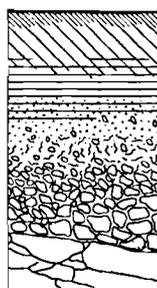


Didier BRUNET

**ETUDE PEDOLOGIQUE
DE LA VALLEE DE BADOLI
(Moyenne Casamance)**



OCTOBRE 1987

INSTITUT FRANÇAIS DE RECHERCHE SCIENTIFIQUE

POUR LE DEVELOPPEMENT EN COOPERATION

— CENTRE DE DAKAR-HANN —



Institut Français de
Recherche Scientifique pour
le Développement en Coopération

Centre ORSTOM de DAKAR

ETUDE PEDOLOGIQUE
DE LA VALLEE DE BADOLI
(Moyenne-Casamance)

D. BRUNET

Octobre 1987

1 - Avant-propos

Devant la persistance du déficit pluviométrique observé au Sénégal depuis 1968, dont une des conséquences est la contamination par le sel de nombreux sols du domaine fluvio-marin de Casamance (cf. symposium INQUA, 1986), des ouvrages de lutte anti-sel ont été mis en place, notamment à l'initiative de l'Association Française des Volontaires du Progrès (A.F.V.P).

Mais sur l'ensemble des sites aménagés, aucune étude pédologique n'avait été entreprise avant et après aménagement sur ce type d'ouvrage.

Il était dès lors difficile de mesurer l'impact des aménagements effectués, et d'étudier l'évolution pédogénétique des zones protégées.

Ainsi, en collaboration avec les responsables de l'A.F.V.P. de Sédhiou, nous avons choisi le site de la vallée de Badoli, à la limite de la Moyenne-Casamance, pour une étude avant et après installation d'un ouvrage anti-sel.

Ce choix a été conditionné par 2 facteurs: d'une part, l'imminence d'un aménagement anti-sel dans une vallée rizicultivée et progressivement contaminée par la salure, d'autre part la motivation des habitants de Badoli pour la lutte anti-sel.

Le prolongement logique de cette étude cartographique résidera dans un volet plus appliqué avec l'observation du comportement du riz après l'aménagement de la zone.

Un autre intérêt manifeste de cette étude est de voir si le processus d'évolution pédogénétique est semblable à celui déjà observé en Basse-Casamance, et notamment dans la vallée de Koubalan (BOIVIN, 1984).

2 - Présentation de la vallée

La vallée de Badoli est située à 40 Km. à vol d'oiseau en amont de Ziguinchor, sur la rive droite de la Casamance (cf. carte de situation). D'une superficie de 170 hectares, elle est largement ouverte sur le fleuve Casamance.

Dans cette région au relief peu marqué, le modelé est très faible (cf. carte topographique) puisque 135 cm. séparent le point le plus haut de la vallée du point le plus bas.

La vallée est entièrement aménagée en rizières, sauf la partie Est, affectée par la salure.

Le dispositif de mise en place des rizières près du fleuve est celui dit "des rizières profondes" (PELISSIER, 1966).

L'exploitation des rizières est faite selon la répartition suivante:

- le village de Boumouda Soukoto (ethnie Mandingue) cultive la vallée proprement dite, d'une superficie de 70 ha.

- le village de Badoli (ethnie Diola) exploite la zone contigüe au fleuve, d'une superficie de 100 ha, sur laquelle une digue de protection anti-sel de plus de 2000 m. est en cours de construction.

3 - Etude du milieu

3.1 Géologie

La transgression nouakchottienne, dont le maximum se situe autour de 5500 ans BP, avec le relèvement progressif du niveau de la mer, s'est traduite par une sédimentation marine dans les cours inférieurs des vallées du Sénégal et dans les régions littorales.

D'après P. MICHEL (1971), la mer a formé un vaste golfe en Basse-Casamance, et les eaux ont remonté la vallée de la Casamance jusque vers Diana Malari, entre Séfa et Kolda, et aussi celle du Soungrougrou jusqu'au-delà de Kandiadiou.

Après le Nouakchottien, une importante dérive littorale Nord-Sud, engendrée par la grande houle du Nord-Nord Ouest, amena de grandes quantités de sable pour former des cordons littoraux qui fermèrent les golfes marins.

Le golfe de Casamance se transforma ainsi en lagune, des vases très épaisses se déposèrent en Basse et Moyenne-Casamance.

L'alluvionnement intense de cette période post-nouakchottienne se situe entre 5000 et 1800 ans BP. Vers 1500 ans BP, la Casamance prend sa forme actuelle.

3.2 Climat

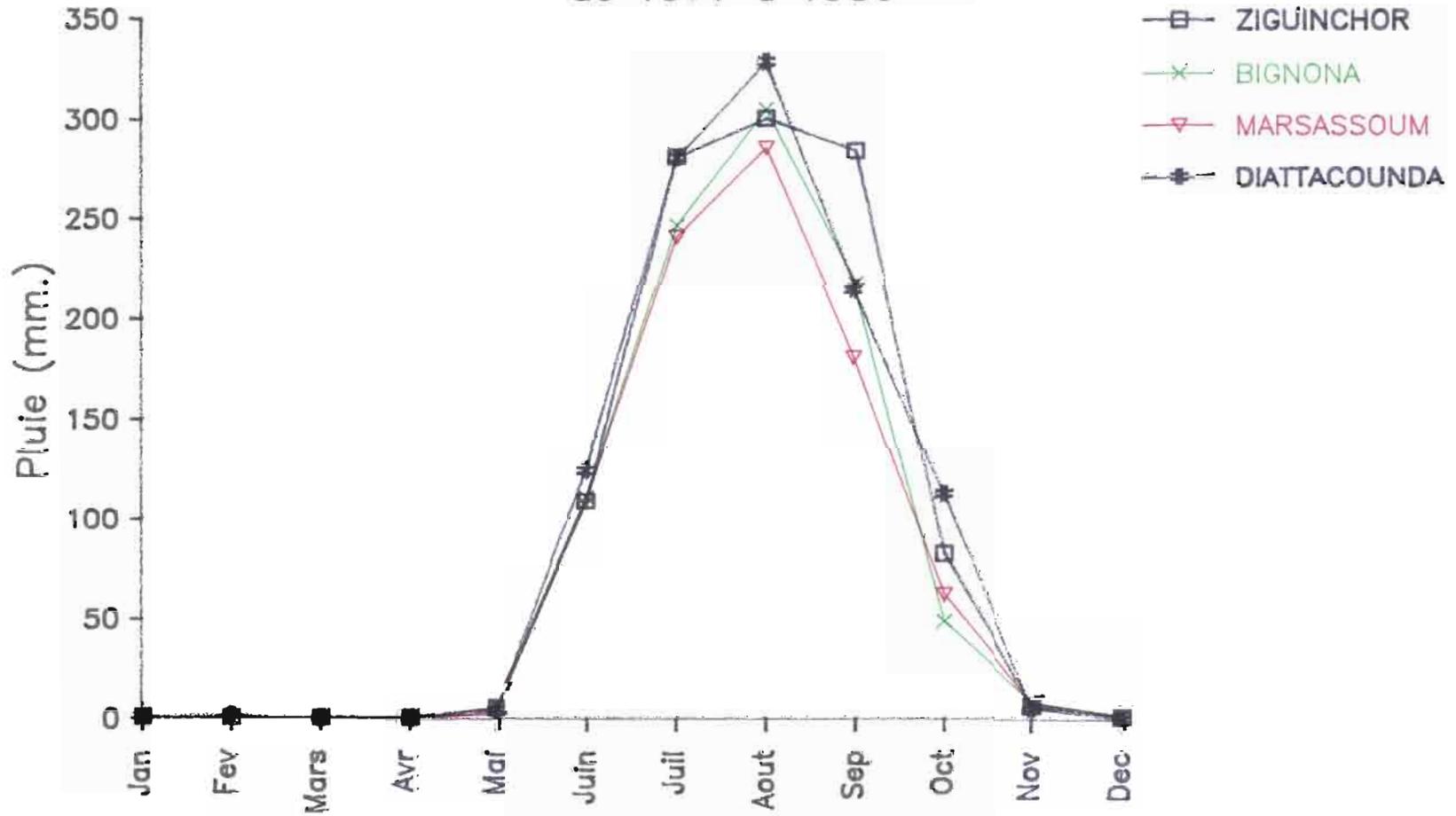
Diverses études précédentes ayant suffisamment décrit le climat de la région, nous nous bornerons à étudier le paramètre le plus important actuellement: la pluviométrie, puisque son évolution est responsable de la transformation d'un écosystème en déséquilibre désormais: la mangrove.

Le climat de Basse et Moyenne-Casamance, de type tropical subguinéen (BRIGAUD, 1965), se caractérise par une longue saison sèche et une saison des pluies de juin à octobre, avec un maximum hydrique en août.

D'après les enregistrements pluviométriques effectués sur les stations les plus proches de Badoli: Bignona, Diattacounda, Marsassoum et Ziguinchor, au cours des 10 dernières années (fig. 1), nous constatons une relative homogénéité dans la répartition des pluies, et les moyennes annuelles sont proches les unes des autres, comprises entre un minimum de 891 mm. à Marsassoum, distante de 25 Km. au Nord-Nord Ouest, et un maximum de 1077 mm. à Diattacounda située à 26 Km. à l'Est de Badoli.

Concernant le niveau déficitaire des pluies observé depuis 1968, la lecture du tableau ci-dessous nous montre que ce déficit

Moyenne mensuelle des pluies de 1977 à 1986



est particulièrement accusé en Casamance. En effet, si nous comparons, pour 2 stations ayant un grand nombre d'années d'observations (31 ans pour Bignona et 66 ans pour Ziguinchor), la moyenne annuelle de 1977 à 1986 à la moyenne annuelle de l'ensemble des années enregistrées, les résultats sont les suivants (*):

	\bar{x} générale	\bar{x} 1977-1986	Déficit
Bignona	1205	947	258
Ziguinchor	1439	1073	366

Cette situation s'est aggravée ces 10 dernières années puisqu'à Bignona, sur 31 ans, 10 années ont un total de pluies inférieur à 1 mètre, dont 7 durant la période 1977-86. A Ziguinchor, en 66 ans, 9 années ont un total inférieur à 1 mètre, dont 5 au cours de la dernière décennie (de 1982 à 1986, seul 1985 a eu un total de pluies supérieur à 1 mètre).

3.3 Conséquence pédologique

La persistance de la sécheresse des dernières années s'est traduite par un abaissement du niveau des nappes, et les rivières, transformées en rias, ont provoqué une sursalure des zones traditionnellement rizicoles et des mangroves qui ne peuvent être dessalées lors d'un hivernage peu pluvieux.

La sursalure, conjuguée à une acidification des sols de mangroves, entraîne la disparition de celles-ci.

4 - Etude pédologique

Deux ensembles pédologiques (cf. carte pédologique) se dégagent dans la zone étudiée:

- l'ensemble A, qui représente des sols hydromorphes issus d'anciens sols sulfatés acides, est situé dans la vallée proprement dite.

L'observation macroscopique des profils des fosses pédologiques de la vallée avec, notamment, la présence d'"iron pipes" et de filets de jarosite, atteste de l'antériorité de sols sulfatés acides évolués provenant de sols de mangroves.

- l'ensemble B, qui correspond aux sols sulfatés acides de la terrasse argileuse sise en bordure de la Casamance.

L'ensemble A

Il se caractérise par:

- un pH très acide (pH<4)
- une teneur en aluminium échangeable élevée (de 1,5 à 8,8 m.ég./100 g.)
- une très faible salinité (C.E.<1 mS/cm., sur l'extrait 1/5). **

* source: service hydrologique ORSTOM

** C.E.: conductivité électrique exprimée en millisiemens/cm.

L'ensemble B

Il est marqué par:

- une forte salinité (C.E. > 5 mS/cm., sur l'extrait 1/5), surtout dans la partie Est de la zone.
- un pH très acide (pH < 4)
- une teneur en soufre élevée (de 2 à 13%).

Les principales caractéristiques de ces 2 ensembles, l'un acide à forte acidité aluminique et peu salé, l'autre salé et à faible teneur en aluminium, ont déjà été relevées dans d'autres situations (LE BRUSQ et al., 1986).

4.1 - Les sols de l'ensemble A: sols hydromorphes (anciens sols sulfatés acides)

Ces sols de la vallée sont recouverts par des rizières durant l'hivernage.

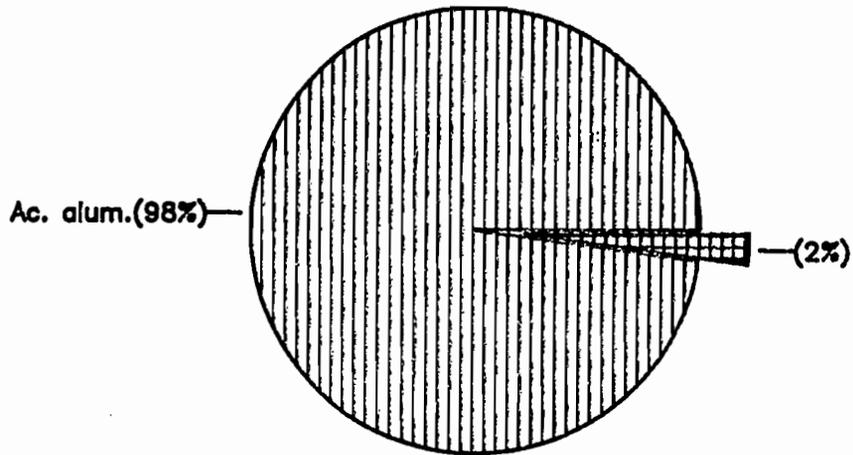
Leur caractéristique majeure est leur forte acidité, essentiellement aluminique (fig. 2).

1ère unité: A1: sols hydromorphes argileux à pseudo-gley sur un matériau sableux
Ce sont les sols du haut de la vallée.

Profil type: BAF 10

- 0-13 cm.: Horizon cultivé, sec, brun vif à l'état humide (7,5 YR 3/2). Très nombreuses taches filiformes rougeâtres et jaunâtres principalement le long des pores racinaires. Argileux. Structure polyédrique. Transition nette.
- 13-23 cm.: Horizon gris foncé (10 YR 4/1). Très nombreuses taches d'oxydation, parfois étendues (1 cm.). Argileux. Structure massive à débit polyédrique. Transition graduelle.
- 23-36 cm.: Juxtaposition de volumes gris foncé (10 YR 4/1) et de volumes plus clairs, gris (10 YR 5/1 - 5/1,5). Horizon plus clair à la base. Volumes plus foncés centimétriques (10 YR 2/1). Nombreuses taches d'oxydation jaune rougeâtre. Argileux. Structure massive. Transition graduelle.
- 36-55 cm.: Fond gris (10 YR 5/1,5). Quelques volumes millimétriques plus organiques (10 YR 2/1). Taches d'oxydation étendues (fissures), ou allongées (le long des pores racinaires). Horizon compact. Transition graduelle.
- 55-95 cm. Pseudo gley à fond gris clair (10 YR 6/1). Nombreuses taches jaunâtres ou jaune brunâtre (10 YR 6/8) en

BAF 1



BAF 6

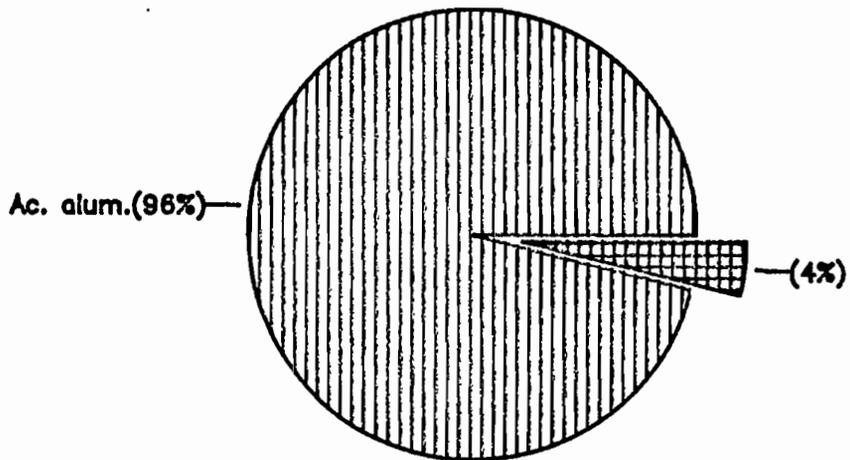
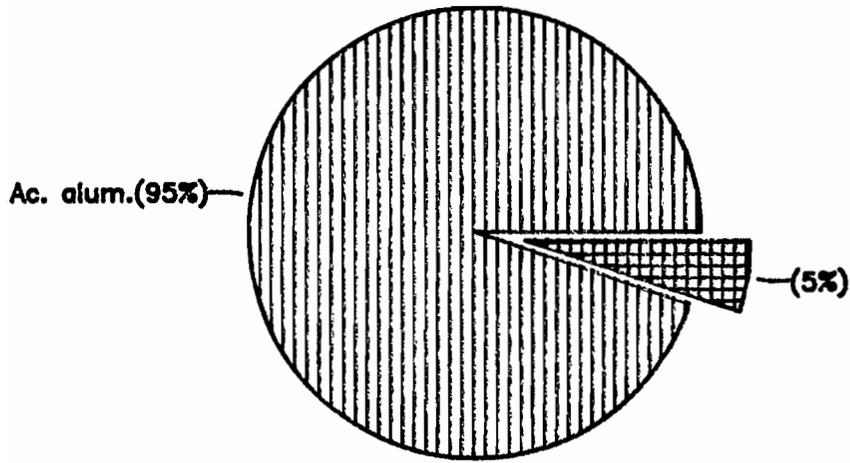
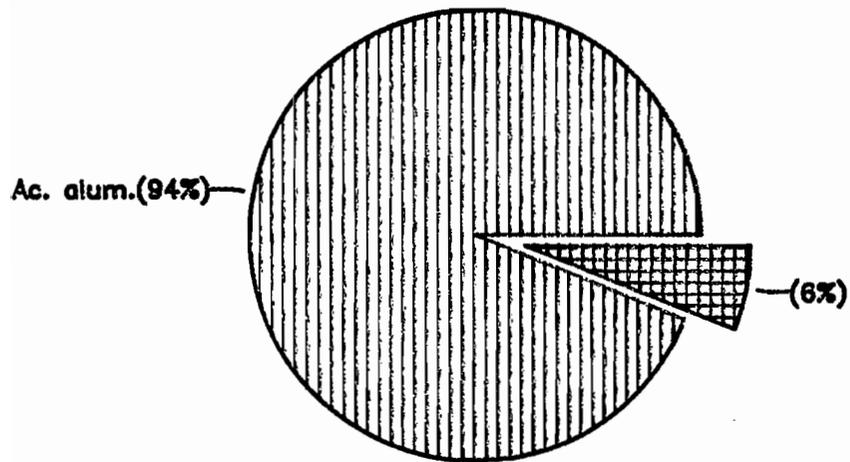


Fig.2 : Acidité aluminique (en % de l'acidité totale) dans les sols de la zone acide

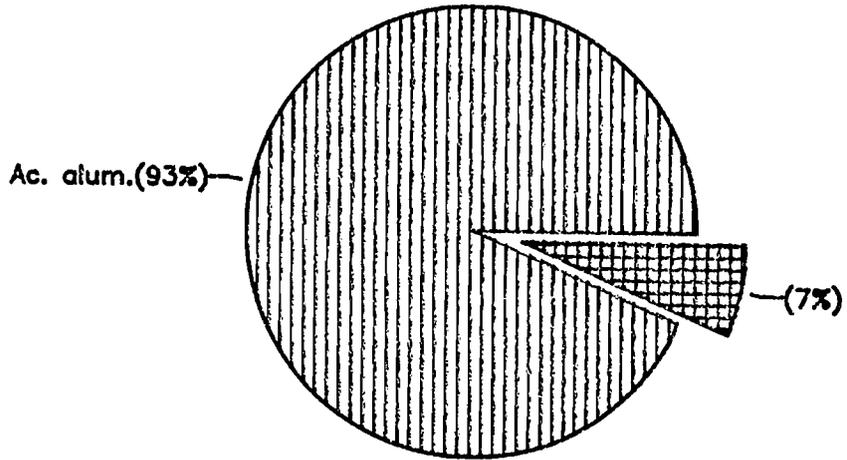
BAF 7



BAF 10



BAF 11



réseau. Quelques rares volumes millimétriques rougeâtres (2,5 YR 5/8), et quelques volumes millimétriques organiques (10 YR 2/1), comme à l'horizon ci-dessus.
Argileux.

Sous la nappe, horizon sableux à sablo-argileux à sable fin gris-brun clair (10 YR 6/2,5).

Nappe à 95 cm.

Analyses

Prof. cm.	pH	CE	Bases échangeables				Al+++	S%	m.o.%
			Ca	Mg	K	Na			
0 - 13	3,8	0,40	1,18	0,91	0,17	0,79	4,36	1,5	4,9
13 - 23	3,7	0,20	0,46	0,48	0,11	0,32	5,62	1,0	2,1
23 - 36	3,6	0,12	0,27	0,24	0,06	0,07	5,24	0,8	1,7
36 - 55	3,5	0,15	0,23	0,25	0,09	0,10	5,24	0,7	1,5
55 - 95	3,2	0,23	0,31	0,38	0,12	0,34	6,15	0,6	1,1

Le pH est mesuré sur l'extrait aqueux 1/2,5, et la C.E., exprimée en millisiemens, est mesurée sur l'extrait 1/5.

Les bases échangeables et Al+++ sont exprimés en milliéquivalents/100 g. de sol.

Nappe (en janvier 1987):

- pH: 3,0
- C.E.: 1 mS/cm.

Caractéristiques: ce sont des sols très acides, à acidité aluminique essentiellement. L'acidité augmente en profondeur, comme cela est souvent le cas dans ce type de sol en Casamance (MARIUS, 1985). Ils ont la CE la plus faible de la vallée, sont pauvres en bases échangeables et peu pourvus en fer. Nous avons constaté dans cette zone la présence d'"iron pipes".

2ème unité: A2: sols hydromorphes argileux humifères à pseudo-gley

- 1ère sous-unité: A2a: sols hydromorphes argileux humifères à horizon de surface limoneux et pseudo-gley peu profond

Profil type: BAF 6

0-12 cm.: Horizon cultivé brun foncé (7,5 YR 3/2), nombreuses racines rougeâtres (taches d'oxydation). Limoneux. Structure polyédrique fine.

Transition très nette.

12-32 cm.: Horizon noirâtre (10 YR 2/1). Quelques volumes plus clairs vers le bas de l'horizon (10 YR 3,5/1 - 4/1). Les parois des pores racinaires (racines absentes ou détruites partiellement) sont brun rouge foncé ou rouille. Argileux. Structure polyédrique à tendance massive. Horizon d'épaisseur très variable. Transition distincte.

32-48 cm.: Juxtaposition de volumes centimétriques. gris foncé (10 YR 3/1) et gris plus clair (10 YR 4/1). Taches d'oxyde de fer millimétriques à centimétriques. Argileux. Structure massive. Plus compact que l'horizon 2. Transition nette.

48-68 cm.: Pseudo gley à fond gris foncé (10 YR 4,5/1). Nombreux volumes rougeâtres centimétriques (2,5 YR 5/8 et 4/8), certains gagnant des pores tubulaires, et volumes plus jaunâtres (7,5 YR 5/6). Argileux.

Nappe à 68 cm.

Analyses

Prof. cm.	pH	CE	Bases échangeables				Al+++	S%.	m.o.%
			Ca	Mg	K	Na			
0 - 12	4,5	0,35	0,97	0,68	0,49	1,01	1,58	3,4	11,7
12 - 32	3,8	1,12	0,65	1,32	0,37	2,72	6,81	1,6	5,0
32 - 48	3,7	0,10	0,24	0,22	0,13	0,11	7,20	0,9	2,1
48 - 68	3,5	0,40	0,21	0,58	0,13	1,23	7,30	0,8	1,7

Nappe:

- pH: 3,7
- C.E.: 0,3 mS/cm.

Caractéristiques: sols très acides, avec un horizon de surface très humifère et nettement moins aluminique que les horizons sous-jacents, riche en fer. Sols peu ou pas salés.

- 2ème sous-unité: A2b: sols hydromorphes argileux humifères à horizon de surface limoneux et horizon organique sus-jacent au pseudo-gley

Profil type: BAF 7

0-8 cm.: Horizon cultivé, brun très foncé (10YR 2/2). Quelques volumes millimétriques à centimétriques noirâtres

(10 YR 2/1). Petites taches d'oxydation le long des racines. Limoneux. Structure polyédrique fine. Transition nette.

8-27 cm.: Horizon noirâtre (10 YR 2/1). Racines rougeâtres oxydées, et taches d'oxydation à la base de l'horizon. Argileux. Structure massive à débit polyédrique. Transition nette.

27-56 cm.: Juxtaposition de volumes centimétriques gris très foncé (10 YR 3/1) et de volumes légèrement plus clairs (10 YR 3,5/1 - 4/1). Nombreuses taches d'oxydation centimétriques (5 YR 4/6) dans les fissures, certaines filiformes, moins nombreuses à la base de l'horizon. Horizon plus compact que l'horizon 2. Argileux. Structure massive à débit prismatique. Transition distincte.

56-85 cm.: Horizon plus organique que l'horizon 3 (10 YR 2/1), et moins compact. Quelques taches d'oxydation. Argileux. Structure massive. Transition nette, ondulée et irrégulière.

85-112 cm.: Pseudo-gley. Sur fond gris (10 YR 6/1), nombreux volumes rougeâtres (2,5 YR 5/8) et jaunâtres (10 YR 6/8), certains volumes sont légèrement indurés. Argileux.

Nappe à 100 cm.

Analyses

Prof. cm.	pH	CE	Bases échangeables				Al+++	S%	m.o. %
			Ca	Mg	K	Na			
0 - 8	4,1	1,07	0,73	1,47	0,81	2,73	3,09	1,9	10,9
8 - 27	3,7	0,43	0,42	0,59	0,27	0,88	8,09	2,0	6,3
27 - 56	3,5	0,38	0,46	0,73	0,23	0,70	7,66	1,1	3,0
56 - 85	3,4	0,63	0,48	1,04	0,43	1,39	7,68	1,0	2,8
85 - 112	3,1	0,56	0,61	1,22	0,26	0,99	7,47	2,0	0,9

Nappe:

- pH: 3,1
- C.E.: 2,0 mS/cm.

Caractéristiques: sols très acides, très peu salés, avec des horizons organiques profonds.

- 3ème sous-unité: A2c: sols hydromorphes argileux humifères, bien structurés, à horizon de surface limono-argileux

Profil type: BAF 1

- 0-18 cm.: Horizon cultivé, noirâtre: 10 YR 2/1. Nombreuses racines brun vif: 7,5 YR 5/6. Limono-argileux. Structure massive à tendance polyédrique fine.
Nombreux pores fins et très fins.
Transition distincte, sur 7-8 cm.
- 18-32 cm.: Horizon d'épaisseur variable, gris très foncé: 10 YR 3/1. Nombreuses taches rouge-jaunâtre (ocre): 5 YR 4/6-4/8, sur les racines. Argileux. Structure polyédrique fine à tendance massive. Nombreux macropores (0,5 - 1 mm.), mais semble moins poreux que l'horizon 1. Les taches ocres, prenant la place des racines (oxydation ferrique) sont en réseau, elles sont plus larges qu'à l'horizon 1 (1 mm. et plus), les racines disparaissent, détruites par l'oxydation.
Transition nette et irrégulière.
- 32-49 cm.: Horizon noirâtre, légèrement plus clair que 10 YR 2/1. Argileux. Structure plutôt prismatique à polyédrique, à tendance massive. Le réseau des racines ferrifiées est nettement moins dense, quelques tubulures légèrement indurées par le fer; mais sur 1 face du profil, présence de plaques (de quelques millimètres à quelques centimètres) d'oxyde de fer.
Transition distincte et irrégulière.
- 49-58 cm.: Horizon de transition vers les volumes rouges, gris très foncé (10 YR 3/1, très légèrement plus clair). Plus compact que l'horizon précédent. Argileux. Structure massive. Quelques filaments brun-jaunâtre (10 YR 5/8) à l'emplacement des racines. Peu poreux. Horizon très irrégulier, avec des incursions de l'horizon supérieur.
Transition distincte irrégulière.
- 58-82 cm.: Horizon précédant le pseudo-gley, avec un fond gris très foncé (10 YR 3/1, légèrement plus clair). Apparition de volumes rouges (2,5 YR 4/8). Quelques volumes gris-brun clair (10 YR 6/2) et juxtaposés à eux quelques petits volumes millimétriques gris (10 YR 5/1). Quelques volumes millimétriques brun-jaunâtre (10 YR 5/8). Les volumes rouges sont plus nombreux à la base de l'horizon. Argileux. Structure massive à tendance polyédrique.
Transition nette irrégulière.
- 82-107 cm.: Très humide. Pseudo-gley, avec juxtaposition de

volumes grisâtres (10 YR 6,5/1 et 10 YR 6/1) et de volumes rougeâtres (2,5 YR 4/8). Quelques volumes millimétriques à centimétriques jaunes (10 YR 7/8 - 7,5/8), quelques volumes millimétriques rouges (10 R 4/8). Présence de pores de 0,1 à 0,5 mm. de diamètre.

Nappe à 107 cm.

Analyses

Prof. cm.	pH	CE	Bases échangeables				Al+++	S%	m.o. %
			Ca	Mg'	K	Na			
0 - 18	3,9	0,33	0,70	0,60	0,57	0,45	5,92	2,1	8,5
18 - 32	3,6	0,81	0,83	1,10	0,35	1,95	8,17	1,8	5,1
32 - 49	3,5	0,83	0,94	1,65	0,29	1,62	8,81	1,4	3,9
49 - 58	3,5	0,69	1,05	1,49	0,33	1,42	8,11	1,5	2,1
58 - 82	3,4	0,53	1,07	1,53	0,20	0,65	8,22	1,3	1,4
82 - 107	3,3	0,58	1,29	2,00	0,19	0,88	7,34	1,4	0,5

Nappe:

- pH: 3,1
- C.E.: 5 mS/cm.

Caractéristiques: sols très acides, peu ou pas salés. Nous avons observés, un mois après l'ouverture des fosses pédologiques, des précipitations de sulfates d'aluminium en surface au fond de celles-ci.

3ème unité: A3: sols hydromorphes de transition entre les sols de la vallée et les sols de la terrasse argileuse

Profil type: BAF 11

- 0-14 cm.: Horizon cultivé, noirâtre (10 YR 2/1). Quelques petites taches d'oxydation. Argileux. Structure polyédrique fine. Transition nette.
- 14-26 cm.: Juxtaposition de volumes gris très foncé (10 YR 3/1), et de volumes plus clairs (10 YR 4/1). Au milieu de l'horizon, nombreuses taches rougeâtres d'oxydation le long des pores racinaires, et d'autres plus étendues, en plaques. Argileux. Structure polyédrique fine à tendance massive. Transition nette.

26-44 cm.: Horizon gris foncé (10 YR 4/1, très légèrement plus clair), avec infiltrations de volumes plus organiques (10 YR 2,5/1). Quelques volumes rougeâtres (2,5 YR 5/8) millimétriques à centimétriques, et quelques petits volumes millimétriques jaune brunâtre (10 YR 6/8) moins nombreux. Argileux.
Transition nette ondulée.

44-76 cm.: Pseudo gley gris (10 YR 6/1), avec nombreux volumes jaunâtres (10 YR 5/8 et 7,5 YR 5/8) et quelques volumes millimétriques rougeâtres (2,5 YR 5/8). Argileux.
Transition nette.

76-115 cm.: Horizon très hétérogène avec des volumes sableux à sable fin, sablo-argileux. Horizon gris (10 YR 6/1), avec quelques volumes jaunâtres.

Nappe à 97 cm.

Analyses

Prof. cm.	pH	CE	Bases échangeables				Al+++	S%	m.o.%
			Ca	Mg	K	Na			
0 - 14	3,9	0,46	1,05	2,45	0,46	1,40	5,14	2,1	5,4
14 - 26	3,8	0,60	1,48	3,73	0,61	2,10	3,57	1,6	1,9
26 - 44	4,0	0,56	1,59	4,59	0,56	2,02	2,75	1,4	1,3
44 - 76	3,6	0,77	2,13	6,64	0,48	2,57	1,73	1,4	0,8
76 - 115	3,8	0,70	1,60	5,00	0,40	2,45	1,47	0,6	0,5

Nappe:

- pH: 3,4
- C.E.: 9 mS/cm.

Caractéristiques: sols très acides, moins pourvus en aluminium échangeable que les sols des unités précédentes, mais plus riches en magnésium. Peu salés. Le taux de matière organique est faible. Ces sols possèdent, le plus souvent, un horizon sableux ou sablo-argileux en profondeur.

4.2 - Les sols de l'ensemble B: sols sulfatés acides

Ce sont les sols de la terrasse argileuse bordant la Casamance. Une partie de la terrasse est cultivée en rizières, mais dans la partie Est se trouvent des tannes vifs qui gagnent en importance en progressant vers l'Ouest.

Pour la différenciation des unités, nous n'avons pas tenu compte d'un horizon sableux à sablo-argileux (voir limite sur la carte pédologique) avec un mélange de sable fin et de sable grossier à 30-40 cm. de profondeur, qui s'étend sur une bande de 200 m. jouxtant le plateau, car il ne semble pas influencer sur la pédogenèse.

1ère unité: B1: sols sulfatés acides évolués à gley salé (dit à "purée de marron") sous tanne vif

Profil type: BAF 21

- 0-19 cm.: Horizon sec, 10 YR 3/1 à l'état sec, 10 YR 2/1 à l'état humide. Taches filamenteuses d'oxydation. Argileux. Structure plutôt massive. Transition nette.
- 19-32 cm.: Horizon brun grisâtre (10 YR 5/2), avec des volumes plus foncés (10YR 4/1), et des infiltrations organiques (10 YR 3/1). Nombreuses taches brun grisâtre et brun jaune foncé d'oxydation autour des pores. Quelques volumes plus clairs (10 YR 7/2). Limoneux. Structure massive. Transition distincte.
- 32-63 cm.: Fond brun grisâtre (10 YR 5/2), avec des volumes plus clairs (10 YR 6/2). Nombreuses taches et volumes brun jaunâtre (10 YR 5/8); couleur allant du jaune à brun vif (7,5 YR 5/6) autour des pores racinaires. Quelques taches rouges d'hématite (7,5 R 4/6). Quelques traces de jarosite jaune citron. Limoneux à limono-sableux. Transition graduelle.
- 63-86 cm.: Horizon brun grisâtre légèrement plus foncé (10 YR 5/2). Nombreux canaux de jarosite très fins, parfois en volumes (lorsque la jarosite gaine un pore racinaire, dont la racine a été détruite). Volumes brun jaunâtre. Limoneux. Transition nette.
- 86-126 cm.: Horizon à purée de marron (10 YR 6/2), et nombreux volumes de jarosite (2,5 Y 7/6). Argileux.
- Nappe à 86 cm.

Analyses

Prof. cm.	pH	CE	Sels solubles				Al+++	S%.	m.o.%
			Mg++	Na+	Cl-	SO4--			
0 - 19	4,2	4,3	2,00	17,95	17,75	3,00	0,43	4,7	4,2
19 - 32	4,0	4,7	3,60	18,45	19,90	3,05	0,16	4,4	2,5
32 - 63	3,8	5,1	3,80	19,25	21,70	3,15	0,13	4,3	1,9
63 - 86	4,0	6,0	5,15	23,60	25,95	3,55	0,20	4,9	1,3
86 - 126	3,7	14,7	15,20	64,00	70,50	9,25	0,35	10,2	1,1

Les sels solubles sont exprimés en milliéquivalents/100 g. de sol.

Nappe:

- pH: 3,4
- C.E.: 66 mS/cm

Caractéristiques: ce sont des sols acides, salés jusqu'à 30 cm., et fortement salés à hypersalés ensuite. La C.E. de la nappe est nettement supérieure à celle de l'eau de mer.

2ème unité: B2: sols sulfatés acides évolués à gley salé sous tanne herbacé ou aménagés en rizières

- 1ère sous-unité: B2a: sols sulfatés acides évolués proprement dits

Ils occupent la partie médiane de la terrasse dans la zone étudiée.

Profil type: BAF 20

0-11 cm.: Horizon sec, 10 YR 3/1, à l'état sec, 10 YR 2/1, à l'état humide. Nombreuses taches filamenteuses d'oxydation. Argileux. Structure polyédrique. Transition graduelle.

11-30 cm.: Juxtaposition de volumes noirs (10 YR 2/1), gris très foncé (10 YR 3/1) et brun grisâtre très foncé (10 YR 3/2). Nombreuses petites taches millimétriques rouges (7,5 R 4/4). Volumes millimétriques brun jaunâtre. Argileux. Structure massive à débit polyédrique. Transition distincte.

30-48 cm.: Juxtaposition de volumes gris très foncé (10 YR 3/1)

et de volumes brun grisâtre très foncé (10 YR 3/2).
 Nombreuses taches millimétriques rouges (7,5 R 4/4)
 et brun jaunâtre (10 YR 5/8), avec des volumes
 millimétriques grisâtres (10 YR 6/1-6/2) plus
 nombreux dans le bas de l'horizon. Mêmes texture et
 structure qu'à l'horizon 2.
 Transition graduelle (sur 10 cm.).

48-71 cm.: Fond gris (10 YR 6/1). Nombreux volumes
 centimétriques jaune brunâtre (10 YR 6/8) gagnant les
 racines ou prenant leur place, ces volumes sont plus
 nombreux dans la partie supérieure de l'horizon.
 Nombreuses faces (fentes) recouvertes d'une pellicule
 foncée organique (10 YR 3/1), parfois étendue. Taches
 rouges d'hématite (7,5 R 4/6), parfois plus ternes
 (7,5 R 5/4), quelques volumes plus organiques (10 YR
 2/1). Argileux.
 Transition graduelle.

71-121 cm.: Horizon à "purée de marron" grisâtre (10 YR 5,5/1).
 Quelques larges volumes rouges (7,5 R 5/4), avec
 parfois à l'intérieur des volumes plus ou moins
 organiques. Nombreux volumes à jarosite plus ou moins
 hydrolysée, certains volumes sont brun jaunâtre: 10
 YR 5/8. Comme à l'horizon 4, des faces sont
 recouvertes d'une pellicule organique. Argileux.
 Présence d'"iron pipes" et de racines silicifiées.

Nappe à 112 cm.

Analyses

Prof. cm.	pH	CE	Sels solubles				Al+++	S%.	m.o.%
			Mg++	Na+	Cl-	SO4--			
0 - 11	4,4	5,8	9,95	19,55	21,85	8,70	0,19	9,6	6,3
11 - 30	4,0	5,3	7,50	19,25	19,75	8,00	0,82	2,3	1,3
30 - 48	3,8	4,9	4,80	18,45	19,05	5,30	1,08	2,7	0,9
48 - 71	3,8	5,2	4,80	20,40	20,60	5,45	1,15	2,2	0,5
71 - 121	3,5	7,6	9,65	28,80	31,60	8,00	0,75	5,9	1,0

Nappe:

- pH: 3,2
- C.E.: 46 mS/cm.

Caractéristiques: sols acides, fortement salés à partir de 70 cm.
 Le gley est nettement moins chloruré et moins sodique que celui
 de l'unité B1.

- 2ème sous-unité: B2b: sols sulfatés acides à plus forte maturation

Ils se différencient de la sous-unité B2a par une quantité plus importante de taches rouges d'oxyde de fer (hématite).

Profil type: BAF 15

- 0-8 cm.: Horizon sec, dur à pénétrer. 10 YR 3/1 à l'état sec, 10 YR 2/1 à l'état humide. Nombreuses taches d'oxydation le long des racines. Argilo-limoneux. Structure polyédrique fine. Transition distincte.
- 8-25 cm.: Juxtaposition de volumes noirâtres (10 YR 2/1) et de volumes gris (10 YR 6/1), et également de volumes gris foncé (10 YR 4/1). Nombreux volumes rougeâtres (2,5 YR 4/8), volumes brun jaunâtre (10 YR 5/8). Nombreuses taches d'oxydation le long des racines. Argileux. Structure massive. Transition graduelle.
- 25-40 cm.: Semblable à l'horizon 2, mais avec des volumes brun jaunâtre plus nombreux, et moins de volumes rougeâtres. Quelques volumes sableux gris clair (10 YR 6/1). Transition distincte.
- 40-62 cm.: Dans la partie supérieure de l'horizon, juxtaposition de volumes gris brun clair-gris clair (10 YR 7/2 - 6/2), et quelques volumes brun jaunâtre. Dans la partie inférieure de l'horizon, nombreuses taches rouge pâle, ou rosâtres d'hématite, (7,5 R 5/4), quelques taches millimétriques rouges (7,5 R 4/8). Nombreux volumes brun jaunâtre (10 YR 5/8). Sablo-argileux avec des volumes sablo-argileux à argilo-sableux ; volumes argilo-sableux ou argileux plus nombreux dans le bas de l'horizon. Transition graduelle.
- 62-74 cm.: Sur fond gris (10 YR 6/1), avec quelques volumes centimétriques légèrement plus foncés (10 YR 5/1): nombreuses taches rouge pâle (7,5 R 5/4) et nombreuses taches millimétriques rouge vif (7,5 R 4/8). Quelques volumes brun jaunâtre (10 YR 5/8). Des pores racinaires sont indurés (dépôt d'oxyde de fer), volumes brun jaunâtre le long des pores. Traces de jarosite. Argileux, avec quelques volumes sableux. Transition nette sur 5-6 cm. avec l'horizon à jarosite.
- 74-116 cm.: Sur fond gris brun clair (10 YR 5,5/2 - 6/2), "purée de marron". Volumes de jarosite (2,5 Y 7/6), parfois

associés à des volumes brun jaunâtre (10 YR 5/8) à l'emplacement des racines. Présence de quelques volumes centimétriques sableux à sable grossier quartzeux.

Nappe à 109 cm.

Analyses

Prof. cm.	pH	CE	Sels solubles				Al+++	S%	m.o. %
			Mg++	Na+	Cl-	SO4--			
0 - 8	3,9	6,5	6,80	25,00	28,20	4,15	1,68	2,9	2,0
8 - 25	3,8	2,0	1,05	8,25	7,20	1,90	1,40	3,6	0,5
25 - 40	3,7	2,6	1,45	10,25	9,70	2,15	1,23	6,1	0,4
40 - 62	3,6	2,5	1,75	9,55	9,55	2,00	0,64	5,2	0,7
62 - 74	3,4	5,8	4,85	23,65	24,35	4,50	1,27	13,0	1,2
74 - 116	3,6	6,2	5,15	25,20	25,95	4,60	1,17	8,3	1,0

Nappe:

- pH: 3,2
- C.E.: 36 mS/cm.

Caractéristiques: sols très acides et salés, avec un faible taux de matière organique. Concernant les sels solubles, ces sols sont moins pourvus en magnésium qu'en B1 et B2a. A partir de 60 cm., fort taux de soufre total.

3ème unité: B3: sols sulfatés acides très évolués à pseudo-gley

Cette unité, peu étendue dans cet ensemble, se trouve à la limite du plateau. L'horizon à "purée de marron" a disparu, la jarosite s'est hydrolysée, seules quelques traces subsistent.

Profil type : BAF 16

- 0-9 cm.: Horizon sec, 10 YR 3/1 à l'état sec, 10 YR 2/1 à l'état humide. Nombreuses taches d'oxydation. Argileux. Structure polyédrique fine. Transition graduelle.
- 9-30 cm.: Horizon sec, 10 YR 2,5/1 à l'état sec, 10 YR 2/1 à l'état humide. Nombreuses taches d'oxydation. La dessiccation fendille les agrégats en prismes. Argileux. Structure plutôt massive. Transition graduelle.

30-48 cm.: Fond à juxtaposition de volumes gris très foncé (10 YR 3/1) et de volumes brun grisâtre-gris brun clair (10 YR 5/2 et 6/2). Volumes rougeâtres, quelques volumes millimétriques brun jaunâtre, infiltrations organiques le long des fentes. Argileux. Transition distincte.

48-86 cm.: Fond gris brun clair (10 YR 6/2), avec des volumes gris foncé (10 YR 4/1) et quelques-uns gris très foncé (10 YR 3/1). Nombreux volumes brun jaunâtre-jaune brunâtre (10 YR 5/8-6/8), quelques volumes rougeâtres: ces volumes sont moins nombreux dans la partie supérieure de l'horizon. Sablo-argileux. Transition distincte.

86-149 cm.: Dans la partie supérieure de l'horizon, nombreux volumes brun jaunâtre (10 YR 5/8) le long des pores racinaires, et quelques volumes argilo-sableux ou sablo-argileux sur fond grisâtre (10 YR 5,5/1,5). Ensuite, quelques volumes jaunâtres le long d'anciennes racines (dépôt d'oxyde de fer). Pores indurés. Quelques volumes plus organiques autour des pores d'anciennes racines. Quelques traces seulement de jarosite dans le bas de l'horizon, à 140 cm. Argileux.

Nappe à 147 cm.

Analyses

Prof. cm.	pH	CE	Sels solubles				Al+++	m.o. %
			Mg++	Na+	Cl-	SO4--		
0 - 9	3,9	2,8	3,7	9,2	11,6	1,3	4,5	7,3
9 - 30	3,8	1,1	1,1	3,6	3,5	1,1	5,6	3,3
30 - 48	3,6	1,0	0,7	3,5	3,0	1,2	4,4	1,0
48 - 86	3,4	0,8	0,6	2,8	2,6	1,0	1,5	-
86 - 149	3,3	2,8	2,9	10,1	9,3	3,6	3,9	-

Nappe

- pH: 2,8
- C.E.: 18 mS/cm.

Caractéristiques: ce sont des sols intermédiaires entre les sols de la terrasse et ceux de la vallée, présentant un fort degré d'évolution. Ils sont très acides. Seuls, l'horizon de surface et le pseudo-gley sont salés.

5 - Mise en valeur, aménagement

Comme d'autres études récentes l'ont montré (BOIVIN - LE BRUSQ, 1984; BOIVIN, 1984) sur des vallées du domaine fluvio-marin de Basse-Casamance, la vallée de Badoli n'échappe pas à la tendance actuelle de l'évolution pédologique de ces sols: acidité et salinité avec, comme conséquence, une diminution des surfaces rizicultivées. Dans le cas présent, seule la terrasse est contaminée par le sel, mais la vallée présente un fort taux d'aluminium échangeable.

Moyens de lutte

a) contre l'acidité des sols de la vallée

L'acidification des sols ayant provoqué une libération de l'aluminium sous forme soluble, l'acidité est donc essentiellement aluminique (fig. 2).

Pour éliminer l'aluminium de ces sols, on peut envisager 2 solutions:

- soit par lessivage, mais le processus est long et le résultat incertain,
- soit par apport d'amendements.

Comme il a été montré que la toxicité due à l'aluminium dans le sol se manifeste par une carence en phosphore (LE VAN CAN, 1981), des expérimentations conduites en cases lysimétriques (BOIVIN - ZANTE, 1986) confirmées par des essais en parcelles (SYLLA, à paraître) ont mis en évidence l'impact bénéfique sur le riz d'amendements phosphatés: déchets de phosphates de Taïba et phosphogypse de Thiès, notamment.

Les principaux avantages de ce type d'amendement sont qu'il est facile à se procurer et peu onéreux.

b) contre la salinité

La contamination de la salinité se faisant par la Casamance et quelques défluent (cf. carte de la conductivité de la nappe), il a été convenu de stopper cette contamination par la construction d'une digue, qui est en cours, de plus d'un mètre de hauteur. Cette digue, construite avec l'aide de l'A.F.V.P. par les habitants de Badoli, d'une longueur de 2400 mètres, protégera ainsi l'ensemble de la vallée.

Deux petits barrages, avec un système de fermeture à batardeaux, permettront l'évacuation des premières eaux de pluies chargées en sel dissous vers la Casamance, et assureront ensuite un niveau constant d'eau douce.

L'élimination du sel de la vallée étant primordiale, une bonne gestion de la lame d'eau douce doit être assurée. Cela doit se traduire, dans la pratique, par des vidanges répétées de la vallée, surtout au début de l'hivernage, pour éliminer le sel accumulé dans le sol et éviter que celui-ci ne reste piégé.

Tout au long de la saison des pluies, il conviendra de veiller à conserver une hauteur d'eau suffisante dans la vallée, mais pas trop élevée pour éviter l'engorgement des cultures. Cela suppose, bien entendu, une bonne entente entre tous les agriculteurs concernés.

Le système de fermeture dit "à batardeaux", s'il a l'avantage d'être peu coûteux, a l'inconvénient d'être peu fonctionnel. Le système de fermeture comportant une porte munie d'une crémaillère, facilement réalisable au Sénégal (cf. note technique de SIREUDE, à paraître), permet de lever ou d'abaisser la porte à son gré, en fonction des marées. Il est aisé à manipuler, et assure de surcroît l'évacuation de la lame d'eau par le bas, là où est concentré le sel.

L'aménagement au niveau de la vallée n'empêche nullement un aménagement au niveau de chaque parcelle avec la mise en place de billons, ceux-ci donnant, en matière de dessalement, les meilleurs résultats (BARRY - POSNER, 1985), et de drains à ciel ouvert permettant une évacuation efficace de l'eau et du sel.

6 - Conclusion

L'étude d'une petite vallée de Moyenne-Casamance montre que cette région n'est pas épargnée par les conséquences de la sécheresse qui sévit depuis plusieurs années.

Elle corrobore les études précédentes faites sur les sols sulfatés acides en Casamance avec l'apparition, ces dernières années, d'un phénomène d'acidification avec libération d'aluminium en quantités importantes, aboutissant à la précipitation en surface de sulfates d'aluminium (alunite, tamarugite, etc...) pour des profils où la jarosite est absente. Ce type de profil n'est prévu dans aucune classification taxonomique des sols, et ce phénomène géochimique est original à l'échelle mondiale.

Aux deux contraintes majeures qui s'en dégagent, il conviendra, pour lutter efficacement contre elles, de respecter deux conditions lors des aménagements envisagés:

- que ceux-ci soient facilement réalisables,
- qu'ils soient peu coûteux.

Les moyens de lutte proposés répondent à ces 2 critères:

- amendements d'un faible prix de revient pour la lutte contre l'acidité,
- mise en place d'un système de protection anti-sel élaboré par les riziculteurs.

Dans ce dernier cas, il est impératif d'assurer une bonne gestion du barrage anti-sel, avec une évacuation régulière de la lame d'eau de la vallée, notamment au début de l'hivernage.

Une expérimentation en cours dans une vallée de Basse-Casamance, conduite conjointement par la section de pédologie de l'ORSTOM et le département Systèmes de l'ISRA (*), va permettre de tester divers moyens de lutte contre l'acidité et la salinité, moyens facilement adaptables au monde paysan, et de montrer que ces deux phénomènes ne sont pas irréversibles.

(*) ISRA: Institut Sénégalais de Recherches Agronomiques

BIBLIOGRAPHIE

- BARRY (B.), POSNER (J.-L.), 1985 - Effet de la technique de préparation mécanique du sol et des systèmes d'aménagement sur le dessalement d'un sol de tanne. 30 p. mult. et annexes. C.R.A. Djibélor.
- BOIVIN (P.), 1984 - Etude pédologique de la vallée de Koubalan (Basse-Casamance). ORSTOM-Dakar.
- BOIVIN (P.), LE BRUSQ (J.-Y.), 1984 - Etude pédologique des Kalounayes. Vallées de Koubalan et Tapilane. ORSTOM-Dakar.
- BOIVIN (P.), LOYER (J.-Y.), MOUGENOT (B.), ZANTE (P.), 1986 - Sécheresse et évolution des sédiments fluvio-marins au Sénégal. Cas de la Basse-Casamance. Symposium INQUA, Dakar.
- BOIVIN (P.), ZANTE (P.), 1986 - Essai de récupération d'un sol sulfaté acide en cases lysimétriques. ORSTOM-Dakar.
- BRIGAUD (F.), 1965 - Le climat du Sénégal. Et. sénégalaises, n° 9, fasc. 3, pp 8-10.
- LE BRUSQ (J.-Y.), LOYER (J.-Y.), MOUGENOT (B.), CARN (M.), 1986 Sur la présence de sulfates d'aluminium, de fer et de magnésium dans des sols sulfatés acides au Sénégal. 9 p., 4 annexes multigr. ORSTOM-Dakar.
- LE VAN CAN, 1981 - Rock phosphate in rice production on acid sulphate soils in Vietnam. Proceedings of the Bangkok symposium on acid sulphate soils. ILRI publication n° 31.
- MARIUS (C.), 1985 - Mangroves du Sénégal et de la Gambie. Thèse Fac. Sc. Strasbourg.
- MICHEL (P.), 1971 - Les bassins des fleuves Sénégal et Gambie. Etude géomorphologique. Thèse Fac. Lettres Strasbourg, 1169 p. multigr.
- PELISSIER (P.), 1966 - Les paysans du Sénégal. Imp. Fabrègue, St Yrieux.

TABLE DES MATIERES

- 1 - Avant- propos
 - 2 - Présentation de la vallée
 - 3 - Etude du milieu
 - 3.1 - Géologie
 - 3.2 - Climat
 - 3.3 - Conséquence pédologique
 - 4 - Etude pédologique
 - 4.1 - Les sols de l'ensemble A: sols hydromorphes (anciens sols sulfatés acides)
 - 4.2 - Les sols de l'ensemble B: sols sulfatés acides
 - 5 - Mise en valeur - Aménagement
Moyens de lutte
 - a) contre l'acidité des sols de la vallée
 - b) contre la salinité
 - 6 - Conclusion
- Annexes

ANNEXES

FICHE ANALYTIQUE

TYPE DE SOL	N° PROFIL : BAF 1
-------------	----------------------

N° Echantillon	11	12	13	14	15	16
Profondeur cm	0-18	18-32	32-49	49-58	58-82	82-100
Couleur ()						
Refus 2 mm %						
CO ₂ Ca %						
pH eau 1/2,5	3,9	3,6	3,5	3,5	3,4	3,3
KCl N	3,7	3,5	3,4	3,3	3,2	3,1

ANALYSE MECANIQUE

Argile %	37,4	67,1	71,0	69,7	61,6	53,7
Limon fin %	32,6	15,8	14,5	20,5	21,1	18,4
Limon grossier %	8,5	4,7	5,9	2,1	5,1	11,2
Sable fin %	9,1	3,4	1,7	0,8	2,9	5,1
Sable grossier %	1,5	1,4	0,6	0,3	3,4	6,2
Humidité %	6,5	5,6	5,5	5,8	4,3	3,2
Mat.org.totale %	8,5	5,1	3,9	2,1	1,4	0,2
TOTAL	104,7	103,1	103,4	101,3	99,8	99,5

FERTILITE

Carbone %	49,8	30,3	22,8	12,5	8,5	3,1
Azote %	3,84	3,55	1,58	2,0	0,87	0,4
C/N	13	8,5	14	6	10	7,5
P ₂ O ₅ total %						
P ₂ O ₅ (o/s) %	0,24	<0,01	<0,01	0,0	0,0	0,0

FEK

F ₂ O ₂ libre % / Fe total	17,1 / 27,4	14,8 / 24,8	3,5 / 14,8	0,7 / 14,7	36,4 / 54,2	63,6 / 63,6
P₂O₅ libre % / S total %	2,1	1,8	1,4	1,5	1,3	1,4
Fer libre / Fer total	0,6	0,6	0,2	0,05	0,3	0,3

BASES ECHANGEABLES

Calcium mé/100 g	0,70	0,83	0,94	1,05	1,07	1,21
Magnésium	0,60	1,70	1,65	1,49	1,53	2,00
Potassium	0,57	0,35	0,29	0,33	0,20	0,19
Sodium	0,45	1,95	1,62	1,42	0,65	0,89
S	2,32	4,23	4,50	4,29	3,45	4,36
T	20,5	24,0	23,3	18,4	17,5	13,3
S/T = V %	8	18	19	23	20	33

SOLUTION DU SOL (Extrait 1/5)

Conductivité mmhos cm ⁻¹ à 20°C	0,33/0,30	0,81/0,75	0,83/0,79	0,69	0,53	0,55
Ca ⁺⁺ mé/100 g	pH 4,3	3,9	3,8	3,8	3,7	4,4
Mg ⁺⁺						
K ⁺						
Na ⁺						
Σ Cations						
Cl ⁻						
SO ₄ ⁼⁼ mL/100g	C 1,0	T 1,3	C 1,8	T 1,9	C 2,0	T 2,3
CO ₃ H ⁻						
Σ Anions						

CARACTERISTIQUES PHYSIQUES

Porosité H ⁺ } éch. KClN	0,06	0,15	0,33	0,12	0,19	0,3
pF 3 Al ³⁺ } mL/100g	5,92	8,17	8,81	8,11	8,22	7,3
pF 4,2						
Eau utile %						
Instabilité structurale Is						
Perméabilité Kcm/h						

C. conductivité
T. turbidité

FICHE ANALYTIQUE

TYPE DE SOL		N° PROFIL : BAF
		6

N° Echantillon	61	62	63	64
Profondeur cm	0-12	12-32	32-48	48-68
Couleur ()				
Refus 2 mm %				
CO ₂ Ca %				
pH eau 1/2,5	4,5	3,8	3,7	3,5
KCl N	4,2	3,6	3,4	3,2

ANALYSE MECANIQUE

Argile %	17,9	66,0	77,4	80,0
Limon fin %	41,7	18,4	13,4	11,3
Limon grossier %	14,7	7,0	1,7	1,3
Sable fin %	10,0	1,7	1,9	1,2
Sable grossier %	2,5	0,8	1,0	0,9
Humidité %	8,5	5,0	4,0	3,8
Mat.org.totale %	11,7	5,0	2,1	1,7
TOTAL	106,4	103,9	101,5	100,2

FERTILITE

Carbone %	69,0	29,3	12,5	9,8
Azote %	5,93	2,05	1,22	1,06
C/N	11,5	14	10,	9,
P ₂ O ₅ total %				
P ₂ O ₅ (OL) %	0,66	0,05	<0,01	0,0

FER

F ₂ O ₂ libre %	146,2/178,9	17,1/30,2	16,4/30,9	22,0/40,6
Phosphore % <i>Stal %</i>	3,4	1,6	0,9	0,8
Fer libre/Fer total	0,8	0,6	0,5	0,5

BASES ECHANGEABLES

Calcium mé/100 g	0,97	0,65	0,24	0,21
Magnésium	0,68	1,32	0,22	0,58
Potassium	0,49	0,37	0,13	0,13
Sodium	1,01	2,72	0,11	1,23
S	3,15	5,06	0,70	2,15
T	34,3	23,4	15,6	15,2
S/T = V %	9	22	4	14

SOLUTION DU SOL (Extrait 1/5)

Conductivité mmhos cm ⁻¹ à 20°C	0,35	1,12	0,10	0,40
Ca ⁺⁺ mé/100 g	5,1	4,1	4,6	4,1
Mg ⁺⁺				
K ⁺				
Na ⁺				
Σ Cations				
Cl ⁻				
SO ₄ ⁻⁻				
CO ₃ H ⁻				
Σ Anions				

CARACTERISTIQUES PHYSIQUES

Porosité % H ⁺ <i>édh. KLEN</i>	0,0	0,15	0,34	0,45
pF 3 <i>Al³⁺ (me/100g)</i>	1,58	6,81	7,20	7,30
pF 4,2				
Eau utile %				
Instabilité structurale Is				
Perméabilité Kcm/h				

FICHE ANALYTIQUE

TYPE DE SOL		N° PROFIL : BAF
		7

N° Echantillon	71	72	73	74	75
Profondeur cm	0-8	8-27	27-56	56-85	85-112
Couleur ()					
Refus 2 mm %					
CO ₃ Ca %					
pH eau 1/2,5	4,1	3,7	3,5	3,4	3,1
KCl N	4,0	3,5	3,3	3,1	2,9

ANALYSE MECANIQUE

Argile %	23,7	56,3	78,2	66,8	55,8
Limon fin %	40,0	21,6	10,5	19,4	16,8
Limon grossier %	11,0	6,9	2,2	4,5	3,2
Sable fin %	16,0	3,3	1,8	1,9	9,0
Sable grossier %	3,6	2,3	1,2	0,8	10,0
Humidité %	1,9	6,5	4,4	4,7	4,3
Mat.org.totale %	10,9	6,3	3,0	2,8	0,9
TOTAL	107,1	103,2	101,3	100,9	100,0

FERTILITE

Carbone %	64,5	37,2	17,6	16,5	5,0
Azote %	5,05	3,28	1,34	1,78	0,72
C/N	13	11	13	9	7
P ₂ O ₅ total %					
P ₂ O ₅ (plf) %	0,74	0,02	0,0	0,0	0,0

F E K

F ₂ O ₃ libre %	57,8 / 71,5	11,4 / 24,0	10,7 / 22,6	9,3 / 22,0	157,7 / 180,7
P₂O₅ total % S total %	1,9	2,0	1,7	1,0	2,0
Fer libre/Fer total	0,8	0,5	0,5	0,4	0,9

BASES ECHANGEABLES

Calcium mé/100 g	0,73	0,42	0,46	0,48	0,61
Magnésium	1,47	0,59	0,73	1,04	1,22
Potassium	0,81	0,27	0,23	0,43	0,26
Sodium	2,73	0,88	0,70	1,39	0,99
S	5,74	2,16	2,12	3,34	3,08
T	32,0	29,0	23,5	20,9	17,2
S/T = V %	18	7	9	16	18

SOLUTION DU SOL (Extrait 1/5)

Conductivité mmhos/cm-1 à 20°C	1,07	0,43	0,38	0,63	0,56
Ca ⁺⁺ mé/100 g	pH 4,4	4,0	4,0	3,7	3,4
Mg ⁺⁺					
K ⁺					
Na ⁺					
Σ Cations					
Cl ⁻					
SO ₄ ⁻⁻					
CO ₃ H ⁻					
Σ Anions					

CARACTERISTIQUES PHYSIQUES

Porosité H ₂ O + 7 éch. KClN	0,11	0,30	0,30	0,39	0,76
pF 3 Al ³⁺ (mé/100g)	3,09	8,09	7,66	7,68	7,47
pF 4,2					
Eau utile %					
Instabilité structurale Is					
Perméabilité Kcm/h					

FICHE ANALYTIQUE

TYPE DE SOL		N° PROFIL : BAF
		10

N° Echantillon	101	102	103	104	105
Profondeur cm	0-13	13-23	23-36	36-55	55-95
Couleur ()					
Refus 2 mm %					
CO ₂ Ca %					
pH eau 1/2,5	3,8	3,7	3,6	3,5	3,2
KCl N	3,5	3,4	3,3	3,2	3,0

ANALYSE MECANIQUE

Argile %	51,8	66,8	66,1	65,8	58,2
Limon fin %	22,1	21,3	22,9	23,4	14,2
Limon grossier %	10,8	4,9	4,1	2,7	7,2
Sable fin %	5,4	2,2	3,5	4,1	15,0
Sable grossier %	3,0	0,4	0,3	0,3	1,3
Humidité %	4,5	3,6	3,1	3,1	3,5
Mat.org.totale %	4,9	2,1	1,7	1,5	1,1
TOTAL	102,5	101,3	101,7	100,9	100,5

FERTILITE

Carbone %	22,7	12,5	10,0	9,1	6,2
Azote %	2,89	1,05	0,86	0,85	0,64
C/N	10,	12,	11,5	11,	9,5
P ₂ O ₅ total %					
P ₂ O ₅ (o/s) %	0,04	0,02	0,02	<0,01	0,0

F E R

F ₂ O ₃ libre %	41,4 / 54,3	4,3 / 16,5	1,1 / 13,7	4,3 / 16,9	15,7 / 28,6
P₂O₅ libre % % S total %	1,5	1,0	0,8	0,7	0,6
Fer libre/Fer total	0,8	0,3	0,7	0,3	0,5

BASES ECHANGEABLES

Calcium mé/100 g	1,18	0,46	0,27	0,23	0,31
Magnésium	0,91	0,48	0,24	0,25	0,38
Potassium	0,17	0,11	0,06	0,09	0,12
Sodium	0,79	0,32	0,07	0,10	0,34
S	3,05	1,37	0,64	0,67	1,15
T	23,5	15,5	12,0	12,6	12,9
S/T = V %	13	9	5	5	9

SOLUTION DU SOL (Extrait 1/5)

Conductivité mmhos cm ⁻¹ à 20°C	0,40	0,20	0,12	0,15	0,23
Ca ⁺⁺ mé/100 g	pH 4,3	4,5	4,3	4,1	3,8
Mg ⁺⁺					
K ⁺					
Na ⁺					
<input checked="" type="checkbox"/> Cations					
Cl ⁻					
SO ₄ ⁻⁻					
CO ₃ H ⁻					
<input checked="" type="checkbox"/> Anions					

CARACTERISTIQUES PHYSIQUES

Porosité H ₂ } éch. KClN	0,20	0,21	0,34	0,44	0,57
pF 3 AC ₃ } (mé/100g)	4,36	5,62	5,24	5,84	6,15
pF 4,2					
Eau utile %					
Instabilité structurale Is					
Perméabilité Kcm/h					

FICHE ANALYTIQUE

TYPE DE SOL		N° PROFIL : BAF
		11

N° Echantillon	111	112	113	114	115
Profondeur cm	0-14	14-26	26-44	44-76	76-115
Couleur ()					
Refus 2 mm %					
CO ₃ Ca %					
pH eau 1/2,5	3,9	3,8	4,0	3,6	3,8
KCl N	3,4	3,3	3,4	3,2	3,4

ANALYSE MECANIQUE

Argile %	54,2	70,3	64,7	58,4	39,0
Limon fin %	26,3	19,0	22,9	16,9	10,8
Limon grossier %	7,8	1,1	4,6	2,9	5,3
Sable fin %	4,8	2,4	2,1	8,7	35,7
Sable grossier %	1,0	1,6	0,5	6,7	5,5
Humidité %	4,6	4,7	4,3	4,6	3,0
Mat.org.totale %	5,4	7,9	1,3	0,8	0,5
TOTAL	104,1	101,0	100,4	99,0	99,8

FERTILITE

Carbone % _o	32,0	11,6	7,5	4,7	3,2
Azote % _o	3,08	1,17	0,82	0,65	0,41
C/N	10,	10,	9,	7,	8,
P ₂ O ₅ total % _o					
P ₂ O ₅ (o/s) % _o	0,02	0,0	0,0	0,0	0,0

F E N

F ₂ O ₃ libre % _o	2,1 / 17,4	23,5 / 37,4	5,0 / 18,0	83,6 / 117,2	5,7 / 18,8
P₂O₅ total %_o <i>S total %_o</i>	2,1	1,6	1,4	1,4	0,6
Fer libre/Fer total	0,1	0,6	0,3	0,7	0,3

BASES ECHANGEABLES

Calcium mé/100 g	1,05	1,48	1,59	2,13	1,60
Magnésium	2,45	3,73	4,59	6,64	5,00
Potassium	0,46	0,67	0,56	0,48	0,40
Sodium	1,40	2,10	2,02	2,57	2,45
S	5,36	7,92	8,76	11,82	9,45
T	25,3	16,9	13,0	16,1	10,3
S/T = V % _o	21	47	67	73	92

SOLUTION DU SOL (Extrait 1/5)

Conductivité mmhos/cm à 20°C	0,46	0,60	0,56	0,77	0,70
Ca ⁺⁺ mé/100 g	4,4	4,5	4,9	4,5	4,6
Mg ⁺⁺					
K ⁺					
Na ⁺					
Σ Cations					
Cl ⁻					
SO ₄ ⁻⁻					
CO ₃ H ⁻					
Σ Anions					

CARACTERISTIQUES PHYSIQUES

Porosité H ⁺ } éch. KCl N	0,23	0,23	0,18	0,25	0,14
pF 3 } (mé/100g)	5,17	3,57	2,75	1,73	1,47
pF 4,2					
Eau utile %					
Instabilité structurale Is					
Perméabilité Kcm/h					

FICHE ANALYTIQUE

TYPE
DE
SOL

N° PROFIL : BAF
15

N° Echantillon	151	152	153	154	155	156
Profondeur cm	0-8	5-25	25-40	40-62	62-74	74-
Couleur ()						
Refus 2 mm %						
CO ₂ Ca %						
pH eau 1/2,5	3,9	3,8	3,7	3,6	3,4	3,6
KCl N	3,7	3,4	3,3	3,3	3,2	3,2

ANALYSE MECANIQUE

Argile %	44,0	50,0	51,8	25,5	57,4	51,8
Limon fin %	21,3	19,5	16,8	9,5	15,8	16,8
Limon grossier %	18,2	17,5	7,2	9,3	3,0	9,3
Sable fin %	3,4	4,0	15,7	34,9	9,7	11,4
Sable grossier %	2,0	3,3	2,5	16,2	5,9	3,2
Humidité %	6,8	4,9	4,9	3,3	7,0	7,0
Mat.org.totale %	2,0	0,5	0,4	0,7	1,2	1,1
TOTAL	97,7	99,7	99,3	99,4	100,0	99,7

FERTILITE

Carbone %	11,9	2,9	2,5	4,0	6,9	6,0
Azote %	0,80	0,29	0,35	0,41	0,61	0,61
C/N	15	10	7	10	11	9,5
P ₂ O ₅ total %						
P ₂ O ₅ (DPS) %	0,02	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

F E R

F ₂ O ₃ libre %	22,1/38,8	44,3/58,6	34,9/50,0	17,1/25,4	40,9/55,6	28,1/38,8
P₂O₅ libre % % Stal %	2,9	3,6	6,1	5,2	13,0	8,3
Fer libre/Fer total	0,6	0,8	0,7	0,7	0,7	

BASES ECHANGEABLES

Calcium mé/100 g						
Magnésium						
Potassium						
Sodium						
S						
T	23,06	17,41	16,00	9,52	16,80	15,6
S/T = V %						

SOLUTION DU SOL (Extrait 1/5)

Conductivité mmhos cm ⁻¹ /20°C	6,5	2,0	2,6	2,5	5,8	6,2
Ca ⁺⁺ mé/100 g	1,25	0,20	0,25	0,30	0,75	0,7
Mg ⁺⁺	6,80	1,05	1,45	1,75	4,85	5,1
K ⁺	0,30	0,15	0,20	0,20	0,40	0,4
Na ⁺	25,0	8,25	10,25	9,55	23,65	25,0
Σ Cations	33,35	9,65	12,15	11,80	29,65	31,6
Cl ⁻	28,20	7,20	9,70	9,55	24,35	25,0
SO ₄ ⁻⁻	4,15	1,90	2,15	2,00	4,50	4,1
CO ₃ H ⁻	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Σ Anions	32,35	9,10	11,85	11,55	28,85	30,1

CARACTERISTIQUES PHYSIQUES

Porosité H ⁺ éch. KCl N	0,08	0,14	0,16	0,19	0,26	0,0
pF 3 Al ³⁺ (mé/100g)	1,68	1,40	1,23	0,64	1,27	1,13
pF 4,2						
Eau utile %						
Instabilité structurale Is						
Perméabilité Kcm/h						

FICHE ANALYTIQUE

TYPE DE S O L	
---------------------	--

N° PROFIL : 16

N° Echantillon	161	162	163	164	165
Profondeur cm	0-9	9-30	30-48	48-86	86-149
Couleur ()					
Refus 2 mm %	0	0	0	0	0
CO ₃ Ca %					
pH eau 1/2,5	3.9	3.8	3.6	3.4	3.3
KCl N	3.6	3.3	3.2	3.2	3.1

ANALYSE MECANIQUE

Argile %	59.0	74.7	63.4	25.1	60.6
Limon fin %	19.7	11.0	18.0	5.0	16.0
Limon grossier %	7.5	6.1	8.0	4.9	11.5
Sable fin %	5.2	1.7	4.4	41.4	5.7
Sable grossier %	1.5	1.2	1.3	22.2	0.9
Humidité %	5.4	4.9	3.7	1.5	4.3
Mat.org.totale %	7.3	3.3	1.0	-	-
TOTAL	105.6	102.9	99.8	100.1	99.0

F E R T I L I T E

Carbone ‰	42.3	19.3	6.1		
Azote ‰	3.2	1.86	0.64		
C/N	13.2	10.4	9.5		
P ₂ O ₅ total ‰					
P ₂ O ₅ () ‰					

F ₂ O ₃ libre ‰	4.5	5.6	4.4	1.5	3.9
F ₂ O ₃ total ‰					
Fer libre/Fer total					

BASES ECHANGEABLES

Calcium mé/100 g					
Magnésium					
Potassium					
Sodium					
S					
T					
S/T = V ‰					

SOLUTION DU SOL (Extrait 1/5)

Conductivité mmhos à 20°C	2.8	1.1	1.0	0.8	2.8
Ca ⁺⁺ mé/100 g	0.8	0.3	0.2	0.15	0.5
Mg ⁺⁺	3.7	1.1	0.7	0.6	2.9
K ⁺	0.08	0.07	0.08	0.08	0.2
Na ⁺	9.2	3.6	3.5	2.2	10.1
Σ Cations	13.78	5.07	4.48	3.63	13.7
Cl ⁻	11.6	3.5	3.0	2.6	9.3
SO ₄ ⁻⁻	1.3	1.1	1.2	1.0	3.6
CO ₃ H ⁻	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Σ Anions	12.9	4.6	4.2	3.6	12.9

CARACTERISTIQUES PHYSIQUES

Porosité %					
pF 3					
pF 4,2					
Eau utile %					
Instabilité structurale Is					
Perméabilité Kcm/h					

FICHE ANALYTIQUE

TYPE DE SOL		N° PROFIL : BAF
		20

N° Echantillon	201	202	203	204	205
Profondeur cm	0-11	11-30	30-48	48-71	71-121
Couleur ()					
Refus 2 mm %					
CO ₂ Ca %					
pH eau 1/2,5	4,4	4,0	3,8	3,8	3,5
KCl N	4,1	3,6	3,5	3,4	3,2

ANALYSE MECANIQUE

Argile %	63,4	69,2	70,8	73,2	55,3
Limon fin %	27,1	17,6	16,1	17,1	19,5
Limon grossier %	4,2	2,2	0,1	0,1	14,1
Sable fin %	1,1	1,4	1,7	0,8	1,8
Sable grossier %	0,7	0,8	1,8	1,3	2,9
Humidité %	8,4	8,1	8,4	7,3	6,2
Mat.org.totale %					
TOTAL	98,9	99,3	98,9	99,8	99,8

FERTILITE

Carbone % _n	36,4	7,6	5,0	3,11	6,0
Azote % _o	2,44	0,81	0,69	0,44	0,65
C/N	15	9	7	7	9,
P ₂ O ₅ total % _o					
P ₂ O ₅ (OLP) % _o	0,02	0,02	0,01	<0,01	0,0

F E K

F ₂ O ₃ libre % _o	22,9/52,8	51,4/75,7	71,4/97,2	35,0/67,1	47,2/62,8
Phosphore % _o S total % _o	9,6	2,3	2,7	2,2	5,9
Fer libre/Fer total	0,4	0,7	0,7	0,5	0,8

BASES ECHANGEABLES

Calcium mé/100 g					
Magnésium					
Potassium					
Sodium					
S					
T	23,31	23,02	23,10	21,42	19,00
S/T = V % _o					

SOLUTION DU SOL (Extrait 1/5)

Conductivité mmhos cm ⁻¹ /20°C	5,8	5,3	4,9	5,2	7,6
Ca ⁺⁺ mé/100 g	0,85	0,60	0,55	0,55	1,70
Mg ⁺⁺	9,95	7,50	4,80	4,80	9,65
K ⁺	0,30	0,35	0,40	0,45	0,40
Na ⁺	19,55	19,25	18,45	20,40	28,80
Σ Cations	30,65	27,70	24,20	26,20	39,95
Cl ⁻	21,85	19,75	19,05	20,60	31,60
SO ₄ ⁻⁻	8,70	8,00	5,30	5,45	8,00
CO ₃ H ⁻	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Σ Anions	30,55	27,75	24,35	26,05	39,60

CARACTERISTIQUES PHYSIQUES

Porosité $\frac{H+7 \text{ éch. KClN}}{Al^{3+}} \text{ (mé/100g)}$	0,0	0,14	0,15	0,10	0,20
pF 3	0,19	0,82	1,08	1,15	0,75
pF 4,2					
Eau utile %					
Instabilité structurale Is					
Perméabilité Kcm/h					

FICHE ANALYTIQUE

TYPE DE SOL	
-------------	--

N° PROFIL : BAF
21

N° Echantillon	211	212	213	214	215
Profondeur cm	0-19	19-32	32-63	63-86	86-126
Couleur ()					
Refus 2 mm %					
CO ₃ Ca %					
pH eau 1/2,5	4,2	4,0	3,8	4,0	3,7
KCl N	3,8	3,8	3,6	3,7	3,4

ANALYSE MECANIQUE

Argile %	54,0	12,9	14,7	19,5	58,4
Limon fin %	15,8	18,4	10,0	10,0	15,8
Limon grossier %	12,8	34,2	21,9	25,5	11,5
Sable fin %	7,2	22,5	25,6	20,0	5,0
Sable grossier %	3,9	8,3	24,1	20,3	1,9
Humidité %	5,3	2,4	3,2	3,6	5,7
Mat.org.totale %					
TOTAL	99,0	98,7	99,5	98,9	98,3

FERTILITE

Carbone %	24,5	14,4	11,1	7,8	6,5
Azote %	2,12	1,12	0,90	0,72	0,75
C/N	11,5	13	12	11	9
P ₂ O ₅ total %					
P ₂ O ₅ (O/S) %	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

FER

F ₂ O ₃ libre %	30,0/43,5	47,8/75,6	32,2/37,4	6,4/13,4	15,0/30,3
VANADATE % Stal %	4,7	4,4	4,3	4,9	10,2
Fer libre/Fer total	0,6	0,6	0,9	0,5	0,5

BASES ECHANGEABLES

Calcium mé/100 g					
Magnésium					
Potassium					
Sodium					
S					
T	19,67	5,50	5,45	7,30	16,77
S/T = V %					

SOLUTION DU SOL (Extrait 1/5)

Conductivité mmhos	4,3	4,7	5,1	6,0	14,7
Ca ⁺⁺ mé/100 g	0,35	0,55	0,60	0,70	2,10
Mg ⁺⁺	2,00	3,60	3,80	5,15	15,20
K ⁺	0,05	0,40	0,45	0,45	0,90
Na ⁺	17,95	18,45	19,25	23,60	64,00
Σ Cations	20,35	23,00	24,10	29,90	82,20
Cl ⁻	17,75	19,90	21,70	25,95	70,50
SO ₄ ⁻⁻	3,00	3,05	3,15	3,55	9,25
CO ₃ H ⁻	0,0	0	0,0	0,0	0,0
Σ Anions	20,75	22,95	24,85	29,50	79,75

CARACTERISTIQUES PHYSIQUES

Porosité H ⁺ 7-2ch. KCl N	0,05	0,05	0,10	0,0	0,12
pF 3 AP ³⁺ (me/100g)	0,43	0,16	0,13	0,20	0,35
pF 4,2					
Eau utile %					
Instabilité structurale Is					
Perméabilité Kcm/h					

15° 55

TOPOGRAPHIE DE LA VALLEE DE BADOLI

ECHELLE : 1/10 000

0 200 400 600 metres

12° 38

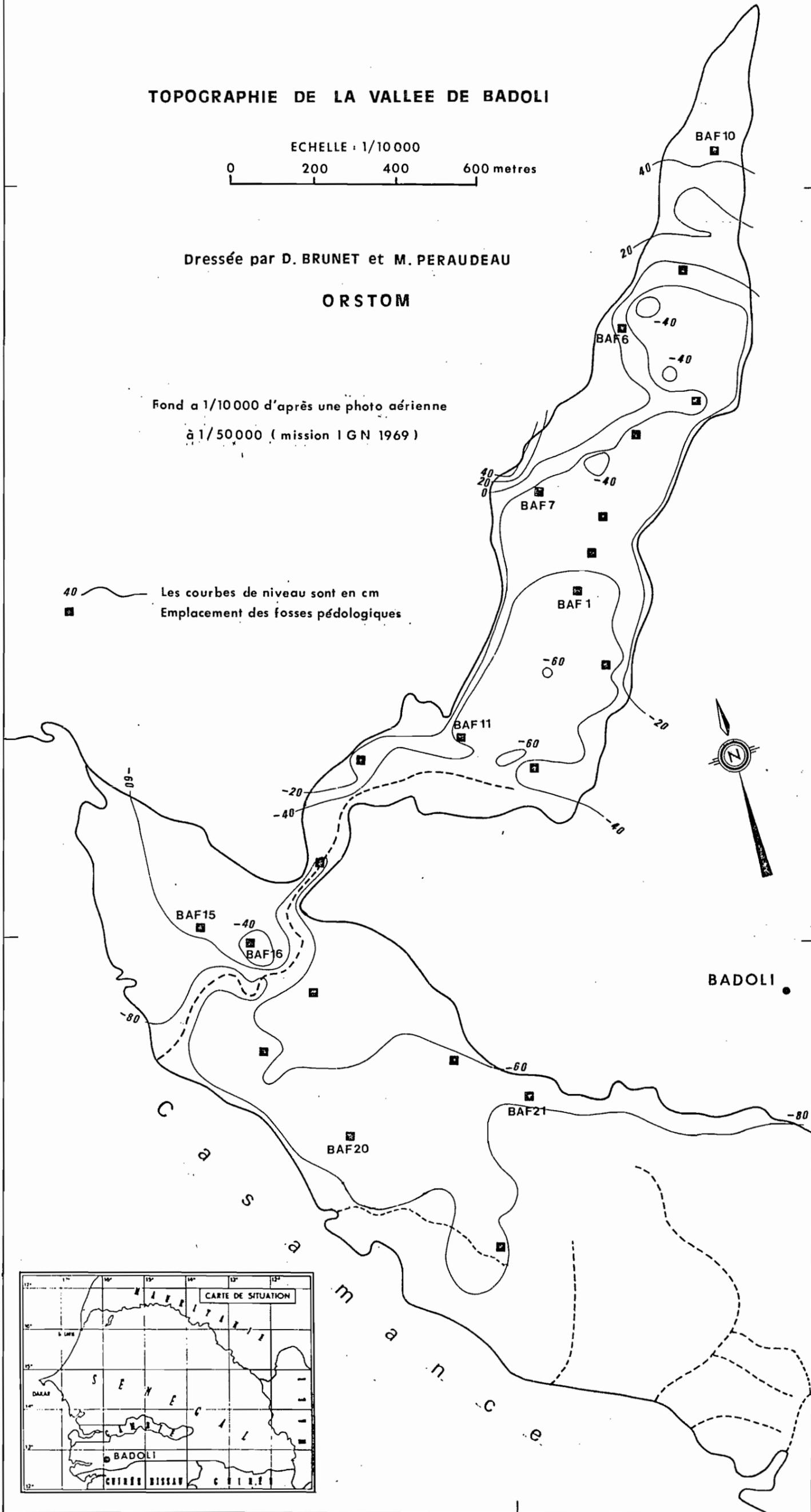
12° 38

Dressée par D. BRUNET et M. PERAUDEAU

ORSTOM

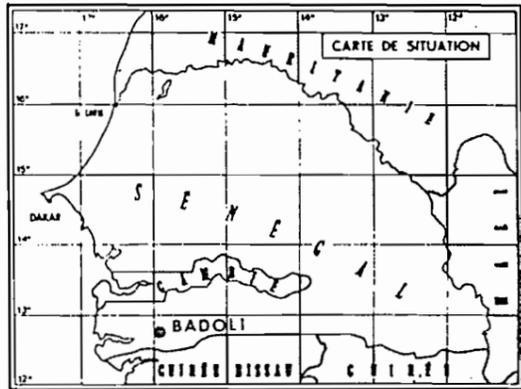
Fond à 1/10 000 d'après une photo aérienne
à 1/50 000 (mission I G N 1969)

40 — Les courbes de niveau sont en cm
■ Emplacement des fosses pédologiques



12° 37

12° 37



15° 55

L É G E N D E

CARTE PEDOLOGIQUE DE LA VALLEE DE BADOLI

Ensemble A

Sols de la vallée : sols hydromorphes dérivés d'anciens sols sulfatés acides.

-  A1 : Sols hydromorphes argileux à pseudogley sur 1 matériau sableux.
-  - A2a : Sols hydromorphes argileux humifères à horizon de surface limoneux et pseudogley peu profond
-  - A2b : Sols hydromorphes argileux humifères à horizon de surface limoneux et horizon organique sus-jacent au pseudogley.
-  - A2c : Sols hydromorphes argileux humifères bien structurés à horizon de surface limono-argileux.
-  A3 : Sols hydromorphes de transition entre les sols de la vallée et les sols de la terrasse.

Ensemble B

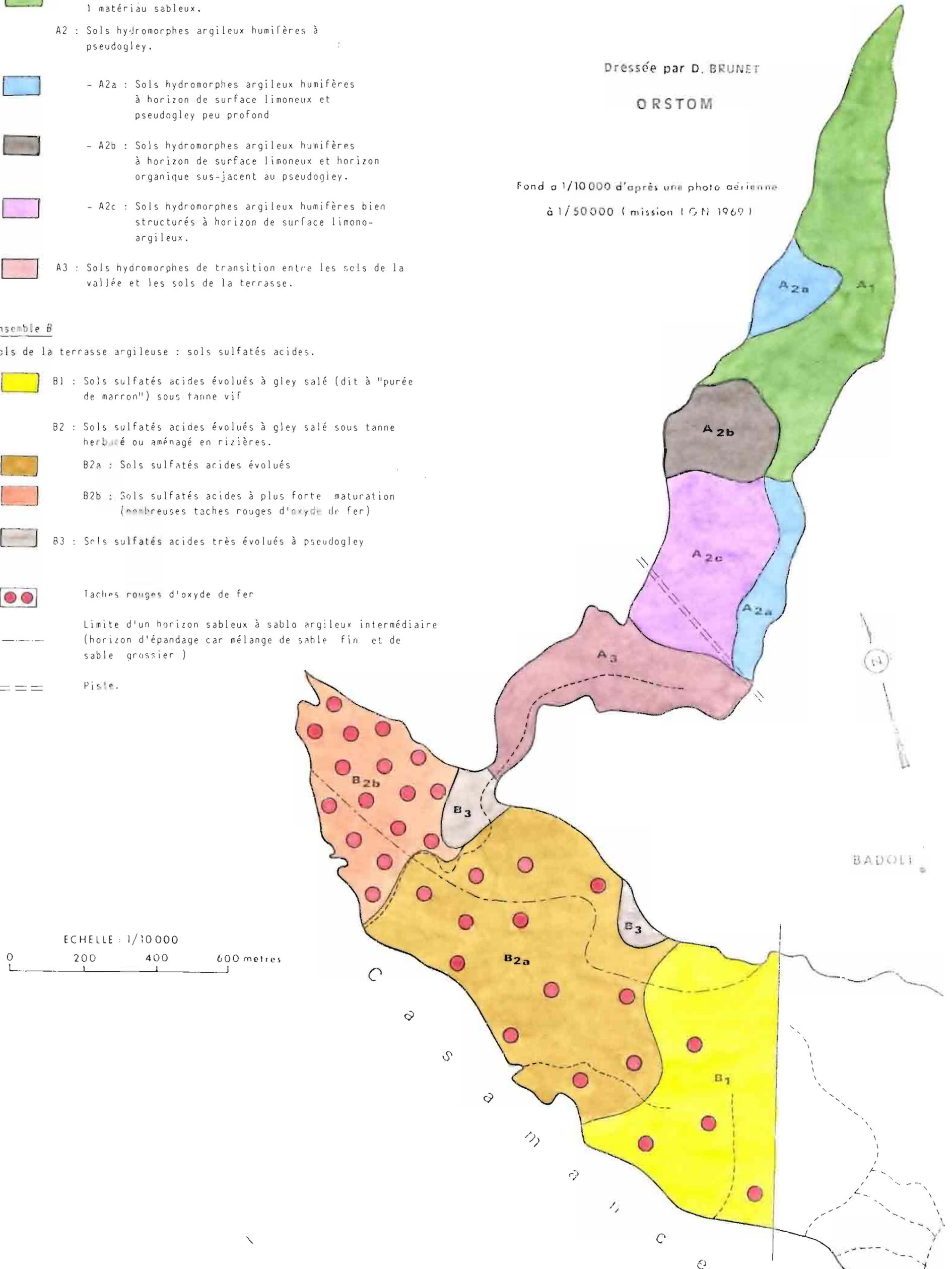
Sols de la terrasse argileuse : sols sulfatés acides.

-  B1 : Sols sulfatés acides évolués à gley salé (dit à "purée de marron") sous tanne vif
-  B2a : Sols sulfatés acides évolués
-  B2b : Sols sulfatés acides à plus forte maturation (nombreuses taches rouges d'oxyde de fer)
-  B3 : Sols sulfatés acides très évolués à pseudogley
-  Taches rouges d'oxyde de fer
-  Limite d'un horizon sableux à sablo argileux intermédiaire (horizon d'épandage car mélange de sable fin et de sable grossier)
-  Piste.

Dressée par D. BRUNET

ORSTOM

Fond à 1/10 000 d'après une photo aérienne
à 1/50 000 (mission I.G.N. 1969)



ECHELLE : 1/10 000

0 200 400 600 metres

CARTE DE LA CONDUCTIVITE
 DES EAUX DE NAPPE EN JANVIER 1987
 VALLEE DE BADOLI

Dressée par D. BRUNET
 ORSTOM

Fond à 1/10000 d'après une photo aérienne
 à 1/50000 (mission I G N 1969)

L É G E N D E

C.E. (mS/cm)	
	< 1
	1 - 10
	10 - 25
	25 - 40
	40 - 55
	> 55
	Piste.

