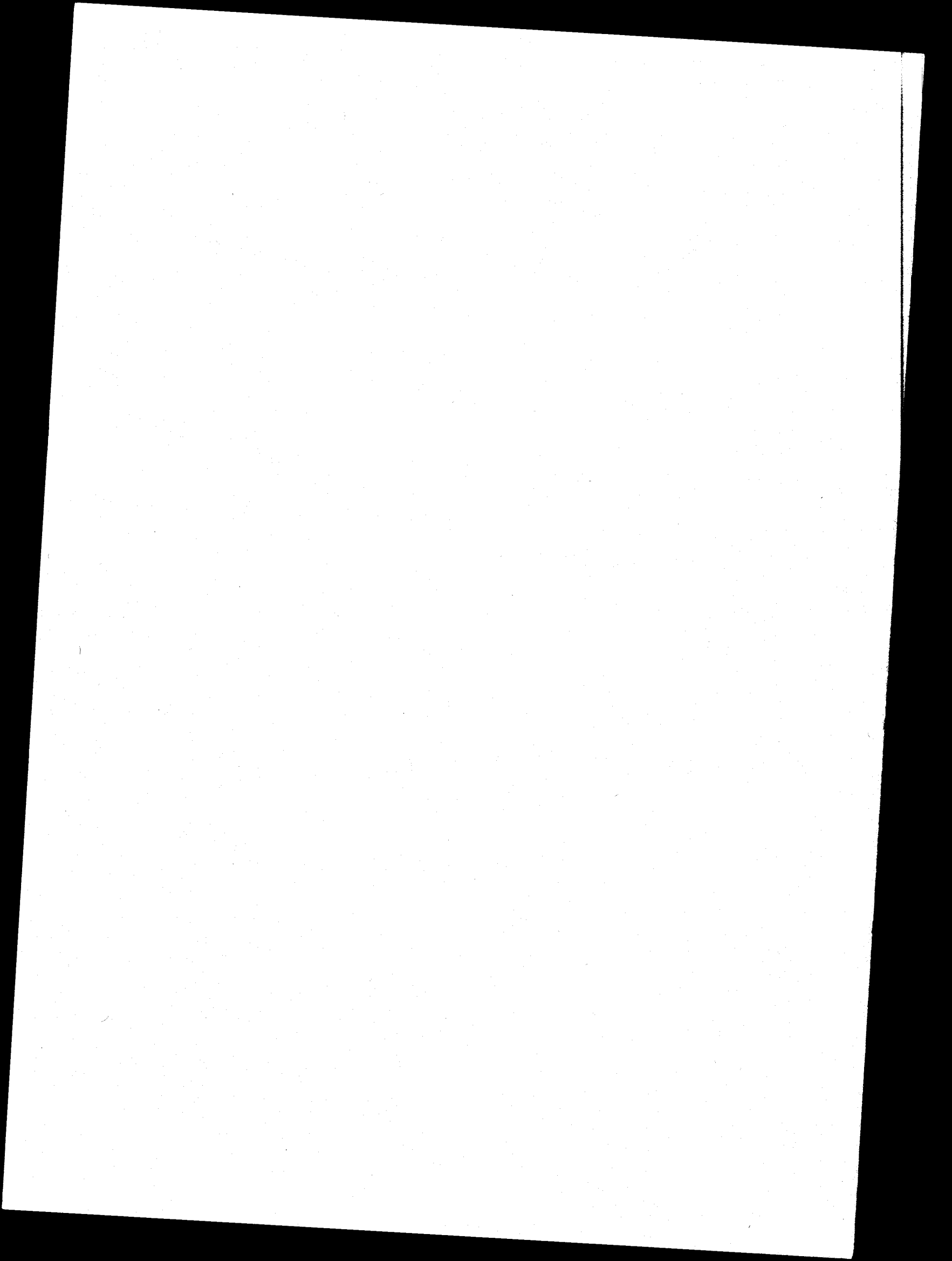
PAYS DE L'OMVS
 MINES EXISTANTES NON ENCORE
 EXPLOITEES
 VOIES FERREES EXISTANTES ET
 PROJETEES
 VOIE NAVIGABLE A AMENAGER

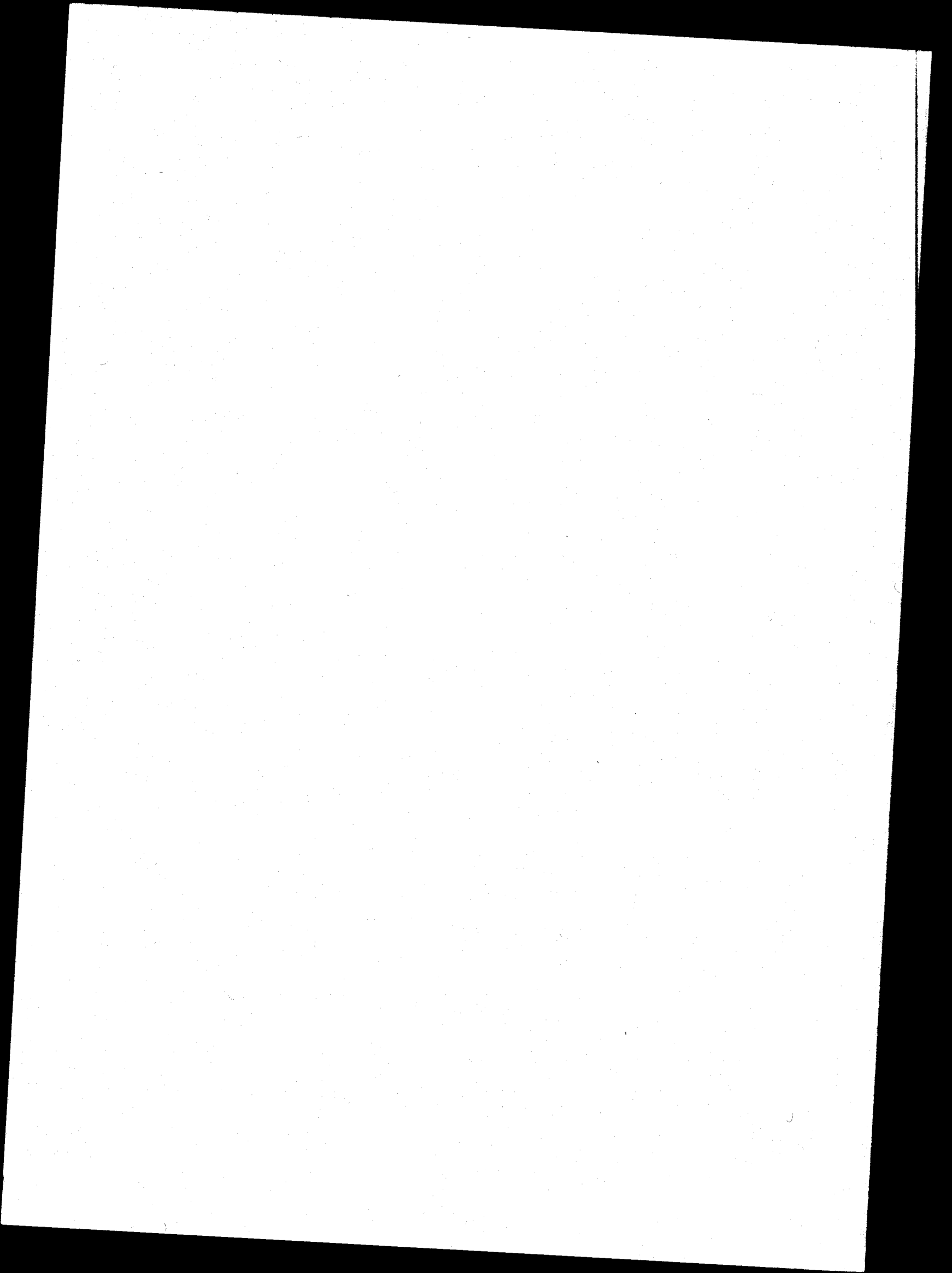


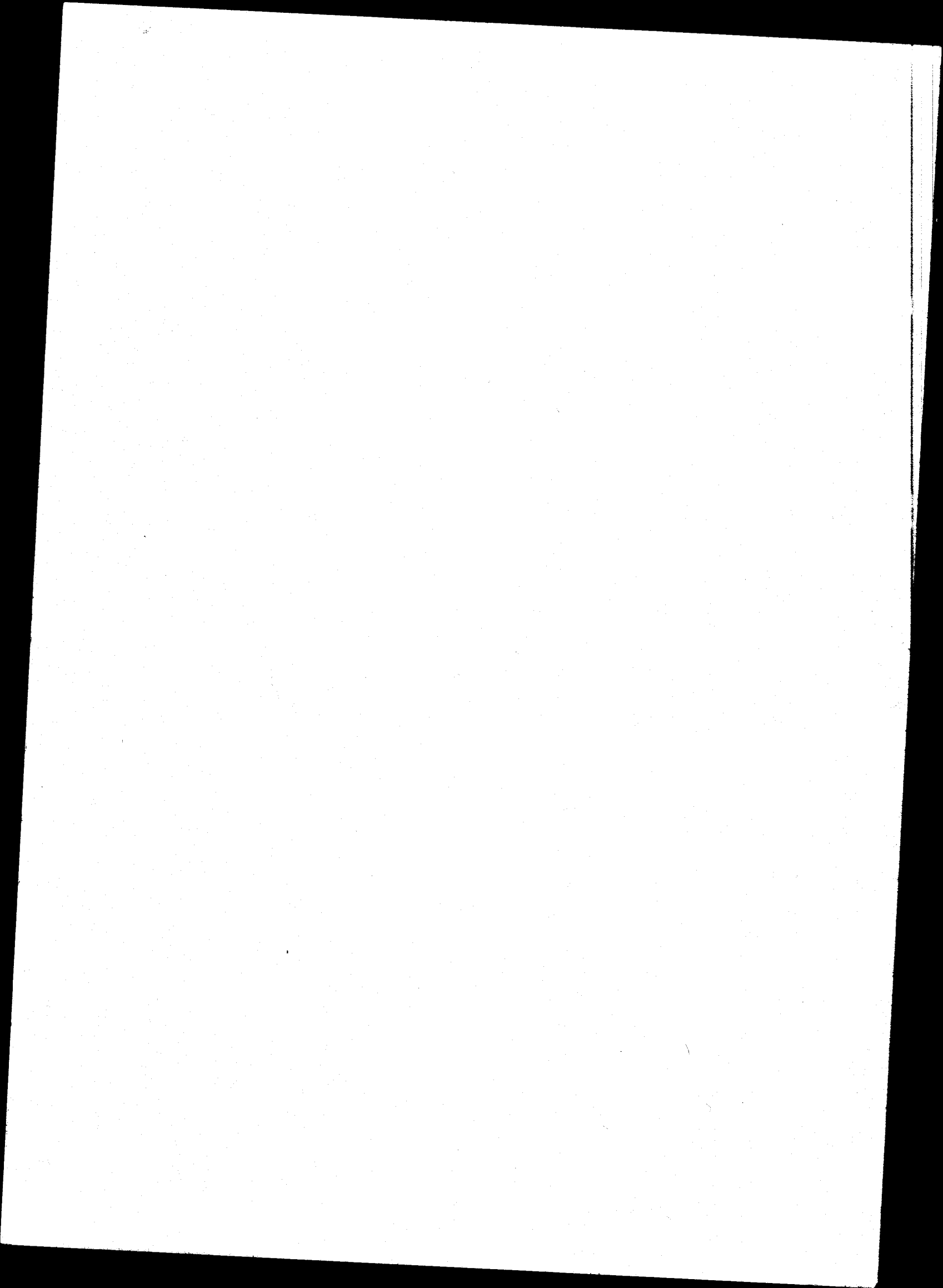


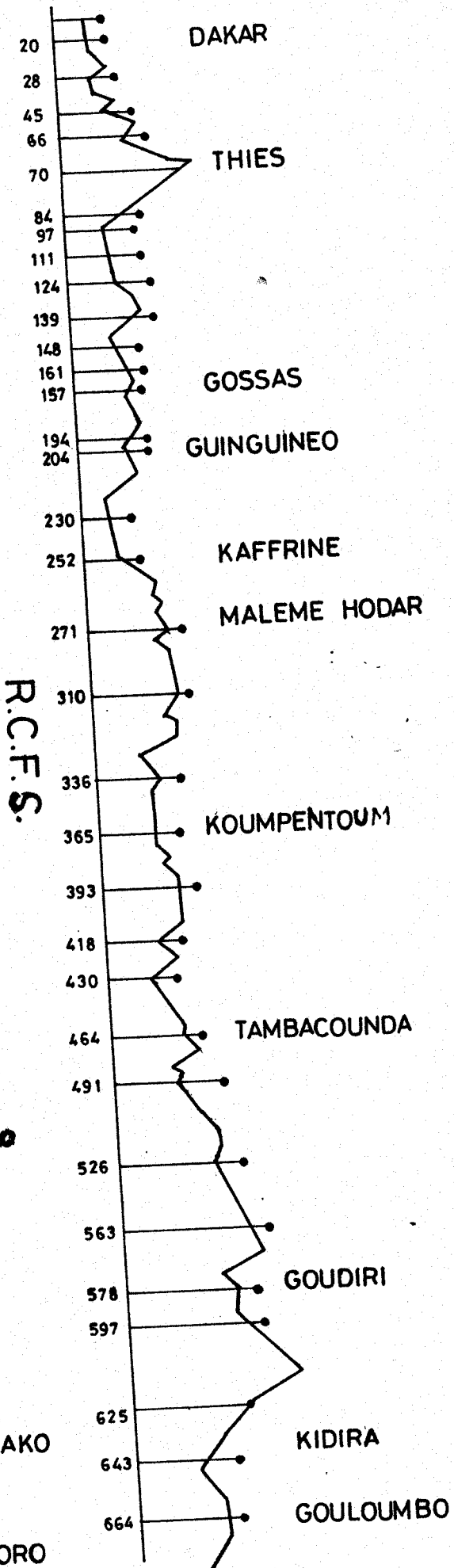
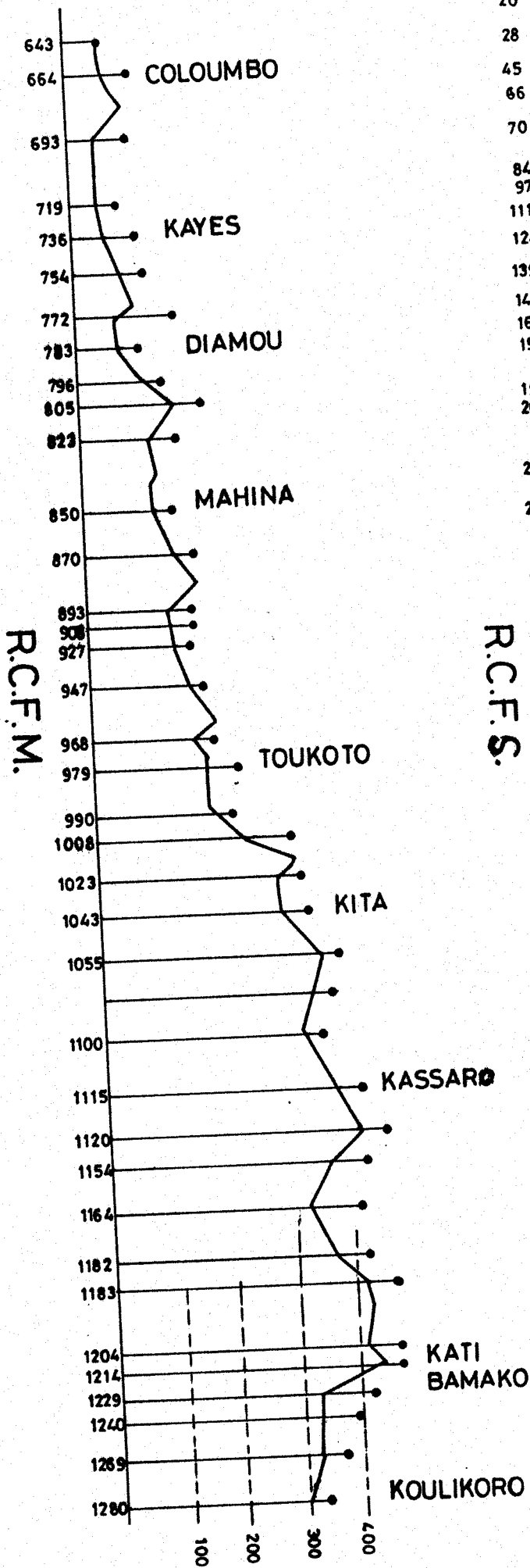
INVESTISSEMENTS INITIAUX (10⁶ C.F.) - Valeur 1986

	Exploitation par Société	Exploitation carrière sans traitement
Équipement carrière	178,3	5,0
Équipement traitement	267,5	267,5
Services généraux	200,0	200,0
Infrastructures	93,0	73,0
TOTAL	738,8	545,5
Impôts et divers (10%)	74,2	54,5
TOTAL G⁴	813,0	600,0





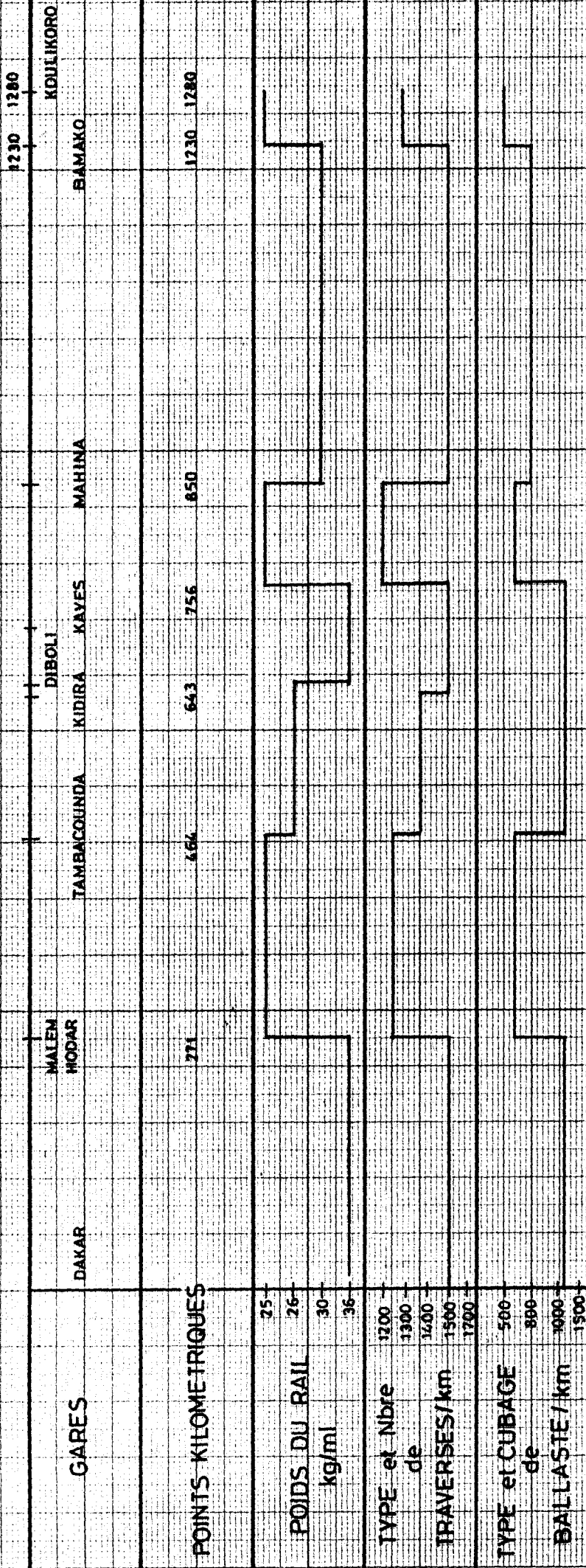


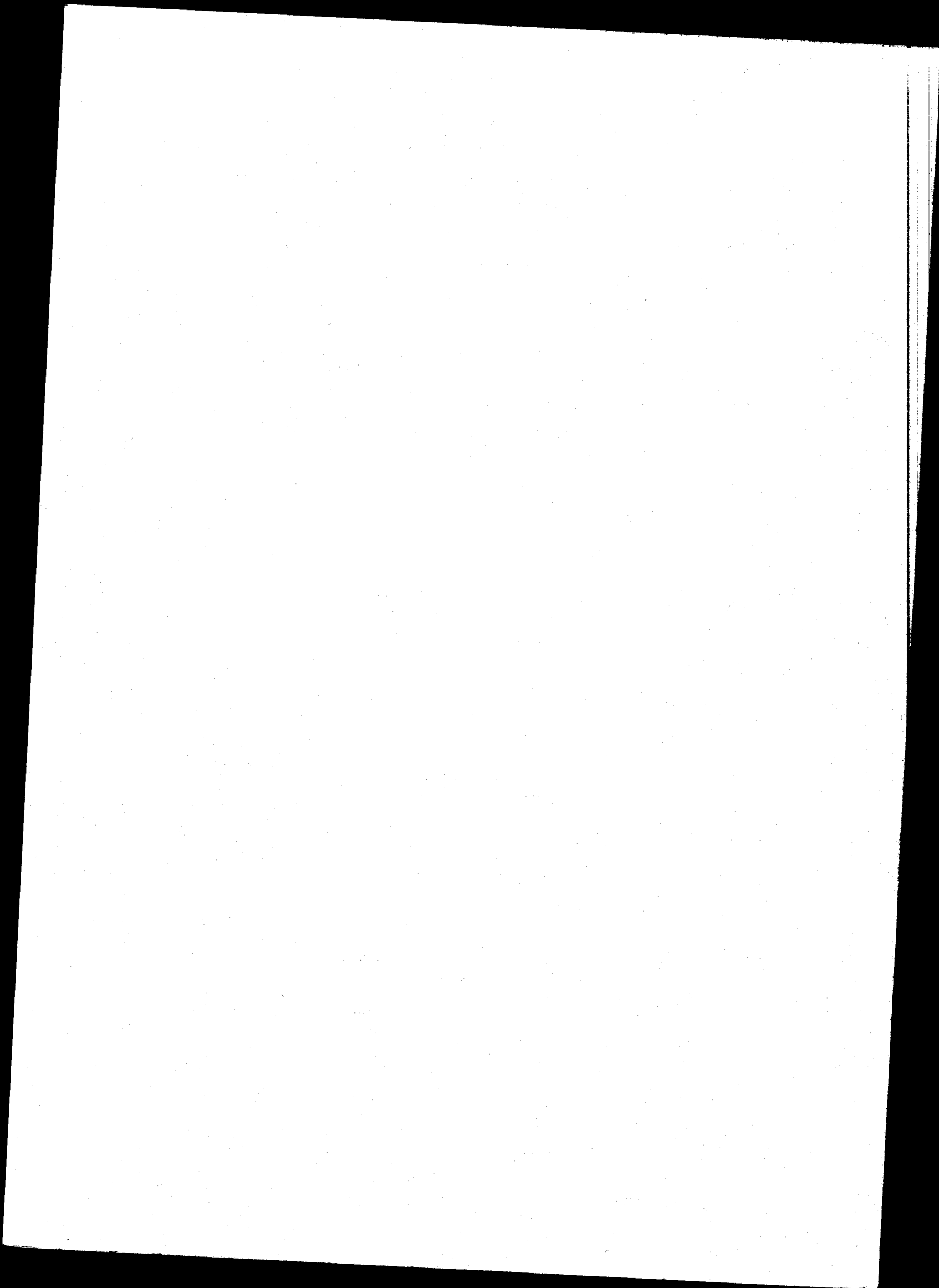


PROFIL EN LONG DU DAKAR - NIGER



ARMEMENT DE LA VOIE FERREE DE DAKAR A KOULIKORO



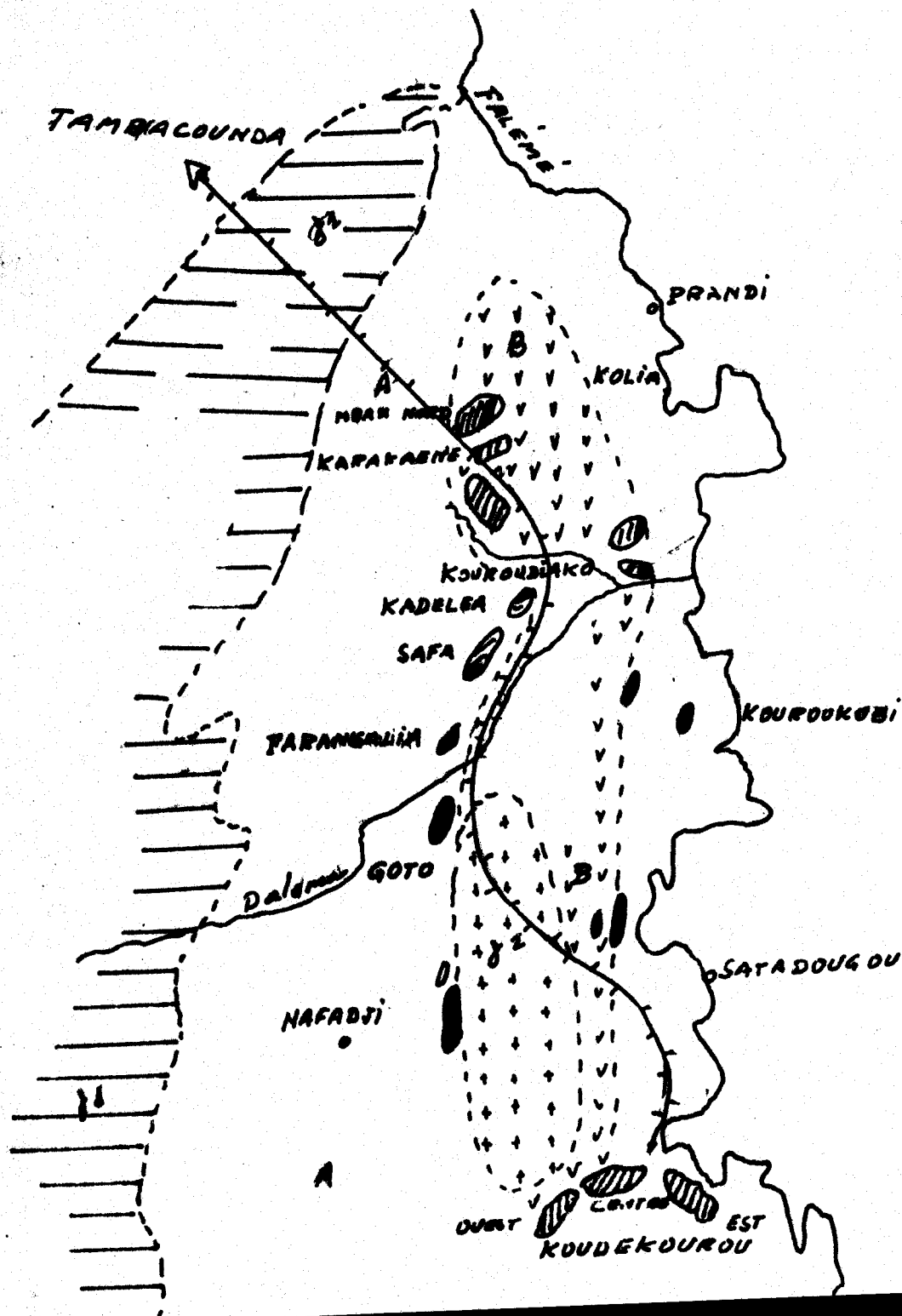


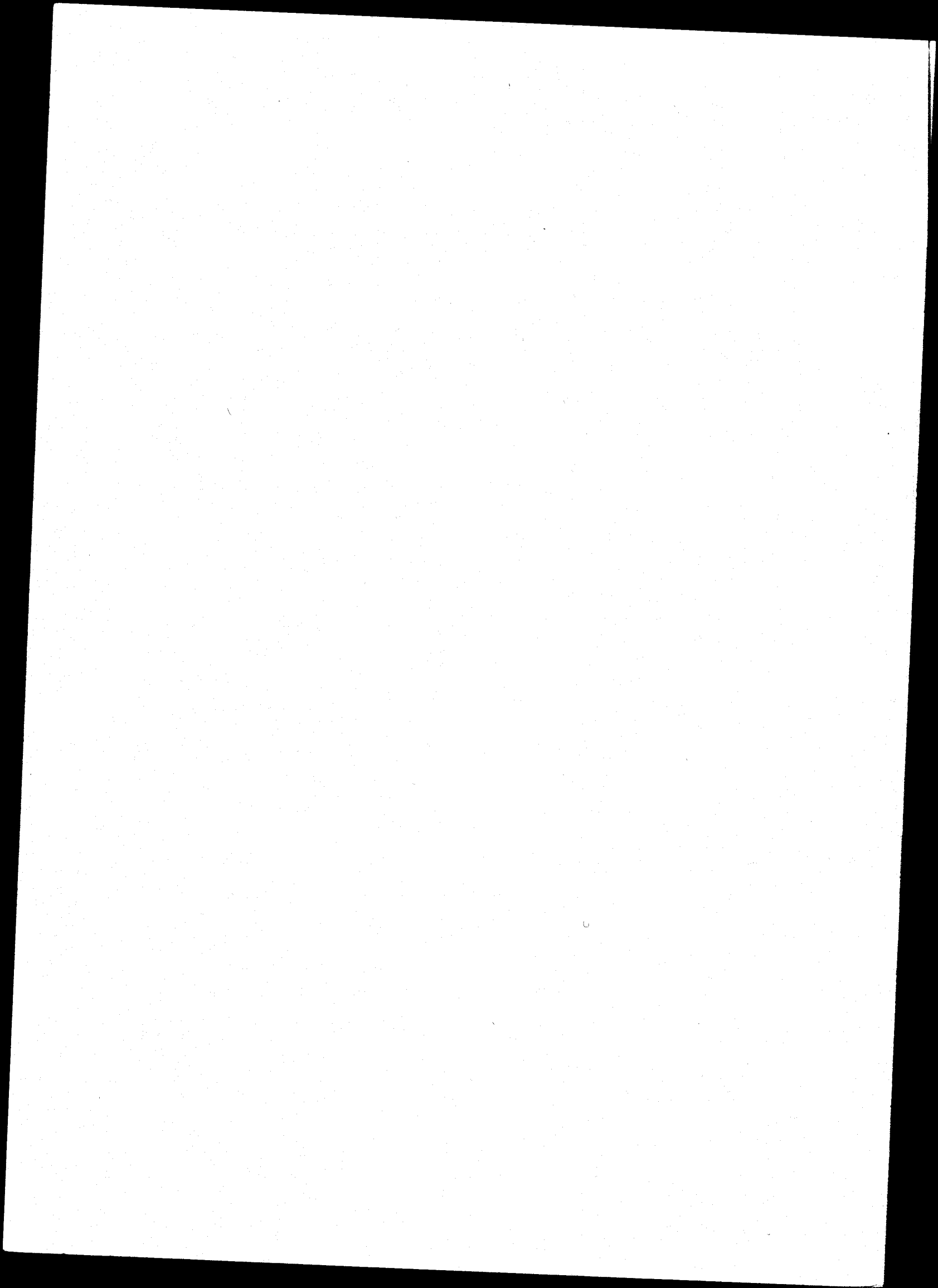
(18)

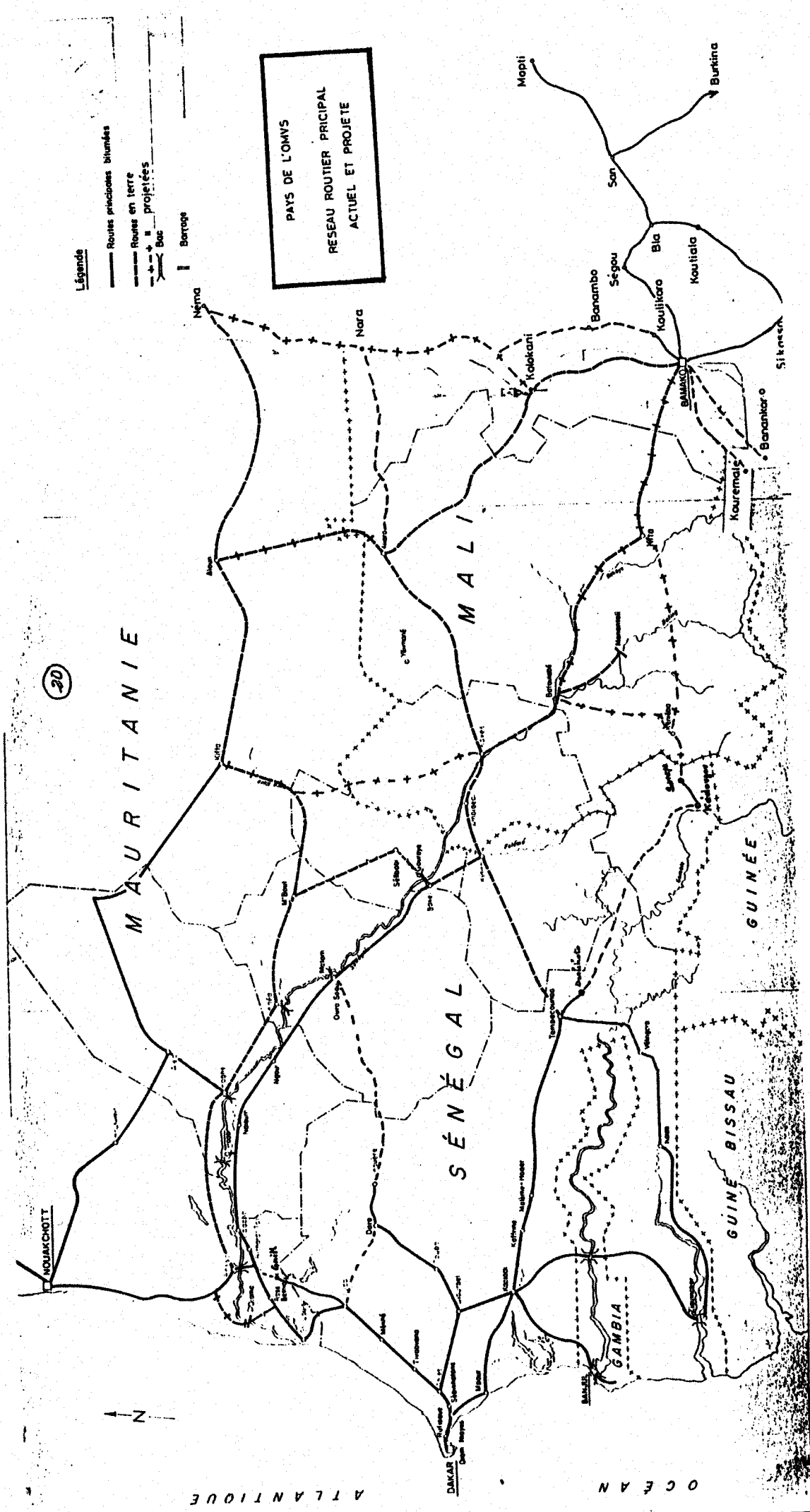
TRACÉ de la voie ferrée de la MIFERSO

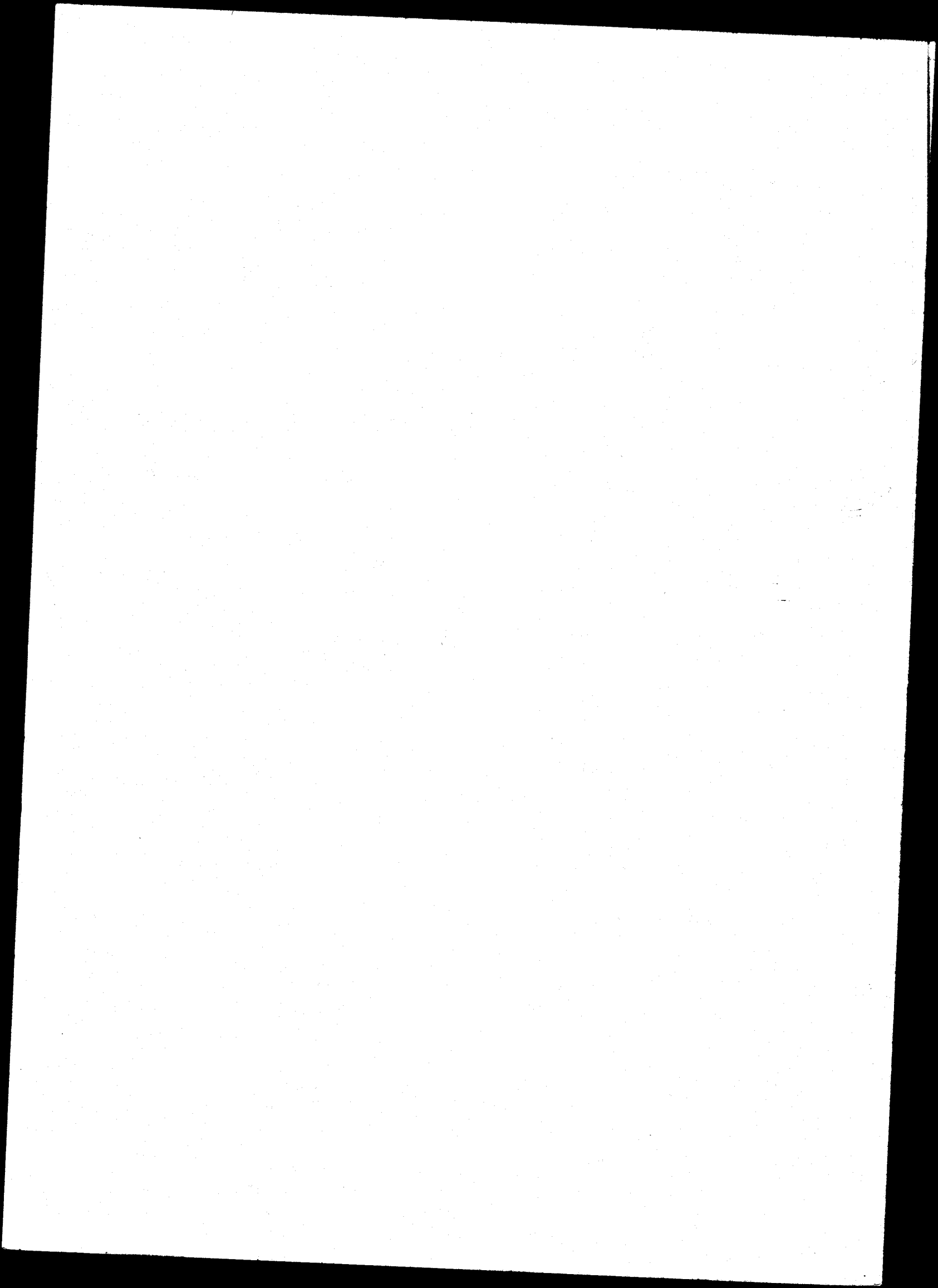
SENEGAL

MALI

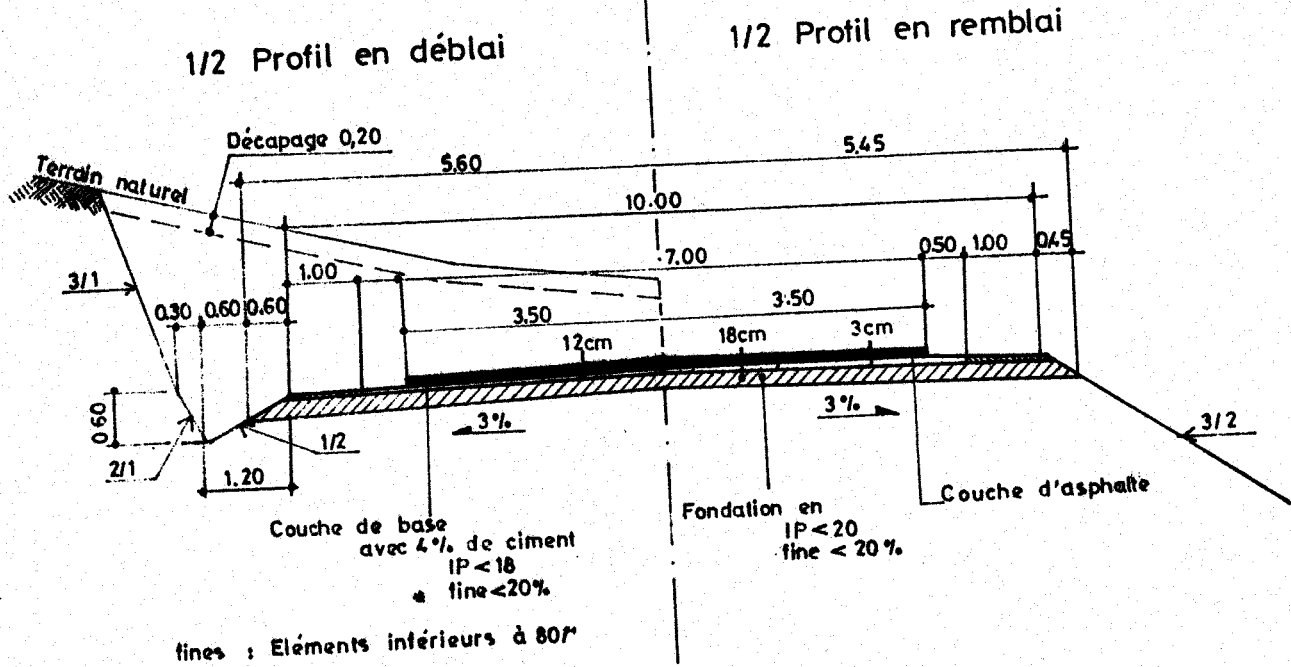




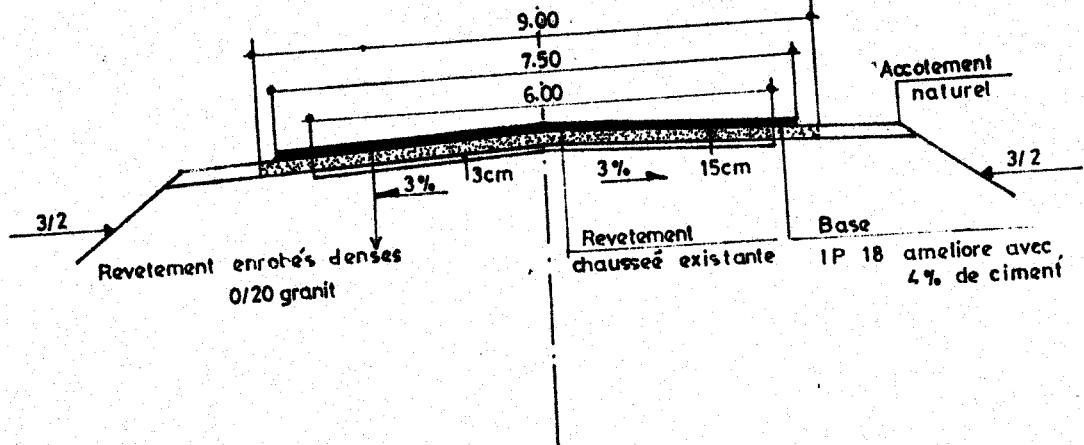




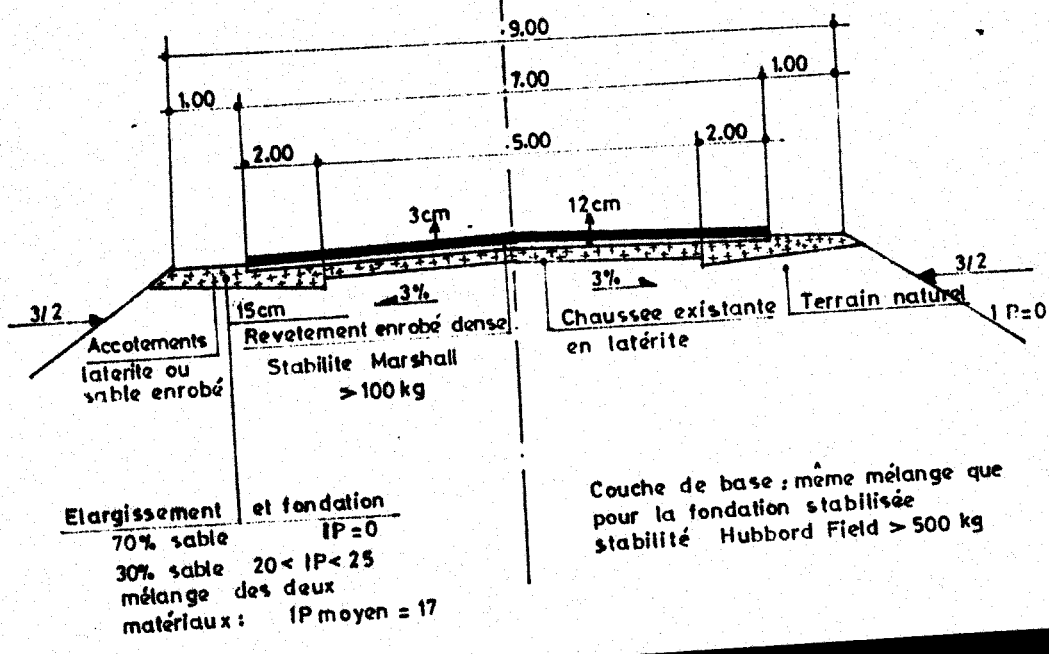
PAYS O.M.V.S
PROFILS EN TRAVERS TYPE DES ROUTES GOUDRONNEES

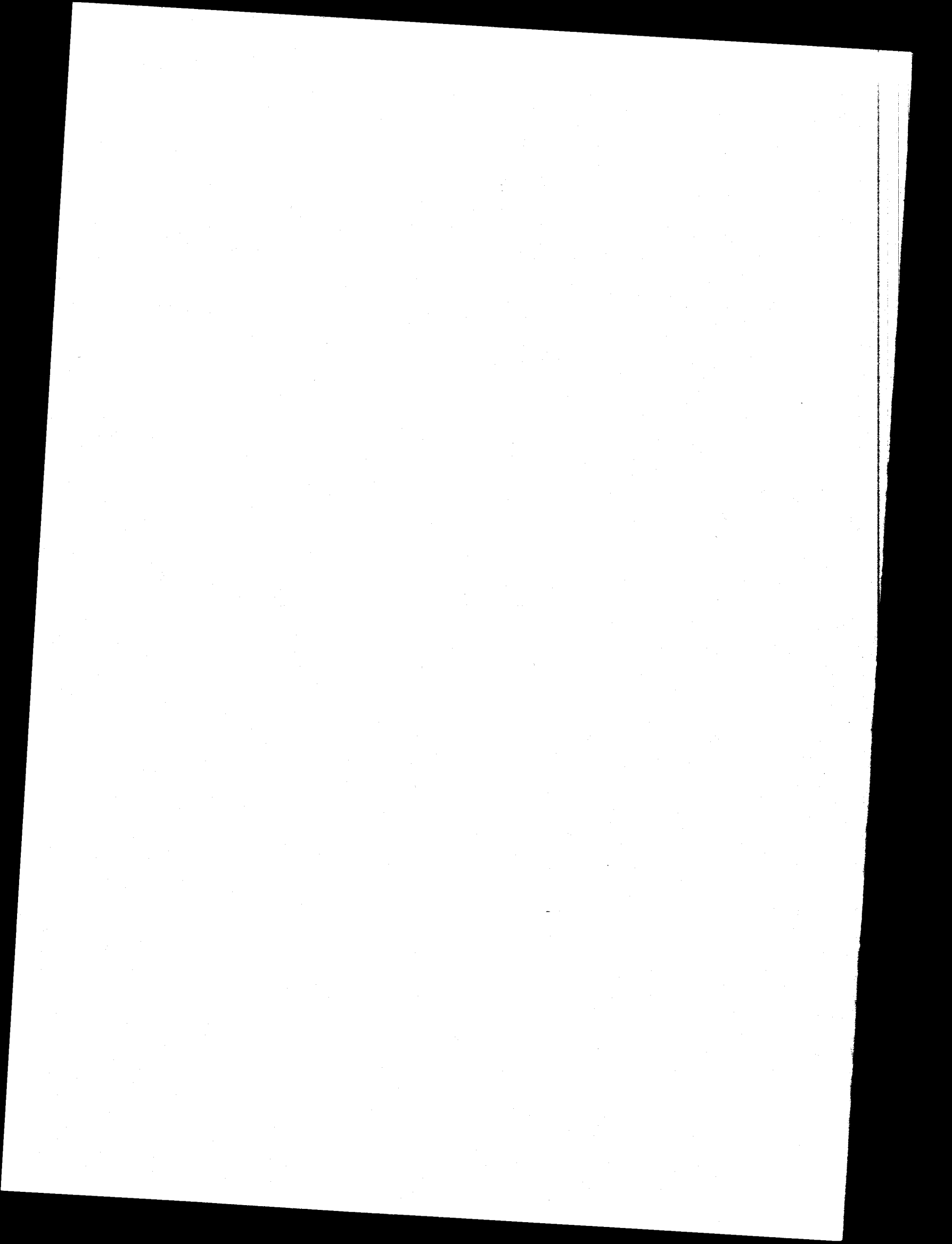


CONSERVATION DU REVETEMENT EXISTANT



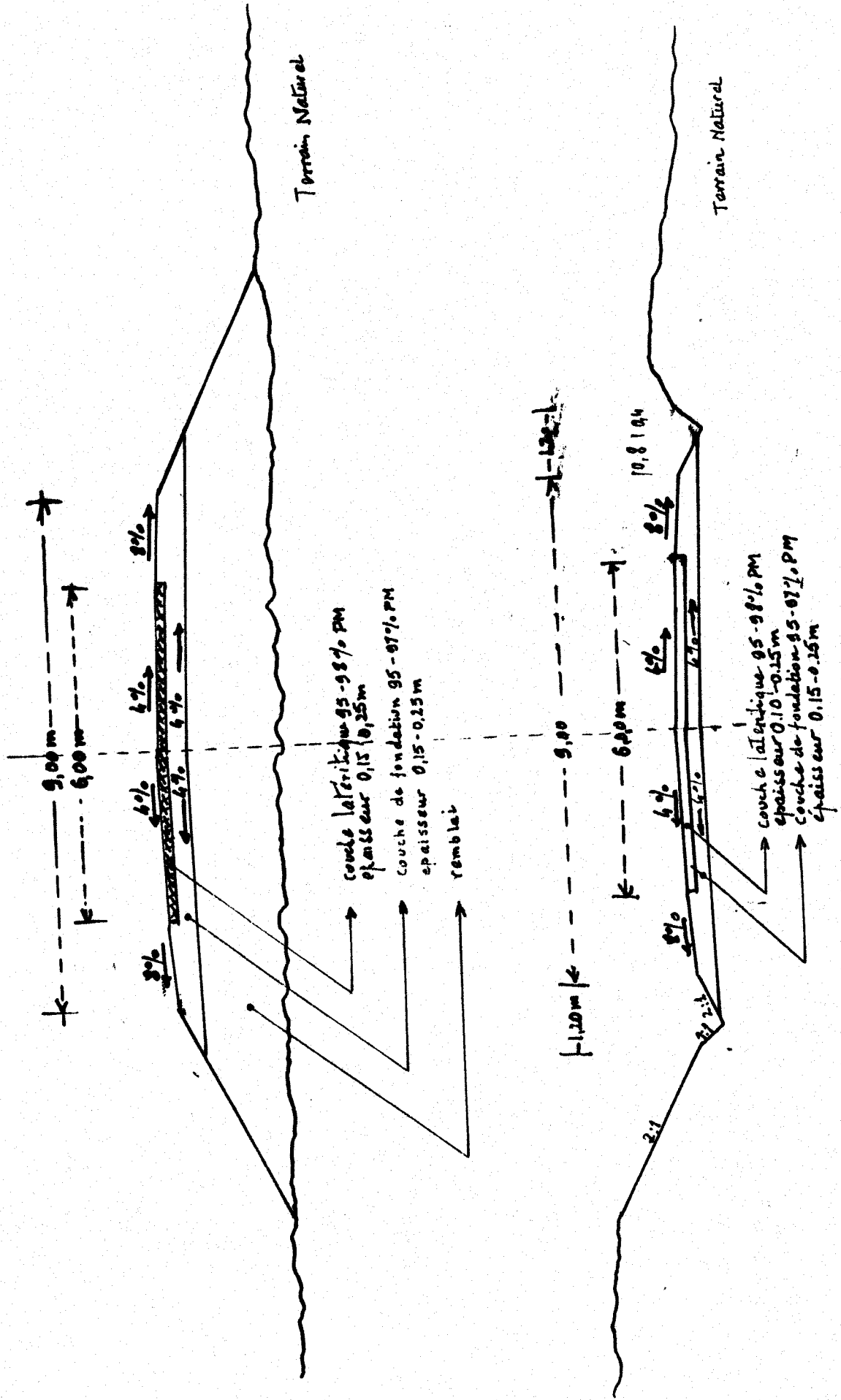
RENFORCEMENT

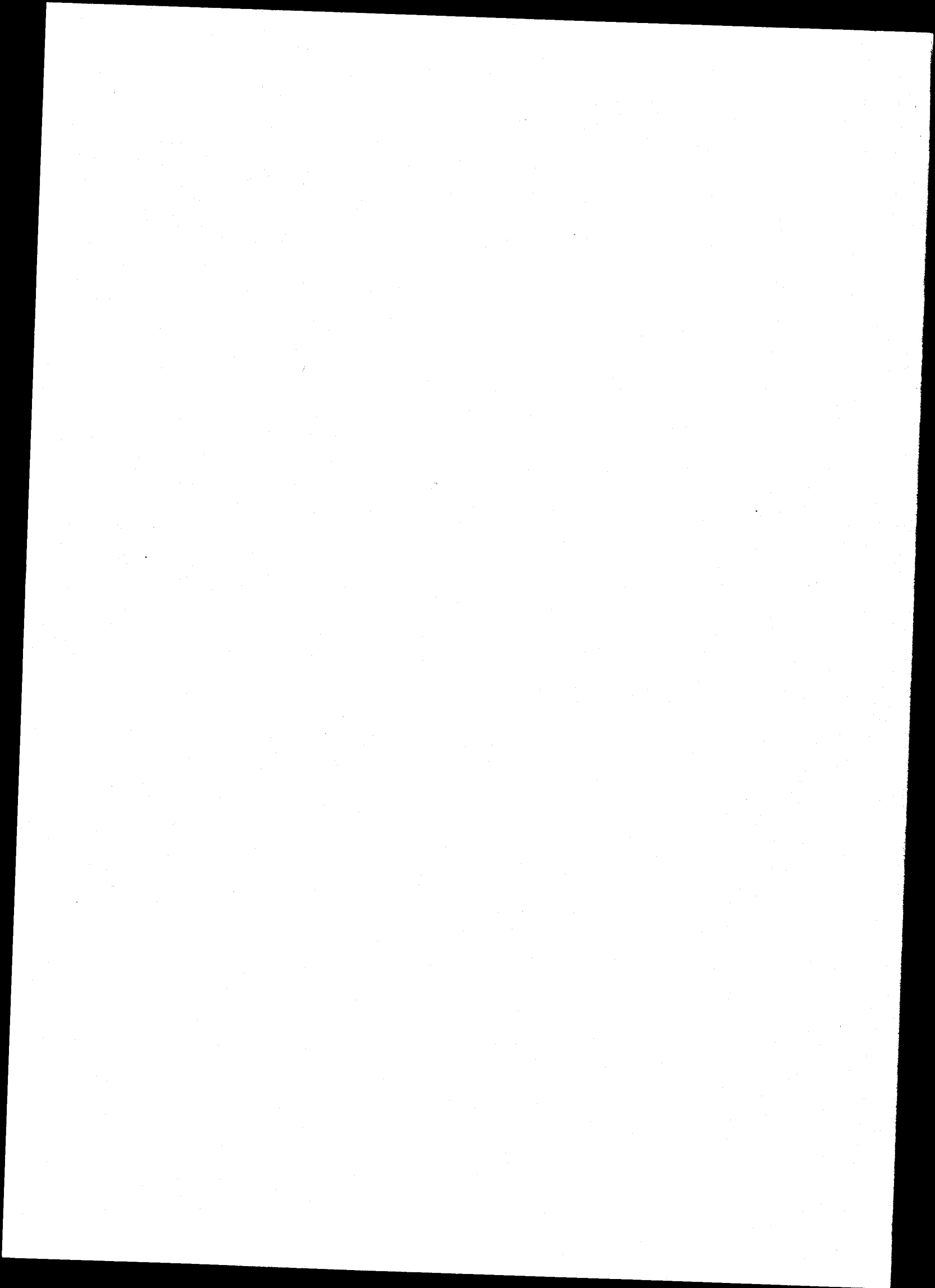




ROUTE EN TERRE SÉLECTIONNÉE

Profils en travers types



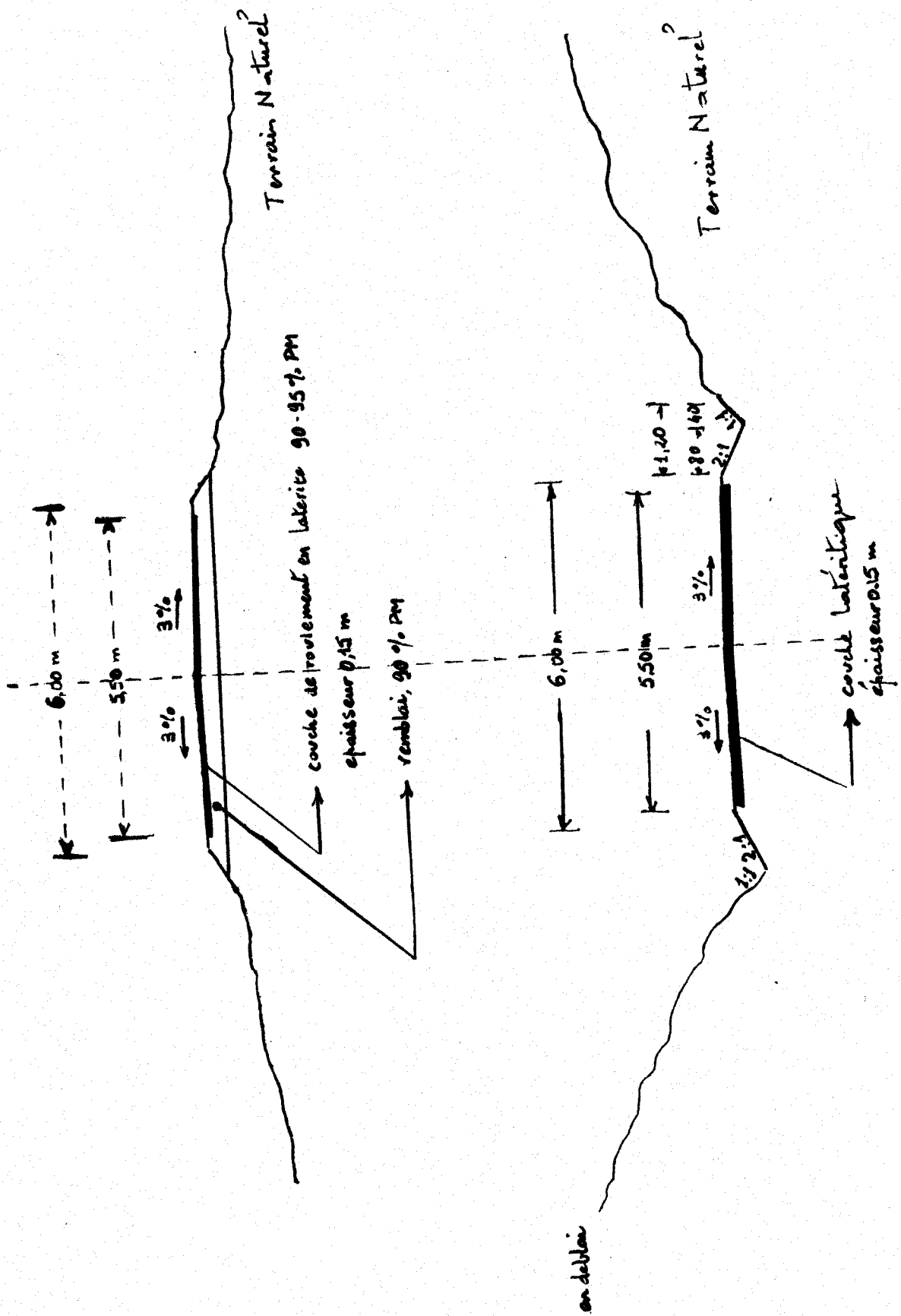


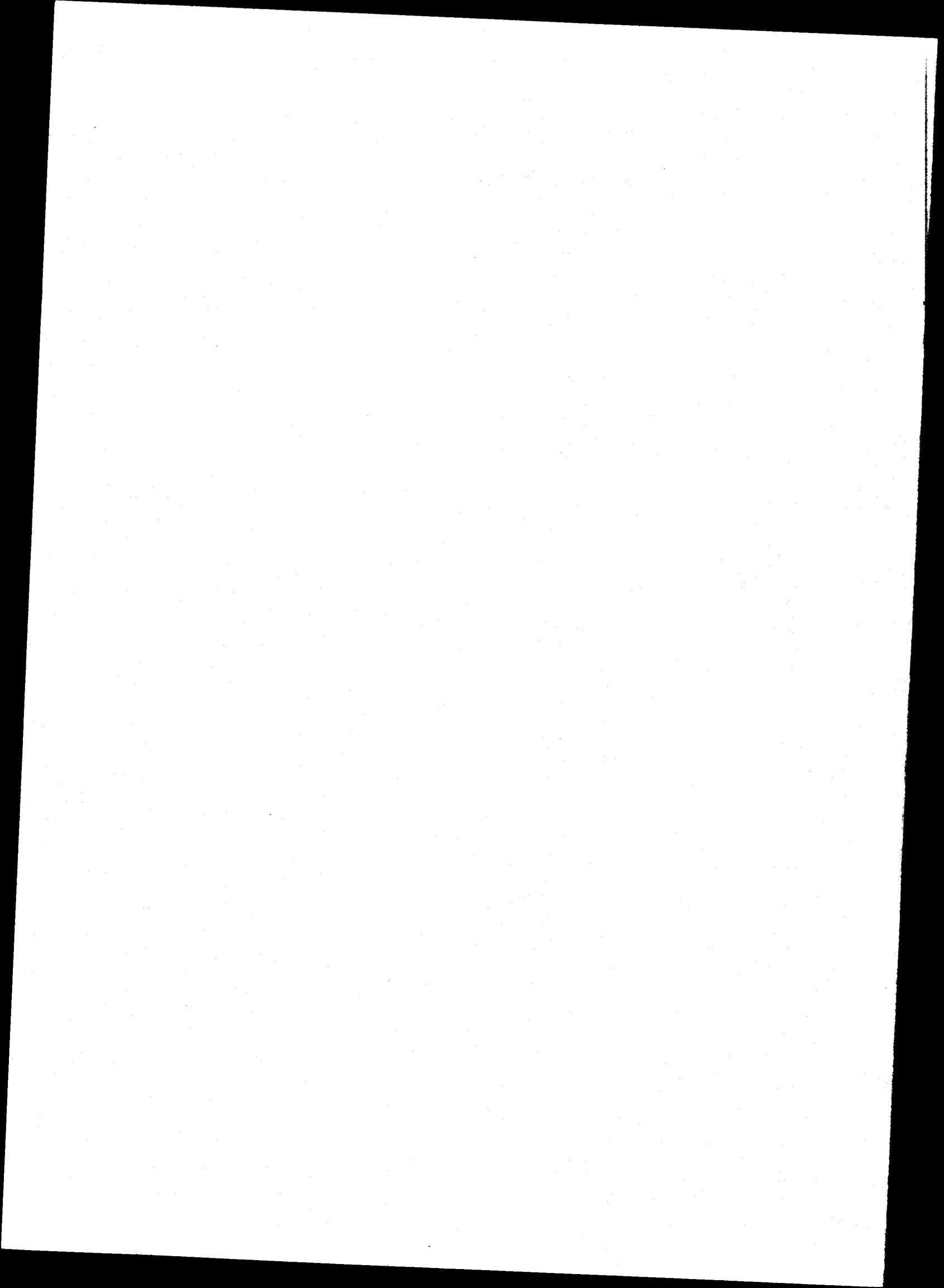
PAYS de L'OMVS

23

PISTE AMÉLIORÉE

Profils en travers types

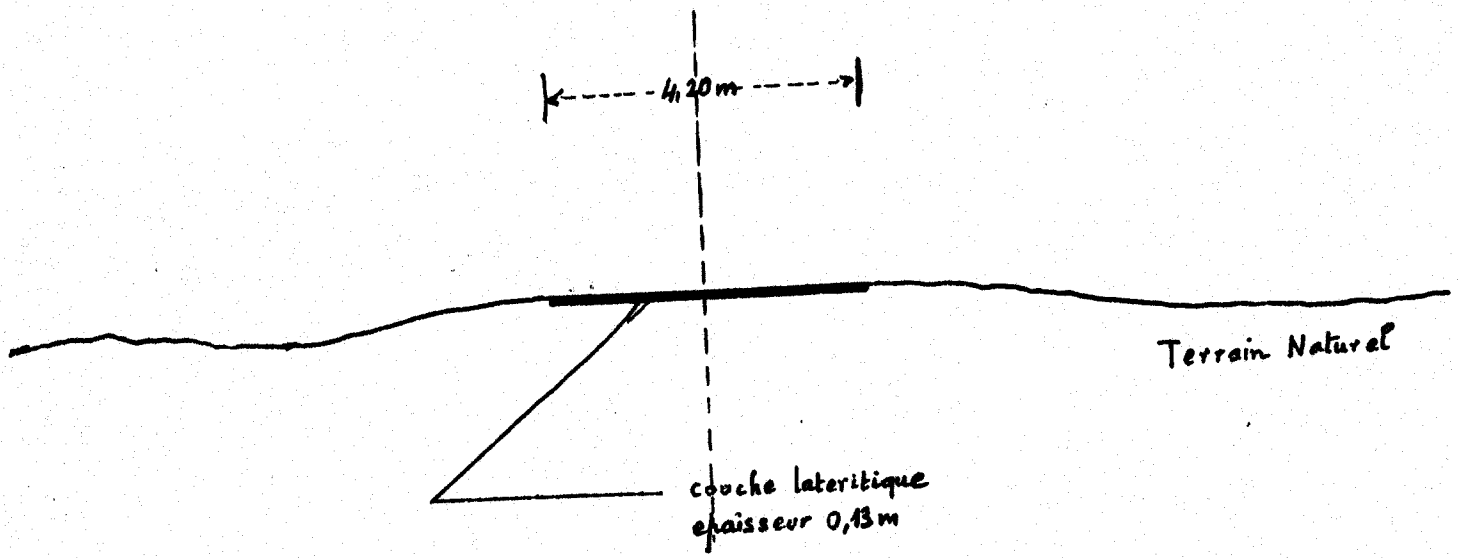


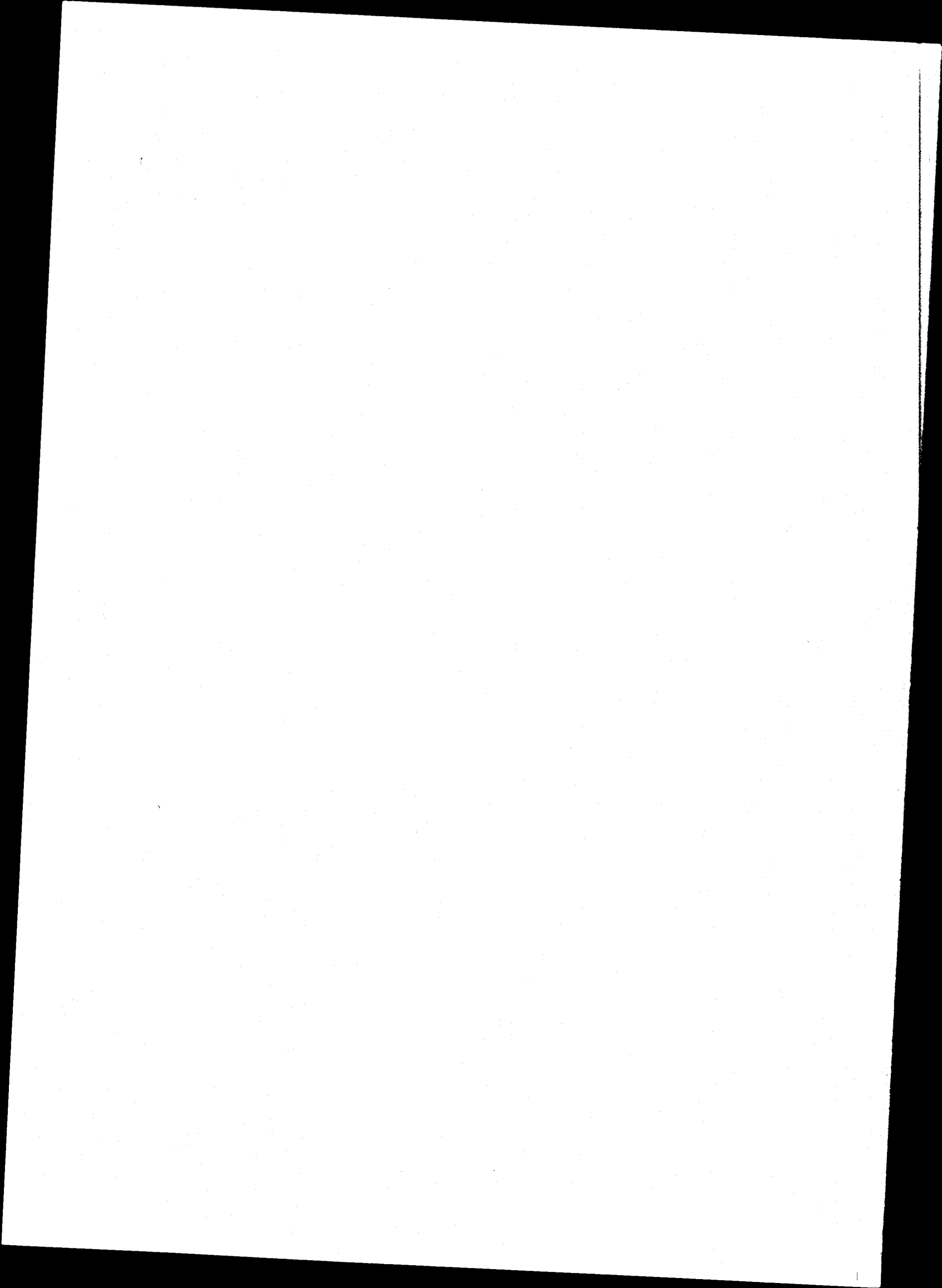


PAYS de L'OMVS

(24)

PISTE SAISONNIERE
Profils en travers types





MAURITANIE



LEGENDE

- AEROPORT INTERNATIONAL
- AERODROME NATIONAL

ATLANTIQUE

DAKAR

Océan

NOUAKCHOTT

Boutilimit

Aleg

Rosso

Boghé

Kiffa

St. Louis

Richard-Toll

Kaédi

Aioun

Néma

Linguère

Nbout

Matam

Maghama

Osélibabi

Nioro

Nara

SÉNÉGAL

Thiès

Diourbel

Bakel

Kayes

MALI

Kaolack

Tambacounda

Banjul

GAMBIA

Kolda

Simenti

Kita

BAMAKO

GUINÉE BISSAU

Bissau

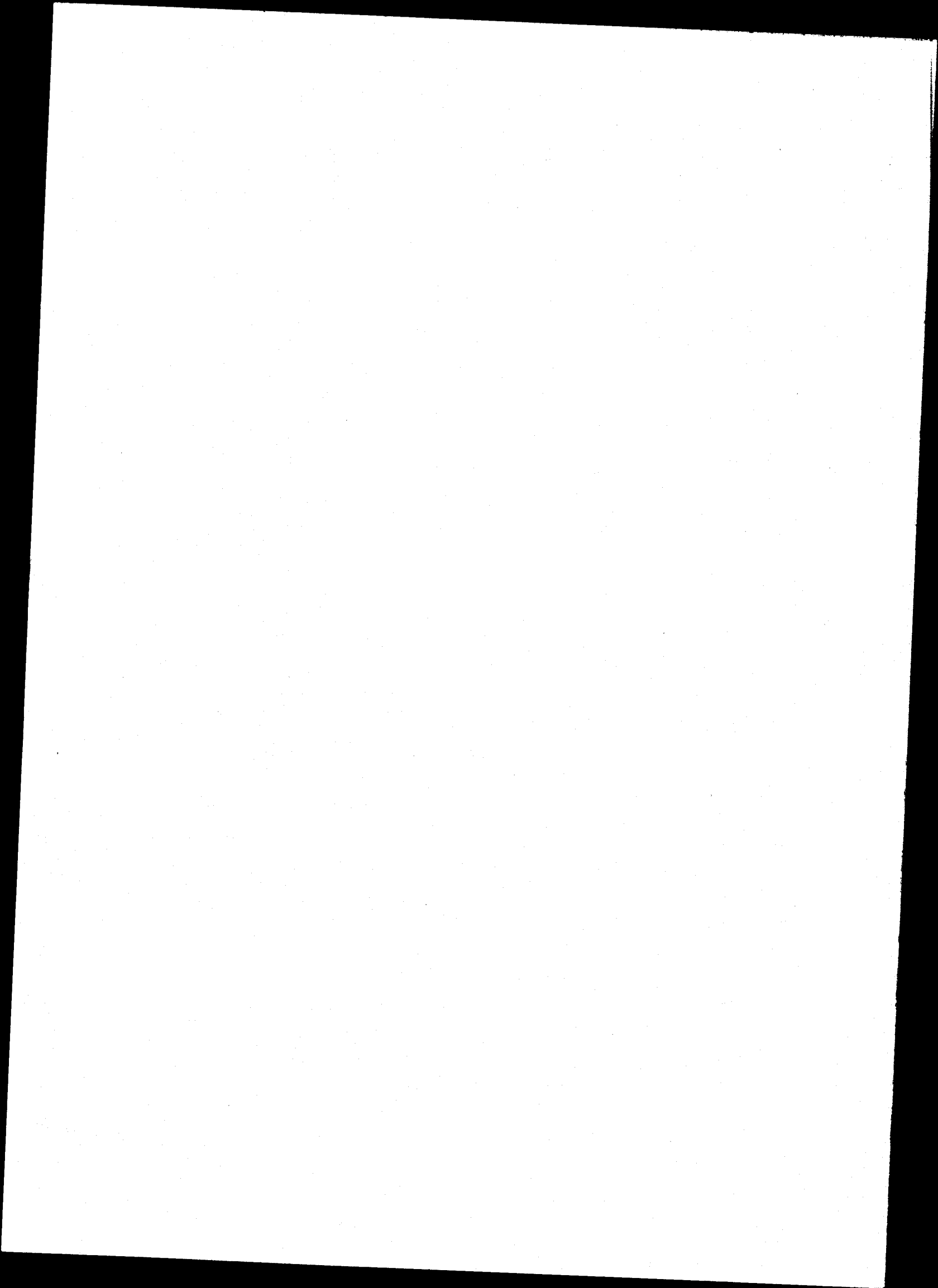
Ziguinchor

Kédougou

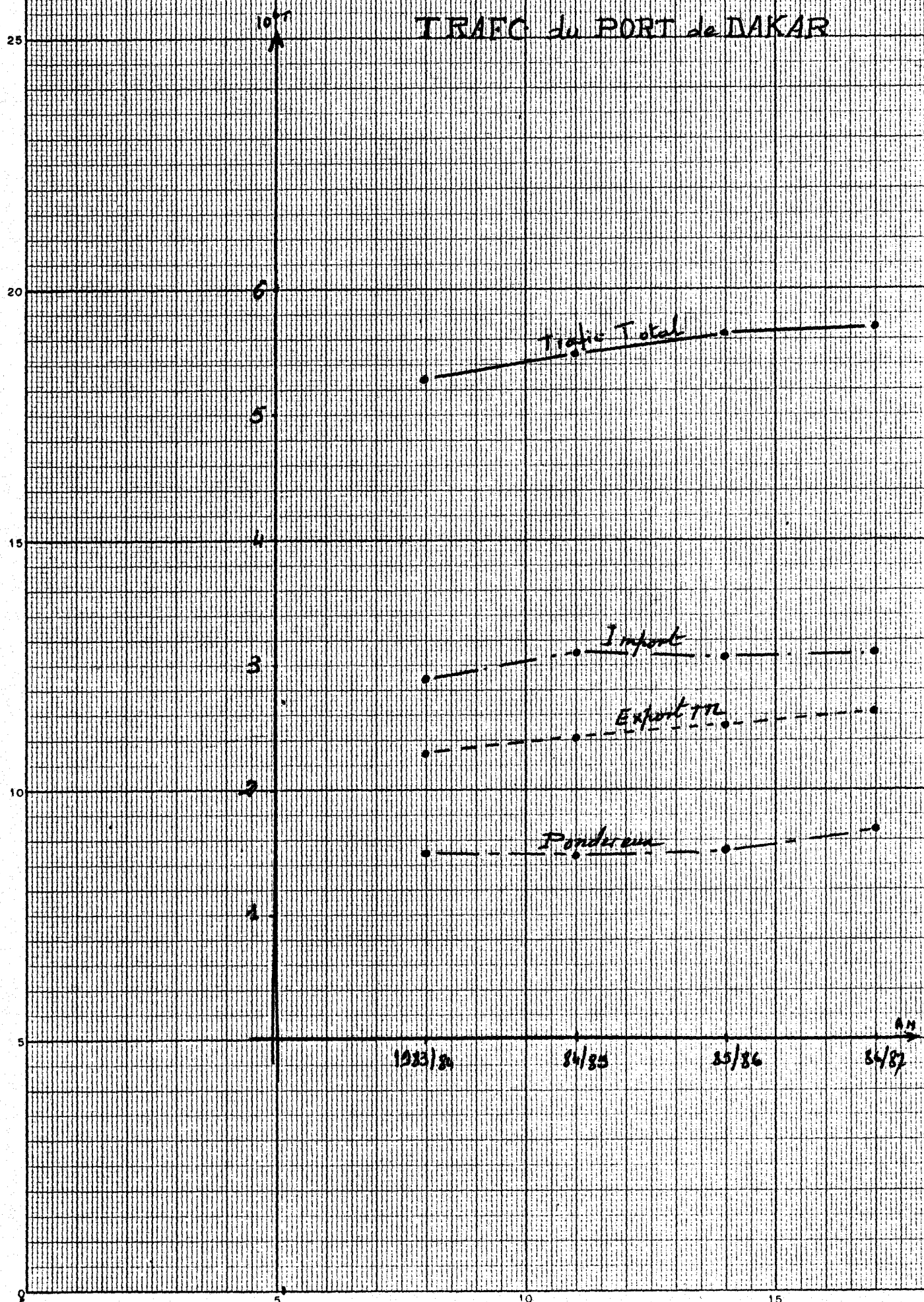
Kéniéba

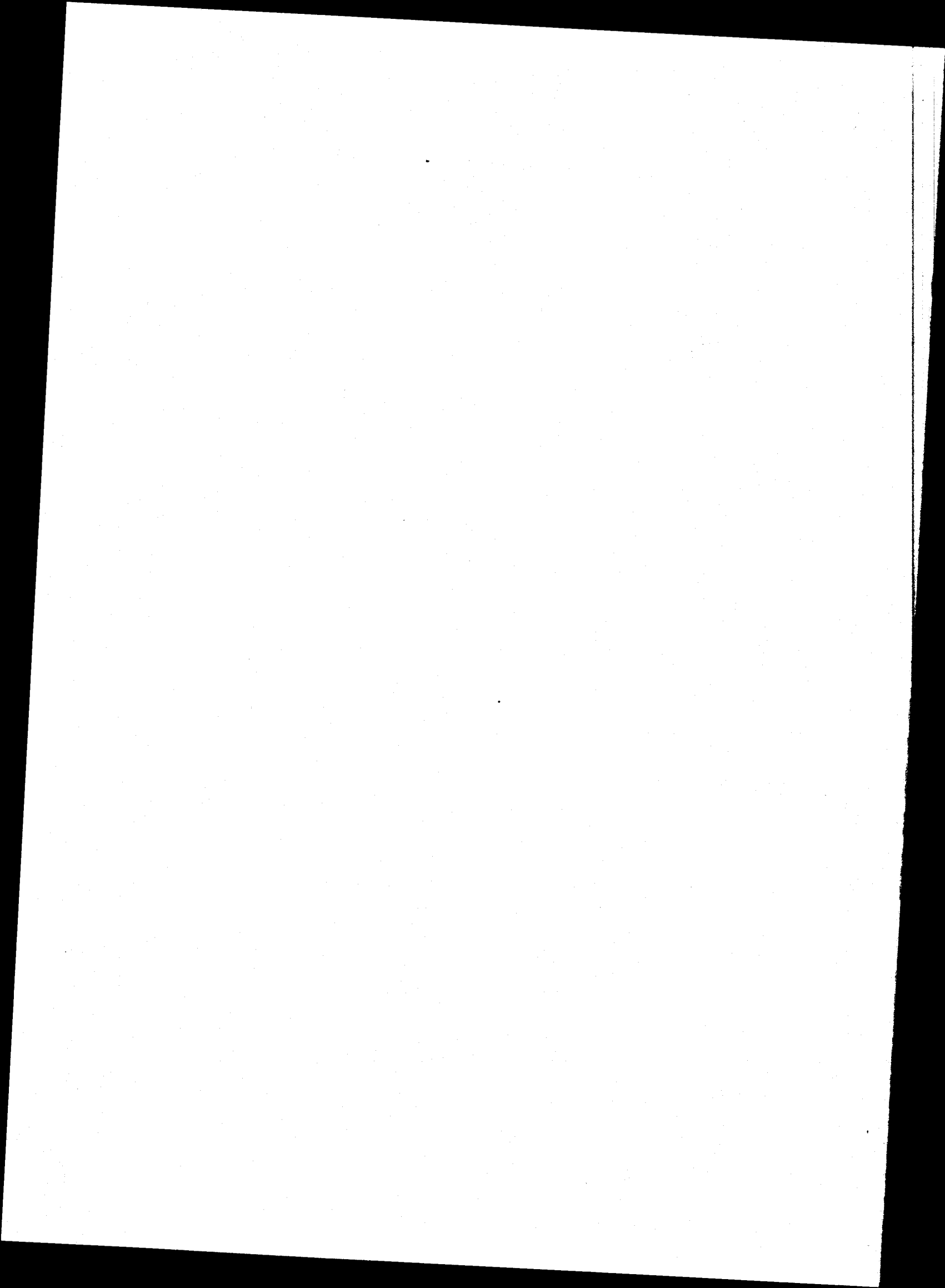
GUINÉE

Cap Skiring



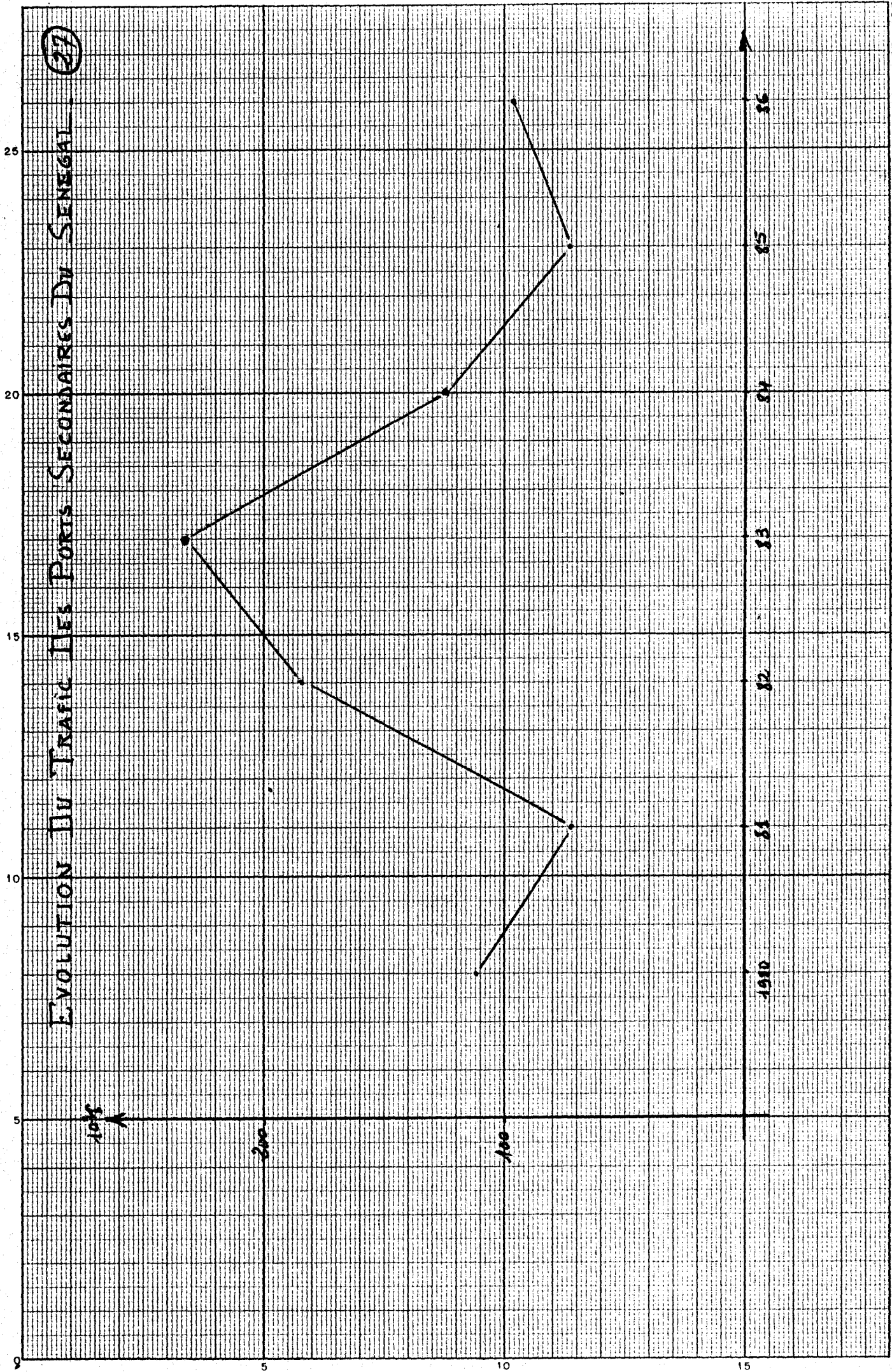
TRAFC du PORT de DAKAR

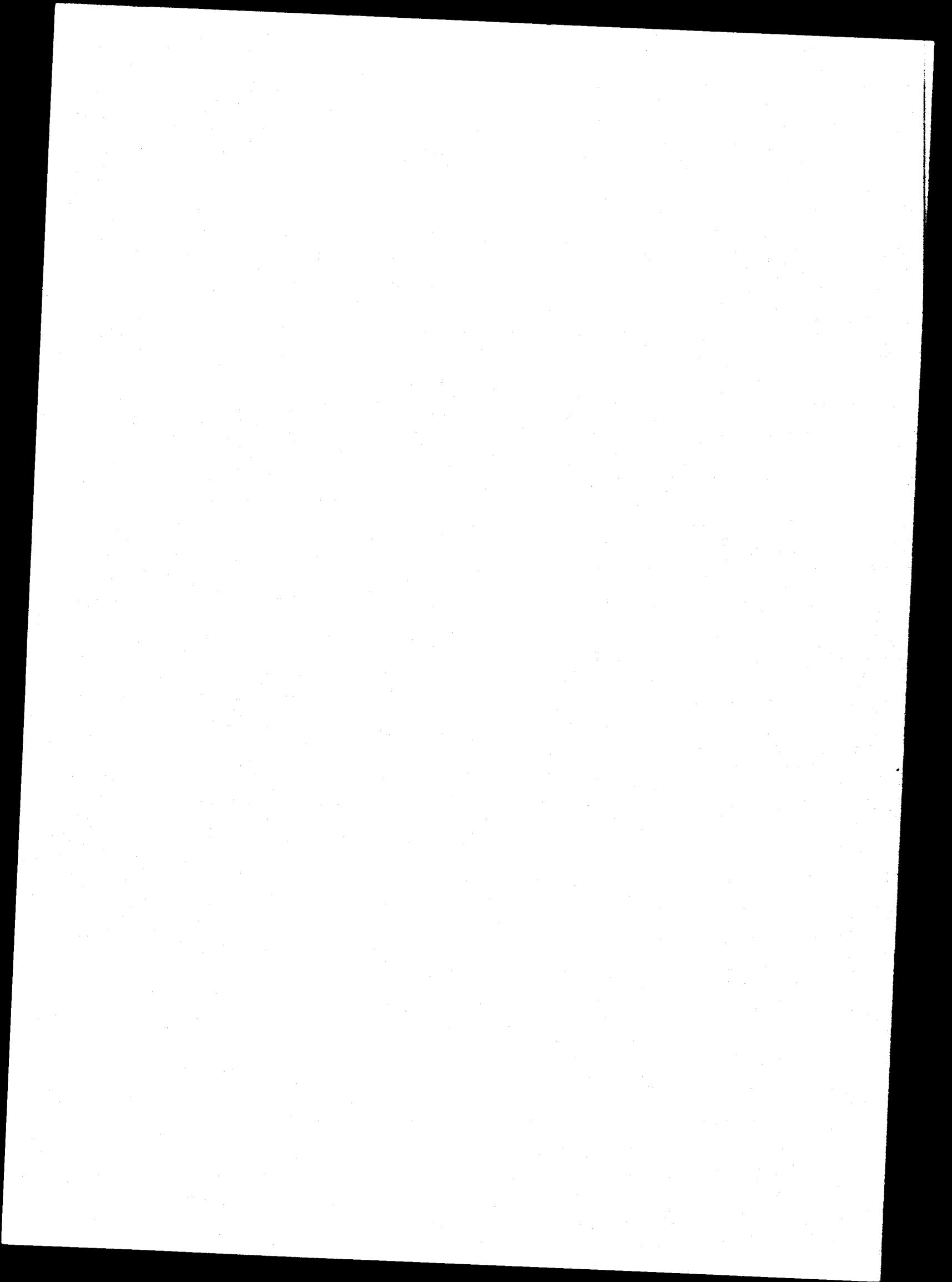




27

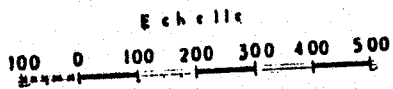
EVOLUTION DU TRAFIC DES PORTS SECONDAIRES DU SENEGAL



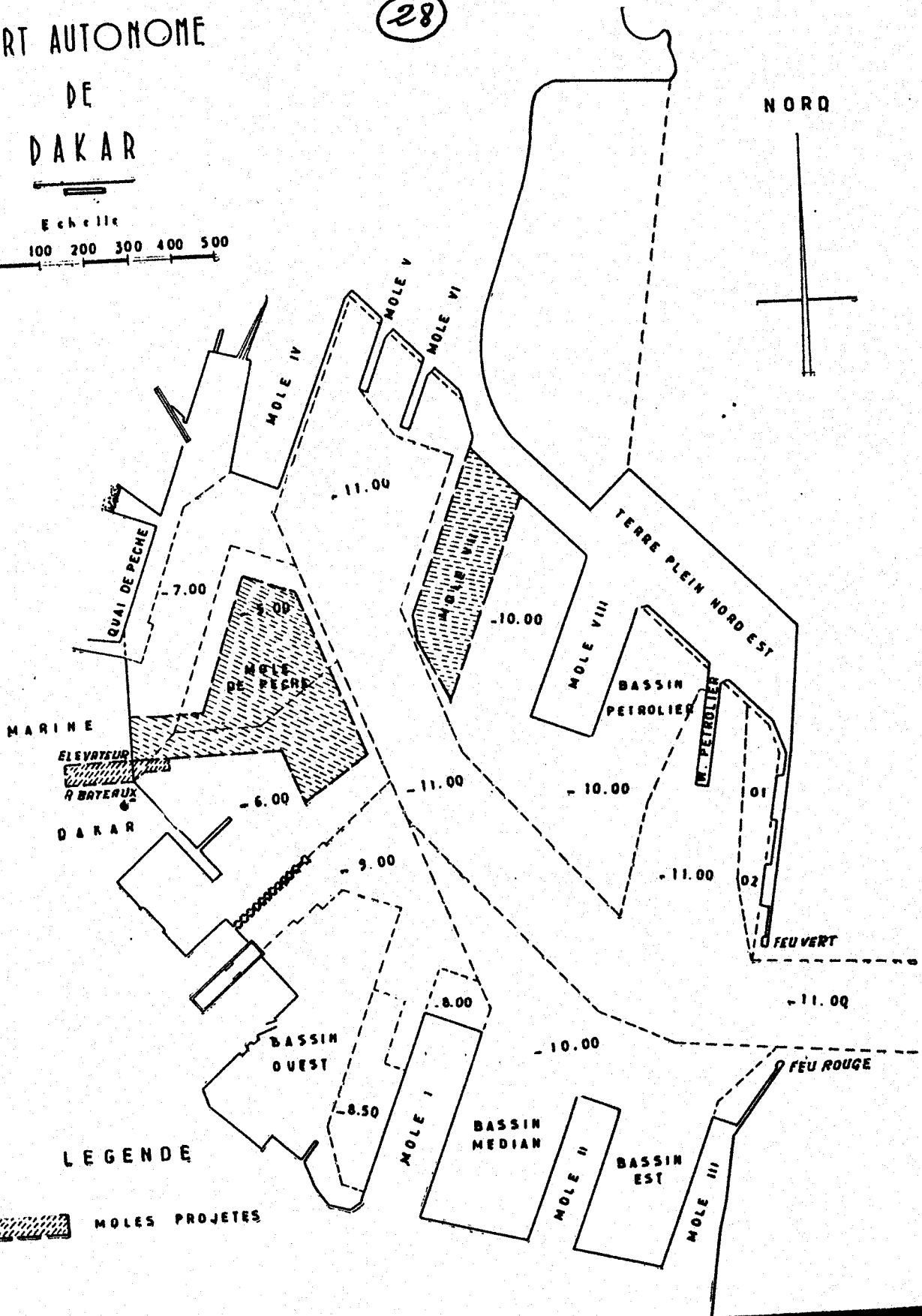
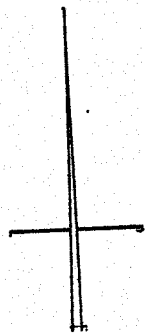


PORT AUTONOME DE DAKAR

(28)

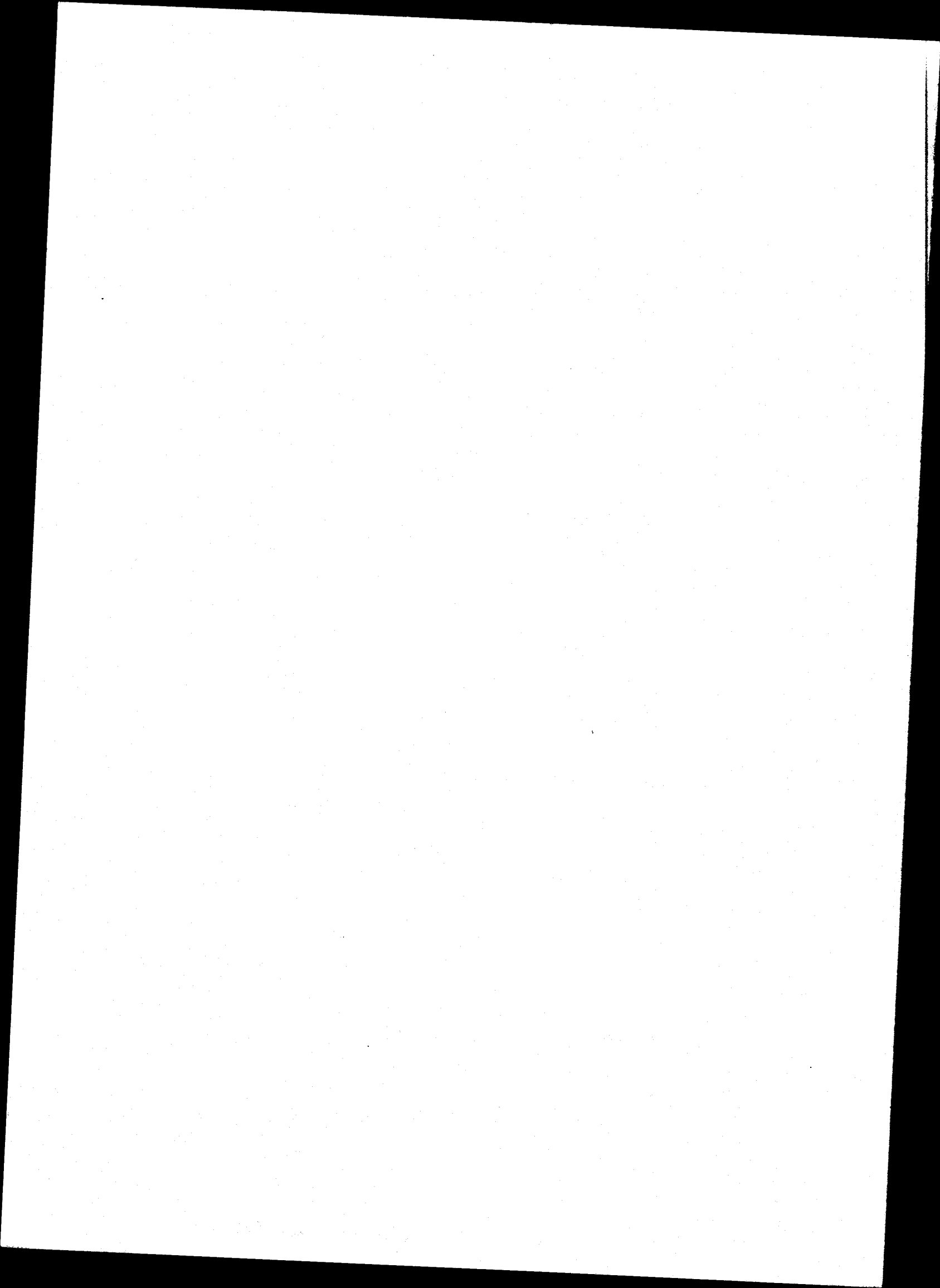


NORD

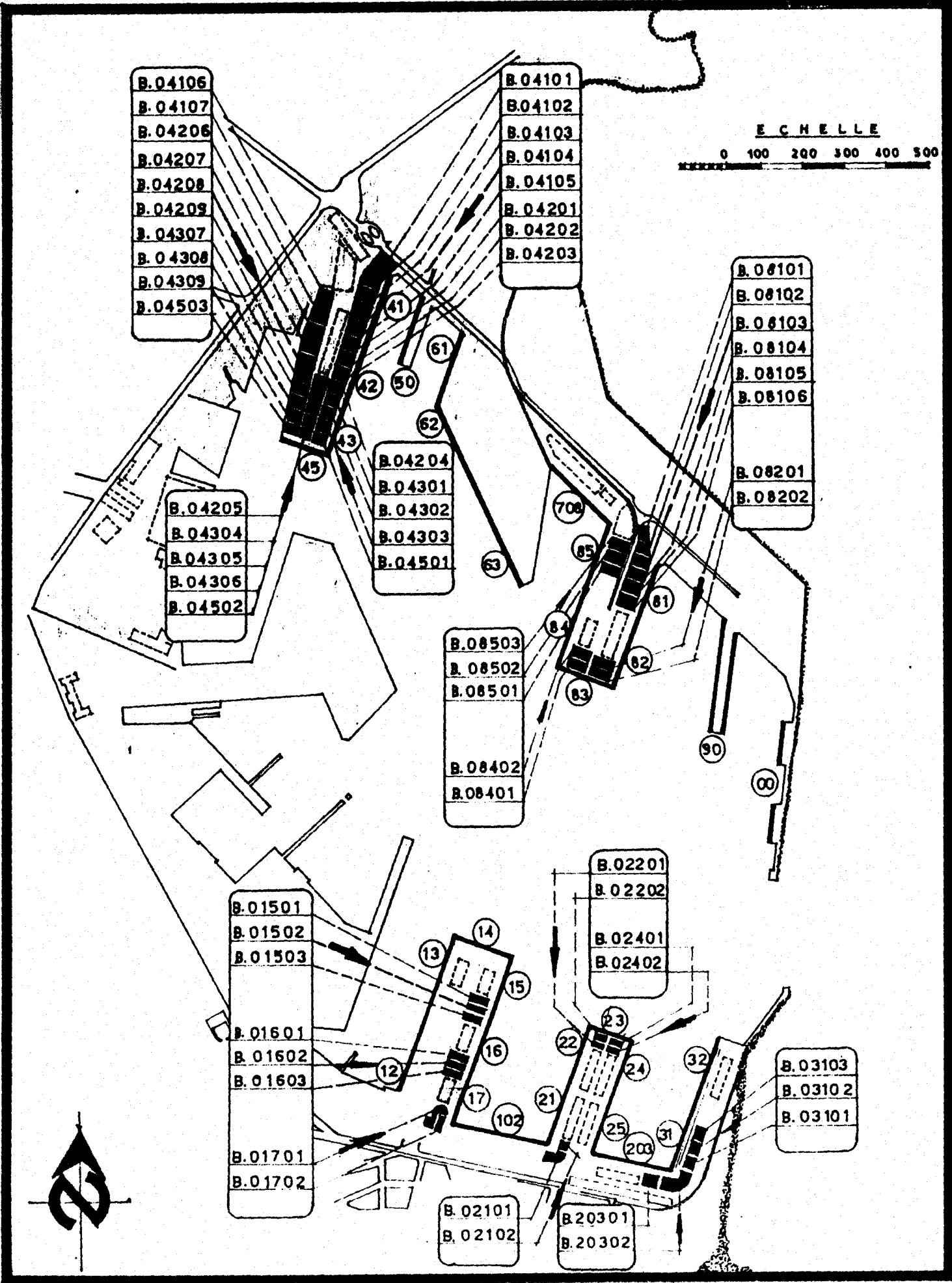


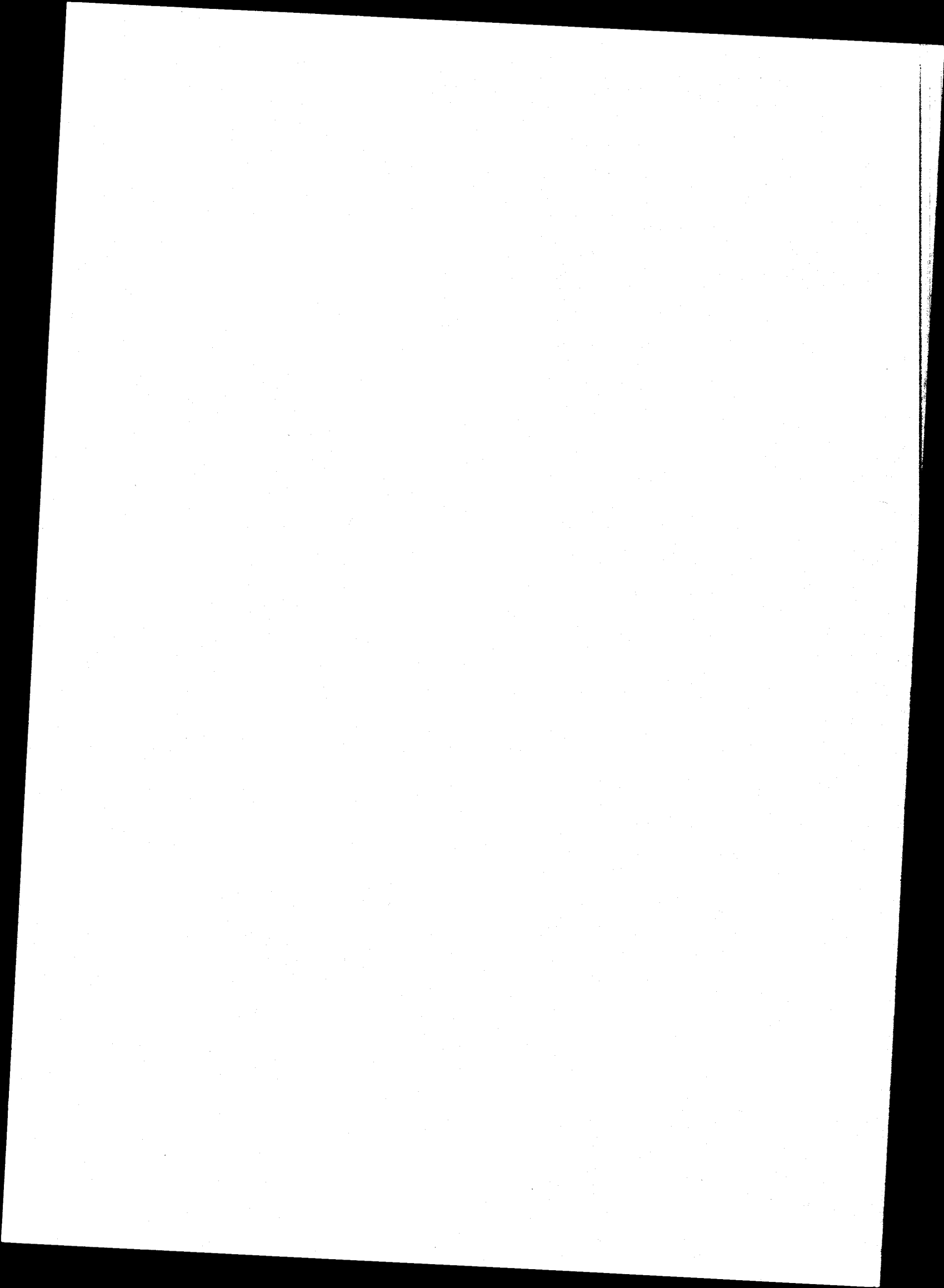
LEGENDE

 MOLES PROJETES

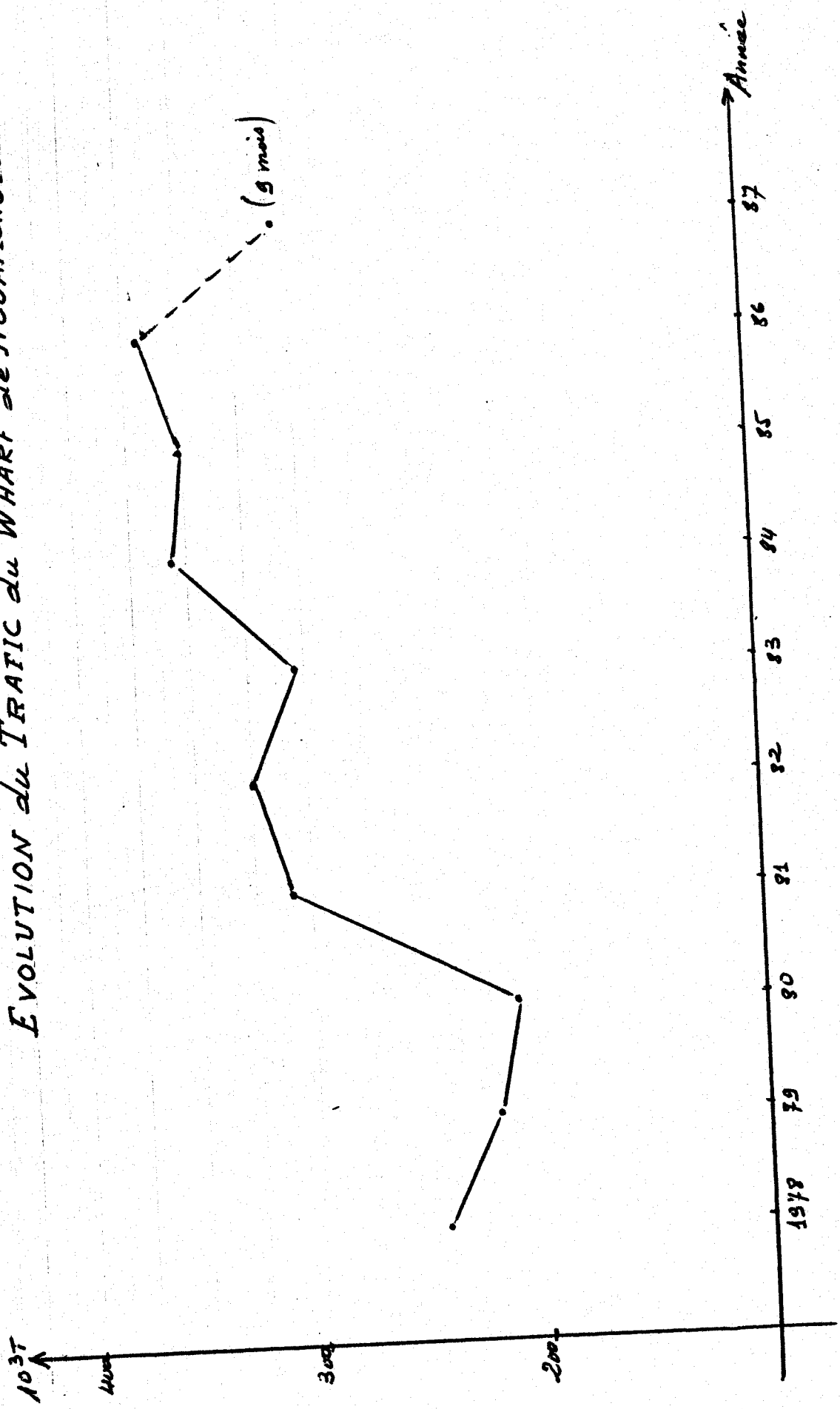


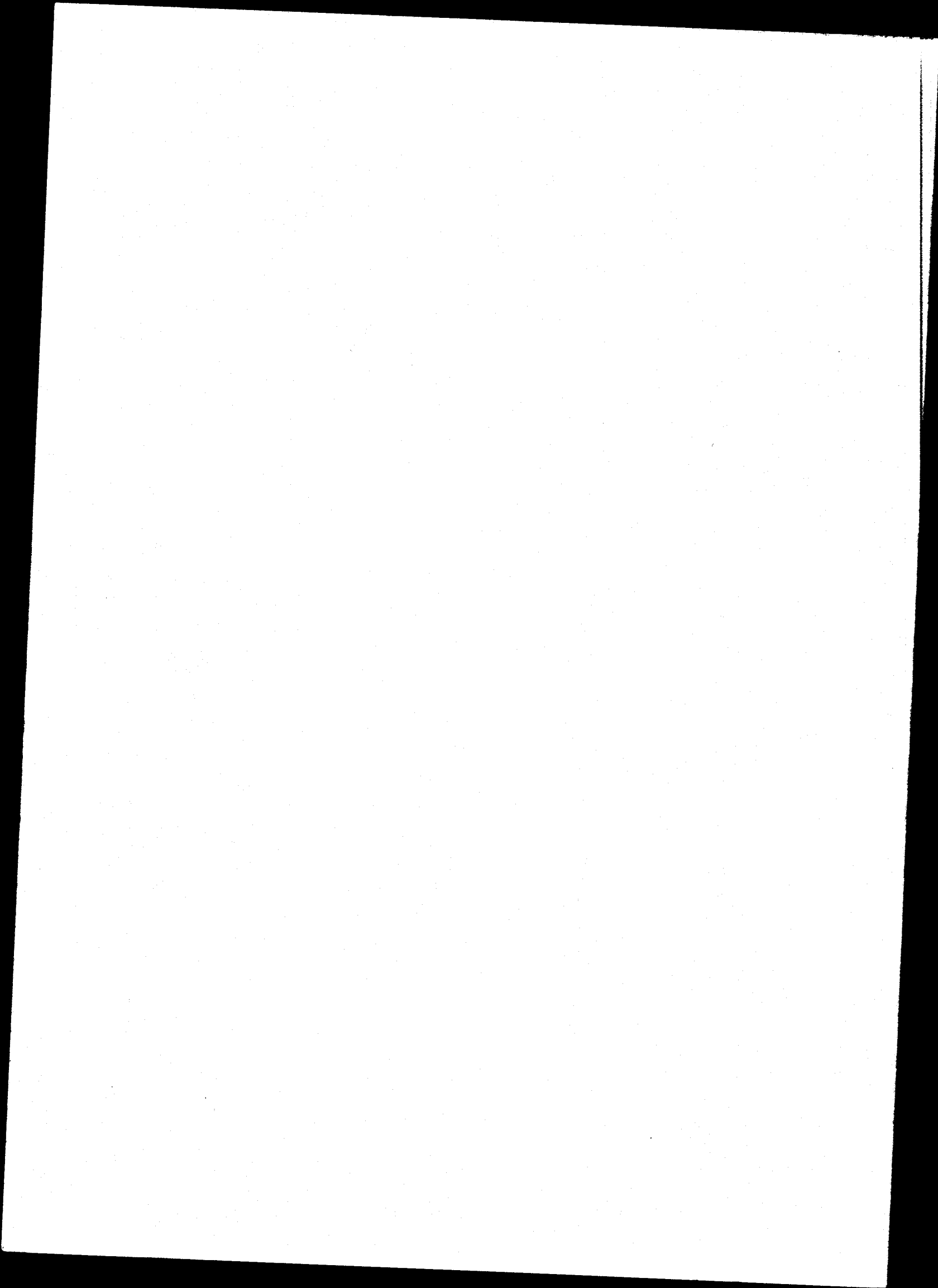
GESTION PREVISIONNELLE DES POSTES A QUAI ET TERRE-PLEINS BANALISES



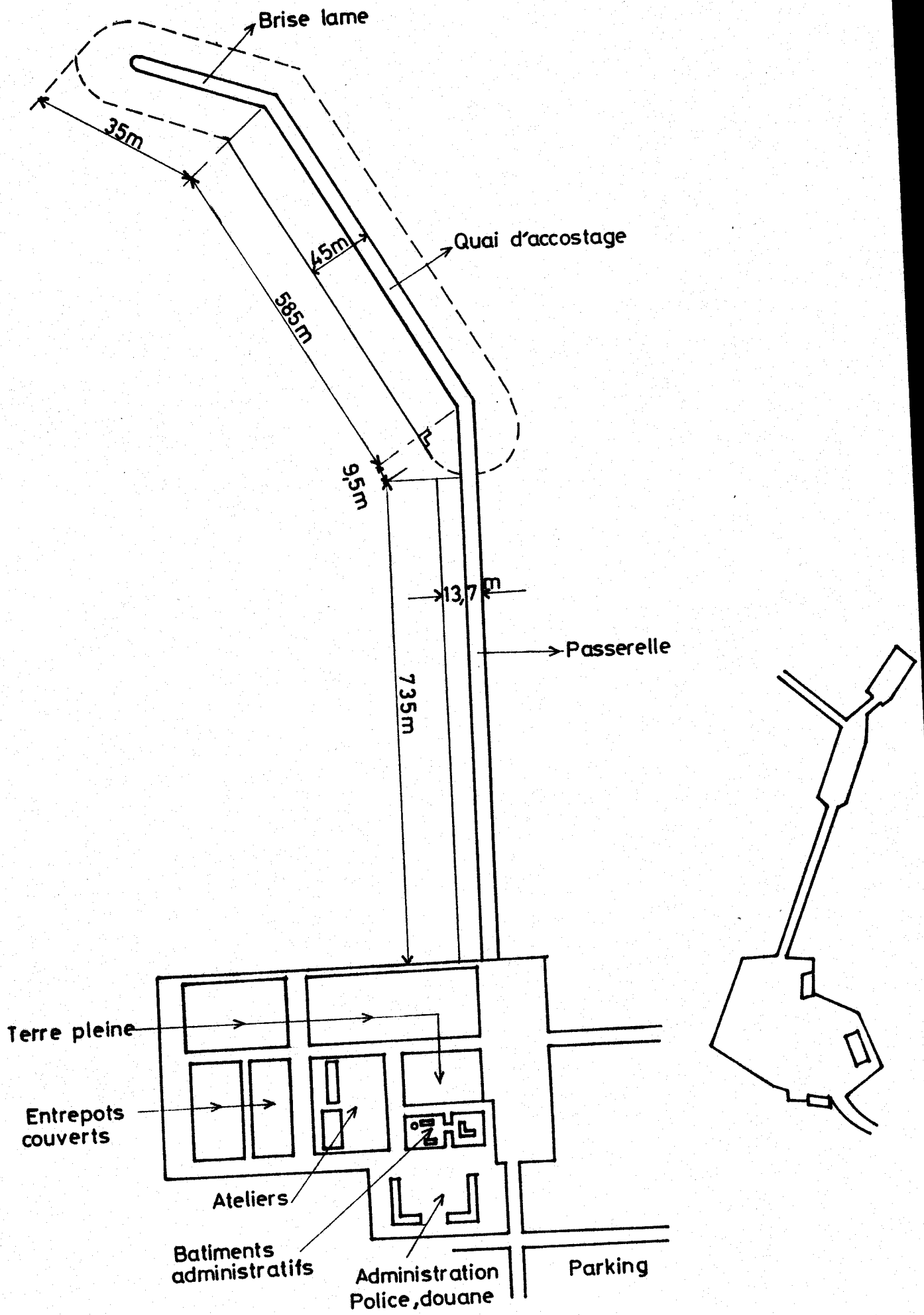


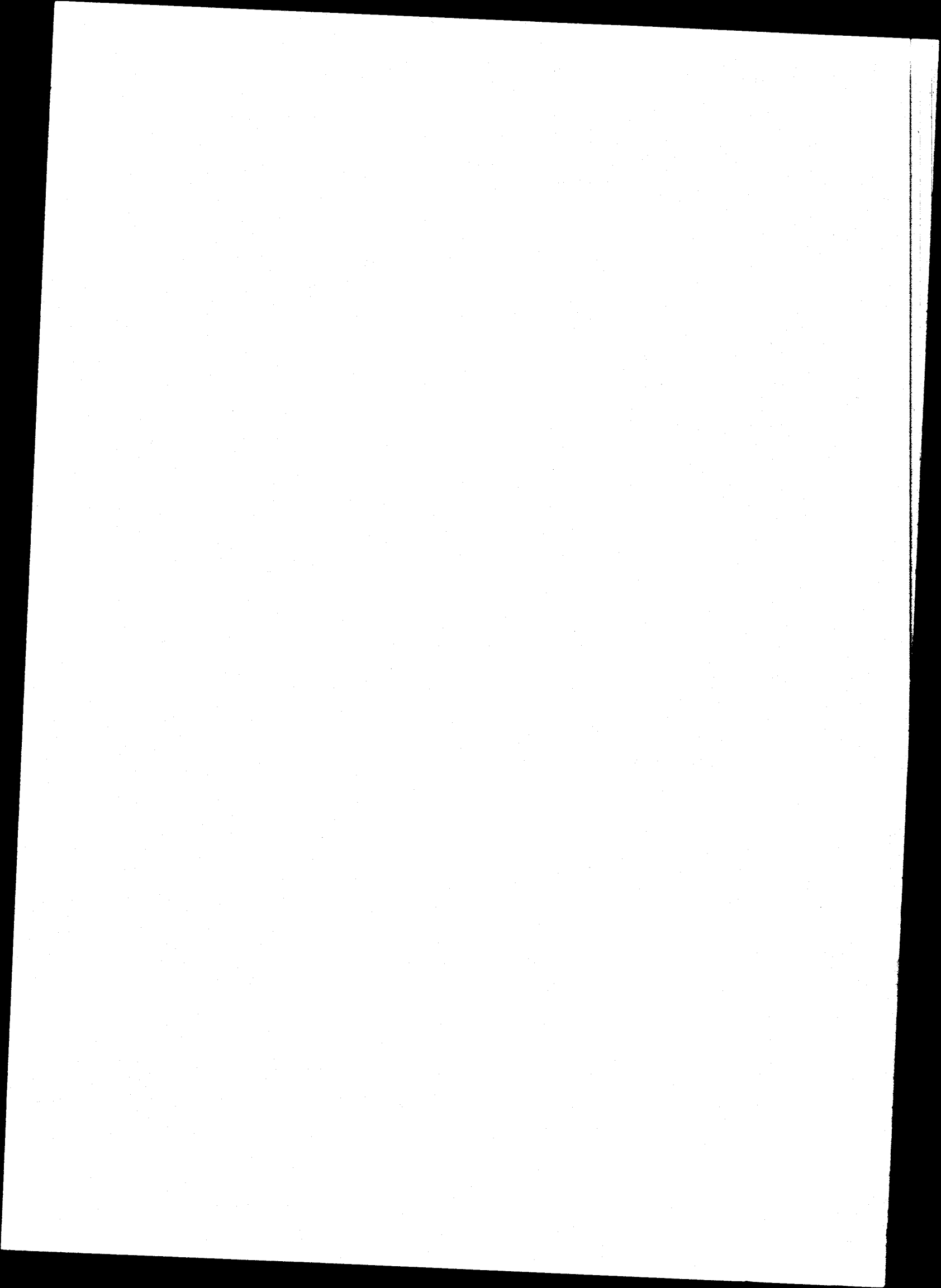
EVOLUTION du TRAFIC du WHARF de NOUAKCHOTT





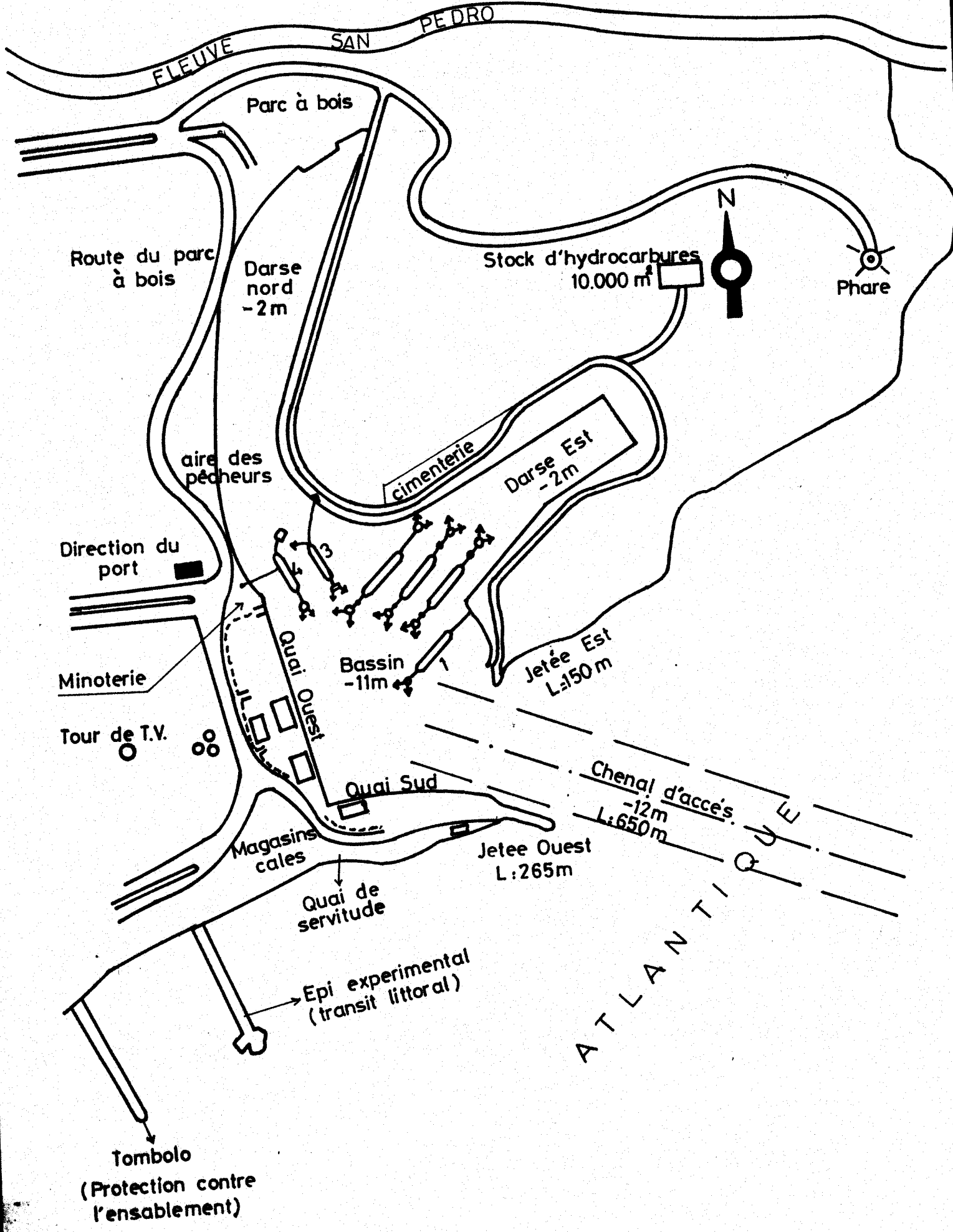
SCHEMA DU PORT DE L'AMITIÉ ET DU WHARF DE NOUAKCHOTT

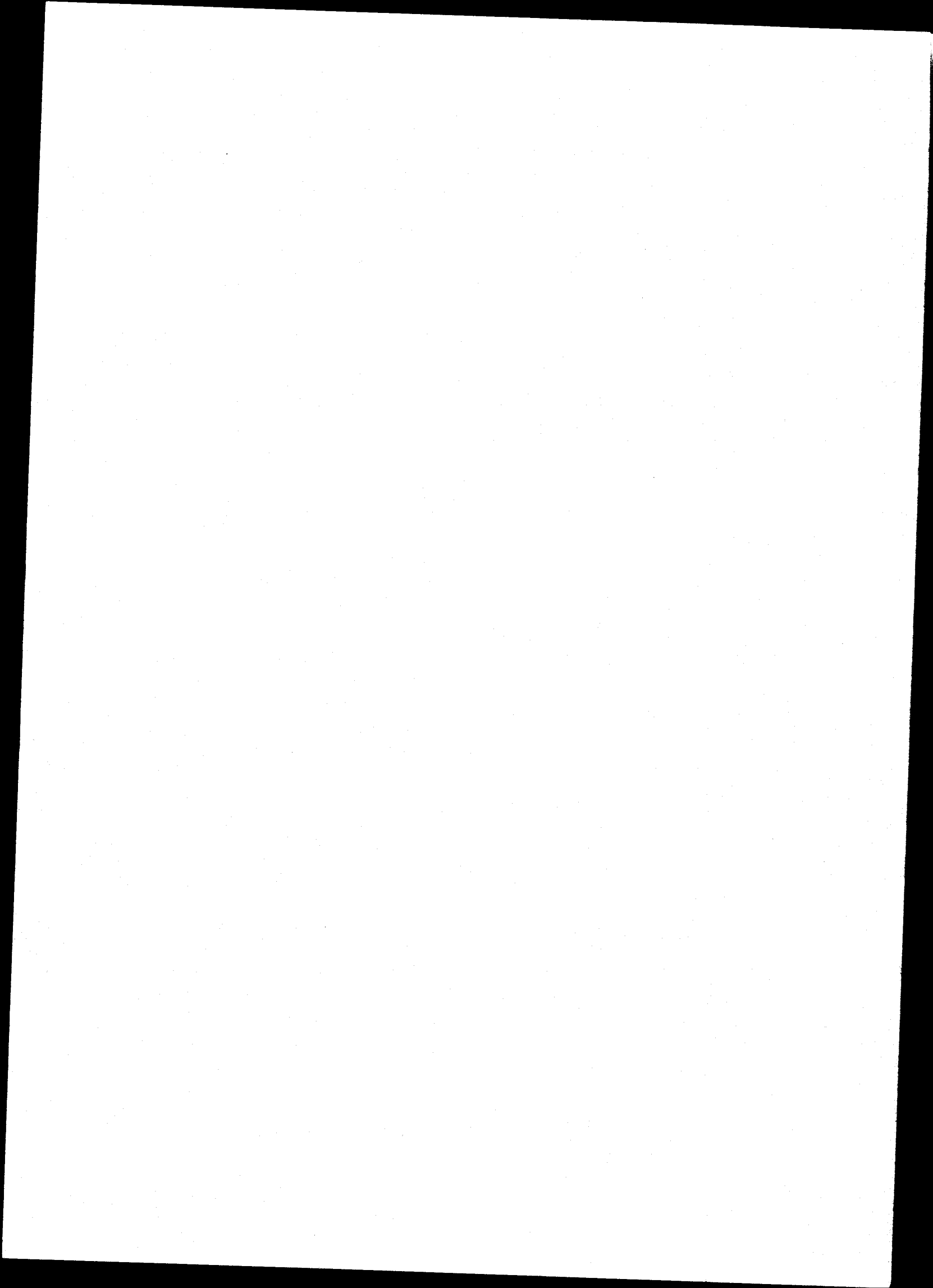







SCHEMA DU PORT DE SAN PEDRO

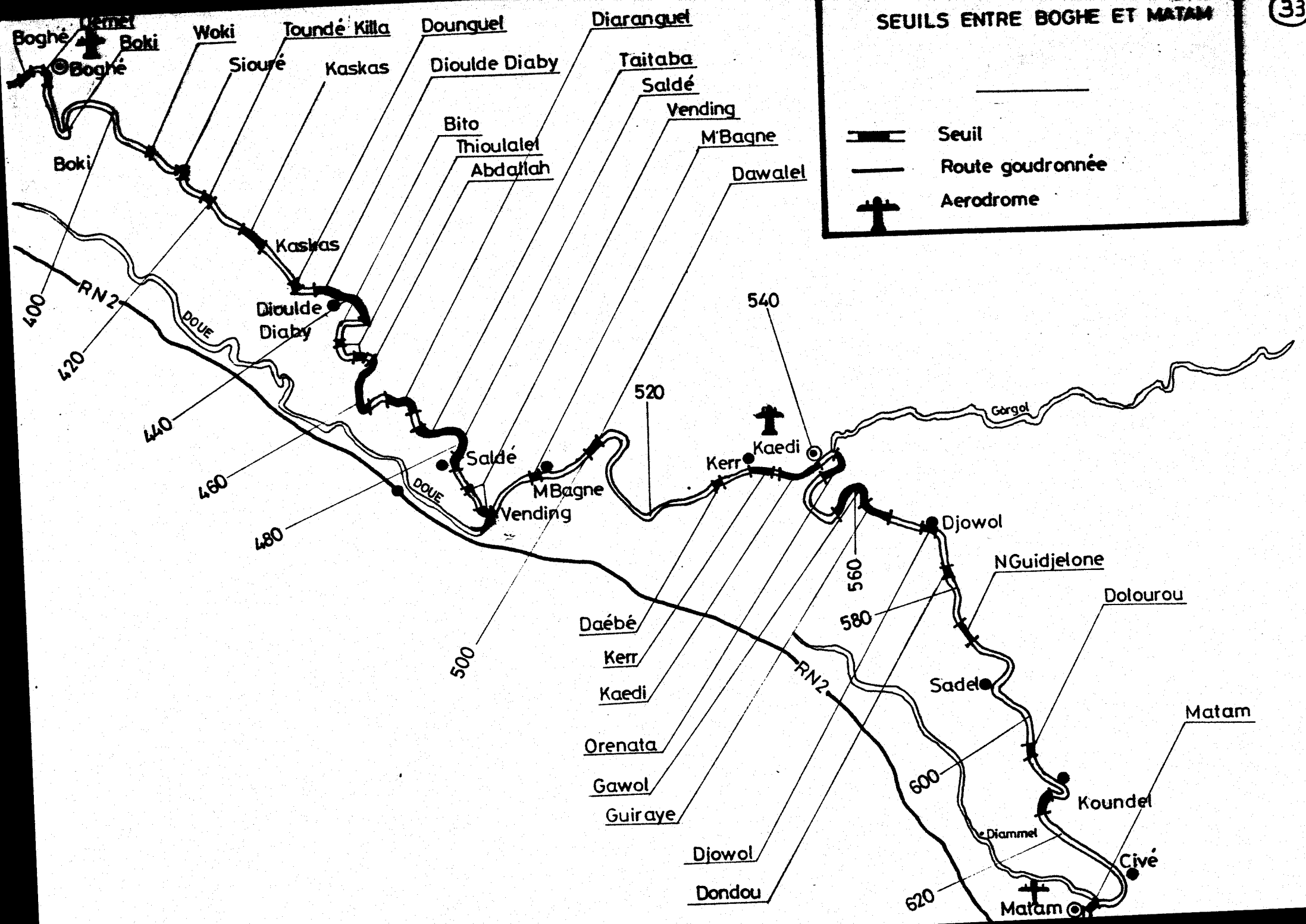
32

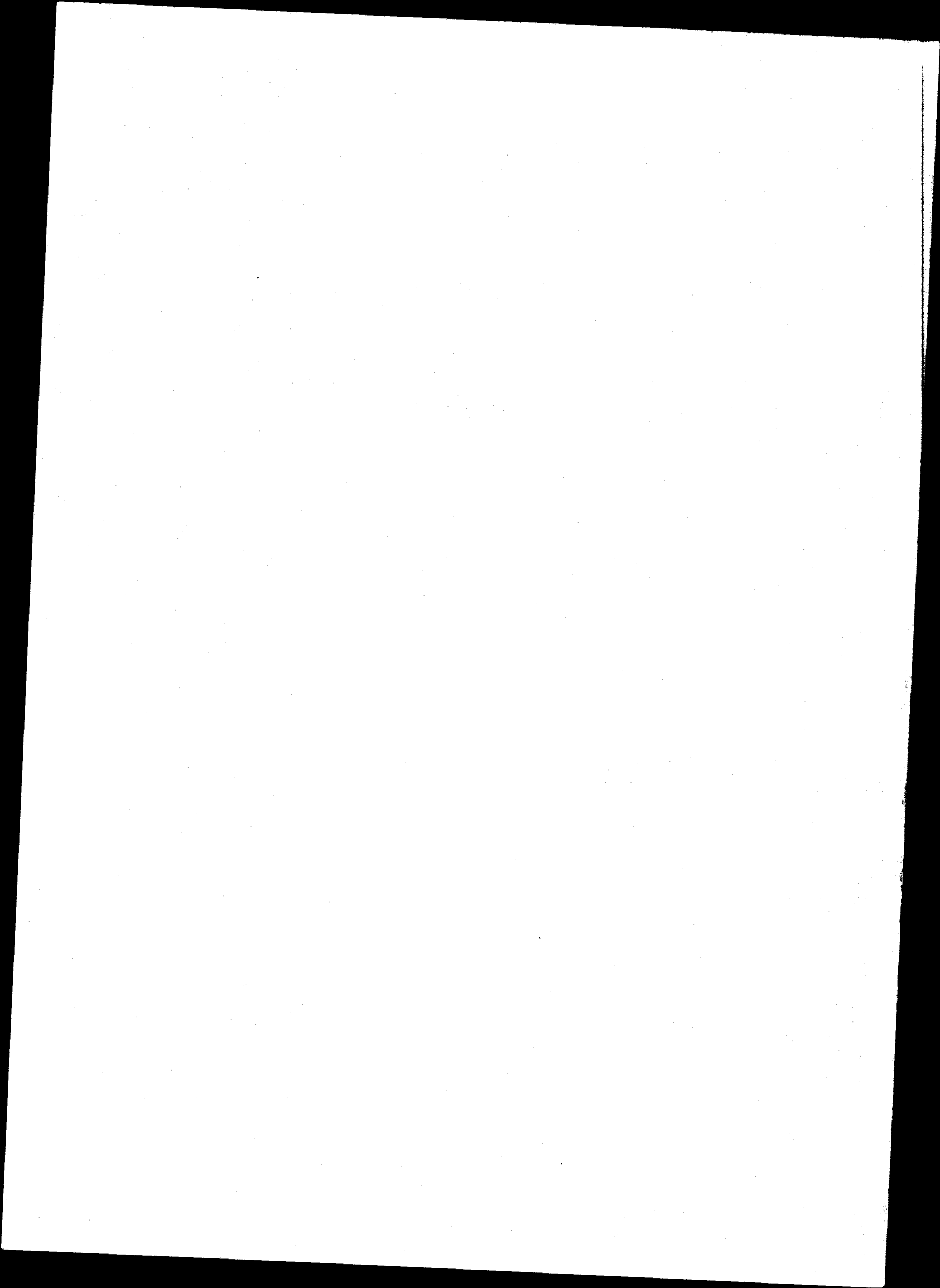







SEUILS ENTRE BOGHE ET MATAM

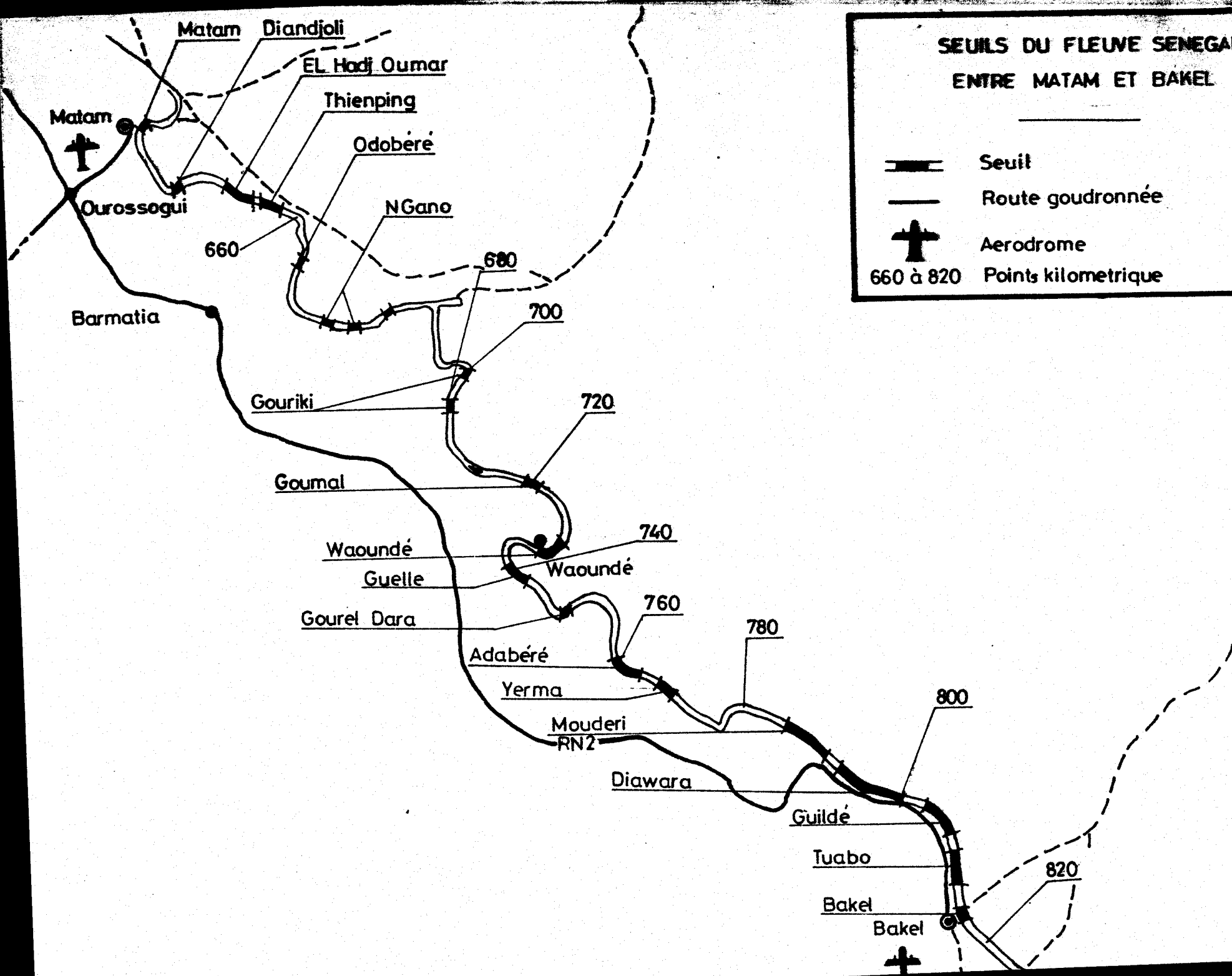
 Seuil
 Route goudronnée
 Aerodrome

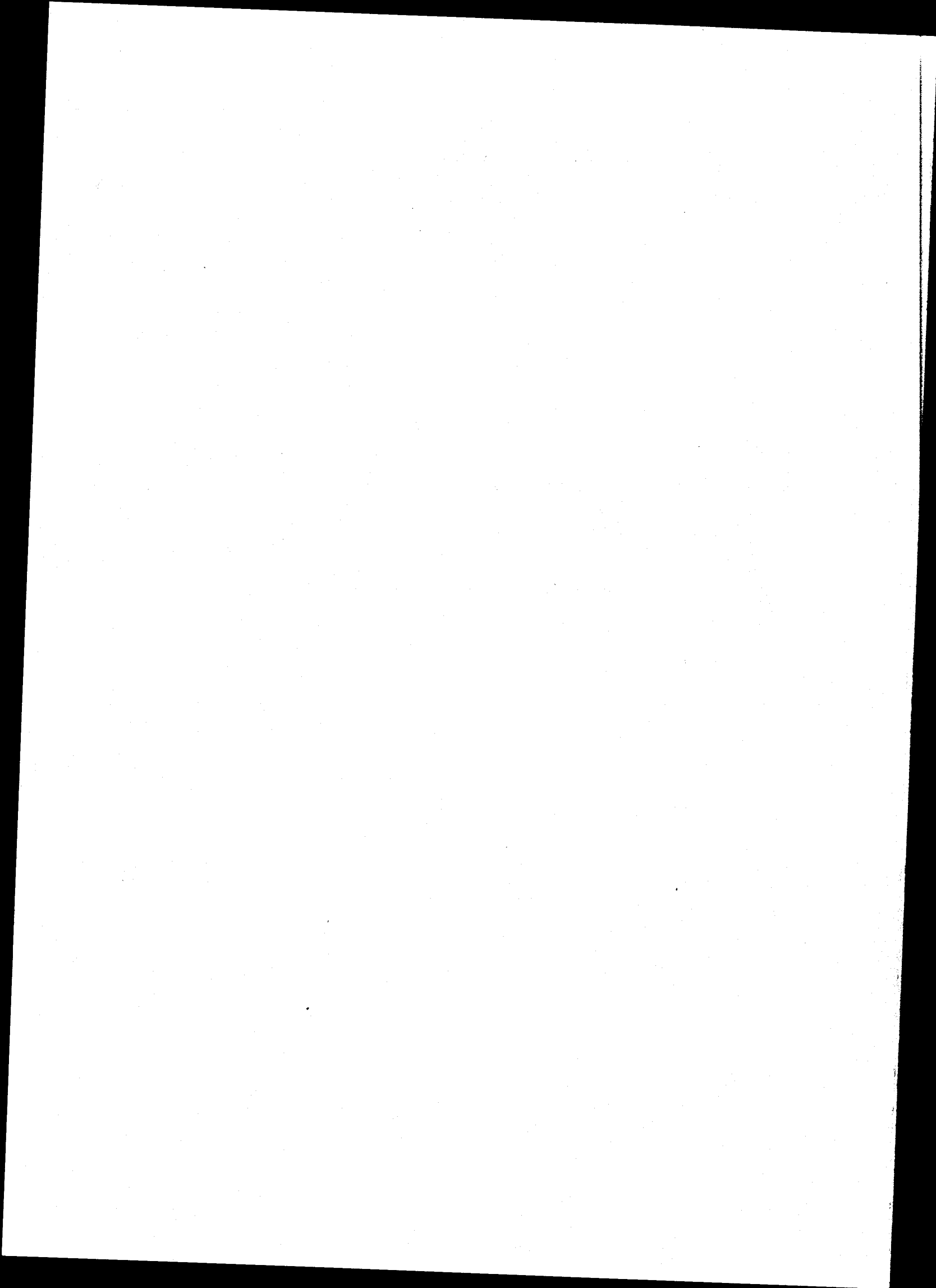







SEUILS DU FLEUVE SENEGAL ENTRE MATAM ET BAKEL

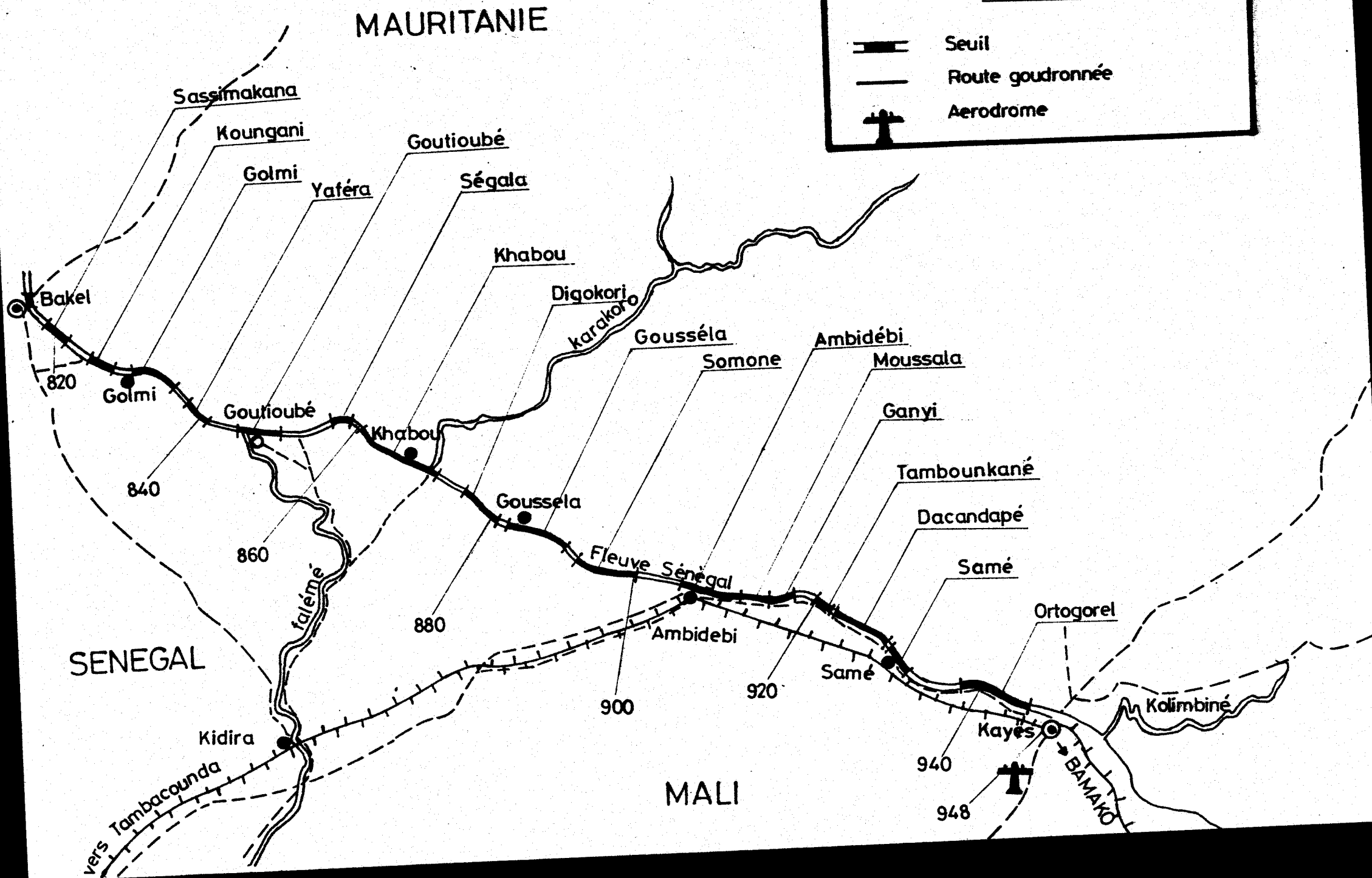
-  Seuil
-  Route goudronnée
-  Aerodrome
- 660 à 820 Points kilometrique

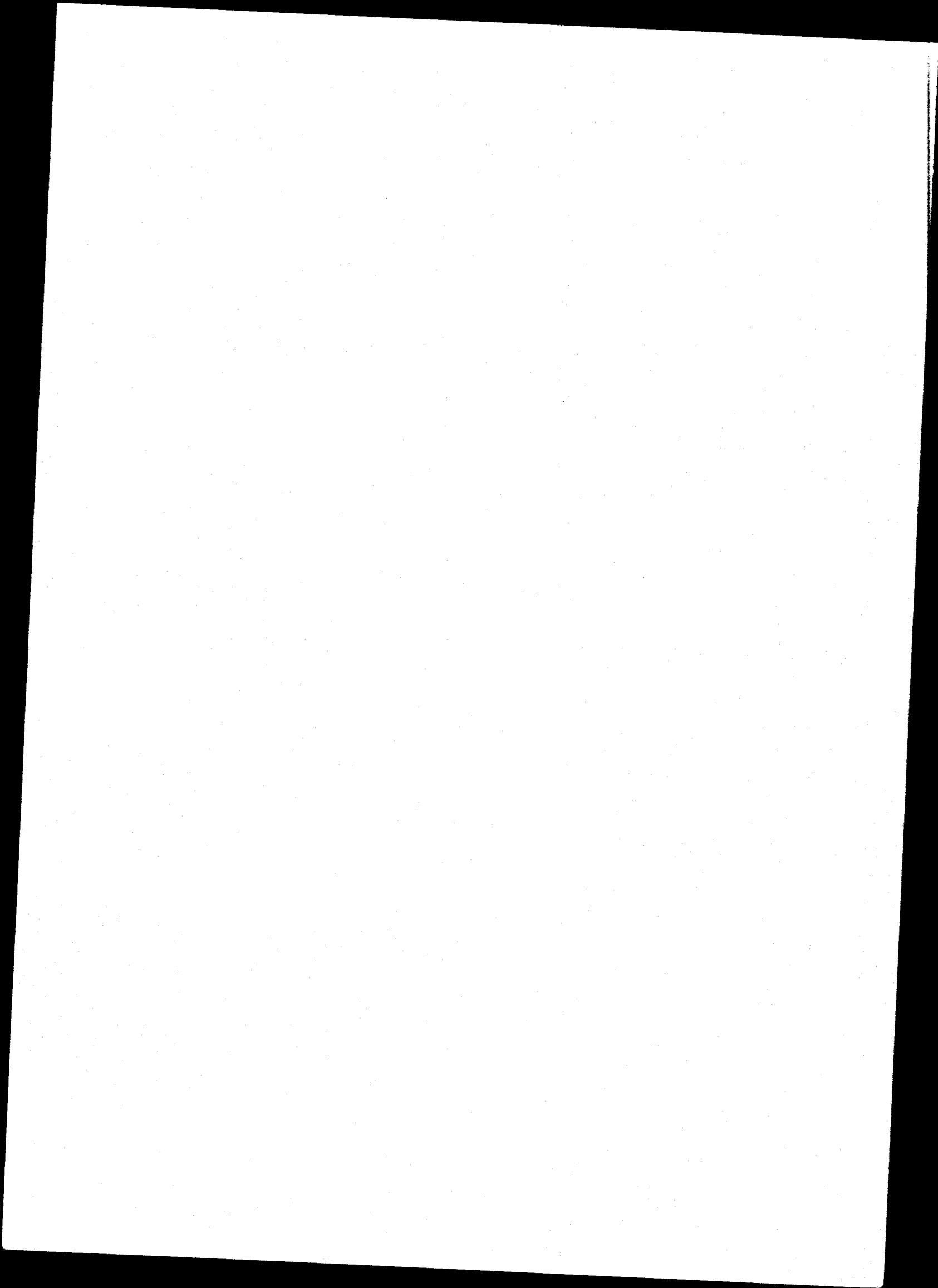




SEUILS DU FLEUVE SENEGAL ENTRE BAKEL ET KAYES

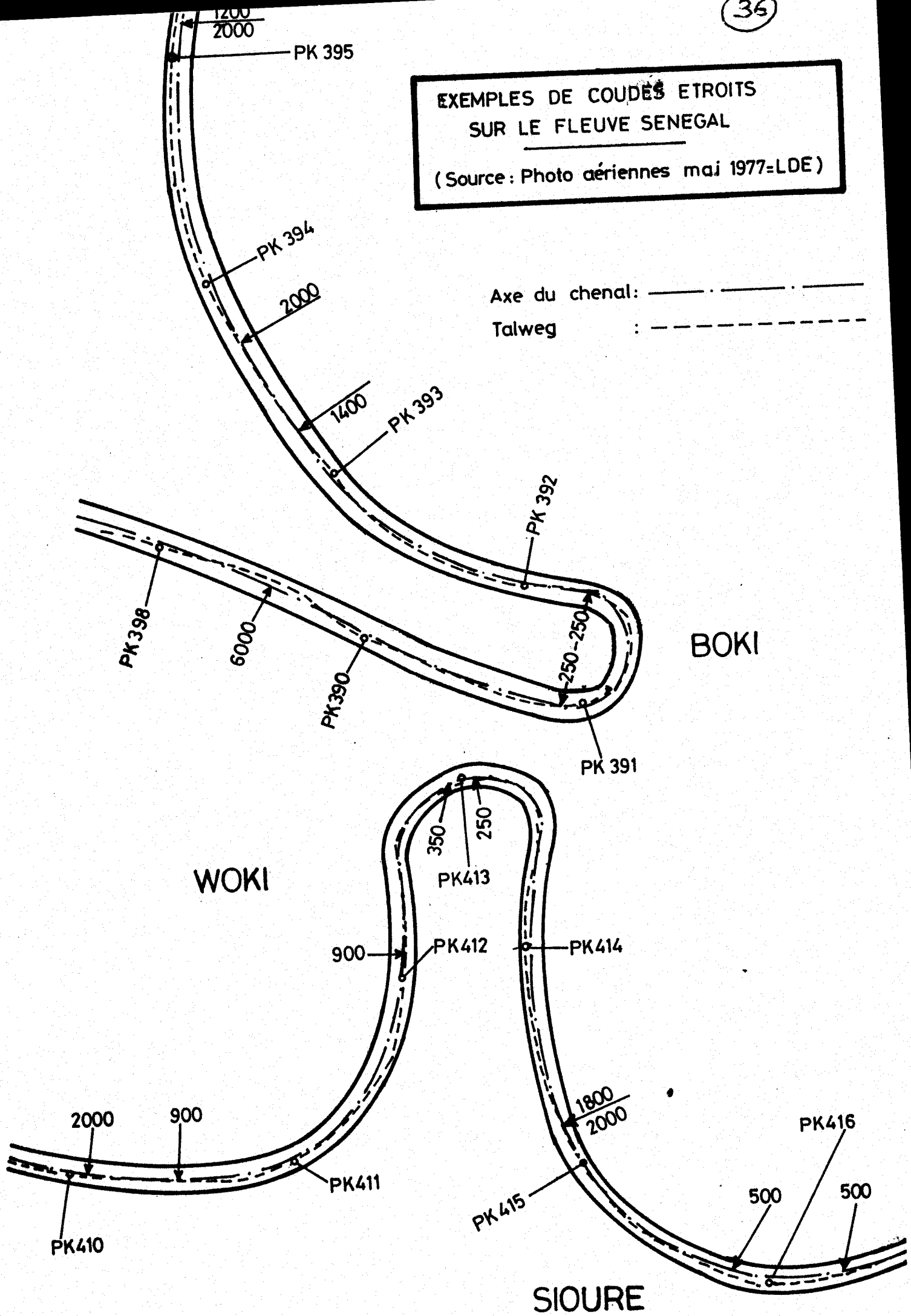
 Seuil
 Route goudronnée
 Aerodrome

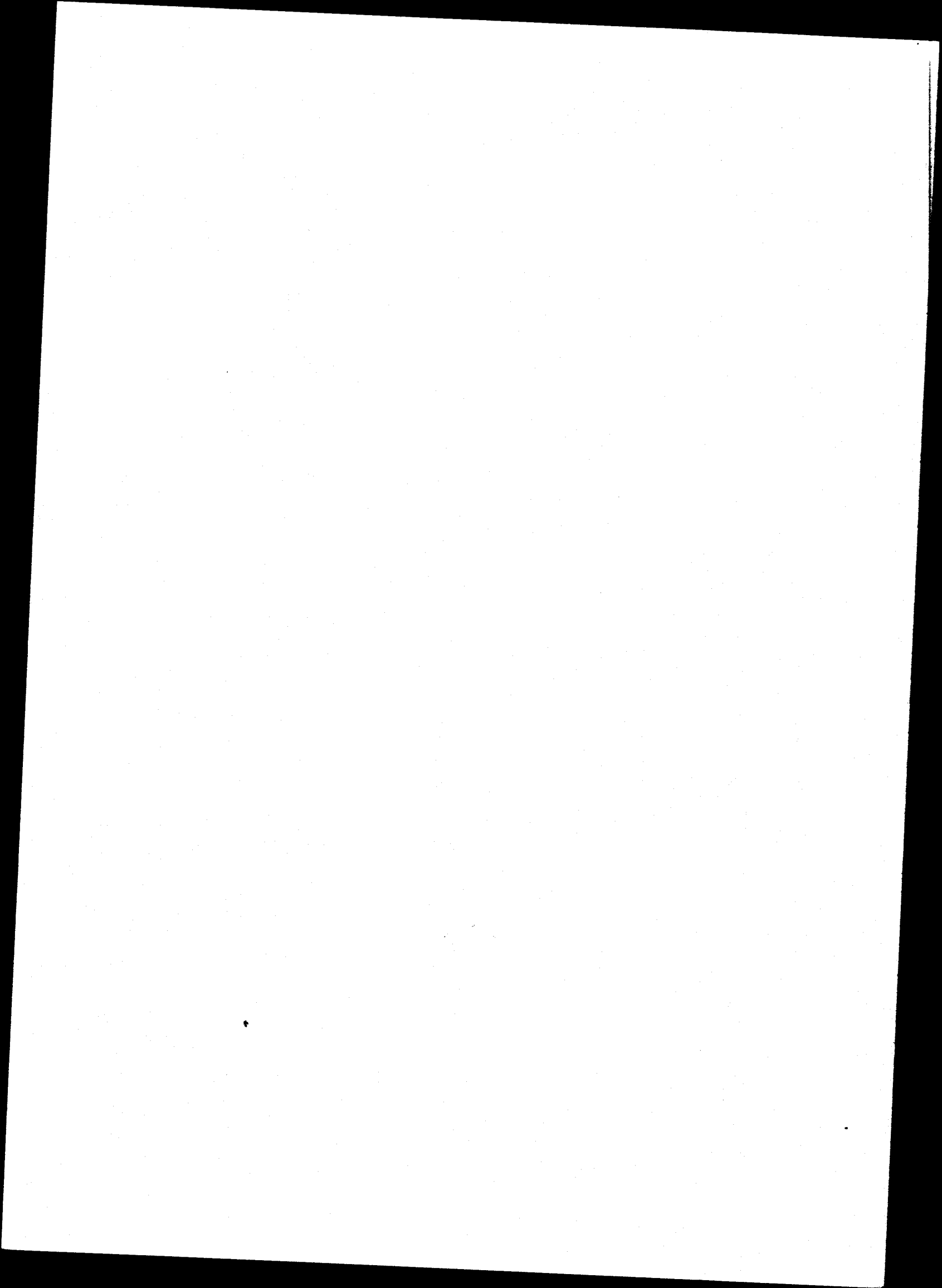




**EXEMPLES DE COUDES ETROITS
SUR LE FLEUVE SENEGAL**
(Source : Photo aériennes mai 1977=LDE)

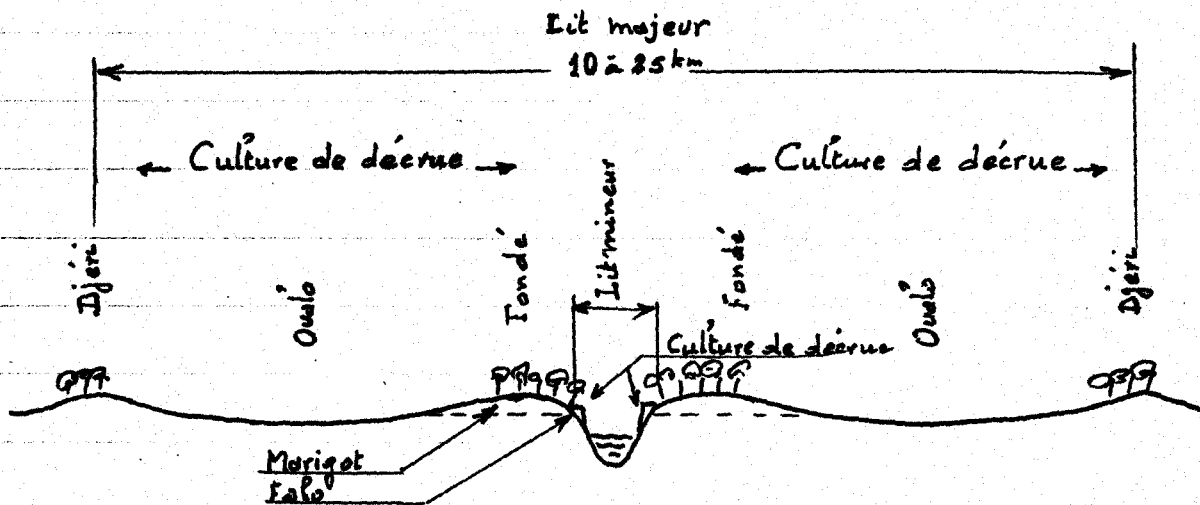
Axe du chenal: _____
Talweg : _____





(37)

VALLÉE DU SÉNÉGAL EN AVAL DE BAKEL (Coupe Schématique)



HAUTEUR D'EAU AUX LIMNIMÈTRES POUR UNE CRUE MOYENNE (FLEUVE NON RÉGULARISÉ)

Hauteur d'eau en m	Nbre de mois/an où hauteur est dépassée		
	Kaédi	Bakel ²	Kayes
2.00	7.6	6.9	5.3
3.00	5.5	5.2	3.8
4.00	4.4	3.8	3.0
5.00	3.8	3.1	2.3
6.00	3.4	2.5	1.6
7.00	3.0	1.9	1.0
8.00	2.0	1.6	0.3

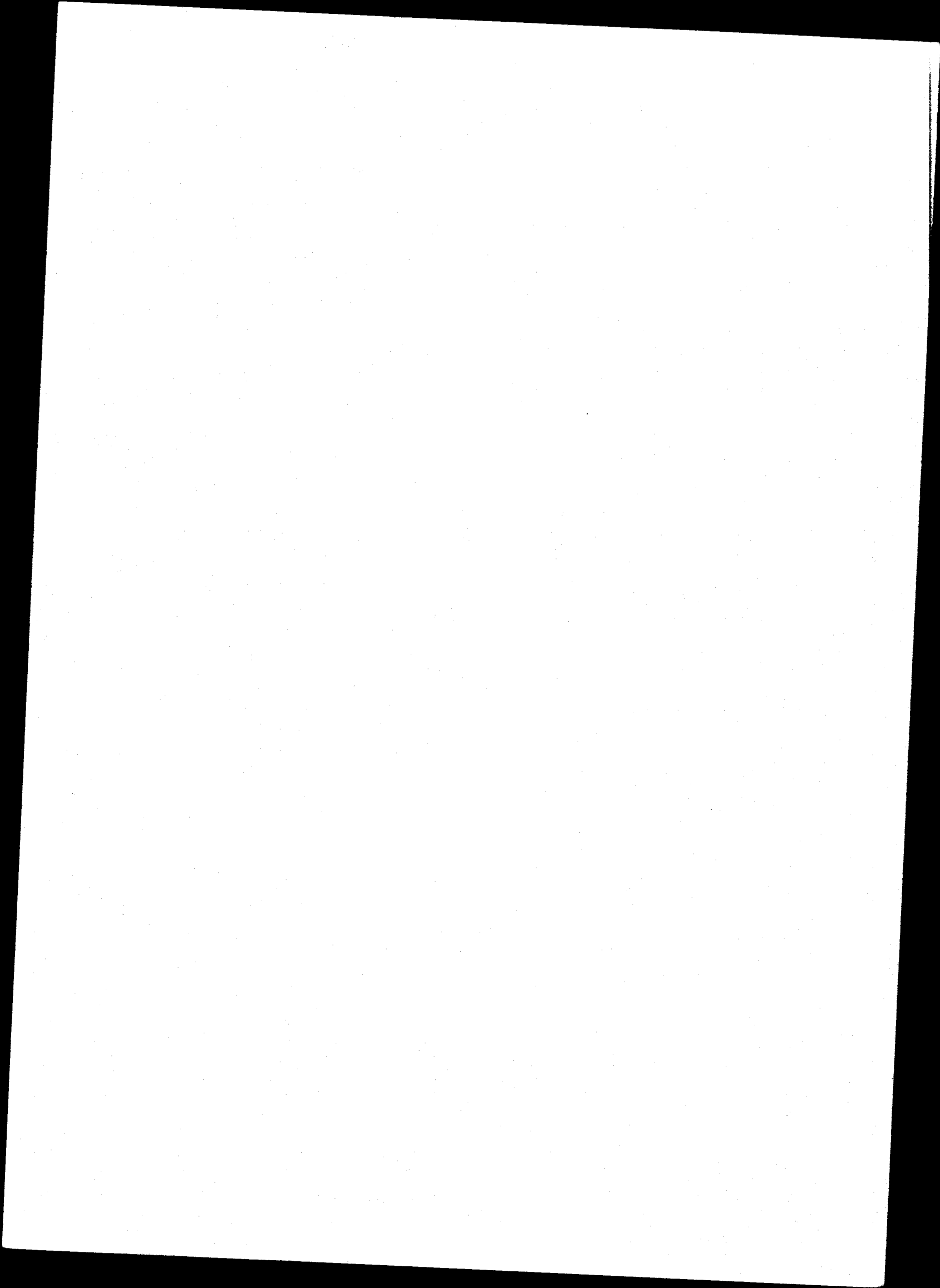
CAS 7 DE RÉGULARISATION PAR LE BARRAGE DE MANANTALI

- Niveau d'exploitation de la retenue de Manantali: 208,0^m IGN
- Production d'énergie: 800 GWh/an
- Débit pour la navigation à Diama: 100 m³/s
- Surface irrigable: 255 000 ha.

MOYENNE DES DÉFICITS DE DÉBIT¹ ENTRE 1903 et 1975 SI MANANTALI EXISTAIT

MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUILLET	(m ³ /s)
1.2	3.8	16.4	29.1	1.7	

ENTRE 1975 et 1987, CE DÉFICIT EST BEAUCOUP PLUS IMPORTANT



PENTE MOYENNE DES DIFFÉRENTS TRONCONS (ETUDE IVANOV)

KAYES - BAKEL = 7,0 cm/km

BAKEL - MATAN = 4,5 "

KAEDI - BOGNÉ = 3,0 "

PODOR - R^d TOLL = 4,5 "

VARIATIONS DE PENTES ESTIMÉES POUR LA CRUE ARTIFICIELLE
(LDE)

(en cm/km)

	J _{max}	J _{min}	J _{stationnaire}
KAYES - BAKEL	7,1	5,3	6,8
BAKEL - MATAN	2,9	1,6	2,4
MATAN - KAEDI	4,1	2,5	3,6
KAEDI - SALDÉ	5,1	2,6	4,2
SALDÉ - PODOR	2,7	0,9	-

VITESSES MESURÉES (LDE)

La vitesse de l'écoulement dépend :

- de la pente J
- du rayon hydraulique R
- de la rugosité du lit du fleuve

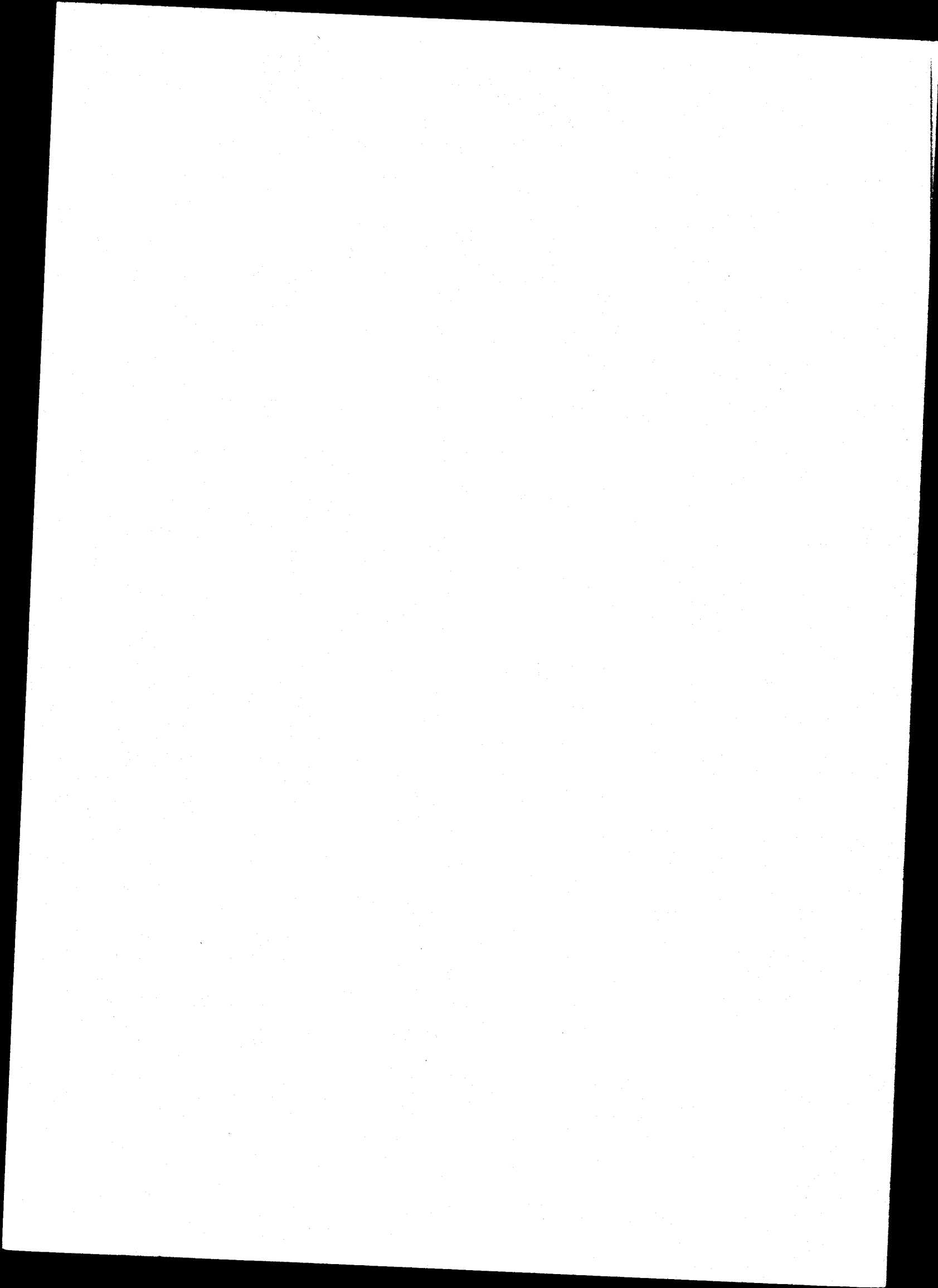
Appliquant la formule de Manning - Strickler^{2,2*}, LDE obtient les vitesses suivantes :

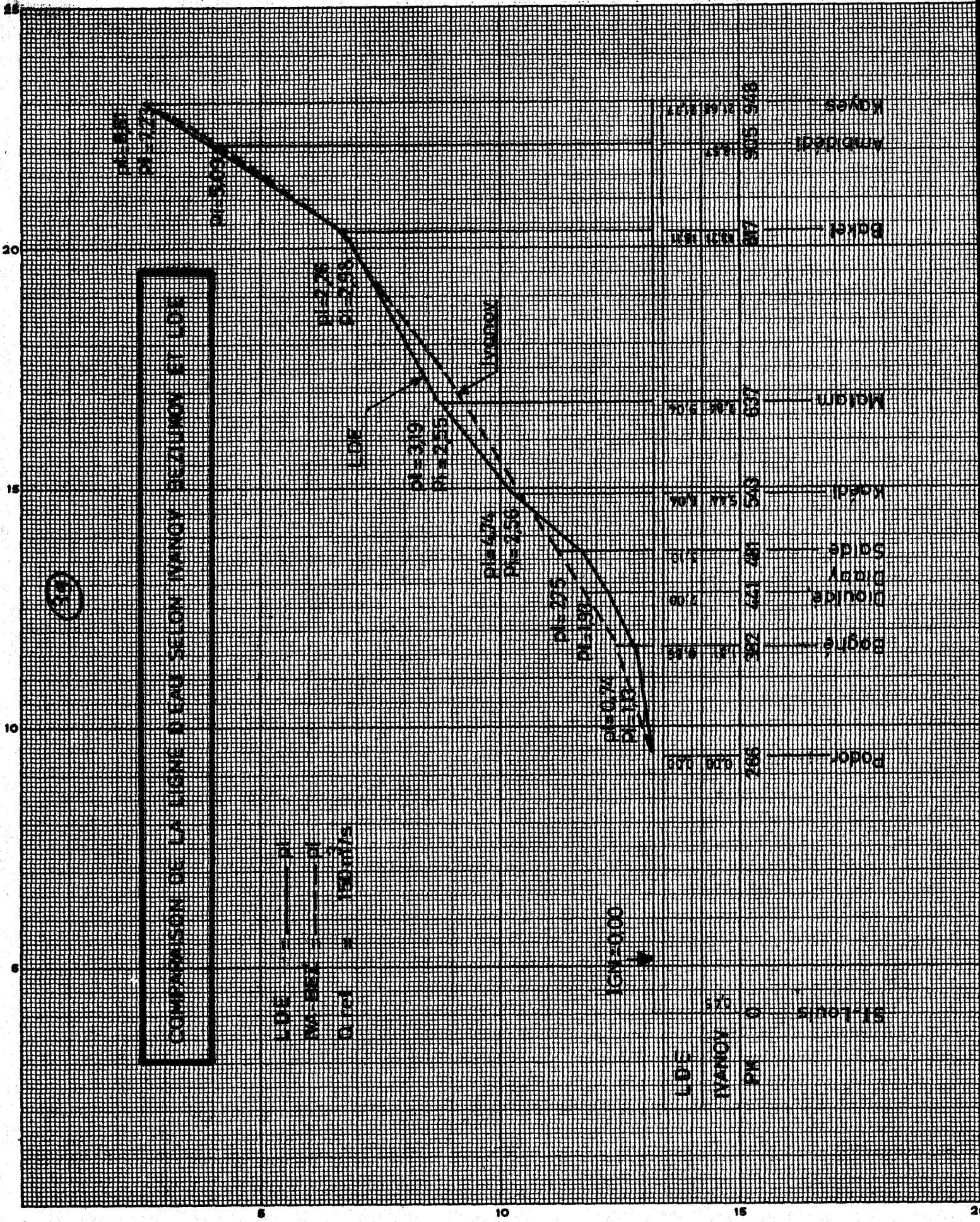
Décrué : débits entre 82 et 554 m³/s ; vitesse varie entre 0,16 et 0,54 m/s.

Crue : débit : 400 m³/s v = 0,61 m/s

Selon Ivanov et Bezukov, la vitesse entre St Louis et Kayes, varie entre 1,0 et 1,4 m/s pendant la crue et entre 0,4 et 0,8 m/s pendant la décrue.

* $v = k_s \cdot R^{2/3} \cdot J^{1/2}$ (k_s = coefficient de rugosité)



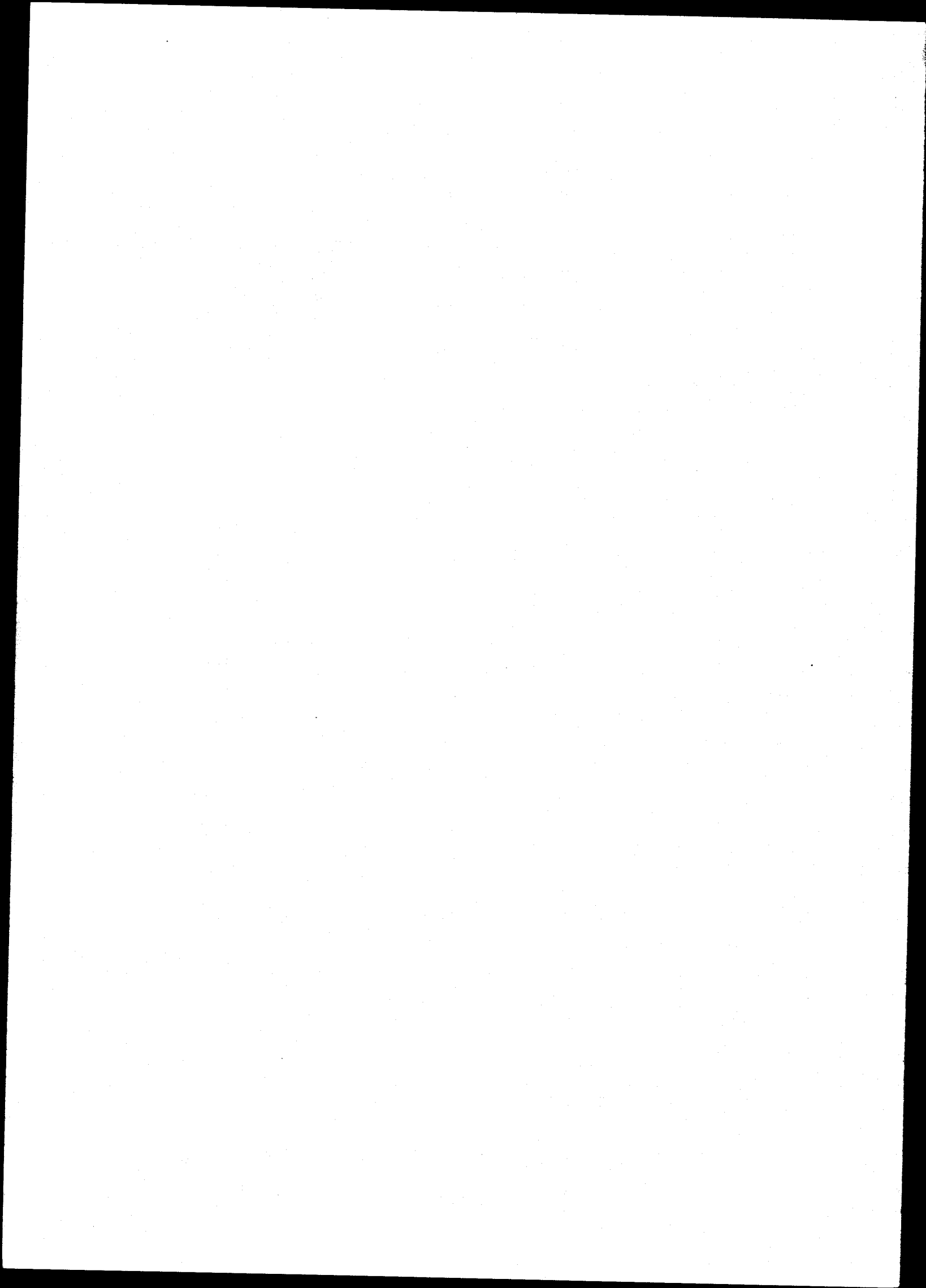


COMPARAISON DE LA LIGNE D'EAU SELON IVANOV BEZUNOV ET LDF

LDF
 1:1000
 0.100 m = 100m/1000

LDE
 1:1000
 0.100 m = 100m/1000





MODELE MATHÉMATIQUE D'ETIAGE DE LÉBOUDOU-DOUÉ (PK 244) JUSQU'À KAYES (PK 948)

La connaissance des conditions de l'écoulement dans le fleuve avant et après sa régularisation, et en fonction de sa géométrie, hydrologie, topographie, bathymétrie et rugosité, nécessite le recours à un modèle mathématique.

SOGREAH avait déjà réalisé le modèle de crue; les besoins de la navigation pérenne nécessitaient un modèle d'étiage qui, en faisant varier les:

- Répartition des débits le long du tronçon du fleuve à étudier

- Profondeur du chenal navigable

- Cote de retenue du barrage de Diamma

permettait de connaître pour chaque variante:

- L'allure du plan d'eau le long des secteurs étudiés

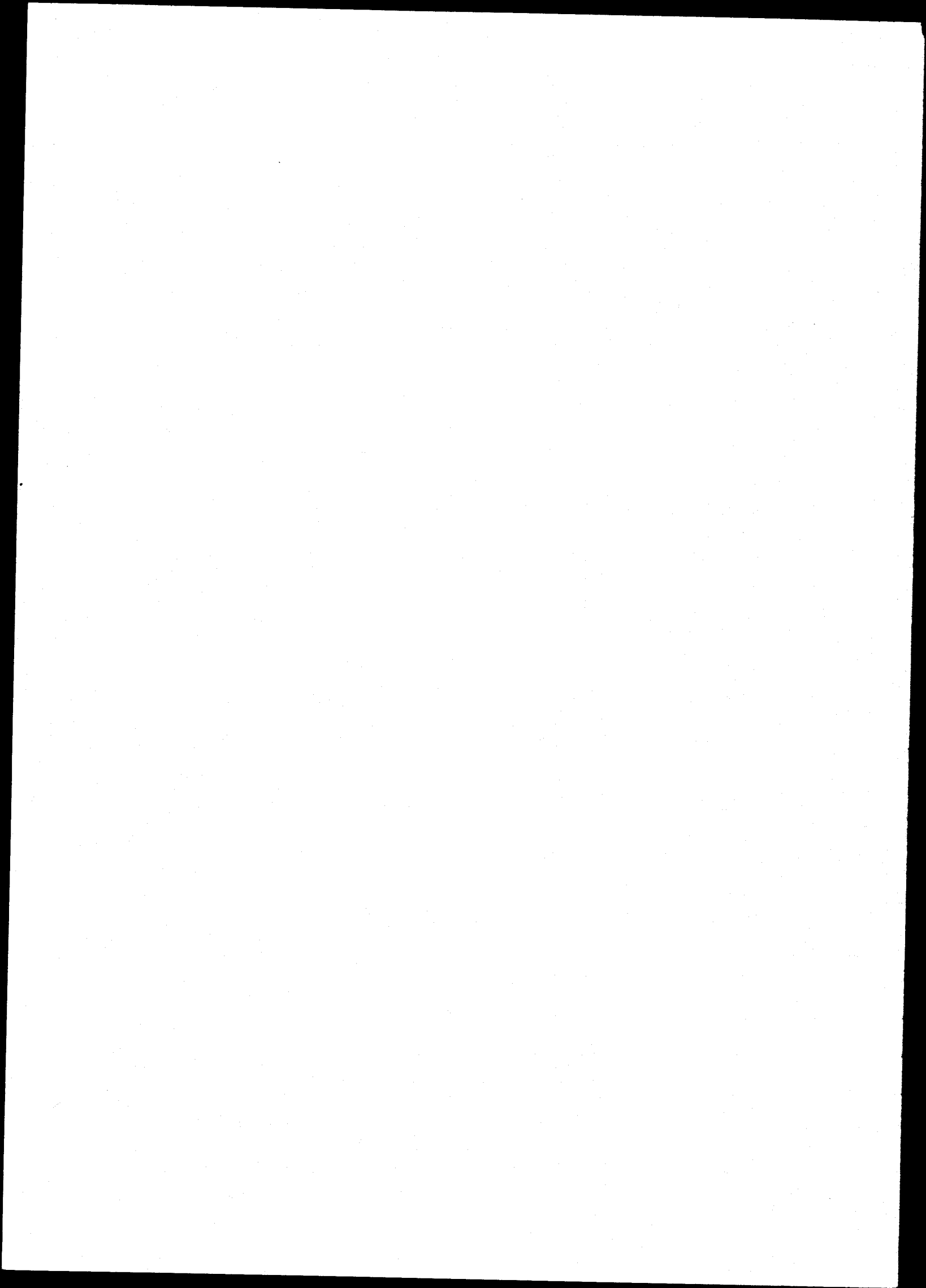
- L'allure du fond du fleuve selon les caractéristiques du chenal navigable

- Le volume d'excavation nécessaire à la réalisation du chenal

- Les profondeurs actuelles de l'écoulement le long du chenal retenu.

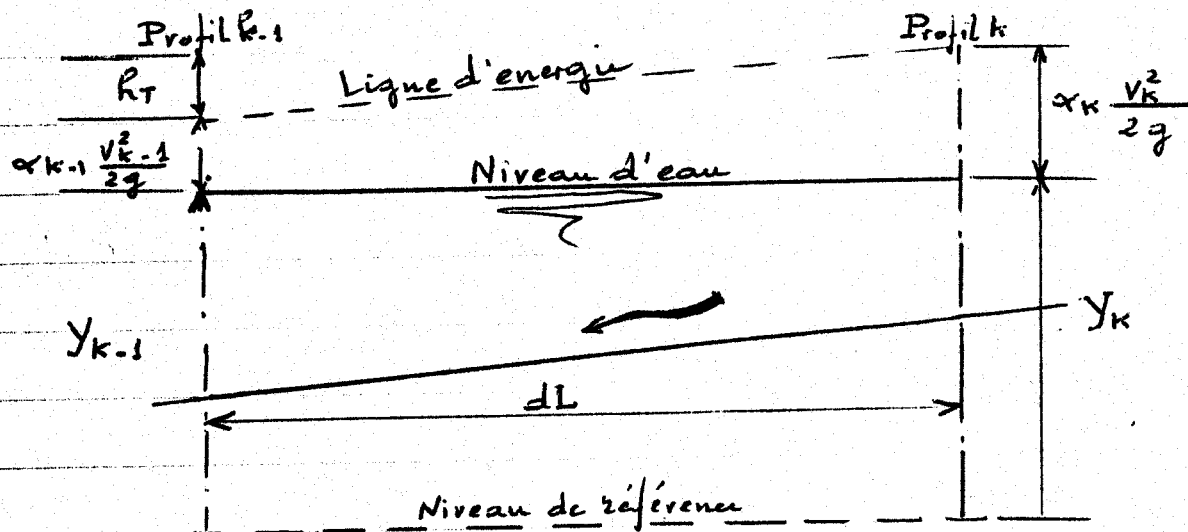
Le groupement LDÉ, confia à Electrowatt l'exécution de ce modèle en lui fournissant les données hydrologiques, topographiques et bathymétriques déjà recueillies.

Afin de reproduire aussi fidèlement que possible, les conditions topographiques à proximité du lit du fleuve Electrowatt utilisa les profils en Travers qui lui avaient été fournis.



Duis il appliqua le principe de la conservation de l'énergie de façon itérative d'un profil en travers à l'autre en tenant compte des caractéristiques hydrauliques existantes, selon la "Standard Step Method"

Les conditions d'écoulement dans deux profils voisins ont été énoncées à l'aide des équations suivantes :



$$Y_{k-1} + \alpha_{k-1} \frac{v_{k-1}^2}{2g} + h_T = Y_k + \alpha_k \frac{v_k^2}{2g} \quad (1)$$

où

Y_{k-1}, Y_k = Cotes des lignes d'eau en IGN

α_{k-1}, α_k = Coefficients de vitesse

v_{k-1}, v_k = Vitesses dans les profils

g = Accélération terrestre

h_T = Pertes totales entre les deux profils

dL = Distance entre les deux profils.

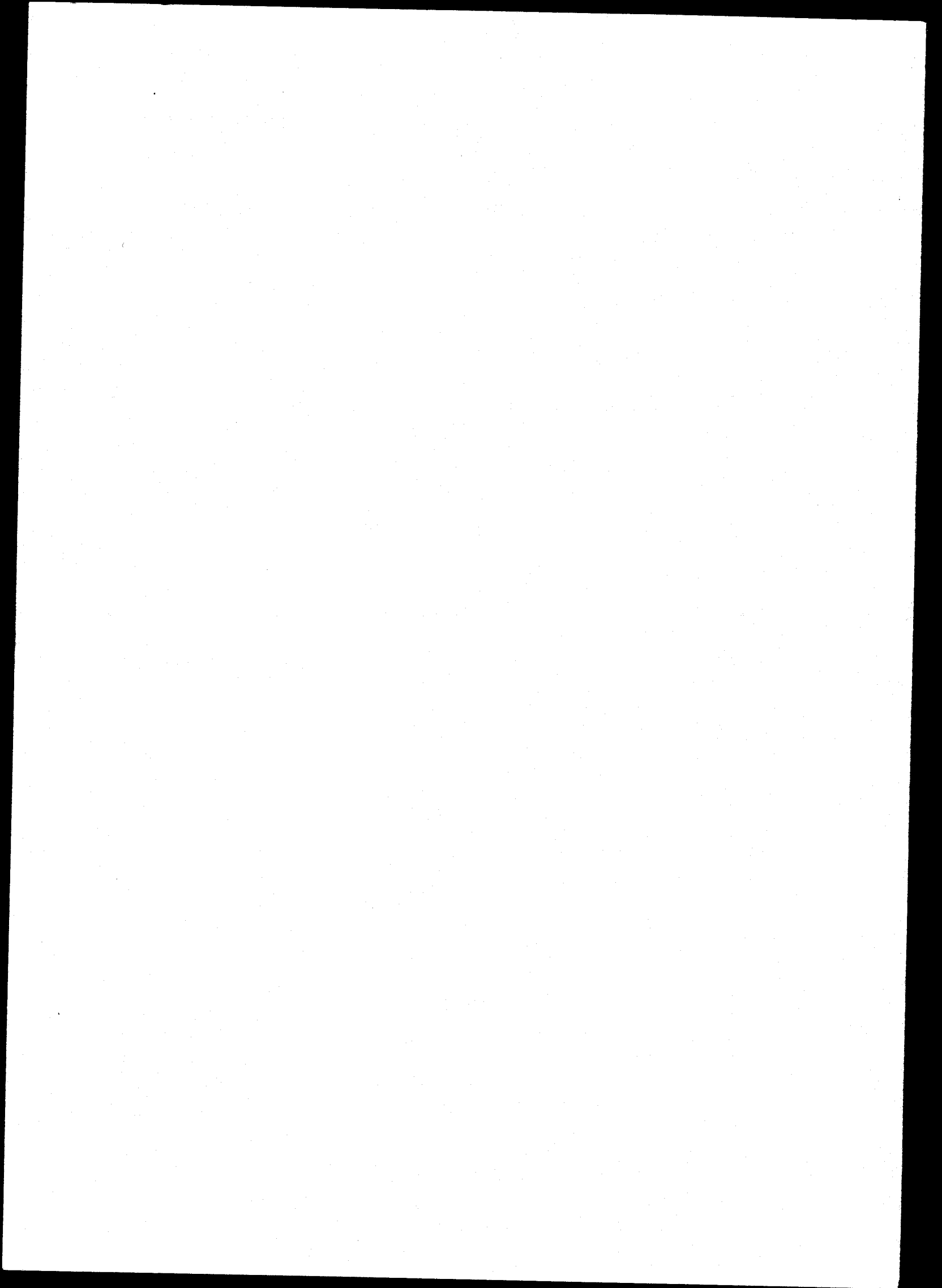
Les pertes totales sont :

- Pertes par frottement (Strickler)

$$h_f = \frac{v_m^2 \times dL}{K_m^2 \times R_m^{4/3}} \quad (2)$$

où $v_m = 1/2 (v_{k-1} + v_k)$ = vitesse moyenne ; $K_m = 1/2 (K_{k-1} + K_k)$ = Coef. rugosité moy

$$R_m = \frac{A_{k-1} + A_k}{P_{k-1} + P_k} = \text{rayon hydraulique moyen.}$$



- Pertes par suite d'élargissement et de rétrécissement de section :

$$h_c = c \times \frac{\alpha_{k-1} \cdot V_{k-1}^2 - \alpha_k \cdot V_k^2}{2g} \quad (3)$$

c Coefficient empiriquement bauté :

c = 0 - 0,2 → rétrécissement

c = 0 - 0,5 → élargissement

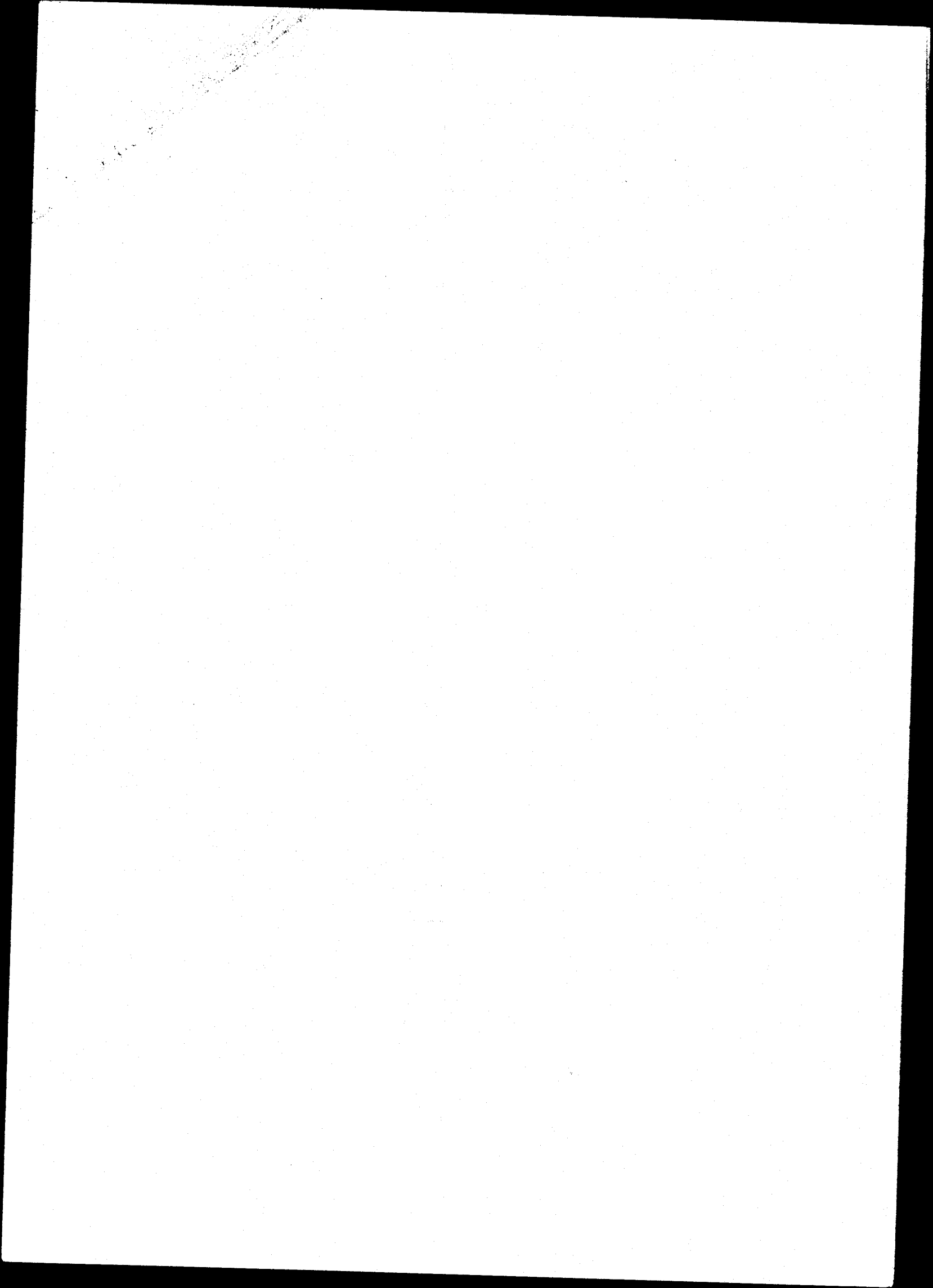
Pour obtenir la position du niveau du plan d'eau dans le profil k, on substitue les équations (2) et (3) dans (1) ce qui donne :

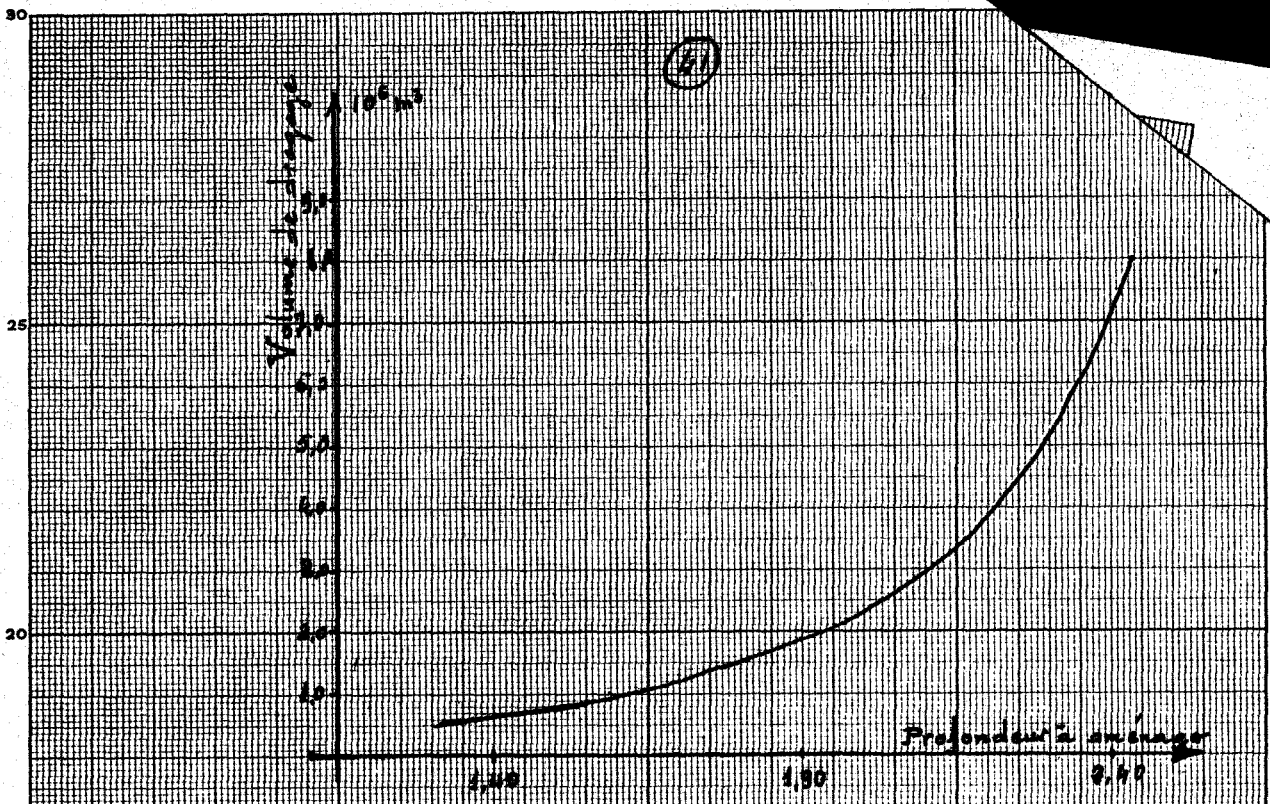
$$Y_k - Y_{k-1} + \frac{\alpha_k V_k^2 - \alpha_{k-1} V_{k-1}^2}{2g} - \frac{V_m^2 \Delta L}{K_m^2 R_m^{4/3}} - c \cdot \frac{\alpha_k V_k^2 - \alpha_{k-1} V_{k-1}^2}{2g} = F \rightarrow 0 \quad (4)$$

Pour déterminer le niveau du plan d'eau dans le profil k on a fait varier ce paramètre jusqu'à ce que la fonction F donne approximativement 0.

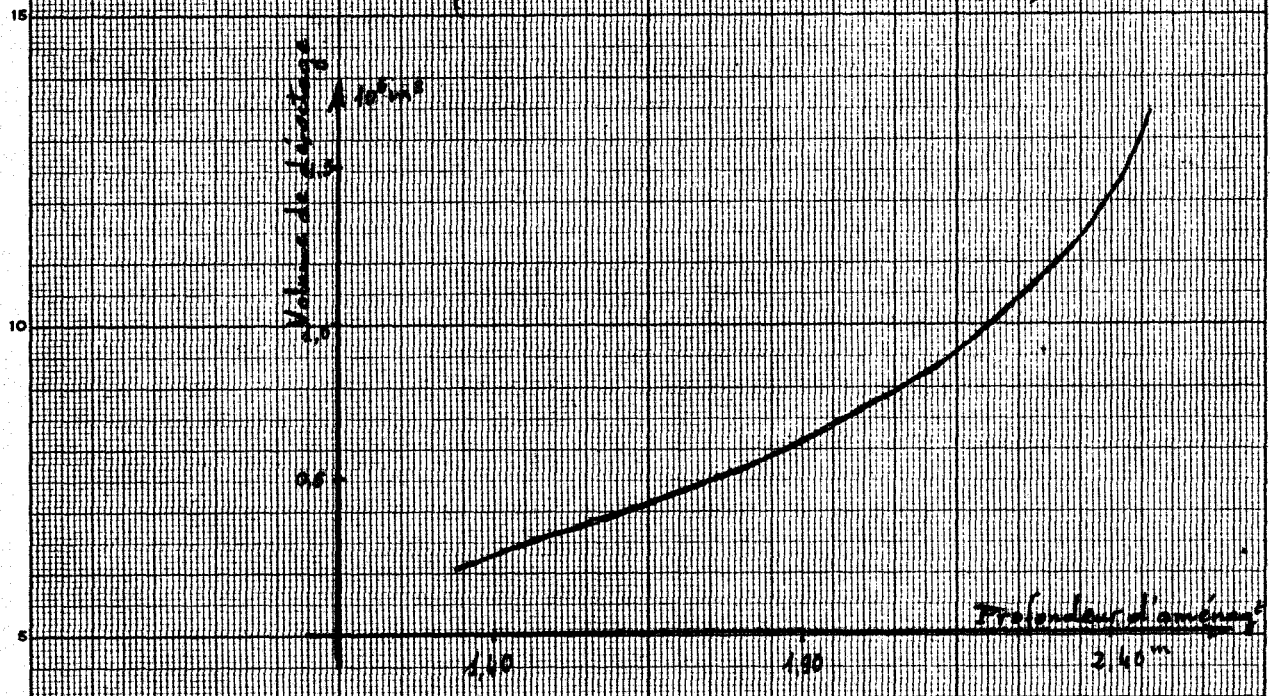
RESULTATS DES CALCULS

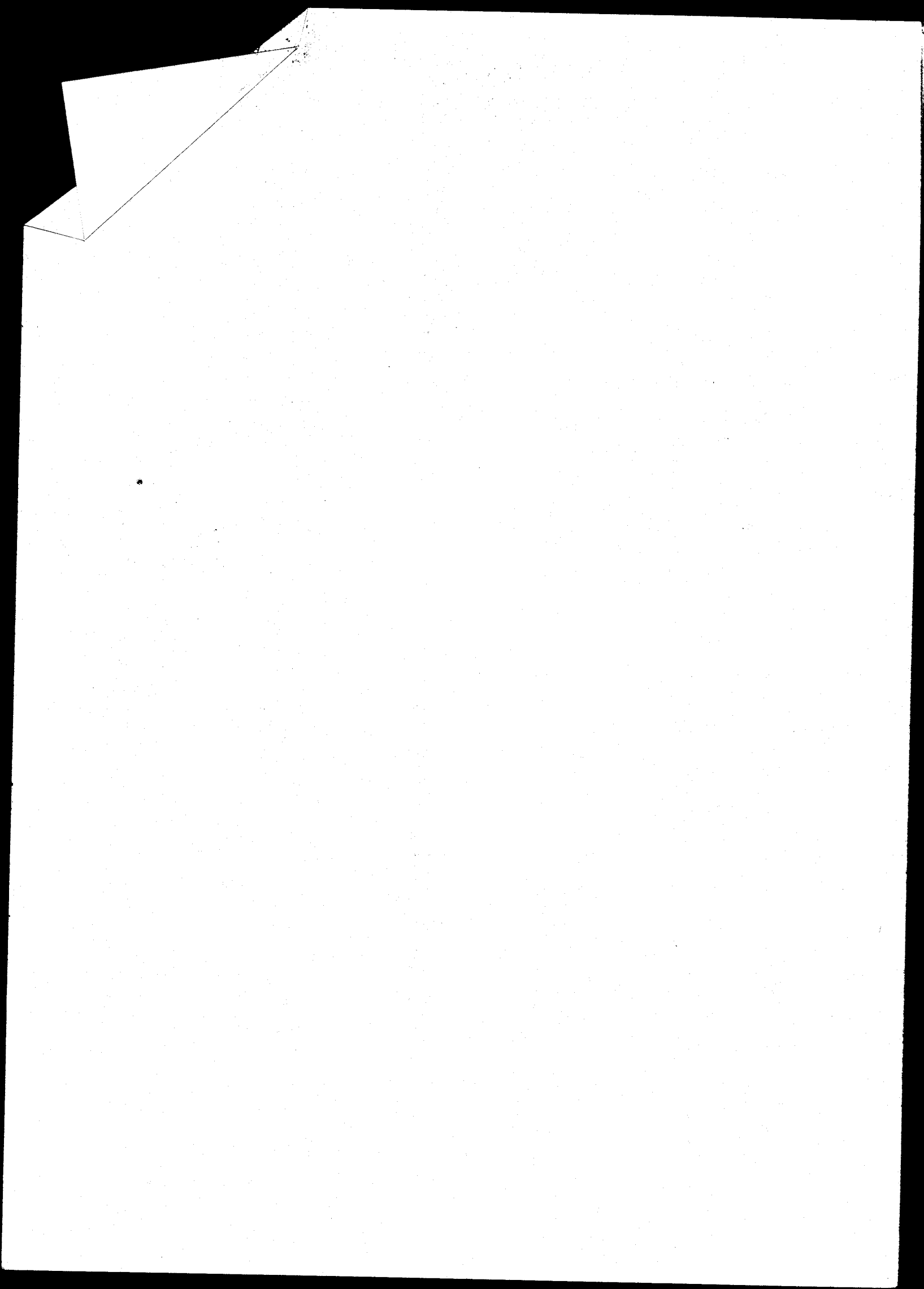
N° cas	Debit selon MANANTALI	Etat du lit du fleuve	Dragage du chenal (m)	Cote retenue Diam. en m I.G.N.
1	Cas 7, avril	Etat naturel	-	Sans barrage
2	"	"	-	1,50
3	"	"	1,50	"
4	"	"	2,00	"
5	"	"	2,50	"
6	Cas 7, janvier	selon cas n°4	-	"
7	"	" " n°3	-	"
8	PT 2, juin	" " n°4	-	"
9	Cas 7, avril	" " n°4	-	2,50





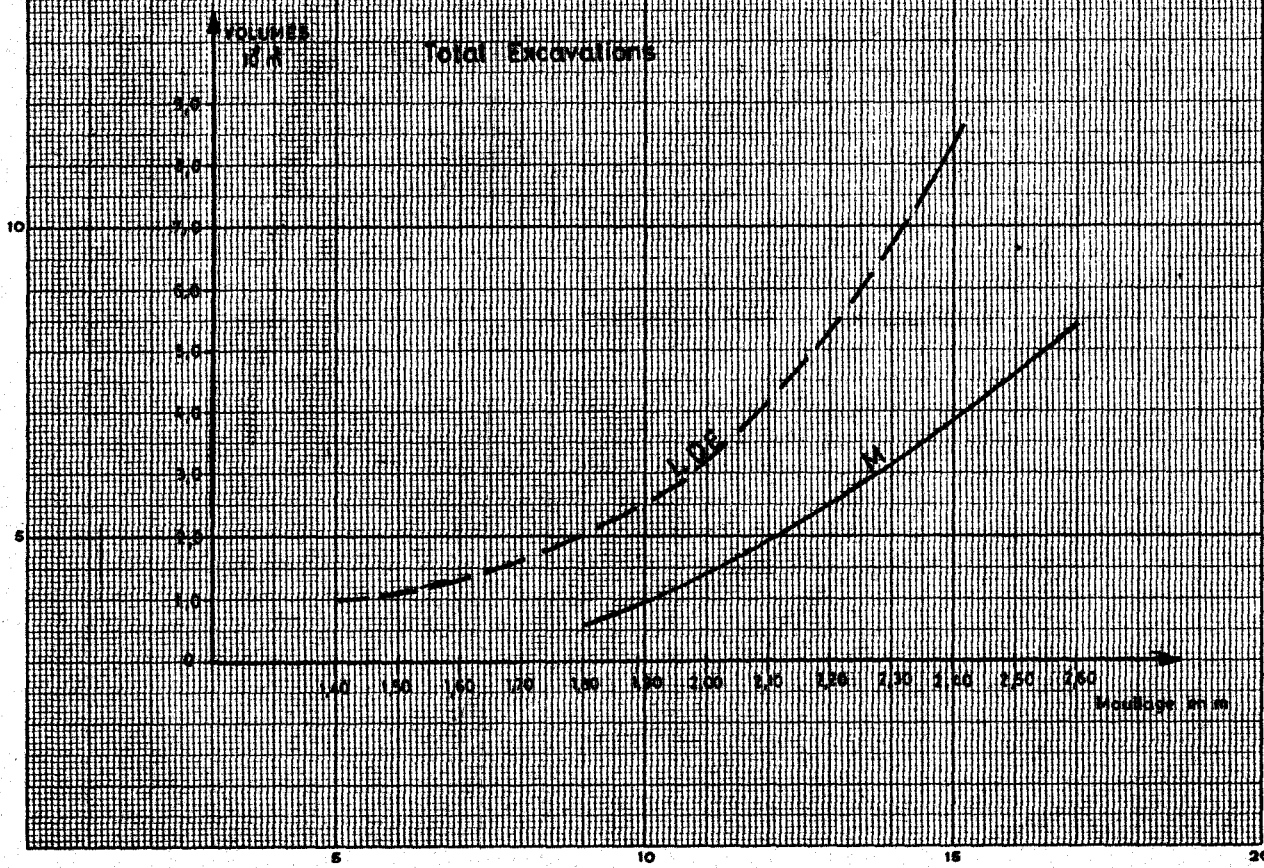
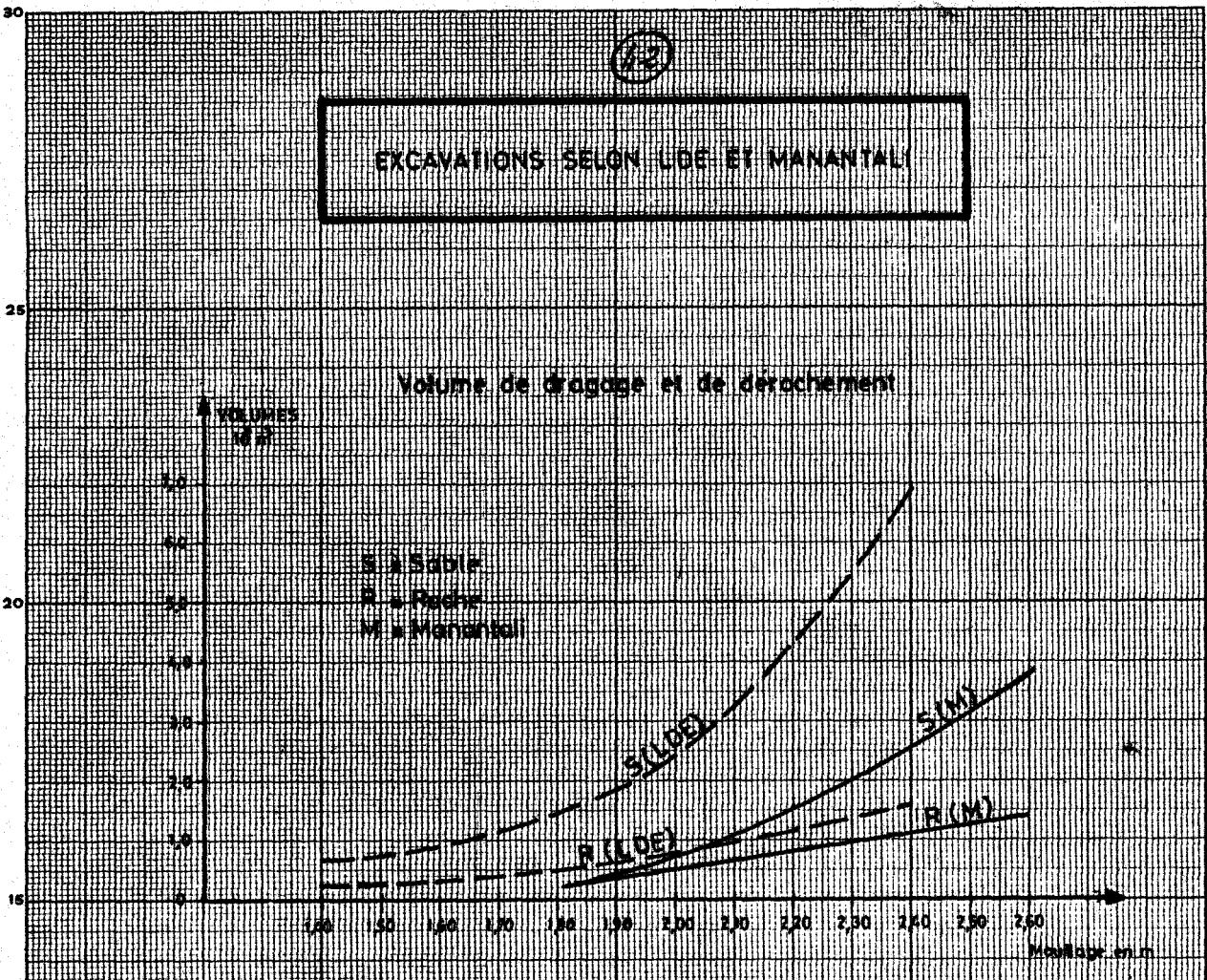
VOLUME D'EXCAVATIONS EN FONCTION DE LA PROFONDEUR
(Selon le modèle mathématique)

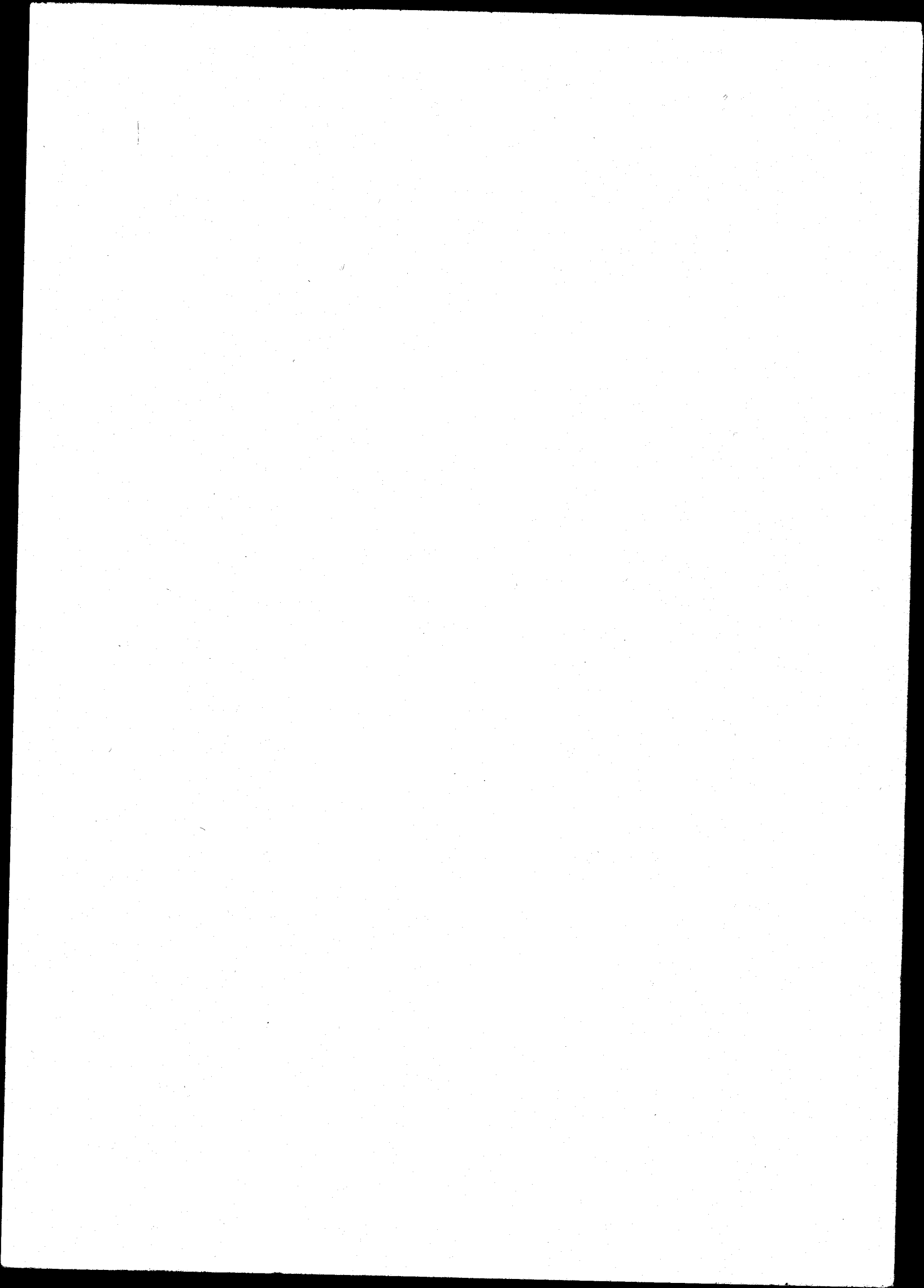




(12)

EXCAVATIONS SELON LDE ET MANANTALI





MODELES HYDRAULIQUES

L'embranchement du Doué, les seuils de Diawara et de Tamboukani, ont fait l'objet chacun d'un modèle hydraulique. Bien d'autres modèles étaient aussi nécessaires.

Pour reproduire aussi fidèlement que possible, l'écoulement turbulent du fleuve Sénégal pour des débits et des profondeurs relativement faibles, l'échelle des hauteurs doit être de $1 : n : 25$. L'échelle des largeurs et des longueurs a été : $1 : m = 1 : 100$.

La géométrie du modèle est ainsi distordue 4 fois par rapport à la profondeur.

SIMILITUDES

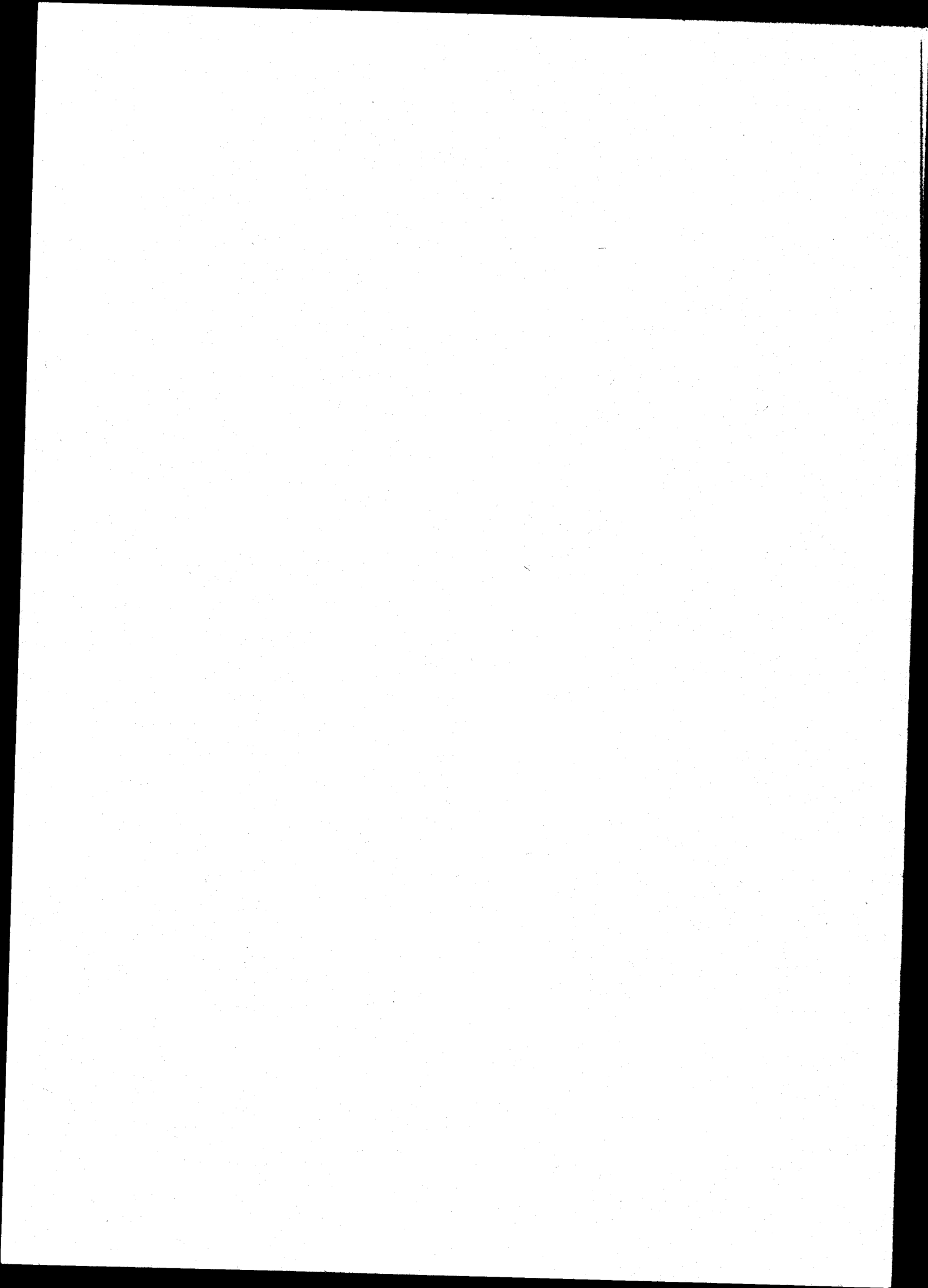
La similitude des conditions de mouvement, doit être obtenue en plus de la similitude géométrique du lit du fleuve.

Lors de la similitude géométrique et dynamique, les vitesses et accélérations aux points ayant une position analogue dans la nature et dans le modèle, auront alors le même rapport entre elles.

Pour des écoulements à surface libre, les forces de gravité et d'inertie sont prédominantes par rapport aux forces de frottement et capillaires.

C'est pourquoi, la loi de Froude qui ne prend en compte que les forces de gravité et d'inertie, permet de transformer avec une précision suffisante les valeurs du modèle en valeurs de la réalité étudiée.

Dans les modèles géométriquement analogues, les courants à surface libre, sont similaires à la réalité si le nombre de Froude



est égal sur modèle et dans la nature :

$$Fr = \frac{V_N^2}{g \times L_N} = \frac{V_M^2}{g \times L_M}$$

où

V = vitesse du courant en m/s

L = longueur caractéristique en m

g = accélération de la pesanteur ($9,81 \text{ m/s}^2$)

N = valeurs de la nature

M = " du modèle.

ECHELLES DE TRANSFORMATION SELON FROUDE

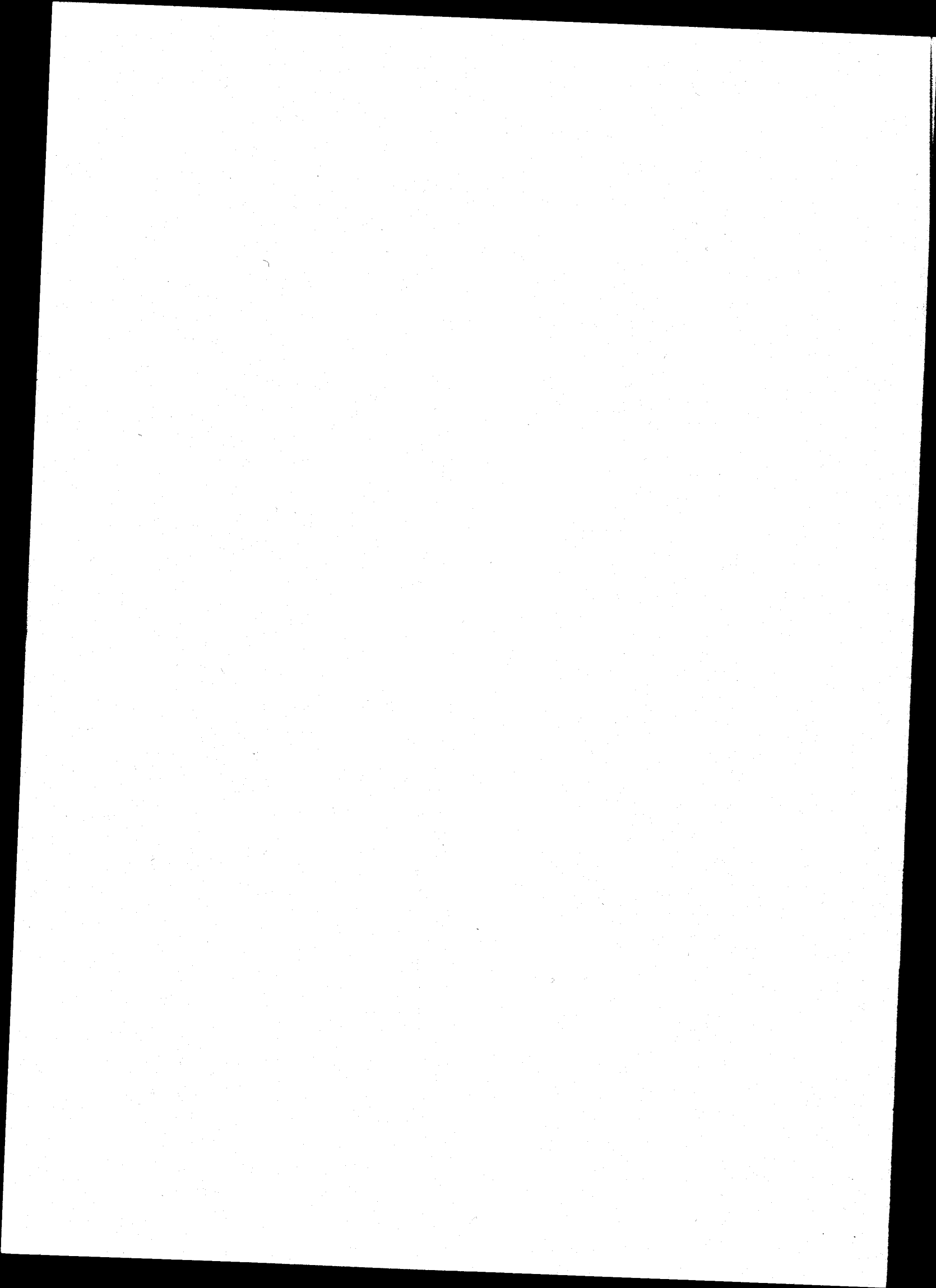
Données géométriques et physiques	Désignation Modèle : Nature	Echelle de Transformation
Longueurs et largeurs (m)	$L_M : L_N$	$1 : m = 1 : 100$
hauteurs, profondeurs (m)	$h_M : h_N$	$1 : n = 1 : 25$
Coupes transversales (m^2)	$F_M : F_N$	$1 : (m \times n) = 1 : 2500$
Accélération (m/s^2)	-	$1 : 1$
Débits (m^3/s)	$Q_M : Q_N$	$1 : (m \times n^{1.5}) = 1 : 12.500$
Vitesse du courant (m/s)	$V_M : V_N$	$1 : n^{0.5} = 1 : 5$
temps (s)	$t_M : t_N$	$1 : (m \times n^{-0.5}) = 1 : 20$
Pentes relatives	$J_M : J_N$	$1 : (n \cdot m^{-1}) = 4 : 1$

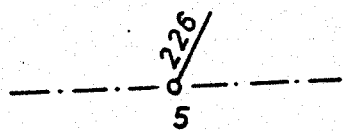
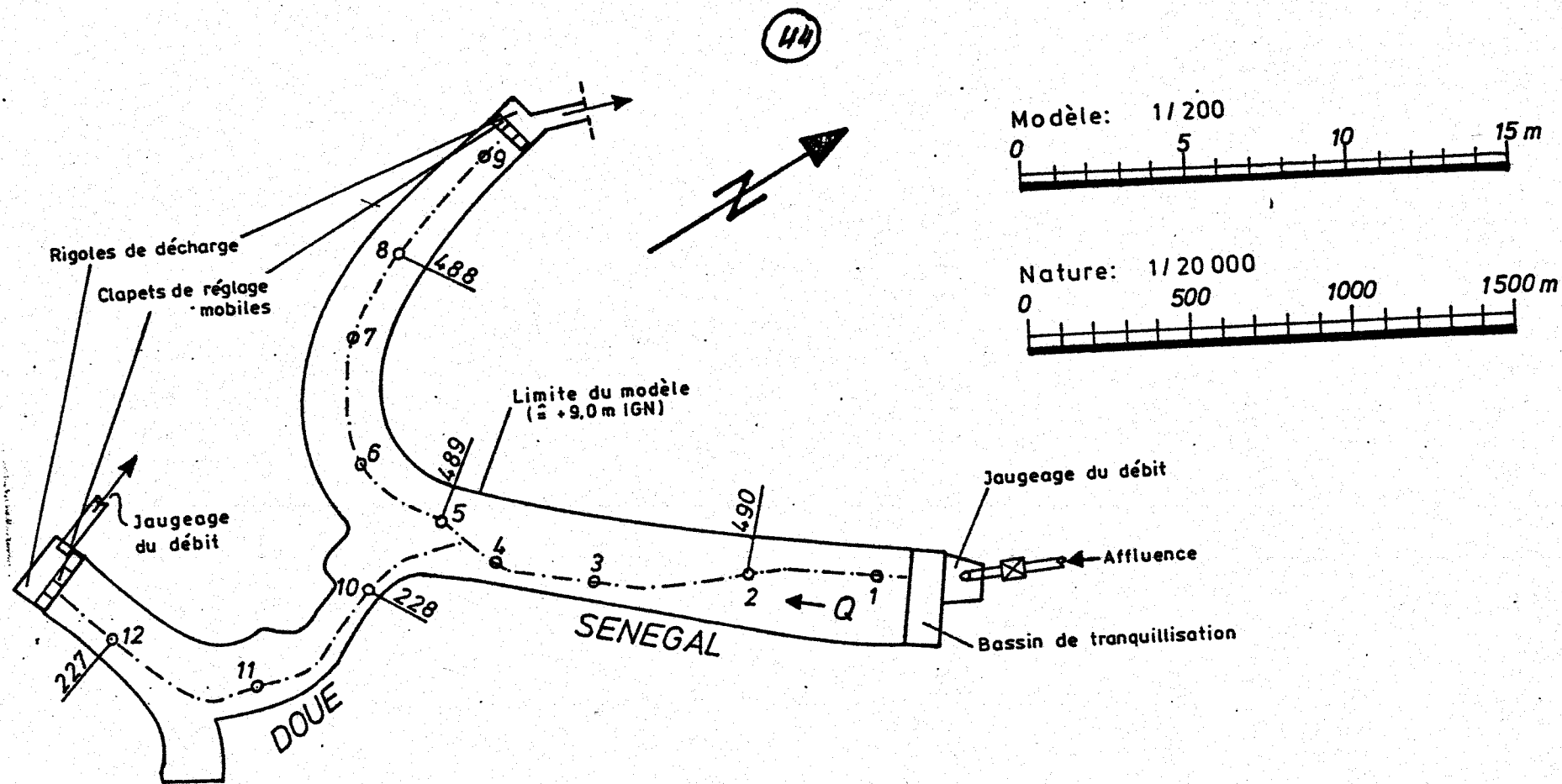
ETALONNAGE DES MODÈLES RÉDUITS

Se fait d'après la loi de similitude de Froude et la formule d'écoulement de Manning-Strickler

$$\frac{(k/h)_N}{(k/h)_M} = n^{-3}$$

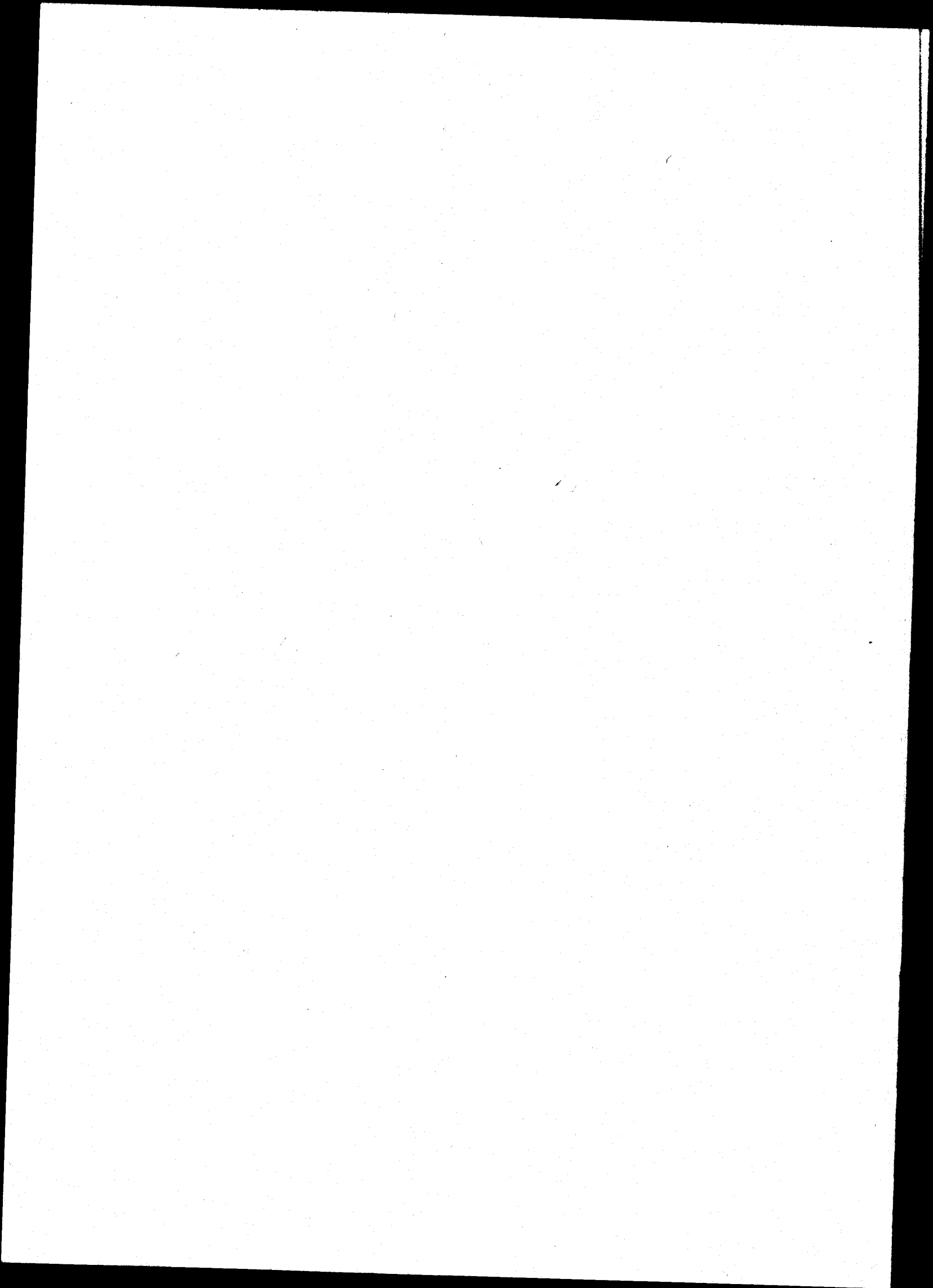
k/h = rugosité relative; k = rugosité du sable selon Nikuradse
 h = profondeur d'eau; n = facteur de surélévation (L_N/L_M): (h_N/h_M)



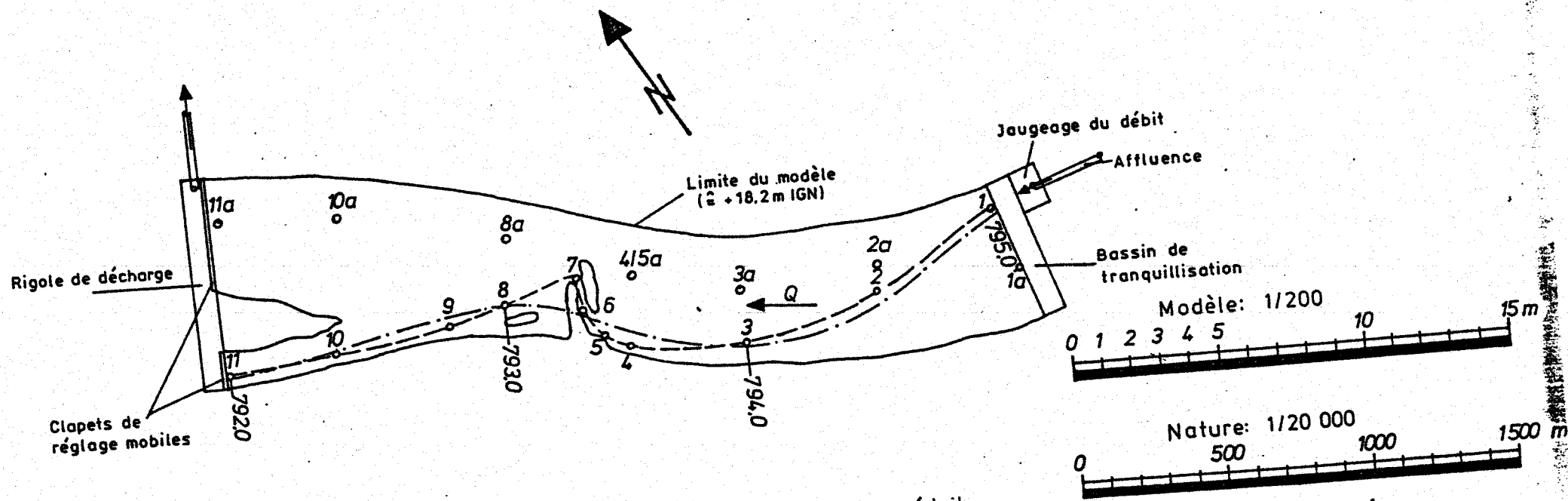


Talweg et position des échelles
limnimétriques dans le modèle réduit

Modèle de l'embranchement du Doué-Plan d'ensemble



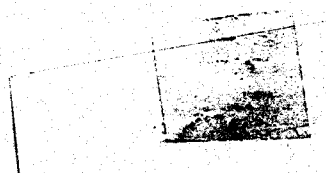
45

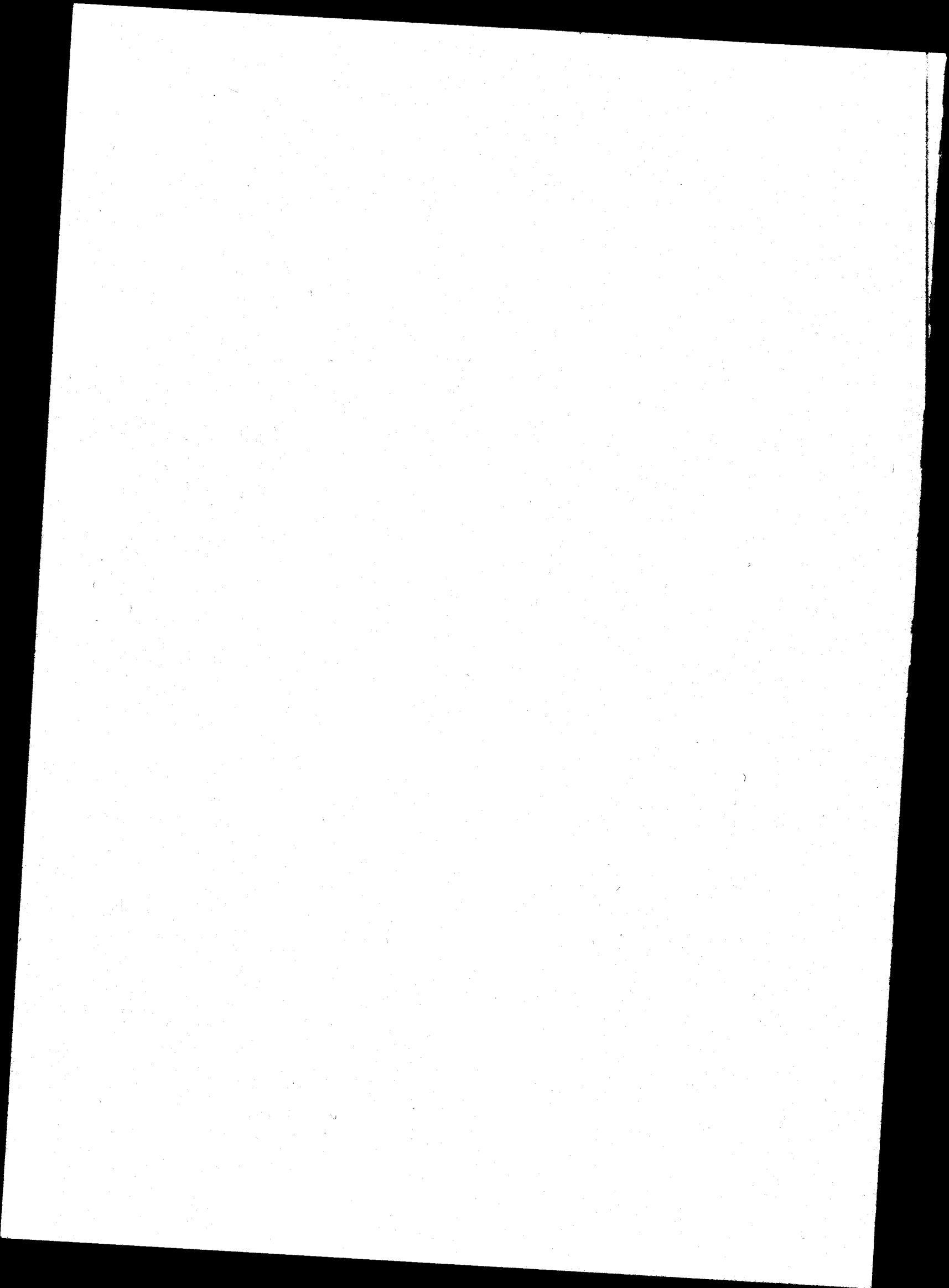


7930
8 Talweg et position des échelles limnimétriques dans le modèle réduit

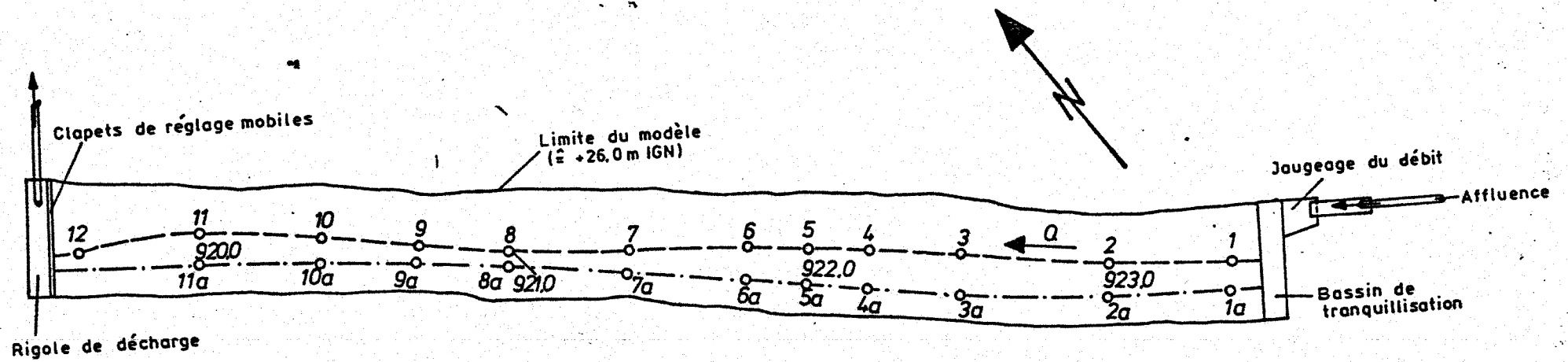
----- Axe du chenal navigable prévu

Modèle de la barrière rocheuse de Diawara - Plan d'ensemble



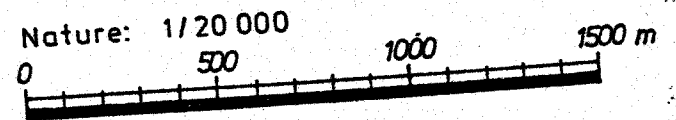
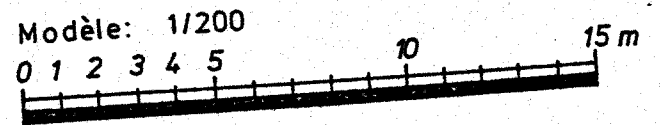


46

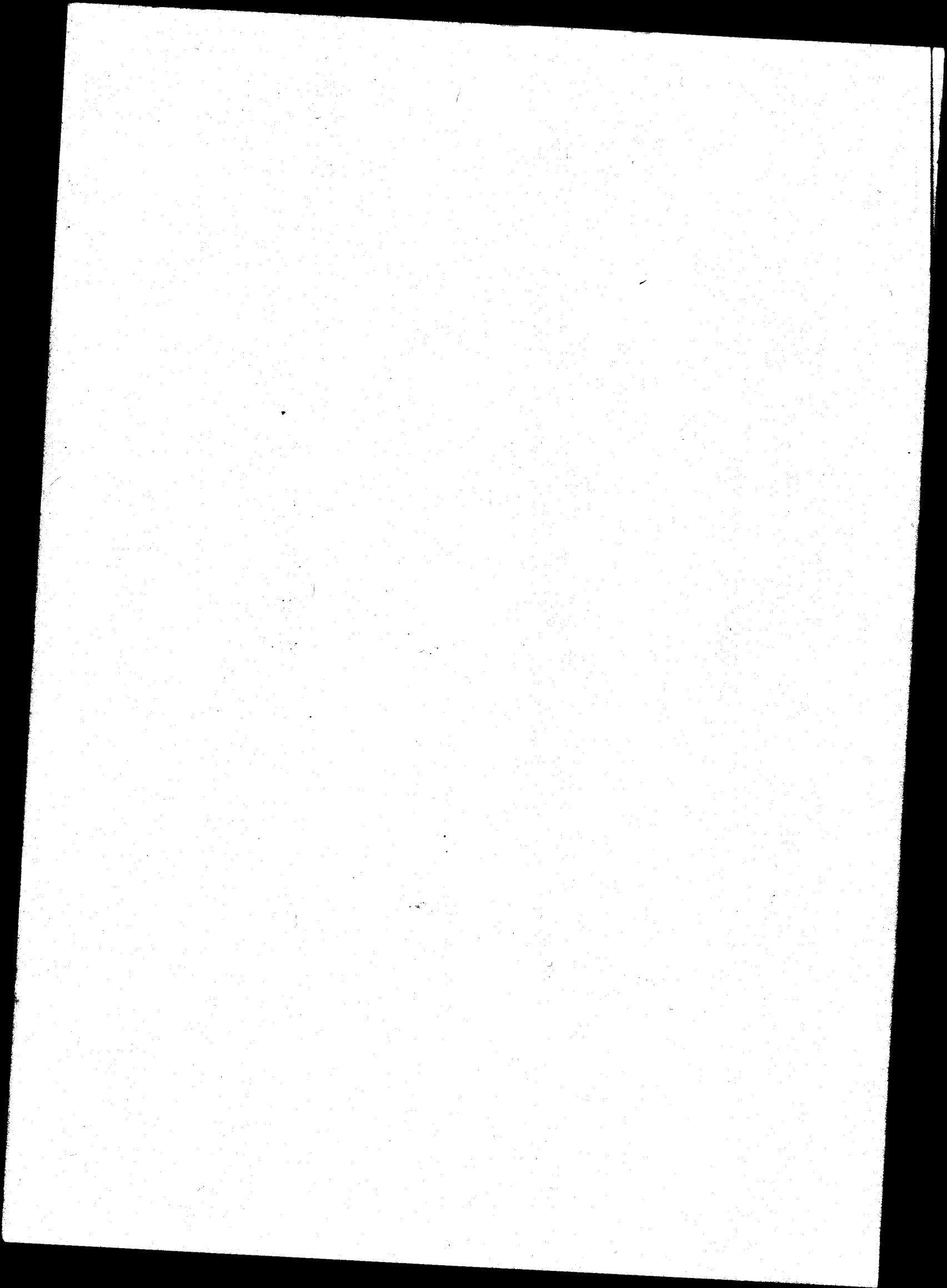


—○— Talweg et position des échelles limnimétriques dans le modèle réduit

----- Axe du chenal navigable prévu



Modèle du seuil rocheux de Tamboukané - Plan d'ensemble



BATELLERIE FLUVIALE

Elle doit répondre au volume et à la nature du trafic fluvial actuel et prévisible, et aux contraintes physiques et géométriques de la voie d'eau.

Elle est généralement conçue selon le principe: "aussi grande que possible, aussi petite que nécessaire" qui satisfait les conditions économiques du transport et les conditions techniques du chenal navigable.

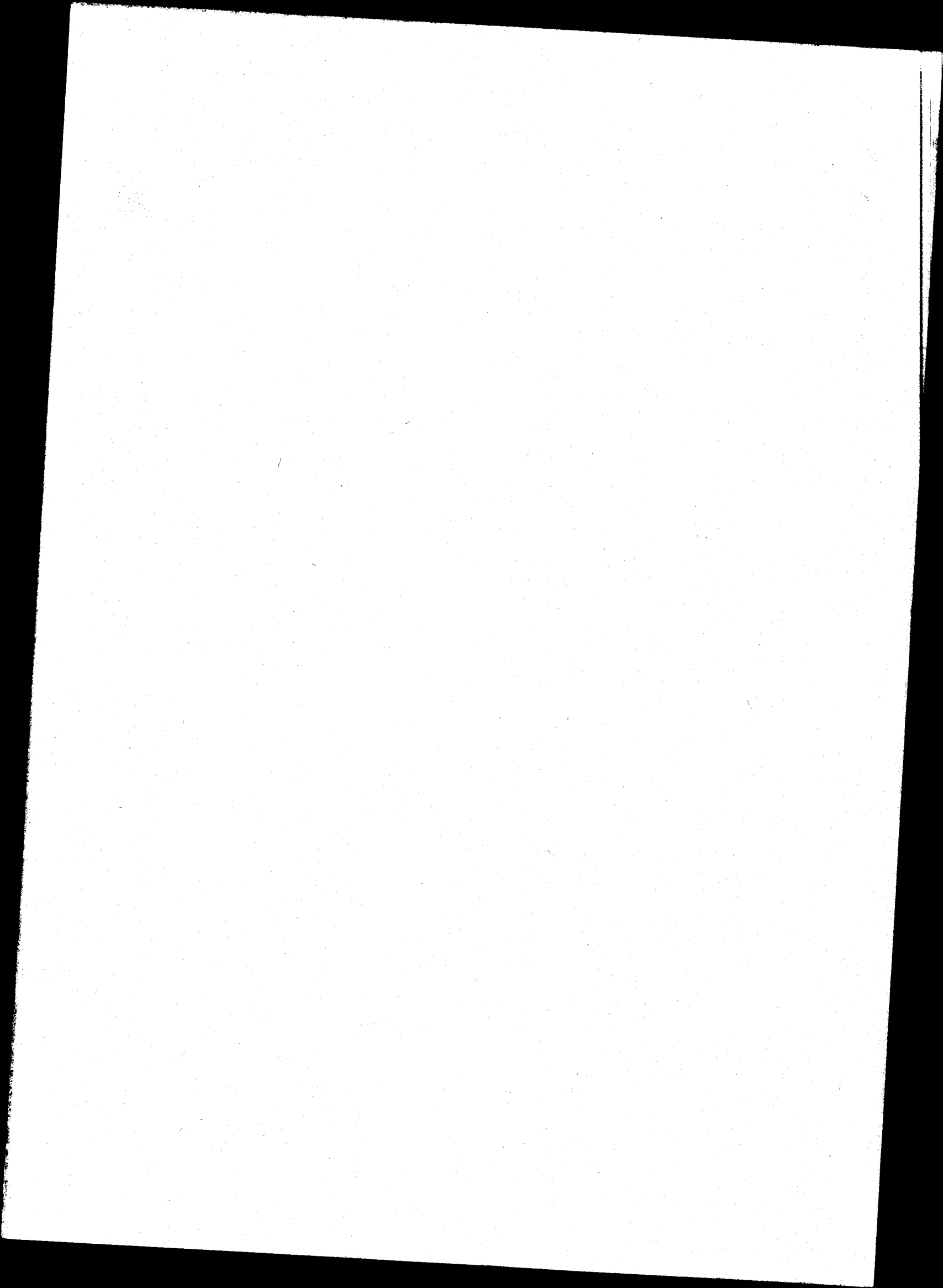
Ces conditions doivent être considérées simultanément en vue de minimiser les investissements et maximiser les services.

Plusieurs types et systèmes de bateaux ont été envisagés par les différentes études de navigation sur le fleuve Sénégal, mais aucun bateau ou système n'a fait l'objet d'essai in situ.

L'étude LDE a envisagé six systèmes reproduits dans ce qui suit.

Les convois à pousser ont été abandonnés à cause du coût élevé du pousser par rapport à celui de la barge automotrice, et les convois accouplés latéralement ont été abandonnés à cause de la largeur du chenal qu'ils exigeaient.

Ce matériel a été prévu pour un trafic lourd.

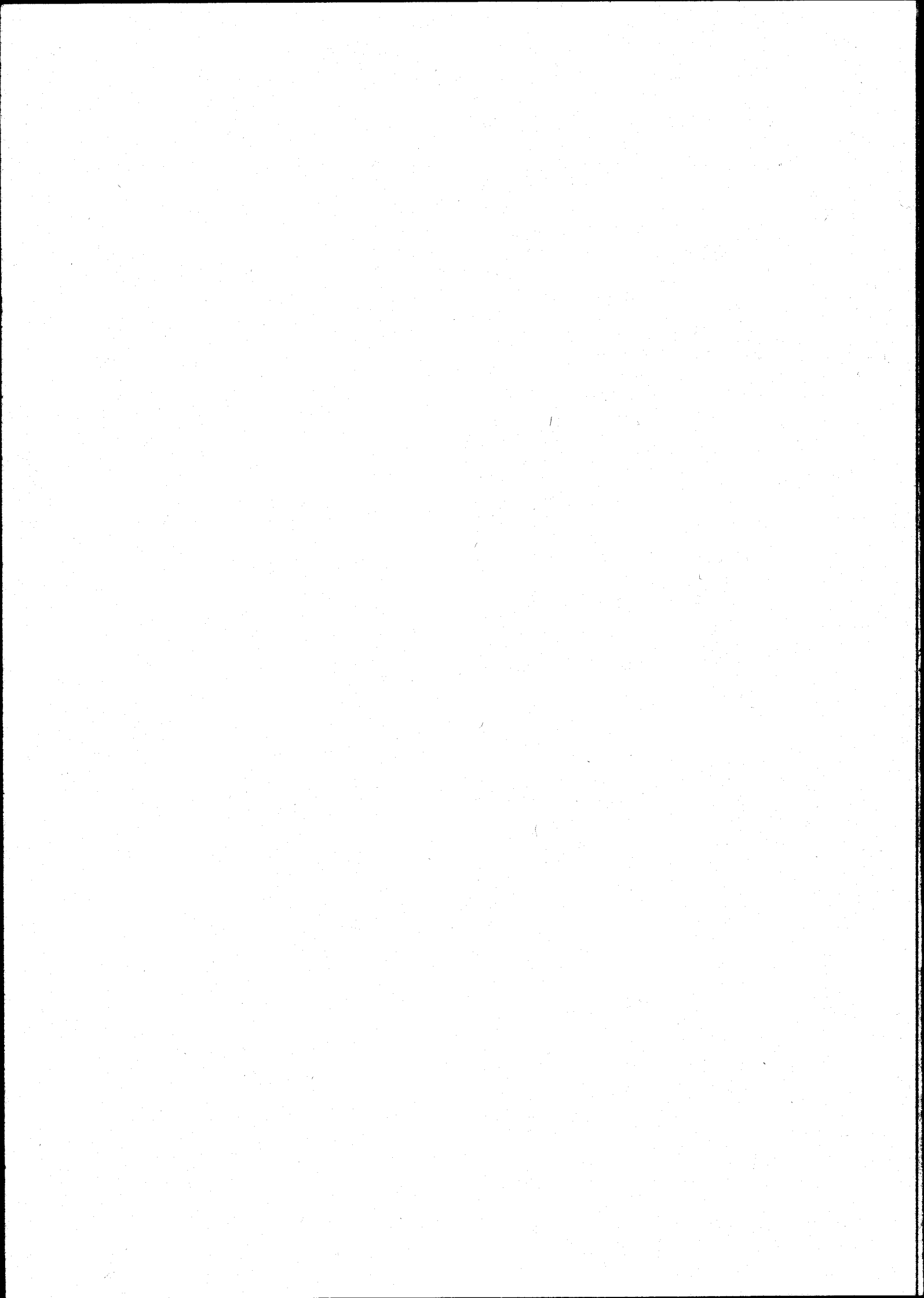


TYPES DE BATEAUX SELON ETUDES PNUD-OERS

TYPE de BATEAU	Bateau à moteur pour marchandises		Vedette fluviale 60 passagers
	TPL 350T (fleuve)	TPL 150T (Cabotage)	
Longueur hors tout (m)	44,05	31,30	18,00
Largeur au couple (m)	10,20	6,80	6,30
Enfoncement en charge (m)	4,50	2,10	0,60
Port en lourd (T)	350	150	-
Nombre passagers	4	30	60
Nombre hélices	2	1	2
Puissance de propulsion (CV)	2 x 150	1 x 300	2 x 590
Vitesse en eau calme km/h	19,5	16,7	48
hauteurs	10	9	25,9

SELON ETUDES "MANANTALI".

Type bateau	Longueur (m)	Largeur (m)	Enfoncement (m)	Hauteur (m)	Charge U (T)	Puissance (CV)
Pousseur SBI	28	9	1,2	2,0	-	2 x 750
Pousseur SBII	28	9	1,1	2,0	-	2 x 450
Pousseur de Pna	12	4	1,0	2,0	-	1 x 200
Barge FLI (marchandises)	50	11	2,5	3,8	1050	
Barge FLII (marchandises)	48	11	2,0	3,0	790	
Barge TL (Pétrole)	50	11	2,4	2,5	1000	
Barge EL (minerais)	50	11	2,8	3,1	1220	



DIMENSIONS DES BARGES ET DES POUSSEURS ADOPTÉS PAR LDE

BARGES

$L = 55^m$; $l = 11.4$; $e_c = 2,00^m$; $h_c = 3.20^m$
 Déplacement : $1125 m^3$; $P_{lég.} = 300^T$ pr barge automot.
 $P_{lég.} = 230^T$ pr barge simple.

POUSSEURS

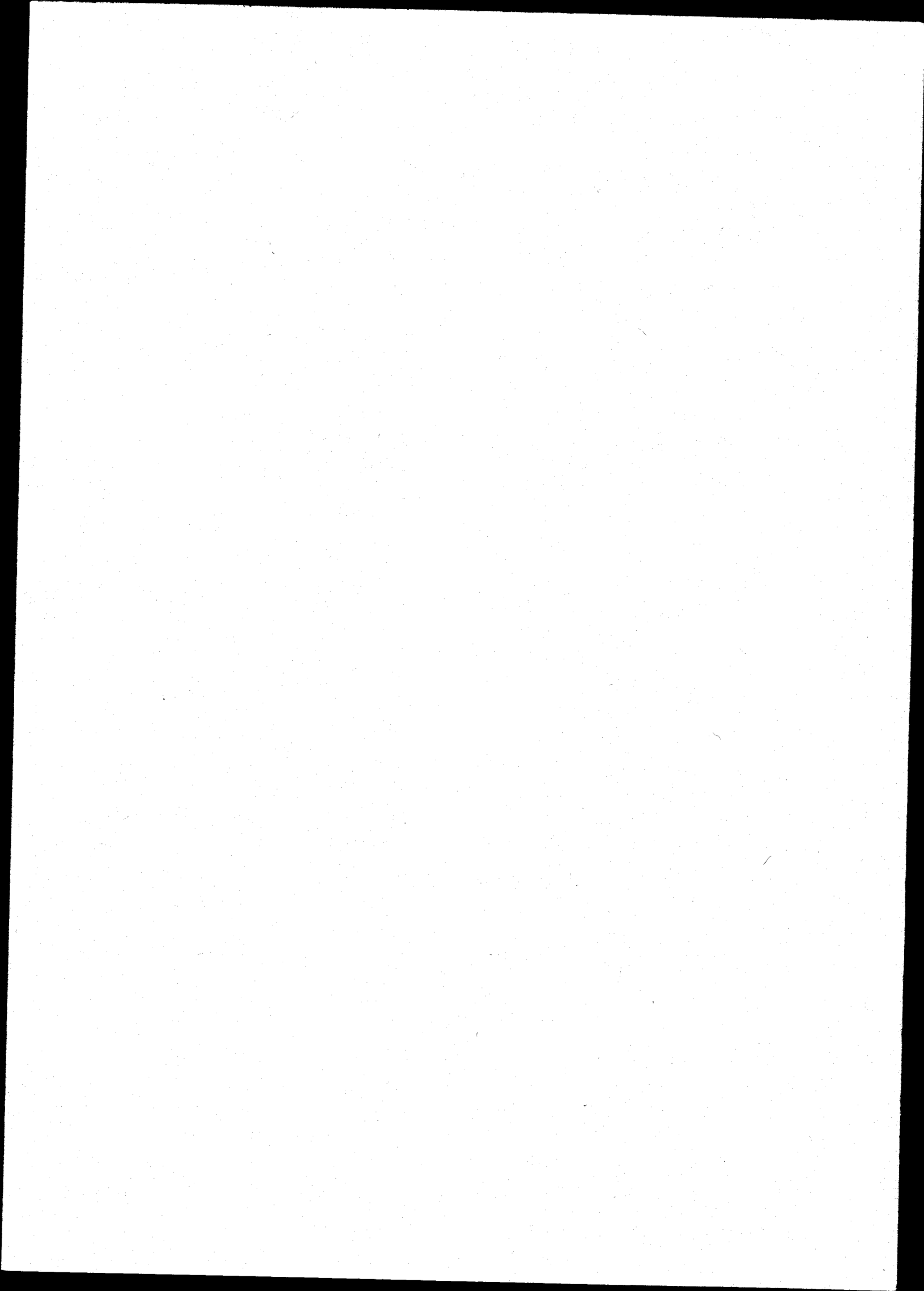
$L_{ht} = 25,00^m$; $l_c = 11,40^m$; $e_c = 1,10^m$;
 $H = 8,00^m$; $D_c = \sim 200^m$; $P = 3 \times 400 cv$
 (hélice-gouvern.)

CAPACITÉ D'UNE BARGE POUSSÉE (LDE)

Enfoncement e_c (m)	Charge Utile (T) en fonction de e_c	
	sans panneau	avec panneau
1,00	300	290
1,50	590	580
1,70	710	700
2,00	890	880
2,10	955	945

CAPACITÉ DES DIFFÉRENTS CONVOIS "LDE" EN FONCT. DE L'ENF. ONCEMENT

Convoi Enfoncement	C.V. = f(e_c)		
	1,0 m	1,5 m	2,0 m
M ₁	230	520	820
M ₂	530	1110	1710
M ₃	830	1700	2600
S ₁	300	590	890
S ₂	600	1180	1780
S ₄	1200	2360	3560
S ₆	1800	3540	5340



VITESSE DE LA BATELLERIE en km/h PAR RAPPORT A L'EAU - Pied De Pilote : 0,5 m

Enfoncement / Mouillage	M ₁	M ₂	M ₃	S ₂	S ₃	S ₄	S ₆
1,0 / 1,5	11,1	10,8	10,5	11,5	11,1	9,7	9,4
1,5 / 2,0	11,0	10,7	10,2	11,1	10,9	9,0	8,4
2,0 / 2,5	10,5	10,2	9,9	10,6	10,2	8,0	7,7

VITESSE EFFECTIVE EN km/h
 (pied de pilote : 0,50 m ; vitesse du courant : 2,0 m/s)
 M = Montée ; D = Descente.

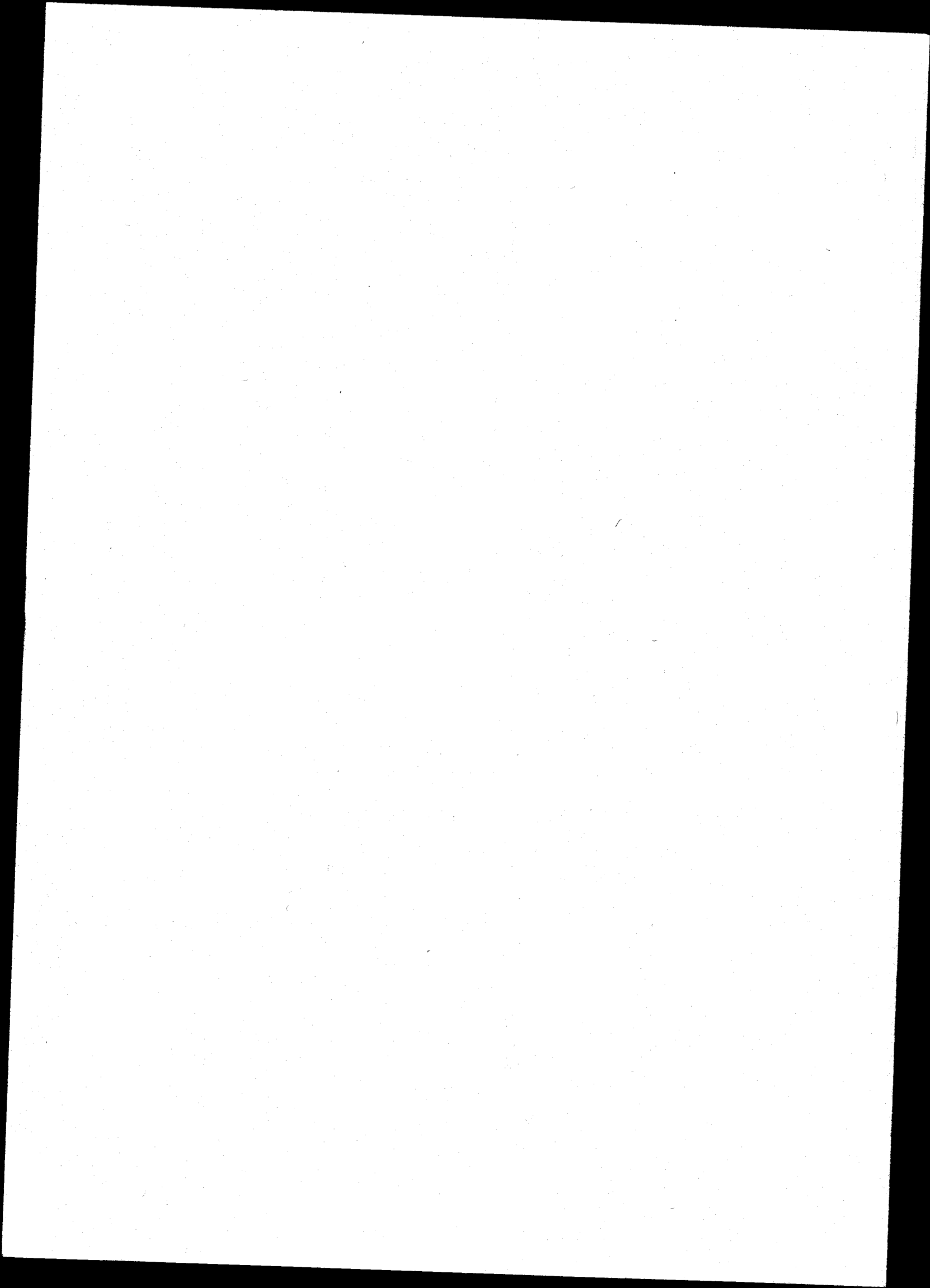
Enfoncement / Mouillage	M ₁		M ₂ ou S ₂		M ₃ ou S ₃		S ₄		S ₆	
	M	D	M	D	M	D	M	D	M	D
1,0 / 1,5	9,1	13,1	8,8	12,8	8,5	12,5	7,7	11,7	7,4	11,4
1,5 / 2,00	9,0	13,0	8,7	12,7	8,2	12,2	7,0	11,0	6,4	10,4
2,0 / 2,5	8,5	12,5	8,2	12,2	7,9	11,9	6,0	10,0	5,7	9,7

CONSUMMATION DE CARBURANT

La consommation moyenne des moteurs diesel des bateaux, d'une puissance nominale de P_n = 400 cv, a été calculée pour :

170 g/cv/h ou 68 kg/h

Une barge automotrice consommera donc : 140 kg/h
 Un punier à 3 moteurs de 400 cv " " : 205 kg/h.



MOUILLAGES DU FLEUVE
EN FONCTION DU DEBIT - SELON BEZIUKOV (1971)

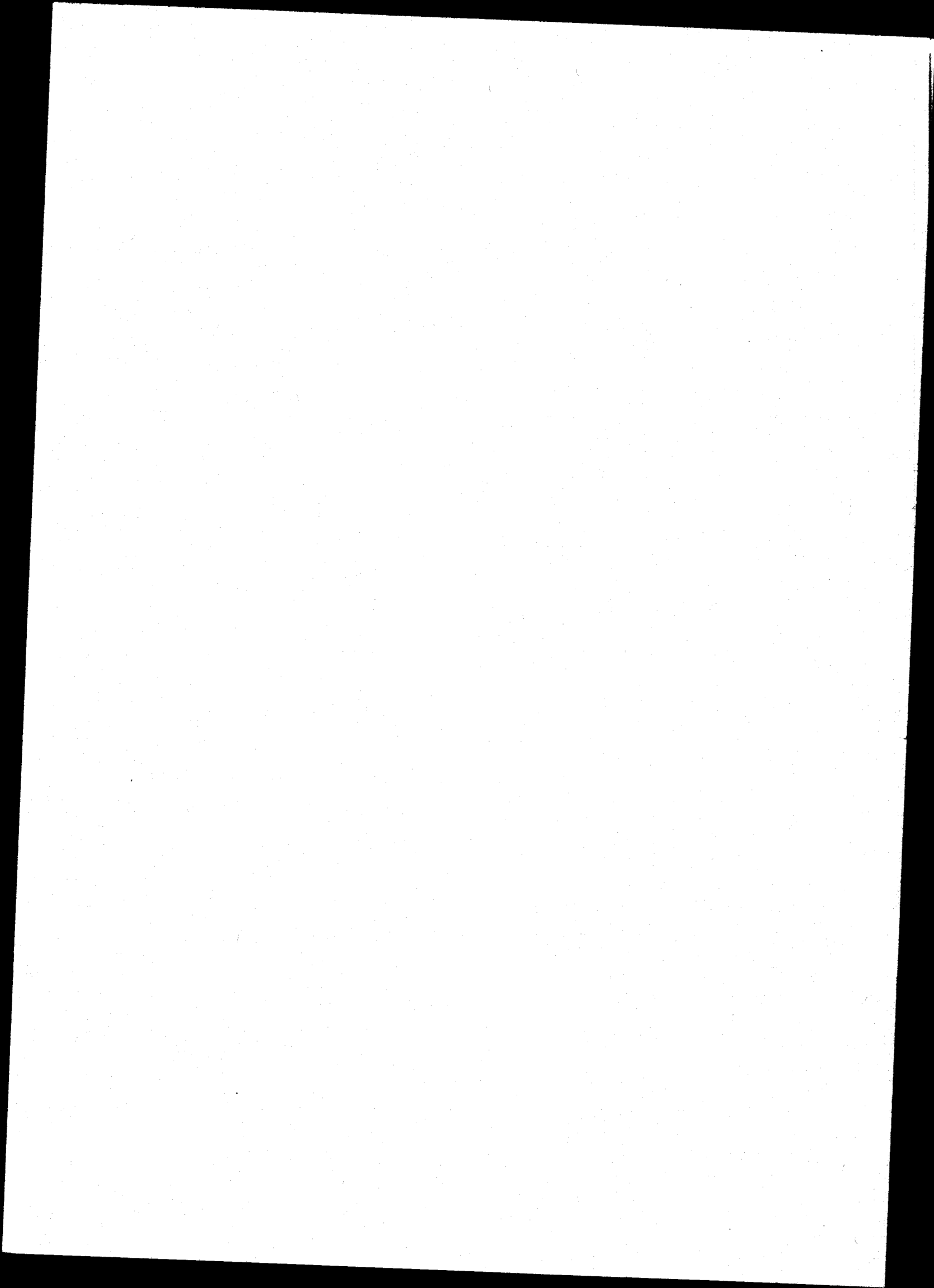
Secteur	Mouillage en fonction du débit. M: f(a)		
	150 m ³ /s	300 m ³ /s	500 m ³ /s
St Louis - Boghé	1,60	2,50	3,50
Boghé - Bakel	1,10	2,00	2,70
Bakel - Ambidédi	0,80	1,50	1,90
Ambidédi - Kayes	0,25	0,50	1,10

VOLUME D'EXCAVATIONS NECESSAIRES POUR OBTENIR
DES PROFONDEURS DE REFERENCE DE: 1,4; 1,90; 2,40"
(SELON LDE)

[Avec les Barrages de Diama et MANANTALI]
- En 10³ m³ -

Profondeur	Tronçon	PK	1,4"		1,9"		1,9" PT		2,40"	
			S	R	S	R	S	R	S	R
Leboudou - Drou 244										
- Vending	489	206	7	486	21	787	34	2032	66	
Vending - Natam	489	-	-	121	7	383	11	828	14	
Natam - Bakel	637	816	133	37	401	137	1193	137	1980	37
Bakel - Ambidédi	816	905	289	269	726	32	1640	36	2079	42
Ambidédi - Kayes	905	948	52	212	88	542	243	1143	273	1250
TOTAL	264 948	660	268	1822	629	4255	1261	6992	1409	

S = Sable . R = Roche



(54)

LARGEUR REQUISE DU CHENAL POUR LE
CROISEMENT DE DEUX CONVOIS DE MÊME TYPE (LDE)
Avec : $V_{\text{cavron}} = 10 \text{ km/h}$; $V_{\text{courant}} = 2 \text{ km/h}$.

Type Convoi Rayon Chenal (m)	Largeur du Chenal (m)			
	M2	M3	S4	S6
∞	43	43	66	66
2500	43	43	68	68
2000	45	46	70	72
1500	47	50	73	76
1000	52	56	78	83
800	55	60	82	88
600	58	66	88	97
400	65	76	98	112
300	70	83	106	123
200	77	95	119	141

VITESSE

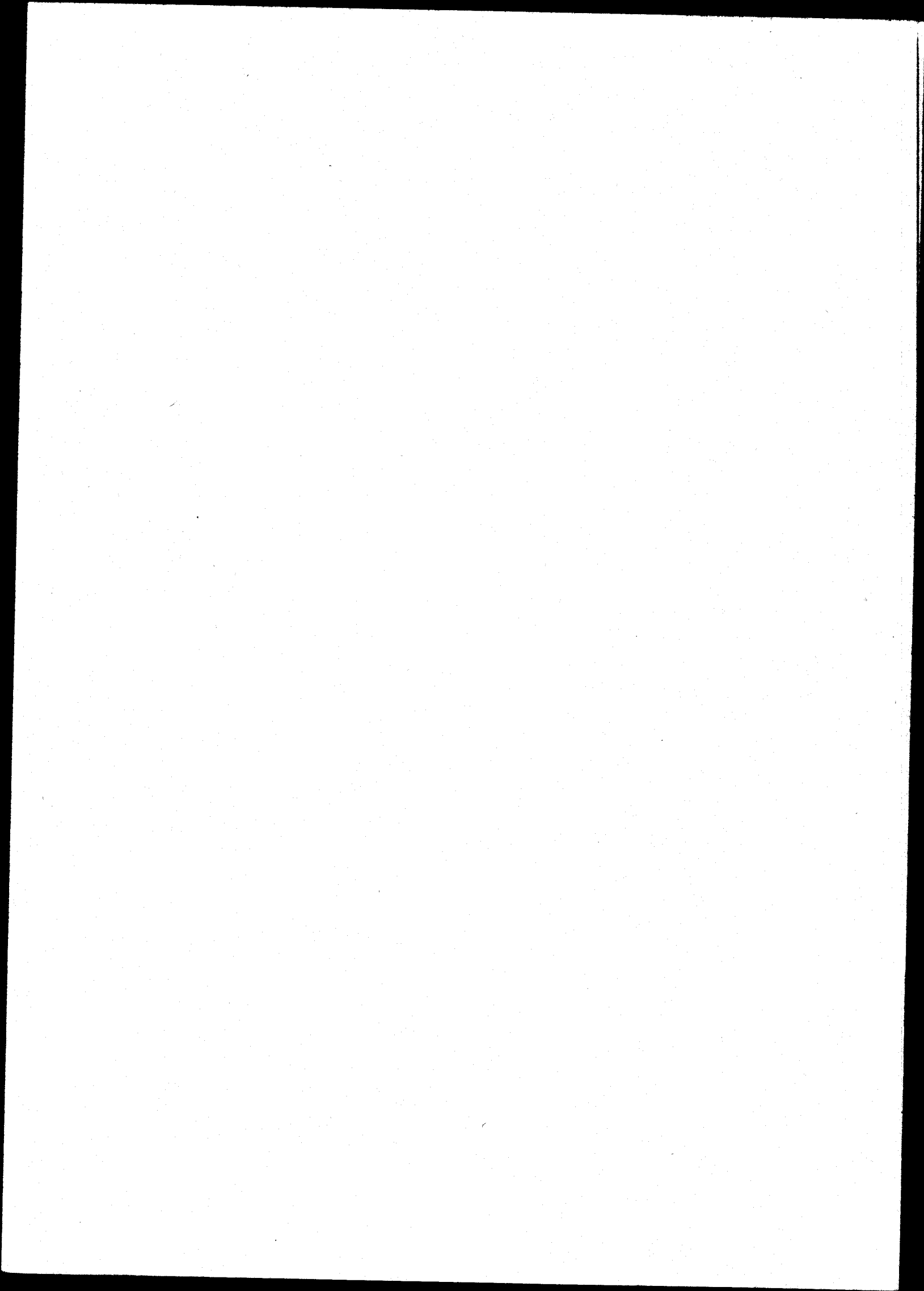
La vitesse de la batellerie considérée, a été calculée et moyennée sur modèles aux laboratoires de la "VBD" à Duisbourg.

On y a tenu compte de la vitesse du courant et de la pente de la ligne d'eau.

La variation Δv_f a été obtenue par application de la relation:

$$F_{nh} = \frac{v}{\sqrt{g \cdot t_f}}$$

où : F_{nh} = Coefficient de profondeur de Froude
 v = vitesse par rapport à l'eau en m/s.
 g = accélération de la pesanteur
 t_f = mouillage en m.



Relation entre la profondeur et la largeur du chenal navigable

La relation entre le débit de référence, et les dimensions du chenal navigable, assimilé à un profil rectangulaire, a été exprimée par les formules suivantes :

$$Q = v \cdot A.$$

$$v = k_s \times R^{2/3} \times J^{1/2} \text{ (Manning-Strickler)}$$

En faisant : $R = T$ et $A = B \cdot T$,

on obtient :

$$B = \frac{Q}{k_s \times J^{1/2} \times T^{5/3}}$$

où

Q = débit en m^3/s

v = vitesse moyenne d'écoulement dans un profil en travers. en m/s .

A = section mouillée en m^2

k_s = coefficient de rugosité selon Manning-Strickler

$R = \frac{A}{U} =$ rayon hydraulique en m .

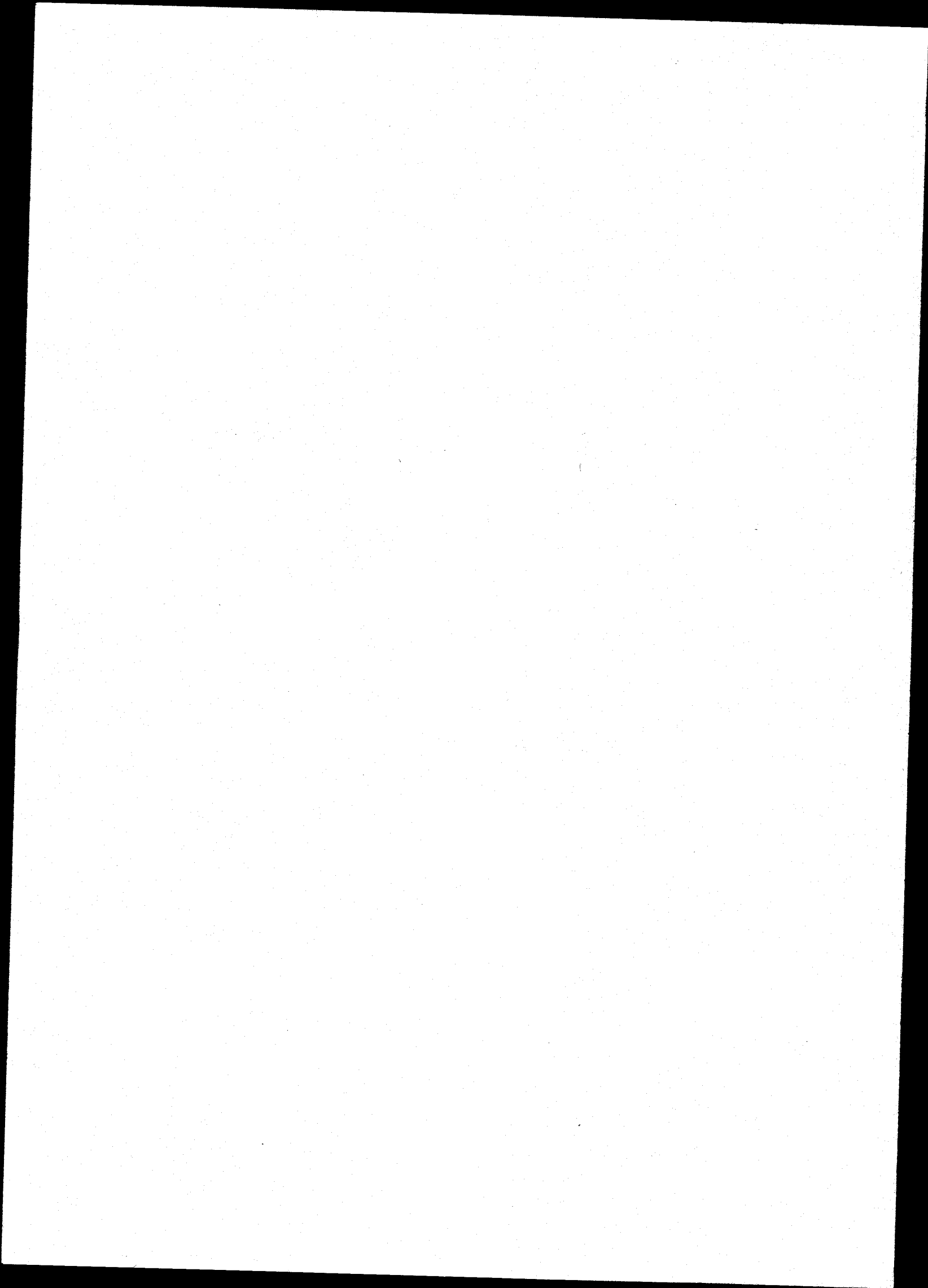
(pour un fleuve large \approx profondeur moyenne T)

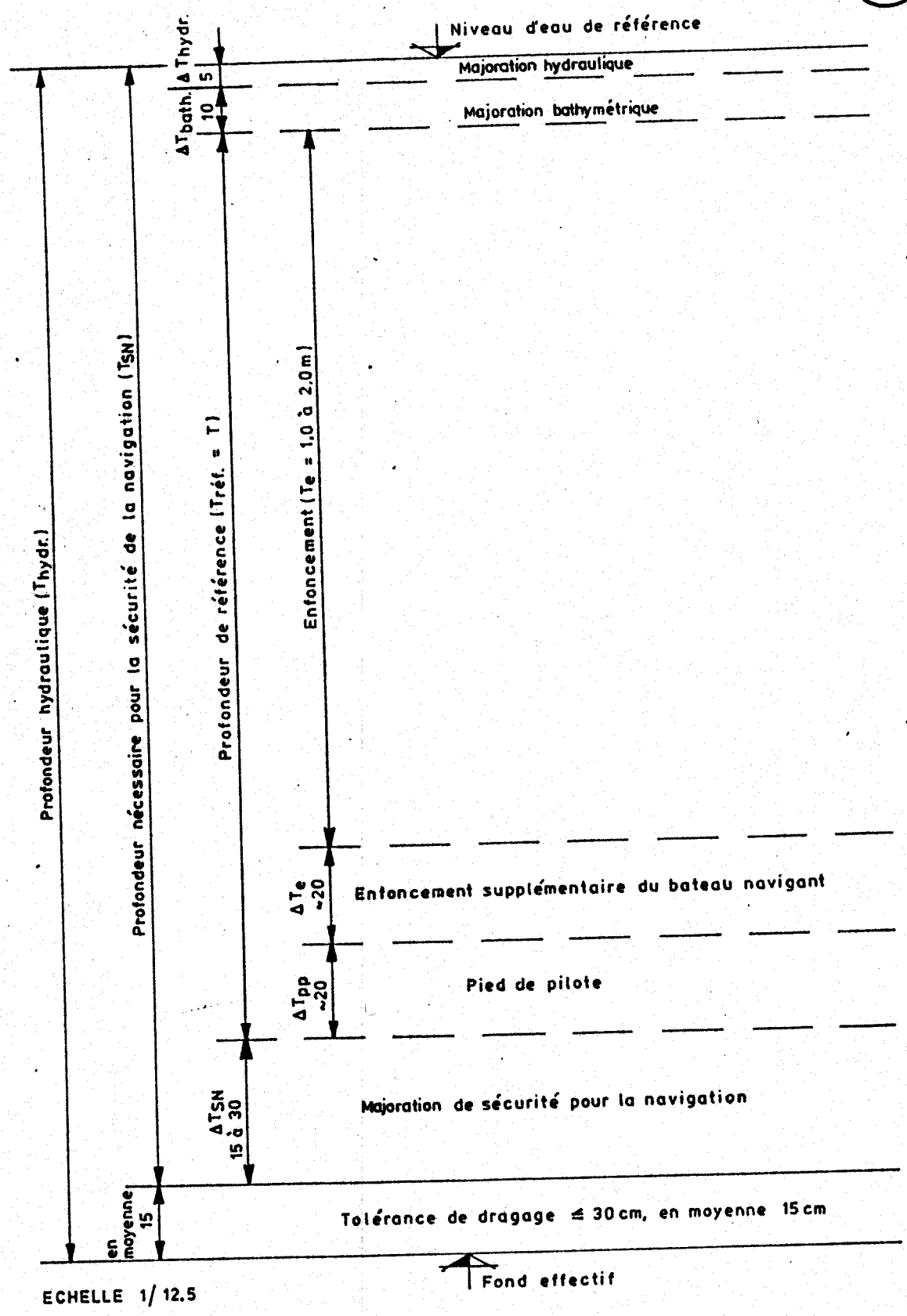
U = périmètre mouillé en m

J = pente de la ligne d'eau

B = largeur de la section transversale en m

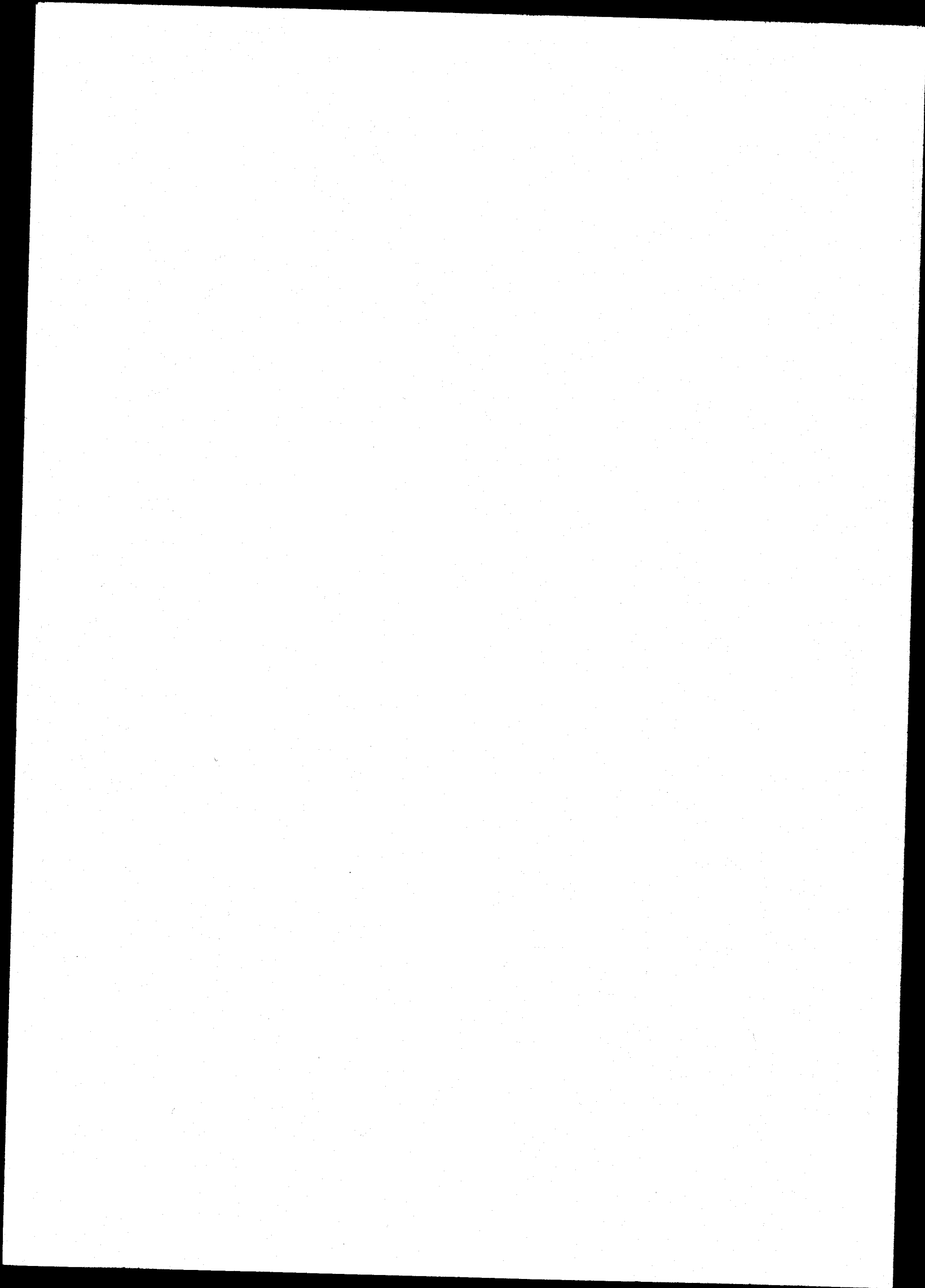
T_f = profondeur de la section transversale en m





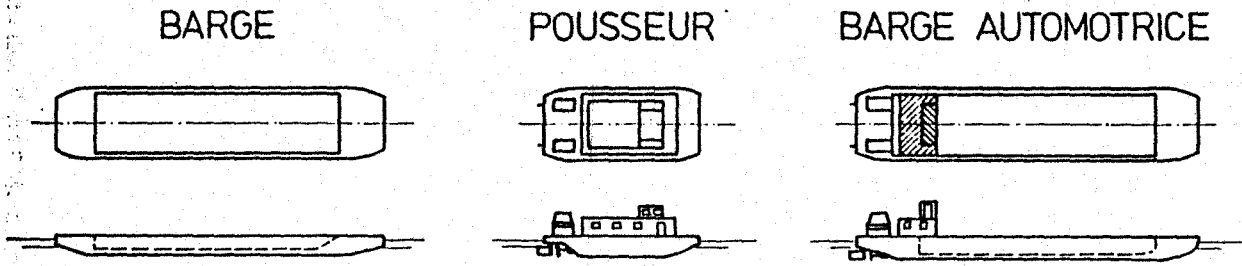
ECHELLE 1/12.5

Définition des profondeurs d'un chenal navigable



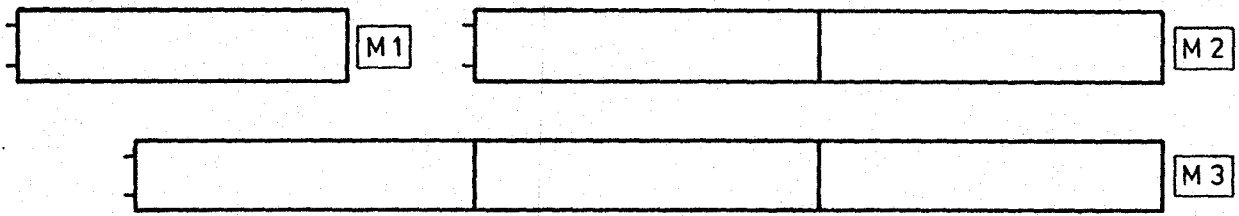
(57)

FLOTTE DE CARGOS POUR LE FLEUVE SENEGAL (LNE)

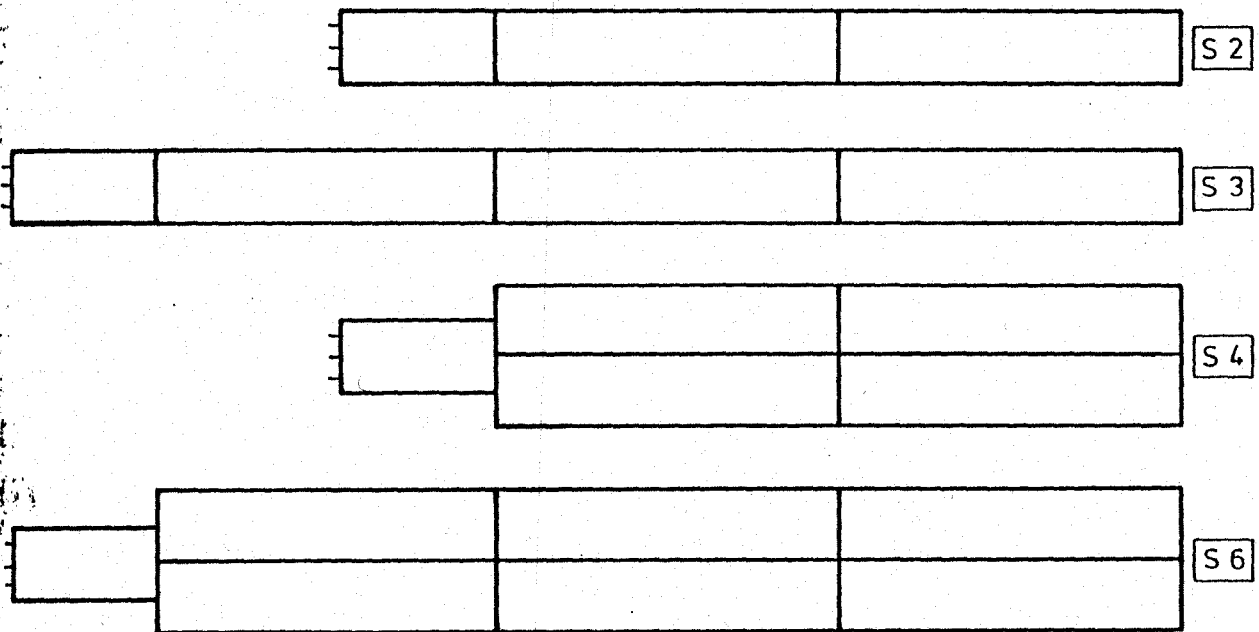


COMPOSITION DES CONVOIS

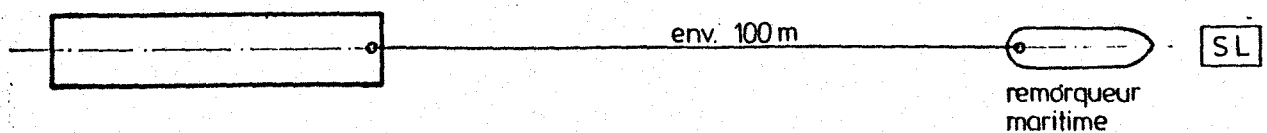
a) CONVOI A BARGE AUTOMOTRICE

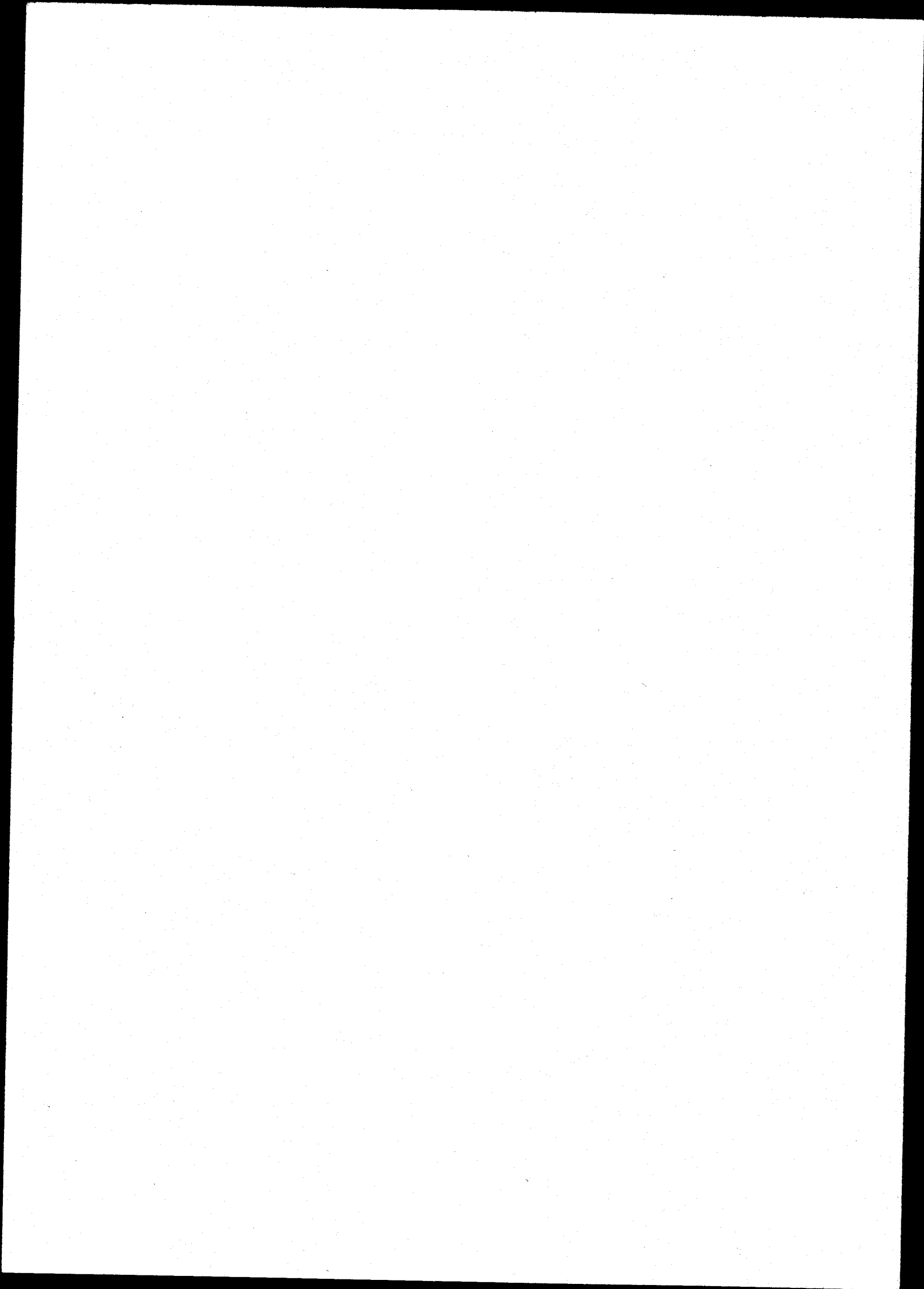


b) CONVOI A POUSSEUR



c) CONVOI REMORQUE seulement pour le voyage maritime





Largeur du chenal

t (m)

100

150

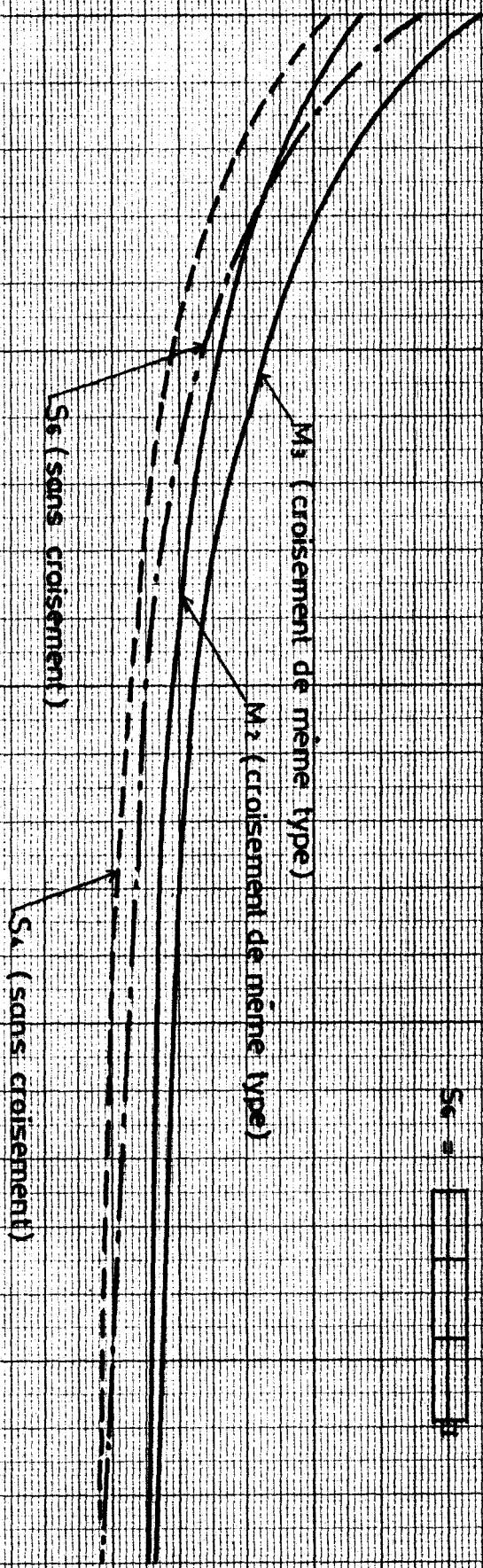
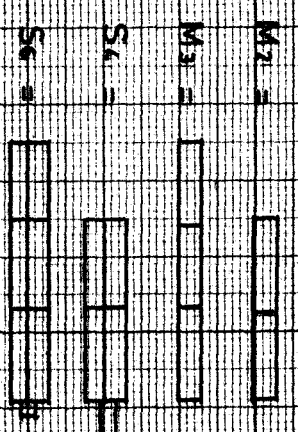
50

10

LARGEUR DE LA VOIE NAVIGABLE POUR LES CONVOIS M₁, M₂, S₁, S₂
ET POUR LE CROISEMENT DES M₁ ET M₂

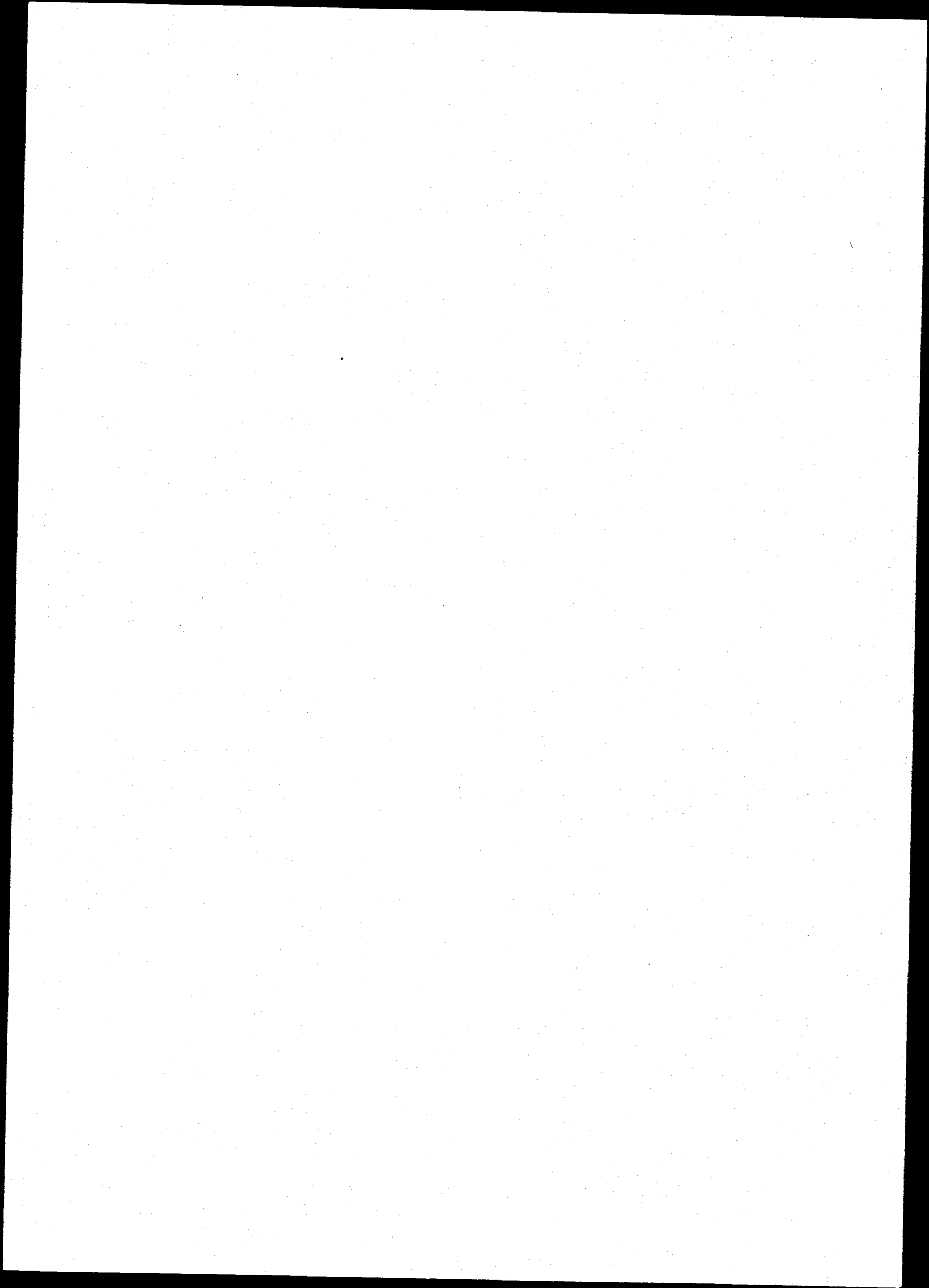
(59)

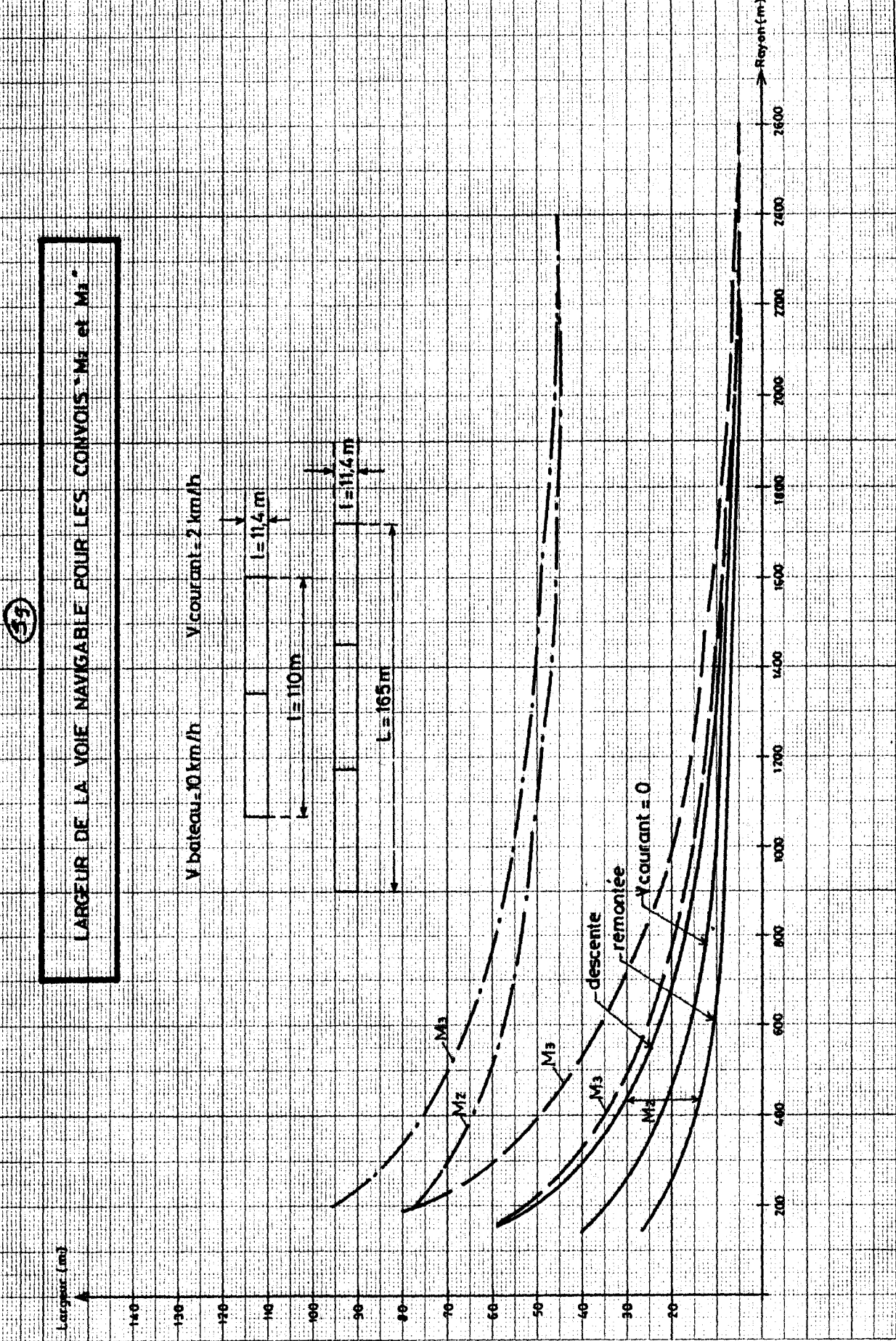
V courant = 2 km/h
V bateau = 10 km/h

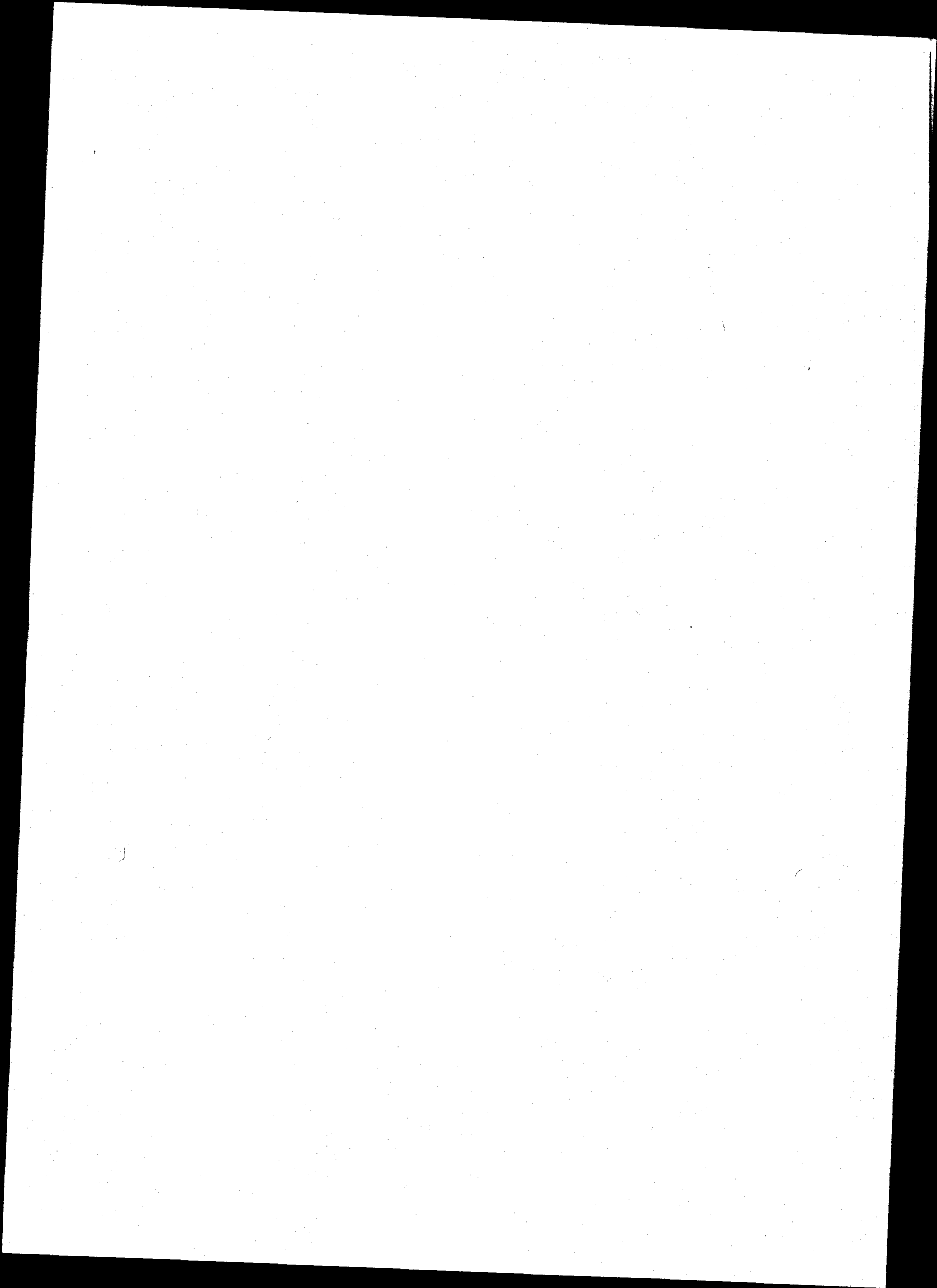


Rayon en(m)

R (m)

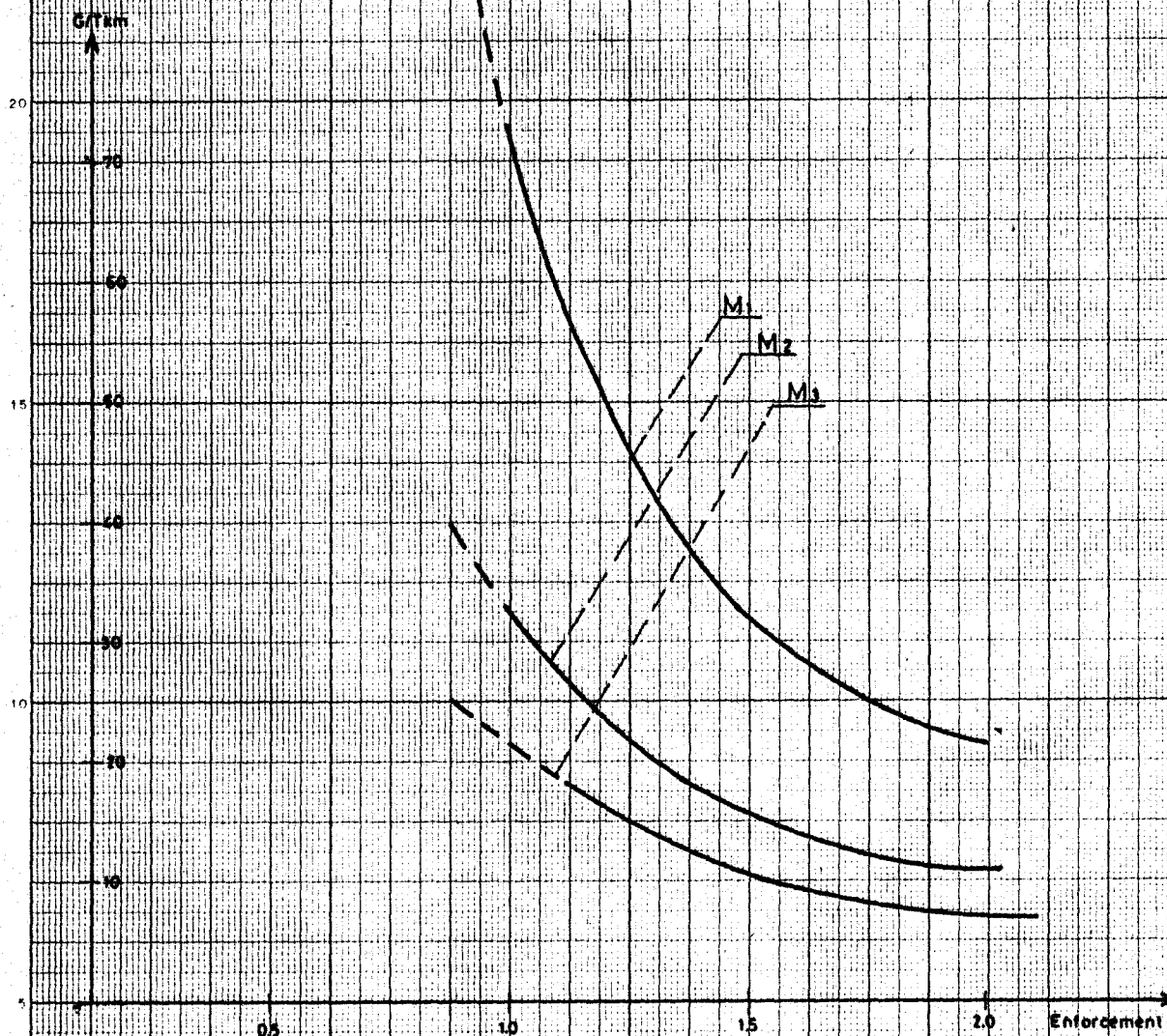


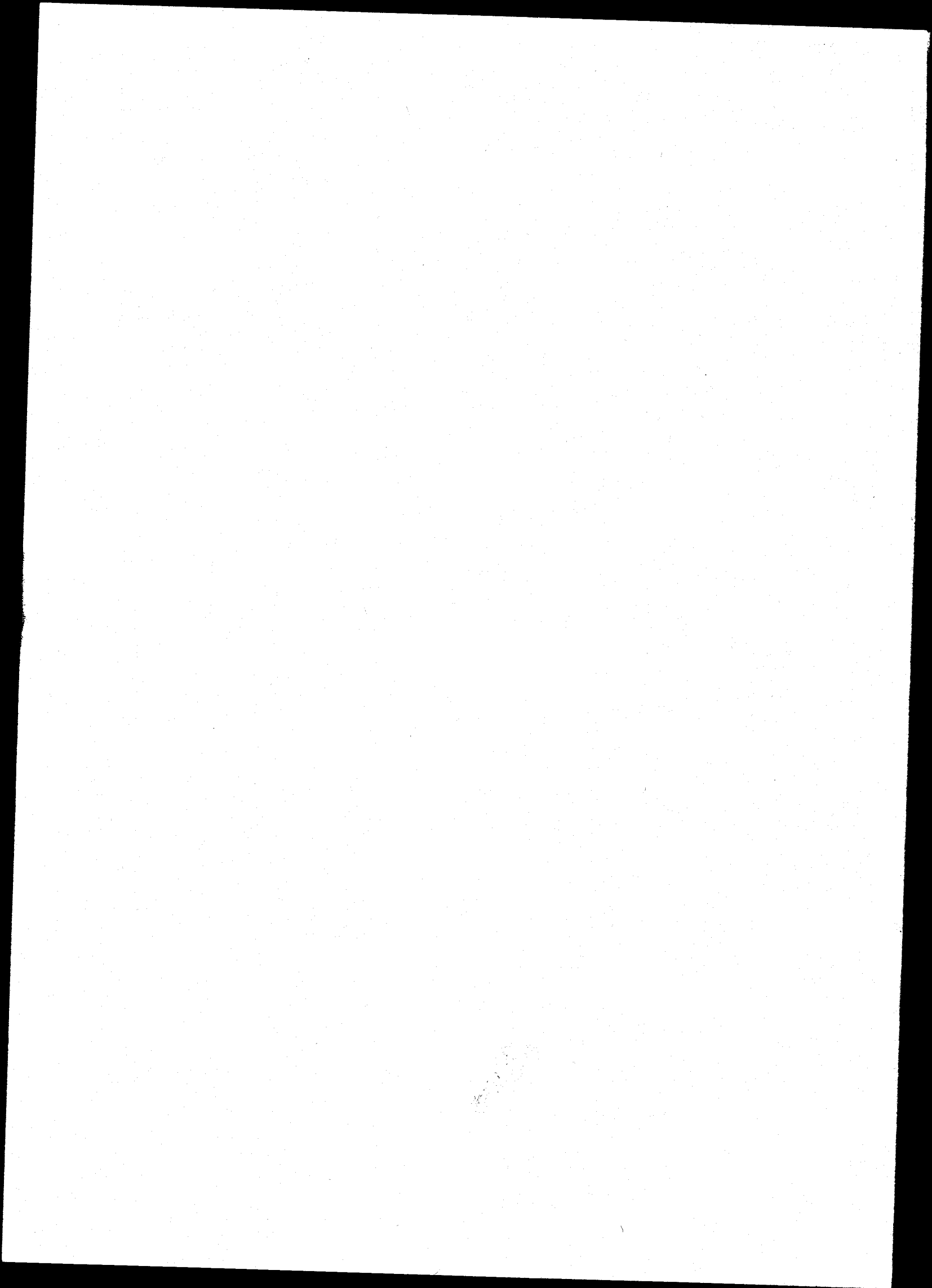




60

CONSOMMATION SPECIFIQUE EN G/Tkm
EN PLEINE CHARGE
pied de pilote : 0.50m





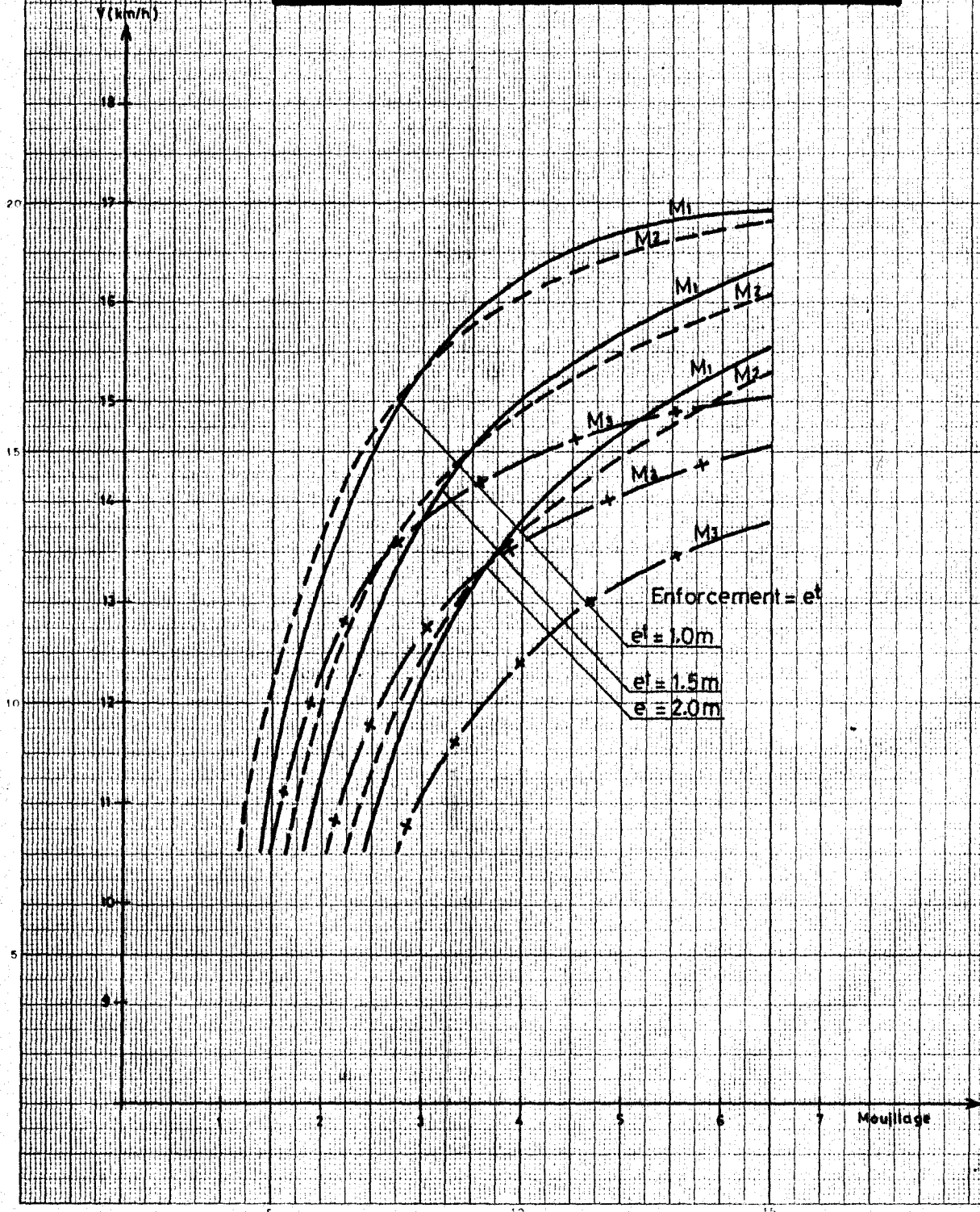
(61)

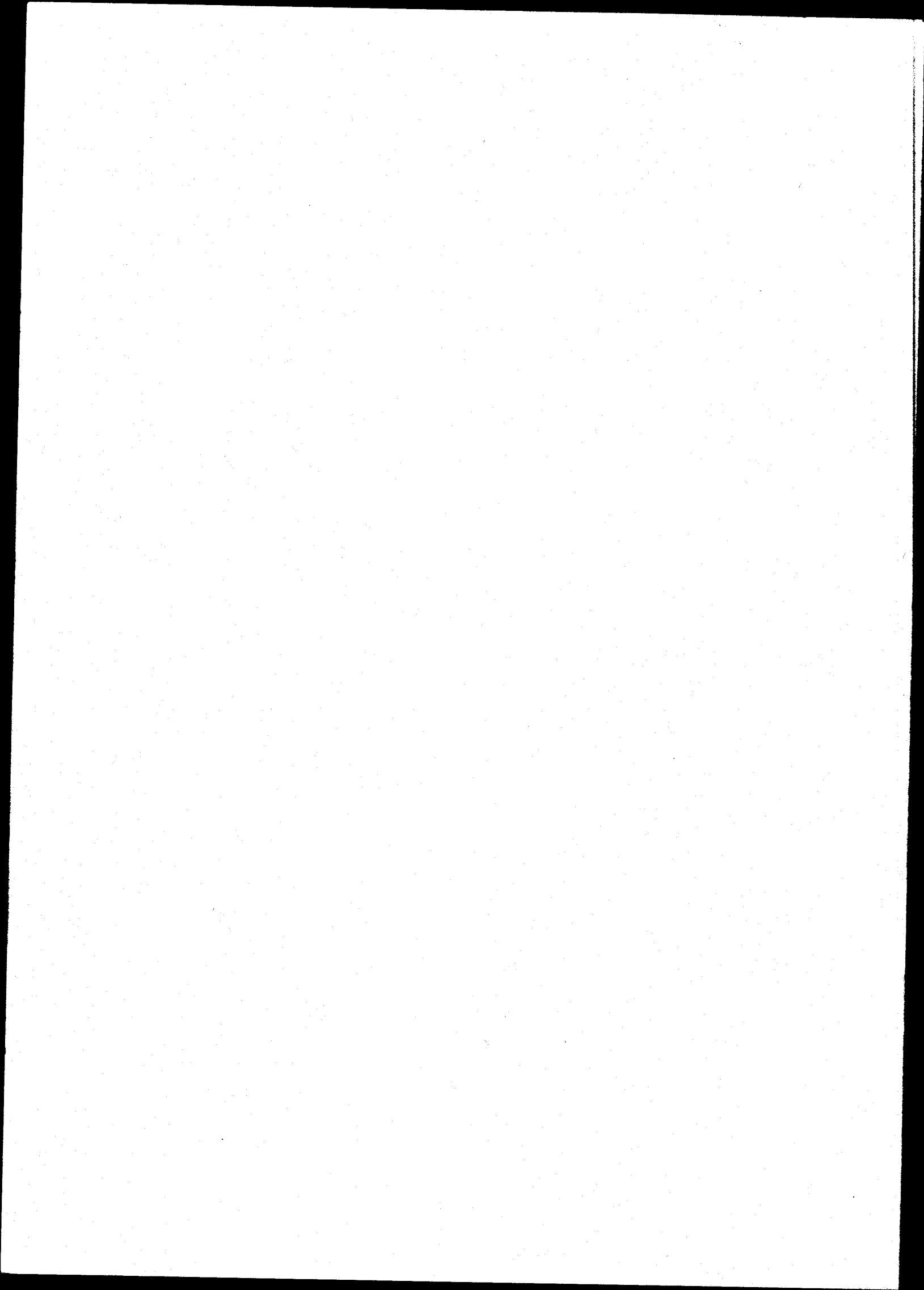
VITESSE PAR RAPPORT AU MOUILLAGE

D'UNE BARGE AUTOMOTRICE: ————

D'UN CONVOI M₂ : - - - - -

D'UN CONVOI M₃ : — + —





ÉTUDES PORTUAIRES (BBL-SW)

Le programme intégré de l'O.M.V.S. prévoyait l'étude des ports de St Louis (Sénégal) et de Kayes (Mali) ainsi que dix escalés fluviaux ainsi répartis :

Mali : Ambididi

Mauritanie : Gouraye, Kaïdi, Bourhi, Rosso

Sénégal : Bakel, Matam, Pador, Dagana, Ed-Toll.

Le groupement canadien Beauchemin-Beaton-Lapointe et Swan Wooster, sur financement ACDI, réalisa ces études selon les termes de référence de l'OMVS de 1976; les études ayant été effectuées de 1982 à 1985.

Après avoir effectué les mesures, sondages et levés l'étude porta d'abord sur un port à St Louis situé dans l'estuaire à 3 km en aval du pont Faidherbe.

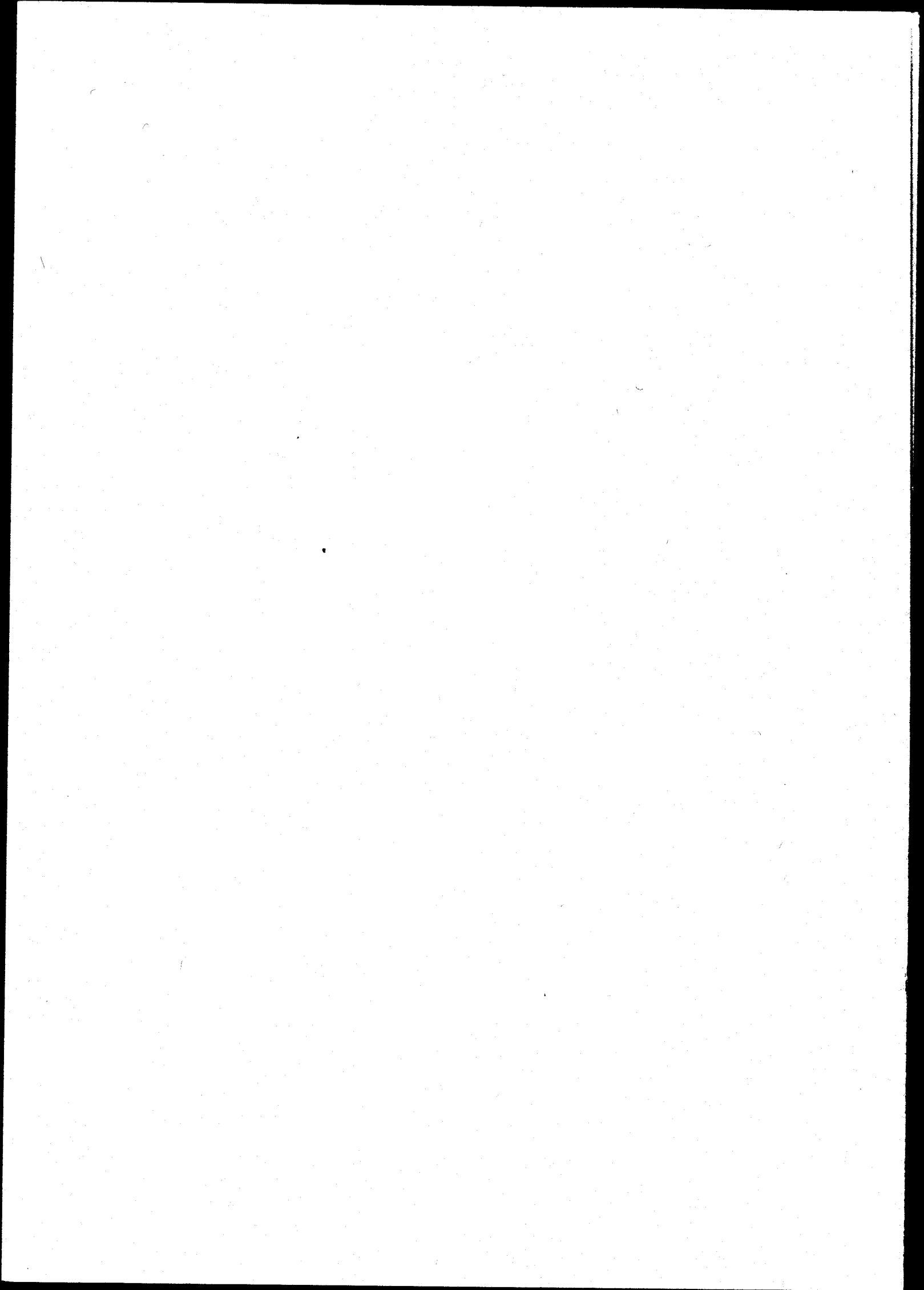
Deux versions, l'une pour 1990, l'autre pour 2030 furent étudiées; la première version conduisit à un coût initial de 82 milliards et mit en relief les difficultés techniques de sa réalisation et surtout de son entretien.

L'étude du transport fluvial des phosphates situa la fondation admissible de ce port entre 40 et 45 milliards FCFA.

C'est alors qu'un wharf fut substitué au port dans l'estuaire dont le coût initial était de 41 milliards de FCFA.

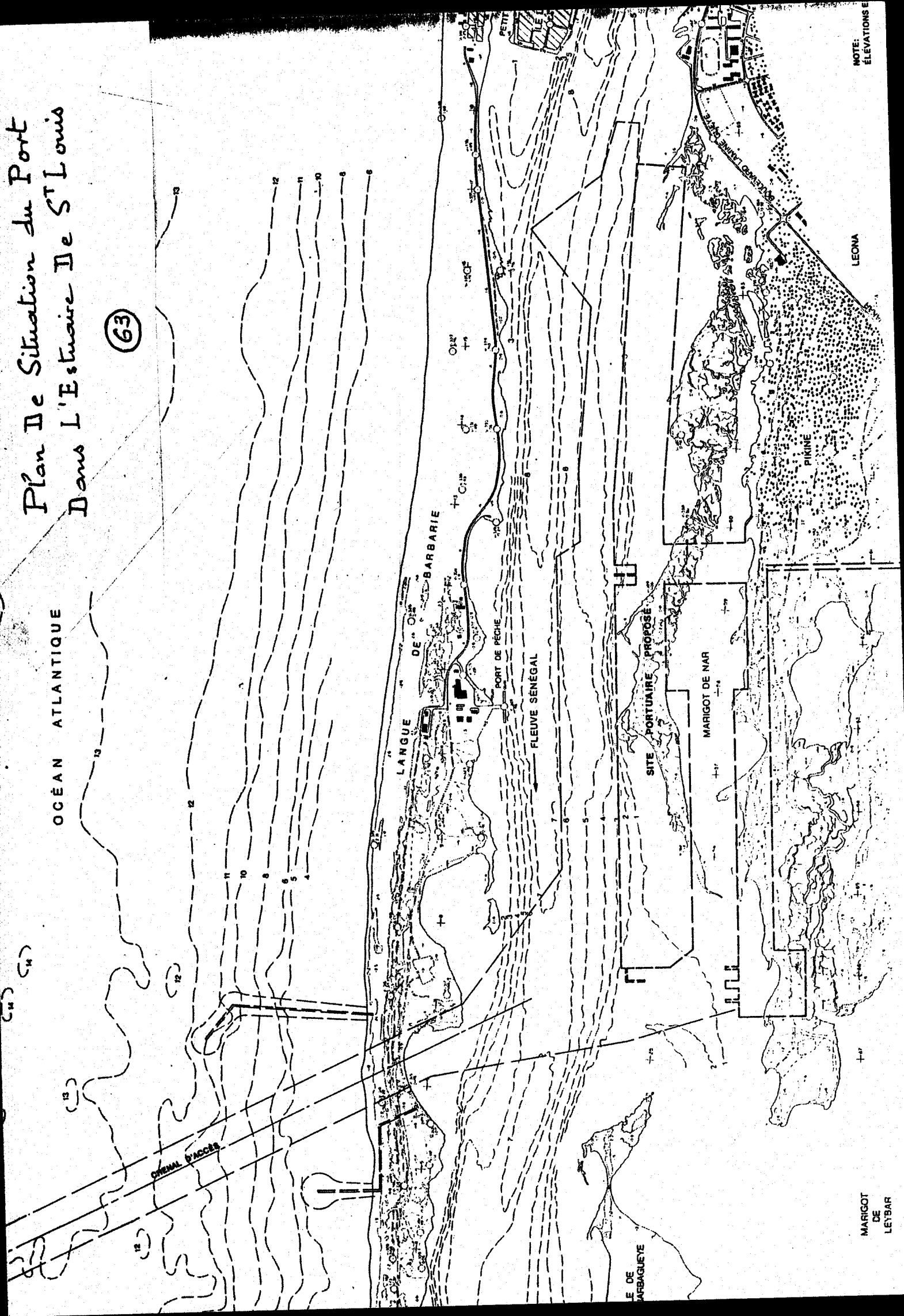
La même procédure a été suivie pour le port de Kayes et les escalés, ce qui a ramené l'investissement initial des ports et escalés à 57 milliards de FCFA.

Les plans directeurs du port et wharf de St Louis ainsi que ceux de Kayes et Kaïdi sont reproduits dans ce qui suit.



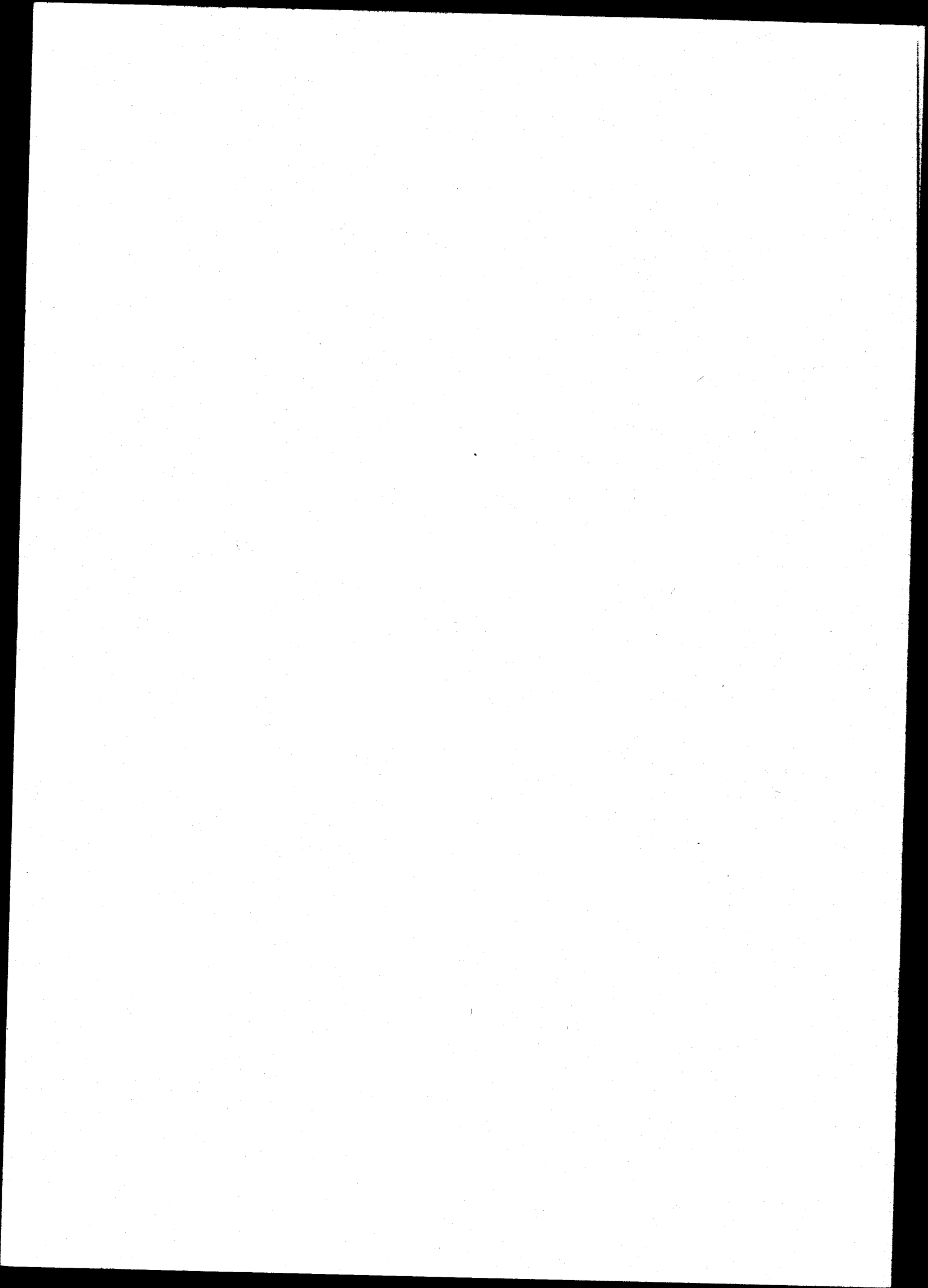
Plan De Situation du Port Dans L'Estuaire De ST Louis

(63)



NOTE: ELEVATIONS

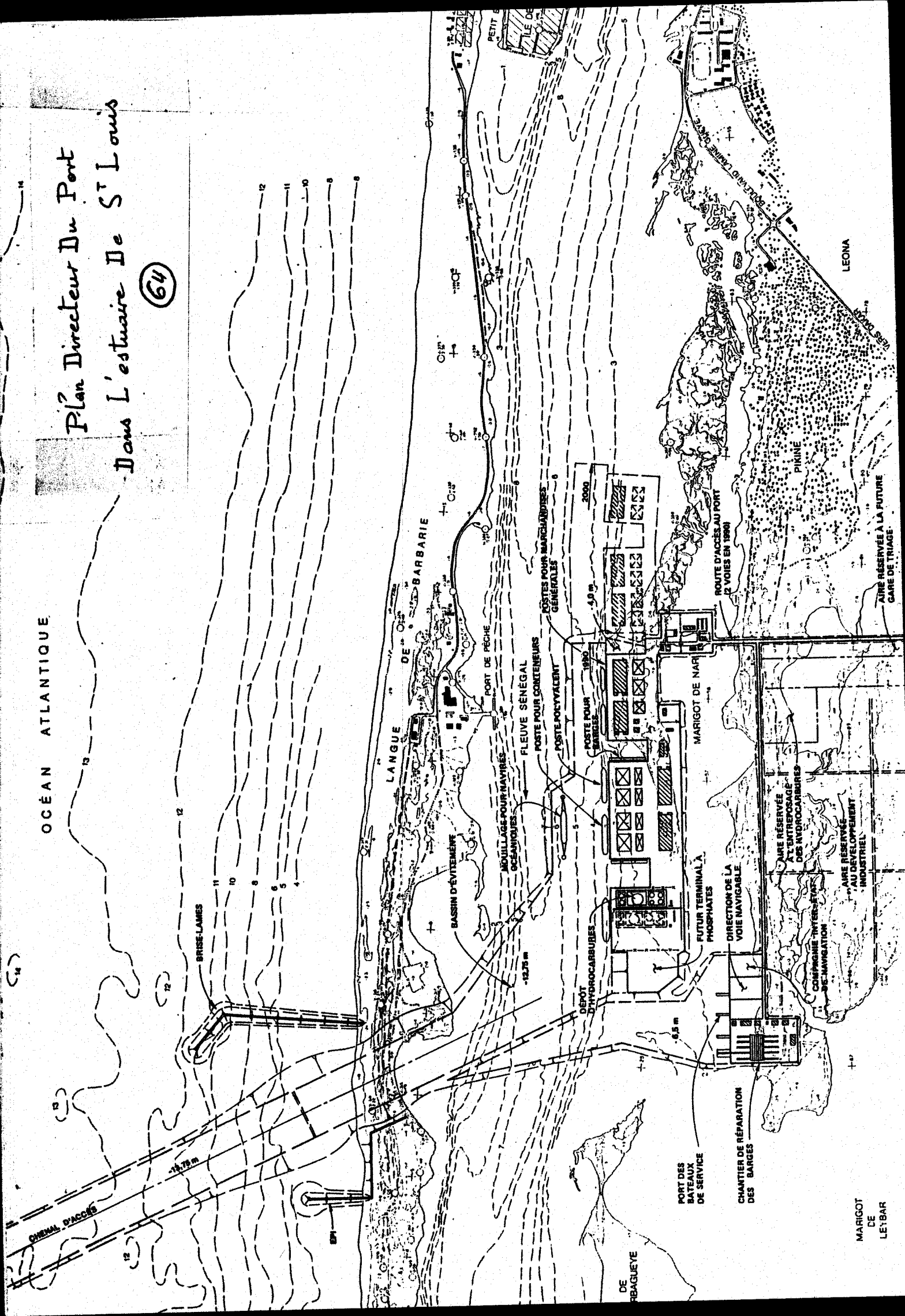
MARIGOT DE LEYBAR



Océan Atlantique

Plan Directeur Du Port Dans L'estuaire De S^t Louis

(64)



64

BRISE-LAMES

LANGUE DE BARBARIE

PORT DE PÊCHE

BASSIN D'ÉVÉNEMENT
MOULAGE POUR NAVIRES Océaniques

FLEUVE SÉNÉGAL

POSTE POUR CONCENEURS

POSTE POUR BARGE

POSTE POUR MARCHANDISES GÉNÉRALES

MARIGOT DE NAR

FUTUR TERMINAL À PHOSPHATES

DIRECTION DE LA VOIE NAVIGABLE

AIRE RÉSERVÉE À L'ENTREPOSAGE DES HYDROCARBURES

COMPAGNIE INTERNATIONALE DE NAVIGATION

AIRE RÉSERVÉE AU DÉVELOPPEMENT INDUSTRIEL

ROUTE D'ACCÈS AU PORT (2 VOIES EN 1980)

AIRE RÉSERVÉE À LA FUTURE GARE DE TRIAGE

PORT DES BATEAUX DE SERVICE

CHANTIER DE RÉPARATION DES BARGES

MARIGOT DE LETBAR

LEONA

PIKINE

LEONA

ROUTE D'ACCÈS AU PORT (2 VOIES EN 1980)

AIRE RÉSERVÉE À LA FUTURE GARE DE TRIAGE

ROUTE D'ACCÈS AU PORT (2 VOIES EN 1980)

AIRE RÉSERVÉE À LA FUTURE GARE DE TRIAGE

AIRE RÉSERVÉE À LA FUTURE GARE DE TRIAGE

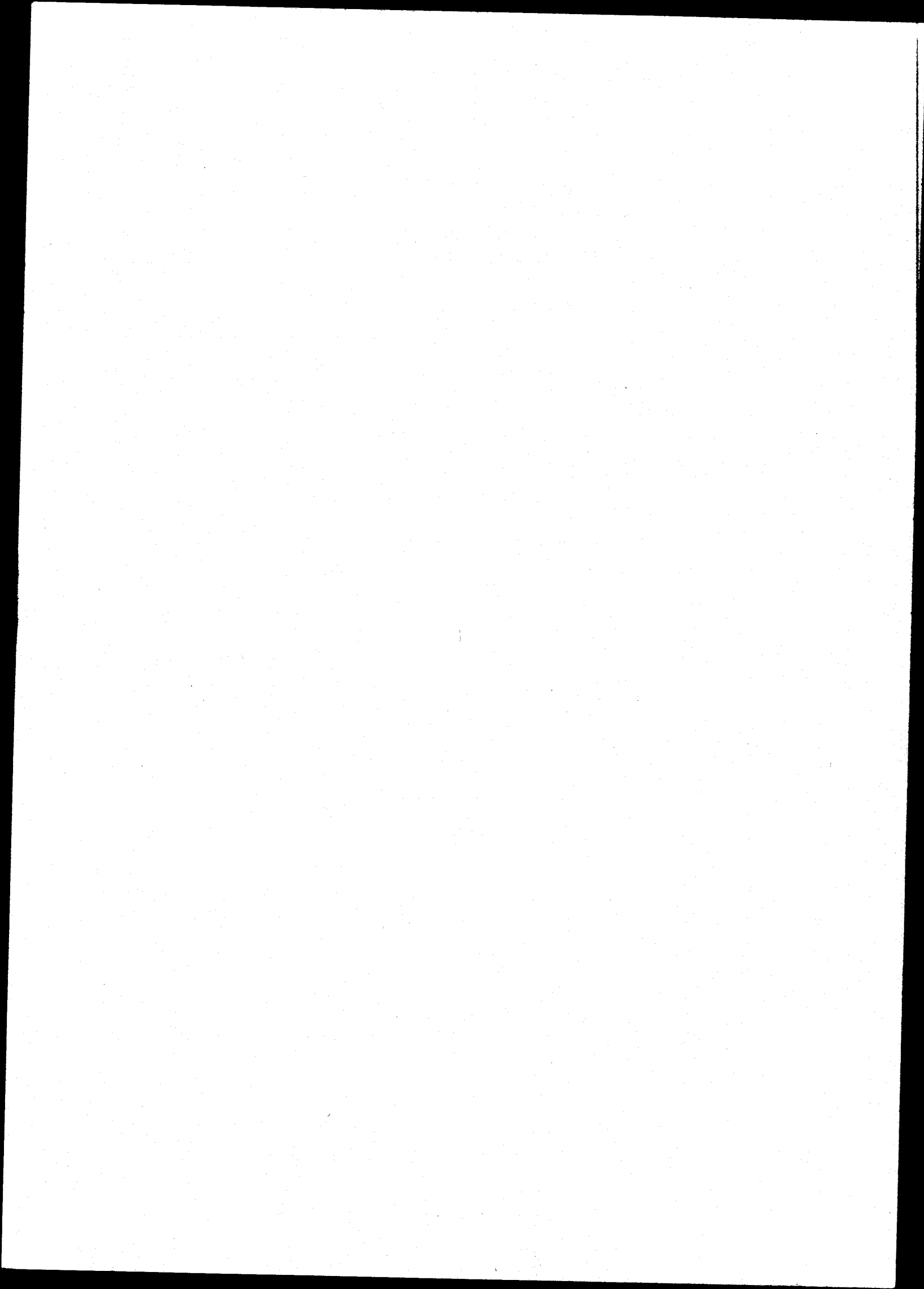
AIRE RÉSERVÉE À LA FUTURE GARE DE TRIAGE

AIRE RÉSERVÉE À LA FUTURE GARE DE TRIAGE

AIRE RÉSERVÉE À LA FUTURE GARE DE TRIAGE

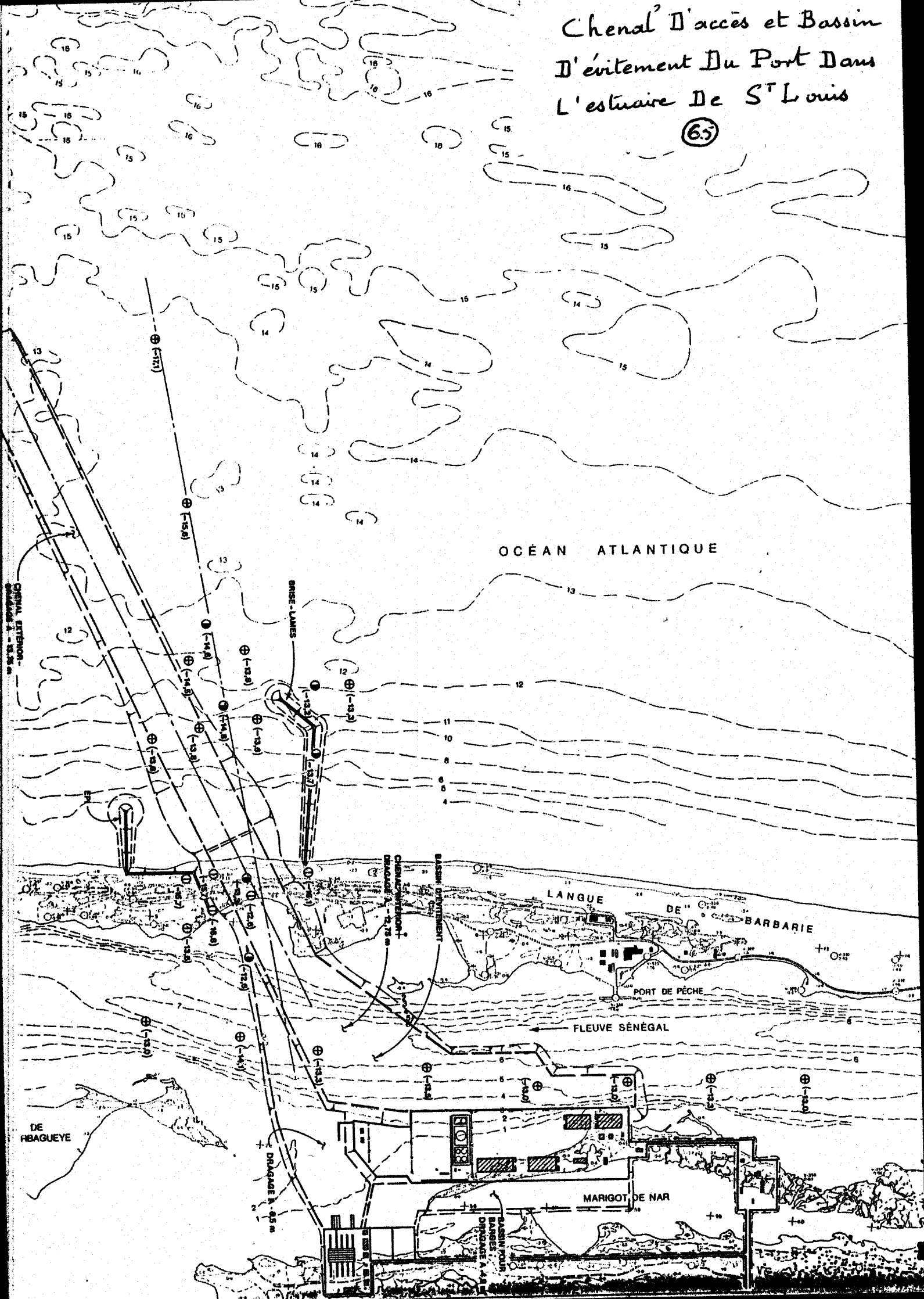
AIRE RÉSERVÉE À LA FUTURE GARE DE TRIAGE

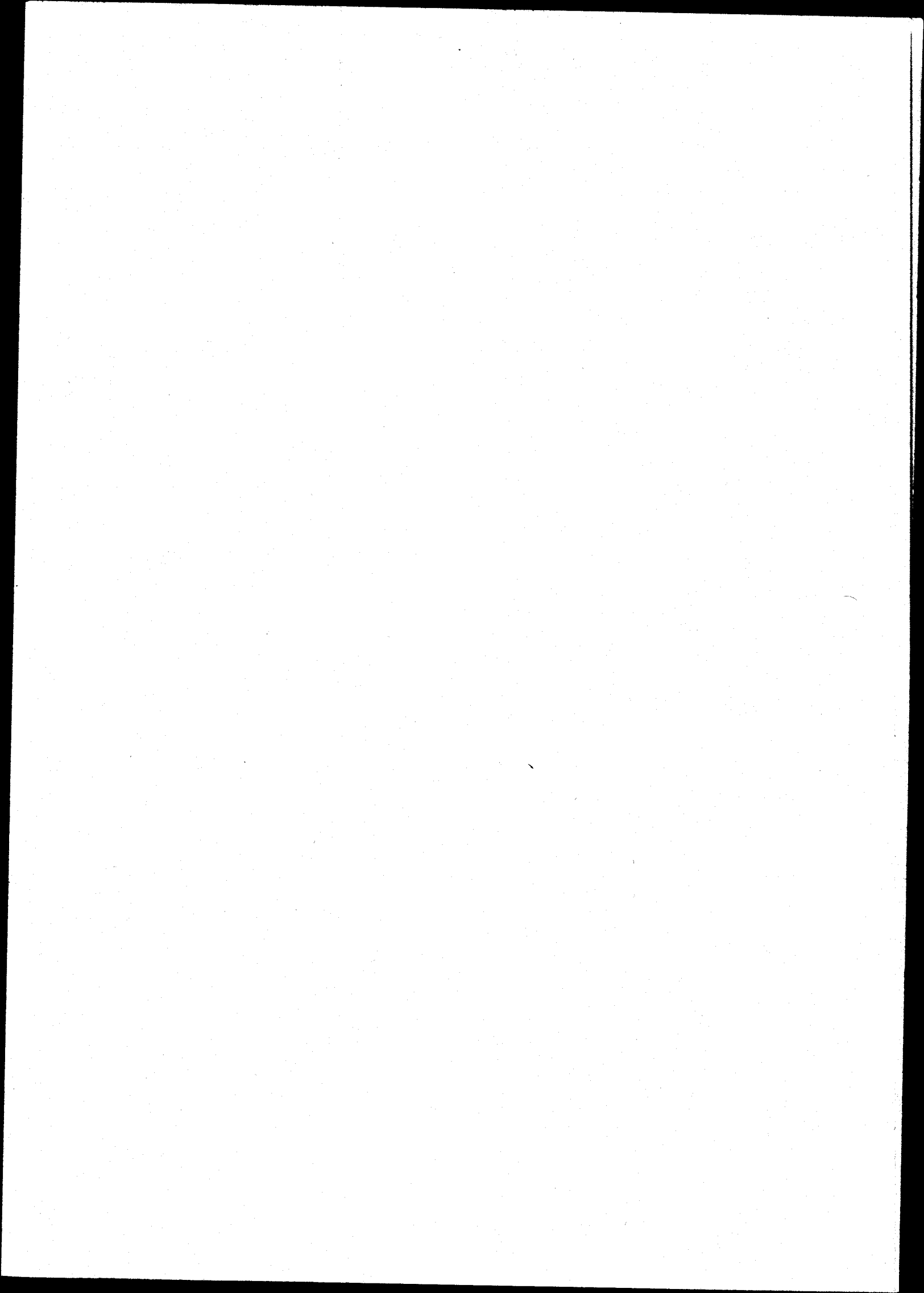
AIRE RÉSERVÉE À LA FUTURE GARE DE TRIAGE



Chenal d'accès et Bassin
d'évitement Du Port Dans
L'estuaire De S^T Louis

(65)





OCEAN ATLANTIQUE

400 000 m³/année

TRANSPORT DE SÉDIMENTS SABLE MARIN
TRANSPORT DE SÉDIMENTS CHARGE DE RUISSELLEMENT

SÉRIATION NATURELLE
100 000 m³/année

SÉDIMENTATION SUR LES PLAGES
1 000 000 m³/année

DÉRIVATION ARTIFICIELLE
800 000 m³/année

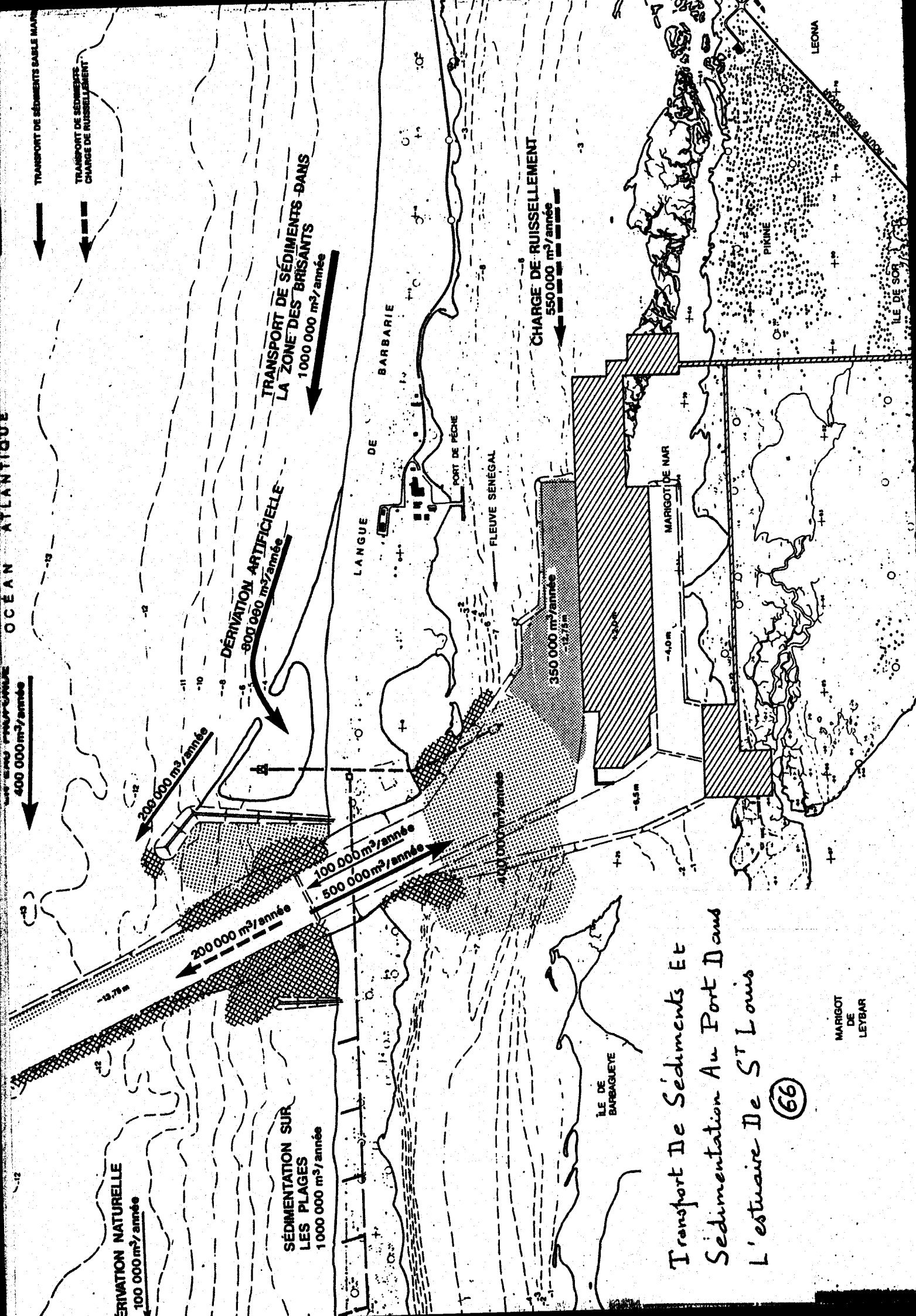
TRANSPORT DE SÉDIMENTS DANS LA ZONE DES BRISANTS
1 000 000 m³/année

200 000 m³/année
100 000 m³/année
500 000 m³/année

400 000 m³/année

350 000 m³/année
-12,7 m

CHARGE DE RUISSELLEMENT
550 000 m³/année



Transport De Sédiments Et
Sédimentation Au Port Dans
L'estuaire De S^T Louis

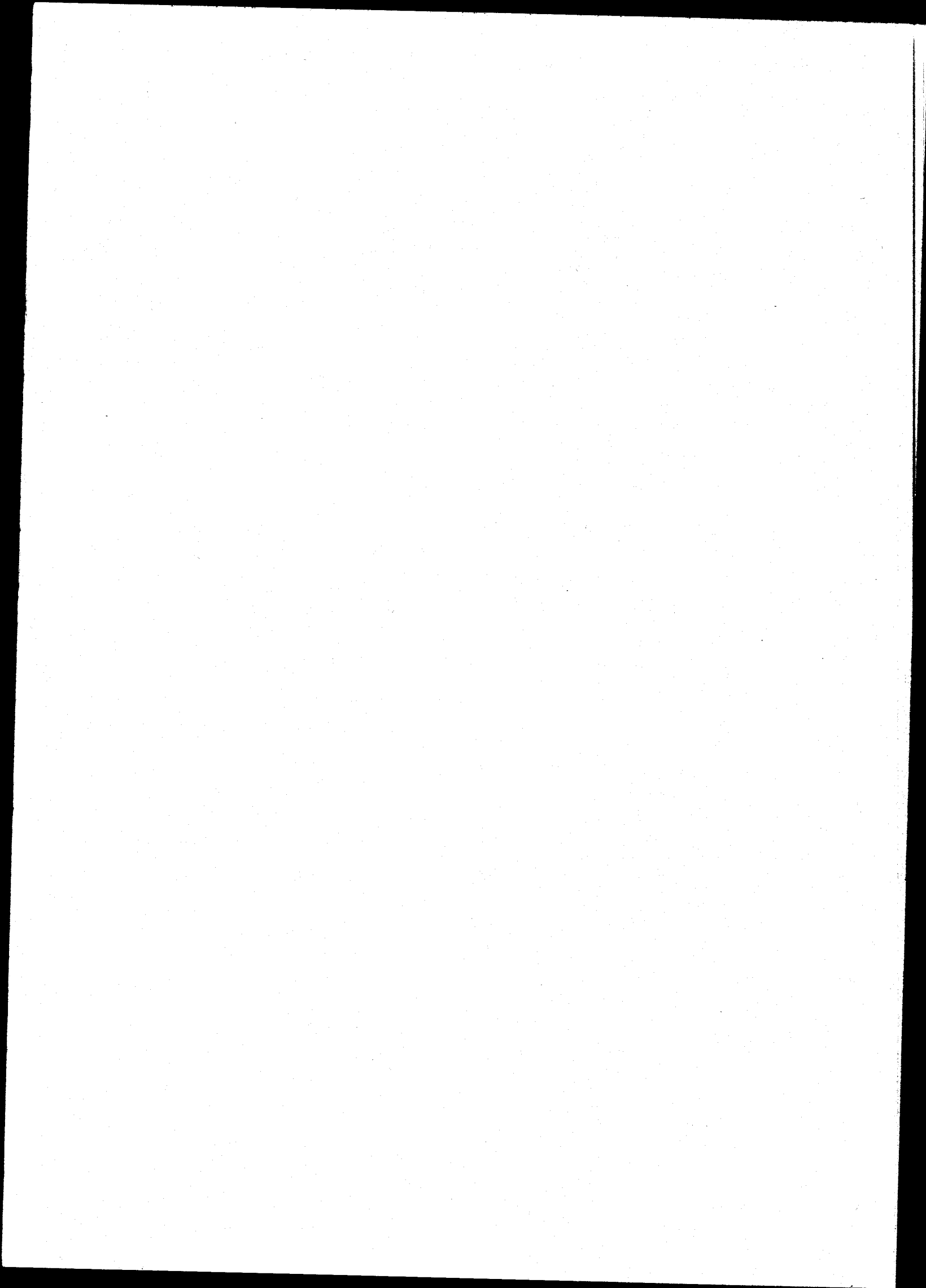
(66)

MARIGOT DE LEYBAR

LEONA

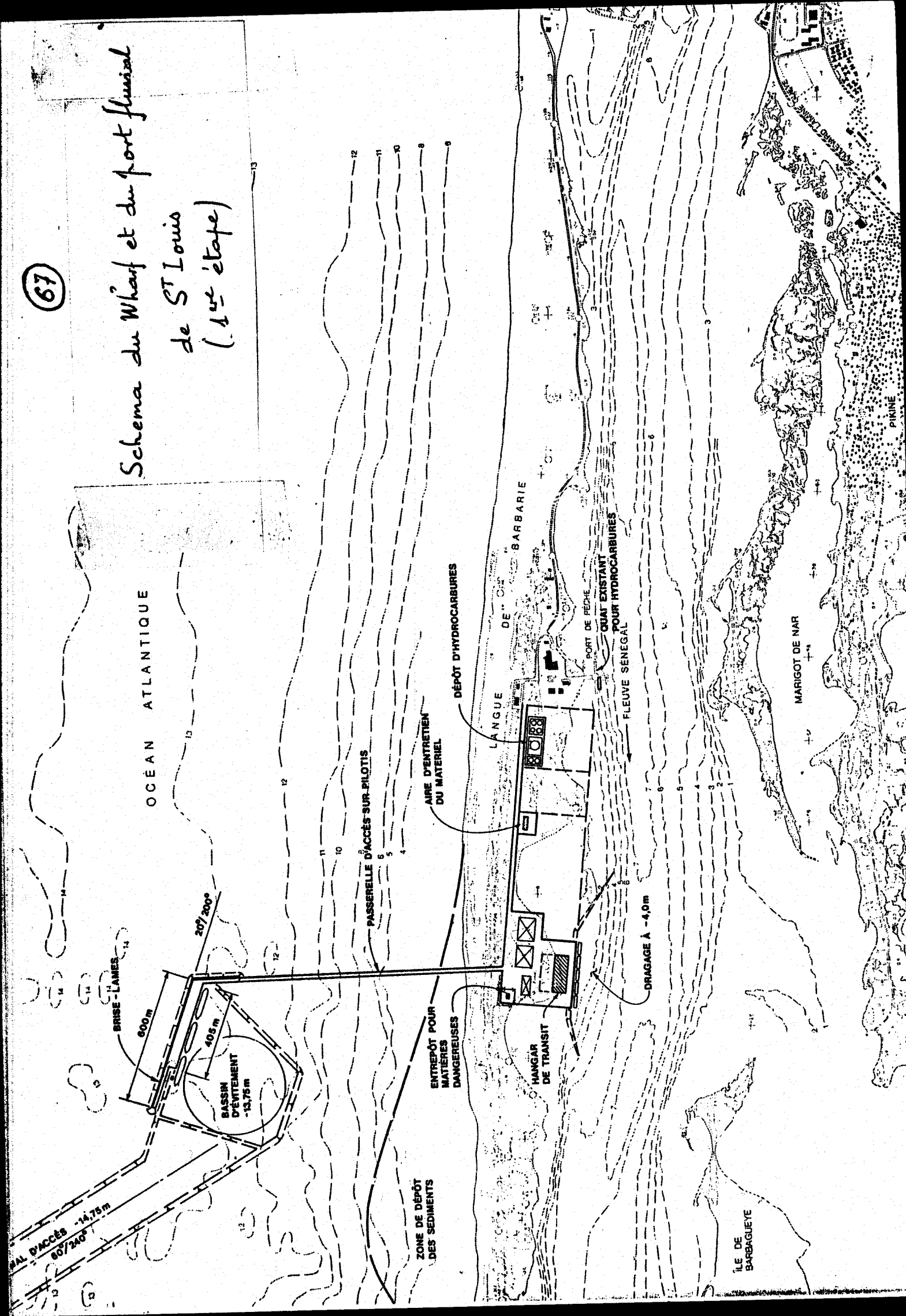
PIKINE

ILE DE SOR



67

Schema du Wharf et du port fluvial de ST Louis (1^{re} etape)



Océan Atlantique

BRISÉ-LAMES

600m

207/200°

BASSIN D'EVITEMENT
-13,75m

405m

PASSERELLE D'ACCÈS SUR PILOTIS

ENTREPÔT POUR
MATIÈRES
DANGEREUSES

HANGAR
DE TRANSIT

AIRE D'ENTRETIEN
DU MATERIEL

DÉPÔT D'HYDROCARBURES

LANGUE
DE BARBARIE

PORT DE PÊCHE

QUAI EXISTANT
POUR HYDROCARBURES

FLEUVE SÉNÉGAL

DRAGAGE A -4,9m

MARIGOT DE NAR

ÎLE DE
BARBAGUEYE

PIKINE

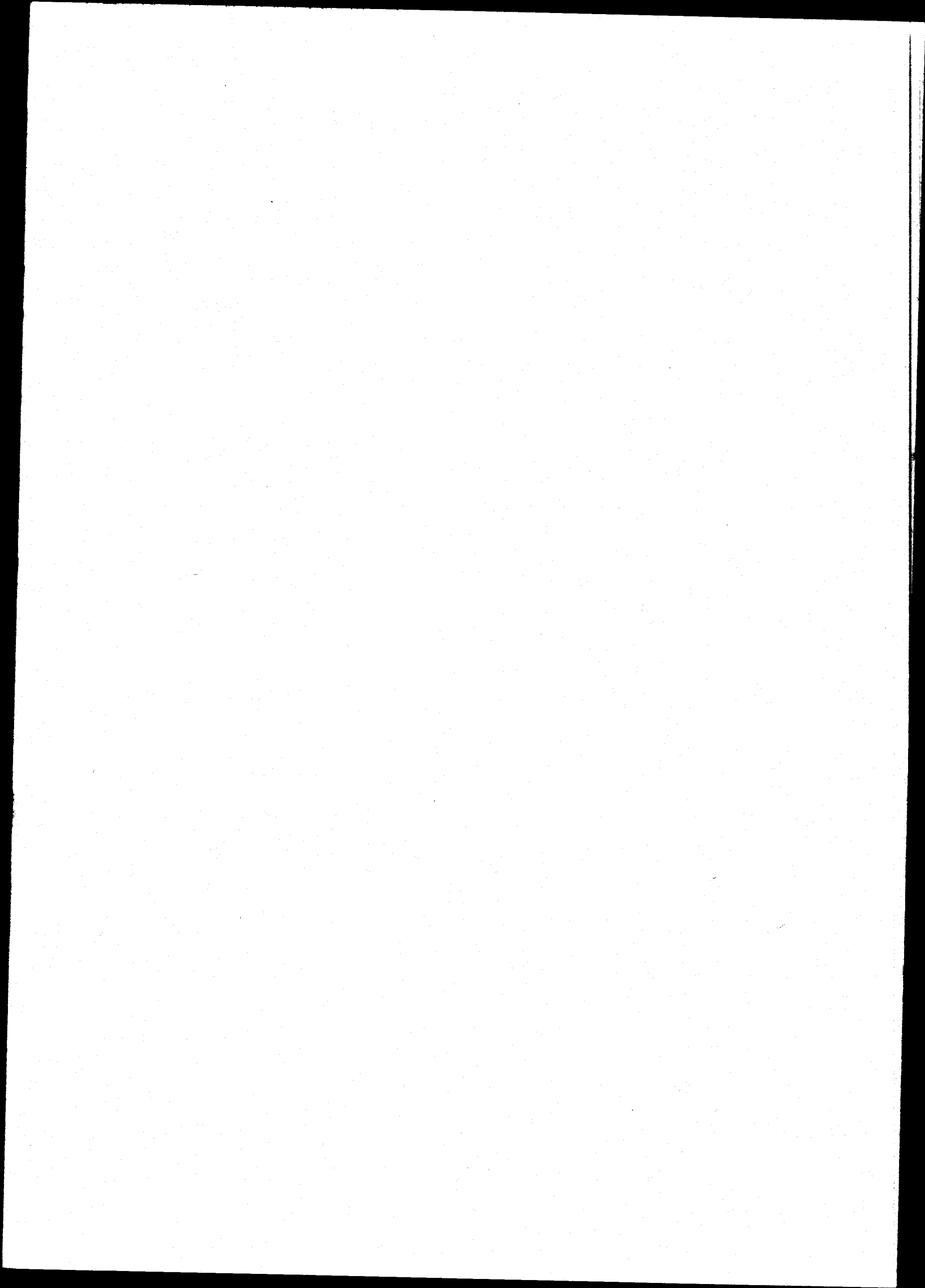
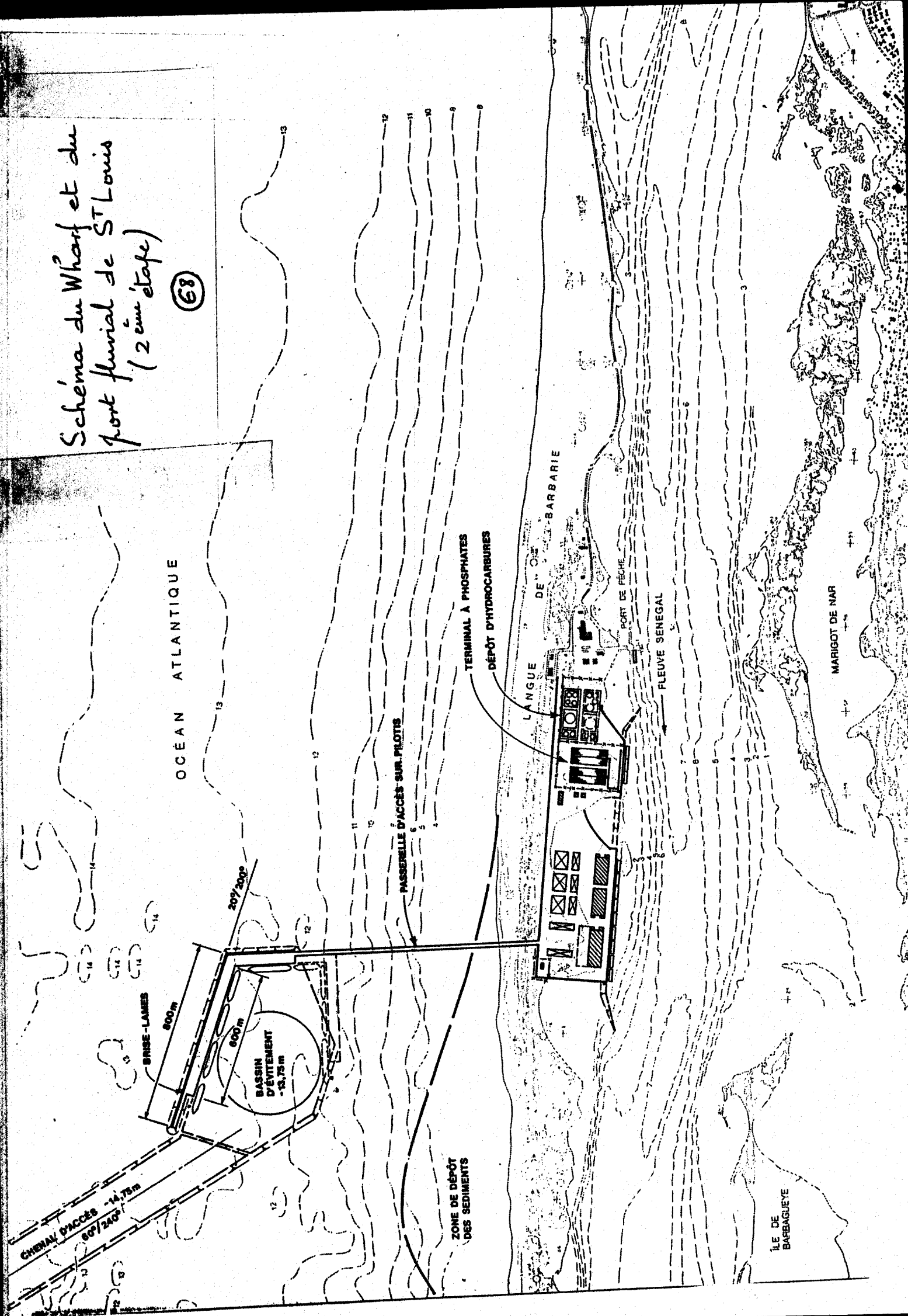


Schéma du Wharf et du port fluvial de ST Louis (2ème étape)

(68)



Océan Atlantique

PASSERELLE D'ACCÈS-SUR-PILOTIS

ZONE DE DÉPÔT DES SÉDIMENTS

TERMINAL À PHOSPHATES
DÉPÔT D'HYDROCARBURES

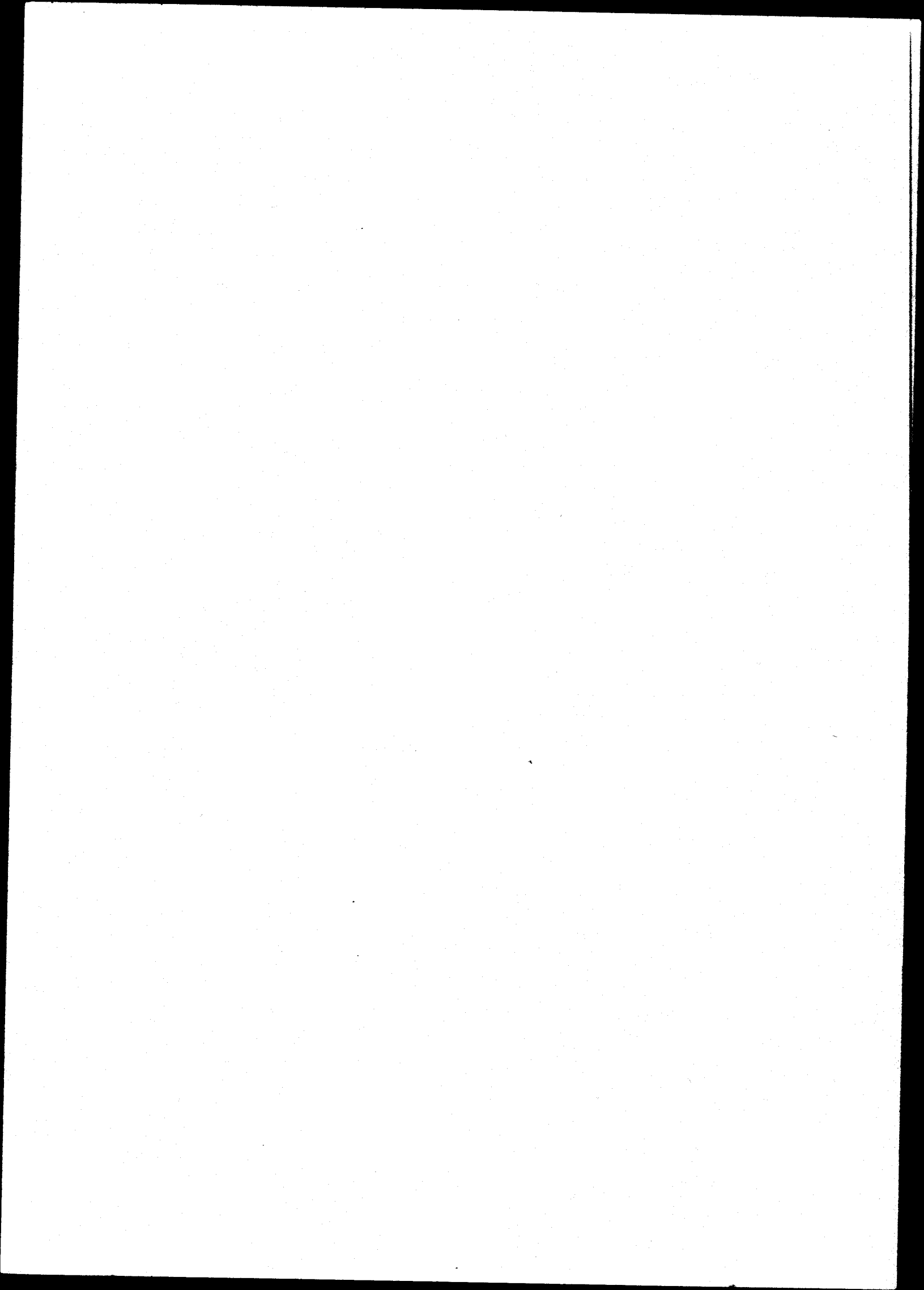
LANGUE DE BARBARIE

PORT DE PÊCHE

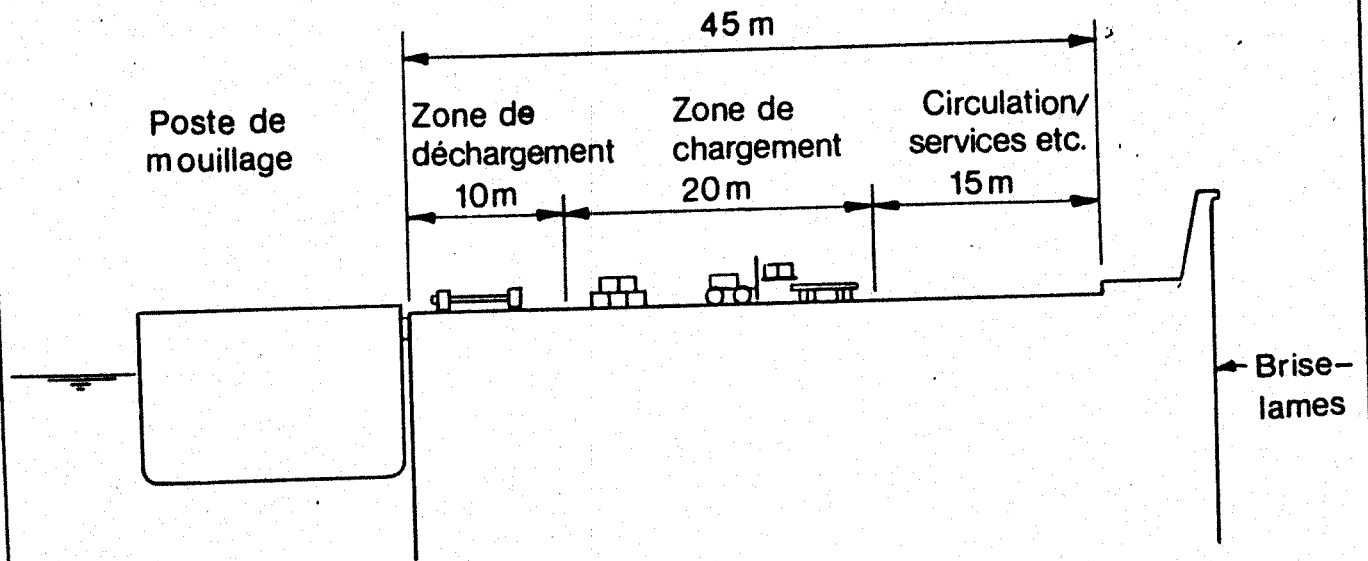
FLEUVE SÉNÉGAL

ÎLE DE BARBAGUÈVE

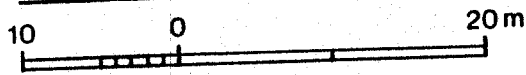
MARIGOT DE NAR

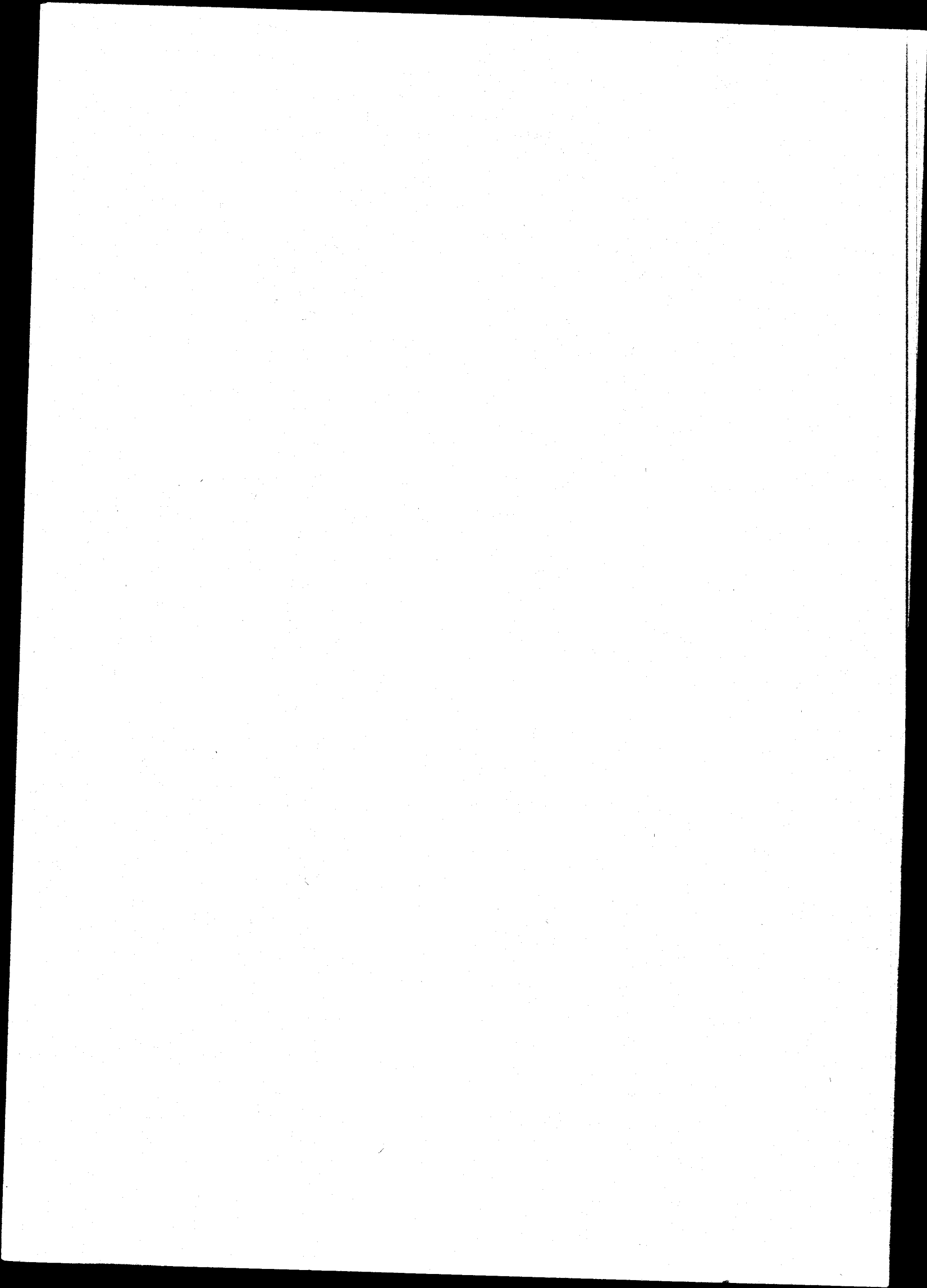


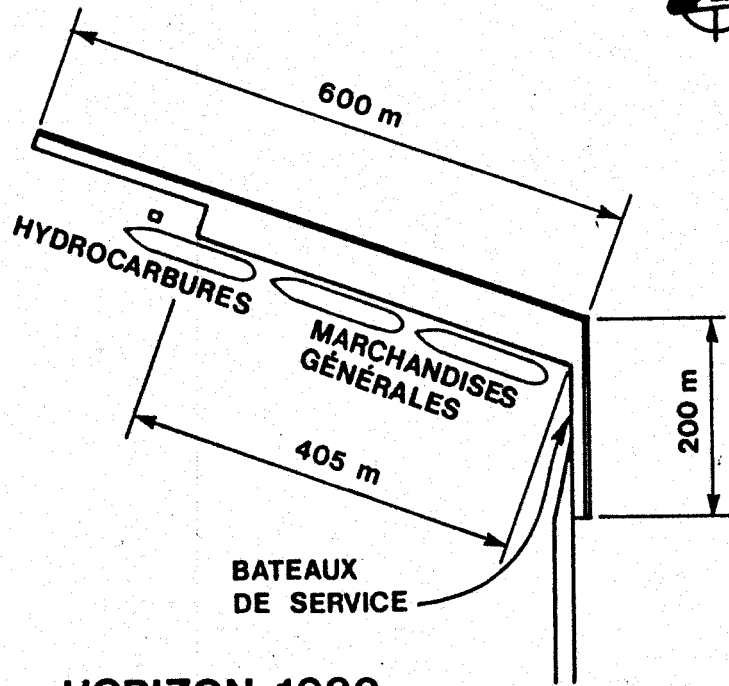
Surfaces et Tablier du Wharf (St Louis)



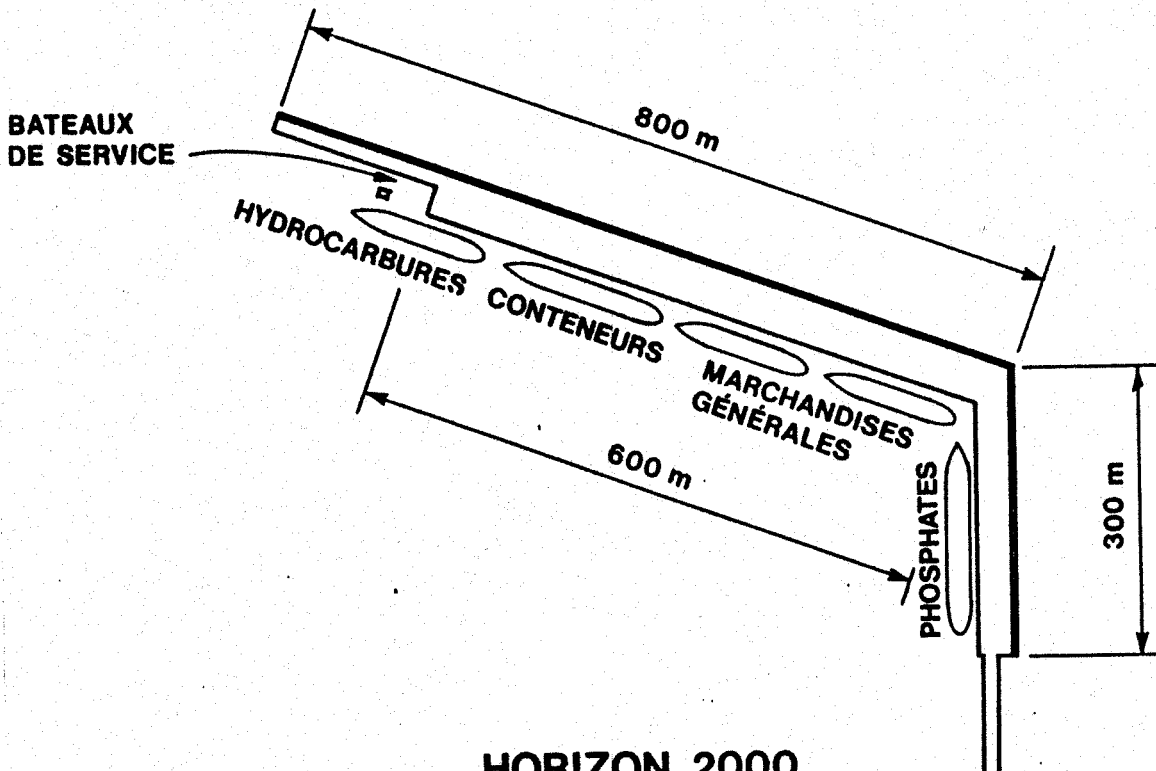
PROFIL EN TRAVERS



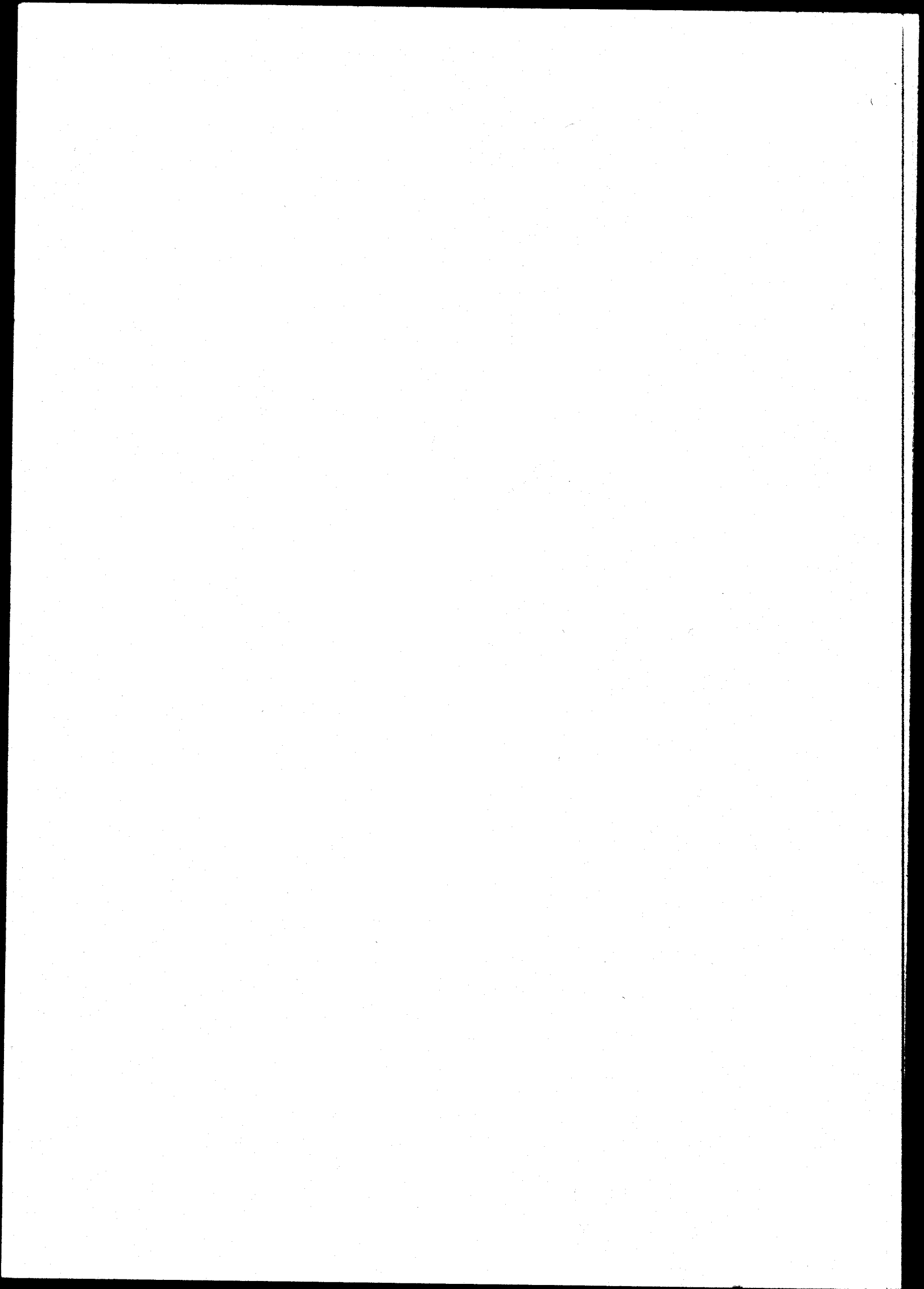




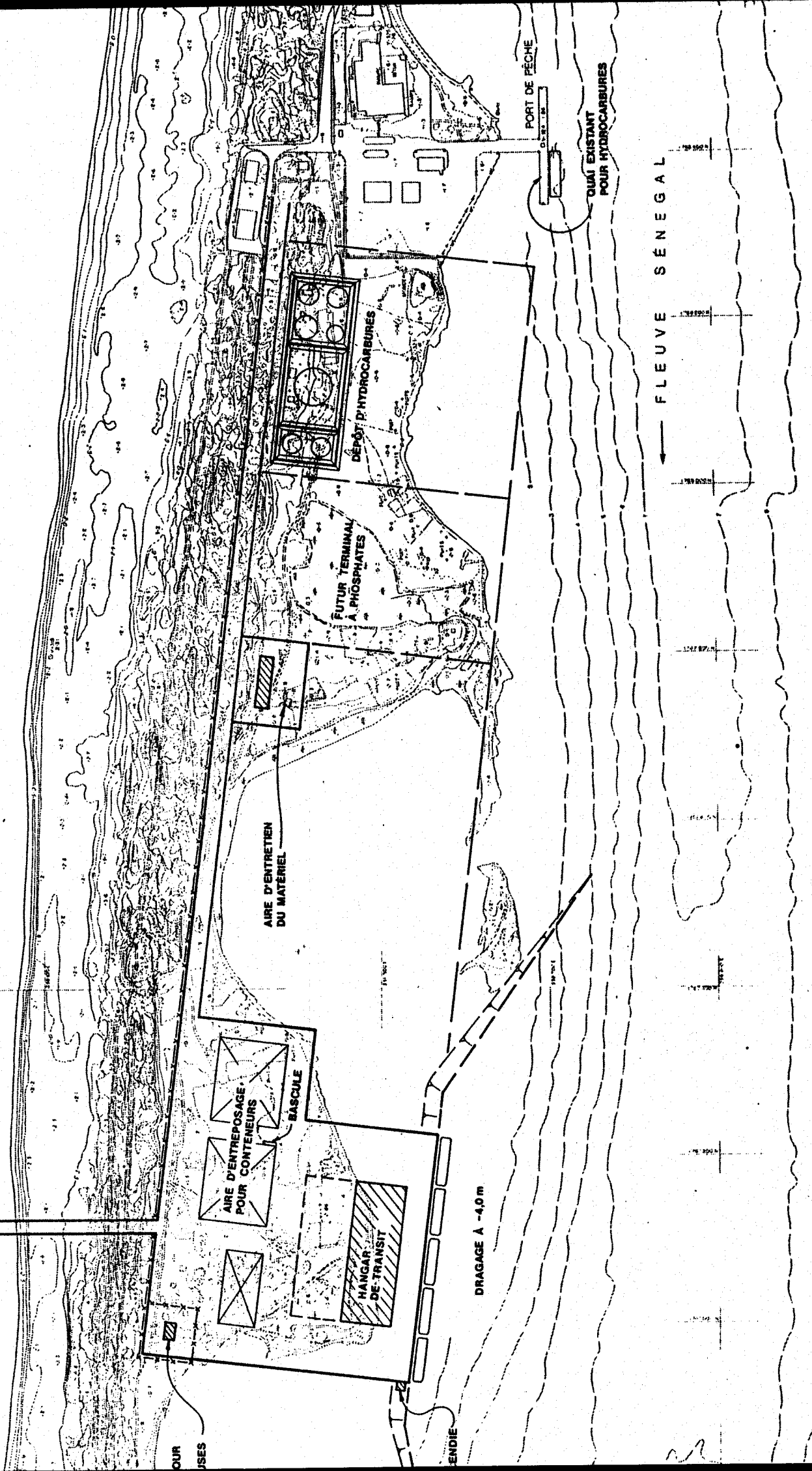
HORIZON 1990



HORIZON 2000



Océan Atlantique
Schéma des Installations du Port fluvial Connecté
Au Wharf de St Louis



FLEUVE SÉNÉGAL

DRAGAGE A -4.0m

AIRE D'ENTRETIEN
DU MATERIEL

FUTUR TERMINAL
A PHOSPHATES

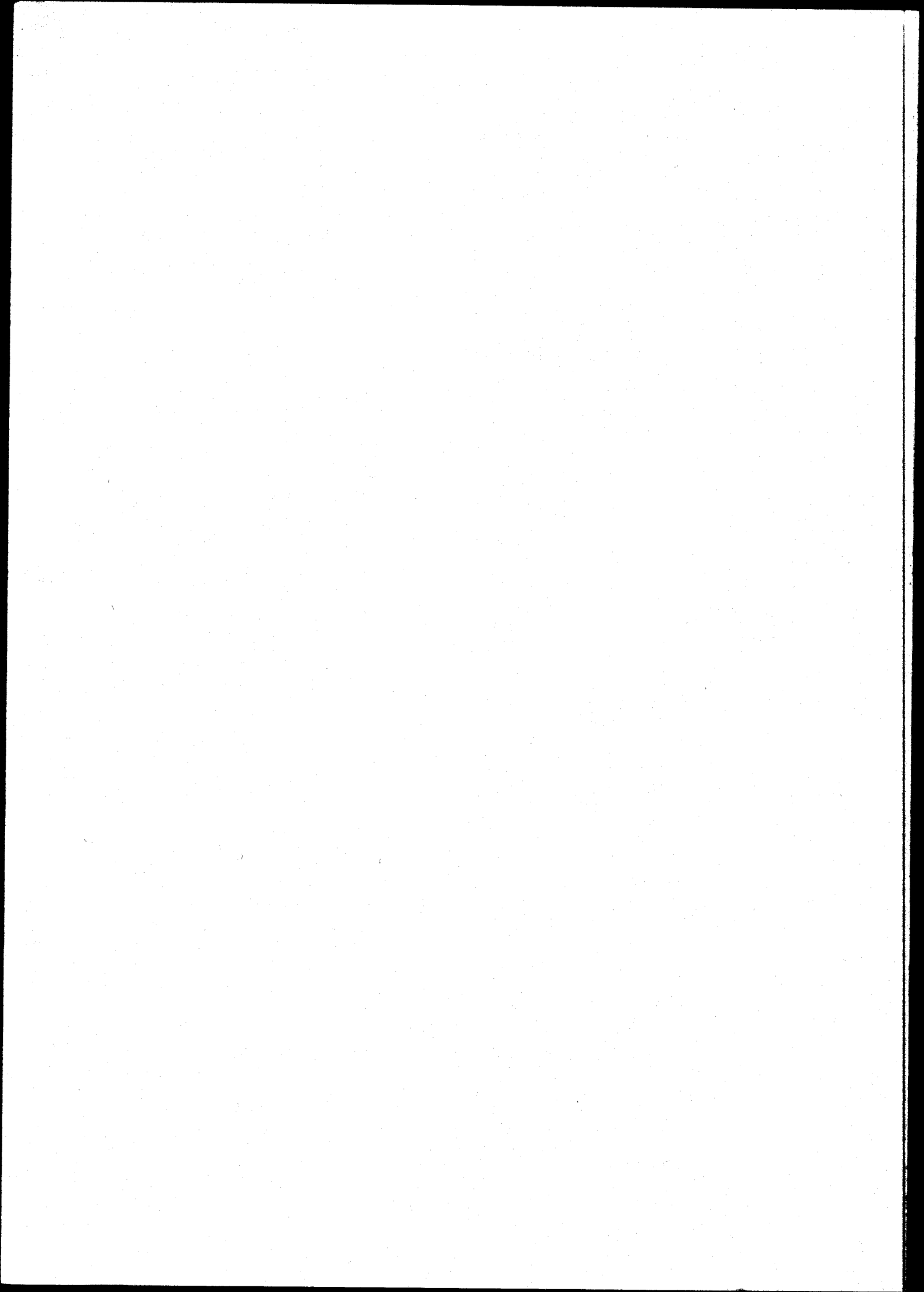
DÉPÔT D'HYDROCARBURES

EXISTANT
QUAI POUR
HYDROCARBURES

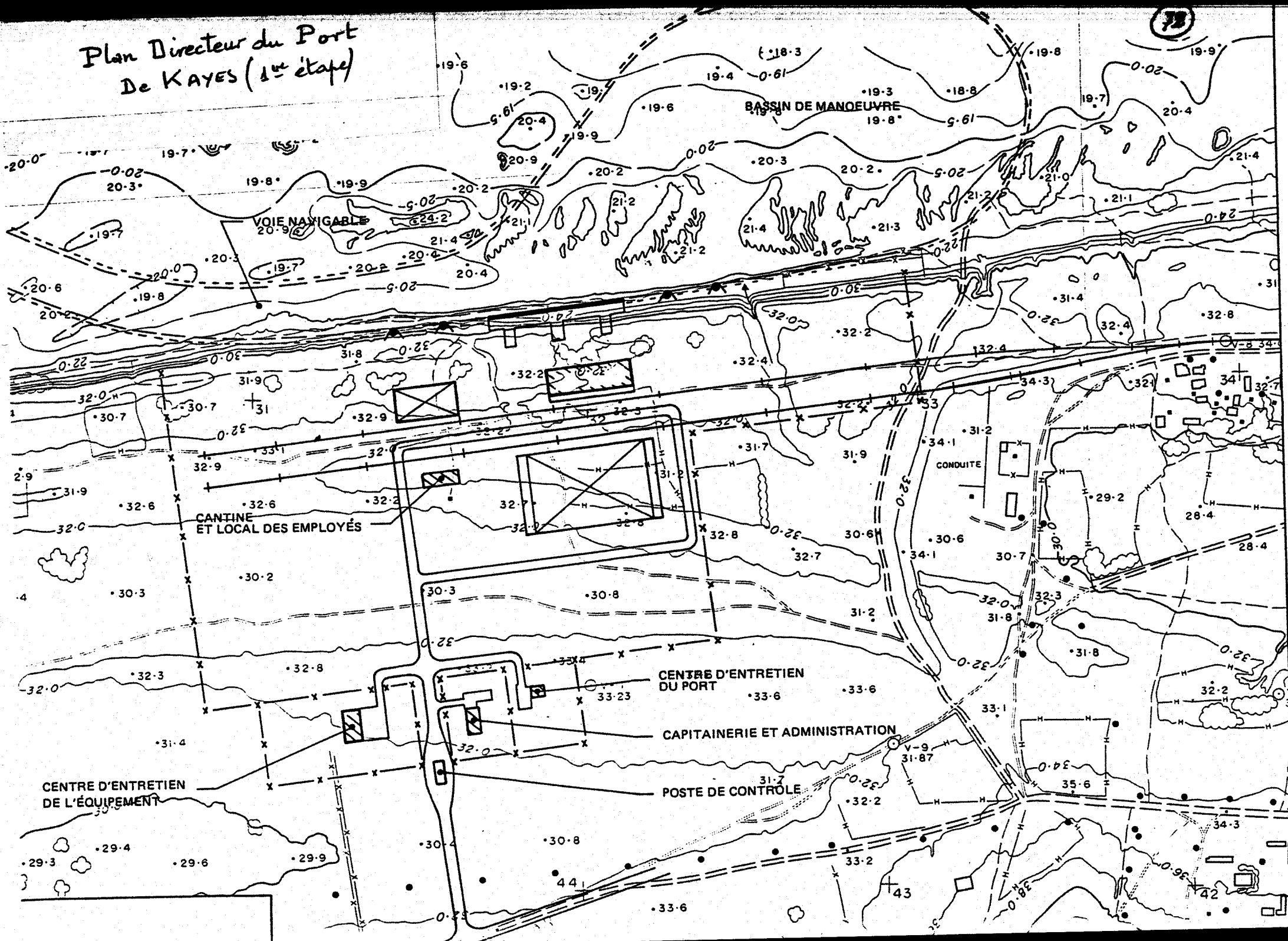
PORT DE PÊCHE

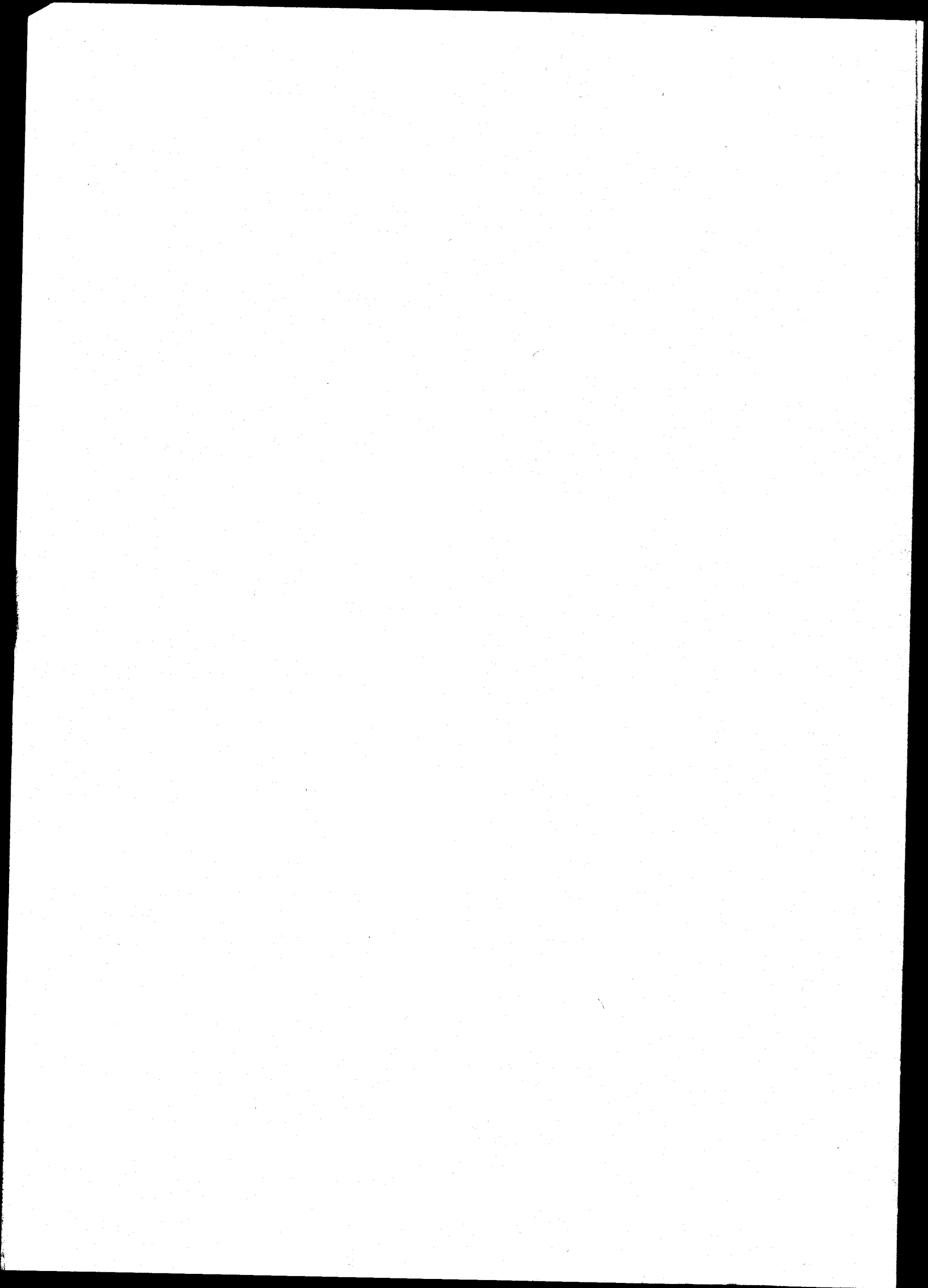
OUR
USES

ENDIE

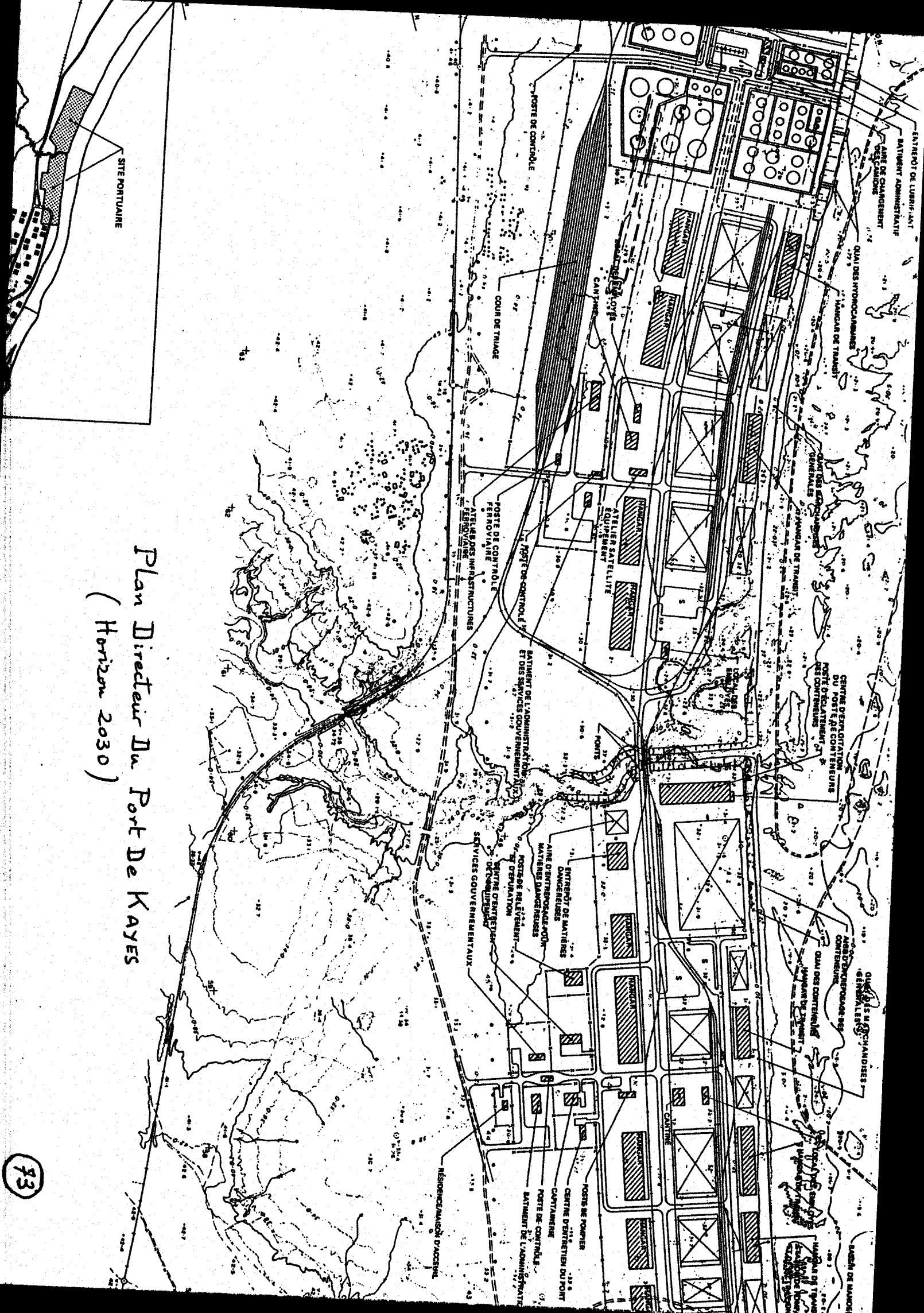


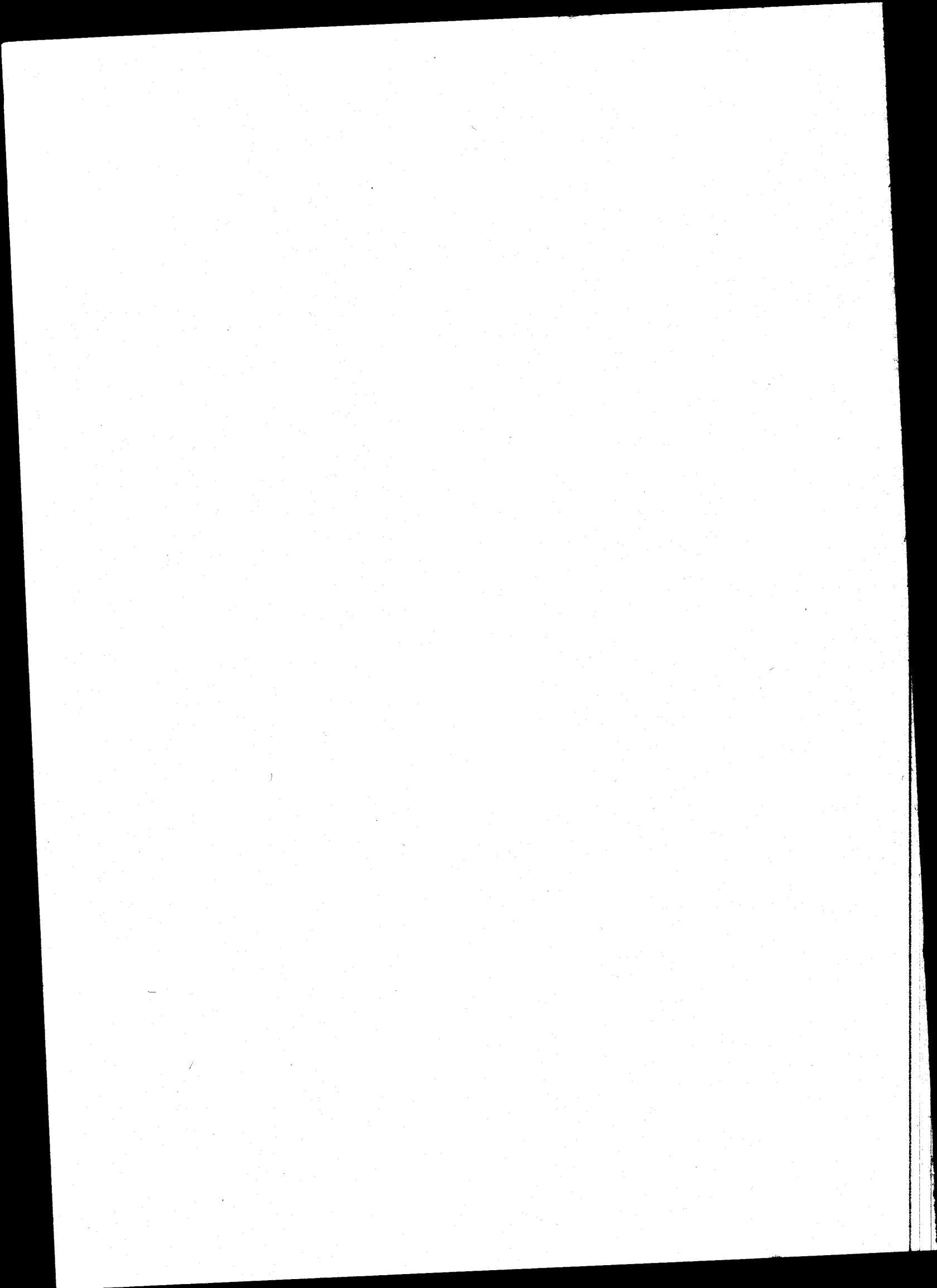
Plan Directeur du Port De KAYES (1^{re} étape)





Plan Directeur Du Port De KAYES
(Horizon 2030)





Plan Directeur De L'escale De Kaédi (1^{er} et 2^{em} étape)

74

AIRES RÉSERVÉES À LA MANUTENTION
ET À L'ENTRÉPOSAGE DES HYDROCARBURES

HORIZON 2000

POSTES DE CONTRÔLE

HANGAR ET BUREAUX

REMARQUE: LE CAS ILLUSTRÉ EST CELUI DE L'ESCALE
DE KAÉDI. LE PRINCIPE S'APPLIQUE AUSSI
AUX ESCALES DE BOGHÉ, MATAM, ET BAKEL.

DRAGAGE REQUIS
POUR VARIANTE QUAI
ET ACCUEIL DE CONVOIS M-3

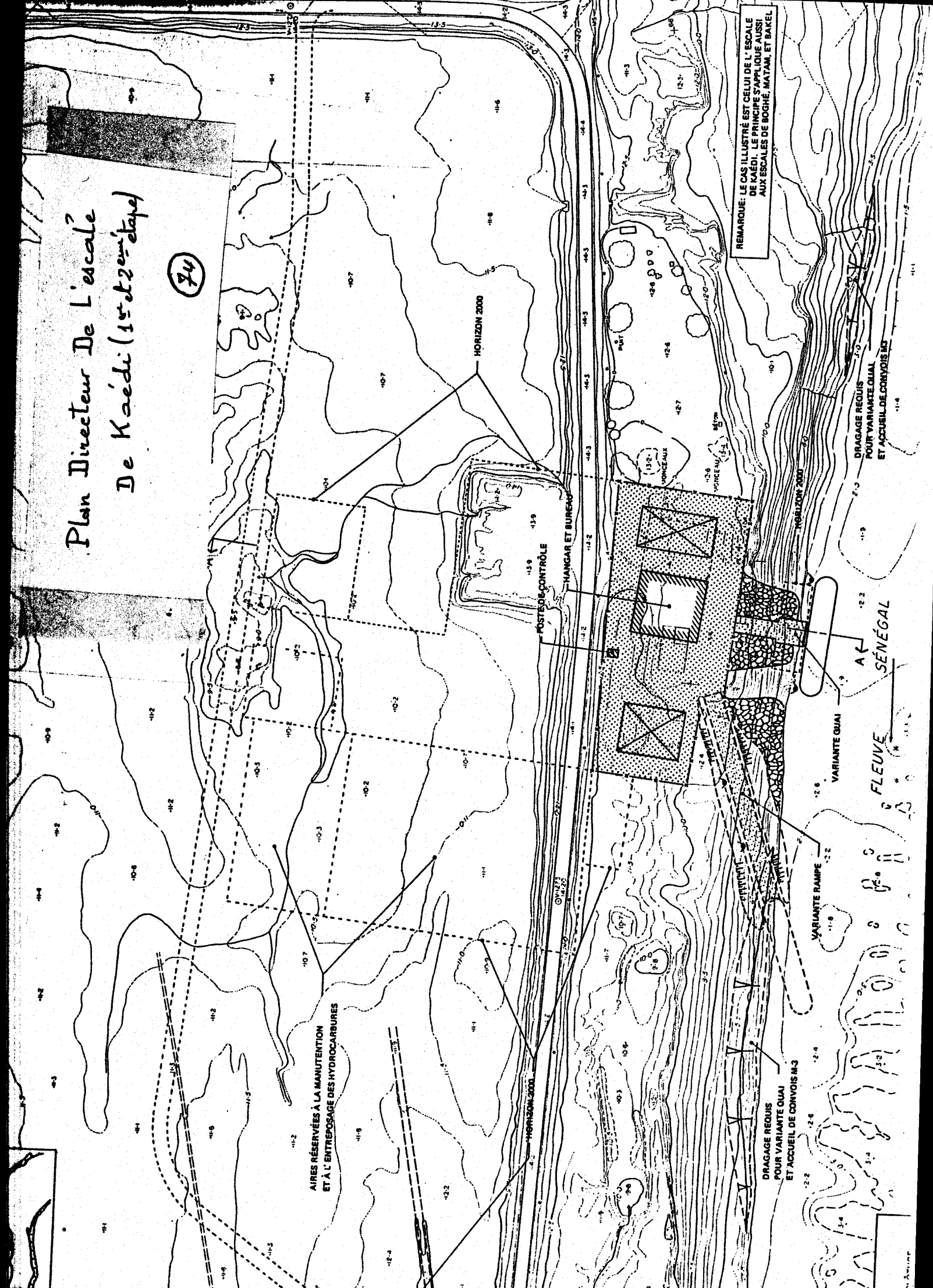
VARIANTE RAMPE

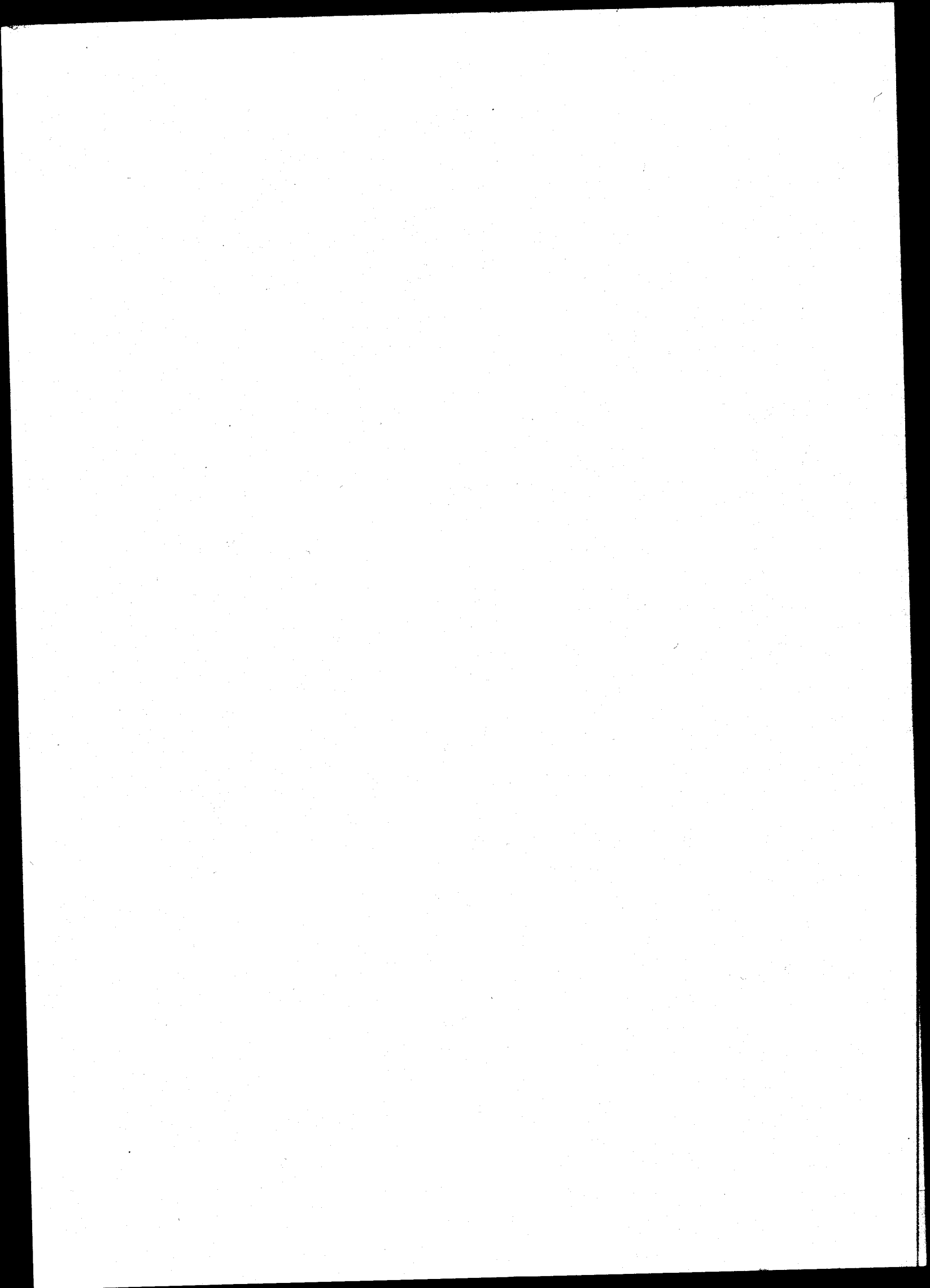
VARIANTE QUAI

DRAGAGE REQUIS
POUR VARIANTE QUAI
ET ACCUEIL DE CONVOIS M3

SENÉGAL

FLEUVE





OPTIMISATION DES TRANSPORTS PAR LA "RECHERCHE OPÉRATIONNELLE"

Le secteur des transports, notamment leur gestion, se prête bien à la recherche opérationnelle.

La recherche opérationnelle, est une méthode d'observation des faits, et d'analyse mathématique de leurs rapports, en vue d'une utilisation optimale des moyens nécessaires pour atteindre un objectif.

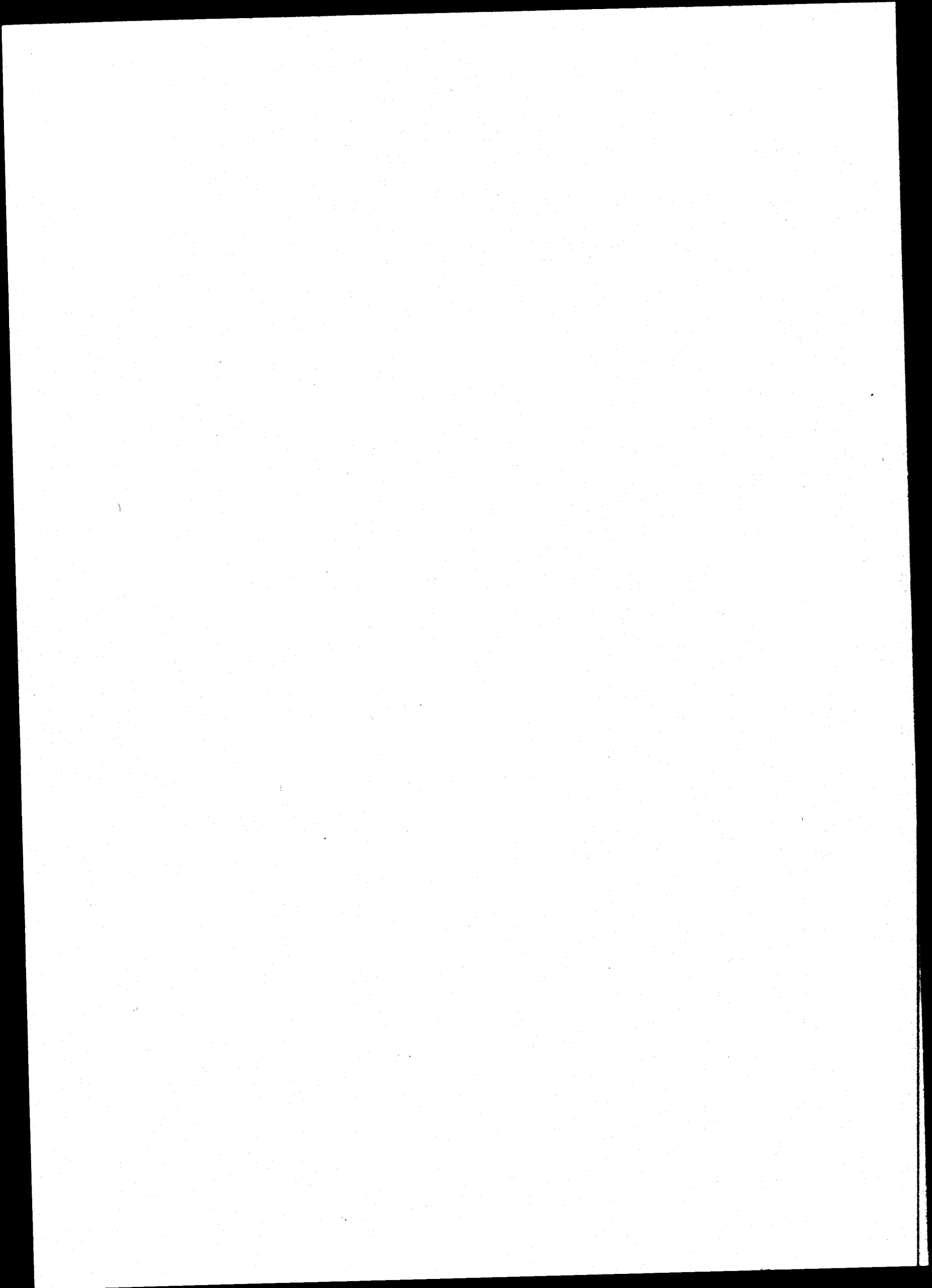
La première application pratique de cette méthode, eut lieu au cours de la 2^{de} guerre mondiale où des équipes multidisciplinaires arrivaient à maximiser l'efficacité et minimiser les moyens militaires disponibles; (Bombardement par groupe; dimensions des escadrilles de chasse; formation et disposition des escadres et convois maritimes; grenadage sous-marin...)

Après la guerre, ces équipes ont pénétré le domaine de la gestion civile, notamment dans les secteurs industriels et des transports où elles n'ont pas tardé à prouver leur efficacité.

MOYENS ET METHODES UTILISÉS

Les principaux moyens et méthodes mathématiques utilisés sont :

- Calcul matriciel servant à formuler symboliquement les problèmes.
- Calcul différentiel et intégral permettant de résoudre les modèles.
- Les séries convergentes et les transformations de Laplace et de Fourier

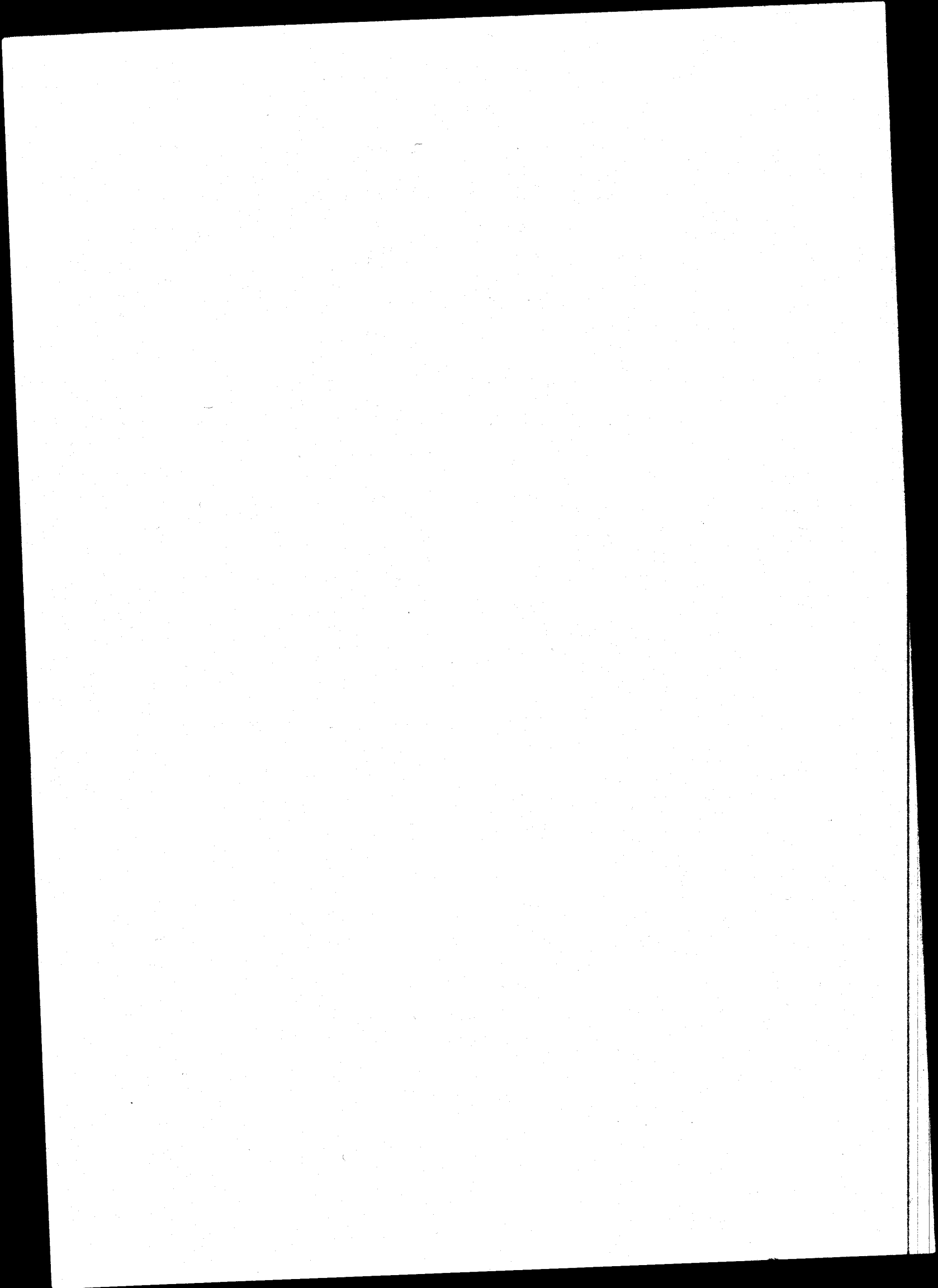


- Les fonctions entières gamma et beta.
 - Le calcul des probabilités (fonctions aléatoires, analyse combinatoire, fonction de répartition, convergence et inégalité de Tchébycheff, théorème de Glivenko ...)
- La statistique permet l'étude systématique des phénomènes observés pour en déduire des prévisions.

On y utilise:

- L'histogramme ou distribution de fréquences donnant les valeurs modales, médianes, moyennes, étendues.
- Les moments donnant l'état-type, coefficients d'asymétrie et d'aplatissement
- Les lois de distribution
- L'analyse de la variance permettant de tester l'homogénéité des moyennes des séries et les liaisons stochastiques existantes entre variables non indépendantes (corrélation) donnant les courbes de régression.
- La théorie de la dualité permet en un nombre fini d'itérations d'aboutir à un programme optimal de transport.
- La théorie des graphes permet de résoudre le problème du flux maximal à faire passer dans un réseau de circulation.

Le problème du flux maximal dans un graphe planaire est résolu graphiquement par l'algorithme de Ford et Fulkerson.



EXEMPLE D'UNE APPLICATION A LA REGIE DES TRANSPORTS DU MALI.

La RTM, peu après l'indépendance, avait été lancée hâtivement à l'empirique, dans des circonstances particulières qui lui avaient valu beaucoup de déboires. Néanmoins des tentatives de redressement de son organisation et gestion avaient été entreprises...

A partir d'un Centre principal situé à Bamako, et des centres secondaires situés dans les capitales des régions du Mali, la RTM, secondée par des transporteurs privés, devaient assurer les échanges intérieurs et extérieurs du MALI.

En dépit de l'absence de statistiques, on avait essayé d'établir l'histogramme du trafic entre le Centre de Bamako, des autres centres et des privés.

STRUCTURE DES COÛTS DES TRANSPORTS.

Pour un camion, elle est donnée par la formule:

$$C = rQ(d+s)$$

où C = Coût annuel pour un camion

Q = Tonnage annuel transporté par ce camion

d = kilométrage annuel réalisé " " "

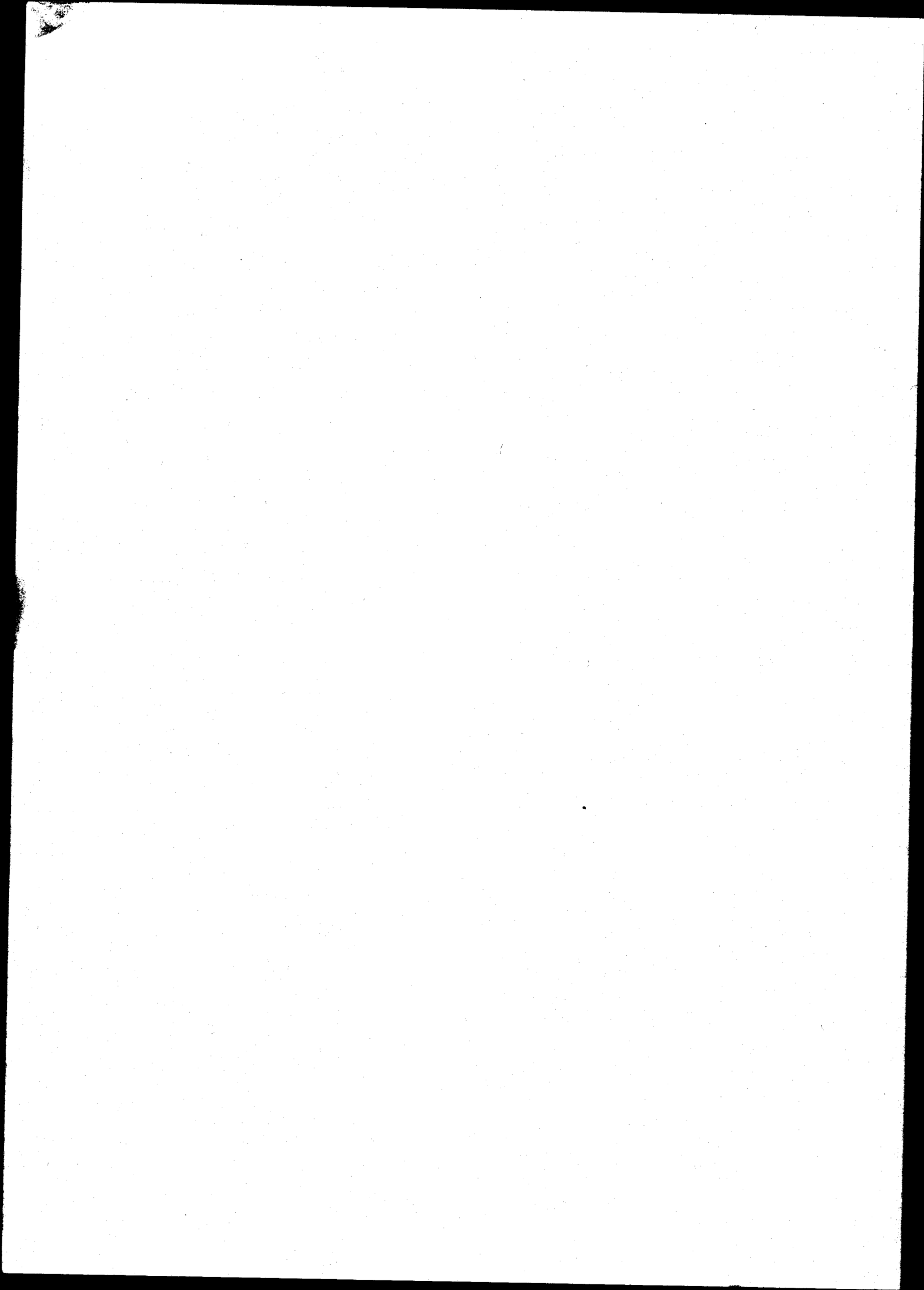
r et s = éléments du contrat de transport

Les coûts annuels de gestion du parc de camion sont donnés par la formule:

$$C_1 = A + NL a (s+F) + D \left(E + \frac{s+F}{v} \right)$$

$$NL = Q$$

$$\text{D'où } C_1 = A + a(s+F)Q + \left(E + \frac{s+F}{v} \right) D$$



A = frais fixes

N = nombre de rotations par an

I = charge utile moyenne par an

D = Nombre de kilomètres réalisés par an

a = temps moyen de chargement et déchargement d'une T.

S = salaire de l'équipage

F = frais de déplacement

t = coûts de consommation au kilomètre

v = vitesse moyennes sur route

SOLUTION DU PROBLÈME GÉNÉRAL

Il s'agit de minimiser tout au long des 52 semaines la somme (Σ) des coûts :

$$\Sigma_i (C + C_s) = \Sigma_i C_i$$

i = une semaine donnée.

Parmi les paramètres et variables qui s'offrent à la discussion, trois variables sont contrôlables :

n = nombre de camions à utiliser

L = capacité unitaire

d₁ = longueur des rotations à confier aux privés.

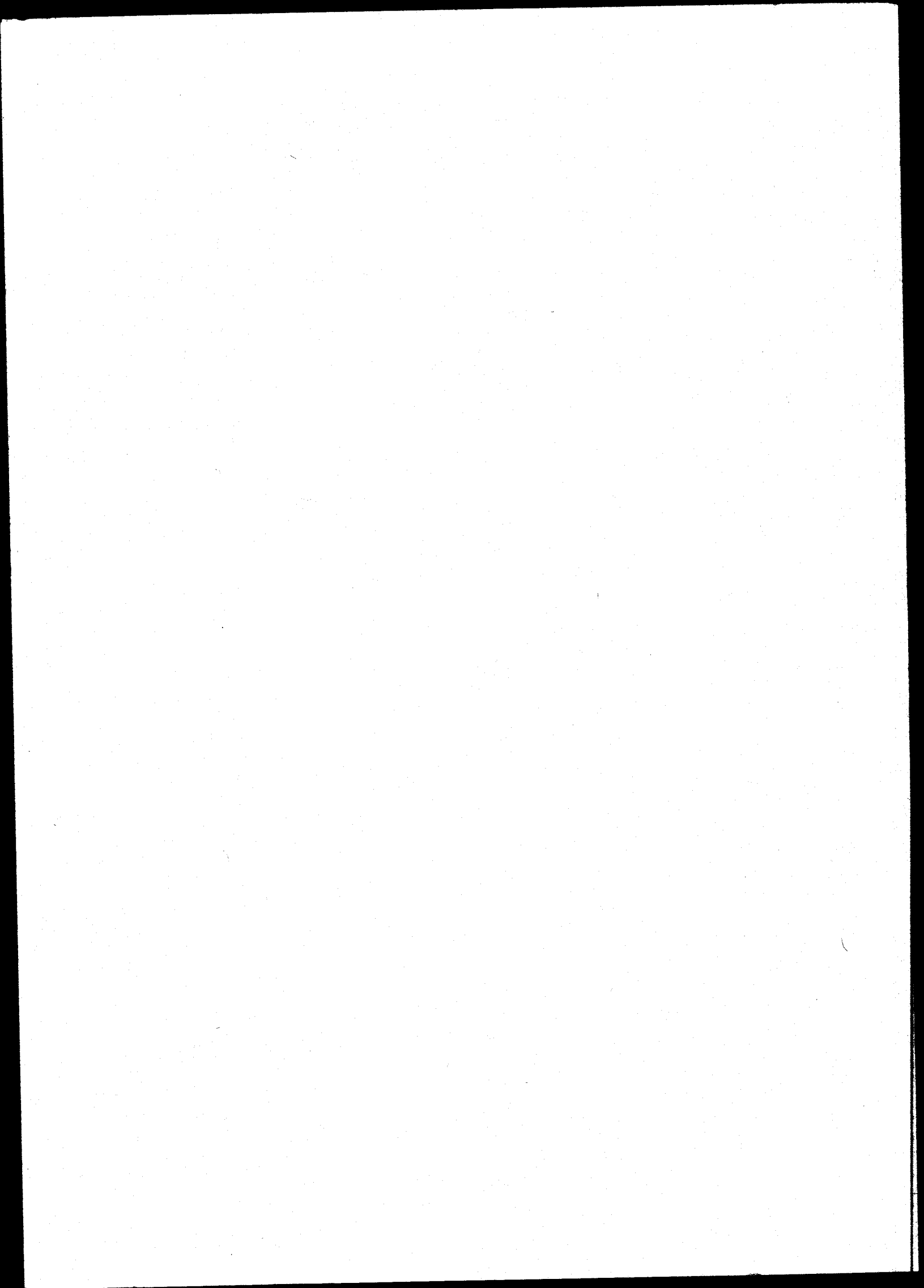
Mathématiquement, le problème revient à l'étude des dérivées partielles :

$$\Sigma \frac{\partial C_i}{\partial d_1} ; \Sigma \frac{\partial C_i}{\partial n} ; \Sigma \frac{\partial C_i}{\partial n \partial L}$$

LONGUEUR MOYENNE DES ROTATIONS A CONFIER AUX PRIVÉS

La dérivation de C par rapport à d₁ donne lieu à une algèbre compliquée qui conduit en définitive à :

$$\frac{\partial C}{\partial d_1} = \frac{S_1}{\left(aL + \frac{d}{v}\right)^2}$$



S_1 étant une fonction des variables L, d, n, U
($U =$ taux d'utilisation)

On cherche à savoir pour quelle valeur n_0 de n le signe de S_1 change.

Pour des quantités Q à transporter, voisines des quantités actuelles et celles en expansion de 20%, n_0 prend les valeurs suivantes :

$$L = 10^T \quad 12,5 \quad 20$$

$$L = 15^T \quad 10 \quad 16$$

$$L = 20^T \quad 7,5 \quad 12$$

avec $U = 0,8$; Q actuel $Q + 20\%$

Si la région a un pare où $n < n_0$ S_1 est positif
donc $\frac{\partial C}{\partial n} > 0$

La R.T.M. a $\frac{\partial C}{\partial d_1}$ donc intérêt à réduire le moyen des rotations des privés et à se réserver les longues distances.

NOMBRE OPTIMAL DES CAMIONS DU PARC

Pour les valeurs L susceptibles d'être retenues, le coût hebdomadaire décroît lorsque n augmente :

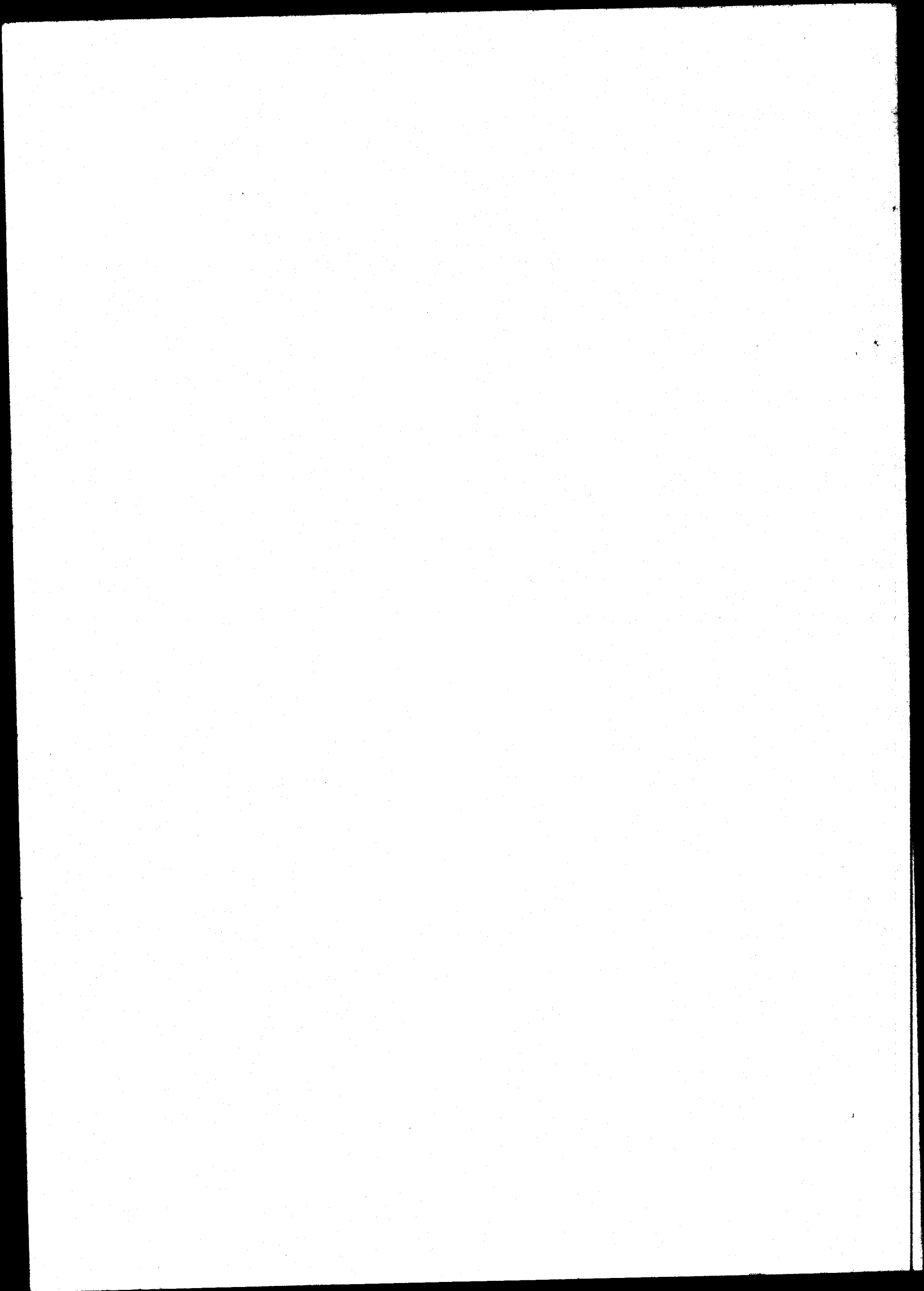
$$\frac{\partial C}{\partial n} = \frac{S_2}{\alpha L + \beta d_1} \quad \text{avec } S_2 = f(d_1)$$

On constate que si :

$$C = 10^T \quad S_2 < 0 \quad \text{si } d_1 > 115 \text{ km}$$

$$C = 15^T \quad S_2 < 0 \quad \text{si } d_1 > 100 \text{ km}$$

Le nombre de camions travaillant sur les distances d_1 doit être tel, que la distance d_1 rende les dérivées partielles négatives ; ceci rend optimal le nombre de camions de capacité 10^T et 15^T .



QUEL TYPE DE CAMIONS ACHETER ?

$$\frac{\partial C}{\partial n} = \frac{S_2}{\alpha L + \beta d_1}$$

S_2 étant de la forme $XL^2 + YL + Z$
Le calcul de $\frac{\partial^2 C}{\partial n \partial L}$ donne la forme: $\frac{S_3}{(\alpha L + \beta d_1)^2}$

S_3 est aussi de la forme $XL^2 + YL + Z$
 X, Y et Z dépendant de \bar{U} et de d_1 .

On montre que pour une gamme étendue de valeurs de d_1 et de \bar{U} , $\frac{\partial C}{\partial n}$ est décroissant en L , dans un intervalle assez large couvrant les valeurs pratiques convenables de L .

Le R.T. 17. devra donc utiliser des camions de grande capacité.

Pour les longues distances un camion de 10^T utilise à 80% représenté par rapport à un camion de 6^T, une économie annuelle de l'ordre de 400.000 F.a.

Un camion de 20^T une économie de 1.000.000 F.a. (vol. 1963)

Cette méthode avait permis en 1963 d'ajuster le parc de Bamako et des autres centres en nombre et capacité et de se réserver les longues distances:

Centre de Sikasso : 4 Cam. de 25^T et 10 de 10^T
au lieu de 10 cam. de 13^T

Centre de Ségou : 2 Cam. de 25^T et 4 de 10^T
au lieu de 8 cam. de 10^T

Centre de Mopti : 6 cam. de 25^T et 4 de 10^T
au lieu de 6 cam. de 10^T.
etc.

