

REPUBLIQUE DU SENEGAL

MINISTERE DE L'EQUIPEMENT

DIRECTION DE L'EQUIPEMENT RURAL

OFFICE DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE
OUTRE-MER

CENTRE DE DAKAR

NOTE SUR LES SOLS DE MANGROVES
ET TANNES DE LA RÉGION DES
KALOUNAYES

C. MARIUS - M. CHEVAL

Décembre 1979

Note sur les sols de mangroves et tannes
de la région des Kalounayes

C. MARIUS et M. CHEVAL

I - INTRODUCTION

La prospection des mangroves et tannes de la région des Kalounayes a été effectuée, à la demande de la Direction de l'Équipement Rural du Sénégal. Elle concerne essentiellement les deux principaux marigots de cette région : Koubalan et Tapilane. Dix-neuf profils ainsi que des échantillons d'eaux des nappes ont été prélevés et analysés.

II - LOCALISATION DE L'ÉTUDE ET PROBLÈMES POSÉS

La région des Kalounayes est située sur la rive droite de la Casamance, dans le département de Bignona. Elle est limitée : au Nord et à l'Ouest, par la route Ziguinchor-Tangori-Marsassoum, au Sud, par le fleuve Casamance, à l'Est, par le marigot de Soungrougrou.

C'est une région basse d'environ 500 km² constituée des formations du Continental Terminal bordées par les alluvions fluviomarines de la Casamance et du Soungrougrou.

C'est une zone relativement peuplée qui manque de terres agricoles ; en particulier toutes les terres basses situées dans le lit majeur des marigots (Koubalan, Tapilane, Djiginoune, Santak) se sont considérablement salées ces dernières années, par suite de la sécheresse.

Pour remédier à cette situation, il est prévu de profiter de la construction de la route des Kalounayes financée par la Banque Mondiale pour arrêter l'invasion des eaux salées grâce à des ouvrages mixtes faisant office à la fois de ponts et de barrages anti-sels.

Ces ouvrages s'opposent au passage des eaux salées de l'aval vers l'amont mais pas au passage, en sens inverse, des eaux de ruissellement ou de drainage.

On espère surtout bénéficier du dessalement provoqué par les pluies de l'hivernage pour mettre en place la riziculture.

III - DONNEES SUR LE MILIEU NATUREL

1) Climat :

La région étudiée appartient, en principe, au climat subguinéen maritime, défini par une pluviométrie moyenne voisine de 1500 mm, une température moyenne maximale de 30° et une saison des pluies de 5-6 mois (15 Mai-15 Novembre).

A Bignona, la pluviométrie moyenne sur une période de 12 ans (1953-1965) était de 1365 mm. Or, ces dernières années et notamment depuis 1968, on assiste à une diminution généralisée de la pluviométrie au Sénégal et en particulier en Basse Casamance où la saison des pluies ne dure plus en moyenne que 3 mois (Juillet-Septembre) au lieu de 5.

A Bignona, la moyenne pluviométrique pour la période 1968-1977 a été de 1043 mm, soit un déficit d'environ 400 mm, avec des années catastrophiquement sèches (1971-1972-1977). Mais, comme nous l'avons déjà signalé dans un précédent rapport : "Plus que la hauteur d'eau tombée, c'est la contraction de la saison des pluies qui est à retenir, elle n'a été en moyenne que de 3 mois, accentuant de ce fait la durée de la saison sèche" et parmi les effets les plus marquants de cette sécheresse, on retiendra : la sursalure des cours d'eaux, des nappes et des sols, avec pour conséquence la transformation de la végétation et en particulier la disparition brutale de la mangrove à Rhizophora, dans tous les biefs amonts des marigots, ainsi que l'extension des tannes vifs aux dépens des tannes herbacés.

2) La végétation :

Elle a considérablement été affectée par la sécheresse de ces dernières années et la cartographie réalisée à partir des photos aériennes de 1969 ne peut pas rendre compte des transformations subies par la mangrove. Le long du marigot de Tapilane, la mangrove est presque inexistante et il ne subsiste plus que des troncs d'Avicennias disparus.

Sur le marigot de Koubalan, le Rhizophora ne forme plus qu'un mince rideau en arrière duquel on trouve des Avicennias de grande taille et en amont du marigot, le Rhizophora est remplacé par l'Avicennia.

La mangrove à Avicennia fait place à un tapis herbacé composé de *Sesuvium portulacastrum*, *Heliocharis Carribea* et plus rarement *Paspalum vaginatum*.

L'extension des tannes vifs est relativement importante en particulier tout le long du marigot de Tapilane.

IV - LES SOLS

1) Les sols des mangroves à palétuviers :

Leur extension est très réduite et on ne les observe qu'en bordure du marigot de Koubalan.

Si, à proximité du pont de Koubalan, il subsiste encore quelques Rhizophora, toute la partie située en amont du pont est essentiellement formée d'une mangrove à Avicennia, généralement de grande taille.

Tous les profils observés se caractérisent par une couleur gris noir foncé 10YR3/1, une texture très argileuse riche en racines et fibres de Rhizophora, formant presque un horizon tourbeux en surface. Il se dégage une forte odeur de sulfures. Le pH mesuré sur le terrain est de l'ordre de 6 à 6,5.

Les résultats analytiques des profils 3-10 et 14 montrent que la fraction fine inférieure à 20 μ représente environ 90 % de la terre fine, avec 60-70 % d'argile et 20 à 30 % de limon fin. (Résultats en annexes)

Ils sont tous très riches en matière organique avec des teneurs comprises entre 10 et 20 %, sur tout le profil (1 mètre). Le pH du sol sec est très acide inférieur à 3,5 en surface et à 2,5 en profondeur.

Ce sont donc des sols potentiellement sulfaté-acides. Mais la caractéristique essentielle de ces sols est leur hypersalinité. En effet, la conductivité de l'extrait aqueux au 1/10, exprimée en millimhos est considérable (de 10 à 36 millimhos), ce qui représente une salinité 2 à 10 fois supérieure à celle de l'eau de mer².

Les nappes sont aussi sursalées de 70 à 180 mmhos. Ces sols se classent en sols peu évolués-organiques à sulfures.

2) Les sols des mangroves décadentes :

Ce sont des formations récentes résultant de l'action de la sécheresse de ces dernières années sur les mangroves. On aboutit à un paysage de désolation caractérisé par des centaines de troncs d'Avicennias, rabougris et morts, sur un tapis clairsemé de Sesuvium portulacastrum et parfois de Heleocharis mutata. L'extension de ces sols est particulièrement importante sur le marigot de Tapilane.

Les profils sont légèrement plus différenciés que sous les mangroves. En effet, l'horizon de surface est faiblement structuré jusqu'à 20 ou 30 cm, avec immédiatement en-dessous, des marbrures brunes dans un horizon de couleur "purée de marron". A partir de 50 ou 60 cm, on retrouve un horizon gris foncé, riche en racines et fibres de Rhizophora. Le pH de l'horizon de surface, frais, est compris entre 5,5 et 6 et en profondeur, de l'ordre de 6,5-7.

² On rappelle que la salinité de l'eau de mer est d'environ 46 millimhos pour 35 g de sels dissous par litre.

Comme dans les sols des mangroves, la texture est très fine, argileuse. Le pH de l'horizon de surface du sol séché est voisin de 4 et inférieur à 2,5 en profondeur. L'ensemble du profil est riche en matière organique dont le taux augmente avec la profondeur, en étant cependant inférieur à 10 %.

Nappes et sols sont hypersalés avec des valeurs de la conductivité des nappes 3 à 4 fois supérieures à celles de l'eau de mer.

Les teneurs en soufre sont élevées et varient de 2,5 à 3 % en surface, à 7 % en profondeur. Ces sols se classent en sols peu évolués - hydromorphes - à sulfures.

3) Les sols des tannes vifs :

Ce sont les sols dont l'extension est la plus importante, en particulier sur le marigot de Tapilane. Ils ont gagné, en effet, d'un côté sur la mangrove, et de l'autre, sur le tanne herbacé. En fait, on peut distinguer deux sortes de tannes vifs ; ceux dont la croûte superficielle est très mince et légèrement durcie et ceux dont la surface est formée d'une "moquette" plus ou moins épaisse, poudreuse et pouvant devenir très glissante en saison des pluies.

Tous les profils de tannes vifs sont caractérisés par la présence d'un horizon de couleur "purée de marron", à consistance souvent fluide, dite "de beurre" et à taches jaunes de jarosite (sulfate basique de fer et de potassium). Cet horizon est parfois très épais (1 m au profil 5). Le pH-mesuré sur le terrain est compris entre 3,5 et 4.

Les résultats analytiques des trois profils montrent une remarquable homogénéité du point de vue de la texture qui est très argileuse. Le pH du sol séché est très acide, inférieur à 4 en surface et à 2,5 en profondeur.

Le taux de matière organique est nettement plus faible que dans les mangroves et, dans l'ensemble, inférieur à 5 %. On constate donc une diminution progressive du taux de matière organique de la mangrove jusqu'au tanne : 10-20 % sous *Rhizophora* - > 5 % dans la mangrove décadente ; < 5 % dans le tanne vif.

La salinité est encore très élevée, mais, dans l'ensemble, elle est plus faible que dans les mangroves.

On remarquera, en particulier, que l'horizon situé immédiatement sous la moquette a une salinité relativement faible et 6 fois inférieure à celle de la moquette qui le surmonte directement. Il semble donc que cette moquette se comporte un peu comme un "mulch". Tous les sels remontés par voie capillaire se concentrent donc en surface, permettant un dessalement relatif des horizons profonds.

Les teneurs en soufre sont de l'ordre de 1 à 2 %. Ces sols se classent en sols sulfatés acides.

4) Les sols des tannes herbacés :

Ce sont des sols très évolués par rapport aux précédents. Ils sont plus structurés, plus consistants et en surface, on note la présence de taches très rouges d'oxydes de fer, résultant de l'hydrolyse de la jarosite. Les taches jaunes de jarosite subsistent encore généralement à partir de 30-40 cm, dans une matrice gris-clair N6/0.

Le pH de ces sols est variable, mais généralement très acide en profondeur. Ils sont nettement moins riches en matière organique que les sols de mangroves et tannes vifs.

Ce sont des sols salés sur tout le profil mais en surface, ils sont beaucoup moins salés que les sols des tannes vifs et des mangroves.

Ils se classent en sols salins, acidifiés.

5) Sols des terrasses :

Deux profils de ces sols ont été observés et prélevés ; ils sont sous palmiers à huile (*Elaeis guineensis*), dans une zone présentant une très faible dénivellation (50 cm environ) par rapport aux tannes.

Les deux profils sont secs, très durs, très compacts, sablo-argileux, avec de nombreuses taches, marbrures et concrétions rouges, mais pas de taches de jarosite.

Sur le terrain, ces sols avaient été classés : sols peu évolués hydro-morphes, par analogie avec les sols des terrasses, cartographiés par J. VIEILLEFON. Or, les résultats analytiques des deux profils montrent que ces sols sont très salés, surtout en surface où la conductivité de l'extrait au 1/10 est de l'ordre de 20 millimhos/cm.

Ceci est encore le résultat de la sécheresse et montre clairement la nécessité de déterminer désormais la salinité, même sur sols de terrasses.

6) Sols hydromorphes à pseudogley (8-12) :

Il s'agit des sols des vallées amont des deux marigots, là où l'influence de la marée ne se fait plus sentir. Pour la plupart, ces vallées sont intensivement cultivées en riz.

Voici la description du profil KAL 8, observé dans un bas fond, sous rizière :

- 0- 25 cm : gris foncé, humifère, argileux, très sec, structure polyédrique moyenne, quelques taches rouilles diffuses liées aux racines.
- 25- 35 cm : jaune, sec, très argileux, structure massive, compact.
- 35- 100 cm : horizon de pseudogley, gris à taches, marbreuses, et concrétions rouges, argileux.

Les analyses montrent que ce sont des sols à texture très fine, avec 90 % d'éléments inférieurs à 20 μ (70 % d'argile et 20 % de limon fin).

L'horizon de surface est assez riche en matière organique. Le pH est acide et inférieur à 4,5.

Ces sols ne sont pas salés.

V - APTITUDES DES SOLS

Les sols des mangroves et tannes des marigots de Koubalan et Tapilane sont de texture très fine, argileuse à argilo-limoneuse, avec généralement 80 à 90 % d'éléments inférieurs à 20 μ . Ils sont, dans l'ensemble, assez riches en matière organique et, à cet effet, on note une diminution progressive de cette matière organique quand on passe de la mangrove au tanne.

Sols et nappes sont, tous, excessivement salés et cette salure a même atteint les sols des terrasses.

Les deux marigots étudiés se trouvent à proximité du Soungrougrou, affluent principal de la Casamance dont le cours, sursalé en saison sèche, ne se dessale pratiquement pas en saison des pluies. Les résultats que nous possédons sur la salinité de ce cours d'eau pour toute l'année 1978, année normale du point de vue pluviométrique, indiquent que le minimum se situe en Octobre avec les valeurs suivantes : 18,6 mmhos à Diaroumé, 43,8 mmhos à Bona et 28,3 mmhos à Marsassoum. La mangrove, dans toute cette région située dans le triangle Ziguinchor-Marsassoum-Kaour se comporte comme un véritable marais salant, *et à distance égale de la mer, la salinité semble être systématiquement plus forte dans le Soungrougrou que dans le fleuve Casamance lui-même.*

BRUNET-MORET, dans l'étude hydrologique de la Casamance publiée en 1970 à partir d'études réalisées en 1968 et 1969, signale qu'après "l'année extraordinairement sèche" de 1968, les maximums de salinité en saison sèche 1969 ont été de 38,6 g/l à Marsassoum, 23,8 g/l à Bona et 3,1 g/l à Diaroumé. En comparaison, on retiendra qu'après l'année 1977 qui a été aussi très sèche, les maximums de salinité dans le Soungrougrou sont observés en Juin 1978 avec 65,7 g/l à Diaroumé, 68 g/l à Bona et 72 g/l à Marsassoum, soit sensiblement le double de la salinité de l'eau de mer.

Compte tenu de ces données, la récupération de ces sols nous semble très aléatoire, sinon impossible, au moins à court terme, au regard aux énormes quantités d'eau qui seraient nécessaires pour lessiver les sels.

On pourrait éventuellement songer à récupérer les sols des tannes - vifs et herbacés - en les endiguant de manière définitive puisqu'ils ne présentent plus des risques d'acidification et en les drainant jusqu'à 1 m de profondeur. On pourrait ainsi espérer les dessaler complètement au bout de quelques années, après avoir, au préalable, gratté la moquette superficielle, quand elle est présente.

A N N E X E S

1°) Résultats analytiques concernant les sols.

Dans la numérotation de l'échantillon, le premier chiffre correspond au profil et le second à l'horizon.

Ex. : KAL 32 = profil 3 - horizon 2.

2°) Salinité des nappes phréatiques.

PROFILS MANGROVES A PALETUVIERS							SOLS HYDROMORPHES A PSEUDogleY					
Echantillon N°	KAL 31	KAL 32	KAL 101	KAL 102	KAL 141	KAL 142		KAL 81	KAL 82	KAL 83	KAL 121	KAL 122
Profondeur en cm	0/20	50/100	0/20	60/80	40/60	80/100		0/20	20/40	80/100	0/15	60/80

GRANULOMETRIE EN %

Humidité			13	14	13.8	14.3		5.3	3.9	3.8		
Argile			64.8	57.1	70.5	69.5		67.6	74.2	67		
Limon fin			20.8	16.9	22.7	23.4		18.5	18.1	17.2		
Limon grossier			3.7	6.4	2.8	4.3		1.8	4.4	6.3		
Sable fin			9.3	18.9	2.5	1.9		8.9	2.7	8.8		
Sable grossier			1.4	0.7	1.5	0.9		3.2	0.6	0.7		
Matière organique	13.9	22.8	18.3	19.3	13.8	10.3		5.9	1	1.2	3.3	0.3
pH 1/1 sec	3.3	2.2	4.1	2.3	3.5	2.5		4.5	4.4	4	4.1	4.1

MATIERE ORGANIQUE EN %

Carbone	80	132	106	112	77.2	80		34	6	7.2	19.2	1.7
Azote												
C/N												

SELS SOLUBLES - EXTRAIT AQUEUX 1/10

Calcium Ca ⁺⁺ méq/l	7.6	12.1	10	9.7	5.3	6.6						
Magnésium Mg ⁺⁺ "	25.2	39	64	40.4	20	23.2						
Potassium K ⁺ "	1.75	0.2	5.9	0.78	1.71	0.04						
Sodium Na ⁺ "	106	122	269	151	50	52						
Chlore Cl ⁻ "	116	134	300	178	61.5	66						
Sulfate SO ₄ ⁻ "	29.3	53.1	39.6	48	21.9	35.6						
C.E. en micromhos/cm à 25°C	16.000	21.000	36.000	25.000	9.200	11.500		81	31	110	500	850

Soufre total %	23.	55	38	41	4.5	26.5		3.3	0.9	0.6	2	0.7
----------------	-----	----	----	----	-----	------	--	-----	-----	-----	---	-----

PROFILS	SOLS DES MANGROVES DECADENTES						SOLS DES TERRASSES				
	KAL	KAL	KAL	KAL	KAL	KAL	KAL	KAL	KAL	KAL	KAL
Echantillon N°	61	62	63	71	72	73	11	12	181	182	183
Profondeur en cm	0/25	40/60	80/100	0/20	30/50	60/80	20/40	80/100	0/20	80/100	

GRANULOMETRIE EN %

Humidité							2.8	1.5			
Argile							32.4	28.6			
Limon fin							12.6	9.7			
Limon grossier							7.6	5.2			
Sable fin							30.2	44			
Sable grossier							17.2	12.5			
Matière organique	6.6	6.3	9	4.7	6.2	8.4	0.9	0.2	1.8	0.3	
pH 1/1 sec	4.2	4.5	2.3	4	3.8	2.3	4.9	5.2	3.8	4	

MATIERE ORGANIQUE EN %

Carbone	38.4	36.4	52	27	36	49	5.3	1.3	5.7	20	
Azote											
C/N											

SELS SOLUBLES - EXTRAIT AQUEUX 1/10

Calcium Ca ⁺⁺ méq/l	8.6	2.8	6.6	3.4	4	8.6	6.9	2.4	3	0.28
Magnésium Mg ⁺⁺ "	42	14	23.2	22	25	36.6	25.2	11.6	37.6	2.82
Potassium K ⁺ "	4.8	1.65	0.03	2.28	2.43	0.05	0.15	1.95	1.32	0.32
Sodium Na ⁺ "	18.2	58	56	84	108	134	95	60.5	130	15.1
Chlore Cl ⁻ "	204	64	60	96	114	146	104	64	158	17.6
Sulfate SO ₄ ⁼ "	31.3	15.4	54.9	15.9	19.3	52.7	40.7	11.5	23.1	2.14
C.E. en micromhos/cm à 25°C	24000	8000	13000	12.000	14.000	21000	17000	9800	20.000	2.500

Soufre total %	32.5	12.5	51.5	20.5	16	72.5					
----------------	------	------	------	------	----	------	--	--	--	--	--

PROFILS SOLS DES TANNES VIFS												
Echantillon N°	KAL 21	KAL 22	KAL 23	KAL 51	KAL 52	KAL 53	KAL 91	KAL 92	KAL 93			
Profondeur en cm	0/15	30/50	60/80	5/0	10/30	60/80	0/30	50/70	100/120			

GRANULOMETRIE EN %

Humidité	11	10.5	7.5	10.5	9.	11.5						
Argile	66.1	66.9	52	43.5	58.6	61.5						
Limon fin	18.9	22.1	17	22.1	20.5	21.2						
Limon grossier	4.1	3	2.8	7.6	10.2	4.9						
Sable fin	9.5	7.5	26.3	25.2	9.9	12.1						
Sable grossier	1.4	0.5	1.9	1.6	0.8	0.3						
Matière organique	3.2	2.4	4.4	2.7	2.6	4.7	1.3	2.2	1.8			
pH 1/1 sec	3.9	3.8	4.	5	3.9	2.3	3.9	3.7	2.5			

MATIERE ORGANIQUE EN %

Carbone	18.3	14	25.6	15.6	15.1	27.2	7.5	12.8	10.4			
Azote												
C/N												

SELS SOLUBLES - EXTRAIT AQUEUX 1/10

Calcium Ca ⁺⁺ méq/l	1.6	3.92	5.2	17.1	0.93	2.4	0.82	1.61	1.96			
Magnésium Mg ⁺⁺ "	8	17	31.2	50.2	6.2	13.8	5.6	9.2	10.6			
Potassium K ⁺ "	1.98	2.	0.28	2.2	0.89	0.07	0.83	1.07	0.07			
Sodium Na ⁺ "	51	81.5	115	242	31	46	30	38	31			
Chlore Cl ⁻ "	52	90	126	260	41.8	54	40.4	48	44			
Sulfate SO ₄ ⁻ "	8.05	19.7	39.9	41.6	6.	24	6.43	7.71	15.4			
C.E. en micromhos/cm à 25°C	7500	13000	19000	30.000	5500	8100	5000	6500	7000			

Soufre total %.	12	11	15	29.3	10.4	16	4	7.4	10.7			
-----------------	----	----	----	------	------	----	---	-----	------	--	--	--

PROFILS SOLS DES TANNES HERBACES

Echantillon N°	KAL 41	KAL 42	KAL 131	KAL 132	KAL 151	KAL 152	KAL 171	KAL 172	KAL 173			
Profondeur en cm	40/ 60	80/ 100	30/ 60	80/ 100	0/ 30	80/ 100	0/ 20	40/ 60	80/ 100			

GRANULOMETRIE EN %

Humidité			11.8	10								
Argile			74.2	36.2								
Limon fin			19.2	9.4								
Limon grossier			4.9	3.6								
Sable fin			1.4	50.5								
Sable grossier			0.3	0.3								
Matière organique	0.6	0.9	0.8	2.1	0.9	0.4	2	1	3.4			
pH 1/1 sec	8.1	8.1	6.2	2.8	3.6	3.5	3.9	3.9	4			

MATIERE ORGANIQUE EN %.

Carbone	3.2	5.3	4.5	12.4	5.5	2.2	11.6	5.7	20			
Azote												
C/N												

SELS SOLUBLES - EXTRAIT AQUEUX 1/10

Calcium Ca ⁺⁺ méq/l	1.34	2.59	1.1	2.7	0.34	0.82	0.63	1	1.38			
Magnésium Mg ⁺⁺ "	2.7	5.2	8.4	15.2	2.59	4.6	2.9	4.56	8			
Potassium K ⁺ "	0.55	0.73	1.23	0.03	0.19	0.35	0.55	0.69	0.98			
Sodium Na ⁺ "	21.2	33.8	44	44	15.5	22	24.2	28.4	31			
Chlore Cl ⁻ "	19.2	31.4	54	56	12.6	27.8	26	31.9	44			
Sulfate SO ₄ ⁼ "	4.28	5.57	6.43	21.9	2.57	3.86	3.86	4.71	6			
C.E. en micromhos/cm à 25°C	3100	4000	7000	9100	2900	3700	3600	4600	5900			

Soufre total %	3.	5.4	6.8	17	1.5	6.5	4.2	4.7	4.5			
----------------	----	-----	-----	----	-----	-----	-----	-----	-----	--	--	--

SALINITE DES NAPPES PIREEATIQUES

	N° éch.	pH	C.E micromhos cm-25°C	Cl ⁻ meq/l	SO ₄ ⁻⁻ meq/l	CO ₃ H meq/l	Ca ⁺⁺ meq/l	Mg ⁺⁺ meq/l	K ⁺ meq/l	Na ⁺ meq/l	Cl/ SO ₄	$\frac{Na+K}{Ca+Mg}$	S.A.R
M	3	7.6	105.000	832	77.1	2.9	36	196	15	775	9.4	3.4	72
M	10	3.6	180.000	1560	111	-	46	344	28.2	1300	14	3.4	93
M	14	7.8	70.000	576	42.9	10.3	23.4	128	10.6	500	13.4	3.37	57.4
M-D	6	7.6	130.000	1000	103	2.75	46	232	19.6	930	9.7	3.4	78.9
M-D	7	7.5	180.000	1560	171	2.5	64.2	328	37.8	1290	9.12	3.4	92
T-V	9	7.3	220.000	1900	171	1.7	75.2	412	34	1530	11.1	3.2	98
T-II	13	5.2	95.000	760	68.6	0.15	28	160	14.6	700	11.07	3.8	72.2
T-II	17	7.4	185.000	1500	154	1.6	62.6	332	28.6	1290	9.7	3.34	91

M = mangrove ; M-D : mangrove décadente ; T-V : tanne vif ; T-II : tanne herbacé.

Cl/SO₄ : rapport anionique ; il est de 10 pour l'eau de mer.

$\frac{Na+K}{Ca+Mg}$: rapport cationique ; il est de l'ordre de 3,9 pour l'eau de mer.

S.A.R. : Sodium absorption ratio ; il est de l'ordre de 58 pour l'eau de mer.

On remarquera que cet indice est particulièrement élevé indiquant une concentration du sodium dans les nappes.