714

N

COMPTE-RENDU

DE MISSION PEDOLOGIQUE

EN REPUBLIQUE DU CAP-VERT

(19/26 Novembre 1983)

Fonds Documentaire ORSTOM
010016350

Date 9/11/89
7334 DEØ-LED

Fonds Documentaire ORSTOM
Cote : B*16350 Ex : 1

En accord avec Monsieur HORACIO DA SILVA SOARES, Directeur Général du Centre des Etudes Agraires au Ministère du Développement Rural, en République du Cap-Vert, une mission de pédologues du Centre ORSTOM de Dakar s'est rendue aux Iles du Cap-Vert pour y effectuer une tournée de terrain destinée à étudier les problèmes pédologiques posés par l'irrigation en milieu salé, ou susceptible de le devenir, par utilisation d'eau de mauvaise qualité ou par contamination secondaire.

La mission qui comprenait trois pédologues (S. PEREIRA-BARRETO, J.Y. LE BRUSQ et J.Y. LOYER) fut conduite pendant toute la tournée par J. BRITO, pédologue Cap-Verdien, ainsi que par Luis Ledo De PINA, représentant du M.D.R. sur l'Ile de BOA VISTA.

1 - CALENDRIER DE LA MISSION -

Samedi 19 Novembre :	- Voyage DAKAR/PRAIA - Accueil par MM. SOARES et BRITO
Dimanche 20 Novembre :	- Visite du site de la vallée de Cidade Velha
Lundi 21 Novembre :	- Visite du Centre des Etudes Agraires à San Jorge (Division des sols - lutte biologique intégrée - Aghrymet). Entretien avec Mme. LOBO, Directeur Adjoint. - Tournée de terrain sur le périmètre d'irrigation de Praïa Formosa - Visite à la Mission Française de Coopération
Mardi 22 Novembre :	- Visite du périmètre irrigué de Tarrafal
Mercredit 23 Novembre :	- Voyage PRAIA-SAL REI (Ile de BOA VISTA) - Visite de divers sites de projets hydro-agricoles "Manuel Brito", "Boa Esperança" et "Estencia de Baixo".
Jeudi 24 Novembre :	- Visite des aménagements de Povaçao Velha, du projet d'irrigation de Fonte Vincente, et du site du projet forestier de Fogão
Vendredi 25 Novembre :	- Tournée sur les périmètres irrigués de João Galego, Cruz João Roque, Fundo do Figueiras, Cabeças de Tarafes. - Visite du site de barrage de Ribeira de Lajedona.
Samedi 26 Novembre :	- Voyages avion SAL REI-PRAIA et PRAIA-DAKAR

2 - CONSIDERATIONS GENERALES -

Les nombreux contacts avec le terrain que nous avons pu avoir sur les deux Iles de Sotavento visitées au cours de cette mission, SAN TIAGO et BOA VISTA, nous ont permis de relever un certain nombre de données sur le milieu pédologique spécifique à chacune de ces Iles ; elles se rapportent essentiellement au thème de "Dégradation, Conservation des eaux et des sols".

- Sur l'Ile de SAN TIAGO, aux reliefs élevés les problèmes liés à l'hypersensibilité des sols à l'érosion hydrique sont évidents - ils sont accentués par des interventions culturales quasi généralisées quelle que soit la pente. L'absence de réserves en eaux de surface (barrages), limite actuellement des solutions de remplacement par l'irrigation pour la production de cultures vivrières. Les projets "watershed manegements" qui interviennent actuellement sur quatre vallées (Ribéira de Saltes - Santa Cruz - San Miguel et Flamengus), utilisent seulement les eaux de nappe pour l'irrigation des basses vallées ; nous aborderons plus loin la question de la qualité de ces eaux.
  Des sites de retenue existent ; ils mériteraient d'être prospectés ; le problème de leur remplissage en ces années déficitaires reste à étudier au niveau des bassins-versants. Les techniques de pluies artificielles pourraient être essayées ponctuellement, sur les sommets les plus élevés, régulièrement ennuagés.

- Sur l'Ile de BOA VISTA, au modelé plus plat, au climat plus sec, balayée par les vents, les problèmes de dégradation physique des sols ont une autre dimension : les couvertures végétales et pédologiques ont pratiquement disparu des reliefs et parfois des glacis ; en l'état actuel du climat, cette situation paraît difficilement réversible.
  Par ailleurs, le phénomène de déflation éolienne se fait sentir sur toute la frange côtière de l'Ile érodant et façonnant à partir des sables coquilliers marins anciens, des modelés dunaires très sensibles.
  Seules, les zones basses ont des potentialités agricoles sur sols alluviaux (Rio de Rabil), avec aménagements des vallées. Par ailleurs, des techniques de petite hydraulique de surface utilisant les glacis de piémont comme impluvium pour recharger les nappes ou alimenter des petites retenues ou des citernes souterraines, peuvent permettre une irrigation à petite échelle.

Hormis ces différents aspcts physiques de la dégradation des sols qui nous sont apparus préoccupants, notre mission s'est plus particulièrement attachée aux problèmes de la dégradation chimique des sols sous l'effet des sels, soit naturellement, soit secondairement en relation avec la pratique de l'irrigation.

3 - MANIFESTATIONS DE SALURE CONSTATEES (Cf. Tableaux 1 - 2 - 3 - 4).

Sur l'Ile de SAN TIAGO tous les aménagements hydro-agricoles visités sont situés sur la bordure littorale dans les parties basses des vallées alluviales.

- Le périmètre de Praïa Formosa autrefois cultivé sur 10 à 20 hectares est abandonné depuis une dizaine d'années en raison de la salure, Les eaux de nappe superficielles prélevées à 4/5 m de profondeur, sont salées (49 mmhos/cm pour le puits situé le plus en aval - échantillon S1 et 11,5 mmhos/cm pour un puits situé à 300 mètres en amont, S3).
  Une eau de forage prélevée à 70 mètres de profondeur présente également une conductivité élevée (4,4 mmhos/cm (S2). Au niveau de la surface du sol, les manifestations de salure ne sont pas visibles (échantillon PF 1).
  Selon les renseignements recueillis sur place, la salinisation des eaux des basses vallées de Praïa Formosa et Ribeira do Saltus (S4), est récente et progressive, remontant vers l'amont des vallées au cours du temps.
  On assiste ici très probablement à la contamination des nappes alluviales par la mer. Ceci est sans doute causé par le déficit pluviométrique auquel s'ajoutent des prélèvements trop importants pour l'irrigation. Dans le contexte pluviométrique actuel en effet, il est impératif de ne pas y effectuer des pompages trop volumineux afin de maintenir un équilibre entre la nappe d'eau douce et la nappe marine. Dans tous les cas, une surveillance de la qualité des eaux est indispensable dans ces périmètres côtiers. Un aménagement des bassins en rétention permettrait une irrigation gravitaire avec de l'eau de bonne qualité et une recharge des nappes.
  Il est à craindre que ce processus de salinisation ne soit fréquent dans les basses vallées irriguées de l'île de San Tiago et aussi d'autres îles.

- Le périmètre hydro-agricole de Tarrafal est irrigué grâce à des potentialités en eaux sous-terraines à l'aide de quatre forages dont nous n'avons pas analysé les eaux. Par contre, l'eau d'un puits (échantillon S5), situé au niveau des anciens bâtiments d'exploitation a été prélevée : elle est peu salée mais présente des rapports ioniques proches de ceux de l'eau de mer avec laquelle elle est en équilibre car son niveau varie avec le marnage ; il importe de suivre la qualité de cette nappe superficielle (< 2 mètres), ainsi que sa remontée éventuelle, d'autant qu'une partie du périmètre est plantée d'arbres fruitiers.
  Les eaux de forage doivent être également suivies du point de vue qualitatif car des contaminations marines comme celle constatée à 80 mètres de profondeur à Praïa Formosa ne sont pas exclues.

Tableau 1 : Localisation des prélèvements de sol, de roches et d'eaux

PF1 :	San Tiago	Basse vallée de Praïa Formosa - Sol irrigué, puis abandonné
BV1 :	Boa Vista	Sal Reï - Sable calcaire - Projet maraîcher (eau B1)
BV2 :	Boa Vista	Boa Esperança - Sol argileux - Projet hydro-agricole(eau B3)
BV3 :	Boa Vista	Estancia de Baixo (Barrage) - Sol cultivé (Haricot) (eau B8)
BV4 :	Boa Vista	Estancia de Baixo (Barrage) - Roche altérée - 0-5 cm
BV5 :	"	" " " - 5-10 cm
BV6 :	Boa Vista	Entre Estancia de Baixo et Rabil - Sol cultivé (Maïs)
BV7 :	Boa Vista	Rabil.
BV8 :	Boa Vista	Près de Povoção Velha - Plateau caillouteux aride - Sol sans végétation (sauf lichens).
BV9 :	Boa Vista	Près de Povoção Velha - Sol (Projet d'irrigation)
BV10:	Boa Vista	Près de Povoção Velha - Glacis encroûté, à 300 m d'une lagune - Sol (0-5 cm)
BV11:	"	- (10-15 cm)
BV13:	Boa Vista	Fonte Vicente - Moyenne terrasse - Sol sableux (0-10 cm)
BV14:	Boa Vista	Fonte Vicente - Périmètre Forestier en projet - croûte superficielle du sol
BV15:	"	- Poudre rouge sous la croûte - 2-6 cm
BV16:	"	- Sol rouge-brun - 10-20 cm
BV17:	"	- Sol rouge + débris calcaires - 25-30 cm.
BV18:	Boa Vista	Entre Fonte Vicente et Fogão - Plateau aride - Sol superficiel.
BV19:	Boa Vista	João Galego - Périmètre irrigué (eau B4) - Sol (billon) à structure poudreuse
BV20:	Boa Vista	João Galego - Périmètre irrigué (eau B6) - Sol (billon)
BV21:	Boa Vista	João Galego - Hors du périmètre irrigué - Sol superficiel
BV22:	Boa Vista	Ribeira de Lajedona - Site de barrage - Sol (0-10 cm).

Sur l'Ile de BOA VISTA : Les problèmes liés à la salure se présentent différemment en raison de la morphologie même de l'île. Plusieurs cas ont été rencontrés.

- Sur les périmètres existants ou projetés aux environs de Sal Rei ("Manuel BRITO" et "Boa Esperança"), le problème essentiel qui se pose est celui de la quantité d'eau disponible. Certains forages situés dans les calcaires sous-jacents semblent avoir un faible débit. La nappe superficielle des sables est pratiquement inexistante actuellement (échantillon B3). L'eau du forage du périmètre "Manuel BRITO" (échantillon B1), est salée (6,1 mmhos/cm), et les rapports caractéristiques entre les ions sont voisins de ceux de l'eau de mer. Le sol, sableux en cette partie de l'île ne pose pas de problèmes particuliers en dehors de sa faible capacité de rétention pour l'eau, qui nécessite des arrosages fréquents et en petite quantité.

- Les zones alluviales de Ribeira Do Rabil sont irriguées par des barrages de régularisation qui retiennent l'eau de ruissellement et assurent son stockage, puis son infiltration dans le sol. La culture est pratiquée en décrue. Plusieurs eaux de puits situés dans la vallée, ont été prélevées(échantillons B2 - B7 - B8) qui présentent toutes une certaine salinité. Les échantillons de sols prélevés en surface dans la vallée alluviale sont peu salés (150 à 350 µmhos sur E1/5 - échantillons BV 3 - 6 - 7 - 9). Par contre, nous avons relevé à divers endroits de la vallée (Estencia de Baixo et Fonte Vicente), des matériaux géologiques de type brèche éruptive, qui présentent une assez forte salinité :

Echantillon	Profondeur	Conductivité 1/5.mmhos
BV 4	- Surface	10,2
"	- 5 cm	6,3

- Des matériaux pédologiques prélevés sur les glacis en dehors de toute influence alluviale (BV 8 et BV 18), présentent également une salinité faible mais non négligeable (140 à 215 µmhos sur E 1/5).
A Fogão, un sol rouge de glacis calcaire encroûté sur lequel est prévu un boisement forestier, présente une salure importante à dominance chlorurée sodique:

Tableau 2 : Composition des extraits 1/5 de sol et de roches.

N°	pH	E.C.20° mmhos/cm	Cl	SO4	CO_3/HCO_3	Ca	Mg	K	Na	Cl/SO4	Na/Ca	Na/Mg	Na/K	Ca/Mg
PF1	7,3	0,1	0,18	0,0	0,84	0,15	0,17	0,14	0,59	-	3,9	3,5	4,2	0,9
BV1	8,1	0,255	1,36	0,1	0,08/0,84	0,93	0,45	0,09	0,95	13,6	1	2,1	10,6	2,1
BV2	7,8	0,3	1,51	0,2	1,34	0,59	0,5	0,14	1,94	7,5	3,3	3,9	13,8	1,2
BV3	7,8	0,34	1,44	0,3	1,76	1,13	0,41	0,27	1,74	4,8	1,5	4,2	6,4	2,8
BV4	7,2	10,2	10,4	1,71	0,48	4,44	2,5	0,54	71	61	16	2,4	131	0,15
BV5	7,4	6,3	59	2,14	0,54	2,56	11,2	0,4	49	28	19	4,4	122	0,2
BV6	7,7	0,19	0,35	0,1	1,48	0,71	0,24	0,29	0,73	3,5	1,02	3	2,5	2,9
BV7	7,5	1,3	9,9	0,77	1,86	2,06	1,06	0,69	8,63	13	4,2	8,1	12,5	1,9
BV8	7,6	0,14	0,34	0,1	1,28	0,21	0,15	0,16	1,19	3,4	5,7	7,9	7,4	1,4
BV9	7,9	0,26	0,72	0,3	2,41	0,73	0,16	0,66	1,31	2,4	1,8	8,2	2	4,6
BV10	7,2	19,5	202	1,03	3,32	83	54	1,19	65,5	196	0,8	1,2	55	1,5
BV11	7,1	17	184	8,91	1,4	64,5	36,5	1,56	92,5	21	1,4	2,5	59	1,8
BV13	7,3	14	138	8,91	4,06	27,25	11,5	1,58	110	15	4	9,6	70	2,4
BV14	6,7	4,7	46	1,89	0,32	6,31	7,5	0,69	34	24	5,4	4,5	49	0,8
BV15	6,2	21	195,5	41,13	0,16	62	54,5	1,44	117,5	4,8	1,9	2,2	82	1,1
BV16	5,6	13,3	124,5	8,57	0,05	14,2	28,25	1,29	92	14,5	6,5	3,3	71	0,5
BV17	6,2	12	113	6,17	0,05	10	22	1,19	86	18,3	8,6	3,9	72	0,5
BV18	7,8	0,215	0,37	0,0	1,86	0,53	0,15	0,2	1,25	-	2,3	8,3	6,2	3,5
BV19	7,4	11	102	2,4	3,68	32,5	18	2,19	60	42,5	1,8	3,3	27	1,8
BV20	6,9	10,5	100	5,83	0,95	61,5	23	1,25	21	17	0,34	0,91	17	2,7
BV21	6,9	4,4	41,6	0,69	0,4	4,56	3,7	0,91	34,5	60	7,6	9,3	38	1,2
BV22	7,7	1,85	14,52	2,14	2,3	3,44	0,95	1,26	12,5	6,8	3,6	13	9,9	3,6

Echantillons	Profondeur	Conductivité 1/5 en mmhos	Morphologie
BV 14	Surface	4,7	Beige, croûte fragile
BV 15	2 - 6 cm	21,0	Rouge poudreux
BV 16	10 - 20 cm	13,3	Rouge brun polyédrique
BV 17	25 - 30 cm	12,0	Rouge à débris calcaires

Les mêmes manifestations à structure poudreuse rouge, ont été remarquées sur la côte Sud-Ouest de l'île au Sud de Povoção Velha, où les glacis calcaires sont affectés d'importantes remontées capillaires salines en relation avec la présence d'une lagune côtière.

- Les périmètres de João Galego et de Cruz João Roque, irrigués depuis 9 ans, utilisent des eaux de nappe chlorurées relativement chargées, (conductivité de l'ordre de 3 mmhos/cm, échantillons B4 et B6), et déjà des manifestations de sel apparaissent sur les sols au sommet des billons de culture où la conductivité atteint 10 mmhos sur l'extrait 1/5 (échantillons BV 19 et BV 20).

- Le site de Ribera de Lajedona au Nord de l'île où des travaux sont en cours pour la réalisation d'un barrage de régularisation des eaux de ruissellement avec vannes d'évacuation, est situé en bordure de mer, et il sera opportun d'y suivre l'évolution de la nappe, son éventuel abaissement naturel ou par surexploitation et sa contamination par les eaux marines. La partie basse du périmètre est occupée par une végétation d'halophytes (Tamaris) et la conductivité du sol mesurée sur un extrait 1/5 est déjà non négligeable (1,85 mmhos/cm) (échantillon BV 22) Les eaux de ruissellement devraient le dessaler facilement pour y pratiquer les cultures de vidange.

4 - CARACTERISTIQUES DES EAUX DE PUITS ET DE FORAGE

13 eaux de puits et de forages ont été prélevées (cf. tableaux 3 et 4). Le pH a été mesuré in situ et au laboratoire, la conductivité et les ions majeurs ont été analysés au laboratoire.

Tableau 3 : Localisation des eaux prélevées

N°	
S1	San Tiago - Vallée de Praïa Formosa - Puits à environ 200 m de la mer. Profondeur à environ 4 mètres
S2	" - Vallée de Praïa Formosa - Forage en rive gauche, à 600 m de la mer. Niveau piézo 69 m.
S3	" - Vallée de Praïa Formosa - Puits à environ 400 m de la mer. Profondeur à environ 5 mètres
S4	" - Vallée de Ribeira do Saltus - Partie aval - Forage exploité par éolienne, pour l'irrigation.
S5	" - Tarrafal - Puits dans une ferme ancienne à environ 500 m de la mer. Profondeur à environ 2 mètres
B1	Boa Vista - Sal Reï - Forage dans les calcaires. Niveau piézo 13 m.
B2	Boa Vista - Rabil - Puits
B3	Boa Vista - Boa Esperança - Puits - Profondeur 5 mètres
B4	Boa Vista - João Galego - Forage - Niveau piézo 16 mètres. Utilisée pour irriguer
B5	Boa Vista - Estançia de Baixo. Galerie dans une coulée volcanique. Utilisée pour irriguer.
B6	Boa Vista - João Roque - Puits - Profondeur 18 mètres. Utilisée pour irriguer.
B7	Boa Vista - Fonte Vicente - Puits - Profondeur 3,5 mètres
B8	Boa Vista - Estançia de Baixo. Puits - Profondeur 4 mètres. Utilisée pour irriguer.

Tableau 4 : Composition des eaux de puits et de forages (ions en mé/l)

N°	pH	E.C.20° mmhos/cm	Cl	SO_4	CO_3/HCO_3	Ca	Mg	K	Na	Cl/SO_4	Na/Ca	Na/Mg	Na/K	Ca/Mg	SAR
S1	7,6	49	520	50	5,8	57,5	115	3,13	400	10,4	6,95	3,47	128	0,5	43
S2	7,3	4,3	42	1,71	3,55	15	17,25	0,31	12	24,6	0,8	0,7	39	0,9	3
S3	7	11,5	110	1,29	6,25	48	47	0,73	20	85	0,42	0,43	27	1	3
S4	8,3	1,25	5,8	0,86	0,8/4,85	4,06	4,31	0,29	4	6,7	1	0,94	14	0,94	2
S5	7,3	1,55	8,6	0,86	6,6	2,31	3,75	1,06	9,4	10	4	2,5	8,8	0,62	5,4
B1	7,3	6,1	55	6,43	4,8	8,25	9	0,96	46,5	8,5	5,6	5,2	48	0,9	16
B2	7,1	4,5	40	4,63	3,1	7,3	8,88	0,48	28,7	8,6	3,9	3,2	60	0,8	10
B3	7,6	3,1	24,8	2,74	3,5	4,63	5,75	0,4	20,7	9	4,5	3,6	52	0,8	9
B4	7,45	3	23,6	3,08	5,85	2,5	3,38	0,41	25	7,7	10	7,4	61	0,7	14,5
B5	7,6	2,75	22,6	0,2	5,9	3,31	3,44	0,31	21	113	6,3	6,1	68	1	11,4
B6	7,5	3,1	23,6	3,08	5,7	1,69	6,88	0,53	22	7,7	13	3,2	42	0,25	11
B7	7,2	37	360	37,2	3,8	28,7	33,8	3	330	9,7	11,5	9,8	110	0,85	59
B8	7,4	8,5	73,5	13,2	5,4	7	17,5	0,99	66	5,6	9,4	3,8	67	0,4	19
Eau de mer	8,2	48	560	56	0,5/2,4	20	108	10	480	10	24	4,4	48	0,185	60

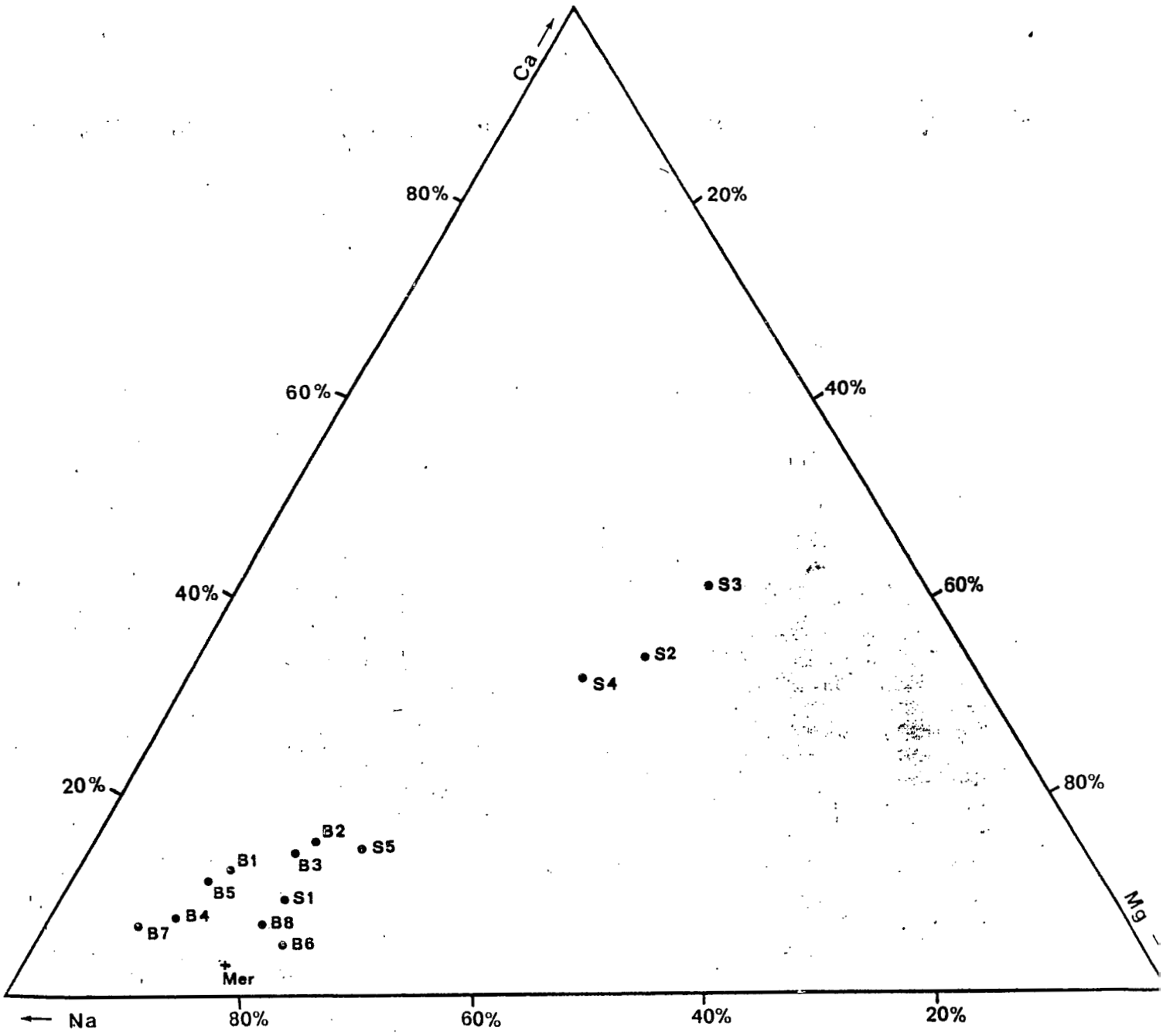

Fig. 1 .Balance cationique des eaux de puits et de forages

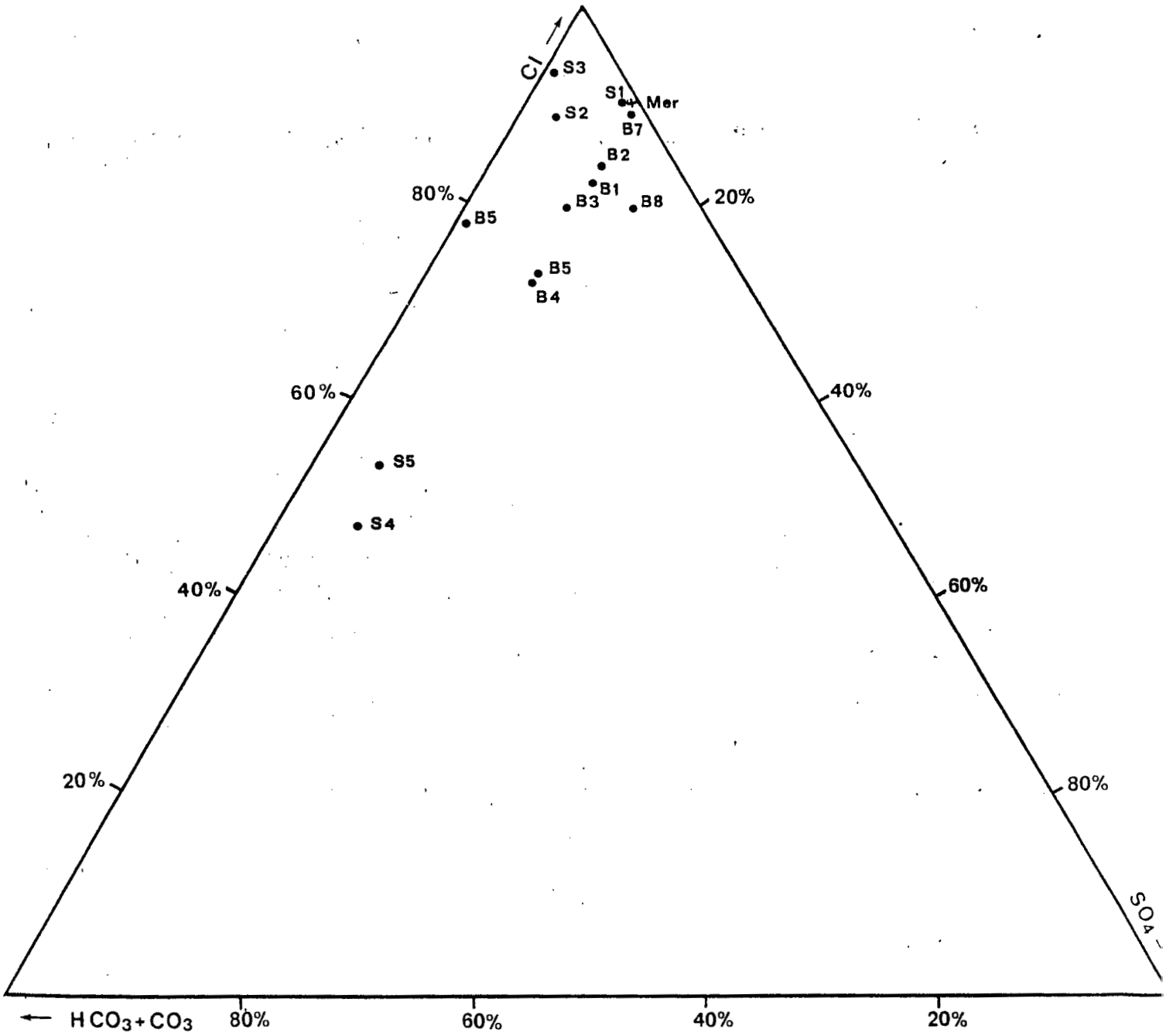

Fig. 2 - Balance anionique des eaux de puits et de forages

4.1. Les résultats

Les conclusions suivantes peuvent être tirées des résultats obtenus :

- Toutes les eaux sont plus ou moins chargées en sels (conductivités allant de 1,25 à 49 mmhos/cm). Deux eaux (S4 et S5) peuvent être utilisées en irrigation, bien que médiocres, trois autres (B3, B4, B6) sont à la limite supérieure de salinité admissible et des précautions sont à prendre dans le choix des sols en particulier et le mode d'irrigation.

- Les SAR de 9 eaux sont excessifs pour l'irrigation (>10).

- Les pH in situ et au laboratoire sont proches de la neutralité et il ne semble pas que ces eaux aient contenu des substances oxydables (Fe^{++}, [illegible] en quantité notable qui auraient produit une baisse du pH par oxydation à l'air.

- Toutes les eaux sont chlorurées (Cl/SO4 > 5), sodico-magnésiennes (Na + K/Ca+ Mg de 1 à 4), ou sodiques (Na + K/Ca + Mg voisin de 4) pour B4 et B7.

- Les rapports entre les ions sont proches de ceux de l'eau de mer (cf. Figures 1 et 2 et Tableau 4). On note cependant par rapport à l'eau de mer :
  - un enrichissement relatif en calcium, qui peut être très important (S2, S3, S4).
  - un enrichissement relatif modéré en Magnésium,sauf pour S2, S3, S4 (enrichissement fort).
  - un enrichissement relatif en bicarbonates, fort pour S4 et S5.

4.2. Origine des sels

Ceci donne à penser que pour l'essentiel, la salinité des eaux est directement ou indirectement d'origine marine. Le calcium et le magnésium en excès proviennent probablement soit de l'altération des roches, soit de la dissolution des calcaires, qui libèrent également des bicarbonates. Plusieurs modalités de salinisation sont à envisager.

- S1, S2, S3, S4, S5 : Comme il a été signalé plus haut (cf. p.3), ces eaux des nappes des basses vallées sont probablement directement contaminées par l'eau de mer, s'infiltrant à travers les alluvions perméables ou les roches fissurées, par gravité.

- B5 : La charge saline totale et les proportions de chlorure et de sodium dans cette eau suintant d'une ancienne coulée volcanique, nettement au-dessus du niveau de la mer, sont surprenants. Il est possible qu'une partie importante de ces sels proviennent d'embruns marins déposés à la surface du sol par les vents, puis lessivés par les pluies dans le sous-sol. L'insuffisance des précipitations ne permettrait pas une élimination rapide des sels, qui s'accumuleraient dans les sols, les roches altérées, les nappes. La composition des sels de l'échantillon BV8, prélevé à la surface d'un plateau caillouteux, irait à l'appui de cette hypothèse.

- B1 à B8 , sauf B5 : Il est difficile pour ces sites de faire la part des différentes sources de contamination possibles :
  - . embruns
  - . remontées de l'eau de mer dans les nappes alluviales des basses vallées
  - . eau de mer piégée dans les vallées après une transgression
  - . roches sédimentaires salifères.

Selon les sites, il est probable que les diverses origines sont plus ou moins prépondérantes.

4.3. Conséquences

La connaissance du mode de contamination des eaux à des implications pratiques importantes :

- S'il s'agit d'infiltrations marines, l'exploitation des nappes alluviales devra être pratiqué avec précautions (cf. page 3)

- Il serait utile de tenter de quantifier les apports de sels par embruns. Des mesures de certains éléments traces qui sont concentrés dans ceux-ci pourraient apporter des indications. Si cet apport se revelait conséquent, il serait à craindre que toute augmentation de la percolation à travers les sols n'accroisse la contamination des nappes, particulièrement dans les zones basses.

- Au contraire, une salure résiduelle des eaux ou des roches serait progressivement éliminée en accroissant l'infiltration du détriment du ruissellement.

Selon l'importance de la pluviosité prévisible et de la contamination actuelle des sols, des stratégies différentes seraient donc à adopter :

- . Favoriser l'infiltration si les sols sont peu contaminés et/ou la pluviosité importante
- . Favoriser le ruissellement vers quelques zones de rétention dans le cas contraire.

5 - CARACTERISTIQUES DES EXTRAITS DE SOL ET DE ROCHES AU 1/5 -

Des extraits 1/5 (50 g de sol ou de roche, 250 g d'eau), ont été préparés pour les échantillons figurant au tableau 1. Les résultats d'analyse de ces extraits sont reportés dans le tableau 2. On peut en tirer les conclusions suivantes :

- Les pH sont toujours voisins de 7. aucun échantillon n'est alcalisé ni acidifié.

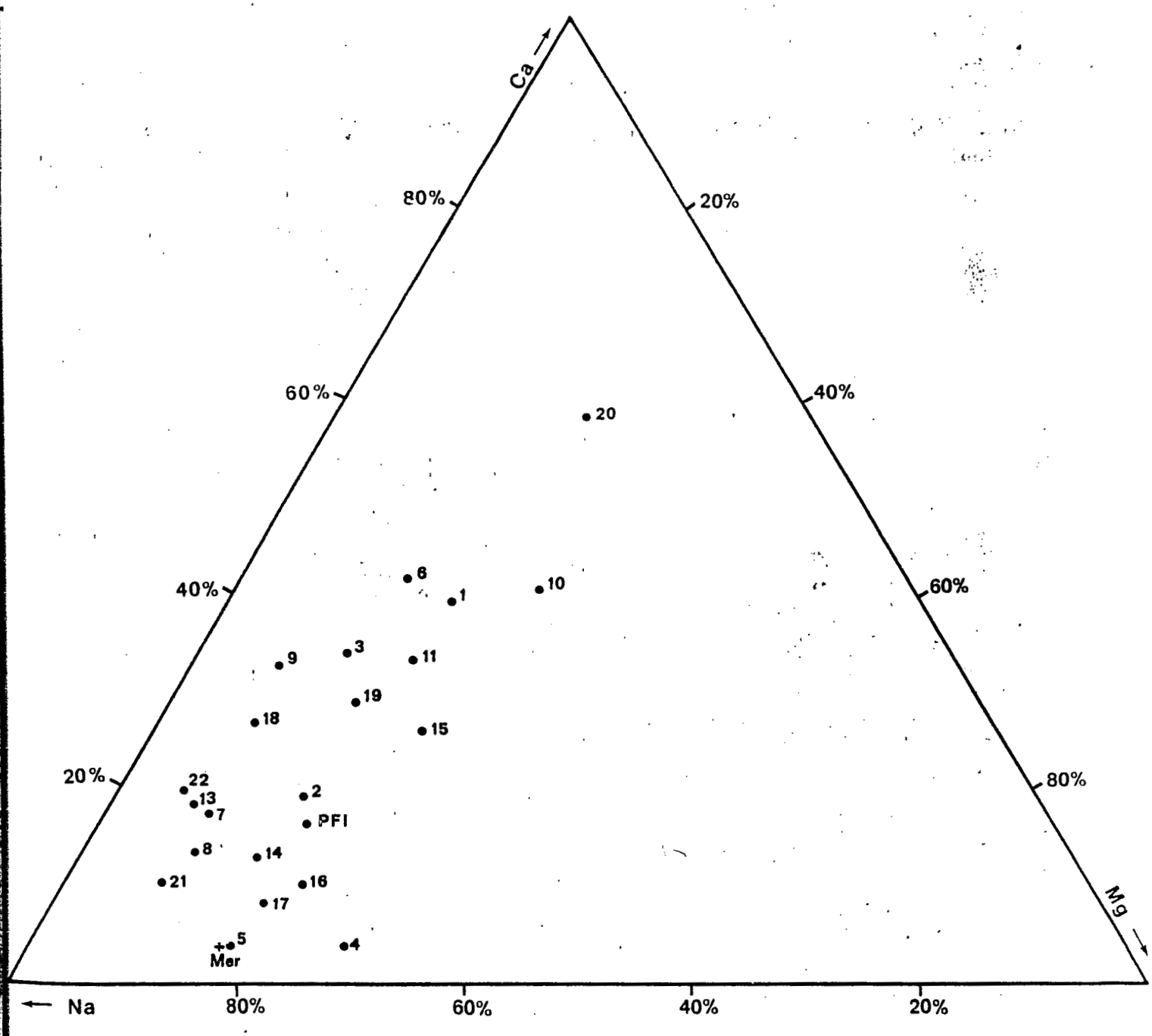

Fig. 3 .Balance cationique des extraits 1/5 des sols et des roches

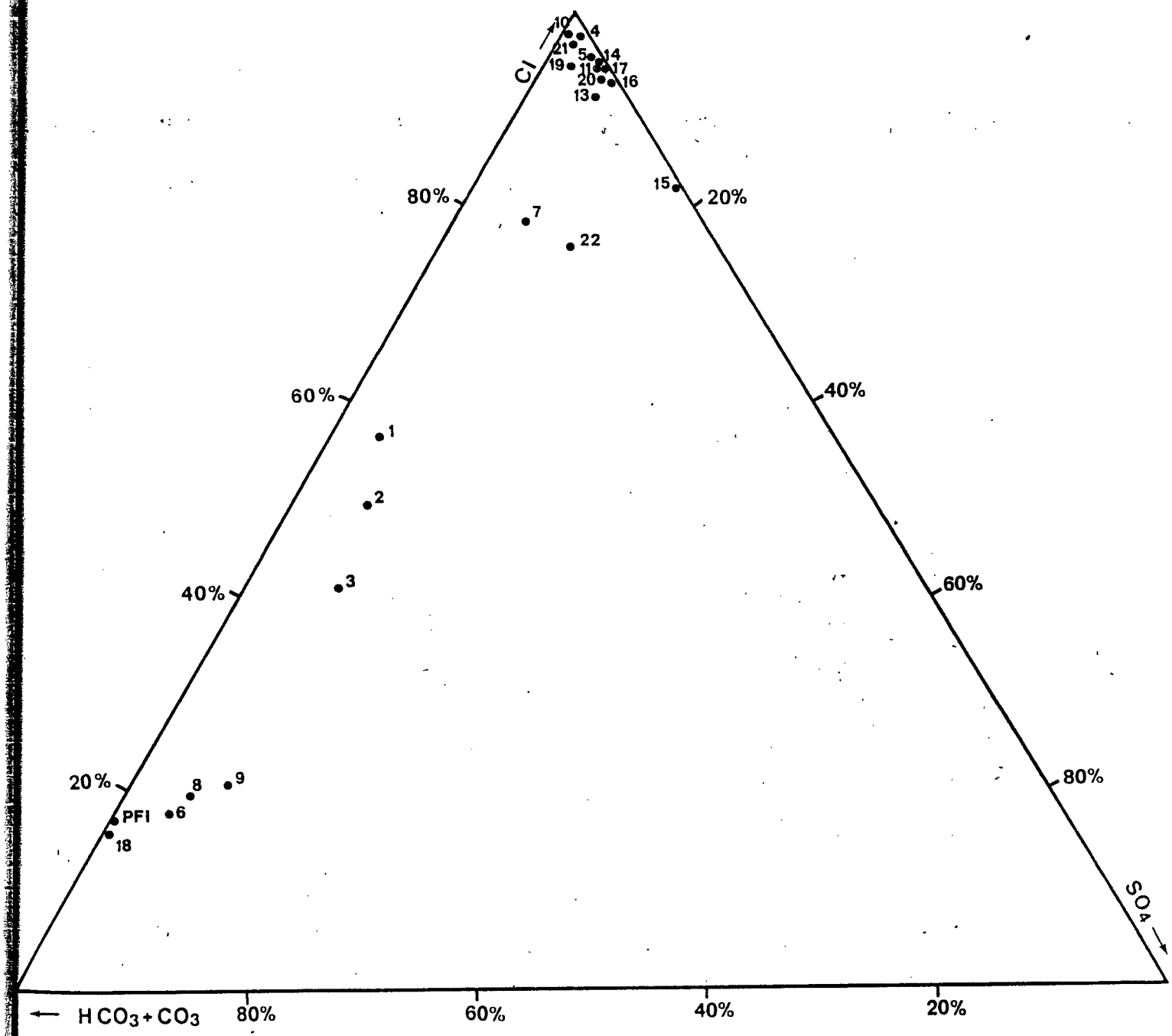

Fig. 4 . Balance anionique des extraits 1/5 des sols et des roches

- Les sels solubles sont surtout des chlorures et parfois des bicarbonates de sodium et, en moindre quantité, de calcium et de magnésium. Les sulfates sont toujours très minoritaires (Cl/SO4 de 2,4 à 196, moyenne 27,8), ce qui est surprenant si les sels proviennent bien de la mer (Cl/SO4 environ à 10). Par rapport aux sels marins, enrichis en calcium, magnésium, et parfois en bicarbonates, le rapport moyen Ca/Mg est de 1,8. Il semble donc qu'aux sels marins, dont la présence est attestée par le fort pourcentage de chlorures, se soient ajoutés des sels provenant de l'altération des roches, et (ou de la dissolution de calcaires bicarbonates de Ca et Mg). Le cadre de cette mission est évidemment trop restreint pour se faire une idée exacte du cycle des sels et des migrations différentielles dans le paysage, mais l'influence marine, directe ou indirecte, semble prépondérante.

CONCLUSION -

Sans pour autant sous-évaluer l'importance des processus de dégradation physique des sols (érosion hydrique et éolienne) que nous avons constatés, nous donnerons ici quelques recommandations visant à limiter les risques de dégradation chimique (salinisation et alcalisation) :

- Compte tenu de la qualité médiocre de beaucoup d'eaux prélevées, un bilan et un suivi de la qualité des eaux utilisées ou susceptibles de l'être, en agriculture, mérite d'être fait. Conductivité et S.A.R. seront les 2 paramètres à mesurer en priorité. D'après nos 13 mesures effectuées, il existe d'ailleurs une corrélation entre ces deux données :

  $$S.A.R. = 0,986\ (E.C.) + 5,6$$

  (E.C. en mmhos/cm à 20°)

  J. BRITO a résumé les normes d'utilisation des eaux d'irrigation dans "Etude Pédologique du Casier de Kobilo", ORSTOM/DAKAR (1982).

- Les mécanismes de contamination des sols et des eaux devront être étudiés afin de prévoir l'impact d'aménagements sur la circulation des sels et l'évolution de la salinité des sols. Le problème des sels devra être perçu globalement, à l'échelle d'une ile ou d'un bassin-versant, et non, comme c'est trop souvent le cas, à l'échelle de la parcelle.

- Un bilan général de la situation en matière de salinité des sols devra être dressé afin d'estimer l'importance des problèmes à affronter.