

*Phyp. Carenes OK
aliments*

REPUBLIQUE DU SENEGAL

MINISTERE DU DEVELOPPEMENT RURAL

SERVICE DE L'ELEVAGE ET DES
INDUSTRIES ANIMALES

INSTITUT D'ELEVAGE ET DE MEDECINE
VETERINAIRE DES PAYS TROPICAUX

LABORATOIRE NATIONAL DE L'ELEVAGE
ET DE RECHERCHES VETERINAIRES

DAKAR-HANN

ZV0000905

R A P P O R T

SUR L'ANALYSE CHIMIQUE DES EAUX DE FORAGES PROFONDS

Convention 20/C/66/A budget FAC

ANALYSE CHIMIQUE DES EAUX DE FORAGES PROFONDS

Le travail d'analyse, objet du présent rapport résulte de la convention établie entre le Directeur du Service de l'Elevage et des Industries Animales du Sénégal d'une part, et le Directeur Général de l'Institut d'Elevage et de Médecine vétérinaire des Pays tropicaux d'autre part, avec pour objet l'analyse chimique des eaux de forages profonds,

Cette convention 20/C/66/A est financée par le Budget FAC,

CONVE ' NTIONS DES EAUX

DOSAGE DES ELEMENTS MINERAUX DANS LES FAUX

Au cours de tournées effectuées en 1968 et 1969 dans la région Nord du Sénégal, 58 points d'eau ont été prospectés. Ces points d'eau sont des lieux d'abreuvement de troupeaux.

Deux prélèvements ont été effectués pour chaque point d'eau : le premier en 1968 avant la saison des pluies, le second en 1969 pendant la saison des pluies ou juste après.

Nous avons procédé sur ces prélèvements au dosage des éléments suivants :

SODIUM - POTASSIUM - CALCIUM - MAGNESIUM - PHOSPHORE.

1 - NATURE DES POINTS D'EAU

Les points d'eau prospectés peuvent être classés en trois groupes principaux :

a) - Les Eaux de Forages :

Ce sont des eaux puisées à la profondeur de 200 ou 300 m par des moyens d'exhaure mécaniques; 34 échantillons d'eaux de forages ont été prélevés.

b) - Les Eaux de Puits :

Les puits intéressés ont une profondeur variant entre 40 et 80 m; 18 échantillons de ces eaux ont été constitués.

c) - Les Eaux de Surface :

Ce sont les eaux des mares, du lac de Guiers et du fleuve Sénégal; 6 échantillons de ces eaux ont été recueillis.

II - PRELEVEMENTS

Pour chaque point un litre d'eau a été prélevé, transporté et conservé dans des bidons en plastique qui constituent un matériau neutre. Sur certains puits (ex. : NAMARI, N'DIOT, FETE BOWAL) une quantité inférieure a été prélevée; ces ouvrages étant alors presque asséchés.

III - DOSAGE DES ELEMENTS MINERAUX

Mode opératoire :

SODIUM, POTASSIUM, CALCIUM, MAGNESIUM, sont dosés par SPECTROPHOTOMETRIE de flamme en absorption atomique sur l'appareil PERKIN-ELMER, modèle 290. Le phosphore est dosé par photolorimétrie sur appareil BECKMAN.

1/ - Analyse de Na - K - Ca - Mg

On opère sur l'eau des prélèvements diluée avec de l'eau bi-distillée. La dilution est fonction de la concentration des éléments à doser et peut varier de 1/2 à 1/100. Pour diminuer certaines interférences, on adjoint du chlorure de lanthane aux solutions.

Exemple de dilution au 1/25

Eau à analyser.....	1 cm ³
Chlorure de lanthane 5 p.100	2,5 cm ³
Eau bi-distillée q.s.p.	25 cm ³

Ces solutions sont ensuite directement passées au spectrophotomètre, Par comparaison à une gamme étalon, on déduit les taux des éléments minéraux.

2/ - Analyse du phosphore

Le phosphore est présent dans les eaux à un taux très faible; son dosage exige une concentration préalable des eaux. La prise d'essai de 400 ml d'eau est traitée suivant le mode opératoire ci-après :

- évaporation à sec à l'étuve. Reprise du résidu sec par 10 ml d'acide chlorhydrique concentré pour insolubiliser la silice, et nouvelle évaporation à sec au bain de sable. Adjonction de 10 ml d'acide nitrique 5 p.100 et troisième évaporation au bain de sable. On reprend à chaud par 5 ml d'acide nitrique 5 p.100 et on ajoute dans une fiole jaugée de 20 ml. On termine en ajoutant 10 ml de réactif de MISSON et on complète à 20 ml avec de l'eau bi-distillée.

Remarque :

Le réactif de MISSON est un réactif nitro-vanadomolybdique donnant avec le phosphore un phospho-vanadomolybdate de couleur jaune; l'intensité de la coloration obtenue est proportionnelle à la quantité de phosphore se trouvant dans la solution. Une centrifugation de la solution permet de déposer la silice; les lectures des densités optiques au BECKMAN se font à 430 milli-microns. Une gamme étalon de phosphore traitée de la même manière que les eaux à analyser permet par comparaison de calculer les teneurs des eaux en phosphore. Pour cela, il faut établir la droite de régression DENSITE OPTIQUE = F (teneur en phosphore de la gamme étalon).

La faible teneur des eaux en phosphore et la complexité du mode opératoire limitent la précision de la sensibilité de ce type de dosage qui ne peut guère aller au-delà de taux inférieurs à 25 ou 30 microgrammes par litre.

Résultats

Ils sont consignés dans le tableau ci-joint. Les points d'eau sont classés par ordre alphabétique, et rapportés en fonction de l'année où a eu lieu le prélèvement (68 et 69).

Les numéros de la colonne de gauche correspondent aux numéros des points d'eau inscrits sur la carte "POINTS D'EAU". Dans la colonne "Nature du Point d'Eau" la signification des initiales est la suivante :

F = Forage
P = Puits
ES = Eau de Surface

Les teneurs en sodium, potassium, calcium et magnésium sont donnés en milligrammes/litre; les teneurs en phosphore sont en microgramme/litre.

IV - CARTES

La carte "Point d'Eau" indique l'emplacement des forages, des puits et des eaux de surface dans la zone intéressée. Par souci de clarté, 54 points d'eau sont représentés, numérotés de 1 à 54. Les 4 non représentés sont affectés de numéro du point d'eau le plus proche auquel on ajoute la mention bis (ex. : 24 bis M'BEULAKHE signifie que ce point est proche du forage de YANG-YANG portant le numéro 24).

Pour situer visuellement les résultats, des cartes de concentration des éléments minéraux étudiés : Na - K - Ca - Mg - P, ont été établies. Chaque concentration est représentée par un carré :

- noir pour les fortes concentrations
- hachuré pour les concentrations moyennes
- blanc pour les faibles concentrations.

V - CONCLUSIONS

1) Influence de la nature des points d'eau

Il est intéressant de savoir s'il existe des différences de concentration suivant la nature du point d'eau. En conséquence, pour chaque élément on a réuni les résultats par catégorie (forages, puits, eaux de surface), calculé la moyenne et établi un tableau correspondant).

MOYENNES DES ELEMENTS MINERAUX PAR CATEGORIE

		F O R A G E S						P U I T S						EAUX DE SURFACE		
Na	mg/l	34	248,5	34	229,8	239,2	18	85,3	18	87,2	86,3	5	15,7	6	6,7	11,2
K	mg/l	34	14,3	34	13,1	13,7	18	7,1	18	7,2	7,2	6	6,6	6	4,5	5,6
Ca	mg/l	34	29,5	34	29,8	29,7	18	44,6	18	49,4	47,0	6	8,0	6	4,3	6,2
Mg	mg/l	34	14,9	34	13,0	14,0	18	15,6	18	19,9	17,8	6	4,2	6	4,6	4,4
Σ	γ/l	33	17	34	12	15	16	110	17	182	146	5	148	6	257	203
Nbre de prélèvements		68	68	68	68	68-69	Nbre de prélèvements	68	Nbre de prélèvements	68-69	Nbre de prélèvements	68	Nbre de prélèvements	68	69	Moyenne 68-69

L'étalement des résultats dans chaque catégorie est très important, La comparaison des catégorie par analyse de variance est illusoire du fait de la non homogénéité des variances des trois groupes. Il est donc impossible de faire des tests statistiques valables. Nous pouvons seulement comparer les ordres de grandeur des moyennes. Pour nous rendre compte de l'étalement des données, consignons dans un tableau les valeurs extrêmes pour chaque catégorie :

	FORAGES		PUITS		EAUX DE SURFACE	
	1968	1969	1968	1969	1968	1969
Na mg/l	8,8 à 1113,5	8,8 à 1033,1	3,6 à 522	2,5 à 495,8	1,6 à 62,4	1,5 à 9,8
K mg/l	3,4 à 29,9	3,18,1 0,9	à 17,0	1,5 à 16,5	1,4 à 12,4	1,2 à 8,7
Ca mg/l	6,7 à 176,1	5,4 à 224,5	6,0 à 226,8	7,5 à 149,3	3,0 à 21,3	2,8 à 6,5
Mg mg/l	3,7 à 34,7	1,5 à 27,6	2,1 à 56,7	2,2 à 56,2	0,4 à 16,3	1,1 à 4,0
P mg/l	0 à 39	0 à 35	0 à 562	0 à 818	11 à 405	12 à 812

a) - Sodium

La moyenne des teneurs en sodium des eaux de forages est nettement supérieure à celle des eaux de puits elle-même supérieure à celle des eaux de surface.

Na FORAGES } Na PUIITS } Na EAUX DE SURFACE

b) - Potassium

La moyenne des teneurs en potassium des eaux de forages est supérieure à celle des eaux de puits, cette dernière étant identique à celle des eaux de surface.

K FORAGES } K PUIITS* EAUX DE SURFACE

c) - Calcium

Pour le calcium, la moyenne des teneurs des eaux de puits est supérieure à celle des eaux de forages elle-même supérieure à celle des eaux de surface.

Ca. PUIITS } Ca FORAGES } Ca FAUX DE SURFACE

d) - Magnésium

Les mêmes constatations que pour le calcium sont possibles avec cependant des différences moins nettes.

Mg PUIITS > Mg FORAGES > Mg EAUX DE SURFACE

e) - Phosphore

Le phosphore se trouve en très faibles quantités dans les eaux de forages. Dans les eaux de puits et de surface, le phosphore est présent à des taux un peu plus importants.

P EAUX DE SURFACE > P PUIITS > P FORAGES

Cette carence en phosphore des eaux de forages est en rapport avec la maladie animale observée au Ferlo, étudiée par plusieurs équipes du Laboratoire de l'Élevage et décrite dans un article paru dans la Revue d'Élevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux sous le titre "Aphosphorose et Botulisme au Sénégal" 1965, 18, 3 (249.282).

2) -- Répartition géographique des éléments minéraux

Les cartes de concentrations des éléments minéraux permettent de délimiter des zones à faibles ou fortes concentrations.

a) - Sodium

La répartition du sodium se fait grossièrement par bandes Ouest-Est. On trouve successivement :

une bande côtière aux concentrations moyennes (de N'DANDE au Lac de Guiers).

une bande à fortes concentrations (DAROU-MOUSTY, N'DIAGNE TATKI).

la région du DJOLOFF aux concentrations moyennes (GASSANE-LINGUERE, YONOFERE, LAGBAR, etc...),

la région Est du FERLO à faibles concentrations en sodium (REVANNE, FOURDOU-KANEL).

b) - Potassium

La répartition pour le potassium est encore grossièrement Ouest-Est avec fortes concentrations pour la bande DAROU-MOUSTY, N'DIAGNE TATKI. Les faibles concentrations se situent à l'Est du Sénégal et sur la bande côtière. Les concentrations en sodium et potassium se répartissent donc suivant les mêmes zones.

c) - Calcium

Les eaux calcaïques se rencontrent principalement en deux endroits :

- sur la bande côtière (N'DANDE, LOUGA, M'PAL)

- dans la zone LINGUERE, BARKEDJI, VELINGARA, LINDE, KALOSI, YANG-YANG
REVANNE, GUEYE-KADAR.

d) - Magnésium

La répartition du magnésium se fait dans le sens Nord-Sud. Les concentrations élevées se situent au Nord et les plus faibles au Sud, mais la délimitation n'est pas nette.

e) - Phosphore

Pour le phosphore, les zones sont très nettes. Nous constatons que la zone Est du pays est la plus riche en phosphore alors que la région centrale, Nord et Ouest du Ferlo contient peu de phosphore. On remarque également que la zone de la plus grande endémicité de "maladie des forages" se situe vers LAGEAR, YARE-LAO, M'BIDI-TATKI ; or cette zone est particulièrement carencée en phosphore comme l'ont confirmé les dosages de la phosphorémie effectués sur les troupeaux pâturant dans cette région.

CONCLUSION

Les dosages des éléments minéraux des eaux et les cartes de répartition de ces éléments délimitent des zones à faible, forte et moyenne concentrations, Les faibles taux en phosphore observés dans la majorité des eaux de forages et *tout* particulièrement dans la zone de forte endémicité de la maladie animale décrite sous le nom "d'aphosphorose et botulisme" constituent donc une des causes de la carence en phosphore qui atteint les troupeaux.

En hivernage par contre, l'abreuvement aux mares dont les eaux ont une teneur plus forte en cet élément, permet une certaine recharge de l'organisme en phosphore. L'apport conjugué de cet élément par les eaux d'abreuvement et par les fourrages verts fait, qu'alors, la maladie nutritionnelle est exceptionnellement observée.

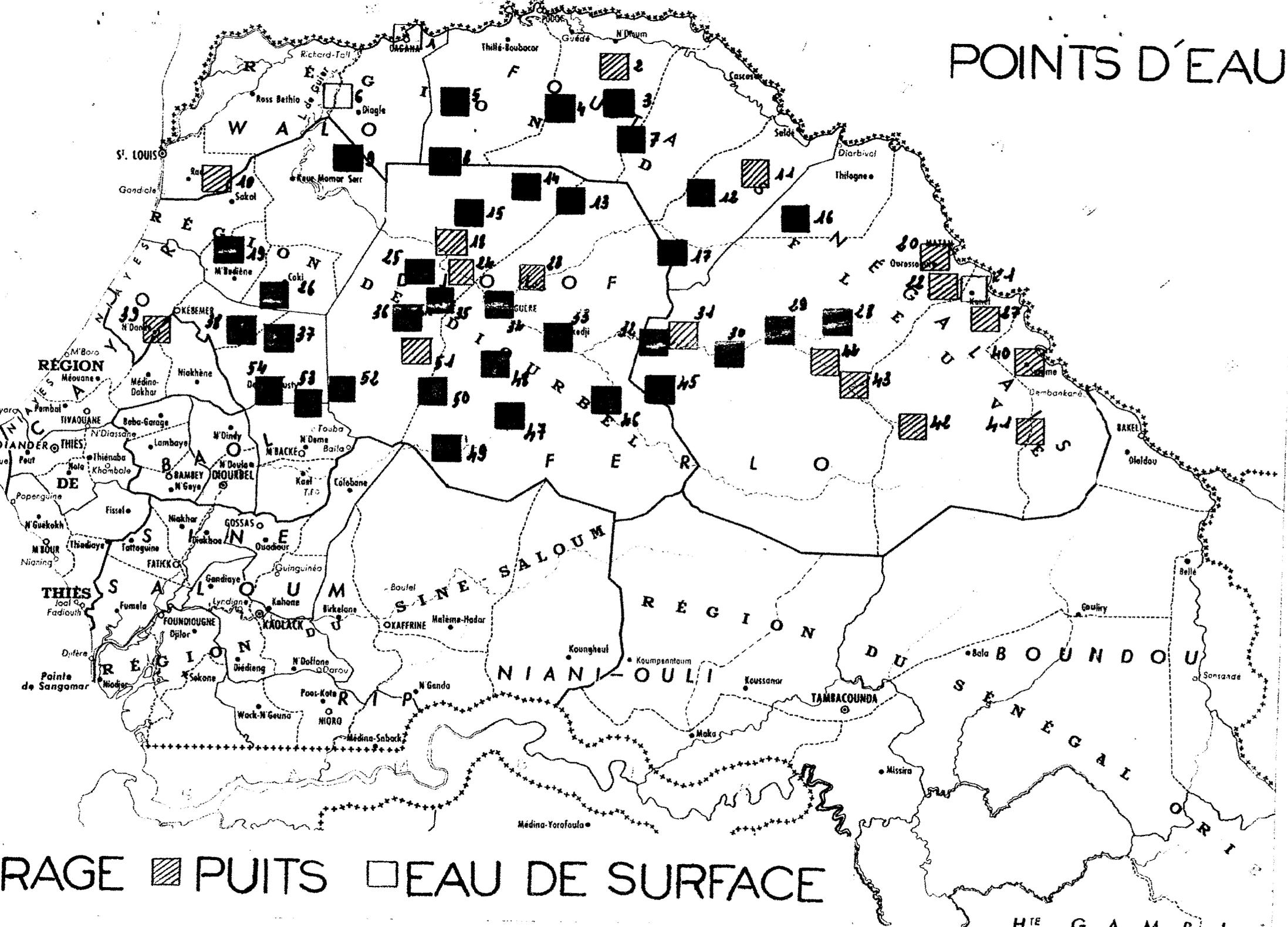
DOSAGE DES ELEMENTS MINERAUX DANS LES EAUX

P = Puits
F = Forage
ES = Eau de Surface

N°	Provenance de l'échantillon	Nature du Pt. d'eau	Sodium mg/l.		Potassium/ mg/l.		Calcium mg/l.		Magnésium mg/l.		Phosphore mg/l.	
			68	69	68	69	68	69	68	69	68	69
			2	Aba	P	1522	495,8	10,3	10,3	5,5	63,8	56,7
15	Amali	F	186,6	165,8	17,0	15,6	31,1	27,9	24,4	16,7	18	27
3	Atch Bali	F	93,1	87,3	10,8	9,7	16,5	14,8	11,0	9,7	8	15
33	Barkedji	F	115,5	111,0	14,0	11,6	52,3	41,0	17,2	14,1	17	12
9	Boydé Doudal	F	204,5	185,6	10,9	10,5	19,2	14,6	16,6	12,1	20	15
1	Dagana (Fl.Sénégal)	ES	6,8	9,8	1,4	1,2	8,0	3,8	2,5	2,0	18	12
36	Dara	F	176,4	161,4	9,7	9,9	0	9,4	4,8	4,2	23	20
54	Darou Mousty	F	710,7	669,2	23,3	22,4	13,2	12,8	11,0	9,6	10	0
35	Déali	F	273,6	257,5	10,6	10,8	6,7	5,4	4,2	3,5	8	30
42	Fêt Diéri Bowal Birane	II	196,9	170,3	12,7	13,2	17,5	18,0	9,0	7,9	11,1	26,35
			9,5	7,0	4,8	3,8	8,1	7,5	2,3	2,2		
30	Fourdou	F	37,1	33,3	12,1	9,7	22,4	25,7	11,4	10,6	39	20
49	Gassane	F	161,1	147,5	8,1	7,9	10,8	7,7	3,8	3,3	28	5
31	Gassé Diabé	P			4,0	5,2	22,8	20,6	6,5	6,3	162	818
31/bis	Gassé Diabé	ES	12,0	24,1	6,4	6,8	9,5	3,2	2,6	2,5	119	360
51	Guéli	P	119,0	165,0	9,8	10,1	10,3	10,1	4,3	3,8	97	20
32/bis	Guentoubouqui	ES	4,7	7,2	3,7	3,4	5,3	2,8	0,4	1,1	-	157
12	Gueye Kadar	F	24,9	25,6	13,0	11,2	37,5	39,3	23,5	22,5	9	22
23	Kadji	P	22,8	23,6	4,2	12,2	50,8	50,6	25,5	24,8	240	389
18	Kalossi	P	9,7	79,9	16,8	7,0	18,3	51,9	5,8	20,7	365	297
25	Kamb	F	202,0	179,5	16,7	15,1	21,5	20,7	14,2	11,2	18	25
13	Kanel	ES	16,7	7,5	12,4	8,7	5,3	5,1	2,5	2,8	405	812
48	La Lindé	II	191,7	177,6	15,5	13,9	14,5	12,5	10,1	13,3	12	15,0
							41,6	40,5	17,3			
34	Linguère	F	163,1	148,8	17,5	15,1	52,4	52,3	23,4	19,5	27	2
19	Louga	F	72,6	83,9	3,4	3,1	176,1	224,4	22,1	27,6	-	5
44	Loumbi Nialbi	P	5,1	5,5	6,5	5,7	6,0	10,2	2,1	2,7	562	652
16	Loumbi Saoundia	F	16,0	10,8	5,3	5,9	29,4	29,6	14,4	16,3	42	5
28	Loumbol	F	8,8	10,4	9,2	6,8	28,7	30,3	13,6	13,0	20	35
11	Lour Ouoloff	P	5,9	8,3	2,1	11,5	15,3	29,9	4,3	4,1	44	330
6	M'Bane (L.de Guiers)	ES	62,4	10,1	10,8	2,4	21,3	6,5	16,3	4,0	11	92
24/bis	M'Beulakhé	P	189,3	183,3	17,0	16,5	29,4	28,2	16,8	15,9	29	0
4	M'Bidi	F	260,8	247,5	14,3	12,6	18,5	14,8	14,3	11,6	18	20
10	M'Pal	P	169,0	173,6	8,4	5,8	26,8	139,2	42,0	26,0	51	5
43	Namari	P	3,6	2,5	7,1	9,2	11,8	11,8	2,6	2,9	13	-
39	Naouré	F	65,5	61,3	9,7	8,6	9,1	11,9	6,2	6,4	17	2
26	N'Dandé	P	98,0	104,2	2,2	2,2	104,8	100,6	22,7	21,1	5	12
	N'Diagne	F	951,1	861,4	28,1	26,7	21,2	21,0	15,5	13,0	0	0
41	N'Diot	P	8,8	3,2	10,0	8,9	23,3	10,5	5,6	3,5	-	30

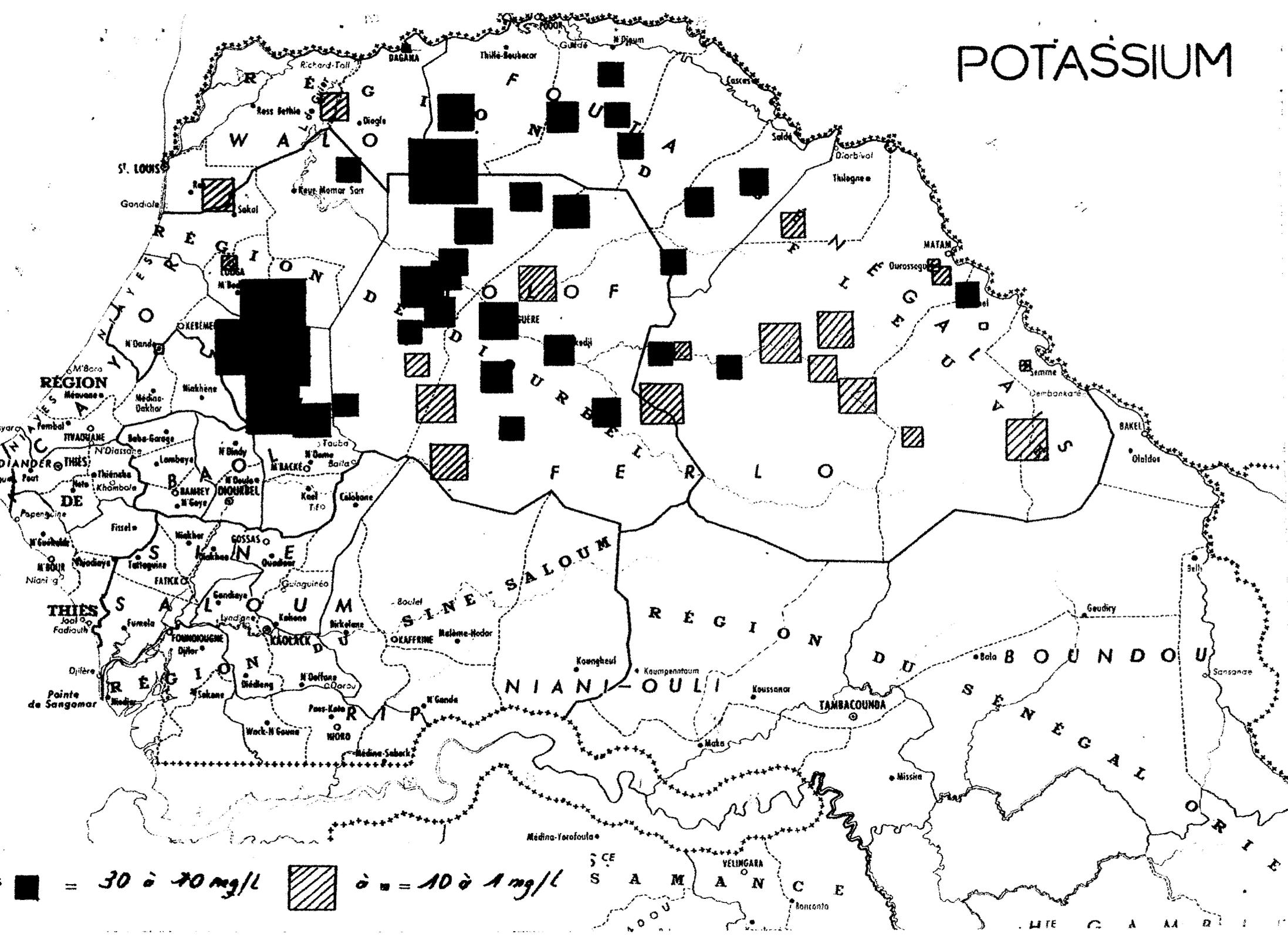
N°	Provenance de l'échantillon	Nature du Pt. d'eau	Sodium mg/l.		Potassium mg/l.		Calcium mg/l.		Magnésium mg/l.		Phosphore Y/l.	
			68	69	68	69	68	69	68	69	68	69
			33/bis	Niakha	ES	1,7	1,5	2,7	4,6	3,7	4,4	1,0
22	Ogo	P	21,2	10,7	5,1	3,6	12,2	15,4	5,0	7,1	31	277
20	Oourossogui	P	8,1	22,3	2,5	1,6	26,6	49,3	9,6	44,9	35	2
29	Ranérou	F	14,0	14,4	9,3	8,3	32,5	32,4	14,4	13,4	15	17
17	Révarne	F	33,0	35,1	12,8	10,1	33,8	35,2	17,7	23,3	15	15
38	Sagatta	F	113,5	103,1	25,5	24,7	21,0	16,3	16,1	11,3	0	15
50	Sanguet	F	161,1	147,7	9,0	8,1	9,3	7,8	3,7	3,7	0	0
27	Semme	P	21,5	12,4	2,3	2,2	48,8	47,4	8,7	39,3	60	111
53	Sénopale	P	25,3	36,0	0,9	1,5	53,9	86,4	24,0	38,5		
	Taïf Diop	F	421,8	408,4	16,9	15,8	14,2	8,4	8,5	1,5	17	5
5	Tatki	F	387,3	349,9	19,5	15,3	42,0	43,4	33,6	28,3	23	0
14	Tessékéré	F	140,6	129,8	13,6	13,1	21,6	18,3	16,8	11,9	25	20
37	Tiel	F	166,2	154,9	11,3	10,0	25,9	21,1	9,4	8,3	5	
46	Touba Mérina	F	807,9	723,8	27,6	26,3	20,1	17,8	20,6	15,5	40	100
	Vélingara	F	107,5	110,0	12,2	11,7	61,7	67,6	15,4	16,8	16	27
8	Vendou Thiengueul	F	731,2	670,8	29,9	28,1	30,8	29,9	34,7	27,0	8	0
24	Yang Yang	P	224,1	214,3	13,3	13,1	66,4	55,6	37,1	37,7	9	20
7	Yaré-Lao	F	65,4	61,9	12,2	10,6	22,6	22,0	17,6	19,2	20	2
32	Yonoféré	F	59,1	54,5	11,6	10,2	20,4	18,5	8,9	7,8	21	12

POINTS D'EAU

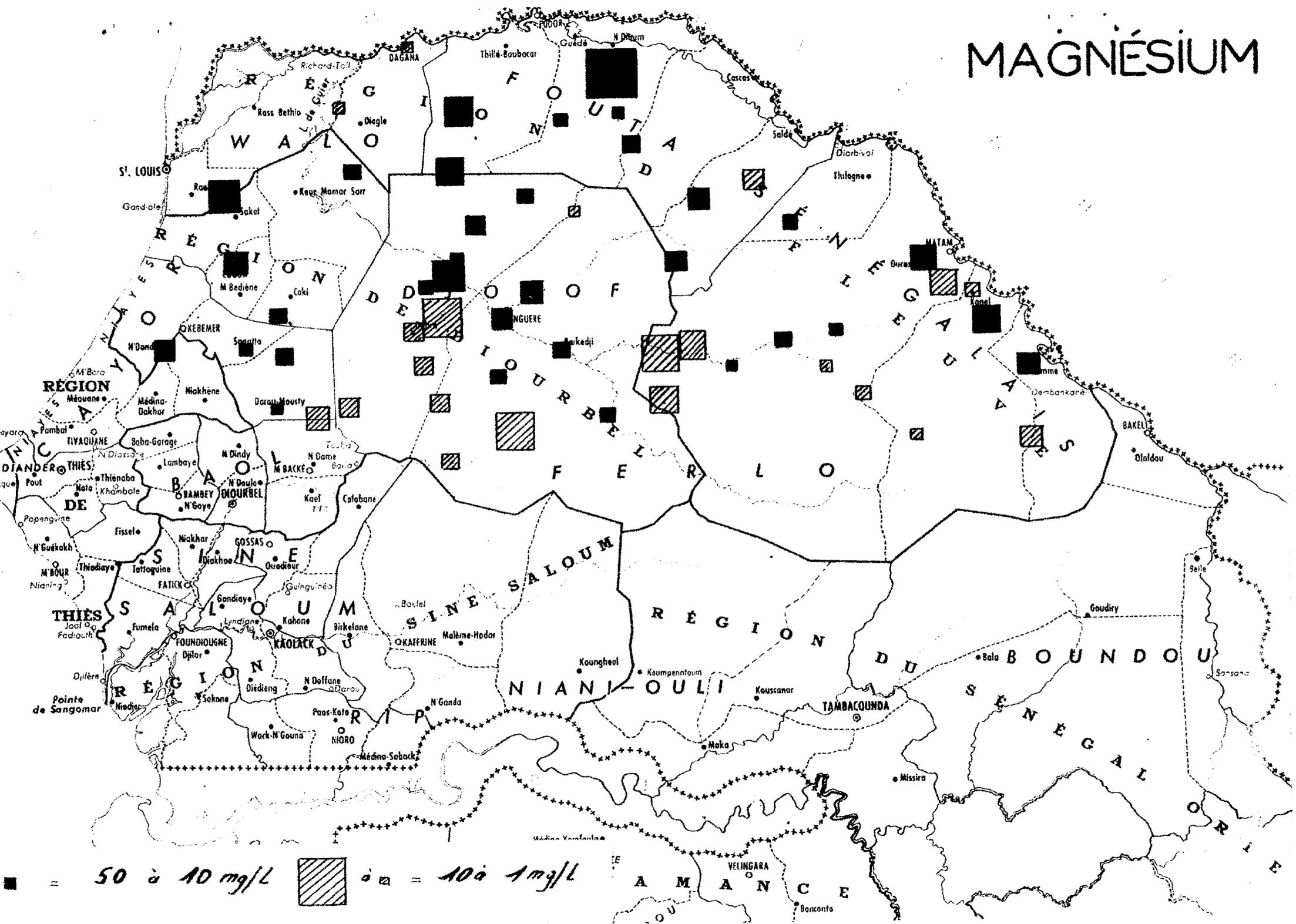


RAGE  PUIITS  EAU DE SURFACE

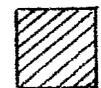
POTASSIUM



MAGNÉSIIUM



■ = 50 à 100 mg/L



▨ = 10 à 50 mg/L

○ = 10 à 50 mg/L

○ = 10 à 50 mg/L

○ = 10 à 50 mg/L